

フライングスタートのルール改正による スタート反応時間の影響

Effect of False Start Rule Change on Start Reaction Time

横倉三郎, 不破弘樹, 梶原洋子, 倉賀野哲造

Saburo Yokokura, Hiroki Fuwa, Yoko Kajiwara, Tetsuzo Kuragano

Abstract

From 1 January 2010, the IAAF (International Association of Athletics Federations) applied a new rule, "Except in Combined Events, any athlete responsible for a false start shall be disqualified (IAAF Rules No.162)." In this study, we compared the 2011 Daegu World Championships in Athletics and the past six World Championships in Athletics, and we investigated the effect of the new false start rule on start reaction time. The analysis used start reaction times recorded in the men's and women's 100m dash finals of the World Championships in Athletics. The total number of samples in this start reaction time study is 111.

The statistical analysis compared the start reaction times among seven sets of 100m dash finals for both men and women. As for result of the men's and women's 100m dash finals, there are statistically significant differences between start reaction times. The rule revision is considered to be exerting considerable psychological burden on the sprinters particularly in the 100m dash finals. Furthermore, it exerted a big effect to the start action of other 100m dash sprinters Usain Bolt made a false start.

1. はじめに

世界選手権大会やオリンピック大会など大規模な国際競技会（第1条第1項目 a~c）においては、短距離競走種目のスタートの公平を期すために、不正スタート（フライングスタート）発見装置の使用が義務づけられている。フライングスタート発見装置は、スタートの号砲から競技者のスタート動作の開始までの反応時間を計測し、フライングスタート（反応時間が1000分の100秒未満の場合をいう）を自動的に判定する装置である。

現在、大規模な国際競技会であるオリンピックや世界陸上選手権では検出方式が異なる2種類のフライングスタート発見装置、すなわち Fixed Threshold Level Detection System (FTLDS: OMEGA) と Dynamic Threshold Level Detection System (DTLDS: SEIKO) が国際陸上競技連盟 (The International Association of Athletics Federation: IAAF) から公認され、並行して使用されている。FTLDSは、1972年

のミュンヘンオリンピック大会から使用され、一方、明星大学の横倉とセイコープレジジョンの高根により発明したDTLDSは、1995年のイエテボリ世界陸上選手権大会から使用されている。

IAAFは2003年1月に「混成競技を除いて、フライングスタートは1回のみとし、その後にフライングスタートした競技者はすべて失格とする」というルール改正（IAAF規則162条⑦）を行った。その後、IAAFは2009年のベルリン世界陸上選手権大会のための総合会議で、新しいフライング・ルールを採用し、2010年1月に「混成競技と道路競技および駅伝競走を除いて、フライングスタートの責任を有する競技者は失格とする」という新ルール（IAAF規則162条⑦）を適用した[1]。

2003年1月のルール改正がスタート反応時間へ及ぼす影響に関しては、Yokokura S., et al (2004)は世界選手権大会出場選手を対象に、DTLDS方式を用いたスタート反応時間の分布の検討から、ルール改正後に予測スタート(山を掛けたスタート)が減少し、この反映としてスタート反応時間が遅延したことを報告している[2]。また、これに類する研究においても、Yokokura S., et al (2009)は過去6回の世界陸上選手権大会の100m競走決勝のスタート反応時間を対象に、2003年ルール改正がその直後の大会のそれに顕著な影響を及ぼしたとの報告をしている[3]。

これらのルール改正がスタート反応時間に及ぼす影響については、Yokokura S., et al (2010)はこれまで屋外競技会のみを対象として検討してきたが、その後、屋内競技会までに拡大して、以下のような報告をしている。すなわち、2010年ルール改正後の最初に開催された2010年ドーハ世界室内陸上選手権大会と過去6回の世界陸上選手権大会におけるスタート反応時間を比較検討し、ルール改正によるスタート反応時間の遅延はルール改正直後にその傾向が大きかったとしている[4]。

本稿では、新しいフライング・ルール（新ルール）によるスタート反応時間への影響を調査するために、2010年ルール改正後に最初に開催された2011年大邱世界陸上選手権大会と過去6回の世界陸上選手権大会のスタート反応時間を比較検討した。その結果、スタート反応時間に有意差が認められ、新ルール適用がスタート反応時間への影響のあることが示唆された。加えて、100m競走決勝でウサイン・ボルト（ジャマイカ）がフライングを行ったことは他のスプリンターのスタート動作に大きい影響を与えたことを報告する。

2. 方法

短距離競走種目のスタート動作は、特に100m競走において重要であり、記録に対する影響も大きい。100m競走のスタート反応時間は、予選・準決勝・決勝の順に速くなる傾向にある。そして、スタート動作分析は、100m競走決勝のスタート反応時間のデータを用いるのが最適であると考えられる。

過去7回の世界陸上選手権大会における公式発表のスタート反応時間のデータは、同一方式のDTLDS（セイコー）を使用しており、スタート反応時間を比較する条件として十分である。

スタート反応時間の比較分析に用いたデータは、過去7回の世界陸上選手権大会（1999年セビリャ、2001年エドモントン、2003年パリ、2005年ヘルシンキ、2007年大阪、2009年ベルリンと2011年大邱）の100m競走の決勝進出者のスタート反応時間であり、公式発表された結果である。

100m競走決勝のスタート反応時間の総計データは、過去6回の世界陸上選手権大会からの96データ（1999年セビリャ、 $n=16$ ；2001年エドモントン、 $n=16$ ；2003年パリ $n=16$ ；2005年ヘルシンキ、 $n=16$ ；2007年大阪 $n=16$ ；2009年ベルリン、 $n=16$ ）と新ルール適用後の2011大邱世界陸上選手権大会からの15データである。分析に有効なデータは、2倍の標準偏差（有意水準95%）の範囲内で決定した。

統計解析と比較は、過去7回の世界陸上選手権大会の100m競走決勝の大会別及び男女別・大会別の群間比較を行った。なお、2011大邱世界陸上選手権大会の100m競走決勝でフライングにより失格したウサイン・ボルトの影響を検討するため、2009年ベルリン・2011年大邱世界陸上選手権大会100m競走及び200m競走のスタート反応時間を比較した。

統計処理計算は、SPSS statistical package program (Version 20 for Window)を用いた。多群比較には一元配置分散分析(one way ANOVA)を用い、有意差が認められた場合には、最小有意差変法(Fisher's Modified

least significant difference)を用いて検定した。なお、有意水準はいずれも $p < 0.05$ とした。そして、すべての結果は、スタート反応時間の平均値 \pm SD として表した。また、スタート反応時間の全ての図は、遅延や分散を明確にするためにスタート反応時間の平均値と標準偏差から Microsoft Excel 2010 を用い正規確率曲線を求めた。

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-M)^2}{2\sigma^2}} \quad M: \text{mean value} \quad \sigma: \text{standard deviation}$$

3. 結果

表 1 に、新ルール適用後の 2011 年大邱世界陸上選手権大会と過去 6 回の世界陸上選手権大会における 100m 競走決勝のスタート反応時間の比較分析の結果を示した。男女総計のスタート反応時間では、新ルール適用後の 2011 年大邱世界陸上選手権は過去 6 回の世界陸上選手権大会に比べて平均スタート反応時間が有意に 15~35 ミリ秒も遅延した。男女別でも同様に遅延傾向が認められ、女子では 2003 年パリ・2007 年大阪世界陸上選手権大会との間に有意差は認められなかったが、その他の世界陸上選手権大会に比べて有意に 27~44 ミリ秒も遅延した。また、男子では新ルール適用後の 2011 年大邱世界陸上選手権は過去 6 回の世界陸上選手権大会に比べて有意に 14~28 ミリ秒の遅延傾向が認められた。

Table 1. The mean value, the standard deviation and the significant probability of the start reaction time.

| | 1999 Seville | 2001 Edmonton | 2003 Paris | 2005 Helsinki | 2007 Osaka | 2009 Belin | 2011 Daegu |
|------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|
| Total | | | | | | | |
| Number of Data | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 15 |
| Mean (Second) | 0.1378 | 0.1491 | 0.1559 | 0.1404 | 0.1577 | 0.1449 | 0.1726 |
| Standard Deviation | 0.0149 | 0.0145 | 0.0287 | 0.0287 | 0.0180 | 0.0166 | 0.0241 |
| Significant Probabilit | 0.0000 | 0.0011 | 0.0190 | 0.0000 | 0.0354 | 0.0001 | - |
| Female | | | | | | | |
| Number of Data | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Mean (Second) | 0.1341 | 0.1489 | 0.1711 | 0.1390 | 0.1626 | 0.1511 | 0.1781 |
| Standard Deviation | 0.0157 | 0.0187 | 0.0316 | 0.0170 | 0.0179 | 0.0164 | 0.0317 |
| Significant Probabilit | 0.0003 | 0.0116 | 0.5330 (n.s.) | 0.0010 | 0.1707 (n.s.) | 0.0192 | - |
| Male | | | | | | | |
| Number of Data | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7 |
| Mean (Second) | 0.1414 | 0.1494 | 0.1408 | 0.1419 | 0.1528 | 0.1386 | 0.1663 |
| Standard Deviation | 0.0140 | 0.0100 | 0.0156 | 0.0138 | 0.0178 | 0.0153 | 0.0100 |
| Significant Probabilit | 0.0013 | 0.0249 | 0.0010 | 0.0016 | 0.0699 | 0.0004 | - |

Value are mean \pm SD. * $p < 0.05$, ** $p < 0.001$: significantly different among seven groups.

図 1 に、過去 7 回の世界陸上選手権大会毎に男女総計のスタート反応時間の平均値と標準偏差から得られた正規確率曲線を示した。新ルール適用後の 2011 年大邱世界陸上選手権大会のスタート反応時間が示す正規確率曲線は過去 6 回の世界陸上選手権大会に比べて遅延傾向と分散傾向を示した。なお、スタート反応時間の有意差は先述と同様の傾向を示した。

図 2 に、世界陸上選手権大会毎に女子のスタート反応時間の平均値と標準偏差から得られた正規確率曲線を示した。新ルール適用後の 2011 年大邱世界陸上選手権大会のスタート反応時間が示す正規確率曲線は 2003 年パリ世界陸上選手権大会のそれと同様の傾向を示した。しかしながら、新ルール適用後の正規確率曲線からは 2007 年大阪世界陸上選手権大会と比較して前者が遅延傾向を示した。また、スタート反応時間の有意差は先述と同様であった。なお、2003 年前回ルール改正直後の 2003 年パリ世界陸上選手権大会そして新ルール適用後の 2011 年大邱世界陸上選手権大会のスタート反応時間の分布は、2007 年大阪世界陸上選手権大会に比べてより分散傾向を示した。

図 3 に、世界陸上選手権大会毎に男子のスタート反応時間の平均値と標準偏差から得られた正規確率曲線を示した。新ルール適用後の 2011 年大邱世界陸上選手権大会のスタート反応時間が示す正規確率

曲線は、過去 6 回の世界陸上選手権大会に比べて遅延傾向を示した。なお、スタート反応時間の有意差は先述と同様であったが、分散傾向は女子の結果とは異なるものであった。

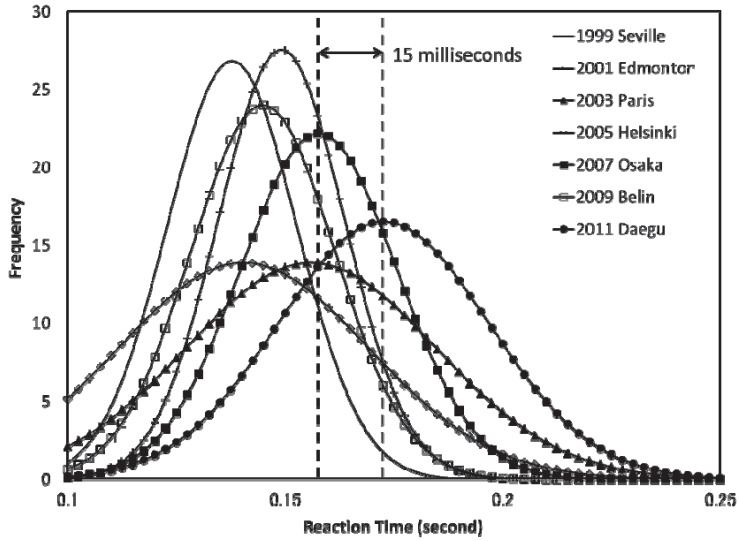


Fig. 1: Normal probability curve obtained from the mean value and standard deviation of the start reaction time of the females and males total for each the World Championships in Athletics.

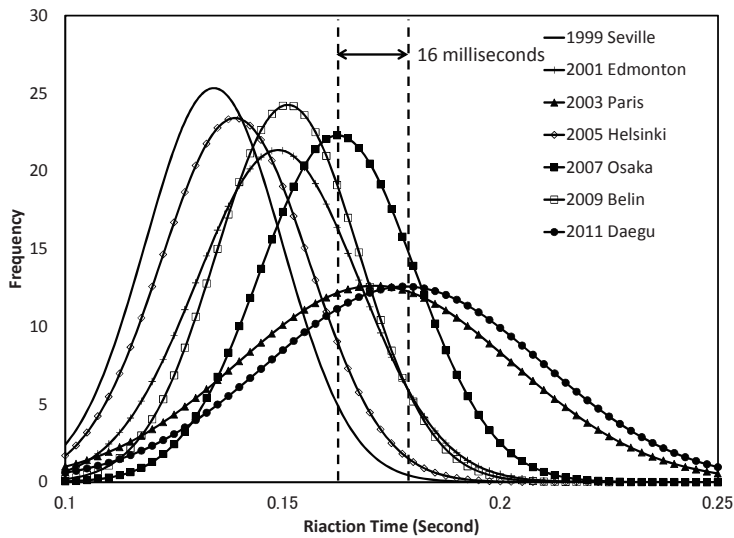


Fig. 2: Normal probability curve obtained from the mean value and standard deviation of the start reaction time of the females for each the World Championships in Athletics.

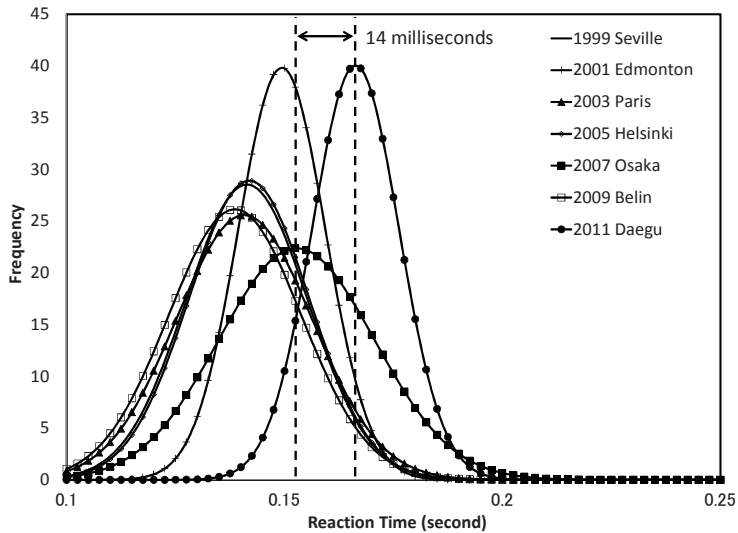


Fig. 3: Normal probability curve obtained from the mean value and the standard deviation of the start reaction time of the males for each the World Championships in Athletics.

図 4 に、ウサイン・ボルトの 2009 年ベルリン世界陸上選手権大会と新ルール適用後の 2011 年大邱世界陸上選手権大会の 100m 及び 200m 競走のスタート反応時間を示した。2011 年大邱世界陸上選手権大会の 200m のスタート反応時間は、ウサイン・ボルトが 100m でフライングを行った後のスタート反応時間である。

2009 年ベルリン世界陸上選手権大会の 100m・200m のスタート反応時間の平均値は 0.153 秒であった。これに対して、2011 年大邱世界陸上選手権大会の 100m でフライングを行った後の 200m のスタート反応時間が 0.238 秒であり、85 ミリ秒も遅延した。

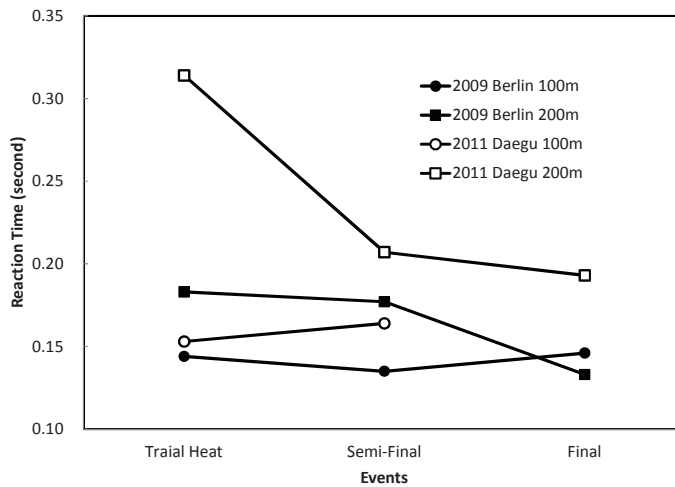


Fig. 4: The start reaction time of the 100m dash and the 200m in the 2009 Berlin and the 2011 Daegu World Championships in Athletics of Usain Bolt.

4. 結論

2003年のルール改正は、1928年以降75年ぶりであったが、2010年にさらに改正が行われた。短距離競走種目でのスタート動作はレースにおいて重要であり、記録・成績に影響を及ぼす不可欠な要素である。この研究において筆者らは、2003年および2010年ルール改正前後の過去7回の世界陸上競技選手権大会男女100m決勝進出者、すなわち、世界トップスプリンターの決勝のスタート反応時間を対象に、新ルール適用による影響を評価した。

2010年新ルール適用の2011年大邱世界陸上競技選手権大会では他の6大会に比べて、男女とも有意にスタート反応時間が遅延し、2003年改正に比べて2010年改正の方が影響の大きいことを認められた。

女子は、2003年および2010年ルール改正に関しては、正規確率曲線が同様な特徴を示した。これはルール改正が女子スプリンターにかなり精神的負担を及ぼしたと推察される。Kajiwara, Y., et al (2011)は大学短距離選手を対象に、ルール改正が及ぼす心理的影響等を検討している。これによれば、改正後に選手の予測スタートおよび故意のフォールスタート(フライング)が減少し、スタートの慎重度および号砲への注意集中が助長されるなど、改正の心理的側面への影響が大きかったことを指摘している。上記の結果はそれを支持するものであろう[5]。

男子の100m競走決勝のスタート反応時間の正規確率曲線は遅延傾向が見られたが、女子のような分散的傾向は示さなかった。男子は女子スプリンターよりも精神的負担が少なく、その反応時間は短く、改正の影響は少ないと考えられる。しかしながら、新ルール適用の2011年大邱世界陸上選手権大会のスタート反応時間の遅延傾向は、男子100m競走決勝で優勝候補のウサイン・ボルトがフライングのために失格したことによる影響と思われる。100m競走決勝でのフライングによる失格は、過去7回の世界陸上選手権大会で初めてのことであった。他のスプリンターは、このフライングの影響を受け慎重なスタート作動を行ったと考えられる。図4の結果はそれを裏づけるものと推察される。

結論として、スタート反応時間の結果からみて、男子はルール改正による心理的影響はさほど大きくないものと思われる。他方、女子はルール改正による心理的影響が大きく、それがスタート反応時間に反映されたものと考えられる。また、フライングを行ったスプリンターは、精神的に大きなダメージを受け、その後に行われるイベントのスタート反応時間等にネガティブな影響を与えることが分かった。

ウサイン・ボルトの100m決勝失格の原因は、ロイター(ブリュッセル:9月14日発)によれば、焦り、高ぶり、集中の欠如などこれまでにない精神状態に陥ったことにあるとしている。

参考文献

- [1] International Association of Athletics Federations. :IAAF COMPETITION RULES: www.iaaf.org/competitions/technical/regulations/index.html. (2010-2011)
- [2] Yokokura S., Kajiwara Y., Hirashita M., Tacano M., Ito K. & Nozaki T. :Effect of new false start rule on start reaction time. Proceedings of 2004 Pre-Olympic Congress, 2, 131-132. (2004).
- [3] Yokokura S., Kajiwara Y., Ono S., Hirashita M., Kimura K. : Effect of false start rule change on start reaction time of men's and women's 100m dash in athletics. Congress Proceedings, the 11th ICHPER.SD Europe Regional Congress & Exposition, pp. 509-514. (2009).
- [4] Yokokura S., Kajiwara Y., Ono S., Hishita, M., Kimura K. : The Change of The Start Reaction Time of The Past Six World Championships In Athletics. Congress Proceedings, the 52th ICHPER.SD ANNIVERSARY WORID CONGRESS, pp. 241-247. (2010).
- [5] Y., Kajiwara , M., Hirashita, S., Yokokura, S., Ono, K., Kimura, H., Fuwa. :Gender differences in psychological effect of the revised start rule on sprinters' attitudes and start action. Proceedings of The 13th European Congress of Sport Psychology. (in press) (2011)