

入札情報を利用した複数財 B2B 取引モデル

Multiple Items B2B E-Commerce Model with Bidding Information

高橋 里司 † 松尾 徳朗 ‡
Satoshi Takahashi Tokuro Matsuo

1 はじめに

近年の電子商取引の多様化により、様々な取引が電子的に行われている。オークション取引は、マルチエージェントシステムやメカニズムデザインの研究分野で顕著な研究が行われている [1, 2, 3]。オークション研究では、情報不完備性が仮定されており、オークション参加者の情報を用いたオークション設計が出来なかった。しかしながら、限定された取引市場であれば、入札者が持つ情報の一部を使用する事により、効果的な取引を実現する事が出来る。本研究では、企業が資源を調達する調達オークションを扱う。通常、調達側は一度の市場取引で、複数の資源を一度に調達しようとする。このとき、調達者側が、補完的入札を行うならば、供給側がお互いに提携を行うインセンティブを持つ。しかしながら、提携形成には供給者間の交渉が必要であり、交渉コストや取引時間の遅延などでメリットがある。また、情報不完備の基では調達側が補完的入札をしているかどうか分からない。そこで、我々は調達側オークションの結果を用いて供給側の最適な提携を動的に生成する手法を提案する。オークション情報の一部を使用する事により、供給者間での提携交渉が不要となり、交渉コストがかからない効果的な取引を実現できる。

2 準備

本研究では、具体的な取引として、製造業の部品調達取引を挙げる。製造企業がエンドユーザに提供する製品は、いくつかの部品で構成されている。それらの部品はそれぞれが価値を持った財である。製品を提供するメーカーはそれらの財を調達し、新たな付加価値を付けエンドユーザに販売している。また、部品を調達する調達者にとって、販売する財を構成する部品は補完財である。従って、部品供給者はお互いに提携し、各々の部品をバンドルとして販売する事で、新たな利益を生むインセンティブがある。

本研究では、エンドユーザ向けの取引を 1 次取引、部品供給者と製品販売者との B2B 取引を 2 次取引とする。2 次取引においては、部品の供給元は 1 つでは無いため、調達者は複数の供給者からコストに見合う最適な部品を調達しなくてはならない。

2.1 ビジネスモデル

まず、本研究で用いる 2 次取引の取引モデルについて述べる。メーカーの生産・販売のビジネスモデルとして、エンドユーザへの提供コスト削減のため、財の生産に必要な部品調達において、設計に見合う安価な部品を調達する。このとき、エンドユーザとメーカーとの間の

取引を 1 次取引とし、部品供給者とメーカーとの間の取引を 2 次取引とする。具体的にビジネスプロセスを分析すると、製品の市場供給プロセスの中で、製品メーカー 1, 2 はいくつかの部品供給者 $(1, \dots, n)$ から部品を仕入れる。仕入れた部品を用いて、製品 A, B を製造しエンドユーザの市場に供給する。また、2 次取引では、見かけ上いくつかの部品供給者が提携し、それぞれの製造メーカーと取引しているように見える。一方 1 次取引では、各製造メーカーが、部品調達コストに加え、2 次取引で調達した財を組み合わせるサービスによる付加価値を付ける事で利益を得ている様子が観察できる。

2.2 記号の定義

オークションの参加者は、部品の供給者および調達者である。供給者は提供可能な財の種類とそれぞれの正のコストを入札し、提供者は調達したい財について正の評価値を入札する。 $N = \{1, \dots, n\}$ を部品を供給する供給者の集合とし、 $M = \{1, \dots, m\}$ を部品の調達を行うメーカーの集合とする。また $G = \{a_1, \dots, a_k\}$ を取引される財の集合とする。このとき、 $\mathcal{B} \subseteq 2^G$ を財集合 G の部分集合族とし、 $B_j \subseteq \mathcal{B}$ をメーカー j が望む財のバンドル集合とする。財のバンドルについて、今 k 種類の財をオークションするとき、考えられる財の組合せは、 $2^{|k|} - 1$ 個である。従って、メーカー j のバンドル集合は $B_j = \{B_j^1, \dots, B_j^{2^{|k|-1}}\}$ となる。供給者 i の財 a_k を供給する事で生じるコストを $c_i(a_k)$ とし、 p_j をメーカー j の支払額とする。各メーカーへの財の割当集合を $X = \{x_1, \dots, x_m | \forall a, b \in M, x_a, x_b \in X, x_a \cap x_b = \phi\}$ とする。ただし、任意の j について、 $x_j \in B_j$ である。

Assumption 1(準線形の効用:quasi-linear utility) メーカー j の効用 u_j は、メーカー j に割当てられる財に対する支払い額 p_j と評価値 v_j との差で $u_j = v_j - p_j$ で表される。このような効用は準線形の効用と呼ばれ、本論文では準線形の効用を仮定する。同様に、供給者の効用を $u_i = \hat{p}_j - c_i$ と定義し、準線形の効用を仮定する。ただし、 \hat{p}_j は供給者 i への支払額である ($\hat{p}_j \leq p_j$)。

Assumption 2(補完的入札:complementarity bids) メーカーの評価関数について次の性質を満たすと仮定する。任意の $j \in M$ について、ある $B_j^i, B_j^j (B_j^i \cap B_j^j = \phi)$ が存在するとき、 $v_j(B_j^i) + v_j(B_j^j) \leq v_j(B_j^i \cup B_j^j)$ となる。

本研究では、モデル簡単のために、供給者はただ一つの財のみ供給するとする。

3 提携形成プロセス

メーカーのオークション結果から、最適な割当 X^* と支払い $p_j, \forall j \in M'$ が与えられる。このオークション結果を利用して供給者の提携形成を行う。メーカーオーク

† 筑波大学, University of Tsukuba

‡ 山形大学, Yamagata University

ションの割当は、提携を決定している。\$S = \{S_{x_1}, \dots, S_{x_m}\}\$ をオークションをもとに決定された提携集合とする。提案モデルでは、提携形成のために供給者オークションを実施する。提携形成オークションでは、各供給者が独立評価に基づいた入札を行う入札モデルについて分析する。独立評価とは、自らの入札値が、他の情報に依存しない評価である。つまり、自らの選好にのみ基づいた入札を行う。独立評価入札モデルでは、各提携における総評価値、つまり総コストは各入札値の総和で表される。従って、提携 \$S_{x_j}\$ におけるコストは \$C(S_{x_j}) = \sum_{i \in S_{x_j}, a_k \in x_j} c_i(a_k)\$ のように定義される。今提携形成において、メーカーからの支払い \$p_j\$ とコスト \$C(S_{x_j})\$ との差が最大になる提携を形成する事が供給者にとって効果的である。余剰が最大となる提携を \$S^* = \operatorname{argmax}_{S=\{S_{x_1}, \dots, S_{x_m}\}} \sum_{j \in M} \{p_j - C(S_{x_j})\}\$ で求める。このとき、供給者 \$i\$ を除外したときの提携は \$S_{-i}^* = \operatorname{argmax} \sum_{j \in M} \{p_j - C(S_{x_j, -i})\}\$ となる。ただし、供給者 \$i\$ を除外したときの最適提携集合を \$S_{-i}^* = \{S_{x_1, -i}^*, \dots, S_{x_m, -i}^*\}\$ とする。また、提携 \$S_{x_j}\$ における各供給者の受取額 \$o_i\$ は \$o_i = c_i(a_k) + \{C(S_{x_j, -i}^*) - C(S_{x_j}^*)\}\$ のように定義する。提携を行う事により、供給者は支払い以上の余剰を獲得する事が出来る。つまり、\$p_j \geq \sum_{i \in S_{x_j}^*} o_i\$。余剰を \$Sur = p_j - \sum_{i \in S_{x_j}^*} o_i\$ とする。各供給者は獲得した余剰を提携内で再配分する。本研究では簡単のため、余剰配分は提携内での均等配分とする。

3.1 プロトコル

本論文で提案する二次取引の取引プロトコルを示す。

- Step1. 二次取引に参加する供給者は自らの販売する財とそれを販売する事で生じる正のコストを申告する。同様に、メーカーは希望する財のバンドルに対し正の評価値を申告する。なお、取引モデルの仮定より、メーカーの評価関数は補完性を満たす。
- Step2. メーカーからの入札値を基に GVA メカニズムを利用し、財の割当と支払額を決定する。
- Step3. 財の割当及び支払額の情報を利用し、供給者の提携構造と提携への配分を決定する。決定された提携構造を満たす各割当に対する提携を供給者のオークションを基に決定する。
- Step4. 各供給者への支払いを決定し、余剰を計算する。各提携内で計算された余剰を配分する。

ここで、一つ例を挙げる。今、各供給者の入札が Table 1 のようになっている。このとき、メーカー側のオークション結果が、勝者と割当の組 (mft 1, \$\{a, b, c\}\$) となり、支払い価格は、\$p_3 = \\$35\$ と与えられている。このとき、供給者オークションでは、提携構造 \$\{a, b, c\}\$ の中で最低コストとなるものを選べば良い。この場合、最低コストとなる提携 \$S_{x_3}^*\$ は \$S_{x_3}^* = \{3, 5, 6\}\$ となり、そのコストは、\$C(S_{x_3}^*) = 24\$ となる。また、各供給者の受取額を次のよ

表 1 Bidding table of suppliers

Suppliers	{a}	{b}	{c}
supplier 1	10	0	0
supplier 2	0	8	0
supplier 3	7	0	0
supplier 4	0	0	12
supplier 5	0	7	0
supplier 6	0	0	10

うに求める。

$$o_3 = c_3(\{a\}) + \{C(S_{x_3, -3}^*) - C(S_{x_3}^*)\} \quad (1)$$

$$= 7 + (27 - 24) = 10$$

$$o_5 = c_5(\{b\}) + \{C(S_{x_3, -5}^*) - C(S_{x_3}^*)\} \quad (2)$$

$$= 7 + (25 - 24) = 8$$

$$o_7 = c_7(\{a\}) + \{C(S_{x_3, -7}^*) - C(S_{x_3}^*)\} \quad (3)$$

$$= 10 + (26 - 24) = 12$$

このときの余剰 \$Sur\$ は、\$5\$ である。提携内で余剰を均等配分を行うと、ひとりあたり \$5/3\$ を得る事が出来る。

4 おわりに

本研究では、製造企業の調達取引において、調達者の入札情報を利用した、複数財 B2B オークションプロトコルを提案した。調達側のオークション結果を利用して、供給側の提携構造と配分を決定する事で、新たな余剰を生む事が出来る。本研究で扱った取引は、あらかじめ調達者と供給者が知られている限定されて市場での取引である。従って Yokoo ら [4] が指摘している架空名義入札などの不正入札は発生しないと考えられる。今後の課題として、より詳細なモデル分析、とくに補完的入札が仮定されていない状況の分析を行う必要がある。また、本モデルで使用している GVA メカニズムは一般に計算困難な割当問題を解く必要があるため、その割当問題を高速に解くアルゴリズムの開発も課題となる。

参考文献

- [1] K. Leyton-Brown, Y. Shoham, and M. Tennenholtz. Bidding clubs: institutionalized collusion in auctions. *Proceedings of the 2nd ACM conference on Electronic Commerce*, pages 253–259, 2000.
- [2] Vijay Krishna. *Auction Theory*. Academic Press, 2002.
- [3] Paul Milgrom. *Putting Auction Theory to Work*. Cambridge University Press, 2004.
- [4] M. Yokoo, Y. Sakurai, and S. Matsubara. The effect of false-name bids in combinatorial auctions: new fraud in internet auctions. *Games and Economic Behavior*, 46:174–188, 2004.