

平成 25 年度 卒業論文

草野球で活用可能な打順作成法の提案

文教大学 情報学部 経営情報学科

B0P21056 山田 僚介

草野球で活用可能な打順決定法の提案

山田 僚介

研究概要

野球というスポーツは相手チームよりも得点を多く得ることで勝利になるというルールとなっており、この得点をより多く得る為に打順作成法の研究がされている。これらの研究には打率等の打撃指標が使われており、これらを基準にいくつかの打順作成法が提案されている。しかし、これら既存の打順作成法では打撃成績を利用できない草野球においては適用することができないという問題がある。そこで、本研究では打撃成績を利用しない、草野球においても利用することが可能な打順作成法を提案する。本研究では体格と打撃成績との関係を調べ、シミュレーションにより妥当性の検証を行い、その結果から BMI を利用した打順作成法を導いた。

目次

第 1 章	はじめに	.....	p.1
第 2 章	打撃成績の代用データ	.....	p.2
第 3 章	身体特徴に注目したプロ野球の打撃成績分析	.....	p.4
	3-1	身体特徴と打撃成績の関係	
	3-2	身体特徴と打順の関係	
第 4 章	身体特徴を利用した打順作成法の提案	.....	p.7
	4-1	目標とする打順作成	
	4-2	BMI を用いた打順作成	
	4-3	DEA を用いた打順作成	
	4-4	打順決定法の比較と考察	
第 5 章	おわりに	.....	p.14

謝辞

参考文献

草野球で活用可能な打順作成法の提案

山田 僚介

第1章 はじめに

野球は日本において広く普及しているが、その中でも、草野球チームの活動は活発である。この草野球チームの中でも、野球の道具やユニホーム等をそろえたチームは、市や区などが主催する草野球大会に参加し、勝利に向けて努力をしている傾向が強い。野球というスポーツは、相手チームよりも得点を多く得ることで勝利となるスポーツで、この得点を得るためには、1塁ベースからホームベースまでの4つのベースを1周することで得点が入るというルールとなっている。ベースを1周するにはヒットを何本も打つ、ヒットの後に長打を打つ、ホームランを打つといったことが必要となる。この様に得点を得ることのできるパターンは幾つかあるが、ホームランを除いては打つ選手をいかに並べるかが得点を得る上で大事なポイントとなっている。そのため、経験則から打順におけるセオリーが生まれるなど、得点をより期待できる打順について考えられてきた。

経験則以外にも、数理的な手法を使った打順作成法も数多く研究されている。例えば、廣津・上田[1]はDEA(Data Envelopment Analysis)を用いて特徴的な選手を数人選定し、その選定された選手を打順に加えつつSIL(Scoring Index of the Line-up)によって計算された期待得点値が高い打順作成法を提案している。上田・天達[2]はアンケートを取ることで各打順に求められる能力を分析し、DEAにて求めた各選手の特徴と合わせて打順を作成した。これらの打順作成法の研究は打率や長打率等の野球の指標である打撃成績を基に、分析・評価をし、その結果から選手の選定を行い打順の作成を行うという手順の研究となっており、この分析や評価に数理的な計算が用いられている。数理的な計算もあり多少複雑ではあるが、これらの打順作成法を用いることで、野球チームの得点力が上がり、勝利に近づくことが期待される。

しかし、草野球チームにおいて上記の打順作成法を適用することはできない。なぜなら草野球チームは一般的に試合数が少なく、入力データとして必須となる打撃成績の算出が困難だからである。この打撃成績は、打率や長打率といった野球の指標であり、割合で表されているため、母数が少ないと信頼がおける数値とはならない。この点については実際にプロ野球においても規定打席と呼ばれる数値が設定されており、十分な母数がないと首位打者などのタイトルは受賞資格がないとされる。この様に母数が少ないと野球の指標は信頼できず、これを基に作られる打順では使用することができない。打撃成績を用いない打順作成法があれば、草野球チームにおいても打順作成が可能となるが、筆者の知る限りではそのような研究はされていない。そこで本研究では打撃成績がない場合でも作成可能

な打順決定法の研究を行う。

本章の最後に本論文の構成について述べる。2章では打撃成績が利用できない状況での打順作成の基準の選定を行う。また、選ばれた基準が打撃成績においてどのような効果を持つのか調査するための設定を行う。3章では2章で設定した調査法から調べた結果の考察と打順との関係の調査を行う。それらの調査結果から4章では2つの打順作成法について提案し、その2つの打順作成法の比較と考察を行う。最後に5章では本研究を行った後に残された課題などをまとめる。

2章 打撃成績の代用データ

ここでは、まず打撃成績が得られない場合において、打順作成の基となるデータについて考える。この打順作成の基となるデータは幾つも考えられるので、これらのデータを大きく分類して考察した後、打順作成の基となるデータを選出した。

まず前章で述べたように、打順作成法では基となるデータを分析・評価し、その結果から選手の選定を行い打順の作成を行う。そのため、打撃成績を使用しない打順作成法を考える際にも基となるデータが必要となる。この基となるデータは、打撃成績と関係があるデータでかつ、その場で分かるデータであることが望ましい。その理由として、草野球の環境がある。草野球では、個人の生活・仕事があり長い時間が取れない、場合によってはメンバー外からの参戦もある等の環境であるため、しっかりとデータを取るという時間はない。そのため、今回必要なデータは、その場で分かるデータであることが条件となる。

この条件の下で、野球経験の深さ・身長や握力等の身体特徴・やる気等の精神状況といったデータが候補となる。まず、データというものは量的データと質的データの2つに分類することができる。量的データとはデータ間の和差の比較が可能なデータのことであり、質的データとは和差の比較が不可能なデータである。上述したデータでは、野球経験と精神状況のデータは質的データに属し、身体特徴は量的データ・質的データの両方に属する。この2つの分類のうち、本研究では量的データを使用する。この量的データを選んだ理由は、質的データよりも扱いやすいという点にある。質的データではデータの優劣しか分からないが、量的データではデータの優劣の他に、差や比率などのデータを得ることができる。データが多く扱いやすいほど、より良い打順に近づくと考えられるため、量的データを使用する。そこで、本研究では打撃成績の代用となるデータとして、量的データに属する身体特徴のデータを扱う。この量的データに属する身体特徴にも色々なデータがあるが、本研究では身体特徴のデータとして、身長・体重・BMI(Body Mass Index)の数値を採用する。ここでBMIとは、体格指数として算出する数値で、 $\text{体重(kg)} \div [\text{身長(m)}]^2$ で求められ、体格を考えるとよく使用される数値である。これらのデータの選定理由としては、各選手が自身のデータを知っており、データの入手がしやすいという点と、これらの指標は体格の大小を表しており、体格の大小がスポーツに対して影響力があるだろうと考えられ

る点にある。これらの理由から身体特徴のデータとして身長と体重を採用し、この身体特徴を打順作成の元にするデータとした。

身体特徴に注目するにしても、身体的特徴が打撃成績に対して影響力を持っていないければ身体的特徴から打順を作成しても意味のない打順となる。従って身体特徴と打撃成績の関係について調べたい。そこで身長や体重、打撃成績といったデータが揃っているプロ野球を対象に身体特徴と打撃成績の関係について調べる。使用するプロ野球のデータは2012年のデータを利用し、規定打席(446打席以上)を満たした選手を対象に身体特徴の大小が打撃成績の優劣に影響があるのかを調べる。

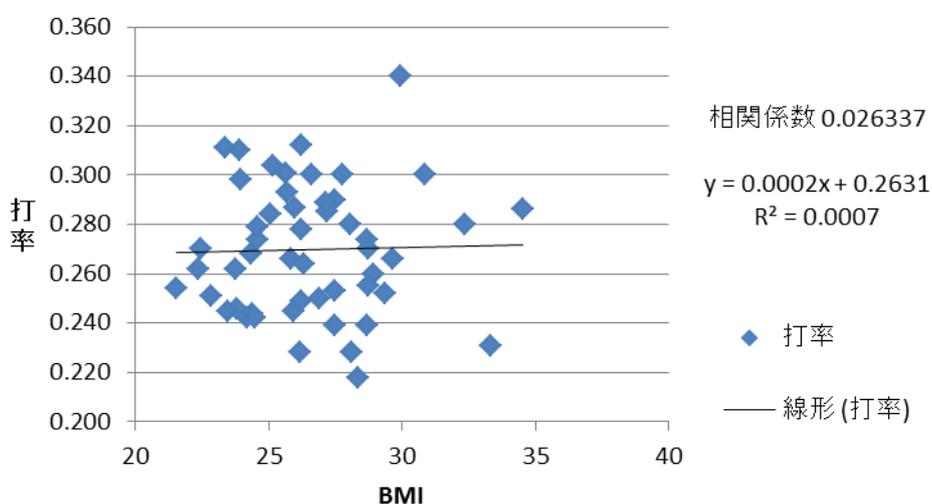


図1 BMIと打率の相関図

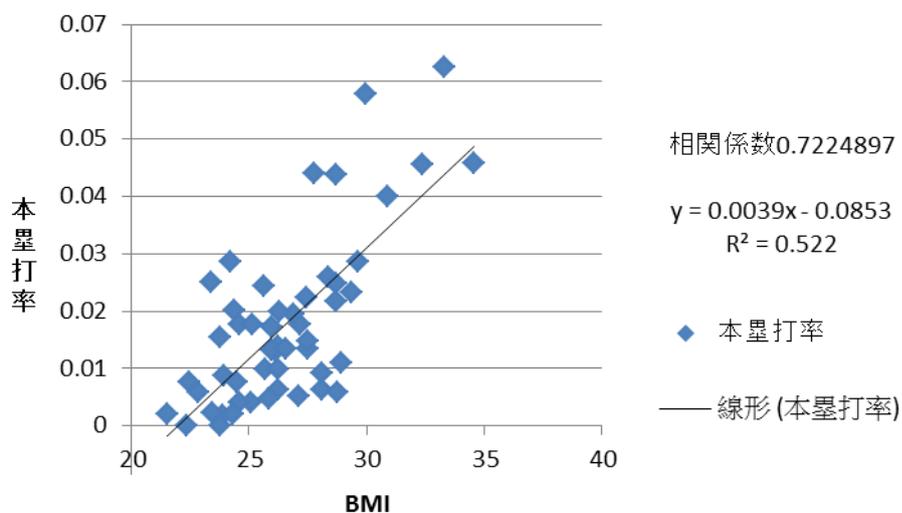


図2 BMIと本塁打率の相関図

3章 身体特徴に注目したプロ野球の打撃成績分析

この章ではプロ野球を例に身体特徴の大小が打撃成績の優劣に対して影響があるのかを調べる。具体的には身長・体重・BMI と各打撃成績に相関があるのかを調べ、身体特徴値の大小と打撃成績の優劣の関係を見る。相関がある場合はそれが打順にも影響するのか調べ、相関がない場合は身体特徴の採用は控える。

3-1 身体特徴と打撃成績の関係

打撃成績の代わりに身体特徴を使用したいが、打撃成績の様に選手の打撃能力を測れるのかどうか分かっていない。そこで、身体特徴が打撃成績にどうかかわっているのかを調査し、身体特徴から打順作成を行うことが可能かどうか判断する。

BMI と打撃成績の優劣に関係があるのか調べた結果が図 1,図 2 の散布図となる。図 1 は BMI と打率の相関図、図 2 は BMI と本塁打率の相関図であり、図 2 の縦軸は本塁打率(本塁打数÷打数)、横軸は BMI を表す。なお、本来の本塁打率は打数÷本塁打数で求められ、本塁打 1 本打つまでに何打数必要かという指標だが、本研究ではシミュレーションを行うことなども考え、1 打数あたりの本塁打を打つ確率のことを、本研究での本塁打率とする。図 1 では相関係数が 0.026337 と低いため、BMI の大小は打率の優劣に対して相関がなく、安打を打つ能力に身体特徴の大小は関係ないと言える。反対に図 2 では相関係数が 0.7224897 と高いため、BMI の大小は本塁打率の優劣と相関があり、本塁打を打つ能力に身体特徴の大小が関係あると言える。これらの結果から体の大きな選手ほど打球の飛距離が長くなると仮説を立てることができる。この仮説の調査として、同じ選手群を対象に、BMI の中央値を基準に大柄な選手と小柄な選手の 2 グループに分けてさらに検討する。

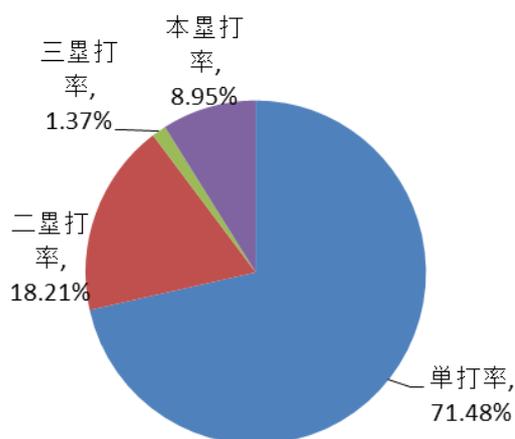


図 3 大柄な選手の安打内訳

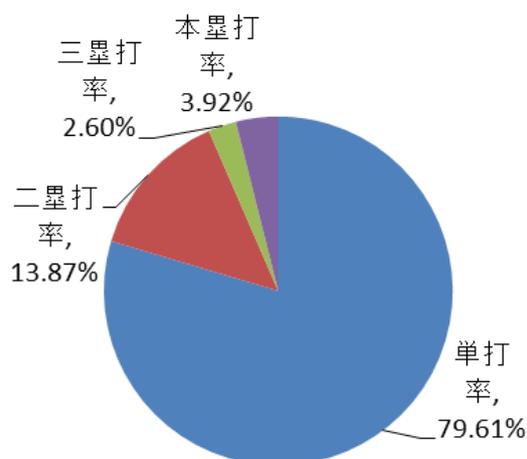


図 4 小柄な選手の安打内訳

図 3 は大柄な選手の安打内訳であり、図 4 は小柄な選手の安打内訳である。これらの図は 2 グループの打撃結果の内訳を表しており、大柄な選手の 2 塁打・本塁打を打つ割合は、小柄な選手よりも高いとみてとれる。また、実際に使われている長打率という指標で比較し、この 2 グループの差を t 検定にて調べた結果を表 1 に示す。今回行った t 検定での仮説は、「大柄・小柄のグループ間で長打率に差はない」とした。表 1 に示す通り t 値が t 境界値よりも大きいため、この仮説は棄却され、この 2 グループに有意差があると分かった。この長打率の求め方は塁打数÷打数であり、塁打とは安打でどれだけ塁まで到達ができたのかという数値である。他にも、表 1 に示す通り身長と体重の 2 つのデータでも中央値を基準に 2 グループ化し、同じように t 検定をした結果、 t 値が t 境界値よりも大きいため、仮説は棄却され、身長と体重も共に 2 グループ間での長打率に有意差があると分かった。これらの調査の結果から、身体特徴の大小が長打に対して影響があると明らかにでき、体格の大きな打者は長打を期待できる傾向にあると分かった。身体特徴の大小から選手の打撃能力を推定することが可能だと言えるので、次に身体特徴を基に打順作成を行うことが可能だと言えるのかの調査を行う。この調査の仮説として、体格の大きな選手は長打を打つ傾向があるので、長打が期待される 3,4,5 番打者の体格は大きいと仮説を立てた。

表 1 身体特徴別の長打率検定結果

	BMI		身長		体重	
	大柄	小柄	大柄	小柄	大柄	小柄
平均	0.39903	0.35245	0.40506	0.33719	0.39877	0.34355
分散	0.00368	0.00249	0.00291	0.00196	0.00321	0.00248
観測数	27	24	30	21	31	20
自由度	49		49		49	
t	2.96924		4.74492		3.55557	
P($T \leq t$) 両側	0.00461		0.00001		0.00084	
t 境界値 両側	2.00957		2.00957		2.00957	

3-2 身体特徴と打順の関係

ここでは仮説「3,4,5 番打者の体格は大きい」の検証にあたり、2012 年セ・リーグの開幕戦、交流戦の初戦、8 月 1 日の 3 試合で 6 チームの開幕オーダーをサンプルとして、打順別に身体特徴の大小を調べる。ここでのサンプルは、シーズンの節目を抽出した。シーズンで見るとこの 3 試合では前半戦寄りとなっているが、これには消化試合の発生等の事情がある。プロ野球はリーグ戦なのでシーズン終盤は消化試合が生まれてしまう。消化試合だと勝利を目的とした打順でない可能性があるため、シーズン終盤の試合をサンプルとして

とすることは不都合が生じる。そのため、間隔は短くなってしまいが 8 月 1 日を採用した。

図 5 はサンプルの打順別の BMI 値を表しており、縦軸が BMI の値、横軸が打順を示している。この図から 1,2 番打者は BMI の値が低く、3,4,5 番打者は BMI の値が高い、6,7,8,9 番打者は 1,2 番打者と 3,4,5 番打者の間にあるという傾向が見える。また、図 5 から 3,4,5 番打者の体格は大きいという傾向が見えたので仮説は正しかったと考えられる。また、プロ野球だけでなく、大学野球のひとつである東都リーグの 3・4 部についても調査をした。この調査のサンプルは、東都リーグの平成 25 年春季リーグ 3・4 部の第 1 週と第 4 週の開幕オーダーを対象とした。これらのデータは東都大学野球連盟の WEB ページを参照しており、データ入力の際に WEB ページのデータにない選手が出場していた成蹊大学・大正大学のデータは除いている。このデータを図 6 の東都リーグ 3・4 部打順別の BMI 値に示す。この図は打順別の BMI 値を表しており、縦軸が BMI の値、横軸が打順を示している。多少の誤差はあるが、東都リーグの 4 部でも 3・4・5 番打者に大柄な選手を選定する傾向を見ることができた。

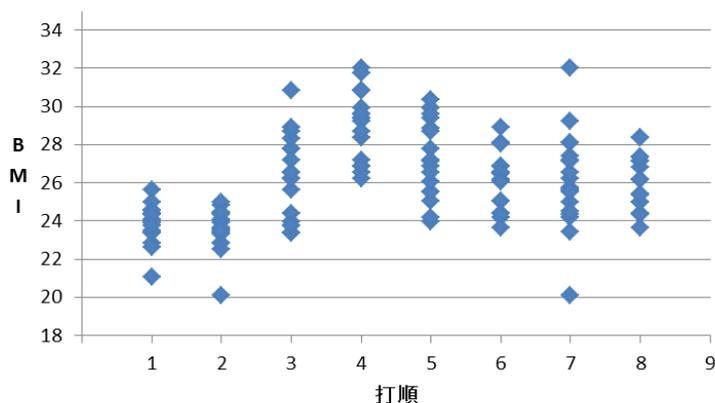


図 5 セ・リーグ打順別の BMI 値

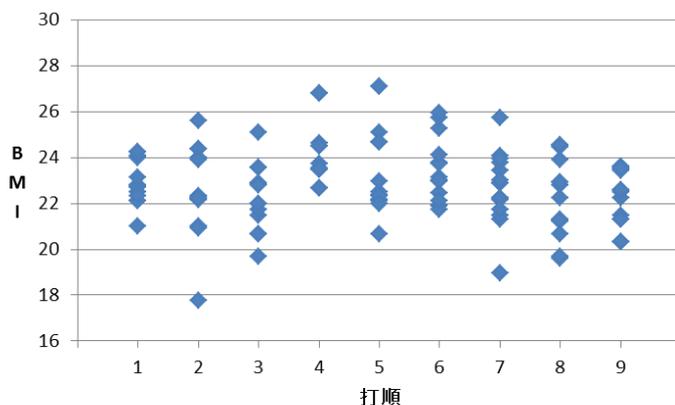


図 6 東都リーグ 3・4 部打順別の BMI 値

この観察の他にも、類似研究として内田・橋口・諸富[3]の研究がある。この研究も打順と身体特徴の関係の調査を全国高等学校野球選手権大会について行っており、結果として4番は大柄で2番は小柄という傾向があると本研究と似た結果を示している。プロ野球、高校野球、大学野球3・4部と様々な環境・実力帯において体格の大きな選手を3,4,5番打者にするという傾向が見えたことから、草野球においても長打が期待される3,4,5番打者に体格の大きな選手を起用する打順が推奨されるのではと予測される。これらのことから身体特徴を基に打順作成が行うことが可能だと言える。

第4章 身体特徴を利用した打順作成法の提案

3章にて身体特徴の大小と打順関係を見ることができたので、本章では身体特徴から打順を作成する方法を提案し、考察を行う。打順作成法の優劣についてはシミュレーションを行い、各打順作成法にて得られる得点を比較する。

4-1 目標とする打順作成

本研究は打撃成績などのデータがなく、打順を作れない状況に対して、身体特徴というデータを使うことで打順を作成しようという研究である。従って、打撃成績がない場合において身体特徴を基に作成した打順を採用すべきと言うためには、データなし・無基準で作られた打順、すなわちランダムよりも優れていなければ採用すべきだと言えない。よってランダムに作成された打順と身体特徴を利用して作成した打順をシミュレーションにて比較し、ランダムよりも優れていると言える場合に身体特徴を利用して作成された打順を採用すべきだとした。

表2 D'Esopo and Lefkowitz モデルでの走塁状況

	走者状況							
	無し	一塁	二塁	三塁	一・二塁	一・三塁	二・三塁	満塁
0アウト	1	2	3	4	5	6	7	8
1アウト	9	10	11	12	13	14	15	16
2アウト	17	18	19	20	21	22	23	24

表 3 D'Esopo and Lefkowitz モデルでの進塁規則

打撃結果	走塁規則
一塁打	打者は一塁へ、一塁走者は二塁へ二・三塁走者は得点する
二塁打	打者は二塁へ、一塁走者は三塁へ二・三塁走者は得点する
三塁打	打者は三塁へ、すべての走者は得点する
本塁打	打者及びすべての走者は得点する
四球	打者は一塁へ、それに伴い走者は進塁する
アウト	走者は進塁せず、アウト数が増える

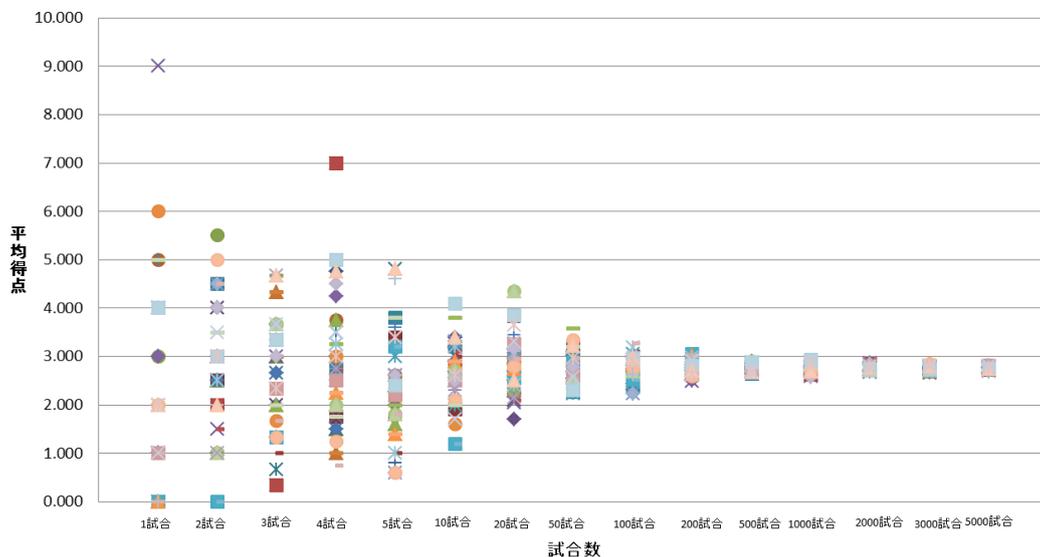


図 7 試合数別平均得点のバラつき

シミュレーションの方法は、D'Esopo and Lefkowitz モデル[4]に従う。この D'Esopo and Lefkowitz モデルは表 2 にある 24 種類の状況を、打撃結果 6 種類により変化させる。表 3 に示した打撃結果ごとに進塁規則を設けて野球での走塁の動きを表し、1~24 に割り振った各走塁状況で野球を模倣する。このモデルを利用することにより、マルコフ連鎖から期待得点値を求めることや、シミュレーションを行うことができる。

本研究では打順作成法により、選出される選手の 6 つの打撃結果が起こる割合を入力し、乱数を発生させて打撃の結果を見る。今回は 1 試合をアウト 27 個分とし、10000 試合分のシミュレーションを行い、10000 試合で得た得点の平均得点でランダムと比較する。各打順作成法の対象となる選手群は 3.2 節で調べたプロ野球選手で、この選手たちをチームごとに分け、打順作成法ごとに選手の選出を行い、セ・リーグ 6 球団の打順を作成し比較した。

この 10000 試合という数字が比較可能な数字かどうか調べた結果を図 7 に示す。図 7 は試合数別平均得点のバラつきを示しており、縦軸が平均得点、横軸が試合数を表す。調べた試合数は 1,2,3,4,5,10,20,50,100,200,500,1000,2000,3000,5000 試合の 15 パターンで、各試合数別に 50 回調べた。この結果、5000 試合以上行うことで平均得点のバラつきが少なくなるとの結果が出たため、10000 試合行えば十分だと考えた。

4-2 BMI を用いた打順作成

本研究では 2 つの打順作成法を提案する。はじめに提案する打順作成法の一つ目が、BMI を用いた BMI 式打順作成法である。この打順作成法では BMI を基準に、プロ野球等であった長打が期待される打順に体格の大きな選手を起用する傾向を再現するというコンセプトで作られており、表 4 の手順で BMI から選手の選定を行うことでこれを再現する。

打順作成の例として、選手 10 人の BMI 値が分かっている時、10 人の中で BMI が一番低い選手を 1 番打者、二番目に低い選手を 2 番打者とする。反対に、10 人の中で BMI 一番が高い選手を 4 番打者、二番目に高い選手を 5 番打者、三番目に高い選手を 3 番打者とする。また、選手 10 人の BMI の平均値を求め、選出されていない選手の中から平均値に近い 4 人を選出し、その 4 人を BMI が高い順に 6・7・8・9 番打者と並び替える。これらの手順の中で、選出されていない選手は控えとなる。

表 4 BMI 式打順作成法

打順	選手選定法	並び順
1, 2 番打者	BMI を降順に並べて下から 2 人選出	2 番 > 1 番
3, 4, 5 番打者	BMI を降順に並べて上から 3 人選出	4 番 > 5 番 > 3 番
6, 7, 8, 9 番打者	対象選手群の平均に近い 4 人選出	6 番 > 7 番 > 8 番 > 9 番

表 5 BMI 式打順作成法とランダム打順作成法での平均得点

	BMI 式	ランダム
ジャイアンツ	3.0538	2.7447
タイガース	3.1791	2.8985
カープ	2.6158	2.4850
ドラゴンズ	3.1461	3.0687
ベイスターズ	2.9960	2.4075
スワローズ	3.3433	3.1012

この打順作成法で作成した打順をシミュレーションにて試した結果が表 5 である。表 5

には BMI 式打順作成法とランダム作成した各々の打順によりシミュレーションにて得られた 10000 試合の平均得点が示されている。この 2 つの打順の得点には差があるが、この差が偶然なのか、それとも打順の性能によるものなのか、セ・リーグ 6 球団にて t 検定を行うことで確かめる。今回行う t 検定の仮説は、「両打順作成法にて得た得点に差はない」とした。この t 検定の結果を表に示し、 t 値が t 境界値を上回っているため、仮説は棄却され、BMI 式打順作成法はランダムに作成した打順よりも優れていると言える。

BMI 式打順作成法の長所はその作成方法の簡易さにある。作成工程としては BMI の値とその平均を求め、表 4 にある通りに並び替えるのみであり、打順の作成が容易なことにある。この打順作成の容易さは、ランダム等の得点を目標としない打順作成法を除いた中で、筆者が知る限りの打順作成法の中では一番打順作成が容易である。反対に短所としては、身長の高い選手を長打が期待できる選手として起用してしまうことにある。これは BMI の求める際に分母である身長が大きいほど算出される数値が小さくなるという構造上の都合であり、身長が小さいと体重の値が大きくなることも BMI の数値が高くなるということになる。その為、3.1 節で既述した身長・体重・BMI の数値どれもが高ければ高いほど長打が期待できるという結果に反してしまう部分が生じる可能性がある。

表 6 BMI 式打順作成法とランダム打順作成法の検定結果

	ジャイアンツ		タイガース		カープ	
	BMI 式	ランダム	BMI 式	ランダム	BMI 式	ランダム
平均	3.0538	2.7447	3.1791	2.8985	2.6158	2.4850
分散	6.234929	5.718094	6.737097	5.907589	5.263117	5.139289
観測数	10000	10000	10000	10000	10000	10000
自由度	19998		19998		19998	
t	8.940465		7.891029		4.055467	
P($T \leq t$) 両側	0.00001		0.00001		0.00001	
t 境界値 両側	1.960083		1.960083		1.960083	
	ドラゴンズ		ベイスターズ		スワローズ	
	BMI 式	ランダム	BMI 式	ランダム	BMI 式	ランダム
平均	3.1461	3.0687	2.9960	2.4075	3.3433	3.1012
分散	6.526407	6.449225	6.315816	4.96294	7.069352	6.582417
観測数	10000	10000	10000	10000	10000	10000
自由度	19998		19998		19998	
t	2.148704		17.5233		6.552399	
P($T \leq t$) 両側	0.03167		0.00001		0.00001	
t 境界値 両側	1.960083		1.960083		1.960083	

4-3 DEA を用いた打順作成

本研究で提案する 2 つ目の打順作成法は DEA を用いた DEA 式打順作成法である。この打順作成法では身長・体重・BMI のデータから、DEA の計算をして効率値を求め、その効率値で体格の大きさを判断し、選手選定を行い打順の作成をする打順作成法となる。ここで求める効率値の計算方法は廣津・上田[1]の研究に倣って計算を行うが、今回効率値の計算の前に身長・体重・BMI の数値を大きな数から引くという計算を行う。この計算により、身長・体重・BMI の値が低い場合は計算で用いる数値が大きくなり、反対に身長・体重・BMI の値が高い場合は計算で用いる数値が小さくなる。その後効率値を求めることによって、体が総合的に大きな選手程効率値が 0 に近い数字となり、身長・体重・BMI の値に小さな数字が入る選手程効率値が 1 に近づくようになる。これによって強打者を配置したい打順に総合的に体格が大きな選手を起用できるようになる。ここで求めた効率値を表 7 の手順で並び替えることで打順を作成する方法が DEA 式打順作成法である。

表 7 DEA 式打順作成法

打順	選手選定法	並び順
1, 2, 9 番打者	効率値を降順に並べて上から 3 人選出	1 番 > 2 番 > 9 番
3, 4, 5, 6, 7, 8 番打者	効率値を降順に並べて下から 6 人選出	8 番 > 7 番 > 6 番 > 3 番 > 5 番 > 4 番

表 8 DEA 打順作成法とランダム打順作成法での平均得点

	DEA 式	ランダム
ジャイアンツ	2.9902	2.7447
タイガース	3.2372	2.8985
カープ	2.6034	2.4850
ドラゴンズ	3.1566	3.0687
ベイスターズ	2.7980	2.4075
スワローズ	3.2575	3.1012

打順作成の例として、選手 10 人の効率値が分かっている時、10 人の中で効率値が一番高い選手を 1 番打者、二番目に高い選手を 2 番打者、三番目に高い選手を 9 番打者とする。反対に、10 人の中で効率値が高い選手を上から 6 人選出し、効率値が低い順に 4・5・6・7・8 番打者と並び替える。これらの手順の中で、選出されていない選手は控えとする。

DEA 式打順作成法で作成した打順をシミュレーションにて試した結果が表 8 である。この表 8 では DEA 式打順作成法での得点とランダム作成した打順の得点が示されている。こ

の 2 つの打順作成法の得点差を、BMI 式打順作成法と同じように t 検定をした結果を表 9 に示す。この表 9 からセ・リーグ 6 球団にて有意差があると言えたので、DEA 式打順作成法もランダムに作成した打順よりも優れていると言える。

この打順作成法の長所として、身長・体重・BMI の値が総合的に高い選手を長打として起用できることにある。3.1 節から言えるように、この 3 つの数値は高いほうが長打を期待できるため、この 3 つの数値が高い選手の選出は重要となる。反対に短所として計算の難しさがある。この効率値を求める計算には計算ソフトや事前の勉強などが必要となり、手軽に計算を行うことができないという問題がある。これを求める難しさが DEA 式打順作成法の短所である。

表 9 DEA 式打順作成法とランダム打順作成法の検定結果

	ジャイアンツ		タイガース		カープ	
	DEA 式	ランダム	DEA 式	ランダム	DEA 式	ランダム
平均	2.9902	2.7447	3.2372	2.8985	2.6034	2.4850
分散	6.183722	5.718094	7.028439	5.907589	5.194828	5.139289
観測数	10000	10000	10000	10000	10000	10000
自由度	19998		19998		19998	
t	7.116146		9.417047		3.683113	
P($T \leq t$) 両側	0.000001		0.000001		0.000231	
t 境界値 両側	1.960083		1.960083		1.960083	
	ドラゴンズ		ベイスターズ		スワローズ	
	DEA 式	ランダム	DEA 式	ランダム	DEA 式	ランダム
平均	3.1566	3.0687	2.7980	2.4075	3.2575	3.1012
分散	6.679144	6.449225	5.704366	4.96294	6.703864	6.582417
観測数	10000	10000	10000	10000	10000	10000
自由度	19998		19998		19998	
t	2.425959		11.95621		4.288025	
P($T \leq t$) 両側	0.015277		0.000001		0.000001	
t 境界値 両側	1.960083		1.960083		1.960083	

4-4 打順決定法の比較と考察

ランダムに打順を作成するよりも、身体特徴を利用した打順作成法を採用したほうが良いと示すことはできたが、提案する 2 つの身体特徴を利用した打順作成法のうち、どちらを採用することが勝利に近づくのかはまだ判明していない。そこで、この 2 つの打順作成法を比較する。この 2 つの打順作成法が得た得点を表 10 に、この 2 つの打順作成法の得点

差を、BMI式打順作成法と同じように t 検定をした結果を表 11 に示す。この結果、ベイスターズ・スワローズでは仮説が棄却されたが、他 4 球団では仮説が棄却されなかった。そのため、この 2 つの打順では明確にどちらが優れているかということができない。この 2 つの打順作成法を比較するには、得点という基準では判断ができないため、得点以外の部分で比較をし、どちらの打順作成法を採用すべきなのか判断する。

表 10 BMI 式打順作成法と DEA 式打順作成法での平均得点

	BMI 式	DEA 式
ジャイアンツ	3.0538	2.9902
タイガース	3.1791	3.2372
カープ	2.6158	2.6034
ドラゴンズ	3.1461	3.1566
ベイスターズ	2.9960	2.7980
スワローズ	3.3433	3.2575

表 11 BMI 式打順作成法と DEA 式打順作成法の検定結果

	ジャイアンツ		タイガース		カープ	
	BMI 式	DEA 式	BMI 式	DEA 式	BMI 式	DEA 式
平均	3.0538	2.9902	3.1791	3.2372	2.6158	2.6034
分散	6.234929	6.183722	6.737097	7.028439	5.263117	5.194828
観測数	10000	10000	10000	10000	10000	10000
自由度	19998		19998		19998	
t	1.804762		-1.56596		0.383441	
P($T \leq t$) 両側	0.071127		0.117375		0.701397	
t 境界値 両側	1.960083		1.960083		1.960083	
	ドラゴンズ		ベイスターズ		スワローズ	
	BMI 式	DEA 式	BMI 式	DEA 式	BMI 式	DEA 式
平均	3.1461	3.1566	2.9960	2.7980	3.3433	3.2575
分散	6.526407	6.679144	6.315816	5.704366	7.069352	6.703864
観測数	10000	10000	10000	10000	10000	10000
自由度	19998		19998		19998	
t	-0.28894		5.710967		2.311903	
P($T \leq t$) 両側	0.772629		0.000001		0.020793	
t 境界値 両側	1.960083		1.960083		1.960083	

得点以外の比較する項目として打順作成の難易度が考えられる。もし得られる得点と同じならば、より簡易な打順作成法の方が優れていると言えるため、この手間で 2 つの打順作成法の比較をする。打順作成の手間を比較すると、BMI の入力と平均値の算出、並び替えという工程だけで打順作成が可能な BMI 式打順作成法の方が優れていると言えるので、BMI 式打順作成法を推奨したい。

第 5 章 おわりに

本研究では、草野球においても使用可能な打順作成法の研究を行い、身体特徴を基にした打順作成法として、BMI 式打順作成法と DEA 式打順作成法の 2 つを提案した。これらの打順作成法はランダムに作成した打順よりも優れており、採用すべき水準にあると言えた。また、この 2 つの打順作成法を比較すると BMI 式打順作成法が容易なので、BMI 式打順作成法の方を推奨したい。今後の課題としては、現実への適用が終わっていないことにある。今後提案する打順作成法を実際の草野球で試して実証したい。

謝辞

本研究を行うにあたり、指導教員の根本俊男教授には様々なご指導等を頂き、大変お世話になりました。また、根本研究室のメンバーや OB・OG の皆様方にも様々なご指導等を頂き、大変お世話になりました。この場を借りて御礼申し上げます。本当にありがとうございました。

参考文献

- [1] 廣津信義, 上田徹: 経営効率分析法 (DEA) を利用した野球チームのラインナップ選定のための一手法—北京五輪野球日本代表を例として—, 順天堂大学スポーツ健康科学研究 (12) (2008) pp. 1-10.
- [2] 上田徹, 天達洋文: DEA の乗数領域決定に絶対偏差を用いた野球最適打順決定法, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2013 年春季研究発表会 (2013) pp. 210-211
- [3] 内田勇人, 橋口剛夫, 諸富嘉男: 甲子園球児の体格・成績 (打順別) の 31 年間の変遷, 日本体育学会大会号 (39B) (1988) pp. 527.
- [4] D. A. D' Esopo and B. Lefkowitz: The Distribution of Runs in the Game of Baseball, *Optimal Strareqies in Spohs*, North-Holland, New York (1977), pp. 55-62.