



オークション方式が組織内コミュニケーションに与える影響

定兼, 仁
宮原, 泰之

(Citation)

国民経済雑誌, 224(6):71-83

(Issue Date)

2021-12-10

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/E0042581>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/E0042581>



国民経済雑誌

オークション方式が
組織内コミュニケーションに与える影響

定 兼 仁
宮 原 泰 之

国民経済雑誌 第224巻 第6号 抜刷

2021年12月

神戸大学経済経営学会

オークション方式が 組織内コミュニケーションに与える影響

定 兼 仁^a
宮 原 泰 之^b

2企業がプロジェクトの受注を巡って競争している状況に着目し、オークション方式の違いが組織内のコミュニケーションの質に与える影響を分析する。第二位価格オークションと比較すると第一位価格オークションにおいては部下から伝達されるメッセージの内容は意思決定者にプロジェクトの価値をより低く見積もらせるものとなることが明らかとなる。また、いずれのオークションについても効率性の損失が発生し、第一位価格オークションのほうが効率性の損失が大きいことも明らかとなる。

キーワード オークション，効率性，戦略的情報伝達，組織

1 はじめに

組織外部の環境が組織内部の意思決定プロセスに影響を与えることはよく知られた事実である。例えば組織外部の環境の変化が引き金となり組織内のコミュニケーションがうまくいけなくなるということもあり得る。経済学では比較制度分析の分野がこのような組織外部の環境を考慮した組織内の意思決定問題を分析対象としている。例えば Aoki (2001) は比較制度分析の研究成果をまとめたものである。

競争にさらされた組織の意思決定は競合組織の意思決定の影響を受けるが、意思決定プロセスの各段階において組織の構成員はそのような競争の影響を考慮に入れつつ振る舞うと考えられる。組織上層部の最終的な意思決定者だけでなく、例えば、現場レベルの情報を保有するメンバーから意思決定者への情報伝達も競合組織がどう振る舞ってくるかということを考慮に入れつつ戦略的に行われるはずである。しかし、組織内で行われる戦略的情報伝達を分析した先行研究において、他組織との競争の影響は十分に分析されていない。

a 京都大学経済研究所, sadakane.hitoshi.6c@kyoto-u.ac.jp

b 神戸大学大学院経営学研究科, miyahara@kobe-u.ac.jp

経済学における組織内の戦略的情報伝達に関する先駆的研究は Crawford and Sobel (1982) である。彼らは戦略的情報伝達の問題をチープトーク・ゲームとして定式化した。現在では組織の経済学における標準的な分析モデルとなっており、多数の関連研究が存在する。しかしながら、ほとんどの研究では一組織内の情報伝達問題を分析しており、組織外部からの影響を考慮していない。

本稿では、一人の意思決定者と一人の情報保有者で構成される組織の中で行われる戦略的情報伝達を外部組織との競争を明示的に導入したモデルを用いて分析し、競争構造と情報伝達のインセンティブの間の相互連関を明らかにする。具体的には、2企業が一つのプロジェクトの受注を巡って競合するオークションに着目する。一方の組織（組織2）では、プロジェクトの受注が自社にもたらす価値を意思決定者が正確に把握しているが、もう一方の組織（組織1）ではプロジェクトの価値は専門知識を有する部下の私的情報であり、意思決定者は知らない状況を分析する。部下は高い価格でプロジェクトを落札させたいというバイアスを持っており、意思決定者と利害の対立があるものと想定する。このとき、オークション方式の違いが意思決定者と部下との間に非対称情報が存在する組織（組織1）における情報伝達にどのような影響を与えるかということを明らかにする。

第一位価格オークションと第二位価格オークションに着目する。主要な結果は次の通りである。いずれのオークションにおいても、意思決定者と部下との間の事後的な利害対立があまり大きくない場合には、部分的な情報伝達が起こる均衡が存在する。特に2分割均衡と呼ばれる均衡に着目する。2分割均衡とはプロジェクトの価値がある閾値より高いか、それ未満かを部下が意思決定者に伝達するような均衡のことである。第一位価格オークションでは第二位価格オークションよりもその閾値が低くなることが明らかとなる。その結果、第一位価格オークションにおいては部下によって伝達される各情報内容は意思決定者にプロジェクトの期待価値をより低く見積もらせるものとなる。

その直感は次の通りである。第二位価格オークションでは入札の段階において、意思決定者は自身の（期待）評価値をそのまま入札することが各入札者にとって最適になっている。一方で、第一位価格オークションでは各意思決定者は自身の（期待）評価値よりも低い額を確率的に入札することとなる。つまり、第一位価格オークションでは入札額が消極的になることを意味する。従って、第一位価格オークションに直面した組織1内での情報伝達を考えたときに、高い入札額を引き出すことにバイアスがかかっている組織1の部下がプロジェクトの価値を誇張する誘因を持たないためには、均衡におけるプロジェクトの価値の閾値が第二位価格オークションの場合と比較してより低いものでなければならないのである。

以下の構成は次の通りである。まず2節でオークションにおける戦略的情報伝達のモデルを定式化する。次に3節で均衡分析を行う。3.1節では無駄口均衡の存在を示す。3.2節と

3.3 節ではそれぞれ第二位価格オークションと第一位価格オークションにおける均衡を導出する。3.4 節では社会的効率性の比較を行う。最後に 4 節で本研究のまとめを行う。

2 モデル

あるプロジェクトがオークションにかけられている。2つの組織が存在し、プロジェクトを落札しようとしている。組織 $i \in \{1, 2\}$ がプロジェクトを落札した場合には組織 i に θ_i の価値がもたらされる。落札できなかった組織 j には価値は発生しないものとする。

入札には費用は発生しないものとし、組織 i が提出する価格を $p_i \in \mathbb{R}_+$ と表す。最も高い価格を提出した組織が落札するものとする。なお、組織 1 と 2 が同じ価格を提出した場合には組織 2 が確実に落札するものと仮定する。この仮定は本稿の分析では本質的ではない仮定である¹⁾。

次節で第一位価格オークションと第二位価格オークションについて分析する。第一位価格オークションとは落札者は自分自身が提出した価格を支払い、落札できなかった者には支払いは発生しないというものである。第二位価格オークションとは落札者は落札できなかった者が提出した価格を支払い、落札できなかった者には支払いは発生しないというものである。

次に組織の構成について説明する。組織 1 は意思決定者と部下の 2 人のメンバーから構成される。一方、組織 2 はひとりのメンバーのみから構成されるものとする。よって、3 人のプレーヤーが登場する。

組織 1 の部下はプロジェクトがもたらす価値の実現値 $\theta_1 \in [0, 1]$ を知っているが、意思決定者は知らない。プロジェクトの価値 θ_1 は区間 $\Theta_1 = [0, 1]$ 上の一様分布にしたがって実現することはすべてのプレーヤーにとって共通認識になっているものと仮定する。組織 1 の意思決定者は θ_1 の実現値を知らないため、部下からプロジェクトの価値に関する情報を聞き出さなければならない。プロジェクトの価値 θ_1 を部下の私的情報として言及する場合には、 θ_1 のことを部下のタイプと呼ぶことにする。

意思決定者は価格を決定する前に部下からメッセージを受け取ることができるものとする。部下はプロジェクトの価値 θ_1 を知った後にメッセージを意思決定者に送ることができる。メッセージの伝達に費用は発生しないものと仮定する。選択可能なメッセージの集合を $M_1 = \Theta_1$ とする。よって、部下の戦略は $\sigma_1: \Theta_1 \rightarrow \Delta M_1$ と表される。ここで、 ΔM_1 は集合 M_1 上の確率分布全体の集合とする。

組織 1 の意思決定者は部下からメッセージを受け取った後に価格を選択する。よって、意思決定者の戦略は $\pi_1: M_1 \rightarrow \Delta \mathbb{R}_+$ と表される。ここで、 $\Delta \mathbb{R}_+$ は $\mathbb{R}_+$ 上の確率分布全体の集合である。つまり、意思決定者はメッセージを受け取った後に確率的に価格を選択することになる。言うまでもないが、確実にある価格を選択することもできる。

組織1がプロジェクトを落札した場合の組織1の意思決定者の利得は $\theta_1 - p_1$ と表される。落札できなかった場合はゼロとする。

一方、組織1の部下はプロジェクトが落札できるかどうかには無関心であり、意思決定者が提出する価格のみに関心があるものと仮定する。部下の利得は $-(p_1 - \theta_1 - b)^2$ と表されるものとする。 b は正の実数であり、部下のバイアスを表している。つまり、真の評価額 θ_1 から b だけ大きい価格が選択されることが部下にとっては最も好ましい。現実の例で言えば、高額プロジェクトに応募することに繋がるような情報を提供したことが組織内で評価され、将来のキャリアにプラスに働くというような状況がこの設定に当てはまる。

組織2は一人のメンバーのみから構成されるものとし、組織2にとってのプロジェクトの価値は確実に $\theta_2 = 1/2$ であると知っているものとする。組織2のプロジェクトの価値は全プレイヤーの間で共通認識であると仮定する。組織2の混合戦略は $\pi_2 \in \Delta \mathbb{R}_+$ で表される。組織2が価格 p_2 でプロジェクトを落札したときの利得は $1/2 - p_2$ と表される。落札できなかった場合は利得はゼロとする。

以下の分析では完全ベイジアン均衡に着目する。完全ベイジアン均衡の定義の前に各プレイヤーの信念について説明する。各プレイヤーの信念とは、プレイヤーが行動を選択するときに形成される組織1のプロジェクトの価値 θ_1 に関する予想のことである。組織1の部下はメッセージを選択するときに θ_1 を確実に知っている。組織2は価格を選択するときに θ_1 に関する追加情報を得ることはないので、事前の予想と同じく θ_1 は $[0, 1]$ 上に一様に分布していると信じることになる。一方、組織1の意思決定者は価格を選択するときには部下からメッセージを受け取っているため、部下の戦略に応じて θ_1 に関する予想は変わり得る。よって、均衡を分析する場合には組織1の意思決定者の信念のみを明示的に説明することにする。

完全ベイジアン均衡とは以下の2つの条件を満たす戦略の組と信念のことである。

- (1) 各プレイヤーは他のプレイヤーの戦略と自分の信念を所与とし、最適な行動になっている。
- (2) 所与の戦略の下で、ベイズ・ルールが適用可能な場合はベイズ・ルールにしたがって組織1のプロジェクトの価値に関する信念を更新する。ベイズ・ルールが適用可能でない場合は、任意の信念を持つ。

上の条件(1)のことを逐次合理性といい、条件(2)のことを信念の整合性という。以下では完全ベイジアン均衡のことを単に均衡と呼ぶことにする。

3 分 析

本研究の主要な分析となる3.2節と3.3節では2分割均衡に着目する。2分割均衡とは、

組織 1 の部下のタイプが特定の水準を上回っている場合には、部下はその水準を超えていることを意思決定者に伝え、そうでなければ、そうでないことを伝えるような均衡のことである。

もう少し詳しく説明すると次の通りである。 $\Theta_1 = [0, \theta_1^*)$ に属するタイプの部下はプロジェクトの真の価値は Θ_1 に属することを意思決定者に伝え、 $\bar{\Theta}_1 = [\theta_1^*, 1]$ に属するタイプの部下はプロジェクトの真の価値は $\bar{\Theta}_1$ に属することを意思決定者に伝えるような均衡のことである。以下では θ_1^* のことを境界タイプと呼ぶことにする。²⁾

以下ではバイアス・パラメタは $b < 1/4$ を満たすものとする。3.2 節で分析する第二位価格オークションの下では、各プレーヤーが弱く支配された戦略を選択しないような均衡に着目すると、組織 1 の意思決定者と部下の関係は Crawford and Sobel (1982) で分析された関係に相当する。よって、2 分割均衡が存在するための必要条件は $b < 1/4$ となる。また、第一位価格オークションについても、この条件が 2 分割均衡が存在するための必要条件であることが明らかとなる。

まず、どのオークション方式についても、組織 1 において情報伝達が全く行われない均衡が存在することを示すことから分析を始める。

3.1 無駄口均衡

組織 1 において情報伝達が全く行われないような均衡のことを無駄口均衡 (babbling equilibrium) という。無駄口均衡はどのオークション方式についても存在することを示す。

命題 1. どのオークション方式についても、無駄口均衡は存在する。つまり、組織 1 において情報伝達が行われない均衡が存在する。

証明: まず、戦略の組とそれと整合的な信念を定義し、それが第一位価格オークションと第二位価格オークションの両方において完全ベイジアン均衡となっていることを示す。

次のような戦略の組と信念を考える。

- ・組織 1 の部下は実現したプロジェクトの価値に関係なく、 M_1 上の一様分布にしたがいランダムにメッセージを選択する。
- ・組織 1 の意思決定者は部下からどのようなメッセージを受け取ったとしても、プロジェクトの価値は $[0, 1]$ 上に一様分布していると信じる。
- ・組織 1 の意思決定者は部下のメッセージに関係なく、価格 $1/2$ を提出する。
- ・組織 2 は確実に価格 $1/2$ を選択する。

オークション方式に関係なく、組織1の部下の戦略は最適であることは明らかである。なぜなら、組織1の意思決定者は受け取ったメッセージに関係なく価格を選択するので部下はどのメッセージを選択しても同じ利得を得ることになるからである。

また、オークション方式に関係なく、組織1の意思決定者の信念は戦略の組と整合的である。組織1の意思決定者はどのメッセージを受け取ったとしてもプロジェクトの期待価値は $1/2$ であると信じることになる。

次に各オークション方式において、組織1の意思決定者と組織2の戦略がそれぞれ最適になっていることを確認する。

まず、第一位価格オークションについて考える。組織1の意思決定者の戦略の最適性を確認する。組織2の戦略を所与とすると、組織1の意思決定者は $1/2$ 以下の価格を選択した場合の期待利得はゼロであり、 $1/2$ より高い価格を選択した場合、確実に落札できるがプロジェクトの期待価値以上の価格で落札することになり、負の期待利得を得ることになる。よって、 $p_1=1/2$ を選択することは最適反応の一つである。

組織2の戦略の最適性を確認する。組織1の意思決定者の戦略を所与とすると、組織2は $1/2$ 以下の価格を選択した場合の期待利得はゼロであり、 $1/2$ より高い価格を選択した場合、確実に落札できるがプロジェクトの期待価値以上の価格で落札することになり、負の期待利得を得ることになる。よって、 $p_2=1/2$ を選択することは最適反応の一つである。

最後に第二位価格オークションを考える。組織1の意思決定者の戦略の最適性を確認する。組織2の戦略を所与とすると、組織1の意思決定者はどの価格を選択したとしても期待利得はゼロとなる。よって、 $p_1=1/2$ を選択することは最適反応の一つである。次に組織2の戦略の最適性を確認する。組織1の戦略を所与とすると、組織2の意思決定者はどの価格を選択したとしても期待利得はゼロとなる。よって、 $p_2=1/2$ を選択することは最適反応の一つである。

以上により、上記の戦略の組と信念はどのオークション方式においても均衡を構成することが示された。(証明終)

3.2 第二位価格オークション

第二位価格オークションの下では、組織1の意思決定者は部下から受け取ったメッセージにより推測したプロジェクトの期待価値に等しい価格を選択することが弱支配戦略であり、組織2については価格を $1/2$ に設定することが弱支配戦略となる。

第二位価格オークションにおける2分割均衡を導出しよう。

命題2. 第二位価格オークションの下では2分割均衡が存在する。

証明：次のような戦略の組と組織 1 の意思決定者の信念を考える。

- ・組織 1 の部下はプロジェクトの価値が $\Theta_1 \equiv [0, 2a)$ に属する場合には、 $\underline{M}_1 \equiv [0, 2a)$ 上の一様分布にしたがってメッセージを選択する。プロジェクトの価値が $\bar{\Theta}_1 \equiv [2a, 1]$ に属する場合には、 $\bar{M}_1 \equiv [2a, 1]$ 上の一様分布にしたがってメッセージを選択する。
- ・メッセージ $m \in \underline{M}_1$ を受け取った場合には、組織 1 の意思決定者は真の評価額は Θ_1 上に一様分布していると信じる。メッセージ $m \in \bar{M}_1$ を受け取った場合には、組織 1 の意思決定者は真の評価額は $\bar{\Theta}_1$ 上に一様分布していると信じる。
- ・組織 1 の意思決定者は $m \in \underline{M}_1$ を満たすようなメッセージ m を受け取った場合には、価格 $p_1(m) = a$ を選択する。 $m \in \bar{M}_1$ を満たすようなメッセージ m を受け取った場合には、価格 $p_1(m) = (1+2a)/2$ を選択する。ただし、 $a = 1/4 - b$ とする。
- ・組織 2 は確実に価格 $p_2 = 1/2$ を選択する。

この戦略の組と信念が均衡を構成することを確認する。どのメッセージも正の確率で選択されるので、組織 1 の意思決定者の信念は上記の戦略を所与とすると、ベイズのルールが適用でき、導出できる。よって、各プレイヤーの戦略の最適性を確認できれば均衡であることが示される。

まず、組織 2 の戦略の最適性は明らかである。組織 2 にとって自分の評価額に等しい価格を選択することは弱支配戦略であるから最適な戦略の一つである。

次に組織 1 の意思決定者の戦略の最適性を確認する。メッセージ $m \in \underline{M}_1$ を受け取った場合のプロジェクトの期待価値は a である。よって、 $p_1(m) = a$ を選択することは最適反応の一つである。一方、メッセージ $m \in \bar{M}_1$ を受け取った場合のプロジェクトの期待価値は $(1+2a)/2 > 1/2$ であり、 $p_1(m) = (1+2a)/2$ を選択することは最適反応の一つである。

最後に組織 1 の部下の戦略の最適性を確認する。境界タイプ $\theta = 2a$ は $\underline{M}_1$ に属するメッセージと $\bar{M}_1$ に属するメッセージを選択することが無差別であることを示せばよい。これが示されれば、部下の利得関数は価格 p_1 とタイプ θ_1 について単一交差性を満たすことから、 Θ_1 に属するタイプは $\underline{M}_1$ に属するメッセージを選択することが最適であり、 $\bar{\Theta}_1$ に属するタイプは $\bar{M}_1$ に属するメッセージを選択することが最適となることが導かれる。

境界タイプ $\theta = 2a = 1/2 - 2b$ がメッセージ $m \in \underline{M}_1$ を選択したときの利得 $\underline{u}$ とメッセージ $m \in \bar{M}_1$ を選択したときの利得 $\bar{u}$ は以下になる。

$$\underline{u} = -(a - 2a - b)^2 = -\left(\frac{1}{4}\right)^2,$$

$$\bar{u} = -\left(\frac{1+2a}{2} - 2a - b\right)^2 = -\left(\frac{1}{4}\right)^2.$$

よって、主張は示された。

以上により、上記の戦略の組と信念は均衡を構成することが示された。(証明終)

3.3 第一位価格オークション

ここでは第一位価格オークションにおける2分割均衡を導出する。第二位価格オークションの2分割均衡における境界タイプは $\theta_1 = 2a = 1/2 - 2b$ であった。第一位価格オークションにおける境界タイプを $\theta^* = 2a^*$ と表し、 $\Theta_1^* = [0, 2a^*)$, $\Theta_1^{**} = [2a^*, 1]$ とすると、 $\theta^* < 1/2 - 2b$ が成り立つことが示される。

その結果、第一位価格オークションにおいてはプロジェクトの価値が Θ_1^* に属することを伝えられた意思決定者はプロジェクトの期待価値 (a^*) を第二位価格オークションで Θ_1 を伝えられた場合の期待価値 ($1/4 - b$) よりも低く見積もることになる。同様に、第一位価格オークションにおいてはプロジェクトの価値が Θ_1^{**} に属することを伝えられた意思決定者はプロジェクトの期待価値 ($(1 + 2a^*)/2$) を第二位価格オークションで Θ_1 を伝えられた場合の期待価値 ($3/4 - b$) よりも低く見積もることになる。

命題3. 第一位価格オークションにおいて2分割均衡は存在する。そして、均衡において境界タイプ θ^* は $\theta^* < 1/2 - 2b$ を満たす。

証明: 第一位価格オークションにおいては、均衡において価格戦略が純粋戦略となるものは存在せず、価格戦略の導出は単純ではない。均衡における価格戦略は Patra and Sadakane (2020) の手法を適用することによって一意に導出することができる。Patra and Sadakane (2020) は2企業による同質財ベルトラン価格競争を分析しており、企業の限界費用が私的情報である状況を分析している。本稿と同様に、一方のプレーヤー(企業)の限界費用は確定的で企業間の共通認識であり、もう一方のプレーヤーの限界費用は確率的に実現し、そのプレーヤーの私的情報であると仮定している。

したがって、以下では均衡戦略の導出方法については触れず、次に定める戦略の組と信念が均衡を構成することを示すことにする。そして、均衡において境界タイプ θ^* は $\theta^* < 1/2 - 2b$ を満たすことを示す。

組織1の部下の戦略: $\Theta_1^* \equiv [0, 2a^*)$ に属するタイプは $M_1^* \equiv [0, 2a^*)$ 上の一様分布にしたがってメッセージを選択し、 $\Theta_1^{**} \equiv [2a^*, 1]$ に属するタイプは $M_1^{**} \equiv [2a^*, 1]$ 上の一様分布にしたがってメッセージを選択する。ここで、 a^* は後に導出される。

組織 1 の意思決定者の信念：メッセージ $m \in M_1^*$ を受け取った場合、組織 1 の意思決定者はプロジェクトの価値は Θ_1^* 上に一様に分布していると信じる。よって、このとき、意思決定者はプロジェクトの期待価値は a^* であると信じることになる。一方、メッセージ $m \in M_1^{**}$ を受け取った場合、意思決定者はプロジェクトの価値は Θ_1^{**} 上に一様に分布していると信じる。よって、プロジェクトの期待価値は $(1+2a^*)/2$ であると信じることになる。

組織 1 の意思決定者の戦略：組織 1 の意思決定者はメッセージ $m \in M_1^*$ を受け取った場合には確実に価格 $p_1 = a^*$ を選択し、メッセージ $m \in M_1^{**}$ を受け取った場合は以下の累積分布関数 F_1 にしたがって価格 p_1 を選択する。

$$F_1(p_1) = \begin{cases} 0 & \text{if } p_1 \in [0, a^*), \\ \frac{p_1 - a^*}{1/2 - p_1} \cdot \frac{q}{1 - q} & \text{if } p_1 \in [a^*, B], \\ 1 & \text{if } p_1 \in (B, \infty). \end{cases}$$

ここで、 $q = 2a^*$ ³⁾である。また、

$$B = \frac{1}{2} - q \left(\frac{1}{2} - a^* \right).$$

である。

組織 2 の戦略：組織 2 は以下の累積分布関数 F_2 にしたがって価格 p_2 を選択する。

$$F_2(p_2) = \begin{cases} 0 & \text{if } p_2 \in [0, a^*), \\ \frac{(1+2a^*)/2 - B}{(1+2a^*)/2 - p_2} = \frac{4a^*(1-a^*)}{1+2a^*-2p_2} & \text{if } p_2 \in [a^*, B], \\ 1 & \text{if } p_2 \in (B, \infty). \end{cases}$$

$F_2(a^*) = 4a^*(1-a^*)$ であることに注意しておこう。つまり、任意の $p_2 \neq a$ について、確率密度が定まり、 $p_2 = a^*$ においては確率質量 $4a^*(1-a^*)$ が割り振られている。

まず、組織 1 の意思決定者の戦略の最適性を確認する。メッセージ $m \in M_1^*$ を受け取ったとき、意思決定者はプロジェクトの期待価値は a^* であると予想することになる。よって、 $p_1 > a^*$ を満たす価格を選択した場合、意思決定者は負の期待利得を得る。一方、 $p_1 \leq a^*$ を満たす価格を選択した場合はゼロの期待利得を得ることになり、価格 $p_1 = a^*$ を選択することは最適反応の一つである。

メッセージ $m \in M_1^{**}$ を受け取ったとき、意思決定者はプロジェクトの期待価値は $(1+2a^*)/2$ であると予想することになる。 $p_1 \in [a^*, B]$ を満たす価格を選択したときの期待

利得は以下ようになる。

$$\left(\frac{1+2a^*}{2}-p_1\right)F_2(p_1)=2a^*(1-a^*), \quad \forall p_1 \in [a^*, B].$$

よって、区間 $[a^*, B]$ に属するどの価格も無差別である。一方、価格 $p_1 > B$ を選択した場合、確実に落札することができ、 $(1+2a^*)/2 - p_1 < 2a^*(1-a^*)$ の期待利得を得る。また、価格 $p_1 < a^*$ を選択する場合、落札確率はゼロであるため期待利得はゼロである。以上により、組織 1 の意思決定者は上で定められた戦略にしたがうことが最適であることが示された。

次に組織 2 の戦略の最適性を確認する。組織 2 は、組織 1 の意思決定者のプロジェクトに関する期待価値が a^* となる確率は $q=2a^*$ であり、期待価値が $(1+2a^*)/2$ となる確率は $1-q$ であると信じることになる。よって、価格 $p_2 \in [a^*, B]$ を選択したときの期待利得は以下ようになる。

$$q\left(\frac{1}{2}-p_2\right)+(1-q)\left(\frac{1}{2}-p_2\right)F_1(p_2)=a^*(1-2a^*), \quad \forall p_2 \in [a^*, B].$$

よって、区間 $[a^*, B]$ に属するどの価格も無差別である。一方、価格 $p_2 > B$ を選択した場合、確実に落札することができ、 $1/2 - p_2 < a^*(1-2a^*)$ の期待利得を得る。また、価格 $p_2 < a^*$ を選択する場合、落札確率はゼロであるため期待利得はゼロである。以上により、組織 2 は上で定められた戦略にしたがうことが最適であることが示された。

最後に組織 1 の部下の最適性を確認する。そのためには境界タイプ $\theta^*=2a^* \in (0, 1)$ が存在することを示せば十分である。境界タイプ θ^* が存在するのであれば、部下の利得関数は価格 p_1 とタイプ θ_1 に関して単一交差性を満たすことから、 $\theta_1 \in \Theta_1^*$ の場合にはどのメッセージ $m \in M_1^*$ を選択することも最適であり、 $\theta_1 \in \Theta_1^{**}$ の場合にはどのメッセージ $m \in M_1^{**}$ を選択することも最適となる。

組織 1 の意思決定者の戦略と組織 2 の戦略を所与とし、境界タイプ $\theta_1=2a$ の部下がメッセージ $m \in M_1^{**}$ を選択したときの期待利得とメッセージ $m \in M_1^*$ を選択したときの期待利得の差を $D(a)$ と定義すると以下が得られる。

$$\begin{aligned} D(a) &= -\int_a^B (p_1-2a-b)^2 f_1(p_1) dp_1 - \left[-\int_a^B (a-2a-b)^2 f_1(p_1) dp_1 \right] \\ &= a \int_a^B \frac{(p-a)(3a+2b-p)}{\left(\frac{1}{2}-p\right)^2} dp \\ &= -\frac{a}{2}(2a-1)^2 + a(4a+2b-1)\log 2a + \left(3a+2b-\frac{1}{2}\right)\frac{1-2a}{2}. \end{aligned}$$

ここで、 f_1 は累積分布関数 F_1 から導出される確率密度関数を表し、区間 $[a, B]$ における p_1 の確率密度 $f_1(p_1)$ は以下ようになる。

$$f_1(p_1) = \frac{(1/2 - p_1) + (p_1 - a)}{(1/2 - p_1)^2} \cdot \frac{q}{1 - q} = \frac{a}{(1/2 - p_1)^2}, \quad \forall p_1 \in [a, B].$$

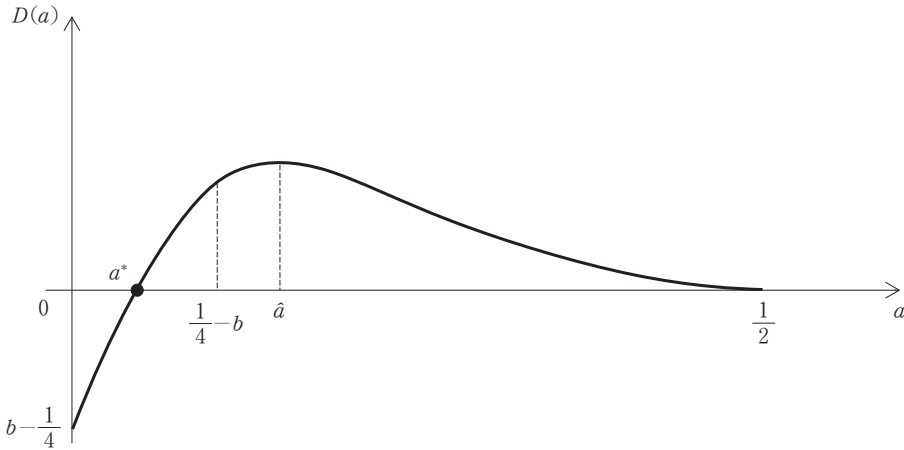
ここで、 $q = 2a$ としている。

$D(a^*) = 0$ かつ $0 < a^* < 1/2$ を満たす a^* が一意に存在することを示す。そのためには $b \in (0, 1/4)$ に固定したときに a に関する $D(a)$ のグラフが区間 $[0, 1/2]$ において図1のようになることを確認すればよい。 $b \geq 1/4$ のとき、 $a^* > 0$ を満たさないことから、第一位価格オークションにおいても、バイアスパラメータが $b < 1/4$ を満たすことが2分割均衡が存在するための必要条件となる。

まず、区間の両端の点について以下が成り立つことは明らかである。

$$D(0) = b - 1/4 < 0, \quad D(1/2) = 0.$$

図1 $D(a)$ のグラフ



次に関数 D の偏導関数を D' とすると以下ようになる。

$$D'(a) = (2b - 4)a + (8a + 2b - 1)\log 2a - 2b + \frac{3}{2}.$$

よって、 $a = 0$ と $a = 1/2$ について以下が成り立つ。

$$D'(0) = +\infty, \quad D'(1/2) = -b - \frac{1}{2} < 0.$$

関数 D の2階の導関数 D'' は以下ようになる。

$$D''(a) = (2b + 4) + 8\log 2a + \frac{2b - 1}{a}.$$

$b < 1/4$ のとき、 $D''(a)$ は a について厳密な増加関数であり、 $D''(0) < 0$ かつ $D''(1/2) = 6b$

$+2 > 0$ である。よって、 $D'(\hat{a}) = 0$ を満たす $\hat{a}$ は一意に定まる。したがって、 $0 < a \leq \hat{a}$ の範囲においては $D(a)$ は a の厳密な増加関数であり、 $\hat{a} < a < 1/2$ の範囲においては a の厳密な減少関数である。以上により、 $D(\hat{a}) > 0$ であり、 $D(a)$ のグラフは図1のように表される。よって、 $D(a^*) = 0$ を満たす a^* が一意に定まることが確認された。

最後に、 $\theta^* < 1/2 - 2b$ を満たすことを示す。 $a = 1/4 - b$ において以下が成り立つ。

$$D(1/4 - b) = \left(\frac{1}{4} - b\right) \cdot \left\{ \frac{1}{8} - 2b^2 - 2b \cdot \log\left(\frac{1}{2} - 2b\right) \right\} > 0, \quad \forall b \in \left(0, \frac{1}{4}\right).$$

よって、 $a^* < 1/4 - b$ が成り立つことから、 $\theta^* = 2a^* < 1/2 - 2b$ が示された。 (証明終)

3.4 社会的効率性の比較

最後に社会的効率性の比較を行う。どちらのオークションについても効率性の損失は発生し、第一位価格オークションより第二位価格オークションのほうが効率性の損失は小さいことを確認する。

社会的に最も効率的なプロジェクトの割当は、 $\theta_1 > 1/2$ の場合には組織1が落札し、 $\theta_1 \leq 1/2$ の場合には組織2が落札することである。このときの事前の観点から評価したプロジェクトが生み出す期待価値 V^* は以下ようになる。

$$V^* = \int_{\frac{1}{2}}^1 \theta_1 d\theta_1 + \int_0^{\frac{1}{2}} \frac{1}{2} d\theta_1 = \left[\frac{1}{2} \theta_1^2 \right]_{\frac{1}{2}}^1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{5}{8}.$$

第二位価格オークションにおけるプロジェクトの期待価値 V^2 は以下ようになる。

$$V^2 = \int_{\frac{1}{2}-2b}^1 \theta_1 d\theta_1 + \int_0^{\frac{1}{2}-2b} \frac{1}{2} d\theta_1 = \left[\frac{1}{2} \theta_1^2 \right]_{\frac{1}{2}-2b}^1 + \left(\frac{1}{2} - 2b \right) \cdot \frac{1}{2} = \frac{5}{8} - 2b^2.$$

第一位価格オークションにおけるプロジェクトの期待価値 V^1 は以下ようになる。

$$\begin{aligned} V^1 &= \int_{2a^*}^1 \left[\int_{a^*}^B \left\{ (1 - F_2(p_1)) \frac{1}{2} + F_2(p_1) \theta_1 \right\} f_1(p_1) dp_1 \right] d\theta_1 + \int_0^{2a^*} \frac{1}{2} d\theta_1 \\ &= \int_{2a^*}^1 \frac{1}{2} d\theta_1 + \int_{2a^*}^1 \left[\int_{a^*}^B \left(\theta_1 - \frac{1}{2} \right) F_2(p_1) f_1(p_1) dp_1 \right] d\theta_1 + a^* \\ &< \frac{1}{2} + \int_{2a^*}^1 \left(\theta_1 - \frac{1}{2} \right) d\theta_1 \\ &= \frac{1}{2} + \left[\frac{1}{2} \theta_1^2 - \frac{1}{2} \theta_1 \right]_{2a^*}^1 \\ &= \frac{1}{2} - 2(a^*)^2 + a^* \\ &< \frac{1}{2} - 2\left(\frac{1}{4} - b\right)^2 + \left(\frac{1}{4} - b\right) \end{aligned}$$

$$< \frac{5}{8} - 2b^2.$$

以上により、 $V^* > V^2 > V^1$ が確認された。

4 ま と め

本稿では組織外部の環境が組織内部の情報伝達にどのような影響を与えるのかを考察した。組織間の競争構造として第一位価格オークションと第二位価格オークションに着目し、第一位価格オークションのほうが組織内の情報伝達内容は意思決定者にプロジェクトの価値をより低く見積もらせることになり、さらに、社会的な効率性の損失もより大きいことが明らかとなった。

注

- 1) タイブレーキング・ルールを確率的に勝者を決めるものに変更したとしても本稿の主要結果は維持される。
- 2) 本研究で 2 分割均衡という場合、均衡における境界タイプが $\theta \in (0, 1)$ を満たすことを意味する。
- 3) q は組織 2 による組織 1 の意思決定者の信念に関する予想を表すものであり、組織 2 は $q = 2a^*$ の確率で組織 1 の意思決定者はプロジェクトの期待価値が a^* であると信じるものと予想し、 $1 - q$ の確率で組織 1 の意思決定者はプロジェクトの期待価値は $(1 + 2a^*)/2$ であると信じるものと予想する。

参 考 文 献

- Aoki, M (2001), *Toward a Comparative Institutional Analysis*, MIT Press.
- Crawford, V. and J. Sobel (1982), "Strategic information transmission," *Econometrica*, 50, 1431-1451.
- Patra, R. and H. Sadakane (2020), "Bertrand Competition with One-sided Cost Uncertainty," mimeo.