

ADVANCES IN CURLING GAME INFORMATION ANALYSIS BY CONSIDERING STARTING POSITION

Hiromu Otani¹, Fumito Masui¹, Hitoshi Yanagi^{2,3}, Michal Ptaszynski¹

¹Graduate School of Computer Science, Kitami Institute of Technology

²Common Course, Kitami Institute of Technology

³High Performance Committee, Japan Curling Association

CURLING? CHESS ON ICE

produced by Curling Canada

We have gotten consent to use this video from Curling Canada.

INTRODUCTION

- Japan national curling team won Second place at the Woman's World Championship 2016
→ **Still need to continue working in order to aim for the top**
- Curling is an Olympic game
→ Fifth place at the Sochi Winter Olympics
→ **Japan needs to work its way to get the medal**



Information Science Approach

Physical factor

- Temperature of ice sheet
- Changes in ice sheet
- Characteristics of stone
- Behavior of stone

- Johnston and Gordon (1981) The Dynamics of a Curling Stone
- Shegelski (1996) The Motion of a Curling Rock
- Denny (1998) Curling Rock Dynamics
- Penner (2001) The Physics of Sliding Cylinders and Curling Rocks
- Nittono et. al (2013) Experimental study of curing; measurements of curl ratio of a curling stone

- Fujimura and Sugihara (2004) Quantitative Evaluation of Sport Teamwork Using Generalized Voronoi Diagrams
- Yanagiet. al. (2008) Measurement of Forces Exerted during Sweeping in Curling
- Takahashi (2011) Support Japan Women's Curling National Team by a Trainer
- Yanagi et. al. (2012) Development of curling brush for measuring force exerted during sweeping

Human factor

- Player's skill
- Player's physical abilities
- Player's state of health
- Player's state of mind

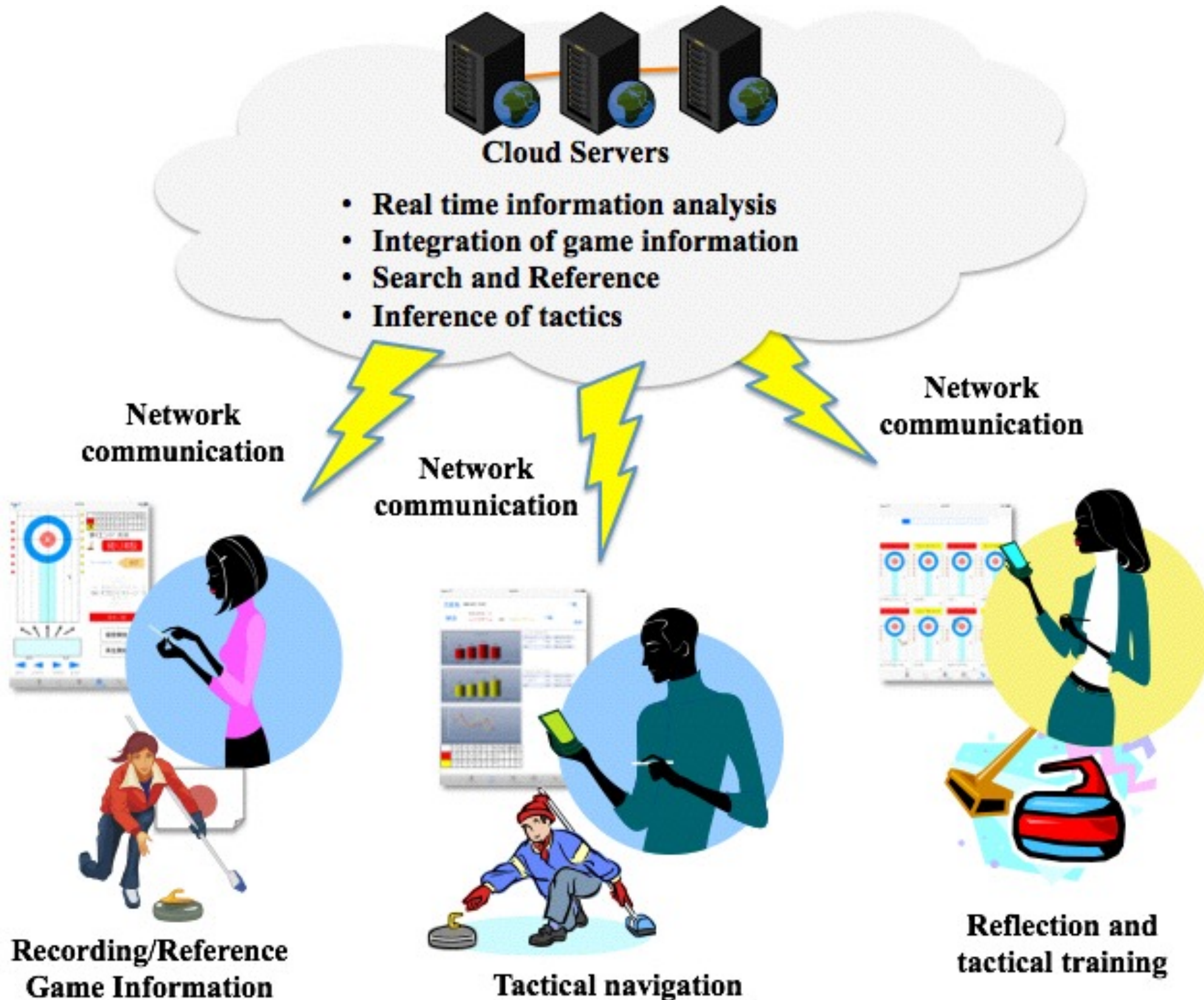
Strategic/Tactical factor

- Shot type
- Shot accuracy
- Game plan
- Team strategy/tactics

- Kostuk et. al. (2001) Modeling Curling as a Markov Process

"The tactical aspects of curling play are still very, very important."

– John R. Bradley



RESEACH PLAN

2015

- Collected and Analyzed game information concerning tactics
- Constructed the database to share strategies/tactics

2016

- Development technology to analyze a tactical factor
- Development technology to reason a tactical factor

2017

- Demonstration test for our technology
- Verifying a effectiveness of our technology

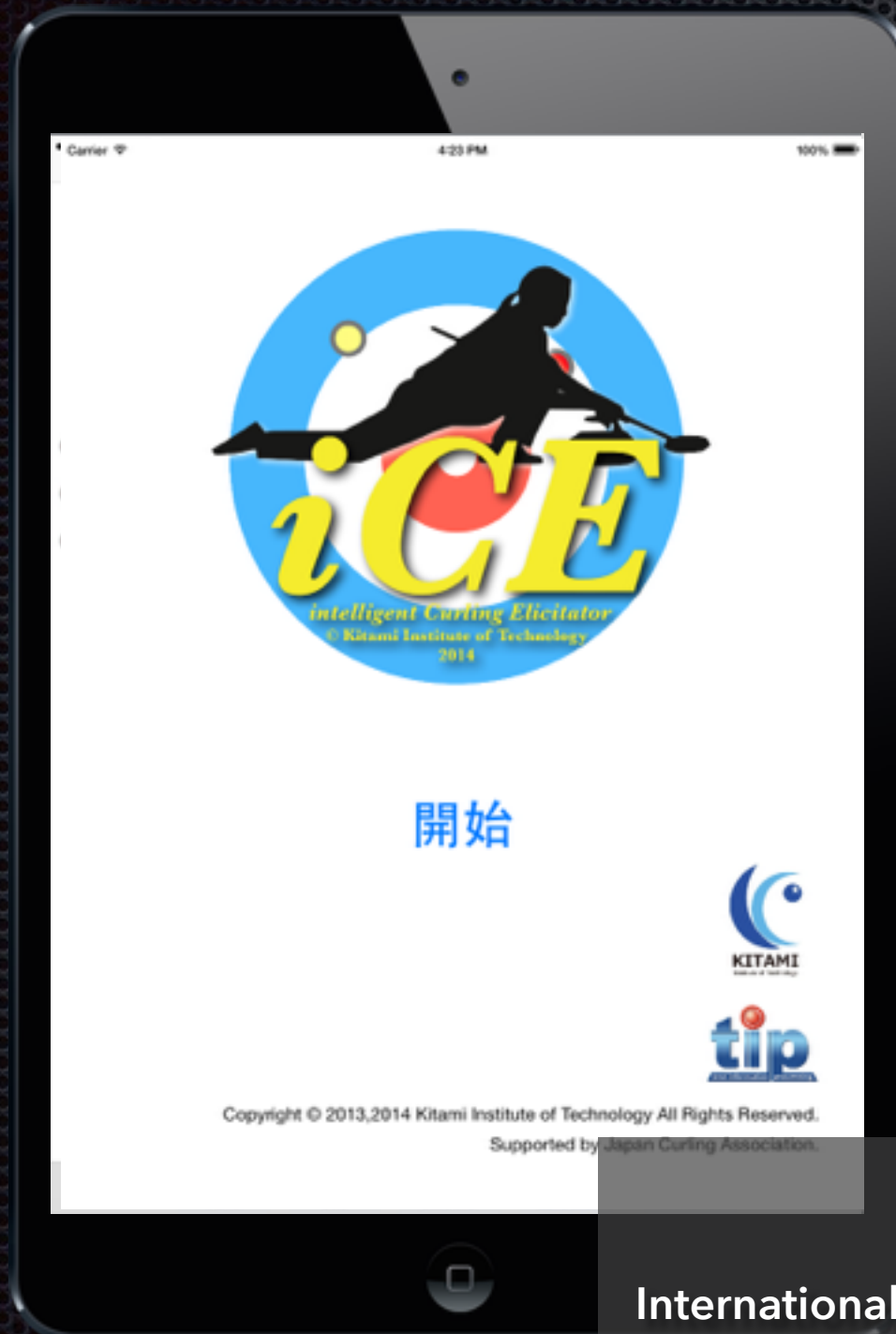
2018

- Supporting top curling teams from tactical point of view.
- Olympic Winter Games 2018

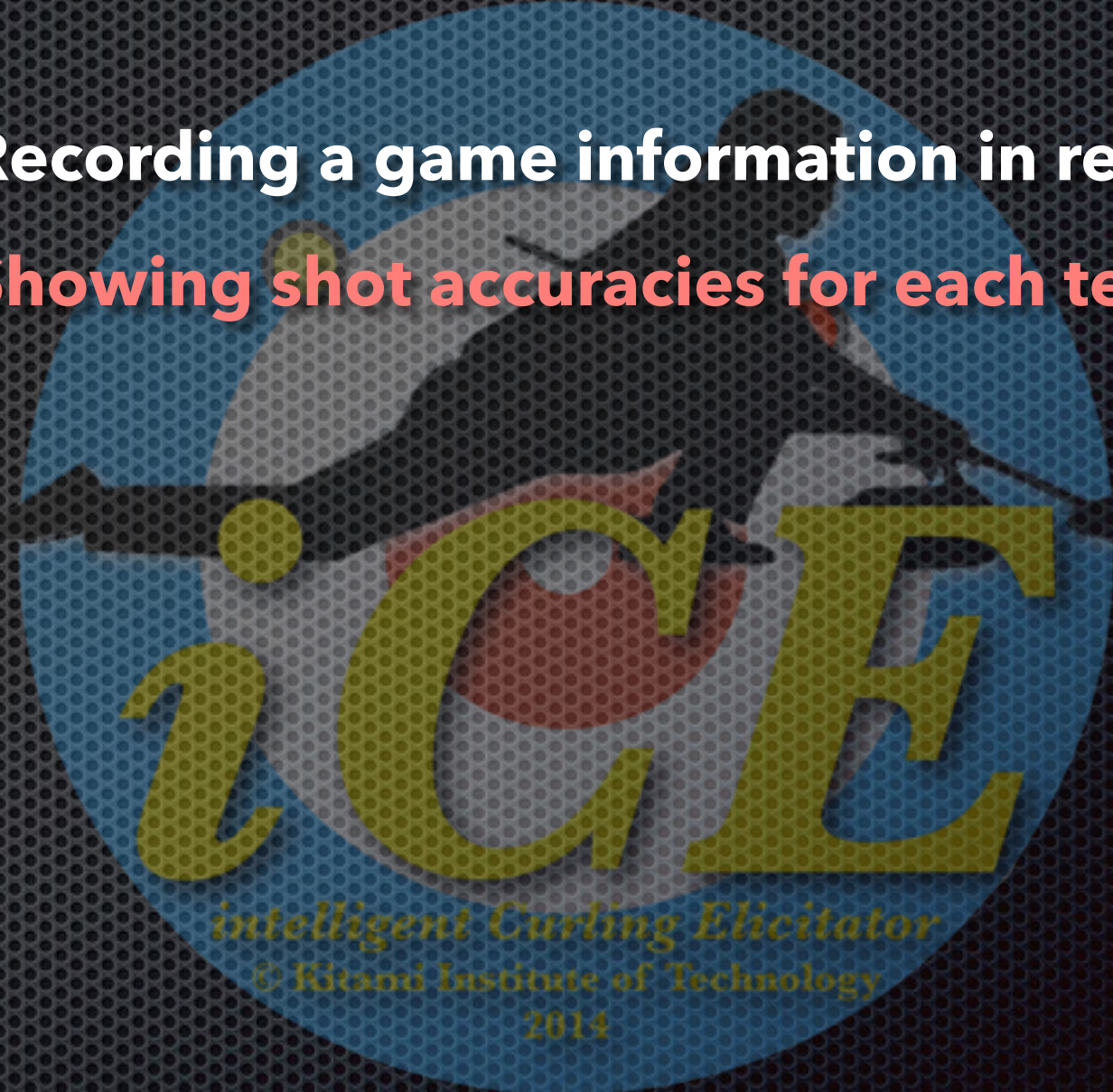


PORTABLE DIGITAL SCORE BOOK

iCE (intelligent Curling Elicitor)



- Recording a game information in real time
- Showing shot accuracies for each team



F. Masui, K. Hirata, H. Otani, H. Yanagi, and M. Ptaszynski:
Informatics to Support Tactics and Strategies in Curling,
International Journal of Automation Technology, Vol.10, No.2, pp.244-252 (2016.03)

OBJECTIVE ANALYSIS OF GAME INFORMATION

- Analysis of National Top-Level Games
 - Japanese national class
correlation of winning the game with shot accuracies **High**
 - Japanese Jr class
correlation of winning the game with shot accuracies **Low**
- Analysis of World Top-Level Games
 - Is shot accuracy more impact on winning the game?
→ **Lower** than Japanese national class
 - Selected tactics had an impact on game result

PLAY 1ST AND PLAY 2ND IN CURLING

● Play 1st ● Play 2nd

- The team playing as a second in turn has a strong advantage
- Strategy taken by each team differ depending on starting position



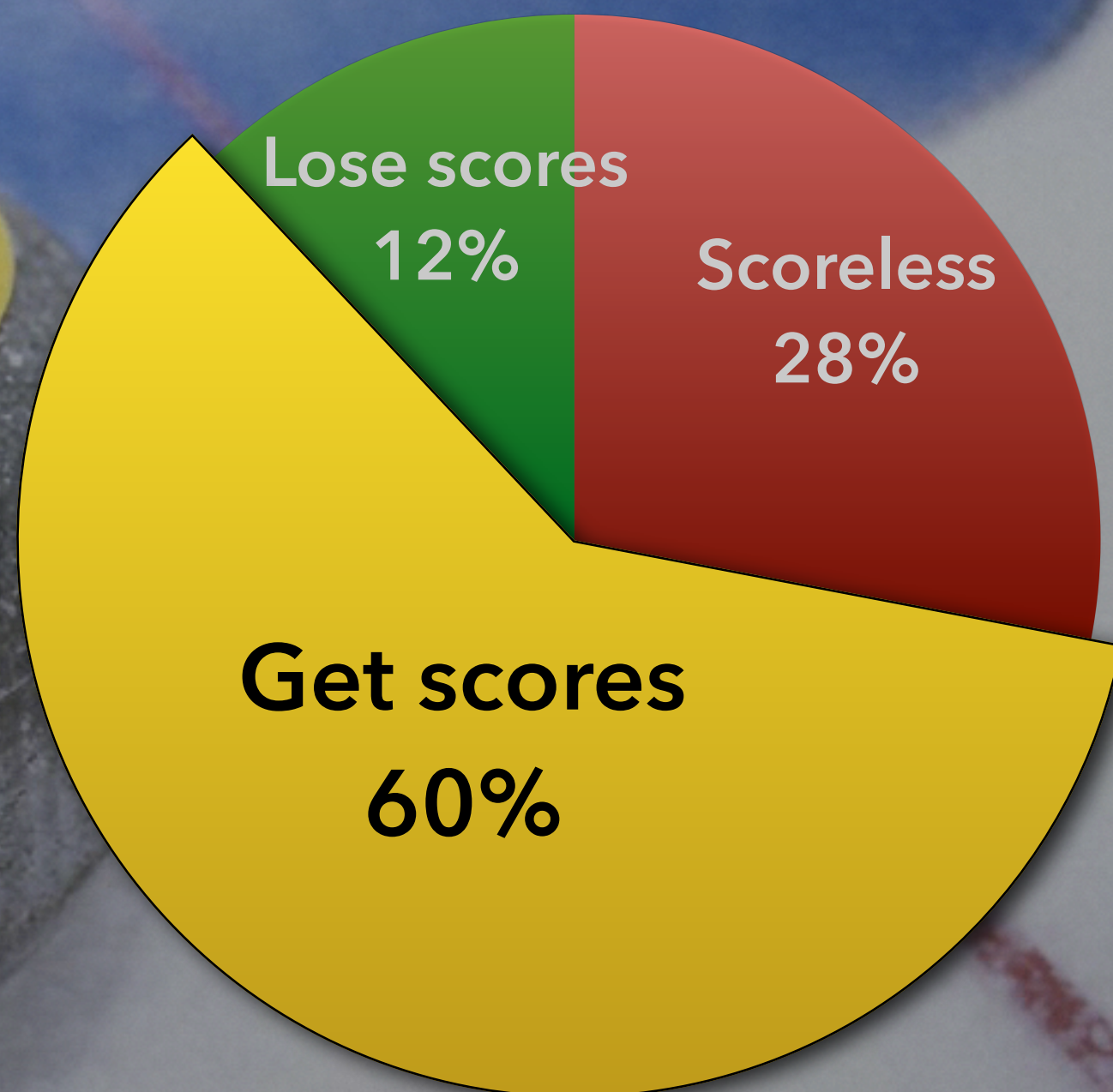
Target data:

4 different games of Japanese national top level

Play 1st



Play 2nd



Goal of this research

To verify difference between play 1st and play 2nd

This talk

Report the analysis result of the relation of shot accuracy with game scores by considering play 1st and play 2nd

GAME ANALYSIS CONSIDERING PLAY FIRST AND PLAY SECOND

SHOT ACCURACY AND GAME SCORE

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total Ave.
A	GS	0	1	0	2	0	0	4	0	3	0	10
	SA	62%	94%	91%	94%	100%	88%	81%	88%	100%	100%	89.8%
B	GS	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	5
	SA	94%	88%	69%	94%	97%	81%	75%	69%	88%	80%	83.5%

- **GS** : *Game Score*
- **SA** : *Shot Accuracy*

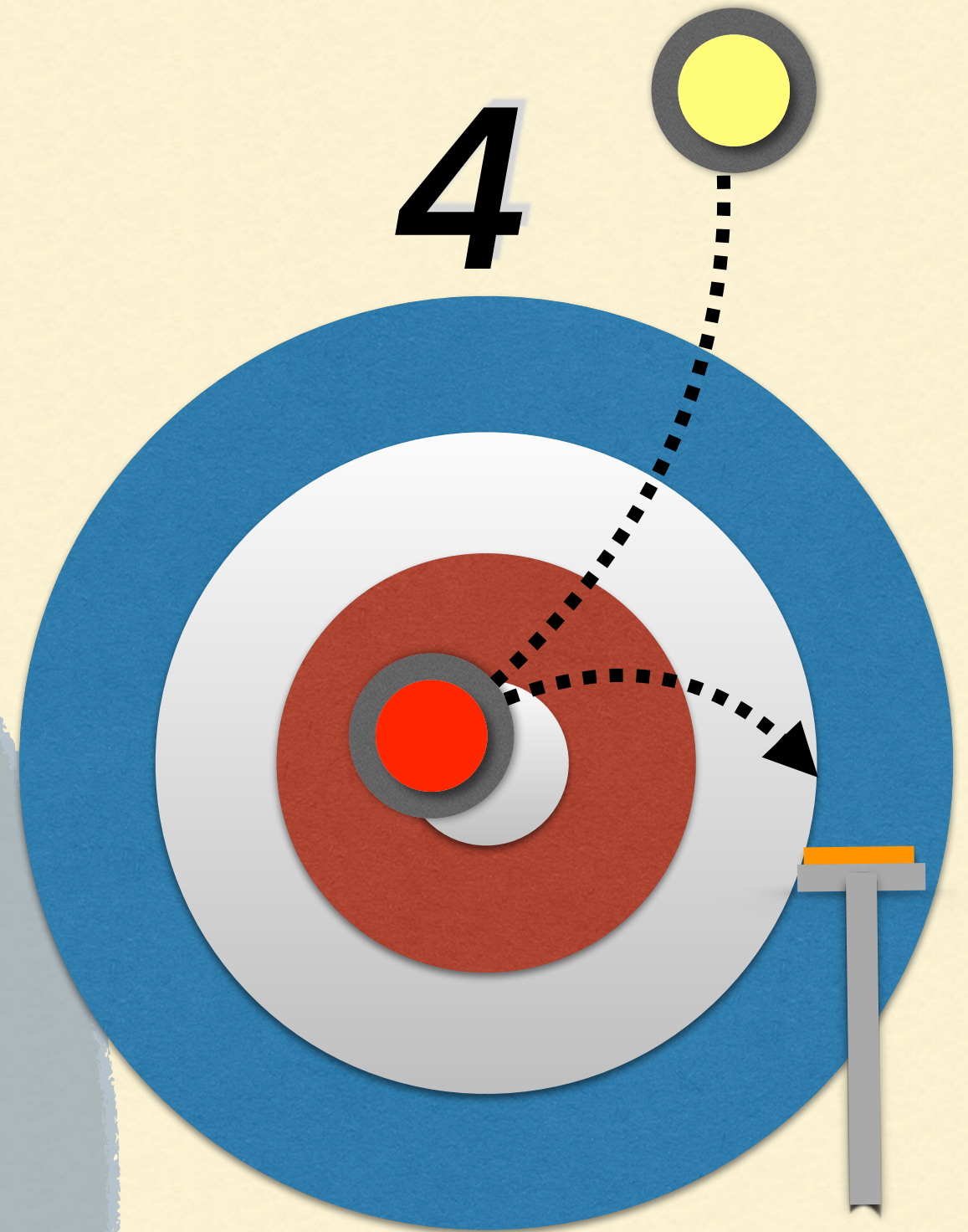
SHOT SCORE

- Shot score is rating how accurate the delivered shot was according to the team skip from **0** to **4** points



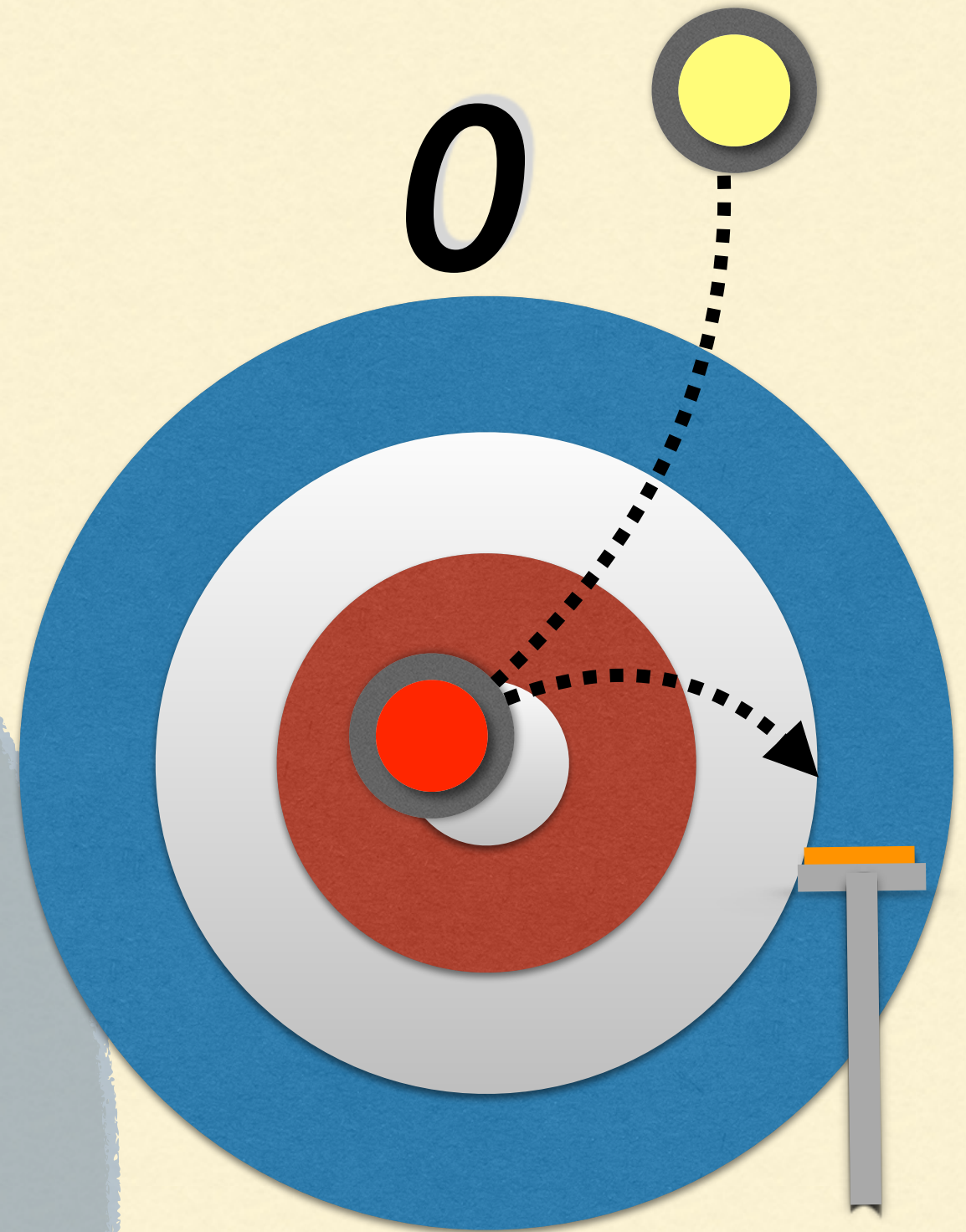
SHOT SCORE

- Shot score is rating how accurate the delivered shot was according to the team skip from **0** to **4** points



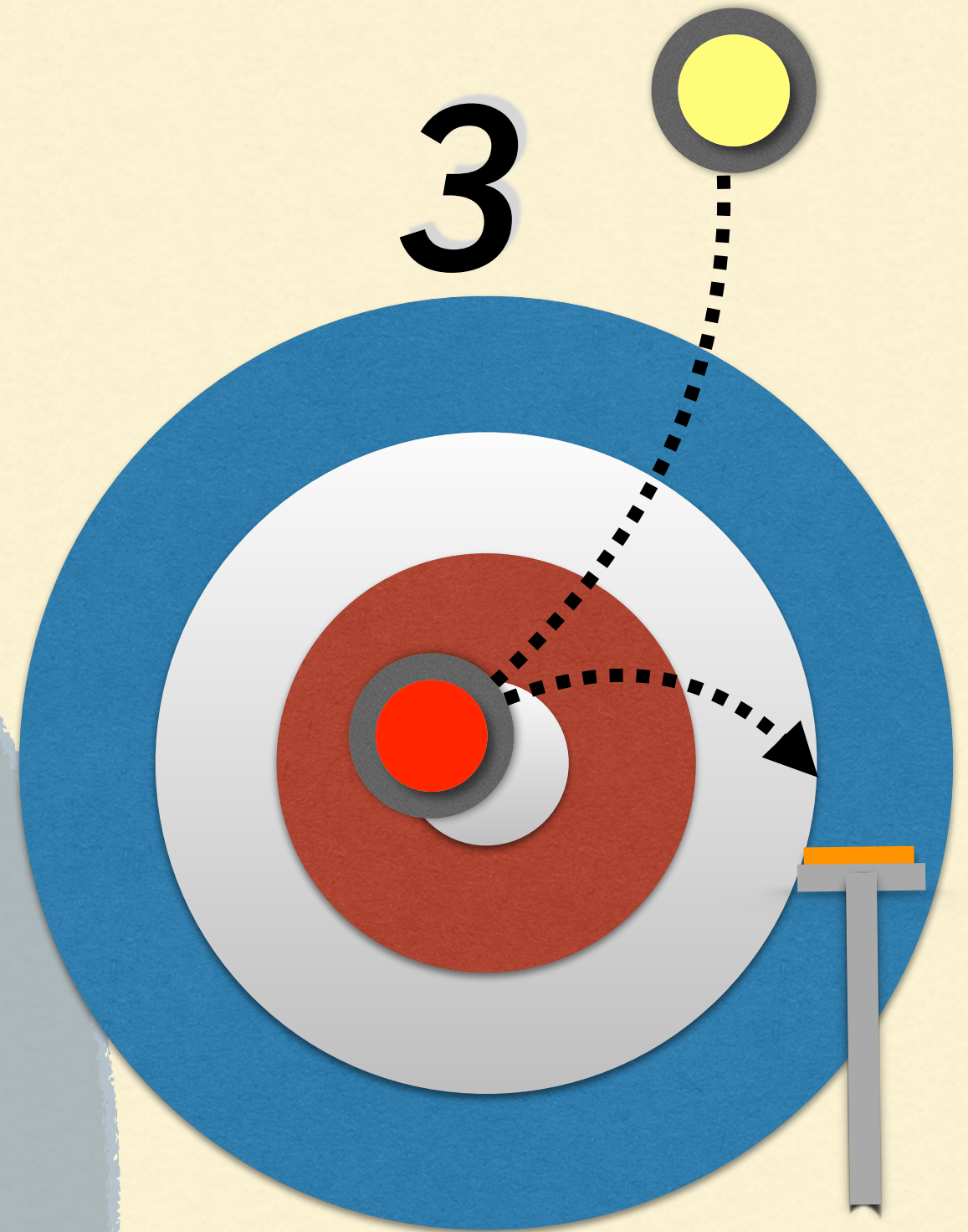
SHOT SCORE

- Shot score is rating how accurate the delivered shot was according to the team skip from **0** to **4** points



SHOT SCORE

- Shot score is rating how accurate the delivered shot was according to the team skip from **0** to **4** points



SHOT ACCURACY

- Shot score is rating how accurate the delivered shot was according to the team skip from 0 to 4 points



$$\text{Shot Accuracy} = \frac{\text{Total Shot-Scores}}{\text{Number of Shots}} * 25$$

SHOT ACCURACY AND GAME SCORE

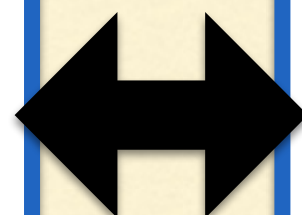
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total Ave.
A	GS	0	1	0	2	0	0	4	0	3	0	10
	SA	62%	94%	91%	94%	100%	88%	81%	88%	100%	100%	89.8%
B	GS	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	5
	SA	94%	88%	69%	94%	97%	81%	75%	69%	88%	80%	83.5%

Total Shot Accuracy (TSA)

DFGS

Difference in Final Game Score

$$10 - 5 = 5$$



DTSA

Difference in Total Shot Accuracy

$$89.8\% - 83.5\% = 6.3\text{point}$$



SHOT ACCURACY AND GAME SCORE BY CONSIDERING STARTING POSITION

20

Hypothesis

Relation between SA and GS are different in Play 1st and Play 2nd

Play first Shot Accuracy (1stSA)

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total Ave.
A	GS	0	1	0	2	0	0	4	0	3	0	10
	SA			91%		100%	88%		88%		100%	93.4%
B	GS	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	5
	SA	94%	88%		94%			75%		88%		87.8%

D1stSA

Difference in first Shot Accuracy

$$93.4 - 87.8 = 5.6 \text{ point}$$

Play second Shot Accuracy (2ndSA)

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total Ave.
A	GS	0	1	0	2	0	0	4	0	3	0	10
	SA	62%	94%		94%			81%		100%		86.2%
B	GS	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	5
	SA			69%		97%	81%		69%		80%	79.2%

D2ndSA

Difference in second Shot Accuracy

$$86.2 - 79.2 = 7 \text{ point}$$

TARGET DATA

World national top level

- *Winter Olympic Games 2014*

- **93** games

45 games for men

48 games for women

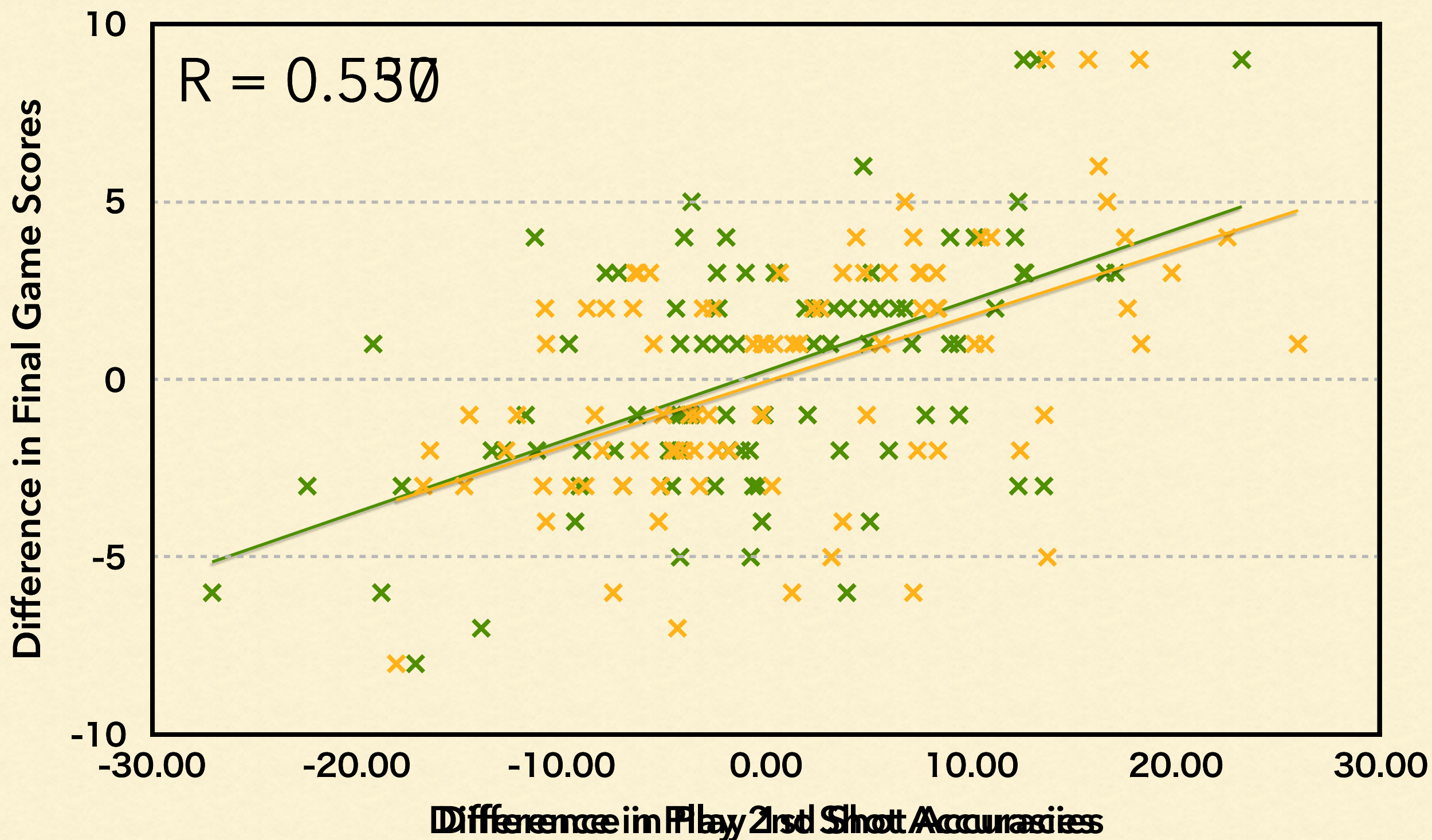
- **15,000** shots

<https://www.olympic.org/sochi-2014/curling>



RESULT OF ANALYSIS

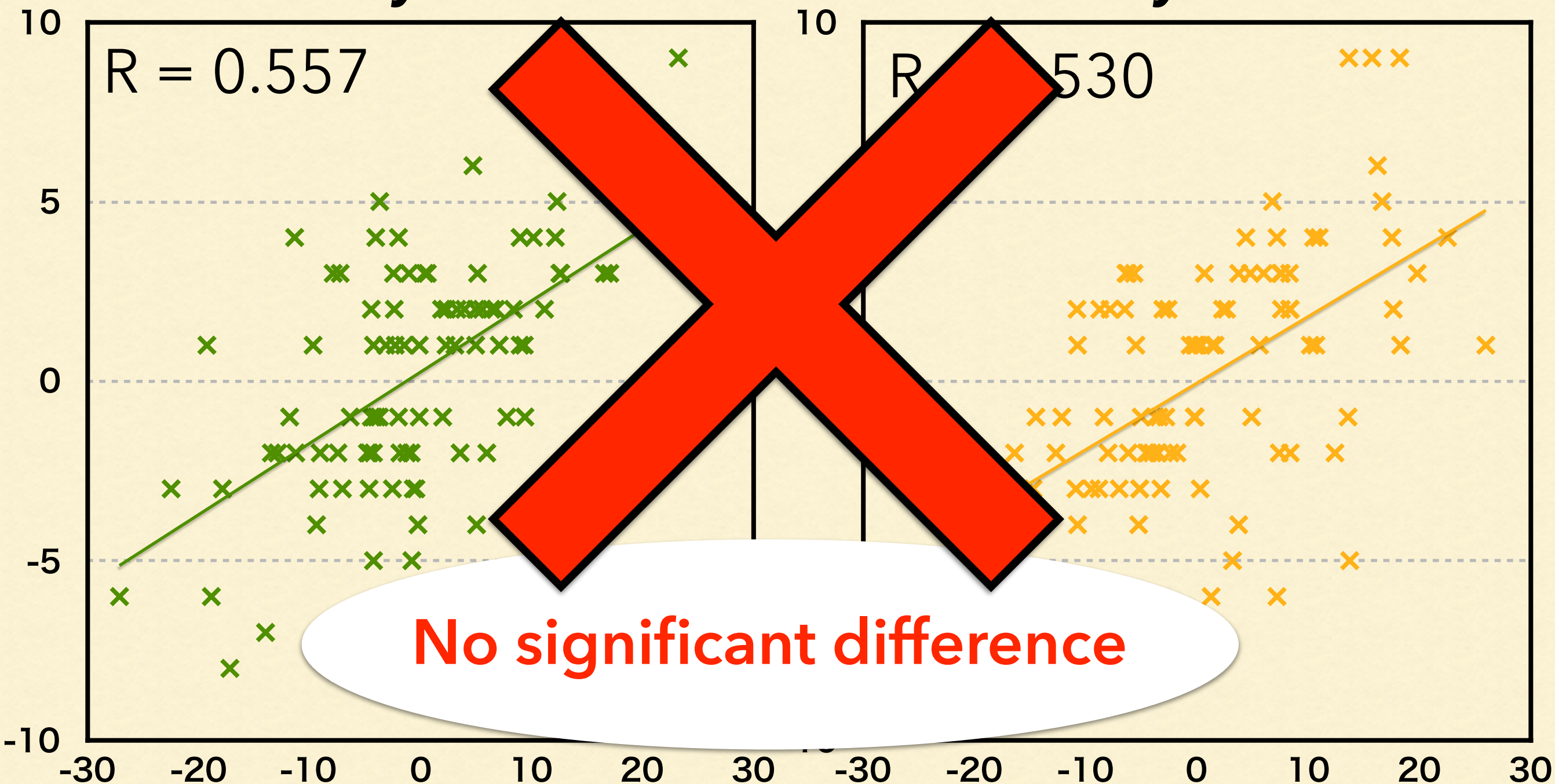
RELATION BETWEEN SA AND GS



RELATION BETWEEN SA AND GS

Play 1st

Play 2nd

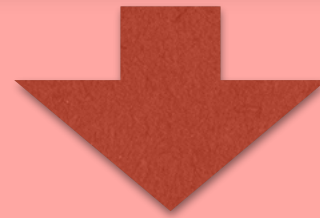


RELATION BETWEEN SA AND GS

Play 1st

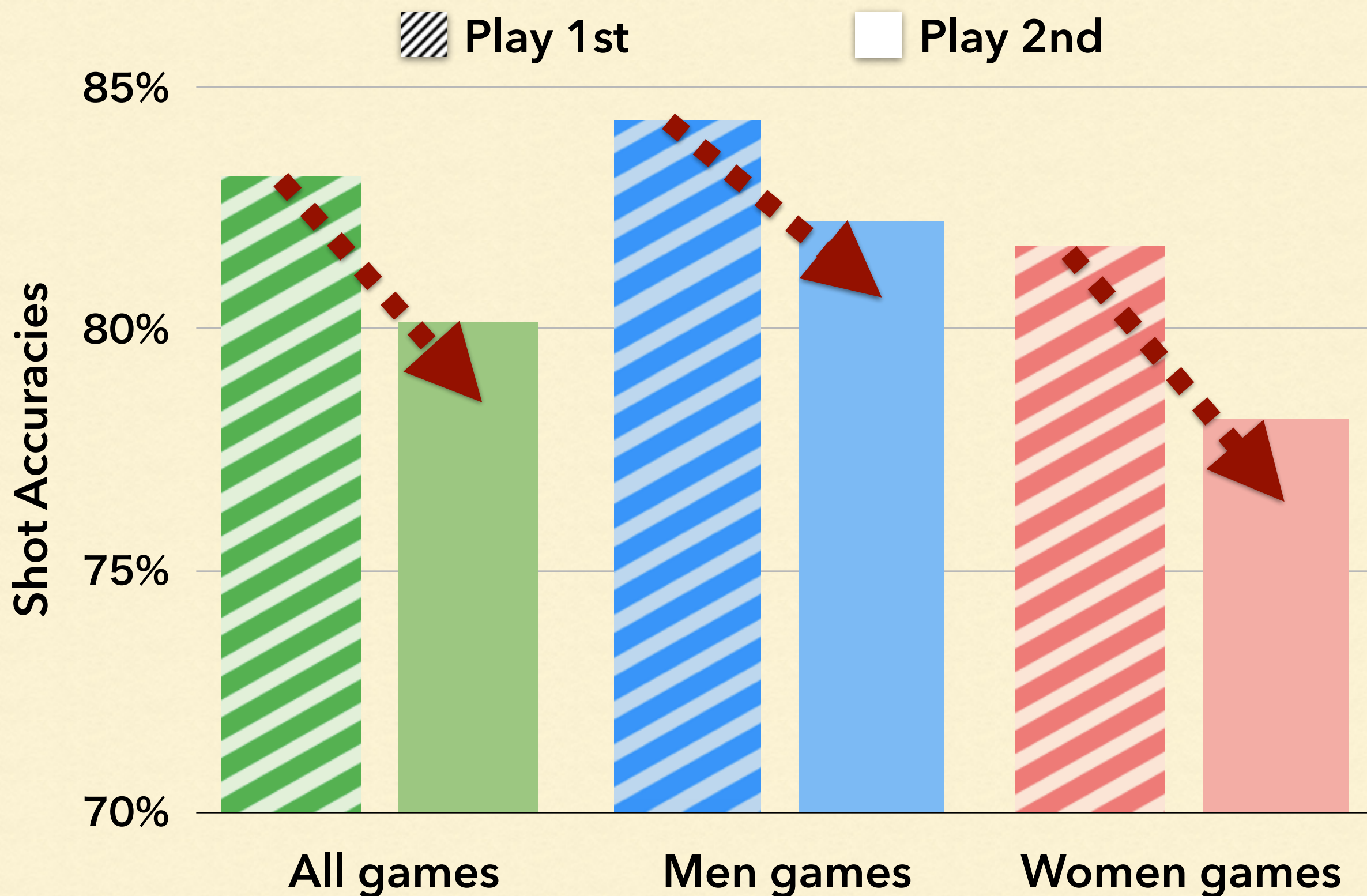
Play 2nd

There were **no significant differences** between the relation of SA and GS when teams were in Play 1st and Play 2nd



1. Game information of world national top level has sufficiently high SA
2. **Relation between SA and GS was not parametric which characterizes starting position**

SA DIVIDED BY GENDER AND PLAYING POSITION

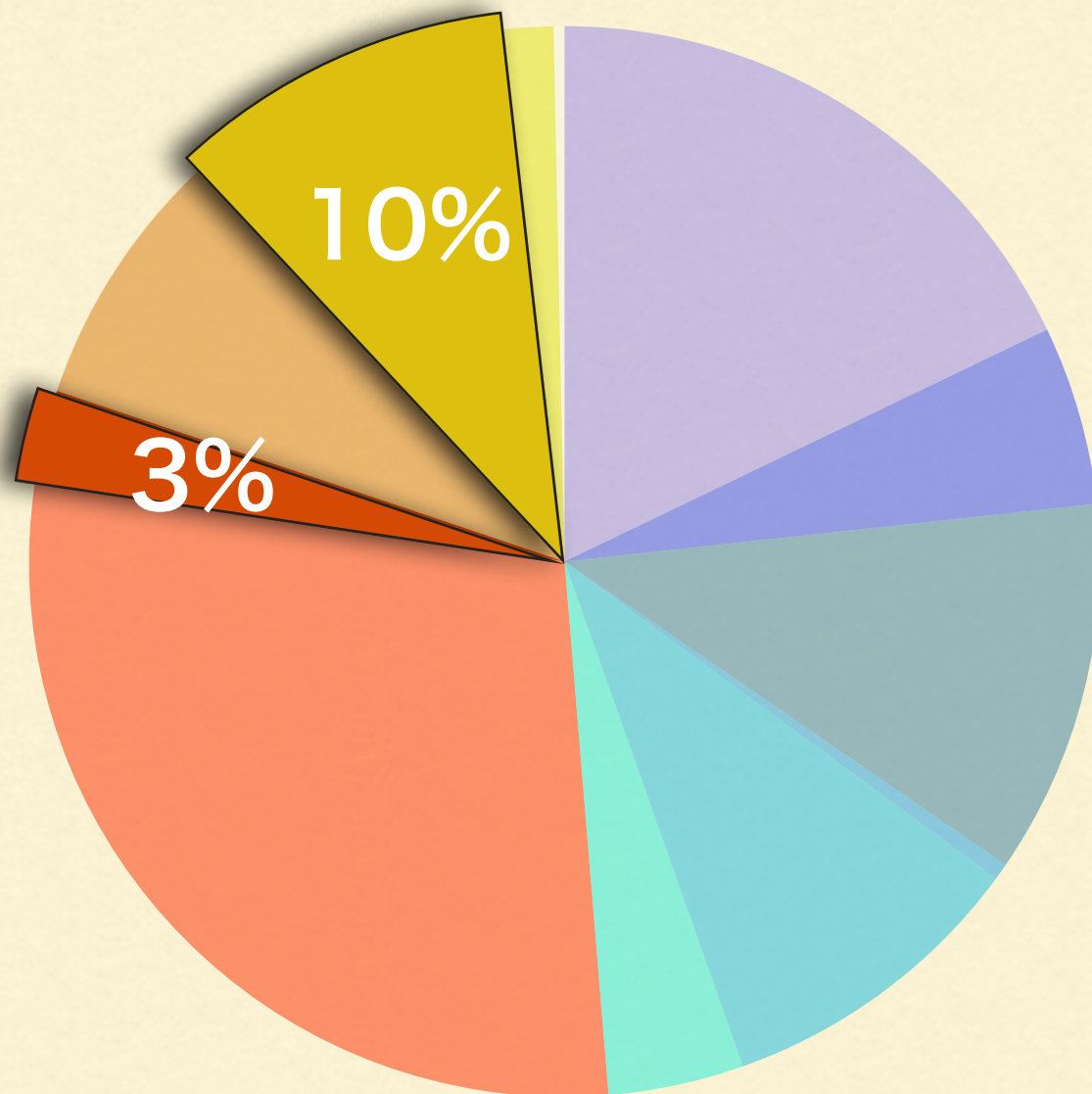




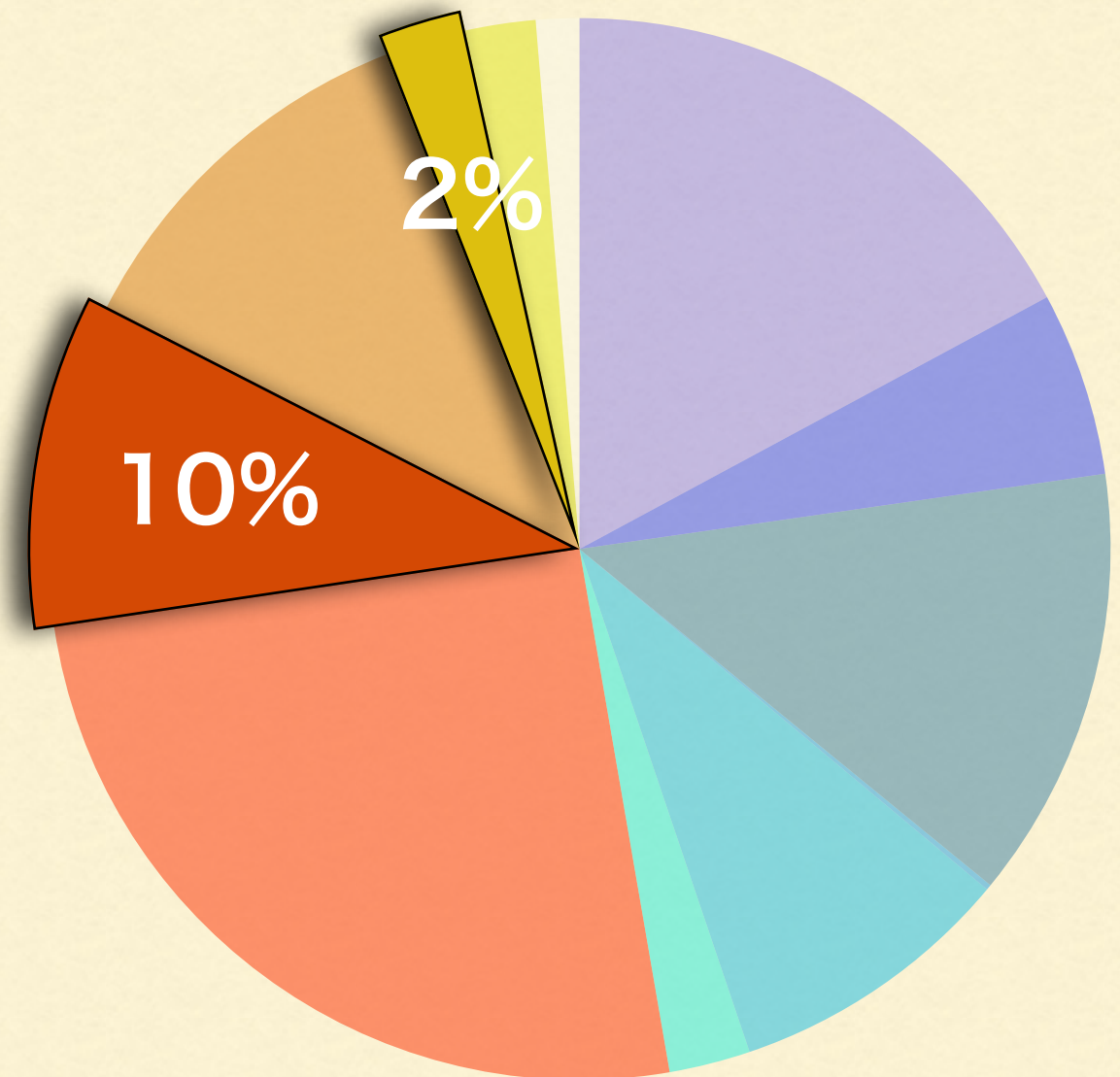
RATIO OF SHOT BY TYPES

27

Play 1st



Play 2nd



- | | | | | | |
|---------|--------------------|----------|--------------|--------|---------------|
| Takeout | Double Takout | Hit&Roll | Hit&Stay | Peel | Raise Takeout |
| Draw | Come-around | Front | Guard | Freeze | Tap back |


DISCUSSION



● ~~Game~~ *Game-around*

DISCUSSION

- Correlations between SA and GS **did not differ** by playing position
 - Consider analyzing on other effective parameters
- Comparison with **other player level**
- Consider **different types of shots**
- Distinguishing among
Get score ends, Lose score ends, scoreless ends

 *Come-around*

CONCLUSIONS

- Analyzed game information considering the starting position
 - Relation between shot accuracies and game scores were compared
 - There were no significant differences
 - Confirmed the difference of tactics by starting position
 - Need an analysis considering other parameters

FUTURE WORK

- Collecting game data to analyze tactics
- Extract characteristics of team tactics
- Design an algorithm of game information considering tactical characteristics



MEMO

CURLING



Player **throws a shot** and **sweep the track** in front of the stone

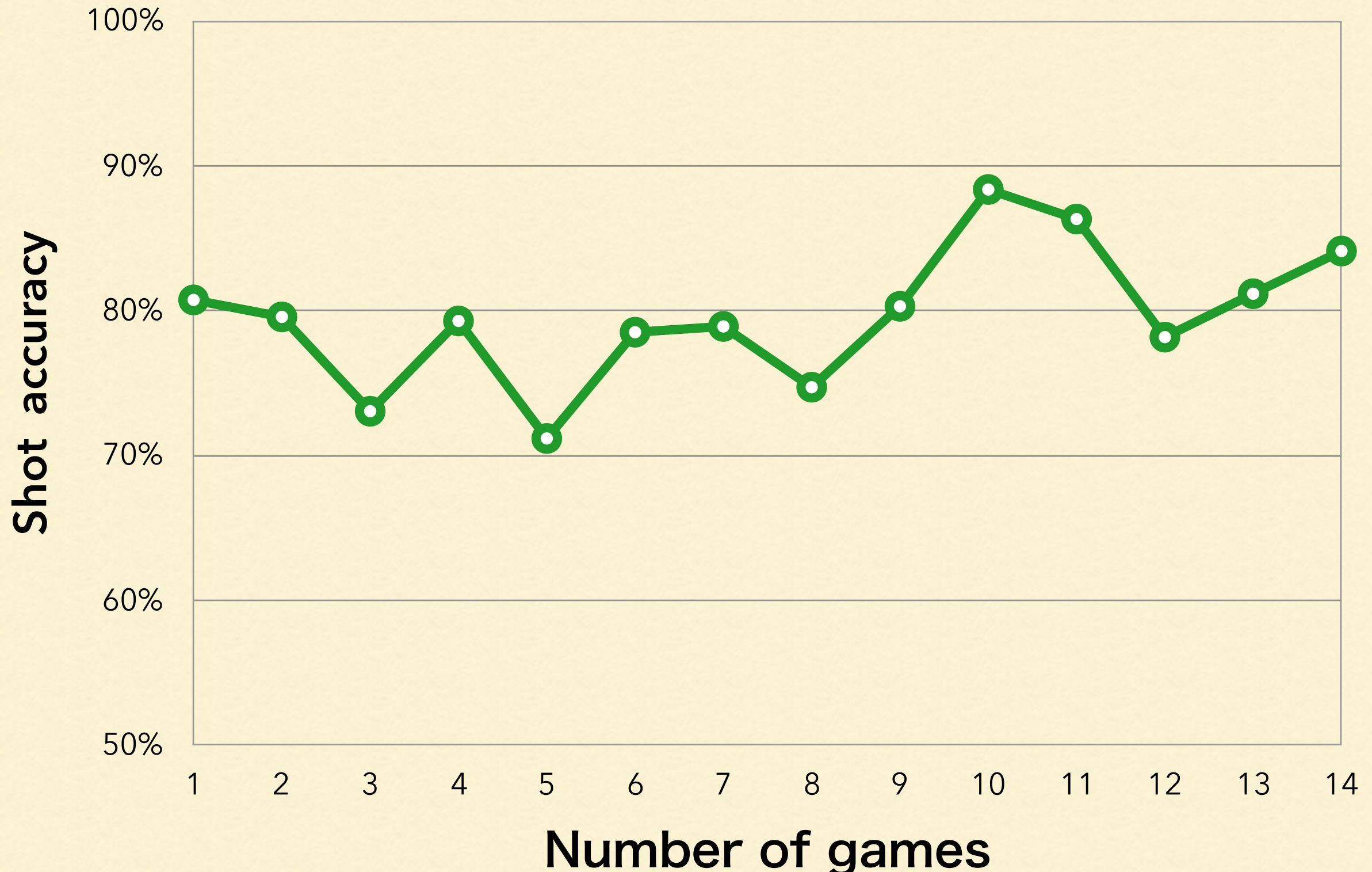
PEARSON CORRELATION COEFFICIENT



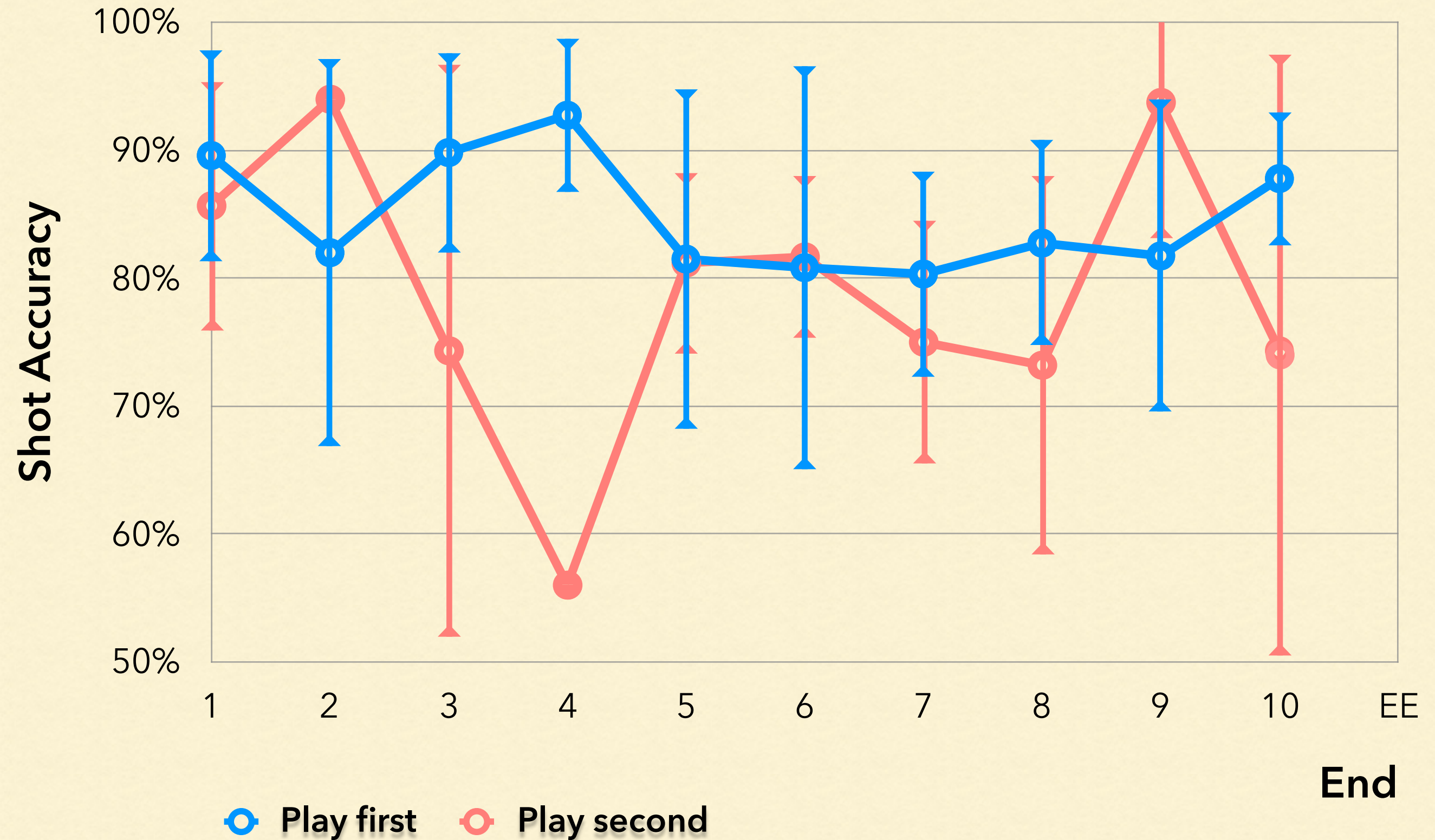
$$\underline{R} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\left(\left(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right) \left(\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right) \right)^{1/2}}$$

- x = Difference in shot accuracy
- y = Difference in game score
- \bar{x} = arithmetic mean of x , \bar{y} = arithmetic mean of y

CHANGE OF TEAM'S SHOT ACCURACY FOR LONG PERIOD OF TIME



FIRST OR SECOND SIDE TEAM STRATEGY/TACTICS



SCORING GUIDE

CRITERIA FOR JUDGEMENT TO SCORE SHOTS ARE LISTED

スコアリングの手引き Scoring Guide

ヒット Hits

(A) テイクアウト TAKEOUT

- 4点 指示どおりショットが決まる。
- 3点 テイクアウトが決まり、投げたストーンはハウスに残るが、ショットロックにならない。
- 2点 テイクアウトは決まり、投げたストーンはロールアウトする。
- 2点 ガードされたストーンのカムアラウンドテイクアウトを狙うが、ガードに当たり、ハウス内のストーンが見えるようになる。
- 0点 ミスショット

(A) ダブルテイクアウト DOUBLE TAKEOUT

- 4点 指示どおりダブルが決まる。
- 3点 ストーンを1個取り除き、投げたストーンがショットロックになる。
- 2点 ストーンを1個取り除き、投げたストーンはハウスに残るがショットロックにならない。
- 1点 ストーンを1個取り除き、投げたストーンはロールアウトする。

(B) ヒットアンドロール HIT AND ROLL

- 4点 指示どおり決まる。
- 3点 テイクアウトは決まり、投げたストーンはハウス内に残るが、正しい位置へのロールでない。
- 2点 テイクアウトが決まるが、投げたストーンがロールアウトする。

(C) クリア(ピール) CLEAR

- 4点 フロントストーンは取り除かれ、投げたストーンはロールアウトするか、望ましい位置にロールする。
- 3点 フロントストーンは取り除かれ、投げたストーンはサイドボードから50cm以内、もしくはハウス内にロールする。

ドロー Draws

(E) ドロー DRAW

- 4点 Tライン前で、ショットロックになる。
- 2点 ハウス内で、セカンドショットになる(相手ストーンがまだショットロック)。
- 1点 Tラインの後ろで、ショットロックにならない。自分のチームのストーンをハウスにレイズするのは、ドロー(E)とスコアシートに記入する。

(F) フロントストーン FRONT STONE

- 4点 ラインどおりで、ハウス前少なくとも1m前。
- 3点 少しラインをそれ、ハウス前少なくとも1m前。
- 3点 ハウス前、1m以内に止まる。
- 2点 ハウス内、Tライン前に止まる。

(G) ガード GUARD

- 4点 ラインどおりで、ハウスとホッグラインの間、もしくはハウス近く。
- 3点 ホッグラインに近すぎて、カムアラウンドテイクアウトが残る、もしくはショットロックが半分見える。
- 2点 ショットロックがほぼ全部見える
- 2点 ガードがハウスに入ってしまうが、まだショットロックをガードしている。

(H) フリーズ FREEZE

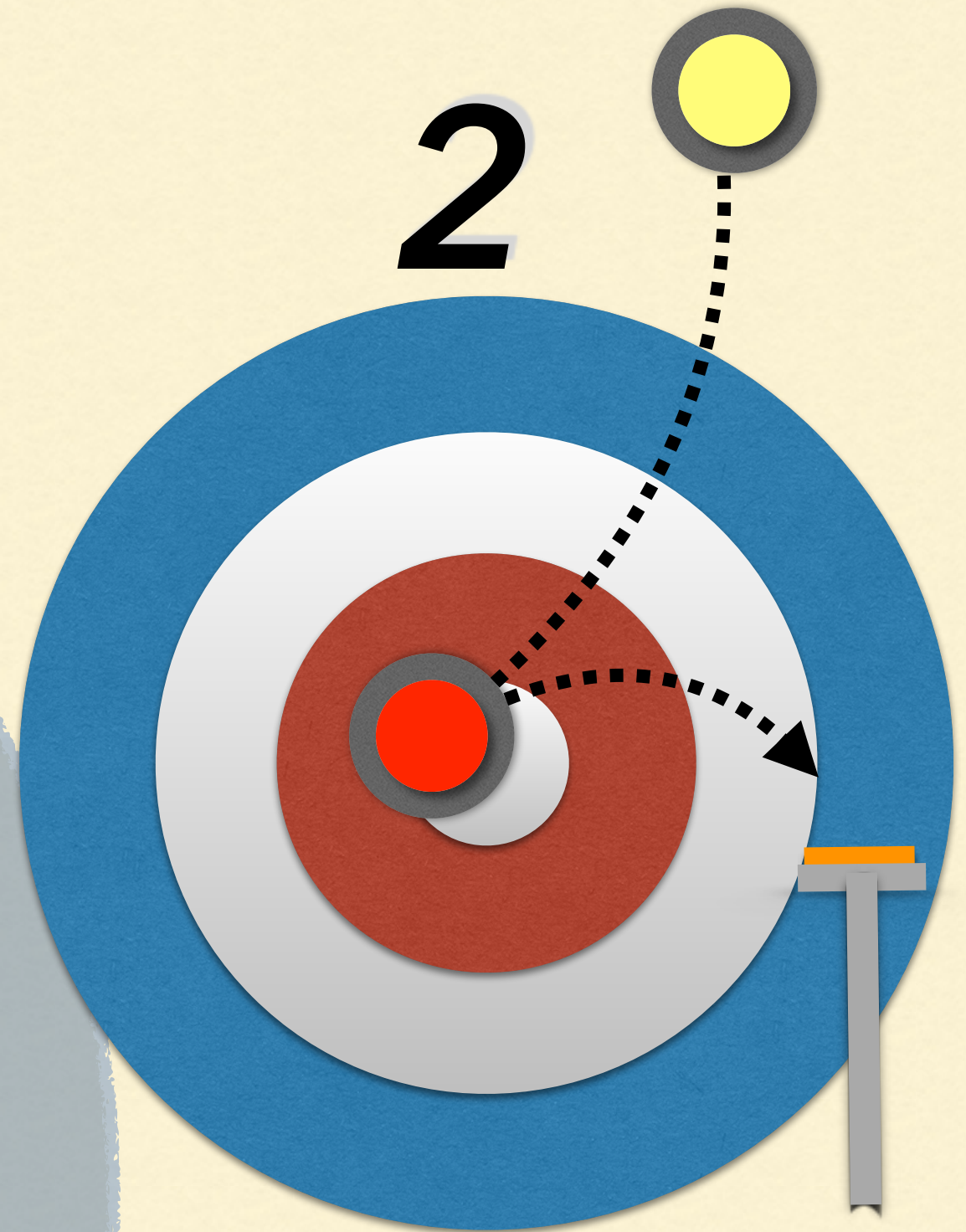
- 4点 フリーズが15cm以内で決まり、ラインから5cm以上ずれていない。
- 3点 フリーズが部分的に決まる。真正面だが、15~30cm離れている、もしくはラインから5~15cmずれる。
- 2点 投げたストーンは、ハウス内で、狙ったストーンの前だが、30cm以上離れている。

よく見かけるスコア記入時の間違い

1. コードG(ガード)の間違い: コーナーガード、センターガードは、(EやGではなく)Fと記入する。ハウスにストーンがあって、それをガードする時のみGと記入する。ハウス前に置かれ、他のストーンをガードしないストーンは、(そのエンドの後半、結果的にガードになったとしても)Fと記入する。
2. コードB(ヒットアンドロール)の間違い: コードBは、ヒットした後投げたストーンをハウスの他の場所にロールする、あるいはハウスからロールアウトすることをスキップが要求したときのみ用いる。スキップから、はっきりとロールの合図がないといけない。ヒットの後、たまたま投げたストーンがハウスの反対側にロールしたり、ハウスからロールアウトしたりした時はAと記入する。(コーナーガードへのロールや、ロールアウトを望んだ)フロントストーンのクリア(ピール)はCと記入する。
3. コードJ(タップバック)の間違い: コードJは、自分のストーンや相手のストーンを軽く押して、相手のストーンではなく自分のストーンがショットロックになるようにプレーされるときのみ用いる。スキップは、はっきりとタップバックの合図をする必要がある。どの場合にも、押されるストーンはハウスに入らないといけない。コードJの間違った用い方は、例えばドローショットが強すぎて、相手のストーンを押し込んだりハウスから出してしまった場合である。もしドローの指示が、フリーズではなく相手ストーンの前であれば、Eと記入する。フリーズの指示であればHになる。自分のストーンを押してハウスに入れるのはドロー(E)で、タップバックではない。

SHOT SCORE

- Shot score is rating how accurate the delivered shot was according to the team skip from **0** to **4** points

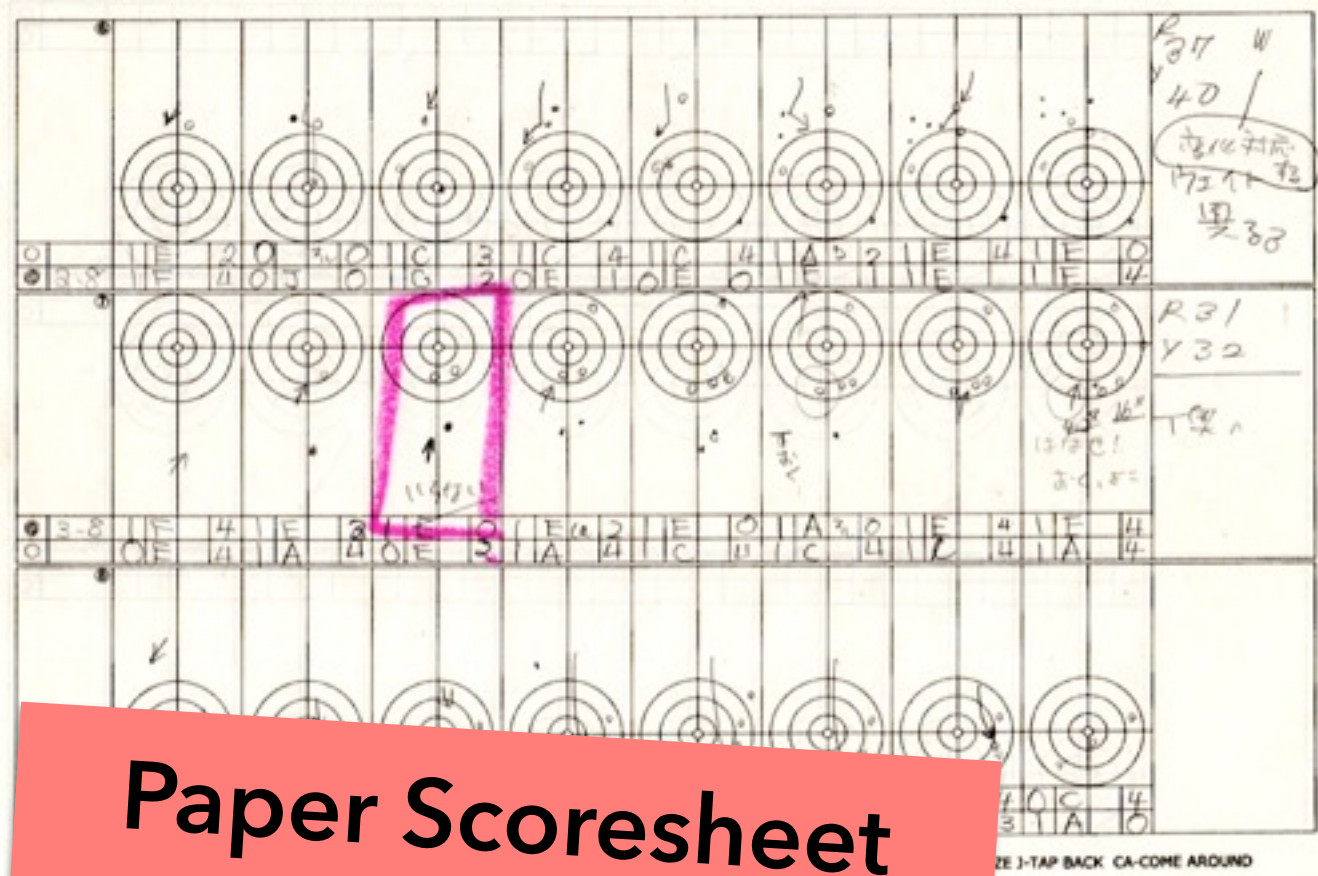


SHOT SCORE

- Shot score is rating how accurate the delivered shot was according to the team skip from **0** to **4** points

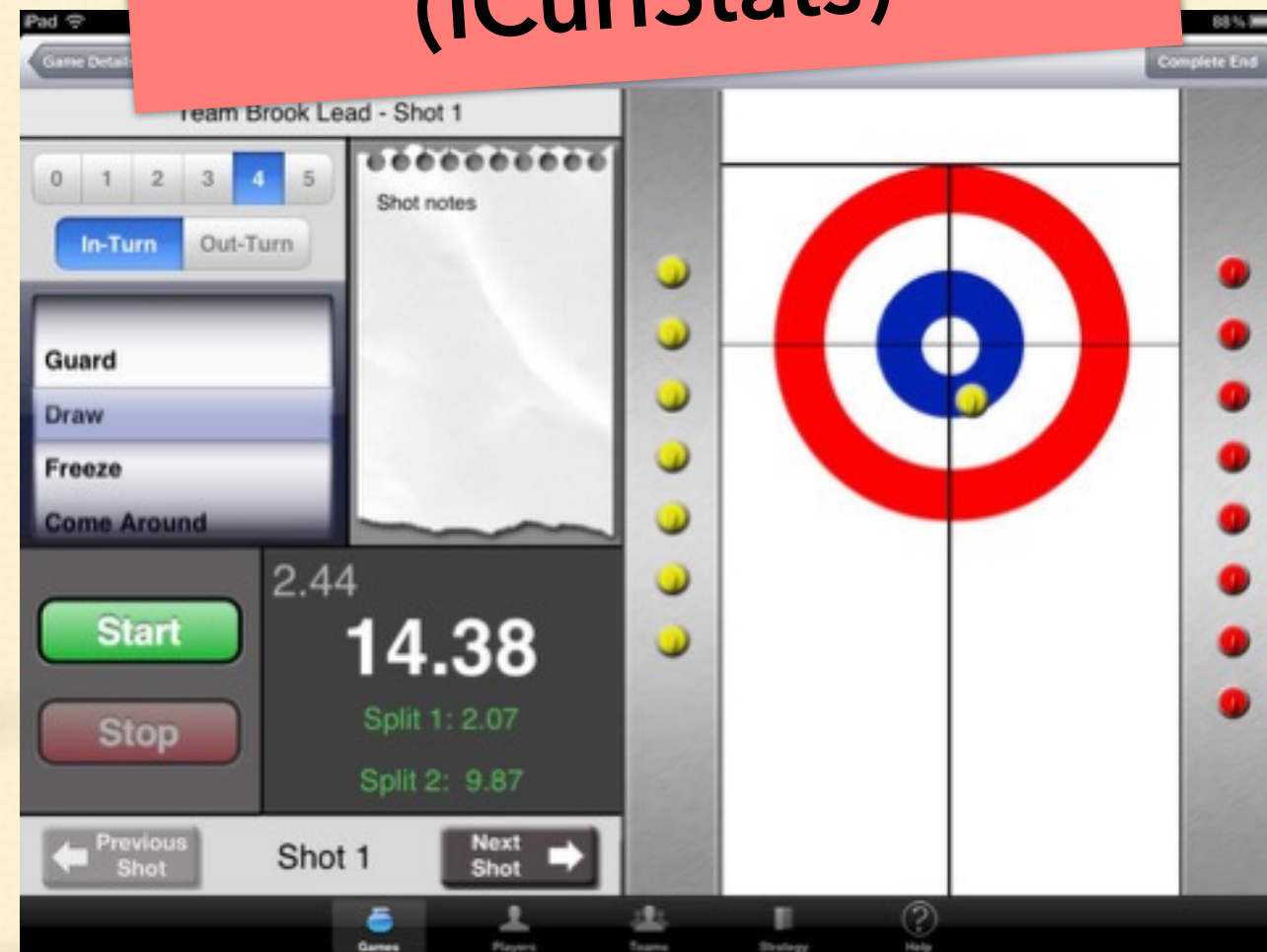


METHODS TO RECORD GAME INFORMATION



Paper Scoresheet

**Product appreciation
(iCurlStats)**



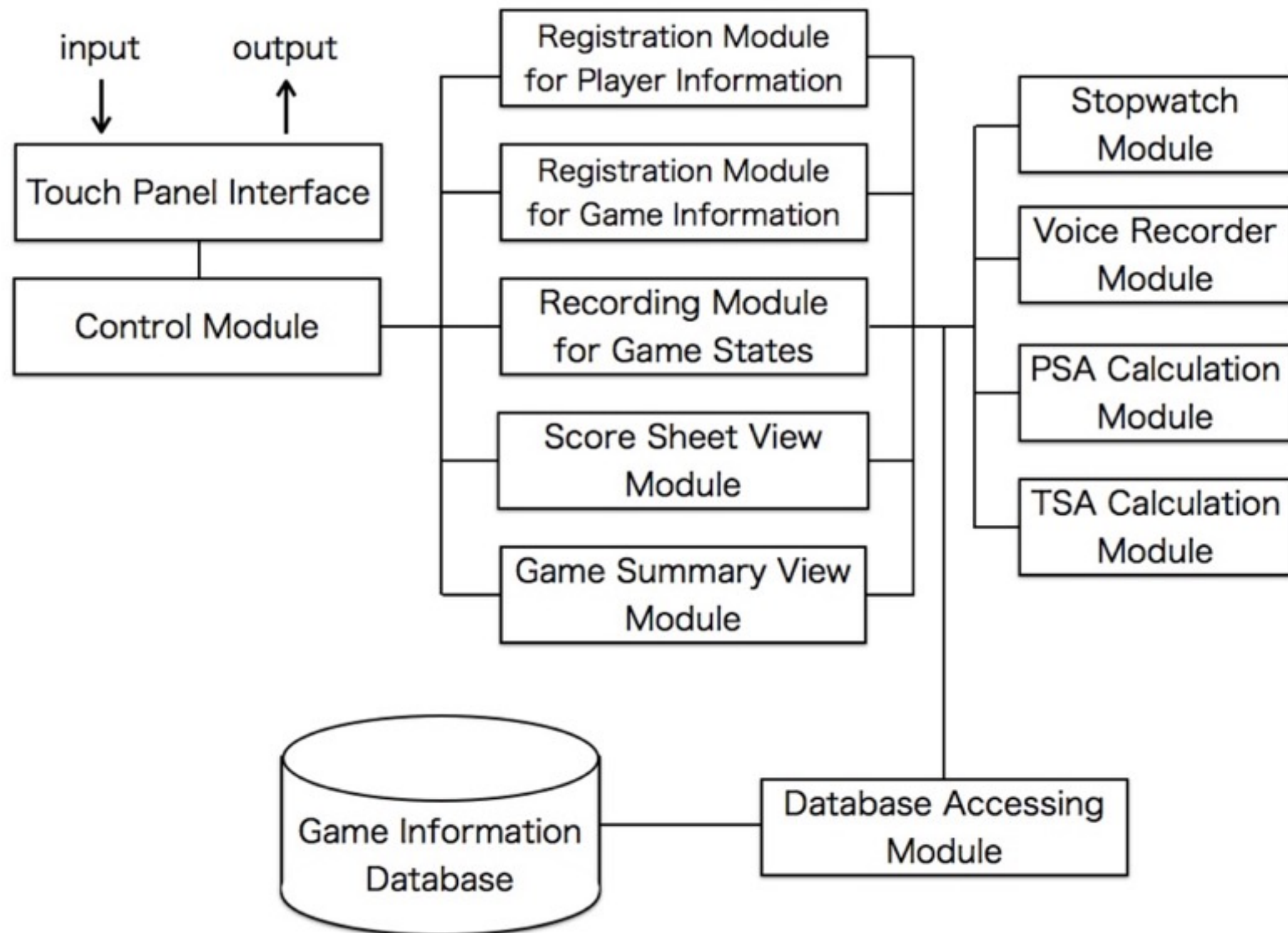
- <http://itunes.apple.com/jp/app/id394438042?mt=8>
- <http://itunes.apple.com/ca/app/curling-strategy-tool/id362441511?mt=8>
- <http://itunes.apple.com/jp/app/curlbook-powerful-curling/id332129402?mt=8>

SYSTEM EVALUATION



	iCE	product app.	paper scoresheet
Recording shots	○	○	○
Recording states	○	○	○
Recording shot tracks	○	○	○
Recording commentss	○	○	×
Automated scoring	○	×	×
Play backing game	○	○	○
Showing shot accuracy	○	○	×
Showing graphs	○	×	×
Stopwatch	○	○	×
Coaching board	○	○	×

STRUCTURE OF *iCE* SYSTEM

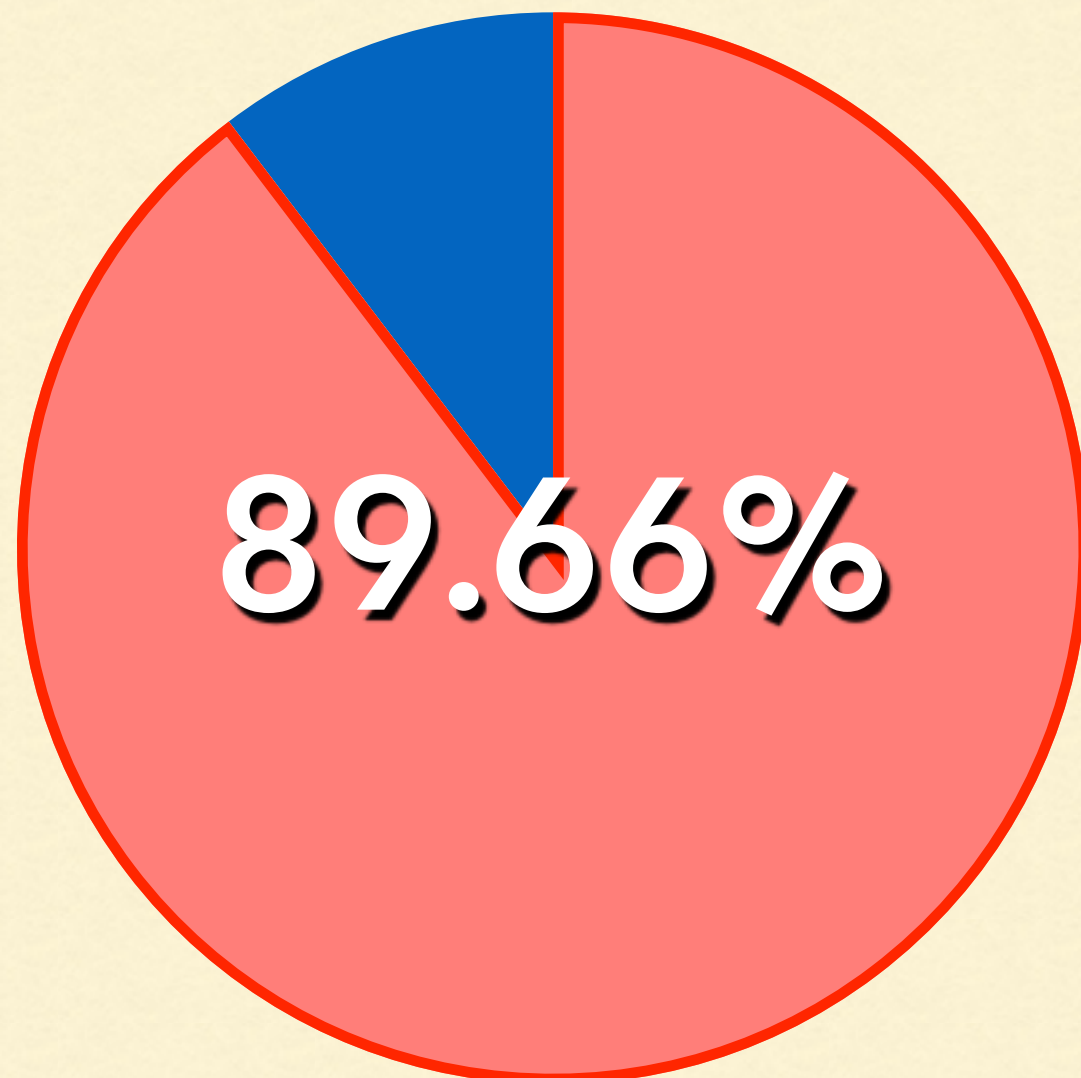


PREDICTIONS ON GAME RESULTS

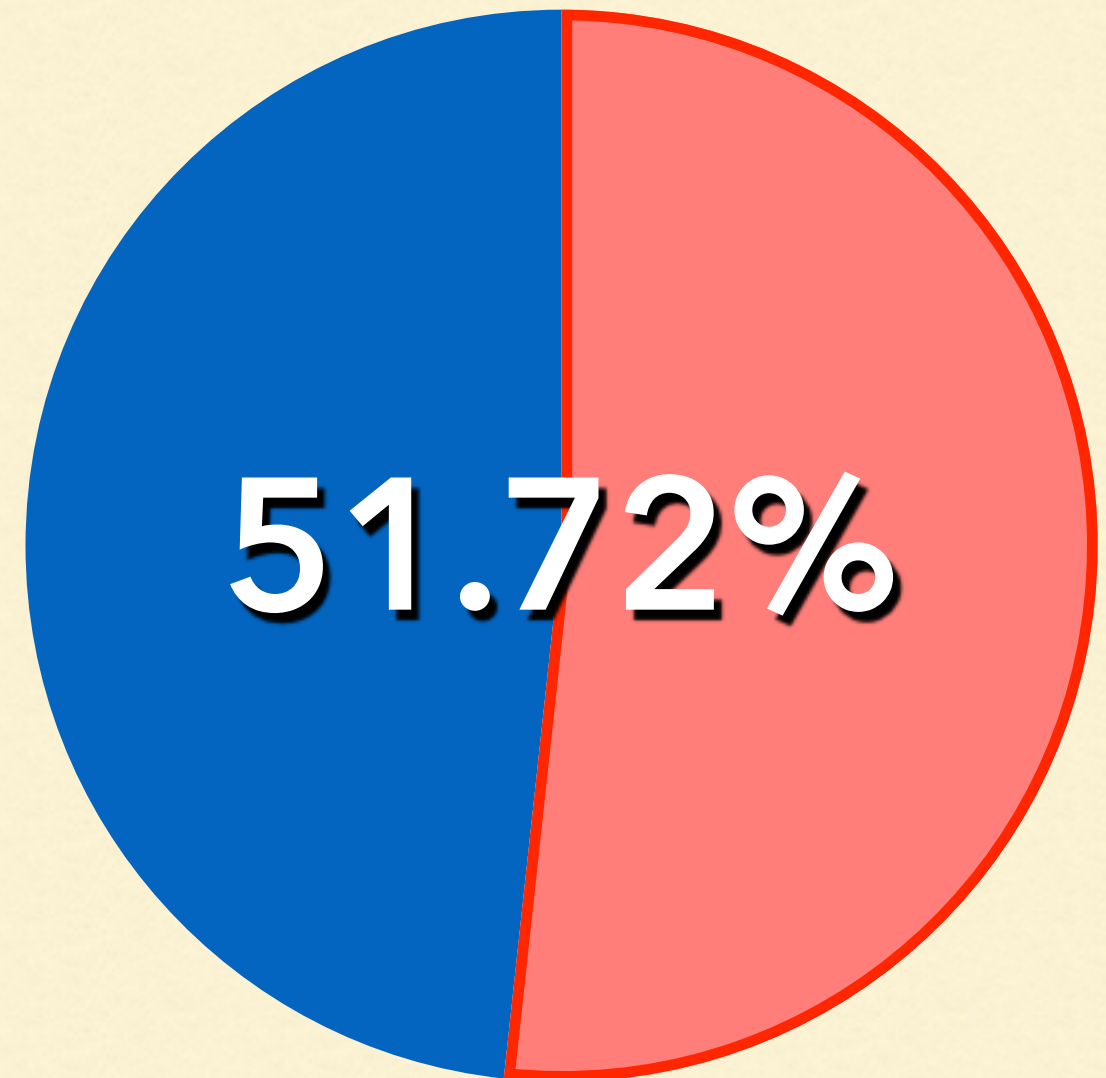


Target Data: 29 games of Japanese national top level

WIN or LOSE



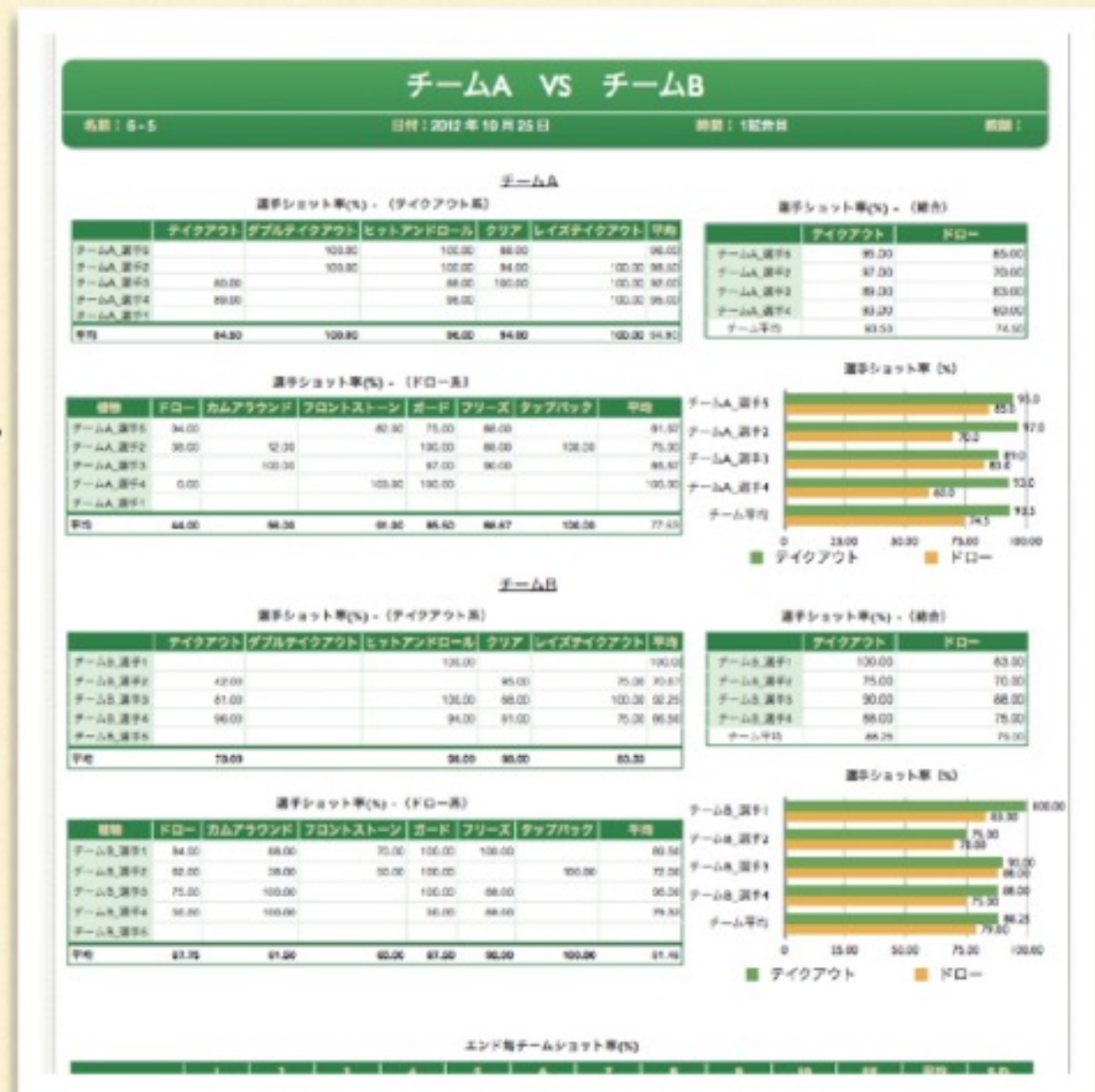
Difference in GS



QUICK REPORT OF GAME ANALYSIS

- Results of quick analysis about some more statistics of the game by human handling just after the game
- For support to reflect the game in the team meeting

Quick Report of Game Analysis



RESEACH ABOUT STRTEGIC/TACTICAL FACTOR



**Curling analysis based on the possession of
the last stone per end**

Sung, G, P. (2013)

Modeling Curling as a Markov Process

Kostuk et. al. (2001)

Digital Curling to Support Tactical Research

Ito et. al. (2015)