

# 全国高校野球選手権における都道府県別出場校数の検討

2010SE076 岩田光弘

指導教員：腰塚武志

## 1 はじめに

毎年8月に阪神甲子園球場にて、全国高校野球選手権大会が開催される。各都道府県1校ずつが出場してトーナメント方式で優勝校が決まる。(北海道と東京とは2校出場する。)しかし、各都道府県から1校ずつのみ出場することは、次で示すように公平ではない。そのため、都道府県別出場校数を検討をする必要がある。

## 2 現状と検討方法

2012年は全国で3982校が予選大会に出場し、全国大会に出場したのは49校。つまり、約80校に1校が出場した。予選大会への参加校数は都道府県によりばらつきがある。そのため、予選大会への参加校数を考慮して都道府県別の出場校数を再検討すべきである。さらに、各都道府県ごとに強さも違うので、都道府県ごとの強さも考慮すべきである。そのため、過去10年間の甲子園での成績も調査し検討する。

予選大会への参加校数と、10年間の甲子園での成績から、都道府県別の出場校数を検討をする。どちららか片方のみで考えると、公平性の改善には近付きにくいので、2点ともを考慮する。ただし、球場の確保や日程の調整も必要なので、全国大会への出場は現在の49校のままにする。

## 3 予選大会への参加校数

現状では約80校に1校のみが全国大会に出場できる。予選大会への参加校数が多い都道府県と少ない都道府県を、表1に示す。予選大会への出場校数が多い都道府県の

表1 予選大会の参加校数

順位	多い順	少ない順
1	神奈川県 (190校)	鳥取県 (25校)
2	愛知県 (189校)	福井県 (30校)
3	大阪府 (181校)	徳島県 (31校)
4	千葉県 (172校)	高知県 (33校)
5	兵庫県 (161校)	山梨県 (38校)
6	埼玉県 (157校)	和歌山県 (39校)
7	東京都 (148校)	島根県 (39校)
8	福岡県 (135校)	香川県 (40校)

1から6番目は、割合から考えれば2校以上出場することができて、決しておかしくない。この6府県は90回記念大会では、2校ずつ出場している。このことから、高校野球連盟も予選大会への出場校が多い都道府県の枠を、増やそうと考えていることがわかる。そのため、予選大会への参加校数考慮して、都道府県別の出場校数を検討する。

## 4 強さを求めるために

都道府県ごとの勝敗を調べ、各都道府県の勝率を求めた。しかし、勝率がそのまま強さと決め付けることができないので、別の方法を用いて強さを測定してみる。スポーツの数理科学 [1] で紹介されているBTモデル (Bradly-Terryモデル) を用いて測定する。

過去10年の成績から、BTモデルを用いてそれぞれの都道府県の強さを求める。10年間、各都道府県の代表校は年々変化するが、県代表ということで同じチームと考えることにする。それぞれの都道府県が、どの都道府県に何勝何敗なのかというデータから強さを導き出す。

BTモデルとは、 $i, j$  チームの強さを  $\pi_i, \pi_j$  とした時に、 $i$  が  $j$  に勝つ確率が  $P_{ij} = \frac{\pi_i}{\pi_i + \pi_j}$  として、現実の勝敗から最尤法によって強さを求める方法である。

以下の各変数を、 $T_i$ :  $i$  の総勝利数、 $n_{ij}$ :  $i$  と  $j$  が直接試合をした回数、 $k$ : 適当な定数、 $m$ : 総チーム数とする。

強さ  $\pi$  の近似値を求めることができる最尤方程式は

$$\sum_{j \neq i} n_{ij} \frac{\hat{\pi}_i}{\hat{\pi}_i + \hat{\pi}_j} = T_i \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

となり、この最終方程式を解くためには、

$$\sum_{j \neq i} \frac{n_{ij}}{\hat{\pi}_i + \hat{\pi}_j} = \frac{T_i}{\hat{\pi}_i} \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

と置き換えると、簡単である。

まず  $\hat{\pi} = (\hat{\pi}_1, \hat{\pi}_2, \dots, \hat{\pi}_m)$  に適当な1組の初期近似値を与え、左辺の和を  $r_0$  として、

$$r_0 = \sum_{j \neq i} \frac{n_{ij}}{\hat{\pi}_i + \hat{\pi}_j} \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

を求める。そして、 $\hat{\pi}_i = \frac{T_i}{r_0}$  と置いて計算し、

$$\hat{\pi}_i = \frac{k \hat{\pi}_i}{\sum_{j=0}^m \hat{\pi}_j} \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

から  $\hat{\pi}_i$  を求める。このことを  $\hat{\pi}(i = 1, 2, \dots, m)$  が収束するまで繰り返す。

## 5 BTモデルの結果

BTモデルのプログラムを作成して導き出した結果が、上位と下位の8都道府県は表2のようになった。なお、強さの基準値を1として考えている。これは各都道府県の強さの平均値を1にしたことで、強さの総計を甲子園への出場校数49と同じ値にしたかったためである。

表2 都道府県別強さ

順位	ベスト8	強さ $\pi$	ワースト8	強さ $\pi$
1	西東京	2.839	三重県	0.074
2	大阪府	2.796	香川県	0.109
3	北海道	2.237	鳥取県	0.113
4	神奈川県	2.185	秋田県	0.197
5	青森県	2.066	北海道	0.220
6	宮城県	1.890	長野県	0.225
7	沖縄県	1.862	岩手県	0.321
8	千葉県	1.574	富山県	0.406

表3 総合数値

	出場校数	強さ	総合数値		出場校数	強さ	総合数値
北海道	1.378	0.220	0.799	三重県	0.775	0.074	0.425
北海道	1.538	2.237	1.888	滋賀県	0.640	0.587	0.613
青森県	0.886	2.066	1.476	京都府	0.960	1.282	1.121
岩手県	0.898	0.321	0.610	大阪府	2.227	2.796	2.512
宮城県	0.886	1.890	1.388	兵庫県	1.981	1.257	1.619
秋田県	0.615	0.197	0.406	奈良県	0.529	1.029	0.779
山形県	0.664	0.676	0.670	和歌山県	0.480	1.321	0.900
福島県	1.046	1.280	1.163	鳥取県	0.308	0.113	0.210
茨城県	1.267	0.939	1.103	島根県	0.480	0.707	0.593
栃木県	0.800	0.852	0.826	岡山県	0.701	1.024	0.863
群馬県	0.837	0.955	0.896	広島県	1.144	1.066	1.105
埼玉県	1.932	0.515	1.223	山口県	0.738	0.846	0.792
千葉県	2.117	1.574	1.845	徳島県	0.381	0.508	0.445
東京都	1.821	1.524	1.673	香川県	0.492	0.109	0.301
東京都	1.440	2.839	2.139	愛媛県	0.726	1.101	0.914
神奈川県	2.338	2.185	2.262	高知県	0.406	1.050	0.728
山梨県	0.468	0.938	0.703	福岡県	1.661	0.591	1.126
新潟県	1.095	0.662	0.879	佐賀県	0.505	1.097	0.801
富山県	0.591	0.406	0.498	長崎県	0.714	1.007	0.860
石川県	0.615	0.663	0.639	熊本県	0.824	0.527	0.676
福井県	0.369	0.567	0.468	大分県	0.591	0.589	0.590
長野県	1.132	0.225	0.679	宮崎県	0.603	0.582	0.592
岐阜県	0.824	0.687	0.756	鹿児島県	1.009	0.934	0.972
静岡県	1.464	1.238	1.351	沖縄県	0.775	1.862	1.319
愛知県	2.326	1.284	1.805				

## 6 提案する都道府県別出場校数

予選大会への参加校数とBTモデルの強さの関係は図1で示す。正の相関はあるが、ばらつきが大きい。そのため、2点とも考慮して、今回は同じ重みで数値を合わせ、総合数値を算出し、都道府県別の出場校数を検討する。

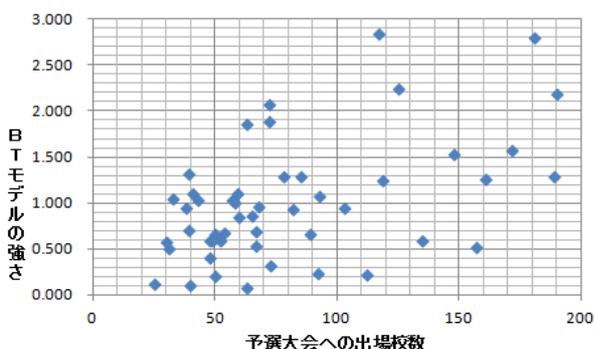


図1 強さと参加校数の関係

BTモデルを用いて求めた強さの総和は、甲子園への参加校数と同じ49である。BTモデルを用いて求めた強さと、各都道府県の予選大会への参加校数を同じ重みで合わせたい。そのため、各都道府県の予選大会への参加校数が、全国で予選大会へ参加した校数の総和の何%になるかを求める。さらに、今求めた数値の総和を49にしたいので、全ての都道府県の数値を49倍する。その求めた数値を参加校数の指標としてと、BTモデルで求めた強さを1対1で足し合わせ、足した数値の総和を49にするために、それぞれ2で割る。この数値を総合数値として、都道府県別の出場校数を検討する。結果は表3である。

まず、総合数値が3.5以上の都道府県に4枠、2.6以上3.5未満の都道府県に3枠、1.5以上2.6未満の都道府県に2枠、0.7以上1.5未満の都道府県に1枠を与える。ただし、北海道と東京都は枠数を与える前に、北海道と北海道の数値を足し合わせ、東京都と東京都の数値を足し合わせ、その数値に対して枠数を与える。今回の場合は北海道は、 $2.687(= 0.799 + 1.888)$ となり3枠を与え、東京都は、 $3.812(= 1.673 + 2.139)$ となり、4枠を与える。

今回、総合数値が0.7未満になるのが、岩手県、秋田県、山形県、富山県、石川県、福井県、長野県、三重県、滋賀

県、鳥取県、島根県、徳島県、香川県、熊本県、大分県、宮崎県である。この都道府県は、隣接している場合は、できる限り足した数値が1に近づくように組み合わせ、2県で1枠を与える。しかし、岩手県と秋田県と山形県、熊本県と大分県と宮崎県は隣接している。それぞれ3県の総合数値を合計すると1.5以上になる。そのため今回は例外として、3県で2枠とする。ただし49枠という条件を変更しないまま都道府県別の出場校数を検討するため、現状では50枠必要である。さまざまな方法を考えて、今回は東京都が4枠では1都道府県には多いということで3枠とする。その結果から、私が提案する出場校数は、表4になる。

表4 提案する出場校数

3枠	東京都、北海道
2枠	千葉県、神奈川県、愛知県、大阪府、兵庫県
1枠	青森県、宮城県、福島県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、山梨県、新潟県、岐阜県、静岡県、京都府、奈良県、和歌山県、岡山県、広島県、山口県、愛媛県、高知県、福岡県、佐賀県、長崎県、鹿児島県、沖縄県
2県で1枠	富山県と長野県、石川県と福井県、三重県と滋賀県、鳥取県と島根県、徳島県と香川県
3県で2枠	岩手県と秋田県と山形県、熊本県と大分県と宮崎県

## 7 おわりに

予選大会への参加校数が増えなくても、都道府県ごとの強さが強くても出場は困難である。BTモデルの強さと、出場校数の指標の重みを変化させることを検討することも今後の課題である。また、BTモデルのトーナメントの場合の有効性を検討する。トーナメントの少ない試合数でも効果があるのかが課題である。

## 参考文献

- [1] 竹内啓, 藤野和建: 『スポーツの数理科学』。共立出版, 東京, 1988.
- [2] 朝日新聞: <http://www.asahi.com/koshien/>