

2023 年度 3 月修了 修士論文

アイスホッケー競技のショットデータに基づいた得点
要因についての考察

早稲田大学 大学院スポーツ科学研究科

スポーツ科学専攻 コーチング科学研究領域

5022A080－7

村松 薫

研究指導教員： 倉石 平 教授

目次

I. 諸言	5
1. アイスホッケーの概要	5
2. 先行研究	5
1) NHL におけるアイスホッケー分析の歴史	5
2) 国内におけるゲーム分析	6
3. 研究目的	7
II. 研究方法	7
1. 分析対象および時期	7
2. 分析項目	8
1) ショットの結果 (Outcome)	8
2) ショットの種類 (Shot Types)	8
3) ショットの位置 (Shot Area)	11
4) 数的状況 (Strength)	13
5) リバウンド (Rebound)	14
6) シューターの利き手 (Left/Right-Handed)	15
3. 分析方法	16
4. 統計処理	16
1) ゴールとゴール以外のショット割合の比較	16
III. 結果	16
2. カイ二乗検定の結果	18
IV. 考察	23

VI. 参考文献	27
----------------	----

I. 諸言

1. アイスホッケーの概要

アイスホッケーは、スケートリンク上で通常ゴールキーパー1名（以下 GK とする）、フォワード3名、ディフェンス2名の計6名ずつの2チームで行われ、スティックを使用して硬質ゴムで出来たパックを相手のゴールに入れて得点を競う競技である。

2. 先行研究

1) NHL におけるアイスホッケー分析の歴史

アイスホッケーのゲーム分析は、NHL（National Hockey League）が1917-18年に開始されてから、ゴール、ペナルティを始め基本的なボックススコアの記録がなされ¹³⁾¹⁶⁾、その後ペナルティ時のゴール、ショット、セーブと増えていき、1959-60年にはNHLで1選手が出場している際の得失点差を表す「プラスマイナス」が、公式に記録されるようになった⁹⁾¹⁵⁾。また、2000年代初頭から、アイスホッケーのファンであるブロガーやアマチュア統計学者による高度なNHLの分析と新しいパフォーマンス指標の開発が進められてきた¹³⁾²¹⁾。その潮流の中で、エドモントン・オイラーズのブロガーであるヴィック・フェラーリが新たなショットの試みを測定する「Corsi」を、カルガリー・フレイムズのブロガーであるマット・フェンウィックが同じくショットアテンプトを測定する「Fenwick」を考案した¹⁾⁹⁾¹³⁾。Corsiとは、ミスショット（ネットを外れたショット）、ブロックショット（相手にブロックされたショット）、セーブされたショット、ゴールになったショットを含む、試行された全てのショットのことを指す²⁾⁹⁾²¹⁾²²⁾。

Elomoら（2015）によると、Corsiの差が大きい、または比率が高いほ

ど,バックを保持している時間が長く,より多くのショットチャンスがあり,バックポゼッションの長さでショットチャンス,ショットアテンプトの変数の間には,非常に高い相関関係があるとも述べられている.バックポゼッションの代用として Corsi が使用されることもある²⁾¹¹⁾.類似の集計方法である Fenwick は Corsi からブロックショットを除いたもので,相手のブロックショット(ショットをブロックすること)のスキルの高さの要素を除外し,より純粋なシューターのデータが収集できるという利点がある²⁾²¹⁾が,サンプルサイズが縮小される.その登場は,アイスホッケー界において,大きな改革であった.他にも,Krzywicki らによりショットの質の評価モデルが構築された.NHL のチームではプレーデータ等の分析を行うアナリストが雇われており¹²⁾¹³⁾,各チームで独自に分析が行われている.

2) 国内におけるゲーム分析

国内でアイスホッケーのゲーム分析を行っている研究は数少ない.中でもショットのスタッツに着目した研究では,驚くべきことに渡部ら(1971)によって50年以上も前に現代の Corsi と同様のショット試行数の集計方法が使用され,勝ったチームの方がショット数・得点率共に高い傾向にあることが明らかになった.それ以降は,神戸大学学生の大木(2013),桑田(2014)らによりショット数,ペナルティー時間,GKのセーブ率と勝敗に関連性があること示され,島野ら(2020)により動画解析技術の提案がなされたが,海外のショット研究で扱われているようなショットの種類,ショットの位置,数的状況を対象として日本の試合が分析された研究はなく,ショットの分析項目の定義づけが明確になされている文献も皆無である.また指導現場においても,他競技のよ

うに統計学的なアプローチによるゲーム分析が浸透していないのが現状である。

3.研究目的

本研究では、海外の文献や資料を参考にして国内のアイスホッケーにおけるゲーム分析の基盤となる指標を作成し、提示することが第一の目的である。そしてその指標に基づいたスタッツの収集により、国内のショットデータの傾向と、どのような要素が得点率と関連性があるのかを明らかにすることを目的とした。

また、本研究では得点要因に関する仮説を 5 つ立てた。

仮説 1「Snap や Tip-in の方が、その他 (Backhand, Slap, Wrap around, Wrist) に比べ、得点しやすいだろう。」

仮説 2「ゴール付近のエリア 5 がその他のエリアよりも得点しやすいだろう。」

仮説 3「Powerplay (数的有利) 時は、その他 (Even (数的同数) と Short-handed (数的不利)) に比べ得点率が高くなる。」

仮説 4「リバウンド後のショット方が、それ以外のショットに比べて得点しやすいだろう。」

仮説 5「利き手によって得点しやすさは変わらない。」

II.研究方法

1.分析対象および時期

関東大学アイスホッケーリーグ戦 Division I Group A の 8 チームが出場している試合を対象とし、2022 年の秩父宮杯関東大学アイスホッケー選手権大会 A グループの 9 試合、関東大学アイスホッケーリーグ

戦 Division I 1st リーグ Group A の 13 試合,計 22 試合を対象とした.

2.分析項目

測定項目は,ゴールに向けてショットを打った場面を対象に,「ショットの結果」,「ショットの種類」,「ショットの位置」,「数的状況」,「リバウンドの有無」,「シューターの利き手」の 6 項目を集計した.

1) ショットの結果 (Outcome)

結果は,先に述べた Corsi 評価の指標を参考に分類した.

結果をゴール (Goal),セーブ (Save),ブロック (Block),ミス (Miss) の 4 種類に分け,ゴールは攻撃側の選手のスティックによってゴールポスト内のゴールラインを越え,レフェリーによって正式にゴールと判定されたものとした.セーブは GK によってセーブされたショットとし,相手選手に当たってから GK がセーブした場合もセーブに分類した.ブロックは相手選手の体やスティックに当たって入らなかったショット,ミスはショットがゴールを外れ,相手選手にブロックされることなく,GK にセーブされなかったものを指し,ゴールポストに当たってノーゴールになったものも含めた.明らかに同チームの選手へ向けたパスと判断されるものは集計から除外した.

2) ショットの種類 (Shot Types)

バックハンドショット (Backhand),スラップショット (Slap),スナップショット (Snap),チップイン (Tip-in),ラップアラウンド (Wrap around),リストショット (Wrist) の 6 種類に分類した.

(1) バックハンドショット (Backhand)

スティックを持つ際,利き手側であるフォアハンドに対して,ブレードの逆側はバックハンドと呼ばれる¹¹⁾¹⁹⁾.バックハンド側でショットを打つことをバックハンドショットと呼ぶ.今回はチップイン・ラップアラウンド以外のバックハンドにより打たれたショットをバックハンドショットに分類した.

(2) スラップショット (Slap)

「スラップ・シュートは,スティックを後方に振り上げ,氷上にあるパックに打ち下してシュートする」(大室,1996,p.71)とされ,テイクバックが大きくリリースまで時間がかかるが,最も威力が高いとされている¹¹⁾.バッティングとも呼ばれる³⁾¹⁸⁾¹⁹⁾.

(3) スナップショット (Snap)

「一般的に使われるシュートで,スラップ・シュートよりもバック・スイングを短くして行なう」(大室,1996,p.73),「パックの少し手前から,手首をきかせて瞬間的に打つシュート」(引木,1985,p.50)とされている.また,「スナップショットはリストショットと似ているが,ショットの直後にスティックのブレードをパックから離す点が異なる」とリストショットとの類似性も述べられている(International Ice Hockey Federation, 2007)¹⁾.

¹⁾原典に当たることができなかったため,Elomo et al.,2015, p.10 より引用した.

(4) チップイン (Tip-in)

「ゴール近くにいるプレーヤーが味方からのパスを自分のスティックのブレードに当てて角度を変え」(大室,1996,p.74) スコアリングをすることである.

(5) ラップアラウンド (Wrap around)

ゴールの裏,もしくは横から回り込んで行うショットである.

(6) リストショット (Wrist)

「手首のひねりだけで行なうシュート」(大室,1996,p.70)であり,スナップショットよりもブレードと接触している時間が比較的長い.

NHL で公表されている 2022-23 シーズンの全チームのショット統計 (Shots by Type) ファイルを www.nhl.com から収集し,図表を作成した (表 1,図 1) ¹⁴⁾.ショットの種類は上記 6 種類に加え,ディフレーションの項目があったが,Krzywicki (2005) ,Mertanen (2019) のショットの分類を参考にし,チップインとディフレーションは同じショットタイプと見なされることもある ¹⁸⁾ ことから,今回はチップインと合計して集計した.

表 1.NHL のショットタイプ別ゴール・ショット数と割合
(2022-23 シーズン)

Shot Type	Goals			Shots			Total	
	#	Dist	Int Rate	#	Dist	Int Rate	#	Dist
Backhand	682	8.4%	9.6%	6,436	7.9%	90.4%	7118	8.0%
Slap	715	8.8%	7.0%	9,442	11.6%	93.0%	10157	11.4%
Snap	1557	19.2%	10.5%	13,291	16.3%	89.5%	14848	16.6%
Tip/Dflect	1074	13.2%	13.9%	6,650	8.2%	86.1%	7724	8.6%
Wrap	57	0.7%	7.4%	716	0.9%	92.6%	773	0.9%
Wrist	4030	49.7%	8.3%	44,798	55.1%	91.7%	48828	54.6%
Total	8115	100.0%	9.1%	81333	100.0%	90.9%	89448	100.0%

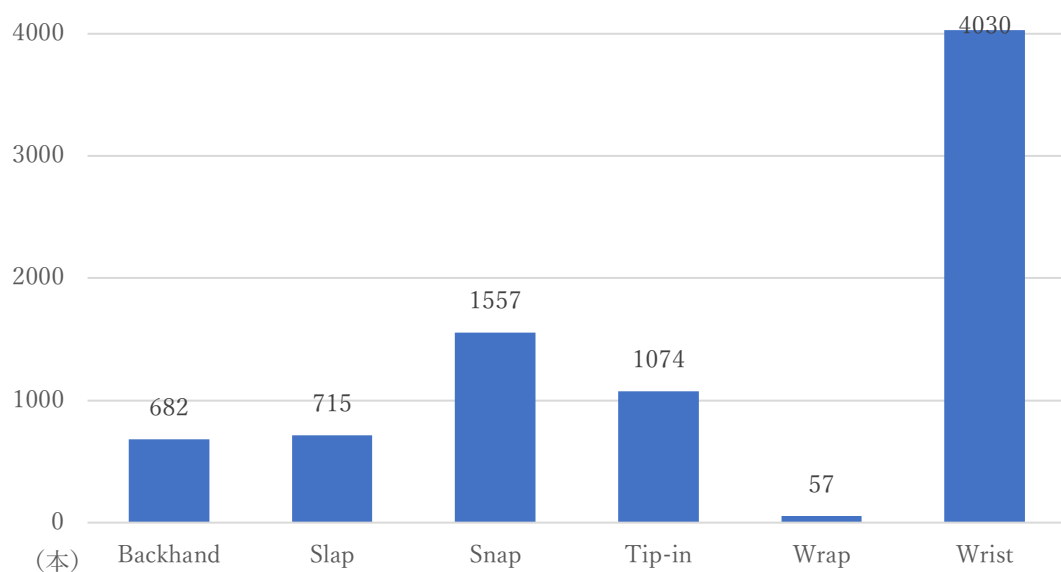


図 1.NHL のショットタイプ別ゴール数

表 1 によると,ゴール数,ショット数共にリストショットがそれぞれ 4030 本,44798 本で約 50%と大半を占めており,次いでスナップショットが 1557 本 (19.2%) ,13291 本 (16.3%) となっている。

3) ショットの位置 (Shot Area)

Krueger ら (2021) により設定された「ショットゾーン」¹⁰⁾を参考に,さらにスケートリンクを 12 分割するショットエリアを作成した (図 2)。スケートリンクは 2 本のブルーラインと呼ばれるラインによって 3 分割されており,敵陣側のゾーンをオフenseゾーン

(Offensive Zone) ,もしくはアタッキングゾーン (Attacking Zone) と呼び,真ん中のゾーンをニュートラルゾーン (Neutral Zone) ,自陣側をディフェンシブゾーン (Defensive Zone) ,もしくはディフェンディングゾーン (Defending Zone) と呼ぶ ⁶⁾¹⁰⁾ .

オフエンシブゾーン内の 2 箇所のフェイスオフスポット (赤い円の中心) とゴールライン (図 3) を目印として,また,ゴールやスケートリンクの中心を境に A,B とし,1A,1B,2A,2B,3A,3B,4A,4B,5A,5B の 10 箇所,ブルーラインより外側を 6A,6B の 2 箇所に,計 12 箇所のエリアに分けて集計した.

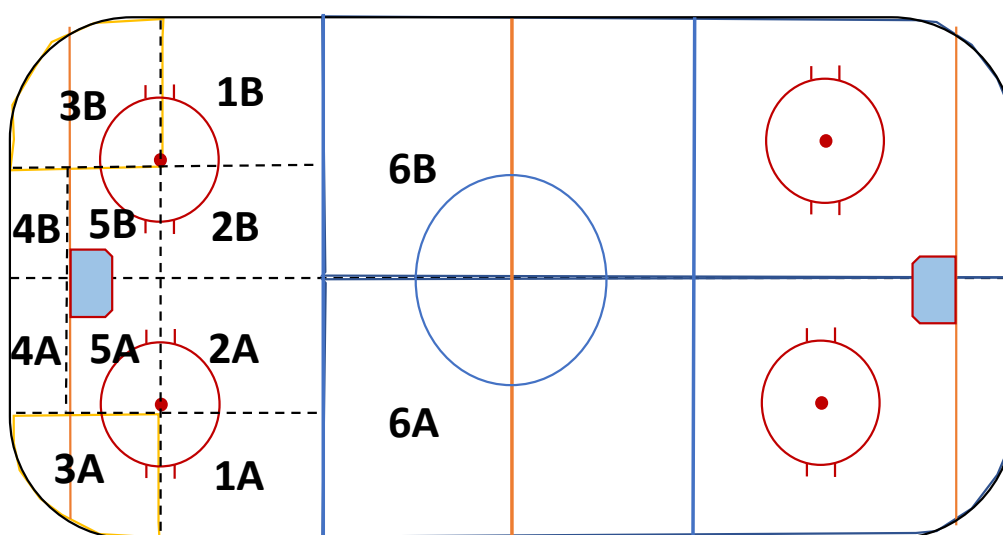


図 2.ショットエリアの区分 (12 分割)

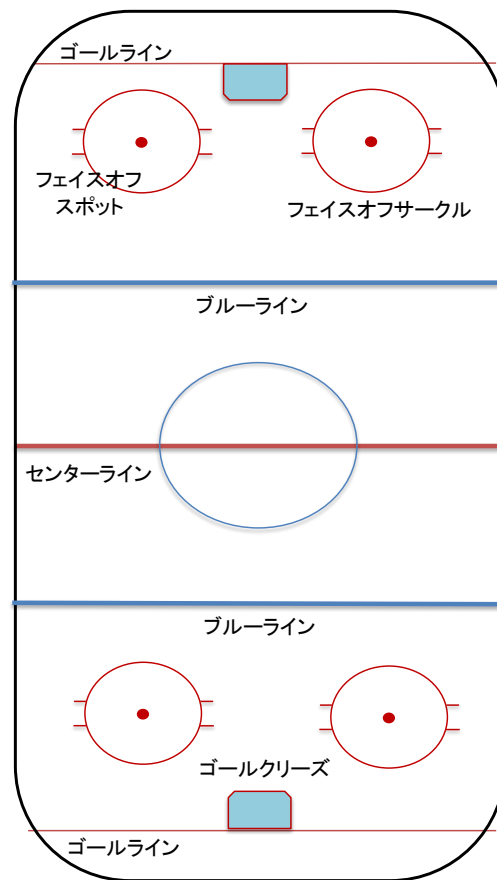


図 3.ラインの名称（公式国際競技規則を元に作成）

4) 数的状況（Strength）

アイスホッケーは通常 GK1 名,プレイヤー5 名の計 6 名が試合中に氷上に出ることを許されている.反則が起こると 2~5 分間,もしくはそれ以上の時間,GK を除くプレイヤーはペナルティボックスと呼ばれる場所に入らなくてはならない.その際に数的有利・不利な状況が発生する.プレイヤー人数が通常の 5 対 5,両チーム同名ずつペナルティを受けている 4 対 4,3 対 3（3 名以下にはならない⁷⁾）の同数の状況をイーブン（Even, EV）とし,5 対 4,5 対 3 などショットを打ったチームが数的優位にある状況をパワープレイ（Powerplay, PP）,4 対 5 や

3 対 5 などの数的不利な状況をショートハンド (Short-handed, SH) とした。また,戦略として試合終了間近で点差が近い時などに,得点を狙うために GK をベンチに戻してプレイヤー 6 名で攻撃する場合があるが,その際は 6 対 5 としてパワープレイに分類した。

Corsi やゴール期待値 (xG 値) などの一般的にゲーム分析に使用される統計は 5 対 5 のプレーのみを基準にする傾向があるが¹²⁾,本研究ではより多くの調査結果を得るべくパワープレイ,ショートハンドの状況も対象とした。

5) リバウンド (Rebound)

リバウンドについて,アメリカの産業システム工学学会にて Krueger ら (2021) により以下のように述べられている。

“A rebound in hockey is any shot that occurs directly after a save by the goaltender, without any stoppage in play between the save and shot.” (Krueger et al., 2021,p.109)

(アイスホッケーにおけるリバウンドは,ゴールテンダー(キーパー)によるセーブの直後に,セーブとショットの間にプレーが止まることなく発生したショットのことである。)(著者訳.以下,特に断りがない限り英語訳は著者による。)

先行研究では GK のセーブから 0.5 秒以内に発生したショットがリバウンドとされていた⁹⁾が,大学リーグでは 0.5 秒以内に打たれたリバウンドのデータサンプルが非常に少なかったため,本研究においては対象を広げ,GK のセーブの後,3 秒以内に発生したショットをリバウンドと定義した。

6) シューターの利き手 (Left/Right-Handed)

アイスホッケーで使用するスティックは,シャフトと呼ばれる柄の部分とブレードと呼ばれる先の部分に分かれており,ブレードが右に湾曲していればレフトハンド,左に湾曲していればライトハンドのスティックとなる.シュートを打った選手がどちらのハンドであったかを集計対象とした.

3.分析方法

映像分析ソフト Hudl Sportscod ver. 12.24.0 を用いて試合映像を区切り,各プレー要素のタグをつける,タギングという作業を行った.

4.統計処理

本研究の分析には IBM SPSS Statistics ver. 29.0.1.0 を使用した.有意水準は全ての検定において 5%未満とした.

1) ゴールとゴール以外のショット割合の比較

ショットを打った際にゴールした場合とゴールしなかった場合の分析項目毎の割合を比較するために,リバウンドの有無,数的状況,ショットの種類,ショットの位置,利き手の全ての項目でカイ二乗検定を行った.その際,ショットの結果についてゴールしたショット (Goal) とゴール以外のショット (Save, Block, Miss) に分類した.またその後,Goal, Save, Block, Miss と各項目とでカイ二乗検定を行い,統計的有意差が見られたものに残差分析を行った.

III.結果

1.標本の基本的特徴 (表 3)

標本の基本的特徴を表 3 に示した.全ショット試行数において,ゴールとなったショットの割合は全体の 6.5% (189/2905 本) であり,リバウンドであった場合はリバウンドでないショットよりも少なく,全体の 3.9% (117 本) であった.数的状況は Even の時が最も多く,82.2% (2485 本) であった.ショットの種類は Snap が 62.6% (1893 本) と最も多く,次いで Wrist が 15.9% (480 本),Slap が 11.6% (338 本) で

あった.またショットの位置は全ショット試行数の内では 2A,2B が 19.0% (574 本) ,17.9% (542 本) と最も多く,また AB 間の左右差も $\pm 1.1\%$ 以内であり,それぞれほぼ同数であった.シューターの利き手に関しては,全てのショット試行において,左利きが約 46%,右利きが約 54%となった.

2. カイ二乗検定の結果

表 3 においてカイ二乗検定を行った結果,「ショットの種類」,「ショットの位置」,「数的状況」,「リバウンドの有無」の項目において統計的有意差が認められた.それらの項目を対象に調整済み残差による残差分析を行った(表 5,6,7,8,9) .

表 3 標本の基本的特徴(ゴールとゴール以外)

	全ショット試行数 (Shot Attempt) n=2905		ゴールしたショット (Goal) n=189		ゴール以外のショット (Save, Block, Miss) n=2716		χ^2 値
	n	%	n	%	n	%	
リバウンド							54.177***
Yes	111	3.8	26	13.8	85	3.1	
No	2790	96.0	163	86.2	2627	96.7	
数的状況							15.056***
Even	2374	81.7	142	75.1	2232	82.2	
Shorthand	78	2.7	13	6.9	65	2.4	
Powerplay	453	15.6	34	18.0	419	15.4	
ショットの種類							30.567***
Backhand	176	6.1	11	5.8	165	6.1	
Slap	338	11.6	12	6.3	326	12.0	
Snap	1824	62.8	136	72.0	1688	62.2	
Tip-in/Deflection	73	2.5	13	6.9	60	2.2	
Wrap around	36	1.2	1	0.5	35	1.3	
Wrist	458	15.8	16	8.5	442	16.3	
ショットの位置							126.428***
1A	319	11.0	3	1.6	316	11.6	
1B	328	11.3	3	1.6	325	12.0	
2A	552	19.0	21	11.1	531	19.6	
2B	516	17.8	28	14.8	488	18.0	
3A	80	2.8	1	0.5	79	2.9	
3B	83	2.9	3	1.6	80	2.9	
4A	26	0.9	2	1.1	24	0.9	
4B	23	0.8	2	1.1	21	0.8	
5A	449	15.5	63	33.3	386	14.2	
5B	436	15.0	59	31.2	377	13.9	
6A	47	1.6	4	2.1	43	1.6	
6B	46	1.6	0	0.0	46	1.7	
利き手							0.025
Left-handed	1338	46.1	86	45.5	1252	46.1	
Right-handed	1567	53.9	103	54.5	1464	53.9	

表 4 標本の基本的特徴（ゴール以外内訳）

	セーブ (Save) n=1601		ブロックショット (Block) n=693		ミスショット (Miss) n=422	
	n	%	n	%	n	%
リバウンド						
Yes	67	4.2	6	0.9	12	2.8
No	1534	95.8	687	99.1	409	96.9
数的状況						
Even	1327	82.9	572	82.5	333	78.9
Shorthand	41	2.6	12	1.7	12	2.8
Powerplay	233	14.6	109	15.7	77	18.2
ショットの種類						
Backhand	119	7.4	17	2.5	29	6.9
Slap	164	10.2	83	12.0	79	18.7
Snap	1002	62.6	467	67.4	219	51.9
Tip-in/Deflection	31	1.9	2	0.3	27	6.4
Wrap around	25	1.6	6	0.9	4	0.9
Wrist	260	16.2	118	17.0	64	15.2
ショットの位置						
1A	169	10.6	99	14.3	48	11.4
1B	168	10.5	103	14.9	54	12.8
2A	267	16.7	189	27.3	75	17.8
2B	257	16.1	155	22.4	76	18.0
3A	54	3.4	12	1.7	13	3.1
3B	41	2.6	20	2.9	19	4.5
4A	11	0.7	2	0.3	11	2.6
4B	8	0.5	7	1.0	6	1.4
5A	278	17.4	49	7.1	59	14.0
5B	284	17.7	48	6.9	45	10.7
6A	35	2.2	2	0.3	6	1.4
6B	29	1.8	7	1.0	10	2.4
利き手						
Left-handed	748	46.7	316	45.6	188	44.5
Right-handed	853	53.3	377	54.4	234	55.5

1) ショットの種類（表 5）

「Backhand」ショットを打った際、セーブされる確率が有意に高く、「Block」時は有意に低い傾向が認められた。「Slap」ショット時は、「Goal」、「Save」の結果となる確率が有意に低い傾向にあり、「Miss」の結果となる傾向が有意に高い傾向が認められた。「Snap」ショット時は、「Goal」、「Block」となる確率が有意に高く、「Miss」となる確率は有意に低い傾向が見られた。「Tip-in」の際は「Goal」、「Miss」となる確率が有意に高く、「Save」、「Block」となる確率は有意に低い傾向が認められた。これらの結果により、仮説 3 は支持された。「Wrist」ショット時は「Goal」する確率が有意に低い傾向が認められた。

表 5 ショットの結果とショットの種類の残差分析

		ショットの結果												χ^2 値
		Goal			Save			Block			Miss			
		n	%	残差	n	%	残差	n	%	残差	n	%	残差	
ショットの 種類	Backhand	11	5.8	-0.1	119	7.4	3.4	17	2.5	-4.6	29	6.9	0.8	124.707***
	Slap	12	6.3	-2.3	164	10.2	-2.6	83	12	0.3	79	18.7	4.9	
	Snap	136	72.0	2.7	1002	62.6	-0.3	467	67.4	2.9	219	51.9	-5.0	
	Tip-in/Deflection	13	6.9	4.0	31	1.9	-2.2	2	0.3	-4.3	27	6.4	5.5	
	Wrap around	1	0.5	-0.9	25	1.6	1.7	6	0.9	-1.0	4	0.9	-0.6	
	Wrist	16	8.5	-2.8	260	16.2	0.8	118	17.0	1.0	64	15.2	-0.4	

***p<.001, 調査済み残差が±1.96以上で有意差あり

2) ショットの位置（表 6）

「1A」、「1B」からのショットの得点率は有意に低い傾向が認められ、ブロックをされる確率が有意に高い傾向が認められた。「2A」、「2B」からのショットは「2A」のみゴールとなる確率が有意に低く、その他は2変数共セーブされる確率が有意に低く、ブロックをされる確率が有意に高い傾向が確認された。「3A」はセーブされる確率が有意に高く、「3B」はミスショットとなる確率が有意に高い傾向が認められた。「4A」

はミスショットとなる確率が有意に高くなった。「4B」はセーブされる確率が有意に高くなった。「5A」,「5B」は共に得点率が30%を超えており,セーブされる確率も約17%と他群より有意に高い傾向が認められ,ブロックショットとなる確率は有意に低い傾向が認められた。

表6 ショットの結果とショットの位置の残差分析

		ショットの位置												χ^2 値
		Goal			Save			Block			Miss			
		n	%	残差	n	%	残差	n	%	残差	n	%	残差	
ショットの 位置	1A	3	1.6	-4.3	169	10.6	-0.8	99	14.3	3.2	48	11.4	0.3	300.750***
	1B	3	1.6	-4.4	168	10.5	-1.5	103	14.9	3.4	54	12.8	1.1	
	2A	21	11.1	-2.9	267	16.7	-3.5	189	27.3	6.4	75	17.8	-0.7	
	2B	28	14.8	-1.1	257	16.1	-2.7	155	22.4	3.6	76	18.0	0.1	
	3A	1	0.5	-1.9	54	3.4	2.3	12	1.7	-1.9	13	3.1	0.4	
	3B	3	1.6	-1.1	41	2.6	-1.1	20	2.9	0.1	19	4.5	2.2	
	4A	2	1.1	0.2	11	0.7	-1.3	2	0.3	-1.9	11	2.6	4.0	
	4B	2	1.1	0.4	8	0.5	-2.0	7	1.0	0.7	6	1.4	1.6	
	5A	63	33.3	7.0	278	17.4	3.2	49	7.1	-7.0	59	14.0	-0.9	
	5B	59	31.2	6.5	284	17.7	4.6	48	6.9	-6.8	45	10.7	-2.7	
	6A	4	2.1	0.6	35	2.2	2.7	2	0.3	-3.2	6	1.4	-0.3	
	6B	0	0.0	-1.8	29	1.8	1.1	7	1.0	-1.4	10	2.4	1.4	

***p<.001, 調査済み残差が±1.96以上で有意差あり

3) 数的状況 (表7)

表5では「Goal」群の「Even」が調整済み残差-2.4(75.1%),「Shorthand」は3.7(6.9%)であり,他の3群と比較し前者が有意に低く,後者が有意に高い傾向が認められた。「Powerplay時に得点率が高くなる」という仮説2を支持する傾向は,認められなかった。

表7 ショットの結果と数的状況の残差分析

		ショットの結果												χ^2 値
		Goal			Save			Block			Miss			
		n	%	残差	n	%	残差	n	%	残差	n	%	残差	
数的状況	EV	142	75.1	-2.4	1327	82.9	1.8	572	82.5	0.6	333	78.9	-1.6	20.309**
	SH	13	6.9	3.7	41	2.6	-1.7	12	1.7	-1.8	12	2.8	0.2	
	PP	34	18.0	0.9	233	14.6	-0.5	109	15.7	1.6	77	18.2	1.6	

***p<.001, **p<0.1, 調査済み残差が±1.96以上で有意差あり

4) リバウンドの有無（表 8）

「リバウンド-Yes」群においては,「Goal」群の調整済み残差が 7.4 (13.8%) と有意に高く,逆に「Block」群では-7.4 (0.9%) と有意に低い傾向が認められた.「リバウンド-No」群においては,「Goal」群が-7.4 (86.2%) で他の 3 群と比較し有意に低い傾向が,「Block」群においては 4.7 (99.1%) と有意に高い傾向が認められた.この事により,仮説 1 が支持された.

表 8 ショットの結果とリバウンドの残差分析

		ショットの結果												χ^2 値
		Goal			Save			Block			Miss			
		n	%	残差	n	%	残差	n	%	残差	n	%	残差	
リバウンド	Yes	26	13.8	7.4	67	4.2	1.1	6	0.9	-4.7	12	2.8	-1.1	68.826***
	No	163	86.2	-7.4	1534	95.8	-1.1	687	99.1	4.7	409	96.9	1.1	

***p<.001, 調査済み残差が±1.96以上で有意差あり

5) シューターの利き手（表 9）

シューターの利き手に関してカイ二乗検定を行った結果,有意差は認められなかった.

表 9 ショットの結果と利き手の残差分析

		ショットの結果												χ^2 値
		Goal			Save			Block			Miss			
		n	%	残差	n	%	残差	n	%	残差	n	%	残差	
利き手	Left	86	45.5	-0.2	748	46.7	0.8	316	45.6	-0.3	188	44.5	-0.7	0.752
	Right	103	54.5	0.2	853	53.3	-0.8	377	54.4	0.3	234	55.5	0.7	

***p<.001, 調査済み残差が±1.96以上で有意差あり

IV. 考察

1. ショットの結果

分析項目は,NHL でパフォーマンス分析に活用されている Corsi の定義に基づき,設定された.その分析手法を利用し,本研究では,従来各連盟により公式記録に記載されているゴールとセーブのみならず,ブロックショットとミスショットを取り入れることにより大きなショットデータの標本を入手することができた.標本とした全ショット試行数 2905 本の内,ゴールは 6.5% (189 本) のみであった.つまり,大学生の試合において,ショット試行 100 回あたり 6 点のゴールが生じることが分かった.サッカーでは攻撃回数 100 回に対し 1 得点が生じる²⁴⁾ことから,アイスホッケーもサッカーと類似して得点期待値の低いという競技特性があると言える.このことは,アイスホッケーがスケートリンク上に 6 人ずついる中,高さ 1.22m,幅 1.83m のゴールポスト内に直径 7.62cm,厚さ 2.54cm のパックを入れなくてはならないことから推察できる.また,ショット試行に対する各項目カイ二乗検定及び残差分析の結果,「ショットの種類」,「ショットの位置」,「数的状況」,「リバウンドの有無」に統計的有意差があると示された.

2. ショットの種類

統計結果より,Slap 時に「Goal」,「Save」となる確率が有意に低く,「Miss」の判定となる確率が有意に高くなる傾向が見られたが,これは Slap が前動作の大きいショットであること¹⁰⁾,またそのため狙いを絞りづらいショットであることが要因として考えられる.また,Snap の「Goal」,「Block」の割合が有意に高くなり,「Miss」の割合が有意に少なくなる傾向が見られたが,それは Snap が全体の 60%以上(表 3)

を占める本数が多いショットであることに加え,必要に応じて前動作が少なく瞬時に打てる特性があることが要因として考えられる. Tip-in の際,「Goal」,「Miss」となる割合が有意に高く,それ以外(「Save」,「Block」)の結果になる確率は有意に低い傾向が見られた.このことから, Tip-in が味方のショットやパスの軌道を変えるショットであるという特性を持つことと,全体の 2.5%(73 本)と本数が少ないことから,難易度が高く,当たってもミスショットになりやすい,つまりゴールを外しやすいが,当たれば急に角度が変わり GK の対応が遅れるため得点しやすいのではないかと考えられる.また,Tip-in の際に最も重要なのはプレイヤーがスクリーンするのと同時に GK の前に出ることである²²⁾とされていることから,GK とシューターの距離が近い,もしくはスペースが無い場合が多いために相手プレイヤーによるブロックが間に合わないのではないかと考えられる.これは Tip-in が「Block」となったのが全体の 0.3%(2 本)のみであったことから推察される.

この 2 種類のショットの検定結果により,仮説 1「Snap や Tip-in の方が,その他(Backhand, Slap, Wrap around, Wrist)に比べ,得点しやすいだろう。」が支持された.

3. ショットの位置

統計結果より,「1A」,「1B」,「2A」,「5A」,「5B」からのショットによるゴールが有意に高くなる傾向が見られた.これは,いわゆるスロットやロイヤルロード¹¹⁾と呼ばれている,得点率の高いとされているエリアに当たる.このことから,仮説 2「ゴール付近のエリア 5 がその他のエリアよりも得点しやすいだろう。」が支持される結果となったと言える.したがって,エリア 5 からのショットを増やすことが戦略を立

てる際に役立つのではないかと考えられる。

4. 数的状況

検定において、ゴール時に数的同数の Even である割合が有意に少なく、同じくゴールした時に数的不利の Shorthand の状況であることが有意に多いという結果になった。仮説 3 では「Powerplay（数的有利）時はその他（Even（数的同数）と Shorthand（数的不利））に比べ得点率が高くなる。」と予想したが、本研究では仮説は支持されなかった。秋の大学リーグ戦では同じ I 部グループ A 同士の大学が総当たり戦を行うが、春の秩父宮杯の大会ではトーナメント方式でグループ A 以下のチームとも対戦する。そのようなスキルの差のあるチームとの対戦を対象として加えていたことが、Shorthand 時のゴールの割合が高くなった一因として考えられる。ディフェンシブゾーンでの防戦からターンオーバーに成功した際に Shorthand でのゴールが見受けられた。その理由を知るためには、ショット直前のプレーなどの他項目を収集する必要があると思われる。

5. リバウンドの有無

リバウンドの有無とゴールの有無の割合の差には統計学的な有意差があると認められ、仮説 4「リバウンド後のショットの方が、それ以外のショットに比べて得点しやすいだろう。」が支持された。同時に、リバウンド後のショットによりゴールする確率が有意に高い傾向にあることが示唆された。また、リバウンド後のショットの際はブロックショットになりにくい傾向にあることも本研究において示された。これは、データ集計中にも散見されたが、リバウンド後のショットは、GK が

パックをフリーズ（グローブ内に収めること）しきれずこぼれたパックを叩く場合などに見られ,GK と攻撃側のプレイヤーとの間に距離が短く,相手プレイヤーを挟まない状態で行われていることが多いためであると考えられる.

6. シューターの利き手

シューターの利き手に有意差は見られず,仮説 5「利き手によって得点しやすさは変わらないのではないか」は支持された.これは,アイスホッケーの利き手が,表 3 から読み取れるように左利きが約 46%,右利きが約 54%と,テニスや野球などのように大きな偏りがないことが要因として考えられる.

V. 結論

本研究の目的は,アイスホッケーのショット分析の基盤となる項目を定義づけ,提案することと,その分析項目に基づいたデータの収集により,分析項目と得点しやすさの検討を行うことであった.

先行文献や海外の統計分析サイト,スポーツデータ会社など,様々な情報を元にショットの分析項目が作成された.また,カイ二乗検定により有意傾向が認められ,仮説 1,仮説 2,仮説 3,仮説 4 が支持される結果となった.それにより,得点しやすい条件が明らかになった.本研究において作成した分析項目を元に,更なるデータの収集と違う観点からの分析を行なっていく事により,新たなゲーム分析の知見が得られ,指導現場で練習や戦略を組み立てる際に役立つのではないかと考えられる.また,研究の限界としてコロナ禍の大会を対象としたため棄権試合があり,大会の全ての試合を分析することができなかったこと,また,

今回定義・集計できなかったショットをする前の動き,相手選手の有無,ショットの距離・角度など,得点要因が他にもあるのではないかということ,得点期待値の予測式の算出ができなかったことが課題として挙げられる.

VI.参考文献

- 1) Chris Johnston. “Corsi, Fenwick to sport new names on NHL.com”. Sportsnet. 2015-2-19. <https://www.sportsnet.ca/hockey/nhl/corsi-fenwick-sport-new-names-nhl-com/>, (cited 2023-12-31).
- 2) Daniel Goldfarb. An Application of Topological Data Analysis to Hockey Analytics. arXiv.org. 2014, abs/1409.7635. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:36210727>, (cited 2023-10-17) .
- 3) 引木孝夫.アイスホッケーの技術と戦法.東京,講談社,1985,178p,(講談社スポーツ),ISBN 4-06-141474-7.
- 4) International Ice Hockey Federation. Coach Development Program, Level 1, Coach Manual. Zurich, Switzerland, IIHF, 2007.
- 5) Ken Krzywicki. “Shot Quality Model, A logistic regression approach to assessing NHL shots on goal”. 2005-1, http://www.hockeyanalytics.com/Research_files/Shot_Quality_Krzywicki.pdf, (cited 2023-10-17) .
- 6) 国際アイスホッケー連盟.2021/22 年度アイスホッケー公式国際競技規則 . 国際アイスホッケー連盟 ,2021,240p, https://www.iihf.or.jp/common/pdf/2021_22_IIHF_RuleBook_Interactive_0126_20230913.pdf, (参照 2024-1-5) .

- 7) 国際アイスホッケー連盟.2018-2022 年度アイスホッケー公式国際競技規則＜日本語版＞.東京,国際アイスホッケー連盟,2018,189p.
- 8) 桑田佳明.アイスホッケーアジアリーグのプレーオフにおける勝因.神戸大学 . 2014, 学 士 論 文 . <https://www.b.kobe-u.ac.jp/~uchida/lecture/seminar/ice.pdf>, (参照 2023-10-17) .
- 9) Markku Kaskenmaa. Using Data Analytics in Hockey Player Talent Identification. Oulu University of Applied Sciences. 2023, Master's thesis.
- 10) Mason Krueger; James Enos. “Fenwick and Corsi in Army Hockey, Incorporating “Shot-Zones” and Rebounds into Weighted Shots”. Proceedings of the Annual General Donald R. Keith Memorial Conference. West Point, New York, USA, 2021-4-29, A Regional Conference of the Society for Industrial and Systems Engineering.
- 11) Miika Elomo; Tuukka Poikonen. Analyzing reasons behind the goals in ice-hockey. Haaga-Helia University of Applied Sciences, 2015, Bachelor's thesis.
- 12) M.Lakshman. “Kyle Dubas hiring a victory for hockey analytics”. CBC Sports. 2014-7-22. <https://www.cbc.ca/sports/hockey/nhl/kyle-dubas-hiring-a-victory-for-hockey-analytics-1.2714556#:~:text=The%20NHL%20club%20on%20Tuesday,Dave%20Poulin%20leave%20the%20team>, (cited 2024-1-5) .
- 13) Namita Nandakumar; Shane T. Jensen. Historical Perspectives and Current Directions in Hockey Analytics. Annual Review of Statistics and Its Application. 2019, vol.6, p.19-36. <https://doi.org/10.1146/annurev-statistics-030718-105202>, (cited

2023-11-27) .

14) NHL. “NHL-Statistics-Shots by Type”. 2024-1-7. NHL.com, <https://www.nhl.com/stats/teams?report=shottypes&reportType=season&seasonFrom=20222023&seasonTo=20222023&gameType=2&filter=gamesPlayed,gte,1&sort=shotsOnNet,shootingPct&page=0&pageSize=50>, (cited 2024-1-7) .

15) NHL Public Relations. “NHL offers online access to 100 years of player, team, game stats”. NHL.com. 2017-9-28.<https://www.nhl.com/news/nhl-historical-stats-press-release-291394420>, (cited 2023-12-31) .

16) Nicholas J. Cotsonika. “NHL puts historical stats at your fingertips”. NHL.com. 2017-9-28.<https://www.nhl.com/news/nhl-historical-stats-now-available-291389804>, (cited 2023-12-31) .

17) 大木健翔.アイスホッケーにおける勝敗の決定要因.神戸大学.2013, 学 士 論 文 . <https://www.b.kobe-u.ac.jp/~uchida/lecture/seminar/icehockey.pdf>, (参照 2024-1-8) .

18) 大室 広一.図解 コーチ アイスホッケー.東京,成美堂出版,1996,223p, (スポーツシリーズ) ,ISBN 4-415-00439-3.

19) 柴山 實.ルールまるわかり アイスホッケー.東京,高橋書店,1989,135p, (スポーツ観戦シリーズ) ,ISBN 4-471-14367-0.

20) 島野拓也; 長野遼太; 豊東柊哉; 万代悠作.「アイスホッケー動画を用いた戦略分析フレームワークの提案」.2020 年度人工知能学会全国大会.オンライン,2020-6.

21) Stephen W Sheps. Corsi, Fenwick and Gramsci: How bloggers and advanced analytics are changing the National Hockey League.

- International Review for the Sociology of Sport. 2020, 55(8), p.1192-1211. <https://doi.org/10.1177/1012690219869192>, (cited 2024-1-5).
- 22) Terhi Mertanen. Goal Scoring In Women's Ice Hockey Reflecting On Scoring Recommendations – Pyeongchang Olympics & Finnish Playoffs 2018. Haaga-Helia University of Applied Sciences, 2019, Bachelor's Thesis.
- 23) Thomas A. Buckley; Kelsey N. Bryk; Kathryn L. Van Pelt; et al. Concussion and National Hockey League Player Performance: An Advanced Hockey Metrics Analysis. J Athl Train. 2019, 54(5), p.527-533. doi: 10.4085/1062-6050-200-18, (cited 2023-10-17) .
- 24) 吉田充.サッカーのスタッツデータを対象とした得点要因の推定. 北海学園大学経営論集.2022, vol.19, no.4, p.1-13.
- 25) 渡部馨;片山晋次.アイスホッケーのゲーム分析(1)ショット記録についての考察.苫小牧工業高等専門学校紀要.1971,第 6 号, p.87-98. <https://www.tomakomai-ct.ac.jp/wp01/wp-content/uploads/2014/06/kiyou6-11.pdf>, (参照 2022-11-27) .

謝 辞

本論文の執筆にあたり、指導教官として様々な助言やご指導を賜りました倉石平教授に、心より御礼申し上げます。専門とされているバスケットボールに限らず、他競技への造詣の深さ、競技に関わらず幅広い知識を教えていただいたことで、学びの機会を与えていただき、知恵を授けてくださいました。ありがとうございました。

副査を快く引き受けてくださった、合同ゼミの際などに様々な観点からご指摘いただき、度々励ましのお声がけくださった堀野博幸教授、松井泰二教授には、大変お世話になりました。心より御礼申し上げます。

また様々な意見をくださった倉石研究室の方々、合同ゼミの皆様、動画を提供いただいた Tokyo Ice Hockey Channel の皆様、応援してくれた友人達、支えてくれた家族と、本論文の執筆にあたりご協力いただいた皆様に、深く感謝申し上げます。

村松 薫