

スポーツ研究センター紀要

第10号

2025年 3月

追手門学院大学

OTEMON GAKUIN UNIVERSITY

JOURNAL OF SPORTS RESEARCH CENTER

No. 10

March 2025

Articles

Maximal and Average Lifting Distances in Pull-Ups are Associated with Maximal Pulling Force during the Front Crawl in College Male Competitive Swimmers

..... Kazumasa OZEKI, Yasuyuki MARUYAMA, Koji WAKAYOSHI

..... Azusa UEMATSU

1

Design and Implementation of an Automatic Tracking System Utilizing Machine Learning for Position Recognition

..... Yuki HAYASHI

7

SPORTS RESEARCH CENTER

OTEMON GAKUIN UNIVERSITY

1-1, Odatoshibacho, Ibaraki, Osaka, 567-8620 Japan

追手門学院大学

スポーツ研究センター紀要

第10号

2025年3月

論文

大学男子競泳選手における懸垂の最大および平均挙上距離はクロール泳の最大牽引力と関連する

.....尾関 一将 ・ 丸山 康之 ・ 若吉 浩二 1
植松 梓

機械学習による位置認識システムと連携した自動追尾システムの開発

.....林 勇樹 7

論 文

大学男子競泳選手における懸垂の最大および平均挙上距離は
クロール泳の最大牽引力と関連する

尾 関 一 将*
大阪体育大学

丸 山 康 之
埼玉県立戸田かけはし高等
特別支援学校

若 吉 浩 二
大阪経済大学

植 松 梓
追手門学院大学

Maximal and Average Lifting Distances in Pull-Ups are Associated with Maximal
Pulling Force during the Front Crawl in College Male Competitive Swimmers

Kazumasa OZEKI
Osaka University of Health and Sport
Sciences

Yasuyuki MARUYAMA
Saitama Prefectural Toda Kakehashi
High School for Special Needs Education

Koji WAKAYOSHI
Osaka University of Economics

Azusa UEMATSU
Otemon Gakuin University

Abstract

The aim of this study was to determine whether pull-up performance correlates with swimming velocity and power during the front crawl in college male competitive swimmers. Seven college male competitive swimmers performed pull-ups on dryland, a maximal-effort tethered front crawl for 12 s, and a maximal-effort 25-m front crawl in a swimming pool. We calculated lifting velocity, maximal and average lifting distances, and the number of repetitions in pull-ups and swimming velocity, pulling force, and swimming power. Maximal and average lifting distances in pull-ups strongly correlated with maximal pulling force ($r = 0.80$ and 0.75 , $p = 0.03$ and 0.05). These findings suggest that increasing maximal and average lifting distances in pull-ups may contribute to improving front crawl performance in college male competitive swimmers.

キーワード：懸垂，挙上速度，挙上距離，挙上回数，泳速度，泳パワー

Keywords：pull-ups, lifting velocity, lifting distance, lifting numbers, swimming velocity, swimming power

*責任著者：尾関 一将，大阪体育大学，ozeki@ouhs.ac.jp

Corresponding Author：Ozeki Kazumasa, Osaka University of Health and Sport Sciences, ozeki@ouhs.ac.jp

緒言

競泳競技のパフォーマンス向上には、各泳法の技術的な要素だけでなく、体力や筋力を強化する陸上トレーニングの役割が重要である^{1), 2)}。競泳選手のための陸上トレーニングでは、広背筋をはじめとする上半身の主要な筋群を効率的に鍛える手法として懸垂が広く用いられている³⁾。これまでに、懸垂の挙上速度が高いほど50 mクロール泳記録が短いことが報告されている³⁾。そして、懸垂をトレーニングとして処方することで50 mクロール泳の前半25 mのパフォーマンスが改善することが明らかにされている²⁾。これらのことから、懸垂は短距離のクロール泳記録の予測因子であるだけでなく、クロール泳の記録向上のための有用なトレーニング手段であると言える。

Pérez-Olea et al. (2018) はクロール泳記録と懸垂の挙上速度との関係性を検討したが、クロール泳記録の重要な決定因子である推進力や泳パワーとの関連は詳細に検討されていない。また、挙上速度ではなく、挙上距離といった競技現場で簡便に求められる指標がクロール泳速度、推進力、および泳パワーと関連があるかも検討されていない。これらの関係を調べることで、懸垂のパフォーマンスがクロール泳の競技力と関連するメカニズムが明らかになり、競泳の競技現場で懸垂をどのように評価すべきか示すことができる。

本研究の目的は、大学男子競泳選手を対象に懸垂のパフォーマンス（挙上速度、挙上距離、挙上回数）とクロール泳のパフォーマンス（泳速度、推進力、泳パワー）との関連性を明らかにすることとした。また、懸垂は上半身の主要な筋群の筋力改善を目的としたトレーニングであることから、プル泳のパフォーマンスとの関係性が特に強い可能性が高い。したがって、本研究ではクロール泳だけでなくプル泳のパフォーマンスも合わせて評価することとした。

方法

対象者

対象者は、自由形種目を専門とする男子大学生競泳選手7名（身長 176.3 ± 3.0 cm, 体重 72.8 ± 5.6 kg, 年齢 20.0 ± 1.0 歳）であった。対象者の競技レベルは、専門種目におけるSWIMMING POINTS（（世界記録 / 個人記録）³ × 1000）において 642.1 ± 43.7 であった。本研

究は大阪体育大学倫理審査委員会の承認を得て実施された。対象者には、事前に研究目的、測定手順、測定に伴うリスクについて口頭および書面で十分に説明し、書面による同意を得た。

懸垂パフォーマンス測定

対象者は足部が地面に接触しない高さに固定された懸垂バーを用いて懸垂を行った。懸垂の際の左右手間の長さは指極長の半分とした。対象者はウォーミングアップ後にこれ以上繰り返せなくなるまで懸垂を行った。

1台のデジタルビデオカメラ（FDR-AX700, SONY社製、撮影速度60 fps、シャッタースピード1/1000 s）を用いて対象者の懸垂を記録した。カメラを被験者から左側10 mの距離に設置し、動作平面とカメラ光軸が直交するよう調整した。被験者の頭頂および左側の耳珠、肩関節中心、肘関節中心、手関節中心、肋骨下端、大転子、膝関節中心、外踝、踵、第二中足骨頭の11点に白いマーカーを貼付した。

撮影した映像データはパーソナルコンピュータに取り込み、画像分析ソフト（Frame-DIAS V, Q's fix社製）を使用して手動デジタイズを実施した。4点実長換算法を用いて、貼付したマーカーの位置座標を算出した。2次元静止座標系の原点はバーの設置位置とし、挙上方向をY軸、Y軸に直行する方向をX軸とした。また、阿江ら⁴⁾の身体部分係数を用いて身体重心の座標を導出した。得られた座標データはバターワースデジタルフィルター（遮断周波数6 Hz）を用いて平滑化した。

懸垂の分析対象試技は開始から3回目までとした。懸垂について算出した変量とその定義は以下の通りとした。

挙上回数（回）：疲労困憊に至るまでの懸垂回数。

最大挙上距離（cm）：動作開始時の身体重心位置から身体重心最高位置までの距離（1-3回の最大値）。

平均挙上距離（cm）：動作開始時の身体重心位置から身体重心最高位置までの距離（1-3回の平均値）。

最大挙上速度（m/s）：最大挙上距離を挙上時間で除した値（1-3回の最大値）。

平均挙上速度（m/s）：平均挙上距離を挙上時間で除した値（1-3回の平均値）。

クロール泳パフォーマンス評価

対象者は牽引パワー測定用の特注エルゴメーター（風



図1. 牽引パワー測定器の特注エルゴメーター（風神雷神，大橋知創研究所）

神雷神，大橋知創研究所，日本）を用いたクロールによる牽引泳を公認25m屋内プールにて行った（図1）。対象者の腰部に装着したベルトを介してエルゴメーターの負荷を加えた。牽引泳はスイム泳とプル泳で実施した。プル泳の際はプルブイ（85ZB750，ミズノ社，日本）を対象者の両大腿部間に挟んだ。エルゴメーターの負荷は2.8，5.6，8.4，および11.2 N・mの4段階とした。対象者はウォーミングアップを行った後，各負荷におけるクロールのスイム泳およびプル泳を12秒間，最大努力で実施した。試技順は対象者毎にランダム順とした。各試技間には6分のインターバル時間を確保した。牽引泳測定を実施した翌日にスイム泳およびプル泳の泳速度を算出するための25m最大努力泳をプッシュオフスタートから実施した。対象者はウォーミングアップをした後に25m最大努力泳を各2本ずつ行った。各2本のうち，泳速度が高い方の値を最大泳速度とした。

各負荷における牽引泳中のエルゴメーターの回転速度を0.1秒毎に求めて11点平滑化した。そして，Wakayosi et al. (2018)の方法を用いてスイム泳およびプル泳中の最大牽引力と最大発揮パワーを算出した⁵⁾。算出方法を以下に示す。

エルゴメーターの負荷 (x) とエルゴメーターの回転速度 (y) には直線関係がある。

$$y = -ax + b$$

回転速度が0 ($y = 0$) の場合に負荷は最大となるため，左辺に0を代入し x について整理する。

$$0 = -ax + b$$

$$x = b/a$$

したがって最大負荷は b/a で求められる。

エルゴメーターの負荷はトルクであるので，ゴニオメーターのドラムの半径 (0.1 m) で除することで牽引力が求められる。

パワーは力×速度であるので，パワー (p) は上記の1次式に負荷 (x) を乗ずることで求められる。

$$p = xy = x(-ax + b)$$

$$p = -a(x - b/2a)^2 + b^2/4a$$

つまり， $x - b/2a = 0$ の時に最大発揮パワーは $b^2/4a$ となる。

なお， a と b は，本研究で設定した4つの負荷とその際の回転速度の4点を用いた単回帰分析で求められる回帰式の傾きと切片とした。

本研究におけるクロール泳におけるパフォーマンスを示す変量とその定義は以下の通りである。

スイム泳速度 (m/s)：クロール泳における25m最大努力泳における10 - 20m区間の平均速度

スイム泳最大発揮パワー (watt)：クロール泳における推定式から得られたスイム最大発揮パワー

スイム泳最大牽引力 (N)：クロール泳における推定式から得られた速度ゼロ時における負荷

プル泳速度 (m/s)：プル泳における25m最大努力泳における10 - 20m区間の平均速度

プル泳最大発揮パワー (watt)：プル泳における推定式から得られたスイム最大発揮パワー

プル泳最大牽引力 (N)：プル泳における推定式から得られた速度ゼロ時における負荷

50mクロール泳記録 (s)：短水路競技大会における50m自由形のベスト記録

統計手法

全てのデータは平均値 ± 標準偏差で示した。算出した懸垂とクロール泳の各指標間の関係性を明らかにするためにピアソンの積率相関係数を求めた。統計処理には，統計解析ソフト (SPSS Statistics version 29.0.2.0,

IBM, アメリカ)を用いた。有意水準は $p < 0.05$ とした。

結果

表1に本研究において算出されたすべての変量の平均値と標準偏差を示した。

懸垂の変量とクロール泳の変量において、最大挙上距離とスイム泳最大牽引力の間に強い正の相関 ($r = 0.80, p = 0.03$) (図2)、平均挙上距離とスイム泳最大牽引力の間に強い正の相関が認められた ($r = 0.75, p = 0.05$) (図3)。最大挙上距離とスイム泳最大発揮パワーの間に強い正の相関 ($r = 0.73, p = 0.06$) が認められた (図4)。懸垂の変量とスイム泳速度の間に有意な相関は認められなかった。

懸垂の変量とプル泳の変量において、挙上回数とプル泳最大発揮パワーの間に中程度の正の相関 ($r = 0.68, p = 0.09$) が認められた (図5)。懸垂の変量とプル泳速度の間に有意な相関は認められなかった。

表1. 懸垂、クロール泳およびプル泳における算出された変量

	平均値±標準偏差 (N = 7)
挙上回数	15.86 ± 2.12
最大挙上距離 (cm)	61.84 ± 7.73
平均挙上距離 (cm)	59.33 ± 6.40
最大挙上速度 (m/s)	1.28 ± 0.23
平均挙上速度 (m/s)	1.20 ± 0.19
スイム泳速度 (m/s)	1.89 ± 0.03
スイム最大発揮パワー (watt)	61.54 ± 10.76
スイム最大牽引力 (N)	143.47 ± 19.59
プル泳速度 (m/s)	1.77 ± 0.11
プル最大発揮パワー (watt)	43.24 ± 7.35
プル最大牽引力 (N)	117.19 ± 7.34
50 mクロール泳記録 (s)	23.39 ± 0.58

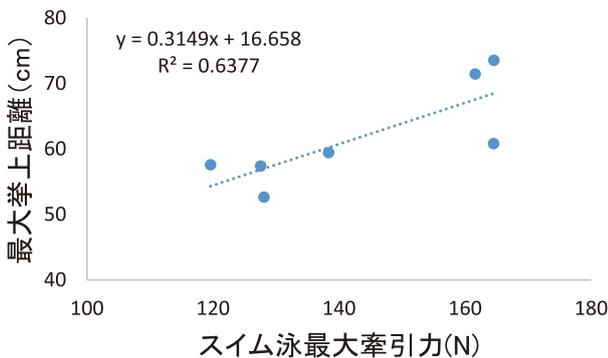


図2. 最大挙上距離とスイム泳最大牽引力の関係

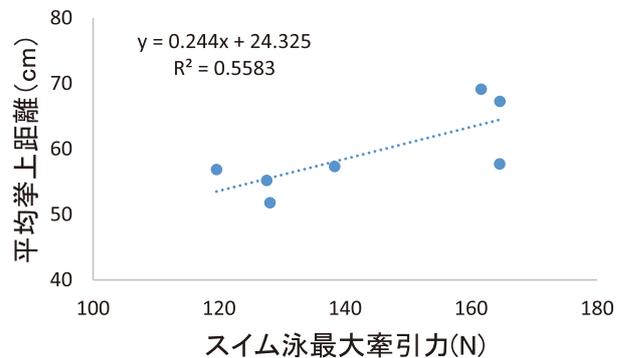


図3. 平均挙上距離とスイム泳最大牽引力の関係

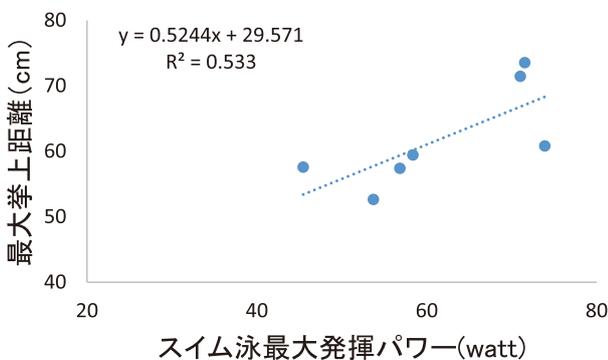


図4. 最大挙上距離とスイム泳最大発揮パワーの関係

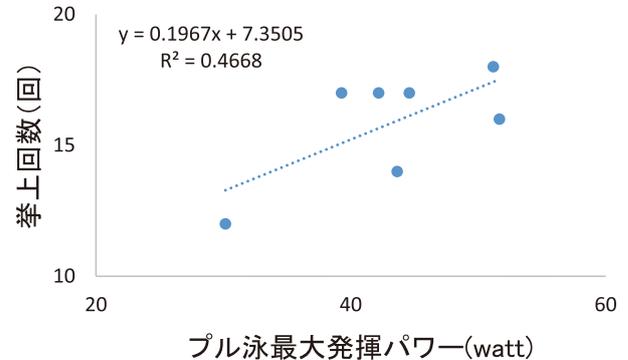


図5. 挙上回数とプル泳最大発揮パワーの関係

考察

本研究の目的は、競泳選手を対象に、懸垂のパフォーマンスとクロール泳のパフォーマンスとの関係を明らかにすることであった。その結果、懸垂の最大および平均挙上距離とクロールのスイム泳最大牽引力との間に強い正の相関が認められた。また、最大挙上距離とスイム泳最大発揮パワーおよび挙上回数とプル泳の最大発揮パワーとの間にも有意ではないが中程度の正の相関が認められた。これらのことから、挙上距離や挙上回数といった簡便に求められる懸垂の評価指標がクロール泳記録の重要な決定因子である最大牽引力と関連していることが明らかとなった。

スイム泳では、最大挙上距離が最大牽引力および最大発揮パワーと関係があった。この結果は、懸垂のパフォーマンスと泳記録との関係を示した先行研究²⁾³⁾を支持している。これらの先行研究と本研究の結果を総合すると、懸垂による上半身の筋力強化によって最大牽引力と最大発揮パワーが向上することで泳記録が短縮するというメカニズムが考えられる。

懸垂の評価において、挙上距離は特別な機器を要せずとも簡単に算出できるだけでなく、現場のコーチや選手にとって理解が容易な指標である。懸垂の挙上距離を大きくするためには、広背筋と上腕二頭筋の力発揮を高め、肩関節および肘関節を大きく屈曲させる動作が重要となる。そして、これらの筋群はクロール泳の力発揮において重要な役割を果たしている⁶⁾ことから、本研究では懸垂の挙上距離と最大牽引力および最大発揮パワーとの関連が認められたと考えられる。一方で、挙上速度との関係性が認められなかった点は、Pérez-Olea et al. (2018)の報告と相違している³⁾。Pérez-Olea et al. (2018)の研究では、最大挙上速度を評価する1回のみ懸垂と、疲労困憊に至るまでの懸垂をそれぞれ別で実施していた³⁾。本研究では疲労困憊に至るまでの懸垂における開始から3回目までの試技を分析対象としていたため、懸垂の実施方法がPérez-Olea et al. (2018)異なっていたことが、これらの差異の要因であると考えられる。

Pérez-Olea et al. (2018)とは異なり、本研究では懸垂パフォーマンスと泳速度との間に有意な相関が認められなかった。泳速度は、発揮された推進力から自己推進時抵抗を差し引いた結果として得られる指標である。そ

のため、本研究の対象者における自己推進時抵抗の差異によって、泳速度との相関が認められなかったと推測される。

最大挙上距離とスイム泳最大発揮パワーの間に有意ではないが強い相関が認められたことから、懸垂は特にパワー発揮を強化するトレーニングとしての特性が強いと考えられる。そのため、懸垂をトレーニングプログラムに組み込む際には、挙上回数を増やすことだけでなく挙上距離の向上を目指すことも重要であると言える。

プル泳においては、懸垂の挙上回数と最大発揮パワーに有意ではないが中程度の相関があることが明らかとなった。一方で、Pérez-Olea et al. (2018)は懸垂の挙上回数と泳記録の間に相関は認められなかったと報告している³⁾。懸垂の挙上回数は、発揮筋力だけでなく筋持久力も含んだ評価指標である。そのため、プル泳のパフォーマンスは関連筋群の最大筋出力だけでなく、一定の出力を繰り返し発揮する能力が重要である可能性が高い。プル泳は主に上肢を動かすためスイム泳よりも強い相関関係が得られると予想したが、そのような結果は得られなかった。スイム泳ではプル泳の貢献度が大きい一方で、クロール泳におけるキックは推進力の貢献よりも姿勢の安定に大きく寄与しているため⁷⁾、プル泳パワーの測定ではスイム泳のように十分な力発揮ができなかったことが原因であったと推測される。

本研究の限界として、懸垂パフォーマンスの評価において最大挙上速度と挙上回数を同一試技で測定した点が挙げられる。そのため、懸垂パフォーマンスと泳パフォーマンスの関係を詳細に明らかにすることができなかった。今後は、異なる条件下で測定を行い、検討することが重要であろう。また、強い相関や中程度の相関が認められたにもかかわらず有意水準に達しなかったことは対象者の人数7名と少なかったことが原因であると考えられるため、対象者数を増やした検討が必要である。

結論

本研究では、競泳選手を対象に、懸垂のパフォーマンスとクロール泳のパフォーマンスとの関係を検討した。その結果、懸垂の最大および平均挙上距離がクロール泳の最大牽引力と強い正の相関を示すことが明らかとなった。これらの結果から、懸垂がクロール泳における推進力向上に寄与する可能性が示された。

謝辞

本研究のデータ収集にご協力いただいた対象者の方々に厚く御礼を申し上げます。また、本研究の実施にご協力頂きました山中一寿（大阪体育大学卒業生）氏、山本勇斗（大阪経済大学卒業生）氏、および金井昭哉（大阪経済大学卒業生）氏に厚く御礼を申し上げます。

利益相反

本研究のすべての内容に対して利益相反はない。

引用文献

- 1) Keiner M, Wirth K, Fuhrmann S, Kunz M, Hartmann H (2021) The Influence of Upper- and Lower-Body Maximum Strength on Swim Block Start, Turn, and Overall Swim Performance in Sprint Swimming. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35: 2839-2845. doi: 10.1519/jsc.0000000000003229.
- 2) Pardo-Atarés C, Generelo E, Cirer-Sastre R, López-Laval I, Sitko S (2024) Effects of Pull-Up Training on 50-Meter Freestyle Swimming Performance: A Preliminary Analysis. *Cureus*, 16: e65397. doi: 10.7759/cureus.65397.
- 3) Pérez-Olea JI, Valenzuela PL, Aponte C, Izquierdo M (2018) Relationship Between Dryland Strength and Swimming Performance: Pull-Up Mechanics as a Predictor of Swimming Speed. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32: 1637-1642. doi: 10.1519/jsc.0000000000002037.
- 4) 阿江 通良, 湯 海鵬, 横井 孝志 (1992) 日本人アスリートの身体部分慣性特性の推定. *バイオメカニズム*, 11: 23-33. doi: 10.3951/biomechanisms.11.23.
- 5) Wakayoshi K, Akashi K, Fukui T, Stewart AM, Tachi M, et al. (2018) Measurement of tethered swimming force and power for Japanese national water polo players using an electromagnetic brake-type ergometer. *Biomechanics and Medicine in Swimming*, XIII, Impress R&D, Tokyo.
- 6) Piette G, Clarys JP (1979) Telemetric EMG of the front crawl movement. In: *Swimming III: Proceedings of the Third International Symposium of Biomechanics in Swimming* (Terauds J, Bedingfield EW, eds), University Park Press, Edmonton, Canada, pp: 153-159.
- 7) Yanai T (2001) What Causes the Body to Roll in Front-Crawl Swimming? *Journal of Applied Biomechanics*, 17: 28-42. doi: 10.1123/jab.17.1.28.

機械学習による位置認識システムと連携した自動追尾システムの開発

林 勇 樹*
追手門学院大学Design and Implementation of an Automatic Tracking System
Utilizing Machine Learning for Position RecognitionYuki HAYASHI
Otemon Gakuin University

Abstract

In recent years, the importance of video recording and motion analysis has been growing in various sports, including competitive swimming. However, the number of support staff able to attend international or major competitions is typically limited, forcing one individual to handle both camera operation and performance analysis in many cases. To address this constraint, we developed a system that integrates a machine learning-based athlete position recognition module with a motorized pan-tilt camera head. Our approach runs recognition and control processes on separate PCs, exchanging coordinate information in real time. By calibrating between the pool coordinate system and the camera coordinate system, and employing multiple predefined reference points, the system can operate reliably without program modifications—even when the camera is placed off-center relative to the pool. Field tests conducted at four different venues, both in Japan and overseas, confirmed that specifying a target lane alone is sufficient for long-duration tracking, requiring minimal manual intervention by analysis staff. Although future work on zoom control and multi-camera collaboration is anticipated, the results of this research demonstrate a fundamental technology that can reduce the labor needed for video recording and improve the efficiency of performance analysis.

キーワード：水泳競技，自動追尾撮影，位置認識，電動パン・チルト制御，スポーツ映像解析，カメラキャリブレーション

Keywords：Swimming, Automated tracking, Position recognition, Motorized pan-tilt control, Sports video analysis, Camera calibration

*責任著者：林 勇樹，追手門学院大学，yu-hayashi@otemon.ac.jp

Corresponding Author：Hayashi Yuki, Otemon Gakuin University, yu-hayashi@otemon.ac.jp

研究背景・目的

近年、競技スポーツにおける映像解析の重要性はますます高まっている。試合中の選手の動きやフォームを映像として記録し、それをもとにパフォーマンスを分析することで、戦術立案や個別指導の質を向上させることが期待できるからである。しかし、国際大会や国内の主要大会など、実際の試合会場に帯同できる分析担当者（アナリスト）の人数は限られている。国際大会においてはADカードの制約から、分析スタッフを1～2名程度しか派遣できないケースが多い。こうした少人数体制で試合に臨む際、アナリストには選手のレース撮影だけでなく、撮影した映像をもとにした分析・次のレースへの戦略検討など、多岐にわたる業務が求められる。しかし、実際の試合は午前に予選、午後決勝といった形でスケジュールが立て込んでおり、長時間にわたり撮影作業に専念しなければならない。撮影に人手を取られている間は、分析やデータ整理といった次の作業に着手することが難しく、結果的に分析作業の開始が遅れてしまう。

このような背景から、撮影作業の自動化がスポーツの現場で求められている。パン・チルト機構を備えたカメラ制御システムと、機械学習によるリアルタイムな選手位置認識AIとを連携させることで、撮影によって時間的に拘束されなくなれば、アナリストは他の業務（データ分析やフィードバック作業など）により多くの時間を割くことが可能となる。すでに、林ら（2023）が選手の位置情報を検出するAIシステムの開発を進めているが、こうした認識結果を実際にカメラシステムへ入力し、リアルタイムにパン・チルト角度を制御して映像を自動収録するシステムの構築は報告されていない¹⁾。

本論文では、これまで開発・検討してきた選手位置認識AIからの出力を特定のフォーマットで受け取り、その座標情報を用いてカメラの向き（パン・チルト角度）を自動制御するシステムの設計と運用事例について報告する。本システムは「プライマリシステム（選手位置認識システム）」と「セカンダリシステム（カメラ制御システム）」という形で機能（モジュール）を分割するもので、本研究ではプライマリシステムからの指示の送信と、それに基づくセカンダリシステムのコントロールを行う部分の開発を行う。実際の設計上どのような点に留意し、どんな課題が生じたのかを示すとともに、将来的にアナリストの少人数体制を補完するための有望な方法

としての可能性を検討する。

関連研究・事例

スポーツ競技における映像解析や自動追尾の研究は、近年バスケットボールやサッカーなどを中心に数多く報告されている。Okuma et al. (2013) は、自己学習 (Self-Learning) フレームワークを導入し、潜在SVM・変形可能部品モデルを用いて少量のラベル付きデータから自動的に追加ラベルを取得することで、スポーツ映像中の選手検出精度を20%以上向上させた²⁾。Arbués-Sangüesa et al. (2019) は、単一カメラ映像を対象に、深層学習による選手の姿勢（ポーズ）推定とVGG由来のセマンティック特徴を融合することで、バスケットボール選手の検出・追跡精度を向上させる手法を提案し、MOTAなどの指標に基づく評価結果を示している³⁾。このように、深層学習や機械学習を活用して、複雑な放送映像からプレイヤーを正確に抽出する技術の開発が行われている。また、Citraro et al. (2020) は、移動かつ未校正のカメラ映像から、フィールドラインおよび選手の位置情報を使ってカメラの外部パラメータ（姿勢や焦点距離）をリアルタイムで推定するアプローチを提案している⁴⁾。完全畳み込み型の深層学習アーキテクチャを用い、サッカー、バスケットボール、バレーボールなど複数のシーンに適用可能である点を示した。

一方、複数のセンサや視点を統合するアプローチとして、Guo et al. (2024) がLiDARと複数カメラを使ったプレイヤートラッキングおよび3次元ポーズ推定システムを構築し、その結果を元にVR/ARプラットフォーム上で試合をリアルタイムに可視化する手法を報告している⁵⁾。こうした高度なセンサ融合は、自動カメラ制御を含む新たな競技映像サービスの可能性を示す事例といえる。また、複数視点からの自動追尾という観点では、高橋ら（2014）がサッカーボールを機械学習で検出し、実空間上に投影することで高精度なボール追跡を行う方法を示している⁶⁾。今井ら（2018）や劉ら（2022）は、それぞれサッカーやバスケットボールにおけるプレー認識やファウル検出の自動化を試みており、選手およびボールの位置情報を多様な機械学習手法と組み合わせることで、イベント解析の自動化が可能であることを示した^{7,8)}。渡辺（2018）や清水ら（2019）は、スポーツ領域へのAI応用が進んでいる背景を概観し、トラッキング技術の高度化や自動映像収録に向けた研究開発動向が

今後ますます重要となると指摘している^{9,10)}。

こうした先行研究の多くは、認識（検出・追跡）部分と撮影制御部分を一体化したシステムとして扱う例が多い。しかし水泳のように、水面の反射環境が会場ごとに異なり、一時的に選手が潜水してオクルージョンが発生するケースが頻繁に起こる競技では、認識アルゴリズムの細かな調整が必要となる可能性が高い。本研究では、認識システムと制御システムを分離し、座標情報を最小限の形式でやりとりする設計を採ることで、認識部分を改良しても制御システム自体はほとんど変更せずに済む構成を目指している。また、Citraro et al. (2020) のようにカメラ姿勢を都度リアルタイム推定する手法もあるが、本研究ではプール座標とカメラ座標の対応付けを事前のキャリブレーション処理によって辞書化し、短時間の現地作業だけで容易に座標変換が適用できるワークフローを構築する⁴⁾。こうした方針は、競技会場ごとに照明条件や撮影位置が大きく変わる水泳競技の現場運用において、システムのセットアップ負荷を抑えられるという利点がある。

システム設計

本研究で構築したシステムは、大きく分けて「AI ベースの選手位置認識モジュール」と「カメラ制御モジュール」の2つに分割される。まず、位置認識のためのAIは林ら（2023）の先行研究で開発された学習モデルを用い、映像中の選手がプール上のどの位置にいるかをリアルタイムで検出する¹⁾。この位置認識モジュールは独立したPC上で稼働し、そこで推定された座標情報をローカルネットワーク経由でカメラ制御用PCへ送信する。カメラ制御用PCは、受け取った座標情報をもとにモーター付きの雲台（パン・チルト機構）に指令を出し、撮

影対象にカメラを向け続ける仕組みを担っている。こうした二層構成を採用する理由は、認識側と制御側を切り離すことで、それぞれを最適化しやすくする点にある。たとえば、位置認識モジュールは水面反射や多数のスイマーの混在といった環境要因に合わせて学習モデルを改良したり、推論パラメータを微調整したりといった実装変更を行うことが多い。一方、カメラ制御側はハードウェアの特性や動作速度を考慮しつつ、座標→パン・チルト角度への変換ロジックを安定化させる必要がある。両者を同一のプログラムにまとめてしまうと、どちらか一方に変更が加わるたびに全体を修正しなければならないケースが生じやすい。そこで、最小限の通信プロトコル（「いまどこを撮影したいか」という座標データと、「現在雲台が向いているパン・チルト角度」の情報）に絞って連携させることで、開発・運用上の柔軟性を確保している。

本システムの運用において、**図1**のように事前のキャリブレーションによって「プール（または撮影フィールド）の座標系」と「カメラのパン・チルト角度」を対応付けたキャリブレーションデータを作成することが必須となる。具体的には、プールの四隅と、各レーンの中央部、プール内の中心部分など、目印となる座標を特定（**図1左**）し、そのポイントが中心となる位置に合わせてカメラ制御用PC側でパン・チルトの値を校正（**図1右**）する。これにより、認識モジュールが“プール座標”を出力する仕様はそのままに、カメラ制御用PCでその値を正しく変換して「どう動けば目的通り撮影できるか」を計算できるようになる。こうした座標系の対応付けを一度行ってしまえば、大会中を通じて同じセットアップのまま運用することが可能となる。実際の試合では、午前の予選から午後の決勝に至るまで長時間

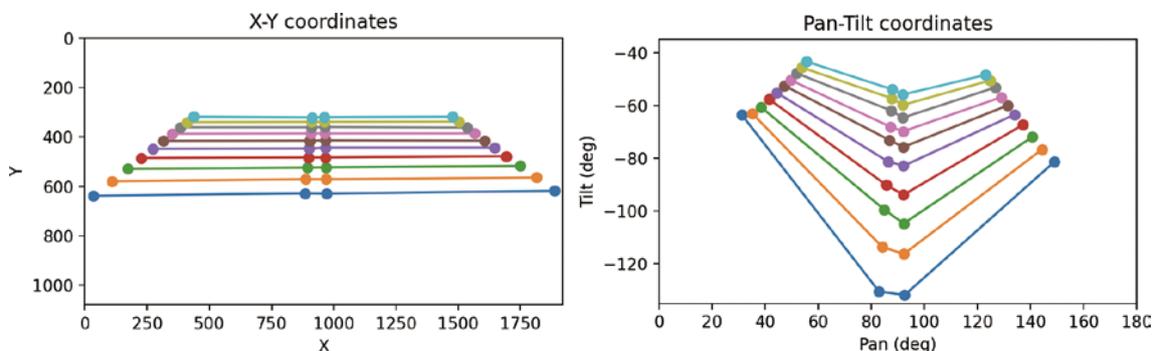


図1：カメラ座標系とパン・チルト角度の対応イメージ

にわたって撮影を行う場面が多い。本システムを使用すると、あらかじめ追尾したいレーンを指定しておくだけで、認識モジュールと制御モジュールの連携により、カメラが自動的にパン・チルトを調整し続ける。アナリストはカメラ操作に人手をかけずに済むため、その分の時間を映像の分析や次レースの作戦立案に充てられる。以上のように「AIによる位置推定」「パン・チルト制御」「両者をつなぐ座標変換とネットワーク通信」を柱とすることで、シンプルかつ拡張性の高い自動撮影システムを構成している。

実装の詳細

本研究で開発したシステムは、図2のようにAIによる認識システムとカメラ・雲台側の制御プログラムとを別々のPCで動作させる二層構成を採用しており、両者の間をTCPソケット通信によって連携させている。

ハードウェアはGPUを搭載したPCを認識側に用い、YOLOベースのモデルを用いて、図3のように競泳選手の位置と移動軌跡を推定する。一方、カメラ制御側のPCはEdelkrone Head PLUS v2に対するAPIコマンドを発行し、パンおよびチルト角度をリアルタイムに操作する役割を担う。以下では、実際に使用したプログラムのうち、認識側プログラムと制御側プログラムを中心に、それぞれの実装上の特徴や通信の手順について順を追って述べる。

選手認識側（プライマリシステム）プログラム

本プログラムでは、筆者が先行研究で訓練・開発した重み学習済みモデルを用いて水泳競技の映像から選手を検出し、リアルタイムに追跡する。プログラム冒頭では、リスト1のようにセカンダリシステム側とのソケット接続を確立する。

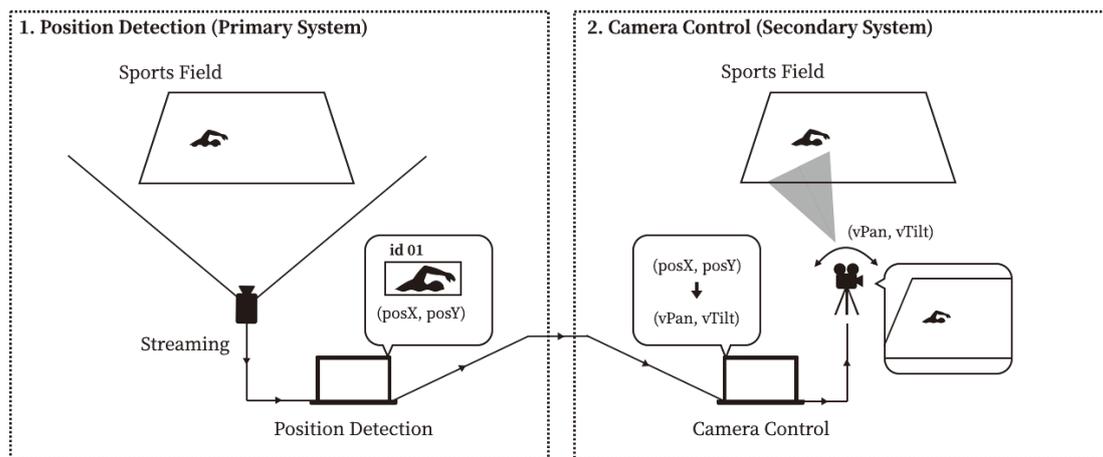


図2：プライマリ・セカンダリシステム連携の模式図



図3：認識システムによる泳者位置と軌跡同定の様子

リスト1：プライマリシステムとセカンダリシステムとの通信

```
def start_server():
    server_socket = socket.socket(socket.AF_INET,
    socket.SOCK_STREAM)
    server_socket.connect((client_ip, client_port))
    print(f"Connected to client {client_ip}:{client_
    port}")
    ... (中略) ...
    return server_socket, receive_thread
```

`start_server()` 関数内では、セカンダリシステム側の IP アドレスおよびポート番号を指定し、認識側 PC が制御側 PC に対して TCP クライアントとしての役割を果たす。さらに別スレッドとして制御 PC からの指令を受け取るようにする。制御 PC は撮影画角のリセットや追尾レーン番号の変更を任意のメッセージを介して伝えてくるため、対応するトリガーが来れば追尾状態を初期化するなどの操作を行う。

また、選手位置の推論と追跡は、リスト2のように行われる。

リスト2：カスタムトラッカーアルゴリズムを指定した YOLO の認識

```
model.track(frame, persist=True, classes=[1],
    tracker="custom_botsort.yaml")
```

本システムでは、YOLO モデルに BoT-SORT をベースにしたトラッキングアルゴリズムを組み込んでおり、映像フレームごとに各選手の位置と ID を持続的に割り当てる。事前に学習した検出のクラス ID のうち、[0] が泳者頭部、[1] が泳者全体に相当するため、運用においてはクラス 1 に限定した検出を行う。検出された位置情報をもとに、「どのレーンの泳者であるか」を判定する過程(図4)では、事前に読み込んだ座標変換行列を利用してレーン領域を逆透視変換し、映像上(図5)での多角形を求める。フレームごとに選手がどの領域に含まれるかを調べ、対象レーンに入っているオブジェクトを「現在の追尾 ID」として更新する。

また、オクルージョンの発生により、一定期間ターゲットを見失った場合、2通りの現象が想定される。1つ目はターゲットが一時的に隠れている場合であり、トラッキングアルゴリズムにより同じ ID で再度認識される可能性がある。もうひとつはトラッキングアルゴリズム上で同じ ID だと同定されなかった場合で、この場合は同じ ID で再度認識される可能性はない。そのような制約から脱するため、一定フレーム数連続で選手を検知できなかった場合に再検索へ移行するためのしきい値を導入した。最終的に認識された選手のカメラ座標系における (x,y) 座標は、JSON 形式にシリアルライズし、リスト3のように制御 PC へ送信される。

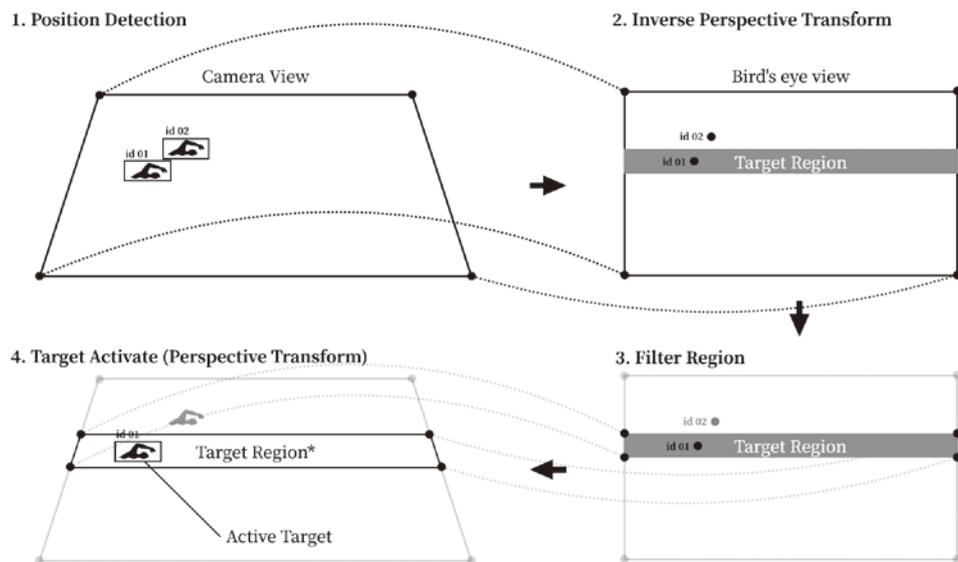


図4：座標変換行列によるターゲット選定の流れ



図5：実際の映像におけるターゲット領域の選定

リスト3：制御PCへの認識位置データの送信プログラム

```
pos_data = {
    'pos': (int(x+margin), int(y+margin)),
    'lane': currenttracklane
}
msg = json.dumps(pos_data)
server_socket.sendall(msg.encode())
```

カメラ制御側（セカンダリシステム）プログラム

カメラ制御側のスクリプトは、認識結果を受信しながら Edelkrone Head PLUS v2 のパン・チルト角を制御する役割を担う。本研究で用いた機器は Edelkrone 社が定義する API ドキュメントによってネットワーク経由でパン・チルト角度のコントロールが可能である。パン・チルト角度のコントロールは、REST API により回転方向と -1 ~ 1 の規格化角速度を与えることで実現する。目的のパン・チルト角度を設定するコントロールも可能であるが、時々刻々と変化する選手位置を追従するためには、常時機器に対して移動指示を速度パラメータで渡し続ける必要がある。

セカンダリシステム側が待受状態に入り、サーバ（認識側プログラム）から送られてくる座標情報を解析する。上述の JSON 形式の文字列を読み込んだうえで目的位置を格納するグローバル変数に座標が保管され、適宜更新される。Head PLUS v2 への制御コマンドは、本プログラムがローカルホストに対して REST API リクエストを送る形で実装する。指定したパン・チルト角速度（角度ではなく角速度である点に注意）を POST リクエストとして送信し、電動雲台のヘッド部分が動く構

造になっている。なお、現在のパン・チルト角度を知るために Head PLUS v2 からのレスポンスを待機する必要がある。この制御ループは main () 関数の中で一定周期 (0.1 秒ごと) に実行されており、リスト4のように目標角と現在角との偏差に基づく移動角速度を算出している。

リスト4：目標角と現在の角度との偏差から次の速度を決定するコード

```
while True:
    status = get_device_status()
    current_pan = status['data']['readings']
    ['headPan']
    current_tilt = status['data']['readings']
    ['headTilt']
    aim_pan, aim_tilt = xy_to_pan_tilt(aim_x,
    aim_y)
    pan_speed = tendclamp(aim_pan - current_
    pan)
    tilt_speed = clamp((aim_tilt - current_tilt) / 5,
    -1, 1)
    move_to_position(-pan_speed, tilt_speed)
```

ここでリスト4中の xy_to_pan_tilt () という座標変換関数は、事前に定義された辞書型から「レーン番号とプール幅に応じた (x,y) 座標とパン・チルト角度の対応」を計算する関数である。

この座標変換において注意すべき点として、図6に示す回転角の差が挙げられる。フィールドを直進するターゲットを中央付近から撮影するケースでは、フィールドの左右端に選手がいる場合の距離と、フィールドの中央付近に選手がいる場合では距離が異なるため、選手の移動する画素数に対応するパン角度は非線形な値を設

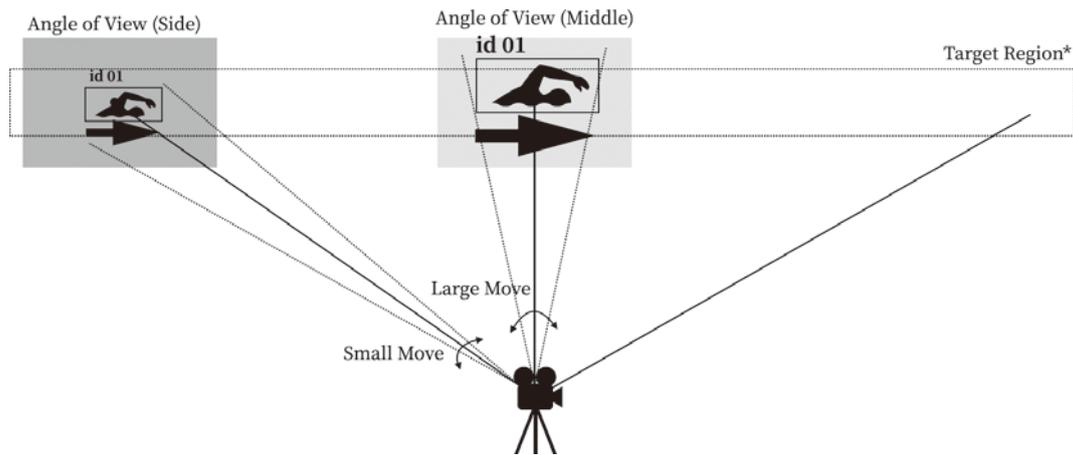


図6：フィールド左右端と中央部分での撮影対象選手までの距離差による回転角の違い

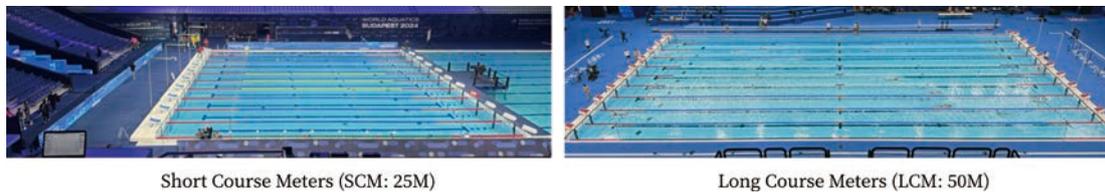


図7：会場毎に異なるフィールドサイズや撮影位置の中央からのずれ

定する必要がある。これにより、人間が撮影するような滑らかな移動が実現される。本プログラム内では、カメラの物理可動域を制限しており、実際に計算した目標角がこの範囲を逸脱しそうな場合はクリップ処理を行い、安全を確保している。さらに、現場の状況に応じて「別のレーンの選手の追尾に切り替えたい」「撮影開始地点を逆側の端点に変更したい」といった画角リセット操作も必要になるため、適宜キーボードからの入力を監視し、それに応じて目標座標を強制的に更新するようにした。

キャリブレーションおよび運用のポイント

本システムを運用するうえでは、まず撮影会場ごとに「プール外形・レーンごとに対応するパン・チルト角度」を定量化した辞書データ（キャリブレーション）を作成する作業が必要となる。コード中では **Left, Middle, Ghost-Middle, Right** の4つのキーポイントで各レーン番号に対応する値を連想配列として持たせている。この設計により、競技会場のレイアウトやカメラの設置位置が異なる場合（図7）でも、キャリブレーションファイルを差し替えるだけでシステムを再利用できるよう設計

した。

小括

認識プログラム（プライマリシステム）と制御プログラム（セカンダリシステム）を分割したうえで、TCPを介した座標データ送受信によって連携する本研究の実装は、比較的シンプルな構成を維持しつつ、柔軟性を高めるといった狙いがある。認識モデルの更新や学習パラメータの変更が発生しても、制御側のパラメータを大きく修正する必要はなく、逆に雲台やカメラを別のメーカー製品に切り替える場合でも、通信インターフェースさえ保てば認識側の実装を流用できる。この汎用性は、本システムを運用環境に適合させやすくしている利点である。

実運用事例と課題

本研究で開発した雲台コントロールシステムは、国外2箇所・国内2箇所の計4つの異なる環境で試験的に運用され、それぞれで安定した撮影を行うことができた。いずれの場合も、撮影ポジションやプール長が同一ではなかったが、既述のフィールド辞書（キャリブレーション）

ションデータ)を作成するだけで、基本的なシステム構成を変えることなく対応できた。実際に運用してみた際に特に有効だったのは、カメラを設置してシステムを起動してしまえば、操作者が行う作業は「どのレーンを撮影ターゲットにするか」を指定するだけで済むことである。たとえば競泳の場合、レースでは1つのレーンに1人しか入らないため、「特定のレーンにいる選手」を認識して、そこにカメラを向け続けるだけで自動追尾撮影が成立する。ボール競技のように対象物が高速で移動するスポーツでは、カメラがどの程度スピードについていけるのか、あるいはプレイのどの部分を撮影対象とするのかといった別の設計課題が出てくるかもしれないが、本研究が対象とした競泳種目においては、そうした問題は起きず、運用時には撮影の自動化が非常に円滑に機能した。

また、実運用の中での注意点は、撮影位置の制約が会場ごとに異なるため、常にプールの「ほぼ中央」から撮影できるとは限らないという事実である。国際大会のように複数国のアナリストが一箇所で撮影・分析を行う環

境(図8)では、会場設計上の理由で観客席や壁に遮られ、カメラを正面中央に置けない場合も多い。このとき、水平方向(パン)の左右両端が会場によって偏ってしまう場合がある。本研究では、図9のようにカメラが正面を向いた状態を“仮の中心”として扱うために、フィールド左右端と中央を示す **Left, Middle, Right** というキャリブレーションポイントに加えて、**Ghost-Middle** という新たな基準点を追加する実装を行った。これは、実際のプール中央(理想的な長軸方向のセンター)とは異なる「カメラが実際に真つすぐ向いたときの位置」を別の参照点として扱うことで、左右のパン角やチルト角を合わせこむ制御をよりスムーズに行う手法である。例えば、本来のプール中央に合わせるだけだと、カメラ軌道が左右対称になってしまい目的の映像が撮影できなかったが、ゴーストミドルを設定することでカメラが見かけ上の正面を軸に動くようになり、キャリブレーションデータの修正のみで適切にフィールドをカバーした撮影ができた。

このように、あらかじめ定義した複数のキャリブレーション

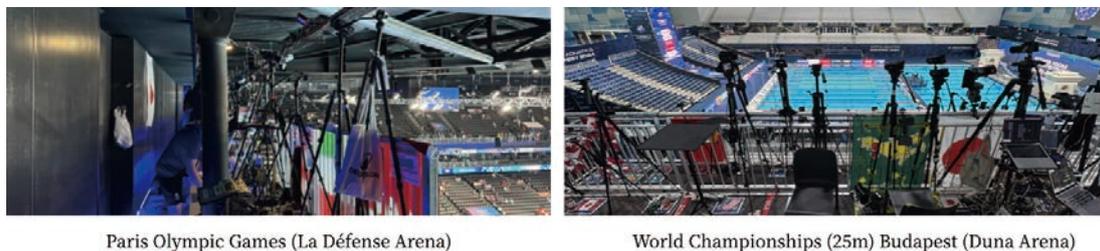


図8：会場ごとの撮影可能場所の配置の違い

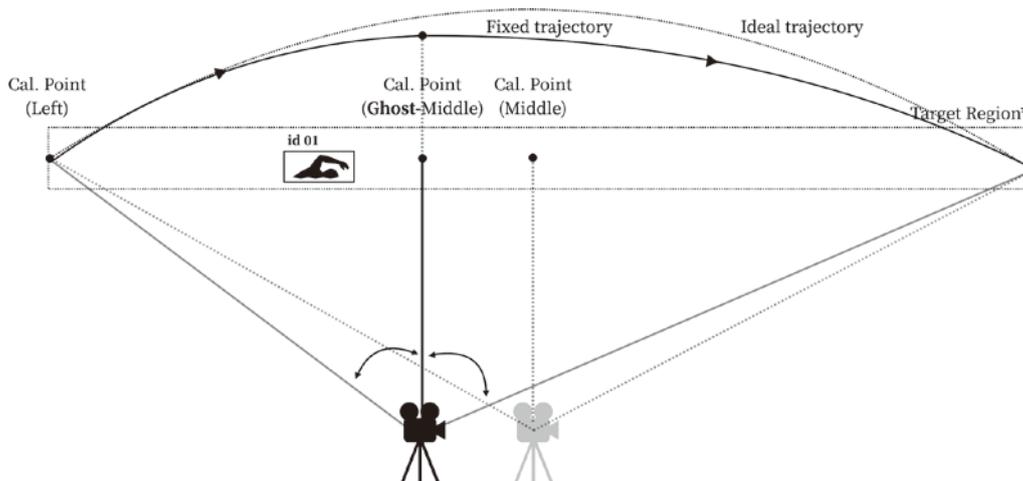


図9：撮影場所がフィールド中央部からずれてしまう場合の模式図

ションポイントを環境に応じて設定する構成は、国外・国内のさまざまな撮影環境に対応するうえで非常に役立つ。撮影者は会場の配置によって補正作業が必要になるものの、基本的には手順に沿ってプール上の目標地点とその際のカメラコントロールパラメータ（パン・チルト角）をデータ化するだけで雲台の自動制御を実現できるため、運用の手間や学習コストを最小限に抑えられる。設定が終わると、人手をほとんどかけずに長時間追尾を維持できることから、実際の競技会場での撮影省力化に大きく貢献できるシステムであると感じられた。

考察

本研究で開発したシステムは、機械学習による位置推定結果をパン・チルト制御に反映することで、水泳競技における自動撮影を実現しているが、ここで扱っていない大きな要素として「ズーム制御」がある。今回の実装では、あえてズームの操作を加えず、常に同じ画角・焦点距離で撮影する構成を採用した。これは水平方向（パン）および若干の垂直方向（チルト）を中心とした動きがほとんどで、近距離で撮影するような大きなズーム操作を行わなくとも十分に映像が取得できる前提のシステム設計としたためである。実際、国内外の複数会場でテストを行った結果、1レースに同時に複数選手が泳いでいても、先頭集団を捉える程度の比較的広い画角であれば撮り逃しのリスクは大きくなかった。

しかし、今後より汎用的なスポーツ自動撮影システムを目指す場合や、複数台のカメラを連携させて「特定レーンのみを詳細に追う」「トップと後続集団を別々に収録する」といった運用を行う際には、ズーム制御を含むシステム拡張が求められる。特に、あるカメラが極端にズームインして対象を捉えようとする場合、単にパンとチルトを合わせるだけではターゲットがフレーム外に出てしまう可能性が高まる。そこで、映像から実際に選手が十分な大きさで映っているかどうかを再確認し、必要に応じてズームレベルや画角を自動調整するフィードバック制御を行うことが理想的である。この機能を実装するには、現在の映像を再度解析し、「ターゲットのバウンディングボックスが画面中央付近かつ適切なサイズで映っているか」といった評価を行う仕組みが必要となる。こうした設計は開発コストが高くなるうえ、撮影の場面により連続的な再推定が求められるため、さらなる研究課題として残されている。

また、本システムが実際に撮影した映像データに対し、どこまで高精度な動作解析が可能になるかという点も今後を検討するうえで重要なポイントである。単にフィールド全体を俯瞰で収録しているだけ（図2左 プライマリシステム）では、各選手のフォームや詳細な身体動作を定量的に評価するには解像度不足となりがちだが、本研究の自動追尾によってより近い位置からの映像を取得できるのであれば、ストローク解析やターン動作の評価といった高度な解析を行うための基礎データとして活用できる可能性が高まる。ズームを使わずとも、選手に追従するカメラワーク自体が解像度向上の一助になるからである。

本研究で取り組んだ「パン・チルト制御+選手位置のAI推定」という枠組みは実運用ベースでは十分な成果を示したものの、ズーム制御や映像へのフィードバック制御など、機能を拡張するうえでの技術的課題が残されている。その一方で、シンプルな設計を心がけたことによる、現場での運用負荷の軽いシステムが開発できたことは本研究の大きな収穫である。前述のように、本システムは認識（プライマリシステム）と制御（セカンダリシステム）を分けて設計実装しているため、映像解析システムとの組み合わせによって、その他のスポーツ競技へと横展開を図ることが期待できると考えられる。

まとめ

本研究では、水泳競技における選手位置認識AIと電動雲台（パン・チルト）の制御システムを独立したモジュールとして構築し、それらをリアルタイムに連携させる方法を提案した。認識モジュールと制御モジュールを切り分け、プール座標系とカメラ座標系の対応付けをキャリブレーションによって事前に確立する設計としたことで、撮影環境（国内外の施設やレーン配置など）が変わっても、システム全体を大きく作り替えることなく運用することが可能となった。実際に複数の会場で試験を行ったところ、異なる撮影位置でも、事前設定を行うだけでスムーズに対象レーンや選手を追尾し続けられることが確認でき、分析スタッフの負担を大幅に削減できる点が明らかとなった。

本研究の独自性は、単一カメラでの選手位置認識をリアルタイムに行いながら、パン・チルト制御側への最小限のデータ送信のみでコントロールを実現する仕組みにある。この構成は認識モデルの更新や雲台等ハードウエ

ア変更に対して柔軟性が高く、追加のモデルや機材を組み合わせる余地を残している。また Ghost-Middle を含む複数の基準点を補完的に用いる座標変換手法により、撮影場所がプールの中央から大きくずれている場合でも選手を追従できた。

一方で、本研究ではズーム制御や映像内容の再評価といった高度なフィードバックは扱っておらず、追尾対象がフレーム内にどの程度大きく映るかなどの細部は今後の課題として残る。本研究のシステムをベースに複数台連携やズーム導入を進めれば、選手に合わせた適切なズームを動的に設定するなど、より汎用的な自動撮影の実現が十分に期待できる。本研究が示した運用上の拡張性は、水泳競技のみならず他種目への展開にも有用であり、今後のスポーツ映像解析や競技支援システム開発に寄与すると考えられる。

謝辞

本研究は、追手門学院大学スポーツ研究センターによる機材貸与と、公益財団法人ヤマハ発動機スポーツ振興財団（スポーツチャレンジ研究助成（基本）16期（2022）/18期（2024））からの助成金の支援を受けて実施したものである。

利益相反

本研究において申告すべき利益相反は存在しない。

参考・引用文献

- 1) 林勇樹, 仲井志文, 今井元太, 松井健 (2023) 機械学習を用いた競泳レース分析システムの開発. *日本水泳・水中運動学会 2023 年次大会論文集*, 76-81.
- 2) Okuma, K., Lowe, D. G., Little, J. J (2013) Self-learning for player localization in sports video. *arXiv preprint arXiv:1307.7198*.
- 3) Arbués-Sangüesa, A., Ballester, C., Haro, G (2019) Single-camera basketball tracker through pose and semantic feature fusion. *arXiv preprint arXiv:1906.02042*.
- 4) Citraro, L., Márquez-Neila, P., Savare, S., Jayaram, V., Dubout, C., et al. (2020). Real-time camera pose estimation for sports fields. *Machine Vision and Applications*, 31 (3), 16.
- 5) Guo, W., Pan, Z., Xi, Z., Tuerxun, A., Feng, et al.

(2024) Sports Analysis and VR Viewing System Based on Player Tracking and Pose Estimation with Multimodal and Multiview Sensors. *arXiv preprint arXiv:2405.01112*.

- 6) 高橋正樹, 中村俊之, 三科智之 (2014) 機械学習を利用した複数視点映像からのサッカーボール追跡. *一般社団法人 映像情報メディア学会 映像情報メディア学会技術報告 38.51*, pp. 5-8.
- 7) 今井友揮, 内山彰, 馬込卓弥, 東野輝夫 (2018) サッカートラッキングデータを用いた機械学習に基づくプレー認識手法の提案. *研究報告ユビキタスコンピューティングシステム*, 2018 (47), 1-8.
- 8) 劉靖, 北濱幹士, 山田光穂, 星野祐子 (2022) バスケットボールファウルデータセットとモデル認識. *第20回日本データベース学会年次大会*, 144-18.
- 9) 渡辺裕 (2018) スポーツ情報処理の研究開発動向. *映像情報メディア学会誌*, 72 (6), 905-908.
- 10) 清水千弘, 清田陽司 (2019) エディトリアル: 特集「スポーツ競技と AI」. *人工知能*, 34 (4), 492-496.

【追手門学院大学スポーツ研究センター紀要編集に関する内規】

(目的)

第1条 追手門学院大学スポーツ研究センター紀要（以下「紀要」という）は、追手門学院大学スポーツ研究センターにおける活動成果の発表を主な目的として、これを刊行する。

(編集等の機関)

第2条 紀要の企画、原稿の募集および編集は、スポーツ研究センター紀要編集委員会（以下「委員会」という）が行い、発行はスポーツ研究センターが行う。

2. 編集委員（若干名）は、センター会議で選出し、編集委員長はセンター長が兼務する。

(執筆者の資格)

第3条 執筆の資格を有する者は次の各号に掲げる者とし、執筆は公募とする。

- (1) スポーツ研究センター所員
- (2) スポーツ研究センター研究員および客員研究員
- (3) センター会議にて推薦または承認を得た者

(原稿の要件)

第4条 紀要に執筆する原稿の要件は、次の各号のとおりとする。

- (1) 他誌に未掲載の原稿であること。
- (2) 完成原稿であること。
- (3) 原稿の種類は次のいずれかに該当するものであること。
 - ①論文
 - ②研究ノート
 - ③資料
 - ④書評
 - ⑤その他、紀要編集上必要と認められるもので、センター会議にて承認を得た原稿
- (4) 投稿原稿は、題目提出の時点で、同一言語、同一内容のものが他誌で公表されてはならない。その後、他誌で掲載されることが決定した場合には、速やかに原稿を取り下げること。なお、本紀要刊行ののちに、書籍などに再掲することは妨げない。ただし再掲の場合は、必ず初出を明示すること。

(原稿の採択)

第5条 委員会は、執筆原稿の掲載についての判断を行う。

2. 委員会で指名された担当者が原稿を査読し、第4条の原稿要件に関する確認、ならびに修正等の措置が適切に行われた原稿を採択する。

(紀要の発行)

第6条 紀要は、各年度1回発行することとし、各年度の原稿募集・執筆期限・発行日等は委員会が決定し、公表する。

2. 原則として紙媒体の冊子による発行を行わず、追手門学院大学機関リポジトリ、大学研究所ホームページならびに CiNii（国立情報学研究所論文情報ナビゲーター）への掲載（公開）のみとする。

(原稿の形式)

第7条 紀要に投稿する原稿の形式は、委員会が定める「スポーツ研究センター紀要執筆要領」によるものとする。

(校正)

第8条 校正は著者校正とし、校正期限を遵守し、校正時に大幅な訂正を行わないこととする。

2. 執筆者が前項の規定に反した場合、第5条の規程を準用する。

(抜刷)

第9条 抜刷の費用は申込者の負担とし、具体的な申込部数と価格は、別途定める。

(著作権)

第10条 紀要のすべての掲載物の著作権は、追手門学院大学スポーツ研究センターに帰属するものとする。

(改廃)

第11条 この内規の改廃は、委員会の議を経て、センター会議で行う。

附則

この内規は、2015年10月1日から施行する。

この内規は、2016年10月1日から施行する。

この内規は、2017年10月1日から施行する。

2024年度 追手門学院大学スポーツ研究センター所員・研究員

センター長	辰本 頼弘 (社会学部 教授)
所 員	巽 樹理 (共通教育機構 准教授) ※センター長代理
	植松 梓 (社会学部 准教授)
	千葉 英史 (共通教育機構 准教授)
	林 勇樹 (社会学部 講師)
	馬込 卓弥 (社会学部 教授)
研 究 員	松井 健 (社会学部 教授)
	佐藤 哲史 (株式会社 Sports Multiply 代表取締役)
	高島 孝之 (医療法人高島整形外科 院長)
	山口 徹 (八王子スポーツ整形外科 医長)
	吉田 良治 (追手門学院大学 客員教授)

追手門学院大学スポーツ研究センター紀要 第10号

2025年3月発行

発 行 追手門学院大学スポーツ研究センター

〒567-8620 大阪府茨木市太田東芝町1番1号

☎072-665-9217 (研究所・センター窓口)

印 刷 協和印刷株式会社

〒615-0052 京都市右京区西院清水町13

☎075-312-4010 FAX 075-312-4011
