

## プロ野球CS進出まであと何勝？

### —NUOPTを活用したCSナンバーの算出—

株式会社 時事通信社

川上 貴之

吉永 正幸

#### 1. はじめに

プロ野球2012年の公式戦は3月30日に開幕した。この予稿集の執筆時点で180日ほど経過し、130試合程度を消化。残り試合数は10試合近いものとなった。ある球団はリーグ優勝を決め、またある球団はクライマックスシリーズ（CS）進出を目指して連戦奮闘している。

本稿では、日本シリーズ制覇を占う上で重要とされ、クライマックスシリーズ進出への指標として使われる「CS進出ナンバー（CSナンバー）」の算出について報告する。コンファレンス当日は日本シリーズも終了しており、日本一の球団によるビールかけは終わっているが、現時点で筆者はどの球団が美酒を浴びるのか知ることができない。今回、CSナンバーを算出するために使用したデータは、開幕から9月25日までの勝敗結果となる。

#### 2. プロ野球とポストシーズン

日本のプロ野球はリーグ内で行う公式戦（対5球団×24対戦＝120試合）と、セ・リーグ、パ・リーグ間でインターリーグゲームの交流戦（対6球団×4対戦＝24試合）を行いレギュラーシーズン（1球団当たり全144試合）の成績を競う。レギュラーシーズン終了後はセ、パ両リーグの上位3チームが戦うクライマックスシリーズと、その勝者同士が日本一を争う日本シリーズがある。これらのゲームはレギュラーシーズン閉幕後に行われることからポストシーズンと呼ばれる。

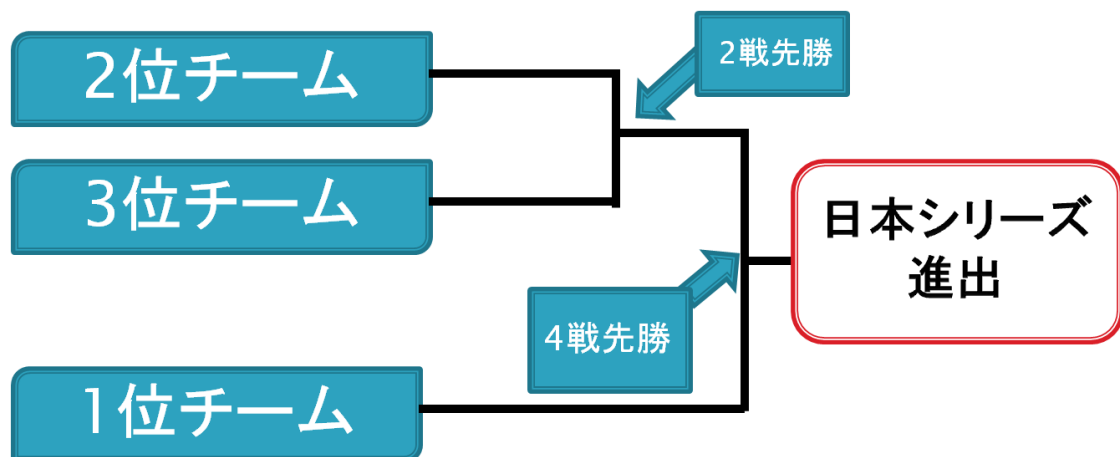


(プロ野球の年間スケジュール)

半年以上かけて行われるレギュラーシーズンのなかで、ポストシーズンに出場できるかが日本一へのカギとなる。特にクライマックスシリーズ進出の条件に食い込むことは、144試合の長期戦を乗り切るうえでの大命題と言える。

クライマックスシリーズは2007年から始まったプレーオフ制度で、セ、パ両リーグともレギュラーシーズン上位3チーム(Aクラス)で日本シリーズ出場権を懸けて戦う。ファーストステージ(3試合制)は2位と3位が対戦し、その勝者と1位がファイナルステージ(6試合制アドバンテージあり)で戦う。2004年から3年間実施されたパ・リーグのプレーオフを前身とする。

過去のクライマックスシリーズを振り返ると、アドバンテージ1勝を与えられたリーグ戦1位通過チームが有利なもの、2007年の中日(2位)や、2010年のロッテ(3位)などファーストステージを勝ち上がったチームがCSを制するケースも存在する。さらに両チームはその年の日本シリーズも制し、日本一の栄冠を手にした。リーグ優勝を示す優勝マジックが注目される一方で、Aクラス入り確定を示すCS進出ナンバーにも話題が集まっている。



(クライマックスシリーズ)

### 3. プロ野球の順位を決めるもの

リーグ戦を行うスポーツは順位を決めるに当たり、勝ち点（Jリーグ）や、勝率（プロ野球）を用いるのが通例となっている。勝ち点制のスポーツは、勝ち・引き分け・敗けにそれぞれ一定のインセンティブを与え、その合計で順位を決める。勝率を用いる場合は、「勝ち数÷試合数」の値から順位を判別している。

勝率を使った順位決定は、チーム間の対戦数が違っても順位が出せるなど利点はあるが、引き分けの取り扱いが問題になる。野球の母国アメリカでは順位算出に勝率を使っているが、引き分けを認めていないため、単純なものとなっている。サスペンデッドゲームでは必ず再試合を行って勝敗を決めている。

しかし、引き分けを採用している場合は、その取り扱いによって勝率の求め方が変わってくる。例えば、アメリカンフットボール（NFL）では引き分けを0.5勝0.5敗として勝率を求めている。また、過去には韓国のプロ野球で、引き分け数を敗け数に加算して勝率を求めたケースも存在する。日本プロ野球の場合は、勝率を求めるときに引き分け数を除外する方法を採用している。勝率の計算式は引き分け数をノーゲーム扱いとして「勝ち数÷（試合数－引き分け試合数）」で表すことができる。

### 4. 引き分けの価値

ここで勝率の計算（試合数）から除外した引き分け数の価値について考察する。引き分け1試合がN勝分の価値に相当するとして勝率を考えると「（勝ち数+引き分け数×N）÷試合数」とすることができる。これを勝率の計算式と等しいとして「勝ち数÷（試合数－

引き分け試合数) = (勝ち数+引き分け数×N) ÷ 試合数」からNを求めると「N=勝ち数÷(試合数-引き分け数)」となり、つまり勝率と等しいことが分かる。引き分けの価値とは“勝率”勝、“1-勝率”敗と同じ意味をもつ。これは勝率が7割のチームにとって引き分けは0.7勝、0.3敗の価値を生み、勝率が3割のチームにとっては0.3勝、0.7敗の価値しか残らないことを示す。引き分けは勝率によって価値が変わっていく。接戦の試合を何とか引き分けに持ち込んだとして、上位チームと下位チームでその意味は大きく異なっている。

近年は引き分け試合が増加傾向にある。プロ野球は従来、延長12回までを区切りとして“時間無制限”で試合を行ってきたが、2011年からは東日本大震災による電力不足問題の節電対策として“3時間半ルール”を追加している。これは「試合時間が3時間30分を過ぎれば新たな延長回には入らない」という特別措置で、結果同点のまま打ち切られる試合が増えた。ルール導入前の2010年は一球団当たりの平均引き分け数が2.7試合だったが、導入後は9.3試合(2011年)と3倍に増加、2012年はシーズン途中ながら12.3試合(9月29日時点)となっている。

プロ野球では、勝ち負けに加え、勝率の計算から除外しているはずの引き分け試合についても考慮することが重要となる。

## 5. CSナンバーとは？

時事通信社は、プロ野球のクライマックスシリーズ進出まで何勝が必要かを示す「CS進出ナンバー」(略称CSナンバー)の計算システムを数理システムと共同開発、8月17日から新聞、テレビ各社へ配信している。CSナンバーは先に述べたとおり日本シリーズ制覇への足がかりとなる指標として、レギュラーシーズン後半で注目される。同ナンバーはCS進出に必要な勝ち数のほか、進出が確定したケースや自力でのCS進出がなくなったケース、他力での進出が絶たれたケースを算出している。

### ◇CSナンバー

#### 【セ・リーグ】

(15日現在)

巨人	☆
中日	1
ヤクルト	15
広島	15
阪神	△
DeNA	×

### ◇CSナンバー

#### 【パ・リーグ】

(15日現在)

日本ハム	9
西武	11
ソフトバンク	14
楽天	17
ロッテ	18
オリックス	△

☆進出確定

△自力進出なし

△自力進出なし

×進出なし

(CSナンバーの配信記事、9月16日付朝刊用)

CSナンバーは点灯したり、消えたりする優勝マジックと違い、リーグ全球団に開幕時から存在する。米大リーグのプレーオフ進出争いなど欧米のプロスポーツリーグではエリミネーションナンバーなどと呼ばれる同じような指標が以前から使われており、計算式も広く知られている[1][2]。

しかし、引き分けが存在する日本のプロ野球は各チームの残り試合の勝ち、負け、引き分けのパターンが膨大なため、より複雑な計算式が必要で、従来の手法では算出が困難だった。時事通信社は数理システムと共同研究を行い、同社のもつ数理計画ソルバー (NUPOT) を活用して、残り試合の全パターンからCS進出に必要な最小勝利数を素早く求める計算システムを開発するに至った。

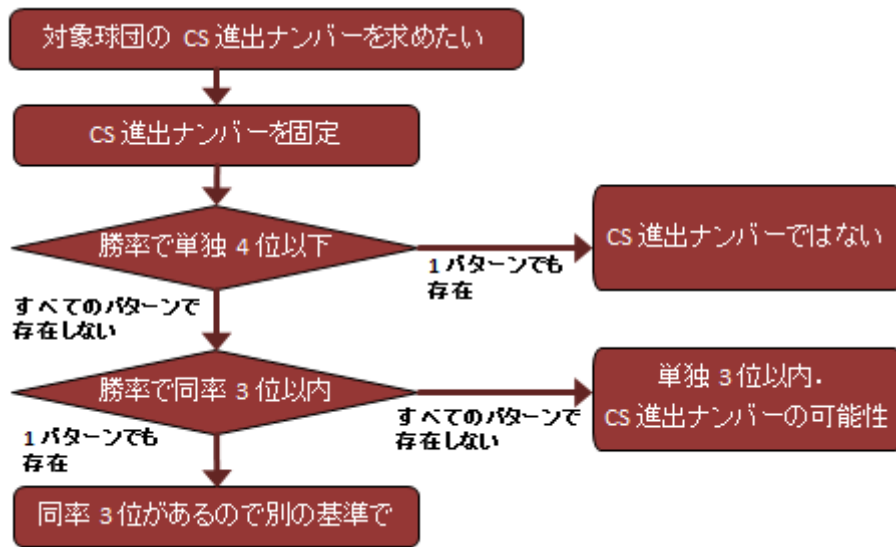
## 6. CSナンバーを求める

時事通信社ではCSナンバーの定義を「所属リーグの最終順位が3位以上となるのに必要な最小勝ち数」としている。また、CSナンバーが残り試合数を超過した場合を自力進出不可として「△」で、残り試合がどのようなシナリオでも進出が絶たれた場合を「×」という記号を用いて表現している。

各球団のCSナンバーの導出は、計算対象とする球団のCSナンバーを仮定の値で固定し、残り試合の全シナリオに対してCSナンバーとして有効か無効かを判定しながら、最小の値を求めている[3]。

はじめに、CSナンバーが成り立つための第1条件として「対象となる球団の勝率が単独で4位以下」という数理計画問題を設定し、すべてのシナリオに対して解が存在しないことを確認する。これは仮のCSナンバーが「すべてのシナリオで勝率が同率3位以内」であることを意味している。

次に同様の問題を「対象となる球団の勝率が同率で3位以下」という条件で設定し、解の有無を調べる。すべてのシナリオにおいて解が見つからなかった場合、「対象球団の勝率は単独3位以上」となることが分かり、仮で設定していたCSナンバーの値は最終候補として保存される。解が存在した場合は、2球団以上で勝率が同率で並ぶことになり、セ・リーグ、パ・リーグのルールに従い順位を決める。上記の判定プロセスを用いながら仮設定するCSナンバーの値を変化させることで、最小の勝ち数 (CSナンバー) を求めていく。

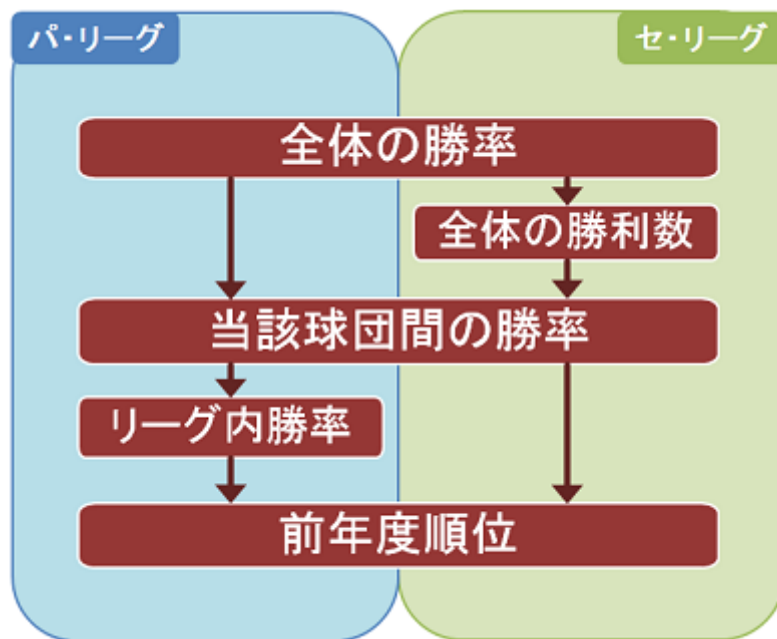


(CS ナンバーの判定、数理システムHP より)

## 7. 同率順位

前項で触れたように2チーム以上の勝率が同率で並んだとき、日本野球機構傘下のセ・リーグ連盟、パ・リーグ連盟ではリーグ内の申し合わせ事項としてアグリーメントを設けている。同率となった場合のアグリーメントはセ、パ・リーグ間で異なり、いくつかの判定条件が段階的に定められている。

最終的な勝率が同率となるのは稀であるが、正しい最終順位を求める上では外せない要素となる。システムの実装に当たっては特異なケースも考慮し設計した。



(勝率同率時の順位判定、数理システムHPより)

## 8. 配信

通信社の業務で最も大切なことは、“速く、正確に”世の中のファクトを国内外へ配信することにある。CSナンバーの算出においても、その値が正しいこと、迅速に配信が可能なことを念頭に運用面を工夫している。

正確さについては、数理計画ソルバーとして様々な分野で利用実績のあるNUOPT（数理システム）を用いること、さらに検算機能を設けるなどして精度を高めた。CSナンバーは毎朝の新聞紙面に掲載されることもあり、非常に多くの人の関心を集める数字となっている。その反面、誤った値を掲載した瞬間にそれ自体がニュースになってしまうほどの大きな影響力をもっている。算出に当たっては、過去のシーズンデータを使ってテスト重ね、慎重に開発を行った。

また、迅速な報道を心がけるために、CSナンバーはセ、パ各リーグの当日全日程終了後すぐに配信を行っている。試合終了後の5分以内に全国の新聞社やテレビ局へCSナンバーを提供する環境を構築した。

残り試合数が多い段階では試合結果の組み合わせが膨大で計算時間が長くなる。高速で実行可能なソルバーを用い、スペックの高いPCを使っても、試合直後にCSナンバーを算出して配信するのは難しい。実際の運用では、試合前日に計算を行うことで計算に必要な時間の問題を解決した。翌日予定されているセ、パ両リーグ合わせて最大6試合を“勝ち、負け、引き分け、中止”の4パターン合計128種類で、あらかじめ計算。編集者は、

当日の勝敗結果が出た瞬間にどのシミュレーションパターンに合致したかを選択する。当日は計算を行わないため、すぐにCSナンバーを配信することが可能となった。

前もってCSナンバーを計算することで、前日のうちに明日の予想が立てられ、CS進出確定が目前の球団が分かる。これは現場の記者にとっては非常に有益な情報で、取材ツールとしても活用されている。



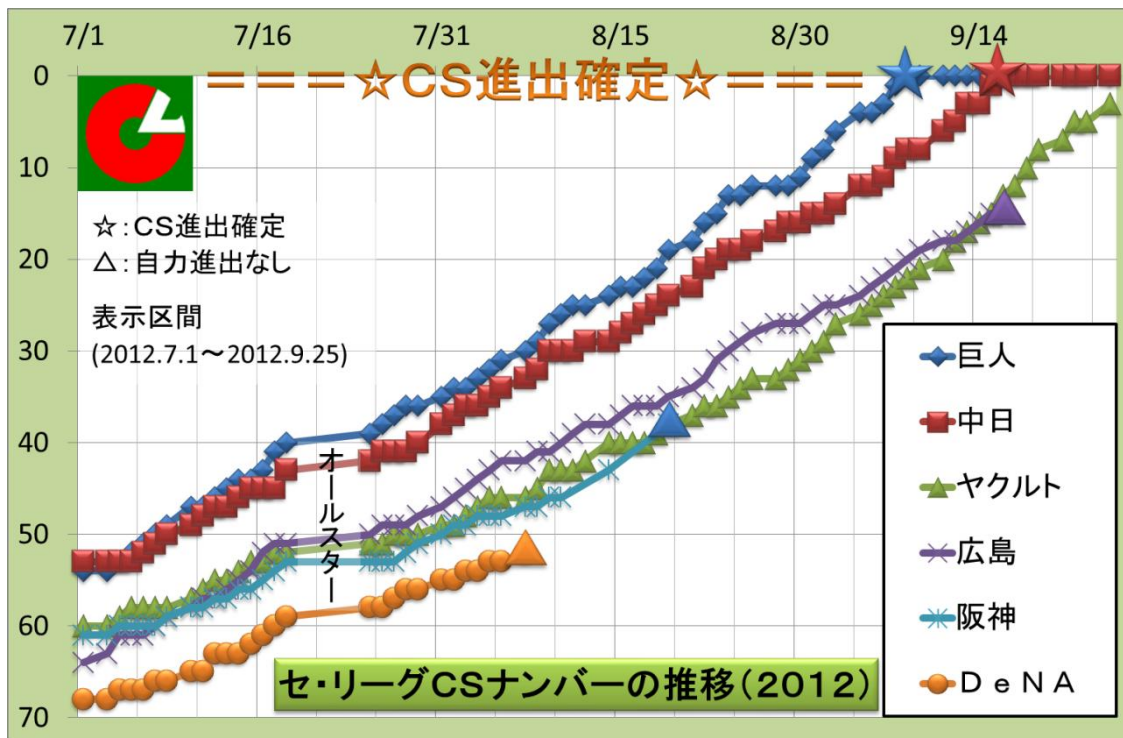
(CSナンバーの編集作業風景、時事通信社内)

## 9. 2012年のCSナンバー

各メディアに対するCSナンバーの配信は8月17日より開始したが、ここでは7月からのCSナンバーの推移について紹介する。

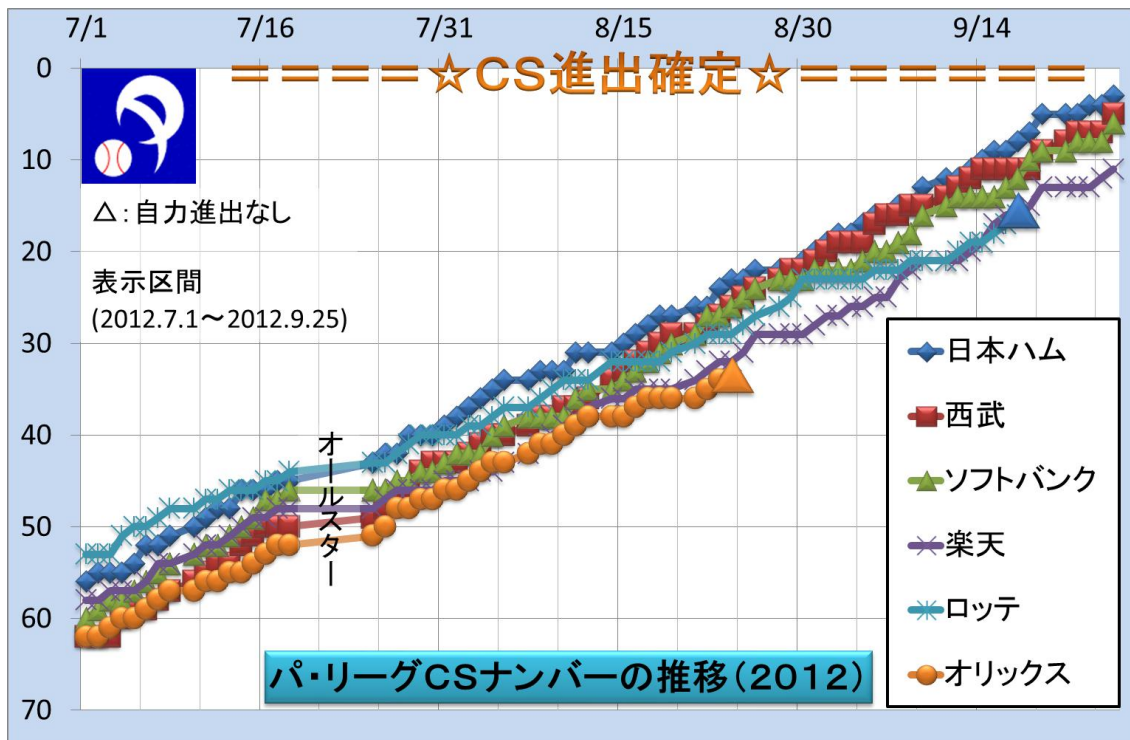
セ・リーグは、1・2位（巨人、中日）グループ、3・4・5位（ヤクルト、広島、阪神）グループ、6位（DeNA）グループの3つに分かれた。7月1日の時点でCSナンバーの幅は最小チームの53から最大68と広いものとなっており、早い段階でCS進出への可能性に明暗が分かれた。DeNAが8月8日のヤクルト戦で自力進出が消えたのを皮切りに、その後3・4・5位グループにいた阪神が8月11日に広島に敗れ、こちらも自力進出が消えた。しかし、阪神は翌12日に広島に快勝、14日もDeNAを破ってCSナンバーを43とした。自力での進出が絶えても他チームの勝ち負けによって、CSナンバーは復活することがある。9月に入ってから、巨人が9月8日にCS進出を確定、その8日後に中日もCS進出を決めた。残り1チームとなったCS枠をめぐってヤクルトと広島が争う形になったが、17日に広島が自力進出の可能性を失いヤクルトが優位となった。





(セ・リーグCS進出ナンバー)

パ・リーグは混戦となった。7月1日時点のCSナンバーは53から62の間に6チームが収まった。当初、ロッテのCSナンバーが53と最も小さく有利だったが、オールスター明けの7月26日に日本ハムにその座を奪われた。その後もロッテはCSナンバーを減らすことができず8月17日に西武のCSナンバーを上回った。1か月後の9月18日には、ついに自力進出が絶たれてしまった。CS進出の可能性は日本ハム、西武、ソフトバンクに楽天を加えた4チームで争うことになった。低迷が続いたオリックスは、8月25日に自力進出の可能性を失うと、復活することなく9月18日にCS進出が完全に消滅した。CSナンバーが「×」となったこの日、オリックスの球団首脳は岡田監督の退団を示唆。22日、チームが4年連続でBクラスだったことを受け、岡田監督の退任が正式に発表された。



(パ・リーグCS進出ナンバー)

## 10. まとめ

1979年にオペレーションズ・リサーチ学会が発行した『経営の科学』では“スポーツとOR”という特集が組まれている。そのなかに“野球とOR”と題した論文が収められている[4]。著者は当時、東京工業大学の助手だった鳩山由紀夫元首相である。野球の戦略について数学的なモデルを提唱し、具体例を挙げながら解説している。しかし、論文の最後に鳩山元首相は「あまりに精巧なモデルを作ると、野球の面白さが減少する恐れがあるので注意されたい」と締めくくっている。

では、数理の力を用いて「その逆は可能か」と考えた。「野球の面白さを倍増させる数理はあるか？」と問うたとき、球界が、多くの野球ファンが、CSナンバーを前に一喜一憂する姿が想像された。CSナンバーは、数理計画問題を解くことで算出可能となった指標である。その数字を見ながら、ある人はCS進出が決定したことを祝いビール片手に祝杯をあげ、またある人は監督の進退について思いをめぐらせる。

スポーツと数理の関係は深い。これまで存在しなかった指標や、数理モデルを広く世の中に提供することで、スポーツをより熱く、より面白くすることは、まだまだ研究の余地が残されている。スポーツ記録と数理について興味を持っていただければ幸いである。

<参考文献>

- [1] Ilan Adler, Alan Erera, Dorit S. Hochbaum, and Eli V. Olinick (2002) "Baseball, Optimization and the World Wide Web", Interfaces, Vol. 32, No. 2, March-April 2002, pp.
- [2] Baseball Project, "Remote Interactive Optimization Testbed",  
<http://riot.ieor.berkeley.edu/riot/> , UC Berkeley.
- [3] スポーツソリューション, "CS進出ナンバー導出プログラム"  
<http://www.msi.co.jp/nuopt/solution/sports/csnumber.html> , 株式会社数理システム.
- [4] 鳩山由紀夫 (1979) "野球の OR", オペレーションズ・リサーチ : 経営の科学 24(4), 203-212, 1979-04-01.