スポーツ科学研究, 18, 107-138, 2021 年

論文

ボールの種類が未経験者のバットスイングに及ぼす影響

The effect of ball type on bat swing in novice

大室康平 [1], 永見智行 [2], 後藤悠太 [3], 彼末一之 [4]
[1] 八戸工業大学　基礎教育研究センター
[2] 北里大学　一般教育部
[3] 早稲田大学大学院　スポーツ科学研究科
[4] 早稲田大学　スポーツ科学学術院

Kohei Omuro [1], Tomoyuki Nagami [2], Yuta Goto [3], Kazuyuki Kanosue [4]
[1] Center for Liberal Arts and Sciences, Hachinohe Institute of Technology
[2] College of Liberal Arts and Sciences, Kitasato University
[3] Graduate school of Sports Sciences, Waseda University
[4] Faculty of Sports Sciences, Waseda University

キーワード:ベースボール型種目, バッティング, ボール種類, 正確性, 再現性
Key words:baseball-like game, ball size ,batting, accuracy, reproducibility

【抄　録】

本研究では, ベースボール型授業の目標である「安定したバット操作」の指導に向けての基礎的なデータを得ることを目的とし, ベースボール型種目未経験者のティーバッティングにおけるバットスイングが, ボールの種類によりどのように異なるかを明らかにする. 被験者は, 学校体育以外で野球やソフトボール等の両手で打具を扱う競技経験の無い男子大学生 7 名(未経験者群)と, 大学野球部員 7 名(経験者群)の計 14 名とした. 被験者には, 種類の異なる 3 つのボール(野球ボール:7.0 cm φ, ティーボール:9.7 cm φ, スポンジボール:16 cm φ)を使用したティーバッティングを各ボール 10 回, 合計 30 回行わせた. 試技中のバットの動きを, ハイスピードカメラ 2 台を使用し 1000 fps で撮影した. 撮影した映像から, バットとボールの 3 次元座標を算出し,インパクト時のバット芯に対するボール中心の位置(以下バット x 座標, バット z 座標), およびヘッドスピード, バットスイング軌道角度の平均値と標準偏差をボール種類間, および被験者群間で比較をした. その結果, 未経験者と経験者ともにボールの種類により, インパクト時のバット x 座標, バット z 座標の平均値および標準偏差に差は認められなかった. ただし, 未経験者群では一番大きなスポンジボールでは他のボールではみられた空振りが起こらなかったため, 未経験者でもこの範囲にはバットコントロールができる可能性がある. 未経験者にはまず大きいサイズのボールをバットで打撃させることが, バッティングの学習には有効な方法であると示唆された.

スポーツ科学研究, 18, 107-138, 2021 年, 受付日:2021 年 7 月 23 日, 受理日:2021 年 10 月 21 日
連絡先: 大室康平　031-8501 八戸市妙字大開 88-1　八戸工業大学　基礎教育研究センター
omuro@hi-tech.ac.jp

Ⅰ. 研究背景 目的

ソフトボールやティーボールといったベースボール型種目は, 小中学校の体育科目のみならず, 高校や大学の体育実技でも取り入れられている馴染みの深いスポーツである. それには打つ, 投げる, 捕る, 走る等様々な技術を必要とする. この科目の到達目標は小学校 5, 6 年生では「止まったボールや易しく投げられたボールを打ったりして攻守交代が繰り返し行われるように簡易化されたゲームをすること」である（文部科学省「平成 29 年告示の小学校学習指導要領体育編」). また高等学校学習指導要領解説（平成 30 年告示）体育編では高等学校の入学年次において,「易しい投球に対する安定したバット操作により出塁, 進塁, 得点する攻撃と仲間と連携した守備のバランスのとれた攻防を展開できるようにする」という目標が示されている. このように, 高等学校までのベースボール型科目においては, バットでボールを打つ技術（バッティング技術）がゲームの根幹を成すものとして位置づけられ, 特に「安定したバット操作」が目標とされている.

しかし, 大学で体育実技の授業を担当している著者の経験では, このような目標は必ずしも達成できているとはいえない. 先に挙げた高等学校学習指導要領解説によると「安定したバット操作」とは,「身体の軸が安定した一連のスイング動作で, タイミングを合わせてボールを打ち返すバット操作のことである.」とされているが, 大学生のベースボール型授業においても, 静止したボールや易しい投球を空振りする受講者もおり, 受講者の経験の有無によってバッティング技術の個人差が大きいために, 全員が満足するような授業の指導は難しいのが現状である.

その大きな理由はバッティング技術の難しさにある. バットを操作するためには, それを身体の一部として認識できるようになることが重要である (Foerster et al., 2020; Bosch et al., 2018). その上で, ボールをバットで打つためには 1) バットを目標の位置に移動させる空間的な調節, 2) それを正しいタイミングで行う時間的な調節, 3) スイングの速さ, など多くの要因が関係する. この技術を習得させるために, 学校体育では様々な練習方法が開発されている(例えば, 入澤と森本, 2008; 山本ほか, 2010; 比留間ほか, 2014). その中でもティースタンドを用いたティーバッティング練習は一般的で, 飛翔するボールにタイミングを合わせる時間的な調節の要因を除くことが出来るので, ボールのどこをどのように打つかという動作そのものを学習する上では適切な練習法である. ただし, これに影響すると考えられるのがボールの大きさや材質など, 使用するボールの種類である. 実際にベースボール型競技ではさまざまな種類のボールが使用され, 例えばソフトボールでは, 学年が上がると使用するボールの径は大きくなっていく. またティーボールでは, ソフトボールよりも大きく柔らかいボールを用いる. 小学校の体育授業の実践例において, バッティングの苦手な児童に対し, ボールの大きさを選択できるようにして技術の差を小さくするような工夫も報告されている (中川, 2006). また小学生のベースボール型授業で運動が苦手な児童への配慮の例として「大きなボールや軽いボールを使ったり, 手や大きなバット, 軽いバット, ラケットなどを使って打ったり, 静止したボールを蹴ったり打ったりすることができるようにするなどの配慮をする」という方法も紹介されている（日本ティーボール協会, 2018, p10）. しかしながら, ボールを適切に選択することは難しい. なぜなら, 大きいボールで練習すればバットに当たる確率は高まるものと予想されるが, 多少スイングがばらついても当たってしまうことから, 精度を高めるための練習には向かないかもしれない. 反対に小さいボールでは, 成功の範囲が狭く, 技術の習熟には有効かもしれないが, 成功の回数が減ってしまったり, 当てようとするあまりにスイングが極端に遅くなってしまったり, 初心者ではバッティング動作の楽しみそのものを失ってしまうかもしれない. バッティングと同様に高い正確性を要求される投球動作では, 標的サイズが小さいほど投球の正確性は高まるが, 小さすぎる場合には正確性がかえって低くなるとの報告（石垣と清水, 2003）がある. しかし, ティーバッティングにおいても同様な傾向があるか, また経験の有無がそれにどのように影響するかは不明である. これまで未経験者のバッティング動作に関する定量的な研

究はいくつか行われている（Nakata et al, 2012 ; Nakata et al, 2014）が，ボールの種類のバットスイングの正確性や再現性への影響を分析した研究は行われていない．

本研究はベースボール型授業の目標である「安定したバット操作」の指導に向けての基礎的なデータを得ることを目的とし，ベースボール型種目未経験者のティーバッティングにおけるバットスイングが，ボールの種類によりどのように異なるかを明らかにする．ここでは「安定したバット操作」につながる2つのパラメータ，つまりインパクトの正確性（狙った位置からどの方向，距離にズレるか）と再現性（ズレがどの程度ばらつくか）に着目した．未経験者，経験者の双方に，3 種類の異なるサイズのボールを使用したティーバッティングを行わせ，「小さなボールほど正確性，再現性が高くなる」か，また「その程度が未経験者と経験者とで異なる」かを検討する．

Ⅱ．方法

1．被験者

被験者は，未経験者群として部活動等での野球やソフトボールおよびテニスやゴルフの両手で打具を扱う競技の経験のない男性大学生 7 名（年齢 20.3 ± 1.6 歳，身長 167.9 ± 3.5 cm，体重 61.1 ± 7.1 kg，全て右打ち），および経験者群として男性大学野球部員 7 名（年齢 21.3 ± 1.0 歳，身長 171.8 ± 2.9 cm，体重 71.0 ± 4.2 kg，右打ち 4 名，左打ち 3 名），計 14 名とした．大学野球部員の野球経験年数は，12.4 ± 1.0 年であった．未経験者群の被験者が部活動等で経験のある競技を表 1 に示した．なお未経験者群は実験参加時に，体育実技等で週 1 回程度の運動習慣があった．

被験者には実験前に実験の目的や内容に関する説明を行い，参加に対する同意を得たうえで実験を行った．なお，本研究は筆頭著者所属機関の倫理委員会で研究内容に関する審査を受け，承認を得た．

表 1 未経験者群の中学校・高校での競技経験（運動部活動等）

被験者	中学校	高校
a	サッカー	サッカー
b	陸上競技	
c	陸上競技	陸上競技
d	陸上競技	陸上競技
e	サッカー	サッカー
f	水泳	バドミントン
g	陸上競技	

2．実験試技

被験者に 3 種類のボールを各 10 回，計 30 回のティーバッティングを行わせた．使用したボールは，野球用ボール（直径：約 7.0 cm，内外ゴム社製，ゴムスポンジおよび合成皮革），12 インチティーボール（同：約 9.7 cm，ナガセケンコー社製，ポリウレタン），スポンジボール（同：約 16 cm，モルテン社製，スポンジ）の 3 種類であり，バットは全てのボールで同じソフトボール用金属バット（ミズノ社製，長さ 83 cm，最大径 5.6 cm，質量 720 g）を使用した（図 1）．以下，野球用ボールを BB，ティーボールを TB，スポンジボールを SB と記す．

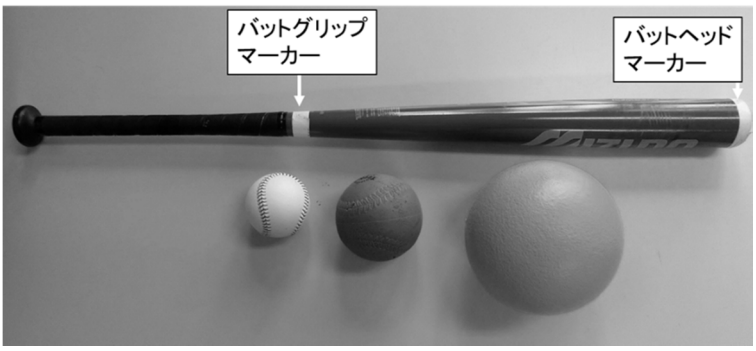


図 1 実験用のバットとボール
（左から野球用ボール：BB・ティーボール：TB・スポンジボール：SB）

ティーバッティングのボールの高さは，それぞれの被験者が打撃姿勢をとった際の腰部(上前腸骨棘）付近でセンター方向に打ちやすいと感じた高さ（地面から TB 中心までの高さ 80 - 90 cm）に設定した．ティーボールを置いた際のティーの高さに，野球ボールとスポンジボールも置いて試技を行わせた．被験者には，そのボールをセンター方向へライナー（ボールの高さから水平よりも上方の直線的な打球）を狙い，全ての試技において，全力で打つように指示した．被験者が打撃時に構える位置は，事前の練習により指示通りの打球が最も打ちやすいと判断した位置とし，毎回同じ位置に軸足（右打者の右足）を合わせてから行わせた．本研究では，体育授業において実践することが多い種目であるティーボールから試技を行い，直径の小さいボール，大きいボールという順番に行ったため，試技順は全ての被験者で①TB，②BB，③SB とした．各ボールの試技開始前には5球の練習を行わせた．試技中に疲労の影響がないように，1 試技毎に30秒程度の間隔を空けた．さらにボールの種類を変更する際には，5 分程度の休息時間をとった．

3．データの収集

試技中の被験者のバッティング動作を，ハイスピードカメラ（TM-Research 社製，E2）2 台を使用し，フレームレート1000 frame/s，シャッタースピード 1/2000 秒で撮影した．2 台のカメラは，1 台を打球方向に対し反対側（捕手側)に，もう 1 台を打球方向に直交する方向で打者の正面が映る側に，それぞれティーから 8 m の位置に設置し，打者の身体およびバットが映るように画角を調節した．座標の算出のために，ホームベースの捕手側の頂点を原点とした固定座標系（global 座標系）を設定し，水平面を通る投手方向をy軸（y-global），鉛直上方向を z 軸（z-global），y 軸と z 軸の外積方向を x 軸（x-global）と定義した(図 2）．試技の前に，較正用のポールをホームベース上の空間内で撮影し，DLT 法により三次元座標を算出できるようにした．またバットスイングの分析のために，白色のビニールテープをバットヘッド（バットのグリップと反対側の先端部分），およびバットグリップ（バットヘッドから 50 cm）に貼付した．

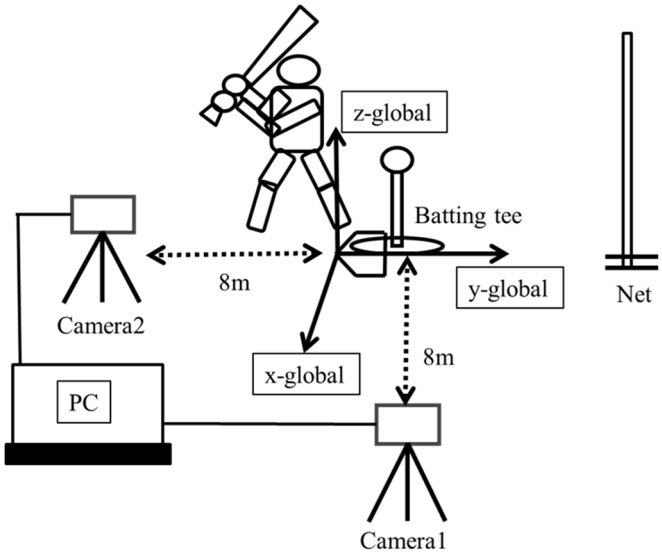
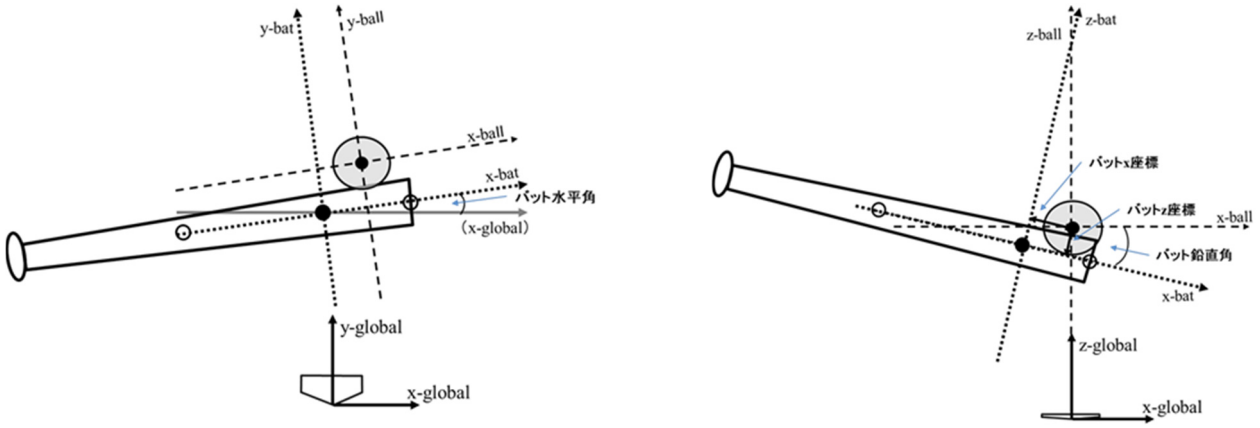


図 2 実験機材のセッティング

4. データの分析および統計処理

撮影した映像を動作分析ソフト（Frame-Dias V, DKH 社製）に取り込み，バットヘッド，バットグリップ，およびボール中心の三次元座標を DLT 法により得た．なお三次元座標構築時のキャリブレーションの標準誤差は，x:0.34 cm，y:0.22 cm，z:0.23 cm であった．映像から，バットがボールに完全に接触したと判断したフレームの 1 フレーム（0.001 秒）前（ボールとバットが接触する直前のフレーム）をインパクトと定義し，インパクト前の 5 フレーム，インパクトを含む後 5 フレームの 10 フレーム間（0.01 秒間）をデジタイズ範囲とした．なお未経験者は「空振り」の試技があったが，global 座標系におけるボールの y 座標とバット芯の y 座標の座標値の差から，バットとボールが x-y 平面では完全に接触したと判断できるフレームの 1 つ前のフレームを（仮想の）インパクトとみなし，試技の一つに含めて分析の対象とした．デジタイズ時の画像の読み取りが良好であったため各三次元座標の平滑化は行わずにデータを算出した．なお，左打者のデータは global 座標系での x 軸の値を反転させた上で右打者と同様にデータを処理した．

インパクト時のバットの芯に対するボールの位置を算出するためバット座標系を設定した（図 3）．先ず，バットヘッド，バットグリップの座標を結んだ線分をバット中心線とし，その線上でバットヘッド側から 15 cm の点をバット芯と定義した（樋口ほか，2013）．バット座標系は，インパクト時のバット芯を原点とし，バット中心線をx軸（x-bat 軸）とする．y軸（y-bat 軸）は水平面内で x-bat 軸に垂直（図 3A）に，z軸（z-bat 軸）は x-bat 軸を含む鉛直面内で x-bat 軸と垂直に（図 3B）定義する．このとき x-bat 軸とバット芯を通り x-global 軸に平行な直線のなす角を x-y 平面（global）に投影したものをバット水平角（図 3A），水平面と x-bat 軸のなす角をバット鉛直角とそれぞれ定義した（図 3B）．いずれの角度も基準の軸（面）に対し，時計回り方向を負の値とした．そして，バット座標系におけるボールの中心の x-bat 座標（以下：バット x 座標）および z-bat 座標（以下：バット z 座標）を求め，10 試技分の平均値と標準偏差をボール種類毎に算出した．



(A) x-y 平面(真上からの図)　　(B) x-z 平面(右打者。camera2 の方向から)

図 3 バット座標系(点線)・ボール座標系(破線)

以上とは別に，ボールに対してインパクト時のバットの位置と角度を解析するためにボール座標系を設定した．これは，ボール中心を原点とし，x 軸(x-ball 軸)とy軸(y-ball 軸，y-bat 軸と同じ向き)は水平面上にあり，z 軸(z-ball 軸)は鉛直方向で，x-ball 軸はバット座標系の x-z 平面と平行である(図 3)．このボール座標系を用いて，インパクト時のバットグリップ位置（以下:グリップ x 座標，グリップ z 座標）の平均値と標準偏差，および，global 座標におけるインパクト時のバットの傾きであるバット鉛直角の平均値，標準偏差を求めた．

インパクトを含む，インパクト前 3 フレーム(0.003 秒）間のヘッドの 1 フレーム毎（0.001 秒毎）の移動距離を時間で除した値を平均したものをヘッドスピードとして算出し，各被験者の 10 試技分の平均値と標準偏差をボール毎に算出した．またバットスイング軌道の指標としてインパクトと 4 フレーム前の global 座標系の y － z 面におけるバットヘッドの座標の変位から，スイング軌道角度（図 4）を求め，各被験者の平均値と標準偏差を算出した．

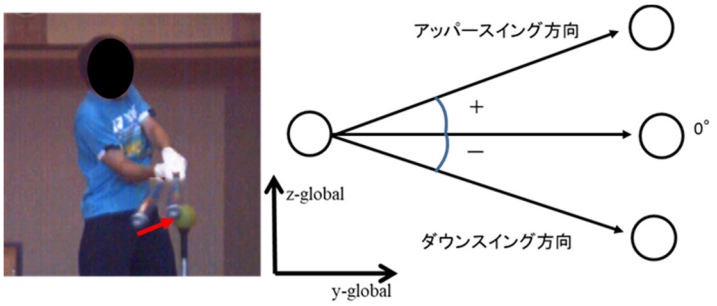


図 4. スイング軌道角度の算出(右図の○はバットヘッドを表す)

それぞれの値の統計検定には，群（未経験者・経験者）とボールの種類（BB・TB・SB）の 2 要因による混合型分散分析を用いた．下位検定における多重比較には Bonferroni 法を用いた．また効果量として，偏イータ 2 乗（η_p^2）の値を用いた．ヘッドスピード，バットインパクト位置（バット x 座標・バット z 座標），グリップ位置（グリップ x 座標，グリップ z 座標)，バット鉛直角，スイング軌道角度の平均値および標準偏差を比較した．またバット座標系の x-z 平面におけるボール中心の x 座標，z 座標(インパクト位置)の平均値が原点(0, 0) と有意に異なるかを群別に比較するため，

一元配置の分散分析を用いた.

さらに未経験者群でボールの種類によって空振りの数に差があるかを, 3 つのペア（BB-TB, TB-SB, SB-BB）のそれぞれで χ^2 検定を用い, ボンフェローニ補正を行って検定した. なお統計解析には SPSS（IBM 製）を使用した. 有意水準は 5 %（$p < 0.05$）とした.

Ⅲ. 結果

1. ヘッドスピード

バットのヘッドスピードの平均値および標準偏差を表 2 に示した. 分散分析の結果, 平均値に群の主効果が認められ（$F(1,12) = 43.70$, $p < 0.01$, $\eta_p^2 = 0.79$）, 経験者（37.0 ± 0.3 m/s）は未経験者（24.3 ± 0.5 m/s）に比べ有意にヘッドスピードが大きかった. またボールの種類には主効果は認められず（$F(2,24) = 0.39$, $p = 0.68$, $\eta_p^2 = 0.03$）, 群―ボール種類の交互作用（$F(2,24) = 2.64$, $p = 0.09$, $\eta_p^2 = 0.18$）は認められなかった.

ヘッドスピードの標準偏差は群（$F(1,12) = 0.65$, $p = 0.44$, $\eta_p^2 = 0.05$）, およびボールの種類（$F(2,24) = 0.09$, $p = 0.91$, $\eta_p^2 = 0.01$）に主効果は認められなかった. また交互作用（$F(2,24) = 0.63$, $p = 0.54$, $\eta_p^2 = 0.05$）も認められなかった.

表.2 バットスイングのヘッドスピード（平均値±標準偏差） ＊:$p < 0.05$

	平均値（m/s）				標準偏差（m/s）			
群	BB	TB	SB	統計(群間)	BB	TB	SB	統計(群間)
未経験者	24.0 ± 4.6	24.0 ± 4.9	24.8 ± 4.5	＊	1.3 ± 0.4	1.3 ± 0.4	1.4 ± 0.4	n.s
経験者	37.0 ± 2.7	37.3 ± 2.0	36.8 ± 2.1		1.2 ± 0.3	1.3 ± 0.6	1.1 ± 0.3	
統計(ボール間)		n.s				n.s		

2. バット座標系におけるインパクト位置の正確性（平均値）

ボールとバットの芯の相対的な位置関係についてバット座標系を用いて解析した（表 3）. 表 3 中, 数値が0に近いほど, バット芯とボール中心が近く, 正確性が高いことを表している. バット x 座標（長軸方向）は, 群（$F(1,12) = 3.10$, $p = 0.10$, $\eta_p^2 = 0.21$）, およびボールの種類（$F(2, 24) = 1.45$, $p = 0.26$, $\eta_p^2 = 0.11$）ともに主効果は認められず, 群―ボール種類の交互作用もなかった（$F(2,24) = 0.82$, $p = 0.49$, $\eta_p^2 = 0.06$）. バット z 座標（短軸方向）でも, 群（$F(1,12) = 1.95$, $p = 0.19$, $\eta_p^2 = 0.14$）, およびボールの種類（$F(2, 24) = 2.90$, $p = 0.08$, $\eta_p^2 = 0.20$）ともに主効果は認められず, 交互作用もなかった（$F(2, 24) = 0.01$, $p = 0.99$, $\eta_p^2 = 0.001$）.

表 3. バット座標系インパクト位置の平均値（平均値±標準偏差）＊:$p < 0.05$
＃:0 と有意に異なる（$p < 0.05$）

	x 座標				z 座標			
群	BB	TB	SB	統計(群間)	BB	TB	SB	統計(群間)
未経験者	4.2 ± 2.6#	4.6 ± 3.9#	4.2 ± 2.8#	n.s	-1.0 ± 1.0	-0.8 ± 1.1	-0.4 ± 1.3	n.s
経験者	1.4 ± 4.0	1.3 ± 3.6	0.4 ± 4.3		-0.4 ± 0.7	-0.2 ± 0.7	0.1 ± 0.8	
統計(ボール間)		n.s				n.s		

図 5 にボール座標系における x-z 平面でのインパクト時のボールとバット（バットグリップ, バット芯, バットヘッド）の位置関係の一例を示した. 図 5-1, 図 5-2 はそれぞれ未経験者, および経験者各1名の結果である（他の被験者の図は, 付録資料に掲載した）. 一見して未経験者は経験者に比べ, バットの位置のばらつきが大きい. またどちらの被験者もバットの芯の位置はボール中心に

対して偏位している．全ての被験者の結果を見ると，偏位の傾向は経験ではなく個人により違いがあり，ボールが異なっても，同じ個人では同じ傾向にあることがわかる．

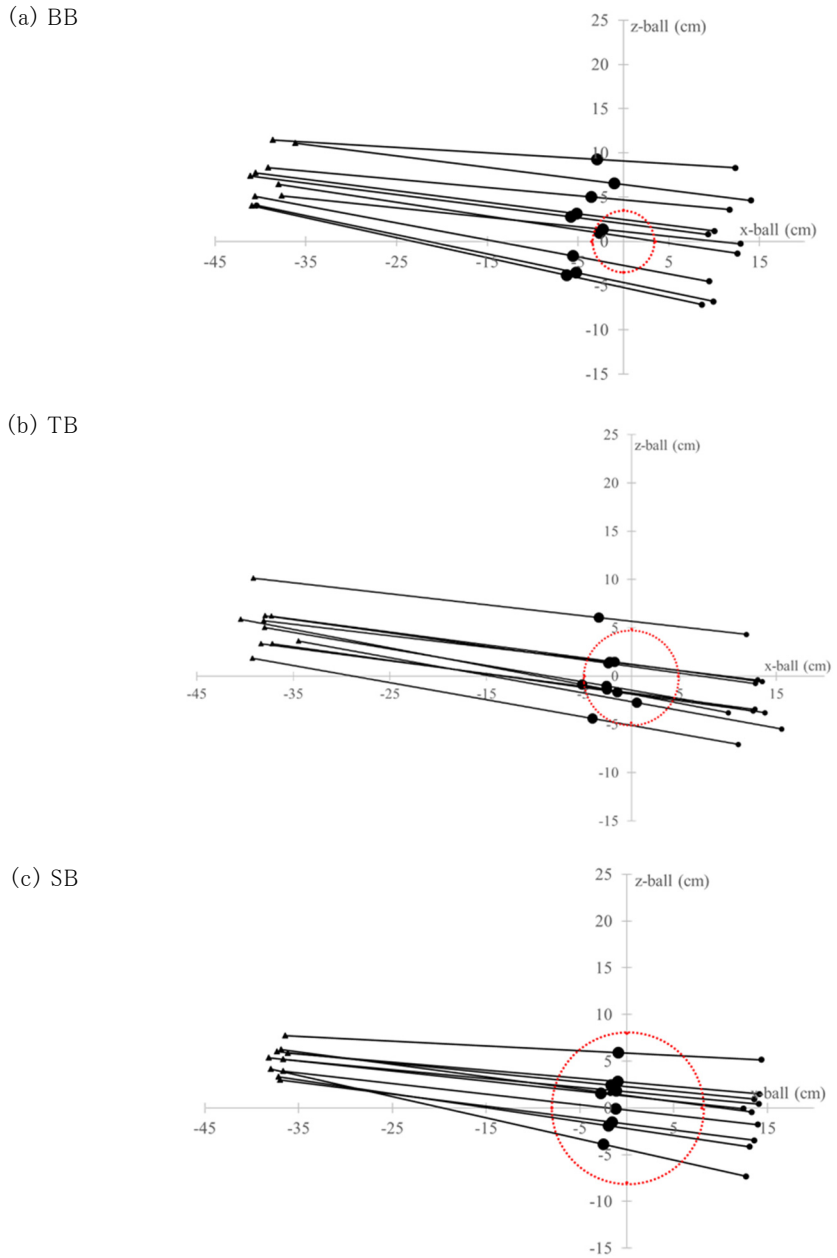


図 5-1　ボール座標系でのボールとバット位置　x-z 平面(未経験者 1 名)
（図中のプロット:・バットヘッド，▲グリップ，●バットの芯　点線はボール）

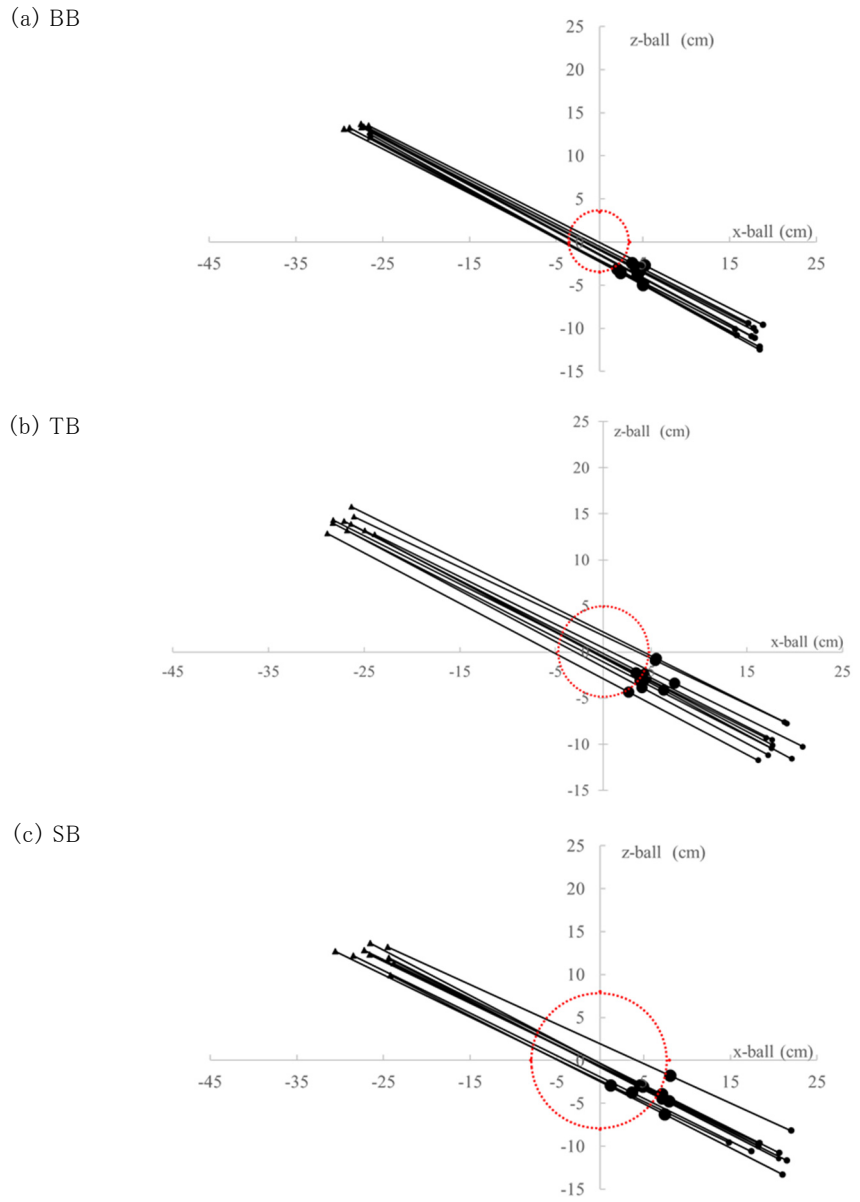


図 5-2 ボール座標系でのボールとバット位置 x-z 平面(経験者 1 名)
(図中のプロット:・バットヘッド, ▲グリップ, ●バットの芯 点線はボール)

図 6 は各群, 各ボールでのインパクトの平均位置および標準偏差をバット座標系で示したものである. インパクト時のボールの中心のバット x 座標, バット z 座標の平均値がバットの芯(原点:0, 0)からずれているかを判断するために, 各座標を群別に一元配置の分散分析で 0 と比較したところ, 未経験者のバット x 座標が全てのボール種類において 0 との間に有意差が認められた(F (3,18) = 10.6, p < 0.00, η_p^2 = 0.64), (表 3). 未経験者のバットz座標(F (3,18) =2.42, p = 0.10, η_p^2 = 0.29)および経験者のバットx座標 (F (3,18) =0.78, p =0.52, η_p^2 = 0.11), バットz座標(F (3,18) =1.33, p = 0.30, η_p^2 = 0.18)には有意差は認められなかった(表 3).

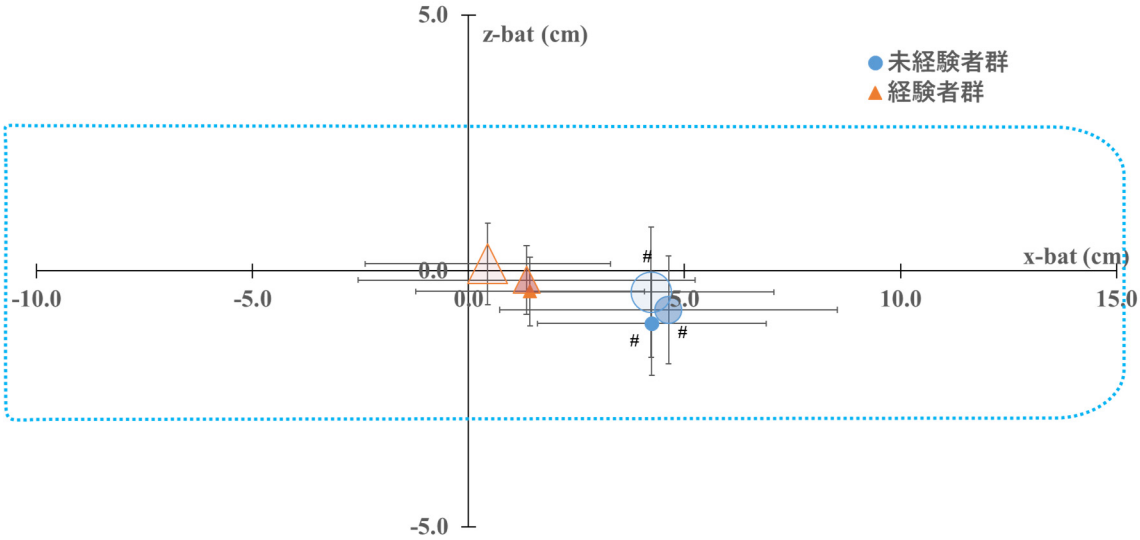


図 6 バット座標系のボール中心位置 各群平均値(○未経験者・△経験者)

BB・TB・SB の順にマーク(○・△)が大きく, 色が薄くなる.
点線はバットの範囲を示す(#: x座標が 0 と有意に異なる)

3. バット座標系におけるインパクト位置の再現性(標準偏差)

バット座標系におけるインパクト位置のバット x 座標, バットz 座標, それぞれの標準偏差(ばらつき)を表 4 に示した. バット x 座標には分散分析の結果, 群の主効果が認められ (F (1,12)=15.16, p < 0.01, η_p^2 = 0.56) , 未経験者 (1.8 ± 0.1 cm) は経験者 (1.3 ± 0.1 cm) に比べ標準偏差, つまりばらつきが有意に大きかった. またボールの種類には主効果は認められず (F (2, 24) = 0.33, p = 0.72, η_p^2 = 0.03),群―ボール種類の交互作用もなかった (F (2, 24) = 0.17, p = 0.85, η_p^2 = 0.01).

バットz座標にも分散分析の結果, 群の主効果が認められ (F (1,12) = 84.95, p < 0.001, η_p^2 = 0.88) , 未経験者群 (2.9 ± 0.2 cm) は経験者群 (1.1 ± 0.2 cm) に比べ標準偏差が有意に大きかった. またボールの種類には主効果は認められず (F (2, 24) = 1.76, p = 0.21, η_p^2 =0.13) , 群―ボール種類の交互作用もなかった (F (2, 24) = 0.49, p= 0.55, η_p^2 = 0.04) .

表 4. バット座標系インパクト位置の標準偏差 (平均値±標準偏差)＊:p < 0.05

	x 座標 (cm)				z 座標 (cm)			
群	BB	TB	SB	統計(群間)	BB	TB	SB	統計(群間)
未経験者	1.7 ± 0.3	1.9 ± 0.4	1.9 ± 0.7	＊	2.6 ± 1.1	3.0 ± 0.4	3.0 ± 0.4	＊
経験者	1.2 ± 0.4	1.2 ± 0.2	1.3 ± 0.5		1.0 ± 0.4	1.4 ± 0.3	1.1 ± 0.3	
統計(ボール間)		n.s				n.s		

4. ボール座標系におけるバットグリップ位置 (平均値・標準偏差)

ボール座標系におけるインパクト時のグリップ x 座標, グリップ z 座標の平均値を表 5-1, 標準偏差(ばらつき)を表 5-2 に示した.

表 5-1. ボール座標系バットグリップ位置の平均値 （平均値±標準偏差）＊:p < 0.05

	x 座標				z 座標			
群	BB	TB	SB	統計(群間)	BB	TB	SB	統計(群間)
未経験者	-37.2 ± 1.9	-37.7 ± 3.0	-37.6 ± 1.7	＊	13.3 ± 5.1	12.8 ± 5.8	11.8 ± 5.9	n.s
経験者	-33.7 ± 3.9	-33.7 ± 3.8	-33.4 ± 4.6		15.1 ± 2.3	14.7 ± 2.2	13.2 ± 1.7	
統計(ボール間)		n.s				＊		

表 5-2. ボール座標系バットグリップ位置の標準偏差 （平均値±標準偏差）＊:p < 0.05

	x 座標				z 座標			
群	BB	TB	SB	統計(群間)	BB	TB	SB	統計(群間)
未経験者	1.5 ± 0.5	1.6 ± 0.1	1.7 ± 0.6	＊	2.0 ± 0.5	2.0 ± 0.4	2.0 ± 0.3	＊
経験者	1.2 ± 0.4	1.2 ± 0.2	1.3 ± 0.5		0.9 ± 0.4	1.0 ± 0.3	1.0 ± 0.3	
統計(ボール間)		n.s				n.s		

平均値はグリップ x 座標では, 群の主効果が認められ（$F(1,12) = 5.27$, $p = 0.04$, $\eta_p^2 = 0.31$）, 未経験者群（-37.5 ± 2.2 cm）が経験者群（-33.6 ± 4.1 cm)より有意に大きかった. ボールの種類には主効果は認められず（$F(2,24) = 0.30$, $p = 0.74$, $\eta_p^2 = 0.02$), 群―ボール種類の交互作用もなかった（$F(2, 24) = 0.47$, $p = 0.63$, $\eta_p^2 = 0.04$). グリップ z 座標では, 群の主効果は認められなかった（$F(1,12) = 0.58$, $p < 0.46$, $\eta_p^2 = 0.05$）. ボールの種類には主効果は認められ（$F(2,24) = 13.98$, $p = 0.00$, $\eta_p^2 = 0.54$), BB (14.2 ± 3.7 cm)・TB (13.8 ± 4.0 cm) に比べ SB (12.5 ± 3.8 cm) の値が小さかった. 群―ボール種類の交互作用はなかった（$F(2, 24) = 0.32$, $p = 0.73$, $\eta_p^2 = 0.03$).

標準偏差はグリップ x 座標では, 群の主効果が認められ（$F(1,12) = 7.54$, $p = 0.02$, $\eta_p^2 = 0.39$）, 未経験者群（1.6 ± 0.4 cm）が経験者群（1.2 ± 0.4 cm)より有意に大きかった. ボールの種類には主効果は認められず（$F(2,24) = 0.45$, $p = 0.64$, $\eta_p^2 = 0.04$), 群―ボール種類の交互作用もなかった（$F(2, 24) = 0.09$, $p = 0.92$, $\eta_p^2 = 0.01$). グリップ z 座標でも, 群の主効果が認められ（$F(1,12) = 108.94$, $p < 0.00$, $\eta_p^2 = 0.90$）, 未経験者群（1.6 ± 0.4 cm）が経験者群（1.2 ± 0.4 cm)より有意に大きかった. ボールの種類には主効果は認められず（$F(2,24) = 0.06$, $p = 0.95$, $\eta_p^2 = 0.00$), 群―ボール種類の交互作用もなかった（$F(2, 24) = 0.25$, $p = 0.78$, $\eta_p^2 = 0.02$).

5. バット鉛直角（平均値・標準偏差）

バット鉛直角の平均値および標準偏差の結果を表 6 に示した. 平均値では, 群の主効果は認められなかった（$F(1,12) = 3.51$, $p < 0.09$, $\eta_p^2 = 0.23$）. ボールの種類には主効果が認められた（$F(2,24) = 30.41$, $p = 0.00$, $\eta_p^2 = 0.72$). BB (-20.6±5.9 °)と TB (-20.2 ± 6.0 °)に比べ, SB (-18.8±6.1 °) が小さい値であった. 群―ボール種類の交互作用は認められなかった（$F(2, 24) = 0.06$, $p = 0.94$, $\eta_p^2 = 0.00$). 標準偏差は群の主効果が認められ（$F(1,12) = 44.18$, $p < 0.00$, $\eta_p^2 = 0.79$）, 未経験者群（2.2 ± 0.6 °）が経験者群（1.0 ± 0.2 °)より有意に大きかった. ボールの種類には主効果は認められず（$F(2,24) = 0.65$, $p = 0.53$, $\eta_p^2 = 0.05$), 群―ボール種類の交互作用もなかった（$F(2, 24) = 0.30$, $p = 0.75$, $\eta_p^2 = 0.02$).

表 6. ボール座標系 x-z 平面におけるバット鉛直角 （平均値±標準偏差）＊:p < 0.05

	平均値				標準偏差			
群	BB	TB	SB	統計(群間)	BB	TB	SB	統計(群間)
未経験者	-17.5 ± 7.8	-17.0 ± 7.5	-15.7 ± 8.2	＊	2.1 ± 0.5	2.3 ± 0.6	2.2 ± 0.6	＊
経験者	-23.7 ± 4.0	-23.4 ± 4.5	-21.9 ± 4.0		1.0 ± 0.2	1.1 ± 0.3	0.9 ± 0.3	
統計(ボール間)		＊				n.s		

6. スイング軌道角度（y-z 平面 アッパー・ダウンスイング）

スイング軌道角度の平均値および標準偏差の結果を表 7 に示した. 平均値は群の主効果が認められ（F (1,12) = 7.96, p < 0.05, η_p^2 = 0.40）, 未経験者群（4.5±2.1 °）が経験者群(0.4±3.5 °)より有意に大きかった. ボールの種類には主効果は認められず（F (2,24) = 0.98, p ＝ 0.39, η_p^2 = 0.08), 群―ボール種類の交互作用もなかった（F (2, 24) ＝ 1.02, p ＝ 0.38, η_p^2 = 0.08).

標準偏差は, 平均値と同様に群の主効果が認められ（F (1,12) = 19.74, p < 0.004, η_p^2 = 0.62）, 未経験者群（2.5 ± 0.8 °）が経験者群（1.6 ± 0.3 °)より有意に大きかった. ボールの種類に主効果（F (2,24) = 0.37, p ＝ 0.70, η_p^2 =0.03）は認められず, 交互作用もなかった(F (2,24)＝0.45, p ＝ 0.64, η_p^2 =0.04）.

表 7. スイング軌道角度 （平均値±標準偏差）＊:p < 0.05

	平均値（°）				標準偏差（°）			
群	BB	TB	SB	統計(群間)	BB	TB	SB	統計(群間)
未経験者	3.9 ± 1.3	5.2 ± 2.6	4.4 ± 2.5	＊	2.4 ± 0.9	2.3 ± 0.8	2.7 ± 0.8	＊
経験者	0.7 ± 3.7	0.5 ± 3.4	0.0 ± 3.5		1.6 ± 0.4	1.5 ± 0.3	1.5 ± 0.4	
統計(ボール間)		n.s				n.s		

7. 空振りの試技数の比較

未経験者群の正確性の指標として, 空振りした試技数の分析を行った. 経験者群ではボール種類にかかわらず, 空振りは観察されなかった.

未経験者 7 名の空振りの合計数は BB:7 回（5 名）, TB:2 回（2 名）, SB:0 回であった. 空振りの数とボールの種類について独立性の検定（χ^2 検定）を行ったところ, BB と SB の間に有意差が認められた（p = 0.01）. 他のボール間には認められなかった. 空振りした試技は, BB では 2 試技目（2 回）, 5, 6, 8 試技目（各 1 回）, 9 試技目(2 回）, TB では 4 試技目と 6 試技目であった.

Ⅳ. 考察

本研究はベースボール型授業の目標である「安定したバット操作」の指導に向けての基礎的なデータを得ることを目的とし, ベースボール型種目未経験者のティーバッティングにおけるバットスイングが, ボールの種類によりどのように異なるかを明らかにするために実験を行った. ボールの違いにより, 統計的な差は認められなかった. また未経験者と経験者では, ヘッドスピードおよびインパクト位置の標準偏差に差が認められた.

1. 未経験者のパフォーマンス

ヘッドスピードの平均値と標準偏差は, ボールの種類間に有意差は認められなかった（表 2）. このことから, 本研究に参加した未経験者は, ボールが異なっても少なくともスピードについては同様なバットスイングができていたということになる. つまり, ボールが小さいため速度を落として, ボールに当てようとすることは本研究のボールの大きさの範囲では未経験者にも見られなかった. ただし,「ライナーを狙い, 全ての試技において全力で打つ」という教示で行ったためかもしれない. また, このことは疲労の影響はなかったことを示唆している.

バット座標系におけるインパクト位置の平均値

(表 3) は, ボールの種類を変えても変化しなかった. また標準偏差 (表 4) もボールにより違いは認められなかった. またスイング軌道角度 (表 5) の平均値, 標準偏差もボールによる違いはなかった. これらの結果から未経験者にとってインパクトの位置のばらつきを小さくするために, ボールの大きさを変えることは有効ではないと言える. つまり, 本研究の仮説は否定された.

未経験者では空振りの試技が見られ, その回数は BB(7 回)が SB(0 回)に比べて有意に多かった. ボールの種類が空振りに影響する条件を考えてみると, バットの短軸方向 (z 軸) のズレの大きさが特に重要であり, バット中心とボール中心の距離がバットの部分の半径 2.8 cm にボールの半径に加えた値を超えると, バットとボールは当たらないことになる. この値は BB:6.3 cm , TB:7.7 cm, SB:10.8 cm となる. SB では空振りがなかったことから, 10cm 程度の範囲には未経験者でもバットを調整できると考えられる. 実際, インパクト時のボールに対する 10 試技のバット位置を示した図 (図 5-1) を見ると, BB や TB ではボールの範囲からバットの長軸が外に出ている試技もあるのに対し, SB では 10 試技すべてのバットの長軸がボールの範囲内に収まっている. 他の被験者においても, 同様の傾向が見られた (付録資料参照) . バットにボールが当たる感覚はベースボール型競技の醍醐味の 1 つであり, 空振りを恐れなくなれば, バットは振りやすくなるであろう. そこで, 大きいボールを用いてボールとバットが当たる感覚を身につけさせることは, 本研究の未経験者のようにバットスイングが安定していない場合には, 有効な練習方法であると示唆される. しかし, 空振りは「全力で振ること」という教示が影響した可能性もある. つまり, 全力で未経験者がバットを振ることにより, ボールの大きさによっては空振りが生じたのかもしれない.

本研究においては, 試技は TB→BB→SB という順番で行った. 空振りの回数と順番の関係をみてみると, TB:2 回→BB:7 回→SB:0 回であり, ボールの直径は中→小→大となる. そこで, 直径が TB から BB に急に小さくなった時に, 空振りが起こっている可能性も考えられる. しかし, BB での空振りは, 1 試技目には 1 度もなかったので, 空振りはボールの大きさが急に小さくなったために起こっているわけではないと考えられる. 5 名が空振りをした BB のボールの大きさは, 未経験者にとっては難易度が高かったものと考えられる. 教示条件やボールの種類といった条件を含めて, 空振りをしない状況を作ることは安定したバット操作を指導するうえで重要であろう.

2. 経験者のパフォーマンス

経験者ではボールの大きさが変わってもバットヘッドスピード, バット座標系におけるインパクト位置の平均値, 標準偏差ともに有意な違いは認められなかった. 本研究では, 経験者群である野球選手は普段使い慣れている野球用のバットではなく, ソフトボール用のバットを使用したが, ボールの違いにより有意差は認められなかった. 経験者 1 名のボールに対するバットの位置を図 5-2 に示したが, 同一の被験者ではボールが変わっても, 同様の位置にバットを調整できている傾向が見られた. 経験者群の他の被験者においても, 同様の傾向が見られた (付録資料参照) . またスイングの再現性を評価する標準偏差にも, ボール間において有意差は認められなかった (表 4) .

ボールをバットで打つという課題に対しては, ボールの大きさが変化しても, また普段使っているのとは異なるバットを使用しても, 経験者であればそのばらつきは同程度にとどまることが明らかになった. 本研究は普段から打撃を行っている野球ボールが最も小さく, 他の 2 つはそれよりも大きいボールであり, 野球ボール以上の正確性が要求されなかったことも理由の一つと考えられる. 先述した石垣と清水 (2003) の実験では, 野球, ソフトボール, ハンドボール, アメリカンフットボールの熟練者を対象に, 標的の大きさと投球の正確性を分析し結果, 標的サイズが小さいほど投球の正確性は増したが, 小さすぎる場合には正確性が落ちたと報告している. バッティングでも同様であれば, 本研究の試技を野球ボールより小さいボールで行った場合には, より正確なバットコントロールが要求されるため経験者でも結果が異なる可能性も考えられる. 経験者のバッティングの正確

性や再現性を高める方法を明らかにしていくうえでは今後の検討課題である.

3. 未経験者と経験者の比較

未経験者と経験者を比較すると, ヘッドスピードには全てのボール間で有意差が認められた（表 2). 当然の結果ではあるが, 野球の未経験者にはバットを速く振る動作は難しいものであると考えられる. アマチュア選手（小・中・高・大学・社会人）とプロの野球選手のバットスイングについて調べた蔭山ほか（2018）によると, 小学校高学年では 92.0 km/h, 中学生では 102.0 km/h であった. 本研究の未経験者のヘッドスピードを時速で表すと, 86.4 – 89.3 km/h であり, 小学校高学年の野球選手と同程度ということになる. また, 4 歳の子供のバッティング動作を分類した研究によると, ①バッティング動作は上肢のみの動作, ②上肢と体幹の回転, ③身体の各部を分けて使う, という段階で発達するとされている（平野, 1992, p156 – 157). 定性的な分析ではあるが, 本研究の未経験者の動作（図 7）は, 体幹の回転が止まり, 腕の動作のみを使って打っているように観察され, 先に分類では①や②の段階の動作となっていた. 大学生のように身体が成熟しても, バットを振るという動作に未熟であれば, 身体を使ってバットを適確に加速させることはできないのであろう.

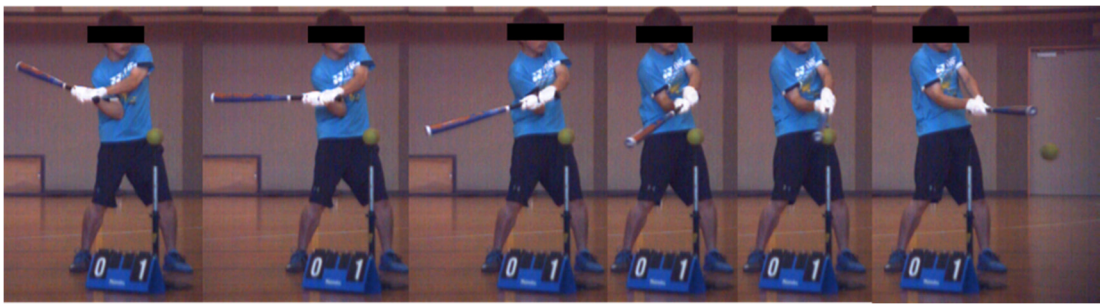


図 7 未経験者の打撃動作の例
（インパクト 0.07 秒前から 0.02 秒後までの 0.09 秒間）

バット座標系におけるインパクト位置の標準偏差は, 未経験者と経験者の間に有意差が認められた（表 4). 城所と矢内（2017）は, 84 cm の硬式野球用木製バットの芯は「長軸方向にバットヘッドから 9.64 – 19.29 cm , 短軸方向に中心から上部へ 0.39 – 2.46 cm の 9.65 × 2.07 cm の領域」であることを報告している. 本研究の経験者は, 硬式野球部員であったが城所と矢内（2017）で示されたものと同様のバットを使用して練習を行っている. 経験者は普段使うバットと異なるソフトボール用であったものの, 本研究で定義したバットヘッドから 15 ㎝の位置と先述の城所と矢内が示したバット芯に近い範囲で打つことができていた. 野球経験者はバットが変っても, バット芯でボールをインパクトさせる感覚は保たれているのであろう. 反対に未経験者は, バットの扱いに慣れていないため,「バットの芯」という感覚は分からないであろう. 図 6 にはバット芯を原点とした座標系のボール中心位置を示したが, 未経験者はバットの先端側でボールを打っている. バットはテニスなどのラケットのガット部分やゴルフクラブのヘッド部分のように, 打球をする場所が明確になっておらず, 未経験者には「芯でとらえる」感覚がわかりにくい可能性がある. 佐藤と杉山（2003）は大学生で野球のバッティングのパフォーマンスについてスポーツ経験別に比較し, 打具を用いる競技の経験者は, 未経験者より高いバッティングの正確性を有していたことを報告している. 本研究の被験者は, 両手で扱う打具を用いた本格的な運動経験があるものを除外したため, 打具を用いた経験のない未経験者に正確に打たせるためには, バットの芯の範囲に印をつけるなどわかりやすくし, ティーバッティングのような静止したボールを打つ場合は, 芯の場所をボールに合わせて打撃姿勢をとらせてから打つというような工夫が必要だろう.

バット座標系におけるインパクト位置のバット x

座標，バット z 座標の標準偏差（表 4）にはいずれも群間差があり，特にｚ座標でその差が大きく，未経験者はバットの上下への調節が難しいことがわかる．また，ボール座標系によるバットグリップ位置の標準偏差（表 5-2）は x 座標，z 座標ともに未経験者は経験者に比べて大きかった．さらにバット鉛直角の標準偏差（表 6）にも，同様に有意差が認められた．つまり未経験者はグリップの位置，そしてバットの鉛直角が安定せずばらつきが大きいために，結果としてインパクト位置のばらつきも大きくなってしまうと考えられる．これは，ティーバッティング時の野球経験者と未経験者のバットスイングの再現性を分析した前田（2001），と同様の結果であった．前述の城所と矢内（2017）の研究結果から考えると，バット芯は長軸方向に長い範囲にあるので，バットの長軸方向の 1 ㎝のずれは，短軸方向の 1cm ほどの影響はないと考えられる．パフォーマンスを大きく分けるのは，短軸方向である上下方向のずれであり，そのばらつきの大きさが経験者と未経験者を大きく分けるものであると言える．バットヘッドの上下方向の変位の方向を表すスイング軌道角度（表 5）の結果をみると，標準偏差では群間に有意差が認められる．つまり，上下方向のばらつきを小さくすることが，未経験者のバッティングの目標ということになる．一方，本研究の条件ではバット x 座標のばらつきは，未経験者もバットｚ座標ほどには大きくなかった(表 3)．バット x 座標方向の運動は，立ち位置や打撃時の踏み込み位置などで規定されてしまうため，動作開始時の立ち位置を一定にしたティーバッティングでは，上下方向に比べて変動が小さくなったのであろう．

ボールの高さについて，本実験では被験者が打ちやすいと判断した腰の高さ付近に設定した．ティー台の高さは TB に合わせていつも同じにしたので，ボールの大きさにより中心の位置が異なる．中心の位置のずれは，最も直径の小さい BB と最も大きい SB では 4.5 cm 程度になる．この違いが本研究の結果にどの程度影響を与えるかについては，本研究の結果からは結論はできない．4.5cm はバットの直径(5.6cm)と同程度である．もし未経験者がボールの種類にかかわらず，単に打ちやすいスイングを繰り返していただけで，そのとき TB についてはボールの中心付近に当たっていたとする．すると一番小さい BB ではバットの下(ボールの上)，逆に SB ではバットの上(ボールの下)を打つことになる．しかし，実際にはバット短軸(z軸)方向のインパクト位置にはボール間では有意差はなかった(表 3，図 6)．この結果は未経験者が 4.5cm という高さの違いはあっても，平均的にみればボールの中心を把握してそこにバット芯を移動させる動作が出来ていたということを示しているだろう．

4. 本研究の限界と今後の展開

本研究は，未経験者のバットスイングとインパクトがボールの違いにより変化するのかを検討した．ただ，分析がインパクト付近のものにとどまっているため，授業などで行うバッティング動作の学習ということを考えると，バット軌道やさらに身体動作の分析が必要である．

また本研究では体育授業において実践することが多い種目であるティーボールの大きさを未経験者の基準としたため，まずそのボール（TB）で測定を行い，その後に小さいボール（BB），大きいボール（SB）という試技順ですべての実験を実施した．この試技順についての影響も考えられるが，バット位置の標準偏差（再現性）やヘッドスピードが，どのボールでも差が認められなかったことから，学習効果や疲労の影響は少なかったものと考えられる．またボールに関して，同様の素材のもので比較をすることができなかったため，バットやボールを打った感覚が異なることが結果に影響を及ぼす可能性も否定できない．特に経験者では普段使用しているボールの感覚に慣れている場合は，打球やバット芯で打てたかどうかのフィードバックにも影響を及ぼした可能性もある．さらに芯に当たったかどうかの感覚という点では，ボールだけでなくバットの材質も影響するであろう．未経験者をよいパフォーマンスに導くにはボールとバット両方の選択が必要かもしれない．

打球のスピード，方向はインパクト位置，ヘッドスピードおよびその方向，ボールやバットの大きさ・質などの多くの要因の影響をうけるであろう．

本研究ではバットスイング，インパクトに焦点を当て，ボールの違いが打球にどのように影響するかは検討していない．授業場面を想定した場合には，スイング速度や正確性・再現性の他に，ボールの打球角度や速度も当然大切な情報で，それがむしろ授業の狙いとなろう（正しい打ち方より，よい打球を打つこと）．そこで，打球の性質の解析も今後の重要な研究課題である．

Ⅴ．結論

本研究では，体育で行われるベースボール型科目の指導のための基礎的なデータを得る目的で，未経験者のバッティングの正確性および再現性にボールの種類が及ぼす影響を検討した．3 種類のボールを用い，それぞれ 10 回のティーバッティングを行わせ，スイングとインパクトを分析した．経験者と未経験者では，ヘッドスピードの平均値，およびインパクトのバット位置，スイング角度の標準偏差（ばらつき）に有意な差が認められた．特にバットの上下方向の位置のばらつきが未経験者では経験者に比べて大きかった．経験者，未経験者ともボールの違いにより，バットスイングの正確性および再現性に差はなかった．ただし，未経験者群では一番大きなスポンジボール（SB：直径 16cm）では他のボールではみられた空振りが起こらなかったので，未経験者でもこの範囲にバットコントロールができる可能性がある．未経験者にはまず空振りの可能性が低い大きいサイズのボールを用いてバッティングを行うことが，バッティング技術の学習には有効な方法であると示唆される．

＜参考文献＞

- Bosch TJ, Hanna T, Fercho KA, Baugh LA. (2018) Behavioral performance and visual strategies during skill acquisition using a novel tool use motor learning task. Sci Rep. 13; 8(1): 13755.
- Foerster FR, Borghi AM, Goslin J. (2020) Labels strengthen motor learning of new tools.
- Cortex. 129:1-10.
- 樋口貴俊，大嶋匠，彼末一之（2013）一流男子ソフトボール打者のソフトボール打撃と野球打撃の比較　スポーツ科学研究，10，26 － 33
- 平野裕一　編著（1992）打つ科学　大修館書店，p156 － 157
- 比留間浩介，森健一，尾縣貢（2014）体育授業で利用可能なバッティング動作の観察ポイントに関する研究―高等専門学校生におけるティーバッティング動作を対象に―　スポーツ教育学研究，34-1，23 － 32
- 入澤裕樹，　森本吉謙（2008)ソフトボール授業における未習熟者に対する打撃指導のための教材開発：大学生を対象に　仙台大学紀要，40 (1)，125-132
- 石垣尚男，清水陽介（2003）標的サイズと投球コントロールの正確性　愛知工業大学研究報告，45，159 － 161
- 蔭山雅洋，中島　一，中本浩揮，藤井雅文，前田明（2018）発達段階の異なる野球選手およびプロ野球選手のバットスイングの特徴，野球科学研究，2，57-76
- 城所収二，矢内利政（2017）野球における打ち損じた際のインパクトの特徴バイオメカニクス研究，21(2)，52-64
- 公益財団法人日本野球連盟　公益財団法人日本高等学校野球連盟　NPO 法人日本ティーボール協会編著（2018）幼児＆小学 1・2 年生のためのティーボール指導教本Ⅰ，体育教育出版会，p10
- 前田正登（2001）野球におけるバットスイングの再現性に関する研究　スポーツ方法学研究，14 (1)，1 － 13
- 中川昌和（2006）ベースボール型ゲームの単元構成に関する研究，教育実践研究第 16 集，119 － 124
- Nakata, H., Miura, A. ,Yoshie, M., Kudo, K. (2012) Differences in the Head Movement During Baseball Batting between Skilled Players and Novices, Journal of Strength and Conditioning Research: October 2012 - Volume 26 - Issue 10 - p 2632-2640
- Nakata, H., Miura, A., Yoshie, M., Higuchi, T., Kudo, K. (2014) Differences in trunk rotation

during baseball batting between skilled players and unskilled novices, Journal of Physical Fitness Sports Medicine, 3(4): 457-466
・佐藤和, 杉山喜一（2003）打撃パフォーマンスの正確性: 性別・スポーツ経験別による比較, 北海道教育大学紀要　自然科学編, 54(1), 81-87
・山本博男, 長田真実, 牛津安未, 西村達弥（2010）女子大学生における新バッティングの基礎的実験　金沢大学人間社会学域学校教育学類紀要, 2, 89 - 93

＜付録資料＞ボール座標系　バット位置データ一覧

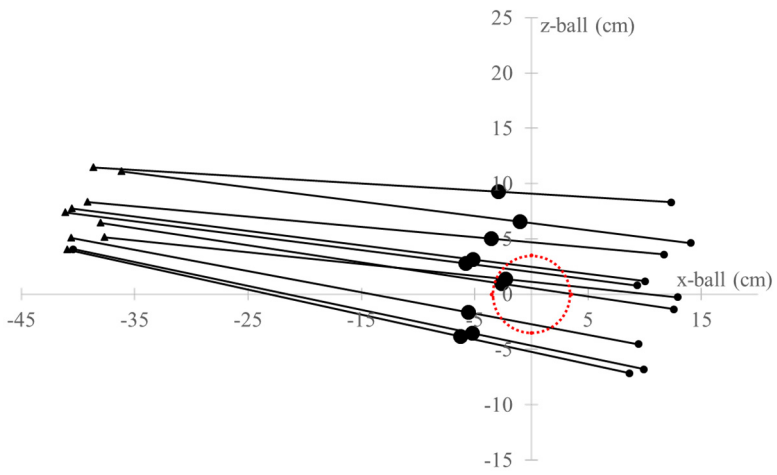
未経験者群:Sub.　A - G
経験者群:Sub. H - N

BB:野球ボール
TB:ティーボール
SB:スポンジボール

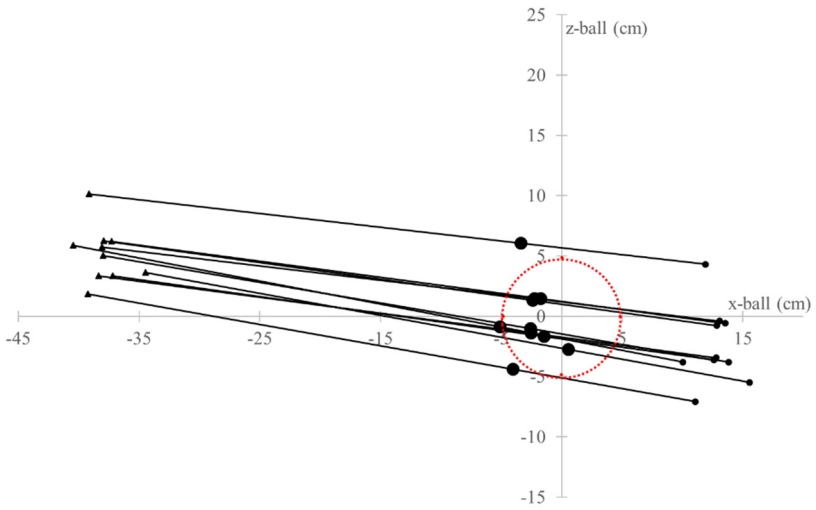
図中のプロット:・バットヘッド, ▲グリップ, ●バットの芯　点線はボール
図中のプロット:・バットヘッド, ▲グリップ, ●バットの芯　点線はボール

Sub. A（未経験者）

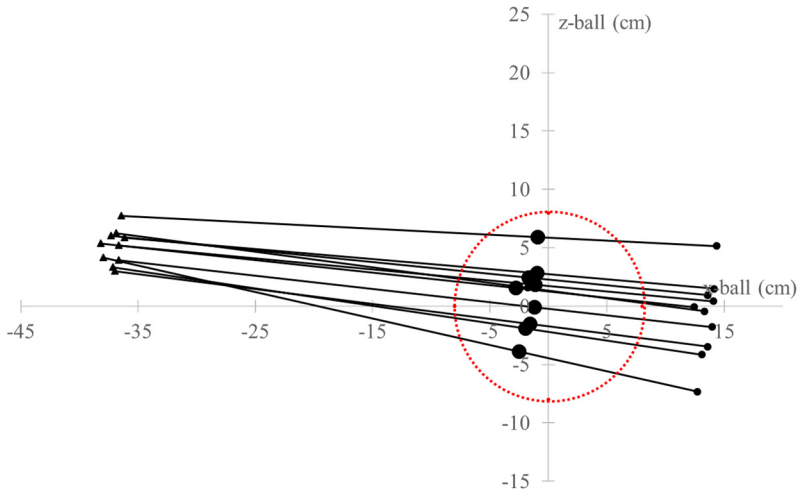
(BB)



(TB)

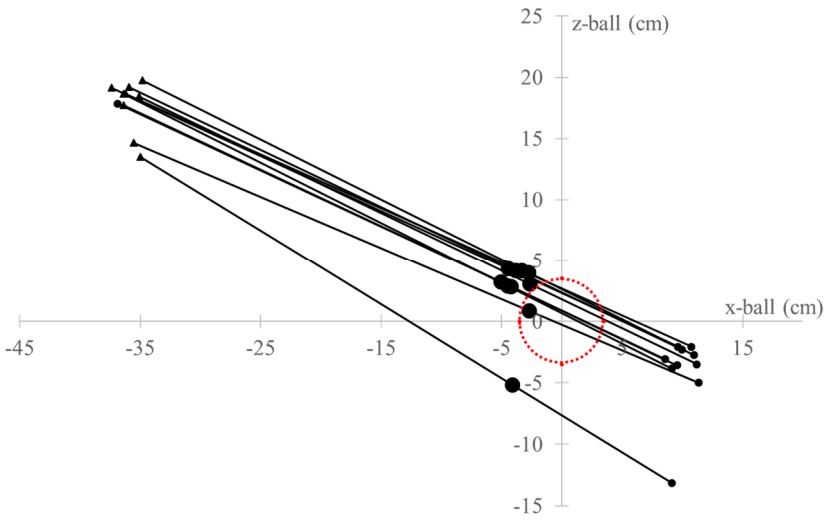


(c) SB

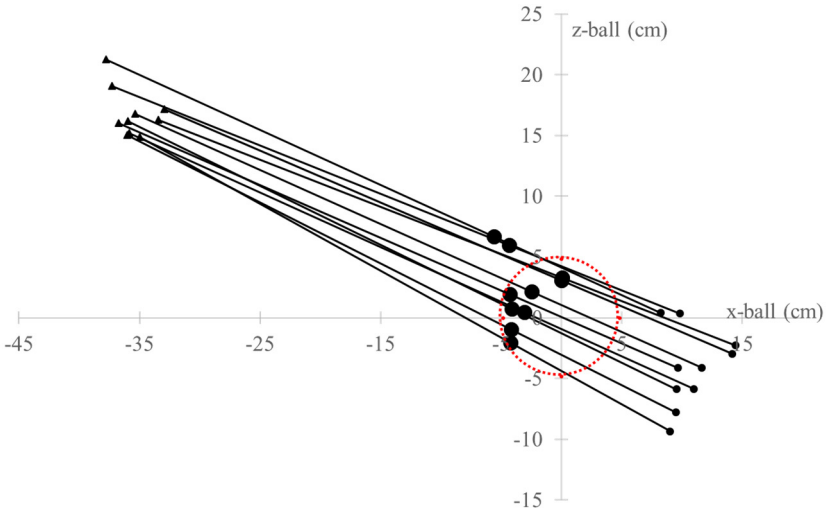


Sub. B（未経験者）

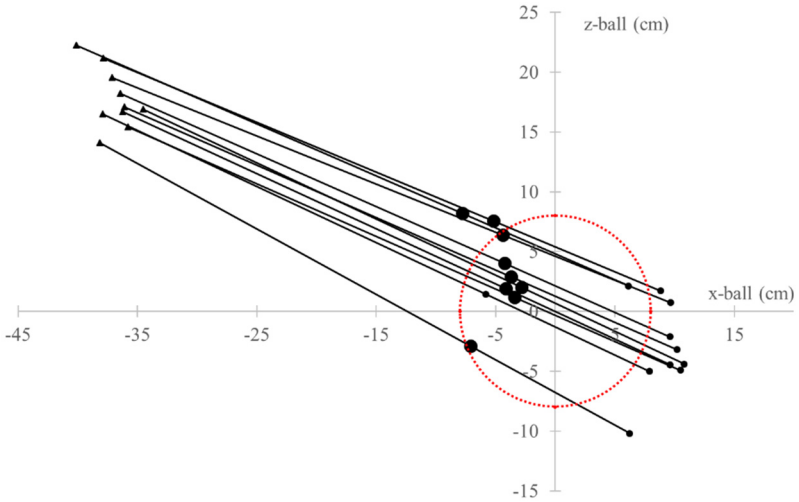
（BB）



（TB）

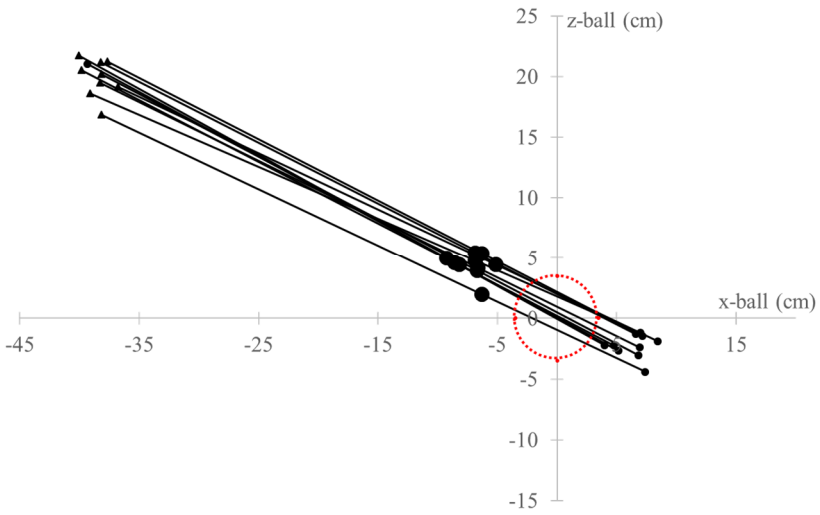


（SB）

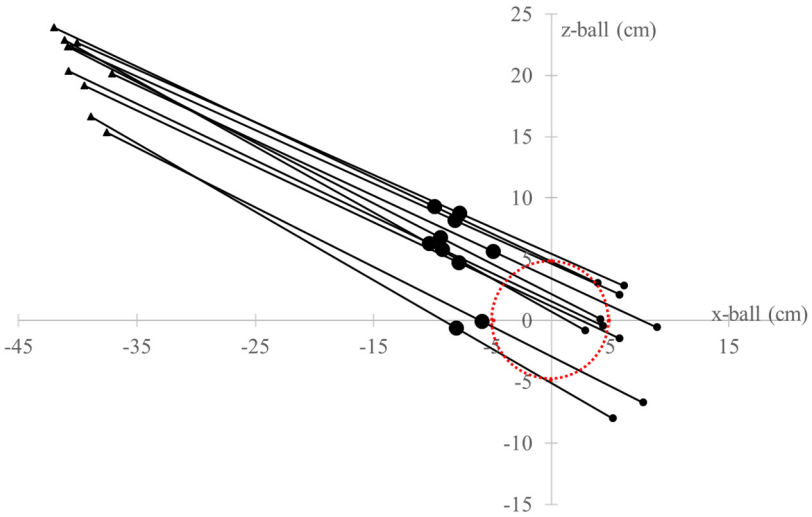


Sub.C（未経験者）

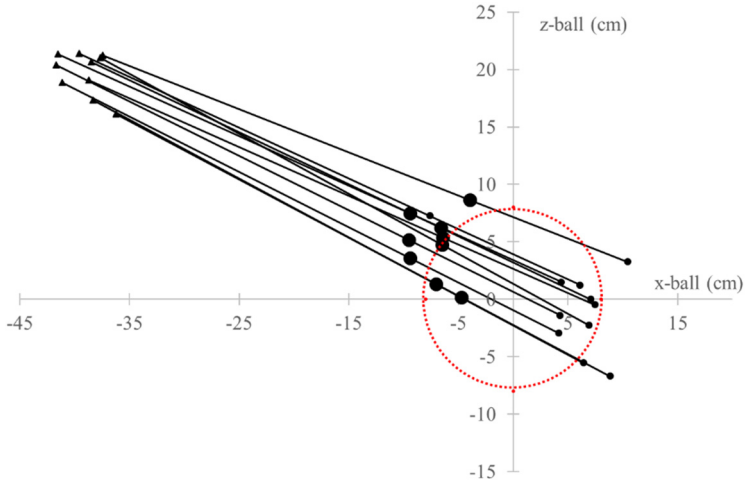
（BB）



（TB）

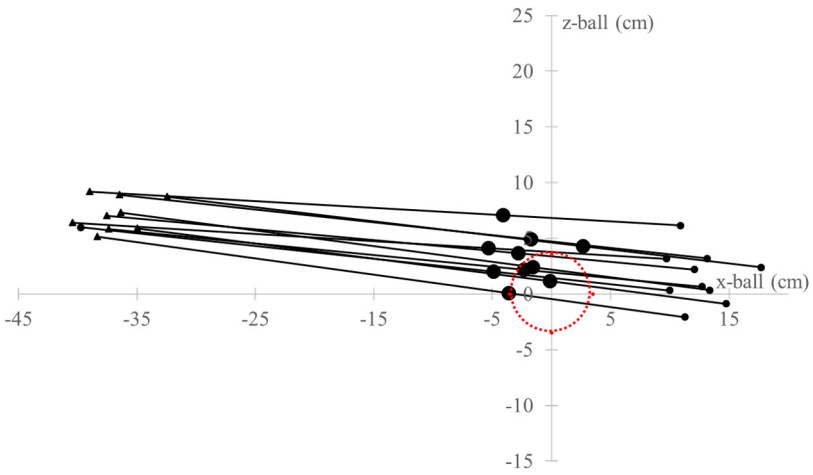


（SB）

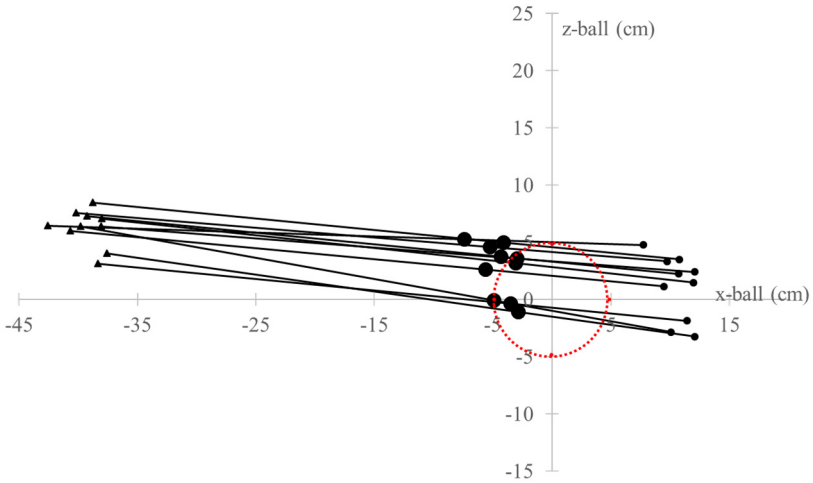


Sub.D（未経験者）

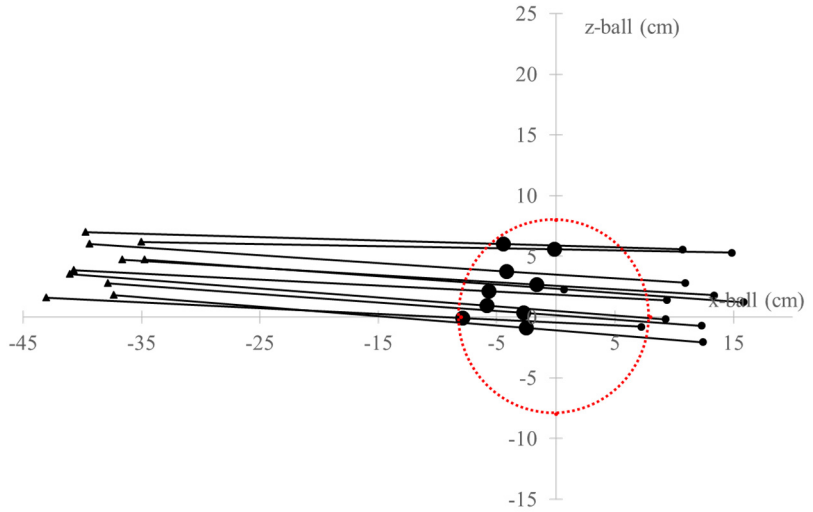
（BB）



（TB）

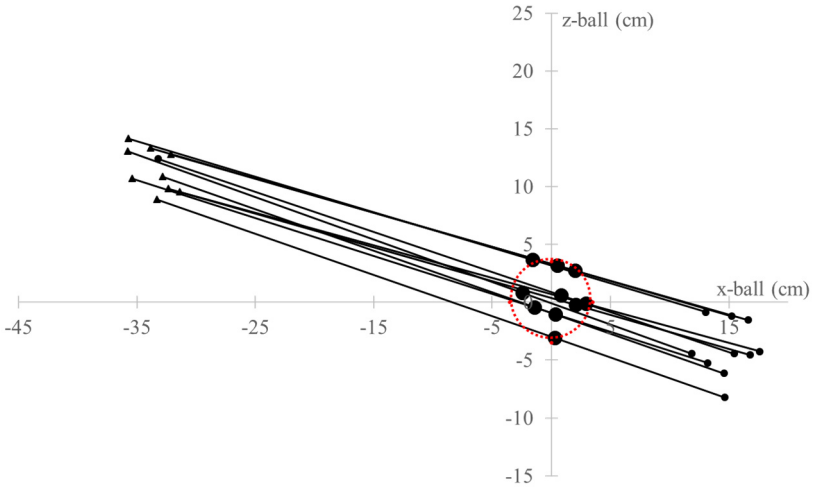


（SB）

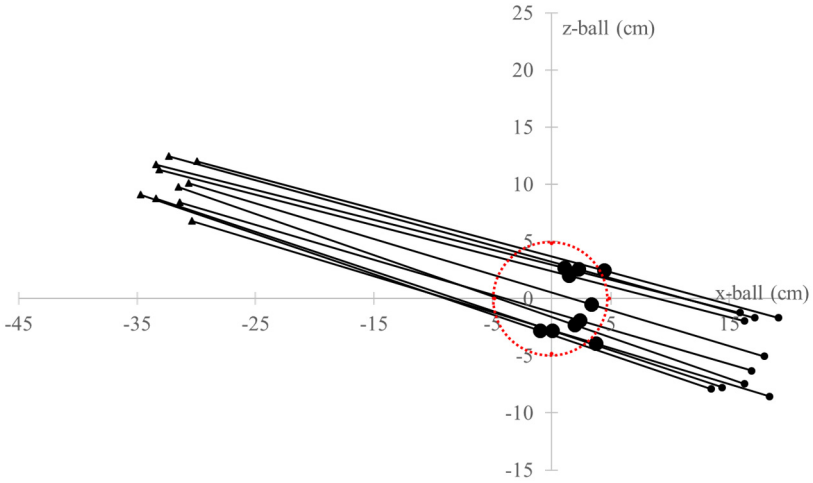


Sub.E（未経験者）

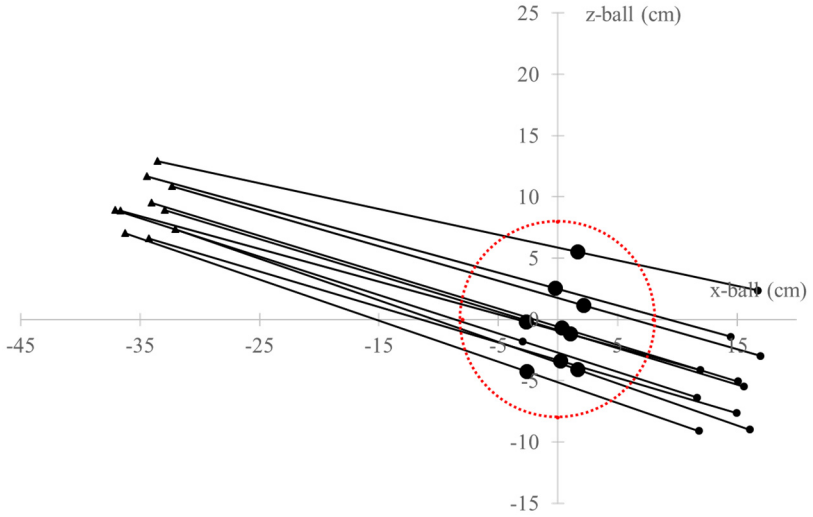
(BB)



(TB)

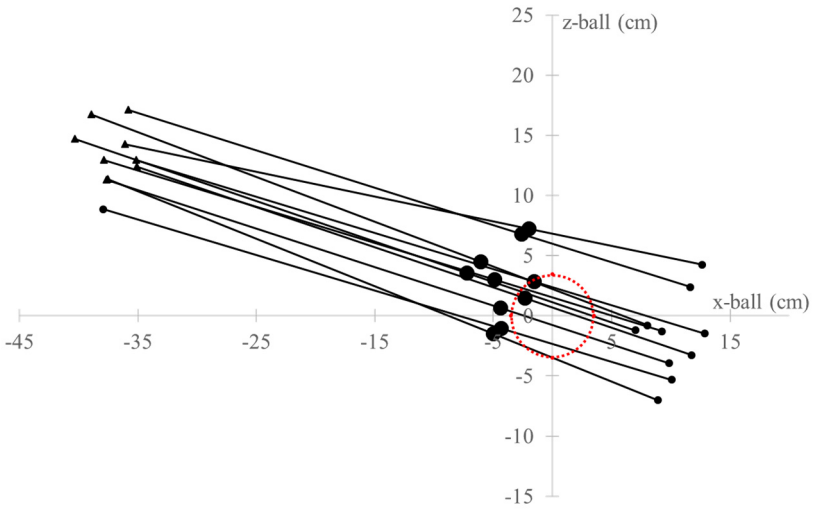


(SB)

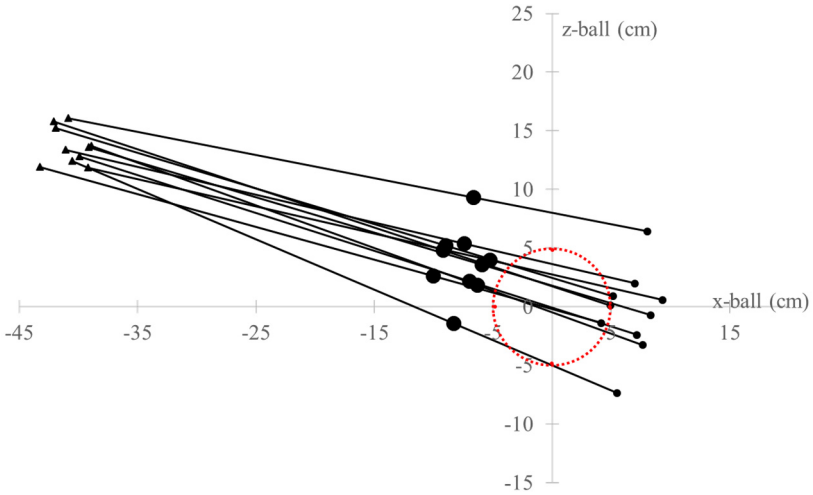


Sub.F（未経験者）

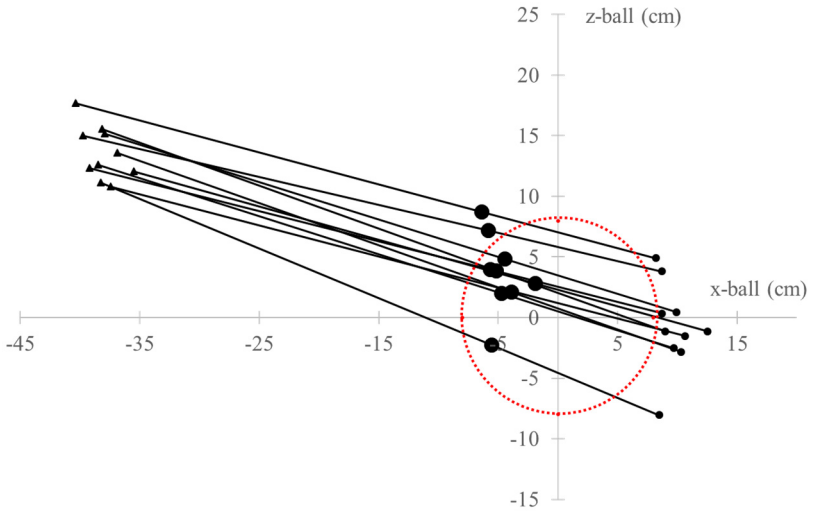
（BB）



（TB）

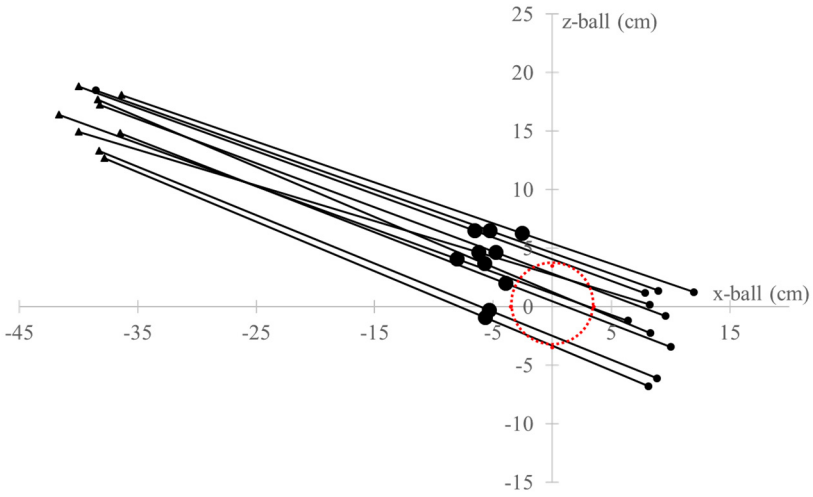


（SB）

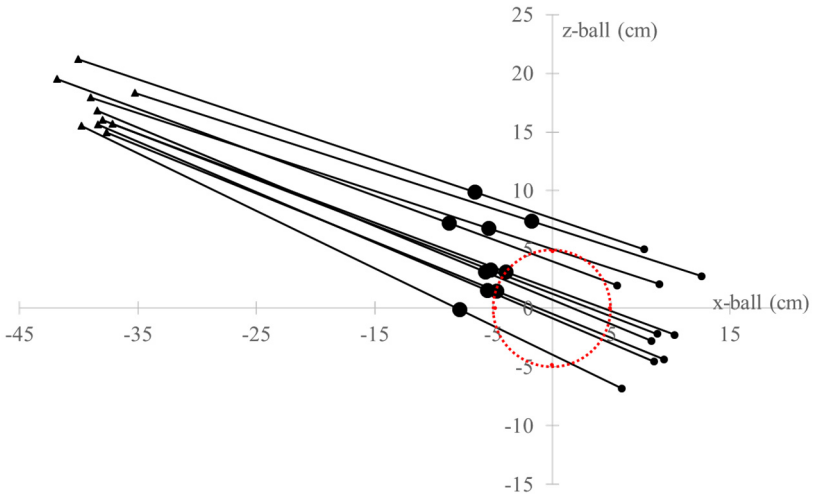


Sub.G（未経験者）

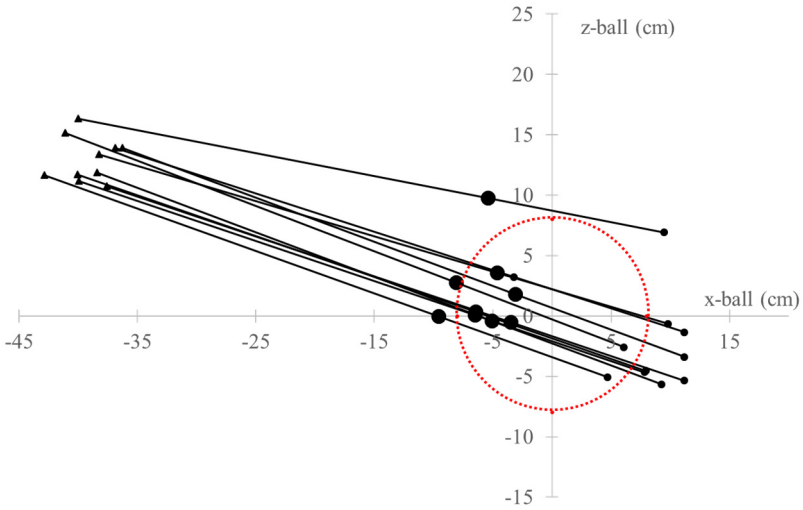
(BB)



(TB)

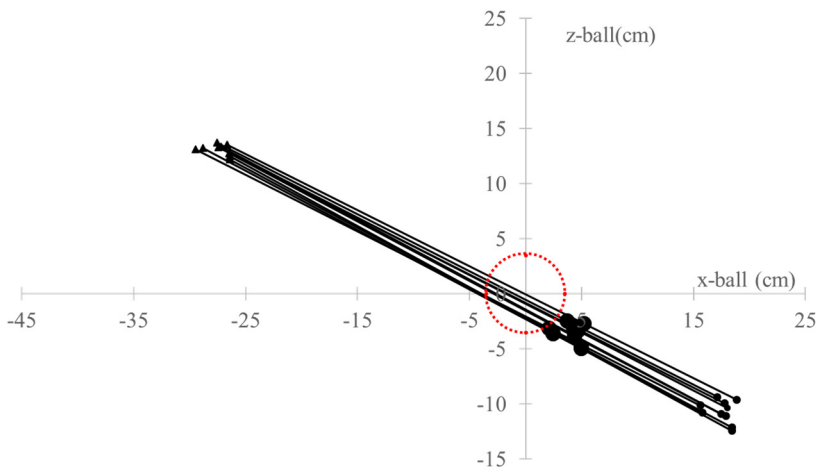


(SB)

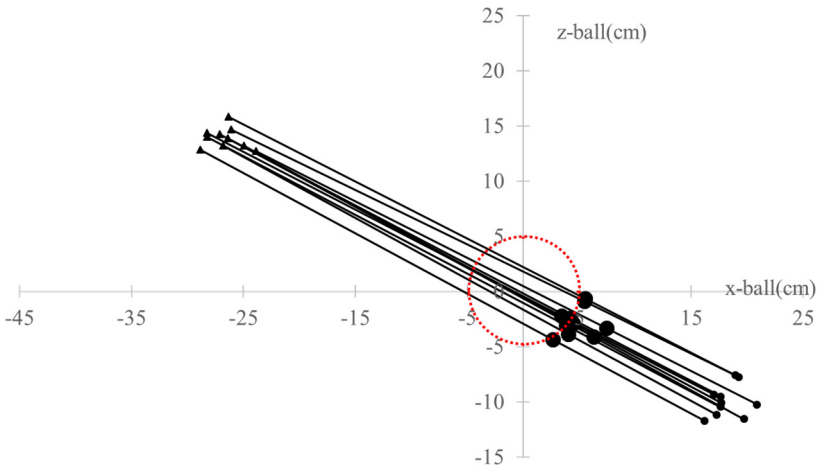


Sub. H（経験者）

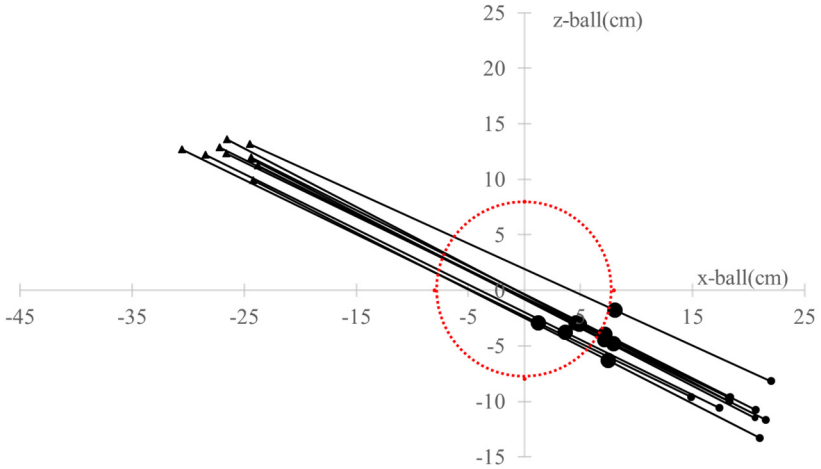
(BB)



(b) TB

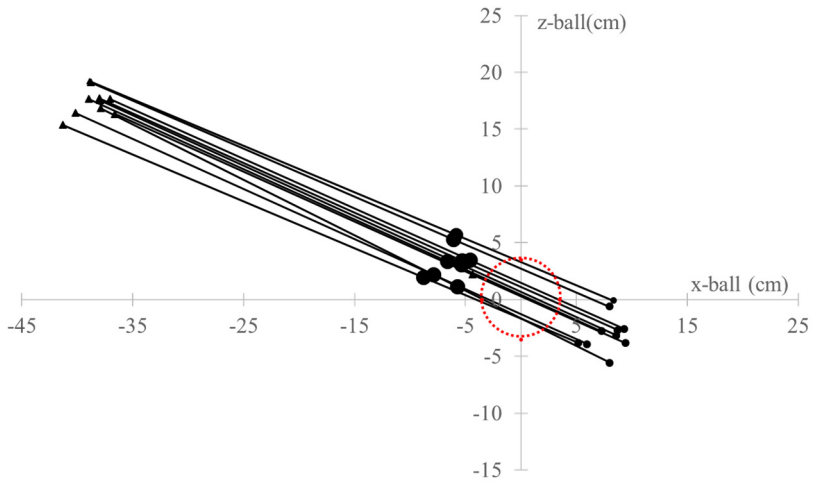


(c) SB

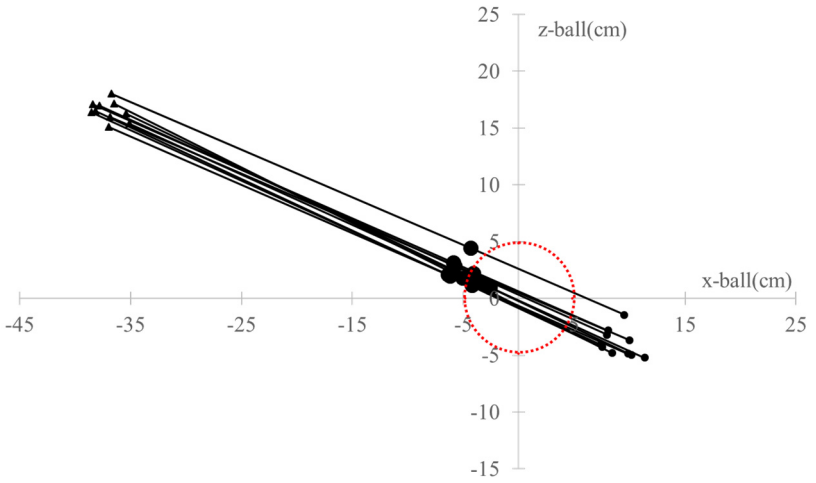


Sub.I（経験者）

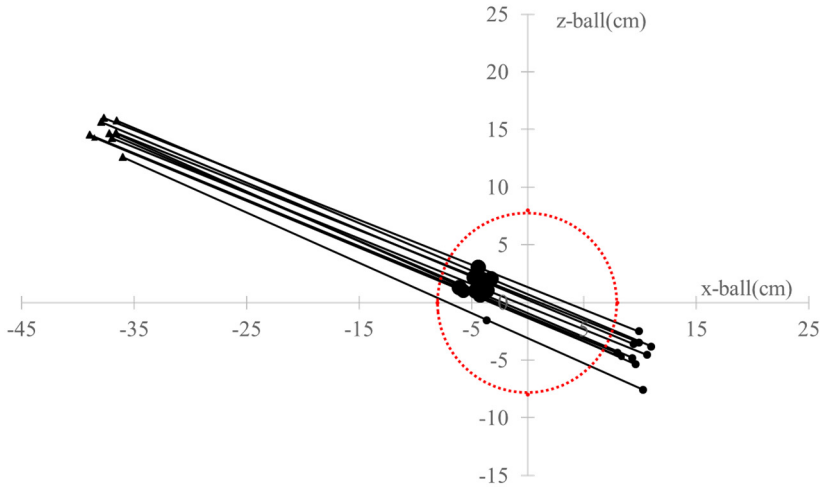
(BB)



(TB)

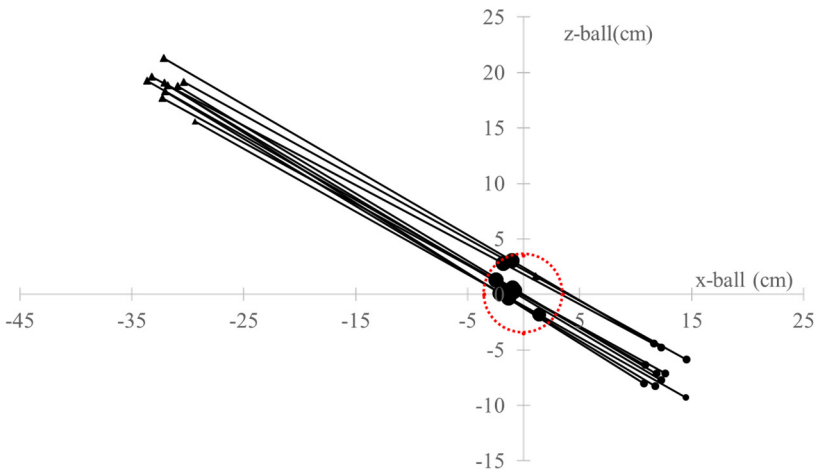


(SB)

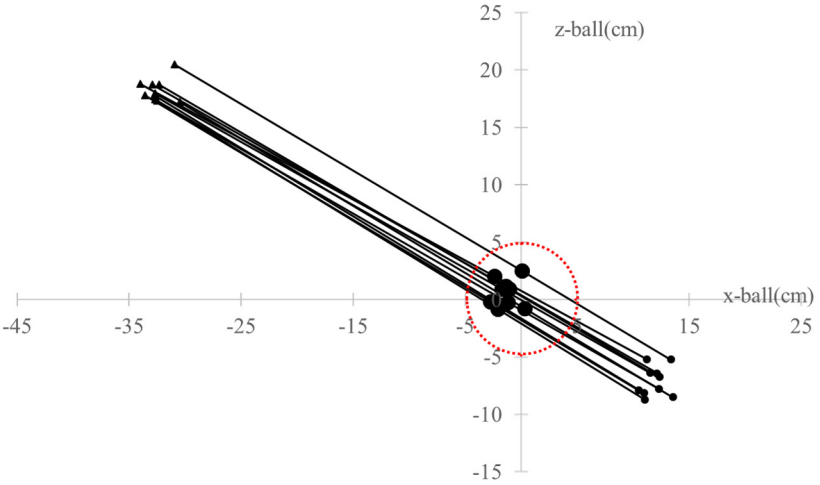


Sub.J（経験者）

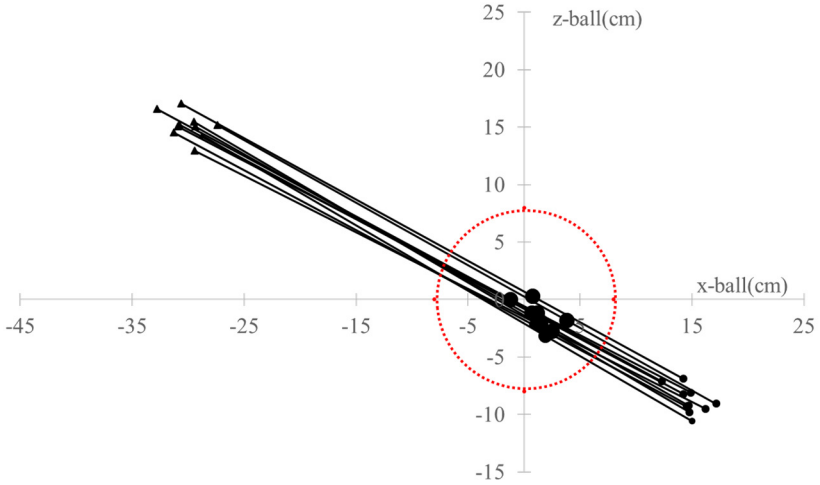
(BB)



(TB)

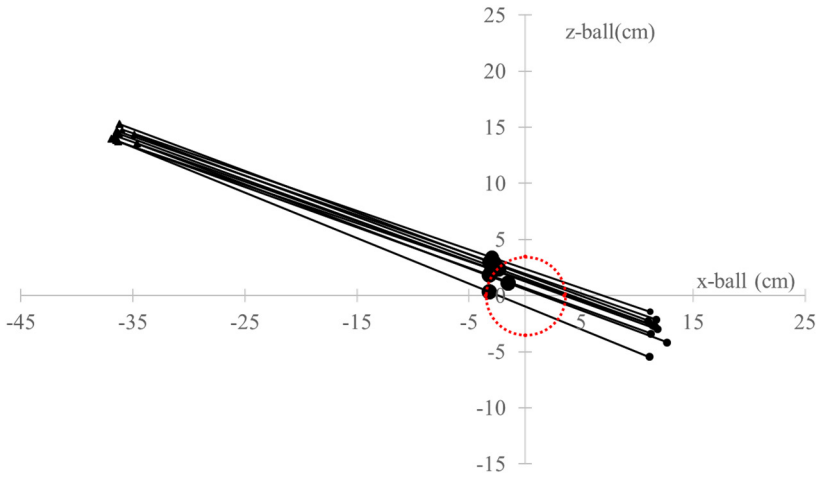


(SB)

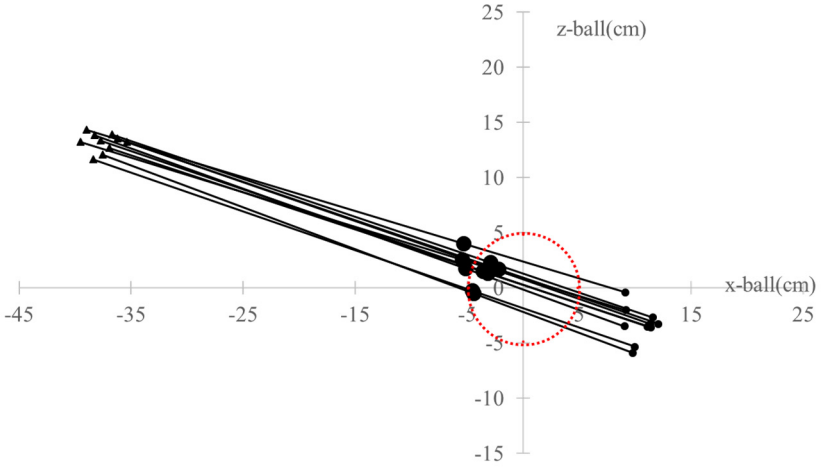


Sub.K（経験者）

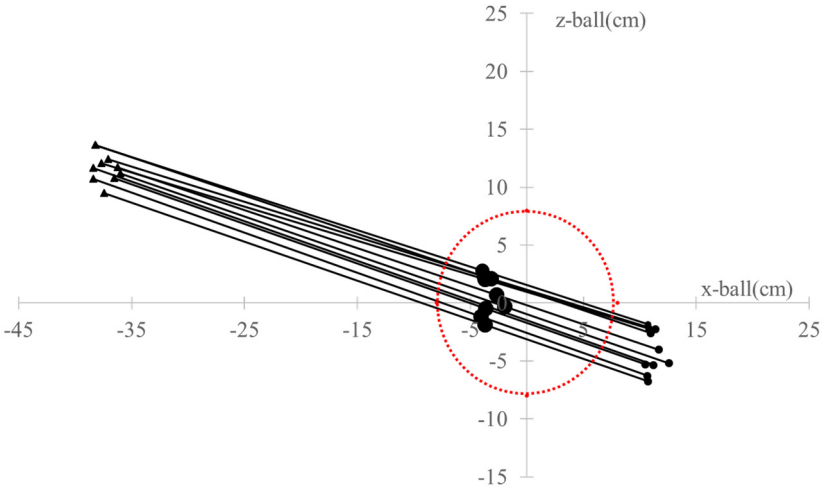
(BB)



(TB)

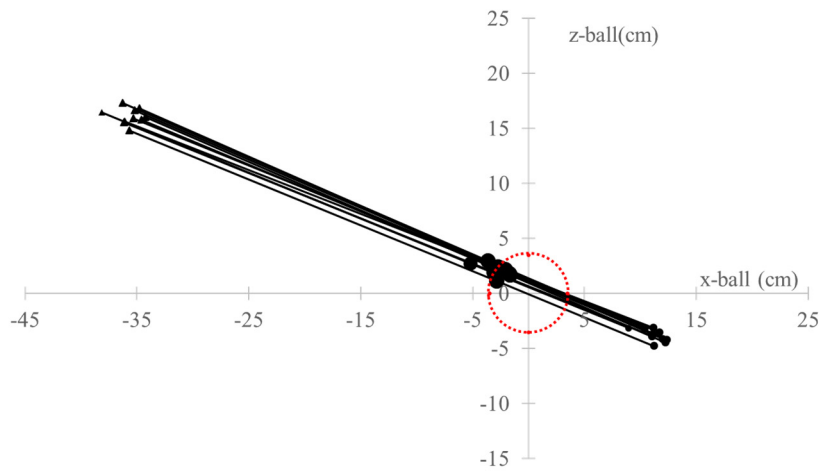


(SB)

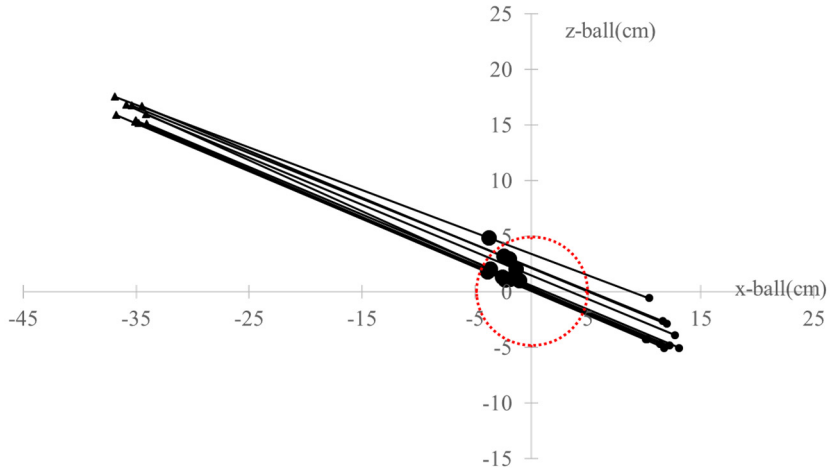


Sub.L（経験者）

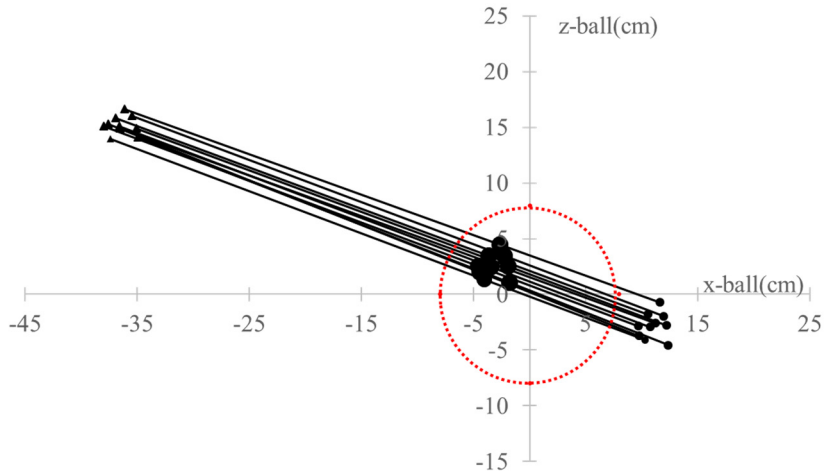
(BB)



(TB)

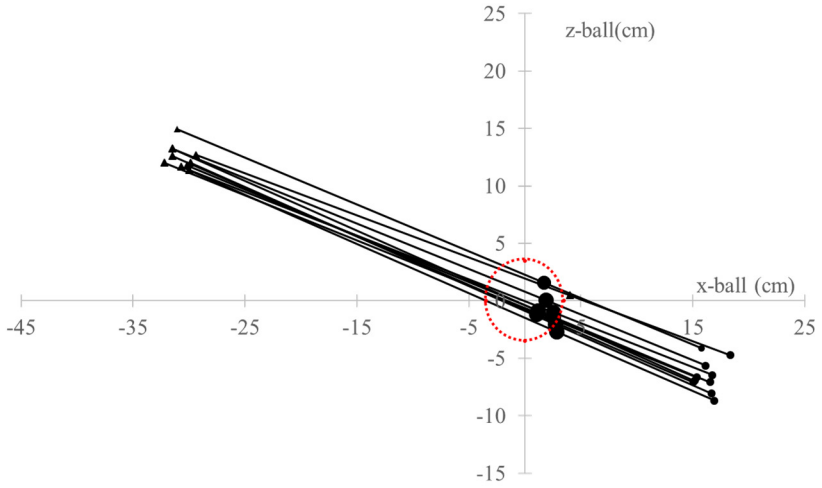


(SB)

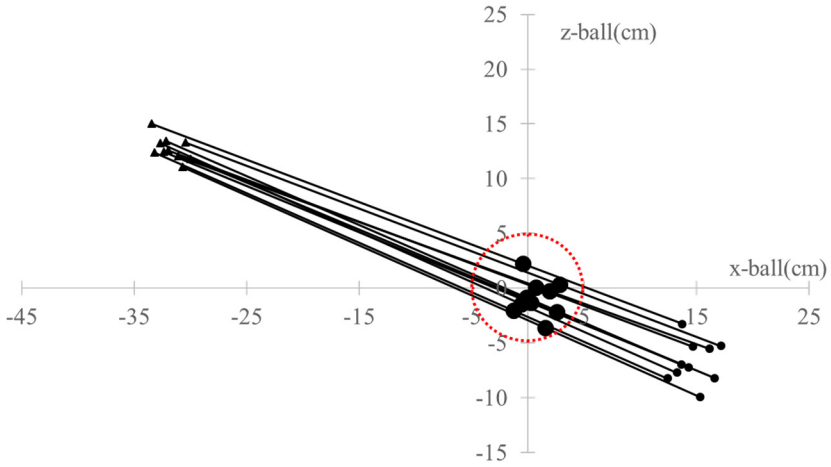


Sub.M（経験者）

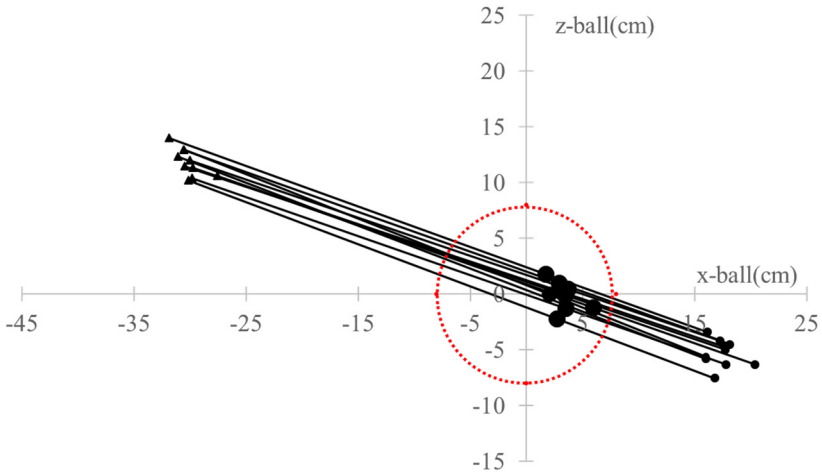
(BB)



(TB)

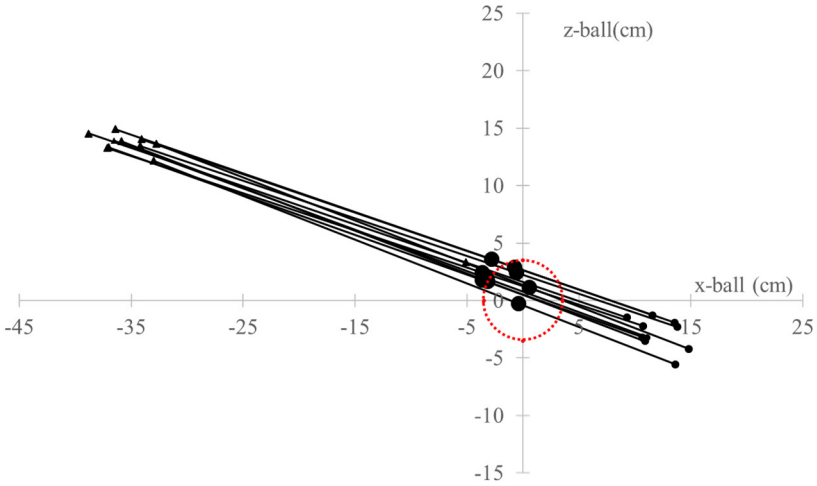


(SB)

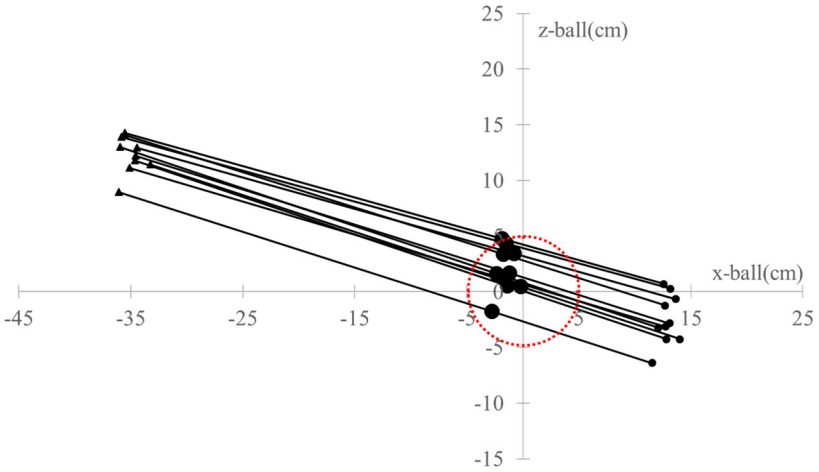
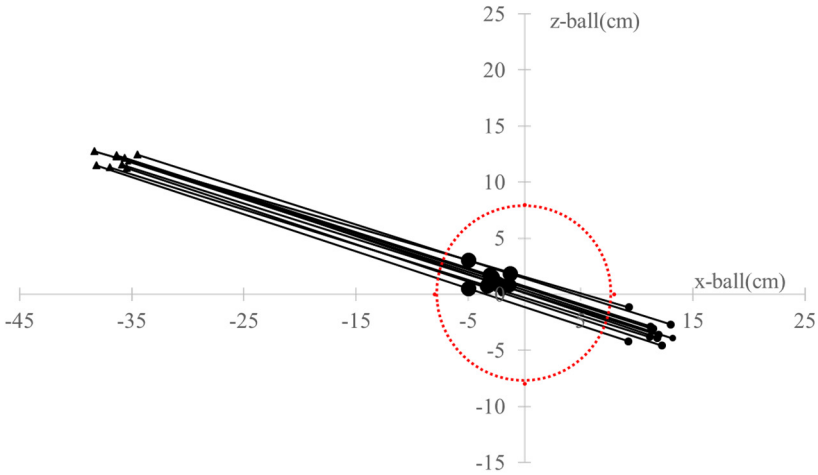


Sub.N（経験者）

(BB)



(TB)



(SB)