

災害時情報共有における積極的な情報提供を促す 情報提供のための情報価値決定手法の設計

園部 達也^{a)} 高橋 晶子

概要：インターネット上のサービスを介した利用者間での災害時情報共有は、利用者が多くの情報を提供することが求められるが、利用者は情報提供を行う誘因を持たないため、利用者に情報提供を行う誘因を与える必要がある。本稿では、利用者効用とサービス運営を考慮した情報価値決定を行い、利用者に情報提供を行う誘因を与える情報提供のための情報価値決定手法を提案し、評価実験を通してその有効性について議論する。

1. はじめに

東日本大震災や熊本地震などの大規模災害発生の際には、インターネット上の様々なサービスを介した利用者間での情報共有が行われた。これらの情報共有は、主にインターネットサービスの一般利用者（以降、利用者として記述する）から提供された情報が拡散することにより行うため、一般的なマスメディアから発信される情報よりも迅速に詳細な情報を共有することが可能である。しかし、実際にインターネットを介した情報共有サービスに情報提供を行った経験を持つ利用者は非常に少なく [1]、一部の情報提供を行う利用者（以降、提供者として記述する）からの情報が大部分を占める。そのため、情報共有サービスに提供される情報に地域的・時間的な偏りが生じたり、提供者の主観が大きく反映されるなど、利用者が必要とする情報の提供が十分に行われず、必要とされる情報を適切に利用者として共有することは困難である。従って、利用者に情報提供を促し、提供者となる利用者数を増加させることで多くの情報を収集して、情報共有を行う手法が求められる。すなわち、提供者に対して情報提供を行う誘因を与えることで、提供者からの積極的な情報提供を促す仕組みが求められる。

この問題に対し我々は、提供者の価値観とサービスの運営を考慮した効用関数を用いた自動交渉により情報の価値決定を行い、情報の価値に応じた特典を用いて積極的な情報提供を促す手法の研究を行っている。本稿では、提供者の価値観とサービスの運営側の意思を考慮した情報価値決

定手法として、自動交渉による情報価値決定手法を提案し、評価実験を通して提案手法の有効性について議論する。これより、積極的な情報提供を促す誘因として、利用者一人一人の価値観に依存する利用者を感じる満足度を表す効用関数に基づき、利用者の価値観を考慮しつつ特典の大きさを決定する手法が実現できる。さらに、単純に提供者に対して与える特典を大きくすることで生じる情報の質の低下や不必要な情報の収集などを防止することで、提供された情報の質に応じた特典を提供者に与え、積極的な情報提供を促す要因となる十分な効用を与えることが可能となる。

2. 関連研究と提案

2.1 関連研究

利用者に対して情報提供を促すことをはじめとする、人間の行動変化を促す手法として、ある特定の行動を行った対象者に対して、金銭的特典の付与や表彰を行うなどの特典を付与する手法がある [2][3]。これより、人間の行動を活発に行うように促すことが可能となる。

鉄道による通勤通学者に対して、利用時間の変更を促す際に有効な特典の調査を行った研究 [2] では、混雑を解消するというサービスの質の向上や金銭的なポイント付与などの特典を付与することが有効であると報告している。しかし、人間の行動を変化させるために必要となる特典の大きさは人により大きく異なることも報告されているなど、行動を促す際に必要な特典の大きさには個人の価値観に大きく依存する。

また、知識共有コミュニティにおける金銭的特典の付与に関するシミュレーション研究 [3] では、特典を大きくすることで情報の質を高めることを期待できるが、情報提供を

(独) 国立高等専門学校機構 仙台高等専門学校
National Institute of Technology, Sendai College, Miyagi,
989-3128, Japan

^{a)} a1502017@sendai-nct.jp

行うことを萎縮させる可能性があることも報告している。すなわち、金銭的な特典により利用者に情報提供を促すためには、適切に特典の大きさを決定することが求められる。

これまでに、金銭的特典を与える手法を実際に適用したインターネットサービスが提供されている [4][5][6]。特に COLORS[4] は、利用者の投稿や投稿に対する評価など、利用者の行動に対して行動の質によらず行動の種類に基づき固定のポイントを付与していた。そのため、外部ソフトウェアを用いて指定の行動を自動的に行う利用者の急増など、ポイント目当ての質の低い行動が増加し、ポイント制度が廃止された。これより、ポイントを目当てに COLORS を利用していた利用者がサービスを離れ、サービス終了に至った。このように、行動の質を問わずポイントなどの特典を与える場合、一時的にサービスを活性化する効果はあるが、サービスの安定した運営を妨げたり、サービスの質を落とす結果となる可能性があり、長期的な運営を行うことは困難である。

さらに、災害時の SNS を用いた情報共有について解析を行う研究も行われている。特に、山陰地方豪雪災害時の Twitter における情報提供に関する分析を行った研究 [7] では、被災情報に関する情報提供の中で、被害の報告が約 73.9% を占めているのに対して、復旧の報告が約 17.4%、気象情報が約 8.7% であり、提供される情報の内容に大きな偏りがあることや、提供者全体の中で、情報提供回数が 1 回を越える提供者が 54% を占めており、提供回数が 20 回を超える提供者は僅か 5% のみであることなどを報告している。さらに、この 5% の提供者により提供された情報が全体の情報の約 50% を占めていることも報告されている。このように、一部の提供者から偏った内容の情報が提供されている現状があり、利用者が必要とする情報を適切に共有することは困難である。

2.2 技術的課題と提案

2.1 で述べたように、特典の付与などにより行動変化を促す手法が提案されているが、個人の価値観とサービスの運営を考慮して情報提供を促し、大規模災害などの際に適切に情報共有を行うためには、以下の技術的課題がある。

(P1) 提供者の価値観を考慮しつつ、十分な提供者効用を与えることは困難

情報提供を行う誘因となる提供者効用の大きさは提供者個人の価値観に依存するため、提供者が満足するような特典の大きさを決定することは困難である。

(P2) 提供者からの情報提供を促しつつ、安定した情報共有サービスの運営を行うことは困難

提供者に対して与える特典が大きすぎる場合、デマ情報や質の低い情報の提供までもが促され、安定したサービス運営を行うことは困難となる。また、提供者に対して与える特典が小さすぎる場合、有用な情報の

提供を促すような誘因を提供者に与えることは困難である。従って、提供者に対して適切な特典を付与することで質の高い情報の提供を促しつつ、サービス運営を行うことは困難である。

そこで本研究では、上記の技術的課題を解決するために以下の提案をする。

(S1) 提供者の貢献度と情報共有サービスの運営を考慮した効用関数による情報提供のための情報価値決定手法
提供者に与える特典の基準となる情報の価値を、提供者の価値観、およびサービス運営を考慮して情報の価値を決定し、提供者から質の高い情報提供を促すための情報価値決定手法を提案する。情報価値決定手法は、提供者に対して十分な提供者効用を与えることに加え、提供者に対して与える特典によるサービス運営の安定を考慮した効用関数を設定し、自動交渉による情報価値決定機構を用いることで利用者とサービス運営側の意思をそれぞれ考慮した価値決定を行い、特典の基準となる情報の価値を適切に決定する。

本研究では、異なる二つの目的である提供者の価値観とサービス運営を考慮するために、効用関数を用いる。提供者の価値観を表す効用関数はより多くの提供者効用を望む意思を、サービス運営のための効用関数は、提供者の意思を考慮しつつも適切な情報の価値に抑えようという意思を反映させることで、提供者とサービス運営側の意思を同時に考慮した情報の価値を決定する。しかし、単純な効用関数を用いた自動交渉は、質の高い情報と質の低い情報を同列に扱うこととなるため、適切な価値決定が困難となる。そこで、本研究で用いる効用関数は、このような質の違いを貢献度という形で考慮する。これより、提供者の意思とサービス運営、そして情報の質を考慮した情報価値決定を自動交渉によって決定する手法を実現する。

3. 情報提供のための情報価値決定手法

3.1 情報提供のための情報価値決定手法の概要

大規模災害時の災害時情報共有は、提供者に対してより多くの情報提供を促すことで、情報共有を行うことが重要である。そこで、本稿で提案する情報提供のための情報価値決定手法は、提供者に特典を与えることで提供者からの情報提供を促す。具体的には、災害時に情報提供を行う提供者と、サービス全体の運営を行うサービス運営側の 2 者を対象とし、自動交渉を用いることで情報の価値を決定する。自動交渉は、提供者の意思を持ち提供者の代理となり行動する提供者エージェント、サービス運営側の意思を持ちサービス運営側の代理となり行動するサービスエージェントがそれぞれ異なる効用関数に基づき行動することで、提供者とサービス運営側の意思を考慮した情報の価値決定を実現する。

ここで、提供者エージェントとサービスエージェントは、

提供者の情報に対する評価（以降、提供者評価と記述する）と提供された情報に対する利用者（以降、評価者と記述する）の評価（以降、評価者評価と記述する）、評価者評価を集計した評価（以降、サービス評価を記述する）を用いて自動交渉を行う。この時、提供者評価は提供者エージェントの要求、サービス評価はサービスエージェントの要求を表す。この要求を満たすために、提供者評価とサービス評価の間で自動交渉を行い、提供者エージェントとサービスエージェントがお互いに相手の要求を受け入れていくことで適切な情報の価値を決定する。

3.2 自動交渉

本稿で提案する情報提供のための情報価値決定手法は、提供者の代理となる提供者エージェントとサービス運営側の代理となるサービスエージェントの間で情報の価値の大きさについて交渉する単一論点の自動交渉を行うことで情報の価値を決定する。災害時情報を評価する要素として、単純な情報の有用度や位置情報、情報のジャンルや新しさなど様々な要素が考えられる。しかし、これらの要素は情報の内容により多種多様なものへと変化する、提供者と評価者の中で評価する要素の統一を行うことが困難であるなど、特定の要素として扱うことは困難であるため、本手法では、提供者と評価者が情報に対して感じた総合的な評価を情報の価値として扱い、この単一論点に関する自動交渉とする。また、情報提供のための情報価値決定手法における自動交渉は、2つのエージェントが要求として持つ異なる情報の価値を、それぞれの意思を考慮しつつすり合わせていくことが必要とされるため、互いに相手の提案に対して代替案を作成する Alternative Offer 交渉プロトコルに基づいて自動交渉を行う。Alternative Offer に基づき、エージェントは Offer, Accept, End Negotiation の3つの選択肢から1つを選択して行動し、Offer を選択した場合は相手のエージェントに行動選択の権利が移る。この行動選択を交互に繰り返すことで交渉を行う。以下に、Alternative Offer における3つの行動を示す。

(i) Offer

交渉相手から提案として受け取った情報の価値を受け入れず、相手の提案と自身の意思を考慮して新たな提案とする情報の価値を作成し、相手に提示する。

(ii) Accept

交渉相手から提案として受け取った情報の価値に納得し、その情報の価値を交渉結果とし、交渉を終了する。

(iii) End Negotiation

交渉相手から提案として受け取った情報の価値を拒否し、交渉自体を破棄する。この時、交渉は終了し、交渉は失敗する。

本研究では、End Negotiation を選択し交渉が破棄・失敗した場合、サービスエージェントの要求であるサービス

評価を情報の価値として採用する。

3.3 効用関数

3.3.1 効用関数の概要

効用関数は、人や物がサービスや報酬などを受け取った際に得られる満足度の大きさを、効用として表すための関数である。効用は、同じサービスや特典を享受した場合でも、サービスを享受した人や価値観により大きさが変化するため、効用関数を適切に定義することで、意思や価値観の異なる人や物を表現することが可能となる。情報提供のための情報価値決定手法は、提供者エージェントとサービスエージェントに対して、代理元である提供者とサービス運営側の意思や価値観を反映した提供者効用関数とサービス効用関数を適用する。ここで、本研究で扱う効用は $[0, 1]$ の範囲で表し、0の時に満足度を全く感じられず、1に近づくほど満足度が大きいとする。また、効用関数は、情報価値決定手法で決定するパラメータを用いるため、以下に各パラメータの詳細を述べる。

提供者評価 提供者が自身の提供した情報に対して、行う評価。情報提供を行った際に要求する特典、提供者個人の主観による情報の価値の程度など、提供者自身による評価を表す。

評価者評価 評価者が利用した情報が有用であった程度を表す。

サービス評価 ある情報に対する全ての評価者評価を考慮し、集計したサービス側からの情報に対する評価。様々な評価者の主観に基づいた評価を表す。

貢献度 提供者が情報共有に貢献している程度を表す。本研究では、大規模災害時を想定するため、最新の情報やより有用な情報など、利用者が必要とする情報提供を積極的にを行い、情報共有を支援することをサービス運営への貢献とする。

3.3.2 提供者効用関数

提供者効用関数は、提供者の意思や価値観を提供者エージェントに反映するために用いる効用関数である。そのため、提供者の価値観を考慮した効用関数を定義する必要がある。本手法は、提供者に対して特典を与えることで情報提供を促すため、提供者はより多くの特典を得ることで満足度が上昇すると考えられる。従って、得られる特典が上昇する、すなわち、得られる特典の基準となる情報の価値が上昇するほど提供者は満足し、効用は大きくなる。また、交渉が失敗した場合、提供者の要求である提供者評価は全く考慮せず、サービス評価を情報の価値とするため、提供者にとって交渉の失敗を避けることが、提供者エージェントの要求である提供者評価を情報の価値に反映させる重要な要素である。これより、提供者の意思は「情報の価値を高めつつも、交渉の失敗を避けようとする」ものであると言える。

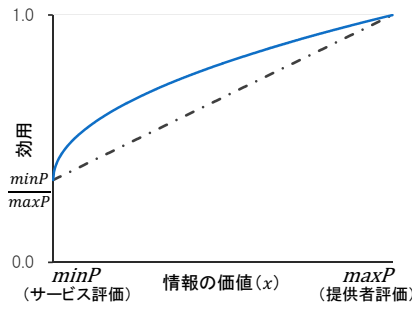


図 1 提供者効用関数の概形

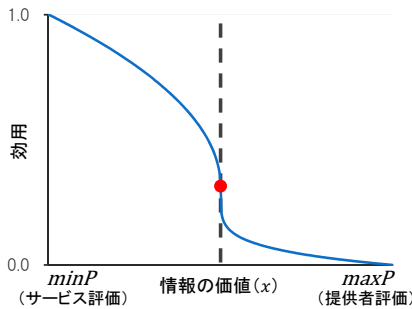


図 2 サービス効用関数の概形

ここで、サービス評価を $minP$ 、提供者評価を $maxP$ 、情報の価値を x 、効用関数の傾きを制御する効用の傾き制御パラメータを α 、交渉を行う領域である交渉空間を $[minP, maxP]$ とし、提供者の意思を表現した提供者効用関数 U_p を

$$U_p = \frac{(x - minP)^\alpha}{(maxP - minP)^\alpha} \times \left(1 - \frac{minP}{maxP}\right) + \frac{minP}{maxP}$$

と定義する。また、図 1 に提供者効用関数の概形を示す。提供者効用関数は、情報の価値の上昇に伴い、効用は増加する。そのため、情報の価値が上昇することで、サービス運営側の要求であるサービス評価と情報の価値とのギャップが増大し、交渉失敗のリスクが上昇する。この交渉失敗のリスクが上昇するほど、効用の増加量は減少し、効用関数の概形が上に凸の形をとるリスク回避型の効用関数となる。以上のことから、情報の価値を高める意思と交渉失敗を避けようとする意思の両方が表現される。

3.3.3 サービス効用関数

サービス効用関数はサービス運営側の意思や価値観をサービスエージェントに反映するために用いる効用関数である。サービス運営を考えた場合、提供者からの積極的な情報提供を促すため、提供者が満足する特典を与える必要があるが、それと同時にデマ情報や質の低い情報に対して低い特典を付与するなど、情報の質、内容に応じた特典を与えることで提供される情報の質の向上を目指す必要がある。これより、サービス運営側の意思は「可能な限り提供者の要求を受け入れつつも、情報の価値が高くなりすぎないように抑えようとする」ものであると言える。

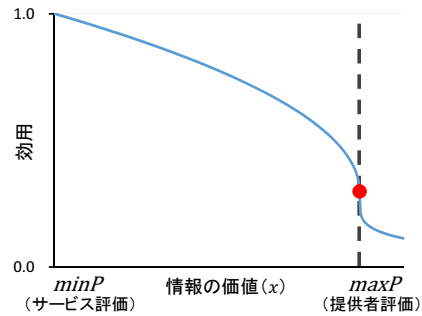


図 3 border によるサービス効用関数の変化 (提供者評価近傍時)

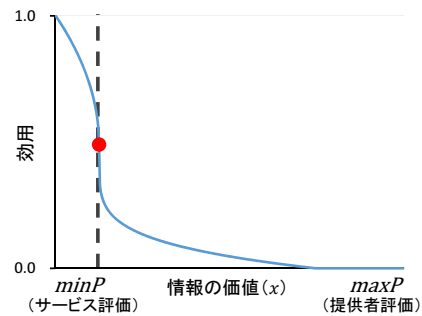


図 4 border によるサービス効用関数の変化 (サービス評価近傍時)

ここで、サービス評価を $minP$ 、提供者評価を $maxP$ 、情報の価値を x 、効用関数の傾きを制御する効用の傾き制御パラメータを α, β 、損失回避係数を λ 、譲歩可能な情報の価値の限界を $border$ 、交渉を行う領域である交渉空間を $[minP, maxP]$ とし、サービス運営側の意思を表現したサービス効用関数 U_s を

$$U_s = \begin{cases} \frac{(border-x)^\alpha + \lambda(border)^\beta}{(border-minP)^\alpha + \lambda(border)^\beta} & (border \geq x) \\ \frac{-\lambda(x-border)^\beta + \lambda(border)^\beta}{(border-minP)^\alpha + \lambda(border)^\beta} & (border < x) \end{cases}$$

と定義する。また、図 2 にサービス効用関数の概形を示す。サービス効用関数は、情報の価値を低く抑えるほど効用が増加する効用関数となるが、 $border$ を境界として、効用関数の特性が大きく変化する。情報の価値が $border$ より小さい範囲では、提供者に対して譲歩可能な状態であると考え、提供者の意思を尊重する意思を持つ。このため、情報の価値を抑えることで提供者の要求である提供者評価と情報の価値のギャップが増大し、交渉失敗のリスクが上昇する。この交渉失敗のリスクが上昇するほど、効用の増加量が減少し、上に凸の形をとるリスク回避型の効用関数となる。これより、交渉の失敗を避けることで提供者の意思を尊重し、情報提供を促すような特典を提供者に与えようとする意思を表現する。一方、情報の価値が $border$ より大きい範囲では、提供者に対して譲歩できない、譲歩が困難である状況であると考え、この範囲では不必要な特典を提供者に与えることでサービス運営に問題が生じることを防止する意思を持つ。そのため、情報の価値が上昇することで情報の価値と評価者評価間のギャップが増大し、交渉失

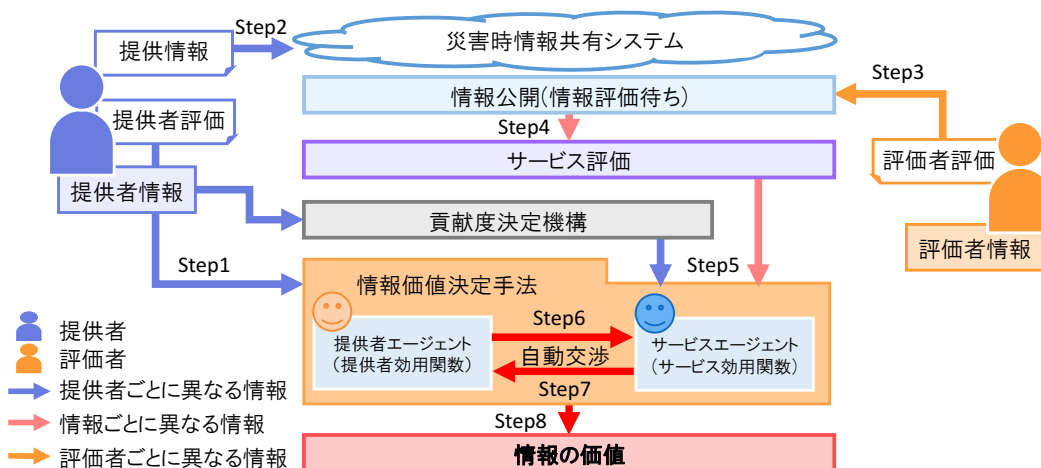


図 5 情報価値決定機構の概要図

敗のリスクが低下するほど、効用の減少量が増える下に凸の形をとるリスク愛好型の効用関数となる。以上のことから、情報の価値が必要以上に大きくなった場合に効用が急激に減少する、情報の価値を交渉の失敗を選択してでも抑えようとする非常に頑固な意思が表現される。

ここで、サービス効用関数に用いる $border$ を、貢献度 $Contri$ を $[0, 1]$ の範囲で用いて表すと

$$border = (1 + Contri)minP$$

と定義される。 $border$ は提供者に対して譲歩可能な情報の価値の大きさを表しており、貢献度が高い提供者ほど $border$ が提供者評価に近づく。図 3 に $border$ が提供者評価に近い場合のサービス効用関数の概形を示す。貢献度が高い場合や、サービス評価と提供者評価間のギャップが小さく、交渉空間が狭い場合に $border$ は提供者評価の近傍に設定される。この時、 $border$ が提供者評価の近傍に設定されるほど、サービス効用関数にリスク回避的な要素が大きく表れる。これより、貢献度の高い提供者ほど提供者の意思を大きく考慮する意思が表現される。また、図 4 に $border$ がサービス評価の近傍にある場合のサービス効用関数の概形を示す。貢献度が低い場合や、交渉空間が広い場合は、 $border$ がサービス評価の近傍に設定される。この時、 $border$ の位置がサービス評価に近づくほどサービス効用関数にはリスク愛好型の要素が大きく表れ、情報の価値を抑えようとする意思が強くなる。

以上より、質の高い、有用な情報の提供を行う貢献度の高い提供者に対しては、提供者の意思を多く考慮し情報の価値を高く、質の低い情報やデマ情報などの提供を行う貢献度の低い提供者に対しては、提供者の意思を考慮するのではなく、サービスの運営を優先し、情報の価値を抑えるような意思を切り替えることで、提供者とサービス運営を考慮するような意思を表現する。

3.4 情報価値決定機構の設計

本研究では、提供者から提供された情報の価値決定を、提供者エージェントとサービスエージェント間による自動交渉を用いた情報価値決定機構で行う。図 5 に情報価値決定機構の概要図を示す。情報価値決定機構は、提供情報に対する提供者評価と評価者評価、サービス評価、および提供者に対する貢献度を用いて、提供された情報の価値決定を行う。提供者評価とサービス評価は 1 つの提供情報に対して 1 つずつ設定し、評価者評価は評価を行った評価者の数だけ存在し、貢献度は提供者一人一人に設定する。

提供者エージェントとサービスエージェントを用いた自動交渉や提供者効用関数、サービス効用関数に基づいた情報価値決定機構の処理の流れは、以下の通りである。なお、図 5 で示す Step は、以下の Step と同じ処理を表す。

- Step1 提供者が情報提供を行う際、その情報に対する提供者からの評価を入力する。
- Step2 提供された情報を利用者に対して公開する。この時、提供者評価は公開しない。
- Step3 利用者が評価者として公開された情報に対し、実際に利用した評価を評価者評価として入力する。
- Step4 一定期間後、利用者からの評価者評価を集計し、サービス評価を作成する。
- Step5 サービス評価-提供者評価間で効用空間を作成する。
- Step6 提供者の代理となる提供者エージェントから希望する情報の価値をサービスエージェントへ送信する。
- Step7 サービスエージェントは受け取った情報の価値を受け入れるか判断し、その返答を評価者エージェントへ送信する。受け入れない場合、交渉履歴などを参考に新たに希望する情報の価値を作成し、同時に送信する。

表 1 想定提供者タイプ

提供者	提供者評価	提供者タイプ
提供者 A	300	情報の価値の相場を理解して提供者評価を決定
提供者 B	500	情報提供によってより多くの特典を得ようとする
提供者 C	1000	情報提供によって多くの特典を得ようとする意志が強い
提供者 D	10000	提供情報の内容にかかわらず多くの特典を得ようとする

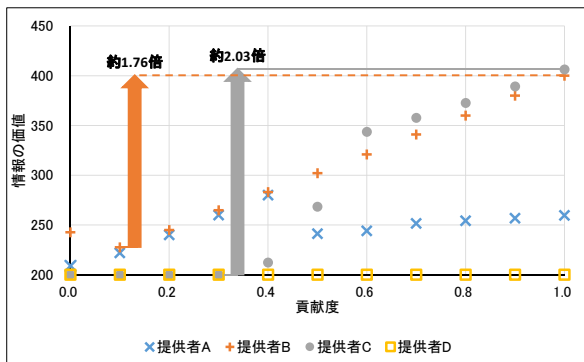


図 6 情報の価値に関する実験結果

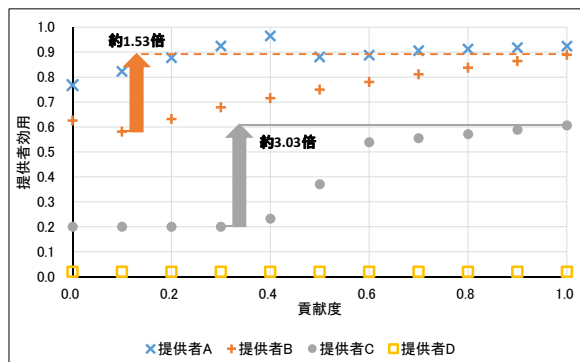


図 7 提供者効用に関する実験結果

Step8 Step6-7を，提供者エージェントとサービスエージェントの立場を入れ替えながらどちらかが相手の要求を受け入れる，もしくは交渉を破棄するまで継続し，情報の価値を決定する。

以上の流れに従い，提供された情報に対して情報の価値決定を行うことで，提供者に対して情報提供を促しつつ，安定したサービス運営が可能な特典の付与を実現する。

4. 実験と評価

4.1 実験の概要

提案手法の有効性を確認するために，異なる価値観を持つ複数の提供者を想定して実験を行った。実験では，提案手法による情報の価値決定により，様々な価値観を持つ提供者に対して，情報の質や価値観を考慮した情報の価値決定を行うことが可能であるかを，情報の価値と提供者効用，サービス効用を比較することで確認した。また，想定する提供者ごとに貢献度を変化させ，貢献度の変化による情報の価値の変化や提供者効用の変化の確認も行った。ここで，提供者効用関数とサービス効用関数におけるパラメータを $\alpha = 0.5$, $\beta = 0.2$, $\lambda = 2.25$ として，100 回実験を行い，その平均を実験結果とした。

実験では，提供者の情報に対する評価である提供者評価を提供者の価値観とし，提供者評価を変化させることで提供者の価値観を変化させた。具体的には，表 1 に示す 4 種類の提供者タイプを想定し，情報の価値の相場として，サービス評価を 200 と仮定した。この時，提供者 A，提供者 B のように提供者評価が相場付近となる場合は，サービス評価とのギャップが小さいため，提供者の意思とサービス側の意思を同時に考慮することは容易である。これに対

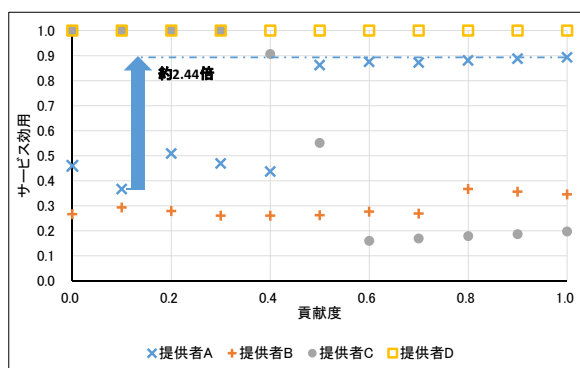


図 8 サービス効用に関する実験結果

し，相場に対して提供者評価が大きい提供者 C，提供者 D の場合は，サービス評価とのギャップが非常に大きくなるため，サービス側の意思を考慮しつつ，提供者側の意思を反映する程度を慎重に考慮して情報の価値を決定する必要があり，情報の価値決定が困難となる。

4.2 実験結果

4.2.1 情報の価値

図 6 に想定した提供者に対して貢献度を変化させた情報の価値に関する実験結果を示す。提供者 A，提供者 B については，貢献度の上昇に伴い，情報の価値はほぼ線形に上昇する情報の価値の変化を示した。特に，提供者 B は，貢献度が 1.0 の場合，貢献度が 0.1 の場合と比較し約 1.76 倍の情報の価値を示した。提供者 C は，貢献度が 0.4 以下の場合にはサービス評価である 200 が情報の価値となることを示した。しかし，貢献度が 0.4 を超えると情報の価値が急激に上昇し，最大で約 2.03 倍の情報の価値となることを示

した。提供者 D においては、貢献度の大きさに関わらず情報の価値がサービス評価である 200 となり、情報の価値が低くなることを示した。

4.2.2 効用

図 7 に想定した提供者に対して貢献度を変化させた提供者効用に関する実験結果、図 8 に想定した提供者に対して貢献度を変化させたサービス効用に関する実験結果を示す。提供者 A、提供者 B について、情報の価値と同様に提供者効用が貢献度の上昇に伴い増加し、最大で約 1.53 倍となることを示した。この時、サービス側の効用も同様に貢献度の増加に伴って増加し、最大で約 2.44 倍となることを示した。提供者 C に関しては、貢献度の増加に伴って提供者効用が最大で約 3.03 倍に上昇することを示した。しかし、サービス効用に着目すると効用が最低で約 0.17 と提供者効用と比較し非常に低い値を示した。また、提供者 D は情報の価値と同様に貢献度に関わらず提供者効用は 0.02 と非常に低い値を示した。

4.3 考察

実験において、提供者 A、提供者 B に関して、情報の価値は貢献度の上昇に伴ってほぼ線形に増加した。これは貢献度の上昇に伴いサービス効用関数におけるリスク愛好的な要素が極端に減少し、リスク回避的に譲歩する意思が大きく反映されたためと考えられる。また、貢献度の高い提供者から提供された情報を有用な情報であると判断し、情報の価値が上昇しても、それ以上の価値があるとサービスエージェントが判断したためと考えられる。これより、サービス運営に影響を与えない範囲で貢献度の高い提供者からの情報提供を促すことに成功し、提供者評価とサービス評価のギャップが小さい場合において、提案手法が有効であることを確認した。しかし、提供者 A の貢献度が 0.5 の場合、情報の価値は減少している。これは、*border* が生じることで生まれるはずの情報の価値を *border* 以下に抑える意思が、貢献度が 0.5 を境に生じなくなるためである。これより、*border* 以下ならば相手の意志を受け入れるという意思も表れなくなり、サービス効用の上昇を優先することになったためであると考えられる。

また、提供者 C は、貢献度が 0.4 以下の範囲で情報の価値が 200 とサービス評価と同値となった。これは、提供者評価とサービス評価のギャップが大きい状態で貢献度が低下し、サービス効用関数におけるリスク愛好的な要素が大きく現れるようになることで、サービスエージェントの頑固な意思が大きく表現され、失敗となった交渉が増加したためであると考えられる。また、貢献度が上昇することでサービス効用関数のリスク回避的な思考が強くなる。これより、貢献度が低い場合には失敗していた交渉が成功するようになり、提供者効用が上昇したと考えられる。一方、提供者 D は、提供者評価が非常に大きいため、貢献度の上

昇による *border* の移動を考慮してもサービス効用関数におけるリスク回避的な思考が十分に反映されず、リスク愛好的な効用関数となる。そのため、貢献度の大きさに関わらず交渉が失敗し、情報の価値がサービス評価である 200 となったと考えられる。これより、情報の質が適切ではない極端に大きな提供者評価を行った提供者に対して、頑固な意思を強く表すことで、情報の価値の相場の崩壊や質に応じた情報の価値を行い、安定したサービス運営を行うための情報の価値決定に成功した。

5. おわりに

本稿では、提供者の価値観とサービスの運営側の意思を考慮した情報価値決定手法として、提供者の価値観を考慮した提供者効用関数を適用した提供者エージェントと、サービス運営を考慮したサービス効用関数を適用したサービスエージェントによる自動交渉を用いた情報提供のための情報価値決定手法を提案した。また、様々な提供者の価値観と貢献度の変化を考慮した情報価値決定機構の評価実験を行うことで、本提案手法の有効性の確認を行った。

今後の課題として、貢献度決定機構の設計や、貢献度決定機構を含めたより具体的な状況を想定した実験を行い、本手法の改良や有効性の更なる確認を行う。また、実際の事例を参考に、情報提供や利用の時間的変化を考慮したシナリオを構築し、シミュレーション実験とその評価を行い、より現実的な本手法の有効性を確認する。

謝辞

本研究は日本学術振興会の科学研究補助金（若手研究（B）26730054）の助成を受けて実施された。

参考文献

- [1] 株式会社ウェザーニューズ：減災調査 2015 ネットの意識編，ウェザーニューズ（オンライン），入手先（http://weathernews.jp/ip/info/gensai_chosa/2015/index.html）（参照 2016-06-15）。
- [2] 植原慶太，中村文彦，岡村敏之：インセンティブ導入による通勤時刻転換意向に関する研究，運輸政策研究，Vol. 11，No. 4，pp. 2-9（2009）。
- [3] 小川祐樹，山本仁志，岡田勇，諏訪博彦，太田敏澄：エージェントベースシミュレーションによる知識共有コミュニティの報酬制度設計，電子情報通信学会論文誌，Vol. 94，No. 6，pp. 945-956（2011）。
- [4] SE ホールディングス・アンド・インキュベーションズ株式会社：ポイント系ソーシャルネットワークワーキングサイト「COLORS」サービス開始のお知らせ，SE ホールディングス・アンド・インキュベーションズ株式会社（オンライン），入手先（<http://www.sehi.co.jp/press/colors.html>）（参照 2016-06-27）。
- [5] 株式会社 nanapi：ヘルプ | nanapi ワークス，nanapi ワークス（オンライン），入手先（<https://works.nanapi.jp/help/>）（参照 2016-06-15）。
- [6] 楽天株式会社：楽天スーパーポイント付与について，楽天レシピ（オンライン），入手

先 (<http://recipe.rakuten.co.jp/rules/point.html>) (参照
2016-06-15).

- [7] 石川哲也, 川崎昭如, 日黒公郎: 山陰地方豪雪災害時の
Twitter ユーザによる情報発信行動に関する分析と考察,
地域安全学会論文集, 地域安全学会論文集, No. 16, pp.
135-143 (2012).