

共通知人介入型 Q&A システムを基盤とした 安全・安心な出会い支援システム

沼野剛志^{†1} 北山史朗^{†1} 西本一志^{†1}

本稿では、共通知人介入型 Q&A システムを基盤とした安全・安心な出会い支援システム“NARESOMAKER”を提案し、その有用性をユーザスタディによって検証する。従来の出会い系システムの多くでは、システム登録者のプロフィールから自分の気に入った相手を見つけ、自発的にコンタクトを取る手法が一般的に用いられている。しかしながら、自分と相性が良い人を見つけることや、全くの他人に自分からいきなりコンタクトを取ることが難しいなどの障壁が多く存在している。そこで、提案システムでは共通知人の介入と、話しかけるきっかけを生み出すために Q&A システムを用いることで、それらの障壁を軽減する。システムの評価を行った結果、安全かつ円滑な出会いを提供できるシステムとして性能を発揮できる可能性が示された。

A Safe and Reliable Matchmaking System Based on a Q&A System where Common Friends Introduce Answerers to Questioners

Tsuyoshi NUMANO^{†1} Shirou KITAYAMA^{†1} Kazushi NISHIMOTO^{†1}

In this paper, we propose “NARESOMAKER” system that is a safe and reliable matchmaking system and investigate its usefulness by conducting user studies. Many of ordinary dating site’s system adopted systems where users chose partners based on their profiles and contacted them by themselves. However, this method had some barriers. For example, it is difficult to find a compatible person and even if you can find a compatible person, it is still very difficult to greet for the first time. Therefore, NARESOMAKER incorporated a Q&A system to provide initial topics of communications and employed the common friend’s recommendations to find the compatible persons. As a result of the user studies with NARESOMAKER, we obtained some possibility that NARESOMAKER can alleviate the initial barriers of first encountering.

1. はじめに

1.1 出会いの重要性と出会いの現状

人は出会いを求める生き物である。出会いとは、外界と関係を結ぼうとする欲求、孤独をさげようとする欲求、すなわち、人間の自己保存のための欲求である[1]。また、人は異民族・異文化との出会いの中で、新しい自己を見出す[1]。人と出会うことは、人間の本能であり、自己実現のための要素でもあるため、人と常にかかわり合う社会生活の中で重要である。また、社会学においては社会関係資本として出会いは注目されている。個人にとっては、その個人に帰属する能力や経験(例えば技術や資格など)とともに、他者との関係性に帰属する資産を蓄えていくことがさまざまな活動を行っていく上で重要である[2]。

しかし、人と出会うことは難しい。20代～40代の未婚の男女 2478 人への調査では、約 8 割の人間が、出会いがあるとは感じていない[3]。近年、婚活イベントのような出会いのための場が多く用意されている。このような場が多数用意されること自体、日常生活の中で人と出会うこと、さらには人と人とのつながりを作ることが、容易ではないということの表れといえる[2]。恋人がいる人に関しての出会いのきっかけの調査結果[3]によれば、積極的な出会いの場として用意されたイベントやパーティなどをきっかけとした

出会いは、わずかに 5%程度と非常に少ない。恋人がいる人の多くは、同じ会社や職場(20~30%)、友人の紹介(14~18%)、サークル・趣味(10~18%)などをきっかけとして人と出会っている。

1.2 出会いの障壁

出会うことの難しさは、様々な要因が考えられる。まず、人と対面で出会うには同じ場所・時間という物理的な空間を共有しなければならない。たとえ時間と場所を共有していたとしても、きっかけがなければ初対面の人に話しかけることは難しい。共通の趣味や学会などのイベントに参加したとしても、新しいつながりを生むためには明示的なきっかけが必要である。また、きっかけを作り、交流することができたとしても、自分との相性がいいかどうかは、さらに何度もコミュニケーションを取ってみたいとわからない。

このような出会いにおける障壁は、大きく 2 つに分けられる。1 つ目は「物理的障壁」であり、場所と時間の共有という物理的要因が、初めて顔を合わせ、コンタクトを取ることの困難の原因となる。2 つ目は「心理的障壁」であり、自分の性格や相手の性格、お互いの相性などの心理的要因の影響が、継続的にコミュニケーションして相手をより深く知り、交流を深めていくことの困難の原因となる。また、きっかけが無ければ交流し難いというファーストコンタクトにおけるシチュエーションも心理的障壁の一因として挙げられる。

^{†1} 北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology.

1.3 インターネット上での出会いにおける問題

物理的障壁は、インターネットによって軽減された。現代社会では、インターネットによって、いつでもどこでも誰とでもつながれるようになった。しかし、インターネットでの「出会い」に関するイメージは決して良くない。見ず知らずの人と関係を持ったために生まれる問題や、最悪の場合犯罪行為に繋がる可能性[4]が多く潜んでいる。また、インターネット上では自身の長所を最大化し、短所を最小化させることが可能であるため[5]、本当の人物像を把握することが難しく、実際に会ったときとの印象差でマイナスイメージになることが多くなる。すなわち、

- 匿名であるため「安全性」・「信頼性」に欠ける
- 相手の理想化による現実との乖離

といった理由により、インターネットにおける出会いに対する信頼性は損なわれている。

近年、facebook に代表される実名制の SNS が流行しており、匿名に起因する弊害は緩和されつつある。しかしながら、既存の SNS は新しい人間関係の構築を支援する機能がまだ十分ではなく、基本的に現実世界の人間関係を SNS 上に射影するに留っており、これまで面識がなかった人物と新たな関係を構築することは難しい[6]。自分と相性の良い可能性のある見知らぬ他人と、安全・安心に親しくなるための仕組みは整備されていない。

1.4 本研究の目的

本稿では、1.2 で述べた心理的障壁、および 1.3 で述べたインターネットにおける安全性・信頼性の障壁を軽減し、インターネット上でよりよい出会いを実現するためのシステム“NARESOMAKER”（馴れ初め）を「作る」という意味の造語）を提案する。NARESOMAKER は、facebook を用いた信頼できる共通知人による友人推薦によって安全性・信頼性の障壁を緩和し、さらに Q&A システムを応用することによって心理的障壁を緩和する、全く新しい「出会い系システム」である。

2. 関連研究・事例

インターネット上の出会いや友人推薦システムに関するテーマを扱った研究は多数存在し、それらは大きく分けて 2 種類に大別できる。1 つは、現実世界に既にあるつながりを、より効率的にインターネット上に射影するための友人推薦システムである。現状の facebook の推薦システムや、Shuchuan ら[7]は、より効率的に自分の現実世界での知り合いや友人を、インターネット上に反映するアルゴリズムを提案している。

もう 1 つは、全く新しいつながりを推薦してくれるシステムである。これらのシステムは総称してソーシャルマッチングと呼ばれる。韓ら[8]は、自分の友人と似た特徴を持つ人物を検索し、推薦するシステムを提案している。MatchMaker [9]は、テレビタレントに性格や容姿が似てい

る人に対し、その似ているタレントの人間関係に基づき友人を推薦するシステムである。春日らは友人の友人を、チャットを介して紹介するシステム[10]を提案している。濱崎らによる紹介支援システム[11]では、紹介希望者が知り合いたい人をあらかじめ登録し、その情報を見た紹介者（紹介希望者と被紹介者の友人）が、紹介希望者に紹介することで、新しい出会いを生み出す方法を提案している。友人による紹介で他者と出会うメリットは、「第三者が介在することで、初めての人同士が直接コミュニケーションする場合と比較して心理的負荷が下がり、またお互いの背景や共通点など、相手を理解するさまざまなヒントが提示される。また、その出会い自体に関して、紹介者が信頼性と有効性を担保していることになる」[11]点が上げられる。紹介での出会いは、出会いの障壁に置き換えると「安全性・信頼性の障壁」や心理的障壁の一部である「相性の障壁」を軽減していると言える。

そこで、本研究でも友人を介した紹介に基づく出会い支援手段を採用する。しかしながら、たとえば春日らのシステム[10]では、『友達の友達』と仲良くなりたいと思っても、仲介者（友達）がチャットを起動して、「自分」と「友達の友達」を招待するという行動を起こしてくれなければ、コミュニケーションを始めることが出来なかった。このように、「紹介者が紹介を行うための動機付けが弱かった」[11]というような、動機付けや、きっかけ作りに関してシステムが支援しないことに関する問題点が指摘されている。これらの問題点は 1.2 項で述べた出会いの障壁に置き換えると「ファーストコンタクトの障壁」に当たる問題である。

以上をふまえて、本研究ではインターネット上で、安心・安全に出会うためのシステムとして「紹介による出会い」を利用し、さらに既存研究で問題とされた「ファーストコンタクトの障壁」を軽減するシステムを提案する。

3. NARESOMAKER

制作するシステムに必要なことは、出会いの初期障壁をできるだけ軽減する要素を盛り込むことである。物理的障壁は、インターネットの利用により軽減できる。「安全性・信頼性の障壁」に関しては、実名制の SNS である facebook のデータを用いて facebook 上の友達同士で紹介を行うことで、従来の出会い系に見られた、相手がどこの誰だかわからない人と連絡を取り合うという状況を無くし、安全性と信頼性を確保する。心理的障壁の 1 つである「相性の障壁」に関しても、共通の知人による推薦で解決できると期待される。「ファーストコンタクトの障壁」に関しては、Q&A システムの質疑応答方式を用いることで解決できると考えられる。Q&A システムを用いれば、話のきっかけを作ることだけでなく、紹介する第三者が有している、紹介する 2 人の興味の重なりや、紹介してもらう者の悩みなどに関する知識を活用することができる。

NARESOMAKERの概要を図1に示す。NARESOMAKERは、yahoo知恵袋など同様のQ&Aシステムを基盤とする。

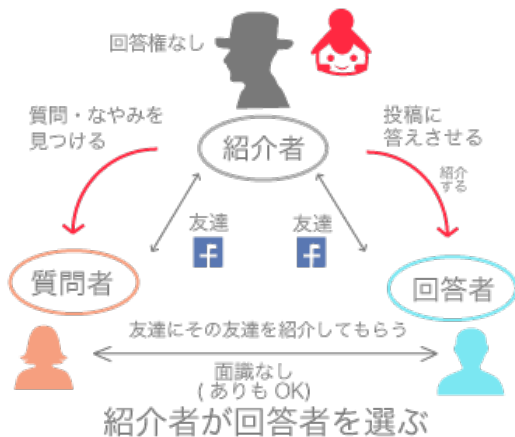


図1 NARESOMAKER概要図
 Figure 1 Outline of the NRESOMAKER.

ただし、従来のQ&Aシステムは、不特定多数の質問者が質問を投稿し、それに対して不特定多数の回答者が自由に回答するシステムであった。これに対しNARESOMAKERでは、質問は誰でも投稿できるが、その質問に対して回答できるのは、質問者の知人によって推薦された回答者だけである。紹介による出会いに置き換えると、質問者は紹介希望者に相当し、質問に答える人を選ぶ知人は紹介者に相当し、回答者は被紹介者に相当する。なお、ここで投稿される質問は、単なる質問だけでなく、悩みなども含める。NARESOMAKERの特徴は、いずれの役割の利用者にとっても、コミュニケーションや仲介のための理由付けが容易である点である。紹介希望者は、通常のQ&Aシステムを利用するのと同様、自分の悩みごとや質問を投稿するだけでよい。紹介者は、紹介希望者が投稿した悩みや質問を元に回答者を選択・紹介すれば良いため、紹介する理由を自ら用意する必要がない。被紹介者である回答者は、まずは質問者の悩みや質問に対して回答すればよいので、何を話



図2 システムのトップページ
 Figure 2 Top page of the system.

せば良いかを案出する必要がない。

具体的なシステム構成について述べる。システムは PHP5.3, CakePHP2.4, Mysql5.5 を用いた WEB 上で動作する facebook アプリケーションであり、ユーザのフレンドリスト情報を取得、利用している。システムのトップページを図 2 に示す。より多くの人に気軽に使うため、スマートフォンでも見やすいレスポンスデザインとなっている。トップページには、自分の投稿、友達の投稿、友人からお勧めされている投稿が表示されている他に、自分の投稿に対して紹介や回答などのアクションがあった場合のお知らせが表示される。ユーザの行動は大きく分けて、悩み・質問を投稿する質問者になる、友達の投稿を見て回答者を選ぶ紹介者になる、紹介された質問に対して回答者になる、の 3 つがある。

● 質問者になる場合

悩み・質問投稿ページより投稿を行う (図 3)。投稿された悩みや質問は、回答者がまだ紹介されていない状態では、自分の facebook 上の友達にのみ表示される。友達の誰かが回答者を紹介してくれると、自分と回答者の 2 人だけがアクセス可能なコミュニケーションページ (図 4) が作製され、投稿内容について議論することができるようになる。

● 紹介者になる場合

トップページに表示されている友達の投稿一覧より、1 つの質問を選択する。質問を選択すると、回答者を紹介するページ (図 5) に移行する。このページでは、自分の facebook 上の友達一覧が表示され、その中から回答者として紹介したい友達を 1 人選択し、紹介理由を添えて「お薦めボタン」を押すと、紹介が完了する。回答者として推薦された友人のページには、紹介者によって紹介されていることが表示される。また、悩み・質問の投稿者のページには、回答者として紹介されている人のリストが、質問ごとに表示される。

● 回答者となる場合

トップページ (図 2) に、自分が回答者として推薦されている質問の一覧が表示される。1 つの質問を選択すると、質問者と回答者だけがアクセス可能なコミュニケーションページ (図 4) へ移行し、投稿の内容について議論することができる。紹介者からの紹介メッセージもこのページに表示される。コミュニケーションページは、1 つの投稿に対して紹介された回答者の数だけ作製される。そのため、回答者は、紹介してもらった質問者の全ての質問に答えられる訳ではなく、紹介された質問だけに答えることができる。また、回答者は紹介者へ向けてお礼を投稿することも可能である。その他にも、コミュニケーションページでのインタラクションを助成するために、紹介してくれた人を、質問者と回答者の両者の合意で招待することも可能である。その場合、質問者、紹介者、回答者の 3 者でインタラクションが可能となる。



図 3 質問を行うページ
Figure 3 Questioner's page



図 4 回答者と質問者のコミュニケーションページ
Figure 4 Communication page for Questioner and Answer



図 5 紹介を行うページ
Figure 5 Introducer's page.

4. 実験

前章で述べたシステムを実際に利用してもらい、その結果を、システム上のユーザの振る舞いやアンケート、インタビューにて取得し、システムの有用性を評価した。アンケートの回答数は 40 名で、インタビューは facebook のメッセージ機能などを用いて、9 名から取得した。

4.1 実験方法

実験の実施期間は 2013 年 11 月 15 日～2013 年 11 月 25

日の10日を1次実験として行い、2次実験として2014年1月1日～2014年1月31日までの1ヶ月間で行った。facebookアプリケーションであるため、第1著者のfacebookページより告知を行い、実験への協力を募った。また、2次実験では被験者をさらに幅広く募集するため、facebookの広告システムなどを用いてユーザを募った。システムの利用者には、質問や悩みを投稿する質問者、友達に対して自分の友達を紹介する紹介者、紹介された人の質問に対して答える回答者の役割をそれぞれ自由にこなしてもらった。

4.2 実験結果

4.2.1 利用状況

利用者の主な層は、大学生、大学院生、社会人であった。2014年1月31日時点での登録ユーザは163人で、総質問・悩みの投稿数は118件、総紹介数は187件、総コメント数は221件、インタラクション数50件、お礼数44件であった。図6に、1次実験と2次実験での投稿数とユーザ数を示す。

4.2.2 NARESOMAKER の評価

NARESOMAKER は、共通知人の紹介を元に「馴れ初めを作る」ためのシステムである。システム上での評価は、紹介された質問に対して、回答者とのインタラクションが行われたかで判断する。コミュニケーションページにおいて、紹介された2人がそれぞれ1回以上コメントしているかどうかを基準とした。結果は50/187件と、25%程度にとどまっている。アンケートの結果では40人中7人が新しい友達が出来たと答えた。

他にもシステム上のデータから、紹介に対する「お礼」に関して評価を行った。図7によると、お礼を送った過半数以上が、「よかった」「すごくよかった」を選択しているため、お礼を送ったユーザは紹介に対して満足している様子がうかがえる。また、1次実験と2次実験を合わせたお礼の合計は44件であるが、そのうち12件は、被紹介者（回答者）と紹介希望者（質問者）の両者が紹介者に対してお礼を送っていた。これらの紹介では、必ずインタラクションが発生していた。つまり、インタラクションが発生している紹介は満足度が高かったことが伺える。

● 質問者の行動・印象

質問・悩みの投稿数は163件であった。どのような投稿が行われているかをまとめ、傾向を調べた。NARESOMAKER は「出会いを支援するためのシステム」であるため、投稿された質問から、どのような人に回答を希望しているかで分類することにした。「彼女が欲しい」等の個人的な願望や、「Mathematicaの使い方について」等の専門的な質問、「人生をリセットしたい」等、専門知識が必要でない一般的な質問、「実験に協力して欲しい」等のお願いや告知で分類した。具体的に質問・悩みの投稿のカテゴリ分けを行った結果を図8に示す。図8の結果から、一般的な質問・悩み、および専門的な質問・悩みの投稿が全投稿の

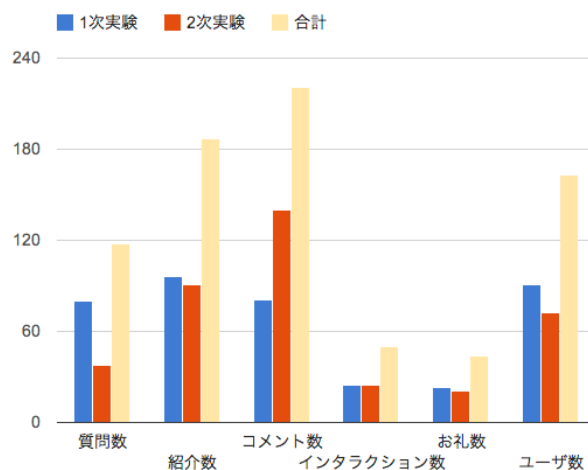


図6 投稿データ数とユーザ数
Figure 6 Number of posted data and users

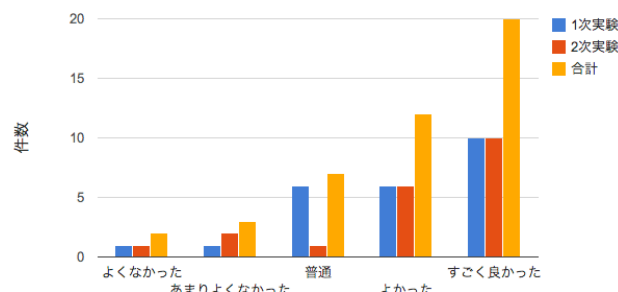


図7 度合い別のお礼の数
Figure 7 Number of thanks message

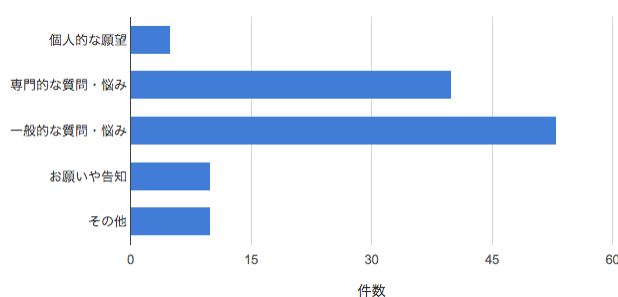


図8 投稿のカテゴリ分け
Figure 8 Categorization of post

大半を占めていたことがわかる。

アンケートでは「投稿する事に抵抗があったか」という項目で意見が分かれた。

- 軽い悩みで良かったため、手軽だったという意見や
- 相談に乗ってもらえるような悩みを考えるのは苦労した

という意見が得られた。また、投稿した理由は、

- 質問したかった
- 悩んでいた
- あわよくば出会いいたかった

等、様々な理由が得られた。

● 紹介者の行動・印象

紹介が行われた件数は187件であった。どのような質問に対して紹介が多く発生しているのかを分析した。図9にカテゴリ別の紹介数と質問数を示す。縦軸が質問の件数、横軸が1つの質問に対して行われた紹介の件数である。一番左の紹介件数が「0」の部分は、紹介が全く行われなかったカテゴリとその質問数を表している。「お願い・告知」の投稿に対する紹介数が2~6件と複数件あった。また、一般的な投稿と専門的な投稿に関しては、最終的な紹介数は一般的な投稿の方が多いが、紹介が行われていない投稿だけ見ると、一般的な投稿に対する紹介が少ないことが分かる。また、個人的な願望に対しては紹介が少ない傾向が見られ、特に「彼女が欲しい」などの、直接的な出会いを求めるような（出会い系としては本来的な）投稿に対する紹介事例は、ほぼ皆無であった。

アンケートでは「システムでの紹介は行いやすかったか」という項目に関して

- 悩みを元に紹介文を書けば良いので紹介しやすかった
- 専門的な質問には、それに詳しい友人を薦めることができた

という肯定的な意見がある一方

- 紹介した相手にプレッシャーを与えかねない
- 彼女が欲しいなどの露骨なお願いは紹介できなかった
- 色々考えると紹介できない

など、様々な意見が得られた。

● 被紹介者である回答者の行動・印象

図10に、紹介に対するコメント数（回答）の比較を示す。図10より、紹介されたもののコメント（回答）が行われなかった紹介の件数は合計で103件となった。これらの原因に関しては、NRESOMAKERのユーザでない人を紹介したことと、紹介があった以降ユーザがログインしなかったことが大半の原因であった。紹介に気付いた人のほとんどは回答を行っている。

アンケート結果より「質問・悩みへの回答はしやすかったか」という項目に関しては

- 経験がある内容は回答しやすい
- 初めての人でも質問に答えれば良いので回答しやすい

等、Q&Aシステムに対して肯定的な意見や、

- 相談の内容が自分に合わなければ答えられない

という否定的な意見も得られた。

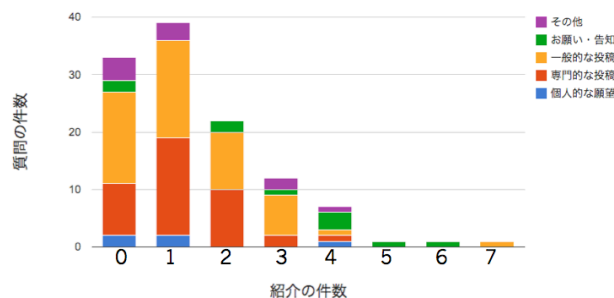


図9 カテゴリ別の紹介数と質問数

Figure 9 Number of recommendation and number of questions for each category

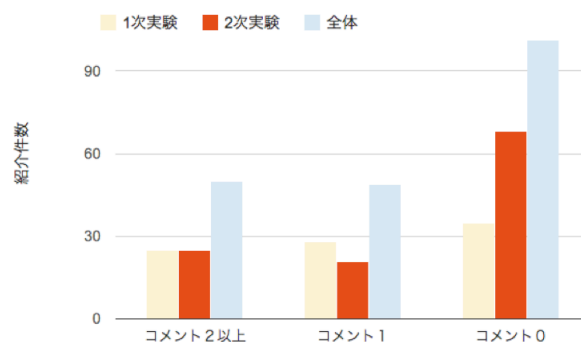


図10 紹介に対するコメント数の比較

Figure 10 Comparison of the number of comments

● システム全体を通して

アンケートの自由記述の欄では肯定的な意見が多く寄せられた。

- 知り合いではあるが普段話さない人とのきっかけになった
- 知らない人ではあるが友人の友人なので怖くない
- Q&Aシステムとしても的確な答えが得られやすい
- 紹介理由より、紹介者に自分がどう思われているのかが分かって新鮮だった
- 紹介者がいるとその人との共通の話題があって話しやすい
- 完全に紹介なので誰と出会うか分からないのも面白い

その一方で否定的な意見や問題点の指摘に関しては

- 悩みが解決できた時点でやり取りが終わってしまい、友人関係に発展したかという微妙だった
- facebookだと逆に紹介しにくい。twitterの方が良いのでは？
- 自分が解決してあげられそうな悩みも、紹介さ

れなければ答えられないので、逆にもどかしさを感じた

- システムが使いにくい側面もある
- 友人の参加者がすくない

等、システムの完成度や仕様に関する意見が多く得られた。

5. 考察

NARESOMAKER の出会い支援システムとしての評価項目において、紹介された2人がインタラクションを行った件数は50/187件と、多いとは言えない件数であった。しかしながら、実験の結果からも、紹介に気がつけば、ほとんどの場合でコメント(回答)してもらえることがわかっている。また、「彼女が欲しい」というような直接的に出会いを求める投稿に対してほとんど紹介が無かったことは、従来の第三者が介在して紹介希望者と被紹介者を引き合わせる手法が、現実的にはほとんど機能しない可能性を示唆している。ゆえに、NARESOMAKER での紹介件数は、むしろ多いものとも見ることもできる。以上から、提案手法によって出会いの初期障壁における「ファーストコンタクトの障壁」を軽減できたと言えるだろう。

「安全性・信頼性の障壁」に関しては、友達からの紹介と実名制 SNS を用いることで軽減を試みた。「facebook だと逆に紹介しにくい」という意見もあったが、これこそが紹介に対する安全性と信頼性を担保している大きな要因であると考えられる。facebook の交友関係は現実の繋がりに非常に近いので、紹介することに対する影響も良い面でも悪い面でも受けやすい。その結果、無責任な紹介が行われ難いことが安全性・信頼性に寄与していることが考えられる。

「相性の障壁」に関しては、短期間での結果では断言できないため、紹介されたペアの継続的な観察が今後も必要である。その他にも、アンケート結果から、「知り合いではあるが普段時話さない人とのきっかけになった」のように、新しい出会いだけでなく、既存の交友関係を深めるためのきっかけを提供できるという側面もみられた。

6. まとめ

本論文では、共通知人介入型 Q&A システムを基盤とした安全・安心な出会い支援システムについて研究し、NARESOMAKER という「馴れ初めを作る」システムを開発した。評価の結果、共通知人による紹介と実名制の SNS を用いることで、インターネット上で「安全・安心」な出会いを提供できた。また、Q&A システムによって、新しい出会い以外にも、既存の交友関係を深めるためのきっかけを提供できた。

今後はシステムをさらに改善して利用者を増やし、より革新的かつ実用的で安全・安心な出会い系システムを実現し、世の中の出会いを求める人々に福音をもたらしていきたい。

謝辞

出会い系システムと銘打った不審なシステムでありながらも、第1著者を信用して実験に協力して下さった皆様に御礼申し上げます。ありがとうございました。

参考文献

- 1) 山田義裕:他者と出会う:支配の欲求から出会いの欲求への転回, 大交流時代における観光創造, 70:249-266 (2008).
- 2) ブライダル総研:リサーチニュース, <http://chosa.itmedia.co.jp/categories/investment/16757> (2012).
- 3) 武田英明, 西村拓一, 松尾豊, 濱崎雅弘:出会いの情報技術-イベント空間の高度化, 人工知能学会誌, 23(4), 461-467 (2008).
- 4) 加藤 千枝:青少年女子のインターネットを介した出会いの過程 -女子中高生 15 名への半構造化面接結果に基づいて, 社会情報学 2(1) pp45-57, (2013).
- 5) Walther, J.B.: Computer-mediated communication: impersonal, interpersonal, and hyper personal interaction, *Communication Research*, 23, pp.3-43(1996).
- 6) 嶋田陽介, 加藤貴之, 廣嶋拓也, 豊田陽一, 萩野達也:共通の趣向を持つ利用者を発見するソーシャルネットワークシステム, 情報処理学会第 67 回全国大会, No.3, pp.157-158(2005).
- 7) Shuchuan Lo, Chingching Lin :WMR-A Graph-based Algorithm for Friend Recommendation, *Proceedings of the 2006 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence*, pp.121-128(2006).
- 8) 韓超, 小林智也, 西本一志:イントラ SNS における友人リストとの類似性に基づく友人推薦手法, *インタラクション 2011 論文集*, No.3, pp.285-288 (2011).
- 9) Li Bian, Henry Holtzman: MatchMaker: A Friend Recommendation System through TV Character Matching, *IEEE International Workshop on Social Networks and TV*, pp.714-718(2012).
- 10) 春日章宏, 三枝優一, 古井陽之助, 速水治夫: SNS でのチャットによる友達の輪拡大支援システムの提案, 社団法人 情報処理学会 研究報告 IPSJ SIG Technical Report, GN-63(2007).
- 11) 濱崎 雅弘, 松尾 豊, 武田 英明, 西村 拓一:ソーシャルマッチングのための紹介支援システムについての考察, *知能と情報: 日本知能情報ファジィ学会誌*, 20(4), pp.578-590(2008).