ホンネとタテマエの２成分オピニオンダイナミクスによる社会シミュレーション

石井　晃　岡野のぞみ

鳥取大学工学研究科

概要　社会の人間関係の中に信頼関係と同時に不信関係を導入したオピニオンダイナミクスの理論を２成分に拡張し、その２成分を「ホンネ」と「タテマエ」とした計算を示す．一般にタテマエは公開情報となるので、タテマエは他者のタテマエに影響され、また、ホンネは非公開情報となるのが、暗に本人のタテマエを通して影響を与える．本論文では 300 人の集団を２分割し、集団内はホンネもわかり合い、他集団にはタテマエしか公開されないとして社会シミュレーションを行った．集団内でホンネがまとまっているか、分裂しているかでの影響の違いも解析する．

キーワード:　オピニオンダイナミクス，ホンネ，タテマエ

1　序論

オピニオンダイナミクスは社会の合意形成や選挙などへの応用を念頭に古くから研究されている分野である．[1，2]　合意形成に至る社会の議論の推移は古くからの問題であるとともに，現代社会ではインターネット上の様々なコミュニケーションの解析に於いても重要なテーマであることは言うまでも無い．いわゆるネット上の炎上なども，オピニオンダイナミクスで扱えるテーマの1つであろう．選挙予測などを念頭に置いて賛成と反対，あるいは賛成と無視の二値の意見で解析するオピニオンダイナミクスは磁性物理学のアナロジーで古くから研究されている．[3-9] また，2000年以降，ソーシャルメディアなどでの意見の可視化を踏まえて意見を二値ではなく連続的に変動する量として解析するBounded Confidence Modelが提示され，より精密な研究も行われるようになってきた．[10-14]

しかし，従来のBounded Confidence Modelは最終的な社会合意を暗に仮定していた．それは代表的なBounded Confidence Modelの理論であるHegselmann-Krause(2002)で，個々の人の意見を$I_i(t)$として，

$$I_i(t) = \sum_j D_{ij} I_j \qquad (1)$$

とした場合，他の人の意見に影響される度合いを示す係数D_{ij}が正の値に限定されていることでわかる．正の値に限定されていれば，全員の意見はかならず収束することが理論的に内包されている．つまり，社会の意見が収束するのは個々のシミュレーションの結果ではなく，そもそもHegselmann-Krauseの理論[11]自体に社会の意見が収束することが内包されているのである．

社会の意見の実情は，全て意見が合意形成されるわけではない．政治や経済の問題では合意形成されることがむしろ希であろう．現実に誰かの意見に反発を覚える場合は誰しも経験するであろう．そこで，石井らは，意見の反発・不信を導入してBounded Confidence Modelを拡張した．[15-20] 拡張は簡単に言えば，係数D_{ij}を正の値に限定せず，負の値を導入して，正の値なら信頼関係，負の値なら不信関係としたことである．

さらに，社会の動きには，外部に公開されている表向きの意見と別に，非公開の裏事情とも言える意見がある．これを「タテマエ」と「ホンネ」と捉え，タテマエとホンネの２成分のオピニオンダイナミクスと考えて，これを構築したのが石井―岡野の理論[21,22]である．ホンネ(real opinion)とタテマエ(official stance)を区別するという考えは，Asch[23]に見られ，さらに最近，オピニオンダイナミクスにホンネとタテマエの違いを議論する研究が多く見られる．[24-27] しかし，これらの研究はHegselmann-Krause[11]を土台としていて，合意形成が前提となっているので，議論の中心はホンネとタテマエで合意形成までの時間が多少違うということに留まっている．つまり，文献21で述べられてるロメオとジュリエットのように，ホンネとタテマエが全然異なっていて，どちらかは合意形成に達する望みが無い，という場合は扱えない．その点，Ishii-Okanoが提案した2成分オピニオンダイナミクスの理論[21]は，ホンネで合意したくてもタテマエでは反発していて合意できないロメオとジュリエットのような場合も扱える．また，タテマエとして外交当局が合意に向けて努力していても，ホンネで対立している国民感情から合意形成が難しいという文献21で示した国家対立の場合なども扱える

.本論文では，石井―岡野の２エージェントのオピニオンダイナミクス理論を簡単な2人の系ではなく、多人数による社会が２つに分かれていて、同じ考えのグループ内ではお互いのホンネもわかるが、他のグループのホンネはわからないというモデルに応用してみる。この系は、２派に分かれた政治にも応用できるが、対立する２企業にも応用できる．

2　理論

石井によって提案された，社会の中の人の意見の時間発展は以下の式で表現される．[16]

$$m\Delta I_i(t) = c_i A(t)\Delta t$$

$$+ \sum_{j=1}^{N} D_{ij} f(I_i, I_j)(I_j - I_i)\Delta t \qquad (2)$$

ここで，関数$f(I_i,I_j)$はある程度以上意見が離れると無視するというカットオフ関数で，Hegselmann-Krauseは単純に階段関数で設定しているが，ここでは連続的なカットオフを考え，Sigmoid関数を用いている．

$$f(I_i, I_j) = \frac{1}{1 + exp\left(a\left(\left|I_i - I_j\right| - b\right)\right)} \qquad (3)$$

ここで信頼不信の係数D_{ij} と D_{ji} は独立であると考える．通常，D_{ij} は非対称の行列で $D_{ij} \neq D_{ji}$である．さらに，D_{ij} and D_{ji} は正と負，異なる符号の値を取りうる．正の値の場合は，iはjを信頼し，負の値の場合は，iはjを信じていないことを意味する． また，m はエージェント“i”の意志の強さである．大きな値の m ならば，マスメディアや他の人の意見にあまり影響されない．

このオピニオンダイナミクスの理論を用いて社会でカリスマ的に人気がある人の場合[20]や社会全体から嫌われている人の場合の計算[18]が行われ，また社会が分裂する場合の計算もできるので，多くの社会の動きに対応した社会シミュレーション計算ができる可能性がこのオピニオンダイナミクスの理論にはある．

この新しいオピニオンダイナミクスの理論を用いた簡単な計算を掲げよう．図１に示したのは2人の場合のオピニオンダイナミクスで，図１左は2人がお互いに信頼している場合．図１右は2人がお互いに不信感を持っている場合である．お互いに信頼している場合はHegselmann-Krauseでも出てくるが，不信感を抱いている場合は，この理論でないと計算出来ない．

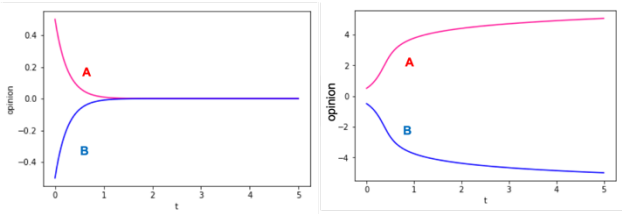

図１　信頼している場合と不信の場合

この新しいオピニオンダイナミクスの理論を独立した異なる意見，つまり２成分の意見のオピニオンダイナミクスの理論に拡張することが石井―岡野[21]で行われた．この論文では多成分の一般的なオピニオンダイナミクスの理論が提示されているが，具体的な計算は２成分である．この意見の２成分は，理論やその理論によって計算された結果の解釈を考えると独立した２成分が望ましい．例えば政治に関する意見軸と経済に関する意見軸は，その内容から独立ではあり得ない．人気ドラマに関する意見軸と芸能界全般に関する意見軸も独立ではないだろう．従って，具体的な２つの意見軸の設定はかなり難しく，慎重に検討する必要がある．

本研究では，この２成分の意見軸を，「ホンネ」と「タテマエ」と設定した.タテマエの意見とホンネの意見は本来独立なので，タテマエとホンネを独立な２つの意見軸と考えるのは問題ない．

さて，(2)式のオピニオンダイナミクスの理論を多成分に拡張すると，以下のようになる．２成分ある意見を，以下のように書こう．

$$\Theta_i(t) = \left(I_i^{(1)}(t), I_i^{(2)}(r)\right)$$

これのそれぞれの意見成分ごとに信頼か不信かの値を割り当てる係数を以下の行列として定義する．

$$\Omega_{ij} = \begin{pmatrix} D_{ij}^{(1)} & E_{ij}^{(12)} \\ E_{ij}^{(21)} & D_{ij}^{(2)} \end{pmatrix}$$

これを用いて，２成分オピニオンダイナミクスの理論の基本の方程式は以下のように書ける．

$$\Theta_i(t + \Delta t) - \Theta_i(t) = \left[\chi_i A(t) + \sum_j \Omega_{ij}\Theta_j(t)\right]\Delta t \qquad (4)$$

ここで右辺第一項のマスメディア効果の項の係数も２成分に拡張した以下のものである．

$$\chi_i = \left(C_i^{(1)}, C_i^{(2)}\right)$$

つまり，

$$d\Theta_i(t) = \left[\chi_i A(t) + \sum_j \Omega_{ij}\Theta_j(t)\right]\mathrm{d}t \qquad (5)$$

である．各成分毎に書き下すと以下のようになる．

$$dI_i^{(1)}(t) = \left[C_i^{(1)}A(t) + \sum_j D_{ij}^{(1)} I_j^{(1)}(t) + \sum_j E_{ij}^{(12)} I_j^{(2)}(t)\right]\mathrm{d}t$$

$$dI_i^{(2)}(t) = \left[C_i^{(2)}A(t) + \sum_j E_{ij}^{(21)} I_j^{(1)}(t) + \sum_j D_{ij}^{(2)} I_j^{(2)}(t)\right]\mathrm{d}t$$

これに，Sigmoid型のカットオフ関数など，(2)式に入っている関数や係数を追加すると，具体的な式は以下のようになる．

$$dI_i^{(1)}(t) = \left[\ C_i^{(1)}A(t) + \textstyle\sum_j D_{ij}^{(1)} f\left(I_i^{(1)}, I_j^{(1)}\right)\left(I_j^{(1)}(t) - I_i^{(1)}\right) + \sum_j E_{ij}^{(12)} f\left(I_i^{(2)}, I_j^{(2)}\right)\left(I_j^{(2)}(t) - I_i^{(2)}\right)\right]\mathrm{d}t$$

$$dI_i^{(2)}(t) = \left[C_i^{(2)}A(t) + \sum_j E_{ij}^{(21)} f\left(I_i^{(1)}, I_j^{(1)}\right)\left(I_j^{(1)}(t) - I_i^{(1)}\right) + \sum_j D_{ij}^{(2)} f\left(I_i^{(2)}, I_j^{(2)}\right)\left(I_j^{(2)}(t) - I_i^{(2)}\right)\right]\mathrm{d}t$$

さらに，本人（本エージェント）のタテマエとホンネの間の影響も考慮する．つまり，自分のホンネとタテマエが分離しすぎる場合に感じるストレスである．[22]

$$dI_i^{(1)}(t) = \left[C_i^{(1)}A(t) + D_{ii}^{(1)}\left(I_i^{(1)} - I_i^{(2)}\right)\right.$$

$$+\sum_j D_{ij}^{(1)} f\left(I_i^{(1)}, I_j^{(1)}\right)\left(I_j^{(1)}(t) - I_i^{(1)}\right)$$

$$+\sum_j E_{ij}^{(12)} f\left(I_i^{(2)}, I_j^{(2)}\right)\left(I_j^{(2)}(t) - I_i^{(2)}\right)]\mathrm{d}t$$

$$dI_i^{(2)}(t) = [C_i^{(2)} A(t) + D_{ii}^{(2)}\left(I_i^{(2)} - I_i^{(1)}\right)$$

$$+\sum_j E_{ij}^{(21)} f\left(I_i^{(1)}, I_j^{(1)}\right)\left(I_j^{(1)}(t) - I_i^{(1)}\right)$$

$$+\sum_j D_{ij}^{(2)} f\left(I_i^{(2)}, I_j^{(2)}\right)\left(I_j^{(2)}(t) - I_i^{(2)}\right)]\,\mathrm{d}t$$

以下ではこの式を用いて計算していく．

3　計算結果

以下で，上記の２成分のオピニオンダイナミクスで計算した簡単な結果を示そう．

3.1　２エージェントの計算

まず最初に、例として計算をＡとＢという２つのエージェントを設定する．このＡとＢは個人でもいいし，会社や団体，国家・政府でもよい．このA, Bの意見の推移を上記の方程式で計算していく．計算では図２に示したように，タテマエでの A,B,　ホンネでの A,B, そしてA,Bそれぞれのホンネとタテマエを同じグラフの中に示したものと３つのグラフを並べて提示する．

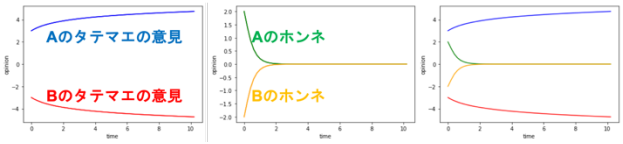

図２　エージェント A,B のタテマエの意見，ホンネの意見，ホンネとタテマエを併記したものの３つのグラフ．$D_{AB}^{(1)}=0$　$D_{BA}^{(1)}=0$　$D_{AB}^{(2)}=1$　$D_{BA}^{(2)}=1$　$D_{AA}^{(1)}=0$　$D_{BB}^{(1)}=0$　$D_{AA}^{(2)}=0$　$D_{BB}^{(2)}=0$　$E_{AB}^{(12)}=0$　$E_{BA}^{(12)}=0$　$E_{AB}^{(21)}=0$　$E_{BA}^{(21)}=0$

この図２では，A と B はホンネでは信頼し合い，合意形成が行われる．しかし，タテマエではそれぞれの意見は大きく隔たり，しかも不信感によってそのタテマエの意見の距離は離れていっている．　これは文献21 で挙げたロミオとジュリエットそのままである．

3.2　２つに分かれた社会の計算

以下に 300 人で計算した結果を示す．300 人が 150 人ずつの２グループに分かれているとする．このグループをグループＡ，グループＢとしよう．それぞれのグループ内ではグループに属するメンバーについてはホンネもタテマエも共有されるとする．例えば各グループが会社であって，社内では様々な議論が共有されていると考えるわけである．自分の属するグループ以外の他のグループについてはタテマエは観測できるがホンネは観測できないとする．

まず，図３に示すのが，グループ内の人々の間ではそれぞれ信頼の行列 D_{ij} は０～１の乱数で決まる値とした場合で，ホンネもタテマエも同じに設定する．ホンネとタテマエの間の相互作用を無しとすると，両方とも同じように合意形成に至る．

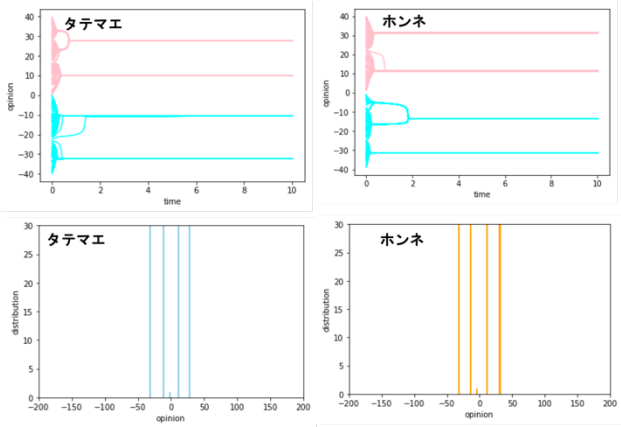

図３　グループ A,B のタテマエの意見，ホンネの意見の時間的な軌跡と意見の分布．$D_{AA}^{(1)}, D_{BB}^{(1)}$=-1~1 の乱数、$D_{AA}^{(2)}, D_{BB}^{(2)}$=0~1 の乱数、$D_{AB}^{(1)}=0$　$D_{BA}^{(1)}=0$　$D_{AB}^{(2)}=0$　$D_{BA}^{(2)}=0$　$E_{AA}^{(21)}=0$　$E_{BB}^{(21)}=0$　$E_{AB}^{(12)}=0$　$E_{BA}^{(12)}=0$　$E_{AB}^{(12)}=0$　$E_{BA}^{(12)}=0$　$E_{AB}^{(21)}=0$　$E_{BA}^{(21)}=0$　各自の自分自身のタテマエとホンネとの影響は両方向とも D=0.

一方，同じ設定で，各自が自分自身のホンネとタテマエが影響を与え合うとすると，図４のようになる．図からは、それぞれの本人の中でのホンネとタテマエの影響はかなり強い影響を与えることがわかる．これは自分自身のホンネとタテマエが一致していないことによるストレスとも考えられる。なるべくホンネとタテマエが自分自身の中では一致していることが望ましいため、この影響の $D_{ii}^{(1)}, D_{ii}^{(2)}$は正の値となるのが普通であろうと思われる。

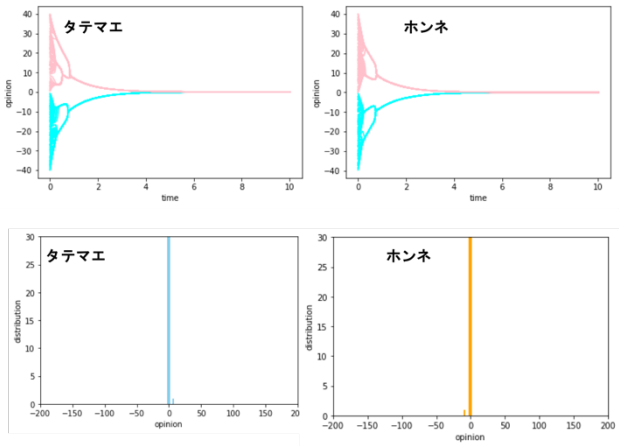

図４　グループ A,B のタテマエの意見，ホンネの意見の時間的な軌跡と意見の分布．$D_{AA}^{(1)}, D_{BB}^{(1)}$=-1~1 の乱数、$D_{AA}^{(2)}, D_{BB}^{(2)}$=0~1 の乱数、$D_{AB}^{(1)}$=0 $D_{BA}^{(1)}$=0 $D_{AB}^{(2)}$=0 $D_{BA}^{(2)}$=0 $E_{BB}^{(12)}$=0 $E_{BA}^{(12)}$=0 $E_{AA}^{(21)}$= 0 $E_{BB}^{(21)}$= 0 $E_{AB}^{(12)}$=0 $E_{BA}^{(12)}$=0 $E_{AB}^{(21)}$=0 $E_{BA}^{(21)}$=0. 各自の自分自身のタテマエとホンネとの影響は両方向とも D=1.

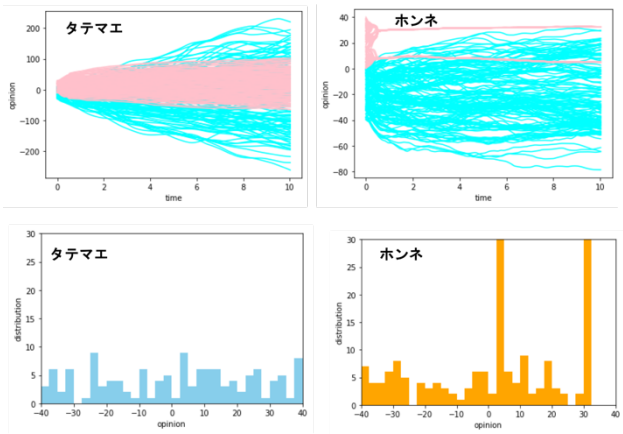

図５　グループ A,B のタテマエの意見，ホンネの意見の時間的な軌跡と意見の分布．$D_{AA}^{(1)}, D_{BB}^{(1)}$= -1~1 の乱数 $D_{AA}^{(2))}$=0~1 の乱数、$D_{BB}^{(2)}$= -1~1 の乱数 $D_{AB}^{(1)}$=0 $D_{BA}^{(1)}$=0 $D_{AB}^{(2)}$=0 $D_{BA}^{(2)}$=0 $E_{AA}^{(12)}$=0 $E_{AB}^{(12)}$=0 $E_{BB}^{(12)}$=0 $E_{BA}^{(12)}$=0 $E_{AA}^{(21)}$= 0~2 の乱数 $E_{BB}^{(21)}$= 0~2 の乱数 $E_{AB}^{(21)}$= -1~0 の乱数 $E_{BA}^{(21)}$= -1~0 の乱数．各自の自分自身のタテマエとホンネとの影響は両方向とも D=0.

3.3 グループ内がまとまっている場合とまとまっていない場合

グループＡ，Ｂでホンネでグループ内がまとまっている場合とまとまっていない場合とがある．ここではグループＡはホンネはグループ内全員がまとまっていて合意形成されていて，逆にグループＢは信頼の係数が−１～１の範囲の乱数で値が与えられていて，グループ内でホンネがまとまっていない場合を考える．これは会社同士，あるいは政治団体同士などで交渉が行われる場合，それぞれの内部がまとまっているかまとまっていないかで，表に現れるタテマエに影響が現れるかどうか，という問題と考えられる．

図５に示したのは，そうした，ホンネのまとまり方がグループＡとグループＢとで大きく違う場合である．図からわかるように，ホンネではグループＡはよくまとまって合意形成していて，グループＢの中のホンネはまとまっていない．その影響はタテマエに及び，グループＡのタテマエはまとまっているが，グループＢのタテマエはまとまっていない．

この計算例は，二つの勢力が対立する場合，表には現れないホンネがまとまっていた方が，タテマエでも意見がまとまりやすいという事を，計算から裏付けていると言える．

4　考察

ホンネとタテマエの分離は日本社会の特徴とも言えるが，ある程度はどの社会にもあるであろう．国家間の外交問題などはタテマエとホンネが常に交錯すると言えるし，小さいところでは家と家との近所づきあいなども，道端の井戸端会議で主婦が話すことと，家庭内で話されるホンネとは大きくことなる場合はすくなくない．企業間の様々な交渉においても交渉上のタテマエと，企業内のホンネとは異なる場合は多いであろう．男女の関係においても，シェークスピアによる有名な戯曲「ロメオとジュリエット」とは逆に，ホンネではお互いの心は離れていても，タテマエとして関係を続けるという場合もあるであろう．このように，世の中の動きで表に出てくるタテマエの意見と別にホンネの意見がある場合は少なくない．

合意形成を目指す問題でも，タテマエと別にホンネの意見がある場合，そこを見落とすと合意形成は成立しないであろう．土木工学で言えばダム建設に地域社会の合意が必要なのに，その地域社会の人々のタテマエの意見だけでは合意への努力には不十分で，人々のホンネがどこにあるか，あくまでダム建設反対か，景観を守る意図か，あるいは保証金の金額か，どこがホンネか，そのホンネがタテマエの意見とどう絡むかが重要であろう．そこをうまく見ていないと地域社会への説明会などはうまくいかないだろう．本論文で示した計算は，そうしたところをオピニオンダイナミクスの計算で裏付けるものになっていると考えられる．

また，インターネット上で起こる炎上でも，ホンネ

から影響された炎上か，タテマエだけかも重要である．インターネット上では一般にタテマエだけが観測可能で，ホンネは観測できない．そう考えると，タテマエにホンネが与える影響，あるいはホンネにタテマエが与える影響は少なくなく，それを解析・シミュレーションできる本理論は多くの応用範囲があると思われる．

本論文で提案しているオピニオンダイナミクスの理論の用い方であるが，単にタテマエの観測値，ホンネの観測値を計算結果と比べるのでは意味が無い．そもそもホンネは観測不可能な量である．そうではなくて，タテマエの観測値に加えて，わかる範囲のホンネの観測値（観測者本人のホンネの意見とか）から，観測不可能な相手のホンネを理論計算で推測するような,方向で本理論を応用するのが,望ましい使い方であると思われる．

5　結論

社会の人間関係の中に信頼関係と同時に不信関係を導入した石井によるオピニオンダイナミクスの理論を多成分に拡張した．N 成分で理論は作り，本論文では特に２成分とし，その 2 成分を「ホンネ」と「タテマエ」とした計算を示した．300 人で社会を模擬した計算を行い，150 人ずつの２グループに分けて，グループごとに意見が異なると設定して，グループ内でだけわかるホンネの部分と，外からでも観測できるタテマエの両方が，2 成分オピニオンダイナミクスとしてどう計算されるかを示した．.

謝辞

本研究は科学研究費補助金基盤研究 C(JP19K04881)によって行われた.

参考文献

1) Claudio Castellano, Santo Fortunato and Vittorio Loreto, ”Statistical physics of social dynamics”, Reviews of Modern Physics 81 (2009) 591/646
2) Sîrbu A., Loreto V., Servedio V.D.P., Tria F. (2017) Opinion Dynamics: Models, Extensions and External Effects. In: Loreto V. et al. (eds) Participatory Sensing, Opinions and Collective Awareness. Under- standing Complex Systems. Springer, Cham, 42 page
3) Galam, Physica A 238, 66 (1997).
4) Sznajd-Weron and J. Sznajd, Int. J. Mod. Phys. C 11,1157 (2000)
5) Sznajd-Weron, M. Tabiszewski, and A. M. Timpanaro, Europhys. Lett. 96, 48002 (2011).
6) Galam S, ”Application of statistical physics to politics” Physica A: Statistical Mechanics and its Appli- cations 274, 1999, Pages 132-139
7) Galam S, ”Real space renormalization group and to- talitarian paradox of majority rule voting” Physica A: Statistical Mechanics and its Applications 285, Issues 1-2, 15 September 2000, Pages 66-76
8) Galam S, “Are referendums a mechanism to turn our prejudices into rational choices? An unfortunate answer from sociophysics ” Chapter 19 of The Rout- ledge Handbook to Referendums and Direct Democracy edited by Laurence Morel and Matt Qvortrup, (Taylor & Francis, London, 2017)
9) Galam, S, ”The Trump phenomenon: An explanation from sociophysics”, Int. J.Mod. Phys.B31 (2017) 1742015
10) Gérard Weisbuch, Guillaume Deffuant, Frédéric Amblard and Jean-Pierre Nadal, “Meet, Discuss and Segregate!” Complexity, 7(3):55-63, 2002.
11) Hegselmann R and U Krause, ”Opinion Dynamics and Bounded Confidence Models, Analysis, and Simulation” Journal of Artificial Society and Social Simulation 5 (2002)
12) Wander Jager and Frédéric Amblard, ”Uniformity, Bipolarization and Pluriformity Captured as Generic Stylized Behavior with an Agent-Based Simulation Model of Attitude Change”, Computational and Mathematical Organization Theory 10 (2004) 295-303
13) Wander Jager and Frédéric Amblard, ”Multiple attitude dynamics in large populations” presented in the Agent 2005 Conference on Generative Social Pro- cesses, Models and Mechanisms, October13-15, 2005 at The University of Chicago.
14) Evaguenii Kurmyshev, Héctor A. Juárez, Ricardo A. González-Silva, ”Dynamics of bounded confidence opinion in heterogeneous social networks: Concord against partila antagonism” Physica A 390 (2011) 2945-2955
15) A Ishii and Y Kawahata,“Opinion Dynamics Theory for Analysis of Consensus Formation and Division of Opinion on the Internet ”, Proceedings of The 22nd Asia Pacific Symposium on Intelligent and Evolu- tionary Systems (IES2018), 71-76; arXiv:1812.11845 [physics.soc-ph]
16) Ishii A. (2019) Opinion Dynamics Theory Considering Trust and Suspicion in Human Relations. In: Morais D., Carreras A., de Almeida A., Vetschera R. (eds) Group Decision and Negotiation: Behavior, Models, and Support. GDN 2019. Lecture Notes in Business Information Processing, vol 351. Springer, Cham
17) Akira Ishii and Yasuko Kawahata, “Opinion dynamics theory considering interpersonal relationship of trust and distrust and media effects”, The 33rd Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2019, 33 (2019) Volume JSAI2019 2F3-OS-5a-05
18) N Okano and A Ishii, "Isolated, untrusted people in society and charismatic person using opinion dynamics", Proceedings of ABCSS2019 in Web Intelligence 2019, 1-6
19) A Ishii and Y Kawahata, "New Opinion dynamics theory considering interpersonal relationship of both trust and distrust", Proceedings of ABCSS2019 in Web Intelligence 2019, 43-50
20) N Okano and A Ishii, "Sociophysics approach of simulation of charismatic person and distrusted people in society using opinion dynamics", Proceedings of the 23rd Asia-Pacific Symposium on Intelligent and Evolutionary Systems” (Springer, 2019). 238-252
21) Akira Ishii and Nozomi Okano, "Two dimensional opinion

dynamics of real opinion and official stance" Proceedings of NetSci-X 2020: Sixth International Winter School and Conference on Network Science, Springer Proceedings in Complexity. 139-153

22) N.Okano, Y.Ohira and A.Ishii, “Two-component opinion dynamics theory of official stance and real opinion including self-interaction”, Intelligent Decision Technologies 2020 : Proceedings of the 12th KES International Conference on Intelligent Decision Technologies (KES-IDT 2020) , in press
23) Asch, S.E.: Effects of group pressure upon the modification and distortion of judgments. In: Groups, Leadership and Men; Research in Human Relations, pp. 177–190. Carnegie Press, Oxford (1951)
24) Wang, S.W., Huang, C.Y., Sun, C.T.: Modeling self-perception agents in an opinion dynamics propagation society. Simulation **90**(3), 238–248 (2014)
25) Huang, C.-Y., Wen, T.-H.: A novel private attitude and public opinion dynamics model for simulating pluralistic ignorance and minority influence. J. Artif. Soc. Soc. Simul. **17**(3), 8 (2014)
26) Ye, M., Qin, Y., Govaert, A., Anderson, B.D., Cao, M.: An influence network model to study discrepancies in expressed and private opinions. Automatica **107**(7), 371–381 (2019)
27) León-Medina, F.J., Tena-Sànchez, J.M., Miguel, F.J.: Fakers becoming believers: how opinion dynamics are shaped by preference falsification, impression management and coherence heuristics. Qual. Quant. (2019) https://doi.org/10.1007/s11135-019-00909-2