

特集

feature

方向転換能力に関する科学的研究

山下 大地, Ph.D., CSCS, 国立スポーツ科学センター(研究員)

1. はじめに

スポーツにおいて、様々な方向に速く移動する能力は必要不可欠である。特にサッカーやラグビー等の突破型の球技では、オフENSEの選手はゴールに向かって進み、ディフェンスの選手をかかわすことが要求され、またディフェンスの選手はそれを阻止することが要求される。このような駆け引きは勝敗を決めるだけでなく、観客をも魅了するスポーツの醍醐味である。アスリートのこの卓越した駆け引きの秘訣を探るために、様々な方面から多くの研究がなされている。しかしながら、関与する要素が非常に膨大かつ複雑であり、本質的な部分は依然として明らかになっていない。さらにこれまで正しいと考えられ、指導されてきた通説が覆される研究結果も多く報告され、常に議論されるべきトピックでもある。本稿では、方向転換の能力に関する科学的知見について、最も応用的な試合で求められるアジリティという観点と、最も基礎的なヒトの移動運動という観点の両側面から解説した。

2. 体格の劣るアスリートにとって方向転換能力は重要である

国際試合に向けての会見で、日本代表チームの「動いて勝つ」「クイックネ

スで勝つ」という発言を耳にしたことのある人は多いだろう。近年、国際競技力向上が著しい日本のラグビーも、ジャパンラグビートップリーグのあるチームの最大筋力値は海外のエリートレベルと遜色がないのに対し、身長は約8cm低い(41)。また、国別の成人男性の平均身長をみると、日本は約170cmであり、世界で約100番目である。それに対してアメリカは日本よりも5cm以上も高く世界で約30番目、ヨーロッパ圏の国が上位を占め、1位のオランダは183cmである(23)。したがって、統計的に日本は欧米諸国に対して体格を生かした戦い方をすると不利になることが多いようである。

ここでひとつ興味深いデータがある。アメリカ最高峰のアメリカンフットボールのプロリーグであるNational Football League(NFL)では、ドラフトの前に有望な大学生約300名を招待し、様々な測定およびインタビューを行うイベント(通称NFLコンバイン)を行っている。体力測定の結果に関してはオンライン(<https://247sports.com>等のウェブサイト)より入手可能である。アメリカンフットボールはアメリカ発祥のスポーツであり、ご存じの通りアメリカが最も競技力の高い国だが、日本も常に世界選手権で

は4位以内に入る強豪国である。我々は2015年の世界選手権の日本代表選考においてNFLコンバインと同様の体力測定をする機会を得て、日本代表候補選手(一次選考通過選手)とNFL候補選手の結果を比較した(32)。その結果、スキルポジションにおけるNFL候補選手の平均身長は182cm、体重は92.5kg、立ち幅跳びは306cm、3コーンドリルは7.00秒であったのに対し、日本代表候補選手の平均身長は176cm(差は-6cm)、体重は80.0kg(-12.5kg)、立ち幅跳びは266cm(-40cm)と大きな差があった。しかし3コーンドリルは7.08秒(+0.08秒)であり、NFL候補選手と有意な差がなかった。個々の選手でみると、上述したNFL候補選手の平均体重を超えていた日本代表候補選手は0%(0/17名)、立ち幅跳びが0%(0/19名)であったのに対し、3コーンドリルは37%(7/19名)であった(図1)(未発表データ)。さらに我々は関西の高校選抜におけるトライアウトに参加した選手を対象とした研究を行ない、アメリカにおける高校生のスカウトランキングごと(2つ星から5つ星まで)の体力値を調査した先行研究(12)より、2つ星の選手(全米の全ポジションのなかでおおよそ1,600位から2,300位)の結果を抽

出し両者を比較した。2つ星のランニングバック(スキルポジション)の体重(89.5kg)と立ち幅跳び(287cm)の平均値を超えていた日本の高校生スキルポジション選手は0%(0/110名)であったのに対し、プロアジリティランの平均値(4.54秒)よりも速かった選手は28%(31/110名)であった(33)。以上の結果より、日本人アメリカンフットボール選手はアメリカのエリート選手と比較して、体格や下肢のパワー発揮能力は明らかに劣るが、方向転換能力で同等のレベルに達している選手が比較的多いことがわかる。なお、日本代表候補選手がアメリカの2つ星高校生選手より体重と立ち幅跳びの値が劣っていることはストレングス&コンディショニング(S&C)専門職としては看過できない事実であるが、本稿の趣旨とは異なるためここでは議論しない。

3. 方向転換とアジリティ

方向転換とアジリティは同様の意味として扱われることもあるが、近年は明確に使い分けられるようになってきている。2002年に提唱されたYoungらの決定論モデル(図2a)によると、アジリティは知覚および意思決定を含む

方向転換だとされている(36)。つまり方向転換とは認知的要素を含まず、予め決められた方向に速く移動する能力であり、アジリティは認知的要素を含めた移動能力のことである。したがってアジリティは必ず反応を伴うが、反応を必要としない方向転換能力テストにもアジリティという名称がつけられているものがある(例えばプロアジリティラン)。そのため、それらを

区別するために特に反応を伴う方向転換走テストは反応アジリティテストと呼ばれることが多くなっている。このようなモデルが提唱され、さらにSheppard&Youngのレビュー(27)では方向転換とアジリティそれぞれの定義および評価方法が整理され、アジリティの構成要素に関する検証研究やレビューが加速度的に増加した。

しかしながら、反応アジリティテス

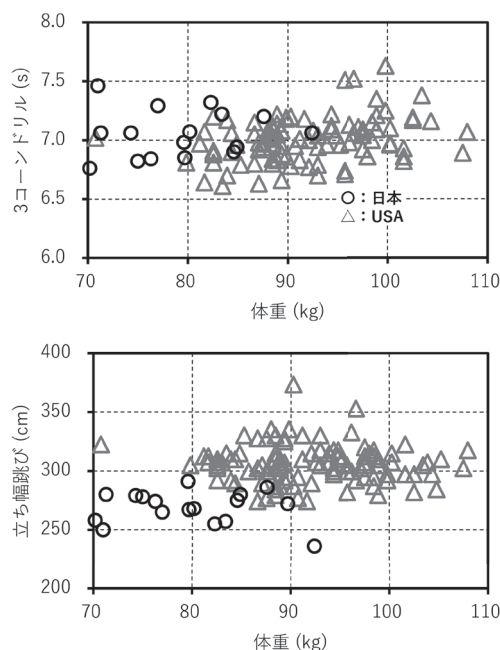


図1 アメリカンフットボール日本代表候補選手(○)およびNFLコンバイン招待選手(△)における体重と3コーンドリル(上)および立ち幅跳び(下)の分布。

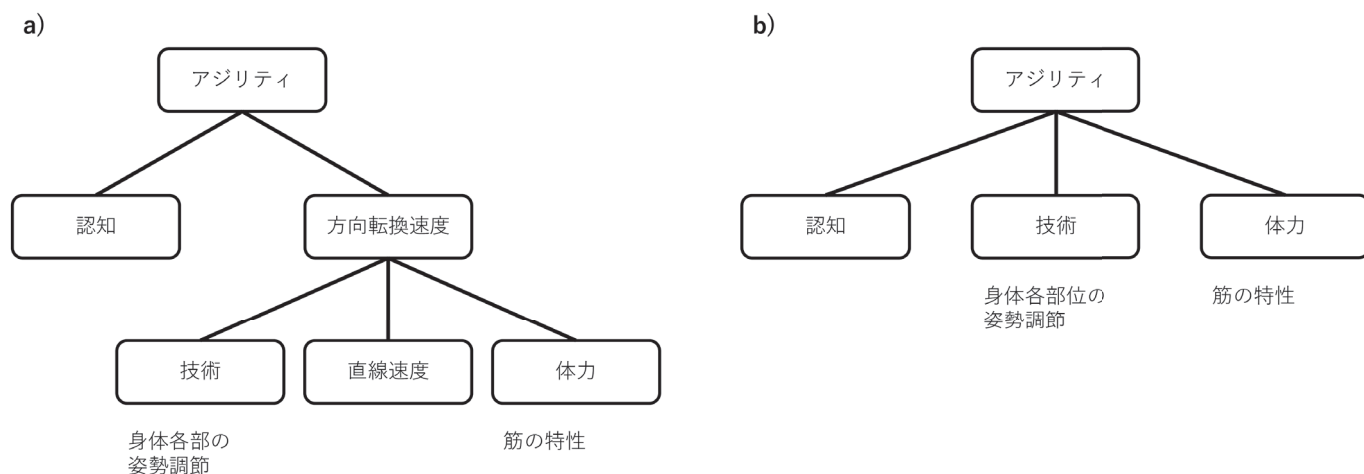


図2 アジリティパフォーマンスの決定論的モデル。Youngら(36)のモデルa)とYoungら(35)のモデルb)を筆者が改変し、簡略化したもの。

トと方向転換走テストとの関連性に疑問を投げかける研究結果が多く報告されている。例えば女子バスケットボール選手を対象としたSpiteriらの横断的研究(29)では、方向転換走テストのタイムは下肢の相対筋力(最大筋力を体重で除した値)と相関がみられたが、反応アジリティテストのタイムは方向転換テストのタイムとも下肢の相対筋力とも相関がみられなかった。ユースラグビーリーグ選手を対象としたSerpellらの縦断的研究(26)でも、3週間の反応アジリティトレーニングによって反応アジリティテストのタイムは短縮したが、方向転換走テストのタイムは短縮しなかった。

さらに方向転換走テストと筋力や直線走テストとの関連性も統一した見解がみられない。Youngらのオーストラリアンフットボール選手を対象とした横断的研究(38)では、10m走タイムや伸張性筋力発揮と方向転換テストとの間に相関がみられた。一方でHoffmanらの大学アメリカンフットボール選手を対象とした縦断的研究(13)では、オフシーズンに15週のレジスタンストレーニング(スプリントや方向転換トレーニングも含まれる)を実施した結果、最大筋力は増加したが直線走および方向転換走のタイムは短縮しなかった。Youngらの6週間の縦断的研究(37)において、直線走トレーニンググループでは直線走および比較的容易な方向転換走タイムが向上したが、複雑な方向転換走タイムは向上しなかった。それとは反対に、方向転換走トレーニンググループでは方向転換走タイムが向上したが、直線走タイムは向上しなかった。

こうした知見を踏まえ、2015年に改良版のモデルが提唱された(35)(図2b)。このモデルで注目すべきは、方向転換の要素はアジリティの構成要素ではなく、別のスキルとして扱われていることである。アジリティ能力の

なかで認知的要素が最も貢献度合いが高いことは多くの研究からも理解できるが、その他の要素は貢献度が小さいもの、貢献度が未知なものも含まれている。さらに競技レベルや測定課題によってもそれぞれの要素の貢献度合いは異なるであろう。例えば大学ラグビー選手を対象とした九鬼らの研究(40)では、バックスの選手は反応アジリティテストのタイムと10mおよび20mスプリントタイムとの間に相関関係はみられなかったが、フォワードの選手は反応アジリティテストのタイムと10mおよび20mスプリントタイム、ジャンプ高の間に相関関係がみられた。このような結果の違いは、バックスと比べて反応アジリティテストのタイムが遅いフォワードの選手では、体力要素の貢献度が相対的に高くなるためだと考察されている。近年はアジリティ能力を段階的に向上させるためトレーニングプログラム作成において考慮すべき事項等、それぞれの要素を転移させアジリティ能力を向上させることを目的とした複合的なアプローチが考案され、それらを系統立てる動きが進んでおり(16,17,34)、今後の研究によってはアジリティパフォーマンスを構成するモデルが再編される可能性も十分にあり得る。

4. 様々な方向へ移動するための基礎的知見

上述したように、アジリティ能力に対して直線スピードや方向転換スピードの貢献度合いは高くない。一方で、いくら反応の能力を上げて、移動スピード自体が遅いとその選手が発揮できるパフォーマンスは限られてしまう。したがって、直線スピードや方向転換スピードを高めることが必要だと考えられるが、問題は、方向転換スピードが速くても必要とされる場面でその能力が発揮されないことである。例えばある刺激に反応して方向転換し5m

走る課題があった際、予め方向を知っているほうが速く移動できる。認知的要素の有無によって方向転換時の動作が異なり、発揮できるパフォーマンスが低下する(20,21,39)。これはフェイント動作をしたり、相手の動作に対して反応したりすることにより、速く移動するための最適な動作をする時間が限られるためである。例えば速く方向転換するためには、進行方向に素早く体幹を傾け、より内傾した状態で方向転換足を接地することが重要だということは誰もが理解できるが、試合でオフenseの選手がそのような動作をすると、ディフェンスの選手に簡単に進行方向を読まれてしまい、全く活躍できないだろう。実際の試合で求められる「最適な」アジリティの動作は「最適な」方向転換の動作とは異なり、かつその時々で異なる。

様々な状況で求められる移動スピードについて理解を深めるため、基本的な力学的視点から移動運動を考えてみる。物体が動くためには必ずその物体に力を作用させなければならない。ヒトの水平方向の移動運動は、左右の足で地面に力を加え、その反作用により身体重心の加速度を獲得する行為の連続である。したがって身体重心と足圧中心点の位置関係を考えると様々な方向へ速度を生み出すメカニズムを理解することに役立つ。例えば最も基本的なことであるが、ヒトが静止状態で立つことができるのは、両足の間(支持基底面とも呼ばれる)に身体重心があるからである。その状態から前に動き出す際は単に片足を前に出すだけではなく、その直前に一度足圧中心点を進行方向とは反対側であるかかと側に寄せることにより、前に倒れやすくしている(3)。またその状態から様々な方向へ動き出す際も、進行方向とは反対側に足圧中心位置を移動させてから動き出すという予測的な姿勢調節がなされている(14)。早く速い動作が求められる

ているスポーツでも、身体重心と足圧中心位置の水平面距離を大きくすることと、下肢の動作により地面に大きな力を加えることが移動運動の基本である。

4.1 前方向の移動

陸上の100m走のように、前方向の移動のみが求められている場合は、足を前後に開くスタートが最も速く移動できるが、球技のように様々な方向への移動が求められる場合は、いわゆるパワーポジションという足を左右に開いて軽く屈曲した姿勢が一般的である(図3a)。こうした様々な姿勢から前に移動する際の最も有効な動き出し方法について研究が行われてきた。5m程度の短距離の通過タイムを比較した結果、最初から足を前後に開いたスプリットスタンスが最も速く、続いてパワーポジションから片方の足を一度後ろにステップするフォルスステップ、そしてパワーポジションから足を後ろにステップしないフォワードステップが最も遅かった(6,10,11,18,19)。一般的に、フォルスステップはその呼称からもわかるように否定的な考えが多く、コーチからフォワードステップになるように矯正させられることも多い。そこでCusickらは、フォワードステップを練習や試合で用いるように指導されているアメリカンフットボール選手を対象に同様の測定を行なった結

果、やはりフォルスステップのほうが速いという結果になった(7)。フォワードステップの際、重心は足圧中心点のほぼ真下にあるため、下肢を伸展させても上方向にしか力を作用することができない。一方でフォルススタートによって足を一旦進行方向とは反対方向へ動かすことは、大きな推進方向の力を獲得できる動作であることがわかる。ただし注意しておく点として、足を下げている間はほとんど前方に移動することができないため、求められている時間や距離によって足を下げる距離等を調節する必要がある。

4.2 横方向の移動

パワーポジションからの横方向の移動については、進行方向に対して足が前後に位置しているため、進行方向と逆側の脚(右方向に進む場合は左脚)は常に推進の力を出しやすい状態にある(図3)。一方で進行方向側の脚はブレーキの力を出しやすい状態にある。したがって、サイドステップ時に進行方向側の足で大きな推進力を得ることはできない。つまりサイドステップは、いつでも左右どちらの方向へも力を出すことができる場所に利点がある。

次に後側の脚で効率よく側方速度を得るための戦略について紹介する。片脚で側方にジャンプする課題では、ジャンプする距離が大きくなるにつれて沈み込みが深くなり、さらにより進

行方向側に傾いてから下肢の関節を伸展させていた(15)。なお、下肢関節伸展のトルクは距離とともに大きくなっていったのに対し、股関節外転トルクは速度生成に寄与していなかった。つまり側方の速度は股関節の外転動作がみられるからといって外転の筋力が必要なのではなく、基本的には傾きを作って伸展動作で速度を獲得することが重要である。サイドステップでの反対方向への切り返し(180°の方向転換)でも進行方向への内傾を作ることが重要だと報告されている(28,39)。

さらに野球の盗塁のように、左右どちらも移動できるようにパワーポジションをとりながら、一度進行方向が決まるとその方向へ全力で走る際も同様に考えることができる。Miyanishiらは進行方向側の足を動かさずにスタートする条件と進行方向側の足を一度下げてからスタートする条件(論文内ではジャブステップと呼ばれている)で移動速度の比較をした(22)。その結果、進行方向側の足を一度下げてスタートしたほうが速度が大きくなった。つまりサイドステップとは異なり、進行方向側の足で積極的に加速することが求められる際も、力発揮のしやすい位置へ積極的に足を移動させることが重要である。プロアジリティランの際も進行方向側の足を一度下げたほうが最初のコーンまでの到達時間が短くなったことが報告されている(24)。

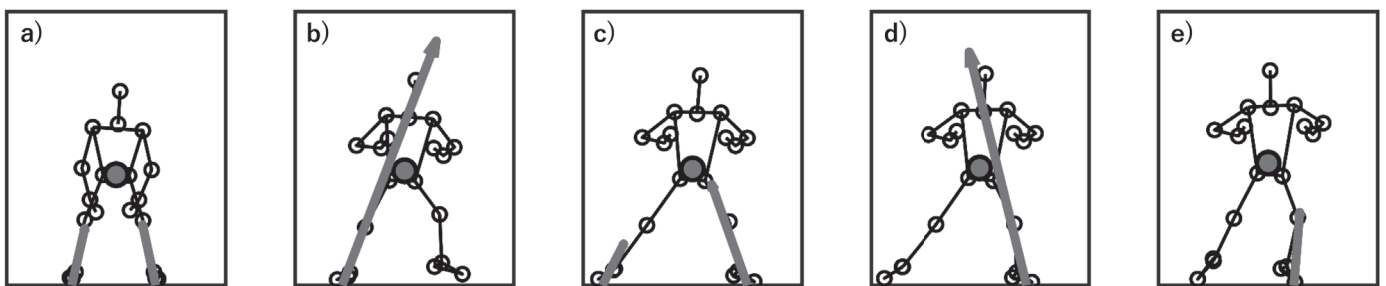


図3 サイドステップ時の主なフェイズにおけるスティックピクチャー(背後から見た図)。●は身体重心、矢印は地面反力を表す。
a)パワーポジション、b)左足のプッシュオフ、c)両脚支持期、d)右足のプッシュオフ、e)右足離地直前。進行方向と逆側の脚は常に推進成分を、進行方向側の脚は常にブレーキ成分を発揮していることがわかる。

4.3 後方向の移動

後方向の移動もフォワードステップとフォルスステップの比較が行なわれている。福原ら(42)は大学サッカー選手を対象に、パワーポジションからそれぞれのステップで後方へターンし5m走る課題を行なわせた。その結果、5m通過タイムは両条件で差がなかったが、フォルスステップを行なったほうがステップ頻度が高くなり、また速く身体を回転することができた。そうした特徴は後方へのターン後にも更なる動作が求められるサッカーのディフェンスでは特に有効な方策である。後方向への移動に関してはまだ先行研究が限られており、今後さらなる研究が期待される。

4.4 方向転換走

従来、方向転換走もサイドステップやクロスオーバーステップのようにステップの名称がつけられ、「方向転換足」1歩のみに着目して研究が行なわれてきた。サイドステップは進行方向と反対側の足で、クロスオーバーステップは進行方向側の足で方向転換をするステップであると定義されている(1)。方向転換走においても、サイドステップもクロスオーバーステップも進行方向と反対方向に接地することによって進行方向への速度を獲得する(9)。

力学的には、ステップによらず方向

転換の際は直線走から側方の速度成分を獲得し、身体重心の速度ベクトル(速度の大きさと向き)を調節している。さらに方向転換前の速度が速い場合には、遅い場合と比べて同じ角度変化でも相対的に大きな側方速度が必要となる(図4)。表は先行研究より報告されている方向転換直前の移動速度と課題角度、そして方向転換足接地中の角度変化量を記している。速度が大きくなると角度変化量が小さくなっており、方向転換時の速度と方向転換中の角度変化はトレードオフの関係にある(8)。この表でもうひとつ重要なことは、方向転換足接地前にすでに方向転換が始まっており(接地時の角度が0°以上)、さらに方向転換足接地後も求められている角度に到達していない(離地時の角度が課題角度に達していない)ということであり、方向転換の前後のステップも貢献しなければ求められる方向転換角度に到達できないということである。スポーツでみられる方向転換で重要なことは、サイドステップを用いるかクロスオーバーステップを用いるかではなく、意思決定からいかにしてサイドステップとクロスオーバーステップを組み合わせるか、である。

5. 今後の展望

これまで研究で明らかになった方向転換のパフォーマンスについて、最も応用的な視点である試合で求められる認知を含んだ移動運動(アジリティ)との関係性と、最も基礎的なヒトの移動運動という視点の両側面から解説した。冒頭に示したように、日本国内のS&Cの分野において、体格の不利を補うために方向転換やアジリティの能力を向上させる知識を蓄積し、指導することは必要不可欠である。上述したNFLコンバインも、30年以上の歴史があり全チームのスカウトやコーチが注目する場ではあるが、その測定結果からは将来の成功を説明することができないともいわれており(5)、新たな測定方法の開発が求められている。実際の試合で求められるパフォーマンスを忠実に再現することは不可能であり、そのようなパフォーマンスの全容を、再

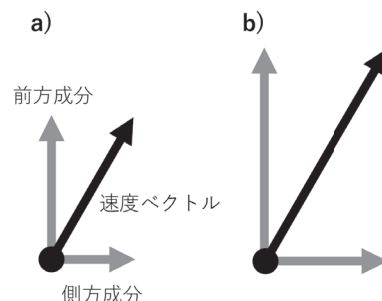


図4 方向転換走における助走速度と方向転換角度のトレードオフ。同じ角度を曲がる際、前方速度が大きい程大きな側方成分が必要になる。

表 方向転換走における助走速度と方向転換角度のトレードオフ

方向転換足	助走速度 (m/s)	課題角度 (°)	接地時角度 (°)	離地時角度 (°)	角度変化量 (°)	文献
外足	2.2	45	4.6	39.5	34.9	(31)
外足	3.1	45	7.0	36.4	29.4	(31)
外足	4.1	45	8.0	31.8	23.8	(31)
外足	5.2	45	8.0	25.5	17.5	(31)
外足	3以下	60	記述なし	記述なし	56.0	(2)
外足	3.8	90	記述なし	記述なし	40.5	(30)
内足	3.7	90	記述なし	記述なし	33.0	(30)
外足	4.6	90	17.4	40.9	23.5	(25)

現性を求める科学的視点から評価することには限界がある。とはいえ、最終的な方向転換やアジリティの能力にかかわらず客観的な指標とその評価については常に進歩していかなければならない。

科学的知見とは現象を一般化し説明可能にすることに最大の価値があり、「何が最も良いのか」を追求することが究極のゴールである。一方で競技スポーツの現場では、勝つことを究極のゴールとして「現在の制約のある状況で、最もまじな選択肢か」の判断が絶えず求められている(4)。これは方向転換研究にも当てはまる。試合で求められる方向転換動作は無数にあり、かつ時間的制約もあるため、それぞれに正解となる導き出すことは不可能である。現場に近い環境を再現して認知要素のある方向転換研究を推進することも重要であるが、基本的な力学的知見を大前提とし、方向転換に必要な力の発揮方法について理解することもまた重要である。◆

謝辞

本稿の執筆に際し、稲葉優希氏(国立スポーツ科学センター)、朝倉全紀氏(School of Movement)、伊藤良彦氏(R&S Company)、酒井崇宏氏(龍谷大学)には多大な協力を得た。ここに感謝の意を表す。また本稿でまとめた研究の一部はJSPS科研費研究活動スタート支援(26882060)、若手研究B(16K16557)、およびJSCハイパフォーマンスセンター Total Conditioning Research Projectの助成を受けて実施した。

参考文献

- Andrews, J. R., McLeod, W. D., Ward, T. and Howard, K. The Cutting Mechanism. *Am J Sports Med.* 5: 111-121, 1977.
- Besier, T. F., Lloyd, D. G., Cochrane, J. L. and Ackland, T. R. External Loading of the Knee Joint During Running and Cutting Maneuvers. *Med Sci Sports Exerc.* 33: 1168-1175, 2001.
- Brenière, Y., Cuong Do, M. and Bouisset, S. Are dynamic phenomena prior to stepping essential to walking? *J Mot Behav.* 19: 62-76, 1987.
- Buchheit, M. Houston, We Still Have a Problem. *Int J Sports Physiol Perform* 12: 1111-1114, 2017.
- Cook, J., Ryan, G. A., Snarr, R. L. and Rossi, S. The Relationship Between the National Football League Scouting Combine and Game Performance Over a 5-Year Period. *J Strength Cond Res.* 34: 2492-2499, 2020.
- Cronin, J. B., Green, J. P., Levin, G. T., Brughelli, M. E. and Frost, D. M. Effect of starting stance on initial sprint performance. *J Strength Cond Res* 21: 990-992, 2007.
- Cusick, J. L., Lund, R. J. and Ficklin, T. K. A Comparison of Three Different Start Techniques on Sprint Speed in Collegiate Linebackers. *J Strength Cond Res.* 28: 2669-2672, 2014.
- Dos'Santos, T., Thomas, C., Comfort, P. and Jones, P. A. The Effect of Angle and Velocity on Change of Direction Biomechanics: An Angle-Velocity Trade-Off. *Sports Med.* 48: 2235-2253, 2018.
- Dos'Santos, T., McBurnie, A., Thomas, C., Comfort, P. and Jones, P. Biomechanical Comparison of Cutting Techniques: A Review and Practical Applications. *Strength Cond J.* 41: 40-54, 2019.
- Frost, D. M. and Cronin, J. B. Stepping Back to Improve Sprint Performance: A Kinetic Analysis of the First Step Forwards. *J Strength Cond Res.* 25: 2721-2728, 2011.
- Frost, D. M., Cronin, J. B. and Levin, G. Stepping Backward Can Improve Sprint Performance over Short Distances. *J Strength Cond Res.* 22: 918-922, 2008.
- Ghigiarelli, J. J. Combine Performance Descriptors and Predictors of Recruit Ranking for the Top High School Football Recruits from 2001 to 2009: Differences between Position Groups. *J Strength Cond Res.* 25: 1193-1203, 2011.
- Hoffman, J. R., Cooper, J., Wendell, M. and Kang, J. Comparison of Olympic Vs. Traditional Power Lifting Training Programs in Football Players. *J Strength Cond Res.* 18: 129-135, 2004.
- Inaba, Y., Suzuki, T., Yoshioka, S. and Fukushima, S. Directional Control Mechanisms in Multidirectional Step Initiating Tasks. *Front Hum Neurosci.* 14, 2020.
- Inaba, Y., Yoshioka, S., Lida, Y., Hay, D. C. and Fukushima, S. A Biomechanical Study of Side Steps at Different Distances. *J Appl Biomech.* 29: 336-345, 2013.
- Jeffreys, I. A Task-Based Approach to Developing Context-Specific Agility. *Strength Cond J.* 33: 52-59, 2011.
- Jeffreys, I., Huggins, S. and Davies, N. Delivering a Gamespeed-Focused Speed and Agility Development Program in an English Premier League Soccer Academy. *Strength Cond J.* 40: 23-32, 2018.
- Johnson, T. M., Brown, L. E., Coburn, J. W., Judelson, D. A., Khamoui, A. V., Tran, T. T. and Uribe, B. P. Effect of Four Different Starting Stances on Sprint Time in Collegiate Volleyball Players. *J Strength Cond Res.* 24: 2641-2646, 2010.
- Knudsen, N. S. and Andersen, T. B. The Effect of First-Step Techniques from the Staggered Stance in American Football. *Sports Med Int.* Open 1: E69-E73, 2017.
- Lee, M. J., Lloyd, D. G., Lay, B. S., Bourke, P. D. and Alderson, J. A. Effects of Different Visual Stimuli on Postures and Knee Moments During Sidestepping. *Med Sci Sports Exerc.* 45: 1740-1748, 2013.
- Lee, M. J. C., Lloyd, D. G., Lay, B. S., Bourke, P. D. and Alderson, J. A. Different visual stimuli affect muscle activation at the knee during sidestepping. *J Sports Sci.* 37: 1123-1128, 2019.
- Miyaniishi, T., Endo, S. and Nagahara, R. Comparison of Crossover and Jab Step Start Techniques for Base Stealing in Baseball. *Sports Biomech.* 16: 552-566, 2017.
- NCD-RisC. A Century of Trends in Adult Human Height. *Elife* 5, 2016.
- Papadopoulos, P., Lund, R. J., Ficklin, T. K. and Reed, J. P. The Role of the Rhythm Step on Pro-Agility Test Performance in Division I Football Players. *Res Q Exerc Sport:* 1-8, 2020.
- Sado, N., Yoshioka, S. and Fukushima, S. The sidestep cutting manoeuvre requires exertion of lumbosacral lateral flexion torque to avoid excessive pelvic obliquity. *Sports Biomech.* 18: 135-145, 2019.
- Serpell, B. G., Young, W. B. and Ford, M. Are the Perceptual and Decision-Making Components of Agility Trainable? A Preliminary Investigation. *J Strength Cond Res.* 25: 1240-1248, 2011.
- Sheppard, J. M. and Young, W. B. Agility Literature Review: Classifications, Training and Testing. *J Sports Sci.* 24: 919-932, 2006.
- Shimokochi, Y., Ide, D., Kokubu, M. and Nakaoji, T. Relationships among Performance of Lateral Cutting Maneuver from Lateral Sliding and Hip Extension and Abduction Motions, Ground Reaction Force, and Body Center of Mass Height. *J Strength Cond Res.* 27: 1851-1860, 2013.
- Spiteri, T., Nimphius, S., Hart, N. H., Specos, C., Sheppard, J. M. and Newton, R.

- U. Contribution of Strength Characteristics to Change of Direction and Agility Performance in Female Basketball Athletes. *J Strength Cond Res.* 28: 2415-2423, 2014.
30. Suzuki, Y., Ae, M., Takenaka, S. and Fujii, N. Comparison of Support Leg Kinetics between Side-Step and Cross-Step Cutting Techniques. *Sports Biomech.* 13: 144-153, 2014.
31. Vanrenterghem, J., Venables, E., Pataky, T. and Robinson, M. A. The Effect of Running Speed on Knee Mechanical Loading in Females During Side Cutting. *J Biomech.* 45: 2444-2449, 2012.
32. Yamashita, D., Asakura, M., Ito, Y., Yamada, S. and Yamada, Y. Physical Characteristics and Performance of Japanese Top-Level American Football Players. *J Strength Cond Res.* 31: 2455-2461, 2017.
33. Yamashita, D. and Kubo, T. Anthropometric and Performance Parameters of Japanese High School American Football Players: A Case Study of Selection for International Matches. *Glob. J Hum Soc Sci Res.* 20: 1-7, 2020.
34. Young, W. and Farrow, D. The Importance of a Sport-Specific Stimulus for Training Agility. *Strength Cond J.* 35: 39-43, 2013.
35. Young, W. B., Dawson, B. and Henry, G. J. Agility and Change-of-Direction Speed Are Independent Skills: Implications for Training for Agility in Invasion Sports. *Int J Sports Sci Coach.* 10: 159-169, 2015.
36. Young, W. B., James, R. and Montgomery, I. Is Muscle Power Related to Running Speed with Changes of Direction? *J Sports Med Phys Fit.* 42: 282-288, 2002.
37. Young, W. B., McDowell, M. H. and Scarlett, B. J. Specificity of Sprint and Agility Training Methods. *J Strength Cond Res.* 15: 315-319, 2001.
38. Young, W. B., Miller, I. R. and Talpey, S. W. Physical Qualities Predict Change-of-Direction Speed but Not Defensive Agility in Australian Rules Football. *J Strength Cond Res.* 29: 206-212, 2015.
39. 亀田麻依、水谷未来、杉山敬、木葉一総、前田明. バスケットボール選手の予測不可能条件下におけるサイドステップが繰り返し動作中の下肢および体幹に及ぼす影響. *体育学研究* 64: 705-717, 2019.
40. 九鬼靖太、村上貴弘、潮田健志、白井智洋、岡野憲一、吉田拓矢、谷川聡. エリート学生ラグビー選手におけるアジリティ能力と各種体力要素の関係. *Foot Sci.* 15: 1-9, 2018.
41. 山下大地、吉開正貴、芹澤隆介、奥野純平. ラグビートップリーグにおけるメンバー登録選手の体力特性：メンバーと非メンバーの比較. *ストレングス&コンディショニング* 25: 20-25, 2018.
42. 福原祐介、大塚光雄、伊坂忠夫. 男子サッカー守備選手を対象としたカウンターステップの有効性の検討：後方への方向転換とその後の疾走動作に着目して. *トレーニング科学* 25: 201-213, 2014.

著者紹介



山下 大地：
博士(人間・環境学)、CSCS、国立スポーツ科学センタースポーツ科学部研究員。トップアスリートのパフォーマンス向上に関して、トレーニング科学の視点とバイオメカニクスの視点の両方から研究を行っている。