

# 個人の意見が他者の意見の多様性と多数意見との距離から受ける影響の分析

## Impact of social information diversity and distance from majority to individual opinions

鈴木一史 馬場雪乃

Kazufumi Suzuki Yukino Baba

筑波大学 University of Tsukuba

**要旨:** 意見集約のデルファイ法の過程で誤った回答に意見が集約されることが報告されている。そこで本研究では、回答者の回答を正しいものに変えるために、見せる他者の回答を多数派に見せる介入によって、実際に回答を任意なものの誘導できるか、そしてその有効範囲について調べた。実験の結果、自信度が低い回答者にはこの介入は有効だが、自信度が高い回答者には、自身の回答と誘導先の多数派の回答との距離が遠くなるほど、介入の効果が薄まることがわかった。そして、回答者集団の回答から正解を推定する手法を用いることで、この介入により、集団の過半数以上の回答を正解にすることができるとわかった。

**キーワード:** デルファイ法, 意見集約, バンドワゴン効果

**Abstract:** The Delphi method sometimes leads a group to reach a wrong answer. To overcome this problem, we propose to control people's opinions by showing synthesized social information. As a first step, we investigate whether the synthesized social information can change opinions. Our experimental results show that the intervention is effective for people with low confidence. However, for high confident people, the effect of the intervention decrease as the distance between their opinion and the majority becomes large. We also demonstrate that the synthesized social information can lead people to provide correct answers when showing the estimated correct answer as a majority.

**Keywords:** Delphi method, opinion aggregation, bandwagon effect

### 1. はじめに

集団意思決定において、集団の意見を集約させ、合意形成を行うことは重要である。このような場面は多く存在し、例えば、政策決定の際のステークホルダー間の話し合い[1]、科学分野における専門家間の意見の合意形成[2]などが挙げられる。この意見集約を促すための手法にデルファイ法が存在する。デルファイ法は、複数人の回答者が与えられた問題に対して回答し、次に他者の回答情報を見て、それを参考にして再度意見を述べる、これを繰り返すことで意見を集約させていく。この過程を、各回答を匿名にして行うことで、回答者の、評判、社会的影響力、回答者間の人間関係などが回答に影響することを防ぐ。これによって、回答者が他者の意見を平等に吟味することで、意見を集約させ、集団を合意に導く手法である[3]。デルファイ法の応用例は、ビジネスにおける判断や未来予測、空軍での長期的な脅威の評価、産業界での技術

発展の予測や経営計画など、幅広く挙げられる

[4][5][6]。

しかし、デルファイ法の回答を繰り返す過程で誤った回答に意見が集約されることが報告されている[7]。これを防ぐために、集団の意見が正しいものに集約され、合意形成がなされる介入手法が必要である。そこで本研究では、この手法の開発に向けて、回答者に見せる他者の回答情報を操作する介入によって、回答者の回答を任意のものに導けるかを調べた。そしてその結果をもとに、この介入によって集団の意見を正解に集約させられるかを調べた。

回答を誘導する介入については、これまでの心理学の知見により、人は多数派を構成する人数が多いほど、その多数派の意見に自身の意見を変えやすいことがわかっている[8]。これを利用し、大きな多数派の回答を見せれば各自の回答を任意のものに誘導できると考える。一方で、自身の回答と他者の回答が全く異なり、距離が遠いほど意見を変えにくいこと[9][10]、

自信度が高い回答者ほど意見を変えにくいこと[11]がわかっている。このことから、多数派の意見への誘導は自身の回答との距離と自信度によって制限を受けることが予想される。しかし、これまで、そもそもこのような誘導は可能なのか、そして可能であるならばその効力はどこまで有効で、どのくらい距離や自信度の制約を受けるのか、また、極端な回答、例えば正解と真逆な回答への誘導まで可能なのか、などの有効範囲は調べられていない。そこで、回答者にランダムな他者の回答のヒストグラムを見せる実験を行い、回答者がどのような他者の回答を見た時に、どのように意見を変えるかのデータを集め、分析を行なった。そして、この介入を用いた集団の正解への意見集約として、既存手法によって回答から正解を推定し、そこに集約させていくことを検討した。

## 2. 関連研究

### 2.1. 多数派の影響

人が多数派に意見を変えるかどうかには、多数派を構成する人数が関係していることがわかっている[8]。このような研究では、ある回答を答えている多数派の絶対的な人数の影響を調べているが、本研究では、他者がどのようにそれぞれの回答に散らばるか、という相対的な尺度で考えており、これら研究と異なっている。Molleman ら [12]は複数の他者の回答がどのように分布するかに焦点を当て、他者の回答と回答者の回答の距離と、意見の分散度合いが与える、回答者の回答への影響を調べモデル化した。そこでは、他者の回答の分散が小さいほど回答への影響が強まること、自分の回答に近い回答をする他者がいる場合は、離れた回答で多数派を作っている集団がいてもその集団からの影響は少なくなることが報告されている。しかし、Molleman らの研究では回答者に見せた他者の回答は3人分であり、本研究が想定するような、より多くの他者がいる場合にどのようなになるかは調べられていない。また、自信度の影響についても考慮されなかった。

### 2.2. 他者の回答との距離による影響

多くの先行研究において、他者の意見と自身の意見の距離が近いほど、対象者は意見を他者の意見に変えやすく、遠いほど意見の同化が起こらないことが報告されている[9][10]。また、Yaniv [13]は、距離に加えて、回答者が自己申告した問題に対する知見を持っていたかどうか、を考慮した。その結果、問題に対する

知見を持っている場合は、自分と他者の意見の距離が近いほど流され、遠いほど流されない傾向が見られ、問題に対する知見がないと距離に関係なく他者の回答に流されることを報告した。しかし、この研究は単一の他者の回答を見せた場合であり、複数の他者がいる場合にどのようなになるかの分析は行われなかった。

### 2.3. 自信度の影響

他者の回答から受ける影響と自信度に関する研究が行われている。Jichui ら [11]は自信度が低いほど他者の回答に自身の回答を変える傾向が強まることを報告している。また、自信が低い場合は、意見を変える際に、自身と他者の意見の中間の回答をする、あるいは他者の回答を飛び越えた回答をする、ということではなく、完全一致を目指すような回答をする傾向があると述べている。しかし、この研究では複数の他者の回答を見せた場合に関する実験は行われなかった。これまで述べてきたように、多数派の影響、回答者の自信度、多数派の回答までの距離、という3つの影響を考慮した詳細な分析は行われておらず、調べる必要がある。

また、これまでの研究では、自信度を段階評価による自己申告で測定していたが、自信度を正確に回答することが報酬に結びつかないことがほとんどだった。そこで本研究では、カジノゲームのように、回答者に選択肢への賭けを行わせることで、報酬を絡めた自信度の測定を行った。

### 2.4. 意見を正しくする介入

個人、または集団の意見を正しくするための介入を行う研究がいくつか行われてきた。Jayles ら [10]は、回答者が見る他者の回答に人工的な専門家の回答、つまり正解を追加することで、回答者の正答率が上がることを報告している。そして、これは自信度が低い回答者に対しては有効だが、自信度が高い回答者は自身の回答を信じ続ける傾向があり、他者の回答から得られる恩恵を損ねていると述べた。また、別のJayles ら [14]の研究では、集団意思決定において、回答者に他者の回答を見せる際に生じる過小評価のバイアスを軽減させることで集団と個人の両方の回答の精度を向上させることができると報告した。

これらの研究とは異なり、本研究では正解を推定し、その正解に向けて多数派の影響という認知バイアスを利用して回答を収束させていく。つまり集団の知恵を、底上げしたり、阻害している認知バイアスを取

り除くのではなく、推定した正解に向かって合意を促すことで集団を正解に導く。

### 3. 実験

#### 3.1. 手順

Lorenz ら[7]の実験を参考に、12 人からなる集団のデルファイ法における意見集約を想定した。実験参加者は Amazon Mechanical Turk にて世界中から募集し、分析に使用する 1005 人分の回答データを収集した。

回答者には 5 択から回答する問題が提示され、最も正解だと思う選択肢を回答させた。次に回答者は 11 人の他者が同じ問題を解いた場合、それぞれの選択肢を何人が、最も正解だと思う、として回答したかのヒストグラムを見せた。この 11 人の他者の回答は 3.3 節で述べる方法でランダムに生成した。そしてこの他者の回答を見た後、再度同じ問題に対して回答をさせた。また、他者の回答を見る前後の回答時、最も正解だと思う選択肢を回答することに加えて、自信度を忠実に測定するために、100 枚のチップを各回答で回答者に与え、それをそれぞれの選択肢に賭けさせた。回答者には、正解の選択肢に賭けたチップを獲得でき、最終的に総獲得チップ数に応じてボーナスを支払う、と事前に伝えておいた。報酬は、基本報酬を \$0.3 とし、獲得したチップ 1 枚につき \$0.005 のボーナスを支払った。この額についても事前に参加者には伝えておいた。

この、問題に対する回答をし、他者の回答をみて、再度同じ問題に答える、という一連の流れを 1 問分として、回答者は 5 問に回答した。

#### 3.2. 提示した問題

問題は 3 つのドメインのものがあ、それぞれ、映画のポスターから公開年代を当てる問題、画像中の服の値段を当てる問題、絵画の画像から値段を当てる問題である。複数ドメインの問題を用意したのはドメインによる難易度などの固有の影響を分析結果から取り除くためである。回答者にはこの 3 ドメインの中からランダムに選び出したドメインの問題を提示した。各ドメインに 5 問の問題があり問題の提示順も回答者ごとにランダムにした。また、問題は、数値で答えられるものに、選択肢に順序関係がつくようにした。これによって回答間の距離を測れるようにした。選択肢は、例えば映画の公開年代を当てる問題ならば「A : 1970~1979 年」, 「B : 1980~1989 年」, ..., 「E : 2010~2020 年」, というようなものである。

#### 3.3. 他者の回答の生成方法

回答者に、様々な大きさの多数派が存在する他者の回答ヒストグラムを見せるために、2 ステップでこれを生成した。まず、11 人が 5 つの選択肢にどのように分かれるかを  $(0,0,0,0,11)$ ,  $(0,0,0,1,10)$ , ...,  $(2,2,2,2,3)$  とある中から、ランダムに決める。ここで例えば  $(1,1,1,1,7)$  と決めたとすると、次にそれぞれの選択肢, [選択肢 A,...,選択肢 E] に対して、どのように分かれるかを、全通り  $[1,1,1,1,7]$ ,  $[1,1,1,7,1]$ , ...,  $[7,1,1,1,1]$  の中からさらにランダムに選び出すようにする。このようにしてランダムな他者の回答ヒストグラムを生成した。ランダムな回答を生成する際に、単に 11 人が各選択肢をランダムに選ぶように生成しなかったのは、そのようにすると  $[0,11,0,0,0]$  のような大きな多数派ができるヒストグラムが生成される可能性がかなり少なくなり、見せたヒストグラムが平らなものに偏るためである。

### 4. 準備

#### 4.1. 自信度の定義

本研究では自信度は、回答時かけられたチップの散らばり具合で定義する。回答者が散らばってチップをかけているほど回答への自信がなく、逆に特定の回答へチップがかたまって賭けられているほど回答への自信があると仮定する。これをもとに、それぞれの選択肢に賭けられたチップ枚数を正規化して割合にし（この割合を、予測分布と呼称する）、そこから求めたエントロピーを自信度として定義する。

このように正解だと思う選択肢にチップを賭けさせ、獲得したチップに比例したボーナスを支払うというインセンティブを与えることで、報酬づけられた正確な自信度を測定することを可能にした。

#### 4.2. 多数派の大きさの定義

本研究では、多数派の影響力の大きさとして、他者の回答がそれぞれの選択肢にどのように分布するかという、多様性に着目する。そこで他者の回答のヒストグラムを分布（これを他者の回答分布と呼称する）に見立て、それぞれの選択肢を何割の人が選んだかのエントロピーを測り、これを多数派の大きさの尺度とした。

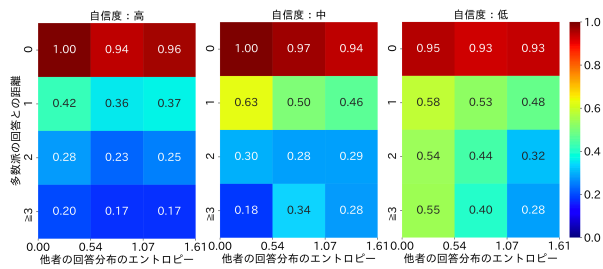


図1：自信度，他者の回答分布のエントロピー，多数派との距離ごとの，他者の回答を見た後に多数派の回答を答えた割合

#### 4.3. 多数派の回答との距離の定義

自身の回答と多数派の回答との距離は，自身が正解だとして回答した選択肢と，他者の回答の最頻値となる選択肢が，選択肢いくつ分離れているかの量とした。また，他者の回答分布に最頻値を与える選択肢が複数ある場合は，その中で各自の回答に最も近い選択肢との距離とした。ここで最も近い選択肢とした理由は，人は自分の意見を主軸に他者の意見を考えるので[13]，考慮する多数派の意見も自分の意見から近いものになるだろうと考えたからである。

### 5. 回答誘導に関する分析

#### 5.1. 多数派の影響と自信度と距離に関する分析

他者の回答を見た後に，回答者の回答が多数派の回答になるかを，他者の回答を見る前の，回答者の自信度，多数派との回答の距離，見た多数派の大きさの3つの観点から分析する。図1は，この3つの値ごとに，他者の回答を見た後の多数派の回答をする割合をヒートマップで表したものである。自信度は，他者の回答を見る前の予測分布のエントロピーを，多数派の大きさは，他者の回答分布のエントロピーを3つのビンに分け，分析した。

まず図を行方向にみると，どの自信度の回答者も，他者の回答分布のエントロピーが低くなる，つまり多数派が大きくなると，多数派の回答を答える割合が増えることがわかった。次に，図を列方向にみると，どの自信度の回答者も自身の回答と多数派の回答が一致している場合は，2回目もその回答を維持する割合が93%以上いることがわかる。そして，自信度が高い回答者に関しては，他者の回答を見る前の多数派の回答との距離が遠くなるほど，2回目の回答で多数派の回答を答える割合が減少する，つまり距離による誘導効果の減退が強くつき，回答の誘導は難しいという結果

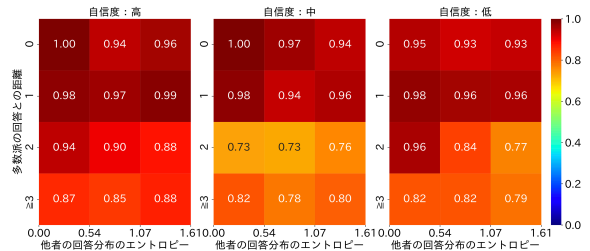


図2：自信度，他者の回答分布のエントロピー，多数派との距離ごとの，他者の回答を見た後に多数派の回答を答えた，または意見を変えなかった割合

となった。一方，自信度が低い回答者に関しては，多数派の回答との距離に依存せず，大きな多数派の回答を見せれば54%以上の回答を多数派の回答に変えさせることができるとわかった。

#### 5.2. 多数派に意見を変えない回答の分析

5.1節の分析から，自信度，多数派の大きさ，多数派の回答との距離の条件が揃えば，回答者の回答が多数派の回答になる確率が高くなることがわかった。ここでは，この多数派の回答にならなかった回答者はどのような行動をとっているかを調べる。これを調べるにあたって，人は自身の回答を変えない傾向[10]があるため，回答者はそもそも回答を変えていないのではないかと仮説を立てた。そこで，図1と同様の分析を，他者の回答を見た後に，多数派の回答を答えたか意見を変えなかった割合として図2に表した。図2より，もっとも低いところでも7割以上の回答者の，他者の回答を見た後にとる行動は，多数派の回答を答えるか意見を変えないかのどちらかであることがわかった。

#### 5.3. 多数派の意見への変更が正解に関係なく起こるかの分析

次に，本研究で考える，多数派による回答誘導が，正解がどこから来る「選択肢の正解らしさ」に依存するかを調べる。この正解らしさへの依存，とは，例えば，ポスターから映画の公開年代を当てる問題であるならば，古そうに見えるポスターであっても，新しい映画である，という回答に回答者を誘導できるのか，ということである。これを行うことで，この多数派への誘導にどこまでの効力があるかを分析する。

この分析のために符号付きの多数派の回答との距離を導入し，他者の回答を見た後の多数派の回答の回答率をみる。導入する多数派の回答との符号付き距離  $d'$  は式(1)で定義される距離である。これは，回答者の回答  $x$  から見て正解  $c$  と同じ方向に多数派の回答  $x_m$

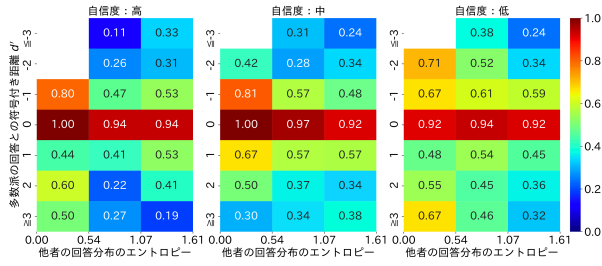


図3：自信度，他者の回答分布のエントロピー，多数派との符号付き距離 $d'$ ごとの，他者の回答を見た後に多数派の回答を答えた割合

がある場合は正，逆方向にあるなら負と定義した多数派の回答との距離である．そして，もともと回答者の回答が正解と一致し， $c - x = 0$ である回答データは符号が定義不能として分析から除外した．

$$d' = \text{sing}(c - x) \cdot (x_m - x) \cdot \dots (1)$$

図3は，図1の分析を，多数派の回答との符号付き距離を用いて行ったものである．この時，セルによっては，データ数が5以下となるものがあり，ヒートマップ上では空白で表し分析から除外した．図より，どの自信度に関しても概ね，多数派に意見を変える割合は，多数派の回答との距離の絶対値が同じであれば，距離の正負に関係なく同程度であることがわかった．このことから，選択肢の正しさらしさは多数派に意見を変える際に影響しないことがわかった．

## 6. 介入による集団の合意形成のシミュレート

複数の回答者がつけたラベル（回答）から真のラベルを推定する手法がアノテーションに関する研究にて行われている[15]．これを利用し，回答から正解を推定することができる．このような手法を使い，正しく正解が推定できたとする．その場合，本研究の回答誘導によって正答率がどの程度向上するかを調べた．

5.1節の分析により，自信度と多数派の回答との距離によって，多数派への誘導力が変化することがわかっている．また，先行研究[16]より，正答率と自信度にはある程度の相関があることがわかっている．以上より，まず自信度ごとに，他者の回答を見る前の回答と正解の距離 $\text{error}_{\text{pre}}$ がどの程度離れているかの割合を調べ，図4に示した．図より，予測分布のエントロピーが低くなる，つまり自信度が高くなるほど他者の回答を見る前の回答と正解との距離は近くなることわかる．これと5.1節の分析結果より，自信度，つまり

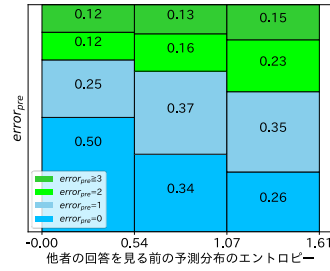


図4：他者の回答を見る前の，予測分布のエントロピーごとの正解との距離 $\text{error}_{\text{pre}}$ の割合

表1：自信度ごとの回答誘導による正答率の変化

自信度	高	中	低
誘導前	0.50	0.34	0.26
誘導後	0.67	0.65	0.68

予測分布のエントロピー $e_{\text{pre}}$ がわかっている状態で，その回答者に低いエントロピーで多数派が正解 $c$ の選択肢にきている他者の回答分布を見せた場合，回答者が2回目の回答で $c$ を答える確率

$P(c | e_l \leq e_{\text{pre}} \leq e_u)$ は式(2)で計算できる．この時， $e_l$ ， $e_u$ は予測分布のエントロピーを3つに分けた時の各ビンの下界と上界であり， $P(m | e_l \leq e_{\text{pre}} \leq e_u)$ は対象の自信度での，他者の回答を見る前の回答と正解との距離が $m$ になる確率，

$P(d_{\text{post}} = 0 | d_{\text{pre}}, e_l \leq e_{\text{pre}} \leq e_u)$ は対象の自信度の回答者に， $d_{\text{pre}}$ だけ離れた多数派の回答がありかつ低いエントロピーの他者の回答分布を見せた場合に，多数派の回答への変更が起きる確率である．

$$P(c | e_l \leq e_{\text{pre}} \leq e_u) = \sum_{m=0}^3 P(d_{\text{post}} = 0 | d_{\text{pre}} = m, e_l \leq e_{\text{pre}} \leq e_u) \cdot P(m | e_l \leq e_{\text{pre}} \leq e_u) \quad \dots (2)$$

$P(d_{\text{post}} = 0 | d_{\text{pre}}, e_l \leq e_{\text{pre}} \leq e_u)$ と $P(m | e_l \leq e_{\text{pre}} \leq e_u)$ にはそれぞれ図1と図4の経験確率を用いることとする．これによって求めた，それぞれの自信度の回答者の，誘導前後の正答率は表1のように変化する．表の下段より，多数派に見せる誘導によって自信度に関係なく正答率が65%程度に増加することがわかった．このようにどの自信度であってもほぼ同じ正答率になるのは，自信度が高い回答者にはこの誘導が効き辛いが，もともと正答率が高く，一方自信度が低い回答者にはこの誘導が顕著に効くが，もともとの正答率が低いため合計すると正答率が同程度になるからである．

このように、正しく正解推定が行えれば、多数派の回答に見せる介入によって、様々な自信度の回答者が混在する集団でも、65%以上を正解の回答で合意させることができることがわかった。

## 7. 結論

集団の意見集約手法の1つであるデルファイ法において、回答者に見せる他者の回答の多様性を操作することで、回答者の回答を多数派の回答へ誘導する方法の、実現性と有効性について実験を行い、分析した。

結果として、まず、多数派による回答の誘導は、自信度が低い回答者には多数派の回答と自身の回答の距離による制約がつかず一定の効果を発揮することがわかった。一方、自信度が高い回答者は自身の回答を維持し続ける傾向が強く、距離の制約を強く受けることがわかった。また、この誘導の際に回答者は、自身の意見を維持し続けるか、多数派の意見に変えるかのどちらかの行動をすることがほとんどであり、自身の意見と多数派の意見の中間に変えるというような行動はほとんど見られなかった。この結果は、Mollemanら[12]の報告と異なっているが、原因としては回答が選択肢という離散的で、かつ選択肢の数が5つだったため、異なる回答間の距離がそこまで開かなかったからだと考える。そしてこの介入は、選択肢が正解とは逆方向であっても同程度に多数派への回答の変更を起こさせるとわかり、選択肢の正解らしさ、というものに依存しないことがわかった。これらのことから、人は他者の回答情報と自身の知識を照らし合わせて賢く吟味しているというよりは、単に多数派に流されやすい、あるいは、自分の意見を盲信しがちなだけであると考えられる。また、正しく正解推定ができるならば、この多数派による回答誘導を用いることで、様々な自信度の回答者が混在する集団に対してでも、回答者の過半数の65%以上を正解の意見で合意させることができることがわかった。

展望としては、今回、多数派の意見を見せる誘導の前後の結果のみで分析と議論を行なった。しかし、実際のデルファイ法では、回答と他者の回答を見る繰り返しを何度も行い意見を収束させていく。この過程の中に本研究で検討した回答誘導の介入を行うことで、集団の意見が正解に近づき、より正解推定の精度が向上する、そして、その精度が向上した回答を見ることでさらに集団の回答が正解に収束するという好循環が生まれるのではないかと考える。また、自信度が高く多数派の回答誘導の効果が薄い回答者も、繰り返しの途中で何度も多数派の意見を見せることで最終的には回

答を変更し、集団が正解の意見で合意するのではないかと考える。

## 文 献

- [1] M.K. Rayens and E.J. Hahn. Building consensus using the policy delphi method. *Policy, Politics, & Nursing Practice*, Vol. 1, pp. 308–315, 2000.
- [2] C. Vogel, S. Zwolinsky, and C. Griffiths. A delphi study to build consensus on the definition and use of big data in obesity research. *International Journal of Obesity*, Vol. 43, pp. 2573–2586, 2019.
- [3] N. Dalkey and O. Helmer. The experimental application of the delphi method to the use of experts. *Management Science*, Vol. 9, pp. 458–467, 1963.
- [4] C. Okoli and S.D. Pawlowski. The delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications. *Information Management*, Vol. 42, pp. 15–29, 2004.
- [5] D. Fink-Hafner, T. Dagen, M. Douak, M. Novak, and M. Hafner-Fink. Delphi method: Strengths and weaknesses. *Advances in Methodology and Statistics*, Vol. 2, pp. 1–19, 2019.
- [6] N.C. Dalkey, B.B. Brown, and S. Cochran. The delphi method: An experimental study of group opinion. RAND Corporation, 1969.
- [7] J. Lorenz, H. Rauhut, Schweitzer F., and D. Helbing. How social influence can undermine the wisdom of crowd effect. *National Academy of Sciences of United States of America*, Vol. 108, pp. 9020–9025, 2010.
- [8] S.E. Asch. Group forces in the modification and distortion of judgments. *Social psychology*, pp. 450–501, 1952.
- [9] S. Bochner and C. Insko. Communicator discrepancy, source credibility, and opinion change. *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 4, pp. 614–621, 1966.
- [10] B. Jayles, H. Kimc, R. Escobedo, S. Cezerad, A. Blanchete, T. Kameda, C. Sirea, and G. Theraulaz. How social information can improve estimation accuracy in human groups. *Proceeding of National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 114, pp. 12620–12625, 2017.
- [11] Z. Jiehui, H. Linfeng, L. Lu, S. Qiang, and W. Lei. Confidence modulates the conformity behavior of the investors and neural responses of social influence in crowdfunding. *Frontiers in Human Neuroscience*, Vol. 15, p. 620, 2021.
- [12] L. Molleman, A.N. Tump, A. Gradassi, S. Herzog, B. Jayles, R.H.J.M. Kurvers, and W. van den Bos. Strategies for integrating disparate social information. *Proceeding of the Royal Society B*, Vol. 287, , 2020.
- [13] I. Yaniv. Receiving other people’s advice: Influence and benefit. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, Vol. 93, pp. 1–13, 2004.
- [14] B. Jayles and R.H.J.M Kurvers. Debiasing the crowd: selectively exchanging social information improves collective decision making. *arXiv preprint arXiv:2003.06863*, 2020.
- [15] V.C. Raykar and S. Yu. Ranking annotators for crowdsourced labeling tasks. *Proceedings of the 24th International Conference on Neural Information Processing Systems*, pp. 1809–1817, 2011.
- [16] S. Lichtenstein, B. Fischhoff, and L. Phillips. Calibration of probabilities: The state of the art to 1980. *Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases*, pp. 306–334, 1982.