一般競技者レベルのカーリング情報学に向けて

柿山広樹[1]　桝井文人[1]　柳等[1]　プタシンスキミハウ[1]

概要：本稿では、一般競技者レベルに着目し、その試合情報を収集解析した結果について報告する．分析結果を上級者レベルのものと比較し、上級者レベルとの共通点や相違点について考察する．これにより、一般競技者レベルに関する知見を把握できるだけでなく、上級者レベルの試合情報から見出された知見の汎用性を検証できる．一般競技者レベルの試合情報として、平成 29 年度北見支部リーグ戦の試合を対象とし，同 1 次リーグで実施された 55 試合（約 4,400 ショット）の情報をデジタルスコアブック *iCE* を用いて記録し，これを分析した．分析の結果，一般競技者レベルの試合においても，ショット率差と得点差の間には強い正の相関が見られることがわかったが，ショットの精度自体は上級者レベルと比較して有意に低いことから，一般競技者レベルでは，戦術や駆け引きよりもショットミスの影響がより大きいことが示唆された．

キーワード：デジタルスコアブック，戦術と戦略，得点，ショット率，一般競技者レベル，上級者レベル，ミスショット

Toward Curling Informatics of Amateur League Players

Hiroki Kakiyama[1]　Fumito Masui[1]　Hitoshi Yanagi[1]　Michal Ptaszynski[1]

Abstract: In this paper, we focus on the analysis of the level of players of Curling amateur league and report the results of data collection and analysis of game information. We compare amateur players with those of the advanced level, and discuss similarities and differences in play style. This allows us to not only obtain the knowledge on the general level of amateur players, but also verify the versatility of the obtained knowledge found in the game information. We recorded game information of amateur players of 55 games (about 4,400 shots) from Kitami City Amateur League 2017 using a digital scorebook iCE and thoroughly analysed the recorded data. As a results of analysis, we confirmed a strong correlation between the difference in shot accuracies and the difference in game scores even in games of amateur players. Since the shot accuracy itself was lower than in the advanced level players, it can be suggested that shot mistakes have greater impact on game result than tactics and strategies.

Keywords: digital scorebook, tactics and strategy, game score, shot accuracy, amateur players, advanced level, miss shot

1. はじめに

今年 2 月の平昌五輪冬季大会にてカーリング女子日本代表がイギリスとの死闘を制して史上初の銅メダルを獲得したことは記憶に新しい．選手のパフォーマンスやハーフタイムの風景などが中継されたこともあり，現在、国内でカーリングに対する注目が高まっている．

我々は，情報科学の活用によってカーリング戦術面を支援するために，試合情報の収集，試合情報の分析，分析結果の視覚化，試合情報と分析結果の共有といったことを電子的にかつ自動的に行う技術・環境の整備を進めてきた [1]．

タブレット端末上で稼働し，ストーン配置やショットの種類，軌跡，ショットの正確性といった情報をデータベース化してチームや個人のショット率，試合展開などをグラフなどで可視化できる「デジタルスコアブック *iCE*」を開発して複数のチームに提供してきた．また，試合データベースに格納された情報を詳細に解析することで，個人やチーム，競技レベルに関する特徴や傾向について分析し，戦術に関連する一定の知見も得ている．

上述の研究は主にトップチームの支援を想定したもので

[1] 北見工業大学大学院工学研究科
北海道北見市公園町 165

©2018 Information Processing Society of Japan

あり，対象とした試合情報もオリンピックや世界選手権，日本選手権といった上級者レベルのものであった．

本研究では，一般競技者レベルに着目し，その試合情報を収集解析する．分析結果を上級者レベルのものと比較し，上級者レベルとの共通点や相違点について考察する．これにより，一般競技者レベルに関する知見を把握できるだけでなく，上級者レベルの試合情報から見出された知見の汎用性を検証できる．

また，市民リーグにおいて試合情報分析して結果をフィードバックすれば，一般競技者へもデータ活用を普及させるきっかけとなり，地域におけるカーリング振興にも繋がると期待できる．

以下，2 章でカーリング競技，3 章で関連研究を紹介する．4 章で本稿において対象とした試合情報の概要と分析方法について述べ，5 章では分析結果と考察をまとめ，6 章で総括する．

2. カーリングとは

カーリングは「シート」と呼ばれる氷でできた長方形のエリア内で，2 つのチームが対戦するスポーツである．1 チームは 4 人で構成され，選手は「ハウス」と呼ばれる同心円の中心を狙いストーンを滑らせ得点を競う．1 チーム計 8 投のストーンを交互に投げ (「ショット」と呼ぶ)，計 16 投を投げ終えた時点で得点計算を行う．

上記の流れを「エンド」と呼び，1 試合 8~10 エンドで構成され，最終エンドで決着がつかない場合は延長を行う [2], [3].

カーリングにおけるショットはチームの司令塔の指示に沿って行われる．投石の際には，どの程度指示通りのショットだったかを 0~4 点の整数値で評価する「ショットスコア」が記録される．（稀に完璧に投じられたショットは 5 点をつけられることもある.）さらにショットスコアをエンド，試合，大会，通算といった単位期間で計算し百分率で表現した「ショット率」という指標があり，選手やチームのパフォーマンスを推定する際に利用される．ショット率は以下の式で表される．

$$\text{ショット率} = \frac{\text{ショットスコアの合計}}{\text{ショット総数}} \times 25(\%) \qquad (1)$$

また，カーリングは「氷上のチェス」と呼ばれており，非常に戦術性の高いスポーツである．そこで選手は勝利するための戦術プランを構築し，常に変化するアイスの状態やストーン配置の状況を把握し試合を進める．

カーリングでは，ショット率が高いほど正確な投石ができることを意味するので戦術プランに沿って試合を有利に進めることができる．逆にショット率が低ければ自身の意図しない投石機会が増えて，戦術プランを遂行できずに試合が不利に進むことが予想できる．つまりショット率を詳細に分析することで，個々のチームの戦術的特徴や傾向の把握が期待できる．

3. 関連研究

カーリング競技における試合に影響する要素として，アイスコンディションやストーン挙動に関する物理的要素，選手のパフォーマンスやスキルに関する人間的要素，ショット選択やゲームプランに関する戦術的要素が考えられている．

我々はこの中でも戦術的要素に焦点を当て，試合情報の収集解析を進めている．Masui et al. は日本・世界トップレベルを対象に対戦チーム間のショット率差と得点差の相関分析を行い，強い正の相関関係が存在することを明らかになり，勝敗に影響する要因について示唆した．具体的には，日本トップレベルはショット率の優劣が試合に大きく影響すること，世界トップレベルでは戦術の駆け引きが試合に大きく影響することが示唆された．

また，Otani et al.[4] は上述した Masui et al. の分析をソチ五輪 2014 の試合情報を対象に追検証し，先攻と後攻を区別した分析を行った．その結果，ショット率と得点の相関では先攻と後攻に明確な差異は認められず，別パラメータに焦点を当てた分析が必要だと示唆された．

Hirata et al.[5] はポジション別における得点力とショット率の関係性を分析し，それぞれのポジションに戦術を遂行する上で役割の違いがあることを確認した．

これらの研究は全て上級者レベルを対象としており，次の研究の進展として未だに収集解析がされていない一般競技者レベルの試合を対象とした研究が 1 つ挙げられる．

4. 分析

我々は，一般競技者レベルの試合情報分析のため，平成 29 年度北見支部リーグ戦の試合を記録した．このリーグは，北海道北見市内にある河西建設カーリングホールにて毎年開催される．このリーグは，レベル別に A から E までの 5 段階のブロックに分かれており，A ブロックは地方選手権を伺うレベル，E ブロックは初心者レベルである．各ブロック毎に 1 次リーグ~3 次リーグまでの計 3 回のリーグ戦が開催されて順位が決定される．また，各ブロックの上位 2 チーム下位 2 チームが次のリーグ戦でブロックを入れ替わる．一試合 1 時間 30 分の制限時間が設けられているため，平均 5 エンドで試合が行われる．

本研究では，34 チームが出場した 1 次リーグ全 99 試合（11 月 10 日~12 月 13 日）のうち 55 試合（約 4,400 ショット）の情報を記録した．記録には Masui et al.[6] が開発したデジタルスコアブック *iCE* を用いて試合情報をデータベースに記録した．*iCE* の記録・集計インターフェイス画面の例を図 1 に示す．

分析手順について説明する．

©2018 Information Processing Society of Japan



図 1 *iCE* の記録・集計インターフェイス画面の例

まず，収集した試合情報からショットスコアと得点を抽出する．次に，試合毎に対戦チーム間のチームショット率の差と得点差を計算し，両要素の相関を分析する．Masui et al.[1] によれば、世界トップおよび日本トップといった上級者レベルに関しては，ショット率差と得点差には強い正の相関があることがわかっている．この分析によって一般競技者レベルにおいても同様の関係が見いだせるか否かが確認できる．

5. 分析結果と考察

図 2 の散布図は，市民リーグ戦におけるショット率差と得点差の相関関係を示している．

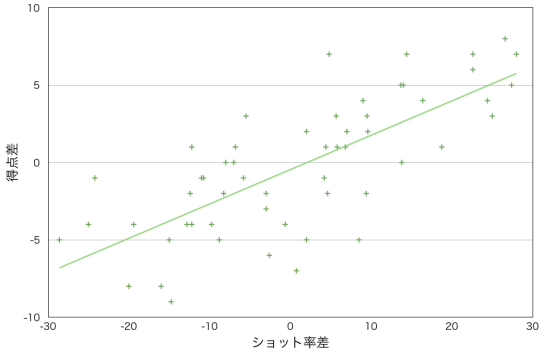


図 2 ショット率差と得点差の相関関係

両者のピアソン積率相関係数は 0.74 であった．無相関検定により有意水準 1%で有意性が認められたので，対象データにおけるショット率の差と得点差には強い相関関係があるといえる．同様に上級者レベルの相関係数は，世界トップレベルでは 0.74，日本トップレベルでは 0.80 である (Masui et al.[1]) ので，ショット率差と得点差の関係については，競技レベルの差に関係なく強い相関が存在するといえる．すなわち，一般に，ショット率で優位であれば勝利できる可能性が高い．

次に，ショット率と得点力の関係について議論してみる．図 3 は，競技レベル毎のチームショット率と獲得点数の相関を示す散布図である．世界トップレベルを◇印，日本トップレベルを□印，市民リーグを○印で示している．

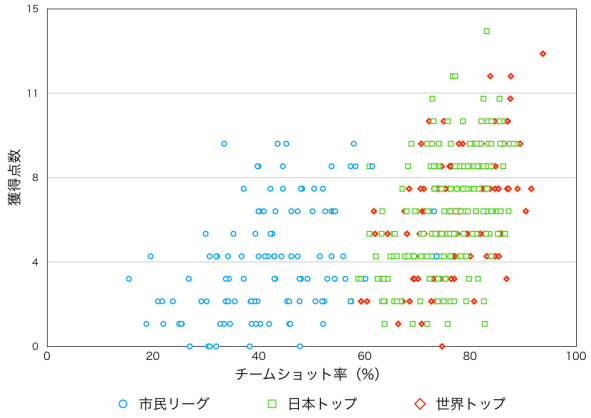


図 3 競技レベル毎のチームショット率と獲得点数の散布図

上級者レベルでは弱い相関が見られるが，市民リーグではほとんど相関がない．このことは，ショット率の高さは必ずしも得点には結びつかないことを意味している．ゲームプランにおいては，失点を防ぐため相手の得点要素を減らすショットや，プランを組み立てるためのショットなど，直接得点に関係しないショットが含まれるためであると考察できる．

得点については理論的には 80 点が上限 [*1] であるが，実際には高々 10 点強が上限となっていることがわかる．市民リーグの得点上限が他 2 者と比較してやや低いように見えるが，一試合あたりのエンド数が平均 5 エンドと通常の試合より少ないことで見かけ上低く見ており，実質的な得点上限には差はないと考えられる．

ショット率についてみると，世界トップレベルと日本トップレベルではかなりの範囲で重複している（世界トップがややショット率が高い）．これは，両者のショット精度に大きな差が無いことを示していると言え，平昌オリンピックで女子が 3 位，男子が 7 位，2018 年に行われた世界選手権では女子 10 位，男子 11 位であったことと矛盾しない．

対して，市民リーグは前者とほとんど重複していない．よって，ショット精度に決定的な差があるといってよい．平均ショット率を比較すると，市民リーグが 41.8%±10.9*S.D.* だったのに対し，日本トップレベルは 74.4%±9.1*S.D.*，世界トップレベルは 80.6%±6.4*S.D.* であった．このことから，市民リーグは上級者レベルに比べ，ミスショット機会が多く，ショット率のバラツキも大きいことがわかる．これは，ゲームプランやエンドプランを正確に遂行する確率

[*1] 各チームがエンド毎に 8 投する

©2018 Information Processing Society of Japan

が相対的に低く，試合に対して偶然性の影響が強いことを意味する．

偶然性の影響が強い状況においても，ショット率が高い方が有利であるのはなぜだろうか．このような場合，戦術の良し悪しが試合結果に与える影響は比較的小さく，ミスショットの数や重要な場面でのミスショットが勝敗に強い影響を与えていると考えられる．

おそらく，これらの傾向は本リーグ戦において A ブロックよりも E ブロックの方が強いと推測される．

ミスショットの数が勝敗に与える影響を確かめるため，チーム毎に 1 試合あたりのミスショット割合を計算した．各ショットに対して付与されたショットスコアが 4 点の場合に成功，3 点以下の場合をミスショットとして扱った．その結果を図 4, 5 に示す．

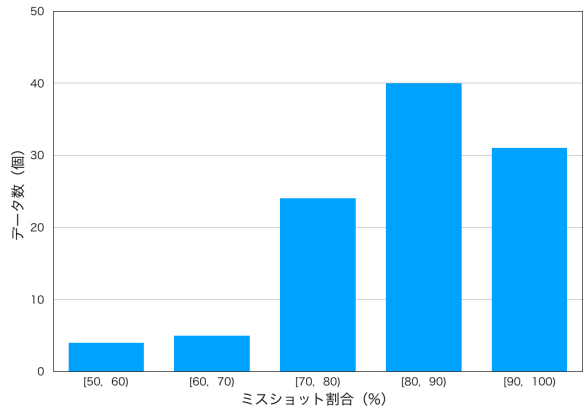


図 4　ミスショット割合のデータ数の推移

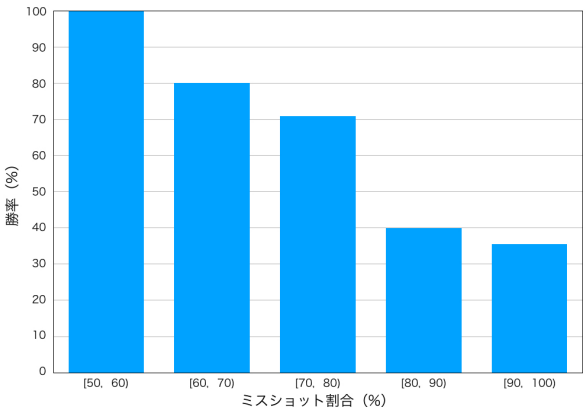


図 5　ミスショット割合と勝率の関係

図 4 から市民リーグにおいては全ショットの半数以上が指示通りにショットできていないことが見て取れる．さらに図 5 からミスショット割合が大きくなるにつれて勝率が徐々に下がる傾向が確認できる．

データ数が多くないため厳密な判断はできないが，市民リーグにおける試合においては，ミスショット割合を 60%以下に抑えることが勝率を上げるための一つの目安となるだろう．

6. おわりに

本稿では，一般競技者レベルの試合を対象としてデジタルスコアブック *iCE* を用いて試合情報の収集解析した結果について報告した．

一般競技者レベルの試合情報として平成 29 年北見支部リーグ戦の試合を対象に分析し，これまで行われた上級者レベルの分析と比較した結果，ショット率差と得点差の関係については競技レベルに関係なく強い正の相関が存在することが確認された．

一方，ショット精度に関しては一般競技者レベルは上級者レベルと比較して決定的な差が存在することが確認され，戦術の良し悪しが試合結果に与える影響は小さく，ミスショットが勝敗に大きく影響することが示唆された．

今後は，市民リーグの試合情報収集を継続してデータ数を増やし，市民リーグに設けられているブロック毎のレベルを考慮した調査やミスショットと勝率の関係を調査する予定である．

参考文献

[1] “ Informatics to Support Tactics and Strategies in Curling”, Int J of Automation Technology10(2), Masui, F. and Hirata, K. and Otani, H. and Yanagi, H. and Ptaszynski, M., 2016.

[2] “ Curl to Win: Expert Advice to Improve Your Game”, HarperCollins Publishers Ltd, Howard, R, 2009.

[3] “ Introduction to Curling Strategy (English Edition)”, Amazon Services International, Coleman, G, 2014.

[4] “ Analysis of Curling Team Strategy and Tactics Using Curling Informatics”, 4th International Congress on Sport Sciences Research and Technology Support, Otani, H. and Masui, F. and Hirata, K. and Yanagi, H. and Ptaszynski, M., 2016.

[5] “ Analysing Roles of Position in Curling Based on Shot-Scores”, 34th International Conference on Biomechanics in Sports, Hirata, K. and Masui, F. and Otani, H. and Yanagi, H. and Ptaszynski, M., 2016.

[6] “ Toward Curling Informatics Digital Scorebook Development and Game Information Analysis”,Proceeding of 2015 IEEE Conference on Computer Intelligence and Games , Masui, F. and Ueno, H. and Yanagi, H. and Ptaszynski, M., 2015.

©2018 Information Processing Society of Japan