

野球素振りにおける仮想環境を用いた打者のイメージづくりと 2次元画像を用いた視覚フィードバックによる正確性向上の検証

内山元晴^{†1} Zou Liyuan^{†1} 樋口貴俊^{†2} Roberto Lopez-Gulliver^{†1}
松村耕平^{†1} 野間春生^{†1} 伊坂忠夫^{†1}

概要: 野球の打撃練習法で広く知られている「素振り」では、投手の動作や投球をイメージしてスイングすることが重要である。しかし、正確なイメージをすることは困難である。また、素振りでは打球や打感などによるフィードバックを得ることができないので、イメージした投球にあった素振りが行えているかは練習者には分からない。そこで、仮想環境を利用して投手や投球の様子を複数回練習者に提示することでイメージを強化させる。その後行うスイング位置を2次元画像で提示する手法を提案する。本稿では、野球未熟練者を対象に2次元画像の提示により、イメージした投球のコースに正確にスイングできたかの検証を行なった。その結果、2次元画像の提示により、スイングの正確性が向上する傾向がみられた。

1. はじめに

野球の打撃能力に求められるものに、投球の位置に合わせバットを正確な位置でスイングする「空間的正確性」と、投球の到達時間を予測し適切なタイミングでスイングする「時間的正確性」がある[1]。野球練習者は上記の正確性を上げるため、フリーバッティングやティーバッティング、素振りなどの打撃練習を行う。フリーバッティングやティーバッティングでは、練習者は実際に投球や静止しているボールを打つので、打球方向や打感のフィードバックを得ることができ、打撃能力を向上させる効果的な練習が行える。しかし、これらの練習には練習相手や道具が必要であり、個人練習には不向きである。一方素振りは、バットさえあれば行える簡易的な練習法であり、多くの野球選手に個人練習で用いられている。しかしながら、素振りの正しい練習方法が周知されているわけではなく、やみくもに回数だけをこなす練習を行なっている選手もいる。

素振りは、一振りごとに実際の投手の動きから投球までをイメージし、それに合わせてスイングすることが重要である[2]。従って、素振りには以下の二つの課題がある。まず一つめの課題は、練習者が投手の動きや投球を正確にイメージすることが難しいという点である。練習者のイメージは過去の経験や記憶、想像する力に依存すると考えられるので、試合経験の少ない選手などはうまくイメージができない恐れがある。次に二つめの課題は、素振りは実際の打撃とは異なり、打感や打球の方向などのフィードバックが得られない点である。一人で素振りを行う場合、狙った位置でスイングできたのかに関する空間的正確性と、適切なタイミングでスイングできたかに関する時間的正確性の評価を練習者自身で行うことは難しい[3]。

そこで我々は、素振りを行う前に Head Mount Display(以下、HMD)を用いて練習者に対し仮想環境上で投手の動きや投球を提示し練習者のイメージを強化する手法を提案する。これによって一つめの課題である、投手の動きや投球を正確にイメージすることが難しいという点を解決する。この HMD と仮想環境を用いるスポーツトレーニングシステムはすでに開発されている[4]。しかし、HMD を装着したままの運動は練習者のパフォーマンスに支障をきたす。そこで、イメージ強化するときのみ HMD を用いて、素振りを行う時には外し、練習者のパフォーマンスに影響を及ぼさないようにする。また、我々はこの仮想環境上でイメージを強化することに加え、HMD を外してから素振りを行なった直後にスイング位置やスイングしたタイミングの情報提示を与えることで、二つめの課題である打感や打球の方向などのフィードバックが得られない点を解決する。これらの提案により練習者は、打席に立った時のイメージを強化でき、イメージに対して行なったスイングの結果を得ることができる。この提案する素振りを繰り返すことで、二つの正確性が向上し、打撃能力の向上に効果的な練習になることを目指す。

本稿では、野球未熟練者を対象に空間的正確性のみを向上させる練習法に着目した。はじめに、HMD を用いて練習者に仮想環境上で投手の動きと投球を確認させイメージを強化させる。次に、HMD を外し実空間で投球をイメージしスイングしてもらう。スイング直後にバットとボールの位置関係を示す2次元画像で情報提示を与える。この情報提示を与えることで、練習者は思った通りのスイングができていたかどうかを確認することができる。提案するシステムを用いて練習を行うことで、即時的にイメージした投球の位置に合わせて正確にスイングする空間的正確性の向上

^{†1} 立命館大学

^{†2} 福岡工業大学

に有効であるかを検証する。

2. 提案手法

2.1 構築した仮想野球場

素振りでは、一振りごとに実際の投手の動きから投球までをイメージし、それに合わせてスイングすることが重要である。しかし、練習者のイメージは過去の経験や記憶、想像する力に依存することが考えられ、試合経験の少ない選手などはうまくイメージを行うことは難しい。そこで仮想環境上に野球場を再現した。練習者は HMD を装着することで、図 1 に示す仮想環境で打席に立った打者の視点から投手の動き、投球を見ることができる[5]。この仮想環境上では、球種・球速・コースを選択できるので、練習者のイメージしたい条件に合わせた投球を確認することができる。また、練習者は仮想環境により同じ投球を繰り返し確認できる。これにより練習者は投手の動きや投球のイメージを強化することができる。

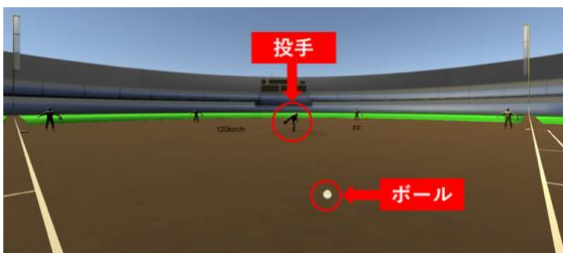


図 1. 練習者が打者視点から見る仮想野球場

2.2 情報提示内容

打者に求められる打撃能力としては、正確な位置でスイングする空間的正確性と適切なタイミングにスイングする時間的正確性の二つがある。本稿では、空間的正確性に着目し、提案手法によって空間的正確性の向上させることを目標とする。

空間的正確性について、練習者は一般的にコースを意識した素振りを行うとき、ストライクゾーンを3×3の9分割にし、各コースの投球をイメージして素振りする練習を行っている。しかし、練習者は打感や打球の方向などのフィードバックが得られないので、練習者自身でイメージしたコースの投球に合わせて正確にスイングできたかどうかは評価することは難しい。そこで、スイング後に練習者に対し、図 2 のような 2 次元画像(以下、2D 画像)を提示する。2D 画像は捕手視点から見た、自身がスイングしたバットとその芯、ボール、自身のストライクゾーンを 9 分割した白枠を表示する。練習者はスイング後にこの提示を確認することで、自身のスイングとイメージしたコースの投球との位置関係から自身のスイングを客観的に評価できる。ま

た、強い打球を打ち返すためには、バットの芯でボールを捉えることが重要である。そこで、図 2 のように 2D 画像上のバットに芯の位置情報を付与することで、修正するスイング位置を明確にした。これにより、練習者がイメージしたコースの投球に対してスイングを修正し、強い打球を打ち返すことができるようになることが期待できる。

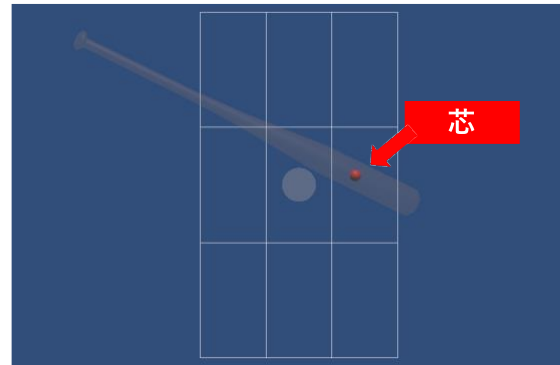


図 2. 2D 画像によるスイング位置の情報提示

3. 実験

3.1 実験概要

被験者の素振りに対するイメージを強化するため、被験者に HMD を被せ仮想環境上で投球を提示する。また、イメージした投球に正確にスイングできるようにするため、スイング後に被験者にスイング位置と投球の位置関係を 2D 画像で提示するトレーニングを行う。このトレーニングにより、被験者は即時的に空間的正確な位置に合わせてスイングできるかを検証する。

本実験では被験者にイメージしてもらう投球を、自身のストライクゾーン真ん中に飛来する 120km/h のストレートとした。被験者にはこの条件の投球をイメージして、バットの芯でボールを捉え、センター返しをするように意識した素振りを行なうよう指示した。

3.2 実験手順

実験はテストフェーズとトレーニングフェーズに分けた。本実験での手順を図 3 に示す。トレーニングフェーズでは、まず被験者は HMD を被り仮想環境上で投球を 10 回連続で見て、できる限り鮮明に投球をイメージできるようにする。次に HMD を外し、投球をイメージして素振りをする。スイング後に打者から見た投手方向に設置した PC(図 3 の赤丸)の画面に図 2 のような 2D 画像を表示する。被験者は表示されたバットとボールの位置関係を確認し、それを踏まえてスイングを修正する。投球をイメージして素振りを行い、2D 画像を確認することを 1 セットとし、計 15 セット行う。テストフェーズでは、被験者は HMD を使用せず、自

手で投球のイメージをし、それに合わせるように素振りを10回スイングする。テストフェーズをトレーニングフェーズの前後に行い、3.4で述べる結果を比較することで情報提示による効果を検証する。

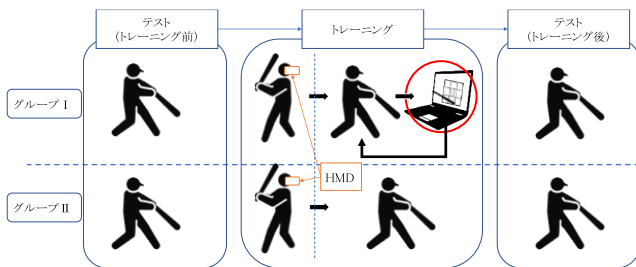


図3. グループ毎のテストフェーズとトレーニングフェーズの流れ

被験者は、週に2回の活動を行なっている大学野球サークル所属者10名の右バッターとし、2D画像の情報提示あり(グループI)と情報提示なし(グループII)の2グループに分け、各グループ5名でトレーニングを行なった。グループIでは、提案した情報提示を行うので、被験者が自身のスイング位置を確認しながら修正できる。そのため、グループIIより正確にイメージした位置にスイングができるようになることが期待できる。

3.3 実験環境

本研究で用いた実験装置のシステムの構成を図4に示す。本システムでは構築した仮想野球場を提示するためにHMD(HTC Vive)を用いた。バットの計測には光学式モーションキャプチャシステムのOptiTrack Prime 13(サンプリング周波数:240[Hz])を用いた。バットはMizuno社製の金属バット(長さ83cm, 直径67mm, 重さ平均740g, 芯の位置バットヘッドからバットグリップ方向に16cm)を用いた。バットの先端にマーカーを付け、これを認識することで位置と姿勢情報を記録する。また、図2のような2D画像によるスイング位置の情報提示は、練習者から見た投手方向に置いたPCの画面に表示させる。

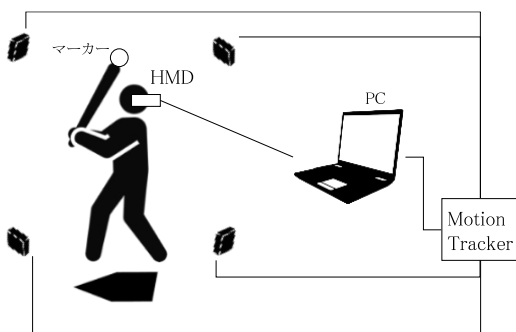


図4. システム構成

図5に本研究で設定したストライクゾーンの大きさと位置を示す。野球のルールでは、ストライクゾーンの横幅は本塁の幅であり、縦幅は打者の肩の上部とユニフォームのズボンの上部との中間点に引いた水平のラインを上限とし、ひざ頭の下部のラインを下限とする幅と定められている。被験者により上限と下限のラインは違うため実験を行う前に、図5のように各被験者の膝頭、腰、肩の位置にマーカーを装着し、ストライクゾーンを計測した。そして、計測されたストライクゾーンの真ん中の高さの位置に仮想ボール(半径3.5cm)を設定した。

今回は、練習者にストライクゾーンの真ん中の高さにきた投球をイメージして、バットの芯でボールを捉えセンター返しを意識した素振りを行なうよう指示した。しかし、同じコースの投球でも人によって理想的なバットとボールのインパクト位置は異なる。全ての被験者が理想とするインパクト位置で投球を打つため、あらかじめ投球が本塁の投手側の端(図5の本塁上の緑線上)でストライクゾーン真ん中に飛来すると伝えた。被験者には、それを元に立ち位置を決めてもらい、決めた軸足の位置に印をつけた。被験者にはスイングする前に軸足の位置を確認させ、全て同じ位置に立たせるようにした。

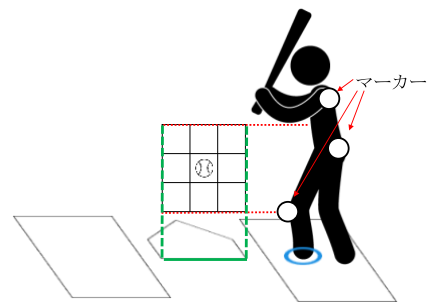


図5. ストライクゾーンの大きさと位置

3.4 実験結果

本実験では、ストライクゾーンに到達時のバットの芯の位置とストライクゾーンの真ん中に設定した仮想ボールの位置との距離を測ることでスイングの正確性を評価する。テストフェーズで計測した10回の芯とボールの距離を求め、その平均を取りトレーニング前とトレーニング後の結果を比較した。まず2D画像の情報提示を与えたグループIの5名の結果を図6に示す。グループIでは、情報提示を与えたことにより被験者a, b, cは、トレーニング後の素振りでは芯の位置がボールの位置に近づいた。しかし、トレーニング前から芯の位置がボールの位置に近いスイングができていた被験者d, eは、トレーニング後の素振りでは芯の位置がボールの位置から離れた。個人のトレーニング前後でt検定を行なった結果、被験者a, b, cに距離が近づく有意差がみられ、被験者dに距離が離れる有意差がみられた。次に情報提示を与えなかったグループIIの5名の結

果を図 7 に示す。グループ II では、被験者 g, h, j はトレーニング前後で結果の大きな変動はなかった。しかし、被験者 f はトレーニング後の素振りでは芯の位置がボールの位置から離れ、被験者 i はトレーニング後の素振りでは芯の位置がボールの位置に近づいた。個人のトレーニング前後では被験者 f に距離が離れる有意差がみられ、被験者 i に距離が近く有意差がみられた。

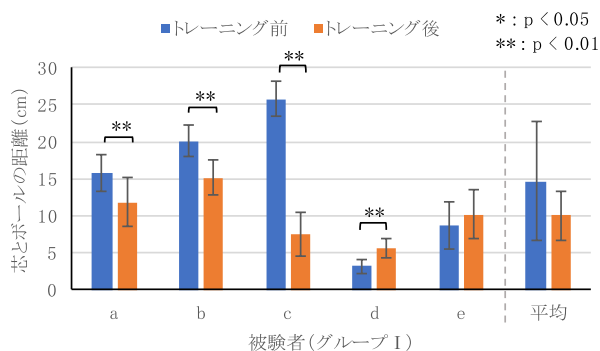


図 6. グループ I のスイング位置とボールの距離の推移

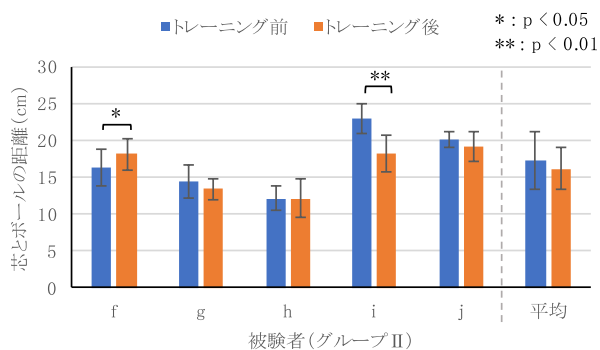


図 7. グループ II のスイング位置とボールの距離の推移

3.5 考察

図 6 より、グループ I の被験者 a, b, c は 2D 画像の情報提示があったことにより、被験者自身が投球をイメージして行なったスイング位置と仮想ボールの位置の差が明確になり、投球をイメージした正確な位置でスイングできるように修正することで、芯とボールの距離が近づいた。しかし、被験者 d, e のようにトレーニング前からイメージして行なったスイングと仮想ボールの位置の差が小さい場合、距離を近づけることはできなかった。トレーニング前の初期段階から正確にスイングができている場合は、本システムは効果が得られにくいように考えられ、今後検討の必要がある。図 7 より、グループ II は情報提示がなかったことにより、被験者自身の投球をイメージして行なったスイングの位置を仮想ボールのある正しい位置に修正することができず、似たスイングを繰り返したと考える。グループ I のトレーニング前後の平均に有意差はみられなかったが、

距離が近づいたことにより、空間的正確性が向上した傾向がみられた。グループ II のトレーニング前後の平均にも有意差はみられなく、大きな変動はなかった。

また、グループ I、グループ II ともに練習者は仮想環境で投球を確認しているが、グループ II では空間的正確性の向上の傾向がみられなかった。このことから、仮想環境で投手と投球を確認するだけでは、イメージに合わせてスイングを修正することは難しいことが示唆される。しかし一方で、実験後のアンケートでは、仮想環境上で投手と投球を確認することでイメージはしやすくなったという回答があった。したがって、仮想環境を用いて投手の動きや投球を確認することによりイメージを強化することはできることが考えられる。

情報提示により、スイング位置を修正することに意識がいき、スイング速度が下がる可能性があると考えた。そこでグループ I のトレーニング前後のスイング中の最大速度を比較した。各被験者のトレーニング前後のテストフェーズのそれぞれ 10 回のスイング中の最高速度を平均し、トレーニング後の平均からトレーニング前の平均を引いた差を求めた。結果を図 8 に示す。被験者 b は修正した位置に合わせるように意識がいき、スイング速度が落ちたように考えられる。その他の被験者は大きな変動はなかった。このことから、被験者はスイング速度を落とさずにスイング位置を修正することも可能であると考えられる。同様にグループ II でも同様の比較を行なったが、大きな変動はみられなかった。

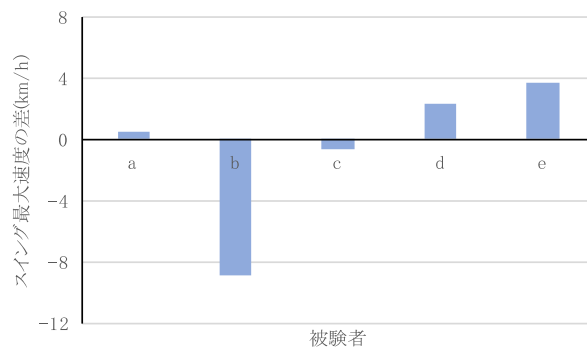


図 8. グループ I のスイング最大速度の差 (後-前)

3.6 有効打撃範囲の検討

強い打球を打ち返すにはバットの芯の位置とボールの位置の距離を近づけることは重要であるが、ヒット性の有効打撃にするためにはバットとボールのインパクト位置も重要となる。そこで、図 9 に有効打撃となる範囲とインパクト位置の求め方を示す。バットの有効打撃部位は芯から長軸方向に±5cm、短軸方向に+2.5cm の範囲と定義した[6]。インパクト位置について、まず、スイングの中でボールと一番近い距離にあったバットを計測する。そのバットの芯

の位置を原点とし、グリップエンドからバットヘッドに向かうバット長軸を定義した。次にバットの進行方向軸と長軸によって形成される平面上で、バット長軸に直行するバット短軸を定義した。さらに、バット長軸と短軸で構成される平面上にボールの中心位置の座標を投影し、芯の座標とボールの位置座標の長軸方向の差(dx)と短軸方向の差(dy)を求める。これにより、ボールとバットのインパクト位置が分かる。

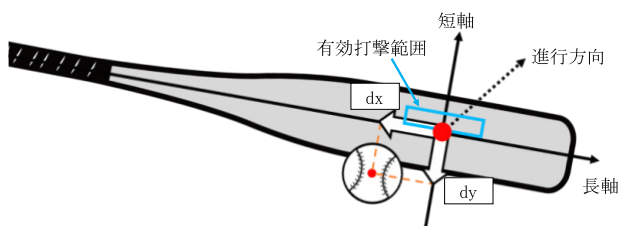


図 9. 有効打撃範囲とインパクト位置

図 10 に芯を原点としたバットと、グループ I の各被験者のトレーニング前後のスイング各 10 回を平均したボールの位置を示す。被験者 d のトレーニング前の結果のように有効打撃範囲内でインパクトすることが理想である。被験者 a, b, c は図 6 よりバットの芯の位置とボールの距離が近づいた。その中で被験者 c はトレーニング前ではバットに当たっていなかったが、トレーニング後はバットに当たるように改善されていた。被験者 a, b は芯の位置とボールの距離を近づけることはできたがバットに当たるまでには至らなかった。グループ I では、イメージしたボールの位置にバットを当てることができていたのは被験者 c と d のみであった。同様に、図 11 にグループ II の各被験者のトレーニング前後のスイング各 10 回を平均したボールの位置を示す。被験者 i は図 7 よりバットの芯の位置とボールの距離が近づいたが、バットに当たるまでには至らなかった。グループ II では、イメージしたボールの位置にバットを当てることができていたのは被験者 g と h のみであった。また、グループ II の被験者は仮想環境で投球を見ることにより、全体的にトレーニング後のスイング位置がトレーニング前より下がる傾向がみられた。

今回は、被験者にバットの芯でボールを捉えセンター返しを意識した素振りを行なうよう指示したので、dx, dy の値が有効打撃範囲に近くなることは実験で意図していない。グループ I で距離が縮めることができていた被験者もいたが、その要因が dx, dy のどちらかあるいは両方の値が、一定の傾向で小さくなったという影響であるとは断言できない。芯とボールの位置が近くなることも必要であるが、今後は有効打撃範囲（特に範囲の狭い短軸方向）にインパクトするスイングを行えるようになるシステムを検討してい

く必要がある。

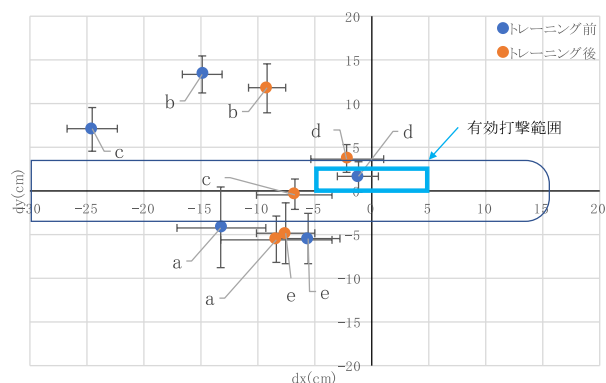


図 10. グループ I のスイングに対するボール位置

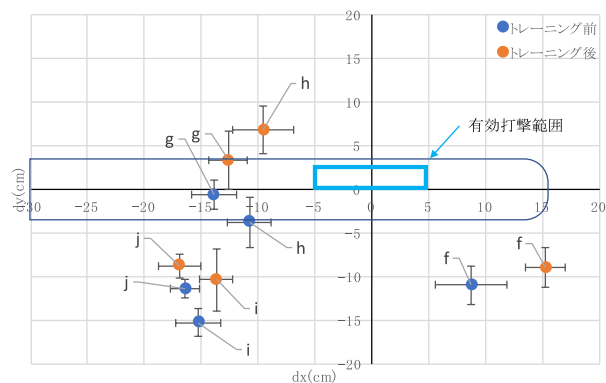


図 11. グループ II のスイングに対するボール位置

4. おわりに

本稿では、練習者が素振りを行う上で重要な、一振りごとに実際の投手の動きから投球までをイメージする能力を仮想環境で投球を見ることで強化する手法を提案した。また、スイング直後にバットとボールの位置関係を示す 2D 画像の情報提示を与えることで、即時的にイメージしたボールの位置に正確にスイングする空間的正確性が向上するかを検証した。実験結果から、トレーニング前の初期段階からイメージした投球の位置とスイングの位置に差がある練習者には、情報提示を与えることで距離を近づけることができ、空間的正確性が向上する傾向がみられた。しかし、仮想環境で投球を見るだけでは、イメージした投球の位置にスイング位置を修正することは難しいようであった。またアンケートの結果、被験者から仮想環境で投球を見ることはイメージの強化に役立つという意見を得られた。

本システムは、野球初心者や投手や投球をイメージして素振りをする練習をあまり行わない選手に特に有効であるように思われる。また、熟練者には苦手なコースを克服する練習にも活用が期待でき、有効であるか検証を行い、効

果を確認する必要がある。

今後の課題として、有効打撃範囲を考慮したトレーニング方法に改善する必要がある。また、時間的正確性の能力を向上させる手法を提案し、本システムと組み合わせることで、打撃能力の向上につながるかの検証が課題として挙げられる。

謝辞

本研究を進めるにあたってご協力いただいた、ミズノ株式会社の鳴尾丈司氏、柴田翔平氏、植田真弘氏、立命館大学スポーツ健康科学部の正田悠氏、土金諒氏に感謝します。

参考文献

- [1] “打撃に求められる空間的正確性と時間的正確性”
<http://baseball-conditioning-fukuoka.com/archives/project/batting>
(参照 2017-8-30).
- [2] 仲沢伸一, 上達する!バッティング, 株式会社ナツメ社, 東京, 2004.
- [3] 中島一, 岡子浩二, “野球のバッティングパフォーマンスを高めるためのスイング動作習得法,” スポーツパフォーマンス研究, vol.1, no.928, pp.202-210, 2009.
- [4] “世界初、プロ野球球団が監修した VR[バーチャルリアリティ]技術による選手のトレーニングシステムを提供開始”
<http://www.nttdata.com/jp/ja/news/release/2016/090500.html> (参照 2017-10-25).
- [5] 高木将樹, 樋口貴俊, 松村耕平, Roberto Lopez-Gulliver, 伊坂忠夫, 野間春生, “素振りを効果的に実施できる練習支援システムの開発,” 第 20 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 2015.
- [6] Cross R. The sweet spot of a baseball bat. American Journal of Physics. 66(9), 771-779. 1998