

競泳のスタート時に新型スタート台にかかる力

林 享*・桂田健太**・岡本 敦***

キーワード：新型スタート台、床反力、飛び出し角度

1. 緒言

一般に水泳プールでの飛び込みによる障害・事故は、スタート台やプールサイドから飛び込んで水底に身体の一部を強打して起こすもので、飛び込みによる最も重大な事故は、水底で頭部を強打して頸椎を損傷して頸髄損傷、ひいては四肢の麻痺を引き起こすことが考える。事故に至る飛び込みのパターンとしては、初心者が弱い蹴りで前に落ちるようにして飛び込んだ場合と、競技者がパイクスタートのように高く飛び上がって、その位置のエネルギーによって急速に水底に激突する場合があります。いずれの場合も共通しているのは、入水角度が必要以上に大きくなっていること、身長に対しプールの水深が相対的に浅いこと等があげられます。

競泳競技での飛び込みは、腕を振って飛び出す「モーションスタート」から、スタート台の前方を握る「クラブスタート」に移行し、近年では片足を後方に下げる「クラウチングスタート」・「トラックスタート」（同意語）が増加しています。国際水泳連盟（FINA）がバックプレート承認したことから、クラウチングスタート（バックプレートを使用した場合はキックスタートともいう）がますます主流となってきました。そのようななか、2008年から2010年にかけて、スタート台傾斜角度は7.5度から10.0度になり、さらには傾斜10.0度のスタート台の上に陸上のスターティングブロックと似た傾斜30.0度の踏み切りブロックが取り付けられた。

これまで、踏み切りブロックのない傾斜角10.0度のスタート台における研究はなされているものの、踏み切りブロックのついた新型スタート台を用いての研究はほとんどされていない。そこで本研究の目的は、スタート時にスタート台にかかる力を測定できる新型スタート台を作製し、競泳スタート台上動作のキネティクスの特徴を明らかにすることとした。

2. 研究方法

2-1 被験者

東海学園大学水泳部の9名（男子7名、女子2名）を被験者とした。なお被験者の競技レベルは中部学生選手権から日本学生選手権出場レベルとした。被験者の身体的特徴は表1-1及び1-2に示した。

*東海学園大学スポーツ健康科学部准教授 **鶴水スポーツ株式会社

***東海学園大学スポーツ健康科学部教授

表 1-1.被験者の身体的特徴 (男子)

被験者	年齢	身長	体重
1	21	1.73	65.5
2	20	1.72	68.0
3	19	1.72	70.0
4	20	1.77	69.0
5	20	1.74	65.0
6	20	1.71	71.0
7	20	1.75	62.0
平均	20.0	1.73	67.2
標準偏差	0.6	0.02	3.2

表 1-2.被験者の身体的特徴 (女子)

被験者	年齢	身長	体重
8	19	1.63	60.0
9	19	1.63	59.0
平均	19	1.63	59.5
標準偏差	0	0	0.7

2-2 新型スタート台の作成方法

スタート台にかかる力を測定するために、スタート台を土台部分とスタート台部分に分けて作製した(図1)。土台部分の上部にKISTLER社製フォースプレートを固定し、さらにフォースプレートの測定面上にスタート台を接着しスタート台にかかる前後、左右、垂直の3方向の力を測定できるようにした。



図1. 作成した新型スタート台

2-3 踏み切り力測定方法、撮影方法

飛び込み試技をトラックスタートに限定し、各1試技ずつ成功試技を分析対象とした。

踏み切り力はスタート合図から足が台上から離れる(ブロックタイム)までを測定した。

ハイスピードカメラ(NAC社製MEMRECAM fx-K5)を被験者の右側方に設置し、スタートから入水までを撮影した。画面に発光ダイオードを写し込み、スタート合図と同時点灯させ同期信号を映しこんだ。撮影条件は250フレーム/秒とし、シャッタースピードは1/1000秒とした。

2-4 分析方法

フォースプレート(KISTLER社製)の出力をPowerLabを介してパソコンに取り込み水平力(HF)・

鉛直力（VF）から合成力 $F = \sqrt{HF^2 + VF^2}$ を算出した。

3.結果及び考察

本研究の目的は、新型スタート台にフォースプレーを取り付け、競泳スタート台上動作のキネティック的特徴を明らかにすることとした。今日まで、新型スタート台に関する研究は数多く報告されているが、これらの研究はスタートフォーム及び踏切角度を調査しており、これに対し、一流選手のキネティック的特徴は著者らの知る限り報告例はない。

本研究の各被験者の力の最高値および飛び出し角度の図を表2-1及び2-2に示した。

表2-1.被験者（男子）の力と飛び出し角度

被験者	力 (kgw/kg)	角度 (下方へ)
1	2.05	-52.6
2	3.00	-55.4
3	2.19	-54.5
4	2.35	-54.6
5	2.26	-50.0
6	2.45	-34.3
7	1.79	-57.7
平均	2.30	-51.3
標準偏差	0.38	7.9

表2-2.被験者（女子）の力と飛び出し角度

被験者	力 (kgw/kg)	角度 (下方へ)
8	1.93	-42.6
9	1.97	-47.5
平均	1.95	-45.05
標準偏差	0.03	3.5

この結果から被験者2のフォースプレートにかかる力が3.00kgw/kgで最高値であった。また下方への飛び出し角度が-55.4度と高い値であった。それに反して、被験者6の下方への飛び出し角度が-34.3度と低い値であった。加えて、被験者7においてはフォースプレートにかかる力が1.79kgw/kgで最低値であった。被験者2、被験者6及び被験者7のスタート時の力の推移とポラークラフを図2から図4に示した。

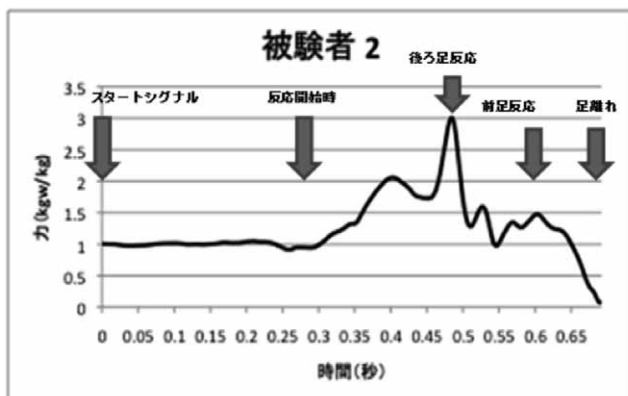


図2-1 被験者2のスタート時の力の推移

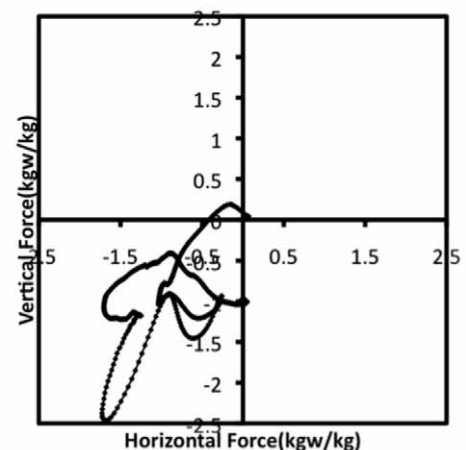


図2-2 被験者2のスタート時のポラークラフ

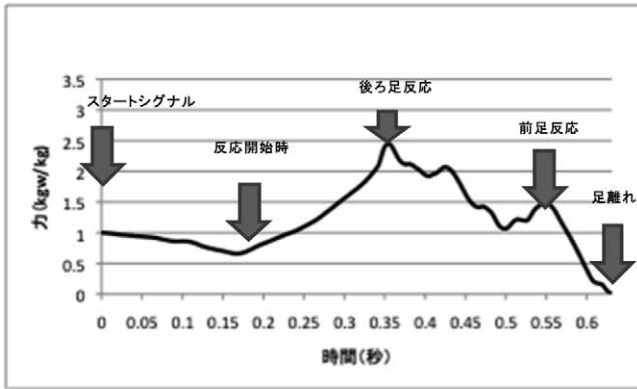


図 3-1 被験者 6 のスタート時の力の推移

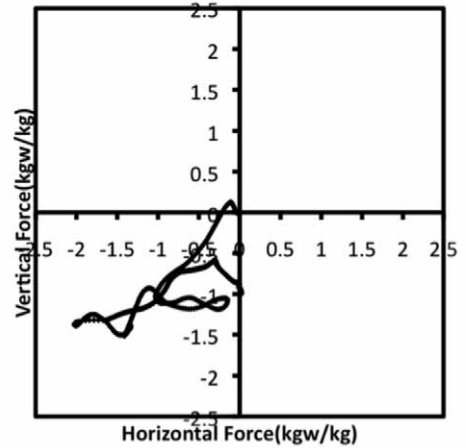


図 3-2 被験者 6 のスタート時のポーラーカーブ

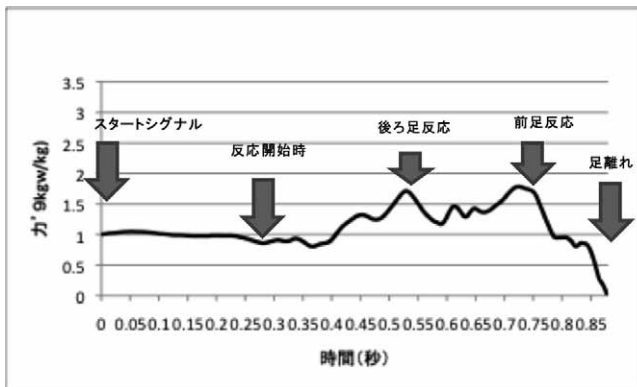


図 4-1 被験者 7 のスタート時の力の推移

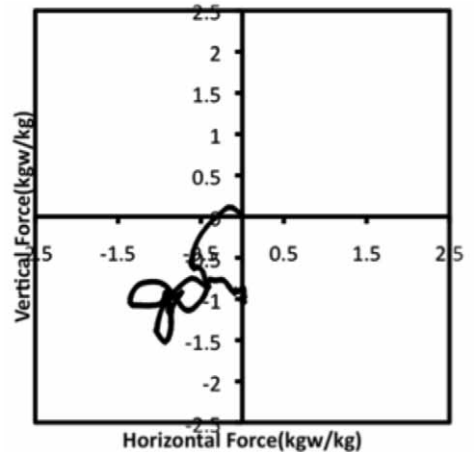


図 4-2 被験者 7 のスタート時のポーラーカーブ

以上の結果から被験者 2 において縦方向への力が向けられている。このことから全被験者の中で最も高い力を発揮しているが、縦方向に力が向けられているため、飛距離が伸びないことが考えられる。また、被験者 6 においてはフォースプレートにかかる力は 2.45kgw/kg と低い、飛び出し角度が 34.3 度であるため、水平方向への力がかかり、飛距離が伸びることが考えられる。加えて、被験者 7 においては、競技レベルが全被験者の中で最も低い選手であるため、フォースプレートにかかる力が低く、飛び出し角度も最も高い値が測定されたため、脚力の強化及び飛び出し角度の改善が必要と考えられる。

被験者の頭の向きにより、飛び出し角度が決定するかもしれない。全ての被験者の飛び出し時のフォースプレートにかかる最大力と角度を示した。

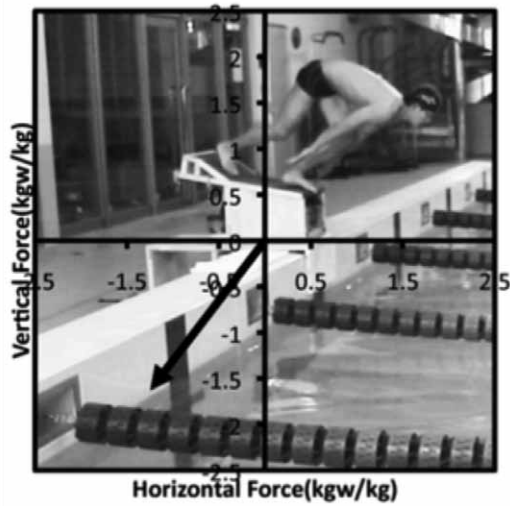


図5. 被験者1のスタート時のフォースプレートにかかる最大力と角度

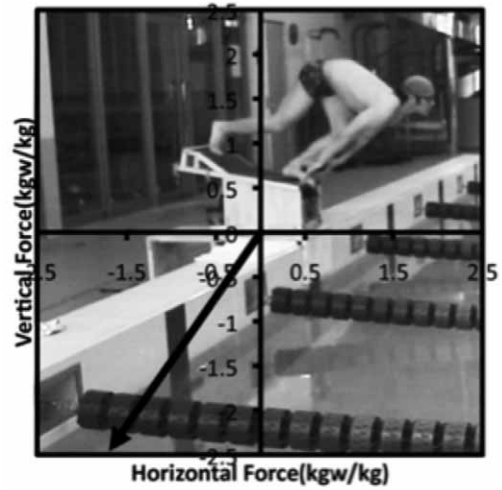


図6. 被験者2のスタート時のフォースプレートにかかる最大力と角度

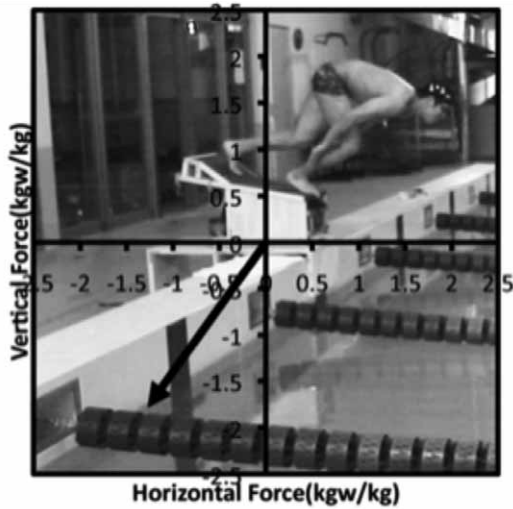


図7. 被験者3のスタート時のフォースプレートにかかる最大力と角度

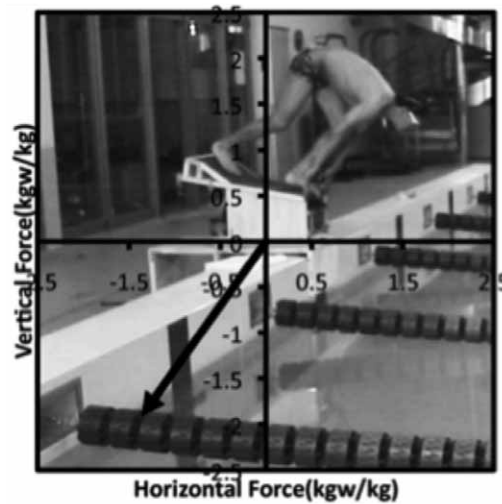


図8. 被験者4のスタート時のフォースプレートにかかる最大力と角度

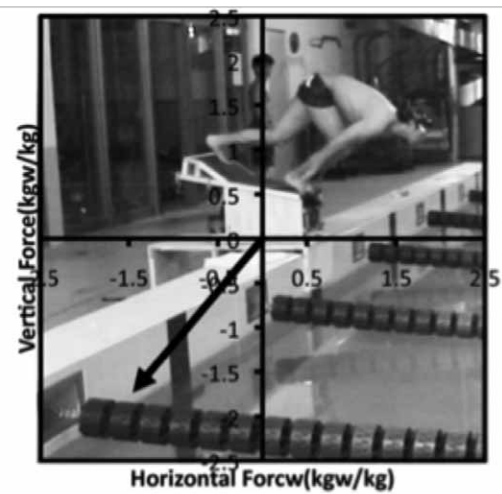


図9. 被験者5のスタート時のフォースプレートにかかる最大力と角度

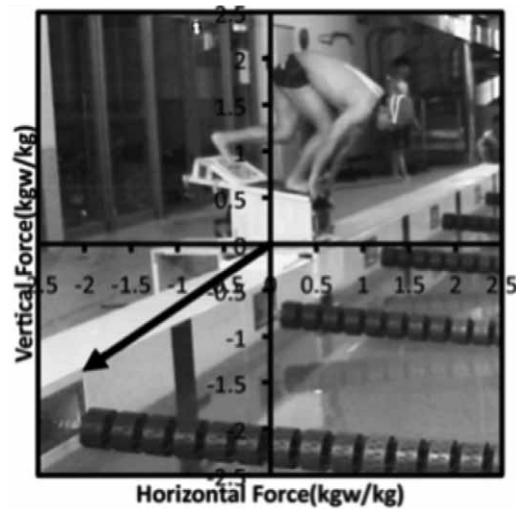


図10. 被験者6のスタート時のフォースプレートにかかる最大力と角度

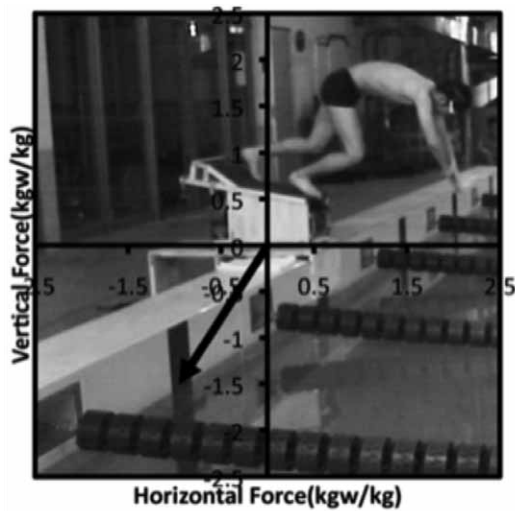


図11. 被験者7のスタート時のフォースプレートにかかる最大力と角度

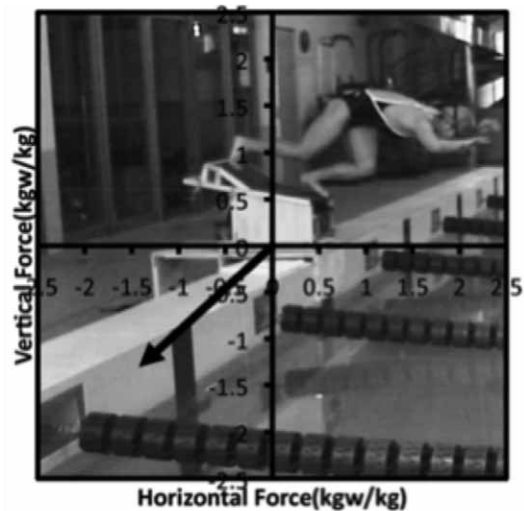


図12. 被験者8のスタート時のフォースプレートにかかる最大力と角度

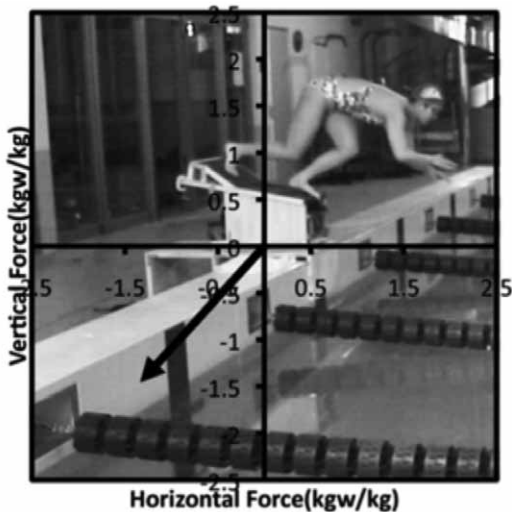


図13. 被験者9のスタート時のフォースプレートにかかる最大力と角度

新型スタート台のスタートする際に重要なのがスタート台にかかる力とその方向である。本研究の結果から、大きな力で、水平方向への力を示すベクトルが必要とされている。その際において、スタート時において、顎を上げることによって、力が上方向へかかり円をえがくようなスタートになる。そのため今後の指導方法として、頭をあげず顎を引いた指導法が必要である事が示唆された。また、スタートを指導するうえで、高い角度を作らないためには顎をあげずに水平方向への飛び出しを指導すべきであると考えられる。

参考資料

- 武田剛, 市川浩, 杉本誠二, 野村武男 (2006) 競泳スタートにおける飛び出し角度の変化が飛び出し速度, 飛距離とブロックタイムに与える影響. 体育学研究 51 : 515-524
- 窪康之 (2005) 競泳のスタートおよびターン局面の動作に関するバイオメカニクス的研究. バイオメカニクス研究 9 : 259-265
- 若吉浩二, 生田泰志, 黒野剛弘 (2003) 競泳のレース分析プロジェクトの現状と今後の課題. バイオメ

カニクス研究 7 (1) : 72 -81

若吉浩二, 河合正治, 野村照夫, 奥野景介, 小粥由美子 (1991) 競泳におけるスタートの分析. 平成2
年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告, No2 競技種目別競技力向上に関する研究 14 : 39 -43

吉田章, 齊藤慎一 (1981) 競泳におけるスタート動作の分析. 筑波大学体育科学系紀要 4 : 49 -54