戦略的投票と全会一致ルールによる集団決定の効率性

永　岡　成　人

1. はじめに

ある集団が２つの選択肢から１つを選ぶという集団的意思決定を考える。ここでは，２つの選択肢のうちいずれかが集団を構成するメンバー全員にとって共通して望ましい「正解」の選択肢であるが，どちらが正解の選択肢であるかについて各メンバーは不完全な情報しか持たないとする。このような不確実な状況での集団的意思決定問題に対して，コンドルセ陪審定理と呼ばれる定理が知られており，その定理では次のことが述べられている。この集団が投票による単純多数決によって決定を行うとして，各メンバーが持つ情報はある程度正確であり，各メンバーはその情報に基づいて投票するとしよう。このとき，各メンバーの正解への投票確率が 1/2 を上回るならば，多数決が正解を選ぶ確率は投票者の人数が多くなるにつれて上昇していく。したがって，多人数で決定を行う方が１人で決定を行うよりも高い正解確率で決定できるということになる（集団決定の優位性）。そして，投票者の人数が十分に多くなると，その正解確率は１に近づいていく（決定の漸近効率性）。このことから，上で述べた不確実な状況での集団的意思決定問題に直面している集団は，各メンバーの持つ情報や投票行動に関する仮定が満たされるならば，その集団を構成するメンバー全員による多数決投票で決定すれば，より高い確率で正解の選択肢を選び取ることが期待できるということになる。

上で述べたコンドルセ陪審定理では，各メンバーの投票行動は外生的に与えられている。それに対して1990年代以降に，決定手続きをゲームのルールとしたベイジアンゲームの定式化を行い，そのゲームの均衡における投票行動を分析する方法で，投票行動を内生化したときにコンドルセ陪審定理が述べる集団決定の優位性や漸近効率性が引き続き成り立つかを検討する研究が行われている。Austen-Smith and Banks（1996）と Wit（1998）は，混合戦略による対称戦略均衡における投票行動と決定効率性の分析を行い，各メンバーが自身の持つ情報のみに基づいて投票するという戦略は均衡になるとは限らないが，その均衡

においてコンドルセ陪審定理が述べる集団決定の優位性や漸近効率性が成り立つことを示した。その後，Austen-Smith and Banks（1996）や Wit（1998）が分析したモデルを一般化したときに，均衡においてコンドルセ陪審定理が引き続き成り立つかが研究されている。

そのうちの１つは，単純多数決以外の決定ルールによって決定を行うときの集団決定の効率性を研究するものである。Feddersen and Pesendorfer（1998）は，単純多数決を含む形で，一定以上の人数が一方の選択肢に投票したときにはその選択肢が選ばれ，一定の人数に満たない場合にはもう一方の選択肢が選ばれるという決定ルール全般を取り扱った。そのうち，一方の選択肢が選ばれるためには全員による投票が必要とされる全会一致ルールに注目し，全会一致ルール以外の決定ルールの場合には漸近効率性は成り立つが，全会一致ルールの場合には漸近効率性は成り立たないことを示した。

本論文においても全会一致ルールを取り扱うが，Feddersen and Pesendorfer（1998）がコンドルセ陪審定理のうち決定の漸近効率性に注目したのに対して，本論文では１人による決定と多人数による決定の効率性を比較する集団決定の優位性に注目する。そして，Feddersen and Pesendorfer（1998）と同様の混合戦略均衡において，集団決定の優位性が成り立たず，逆に１人決定の優位性が成り立つ場合があることを示す。この結果は，Feddersen and Pesendorfer（1998）が示した全会一致ルールの非効率性を補完するものであり，全会一致ルールのもとではコンドルセ陪審定理の漸近効率性だけでなく，集団決定の優位性も一般的には成り立たないことを示すものである。

本論文で示す集団決定の優位性が成り立たない状況というのは，事前確率が等確率に近い場合であり，そのときには単純多数決を用いると情報をうまく集計できるという状況である。この状況で，偏った決定ルールである全会一致ルールを用いると，うまく情報を集計できずに，１人による決定以下の効率性しか達成できないことを示す。

集団決定の優位性が成り立たなくなる状況を示した研究はいくつかある。Ben-Yashar and Nitzan（2001）や Mukhopadhaya（2003）は，各メンバーが費用を払って情報収集活動をした場合に情報を獲得できるとしたときには，各メンバーが他のメンバーの情報収集活動にただ乗りする誘因が発生することから，１人決定の方が効率的となる場合があることを示した。Goertz（2014）は選択肢が２つではなく３つであるとしたときには，一部の選択肢に投票が偏る均衡があり，その均衡では１人決定の方が効率的となる場合があることを示した。Tajika（2019）は，各メンバーの情報の精度に不確実性がある状況では１人決定の方が効率的となる均衡があることを示した。本論文もこれらと同様に集団決定が非効率になる状況を扱うものであり，これらの研究とは別の要因として，決定ルールの偏りがその要因となることを示すものである。

2. モ　デ　ル

集団を構成するメンバーの人数を n 人として，2つの選択肢を A, B とする。この集団は，n 人全員の投票によって決定 $d\in\{A, B\}$ を決めるとして，その決定ルールは n 人全員が A に投票すると決定は $d=A$ となり，1人でも B に投票すると決定は $d=B$ となるような，A 側に全会一致を要求する全会一致ルールとする。2つの選択肢のうち一方を正解の選択肢であるとして，どちらが正解であるかを状態 $\omega\in\{A, B\}$ で表す。状態が $\omega=A$ であるときは正解の選択肢は A であり，$\omega=B$ であるときは正解の選択肢は B であるとして，状態の事前確率は $\Pr(\omega=A)=q\in(0, 1)$ とする。集団を構成するメンバーの利得は状態 $\omega\in\{A, B\}$ と決定 $d\in\{A, B\}$ に応じて決まり，正解の選択肢を選んだ場合には1，不正解の選択肢を選んだ場合は0である，すなわち

$$u(d=A|\omega=A)=u(d=B|\omega=B)=1$$

$$u(d=B|\omega=A)=u(d=A|\omega=B)=0$$

であるとする。

集団を構成するメンバー i は，どちらが正解であるかについての情報を二値シグナル $s_i\in\{A, B\}$ という形で受け取る。シグナルの実現確率については

$$\Pr(s_i=A|\omega=A)=\Pr(s_i=B|\omega=B)=p>\frac{1}{2}$$

を仮定する。

手番は次の通りである。まず，状態 $\omega\in\{A, B\}$ が実現する。次に，各メンバー i はシグナル $s_i\in\{A, B\}$ を私的情報として受け取る。そして，各メンバーは同時に A または B のいずれかに投票を行い，全会一致ルールによって決定 $d\in\{A, B\}$ が決まる。最後に，決定が正解の場合には1，不正解の場合には0の利得を受け取る。

3. 対称戦略均衡

ゲームの対称戦略による均衡を分析する。各メンバー i は自身の受け取ったシグナル s_i を私的情報として投票先を選ぶので，戦略は実現したシグナルの値に応じて A に投票する確率という形で表すことができる。これを (σ_A, σ_B) で表し，σ_A をシグナルが $s_i=A$ であるときの A への投票確率，σ_B をシグナルが $s_i=B$ であるときの A への投票確率とする。また，戦略 (σ_A, σ_B) のもとでの各メンバーの各状態 $\omega\in\{A, B\}$ での正解への投票確率をそれぞれ γ_A, γ_B で表すと

$$\gamma_A=p\sigma_A+(1-p)\sigma_B$$

$$\gamma_B=(1-p)(1-\sigma_A)+p(1-\sigma_B)$$

である。

まず，シグナルが $s_i=A$ であっても $s_i=B$ であっても必ず B に投票する戦略，すなわち $(\sigma_A,\ \sigma_B)=(0,\ 0)$ は常に均衡になる。なぜならば，自分以外の $n-1$ 人が B に投票するときには，自分が A に投票しても B に投票しても決定は必ず $d=B$ となるので，利得が変わらないからである。

次に，$(\sigma_A,\ \sigma_B)\neq(0,\ 0)$ が均衡になる場合を考える。そのために，シグナル s_i を受け取っているときに A に投票した場合の期待利得と，B に投票した場合の期待利得を考える。A に投票した場合，決定が A になるのは自分以外の $n-1$ 人全員が A に投票したときであり，決定が B になるのは $n-1$ 人のうち1人以上が B に投票したときである。一方で，B に投票した場合，決定は必ず B になる。このことから，A に投票した場合の期待利得が B に投票した場合の期待利得を上回る条件は，不等式

$$\Pr(\omega=A|s_i)\gamma_A^{n-1}+\Pr(\omega=B|s_i)(1-(1-\gamma_B)^{n-1})\geq\Pr(\omega=B|s_i)$$

である。ここで，$\Pr(\omega=A|s_i)$ と $\Pr(\omega=B|s_i)$ はシグナル s_i を受け取っているときの状態 $\omega\in\{A,\ B\}$ の事後確率であり，左辺は A に投票した場合の期待利得で，右辺は B に投票した場合の期待利得である。この不等式は

$$\frac{\Pr(\omega=A|s_i)}{\Pr(\omega=B|s_i)}\left[\frac{\gamma_A}{1-\gamma_B}\right]^{n-1}\geq 1$$

とすることができる。シグナル s_i を条件とした状態 ω の事後確率比は

$$\frac{\Pr(\omega=A|s_i)}{\Pr(\omega=B|s_i)}=\begin{cases}\dfrac{q}{1-q}\dfrac{p}{1-p} & \text{for } s_i=A\\[2ex] \dfrac{q}{1-q}\dfrac{1-p}{p} & \text{for } s_i=B\end{cases}\qquad(1)$$

であり，$\dfrac{\Pr(\omega=A|s_i=A)}{\Pr(\omega=B|s_i=A)}>\dfrac{\Pr(\omega=A|s_i=B)}{\Pr(\omega=B|s_i=B)}$ である。このシグナル s_i を条件とした状態 ω の事後確率比の単調性から，A に投票することと B に投票することが無差別になるシグナルの実現値があるとすれば，もう一方の実現値のもとでは2つの投票先が無差別になることはない。したがって，混合戦略が用いられるならば確率的に投票するのは一方のシグナルを受け取っているときに限り，最適戦略は $(\sigma_A,\ \sigma_B)=(\sigma,\ 0)$ か $(\sigma_A,\ \sigma_B)=(1,\ \sigma)$ のいずれかになる。

これらの戦略による各状態での正解への投票確率は

$$\gamma_A=\begin{cases}p\sigma & \text{for } (\sigma_A,\ \sigma_B)=(\sigma,\ 0)\\ p+(1-p)\sigma & \text{for } (\sigma_A,\ \sigma_B)=(1,\ \sigma)\end{cases}$$

$$\gamma_B=\begin{cases}1-(1-p)\sigma & \text{for } (\sigma_A,\ \sigma_B)=(\sigma,\ 0)\\ p(1-\sigma) & \text{for } (\sigma_A,\ \sigma_B)=(1,\ \sigma)\end{cases}$$

であるので，

$$\frac{\gamma_A}{1-\gamma_B}=\begin{cases}\dfrac{p}{1-p} & \text{for } (\sigma_A,\ \sigma_B)=(\sigma,\ 0)\\ \dfrac{p+(1-p)\sigma}{1-p(1-\sigma)} & \text{for } (\sigma_A,\ \sigma_B)=(1,\ \sigma)\end{cases}$$

となる。したがって，$s_i=A$ を受け取った場合と $s_i=B$ を受け取った場合に混合戦略を用いることが均衡となる条件はそれぞれ

$$\frac{q}{1-q}\frac{p}{1-p}\left[\frac{p}{1-p}\right]^{n-1}=1 \tag{2}$$

および

$$\frac{q}{1-q}\frac{1-p}{p}\left[\frac{p+(1-p)\sigma}{1-p(1-\sigma)}\right]^{n-1}=1 \tag{3}$$

である。ここで，$\dfrac{\partial}{\partial\sigma}\left(\dfrac{p+(1-p)\sigma}{1-p(1-\sigma)}\right)=\dfrac{1-2p}{\{1-p(1-\sigma)\}^2}<0$ となるので，式(3)の左辺は σ について単調減少であることを確認できる。これらの性質から，次の定理が成り立つ。

定理1　次の戦略は均衡になる。

$$(\sigma_A^*,\ \sigma_B^*)=\begin{cases}(1,\ 0) & \text{for } \dfrac{q}{1-q}\in\left[\left[\dfrac{1-p}{p}\right]^n,\ \left[\dfrac{1-p}{p}\right]^{n-2}\right]\\ (1,\ \sigma_q^*) & \text{for } \dfrac{q}{1-q}\in\left(\left[\dfrac{1-p}{p}\right]^{n-2},\ \dfrac{p}{1-p}\right)\\ (1,\ 1) & \text{for } \dfrac{q}{1-q}\in\left[\dfrac{p}{1-p},\ +\infty\right)\end{cases} \tag{4}$$

ただし，σ_q^* は(3)を満たす混合確率であり，事前確率 q に対して単調増加である。

次に，決定の効率性を考える。各メンバーは共通の利得を持つので，事前期待利得を決定の効率性とすると，決定が正解の場合の利得は1で，不正解の場合の利得は0であることから，事前期待利得は事前期待正解確率に等しくなり

$$E[u]=q\gamma_A^n+(1-q)(1-(1-\gamma_B)^n) \tag{5}$$

である。決定の効率性について，次の定理が成り立つ。

定理２　定理１で示した均衡戦略は，対称戦略の範囲の中で決定の効率性を最大にする戦略の組である。

証明　各メンバーが対称戦略（σ_A, σ_B）に従うとき，各メンバーの各状態での正解へ投票確率は

$$\gamma_A = p\sigma_A + (1-p)\sigma_B$$

$$\gamma_B = (1-p)(1-\sigma_A) + p(1-\sigma_B)$$

であった。これより，決定の効率性を σ_A, σ_B でそれぞれ偏微分することで

$$\frac{\partial}{\partial \sigma_A} E[u] = nq\gamma_A^{n-1}p - n(1-q)(1-\gamma_B)^{n-1}(1-p) \geq 0 \Leftrightarrow \frac{q}{1-q}\frac{p}{1-p}\left[\frac{\gamma_A}{1-\gamma_B}\right]^{n-1} \geq 1$$

$$\frac{\partial}{\partial \sigma_B} E[u] = nq\gamma_A^{n-1}(1-p) - n(1-q)(1-\gamma_B)^{n-1}p \geq 0 \Leftrightarrow \frac{q}{1-q}\frac{1-p}{p}\left[\frac{\gamma_A}{1-\gamma_B}\right]^{n-1} \geq 1$$

となる。これらの式の左辺は，（２）と（３）の左辺と同じ形になっているので，定理１の戦略（４）が均衡となる条件は，対称戦略の範囲の中で決定の効率性（５）を最大にするための一階条件と一致する。さらに，（３）の左辺は σ について単調減少であったので，二階条件も満たされる。（証明終）

4.　１人決定と全会一致ルールの効率性比較

以下では，１人決定と全会一致ルールによる決定の効率性を比較したとき，１人決定の方が効率的となる場合があることを示す。それが起きる範囲は，$\frac{q}{1-q} \in \left(1, \frac{p}{1-p}\right) \Leftrightarrow q \in \left(\frac{1}{2}, p\right)$ である。このとき，１人決定における最適戦略は，$s_i = A$ では $d = A$ を選び $s_i = B$ では $d = B$ を選ぶ戦略，すなわち（σ_A, σ_B）＝（1, 0）になる。なぜならば，それぞれのシグナルを受け取ったときの状態の事後確率比は（１）であり，$\frac{q}{1-q} \in \left(1, \frac{p}{1-p}\right)$ においては

$$\frac{\Pr(\omega = A | s_i = A)}{\Pr(\omega = B | s_i = A)} = \frac{q}{1-q}\frac{p}{1-p} > 1 > \frac{q}{1-q}\frac{1-p}{p} = \frac{\Pr(\omega = A | s_i = B)}{\Pr(\omega = B | s_i = B)}$$

が成り立つからである。一方で，全会一致ルールによる決定において，対称戦略均衡は定理１で示された混合戦略（σ_A, σ_B）＝（1, σ_q^*）である。

両者の決定の効率性を比較するために，対称戦略以外の戦略も含むすべての戦略の中でもっとも効率的な均衡を考える。Chakraborty and Ghosh（2003）などによれば，二値シグナルモデルでの効率的均衡は，n 人のうち m 人が戦略（σ_A, σ_B）＝（1, 0）に従い，残りの

$n-m$ 人はシグナルによらず特定の投票先に常に投票するという純粋戦略によるもので，$(\sigma_A, \sigma_B)=(1, 0)$ に従う人数 m と $n-m$ 人の投票先はパラメータに応じて決まる。事前確率が $\frac{q}{1-q}\in\left(1, \frac{p}{1-p}\right)$ の範囲にある場合の二値シグナルモデルの効率的均衡を次の補題１で示す。この均衡が効率的であることについては Chakraborty and Ghosh (2003) を参照せよ。

補題１　事前確率が $\frac{q}{1-q}\in\left(1, \frac{p}{1-p}\right)$ であるとせよ。このとき，全会一致ルールのもとでは，１人が戦略 $(\sigma_A, \sigma_B)=(1, 0)$ に従い，残りの $n-1$ 人が戦略 $(\sigma_A, \sigma_B)=(1, 1)$ に従うという戦略の組は均衡になる。

証明　戦略 $(\sigma_A, \sigma_B)=(1, 0)$ に従うメンバーについて，この戦略が最適となる条件は

$$\frac{\Pr(\omega=A|s_i=A)}{\Pr(\omega=B|s_i=A)}=\frac{q}{1-q}\frac{p}{1-p}\geq 1$$

$$\frac{\Pr(\omega=A|s_i=B)}{\Pr(\omega=B|s_i=B)}=\frac{q}{1-q}\frac{1-p}{p}\leq 1$$

であり，$\frac{q}{1-q}\in\left(1, \frac{p}{1-p}\right)$ において，これらの不等式は成り立つ。一方で，戦略 $(\sigma_A, \sigma_B)=(1, 1)$ に従うメンバーについて，この戦略が最適となる条件は

$$\frac{\Pr(\omega=A|s_i=A)}{\Pr(\omega=B|s_i=A)}\left[\frac{\gamma_A}{1-\gamma_B}\right]=\frac{q}{1-q}\frac{p}{1-p}\left[\frac{p}{1-p}\right]\geq 1$$

$$\frac{\Pr(\omega=A|s_i=B)}{\Pr(\omega=B|s_i=B)}\left[\frac{\gamma_A}{1-\gamma_B}\right]=\frac{q}{1-q}\frac{1-p}{p}\left[\frac{p}{1-p}\right]\geq 1$$

であり，$\frac{q}{1-q}\in\left(1, \frac{p}{1-p}\right)$ において，これらの不等式は成り立つ。したがって，この戦略の組は均衡になる。(証明終)

この効率的均衡において，シグナルに応じて投票行動を変えている人数は１人であり，この投票者の投票によって決定が $d=A$ になるか $d=B$ になるかが決まる。したがって，１人による最適決定の場合と同じ決定になるので，全会一致ルールの効率的均衡における決定効率性と１人による最適決定における決定効率性は同じ水準になる。一方で，この補題１で示した効率的均衡はすべての均衡の範囲内でもっとも効率的な決定を達成するものであり，それに対して定理１で示した混合戦略均衡は対称戦略の範囲内でもっとも効率的な決定を達成する均衡であるので，前者は後者よりも効率的である。これらを組み合わせ

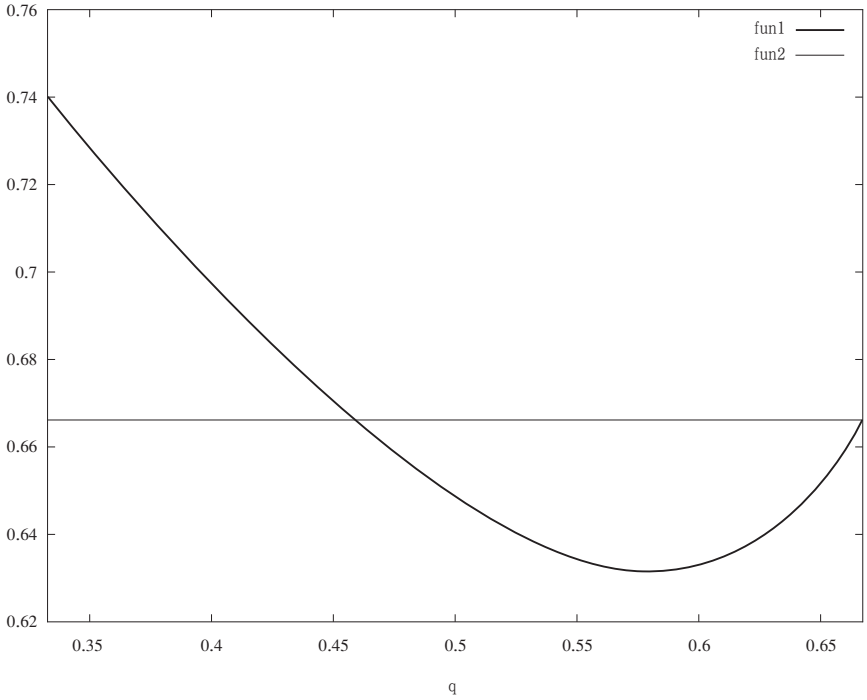

図１　３人全会一致ルールの対称戦略均衡の効率性

ると，次の命題を得る。

命題１　事前確率が $\dfrac{q}{1-q}\in\left(1,\ \dfrac{p}{1-p}\right)$ であるとせよ。このとき，全会一致ルールによる集団決定の対称戦略均衡における決定効率性が，１人による最適決定における決定効率性を上回ることはない。

以下では，全会一致ルールによる集団決定の対称戦略均衡における決定効率性が，１人による最適決定における決定効率性を厳密に下回る場合があることを，数値例によって示す。集団を構成するメンバーの人数は３人であるとして，決定が $d=A$ になるのは３人全員が A に投票した場合であるという全会一致ルールを考える。シグナルの実現確率は $p=2/3$ とする。このとき，全会一致ルールのもとでの対称戦略均衡が $(\sigma_A,\ \sigma_B)=(1,\ \sigma_q^*)$ となるのは，$q\in\left(\dfrac{1}{3},\ \dfrac{2}{3}\right)$ の範囲の場合であり，

$$\sigma_q^*=\frac{4-6q-3\sqrt{2q(1-q)}}{9q-8}$$

である。一方で，$q\in\left(\frac{1}{3},\ \frac{2}{3}\right)$ での１人による最適決定は $(\sigma_A,\ \sigma_B)=(1,\ 0)$ である。この $q\in\left(\frac{1}{3},\ \frac{2}{3}\right)$ の範囲について，両者の決定の効率性のグラフを描いたものが図１である。この範囲では，１人による最適決定は $(\sigma_A,\ \sigma_B)=(1,\ 0)$ であり，各状態で正解を選ぶ確率はともにシグナルの実現確率 $p=2/3$ に等しいので，決定効率性は 2/3 で一定となる。それに対して，全会一致ルールのもとでの対称戦略均衡における効率性は $q\approx0.46$ で 2/3 になっており，それよりも q が大きい範囲では 2/3 を下回っている。たとえば，$q=1/2$ では，全会一致ルールのもとでの対称戦略均衡は $(\sigma_A,\ \sigma_B)\approx(1,\ 0.32)$ であるから，$\gamma_A\approx0.774$ および $\gamma_B\approx0.453$ なので，各状態 $\omega\in\{A,\ B\}$ で正解を選ぶ確率はそれぞれ約0.464および約0.836であることから，決定効率性は約0.65であり，これは１人決定の決定効率性を厳密に下回っている。

命題２　全会一致ルールによる集団決定の対称戦略均衡における決定効率性が，１人による最適決定における決定効率性を厳密に下回る場合がある。

この数値例の場合，補題１によると，$q\in\left(\frac{1}{2},\ \frac{2}{3}\right)$ であるときに，１人が $(\sigma_A,\ \sigma_B)=(1,\ 0)$，残りの２人が $(\sigma_A,\ \sigma_B)=(1,\ 1)$ という戦略の組が効率的均衡になる。それに対して，$q\in\left(\frac{2}{3},\ \frac{1}{2}\right)$ では，２人が $(\sigma_A,\ \sigma_B)=(1,\ 0)$，残りの１人が $(\sigma_A,\ \sigma_B)=(1,\ 1)$ という戦略の組が効率的均衡になる。図１のグラフに，この効率的均衡の決定の効率性のグラフを追加したものが図２である。$q\in(0.46,\ 0.5)$ では，効率的均衡の決定の効率性は１人最適決定の効率性を厳密に上回っているが，対称戦略均衡における決定の効率性は厳密に下回っている。これは，命題１で注目した $\frac{q}{1-q}\in\left(1,\ \frac{p}{1-p}\right)$ 以外の場合においても，対称戦略均衡では集団決定の優位性が成り立たず，逆に１人決定の優位性が成り立つ場合があることを示している。

最後に，他に決定ルールが単純多数決である場合の決定の効率性と比較しておく。Austen-Smith and Banks (1996) によると，ある決定ルールで対称戦略 $(\sigma_A,\ \sigma_B)=(1,\ 0)$ が均衡になるならば，その決定ルールは最適決定ルールになっている。この数値例では，

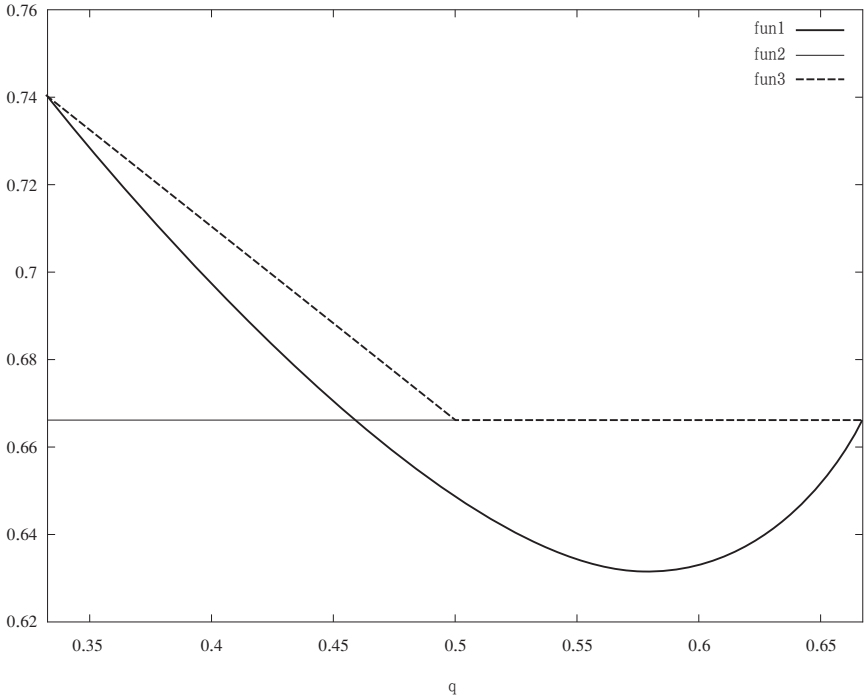

図２　３人全会一致ルールの対称戦略均衡と効率的均衡の効率性

３人のうち２人以上が投票した選択肢が決定として選ばれる単純多数決の場合，$q \in \left(\frac{1}{3}, \frac{2}{3}\right)$ では対称戦略（σ_A, σ_B）＝(1, 0) が均衡になることから，最適決定ルールは単純多数決であることがわかる。そして，この均衡では，$\gamma_A = \gamma_B = p > 1/2$ なので，コンドルセ陪審定理を適用できる。したがって，１人決定よりも，３人による多数決の対称戦略における決定の方が効率的である。図３は，図１に，３人による多数決の対称戦略における決定の効率性のグラフを追加したものである。この図３は，$q \in \left(\frac{1}{3}, \frac{2}{3}\right)$ では，全会一致ルールが用いられる場合よりも，単純多数決が用いられる場合の方が効率的な決定を達成できていることを示している。

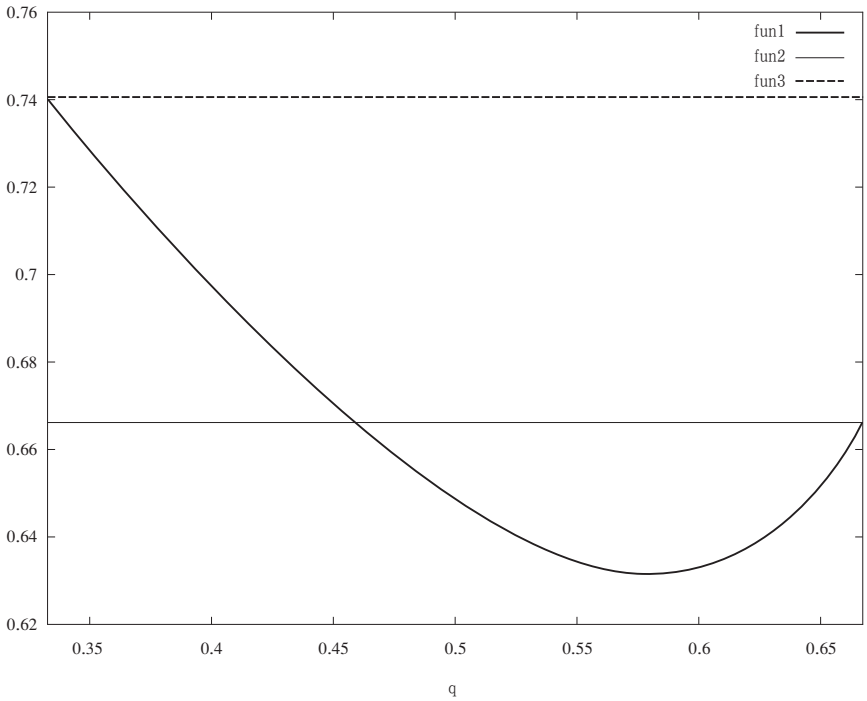

図３　３人全会一致ルールの対称戦略均衡と３人多数決ルールの対称戦略均衡の効率性

5. お　わ　り　に

本論文では，Feddersen and Pesendorfer（1998）などと同様の二値シグナルモデルにおいて，全会一致ルールのもとではコンドルセ陪審定理の述べる集団決定の優位性が成り立たない場合があることを示した。集団決定の優位性が成り立たないのは，事前確率が 1/2 に近い範囲内にある場合であった。事前確率が 1/2 に近い場合，最適決定ルールは単純多数決である。本論文の集団決定の非効率性の要因は，最適決定ルールが単純多数決であるときに全会一致ルールという偏った決定ルールを用いたことである。

本論文で扱った全会一致ルールは，極端に偏った決定ルールである。それでは，全会一致ルールと単純多数決の間にある偏った特別多数決ルールを用いた場合に，同様に集団決定の優位性が成り立たない状況があるのか，すなわち集団決定の非効率性の要因は全会一致ルールという特別な偏り方によって引き起こされているのかを明らかにすることは，次の課題である。

参　考　文　献

Austen-Smith, D. and J. S. Banks (1996) "Information Aggregation, Rationality, and the Condorcet Jury Theorem," *American Political Science Review*, Vol. 90, pp. 34-45.

Ben-Yashar, R. and S. Nitzan (2001) "The Invalidity of the Condorcet Jury Theorem under Endogenous Decisional Skills," *Economics of Governance*, Vol. 2, pp. 243-249.

Chakraborty, A. and P. Ghosh (2003) "Efficient Equilibria and Information Aggregation in Common Interest Voting Games," *Working paper*.

Feddersen, T. and W. Pesendorfer (1998) "Convicting the Innocent: The Inferiority of Unanimous Jury Verdicts under Strategic Voting," *American Political Science Review*, Vol. 92, pp. 23-35.

Goertz, J. M. M. (2014) "Inefficient Committees: Small Elections with Three Alternatives," *Social Choice and Welfare*, Vol. 43, pp. 357-375.

Mukhopadhaya, K. (2003) "Jury Size and the Free Rider Problem," *Journal of Law, Economics, and Organization*, Vol. 19, pp. 24-44.

Tajika, T. (2019) "Collective Mistakes: Intuition Aggregation for a Trick Question under Strategic Voting," *Working paper*.

Wit, J. (1998) "Rational Choice and the Condorcet Jury Theorem," *Games and Economic Behavior*, Vol. 22, pp. 364-376.