

## コンピュータブリッジにおける競り合いのビッド

中原雅之 上原貴夫

東京工科大学

コントラクトブリッジにおけるオークションは、敵がパスしかなしないパートナーシップビディングと、敵が競り合いに参加するコンペティティブビディングに分類できる。コンペティティブビディングでは、ビッドを継続すべきかどうかの判断が難しく、上級者でもしばしば誤りをおかす。本稿では、Larry Cohen の著書 “To Bid or Not to Bid” に従い、トータルトリックの法則をコンピュータブリッジに実装し実験した結果について報告する。

## Competitive Auction by Computer Bridge

Masayuki Nakahara, Takao Uehara  
Tokyo University of Technology

The competitive auction of the contract bridge game is more difficult than the partnership bidding where opponents always pass. Even top players make mistakes at the competitive auction. We implement the Law of Total Tricks, which is described in the book “To Bid or Not to Bid” by Larry Cohen, for our computer bridge program. Experimental results are reported in this paper.

### 1. はじめに

コントラクトブリッジ[1] (以下ブリッジ) は欧米で広く親しまれているカードゲームである。4人がテーブルの四方に座り、対面のプレイヤー同士がペアを組む。各プレイヤーは13枚ずつ配られたカードを他人に見えないように持つ。4人が順番に1枚ずつ出したカードの強弱で勝者を決める。この1手順をトリックとよぶ。13トリックを繰り返す、ディクレアラとよばれる人のペアが宣言したトリック数を取ることができたかで点数が決まる。切札と勝つべきトリック数の宣言であるコントラクトはプレイの前に行われるオークションで決定する。オークションとは文字通りの競り合いであり、この競り合いの駆け引きにより、勝利条件の難易度や勝利点数が変化する。

オークションは、敵がパスしかなしないパートナーシップビディングと、敵が競り合いに参加するコンペティティブビディングに分類できる。コンペティティブビディングでは、ビッドを継続すべきかどうかの判断が難し

く、上級者でもしばしば誤りをおかす。本稿では、Larry Cohen の著書 “To Bid or Not to Bid” [2] に従い、トータルトリックの法則をコンピュータブリッジに実装し実験した結果について報告する。

### 2. パートナシップビディング

ビッドは、パートナー間での約束 (ビディングシステム) に従って行われる。敵がパスしかなない場合には、この約束からパートナーのハンドの強さを推論し、自分のハンドの強さと合わせてコントラクトを決める。判断の基準の例としては、つぎのようなものがある。

#### 1) ノートランプコントラクトの場合:

ペアの絵札点 (HCP) の合計が 26 点で 3NT, 33 点で 6NT, 37 点で 7NT

#### 2) スーツコントラクトの場合:

ルージングトリック (LT) の合計を  $X$  としたとき、 $24 - X$  トリック取れる。

例えば、1NT のビッドが 15~17HCP と約束されていれば、11HCP をもっているパートナーは 3NT とビッドし、これがコントラクトになる。

Vul: None  
Dealer: S

S 742  
H 5  
D K1097  
C K8754



S AKQ86  
H 10763  
D J8  
C A10

West	North	East	South
			1S
P	3S	P	4S
P	P	P	

図1 パートナーシップビディングの例

図1の例では、Southが1Sとオープニング  
ビッドをした。Northは、オープニングビッド  
の約束から、Southのハンドはスペードが5枚  
以上で、ルージングトリックは7以下と推論す  
る。North自身のハンドは8LTなので、

$$24 - (7+8) = 9$$

と計算し、9トリック取れるという予想のもと  
に、3Sをビッドする。つぎに、Southは、

$$24 - (7+X) = 9$$

$$X=8$$

から、Northはスペードを3枚以上もち、8  
LTのハンドであると推論する。South自身は  
6LTであるから、

$$24 - (6+8) = 10$$

と計算し、10トリック取れるという予想のも  
とに、4Sをビッドする。

敵にじゃまされない場合のビッドは、約束を  
記述したルールベースを用意することにより、  
比較的容易にコンピュータで実現できる。[3]

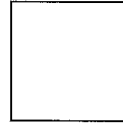
### 3. コンペティティブビディング

図2の例では、Westが2H、Eastが4H  
と競り合ってきた。この例では、Northと  
Southは、パートナーシップビッドと同じ判  
断基準でビッドしている。

著者は、以前に、敵のビッドができるとし  
た場合、こちらがさらにビッドした方がよい  
か判断するプログラムを実装した。[3]

Vul: None  
Dealer: S

S 742  
H 5  
D K1097  
C K8754



S AKQ86  
H 10763  
D J8  
C A10

West	North	East	South
			1S
2H	3S	4H	4S
P	P	P	

図2 コンペティティブビディングの例

しかし、前節で述べた判断基準では、敵が  
何トリックとれるか判断することができな  
い点が問題であった。

### 4. トータルトリックの法則

トータルトリックの法則とは、「敵と味方  
の取れるトリック数の合計(トータルトリッ  
ク)が、双方の切札の枚数の合計(トータル  
トランプ)に等しい」という経験則である。  
また、Cohenは、この法則が安全を保障す  
るビッドのレベルをつぎのように表現して  
いる。「自分のペアの切札の合計枚数に等し  
いトリック数のレベルまでビッドすべきで  
ある」

この法則を上手に活用するためには、自分  
のトランプの枚数をパートナーに正確に伝え  
るビッドの約束が必要になる。

図1、図2と同じハンドをもった North  
-Southのペアが、トータルトリックの法則  
をビッドの判断にもちいる場合を考察する。  
図3のように、Northはスペードが3枚なの  
で、2Sをビッドした。Southの1Sが5枚  
以上のスペードを示しているため、合計8枚  
はあり、2Sはトータルトリックの法則が保  
障する安全なビッドである。Eastの4Hに  
対して、4Sをビッドすべきかどうか、[2]の  
本例題に対する解説に従い、細かく計算して  
みる。

Vul: None S 742  
 Dealer: S H 5  
 D K1097  
 C K8754



S AKQ86  
 H 10763  
 D J8  
 C A10

West	North	East	South
			1S
2H	2S	4H	?

図3 トータルトリックの法則の適用

South は、自分のペアのスペード合計枚数が8であり、4S のビッドは安全が保障されないことを知っている。また、East-West ペアのハート合計枚数が8枚 (13-4-1) と推論できる。従って、トータルランプは16であり、法則によれば、トータルトリックは16に等しい。もし、4S ができる (10トリックとれ、+420点獲得) とすれば、敵は6トリックしかとれず、4H は4ダウンする。4H をダブルすれば、+800点 (この例がプレイされた1978年のWorld Pair Championship 当時の採点法では+700点) が取れ、ずっと得をする。

表1 16 トータルトリックの比較表  
 CHART FOR 16 TOTAL TRICKS  
 Nobody Vulnerable

We Play the Hand in four spades double		They Play the Hand in four hearts double	
Our # of Tricks	Our Score	Their # of Tricks	Our Score
10	+590	6	+800
9	-100	7	+500
8	-300	8	+300
7	-500	9	+100
6	-800	10	-590

表1に、自分たちのとれるトリック数を7, 8, 9, 10と仮定した場合の得点の比較表を示した (双方ともダブルをした場合を示している)。トータルトリックの法則は、すべての場合、4S をビッドするよりも4H をダブルすべきことを示している。

Vul: None S 742  
 Dealer: S H 5  
 D K1097  
 C K8754

S J1053  
 H A9842  
 D AQ  
 C 92



S 9  
 H KQJ  
 D 65432  
 C QJ62

S AKQ86  
 H 10763  
 D J8  
 C A10

West	North	East	South
			1S
2H	2S	4H	4S
Dbl	P	P	P

図4 1978 World Pair Championship の例

実際の試合では、図4のように、South の Marcello Branco は4S をビッドして、敵にダブルをされた。敵によるディフェンスのミスに助けられ4メイクし+590点を獲得したが、トータルトリックの法則を使っていれば、4H をダブルして4ダウンさせ+700点 (現在の採点法では+800点) 獲得することができたはずである ([2]の解説を引用)

## 5. コンピュータブリッジへの実装

### 5.1 コンピュータブリッジの構成

我々のコンピュータブリッジ (TUT Bridge) はオークション部とプレイ部の2つで構成されている。オークション部は制約論理プログラミング言語 ECLiPSe で実装している。ビディングシステムとしては、Five Card Major System を基本として、Two Over One Game Force とよばれる方式を採用している。

パートナーシップビディングの基本である

オープニングビッド、レスポンス、リビッドなどは、そのビッドをするためのハンドの制約条件（HCP、LT、各スーツの枚数など）をECLiPSeで記述して、ルールベースの知識としている。コンペティティブビッドの基本であるオーバーコール、ダブル、リダブルなどについては、ほんの一部しかルールベース化していない。これは、ビッドの経過を列挙するとその数が多く、全ての場合を記述するのが困難だからである。

これまでのビッド経過、自分のハンドに関する情報をルールベースと照合し、次のビッドを決定する。ルールベースに適合するものがない場合には、他のプレイヤーのハンドを推論した後、一般的な判断基準に従いビッドを決定する。パートナーシップビディングの場合は、2節で述べたHCPやLTを判断の基準としている。従来のTUT Bridgeでは、コンペティティブビディングの場合にも、HCPやLTを判断の基準としていた[4]。本研究では、HCPやLTではなく、切札の枚数を基準とするトータルトリックの法則（LOTT）に従った判断を実装し、実験・評価を行う。

## 5. 2 LOTT を用いない実装

参考のために、[4]で行った実装の概要を述べる。

1) ビッド経過と自分のハンドから、敵と味方の各スーツの枚数とHCP、LTの下限を推論する。

2) 敵、味方の切札（あるいはNT）をスーツの枚数から仮定し、HCPあるいはLTから、双方のコントラクトを予想する。

3) 味方がコントラクトをとった場合（コントラクトを達成できれば得点、できなければ失点）と、敵がコントラクトをとった場合の点を比較して、利益が最大（損失が最小）と期待されるビッドを行う。

図5の例で、Northのビッドはつぎのようにして決定される。

1) ルールベースより、Southのスペードは6枚以上、ハートは3枚以下、6~10HCP、7~8LTと推論する。また、自分のハンドの観察から、Northはスペード5枚、ハート2枚、4HCP、8LTである。味方のハンドを合わせれば、スペード11枚以上、15~16LTである。

また、味方のハートは合計5枚以下だから、敵には合計8枚以上のハートがある。味方のHCP合計は14点以下だから、敵は合計26~30点（12.5~14LT相当）もっている。

2) 2節の判定基準によれば、North-Southペアは、2Sか3Sができることが予想される。East-Westペアは、4Hはもちろん、6Hができる可能性もある。

3) 4Hを作られたときの失点-420と、4Sをダブルされ2ダウンした失点-300を比較し、4Sをビッドするように実装した。

Vul: None            S K8752  
 Dealer: S            H 75  
                          D 8  
                          C J9843



West	North	East	South
			2S
	P	?	

図5 文献[5]から引用した例題

図5の例題では、敵のHCPが比較的はつきりわかっていたので、利益あるいは損失を容易に計算できた。一般的には、敵のHCP（あるいはLT）が明らかでない場合が多く、味方のLTから算出されるトリック数を越えてビッドすることが少ないのが実状である。

## 5. 3 LOTT を用いた実装

図5の例題に、LOTTを適用する場合について考察する。

「自分のペアの切札の合計枚数に等しいトリック数のレベルまでビッドすべきである」に従えば、5Sとなる。

トータルトランプを数えての計算は以下のようになる。敵のハート最低8枚、味方のスペード11枚なので、トータルトランプは19、LOTTにより、トータルトリックも19となる。表2、表3に比較表を示す。

表 2 19 トータルトリックの比較表  
CHART FOR 19 TOTAL TRICKS  
Nobody Vulnerable

We Play the Hand in four spades double		They Play the Hand in four hearts	
Our # of Tricks	Our Score	Their # of Tricks	Our Score
10	+590	9	+50
9	- 100	10	- 420
8	- 300	11	- 450
7	- 500	12	- 480
6	- 800	13	- 510

表 2 は、敵の 4H に対して 4S をビッドでダブルをかけられた場合の比較表で、8 トリック以上とれば得で、7 トリックでも損はないことを示している。

表 3 19 トータルトリックの比較表  
CHART FOR 19 TOTAL TRICKS  
Nobody Vulnerable

We Play the Hand in five spades double		They Play the Hand in five hearts	
Our # of Tricks	Our Score	Their # of Tricks	Our Score
10	- 100	9	+100
9	- 300	10	+50
8	- 500	11	- 450
7	- 800	12	- 480
6	- 1100	13	- 510

表 3 は、敵の 5H に対して 5S をビッドでダブルをかけられた場合の比較表で、どのような場合でも損をすることを示している。

敵のハートは 9 枚である可能性もあるので、20 トータルトリックの比較を表 4 と表 5

に示す。

表 4 20 トータルトリックの比較表  
CHART FOR 20 TOTAL TRICKS  
Nobody Vulnerable

We Play the Hand in five spades double		They Play the Hand in five hearts	
Our # of Tricks	Our Score	Their # of Tricks	Our Score
10	- 100	10	+50
9	- 300	11	- 450
8	- 500	12	- 480
7	- 800	13	- 510

表 4 は、敵の 5H に対して 5S をビッドでダブルをかけられた場合の比較表で、敵のコントラクトができるのであれば、8 トリでも損はないことを示している。7 トリックでは一見損のように見えるが、実は敵が 6H をビッドしていれば -1180 となるので、5S ダブルをプレイした方が得だともいえる。

表 5 20 トータルトリックの比較表  
CHART FOR 20 TOTAL TRICKS  
Nobody Vulnerable

We Play the Hand in six spades double		They Play the Hand in six hearts	
Our # of Tricks	Our Score	Their # of Tricks	Our Score
10	- 300	10	+100
9	- 500	11	+50
8	- 800	12	-1180
7	- 1100	13	-1210

表 5 は、敵の 6H に対して 6S をビッドでダブルをかけられた場合の比較表で、敵のコントラクトができるならば、損はないことを示している。

LOTTの実装のしかたとしては、つぎの2つが考えられる。

1) 自分のペアの切札の合計枚数に等しいトリック数のレベルまでビッドする。

実装は簡単であるが、どの程度実戦で通用するかは実験を要する。

2) トータルトリックを計算し、比較表を用いて結論をだす。

トータルランプの有効な推定法と比較表のどの部分を判定に用いるかが明確ではないので、実装上の工夫と実験による評価が必要である。

#### 5. 4 LOTT 向コンベンションの実装

LOTTでは、味方のランプの枚数を正確に知ることが大切である。そのために表6のような特殊なビッドの約束(コンベンション)を用いる。

表6 Partner Bids One-of-a-Major and the Opponents Pass:

2 of-a-Major Raise =	3-card support 7-10 points Constructive
2 Notrump =	4-card support 13+ points Game-force
3 Clubs =	4-card support 7-10 points Constructive
3 Diamonds =	4-card support 10-12 points Limit
3 of-a-Major Raise =	4-card support 0-6 points Preemptive
4 of-a-Major Raise =	5-card support 0-7 point Preemptive

また、敵の1NTのオープニングビッドに対して、いち早く8枚以上のランプを見つけるために表7に示すD.O.N.T.というコンベンションを用いる。

今回の実験のために、これらのコンベンションを実装した。

表7 D.O.N.T.

DOUBLE =	Any one-suiter Partner must pull to two club We will pass with clubs, otherwise bid our suit.
TWO CLUBS =	CLUBS and any higher suit
TWO DIAMONDS =	DIAMONDS and any higher suit
Two HEARTS =	HEARTS and any higher suit
Two SPADES =	SPADES (weaker than doubles)

#### 6. 実験

##### 6. 1 指導書との比較

最初の実装では、トータルトリックを計算し、比較表を用いた。花山氏によるビッドの指導書[6]を用い、58問の例題について実験し、記載されている正解と比較した結果を表8に示す。

表8 文献[6]の例題による実験  
全58問における正解数

問題	正解数	不正解数
ビッドとパスの判断	33	3
ダブルとパスの判断	4	4
情報交換を目的としたビッド	0	5
プリエンブティブビッド	8	1
合計	45	13

「ビッドすべきかパスすべきかの判断」、  
「プリエンブティブビッド」は大部分正解した。

「ダブルとパスの判断」は4問ながら、全て不正解であった。この実験の実装では、トータルトリックによる比較表の見方を、つぎのようにした。

- 1) 味方のランプ枚数をNとしたとき、Nトリック、N+1トリック、N-1トリックの3行を見て、点数の平均で決める。
- 2) この3行で敵がつねにダウンしていたら

ダブルをかける。

不正解の原因は、HCP を全く無視したことが原因と考えられる。双方 20HCP のときにはトランプ枚数で取れるトリック数が決まると考えられるので、上記 N 行を中心に見る方法はよいであろう。しかし、HCP に差がある場合には、3 点につき 1 トリックずつぐらい中心をずらす実装がよいと思われる。

「情報交換を目的としたビッド」は、競り合いの途中で切札以外の長いスーツをビッドするものである。今回は実装する余裕がなかったが、2 スーツがフィットした場合トータルトリックが増えることがあり、将来は実装したい。

## 6. 2 トータルトリックの調整

トータルトリックとトータルランプが等しいという法則は常になりたつものではない。時にはトータルランプ以上のトータルトリックがある場合や、逆にそれ以下になる場合もある。実装では、トータルランプからトータルトリックを求めるときに自分のハンドをヒントにして調整をした。調整の要素は下記のようなものである。

- 1) 0 枚のスートがある (+1)
- 2) 2 つのスーツでフィットしている (+1)
- 3) ピュアなハンド (+1)
- 4) 敵の切札を 1 枚しか持っていない (+1)
- 5) バランスハンド (-1)
- 6) ミスフィット (-1)
- 7) ピュアでないハンド (-1)

トータルトリックを求めるときにこれらの調整要素が自分のハンドに含まれている場合には調整を行う。例えばオークションの経過からトータルランプが 17 であるとわかり、自分のハンドの 0 枚のスートがあったとする。このときのトータルトリックは、トータルランプの 17 に +1 を加えた 18 となる。

実験を通じて、調整要素の取捨選択を行った。

## 6. 3 トータルランプの推定

LOTT を基準とする前の TUT の実装では、

制約論理により各スーツの枚数の下限を求めて、切札の決定基準としていた。LOTT の実装に際しては、あるスーツについて明らかになっている枚数を N とし、残りの M 人が  $(13-N)/M$  枚持っているとして仮定してトータルランプを計算するように実装した。

## 7. おわりに

LOTT のコンピュータブリッジへの実装を行い、指導書の例題の大部分に正解をすることを確認した。また、改良すべき実装上の問題がいくつか明らかになった。

改良を行った上で、各実装上の要点が実戦でどのような効果を上げるのか、対戦実験により確かめたい。

## 参考文献

- [1]日本コントラクトブリッジ連盟のホームページ：<http://www.icbl.or.jp/>
- [2]Cohen, L.: To Bid or Not to Bid, The Law of Total Tricks, Natco Press (1922)
- [3]安藤剛寿, 関谷好之, 上原貴夫: コンピュータブリッジのビッドにおけるパートナーシップ, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J81-D-II, No.10, pp. 2366-2375 (2001)
- [4]安藤剛寿, 小林紀之, 上原貴夫: コンピュータブリッジのビッドにおける協調と競合, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J83-D-I, No. 7, pp.759-769 (2000)
- [5]Klinger, R: The modern losing trick count: Bidding to win at bridge, Victor Gollancz Ltd.(1991)
- [6]花山武志: 5M 2/1GF, <http://homepage2.nifty.com/osakabc/hjonep.html>

## 付録

次ページに、ある市販のコンピュータブリッジ X と我々の実験版 (TUT2) のオークションの一例を示した。

				<b>North x</b> K 9 5 4 3 Q 8 5 4 A 8 3 4 ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ 4♦ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣																			
<b>West TUT2</b> J 10 6 2 Q J 10 9 A K 10 7 3 ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ 3♦ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣								<b>East TUT2</b> A Q 2 J 9 7 6 Q J 8 6 5 2 ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ 2♦ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>West</th> <th>North</th> <th>East</th> <th>South</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2 ♠</td> <td>Pass</td> <td>1 ♠</td> <td>1 ♠</td> </tr> <tr> <td>5 ♠</td> <td>Pass</td> <td>Pass</td> <td>Pass</td> </tr> </tbody> </table>				West	North	East	South	2 ♠	Pass	1 ♠	1 ♠	5 ♠	Pass	Pass	Pass	<b>South x</b> 8 7 A K 10 6 3 K 7 5 4 2 9 ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ 9♦ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣							
West	North	East	South																				
2 ♠	Pass	1 ♠	1 ♠																				
5 ♠	Pass	Pass	Pass																				

				<b>North TUT2</b> K 9 5 4 3 Q 8 5 4 A 8 3 4 ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ 4♦ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣																			
<b>West x</b> J 10 6 2 Q J 10 9 A K 10 7 3 ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ 3♦ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣								<b>East x</b> A Q 2 J 9 7 6 Q J 8 6 5 2 ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ 2♦ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>West</th> <th>North</th> <th>East</th> <th>South</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4 ♠</td> <td>Pass</td> <td>1 ♠</td> <td>2 NT</td> </tr> <tr> <td>Pass</td> <td>4 ♠</td> <td>Pass</td> <td>Pass</td> </tr> </tbody> </table>				West	North	East	South	4 ♠	Pass	1 ♠	2 NT	Pass	4 ♠	Pass	Pass	<b>South TUT2</b> 8 7 A K 10 6 3 K 7 5 4 2 9 ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ ♠ 9♦ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣							
West	North	East	South																				
4 ♠	Pass	1 ♠	2 NT																				
Pass	4 ♠	Pass	Pass																				