

バレーボールの 3-2-1-0 勝ち点制度の統計的分析 (第 1 報)

小中 英嗣^{a*}

2015 年 1 月 5 日

1 研究背景

2011 年のワールドカップバレーボール [1] から採用された勝ち点制度 (以降「3-2-1-0 制度」と呼ぶ) はバレーボールのリーグ戦の順位付け方法のひとつであり, 2014-15 シーズンの V リーグでも採用された [2]. しかし, フルセット時に勝者の勝ち点が減ぜられ敗者にも勝ち点が与えられる方式であるため導入直後から関係者を含め疑問を投げかける者も多く [3], 一部の大会では勝率を優先して順位を決定する方式に変更されている [4]. しかし, 著者の知る限りでは勝ち点制度設計の妥当性について統計的な根拠を持って言及した研究結果は見当たらない. 本稿の目的は計算機シミュレーションに基づき, チームの実力差が勝ち点制度によりどのように勝ち点に反映されるのかを明らかにすることである.

2 勝ち点制度

2014-15 シーズンから V リーグでも採用された勝ち点制度を表 1 に示す. 本稿ではこれを「3-2-1-0 制度」と呼ぶことにする.

表 1 3-2-1-0 point system

Result	Won-lost sets	Points
W	3-0, 3-1	3
W	3-2	2
L	2-3	1
L	1-3, 0-3	0

セットカウント 3-2 および 2-3 では勝者の勝ち点が減ぜられ敗者にも勝ち点が与えられる方式であり, 勝利数が上回るチームが勝ち点では下位になる場合があるなど, 「勝利の価値が正しく評価されていないのでは」という批判がある [3].

本稿では比較対象として「3-0 制度」, つまり勝利のみに必ず勝ち点 3 を与える制度*1 を選び, それぞれに対して実力差のあるチームの対戦を計算機シミュレーションで行うことで勝ち点がどのように実力を反映しているのかを明らかにすることを目的とする.

*^a 名城大学理工学部情報工学科, 名古屋市天白区塩釜口 1-501, konaka@meijo-u.ac.jp

*1 伝統的な「勝利数順」と等価である.

3 シミュレーション

チーム i の実力を示すパラメータを r_i で示し、チーム i と j が対戦した場合、ひとつのプレイで i が得点する確率 $p_{i,j}$ が次式に従うと仮定する.

$$p_{i,j} = \frac{1}{1 + e^{-(r_i - r_j)}} \quad (1)$$

この仮定はチェスのレーティングであるイロレーティング [5] での勝率の仮定や、項目反応理論 [6] での問題の正答率の仮定などで利用されているものと同じ形式である. 大まかな目安として、パラメータ差 0.1 は、パラメータが大きいチームの 1 プレイでの得点率が 0.525 であることに対応する. この場合、パラメータの大きいチームが 1 セット取る (25 点得点する) までに小さいチームは平均で 22.6 点得点していることになる.

3.1 2 チームの対戦

2 チームのパラメータ差 $\Delta r = r_i - r_j$ を 0, 0.01, 0.02, \dots , 0.20 と選び、それぞれ 10^4 回の対戦をシミュレーションした結果を図 1 に示す. 実力差が小さいところでは 3-2, 2-3 が多く、 $r_i - r_j = 0.05$ では実力が高いチームが 2-3 で敗れる割合が約 12.4% である. したがって、試合の評価を「試合結果からチームのパラメータを同定する過程」とするのであれば、フルセットとなったことは 2 チームの実力が拮抗している (勝利チームの実力が劣っている事も含む) 事に対する観測結果であると解釈し、3-2 の勝利の勝ち点を減じて 2-3 の敗戦に勝ち点を与えることには一定の妥当性がある.

3.2 リーグ戦

国際大会を想定し、10 チームがそれぞれ $r_i = 0, \Delta r, \dots, 9 \times \Delta r$ のパラメータを持ち、1 回戦総当りのリーグ戦を行うものとする. Δr を変更してリーグ戦 10^5 回のシミュレーションを行い、それぞれでのチーム i の勝ち点 p_i 、および順位 s_i ($i = 1, \dots, 10$) を求めた. 勝ち点制度として 3-2-1-0 制度と 3-0 制度それぞれでシミュレーションを行った.

二つの勝ち点制度に対し、パラメータ r_i と勝ち点 p_i の相関およびその 1% 信頼区間を求めた. 結果を図 2 に示す. 信頼区間の幅は 10^{-3} 程度と非常に小さいことに注意されたい.

3-2-1-0 制度のほうがパラメータと勝ち点の相関が強くなっており、それぞれの 1% 信頼区間内が重複していないので、この差は有意である. 勝ち点制度の変更により実力差 (プレーごとの得点率の差) が勝ち点により強く反映されていることが分かる. ただし、相関係数の差は 0.03 程度であり、大きな変化とは言いづらい.

同様に二つの勝ち点制度に対し、パラメータ r_i と順位 s_i との相関およびその 1% 信頼区間を求めた. 結果を図 3 に示す. パラメータ r_i が大きいほど順位の値は小さくなるので相関は負である.

結果より二つの勝ち点制度間での相関に有意差は見られない. これはフルセットでの制度間の勝ち点差が順位に反映されるためには試合数が少なすぎることが原因である. 勝ち点が制度間で 3 変化するためにはあるチームの全試合のうちフルセットの試合が少なくとも 3 試合起り、かつすべて勝利または敗北でなくてはならない (3-2 の勝利と 2-3 の敗北はどちらの勝ち点制度でも勝ち点 3 である). しかし、前節の結果より実力差が全く無いチーム間でさえフルセットの確率は高々約 40% 弱であり、10 チーム間の実力差が全く無い場合でもフルセットの期待値は 1 チームあたり約 3.5 試合しかない.

したがって、3-2-1-0 制度はチームの実力を勝ち点に (若干) 反映させやすくする制度であるものの、試合数

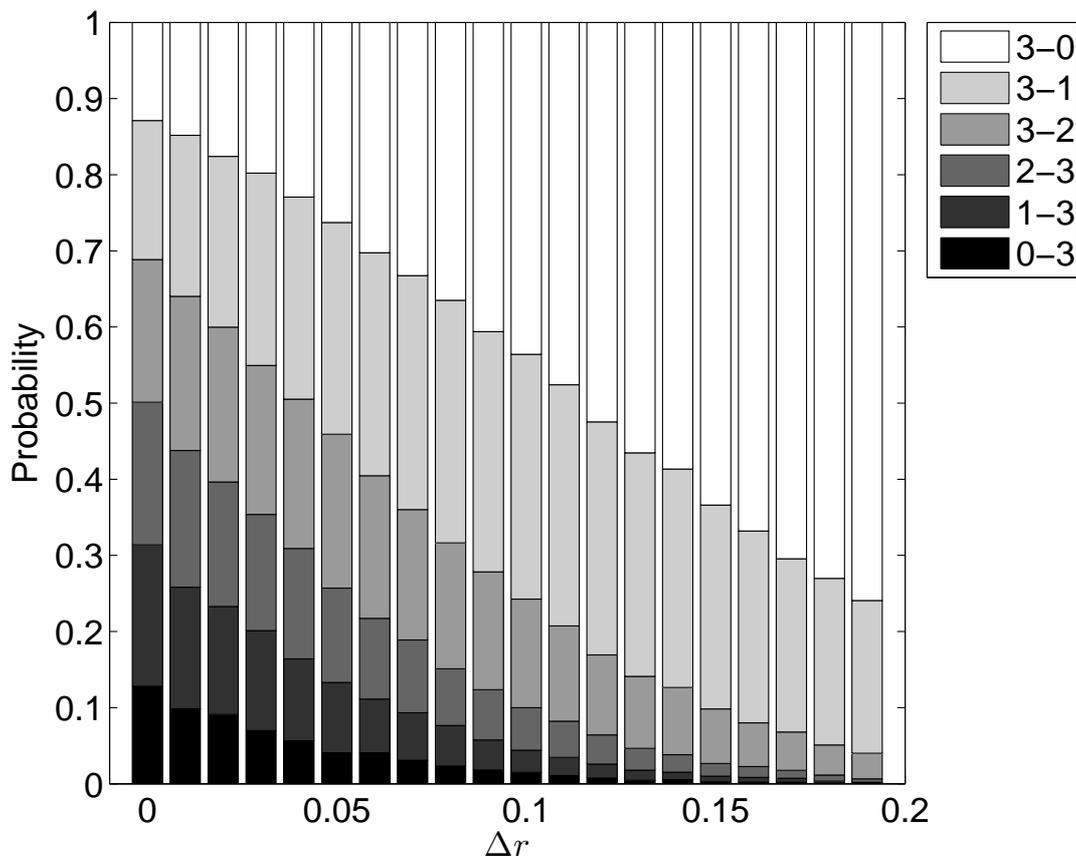


図1 Won-lost sets probability

が少ない場合での順位への寄与は小さい。

4 結論

本稿では2014-15シーズンのVリーグでも採用されている勝ち点制度(3-2-1-0制度)に対し計算機シミュレーションを行い、チームの実力を示すパラメータ(ほぼ得点率に対応する)と勝ち点との相関が若干高くなることを明らかにした。しかしその差はわずかであり、かつ順位への寄与は小さいため、勝利の価値を変更してまで採用すべきかどうかは議論の余地がある。

参考文献

- [1] FIVB Volleyball World Cup Japan 2011.
<http://www.fivb.org/en/volleyball/competitions/worldcup/2011/women/index.asp>,
 2011. referred in 19/Dec/2014.
- [2] Vリーグ. 2014/15シーズンから採用するVリーグ新開催方式について.
http://www.vleague.or.jp/news_topics2/article/id=12463, Apr. 2014. referred in 19/Dec/2014.
- [3] 勝ち点制順位に各国が不満の声 真鍋監督も首ひねる.

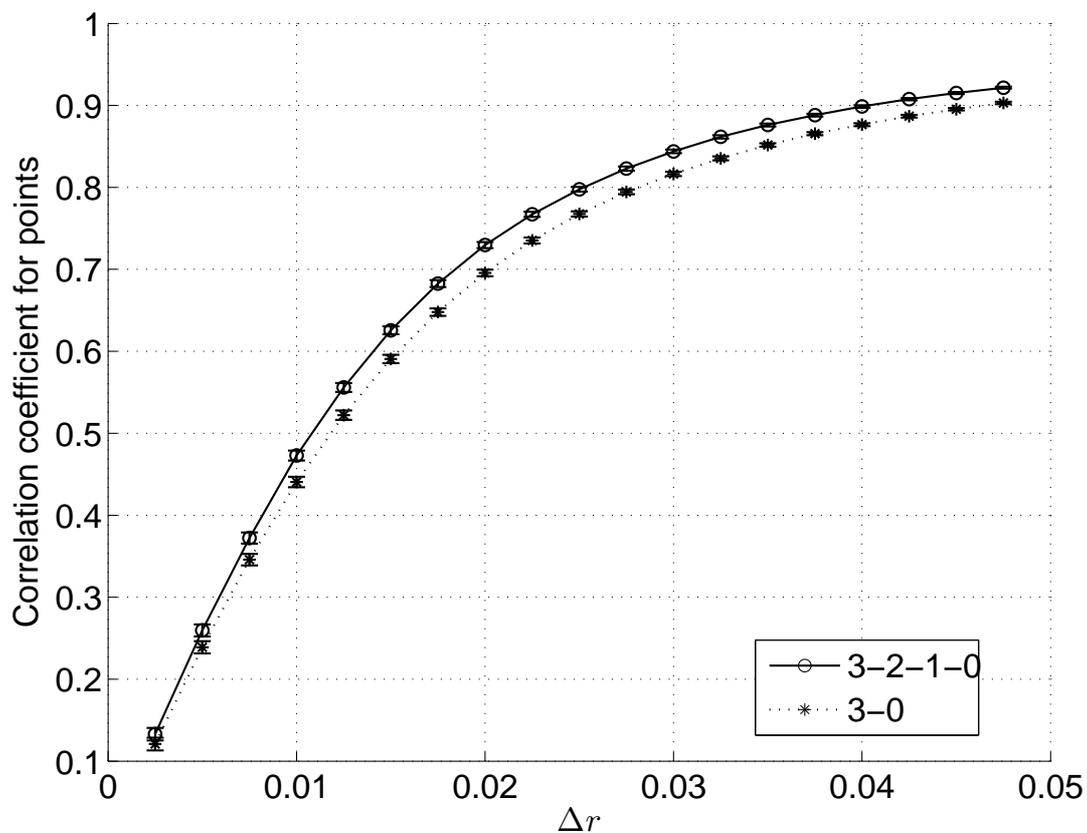


図2 Correlation coefficient for points

<http://www.sponichi.co.jp/sports/news/2011/11/19/kiji/K20111119002062540.html>,
Nov. 2011. referred in 10/Dec/2014.

[4] New ball and extensive use of technology to raise profile of Europe's elite competition.
<http://cev.lu/News.aspx?NewsID=18029&ID=5>, Jul. 2014. referred in 19/Dec/2014.

[5] Arpad E. Elo. *Ratings of Chess Players Past and Present*. HarperCollins Distribution Services, hardcover edition, 1979.

[6] 豊田 秀樹. 項目反応理論 入門編 第2版. 統計ライブラリー. 朝倉書店, 2012.

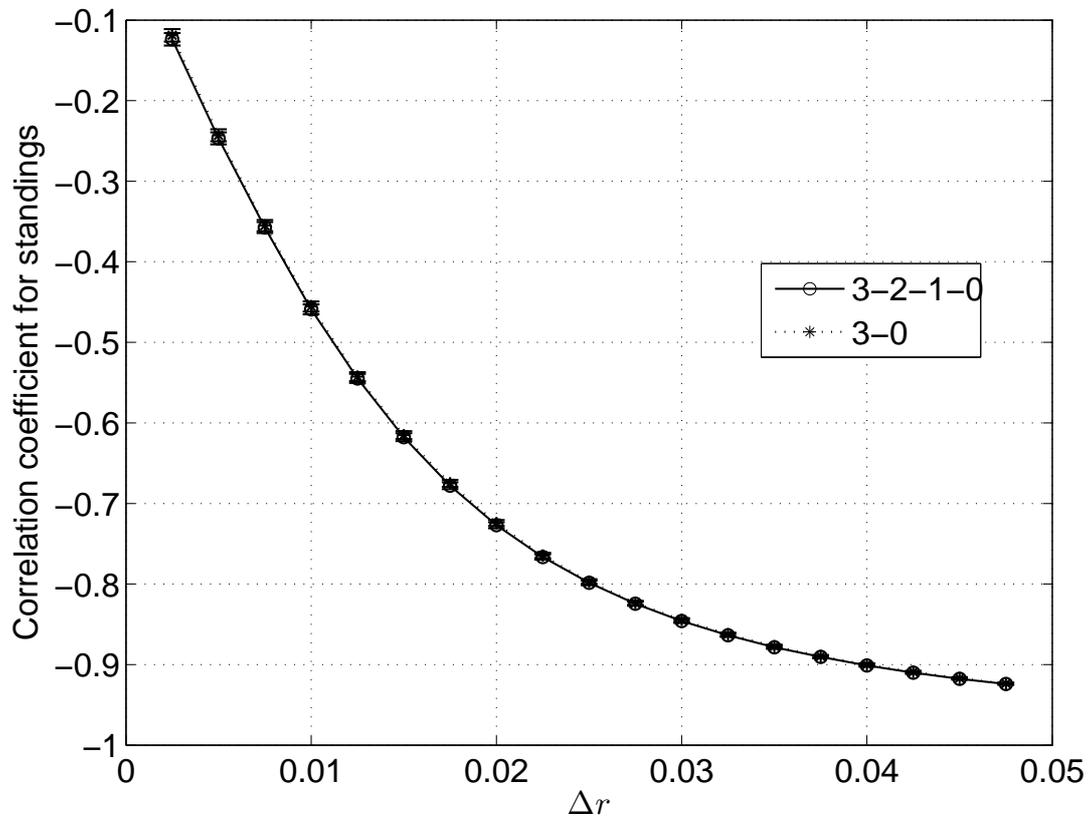


図3 Correlation coefficient for standings