

不正スタートに関わるルール改正が決勝進出者のスタート反応時間に及ぼす影響

梶原 洋子¹⁾ 横倉 三郎²⁾ 平下 政美³⁾ 野崎 忠信²⁾ 小野 伸一郎⁴⁾ 及川 優介⁵⁾
伊東 浩司⁶⁾ 川嶋 伸次⁷⁾ 木村 一彦⁸⁾

1) 文教大学 2) 明星大学 3) 金城大学 4) 舞鶴工業高等専門学校 5) 原市南小学校
6) 甲南大学 7) 東洋大学 8) 川崎医療福祉大学

Effect of the false start new rule on the start reaction time of finalists

Kajiwara Yoko¹⁾ Yokokura Saburo²⁾ Hirashita Masami³⁾ Nozaki Tadanobu²⁾
Ono Shinichiro⁴⁾ Oikawa Yusuke⁵⁾ Ito Koji⁷⁾ Kawashima Shinji⁶⁾ Kimura Kazuhiko⁸⁾

1) Bunkyo University, Japan
2) Meisei University, Japan
3) Kinjyo University, Japan
4) Maizuru National College of Technology, Japan
5) Haraichi-minami elementary school, Japan
6) Konan University, Japan
7) Toyo University, Japan
8) Department of Health and Sports Sciences, Kawasaki University of Medical Welfare, Japan

Abstract

In January, 2003, the IAAF (International Association of Athletics Federations) applied a new rule (IAAF Rules No. 162). In this study, the start reaction time of the finalists in short-distance races were compared between the last 3 World Championships in Athletics and the effect of the rule change on the start reaction time was evaluated.

- 1) The start reaction time in the 10 short-distance events generally became slower after the rule change.
- 2) The start reaction times were generally slower in the linear-course races at all rounds combined and each round after than those before the rule change, indicating the effect of the rule change on the start reaction time.
- 3) In the non-linear-course races, the start reaction time was slower after the rule change, but the differences were not significant.

Therefore, the effect of rule change on the start reaction time is considered to have been larger in the linear-course races than in the non-linear-course races.

I. 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、不正スタート発見装置の使用が義務づけられている（IAAF, 2004；日本陸上競技連盟, 2004）。近

年、大規模な国際競技会では、レベル検出方式と変化量検出方式の2種類の異なる不正スタート発見装置の使用が国際陸上競技連盟（The International Association of Athletics Federation : IAAF, 2004）から許可されている。

短距離競走種目のスタート反応時間に関する先行研究によれば、レベル検出方式と変化量検出方式の

2種類の装置間において、同一短距離競走種目および同一競技者でスタート反応時間にかなりの差異が認められることなどが報告されている(野崎ら, 1993; 野崎ら, 2002a; 野崎ら, 2002b; Nozaki T et al., 2003; 野崎ら, 2003a; 野崎ら, 2003b; 横倉ら, 1996; Yokokura S et al, 1998; 横倉ら, 1999; 横倉ら, 2000a; 横倉ら, 2000b; 横倉ら, 2001a; 横倉ら, 2001b)。

2003年1月、IAAFは「混成競技を除いて、不正スタートは1回のみとし、その後不正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(IAAF, 2004; 日本陸上競技連盟, 2004)。このルール改正が、競技者のスタート反応時間に如何なる影響を及ぼすのかは極めて興味深いことであり、その分析・検討が必要であると考えられる。

しかしながら、ルール改正後間もないために、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 (2004)の報告を除いてほとんどなされていない。Yokokura S et alの研究では、変化量検出方式による不正スタート発見装置(横倉ら, 1998a; 横倉ら, 1998b)を用いた過去3回の世界選手権大会のスタート反応時間の検討から、ルール改正後のスタート反応時間の分布は、予選から決勝までほぼ正規分布になり、予測スタートが減少したこと、また、ルール改正後は改正前に比較して、スタート反応時間が遅延傾向を示したことを報告している。しかしながら、この先行研究は対象のデータ数は多いものの、予選から決勝までのラウンドにおいて同一競技者のスタート反応時間を縦断的に検討したものではない。

そこで本研究では、不正スタート失格規定のルール改正前後の世界選手権大会における短距離競走10種目の決勝進出者のスタート反応時間を縦断的に検討するとともに、直線および非直線競走種目の分類から検討し、短距離競走の不正スタートに関わるルール改正が世界トップレベルの競技者のスタート反応時間に如何なる影響を及ぼすのかを明らかにすることを目的とした。

II. 研究方法

1. 対象

対象は、変化量検出方式による不正スタート発見装置を用いた、下記に示す過去3回の世界選手権大会におけるリレー競走および混成競技を除く短距離競走種目10種目(男子5種目:100m、200m、400

m、110mH、400mH、女子5種目:100m、200m、400m、100mH、400mH)で、レースが成立し、公式記録として発表された決勝進出競技者のスタート反応時間(予選から第2予選、準決勝、決勝までを含む)のデータを用いた。

対象とするスタート反応時間のデータ数は、1999年セビリヤ世界選手権大会(以降、「1999 Seville」)299例、2001年エドモントン世界選手権大会(以降、「2001 Edmonton」)263例、2003年パリ世界選手権大会(以降、「2003 Paris」)275例であった。

2. 統計処理

スタート反応時間の統計処理は、以下の方法で行い、それらより得られた結果を比較した。

1) 上記の過去3回の世界選手権大会における短距離競走10種目のスタート反応時間を全レースおよびラウンド毎(男女を合わせた予選・準決勝・決勝別)にまとめ、平均値と標準偏差を算出した。なお、第1予選および第2予選がある種目については、両者を含めて予選とした。

2) 上記の過去3回の世界選手権大会における短距離競走10種目について、直線競走種目(男子2種目:100m、110mH、女子2種目:100m、100mH)と非直線競走種目(男子3種目:200m、400m、400mH、女子3種目:200m、400m、400mH)に2分類し、そのタイプのスタート反応時間を全レースおよびラウンド毎(男女を合わせた予選・準決勝・決勝別)にまとめ、平均値と標準偏差を算出した。1)と同様に、第1予選および第2予選がある種目については、両者を含めて予選とした。

多群間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、Scheff'e testを用いて検定した。いずれの場合も危険率5%未満を以て有意とした。なお、統計処理はパーソナルコンピュータ用統計処理ソフト「SPSS12.0」を用いた。

III. 結果および考察

1. 短距離競走10種目のスタート反応時間

図1に過去3大会の短距離競走10種目のスタート反応時間を示した。ルール改正後の2003 Parisは改正前の他の2大会に比較して、スタート反応時間が有意に約10ms遅延傾向を示した(2003 Paris $0.172 \pm 0.034\text{sec}$ > 2001 Edmonton $0.163 \pm 0.027\text{sec}$ ・1999 Seville $0.162 \pm 0.036\text{sec}$ 、2003 Paris vs. 1999 Seville: $p < 0.0001$ 、2003 Paris

vs. 2001 Edmonton: $p < 0.01$).

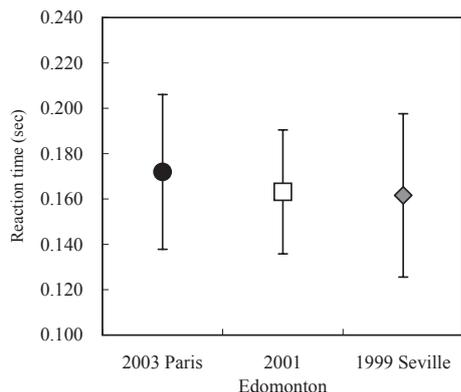


図1 短距離競走10種目のスタート反応時間の比較
: $p < 0.01$, **: $p < 0.0001$

図2に過去3大会の短距離競走種目における予選、準決勝、決勝、すなわち、各ラウンドのスタート反応時間を示した。予選では、2003 Parisのスタート反応時間は2001 Edmontonと1999 Sevilleのそれに比較して遅かったが、有意差は認められなかった(2003 Paris $0.173 \pm 0.033\text{sec}$, 2001 Edmonton $0.172 \pm 0.030\text{sec}$, 1999 Seville $0.165 \pm 0.038\text{sec}$)。準決勝では、2003 Parisのスタート反応時間は2001 Edmontonと1999 Sevilleのそれに比較して、有意に14-17 ms遅延傾向を示した(2003 Paris $0.174 \pm 0.039\text{sec}$ > 2001 Edmonton $0.157 \pm 0.024\text{sec}$ ・1999 Seville $0.160 \pm 0.034\text{sec}$: $p < 0.01$)。また決勝では、2003 Parisのスタート反応時間は2001 Edmontonと1999 Sevilleのそれに比較して、有意に約10ms遅延傾向を示した(2003 Paris $0.168 \pm 0.030\text{sec}$ > 2001 Edmonton $0.158 \pm 0.005\text{sec}$ ・1999 Seville $0.159 \pm 0.038\text{sec}$: $p < 0.05$)。

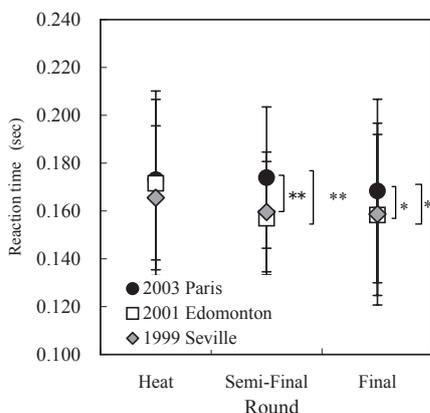


図2 短距離競走10種目の各ラウンドのスタート反応時間の比較 *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

このように、短距離競走10種目におけるスタート反応時間はルール改正後に総じて遅延傾向を示し、とりわけ、準決勝においてその傾向が顕著であった。

Yokokura S et al (2004)によれば、ルール改正後の2003 Parisのスタート反応時間はルール改正前の2001 Edmonton・1999 Sevilleに比較し、約10 msも遅延傾向を示したことを報告している。この結果は、リレー競走および混成競技を含めた3大会のスタート反応時間の比較検討から得られたものである。しかしながら、本研究では決勝進出者を対象としたが、短距離競走10種目(全体)のスタート反応時間ではYokokura S et alの報告と同程度の遅延傾向を示し、ルール改正によりスタート反応時間は遅延する、とする彼らの報告を支持するかのようである。ルール改正後のスタート反応時間の遅延現象の原因として、Yokokura S et alは正規分布に対する確実度を示す決定係数 R^2 の検討から、次のように報告しているように見て取れる。すなわち、ルール改正後の2003 Parisのスタート反応時間の分布は、予選から決勝までほぼ正規分布を示したのに対して、改正前の2001 Edmontonと1999 Sevilleの予選および決勝などは χ^2 分布を示し、ルール改正後に予測スタートが減少したこと(スタートの発射音の鳴るタイミングを予測してスタートする競技者が減少したこと)を根拠に、ルール改正後のスタート反応時間の遅延現象が観察されたのではないかと結論している。

本研究では、スタート反応時間の分布からの検討はしていない。本研究の対象である決勝進出者、すなわち、世界トップレベルの競技者においても同様な結果が得られるのかは興味・関心が高まるべきところであり、今後、この問題点についての追究も必要であろう。

2. 短距離直線競走種目のスタート反応時間

図3に過去3大会の短距離直線競走種目におけるスタート反応時間を示した。2003 Parisのスタート反応時間は2001 Edmontonと1999 Sevilleのそれに比較して、有意に約10ms遅かった(2003 Paris $0.156 \pm 0.026\text{sec}$ > 2001 Edmonton $0.147 \pm 0.025\text{sec}$ ・1999 Seville $0.147 \pm 0.018\text{sec}$, 2003 Paris vs. 2001 Edmonton: $p < 0.01$, 2003 Paris vs. 1999 Seville: $p < 0.001$)。

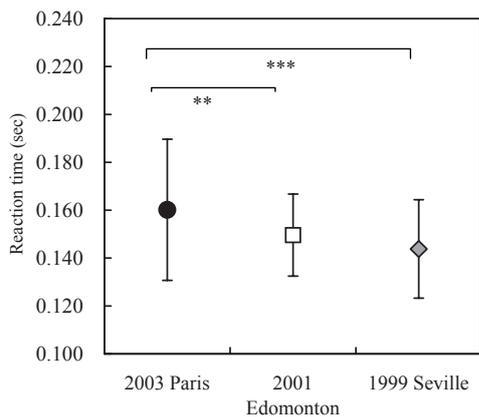


図3 短距離直線競走種目のスタート反応時間の比較 **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$

図4に過去3大会の短距離直線競走種目における予選、準決勝、決勝のスタート反応時間を示した。予選では、2003 Parisのスタート反応時間は1999 Sevilleのそれよりも有意に10ms以上遅かった(2003 Paris $0.162 \pm 0.033\text{sec}$ > 2001 Edmonton $0.150 \pm 0.023\text{sec}$: $p < 0.05$)。準決勝では、2003 Parisのスタート反応時間は2001 Edmontonと1999 Sevilleのそれに比較して有意に20ms前後遅かった(2003 Paris $0.162 \pm 0.032\text{sec}$ > 2001 Edmonton $0.142 \pm 0.014\text{sec}$ ・1999 Seville $0.138 \pm 0.017\text{sec}$ 、2003 Paris vs. 2001 Edmonton : $p < 0.001$ 、2003 Paris vs. 1999 Seville : $p < 0.0001$)。また、決勝では準決勝と同様に、2003 Parisのスタート反応時間は他の2大会に比較して遅延傾向を示し、2003 Parisは1999 Sevilleのそれよりも約20ms遅かった(2003 Paris $0.155 \pm 0.020\text{sec}$ > 2001 Edmonton $0.138 \pm 0.015\text{sec}$: $p < 0.001$)。

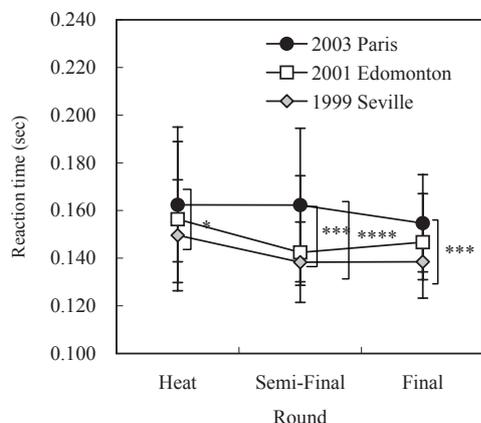


図4 短距離直線競走種目の各ラウンドのスタート反応時間の比較 *: $p < 0.05$, *** $p < 0.001$, ****: $p < 0.0001$

このように、短距離直線競走種目におけるスタート反応時間はルール改正後に総じて遅延する傾向が認められ、特に、準決勝および決勝においてその傾向が顕著であった。

野崎ら(2003b)は、本研究と同様に、短距離直線競走種目のスタート反応時間を検討している。この報告によれば、レベル検出方式による不正スタート発見装置使用のオリンピック大会(1996 Atlanta、2000 Sydney)と変化量方式による不正スタート発見装置使用の世界選手権大会(1999 Seville、2001 Edmonton)との間のスタート反応時間には有意差が認められ、前者のスタート反応時間は後者のそれに比較して、男女ともかなり遅延したという。また、同一装置でもレベル検出方式の場合には、1996 Atlantaと2000 Sydneyの2群間には男女とも有意差が認められたとしている。これに対して、変化量方式の装置使用である世界選手権大会の場合には、2001 Edmontonと1999 Sevilleの2群間には有意差は認められていない。前述の如く、スタートに関わるルール改正は2003年1月である。本研究の対象は決勝進出者であるが、野崎らと同様に、ルール改正前の2001 Edmontonと1999 Sevilleの2群間比較をしたところ、スタート反応時間には有意差は認められず、野崎らの結果と一致する。

伊藤ら(2001)は、世界選手権大会の短距離種目における各ラウンドの記録の比較から、戦術的な検討を行っている。この報告によれば、100mの世界トップレベルの競技者の記録は、予選に比較して準決勝および決勝は有意に速かったという。この結果は、戦術的側面からみると、競技者が予選で自己の力を温存し、その後、ラウンド毎に徐々に記録を短縮し、準決勝あるいは決勝でベストパフォーマンスを発揮するという、計算された、“試合構成(試合運び)”を意味するとしている。有川ら(2002)も、世界選手権大会の決勝進出者を対象に同様な検討を行い、予選の記録が準決勝あるいは決勝のそれより遅いのは戦略的な介入の結果であることを示唆している。

過去3大会におけるラウンド毎のスタート反応時間の推移(図4)をみると、ルール改正前の2001 Edmontonと1999 Sevilleのスタート反応時間は予選に比較して準決勝、決勝で速い傾向が認められた。これに対して、改正後の2003 Parisでは予選と準決勝とに有意差は認められなかったが、決勝は予選と準決勝に比較してスタート反応時間が速い傾向が認められた。準決勝あるいは決勝におけるベストパ

パフォーマンス発揮のための戦略的介入がスタート反応時間においても反映されるか否かについては、今後、詳細に各ラウンドの記録とスタート反応時間との関係の検討を待つ必要がある。

今回、ルール改正前後の短距離直線競走種目におけるスタート反応時間の比較検討によって、各ラウンドともルール改正によるそれへの影響が示唆され、とりわけ、準決勝および決勝ではその影響は大きく、20ms もの遅延が認められた。先の Yokokura S et al (2004) の指摘にもあるように、ルール改正後における予測スタートの減少は、ルール改正による心理的影響を意味するものであると考えられる。「不正スタートは1回のみとし、その後に不正スタートした競技者はすべて失格とする」このルール改正は、100m (100mH, 110mH を含む) のような距離の短い直線競走においては、とりわけ、その改正による心理的負担は少なからず大きいものであると推測され、恐らく、これがスタート反応時間の遅延現象に反映されたものと考えられる。

3. 短距離非直線競走種目のスタート反応時間

図5に過去3大会の短距離非直線競走種目におけるスタート反応時間を示した。2003 Paris のスタート反応時間は、他の2大会に比較して遅延傾向を示したが、有意差は認められなかった (2003 Paris $0.180 \pm 0.035\text{sec}$ 、2001 Edmonton $0.173 \pm 0.029\text{sec}$ 、1999 Seville $0.175 \pm 0.041\text{sec}$)。

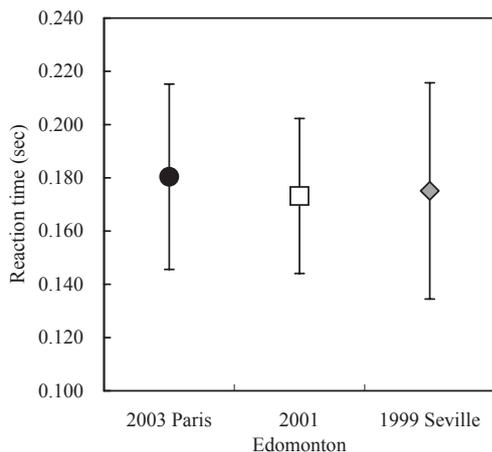


図5 短距離非直線競走種目のスタート反応時間の比較

図6に過去3大会の短距離非直線競走種目における予選、準決勝、決勝のスタート反応時間を示した。2003 Paris の予選 (2003 Paris $0.181 \pm 0.032\text{sec}$ 、2001 Edmonton $0.185 \pm 0.031\text{sec}$ 、1999 Seville

$0.185 \pm 0.031\text{sec}$)、準決勝 (2003 Paris $0.182 \pm 0.041\text{sec}$ 、2001 Edmonton $0.167 \pm 0.024\text{sec}$ 、1999 Seville $0.174 \pm 0.035\text{sec}$) および決勝 (2003 Paris $0.178 \pm 0.032\text{sec}$ 、2001 Edmonton $0.166 \pm 0.027\text{sec}$ 、1999 Seville $0.172 \pm 0.042\text{sec}$) のスタート反応時間は2001 Edmonton と1999 Seville のそれに比較して遅延する傾向が認められたが、有意差は認められなかった。

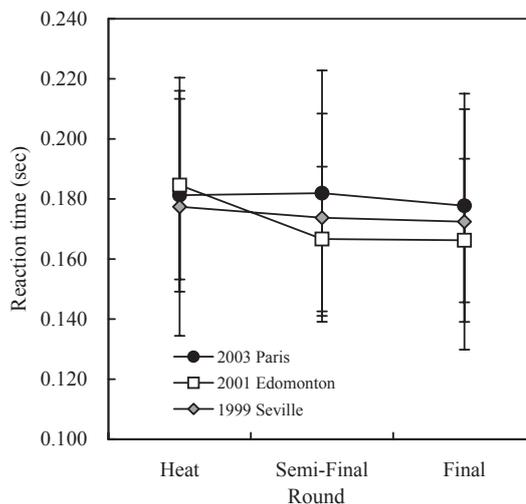


図6 短距離非直線競走種目の各ラウンドのスタート反応時間の比較

不正スタートに関わるルール改正は、前述したように短距離直線競走種目においてはその影響が大きいことが示唆された。しかしながら、短距離直線競走種目の2~4倍長い走行距離の200m および400m (400mH 含む) の非直線競走種目においては、遅延傾向を示したが、その影響は直線競走種目に比して少ないことが窺われた。

IV. まとめ

本研究では、不正スタート失格規定のルール改正前後の世界選手権大会における短距離競走10種目の決勝進出者のスタート反応時間を縦断的に検討するとともに、短距離競走10種目を直線および非直線競走種目に2分類し、ルール改正が世界トップレベルの競技者のスタート反応時間に及ぼす影響を検討した結果、次のような知見を得た。

1. 短距離競走10種目 (全体) のスタート反応時間は、ルール改正後に有意に約10ms も遅延傾向を示した。また、各ラウンドのスタート反応時間は予選では有意差は認められなかったが、準決勝および決勝においては、有意に遅延 (準決勝:14-17 ms、

決勝：10ms) し、ルール改正への影響は予選に比し、準決勝および決勝の方が大きいことが示唆された。

2. 短距離直線競走種目のスタート反応時間は、ルール改正後に有意に約10msも遅延傾向を示した。また、各ラウンドのスタート反応時間は、ルール改正後は予選では有意に10ms以上、準決勝および決勝では有意に約20msも遅延し、ルール改正への影響は予選に比して準決勝および決勝の方が大きいことが示唆された。

3. 短距離非直線競走種目のスタート反応時間は、ルール改正後に全体および各ラウンドにおいても遅延傾向を示したが、有意差は認められなかった。

4. 不正スタートに関わるルール改正は、短距離非直線競走種目に比較して、直線競走種目においてその影響が大きいことが示唆された。

短距離競走10種目および直線競走種目とその各ラウンドにおけるスタート反応時間は、総じて、ルール改正後に遅延傾向が認められ、不正スタートに関わるルール改正による影響が示唆された。また、不正スタートに関わるルール改正による影響は非直線競走種目に比して、直線競走種目の方が大きいことが窺われたが、今後、明確な結果・結論を得るには、継続研究によりこの問題点をさらに追究する必要がある。

参考文献

- 有川秀之、原田康弘、高野進、川本和久 (2002) 第8回世界選手権大会における短距離種目の分析的研究, 陸上競技紀要第15巻, 75-86.
- IAAF (2004) IAAF Handbook 2003-2004.
- 伊藤宏、安田睦 (2001) 100mと400mトップスプリンターの試合構成(試合運び)における実力発揮に関する研究, 陸上競技紀要第14巻, 62-71.
- 日本陸上競技連盟 (2004) 陸上競技ルールブック 2004年度版、あい出版.
- 野崎忠信、金子敬二、横倉三郎 (1993) 陸上競技における不正出発発見装置の問題点、明星大学研究紀要(情報学部)第1号、83-87.
- 野崎忠信、横倉三郎、梶原洋子、伊東浩司 (2002a) 短距離競走種目によるスタート反応時間の考察(その2), 日本体育学会 第53回大会号, 094共A30202, p.516.
- 野崎忠信、横倉三郎、梶原洋子 (2002b) 不正スタート発見装置におけるスタート反応時間の比較ーシドニーオリンピック大会とエドモントン世界選手権大会からー, 陸上競技紀要 第15巻, 39-47.
- Nozaki T, YOKOKURA S, KAJIWARA Y, KIMURA K, TACANO M. (2003) Difference of start reaction time between two false start apparatuses, The Fourth ICHPER. SD Congress proceedings, 246-250.
- 野崎忠信、横倉三郎、梶原洋子 (2003a) アトランタ・シドニーオリンピック大会とセビリア・エドモントン世界選手権大会におけるスタート反応時間の比較, 陸上競技紀要 第16巻, 31-37.
- 野崎忠信、横倉三郎、梶原洋子、伊東浩司 (2003b) 短距離直走路種目によるスタート反応時間の考察, 日本体育学会第54回大会号, 098D20305, p. 542.
- 横倉三郎、鈴木昇、野崎 忠信、金子敬二、藤井新兵衛 (1996) 陸上競技用不正出発発見装置の開発、明星大学研究紀要(情報学部)第4号、49-158.
- YOKOKURA S, SUZUKI N, NOZAKI T, KANEKO K (1998) False start detection system for track and field using comb filter and delay time, Bulletin of Meisei University College of Informatics No.6.
- 横倉三郎、高根輝夫 (1998a) 動作判定装置および動作判定方法、特許第2759769号.
- 横倉三郎、鈴木昇、野崎 忠信、金子敬二 (1998b) 動作判定装置、特許第2838769号.
- 横倉三郎、野崎忠信、鈴木昇 (1999) オートリコール機能を用いた不正スタート発見装置の有効性、明星大学研究紀要(情報学部)第7号、55-65.
- 横倉三郎、野崎忠信 (2000a) オートリコール機能を備えた不正スタート発見装置: 陸上競技研究、第40号, No.1, 28-34.
- 横倉三郎 (2000b) 陸上競技用スタート動作検出方式、計測自動制御学会論文集、VoL36、No.2、159-164.
- 横倉三郎、野崎忠信、梶原洋子、小野伸一郎 (2001a) Difference of start reaction time between two false start apparatuses、第2回陸上競技の医科学・コーチング国際会議、p.167.
- 横倉三郎、野崎忠信、梶原洋子 (2001b) 不正スタート発見装置におけるスタート反応時間について、陸上競技紀要 第14巻, 39-45.
- YOKOKURA S, KAJIWARA Y, HIRASHITA M, TACANO M, ITO K (2004) Effect of new false start

rule on start reaction time, pre-Olympic
congress proceedings, 131-132.