【原著論文】

センサバスケットボールを用いたシュートのバックスピン回転数と入射角の計測精度検証

岩見雅人[1)]　藤井慶輔[2)]　伊藤　穣[3)]

Analysis and verification of shot backspin and shot arc using a sensor basketball

Masato Iwami[1)], Keisuke Fujii[2)] and Osamu Ito[3)]

Abstract

The present study aimed to compare the amount of shot backspin and shot arc (the angle of the shot) of basketballs using a built-in accelerometer basketball (sensor ball) and a video analysis measurements. The sensor ball provides data on shot backspin and shot arc from a built-in 9 DOF sensor, and the video analysis system recorded and analyzed them using video camera and Frame-DIAS IV software. Seven adult male basketball players (college level) were recorded performing a free throw and 3-point shoot. As a result, a high correlation exists between the amount of shot backspin in both sensor ball and video analysis measurements, however, a low correlation was observed in the free throw shot arc. We found no change in test-retest variability in shot arc, however, significant variation was found in 3-point shoot backspin. According to the questionnaire results, the participants reported the usefulness of the sensor ball in the basketball practice. The results suggest that using sensor ball enables shooters to modify their shot movement and produce optimum performance. Also, it is important to understanding the sensor ball's output characteristic before using it in practice.

Key words：sensor basketball, accelerometer, shot backspin, shot arc
キーワード：センサバスケットボール，加速度計，バックスピン回転数，シュート入射角

Ⅰ．緒言

近年，加速度センサやジャイロセンサを用いてスポーツ動作特性の分析・評価した研究や，運動パフォーマンス測定を目的としたセンサデバイス，アプリケーションの開発が盛んに行われている．例を挙げると，ゴルフやテニス，野球などのスイング分析デバイスが市販されており，簡易的に個人のスイング特性を計測・記録することが可能となっている．往来では高価な計測機器を使用し，解析に多くの時間を費やすことで取得していた運動パフォーマンスに関する種々のデータが，これらのデバイスを用いることで安価かつ即時的に得ることが可能となった．Ohgi et al[1)] によると，大学水泳選手の胸部に３軸加速度センサを装

１）東京農工大学 先端健康科学部門
Tokyo University of Agriculture and Technology
２）名古屋大学 総合保健体育科学センター，日本学術振興会
Research Center of Health Physical Fitness and Sports, Nagoya University, Research Fellow of the Japan Society for the Promotion of Science
３）蔵王坊平アスリートヴィレッジ
ZAO Bodaira Athlete Village

104　論文-センサバスケットボールを用いた～.indd　33　2016/11/11　11:57:49

着して四泳法のインターバル・トレーニングを実施させたところ，センサデータから活動時間や泳法を高精度で分類できたと報告している．また Sykora et al[2] は，即時フィードバック・システムは高い競技レベルの選手指導・コーチングのみならず，高校生の身体運動に対する学習教材としても有用であると述べている．このように，運動パフォーマンスやトレーニング・データが簡易に取得できることは，幅広い対象者に対する練習のモチベーション維持・向上や，コーチに対する有益な情報提供を可能にする．

フィードバック・システムの画期的な商品の一つとして，2013年に加速度センサ内蔵のバスケットボール「94Fifty」が発売された．このセンサバスケットボールを用いることで，シュートの「バックスピン回転数」や「入射角（ボールがバスケットリングに接触・通過する直前の角度）」，そしてドリブルの「強さ（衝撃力）」や「バウンド回数」に関する情報を，タブレット端末やスマートフォンを介して容易かつ即時的に取得することが可能となった．往来のシュート角度や軌跡情報を解析する装置（例えば Noah Shooting system[3]）では，大型かつ高価な装置が必要であり，容易に導入することはできなかった．また，谷口[4] は小型加速度計を用いたバスケットボールのシュート特性の分析・評価を試みているが，手甲部に装置を装着することによる手首の背屈制限など，装置がシュート動作に影響を及ぼす可能性は否定できない．これらの点においても，センサバスケットボールは煩雑な装置のセットアップや身体への装着を必要とせず，手軽に種々のシュート・パフォーマンス情報が取得できる画期的なデバイスと言える．学術論文・書籍[3-9] やバスケットボール指導教本[10] において，シュートの投射角や入射角に関する最適角が提示されており，個人のシュートの数値と最適角とを比較できることは，シュート精度向上のみならずコンディショニング・ツールとしての有用性を秘めている．

一方，センサから出力されたパフォーマンスに関する数値が，どの程度の信頼性や測定精度を有しているかを調査した報告は少ない．Abdelrasoul et al[11] は 94Fifty センサバスケットボールを用いてシュート入射角やドリブル回数データの精度を検証し，高精度で各種データが得られたと報告されている．しかし，フリースローおよびスリーポイント・シュートにおける入射角の精度比較や，肉眼では計測できない「バックスピン回転数」の精度検証はされておらず，著者らもさらなる妥当性や信頼性の調査が必要であるとも述べている．そのため，センサボールを指導現場で実用する前に，「センサボール出力値」と「実測値」を比較し，その誤差の有無や大小ならびに追試による数値の日間変動を調査しておくことが重要である．

そこで本稿では，シュートの「バックスピン回転数」および「入射角」について，センサボール出力値と映像解析ソフトを用いた解析値とを比較し，その精度や誤差を調査・検討することを目的とした．また，精度検証に加えて「センサボールは練習で使えるか」についてもアンケート調査を実施し，練習ツールとしての有効性を主観的に評価してもらった．さらに，追試（実験日 vs. 約１か月後）によるセンサボール出力値の変動を調査することで，本センサボールの有用性を検討した．

Ⅱ．方法

１．対象者

対象者は，健康で右利きの男子大学生とした．大学のバスケットボール部もしくはバスケットボールサークルに所属しており，バスケットボール競技経験を７年以上有する７名（年齢：20.3±1.5歳，身長：172.7±3.7cm，体重：67.1±6.6kg，競技歴：9.6±1.9年）を対象とした．利き手はエディンバラ法を用いて調査した．なお，本研究は所属機関の研究倫理委員会の承認の下，被験者の自筆署名による実験参加の同意を得て実施した．

２．実験方法

2.1　使用ボール

実験では，７号公式サイズの加速度センサ内蔵バスケットボール（94fifty, InfoMotion Sports Technologies 社製，以降は「センサボール」と記す）を使用した．このボールは Bluetooth によるワイヤレス通信や無接点充電機能を備えており，公式検定球と同様のサイズと重量（周囲76cm，重量610g），そして人工皮革製で公式球と遜色ない使用感を実現している．ボール内部には９軸センサ（加速度，ジャイロ，地磁気）が組み込まれており，シュートのバックスピン回転数や入射角，さらにはドリブルの強さなどの情報をスマートフォンやタブレット端末にリアルタイム表示・フィードバックすることが可能である（図１）．なお，今回の実験ではセンサボールの回転軸の視認性を高めるため，各軸周りにマーカーテープ（パワーイオテープ，リンドバーグ社製）を貼付して使用した．

2.2　実験プロトコル

実験に先立って，対象者にはセンサボールに慣れる

104　論文-センサバスケットボールを用いた～.indd　34　2016/11/11　11:57:49

図１　センサボールの出力画面（iPhone 画面）および使用センサボール

ために，10分程度のウォームアップとフリーシューティングを実施させた．その後，以下の課題を実施させた．

2.2.1　ボールのバックスピン（rpm）および入射角（deg）の計測

バックスピンおよび入射角の計測において，それぞれフリースローライン（以下 FT，リング中央から約4.4m）および３ポイントライン（以下３Pt，リング中央から6.75m）の距離から対象者にシュートを実施させた．バックスピンおよび入射角それぞれにおいて，FT は10本，３Pt は５本成功するまでシュートをさせた．各試技における総シュート数は疲労の影響を考慮して20本を限度とし，20本に達した場合はそれまでの成功試技を採用して終了させた．

2.2.2　センサボールの有用性に関する調査

全ての試技が終了した後に，「センサボールは練習で使えるか」について５段階のアンケート調査を実施した．評価は「とても使える」を５点，「少しは使える」を４点，「どちらでもない」を３点，「あまり使えない」を２点，「全く使えない」を１点として，センサボールの有用性を調査した．また，有用性に関する自由記述欄も設けた．

2.2.3　追試によるセンサボール出力値の変動に関する調査

１名の対象者に対し，実験日（test）の約一カ月後である36日後に再度センサボールでシュートを打ってもらい（retest），FT・３Pt でのバックスピン回転数，入射角の値を計測した．Retest 時においても，10分程度のウォームアップとフリーシューティングをし，FT は10本，３Pt は５本成功するまで実施した．単一事例調査ではあるが，被験者のシュート動作の個人内変動を含めた，追試によるセンサボール出力値の変動を調査した．

３．解析方法

センサボールから出力されるバックスピン回転数（rpm）および入射角（deg）の数値は，センサボール専用アプリケーションをインストールしたスマートフォン（iPhone ６，Apple 社製）で取得し，記録した．なお，あらかじめアプリ内で対象者の身長およびシュート距離をプリセットし，成功試技の数値のみを解析に用いた．

映像によるバックスピン回転数の計測は，被験者の側方に設置した高速度デジタルカメラ（FinePix HS50EXR，富士フィルム社製）を用いて解析・算出した．シュート後のボールを毎秒240コマで撮影し，解析ソフト（Frame DIAS Ⅳ，DKH 社製）にて動画をコマ送り再生し，ボールが１回転するまでに要したコマ数からバックスピン回転数（rpm）を算出した．

映像による入射角計測は，デジタルビデオカメラ（HDR-CX720V，SONY 社製）を用いて対象者の横方向から毎秒60コマでボールを撮影し，前出の映像解析ソフトにて二次元 DLT 法を用いた映像解析を行なった．シュート前からゴールリングに到達するまでのボールの中心位置の二次元座標をデジタイズ周波数30Hz にてプロットし，ボールがリングを通過もしくは接触する直前のコマを原点とし，その原点の１コマ（0.033s）前の位置ベクトルおよび x 軸平面ベクトルが成す角を入射角（deg）として算出した（図２）．

また，映像から投射角も同様に算出した．シュート時にボールが手から離れる直前のコマを原点とし，その原点の１コマ（0.033s）後の位置ベクトルおよび x 軸平面ベクトルが成す角を投射角（deg）として算出した．この「投射角」の値，ならびにボールの「最高点（m）」「x 軸最大加速度（m/s^2）」「y 軸最大加速度（m/s^2）」をデジタイズデータから算出し，各パラメータと入射角との関係性を検討した．全ての対象者の全

104　論文-センサバスケットボールを用いた～.indd　35　2016/11/11　11:57:50

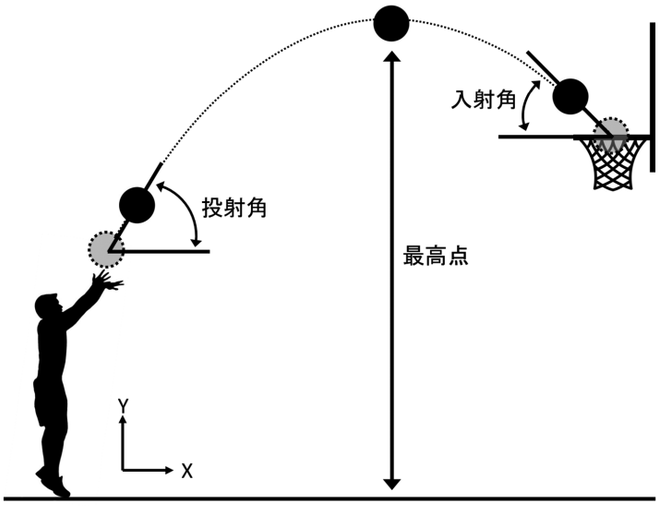

図２　ビデオ映像から解析した各パラメータ値

表１　バックスピン回転数と入射角の平均値および標準偏差，級内相関係数（ICC）

		センサボール出力値	映像解析値	ICC	95% CI 下限	95% CI 上限
バックスピン回転数（rpm）	FT	120.3±33.3	120.5±33.0	0.99 *	0.99	0.99
	3 Pt	128.1±34.0	128.6±33.5	0.99 *	0.99	0.99
入射角（deg）	FT	45.0±3.8	41.0±8.2	0.59 *	0.23	0.77
	3 Pt	50.3±5.7	46.1±7.7	0.84 *	0.05	0.95

*：$p<.01$

成功試技をデータサンプルとして解析した（FT ＝70試技，３Pt ＝35試技）．しかし，３Pt の入射角計測において，２名の対象者の総試技が20本に達して途中終了となったため，３Pt の入射角は28試技をデータサンプルとして採用した．

実験終了後のセンサボールの有用性に関する調査については，５段階の得点の平均値と標準偏差を算出した．また，追試によるセンサボール出力値の変動に関する調査については，実験日および約一カ月後における FT（10本の成功試技）・３Pt（５本の成功試技）それぞれのバックスピン回転数，入射角の平均値と標準偏差を算出した．

４．統計解析

統計処理は統計処理ソフト（SPSS 17.0，SPSS 社製）を用い，センサボールおよび映像解析から得たバックスピン回転数と入射角の比較には，級内相関係数（Intraclass correlation coefficients，以下 ICC）を用いた．解析方法間の信頼性係数は ICC（2,1）を用いて算出し，95%信頼区間（95% CI）とともに比較・検討した．また，センサボール入射角と映像解析から得た「投射角（deg），ボールの最高点（m），x 軸最大加速度（m/s^2），y 軸最大加速度（m/s^2）」との関係性を検討するため，入射角と各パラメータ値との Pearson の積率相関係数を算出した．追試によるセンサボール出力値の変動に関する調査については，１名の被験者の実験日および約一カ月後の値を，単一事例実験法の先行研究[12] に従い対応のあるサンプルの t 検定により比較した．有意水準は危険率１％未満とした．

Ⅲ．結果

１．バックスピンの回転数

センサボールおよび映像解析から得たバックスピン回転数は，FT ではセンサボール120.3±33.3rpm，映像120.5±33.0rpm，３Pt ではセンサボール128.1±34.0rpm，映像128.6±33.5rpm であった．解析方法間の信頼性係数（ICC）は，FT（ICC＝0.998, 95% CI＝0.997 － 0.999），３Pt（ICC＝0.994, 95 % CI＝0.989－0.997）であり，それぞれ高い信頼性係数を示した．（表１，FT，３Pt ともに $p<0.01$）．

104　論文-センサバスケットボールを用いた～.indd　36　2016/11/11　11:57:50

表２　センサボール入射角と映像解析から得られた各パラメータ値との相関係数

		映像解析投射角	ボール最高点	x 軸最大加速度	y 軸最大加速度
センサボール入射角との相関係数	FT	.582*	.821*	−.393*	−.202
	3 Pt	.805*	.927*	.188	.362*

*：$p<.01$

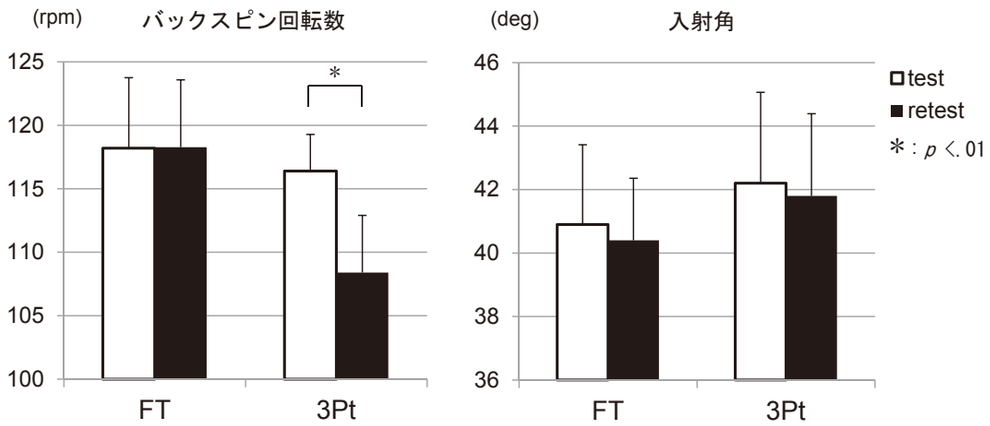

図３　実験日（test）および約一か月後の再測定（retest）のバックスピン回転数および入射角の変化

２．入射角

センサボールおよび映像解析から得た入射角，ボール最高点，x 軸最大加速度，y 軸最大加速度それぞれの平均値と標準偏差を表２に記した．入射角の値をみると，FT ではセンサボール45.0±3.8deg，映像41.0±8.2deg，３Pt ではセンサボール50.3±5.7deg，映像46.1±7.7deg であった．解析方法間の信頼性係数（ICC）は，FT（ICC＝0.590, 95% CI＝0.233−0.768），３Pt（ICC＝0.840, 95% CI＝0.050−0.951）であった．（表１，FT，３Pt ともに $p<0.01$）．

センサボールの入射角と，投射角，ボール最高点，x 軸最大加速度，y 軸最大加速度それぞれの値との相関係数を表２に記した．FT および３Pt ともに，センサボールの入射角と映像解析による投射角，ボール最高点に有意な相関がみられ，FT ではセンサボールの入射角と x 軸最大加速度，３Pt では y 軸最大加速度と有意な相関が認められた．

３．センサボールの有用性に関する調査

「センサボールは練習で使えるか」の項目に関する平均値および標準偏差は，4.3±0.8点であった．自由記述欄において，「練習で（センサボールを）取り入れたい」「小学生の頃にこのボールを使用したかった」「相対的な値として角度や回転数が知れるのは良い」など肯定的な感想が多い一方，「回転数は感覚と合っていなかった」との感想も聞かれた．

４．追試によるセンサボール出力値の変動に関する調査

実験日（test）およびその約一カ月後（retest）のセンサボールの出力値を比較した結果，バックスピン回転数は FT（test＝118.2±5.6rpm，retest＝118.3±5.3rpm，t（9）＝0.09, p＝0.93），３Pt（test＝116.4±2.9rpm，retest＝108.4±4.5rpm, t（4）＝3.77, $p<0.01$）であり，３Pt のみ retest において顕著にバックスピン回転数が低値を示した（図３）．入射角は FT（test＝40.9±2.5deg，retest＝40.4±2.0deg, t（9）＝0.62, p＝0.55），３Pt（test＝42.2±2.9deg, retest＝41.8±2.6deg, t（4）＝0.22, p＝0.84）であり，有意差は認められなかった．

Ⅳ．考察

１．バックスピンの回転数

センサボール出力値と映像解析値から得られたバックスピンの回転数には高い ICC がみられ，両値は高い信頼性を有していることが明らかとなった．今回の実験で用いたセンサボールは９軸センサ（加速度，ジャイロ，地磁気）が内蔵されているため，特定軸におけるジャイロセンサからの出力を周波数解析するこ

104　論文-センサバスケットボールを用いた～.indd　37　2016/11/11　11:57:50

とで，精度よく回転数を算出できたと推測される．Knudson[7]は，FTの距離からのジャンプショットでは１秒間に２～３回転（120～180rpm），Tran and Silverberg[8]は１秒間に３回転以下のバックスピンが最適な回転数であると報告しており，センサボールのアプリにおいても130～150rpmが最適値として設定されている．適切なバックスピンはソフトな（速度の早すぎない）ショットを可能にし，ボールがリングに当たった際の跳ね返りの低減や，バックボードに当たった際のリング中央方向への反射確率を高くする．さらに，マグヌス効果によってボールに対する空気抵抗が低減し，飛距離および正確性の向上も期待できる．これらの利点から，個人のバックスピン回転数の特徴を把握し，最適値へと改善していくことはシュート精度向上に貢献すると考えられ，回転数が低い場合には「上肢のアライメント[7-10, 13]」や「手首のスナップ[9-10, 14]」などに対する指導・評価が有効となる．しかし，ジャンプ動作の有無や低速回転時・横方向回転時には計測精度が変化する可能性があるため，今後は様々なシュートパターンでの回転数を計測し比較する必要がある．

２．入射角

入射角の平均値はFT・３Ptともに40～50degの範囲にあり，センサボールにプリセットされている最適入射角「42～48deg」や，直江[5]の報告している最適入射角「40～45deg」とほぼ同値であった．しかし，センサボール出力値と映像解析値では約４degの誤差があり，ICCは統計的に有意ではあったがバックスピン回転数の相関と比較して低値を示した．

Abdelrasoul et al[11]は，フリースローでの入射角を94Fiftyセンサボールと映像解析ソフトを用いて比較しており，両値で高い相関（Cronbach's $\alpha = 0.998$）が得られたと報告している．本研究と相関値が異なっていた原因として，計測に用いたビデオカメラのフレームレートや，解析ソフトによる角度の算出方法の違いが考えられる．さらに，本研究ではボールがリングと接触・通過する前後の角度を算出したが，先行研究では明確な角度定義が示されておらず，詳細を比較することはできない．そのため，入射角に対してセンサボールがどの程度の精度を有しているのか，ボールの製品誤差を含め引き続き検討していく必要がある．

センサボールからの出力値は「入射角」であるが，指導現場においては「シュートを打つ角度（投射角）」の情報を選手に伝えた方が，動作のイメージがしやすいと考えられる．Okazaki et al[15]のジャンプシュートに関する総説においても，「投射角」の推奨角について文献が取り上げられ，レビューされている．例えばHay[6]は，フリースローの距離（約４m）からシュートする場合は，投射角が「49～55deg」のときに成功率が高いと報告している．また，日本バスケットボール協会が発行しているバスケットボール指導教本[10]においては，推奨される投射角は「50～55deg」と記されている．今回用いたセンサボールの入射角と投射角の相関を算出したところ，FTは0.582, 3Ptは0.805と有意な相関が認められた．実験後のアンケートでも「自分のシュートの投射角とセンサボール出力値（入射角）は相対的に合っていた」との報告があった．しかし，入射角と投射角ではFTでは平均10deg以上，３Ptでは平均５deg以上の誤差があり，相対的な感覚一致度は高くとも値をフィードバックする際には「入射角」と「投射角」を混同しないよう注意すべきである．これらの相違点を理解した上で，定期的に数値をモニタリングして個人に適した「投射角と入射角」を把握することが重要である．

表２に示したように，入射角とｘ軸およびｙ軸最大加速度の相関値は，FTと３Ptにおいて異なる傾向を示した．センサボール出力値にはリリース時のｘ軸およびｙ軸最大加速度が影響していると考えられたが，予想に反してセンサボールの値と各軸の最大加速度の相関は低値を示した．注目すべき点としては，FTでは入射角とｘ軸最大加速度に負の相関が認められ，３Ptでは入射角とｙ軸最大加速度に正の相関が認められた点である．すなわち，FTでは水平方向への加速度が大きいと入射角が低くなり，３Ptでは垂直方向の加速度が大きいと入射角が高くなる傾向にあることが分かった．しかし，今回の映像解析ではデジタイズ周波数が低く（30Hz），より高精度の加速度計測を行なうと相関値が変化する可能性がある．入射角推定に対する加速度の影響に関しては，今後も詳細なアルゴリズムを分析していく必要がある．

３．センサボールの有用性および追試によるセンサボール出力値の変動

センサボールの有用性について，「とても使える」を５点，「少しは使える」を４点，「どちらでもない」を３点，「あまり使えない」を２点，「全く使えない」を１点として，実験後にアンケート調査をした．その結果が平均4.3点であったことから，センサボールを練習等で使用することで，個人のシュート特性の把握やシュートフォームの改善に役立てられる有用性が示された．

104　論文-センサバスケットボールを用いた～.indd　38　2016/11/11　11:57:50

また，追試によるセンサボール出力値の変動に関する調査の結果，retest における 3 Pt のバックスピン回転数が顕著に低値を示した．しかし，FT では test-retest で同値が得られており，シュート失敗時の試行を含めて統計解析すると 3 Pt においても retest で差は認められなかった．3 Pt でバックスピン回転数が低値を示したのは，test-retest でのシュートフォームやシュートタッチの変化など，動作やコンディションの変動が原因であると推測される．センサボールを定期的に用いることでシュート傾向やコンディションの日動変化を把握できる可能性があり，パフォーマンスを一定に保つためのキャリブレーション・ツールとして活用できる可能性が高い．しかし，センサや充電池の経年劣化や保存状態による影響も否定できないため，定期的な数値のモニタリングが不可欠である．

今後は，身体疲労時やジャンプシュート，フックシュートなど，様々なシュートシチュエーションやバリエーションでのセンサボール出力値を評価していくことで，さらに広範なシュート練習やスキル評価への応用が期待される．センサデバイスを利用する際には，選手のみならずコーチや指導者においても「本当に欲しい情報が得られているか」「パフォーマンス向上につながる情報は何か」を適切に見極めることが重要である．本稿がその焦点を絞る一助となれば幸いである．

Ⅴ．結言

本実験で用いたセンサボールは，個人のシュート特性（バックスピン回転数，入射角）を高精度に取得できる有用なツールであり，バスケットボールにおけるシュートフォームの指導・改善やコンディショニング・ツールとして役立つ可能性が示唆された．センサボールを練習等で使用する際には，センサボールの特性を理解した上で「入射角」と「投射角」を混同しないように注意し，継続的に数値をモニタリングして個人に適した回転数や角度を把握しておくことが重要である．今後，様々なシュート課題を設定してセンサボールの出力値を分析していくことで，より広範なスキル評価が可能となるだろう．

Ⅵ．利益相反

本研究の実施にあたって，著者および共著者とセンサボール販売元の InfoMotion Sports Technologies 社との間に，開示すべき利益相反は存在しない．

〈文　献〉

1）Ohgi, Y., Kaneda, K., Takakura, A.（2014）Sensor Data Mining on the Kinematical Characteristics of the Competitive Swimming, Procedia Engineering,（72）：829-834.
2）Sykora,M., Chung,P.W.H., Folland,J.P., Halkon,B.J., Edirisinghe,E.A.（2015）Advances in Sports Informatics Research. Computational Intelligence in Information Systems, 331: p.267
3）Noah Basketball Shooting System,［http://www.noahbasketball.com］（最終検索日：2016年 8 月 1 日）
4）谷口惇（2014）三軸加速度センサ及び角を用いたバスケットボールにおけるジャンプシュートの計測と解析．法政大学大学院紀要（理工学・工学研究科編），55
5）直江勇（1980）バスケットボール・ショットの最適投射角と最高点の位置について．福島大学教育学部論集（教育・心理），32（3）：113-122
6）Hay, J. G.（1985）The Biomechanics of Sports Techniques 4 th edition. Benjamin Cummings
7）Knudson, D.（1993）Biomechanics of the basketball jump shot-six key teaching points. Journal of Physical Education, Recreation, and Dance, 64（2）：67-73
8）Tran, C. M. and Silverberg, L. M.（2008）Optimal release conditions for the free throw in men's basketball. Journal of Sports Sciences, 26（11）：1147-1155
9）アダム・フィリッピー：佐良土茂樹訳（2012）バスケットボール シュート大全．スタジオタッククリエイティブ，pp.16-30
10）日本バスケットボール協会編（2014）バスケットボール指導教本（上巻）．大修館書店，pp.104-108
11）Abdelrasoul, E., Mahmoud, I., Stergiou, P., Katz, L.（2015）The Accuracy of a Real Time Sensor in an Instrumented Basketball. Procedia Engineering, 112: 202-206
12）柴田克之（2013）臨床家のための実践と報告のすすめ：入門編―第 2 回「事例報告と効果判定のまとめ方」―．作業療法，32（3）：220
13）福田慎吾・西島吉典（2010）バスケットボールのシュート成功率を高める要因に関する研究．大阪教育大学紀要 第Ⅳ部門 教育科学，58（2）：131-140
14）鉄口宗弘・叢晨・入口豊・三村寛一・髙橋哲也（2013）バスケットボールのフリースローにおける上肢動作について．大阪教育大学紀要 第Ⅳ部門 教育科学，62（1）：145-153
15）Okazaki, V. H., Rodacki, A. L., Statern, M. N.（2015）A review on the basketball jump shot, Sports Biomechanics, 14（2）：190-205

104　論文-センサバスケットボールを用いた～.indd　39　2016/11/11　11:57:50