

新体操パフォーマンスにおける
時間的評価とその応用

橋元真央

京都工芸繊維大学

目次

第1章 序論

1. 新体操の競技的動向と規則	1
2. 新体操パフォーマンスに関する先行研究	3
3. 本研究の目的と意義	4
4. 研究の限界	5

第2章 日本国内における新体操パフォーマンスの時間的評価

1. 目的	8
2. 方法	8
3. 結果	9
4. 考察	13
5. まとめ	17

第3章 女子個人競技における新体操パフォーマンスの国際比較

1. 目的	19
2. 方法	19
3. 結果	20
4. 考察	23
5. まとめ	25

第4章 女子個人競技における新体操パフォーマンスの3年間比較

1. 目的	26
2. 方法	26
3. 結果	27
4. 考察	30
5. まとめ	32

第5章 総合考察

- | | | |
|---------------------------------|-------|----|
| 1. 新体操パフォーマンスの時間的評価の検討 | ----- | 33 |
| 2. 新体操パフォーマンスの時間的評価を応用した比較分析の検討 | ----- | 34 |
| 3. おわりに | ----- | 35 |

謝辞

文献

図表一覧

基礎論文

第 1 章 序論

1. 新体操の競技的動向と規則

新体操（Rhythmic Gymnastics）は，世界体操連盟（International Gymnastics Federation, 略称 F.I.G. 以下略称）に加盟する競技スポーツのひとつで，体操やフィギュアスケート，シンクロナイズドスイミング等と同様に，競技会において予め採点規則に基づき構成された演技を行う採点競技である。

1963 年にハンガリーのブタペストにおいて第 1 回の世界新体操選手権大会が開催されてから 1984 年に初めてオリンピック競技種目となり今日に至っている。（高橋，2011）

日本の実力としては，2017 年 9 月に行われた世界新体操において，団体総合で銅メダル，フープ 5 で銅メダル，ロープ 2&ボール 3 で銀メダルと，出場したすべてのカテゴリーでメダルを獲得した。個人競技の方でも，特別強化選手の皆川夏穂が個人総合 5 位入賞，初出場の喜田純鈴も決勝進出を果たして 12 位。種目別決勝フープでは皆川銅メダル獲得，喜田 7 位入賞，ボール皆川 8 位入賞と大きな成果を上げた。（山崎，2017）

日本代表チームの団体（フェアリージャパン POLA）は，2005 年から選抜チーム制度を定常化させ，2006 年から通年合宿に切り替え，2009 年からはロシアに拠点を移し（山崎，2017），個人も後に続くかたちで，日本のナショナル特別強化選手たちはロシアを活動拠点とし練習に励んでいる。

採点規則は，4 年に 1 度の五輪終了にあわせて変更される。近年では，2016 年にリオ五輪が終了し，2020 年の東京五輪に向けて 2017-2020 年に採用される採点規則において大幅な改訂が行われた。特に申告書が廃止されたことにより，審判は目の前で実施される演技の要素に対して瞬時に価値を付加することが必要になった。

演技は，採点規則によって演技要素（Difficulty, 以下，「難度」）の評価と演技実施（Execution, 以下，「実施」）の評価に分けられ，各 10 点満点の難度点（以下，D 点）と実施点（以下，E 点）の合計 20 点満点で評価される。（表 1-1）

審判は，音楽と手具を用いて実施される演技に対して，D 審判パネル（Difficulty Judges` Panel）と E 審判パネル（Execution Judges` Panel）に分けられ，それぞれに採点規則に基づく評価を与える。

D 審判パネルは，4 名の審判員で構成され，さらに 2 つのサブグループに分かれる。第 1 サブグループ（D1, D2）は，BD の数と技術的価値，S の数と価値そして手具の基礎技術要素の数を評価し，第 2 サブグループ（D3, D4）は，R の数と技術的価値，そして AD

を評価する。それぞれの難度の評価には記号を用いて実施順に従い確認して記録する。正確に演技された難度のみ、その難易度を D 点として加点する。

E 審判パネルも、4名の審判員で構成され、さらに2つのサブグループに分かれる。第1サブグループ (E1, E2) は芸術的欠点 (Artistic Faults) を評価し、第2サブグループ (E3, E4) は、技術的欠点 (Technical Faults) を評価する。出来栄への印象に対する評価として芸術と技術の観点から減点法により E 点を決定する。

2017 採点規則において、演技の構成要素は4つのカテゴリーから成り、身体難度 (Body Difficulty, 以下 BD)、とダンスステップコンビネーション (Dance Step Combination, 以下 S)、回転を伴ったダイナミック要素 (Dynamic Elements with Rotation, 以下 R) と手具難度 (Apparatus Difficulty, 以下 AD) である。(表 1-2)

BD のグループには、ジャンプ、バランス、ローテーションの3つがある。BD は、従来の採点規則通り、実施する個数の下限と上限が決められている。難度が多様化した採点規則に対応するためには、時間配分が要となる要素である。各 BD グループの技術的な基礎的特徴については、表 1-3 に示す。




表 1-1. 最終得点の算出方法 (F.I.G. 2017)

Final Score: 20.00 points
By addition: D score of 10.00 points maximum + E score of 10.00 points maximum

表 1-2. 難度の必須条件 (F.I.G. 2017)

Difficulty Components connected with apparatus technical elements	Body Difficulty	Dance Steps Combination	Dynamic Elements with Rotation	Apparatus Difficulty
Symbol	BD Min.3; Max.9	S Min.1	R Min.1	AD Min. 1
Body Difficulty Groups	Jump/Leaps-Min.1 Balances-Min.1 Rotations-Min.1			

表 1-3. 身体難度 (BD) のグループ別基礎的特徴 (F.I.G. 2017)

	Basic Characteristics
Jumps/Leaps Difficulties 	Defined and fixed shape during the flight
	Height (elevation) of the jumps or leaps sufficient to show the corresponding shape
Balance Difficulties 	A. Balances on the foot
	a. Executed on the toes (relevé) or flat foot
	b. Defined and clearly fixed shape with a stop position
	B. Balances on other parts of the body
	a. Executed on different parts of the body
	b. Defined and clearly fixed shape with a stop position
	C. Dynamic Balances
	a. Executed with smooth and continuous movements from one form to another
b. Clearly defined shape: All relevant parts of the body are in the correct position in the same	
Rotation Difficulties 	Minimum basic rotation of 360° (except Rotation Difficulties # 6, 9,17: base 180°)
	Have a fixed and well defined shape during the rotation until the end

2017年6月にF.I.G.の新体操技術委員会が発行したニュースレターでは、新しいオリンピックサイクルでの明確な理解と評価の向上のために以下の情報を提供している。

構成を向上させるための注意として、「身体 (BD) グループにおける均等な配分の向上」、「手具操作における多様性の向上」、「R の要素において選手が実施可能な現実的内容の熟考」の3点を挙げている。さらに技術委員会は、審判はオフィシャルフォーム (申告書) なしで、演技された内容を評価する能力を持つべきということに注意している。

また2つの異なる D 審判パネルと2つの異なる E 審判パネル、4つ全てのパネルは、それぞれが異なり独立している。その為、それぞれの各パネルでの点数が、異なる順位になることこそが採点規則の目的のひとつであり、コーチと審判は、同じ選手が4つ全てのパネルで得点と同じレベルでなければならないという考えを根本から変えなければならない、とも述べている。(F.I.G. 2017)

2. 新体操パフォーマンスに関する先行研究

新体操の研究には、大きく分けると新体操の価値に関する哲学的研究と競技力を高めるための研究の2つの流れがある。新体操の価値については、特にその芸術性の捉え方が論

点とされ、浦谷（2011, 2012, 2014）によって採点規則による芸術性に対する評価方法と関連づけて研究された。また島崎（1979）は、新体操の特徴や概要を整理したうえで普及発展を目指すための今後の課題を述べている。一方、競技力を高めるための研究には、技術に関する研究と演技構成に関する研究に大別することができる。

技術に関する研究では、運動特性のバイオメカニクスの分析（美馬, 1998；柿本ほか, 2007, 2008；大野, 2012）で個々の技術が研究されている。また河野（2014）は「バックルピボット」を採点事例に実施減点項目の比較を行い、新採点規則に基づく評価の動向を把握する視点から研究している。また演技構成に関する研究としては、競技の歴史的変遷や採点規則の動向について比較分析され（島崎, 1979；高橋, 2000；村田, 2011）、演技移動図の分析、身体運動からみた分類、手具特性からみた分類（高橋, 1994, 1997, 1998；関田, 1994；小林, 1980）もなされている。しかしながら、技術に関する研究では個別の技術が対象となっており、一連の動きは対象とはされていない。競技力向上のためには、難易度の高い難度を正確に実施するだけでなく、個性や独自性という表現力も追究する必要がある。

また、演技構成に関する研究では、実施された難度の個数および難度の配置時間を対象としており（高橋, 2014）、それぞれの所要時間に着目した分析はみられず、1演技中の難度や動き、手具操作の各要素の時間配分を知ることはできなかった。

時間的観点をを用いた演技の構成要素の分析としても、新体操団体演技の構成要素に関する研究（高橋, 1998・2014）がある。しかし個人演技を対象とするものは、過去の採点規則に則った分析（杉澤, 2007. 高橋, 2011）に留まっており、さらなる追研究が必要であると考えられる。

3. 本研究の目的と意義

上述のように、日本のトップ選手たちは世界大会において十分に上位を競う実力を備えつつあるものの、世界のトップ選手には一歩及ばずというところにいる。また、国際大会に出場する日本トップ選手たちの国内での大会出場機会は少ない。その為、今後強化されるべき国内の新体操選手および関係者が、世界レベルの戦術的な演技構成の方法を知るためには、演技分析による解明が重要である。

さらに、コーチや選手は、より客観的な視点で、理論的に演技構成を創作すること、審判は実施された演技を正確に評価・判定することが要求され、互いに上質な新体操パフォ

パフォーマンスを目指さなければならない。また指導場面においても、多面的に演技を評価・分析する必要がある。

このように、新体操は戦略的に演技構成を考える時代になりつつあり、演技構成の研究に時間的評価を取り入れ、時間的な観点から演技傾向と技量レベルとの関連を検討することは有益である。

制限時間内に実施すべき難度が規定されている中で、多様化・細分化した採点規則に対応するためには、演技構成の時間配分が重要な要素であり、演技構成を創出するための基礎的な資料を得ることには大きな意義がある。

そこで、本研究では、新体操パフォーマンスにおける戦略的な演技構成を実現させることを最終目的として、以下のような下位目的を設定する。

- 1, 新体操パフォーマンスにおける時間的評価の指標を作成する。
- 2, 日本国内選手の演技中の BD について、実施回数と実施時間を分析対象とし、演技傾向を明らかにする。
- 3, D 点を技量レベルの指標として、D 点と BD の実施時間の関係を検討する。
- 4, 新体操パフォーマンスの時間的評価を用いて、国内大会と世界大会の演技傾向の比較検討を行う。
- 5, 日本選手と世界トップ選手の演技傾向の比較から、演技構成に関わる日本の課題を検討し、今後の競技力向上の糧となるような知見を得る。
- 6, 新体操パフォーマンスの時間的評価を用いて、世界大会 3 年間の縦断的比較検討を行う。
- 7, 2013-2016 採点規則を採用した 3 年間の競技会における世界トップ選手の演技傾向を明らかにし、新しいオリンピックサイクル (2017-2020) での演技構成に関わる競技力向上の糧となるような知見を得る。

4. 研究の限界

本研究を制限する測定方法や標本等、種々の条件を以下に列挙する。

4.1 分析対象による限界

新体操パフォーマンスは様々な事象の複合体であるが、本研究で用いる測定評価の観点は、BD の分析に限定される。さらに分析対象演技は、2013～2016 年度版採点規則に則って実施された競技場面での試技である。

流動性の高いBDの難易度(価値点)については分析対象外であり、2017年以降の演技傾向および戦術的知見を見出すにあたって、有用性に問題はないと考える。

BDについては、採点規則の「難度一覧」に基づき、1難度の実施に要する準備局面から終末局面を身体難度の実施時間と定義した。各BDグループの難度一覧の一部を表1-4a, b, cに示す。

4.2 方法による限界

本研究では、全日本選手権におけるビデオ撮影および公式公開された国際大会映像の取得によって収集した演技動画をデータとして用い、対象要素の計測、所要時間の計測などを採用しているため、連続量を離散化する際に生じる量子化誤差を伴う。

4.3 標本による限界

本研究で用いた標本の新体操パフォーマンスレベルについて、得られる知見であって、広く一般化するにはさらなる検証が必要である。

表 1-4a. ジャンプ難度一覧の一部 (F.I.G. 2017)

	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60
21. Split leap, take-off from 2 feet, or with ring or with back bend of the trunk						
22. 2 or more successive split leaps with change of take-off foot					2 — One Difficulty 3 — One Difficulty (0.70)	
23. Split leap with turn				180°	180°	180°
24. Switch split leap (passing with stretched legs)						
25. Switch split leap with (passing with bent leg)						

表 1-4b. バランス難度一覧の一部 (F.I.G. 2017)

	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
7. Split with or without hand support or trunk side at horizontal					
8. Arabesque: free leg horizontal or with trunk forward or backward at horizontal or below split with or without hand support					
9. Ring with or without hand support or split with horizontal trunk					
10. Attitude, also with trunk bent backward					
11. Cossack, free leg at horizontal: all directions					
12. Cossack, free leg: front or					

表 1-4c. ローテーション難度一覧の一部 (F.I.G. 2017)

Types of Rotations	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
9. Split side with or without support, trunk horizontal					
10. Arabesque: free leg horizontal or trunk horizontal or backward					
11. Split with or without support					
12. Split with or without support, trunk horizontal or ring					
13. Penché: body bent at the horizontal or below, leg in back split or ring, rotation on flat foot					

第2章 日本国内における新体操パフォーマンスの時間的評価

1. 目的

新体操パフォーマンスにおいて戦略的な演技構成を実現させることを最終目的として、本章では、次のような下位目的を設定した。

- 1, 新体操パフォーマンスにおける時間的評価の指標を作成する。
- 2, 日本国内選手の演技中の BD について、実施回数と実施時間を分析対象とし、演技傾向を明らかにする。
- 3, D 点を技量レベルの指標として、D 点と BD の実施時間の関係を検討する。

2. 方法

2.1 調査対象者および調査対象試技

2013年11月21日～24日に行われた第66回全日本新体操選手権大会の女子個人競技に出場した40名のうち、大会主催者を通して選手個人と所属団体から映像使用許諾が得られた27名（シニア選手22名、ジュニア選手（15歳以下）5名）を対象者とした。

個人総合選手権のフープ、ボール、クラブおよびリボンの4種目、合計108試技を調査対象演技とした。

2.2 データの収集および分析の方法

大会期間中、2階観覧席に設けられた大会関係者撮影エリアより、デジタルビデオカメラ（Panasonic, HX-WA20, 29.97fps）を用いて演技面全体となる13m四方のフロアを撮影した。なお、撮影にあたっては公益財団法人日本体操協会の許可を得て実施した。撮影された動画をコマ送りで再生し、対象者の初動を演技開始時として演技終了時の静止までを分析対象とした。

BDについては、採点規則の「難度一覧」に基づき、1難度の実施に要する準備局面から終末局面をBDの実施時間と定義した。

演技構成の時間的観点評価指標についての信頼性および妥当性について検討した。

1演技あたりのBDの実施回数および実施時間、ならびに1難度あたりの所要時間を求めた。また、BDのグループ別の実施時間を求めた。また各種目におけるBDの各指標とD点との相関係数を算出した。

得点については大会公式速報結果（日本体操協会、2013）より取得した。

3. 結果

3.1 演技構成の時間的観点評価指標についての信頼性および妥当性の検討

ランダムに選出した3名4種目の12演技について、データ入力を2度行い、データの信頼性について検討した。その結果、ICC (1, 1) の値はBDの個数について1.00、難度1個あたりの時間について0.99、難度の時間について0.99であった。

3.2 得点について

D点は5.2~5.4点であり、E点は7.2~7.3点、ペナルティは0.009~0.050点、最終点は12.3~12.7点であった。種目間の違いを分散分析にて検討した結果、いずれの得点についても有意な主効果はみられなかった。表2-1は種目別に示した得点の平均値±標準偏差およびBDの各指標である。

表 2-1. 得点および身体難度 (BD) に関する種目間比較

(n=27)	H	B	C	R	F	Multiple Comparison
Score						
D Score	5.3 ± 0.8	5.4 ± 0.5	5.2 ± 0.7	5.4 ± 0.6	1.89	
E Score	7.2 ± 0.4	7.2 ± 0.3	7.2 ± 0.5	7.3 ± 0.4	0.54	
Penalty	0.0 ± 0.1	0.0 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0.0 ± 0.0		
Final Score	12.5 ± 1.1	12.6 ± 0.8	12.3 ± 1.2	12.7 ± 1.0	1.99	
Body Difficulty						
No. of Difficulty	8.8 ± 0.4	8.8 ± 0.4	8.6 ± 0.7	8.7 ± 0.4	0.65	
Time per one Difficulty (s/No. Difficulty)	4.3 ± 0.4	3.9 ± 0.3	4.5 ± 0.5	4.1 ± 0.5	13.46	** B<H,C;R<C
Performance Time(s)	37.7 ± 3.9	33.9 ± 3.3	38.6 ± 5.5	35.8 ± 4.1	9.38	** B<H,C

** $p < .01$ H:Hoop B:Ball C:Clubs R:Ribbon.

3.3 BD実施個数について

実施個数は8.6~8.8個であり、実施上限個数である9個に近い値であった。種目間の違いを分散分析にて検討したところ、有意な主効果はみられなかった。実施個数について種目とグループを被験者内因子とする2要因分散をおこなった結果、有意な交互作用がみら

れた ($F_{6,156}=4.91, p<.01$) . そこで単純主効果を検討したところ, 種目間の違いでは, バランスではリボンが他の 3 種目より有意に少ない個数であり, ジャンプではリボンがボールとクラブより有意に多い個数であった. BD グループ間の違いでは, フープではバランスがジャンプと比べて有意に多い値であった. ボールおよびクラブではローテーションとバランスがジャンプと比べて有意に多い値であった. リボンではローテーションがジャンプと比べて有意に多い値であった.

個人内における種目間の再現性を検討したところ, 27 名のうち 2 名は 9 難度の BD グループ別の実施個数の内訳が 4 種目で完全に一致していた. また 4 種目ともにジャンプの実施個数が同じであった選手は 27 名中 10 名であった. バランスでは 3 名, ローテーションでは 5 名という結果であった. 逆に 4 種目の内訳が完全不一致であった選手は 6 名であった.

3.4 BD 実施時間について

1 難度あたり時間について種目間の違いを分散分析にて検討したところ, 有意な主効果がみられ, 多重比較の結果, ボールおよびリボンと比べてクラブは有意に長い値であり, ボールと比べてフープは有意に長い値であった.

1 難度あたり時間について, 2 要因分散分析をおこなった結果, 有意な交互作用はみられず ($F_{6,156}=0.35, n.s.$), 種目および BD グループに有意な主効果がみられた (種目 $F_{3,156}=11.11, p<.01$, BD グループ $F_{2,156}=36.79, p<.01$) . 多重比較の結果, 種目では, フープおよびクラブはボールと比べて有意に長い値であった. BD グループでは, ジャンプと比べてバランスが有意に長く, バランスと比べてローテーションが有意に長い時間であった.

実施時間は 33.9~38.6 秒であり, 各種目共に演技時間のうち約 3 分の 1 を占めた. 種目間の違いを検討したところ, 有意な主効果がみられ, 多重比較の結果, フープおよびクラブと比べてボールは有意に短い値であった.

実施時間について, 2 要因分散分析をおこなった結果, 有意な交互作用がみられた ($F_{6,156}=2.54, p<.01$) . そこで, 単純主効果を検討したところ, 種目間の違いでは, バランスでは, リボンよりフープとクラブで長い値であった. またボールよりクラブで長い値であった. ローテーションとジャンプでは種目間の違いはみられなかった. BD グループ

プ間の違いでは、全ての種目に共通して、ジャンプと比べてバランスが有意に長く、バランスと比べてローテーションが有意に長い時間であった。

またシニア選手とジュニア選手の違いについて、2群間の平均値の差の検定をおこなった結果、得点では、クラブのD点でジュニア選手が有意に高い値を示し（シニア選手 5.04 ± 0.67 点、ジュニア選手 5.83 ± 0.59 点、 $t_{25}=2.41$ 、 $p<.05$ ）、ボールのペナルティではシニア選手が有意に高い値であった（シニア選手 0.05 ± 0.10 点、ジュニア選手 0.00 ± 0.00 点、 $t_{21}=2.45$ 、 $p<.05$ ）。実施回数では、シニア選手は9個が74演技（84%）、8個が14演技（16%）であったが、ジュニア選手は9個が7演技（35%）、8個が12演技（60%）、6個が1演技（5%）であった。2群間の平均値の差の検定をおこなった結果、フープとボールではシニア選手が有意に高い値であった（フープ、シニア選手 8.91 ± 0.29 個、ジュニア選手 8.20 ± 0.45 点、 $t_{25}=4.42$ 、 $p<.01$ ；ボール、シニア選手 8.91 ± 0.29 点、ジュニア選手 8.20 ± 0.45 点、 $t_{25}=4.42$ 、 $p<.01$ ）。実施時間は、フープ以外ではシニア選手が有意に長い値であった（ボール、シニア選手 34.6 ± 3.0 秒、ジュニア選手 31.0 ± 3.3 秒、 $t_{25}=2.42$ 、 $p<.05$ ；クラブ、シニア選手 39.7 ± 4.9 秒、ジュニア選手 33.8 ± 6.0 秒、 $t_{25}=2.32$ 、 $p<.05$ ；リボン、シニア選手 36.6 ± 3.9 秒、ジュニア選手 32.1 ± 2.7 秒、 $t_{25}=2.49$ 、 $p<.05$ ）。1難度あたり時間に有意な差はみられなかった。

ジュニアの規則ではBD実施回数の上限が7個であるが、本研究ではジュニア選手の演技のうちジュニア規定内の7個以下の演技はわずか1演技だけであり、8個以上の演技が全体の95%にあたる19演技であった。したがって、ジュニア選手も大会用にプログラムを変更して、シニア選手と同等の基準で大会に臨んでいた。またシニア選手とジュニア選手の得点を比較した結果、クラブのD点ではジュニア選手が有意に高く、それ以外では有意な違いはみられなかった。またペナルティについても、ボールではジュニア選手が有意に少なく、その他の種目でも有意な差はみられなかった。したがって、ジュニア選手も演技の完成度が高く、シニア選手と同等の技量レベルであると評価できるため、以下の分析では、シニア選手とジュニア選手を分けずに検討する。

3.5 BDの各指標とD点との関係

表2-2に各変数とD点の相関係数を示した。クラブでは、1難度あたりの時間とD点の間に有意な相関がみられたが（ $r=-.457$ 、 $p<.05$ ）、それ以外の変数では有意な相関はみられなかった。

表 2-3 は BD グループ別の 1 難度あたり時間の種目間比較, 表 2-4 は BD グループ別の各指標の値と D 点の相関係数である. ローテーションでは, クラブにおいて 1 難度あたり時間および実施時間と D 点との間に有意な正の相関がみられた. バランスでは, フープにおいて実施回数および実施時間と D 点との間に有意な正の相関がみられた. ジャンプでは, 実施回数, 1 難度あたり時間いずれにおいても 4 種目とも相関係数は負の値であり, クラブでは 1 難度あたり時間および実施時間との間に有意な負の相関がみられ, フープおよびリボンでは実施時間で有意な負の相関がみられた.

表 2-2. 各変数と D 点との相関

(n=27)	H	B	C	R
No. of Difficulty	-0.125	0.004	0.052	-0.069
Time per one Difficulty	-0.047	0.077	-0.457 *	0.157
Performance Time(s)	-0.095	0.062	-0.340	0.135

* $p < .05$ H:Hoop B:Ball C:Clubs R:Ribbon.

表 2-3. BD グループ別の種目間比較

(n=27)	H	B	C	R
No. of Difficulty				
Rotation	3.0 ± 0.7	3.2 ± 0.6	3.0 ± 0.8	3.3 ± 0.8
Balance	3.2 ± 0.8	3.1 ± 0.7	3.2 ± 0.8	2.6 ± 0.7
Jump	2.6 ± 0.6	2.5 ± 0.5	2.4 ± 0.5	2.8 ± 0.4
Time per one Difficulty (s/No. Difficulty)				
Rotation	5.1 ± 1.1	4.6 ± 0.7	5.0 ± 1.7	5.0 ± 0.8
Balance	4.1 ± 0.7	3.7 ± 0.7	4.2 ± 0.8	3.9 ± 1.0
Jump	3.6 ± 0.7	3.2 ± 0.3	3.7 ± 1.2	3.2 ± 0.5
Performance Time(s)				
Rotation	15.0 ± 4.4	14.7 ± 3.4	15.0 ± 7.1	16.5 ± 4.3
Balance	13.3 ± 3.7	11.5 ± 3.8	13.5 ± 3.3	10.3 ± 3.9
Jump	9.2 ± 2.4	7.8 ± 1.5	8.8 ± 4.2	8.9 ± 1.6

H:Hoop B:Ball C:Clubs R:Ribbon.

表 2-4. 種目別の各 BD グループと D 点との相関

(n=27)	H	B	C	R
No. of Difficulty				
Rotation	-0.250	-0.053	-0.101	0.052
Balance	0.385 *	0.060	0.283	0.093
Jump	-0.289	-0.016	-0.203	-0.331
Time per one Difficulty (s/No. Difficulty)				
Rotation	0.037	0.153	0.494 **	0.120
Balance	0.036	-0.024	-0.175	0.187
Jump	-0.252	-0.018	-0.404 *	-0.090
Performance Time(s)				
Rotation	-0.226	0.022	0.398 *	0.119
Balance	0.407 *	0.050	0.136	0.179
Jump	-0.431 *	-0.040	-0.424 *	-0.408 *

** $p < .01$ * $p < .05$ H:Hoop B:Ball C:Clubs R:Ribbon.

4. 考察

4.1 得点の検討

本研究の対象者のペナルティは平均 0.05 点以下であり，最終得点は D 点と E 点の合計にはほぼ一致した。ペナルティは，タイムオーバー，身体や手具の場外，予備手具の使用など規則違反による減点であり，シーズン初旬の大会やチャイルドやジュニアの地方大会などでは多く，演技の完成度が高まるとペナルティは減少する。したがって，本研究の対象者の演技の完成度は高かったと評価できる。

1 種目あたりの得点は 12.300～12.700 点であり，最高得点は 15.600 点であった。また，4 種目合計では 80 点満点のうち 39.100～61.300 点であった。世界新体操の上位選手では 1 種目あたりの得点は 18 点台であり，2013 年世界新体操の優勝者ヤナ・クドリャフツェワはクラブの 18.700 点が最高であり，4 種目合計 73.366 点であった。本研究の対象者は世界水準から大きく引き離されており，国際レベルとしては低かったといえる。得点の内

訳を検討すると、世界新体操の上位選手の場合、E点は4種目とも9点台であったのに対して、本研究では7.2～7.3点であった。E点はペナルティによる減点と異なり、手具の落下の減点、手先足先の美しさの欠如、難度の不正確な実施、手具操作の乱れなど出来栄の低さや見栄えの悪さを反映する。難易度の低い技の場合は身体や手具の使い方など細かい部分まで見栄えのよい演技をすることができるため高い点数が得られるが、難しい技の場合は出来栄が悪くなることが多い。今回の対象者は自分の技量レベルに対して難易度がやや高めの技を申告していたと考えられる。

世界新体操の上位選手のD点は4種目とも9点台であったのに対して、国内では5.2～5.4点であった。9個近くのBDを実施しているにも関わらず、半分程度の得点であったのは、D点の評価には部分点による加算がないカテゴリーが多く、特にBDについては完全に成立しなければ0点と評価されるため、実施が不正確で難度として不成立と評価されたと推察される。つまり、難易度が高い演技に挑戦をしていたが、不正確な実施であった要素については価値点ゼロと評価され、得点が低い値であったとえている。したがって、国際レベルと比較してD点が顕著に低く、難易度の高い技を正確に実施することが課題であり、また本研究の対象者の演技映像を確認したところ、BDの前後に回転や波動の要素の追加、回転と投げを伴ったダイナミック要素の回転種類や回転数の変更等新しい要素の追加によって演技の流れが途切れるなど、難度と難度のつなぎや動きの滑らかさが欠如していた。

D点およびE点を9点台まで上げるためには、乱れの少ない演技が必要であり、そのためには、BDそのものの素早さなど技術上の課題を解決する必要がある。ただし本研究では、構成上の課題を検討することが主たる目的であるため、技術上の課題についてはこれ以上踏み込まないものとする。

4.2 BD実施個数の検討

BDは1種目あたり8.6～8.8個であった。シニアでは6～9個と規定されているため、申告数が9個未満であった可能性もある。しかし、難度の実施により加点される現在の採点システムでは、9個未満のBDで演技を構成しているとは考えられず、演技中の実施ミスにより評価できなかった難度が存在したと考えられる。実際、シニア選手の場合、9個未満であった演技は全体の16%に当たる8演技だけであった。8演技の映像を確認すると、手具の落下などのミスにより明らかに演技が中断されている場面などもあり、9個のBDを申告したものの演技ではその難度が未実施であったことが推察される。なお、分析者は

新体操女子 2 種審判資格保有者であり，級内相関の値からも BD の個数に関しては信頼性が高く，見落としなどの可能性は非常に低いと考えられる．しかし，競技会で提出された選手の申告書は非公開であるため，直接確認することは不可能であった．

BD の個数について，種目と BD グループの関係を検討すると，ローテーションではボールとリボンで最も多く，バランスではフープとクラブで最も多い値であった．また，ジャンプはリボン以外で BD グループのうち最も少ない個数であった．2013 年以前の規則では，種目ごとに多く取り入れる BD グループが規定され，ボールでは柔軟，クラブではバランス，リボンではピボットを演技に多く取り入れ，またフープには全ての BD グループから難度を均等に構成する必要があった．しかし，この規則は削除され，どの種目でも全ての BD グループから BD を取り入れた演技構成とするようになった．しかし本研究の対象者は 2013 年以前の構成と同様の傾向を示しており，新しい規則に完全には対応できていなかったといえる．しかし個人の競技上の特徴や強みに基づいて実施個数を決めている可能性もあるため，3 つの BD グループについて個人内の再現性を検討した．その結果，27 名の内 2 名は 9 難度の内訳が 4 種目で完全に一致していた．また 4 種目ともにジャンプの実施個数が同じであった選手は 27 名中 10 名であった．一方，4 種目の内訳が完全不一致であった選手は 6 名であった．これらの結果から，一部の選手には個人に応じた戦略として BD の構成割合を決めていた可能性が示唆される．各 BD グループの運動特性に加えて，個人の強みとしてそれぞれの難度の活かし方を検討する価値を考える必要があるといえる．

4.3 BD 実施時間の種目間比較の検討

本章では BD の実施時間をはじめて定量的に評価した．その結果，BD の実施時間は，90 秒間の演技時間のうち 30～40 秒であることがわかった．この BD の実施時間は実施個数と 1 難度あたりの時間の 2 つの要因が関係している．BD を含む難度に関しては，従来，実施個数には制限がなかったが，2000 年に難度の申告制度が始まり，実施できる難度の個数に上限が設定された．また，2013 年より 8 秒間のダンスステップコンビネーションが D 点のカテゴリーに新たに追加されたため，BD に要する総時間は以前と比べ短縮した．一方，2013 年には BD の前後に回転や転回，波動の動きを加えると加点されることになったため，1 難度あたり時間が長くなった．したがって，2000 年以降，実施個数の観点では実施時間は減少しているが，1 難度あたり時間の観点からは長くなっていると考えられる．

実施時間の種目間比較では、ボールは他の種目に比べて短い値であった。実施個数は4種目間に違いはないことから、1難度あたり時間が短いためである。他の種目よりボールの1難度あたり時間が短い理由には、手具操作の特徴が影響していると考えられる。BDとして成立するためには手具操作が必要であると規定されており、BDと同時に起こる手具操作の内容が実施時間に影響する。すなわちボールでは、手のひらでの保持も不安定な保持として手具操作とみなされることにより、他の種目と比べて複雑な手具操作の必要性が低い。また、手具操作後の処理がコンパクトであり、捌く時間が短いため、1難度あたり時間が短かったと推察される。したがって、演技の構成を考える際に手具操作や手具の流れを考慮することで、BD時間を短縮し、特にボールはその種目特性をいかして難度の組み立てを工夫しながら、他要素の盛り込み方など戦略をたてることができる。

4.4 BD実施時間のBDグループ間比較の検討

3つのBDグループ間で実施時間を比較する場合、実施個数の内訳が異なるため、1難度あたりの時間を用いる必要がある。

1難度あたり時間を比較した結果、ローテーションが最も長く約5秒であり、次がバランスの約4秒であり最も短かったのがジャンプの約3秒であった。

3つのBDグループ別に各変数とD点の相関を検討した結果、有意な正の相関がみられたのは、ローテーションではクラブのみであり、その他の種目では有意な関係はみられなかった。バランスでは、フープでD点と実施時間には正の相関がみられたが、他の種目では有意な相関はみられなかった。また、有意な相関がみられたフープについても、1難度あたり時間には相関がなく、実施個数との間に相関があった。ジャンプでは4種目とも相関係数は負の値であり、クラブでは有意であった。すなわち、これらのBDでは1難度あたり時間の長さやD点の間には正の関係がみられず、D点が高く技量レベルが高い選手ほど1難度あたり時間が長いというわけでないことが明らかとなった。

これには3つの理由が考えられる。1つめは、動作の速さや準備動作にかかる時間が筋力や技術などの影響を受けやすい点である。

ローテーションでは、回転姿勢の固定や変形を維持しながらの回転数に応じて難易度が高くなる、技量レベルが高い選手は回転数が多い可能性が高いものの、回転速度が速く、また回転開始の姿勢に到達するまでの時間も短く1難度あたりの時間が短くなったと推察される。

バランスでは、脚や上体が既定のポジションで静止し、かつ一定の手具操作が完了することが求められる。熟練した素早い手具操作により静止時間が短縮し、準備動作での支持脚への体重移動や脚の戻しが素早くおこなわれるため、BDの実施時間が短縮したと推察される。

ジャンプでは開脚の程度や跳躍の高さ、上肢ポジションの正確さが求められ、単発もしくは3回までの連続ジャンプをおこなうことができる。跳躍の高さや開脚度を保ちながら連続ジャンプをおこなうことができれば、加速のための助走動作であるシャッセやホップの時間が短縮し、1難度あたり時間が短くなったと推察される。

2つめは反復回数が多い難度の完成度の点である。マルチプルローテーションは1難度中に2回またはそれ以上のローテーションを連続させ、同一の支持脚で踵のアップダウンと拳上脚を床と水平に上げるキック動作を反復させる。またイタリアンフェットは、3回まで支持脚を変えずに異なるポジションのバランスをおこなう。しかし、連続したローテーションやバランスの途中で支持脚のずれ、身体のポジションの不正確、支持足の位置の移動、回転角度の不足があると、難度として評価されない。

マルチプルローテーションを演技構成に入れていたのは全体の70%にあたる19名、イタリアンフェットの場合は全体の半数以上の15名であり、得点にならないローテーションやバランスを引き続き実施している状況がみられた。そのために、難度に係る時間が長くても0点と評価されるため、ローテーションやバランスの1難度あたり時間が長いにもかかわらず、D点が伴っていなかったと考えられる。

3つめは、BD以外のカテゴリでD点を獲得していた可能性である。D点は、BDだけでなく手具のマステリー（現行採点規則におけるADと同義）など4つのカテゴリで獲得した点数の合計点である。4つのカテゴリの内容が複雑に絡み合っているため、採点結果から推察される詳細な内訳は確定しない。

5. まとめ

本章では、以下の点が明らかになった。

- 1, 演技の技術評価対象となる演技単位について、実施時間および実施個数を分析する時間的観点という新しい指標を明らかにした。
- 2, 演技単位あたりの実施時間や実施個数について、種目間比較や、BDグループ（ジャンプ、バランス、ローテーション）間比較による検討を行い、BDの特性を明ら

かにした。準備動作時間という新たな指標への示唆や、2013年以前の規則による種目特性の影響が明らかとなった。

- 3, 今回の対象者について、BD実施時間は90秒の演技時間のうち30～40秒ということがわかり、今後年齢別レベル別に比較対象を広げることにより、演技構成の妥当性を測る指標となりうる。

第3章 女子個人競技における新体操パフォーマンスの国際比較

1. 目的

新体操パフォーマンスにおいて戦略的な演技構成を実現させることを最終目的として、本章では、次のような下位目的を設定した。

- 1, 新体操パフォーマンスの時間的評価を用いて、国内大会と世界大会の演技傾向を明らかにする。
- 2, 日本選手と世界トップ選手の演技傾向の比較から、演技構成に関わる日本の課題を検討し、今後の競技力向上の糧となるような知見を得る。

2. 方法

2.1 調査対象者および調査対象試技

2013 年全日本新体操選手権大会の女子個人総合出場選手 27 名、2013 年世界新体操の女子個人総合（決勝）出場選手 10 名、計 37 名によるフープ、ボール、クラブ、リボンの 4 種目の試技、合計 148 試技を対象とした。

2.2 データの収集および分析の方法

日本選手の試技については、2 章で研究対象とした試技と同じ動画データを用いた。

大会期間中、2 階観覧席に設けられた大会関係者撮影エリアより、デジタルビデオカメラ（Panasonic, HX-WA20, 29.97fps）を用いて演技面全体となる 13m 四方のフロアを撮影した。なお、撮影にあたっては公益財団法人日本体操協会の許可を得て実施した。

世界トップ選手の試技については、F.I.G.が公表している演技動画を用いた。動画の使用にあたっては F.I.G.新体操技術委員の許可を得た。

BD については、採点規則の「難度一覧」に基づき、1 難度の実施に要する準備局面から終末局面を BD の実施時間と定義した。

1 試技あたりの得点、BD の実施回数および実施時間、ならびに 1 難度あたりの所要時間を求めた。また、BD グループ別の実施時間を求めた。得点については各大会公式速報結果（日本体操協会、2013）より取得した。

2.3 比較

日本選手と世界トップ選手の国際間の比較として、2013 年全日本選手権大会と 2013 年

世界新体操の2水準を被験者間因子、種目（フープ、ボール、クラブ、リボン）の4水準を被験者内因子として2要因分散分析を行った。

3. 結果

大会ごとの各得点と、1難度時間および総BD実施時間の各指標を表3-1に示した。値は平均値±標準偏差である。

3.1 得点について

大会別の各得点について、D点、E点、最終得点の順に、2013年全日本選手権は5.35±0.68, 7.21±0.41, 12.52±1.02, 2013年世界新体操は8.73±0.43, 8.81±0.30, 17.54±0.71。D点で約3.4点、E点で約1.6点、最終得点で約5.0点の差があった。

3.2 BDの実施時間について

3.2.1 BD実施時間について

BD実施時間は、90秒間の演技時間のうち約28～39秒であった。

国際間の違いを検討したところ、日本選手と比べて世界トップ選手は有意に短い値であった。グループ（ジャンプ、バランス、ローテーション）間では、全試技に共通して、ジャンプと比べてバランスが有意に長く、バランスと比べてローテーションが有意に長い時間であった。これは、2章で明らかとなった結果と同様の傾向であり、BDの各グループ特性として捉え、この後の分析ではBDグループ間の比較を除く。

表3-1. 日本選手権と世界新体操の各得点と身体難度（BD）の各指標

	2013Japan	2013World
Score		
D Score	5.35±0.68	8.73±0.43
E Score	7.21±0.41	8.81±0.30
Final Score	12.52±1.02	17.54±0.71
Body Difficulty		
Time per one Difficulty (s/No. Difficulty)	4.22±0.29	3.33±0.36
Performance Time(s)	36.38±2.77	30.01±3.28

3.2.2 合計のBD実施時間について

国際間で 2 要因分散分析をおこなった結果 (図 3-1), 有意な交互作用がみられた ($F_{(3,105)}=7.30, p<.01$). そこで, 単純主効果を検討したところ, 日本と世界の間には有意な差があり, ボール以外の種目において日本選手に比べて世界トップ選手が有意に短い値であった. 種目間の違いでは, 日本選手においてフープおよびクラブと比べてボールで有意に短く, 世界トップ選手では種目間の違いはみられなかった.

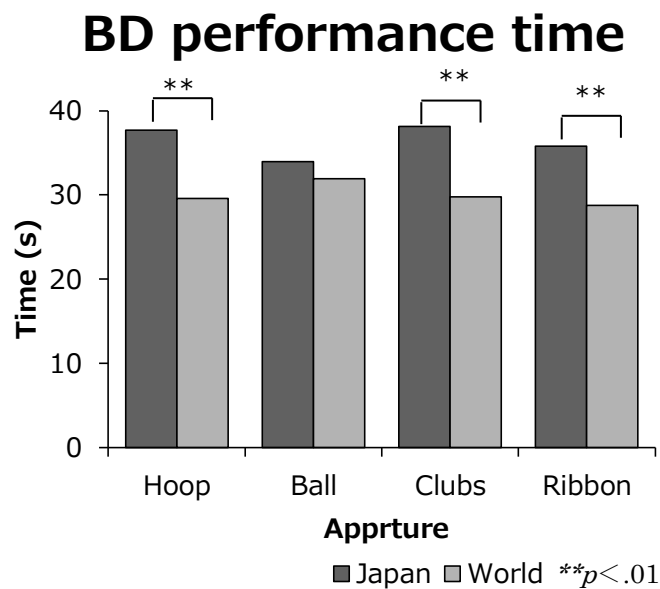


図 3-1. 合計の BD 実施時間の国際間比較

3.2.3 BD グループ別 1 難度実施時間について

3.2.3.1 ジャンプについて

国際間の 4 種目で 2 要因分散分析をおこなった結果 (図 3-2), 有意な交互作用がみられた ($F_{(3,105)}=3.05, p<.05$). そこで, 単純主効果を検討したところ, 日本と世界の違いでは, 全種目において日本選手に比べて世界トップ選手が有意に短く, 種目間の違いでは, 日本選手においてフープに比べてボールとリボンで有意に短い値であった. 世界トップ選手では種目間の違いはみられなかった.

3.2.3.2 バランスについて

国際間の 4 種目で 2 要因分散分析をおこなった結果, 有意な交互作用がみられた

($F_{(3,105)}=2.29, p<.05$). そこで、単純主効果を検討したところ、日本と世界の違いでは、全種目において日本選手に比べて世界トップ選手が有意に短く、種目間の違いでは、日本選手においてフープおよびクラブに比べてボールで有意に短い値であった。世界トップ選手では種目間の違いはみられなかった。(図 3-3)

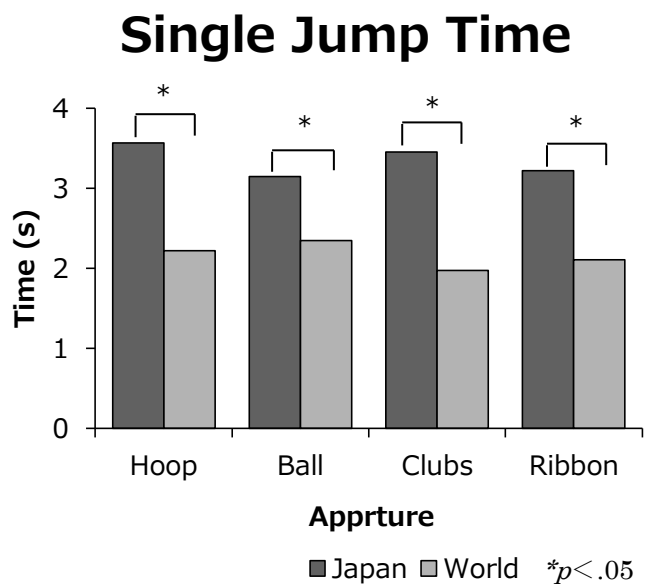


図 3-2. 1 ジャンプ難度時間の国際間比較

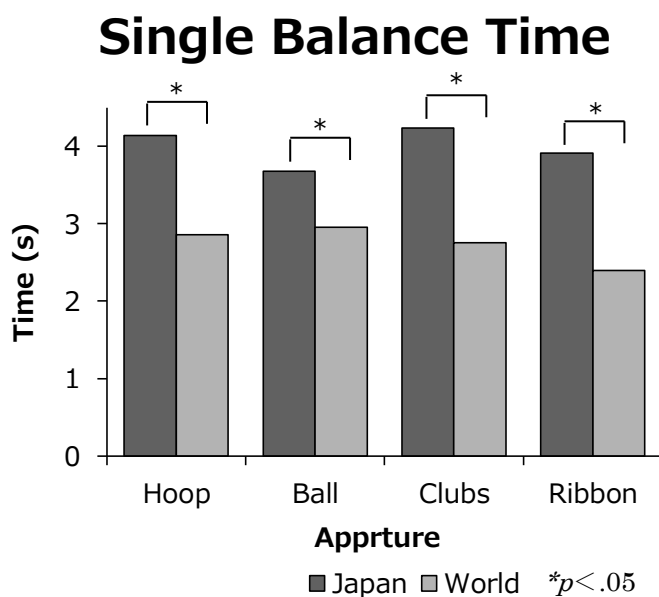


図 3-3. 1 バランス難度時間の国際間比較

3.2.3.3 ローテーションについて

国際間の 4 種目で 2 要因分散分析をおこなった結果、有意な交互作用がみられた ($F_{(3,105)}=3.47, p<.05$). そこで、単純主効果を検討したところ、日本と世界の間には有意な差はなく、種目間の違いでは、日本選手においてクラブに比べてボールで有意に短い値であった。世界トップ選手では種目間の違いはみられなかった。(図 3-4)

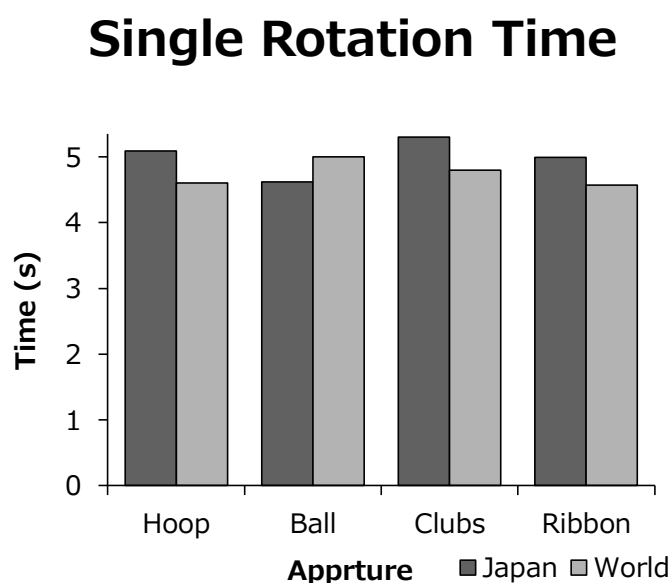


図 3-4. 1 ローテーション難度時間の国際間比較

4. 考察

4.1 得点の検討

各大会の全試技で得点のばらつきが小さいことから、2013 全日本新体操選手権は日本トップレベル、2013 世界新体操は世界トップレベルの演技として、本研究の抽出対象試技の妥当性が支持された。

得点比較より、国際間の競技レベルの違いとしては、最終得点の約 5 点の差のうち D 点で 3.5 点の差があることから、戦略として D 点に着目し、いかに D 点を稼ぐかを検討することの有用性が高いと考える。

4.2 BD 実施時間比較の検討

BD 実施時間は、90 秒間の演技時間のうち約 28~39 秒、1 難度あたり時間は約 3~5 秒

であることがわかった。また BD 実施時間には、実施個数と 1 難度あたりの時間の 2 つの要因が関係しているが、BD 実施個数について 8.7 ± 0.5 個、対象試技の約 77% (148 試技中 114 試技) において上限個数の実施が確認され、BD での加点を重要視していることが分かる。

その為、BD 実施時間の長短は、1 難度の時間の長短による影響が大きいと考えられる。

また 1 難度の時間の長短は、難度そのものの実施スピードに加え、用いる手具の操作特性と BD の準備動作とが関連していると考えている。

本章の結果からは、日本選手に比べ世界トップ選手は BD 実施時間が短く、種目間に差がないことが明らかとなった。更には、手具の操作特性の影響も、日本選手の各 BD グループのみでみられた。

このことから、BD 実施スピードの加速と、BD 準備動作の縮小により、技量レベルの高い世界トップ選手ほど 1 難度の時間が短縮され、BD 実施時間短縮に繋がっていると考えられる。

4.3 グループ別の BD 実施時間の比較の検討

BD グループのうちジャンプとバランスでは、全種目において日本選手に比べて世界トップ選手で有意に短く、ローテーションでは有意な差が見られなかった。

このことから、1 難度の時間のうち、特に準備動作の有無や所要時間の長短において技量レベルの差が顕著に表れていると考える。

ジャンプでは、世界トップ選手は日本選手に比べ連続難度が頻出していた。また、短い助走から正確な難度ポジションへ移行しており、短時間での難度実施に貢献している。

バランスは、世界トップ選手の特徴として、直前の動作からダイレクトに踵を上げた状態での正確な保持と、十分な開脚度がみられた。これらが、日本選手の強化すべき課題といえる。

5. まとめ

本章では、以下の点が明らかになった。

- 1, 国際間の競技レベルの違いとしては、最終得点の約 5 点の差のうち D 点で 3.5 点の差があることから、戦略として D 点に着目することの妥当性が示唆された。
- 2, BD 実施個数について 8.7 ± 0.5 個、対象試技の約 77% において上限個数の実施が確

認され、BD による加点が重要視されている。

- 3、BD 実施時間の国際間比較では、日本選手と比べて世界トップ選手が有意に短いことが明らかになった。
- 4、BD 実施時間の BD グループ間比較では、全試技に共通して、ジャンプ、バランス、ローテーションの順に BD 実施時間が有意に長く、BD の各グループ特性として捉えることができる。
- 5、BD 実施スピードの加速と、BD 準備動作の縮小により、技量レベルの高い世界トップ選手ほど 1 難度の時間が短縮され、BD 実施時間短縮に繋がっていると考えられる。

第4章 女子個人競技における新体操パフォーマンスの3年間比較

1. 目的

新体操パフォーマンスにおいて戦略的な演技構成を実現させることを最終目的として、本章では、次のような下位目的を設定した。

- 1, 新体操パフォーマンスの時間的評価を用いて、世界大会の3年間の縦断的比較を行う。
- 2, 2013-2016採点規則を採用した3年間の競技会における世界トップ選手の演技の向を明らかにし、新しいオリンピックサイクル(2017-2020)での演技構成に関わる競技力向上の糧となるような知見を得る。

2. 方法

2.1 調査対象者および調査対象試技

2013年世界新体操10名, 2014年世界新体操12名, 2016年オリンピック10名, 女子個人総合(決勝)出場選手, 計32名によるフープ, ボール, クラブ, リボンの4種目の試技, 計128試技を対象とした。

2.2 データの収集および分析の方法

世界トップ選手の試技については, FIGが公表している演技動画を用いた。動画の使用にあたってはFIG新体操技術委員の許可を得た。

BDについては, 採点規則の「難度一覧」に基づき, 1難度の実施に要する準備局面から終末局面をBDの実施時間と定義した。

1試技あたりの得点, BDの実施回数および実施時間, ならびに1難度あたりの所要時間を求めた。また, BDのグループ別の実施時間を求めた。得点については各大会公式速報結果(日本体操協会, 2013・2014・2016)より取得した。

2.3 比較

2013年から2016年の3大会間の比較として2013世界新体操, 2014世界新体操, 2016世界新体操の3水準を被験者間因子, 種目の4水準を被験者内因子として2要因分散分析を行った。

3. 結果

大会ごとの各得点と、1 難度時間および総 BD 実施時間の各指標を表 4-1 に示した。値は平均値±標準偏差である。

3.1 得点について

大会別の各得点について、D 点、E 点、最終得点の順に、2013 年の世界新体操は 8.73±0.43, 8.81±0.30, 17.54±0.71, 2014 年の世界新体操は 8.63±0.44, 8.92±0.24, 17.56±0.65, 2016 年のリオ五輪は 9.01±0.38, 8.97±0.38, 17.98±0.73 であった。

各大会の最終得点について最高得点は、2013 年の世界新体操は 18.700 点、2014 年の世界新体操は 19.000 点、2016 年のリオ五輪は 19.250 点であった。

3.2 身体難度の実施時間について

3.2.1 BD 実施時間について

1 難度時間および総 BD 実施時間について、BD 実施時間は、90 秒間の演技時間のうち約 22～39 秒であった。

各大会の総 BD 実施時間について、最短時間および最長時間は、2013 年の世界新体操は 24.02 秒 (min.), 37.67 秒 (max.), 2014 年の世界新体操は 21.92 秒 (min.), 38.74 秒 (max.), 2016 年のリオ五輪は 24.22 秒 (min.), 34.70 秒 (max.) であった。

世界トップ選手において 3 年間に差はなかった。

表 4-1. 世界大会 3 年間の各得点と身体難度 (BD) の各指標

	2013World	2014World	2016World
Score			
D Score	8.73±0.43	8.63±0.44	9.01±0.38
E Score	8.81±0.30	8.92±0.24	8.97±0.38
Final Score	17.54±0.71	17.56±0.65	17.98±0.73
Body Difficulty			
Time per one Difficulty (s/No. Difficulty)	3.33±0.36	3.29±0.40	3.13±0.31
Performance Time(s)	30.01±3.28	29.59±3.64	28.00±2.67

3.2.2 合計の難度実施時間について

世界トップ選手の3年間で2要因分散分析をおこなった結果(図4-1), 有意な交互作用はみられず ($F_{(6,87)}=1.20$, n.s.), 種目に有意な主効果がみられた ($F_{(3,87)}=5.51$, $p<.01$). 多重比較の結果, 種目では, リボンはボールおよびクラブと比べて有意に短い値であった ($p<.05$). 大会間に有意な主効果はみられなかった. ($F_{(2,29)}=1.08$, n.s.)

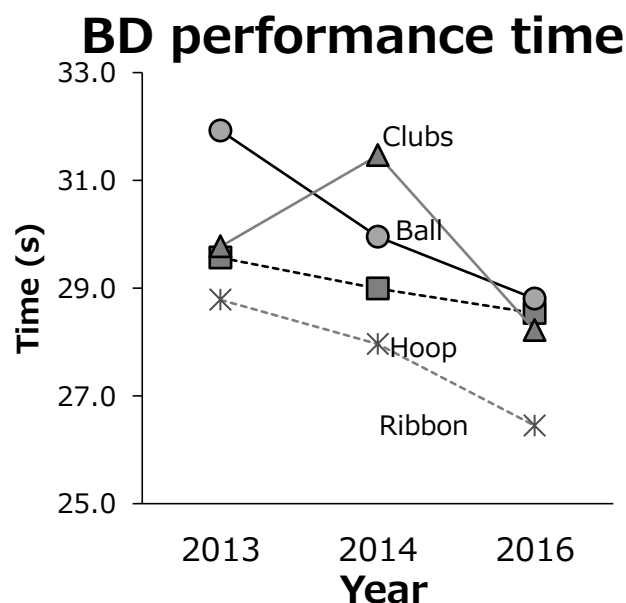


図4-1. 合計のBD実施時間の世界大会3年間の比較

3.2.3 グループ別1難度実施時間について

3.2.3.1 ジャンプについて

世界トップ選手の3年間の4種目で2要因分散分析をおこなった結果(図4-2), 有意な交互作用はみられず ($F_{(6,87)}=0.95$, n.s.), 大会間, 種目間に有意な差はなかった(大会 $F_{(2,29)}=1.01$, n.s., 種目 $F_{(3,87)}=1.26$, n.s.).

3.2.3.2 バランスについて

世界トップ選手の3年間の4種目で2要因分散分析をおこなった結果, 有意な交互作用はみられず ($F_{(6,87)}=0.28$, n.s.), 種目に有意な主効果がみられた ($F_{(3,87)}=7.48$, $p<.01$). 多重比較の結果, 種目では, フープ, ボール, クラブと比べてリボンで有意に短い値であった ($p<.05$). 大会間に有意な差はなかった ($F_{(2,29)}=0.97$, n.s.). (図4-3)

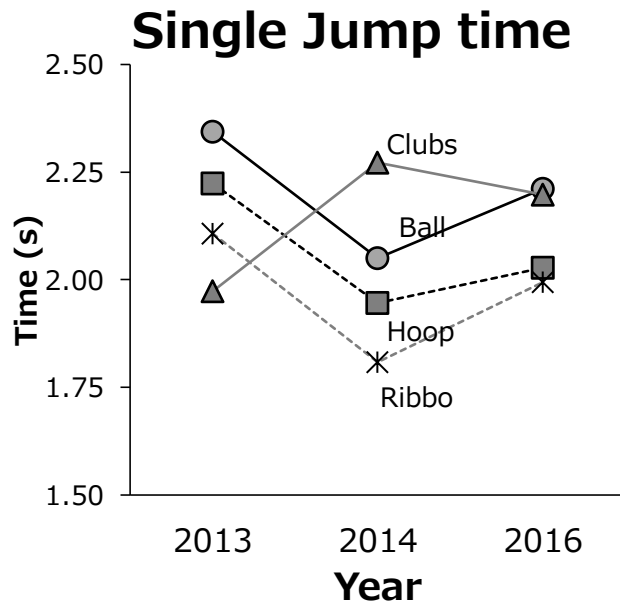


図 4-2. 1 ジャンプ難度時間の世界大会 3 年間の比較

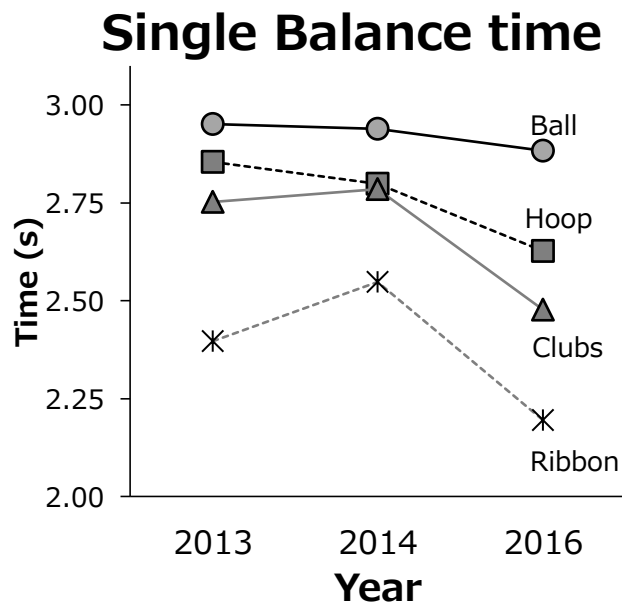


図 4-3. 1 バランス難度時間の世界大会 3 年間の比較

3.2.3.3 ローテーションについて

世界トップ選手の 3 年間の 4 種目で 2 要因分散分析をおこなった結果、有意な交互作用はみられず ($F_{(6,87)}=1.15$, n.s.), 大会間、種目間に有意な差はなかった (大会 $F_{(2,29)}=0.04$, n.s., 種目 $F_{(3,87)}=0.35$, n.s.). (図 4-4)

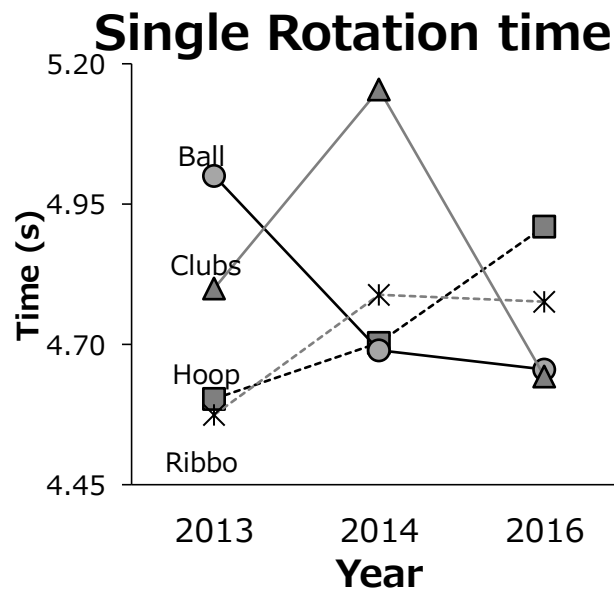


図 4-4.1 ローテーション難度時間の世界大会 3 年間の比較

4. 考察

4.1 得点の検討

本章の対象試技においても、各大会の全試技で得点のばらつきが小さいことから、2013年・2014年の世界新体操および2016年のリオ五輪は世界トップレベルの演技として、本研究の抽出対象試技の妥当性が支持された。また、世界大会の得点において3年間に差がないことは、審判による採点が2013-2016採点規則に則り、公平性を保ち、的確に高精度の評価を行っていることを示唆している。

4.2 BD 実施時間比較の検討

BD 実施時間は、90秒間の演技時間のうち約28~39秒、1難度あたり時間は約3~5秒であることがわかった。またBD 実施個数について 9.0 ± 0.1 個、対象試技の約98% (128試技中126試技) において上限個数の実施が確認され、前章の結果を踏まえD点におけるBDでの加点の重要性をより強化する結果であった。

全体としてのBD 実施時間は、日本選手に比べ世界トップ選手が短い傾向であることに変わりはないが、世界トップ選手の中でも約20秒の差がある。さらに3年間を通じて、実施時間の長短の傾向は同一選手で一貫性がみられ、世界トップ選手では3年間に差はないことが明らかになった。

日本選手の傾向から 1 難度の時間の長短は、用いる手具の操作特性が関連していると考えられたが、世界トップ選手ではバランスに限ってのみ種目間に差がみられた。

種目に影響を受けることなく、いかなる手具操作を伴おうとも、BD 実施時間が短縮されれば、演技構成中に他の難度要素を多様に盛り込む可能性が高まり、難度要素を増やすことでより高い D 点の獲得、しいては演技の多様性という芸術的観点評価による E 点の獲得に寄与し、競技レベルの高まりを決定づけることとなる。

4.3. グループ別の BD 実施時間の比較の検討

単独 BD の実施時間について、ローテーションは回転速度が速くなれば実施時間は短縮されるが、回転数が増すほど実施時間は長くなる。

世界トップ選手の中でもローテーションの BD 実施時間が大幅に長い選手は、フェットピボット 11 回転やパンシェターン 5 回転など、高得点の加点を狙える BD が 4 種目の試技の殆どにおいて構成されており、各選手のセールスポイントであることは明らかである。

その為今後は、所要時間の分析に加え、難度の難易度を反映させた動作解析によるローテーション技術の解明が課題と考える。

規定のポジションを明確にみせることが要求されるジャンプおよびバランスは、その実施時間について、準備動作や繋ぎ等の予備動作が大きく影響を及ぼす。

BD 実施時間の違いを種目間で検証したところ、ジャンプ・ローテーションは、世界トップ選手では種目間に差はない。世界トップ選手ほどに技量レベルが高まれば、手具の操作特性に左右されることなく BD を実施することが可能なグループである。逆にバランスについては、比較的リボンで短い。バランスは、ローテーションの回転数に伴う回転時間やジャンプの滞空時間というような時間の縛りはない。手具の操作特性をうまく利用し、選択する手具操作によって BD 実施時間を短縮できる BD グループであると考えられる。

5. まとめ

本章では、以下の点が明らかになった。

- 1, 128 試技中 126 試技において上限個数の実施が確認され、前章の結果に加え、D 点における BD での加点の重要性が明らかになった。
- 2, 90 秒中の BD 実施時間は、世界トップ選手の中でも約 20 秒の差があることがわかった。

- 3, **BD 実施時間の長短の傾向は同一選手の試技における一貫性が示唆され、全体としても 3 年間の傾向に差はないことが明らかになった。**
- 4, **特に、ローテーション難度については回転速度が速くなれば実施時間は短縮されるが、回転数が増すほど実施時間は長くなる。ローテーションの **BD 実施時間が大幅に長い選手は、高得点の加点を狙える回転数の多いローテーションを実施しており、同 **BD が 4 種目の試技の殆どにおいて構成されている。今後の課題として、所要時間の分析に加え、難度の難易度を反映させた動作解析によるローテーション技術の解明の必要性が示唆された。******
- 5, **ジャンプ・ローテーションは、技量レベルが高まれば、手具の操作特性に左右されることなく **BD を実施することが可能であり、バランスは、手具の操作特性をうまく利用し、選択する手具操作によって **BD 実施時間を短縮できると考えられる。******

第5章 総合考察

本研究では、新体操パフォーマンスにおける戦略的な演技構成を実現させることを最終目的として、以下のような下位目的を設定した。

- 1, 新体操パフォーマンスにおける時間的評価の指標を作成する。
- 2, 日本国内選手の演技中の BD について、実施個数と実施時間を分析対象とし、演技傾向を明らかにする。
- 3, D 点を技量レベルの指標として、D 点と BD の実施時間の関係を検討する。
- 4, 新体操パフォーマンスの時間的評価を用いて、国内大会と世界大会の演技傾向の比較検討を行う。
- 5, 日本選手と世界トップ選手の演技傾向の比較から、演技構成に関わる日本の課題を検討し、今後の競技力向上の糧となるような知見を得る。
- 6, 新体操パフォーマンスの時間的評価を用いて、世界大会 3 年間の縦断的比較検討を行う。
- 7, 2013-2016 採点規則を採用した 3 年間の競技会における世界トップ選手の演技傾向を明らかにし、新しいオリンピックサイクル (2017-2020) での演技構成に関わる競技力向上の糧となるような知見を得る。

研究の結果、次に示す知見が得られた。

1. 新体操パフォーマンスの時間的評価の検討

新体操演技局面の評価指標の作成という問題に対し、新体操演技局面における BD 所要時間は、競技記録映像から推定できるのかという検討を行った。

第 66 回全日本新体操選手権大会の女子個人競技に出場した 27 名の 4 種目の演技を調査対象とした。各演技の BD の実施個数および実施時間、また、種目別、BD グループ別の実施時間、ならびに 1 難度あたりの所要時間を求め、得られた値を用いて、演技構成の時間的な測定評価の指標について信頼性および妥当性を検討した。種目と BD グループを被験者内因子とする 2 要因分散、および各種目における BD の各指標と D 点との相関を算出した。

その結果、90 秒間の演技中に BD 実施に係る時間は約 20~40 秒と、時間的な割合が明らかになり、1 難度あたりの所要時間としての各種目の特性、BD グループの特性の検討

から、難度の連続実施条件や準備動作時間という新たな指標への示唆や、2013年以前の採点規則による種目特性の影響が明らかとなった。

今後さらに時間的評価の精度を高めるためにも、複数の有識者により測定評価の妥当性を検証し、標本を2017年以降の採点規則に対応した年齢別、技量レベル別の演技に拡大することにより、演技構成の妥当性を測る指標となりうると考えられる。

2. 新体操パフォーマンスの時間的評価を応用した比較分析の検討

時間的評価の指標を用いた演技の比較分析という問題に対し、日本選手権と世界大会の試技を対象とする国際間の横断的比較と、世界大会3年間の試技を対象とする縦断的比較という検討を行った。

2013年世界新体操(10名)、2014年世界新体操(12名)、2016年オリンピック大会(10名)の女子個人競技、4種目の演技を分析対象として追加した。

BD実施時間には、実施回数と1難度あたりの時間の2つの要因が関係しているが、BD実施回数について平均8.8個、対象試技の約85%(236試技中200試技)において上限回数の実施が確認され、BDでの加点の重要性が明らかになった。同時に1難度あたりの時間から演技傾向を比較分析することの妥当性が示唆された。

世界トップ選手のBD実施時間は、日本選手に比べ有意に短く、種目間に差がないことが明らかとなった。更には、手具の操作特性の影響も、日本選手の各BDグループのみでみられたことから、BD実施スピードの加速とBD準備動作の縮小により、技量レベルの高い世界トップ選手ほど1難度の時間が短縮され、BD実施時間短縮に繋がっていると考えられる。

世界トップ選手の中でも90秒の演技中のBD実施時間には約20秒の差があり、長短の傾向は同一選手の試技における一貫性が確認され、全体としても3年間の傾向に差はみられないことから、世界トップ選手のBD実施時間から各個人の戦略的な演技の傾向に繋がる知見を得ることができた。

BD実施と手具操作との関係性については、手具操作を伴わないもしくは手具操作が不正確である場合、BDはその価値を認められない。BD実施中には、手具特有の基礎技術グループが必須であり、種目によって左手での手具操作を要求されるなど、BD実施にどのような手具操作を組み合わせるかは戦略上大変重要な視点である。

ジャンプ・ローテーションは、技量レベルが高いほど、手具の操作特性に左右されることなく BD を実施することが可能であり、バランスは、手具の操作特性をうまく利用し、選択する手具操作によって BD 実施時間を短縮できると考えられる。

BD 実施時間が短縮されれば、演技構成中に他の難度要素を多様に盛り込む可能性が高まる。多様な難度要素をより多く実施することでより高い D 点の獲得、しいては演技の多様性という芸術的観点評価による E 点の獲得に寄与し、競技レベルの高まりを決定づけることとなるだろう。

3. おわりに

本研究において、新体操の演技分析における新たな指標として時間的評価を確立し、その応用を探索するため、演技の構成要素について、国内外の女子新体操個人競技の試技から BD を抽出し、実施時間に関する分析を行なった。

本研究の結果より、BD グループの各特性と手具の操作特性とを理解し、戦略的に組み合わせれば、身体技術の技量レベルとは異なる視点で、戦略的な演技構成の実現を目指すことができるのではないかと考える。

たとえば、演技の構成を考える際に手具操作や手具の流れを考慮することで BD 時間を短縮することができ、種目特性をいかして難度を組み立て、連続で難度を実施する場合の組み合わせる順番を工夫することができる。

これまで、4年に1度採点規則が更新された場合、初年度にいかに迅速に新しい演技傾向に対応できるかが重要であると考えてきた。

2017-2020年採点規則について、当初難度の個数制限は変更がなく、D点を構成する他要素は上限が撤廃された。しかし、2017年12月20日にF.I.Gが公式に発表した追加エラータによると、BD実施個数の上限(9個)も廃止となり、そもそもD点の「10点満点」という概念が消失した。つまり上限なしの加点法による採点が採用されることになる。この更新は2018年2月1日以降適用される。

上述の改訂を鑑みるに、演技に取り入れる難度の選択について自由度が増すことによって、演技構成の幅はより一層広がっている。戦略としては、規定のBDを確実にスピーディーに実施し、可能な限り多くの時間を他の難度要素に当てることが要求されている。

本研究では、世界トップ選手において、演技構成要素のうちBDのいずれの指標も3年間の変化はみられなかったが、2017-2020年オリンピックサイクルでは、演技傾向に大幅

な変化が予想される。日本の新体操がこのまま勢いを増し世界トップレベルで活躍するためには、今後も多種多様な横断的検証，縦断的検証を継続する必要がある。

本研究の定量的分析は，世界でも実施されておらず，他のデータと比較することはできず，BD 実施時間の観点には，実施難度の難易度や技術的評価，さらに芸術的評価との関連性を追加して検証する必要があると考えている。

今回の研究結果を原点に，2017年の規則改訂後も国内外の演技傾向を分析し，初心者レベルの選手，とくにチャイルド・ジュニア層の選手の演技も対象にその動向を把握することで，幅広い年齢やレベルの選手に応じたそれぞれの演技創作に際して，演技構成や規則対応に役立つ指標となりうる。今後，新体操パフォーマンスの時間的評価を含む多元的評価が，新体操実践にいかしうる演技創作の段階的指導や，試技中の選手の演技実施の仕方，ミスへの対応などへ応用されることが期待され，2020年東京オリンピックさらにはその先の新体操パフォーマンスの発展へ向け，戦略的演技構成の構築や，新体操選手の技術強化のための科学的トレーニングの解明と開発が必至であると考えられる。

謝辞

本研究論文を作成するにあたり、京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科応用生物学部門教授・野村照夫先生、准教授・来田宣幸先生から丁寧かつ熱心なご指導とご教示を賜りました。両先生方には、公私にわたって献身的に支えていただき、時には力強く進むべき道へと導いてくださいました。心より感謝申し上げます。

また研究の遂行にあたり、大阪教育大学の千住真智子先生、太田順康先生からは、研究生活全般にわたり引き続き格別なご指導を頂きました。また東京女子体育大学の高橋衣代先生からも、本研究で用いた新体操パフォーマンスの分析に関してご助言を頂きました。

さらに全日本選手権でのデータ収集にご助力いただいた公益財団法人日本体操協会事務局、大会組織委員会、京都工芸繊維大学生体行動科学研究室の皆様、大学事務の方々そのほか数多くの関係者の皆様から多大なるご支援、ご協力をいただきました。ここに御礼申し上げます。

最後に、長年、全面的なサポート体制で私の心身の支えとなってくれた家族、とくに、深く理解し惜しめない協力で助けてくれた両親、ともに研究論文の作成に悪戦苦闘しながら至らぬ姉を叱咤激励してくれた妹、最愛なる息子、そして温かく見守ってくれた祖母への感謝を忘れずに、これら多くの方々のご協力により得られた本研究成果を、今後は少しでも新体操の競技力向上にいかせるよう尽力したいと思います。

文献

Japan Gymnastics Association. (2013) Individual competition records of the 66th All-Japan Rhythmic Gymnastics Championship. URL (last checked 25 December, 2017) http://www.jpn-gym.or.jp/wp-content/uploads/2013/11/13r_na_wi.pdf

Japan Gymnastics Association. (2013) Senior Individual All-Around Final Results of 32nd Rhythmic Gymnastics World Championships in Kiev (FRI 30 AUG 2013) URL (last checked 25 December, 2017) http://www.jpn-gym.or.jp/wp-content/uploads/2013/09/13r_wch.pdf

Japan Gymnastics Association. (2014) Senior Individual All-Around Final Results of 33rd Rhythmic Gymnastics World Championships in Izmir (MON 22 SEP 2014) URL (last checked 25 December, 2017) http://www.jpn-gym.or.jp/wp-content/uploads/2015/07/14r_wch_i2014.pdf

Japan Gymnastics Association. (2016) Rhythmic Gymnastics Individual All-Around Final of Rio Olympic (SAT 20 AUG 2016) URL (last checked 25 December, 2017) http://www.jpn-gym.or.jp/wp-content/uploads/2016/08/16r_ol_i.pdf

Japan Gymnastics Association. Yamasaki, H. (2017) Reports of 35th FIG Rhythmic Gymnastics World Championships 4. URL (last checked 25 December, 2017) <http://www.plus-blog.sportsnavi.com/jpngym/article/2851>

Japan Gymnastics Association. Yamasaki, H. (2017) Reports of 35th FIG Rhythmic Gymnastics World Championships 5. URL (last checked 25 December, 2017) <http://www.plus-blog.sportsnavi.com/jpngym/article/2852>

Kakimoto, M, Taguchi, Y, Sugao, N, & Tsutsumi, A. (2007) Discussion about the Straddle Jump in the Rhythmic Gymnastics. *Fukuoka University Sports Science Research*,38, 21-33.

- Kakimoto, M, Taguchi, Y, Sugao, N, & Tsutsumi, A. (2008) Discussion about the Fouettepivot in the Rhythmic Gymnastics. *Fukuoka University Sports Science Research*,39, 1-11.
- Kawano, M. (2014) Comparison Study on New Scoring Rules in the Rhythmic Gymnastics Competition. Sendai Gakuin University Graduate School Master's Thesis, 15, 9-14.
- Kobayashi, Y. (1980) A Study on the Individual Competition of the Rhythmic Sports Gymnastics: Ball. *Bulletin of the Tokyo Women's Physical Education College*, 15, 42-54.
- Mima, M. (1998) Balance Form of the Rhythmic Gymnastics: From the Basic Training Perspective. *Sophia University Physical Education*, 31, 1-13.
- Murata, Y. (2011) Philosophical Study on the Rules of Rhythmic Gymnastics Scoring :Mainly on the Conformity of Motion Characteristics and Competitiveness with the Scoring Rules. *Bulletin of Nippon Sport Science University*, 41, 13-24.
- Ono, K. (2012) A Phenomenological-Morphological Study on the Characteristic of Movement Structure in Rhythmic Gymnastics Technique. *Bulletin of Aichi Educational University Physical Education Research*, 36, 7-15.
- Sekita, S. (1994) A Study of Composition of Individual Exercises in the 17th World Rhythmic Sportive Gymnastics Championships: On the Top Gymnasts' Hoop, Ball and Ribbon Exercises under the New Rules. *Bulletin of the Tokyo Women's Physical Education College*, 29, 15-22.
- Shimazaki, S. (1979) Studies of Rhythmic Sports Gymnastics. *Bulletin of Chiba*

University College of Education, 2, 83-88.

Takahashi, K. (1994) A Study on Composition in Group Exercise in the Senior Rhythmic Gymnastics. Bulletin of the Tokyo Women's Physical Education College, 29, 23-31.

Takahashi, K. (1998) A Study on Composition in Individual Exercises in the Senior Rhythmic Gymnastics. Bulletin of the Tokyo Women's Physical Education College, 33, 50-59.

Takahashi, K. (2000) A Change of Scoring Rules and Histological Transition in Rhythmic Gymnastics. Bulletin of the Tokyo Women's Physical Education College, 35, 59-79.

Takahashi, K. (2011) Study on Hand Elements in Composition of Female Gymnastics. Tokyo Women's Physical Education College, 46, 61-73.

Takahashi, K. (2014) Study of the Elements Composition in Rhythmic Gymnastics Group Exercises – Changes the Code of Point end the 30th Olympic Games in London the Relation between Elements Difficulty and Use of Space—Bulletin of the Tokyo Women's Physical Education College, 49:57-66.

Rhythmic Technical Committee. (2017) RG Code of Point 2017-2020 updated with Errata February 2017. URL (last checked 25 December, 2017) <http://www.fig-gymnastics.com/site/rules/disciplines/rg>

Rhythmic Technical Committee. (2017) RG Code of Point 2017-2020 updated with Changes & Errata Dec. 2017 valid from 01.02.2018. URL (last checked 25 December, 2017) <http://www.fig-gymnastics.com/site/rules/disciplines/rg>

Rhythmic Technical Committee. (2017) THE RHYTHMIC GYMNASTICS NEWSLETTER–N° 01–June 2017. URL (last checked 25 December, 2017) http://www.fig-docs.com/website/newsletters/RG_NL_1_en.pdf

Uratani, I. (2012) Criticism against Scoring Rules for Rhythmic Sportive Gymnastics: Focusing on Physical Flexibility. Bulletin of Nippon Sport Science University, 40, 57-68.

Uratani, I. (2014) A Study on the Relationship between Rhythmic Gymnastics and Art: A Mistake of Distinguishing Objective and Beauty Sports. Nippon Sport University Research,3, 1-9.

図表一覧

第 1 章

- 表 1-1. 最終得点の算出方法 (F.I.G. 2017)
- 表 1-2. 難度の必須条件 (F.I.G. 2017)
- 表 1-3. 身体難度 (BD) のグループ別基礎的特徴 (F.I.G. 2017)
- 表 1-4a. ジャンプ難度一覧 (F.I.G. 2017)
- 表 1-4b. バランス難度一覧 (F.I.G. 2017)
- 表 1-4c. ローテーション難度一覧 (F.I.G. 2017)

第 2 章

- 表 2-1. 得点および「身体の難度」に関する種目間比較
- 表 2-2. 各変数と D 点との相関
- 表 2-3. BD グループ別の種目間比較
- 表 2-4. 種目別の各 BD グループと D 点との相関

第 3 章

- 表 3-1. 日本選手権と世界新体操の各得点と身体難度 (BD) の各指標
- 図 3-1. 合計の BD 実施時間の国際間比較
- 図 3-2. 1 ジャンプ難度時間の国際間比較
- 図 3-3. 1 バランス難度時間の国際間比較
- 図 3-4. 1 ローテーション難度時間の国際間比較

第 4 章

- 表 4-1. 世界大会 3 年間の各得点と身体難度 (BD) の各指標
- 図 4-1. 合計の BD 実施時間の世界大会 3 年間の比較
- 図 4-2. 1 ジャンプ難度時間の世界大会 3 年間の比較
- 図 4-3. 1 バランス難度時間の世界大会 3 年間の比較
- 図 4-4. 1 ローテーション難度時間の世界大会 3 年間の比較

基礎論文

本論文は以下の掲載論文をまとめて作成した.

第2章 日本国内における新体操パフォーマンスの時間的評価

Mao Hashimoto, Noriyuki Kida, Teruo Nomura

Characteristics of Women's Rhythmic Gymnastics from the Perspective of "Body Difficulty" and Performance Time

Advances in Physical Education, 2017, 7, 260-273,

DOI:10.4236/ape.2017.73021

第3章 女子個人競技における新体操パフォーマンスの国際比較

第4章 女子個人競技における新体操パフォーマンスの3年間比較

Mao Hashimoto, Noriyuki Kida, Teruo Nomura

International Comparison of women's rhythmic gymnastics from the perspective of performance time of "body difficulty"

Advances in Physical Education, 2018, 8, 71-83,

DOI: 10.4236/ape.2018.81009