

平成14年度  
順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科 修士論文  
スポーツ医科学専攻

棒高跳の助走時におけるボール保持に関する研究

コーチング科学分野 11008  
菅野 卓弥

論文指導教員 大西 暁志 教授

合格年月日 平成15年2月28日

論文審査委員

主査

大西 暁志

副査

川合 武司

副査

金子 今朝秋

## 目次

第1章	緒言	1
第2章	関連文献の考証	4
第1節	棒高跳におけるポールと技術の変遷	4
第2節	棒高跳に関する研究	8
第3節	棒高跳の助走に関するコーチング	13
第4節	ポール保持に関するコーチング	16
第3章	本研究の目的	21
第4章	研究方法	22
第1節	被験者	22
第2節	実験方法	22
第3節	ポール角の設定条件	23
第4節	撮影条件	24
第5節	分析方法	25
第6節	測定項目	26
第7節	統計処理	27
第5章	結果	28
第1節	ピッチ	28
第2節	ストライド	30
第3節	助走速度	32

第6章	考察	35
第1章	ピッチ	35
第2章	ストライド	40
第3章	助走速度	45
第7章	結論	56
第8章	要約	57
参考および引用文献		59
欧文要約		63

表 1

図 1 ~ 図 2 5

## 第1章 緒言

陸上競技の跳躍種目には、走幅跳、三段跳、走高跳、棒高跳の4種目がある。この中でも棒高跳の最大の特徴は棒（以下ポールとする）を使うところにあり、この点において他の跳躍種目とは決定的な違いがみられる<sup>22)</sup>。ポールは、選手の競技能力に合わせて弾性や長さを変化していくため、弾性の強いポール（ポンド数の高いポール）が使えるか、長いポールが使えるか、そのポールをうまく使いこなすことができるかが跳躍高を獲得する重要な鍵となるといえる。棒高跳の運動構造（図1）は、①助走局面②突っ込み・踏切局面③スウィング・タック局面④倒立・逆上がり局面⑤クリアランス局面に分類されており<sup>12)32)</sup>、ポールを使うことから他の跳躍種目には見られないような特殊な技術を必要とする局面が存在している。

棒高跳の記録を決定する要因として、グリップ高（ポールの下先端部と上の手の握り位置までの距離からボックスの深さ20cmを引いたもの<sup>16)</sup>）、抜きの高さ（バーの高さとグリップ高との差<sup>16)55)</sup>がある。グリップ高・抜きの高さと助走には相関関係が認められており、特にグリップ高と助走速度については高い相関が認められている<sup>10)</sup>。したがって、より高い跳躍（グリップ高+抜きの高さ）を獲得するために助走速度は重要な要因（因子）であるといえる。この助走速度について Eckker<sup>5)</sup>は、突っ込み時の水平方向の速度の重

要性は、「いくら強調してもし過ぎることはない」としており、棒高跳の記録の限界というのは、突っ込み前の選手の助走速度で決まってしまうと述べている。このように、助走速度が重要と述べている指導書は数多く存在しており<sup>4)7)12)32)52)53)55)</sup>、棒高跳における助走局面の重要性がうかがえる。さらに、現在、世界と日本のトップレベルを比較すると大きな記録の差があり、その原因として助走速度が挙げられている<sup>22)</sup>。しかし、現在までの先行研究は、突っ込み・踏切局面以降の研究、ポールの素材の研究が数多く行われているが<sup>8)9)11)29)30)34)39)46)47)</sup>、助走自体に着目した研究は十分に検討されていないのが現状である。また、コーチングの現場でも他の跳躍種目にはない突っ込み・踏切局面以降の困難で習得しにくい動作に目を向けがちであり、多くの指導者や選手は、助走よりも身体の振り上げや倒立など、突っ込み・踏切局面以降の技術により多くの注意を払っている<sup>52)</sup>。山崎<sup>52)</sup>は、この局面の動作も大切なことに違いないが、良い突っ込み・踏切局面以降の技術を習得するためには、それ以前の突っ込み・踏切局面がより重要であるとし、それらを遂行するためには、良い助走が必要となってくるとしている。したがって、踏切準備局面以降のトレーニングをおこなって高度な技術・身体的能力を獲得したとしても「質の高い助走」<sup>55)</sup>、つまり良いとされる助走の条件（例えば、高い助走速度であること、助走が最高速

度に達した時にストライドを安定させること、全助走過程を通じて速度を一貫して増し続けること、ポールを下ろす速度と助走速度を同調させることなど)が達成されなければ、それらを十分に発揮することが難しくなるといえる。ゆえに、助走局面に着目し、質の高い助走をおこなうことがより高いパフォーマンスの達成に結びつくと考えられる。

## 第 2 章 関連文献の考証

### 第 1 節 棒高跳におけるポールと技術の変遷

棒高跳の起源は、沼沢の多い地方や放牧場などでの身体移動の方法として、自然かつ実用的に行われていた棒跳び (Pole jumping) から発展し現在のスタイルとなった。棒高跳は、ポールを使うところに他の陸上競技跳躍種目との違いがあり、このポールの材質が時代とともに変化してきた<sup>28)</sup>。

棒高跳の最古の記録は、1866 年のホイラーの 3.05m であり、この頃に使用されていたポールはトネリコやヒッコリー材の木製であった。これら木製のポールは大変重く、両手を大きく離して持たなければ保持して走ることが困難であった。さらにポールが重いため、助走速度の向上の妨げとなっていた。1870 年代には、木製のポールの下端部にスリップを防ぐ鉄製のスパイクを取り付けるようになり、世界記録も 3.19m となった。この頃、新しい技術として「木登り法」が開発されている。木登り法とは、下端部に鉄製のスパイクを取り付けた木製のポールを用いて、ポールの中央部を握り、18m くらいの距離をゆっくり助走をしたのちポールをほぼ垂直に立て、上の手の位置からさらに上方へよじ登りバーを越すといった技術であり、Stones などがこの方法で 3.52m を跳んでいる。しかし、1889 年に米国において「ポールを握る上の手は動かしてはいけない」という

規則が定められたため<sup>27)</sup>木登り法が使用できなくなり、近代的な形態での棒高跳が始まったといえる。1890年代には、米国では竹のポールが使われるようになった。竹のポールは、木製のポールと比較して軽さ弾力性などに優れており、その結果助走速度が向上し「ハンド・シフト」(スライド)という新たな技術<sup>28)</sup>(通常ポールを握る下の手を上の手に近づける)が行われるようになった。さらに、バーを越す空中動作の技術として、それまでは「アーチ型」<sup>28)</sup>だったのが体を2つに折ったあと急激に上体を起こしてバーを越える「ジャック・ナイフ型」<sup>28)</sup>へと移行し、その結果ポールの握りよりもはるかに高いバーを越せるようになった。1898年に竹のポールを使用し、「ハンド・シフト」のみの技術を用いて Clapp は 3.62m の世界記録を樹立した。さらに、1908年のロンドン・オリンピック大会で、Gilbert がこの技術を用いて優勝したことでこの技術は急速に普及したといわれている。1910年代、棒高跳先進国であった米国では、従来の木製や竹製のポールに加え金属製のポールも用いられるようになった。これは、技術が進歩するのにしたがって握りの位置が高くなり、空間での動作にポールの強度が要求されるようになってきたためである。この金属製のポールは、竹ポールより幾分細くて握力が発揮しやすく、丈夫で折れにくい竹のポールと比較し弾性という点で劣るという特徴であった<sup>36)</sup>。記録の面から見ると、

1942年から1960年かけて世界記録は、Warmerdamが竹のポールを使用して跳んだ4.77mから、Braggが金属製のポールを使用して跳んだ4.80mまでわずか3cmしか伸びなかった。このことから、金属製のポールの登場がもたらした記録への影響は少ないといえる。

1961年、Braggが4.80mの世界記録を出した翌年、にDavisがグラスファイバーポールで4.83mの世界記録を更新し、この頃からグラスファイバーポールが急速に普及し始めた。このポールは、従来のポールと比較すると強い柔軟性を持ち、復元力に優れていて軽いといったメリットがある。1962年国際陸上競技連盟（IAAF）によって正式にこのポールの採用が決定し、一挙にグラスファイバーポールの時代になり、現在の世界記録Bubkaの6.14mに至っている。

田村<sup>49)</sup>らは、ポールの素材と記録向上の関係について、木製、竹製、金属製、グラスファイバー製と、ポールの素材による技術革新の流れが成績に影響を与えたと述べている。丸山<sup>26)</sup>は、世界記録がグラスファイバー製ポールによって4.94mから5.94mまで22年、3.94mから4.94mまでに要した年月は47年であり、この間、竹やスチールによるたった3cmの更新のために18年を要したことを考えると、グラスファイバーはまさにマジックポールと言わざるを得ないと述べている。さらに、安田<sup>54)</sup>は、陸上競技の中でも、棒高跳ほどめまぐるしく記録が伸びた種目はないが、それはポールの材質の影

響が大きく、木製、竹製、金属製（スチール、アルミニウム、ジュラルミン、アルミとジュラルミンの合金）、グラスファイバー製の進出によるところが大であると述べている。Eckker<sup>6)</sup>は、グラスファイバーポールの曲がり、主に選手が踏切るときの運動エネルギーと握りの高さで決まると述べている。渋谷<sup>44)</sup>は、グラスファイバーポールの特性として大きく曲げることがより大きな反発力を生み、非常に大きい位置エネルギー量を獲得することになる。このためには踏切時における水平速度、即ち、助走速度が一番寄与しているのである。この助走速度を高めることによって高いグリップ高（上の手の握り）を得ることができ、その結果より高い位置に到達することになると述べている。つまり、記録の進歩は高くなったグリップにあり<sup>18)</sup>、グラスファイバーポールにとって助走速度が極めて重要なことがうかがえる。このように新しいポールの素材が開発されるたびに技術的にも記録的にも進歩してきたことから、ポールの素材の変化が記録向上に大きく貢献していることが考えられる。また三沢<sup>28)</sup>は、競技技術の発達、用器具および施設の進歩・発達と密接な相関を持つと述べており、このことから、選手自身の体力的要素以外の記録を決定する要因であるポールの素材や、助走路の材質など環境の改善に伴った技術を習得するためのコーチング方法が必要であると考えられる。したがって、棒高跳のように器具を用

いておこなう種目については、いかに器具を効率よく使いこなせるかということもコーチングの重要な課題であるといえる。

## 第 2 節 棒高跳に関する研究

棒高跳は、ポールを用いて競技をおこなうという種目特性から、ポール操作や踏切・突っ込み局面などのポールを用いた技術に関する研究がおこなわれてきた。

金高ら<sup>23)</sup>は、1991年東京世界陸上競技選手権大会において棒高跳の試技をVTR撮影し、世界一流の棒高跳選手におけるピッチとポール操作の関係について分析をおこなった。その結果から、各選手の最高記録を跳躍した試技では、助走区間全体を通じて踏切1歩前が最も高いピッチを示したとしている。また、助走区間を通じてのピッチの変化とポール操作によるポール角(図2)の変化には、各選手固有の変化の仕方があることを示唆している。さらに、助走区間におけるピッチとポール角の変化の仕方によって選手群を大きく2つに分類している。ピッチの変化については、踏切手前11歩から4歩の区間において、この区間のピッチは比較的低いが続的にピッチを上昇させていく群と、ピッチは比較的高いそのまま維持されあまり上昇していかない群に分類している。次に、ポール角の変化については、踏切手前2歩から13歩の区間において、ポール角

の変化が比較的大きい群と比較的小さい群に分類している。これらのことより、金高ら<sup>23)</sup>は、ピッチの変化の仕方によって分類された選手群と、ポール角の変化の仕方によって分類された選手群が同じ選手群であったことから、ピッチの獲得の仕方とポール操作の間には密接な関係があると述べている。高松ら<sup>46)</sup>は、棒高跳において両手を介して生じる選手とポール間の力学的エネルギーの伝達量を計測し、棒高跳における両手の役割を検討した。この結果から、ポール湾曲局面および伸展局面において、力学的エネルギー伝達に果たす両手の役割が異なるということを示唆している。また、ポール湾曲局面ではポールを握る下側の手で積極的にポールを押すと同時に、スイング動作を積極的におこなってポールに伝達されるエネルギーを大きくすること、引き上げ動作ではポールを握る上側の手を伸展させた状態に保つことによってポールからの力学的エネルギーを効果的に伝達することなどが、棒高跳選手の力学的エネルギー増大に有効であり最大重心高の増大に貢献すると述べている。初山ら<sup>30)</sup>は、被験者に棒高跳の試技をおこなわせ、バーをクリアした試技を成功例、バーを落とした試技を失敗例として、跳躍時のポールの最大湾曲時に着目して成功例と失敗例の比較検討をおこなっている。その結果から、成功例ではポールの最大湾曲時に上腕骨と大転子を結んだ線が地面に対してほぼ水平状態であったとし、失敗例では地

面に対して鋭角をなしていたとしている。このことから、失敗例では成功例に比べてロック・バックのタイミングが遅れていることを示唆している。木次谷ら<sup>25)</sup>は、ポール操作について、競技力の高い選手群は踏切準備局面全体にわたってポールの先端が高く、踏切直前までポールを水平にせず短時間で突っ込み動作をおこない、競技力の低い選手群は助走の早い時点でポールを下ろし始めており、水平な状態が続く時間が長かったとしている。

先行研究において、大会の試技を対象とした画像解析による動作分析などによって、棒高跳の記録に影響を与える要因が明らかにされている。淵本ら<sup>8)</sup>は、1989年のTOTO国際スーパー陸上競技大会に参加した、世界一流選手3名と日本一流選手5名の計8名を対象に各試技をVTR撮影し、画像解析による動作分析をおこなった。さらに、各選手の身体形態の測定と、各選手の最高記録を達成したポールについて反発力を調べるため試験器にて測定をおこなった。これらの結果から、体重・助走速度・グリップ高・ポールの反発力の要因だけで競技成績の94.2%が説明でき、「体重の重い人が速い助走速度で硬いポールの高い位置を握って跳躍する」ということが決定的に有利な条件としている。また、淵本ら<sup>9)</sup>は、世界一流選手と日本一流選手の比較をおこなった結果、世界一流選手それぞれの最大重心高の平均値は5.82mから6.28mであるのに対し、日本一流

選手の平均値は 5.23m から 5.52m であり、大きな差があることを明らかにした。また、世界一流選手の場合、最大重心 H は「抜き」の高さの差に強く影響を受けており、「グリップ高」の差による影響は少ないとしている。一方、日本一流選手の場合は「抜き」の高さと「グリップ高」の高さのどちらも影響が大きいとはいえないとしている。さらに、最大重心高と助走速度は高い相関関係が認められたことから、棒高跳における助走速度の重要性を示唆している。

助走に関する研究について、金子ら<sup>22)</sup>は、外国選手と日本選手の助走を比較した研究おこなっており、その中で、日本選手の助走速度が 8.80m/sec～8.96m/sec であるのに対して、外国選手は、9.31m/sec～9.55m/sec と大差があったとしている。また、最大重心高と助走速度は高い相関関係が認められたことから、棒高跳における助走速度の重要性を示唆されている。木次谷ら<sup>25)</sup>は、踏切準備局面における助走速度の変化の仕方は競技力によって異なるとしており、競技力の高い群は踏切 1 歩手前で助走速度が上昇するのに対して、競技力の低い群は踏切 2 歩前もしくはそれ以前に最高助走速度が出現し踏切 1 歩前には減速したことを明らかにしている。

Terauds<sup>50)</sup>は、新しい助走技術の検討をおこなうために、1 人の被験者を対象にして、垂直なポール保持と水平なポール保持の助走の比較をおこなっている。垂直なポール保持は水平なポール保持より

もわずかながら大きい加速と、より早く最高速度に達成することを可能にしていると述べている。さらに、被験者は、垂直なポール保持による助走はリラックスできたと感じており、助走におけるエネルギー出力が少なくなったために、水平なポール保持よりも2倍の跳躍練習が可能になったと述べている。しかし、ここでの垂直なポール保持の方法は現在の棒高跳で用いられているような技術ではなく、ポールは右肩にもたれかけさせ左手（右利きの場合）が自由になる方法を用いている。このことにより Terauds<sup>50)</sup>は、左手が解放されて自然に走れるようになり、より優れた効率の良い助走になったと述べている。最近の研究で木越ら<sup>24)</sup>は、棒高跳の助走におけるポール操作と助走速度勾配の相互作用について研究をおこなっている。トラックでの30mの助走のみをおこない、助走開始時のポール角度を水平、45度の2試技と、15m付近で最大速度に達しそこから最後まで速度を維持する試技、最後に最高速度に達する試技と速度勾配について異なる2試技をおこなわせている。このことから、滑らかで平均的なポールの下ろしをおこなうことが、最大速度の向上に対して有効であること、助走の後半においても加速しつつけられることが示唆されている。また、ポール操作の変化が助走速度勾配の変化に影響を及ぼす可能性も示唆している。

他の研究では、突っ込み・踏切局面以降の研究が数多くおこなわ

れている。このように助走に関する研究として、世界一流選手を対象とした動作分析がおこなわれているが、助走の詳細というよりも、助走と他の局面との関わりを明らかにしたものや、現在では使われていない古い素材のポールを用いた時代の研究などであった。以上のことから、棒高跳に関する先行研究は、助走自体に着目した研究例が少なく、十分な検討がなされていないということがうかがえる。したがって、棒高跳の助走に的を絞った先行研究は極めて少なく、コーチングの立場からみても、更なる研究の必要性がうかがわれた。

### 第3節 棒高跳の助走に関するコーチング

棒高跳の助走について、安田<sup>55)</sup>は跳躍の成功は助走によって決定づけられるといっても過言ではないとしており、正しい跳躍技術と質の高い助走は、非常に相関関係が高いと述べている。Eckker<sup>5)</sup>は、ポールの突っ込み動作における水平速度の重要性を特に強調しており、棒高跳における跳躍高はその水平速度に比例すると述べている。Dyson<sup>4)</sup>は、バーの高さが上がるにつれて助走速度は次第に重要になってくると述べている。この他にも、多くの研究者および指導者ら<sup>2)12)13)17)19)32)33)43)52)53)</sup>が助走と記録の関係について述べており、棒高跳における助走の重要性を認識することができる。したがって、

棒高跳のコーチングにおいて助走に関する指導は重要な課題であると考えられる。

Petrov<sup>40)</sup>は助走について、最高速度に達した時にはストライドの長さが安定したものでなければならないとし、助走のリズムは、全助走距離にわたって速度を一貫して増し続けると述べている。また、ポール操作について、助走とポールを下ろす速度との関係は競技者の助走速度と同期させなければならないとしており、助走と突っ込みは一つのまとまった運動としてみるべきだと述べている。具体的には、助走開始ではポールと選手の身体はほぼ一体に近いものであり、助走速度が増加する際に徐々にポールの先端を下げることで一層その推進力が増すことによって高まったピッチでより速く走ることができると述べている。Bemiller<sup>2)</sup>は助走について、十分にリラックスして助走を開始し、徐々にリズムをつけていき、突っ込みや踏切をコントロールできる範囲での余裕のある助走をするとしており、最高速度まで加速するために必要な助走は長くあるべきであると述べている。また、効果的なスプリント技術や踏切局面を維持するためには助走姿勢を高く保っておく必要があると述べている。助走開始時の走り方については、力強くより長いストライドで助走を開始し、素早いリズムで踏切動作へ持っていくとしている。また、助走開始においては、できるだけ早く安定した姿勢と助走のリズム

を獲得するために、パワフルに脚を振り下ろすと述べている。さらに、助走時のポール操作について、ポールを正しいタイミングで下ろしていくことによって速度が増加するため、コーチングをおこなう際は助走とポールを下ろすタイミングを連動させることに重点をおくと述べている。助走の終末部分である踏切準備・踏切局面に着目したコーチング方法として、山崎<sup>52)</sup>は30mあるいは40mといった距離の中で、最後の10mくらいを全力で走りきることができ、しかも余裕があることが大切であると述べている。また、最後の3歩から5歩を、その助走の中での最高速度で走りきることができ、踏切でアクセントをつけて前進できることが大切であると述べている。さらに、踏切前3歩から5歩で助走速度が落ちるということは、①ポールが立たない②ポールが十分に曲がらない③身体の上昇速度が不足する④身体がバーの上で止まってしまうなどといった技術的欠点が起こるとしており、これらを防ぐには①ポールは楽に持つこと②上体を起こし高い重心で走ること③膝を高く上げた大きな動きで走ること④最後の3歩は最高の速度で走ることと述べている。Boiko<sup>3)</sup>は、踏切前のポールの移動のさせ方について、棒高跳の記録決定要因の一つである握りの高さ(グリップ高)<sup>16)</sup>を上げるためには、高い速度の踏切と結合した効果的な助走の終末局面における正確な作業が必要であると述べている。また、助走の加速局面において不

都合な身体の傾きを引き起こさないようにするために、踏切前 4 歩から 6 歩間でポールを 30° から 25° の角度にスムーズに下ろすとしており、踏切前 3 歩まではポールの突っ込み動作をおこなわないと述べている。

以上のことから、棒高跳の助走は、高い助走速度を得ることに加えて安定した助走が必要であり、かつ、踏切・踏切準備局面において助走速度が落ちないように注意を払うべきであるといえる。また、有効で効果的な突っ込み動作をおこなうために、助走速度の増加に伴ったポール操作のタイミングを同期させる必要があるといえる。したがって、棒高跳のコーチングにおける助走に関する指導をおこなう際には、単に高い速度で助走がおこなわれているというだけではなく、有効な踏切動作・突っ込み動作につながる助走となっているかということにも注意を払うことが重要であるといえる。

#### 第 4 節 ポール保持に関するコーチング

前節で述べたように、棒高跳のポールは過去から現在に至るまでに、様々な素材を用いることによって改良されてきた。棒高跳はポールをいかに効率よく使いこなすかということも重要な課題であるため、ポールの改良に合わせてポール保持に関する技術やコーチング方法も時代とともに変化してきた。

木製・竹製のポールを用いていた 1910 年代の日本では、この頃に国内初の陸上競技専門書である「オリンピック式陸上運動競技法」<sup>28)</sup>が出版されたことや、米国から M.C.Murphy など一流の指導者の著書が紹介されたことにより、棒高跳の技術は大きく変化を遂げたといわれている<sup>27)</sup>。

「オリンピック式陸上運動競技法」の中で大森<sup>37)</sup>は、ポールはバーの高さから約 15cm 下と 30cm 上にあたる部分を握り、助走前のポール保持についてポールの先端部は自分の頭より高くする方法と、低く地上に接近して助走する方法があると述べている。また、助走の際にポールは進行方向に垂直にして持つ方法と平行にして持つ方法があると述べている。

竹製・金属製のポールが用いられていた 1950 年代では、ポール保持について大島<sup>38)</sup>らは、ポールを握る際の間隔はおおよそ 50cm から 60cm としており、個人個人で具合の良い間隔を決めると述べている。また、ポールを握る間隔について、広く握るとポールを運びやすくなるが横向き走りとなって必要な助走速度を出すことが困難になる。また、逆に狭く握るとポールが運びにくくなると述べている。さらに、ポールを保持する角度について、助走の際にポールの先端を高くあげて支えれば持ち運びやすいが、ポールを突っ込むことが難しくなり、逆に低く支えようとポールを突っ込みやすくなる

が、助走が困難になると述べている。

グラスファイバー製のポールが完全に主流となった 1970 年代では、ポールの理想的な保持方法について山崎<sup>52)</sup>は、「助走しやすい」ことが重要であり、ポールを十分にコントロールでき、助走速度の出せるランニングフォームとバランスが取れるものでなければならぬと述べている。ポールの握り方について、ポールは固く握らせないようにはずしてあり、このことは、手・肩・腕などの筋肉が緊張することでポールの先端が揺れ、助走速度を上昇させる妨げになると述べている。ポールを握る間隔について、60cm から 80cm の間隔で握れば安定性があり助走しやすいと述べている。一方、ポールの握りが狭い場合はポールが重く感じられ、力強いダイナミックな助走ができなくなるとしている。さらに、助走時にポールを保持することが困難となり、この困難を避けるために上体をのけぞる様にするか、ポールの先端を高くあげて走るなどしなければならぬと述べている。また、ポールの保持角度について、ポールの先端が目の高さよりも幾分高くなるように保持するとしており、具体的には、目線の高さよりも約 1m 高くなるように保持するのが最もよいと述べている。ここで過去におけるポール保持に関する技術やコーチング方法を整理してみると、ポールを握る際には間隔を広めに握り、ポールの先端はそれほど高くあげないで助走をおこなって

いたといえる。しかし、グラスファイバーの正式採用<sup>49)</sup>から約30年後の現在において、過去とは大幅に異なる技術やコーチング方法になっている。村木ら<sup>32)</sup>は、棒高跳の助走について、本質的な課題とその重要性については走幅跳・三段跳と何ら変わりはないが、ポール保持(Pole carry)ということがあるので棒高跳の助走を検討する場合、いかにグラスファイバーのポールで速い速度でポール保持できるかという点も考慮しなければならないとしている。安田<sup>55)</sup>は、ポールを握る間隔について、あまり広く取り過ぎると突っ込みから踏切・振上げ過程の妨げになるとしており、そのため約50cm前後の比較的狭い握りの幅がテクニックに有利となると述べている。また、ポール保持は助走速度に大きく影響するとしており、助走速度を最大限に活かすために助走開始時のポールの角度は85度前後がよいとしている。これは握りが高くなったことによるポール保持の負担を軽減し、助走開始時から姿勢をコントロールしやすくするためであると述べている。このように、ポール保持に関する技術やコーチング方法が大きく変化したのは、弾性が強く、軽くて細いグラスファイバーポールが開発されたことで、以前の古い素材の重いポールを用いていた頃には難しかった技術が可能になったためであると考えられる。

ここまで述べてきたことから、ポール保持に関する技術やコーチ

ング方法は、主にポールを握る際の間隔、助走時におけるポール保持が古くから検討されてきたといえる。これらは、助走のしやすさや踏切以降の技術に与える影響が大きく、助走の成否に関わることがうかがえることや、棒高跳の記録と助走速度に相関関係が認められていることから、助走局面の改善を図る際にはポールを握る幅やポール保持に着目することが重要であるといえる。

### 第3章 本研究の目的

本研究の目的は、棒高跳のポール角の保持についてポール角に着目し、助走開始時のポール角の変化が、助走のピッチ・ストライド・速度に与える影響についてその実態を明確にし、今後競技力向上につながるようコーチングを行う上での資料とすることを目的とした。

## 第4章 研究方法

### 第1節 被験者

被験者は、J大学陸上競技部跳躍ブロックに所属し、棒高跳を専門とする男子5名を選び対象とした。なお、被験者の身体特性や競技に関するプロフィールは表1に示したとおりである。

### 第2節 実験方法

実験は、被験者にウォーミングアップ終了後に助走路において助走練習を行わせた。助走距離が定まった後、フィールド競技達成率<sup>31)</sup>(今年度最高記録の96.7% : 4m70~5m00)にバーをかけたの跳躍練習を行った。その後、達成率の高さで、助走開始前に開始時のポール角を、中盤の角度、高い角度、低い角度それぞれの全助走試技を行わせ、助走全体をデジタルビデオカメラにて撮影した。なお、助走練習において助走開始位置を調整させ、全助走試技は助走開始位置を終始固定して行わせた。ポールの種類(硬さ、長さ)においても終始固定して行わせた。一本ごとの試技後、被験者は内省調査を行った。なお本研究においては、跳躍の専門家が各被験者の試技の状態を見る客観調査をおこない、最も良い助走を良い試技(L…)、最も悪い助走を悪い試技(L…)とした。

### 第3節 ポール角の設定条件

ポール角とは、図2に示した通りポールを保持した時の地面に対するポールの傾き<sup>23)</sup>をさす。そして、その角度は、日本の棒高跳の指導の歴史的背景、棒高跳の先進国の指導方法や大学生などのスタイルによって3種類の角度がみられる(図3)。

a) Standard: 予備調査で大学対校戦の試技(バーの高さ5mの試技以上の選手)のスタート時のポール角について調査したところ、多くの選手が70度前後のポール角であった。したがって、この角度をポール保持の基準的な角度とした(以下Sとする)。

b) High: 棒高跳の先進国、旧ソ連での指導者 Petrov<sup>40)</sup>は、垂直に近いポール保持位置でおこなう助走が最も無理なく自然であり、短距離選手や走幅跳選手らの疾走中のものと変わりはないと述べている。そこで被験者に垂直に近いポール保持をおこなわせ角度を測定したところ80度前後であったことより、この角度を高いポール保持と定義した(以下Hとする)。

c) Low: 日本の指導の歴史的背景から、昔はポール角が目線よりやや高め<sup>52)</sup>、もしくは、目線より約1m上にポールの先端がくるように<sup>53)</sup>と指導されていた。そこで、この指摘をもとに、ポール保持をおこなわせ角度を測定したところ20度前後であったことより、この角度を低いポール保持と定義した(以下Lとする)。

#### 第 4 節 撮影条件

撮影条件は、助走全体を撮影するために、5 台のデジタルビデオカメラを使用した。カメラは、助走の進行方向に向かって、助走路中央より右側 12m から 14m（カメラの性能より距離が異なる）の位置に設置し、カメラ H は 1m とした。被験者の助走開始から踏切まで完全に撮影範囲に収まるよう調節した。カメラの位置は、助走開始位置から踏切に向かって順に、カメラ 1 (SONY DCR-TRV11)、カメラ 2 (SONY DCR-TRV11)、カメラ 3 (Victor GR-DVL7)、カメラ 4 (Victor GR-DVL7)、カメラ 5 (SONY DCR-TRV28) とした (図 4)。カメラ 1 は 40 から 30m 地点、カメラ 2 は 32 から 22 m 地点、カメラ 3 は 24 から 14m 地点、カメラ 4 は 16 から 6m 地点、カメラ 5 は 8 から 0m 地点を撮影した。カメラの光軸と助走路は直角に交わるようにした。すべてのカメラにおいて、露出時間、画角、焦点距離は終始変えないようにした。また、撮影された映像によって得られる座標値を実座標に換算するために、較正点を 1m 間隔で助走路に設置した (図 5)。

気象条件として、S の試技は、平成 14 年 9 月 26 日 (木) におこない、跳躍開始時の天候は曇り、気温 20.7 度あった。H の試技は、平成 14 年 10 月 5 日 (土) におこない、跳躍開始時の天候は晴れ、気温 25.3 度であった。L の試技は、平成 14 年 10 月 14 日 (月) に

おこない、跳躍開始時の天候が快晴、気温 22.6 度であった。なお、風向きについては全て追い風であった。

## 第 5 節 分析方法

本実験には、矢状面内 2 次元の映像記録による動作分析法を適用した。画像解析は、撮影した映像をモニター (SONY VIDEO-MONITOR PVM-1453) の画面上に映し、これとコンピュータの画像解析用ソフトウェア (電気計測販売株式会社 Frame-DIAS for Windows) を立ち上げたパーソナルコンピュータ (NEC PC-9821V21) の画面と重ね合わせておこなった。校正点と被験者のデジタル化ポイントの画面上の位置を 2 次元座標値に変換し、それらの値をコンピュータのメモリーに取り込んだ。なお、デジタル化は 1/60 秒の画面ごとに行った。

得られた座標値のデータには、カメラの微細な振動による誤差やデジタル化時に生じる量子化誤差、読み取り誤差などが混入しているものと思われる。したがって、本研究ではデータの瞬時変動を研究対象とするため、データを 3 点移動平均法で平滑化することにした。

即ち、間隔  $t$  の測定値数列

$$\{ t \mid t_1, t_2, t_3, \dots, t_{k-1}, t_k, t_{k+1}, \dots \}$$

における  $k$  番目の  $t_k$  と、その前後  $\pm 1$  個の  $t_{k-1}$ ,  $t_k$ ,  $t_{k+1}$

の 3 点を平均し

$$s = (t_{k-1} + t_k + t_{k+1}) / 3$$

に置き換える。それをすべての  $k$  について行い、 $t$  の測定値数列を、平均化された  $s$  の数列

$$\{s \mid s_1, s_2, s_3, \dots, s_{k-1}, s_k, s_{k+1}, \dots\}$$

に変換する（ただし 3 点移動平均法では最初の  $s_1$  と最後の  $s$  は得られなくなる）。

なお、本研究における作業はコンピュータの画像解析ソフトウェア内のプログラムにて行った。

## 第 6 節 測定項目

助走の歩数の表示は、助走開始 1 歩目から L1、2 歩目が L2、順に L3、L4 から続いて踏切 1 歩前までとした。なお、本研究における各被験者の助走の歩数は、それぞれ 16 歩（A・B・C）、18 歩（D・E）と違いがある。全体をみて平均をおこなう時は、データを統一するために助走開始 5 歩（図 6）、踏切 5 歩前（図 7）を分析対象とした。なお、踏切は、踏切離地前に助走速度は弾性エネルギーに変換して湾曲したポールに蓄えられているがその弾性エネルギー量を測る手段がない。先行研究<sup>10)</sup>では、分析対象外としているので本研究においても対象外とした。

a) ピッチ (Hz) : 1 秒間あたりの歩数 (走動作 1 歩に要した時間を映像のフレーム数のカウントで算出) であり、足先の離地から次の足先の離地までに要したカウント数より求めた。

b) ストライド (m) : 足先の接地位置 (座標) 間の距離であり、足先の離地から次の足先の離地までに要した距離を求めた。

c) 助走速度 (m/s) : 1 秒間に身体が移動する距離であり、ピッチとストライドの積で求めた。

## 第 7 節 統計処理

測定されたデータは、各歩と S、H、L と 3 つに分けた試技のポール角については、分散分析をおこない、危険水準 5% 以下とし平均値の差の検定をおこなった。

## 第 5 章 結果

### 第 1 節 ピッチ

被験者 1 歩ごとのピッチのデータを、図 8 から図 12 に示した。

被験者 A (図 8) の良い試技の最大値は、S が L 11、L 15 の 4.20 (Hz)、H は L 15 の 4.20 (Hz)、L は L 12 の 4.20 (Hz) であった。踏切 1 歩前の L 15 は、S が 4.20 (Hz)、H は 4.20 (Hz)、L は 3.68 (Hz) であった。悪い試技での最大値は、S が L 15 の 4.20 (Hz)、H は L 15 の 4.20 (Hz)、L は L 12 の 4.20 (Hz) であった。踏切 1 歩前の L 15 は、S が 4.20 (Hz)、H は 4.20 (Hz)、L は 3.93 (Hz) であった。

被験者 B (図 9) の良い試技の最大値は、S が L 14 の 4.20 (Hz)、H は L 15 の 4.53 (Hz)、L は L 12 の 4.20 (Hz) であった。踏切 1 歩前の L 15 は、S が 3.93 (Hz)、H は 4.53 (Hz)、L は 3.93 (Hz) であった。悪い試技の最大値は、S が L 6、L 11、L 14 の 3.93 (Hz)、H は L 14 の 3.93 (Hz)、L は L 9、L 10、L 12、L 13、L 14、L 15 の 3.93 (Hz) であった。踏切 1 歩前の L 15 は、S が 3.68 (Hz)、H は 3.68 (Hz)、L は 3.93 (Hz) であった。

被験者 C (図 10) の良い試技の最大値は、S が L 14 の 4.53 (Hz)、H は L 14、L 15 の 4.20 (Hz)、L は L 12、L 13、L 14、L 15 の 3.93 (Hz) であった。踏切 1 歩前の L 15 は、S が 3.93 (Hz)、H は 4.20 (Hz)、

L は 3.93 (Hz) であった。悪い試技の最大値は、S が L10、L11、L12、L14、L15 の 3.93 (Hz)、H は L14、L15 の 4.20 (Hz)、L は L13、L14、L15 の 3.93 (Hz) であった。踏切 1 歩前の L15 は、S が 3.93 (Hz)、H は 4.20 (Hz)、L は 3.93 (Hz) であった。

被験者 D (図 11) の良い試技の最大値は、S が L16、L15 の 4.20 (Hz)、H は L16 の 4.20 (Hz)、L は L16 の 4.90 (Hz) であった。踏切 1 歩前の L15 は、S が 3.68 (Hz)、H は 3.93 (Hz)、L は 3.46 (Hz) であった。悪い試技の最大値は、S が L14、L15 の 3.93 (Hz)、H は L15、L16、L17 の 3.93 (Hz)、L は L16 の 4.20 (Hz) であった。踏切 1 歩前の L15 は、S が 3.68 (Hz)、H は 3.93 (Hz)、L は 3.93 (Hz) であった。

被験者 E (図 12) の良い試技の最大値は、S が L16 の 4.20 (Hz)、H は L16、L17 の 4.53 (Hz)、L は L16、L17 の 4.20 (Hz) であった。踏切 1 歩前の L15 は、S が 3.93 (Hz)、H は 4.53 (Hz)、L は 4.20 (Hz) であった。悪い試技の最大値は、S が L14、L16 の 4.20 (Hz)、H は L16 の 4.90 (Hz)、L は L16 の 4.20 (Hz) であった。踏切 1 歩前の L15 は、S が 3.93 (Hz)、H は 4.20 (Hz)、L は 3.93 (Hz) であった。

各被験者の助走開始 1 歩～5 歩と踏切 1 歩前～5 歩前の 1 歩ごとの平均を、良い試技は図 13-1、図 13-2 に、悪い試技は図 13-3、

図 13-4 に示した通りである。

各歩数の平均値は、良い試技の助走開始 5 歩間で、S・H・L の間で有意差は認められなかった。良い試技の踏切 5 歩前の間は、L1 の H の 4.28 (Hz) と L の 3.84 (Hz) との間に 5% 水準で有意差が認められた。

悪い試技の助走開始 5 歩間で、S・H・L の間で有意差は認められなかった。悪い試技の踏切 5 歩前の間は、S・H・L の間で有意差は認められなかった。

## 第 2 節 ストライド

被験者 1 歩ごとのストライドのデータを、図 14 から図 18 に示した。

被験者 A (図 14) の良い試技の最大値は、S が L13 の 1.87 (m)、H は L14 の 1.90 (m)、L は L14 の 1.93 (m) であった。最小値は、S が L1 の 1.13 (m)、H は L1 の 1.09 (m)、L は L1 の 1.08 (m) であった。悪い試技の最大値は、S が L12 の 1.88 (m)、H は L12 の 1.91 (m)、L は L14 の 1.98 (m) であった。最小値は、S が L1 の 1.09 (m)、H は L1 の 1.07 (m)、L は L1 の 1.07 (m) であった。

被験者 B (図 15) の良い試技の最大値は、S が L12 の 1.76 (m)、H は L15 の 1.82 (m)、L は L13 の 1.73 (m) であった。最小値は、

S が L1 の 1.07 (m)、H は L1 の 1.04 (m)、L は L1 の 1.10 (m) であつた。悪い試技の最大値は、S が L15 の 1.83 (m)、H は L15 の 1.97 (m)、L は L13 の 1.81 (m) であつた。最小値は、S が L1 の 1.10 (m)、H は L1 の 1.10 (m)、L は L1 の 1.08 (m) であつた。

被験者 C (図 16) の良い試技の最大値は、S が L8、L10 の 1.81 (m)、H は L12 の 1.85 (m)、L は L13 の 1.84 (m) であつた。最小値は、S が L1 の 1.23 (m)、H は L1 の 1.23 (m)、L は L1 の 1.14 (m) であつた。悪い試技の最大値は、S が L12 の 1.89 (m)、H は L15 の 1.85 (m)、L は L12 の 1.89 (m) であつた。最小値は、S が L1 の 1.43 (m)、H は L1 の 1.27 (m)、L は L1 の 1.15 (m) であつた。

被験者 D (図 17) の良い試技の最大値は、S が L7 の 1.94 (m)、H は L7 の 1.91 (m)、L は L7 の 1.85 (m) であつた。最小値は、S が L1 の 1.38 (m)、H は L1 の 1.39 (m)、L は L1 の 1.31 (m) であつた。悪い試技の最大値は、S が L7 の 1.93 (m)、H は L10 の 2.13 (m)、L は L7 の 1.88 (m) であつた。最小値は、S が L1 の 1.39 (m)、H は L1 の 1.36 (m)、L は L1 の 1.34 (m) であつた。

被験者 E (図 18) の良い試技の最大値は、S が L15 の 1.98 (m)、H は L17 の 1.93 (m)、L は L15 の 2.02 (m) であつた。最小値は、S が L1 の 1.37 (m)、H は L1 の 1.40 (m)、L は L1 の 1.26 (m)

であった。悪い試技の最大値は、SがL15の1.98(m)、HはL15の1.92(m)、LはL15の2.06(m)であった。最小値は、SがL1の1.37(m)、HはL1の1.43(m)、LはL1の1.26(m)であった。

各被験者の助走開始1歩～5歩と踏切1歩前～5歩前の1歩ごとの平均を、良い試技は図19-1、図19-2に、悪い試技は図19-3、図19-4に示した通りである。

各歩数の平均値は、良い試技の助走開始5歩間で、S・H・Lの間で有意差は認められなかった。良い試技の踏切5歩前では、この間、S・H・Lの間に有意差は認められなかった。

各歩数の平均値は、悪い試技の助走開始5歩間で、S・H・Lの間で有意差は認められなかった。悪い試技の踏切5歩前では、S・H・Lの間で有意差は認められなかった。

### 第3節 助走速度

被験者1歩ごとの助走速度のデータを、図20から図24に示した。

被験者A(図20)の良い試技の最大値は、SがL15の7.39(m/s)、HはL15の7.89(m/s)、LはL12の7.89(m/s)であった。踏切1歩前のL15は、Sが7.39(m/s)、Hは7.89(m/s)、Lは6.85(m/s)であった。悪い試技の最大値は、SがL15の7.45(m/s)、HはL15の7.29(m/s)、LはL12の7.65(m/s)であった。踏切1歩前の

L15は、Sが7.45 (m/s)、Hは7.29 (m/s)、Lは7.19 (m/s)であった。

被験者 B(図 21)の良い試技での最大値は、Sが L14 の 7.08(m/s)、Hは L15 の 8.25 (m/s)、Lは L12 の 7.16 (m/s)であった。踏切 1 歩前の L15 は、S が 6.68 (m/s)、H は 8.25 (m/s) L は 6.49 (m/s)であった。悪い試技の最大値は、S が L14 の 6.90 (m/s)、H は L15 の 7.25 (m/s)、L は L13 の 7.11 (m/s)であった。踏切 1 歩前の L15 は、S が 6.74 (m/s)、H は 7.25 (m/s)、L は 6.80 (m/s)であった。

被験者 C(図 22)の良い試技の最大値は、Sが L14 の 7.52(m/s)、Hは L14 の 7.26 (m/s)、Lは L13 の 7.20 (m/s)であった。踏切 1 歩前の L15 は、S が 6.82 (m/s)、H は 7.19 (m/s) L は 6.70 (m/s)であった。悪い試技の最大値は、S が L12 の 7.40 (m/s)、H は L15 の 7.79 (m/s)、L は L13 の 7.19 (m/s)であった。踏切 1 歩前の L15 は、S が 7.15 (m/s)、H は 7.79 (m/s)、L は 6.62 (m/s)であった。

被験者 D(図 23)の良い試技の最大値は、Sが L16 の 7.42(m/s)、Hは L15 の 7.11 (m/s)、Lは L16 の 7.47 (m/s)であった。踏切 1 歩前の L15 は、S が 6.92 (m/s)、H は 6.80 (m/s) L は 6.24 (m/s)であった。悪い試技の最大値は、S が L15 の 7.37 (m/s)、H は L10

の 6.96 (m/s)、L は L15 の 7.05 (m/s) であった。踏切 1 歩前の L15 は、S が 6.49 (m/s)、H は 6.86 (m/s)、L は 6.69 (m/s) であった。

被験者 E(図 24)の 良い試技の最大値は、S が L15 の 7.77(m/s)、H は L17 の 8.75 (m/s)、L は L17 の 7.60 (m/s) であった。踏切 1 歩前の L15 は、S が 7.26 (m/s)、H は 8.75 (m/s) L は 7.60 (m/s) であった。悪い試技の最大値は、S が L16 の 7.59 (m/s)、H は L17 の 8.02 (m/s)、L は L15 の 7.58 (m/s) であった。踏切 1 歩前の L15 は、S が 7.30 (m/s)、H は 8.02 (m/s)、L は 7.33 (m/s) であった。

各被験者の助走開始 1 歩～5 歩と踏切 1 歩前～5 歩前の 1 歩ごとの平均を、良い試技は図 25-1、図 25-2 に、悪い試技は図 25-3、図 25-4 に示した通りである。

各歩数の平均値は、良い試技の助走開始 5 歩間で、S・H・L の間で有意差は認められなかった。良い試技の踏切 5 歩前では、L1 における H の 7.78 (m/s) と L の 6.78 (m/s) の間に 5% 水準で有意差が認められた。

悪い試技の助走開始 5 歩間で、S・H・L の間で有意差は認められなかった。悪い試技の踏切 5 歩前では、S・H・L の間で有意差は認められなかった。

## 第 6 章 考察

### 第 1 節 ピッチ

被験者 A のピッチについて、良い試技を図 8-1 に示した。H ではピッチが L12 から L15 にかけて高くなっており、L15 において全助走過程を通しての最大値 (4.20Hz) が示されている。H では、踏切局面に向けて、高められたピッチでうまくテンポアップがおこなえているといえる。棒高跳は、踏切時のテンポアップが重要である<sup>45)</sup>とされている。このことから、より高いパフォーマンスを達成するには、有利な踏切準備局面であるといえる。一方、L では、L12 に最大値 (4.10Hz) が出現しており、それ以降は、踏切局面に向けて徐々にピッチが低下している。このことは、L ではテンポアップができていないことがうかがえる。

次に、悪い試技を図 8-2 に示した。S・H・L の全ての試技において、一貫してピッチが高められていなく、テンポアップができていない。また、良い試技の S と L に悪い試技と同様の推移をみることができる。

被験者 B のピッチについて、良い試技を図 9-1 に示した。L では、L12 で最大値 (4.20Hz) が出現するが、L13 で低下してからは頭打ち状態となって高まっていないことがわかる。S・H と比較して L では、助走開始数歩の比較的早い時点でのピッチの獲得がなさ

れている。このことから、速い時点で高まったピッチを維持していることで助走に余裕がないのではないかと推察される。一方、Hでは、Lに比べて逆に助走開始後数歩のピッチが抑えられている。このことにより、助走の後半において、スムーズに高いピッチを獲得できると考えられる。

次に、悪い試技を図 9-2 に示した。Lでは、ピッチの最大値がL9と早い時点で出現している。また、S・Hにおいても、Lほどではないが、助走の前半における過度のピッチの高まりがみられる。このことから、悪い試技となってしまった原因は、助走の前半における過度のピッチの高まりであると考えられる。

被験者 C のピッチについて、良い試技を図 10-1 に示した。Hでは、L12 からのスムーズなピッチの獲得がみられる。Sは、最大値(4.53Hz)が S・H・L の中で一番高い値を示している。しかし、L14 から L15 に向けて急激に低下している。Lでは、L12 から頭打ち状態となっていることがうかがえる。これらのことから、Hでは、踏切数歩手前に良いテンポアップ(ピッチが増加すること)が出来ていて助走に良い影響を与えているのではないかと考えられる。一方、SとLは、途中までテンポは上がっているが最後でピッチが落ちてしまう。または、踏切数歩手前においてテンポが上がらないなど助走に悪い影響を与えていることが考えられる。

次に、悪い試技を図 10-2 に示した。H・L では、踏切数歩手前において良い試技と悪い試技の間に大きな差がみられなかった。S では、L10 で比較的早期に最大値 (3.93Hz) が出現し、それ以降ピッチは上昇しなかったことが悪い試技となった原因であると考えられる。

被験者 D のピッチについて、良い試技を図 11-1 に示した。L16 から L17 にかけてピッチが低下しているのが特徴的である。その特徴的な中でも L では、S・H と比較して低下の幅が大きいことが顕著である。踏切数歩手前に着目してみると、L は、S・H と比較してピッチが不安定であることがわかる。

次に、悪い試技図 11-2 に示し、良い試技と比較すると、H、S で大きなピッチの流れの違いはなく、大差がないことがうかがわれた。

被験者 E のピッチについて、良い試技を図 12-1 に示した。S では、全助走過程を通して一貫して高められていないことがうかがえる。助走前半に着目してみると、L では、L1 から L4 の区間におけるピッチが S・H と比較して高い。つまり、L では、S・H と比べ、助走最期の加速局面をよりピッチに依存した形で、助走速度を獲得していると考えられる。一方、H では全助走過程を通して安定してピッチが高められている。踏切数歩手前に着目してみると L13 から

L17の区間において、ピッチが低下することなく安定して高められていることがうかがえる。また、L13からL17の区間のピッチは、S・Lと比較して高い。これらのことから、Hでは効果的にピッチが高められており、高い助走速度の獲得に結びついていると考えられる。

次に、悪い試技を図12-2に示した。悪い試技では、S・H・Lの全ての試技においてL1からL5の区間におけるピッチの最大値が、良い試技よりも早期に現れている。このことから悪い試技ではピッチの高まりが良い試技と比較して早いということが考えられる。

これら個人別のデータの助走開始1歩から5歩と踏切5歩前から1歩前を平均して、全体でどのように変化しているかをみた。

良い試技の助走開始1歩から5歩までの区間のピッチの変化を図13-1に、踏切5歩前から1歩前を図13-2に示した。また、悪い試技の助走開始1歩から5歩までの区間を図13-3に、踏切5歩前から1歩前を図13-4に示した。

良い試技では、LはS・Hと比較して速い時点でピッチが高まっている。Petrov<sup>40)</sup>は、徐々にポールを下げることで推進力が増し、選手は高まったピッチでより速く走ることができる述べている。したがって低いポール角は、ピッチ獲得に与える作用が強く、助走開始時に高いピッチの獲得がなされているのではないかと考えられる。

次に、踏切 5 歩前から 1 歩前の区間では、S・Lと比較して H での L1 におけるピッチが 5%水準で高いことが認められた。金高ら<sup>23)</sup>は、世界一流選手を対象とした研究で、全助走過程を通して最大値は踏切 1 歩前に示されたことと、悪い試技と比較して最高記録を出した試技の方がピッチが高かったとしている。このことから、踏切 1 歩前にピッチの最大値を出すことは、助走局面において重要な課題の一つといえる。Steinacker<sup>45)</sup>は、助走から踏切動作への最善の移行（助走速度の減少を抑える移行）を達成するためのポイントの一つに「助走最後 3 歩でのピッチの増加」をあげている。H では、Steinacker が述べていることと一致した結果となった。つまり、H では、助走速度を落とさないようにして突っ込み動作・踏切動作に移行することが容易であることが考えられる。

図 13-3 から、助走開始時における S・H・L の全試技は、悪い試技の方がピッチの変化が大きかった。図 13-4 から H では、踏切 1 歩前から 5 歩前の区間において、L1 ではピッチが低下してはいるが L2 まではスムーズにピッチが高められている。この区間では全体的にみても、S・Lと比較して H は高いピッチである。したがって、助走から踏切動作へのスムーズな移行という点から考えると、S・Lと比較して H は悪い試技ではある。しかし、大きな失敗跳躍になる可能性が低くなるのではないかと考えられる。

## 第 2 節 ストライド

被験者 A のストライドについて、良い試技を図 14-1 に示した。助走全体を見て S・H・L 全てにおいてストライドが安定していないことがうかがえる。そのため、この被験者 A は、ポール角を変化させてもストライドには影響を与えていないものと考えられる。

次に、悪い試技を図 14-2 に示した。被験者 A は、悪い試技においても S・H・L で大きな変化はみられない。しかし、良い試技と比較すると、ストライドの乱れが大きく、安定していないことがうかがえる。その結果、大幅なストライドの乱れが影響して、L14 から L15 にかけて詰まってしまい、悪い試技になると考えられた。

被験者 B のストライドについて、良い試技を図 15-1 に示した。S と L は、L13 以降は短くなっていることがわかる。H は、逆に L13 以降のストライドの獲得がなされている。助走全体では、H は S・H よりも比較的安定していることがうかがえる。Homenkov<sup>20)</sup> は、踏切 1 歩前のストライドの拡張と踏切のストライドの短縮の踏切前のストライドの流れを述べている。つまり、安定して L15 までストライドを獲得できた H は、高いポール保持が助走に良い影響を与えたのではないかと考えられる。

次に、悪い試技を図 15-2 に示した。悪い試技では、S・H・L

全てにおいて  $L6$  と  $L10$  付近でストライドが乱れていることがうかがえる。また、 $L13$  から  $L14$  にかけてストライドが短くなっている。このように、良い試技と比べて助走の途中でストライドが乱れていることから、 $L13$  から  $L14$  において間延び（踏切を調節して必要以上にストライドを獲得すしてしまうこと）又は、詰まって（間延びとは逆に助走をきざむことによって踏切を合わせること）しまったことが推察される。

被験者 C のストライドについて、良い試技を図 16-1 に示した。S・H・L は、全て比較的安定していることがうかがえる。助走開始から踏切までの流れとしてはポール角を変化させても大きな変化がみられなかった。このことから、被験者 C にポール角の変化は、ストライドに大きな影響を与えないと考えられる。

次に、悪い試技を図 16-2 に示した。良い試技と比較して、S と L においてストライドの乱れがうかがえる。特に L では、 $L12$  から  $L15$  にかけて短くなっており、踏切前に詰まっていると考えられる。H は、大きな乱れはないものの  $L14$  から  $L15$  にかけて急激にストライドが長くなっているおり間延びがうかがえる。

被験者 D のストライドについて、良い試技を図 17-1 に示した。S では、 $L12$  から大きくストライドが乱れていることがわかる。S・H では、比較的安定していて大きな乱れはない。つまり、S・H・L

の変化において L に悪影響が出ていることがうかがえる。つまり、被験者 D は、S からポール角が低くなるとストライドに悪影響があるのでではないかと推測できる。

次に、悪い試技を図 17-2 に示した。特に H は、L9 から L10 にかけて不安定な助走をおこなっているこのことは、中間疾走に問題があると考えられる。

被験者 E のストライドについて、良い試技を図 18-1 に示した。L は、L1 から L5 の区間におけるストライドは S や H と比較して短いことがうかがえる。S・H・L は、全体を通して不安定であることがうかがえる。しかし、H は、L15 から L17 にかけてスムーズなストライドの獲得がなされている。つまり、良い試技の中でも H は、ストライドに良い影響を与えているのではないかと考えられる。

次に、悪い試技を図 18-2 に示した。H では、L15 から L17 にかけてはスムーズにストライドを獲得している。しかし、L16 と L17 の変化から踏切数歩前に微調整をしていることが推察される。

これら個人別のデータの助走開始 1 歩から 5 歩と踏切 1 歩前から 5 歩前を平均して、全体でどのように変化しているかをみた。

良い試技の助走開始 1 歩から 5 歩の区間のストライドの変化を図 19-1 に、踏切 5 歩前から 1 歩前の区間を図 19-2 に示した。また、悪い試技の助走開始 1 歩から 5 歩の区間を図 19-3 に、踏切 5 歩前

から 1 歩前の区間を図 19-4 に示した。

図 19-1 から、L は、S や H と比較してストライドが短いことがうかがえる。Bemiller<sup>2)</sup>は、助走開始において、長いストライドを用いてできるだけ早く安定した姿勢と助走のリズムを獲得すると述べている。つまり、L で助走開始数歩のストライドが短いということは S や H と比較して助走の安定性という点で不利であると考えられる。

次に、図 19-2 をみってみる。Schmolinsky<sup>43)</sup>は、突っ込み動作と踏切動作への準備のために一定のリズムが生じ、そのリズムは、助走最後の 3 歩のストライドの長さに現れるとしている。踏切 1 歩前から踏切にかけてストライドは、5.5 足長から 6 足長、踏切 1 歩前は 7.5 足長から 8 足長、踏切 2 歩前は 6.5 足長から 7 足長と述べている。また村木<sup>32)</sup>も、踏切準備局面では助走速度に対応した「突っ込み動作・踏切動作」のタイミングより正確な先取りと、踏切脚への過重負担と速度の減速を抑えるために、踏切 1 歩前から踏切までの 1 歩は最も短く素早く、高く入り、踏切 1 歩前は最も長いストライド配分が一般的となると述べている。図 19-2 の L2 と L1 に着目してみる。S・H・L の全ての試技においてストライドが増加している。つまり、有効な踏切準備動作という点において L2 と L1 は好ましいストライド配分であると考えられる。しかし、L3 から L1 の S・

Lでのストライドの推移についてしてみると、L3ではストライドが長くなり L2では短くなっている。このことに対し、HではL3とL2のストライドが安定していることがうかがえる。安田<sup>55)</sup>は、助走は最高速度に達した時、ストライドの長さが安定したものでなければならないと述べている。村木<sup>32)</sup>は、突っ込み動作・踏切動作の課題は腰を落とさずに極力速度の減少を少なくすることであると述べている。したがって、Hは、SやLと比較してストライドの推移が安定していることから、踏切準備局面における安定した助走速度の獲得と、助走速度の減少が少ない突っ込み動作・踏切動作をおこなうという点に関して有利であると考えられる。

図 19-3 から、助走開始 1 歩から 5 歩の区間で、良い試技と同様の傾向がみられた。このことから、S・H・Lの各試技において L1 から L5 のストライドの推移は試技の成否に影響を与えないと考えられる。

次に、図 19-4 から、SとLは良い試技と比較して悪い試技はストライドの推移に大きな変化は認められないが、L1でわずかながらストライドの獲得がなされていないことがうかがえる。これは、前述した村木<sup>32)</sup>による一般的なストライド配分に合致しておらず、踏切に不利であると考えられる。また、Hにおいては、L2で急激にストライドが短くなっており、このストライドの急激な変化によって、

L3からL1にかけて効率よく助走速度を獲得することが困難となると推察される。これらのことが悪い試技となった原因として考えられる。

### 第3節 助走速度

横川<sup>56)</sup>は疾走速度について、速度を増加するにはストライドの長さを大きくすること、ピッチの回数を高めること、あるいは、この2つの要素を同時に向上させることが必要であると述べている。このことにより、助走速度に関してはピッチ・ストライドから検討していくことにする。

被験者Aの助走速度について、良い試技を図20-1に示した。助走速度とピッチについて、Hでは助走速度がL13からL15にかけて高められており、L15において全助走過程を通しての最大値が示されている。また、ピッチについても同様な推移を示している。このことから、Hでは、踏切局面に向けて、高められた助走速度を保ちながらうまくテンポアップがおこなえているといえる。又、棒高跳は踏切時の助走速度とテンポアップが重要である<sup>45)</sup>とされていることから、より高いパフォーマンスを達成するうえで有利な踏切準備局面であるといえる。一方、Lでは、L12に最大値が出現し、それ以降は踏切動作に向けて徐々にピッチが低下していることから、

より高いパフォーマンスを達成するうえで好ましくないものであるといえる。

次に、悪い試技を図 20-2 に示した。H を除く S と L は、良い試技の S と L と同じような推移がみられる。さらに、悪い試技の中で S・H・L の変化が踏切前数歩にしか見られない。つまり、助走速度を獲得する内容（ピッチ・ストライド）に変化があるのではないかと考えられる。

被験者 B の助走速度について、良い試技を図 21-1 に示した。被験者 B のピッチ・ストライドで述べたようにピッチは頭打ち状態になっており、ストライドは踏切に向けて短くなっている。これらのことは、ピッチを維持していることで精一杯となってストライドの獲得ができていない状態、つまり、余裕のない助走<sup>52)</sup>になっているということが推察される。このことが、L4 からそれ以降の助走速度の低下に関わっていると考えられる。一方、H では L に比べて助走開始後数歩のピッチが抑えられている。また、助走の後半において、スムーズな高いピッチの獲得、安定したストライドの獲得、踏切に向かって助走速度が高められていることがわかる。これらは、より高いパフォーマンスを達成するために有利であるといえる。

次に、悪い試技を図 21-2 に示した。L ではピッチの最大値が L9 に現れており、ストライドは安定しているが L3 から踏切にかけて

の助走速度が低下している。また、S・Hにおいても、Lほどではないが、助走の前半で過度にピッチが高まっている。そのため、踏切前の助走速度の低下、あるいは、踏切に向かってスムーズなテンポアップがおこなわれていない。つまり、悪い試技の特徴は良い試技のLにみられたものに類似しており、助走の前半において過度のピッチの高まりによるリキミが悪い試技となってしまった原因であると推察される。

以上のことから、被験者Bは、助走の前半を一気に駆け上がるのではなくポール角を高くすることでテンポ良く走るための指導をすることで、助走の終末部分で助走速度の低下が抑制される。そのため、より良い助走がおこなえるようになると考えられる。

被験者Cの助走速度について、良い試技を図22-1に示した。助走速度については、S・H・Lの各試技で大きな差は認められなかった。被験者Cは内省報告において、「Hでは助走がしにくく突っ込み動作が遅れることがよくあった、ポールを下ろしながら加速することができなかった」、「Lでは、前半ピッチが高くなってしまい、後半で高まらなかった」と述べていることから、ポール角を変化させる課題が与えられて試技をおこなった際に違和感を覚えており、通常被験者Cのおこなう助走とは異なっていることがうかがえる。これらのことから、被験者Cには特有の助走パターン（助

走速度・助走リズム・ポール操作のタイミング等を含む) が強く定着しており、比較的その助走パターンが遂行された際に良い試技となっていることが考えられる。ゆえに、S・H・Lで助走速度にそれほど大きな差が認められなかったのは、被験者 C が快適な速度と感じるよう助走速度の微調整を助走中におこなっているためではないかと推察される。

次に、悪い試技を図 22-2 に示した。H では良い試技 (7.19m/s) に比べて悪い試技 (7.79m/s) は、より高い助走速度の獲得がなされているので、客観的には良い助走であるが、試技全体としては悪い内容となっている。つまり、被験者 C が内省報告で述べていた、突っ込み動作が遅れること、ポールを下ろしながら加速がおこなえなかったことが原因で、通常よりも速くなった助走速度に被験者 C の助走パターンでは対応できなかったと推察される。

以上のことから、S・H・L の中で H が、良い試技、悪い試技ともに良い助走リズムで高い助走速度の獲得がなされていたことから、被験者 C がより高いパフォーマンスを達成するためには、ポール角を高くする指導は有効であると考えられる。これに加えて、突っ込み局面において、より高くなる助走速度に対応するために、多くの指導者ら (2)16)40)51)55)が指摘している、突っ込み前にポールを下げる速度と助走速度を統合的な動作にすることを重点的に指導する

ことが、さらに質の高い助走を獲得するうえで有効であると考えられる。

被験者 D の助走速度について、良い試技を図 23-1 に示した。S・H・L の全ての試技において L16 から L17 に移行する際に助走速度が低下している。このことにより、高いパフォーマンスを達成するうえで不利である。なかでも L は、S・H と比較して大きく減速しており、L17 における助走速度 (6.24m/S) が最も低い。ここで、踏切数歩手前に着目してみると、L は、S や H と比較してピッチ・ストライドともに不安定である。被験者 D の内省報告によると「踏切位置が不安定であった」と述べていることから、L では踏切数歩手前から踏切位置を微調整していたために、L17 において助走速度の大幅な低下を引き起こしたものと考えられる。山崎<sup>52)</sup>は被験者 D のように膝の上がない疾走フォームが助走に与える影響について、ストライドが不安定になり踏切が正確に合わないと述べている。Boiko ら<sup>3)</sup>は、助走の加速局面でポールを水平にすること、つまり、ポール角を下げると不都合な身体の傾きを引き起こすと述べている。これらのことから、踏切位置が不安定になる可能性があると考えられる。また、S と H では、踏切数歩手前のピッチ・ストライドに L ほどの不安定な推移はみられないため、L と比較して踏切位置は安定していたのではないかと推察される。したがって、被験者 D にと

っては L よりも高いポール角が好ましいといえる。

次に、悪い試技を図 23-2 に示した。S・H では良い試技と比較して助走速度の高まり方が不安定であることがうかがえる。特に、S と H のストライドについては、良い試技と比較して、明らかに助走中盤から踏切にかけての安定性を欠いている。このことから、ストライドの不安定な推移が助走速度の高まり方に悪影響を及ぼしていたと考えられる。

以上のことから、被験者 D には、ポール角が低くならないように注意を払うこと、助走中盤以降でストライドを安定させ助走速度を獲得していくことが、安定した助走をするうえで有効な手段と考えられる。また、ストライドを安定させるためには、被験者 D の膝の上がない疾走フォームは不利であると考えられる。膝を高く上げるランニングのコーチング方法として岡野<sup>35)</sup>は、地面を蹴った足の踵を素早く臀部の下まで引き付けると述べており、脚が後方に流れる疾走フォームを改善することも必要であるといえる。

被験者 E の助走速度について、良い試技を図 24-1 に示した。踏切数歩手前に着目してみると、L15 から L17 の区間において S では徐々に減速している。L では、停滞しているのに対し、H では効果的に高められていることがうかがえる。また、H の L16・L17 における助走速度は S や L と比較して明らかに高いことがうかがえる。

Lは助走前半に着目してみると、L1からL4の区間におけるピッチはSやHと比較して高く、L1からL5の区間におけるストライドはSやHと比較して短いことがうかがえる。Lの助走前半における助走速度はSやHと比較しても大きな差は認められない。このことから、Lの助走前半における助走速度の獲得には、ピッチの増加に依存している割合が大きいと考えられる。また、踏切数歩手前に着目してみると、ピッチ・ストライドともに不安定であることがうかがえる。よってLでは、助走前半においてピッチに依存して助走速度を獲得したことでストライドに変化が生じたため、踏切位置が影響を受ると考えられる。つまり、踏切数歩手前から踏切位置を微調整していたのではないかと推察される。一方、Hでは全助走過程を通して安定してピッチが高められており、SとHを比較しても高い値である。これらのことから、Hでは効果的にピッチが高められており、高い助走速度の獲得に結びついていると考えられる。上述より、Hは、高いパフォーマンスを達成するうえで客観的に有利な助走であるといえる。木越ら<sup>24)</sup>は、助走速度の停滞および遞減が問題とされている場合には、ポール操作を変化させることが解決法のひとつとして有効であると述べている。このことから、被験者Eの特徴として通常ではポールを下ろす際にポールが地面に対して水平な状態である時間が長かったが、Hでは高いポール角となったことで、ポ

ールを下ろす速度と助走速度の上昇が同調し、助走速度を増加させるための有効なポール操作につながったと考えられる。

次に、悪い試技を図 24-2 に示した。H では、良い試技と比較して L16 と L17 の助走速度が低いことがうかがえる。H のピッチ・ストライドについて、踏切数歩手前に着目してみると、ピッチ・ストライドが L16・L17 において急激な増減を示している。つまり、L16・L17 において踏切位置の微調整をおこなっていると考えられ、良い試技と比較して助走速度が獲得されなかったのではないかと考えられる。また、助走前半に着目してみると、悪い試技では良い試技よりも早い段階で最大値が現れている。このことは、ピッチの高まりが早いと考えられる。

以上のことから、被験者 E には、ポール角を高くし、ポール操作を助走速度の高まりと同調させること、助走前半においてリラックスするよう心がけ、滑らかにピッチを高めていくように注意を払うことが、より高いパフォーマンスを達成するうえで有効な手段であると考えられる。

これら個人別のデータの助走開始 1 歩から 5 歩と踏切 5 歩前から 1 歩前を平均して、全体でどのように変化しているかをみた。

良い試技の助走開始 1 歩から 5 歩の区間の助走速度の変化を図 25-1 に、踏切 5 歩前から 1 歩前の区間を図 25-2 に示した。また、

悪い試技の助走開始 1 歩から 5 歩の区間を図 25-3 に、踏切 5 歩前から 1 歩前の区間を図 25-4 に示した。

良い試技では、図 25-1 より、ポール角の変化による L1 から L5 における助走速度に与える影響はないと考えられる。助走速度では変化がみられなかったが、L におけるピッチについては、S や H と比較して早い時点でピッチが高められている。ストライドについては、S や H と比較して短いストライドになっていることが特徴的であった。このことから、L では助走開始 1 歩から 5 歩の区間において、ピッチを高める助走速度を獲得しており、S・H ではストライドを確保することで助走速度を獲得していると考えられる。

次に、踏切 5 歩前から踏切 1 歩前の区間では、H は S・L と比較して、L1 において 5% 水準で有意に助走速度が高かった。Hey<sup>15)</sup> は、速い助走がポールを曲げると述べている。さらに、Hey<sup>14)</sup> や Pikulsky<sup>41)</sup> は良く曲がったポールは反発が強く身体を上昇させると述べている。また、Anderson<sup>1)</sup> は、棒高跳における跳躍の高さは、踏切足が地面を離れた瞬間に決定されるとしている。そして、そのために佐々木ら<sup>42)</sup> は、踏切直前の最後の 3 歩を加速するように走ることが重要であるとしている。さらに山崎<sup>52)</sup> は、最高速度が踏切 3 歩前にあることが重要であるとしている。そこで踏切 3 歩前から踏切に着目すると、H では、S や L と比較して L1 の助走速度が有意

に高いことは、より高いパフォーマンスを達成するうえで決定的に有利であるといえる。さらに、助走速度の推移について着目してみると、図 25-2 から、S では L2 までスムーズに助走速度が高まっているが L1 において低下していること、L では、L4 が助走速度の最大値となりそれ以降は減速しているのに対し、H では、L5 から L1 にかけて減速することなくスムーズに助走速度が高まっている。木越ら<sup>24)</sup>は助走開始から踏切までに滑らかで平均的なポールの下ろしをおこなうことが、最大速度の向上に対して有効であること、および助走の後半においても加速しつづけることを示唆していることから、H では、平均的なポールの下ろしがおこなえたと推察され、ポールの下ろし方、助走速度の推移は好ましいものであるといえる。一方、L については、L4 に助走速度の最大値が現れてしまい、踏切まで高速度を維持することが困難となったため、それ以降は減速してしまったと推察される。

悪い試技を図 25-3 に示した。助走開始 1 歩から 5 歩の区間では、良い試技と比較しても、助走速度の値、推移ともに大きな差は認められなかった。ピッチとストライドにおいても同様の傾向であることから、ポール角を変化させることは助走開始 1 歩から 5 歩の速度に影響を与えないということが考えられる。次に、踏切 1 歩前から 5 歩前の区間を図 25-4 に示した。良い試技と比較して、S・H・L

の全ての試技が全体的に助走速度が低い値であることがうかがえる。最大重心高と助走速度との間に高い相関関係が認められている<sup>10)21)48)</sup>ことから、本研究においても、踏切1歩前における助走速度が低いことが悪い試技となったとして考えられる。しかし、悪い試技であっても、HではS・Lと比較して助走速度が高かった。また、助走速度の推移が安定しており踏切に向かって減速することなく高まっている点から、SやLと比べ失敗試技となる可能性を抑制することができるのではないかと考えられる。

## 第 7 章 結論

棒高跳の助走開始時にポール角を S・H・L と角度を変化させ、助走局面に与える影響について S・H・L の試技それぞれの試技を比較・検討した結果、以下のことが見出された。

- 1) H の良い試技の助走は他の試技に比べ、踏切 1 歩前において高いピッチの獲得が見られた。
- 2) H の良い試技の助走は他の試技と比べ、踏切 3 歩前から 1 歩前までの区間でストライドに安定性がうかがえる傾向にあった。
- 3) H の良い試技の助走は他の試技と比べ、踏切 1 歩前において高い助走速度の獲得が見られた。

以上のことから、ポール角を高くしてポールを保持することが、踏切前のピッチや助走速度の獲得がおこないやすく、その結果、助走に良い影響を与えることが推察された。

## 第 8 章 要約

棒高跳における助走は、記録向上の鍵となる弾性の強いポール(ポンド数の高いポール)を巧みに使いこなしたり、グリップ高を上げることができるかを決定する非常に重要な局面である。

本研究は、ポール保持のポール角に着目し、助走開始時のポール角の変化(S・H・L)が、助走のピッチ・ストライド・速度にどのような影響を与えるかを明確にし、今後コーチングを行う上での資料とすることを目的とした。

被験者は、棒高跳を専門とする男子大学生 5 名とした。試技の撮影は S・H・L に分けておこない、矢状面内 2 次元の画像分析法を用いて分析した。ポール角が助走に与える影響について S・H・L の試技を比較・検討した結果、以下のようなことが見出された。

- 1) H の良い試技の助走は他の試技に比べ、踏切 1 歩前において高いピッチの獲得が見られた。
- 2) H の良い試技の助走は他の試技と比べ、踏切 3 歩前から 1 歩前までの区間のストライドが安定している者が多くみられた。
- 3) H の良い試技の助走は他の試技と比べ、踏切 1 歩前において高い助走速度の獲得が見られた。

以上のことから、ポール角を高くしてポールを保持することが、踏切前のピッチや助走速度の獲得がおこないやすく、その結果、助走に良い影響を与えることが推察された。

参考および引用文献

- 1) Anderson, G. K. : The Limits Of Human Performance In The Pole Vault, TRACK COACH, 138, 4412-4416, (1997)
- 2) Bemiller, J. : USA Track and Field coaching manual, 1st ed., 199-215, Human Kinetics : USA (2000)
- 3) Boiko, V., Nikonov, J. : Something new in the pole vault, Modern athlete and coach, 28, (4), 11-13, (1990)
- 4) Dysin, G. : 金原 勇, 渋谷侃二, 古藤高良 共訳 : 陸上競技の力学, 第 3 版, 195-206, 大修館書店 : 東京 (1972)
- 5) Eckker, T. : 佐々木秀幸, 井街 悠 共訳 : 運動力学から見た陸上競技の種目別最新技術 織田幹雄 監修, 第 1 版, 98-105, ベースボール・マガジン社 : 東京 (1979)
- 6) Eckker, T. : 佐々木秀幸, 井街 悠 共訳 : 運動力学から見た陸上競技の種目別最新技術 織田幹雄 監修, 第 1 版, 145-149, ベースボール・マガジン社 : 東京 (1979)
- 7) Eckker, T. 澤村 博 監訳 安井年文, 青山清英 共訳 : 基礎からの陸上競技バイオメカニクス, 第 1 版, 118-131, ベースボール・マガジン社 : 東京 (1999)
- 8) 淵本隆文, 伊藤 章, 金子公宥 : 棒高跳のバイオメカニクスの分析—競技会における一流選手の試技について—, ジャンプ研究, 25-30, メディカルプレス : 東京 (1990)
- 9) 淵本隆文, 高松潤二, 阿江通良 : 世界一流棒高跳選手のバイオメカニクスの分析, J. J. SPORTS SCI., 11, (11), 650-653, (1992)
- 1 0) 淵本隆文, 高松潤二, 阿江通良, 金高宏文 : 棒高跳のバイオメカニクスの分析—世界一流選手の試技について— 日本バイオメカニクス学会第 11 回大会論集, 榊杏林書院 : 東京 (1992)
- 1 1) 淵本隆文, 高松潤二, 阿江通良 : 世界一流棒高跳選手のバイオメカニクスの分析, J. J. SPORTS SCI., 11, (11), 650-653, (1992)
- 1 2) 深代千之 : 跳ぶ科学, 第 1 版, 70-120, 大修館書店 : 東京 (1990)
- 1 3) Guy, K : The Athletics Congress's TRACK AND FIELD COACHING MANUAL , 2nd ed., 117-121, Leisure Press : USA (1989)
- 1 4) Hey, J. G. : Mechanical energy relationships in vaulting with a Fiberglass pole, Ergonomics, 14, (4), 437-448, (1971)
- 1 5) Hey, J. G. : Pole vaulting : A mechanical analysis of factors influencing pole-bend, Res. Quart., 38, (1), 34-40, (1958)
- 1 6) 広田哲夫 : 最新陸上競技入門シリーズ 6 棒高跳 帖佐寛章 佐々木秀幸監修, 第 1 版, —, ベースボール・マガジン社 : 東京 (1989)
- 1 7) 広田哲夫 : スポーツ Q&A シリーズ実践陸上競技—フィールド編— 日本陸上競技

- 連盟編, 第1版, 52-74, 大修館書店: 東京 (1990)
- 1 8) 広田哲夫: フランス棒高跳の最新技術とトレーニング-2, *Training Journal*, 6, (8), 66-68, (1984)
- 1 9) 広田哲夫: フランス棒高跳の最新技術とトレーニング-3, *Training Journal*, 6, (9), 18-21, (1984)
- 2 0) Homenkov, L. S. 小野耕三 訳: 陸上競技トレーナー用教科書, 第1版, 353-383, ベースボール・マガジン社: 東京 (1978)
- 2 1) 岩本 茂, 後藤幸弘, 辻野 昭, 奥野暢通: 棒高跳びの筋電図的分析・競技能力 (3m~5m ジャンパー) による相違について, 日本バイオメカニクス学会第11回大会論集, 269-275, 杏林書院: 東京 (1992)
- 2 2) 金子公宥, 伊藤 章, 淵本隆文: 棒高跳成績に及ぼすバイオメカニクスの要因について- 89TOTO 国際スーパー陸上競技大会参加選手の試技から-, (財) 日本陸上競技連盟強化本部技術・研究部 技術・トレーニングに関する測定・調査報告 (平成元年度技術・研究部活動報告), 25-34, (1990)
- 2 3) 金高宏文, 淵本隆文, 阿江通良: 世界一流棒高跳選手の助走におけるポール操作とピッチの関係. 世界一流競技者の技術 陸上競技連盟強化本部バイオメカニクス研究班編, 第1版, 185-192, ベースボール・マガジン社: 東京 (1994)
- 2 4) 木越清信, 遠藤俊典, 羽田雄一, 高本恵美, 真鍋芳明, 尾縣 貢: 棒高跳の助走におけるポール操作と助走速度勾配の相互関係, *陸上競技研究*, 51, (4), 2-8, (2002)
- 2 5) 木次谷聡, 川本和久: 棒高跳の踏切準備局面におけるポール操作の研究, *福島保健体育学研究*, 12, 11-18, (2001)
- 2 6) 丸山吉五郎: ロスからソウルへ, *月刊陸上競技*, 6, 150-153, (1985)
- 2 7) 三沢光男: スポーツ技術の移入・発展に関する史的考察, *体育の科学*, 26, (12), 828-832, (1976)
- 2 8) 三沢光男: 日本における棒高跳技術の発展について, *日本女子体育大学紀要*, 10, 1-11, (1980)
- 2 9) 初山隆裕, 荒井康夫, 安田矩明: 棒高跳技術の最大湾曲時における考察, *Track & Field Academy 「陸上競技紀要」*, 第7集, 8-14, (1994)
- 3 0) 初山隆裕, 荒井康夫: 棒高跳のブロッキング技術について- 重心の速度変化と加速度変化-, *日本体育学会 第45回大会号*, 361, (1994)
- 3 1) 村木征人: スポーツ・トレーニング理論, 第1版, 84-86, (有) ブックハウス・エイチディ: 東京 (1994)
- 3 2) 村木征人, 室伏隆夫, 加藤 昭: 現代スポーツコーチ実践講座 2 陸上競技フィールド, 第1版, 380-422, (株) ぎょうせい: 東京 (1982)
- 3 3) 中村寛孝: 棒高跳のトレーニング, *Training Journal*, 5, (13), 30-33, (1983)

- 34) 西垣和彦：棒高跳のスウィング動作の変容に関する考察，筑波大学体育研究科修士論文抄録，14，149-152，(1992)
- 35) 岡野 進：棒高跳における人間の記録の限界，陸上競技研究，29，(2)，50-55，(1997)
- 36) 大北英紀：陸上競技の記録に関する一考察（その1）中京女子大学・中京女子短期大学部紀要，13，(3)，55-60，(1979)
- 37) 大森兵蔵：オリンピック式陸上運動競技法，運動世界社-三沢光男：日本における棒高跳技術の発展について，日本女子体育大学紀要，10，1-11，(1980)より引用
- 38) 大島鎌吉，南信四郎：陸上競技教本，第1版，290-304，ベースボール・マガジン社：東京(1959)
- 39) 大槻敦巳，大島成通：棒高跳びポールの大わたみ変形挙動と跳躍特性の基礎的研究，スポーツ産業学研究，8，(2)，49-59，(1998)
- 40) Petrov, V. : 村木征人 訳：棒高跳の技術，月刊陸上競技，6，154-159，(1985)
- 41) Pikulsky, T : Fiber glass pole vaulting, Ath. J., 44, 16, (1964)
- 42) 佐々木秀幸，小林義雄：陸上競技のコーチング マニュアル-基本編-。(財)日本陸上競技連盟編，第1版，126-135，ベースボール・マガジン社：東京(1987)
- 43) Schmolinsky, G : 成田十次郎，関岡康雄 訳：ドイツ民主共和国の陸上競技教程，第1版，347-390，ベースボール・マガジン社：東京(1982)
- 44) 渋谷貞夫：棒高跳（グラス・ファイバーポール）の踏切動作に関する力学的研究，日本女子体育大学紀要，第4号，28-39，(1974)
- 45) Steinacker, U. : The pole vault run up, Track and field quarterly review, 91, (4), 33, (1991)
- 46) 高松潤二，阿江通良，藤井範久：棒高跳におけるボルターとポール間の力学的エネルギーの伝達，バイオメカニクス研究，4，(2)，108-115，(2000)
- 47) 高松潤二，阿江通良，藤井範久：棒高跳に関するバイオメカニクスの研究-ポール弦反力から見た最大重心高増大のための技術的要因-，体育学研究，42，446-460，(1998)
- 48) 高松潤二，阿江通良：陸上競技のサイエンス，月刊陸上競技，34，(8)，166-169，(2000)
- 49) 田村 清，栗山佳也：棒高跳におけるポールの素材と記録向上の関係，大阪体育大学紀要，19，43-57，(1998)
- 50) Terauds, J. : Vertical Pole carry: a new approach technique, Scholastic coach, 46, (7), 54. 56. 98, (1977)
- 51) Tidow, G. : Model technique analysis for the pole vault, Track technique, 114, 3648-3648. 3652, (1991)
- 52) 山崎国昭：図説陸上競技辞典〈下巻〉。フィールド編 棒高とび，第1版，41-81，

講談社：東京（1971）

- 5 3) 安田矩明：陸上競技のコーチング(Ⅱ). フィールド編 棒高跳, 第5版, 59-127,  
大修館書店：東京（1983）
- 5 4) 安田矩明：スポーツを考える（その3）セルゲイ・ブブカ選手の棒高跳, 中京大学  
体育学論叢, 35, (2), 123-133, (1994)
- 5 5) 安田矩明：陸上競技指導教本. (財)日本陸上競技連盟編 棒高跳, 第1版, 121-142,  
大修館書店：東京（1988）
- 5 6) 横川和幸：疾走能力とストライド・ピッチ・跳躍能力との関係について—本学学  
生について—, 仙台大学紀要, 11, 93-99, (1979)

## 欧文要約

### A study on pole carry in approach run of pole vault

Takuya Kanno

#### Summary

The approach run in pole vault is very important phase in pole vault, because the record is decided by strong elasticity of the pole (high pounds) and length of the pole, which affect on whether the athlete can handle the pole well or whether the position of the grip is high.

In this study, I pay attention to the angle of the pole in the pole carry and defined how the change in the angle at the phase of approach starting, influence on the stride frequency, the stride, and the run-up velocity. The aim of this study is establishing data for coaching.

Subjects are five male pole vaulters. A series of exercises by the subjects is photographed separately to 20 degrees (Low (L)), 70 degrees (Standard (S)), and 80 degrees (High (H)). I examine the movement on the photograph by using the two dimensional analysis, and discuss the influence of the angle on the approach run by comparing the movements at each degree.

The results are obtained as follows.

- 1) The approach run at the H gets a high stride frequency at one step before the take-off.
- 2) The approach run at the H tends to have stability between three to one step before the take-off.
- 3) The approach run at the H gets a high approach run velocity at one step before the take-off.

Thus, the pole carry at H have a good influence for the approach run because it leads to high approach run velocity and high stride frequency in the step before the take-off.

表1 被験者のプロフィール

被験者	身長(m)	体重(kg)	歩数(歩)	自己最高記録(m)	本年度最高記録(m)	経験年数(年)
A	1.805	73.0	16	4.90	4.80	7
B	1.710	69.0	16	5.00	5.00	7
C	1.760	72.3	16	5.10	5.10	8
D	1.730	68.0	18	5.30	5.20	9
E	1.730	64.0	18	5.40	5.20	11
平均	1.7470	69.26	16.8	5.140	5.060	8.4
標準偏差	0.0284	2.71	1.0	0.168	0.128	1.3

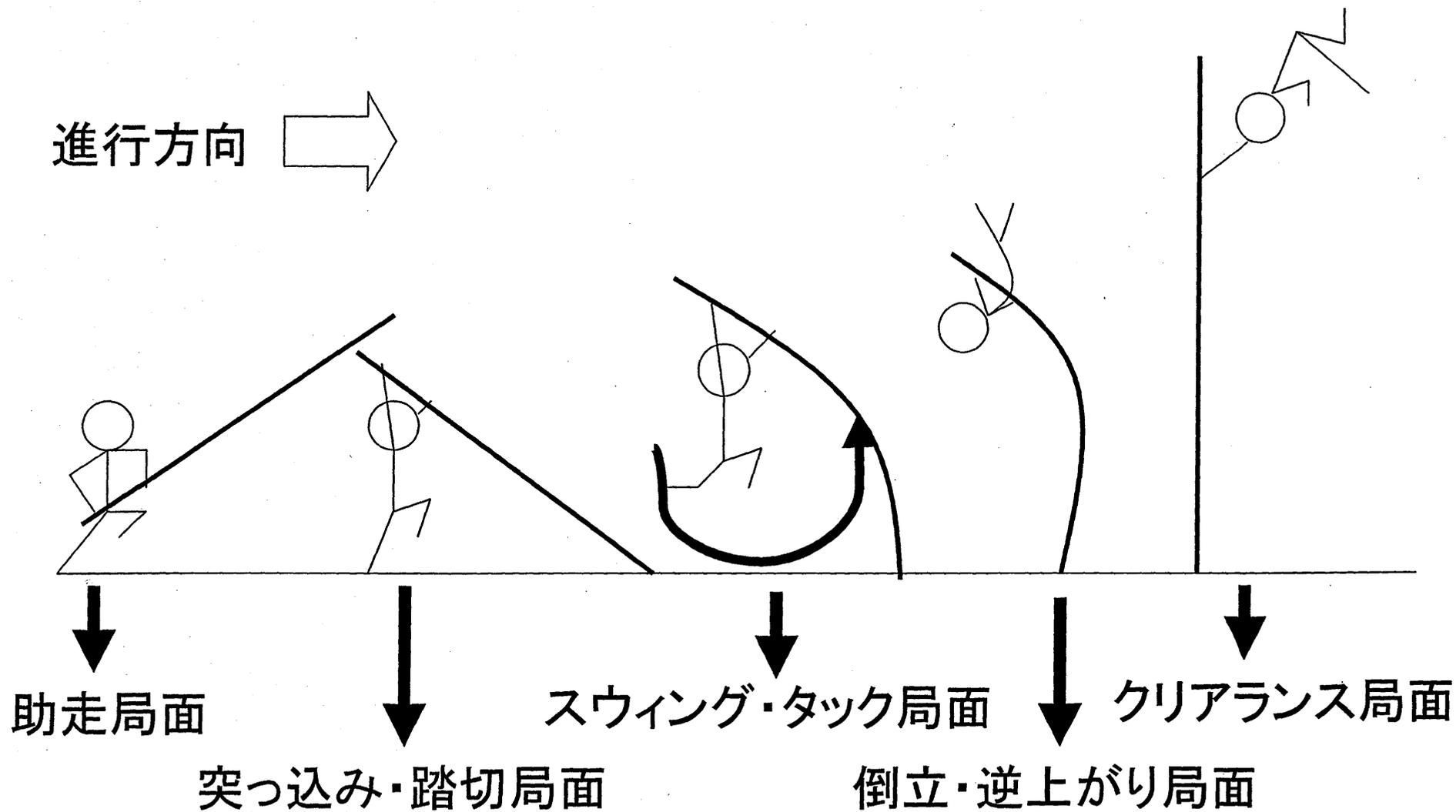
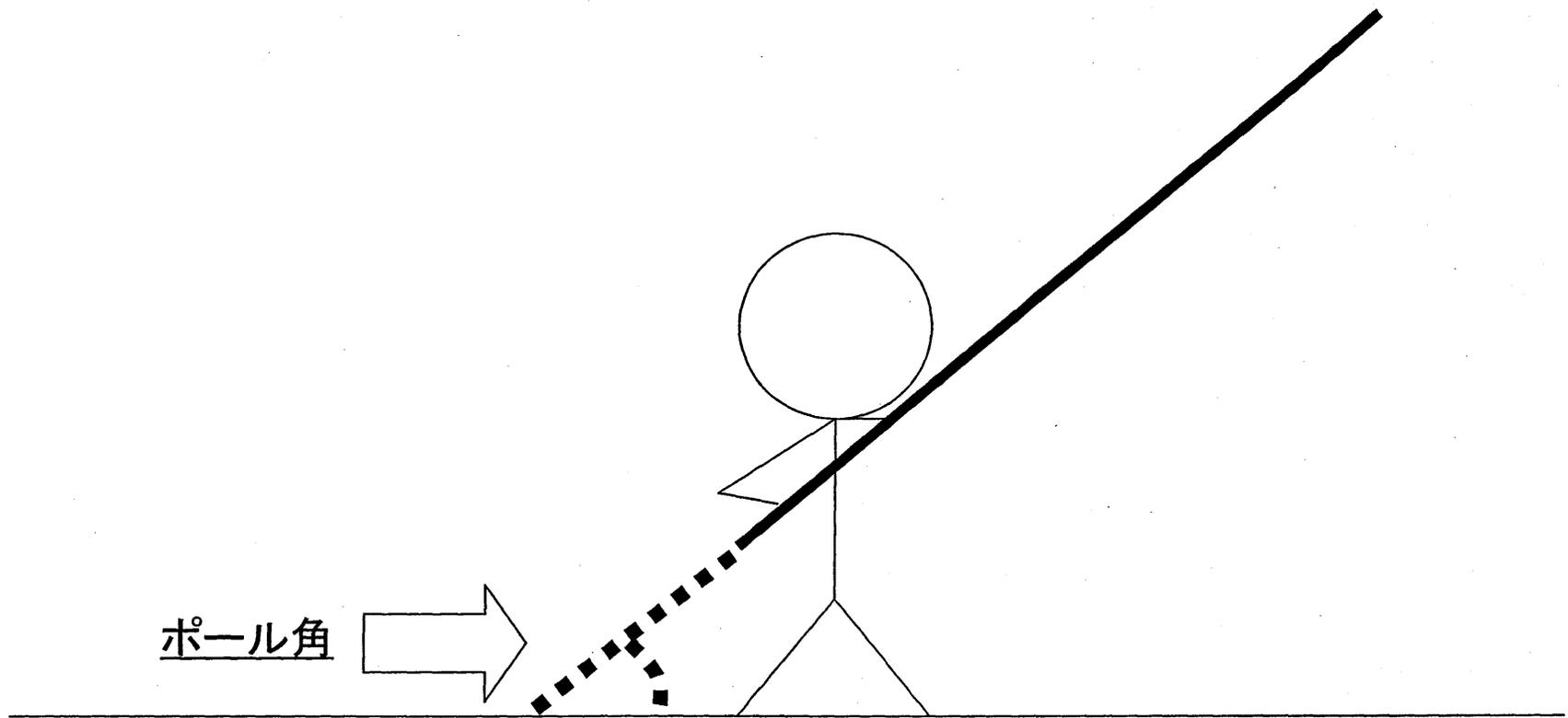


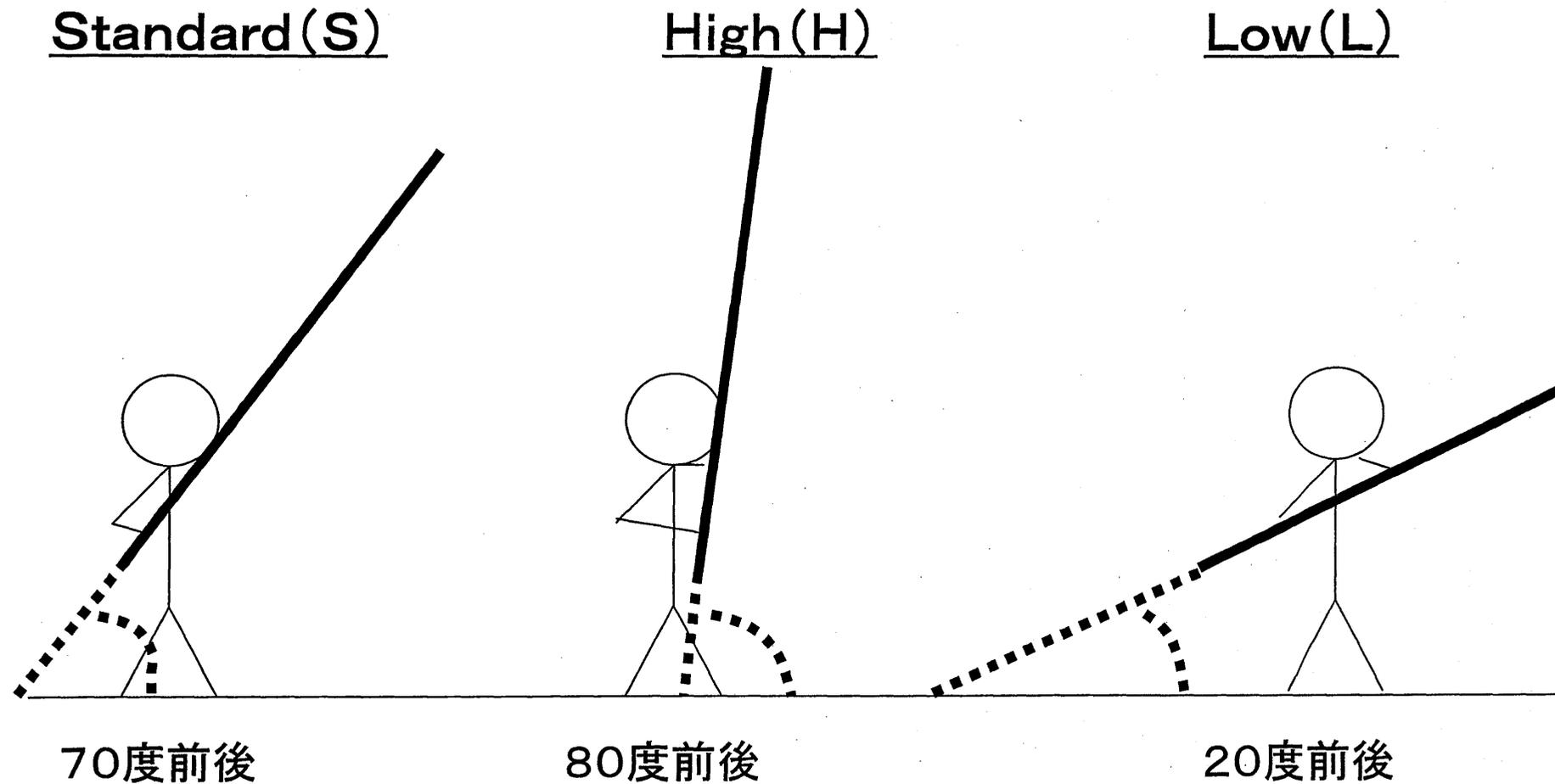
図1 棒高跳の運動構造



ポール角

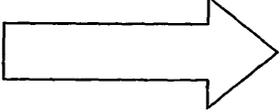
地面に対するポールの傾き

図2 ポール角



※全て右向き

図3 ポール角の定義

進行方向 

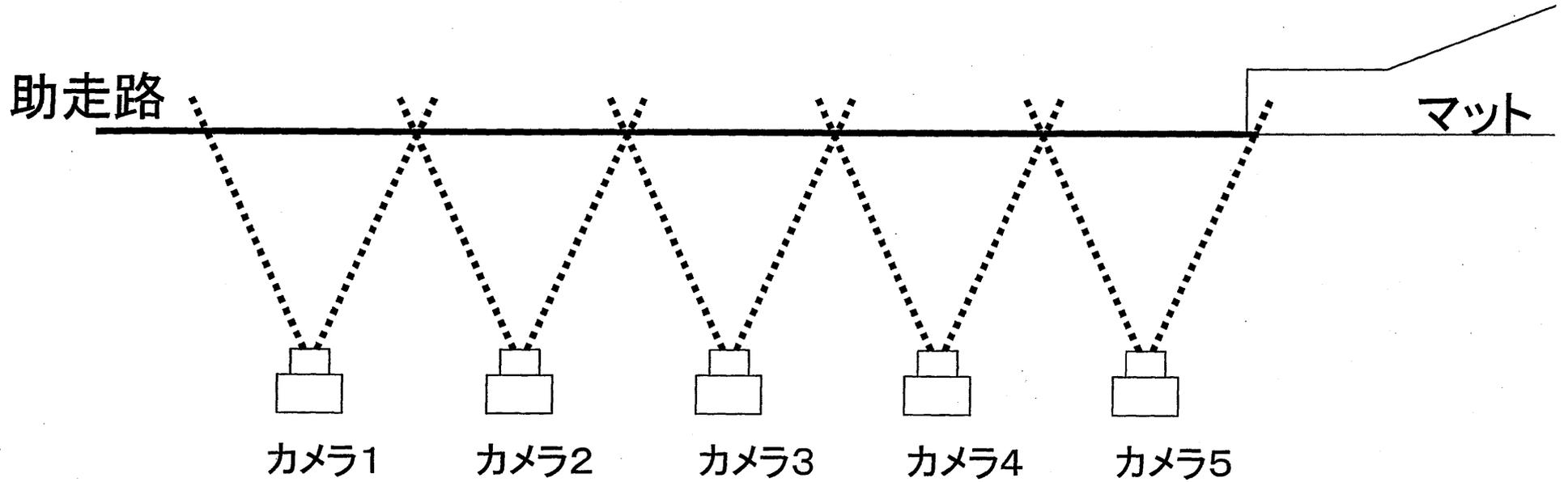


図4 撮影条件(1)

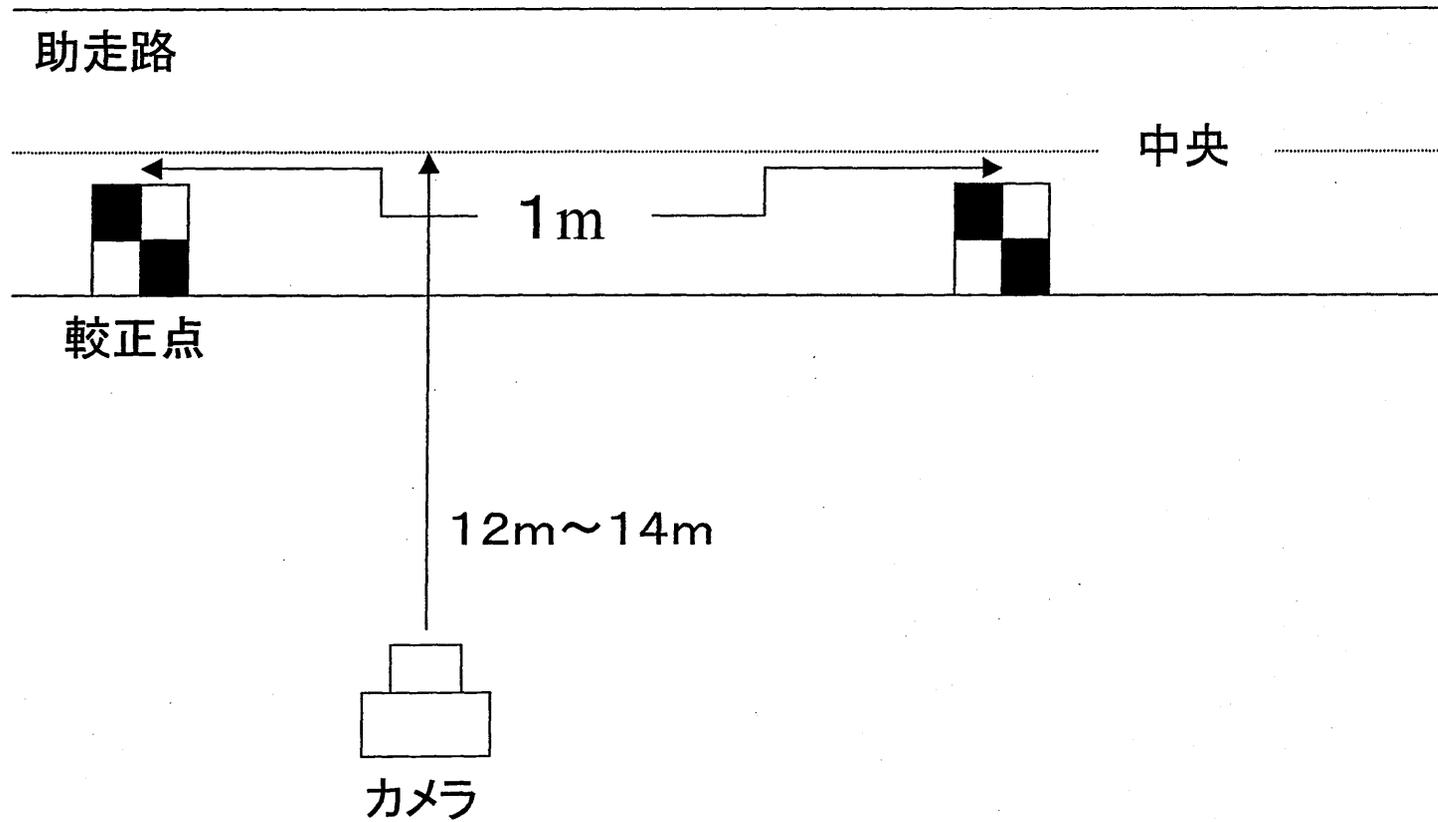
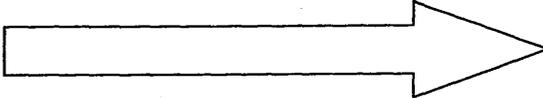


図5 撮影条件(2)

助走方向 

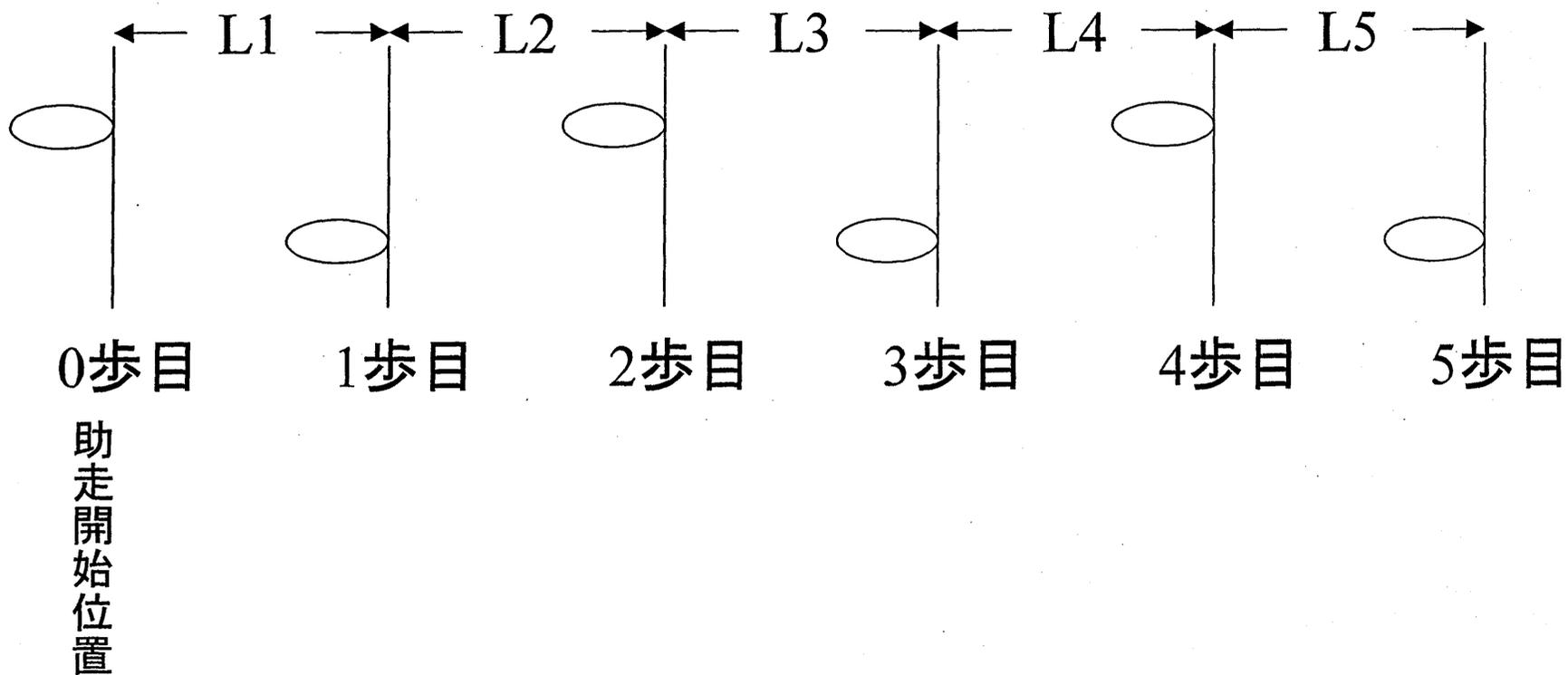


図6 助走開始1歩目から5歩目におけるピッチおよびストライドの定義

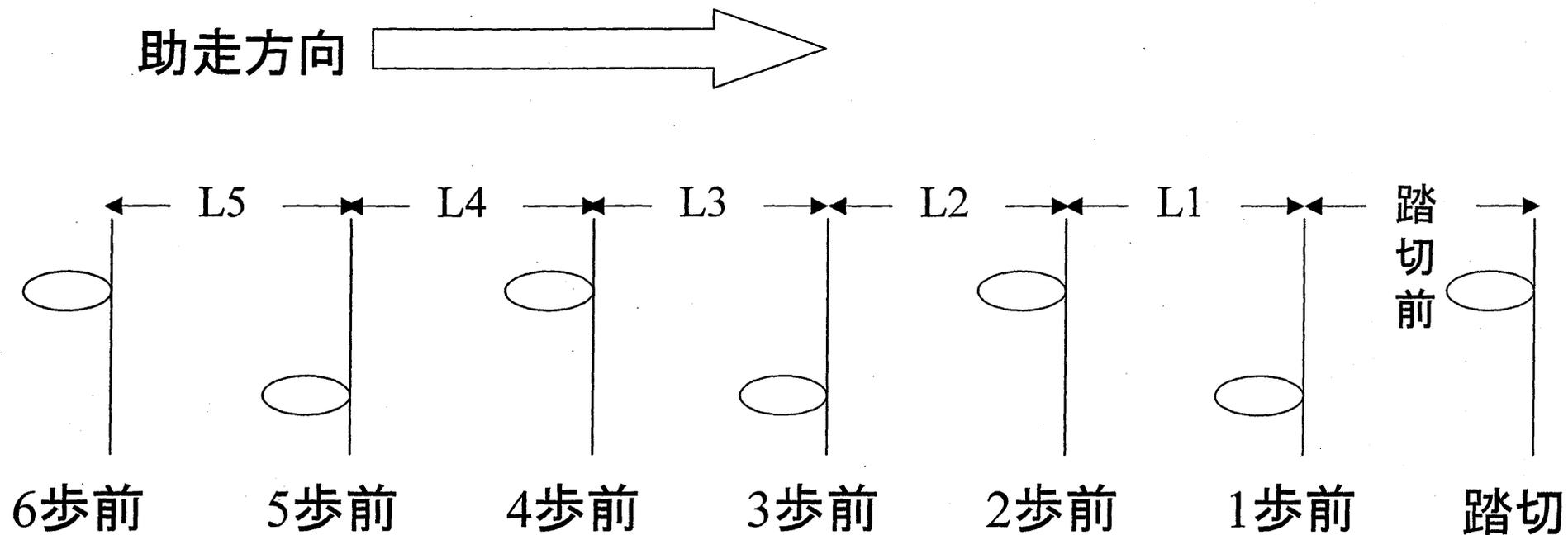


図7 踏切1歩前から5歩前におけるピッチおよびストライドの定義

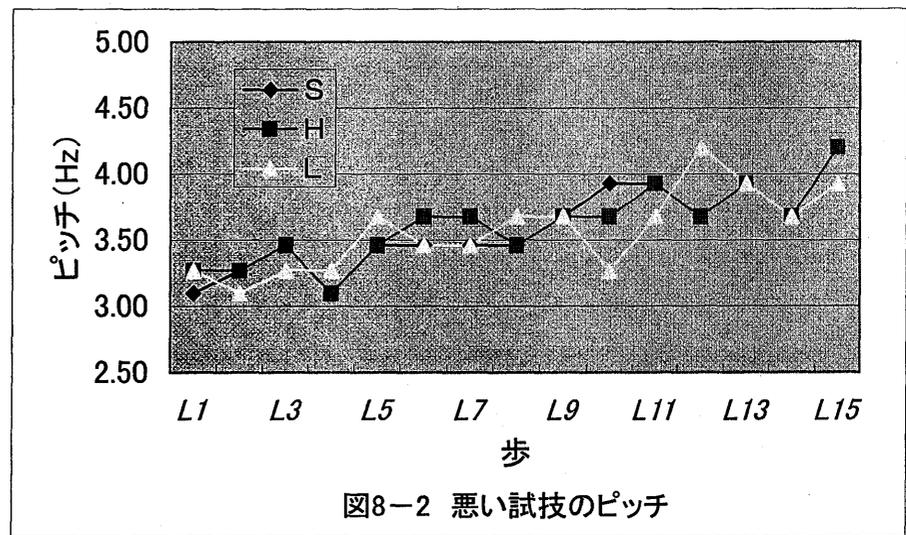
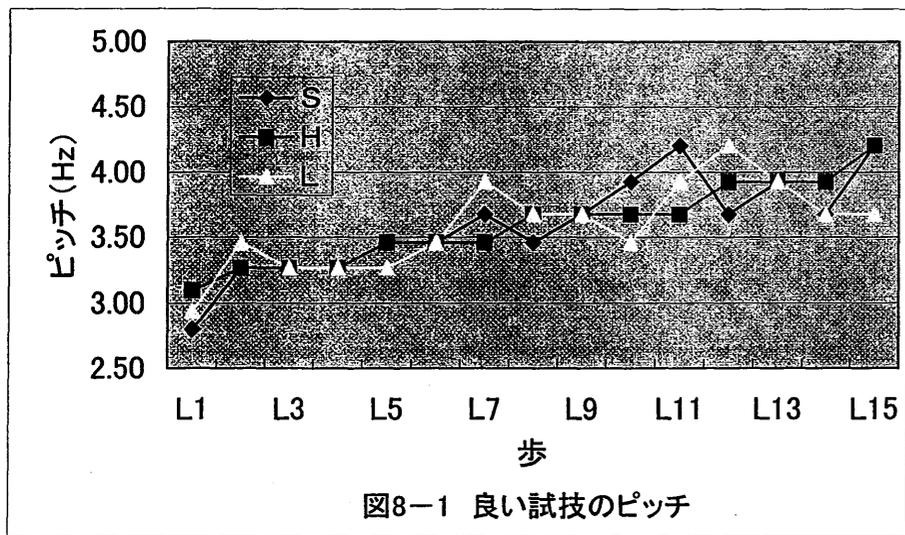


図8 被験者Aのピッチ

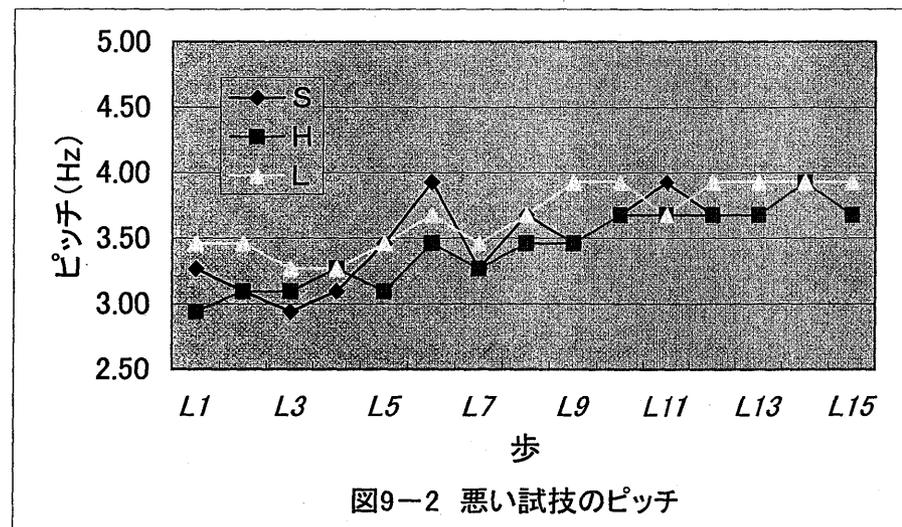
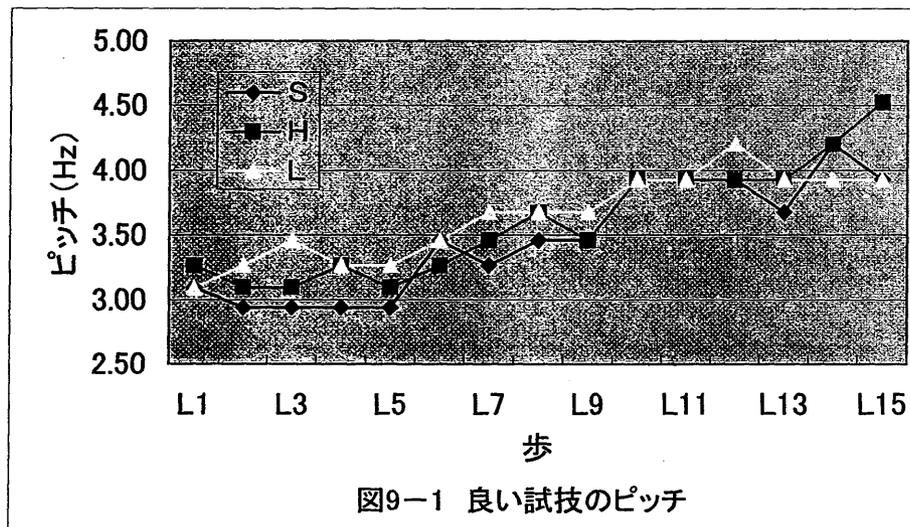


図9 被験者Bのピッチ

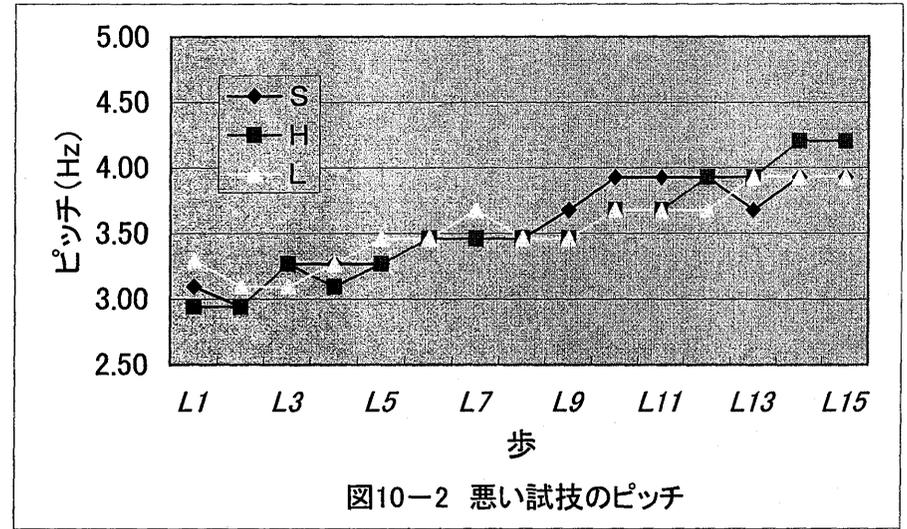
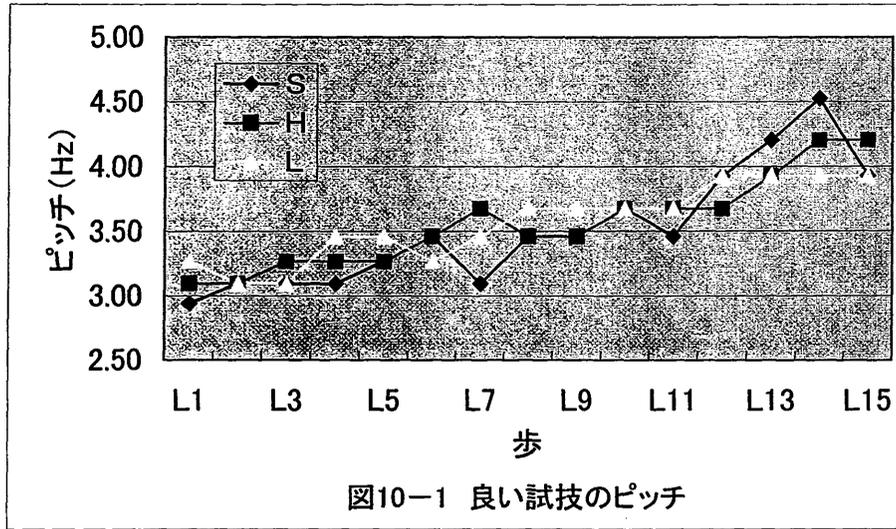


図10 被験者Cのピッチ

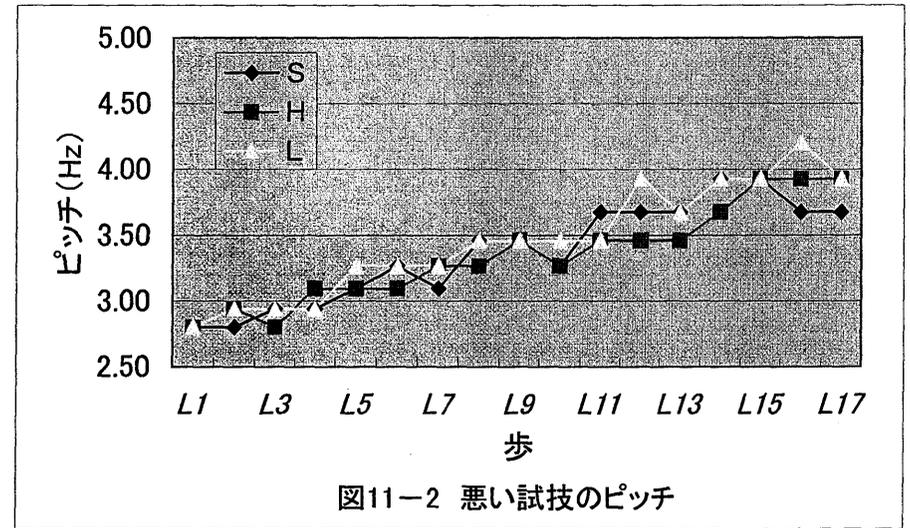
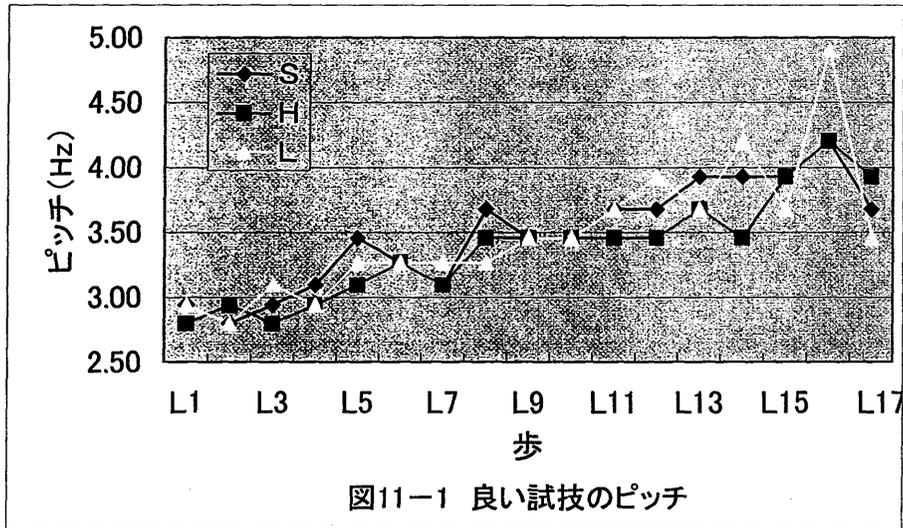


図11 被験者Dのピッチ

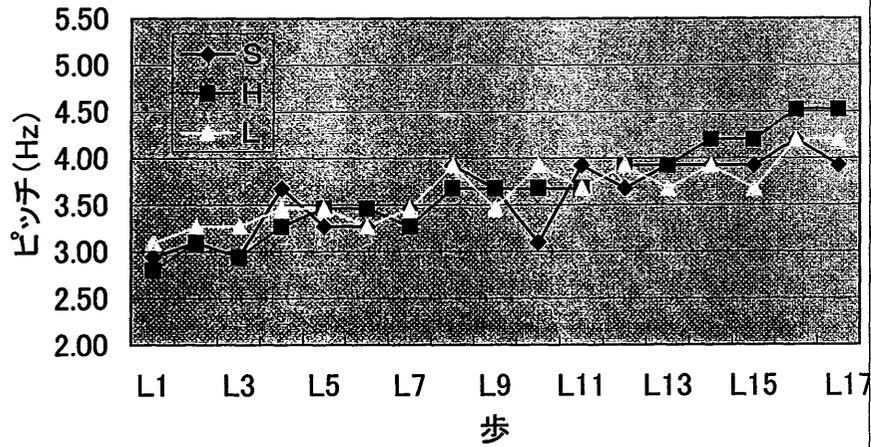


図12-1 良い試技のピッチ

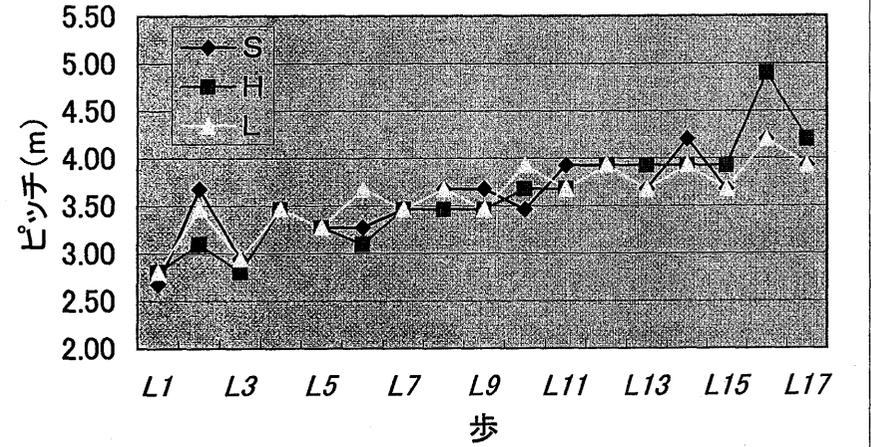
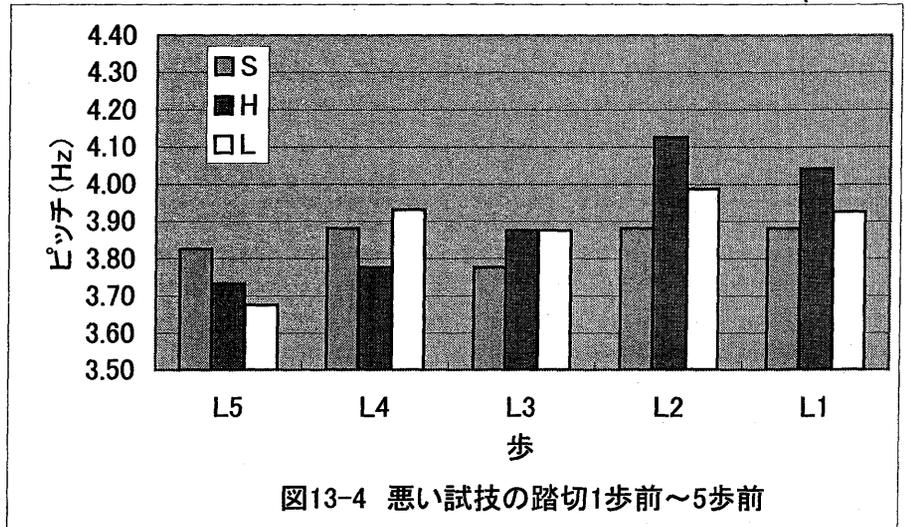
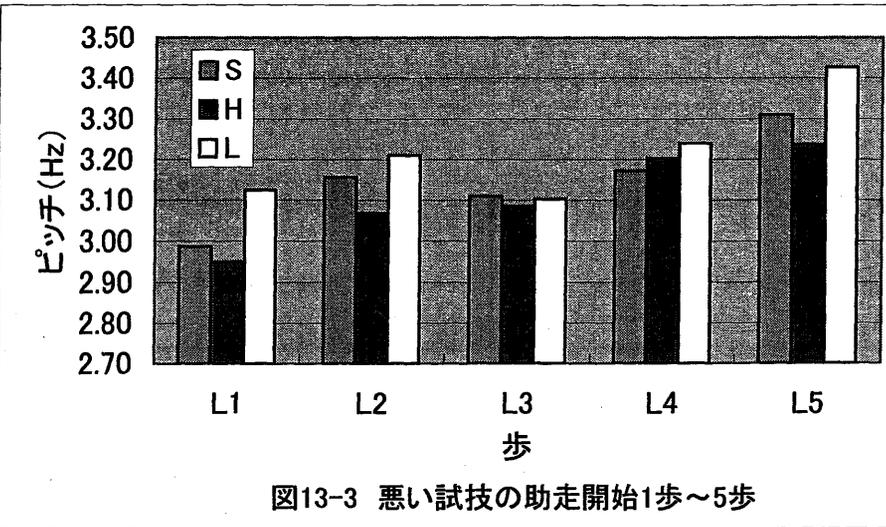
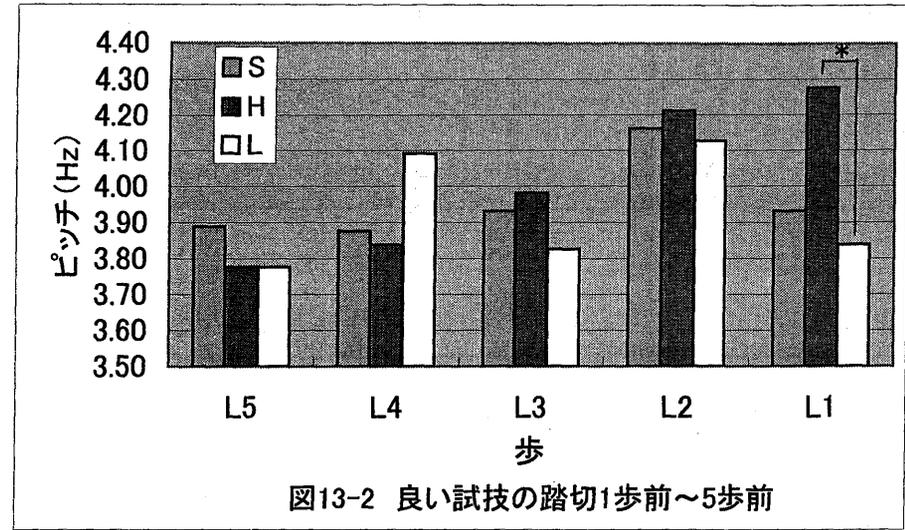
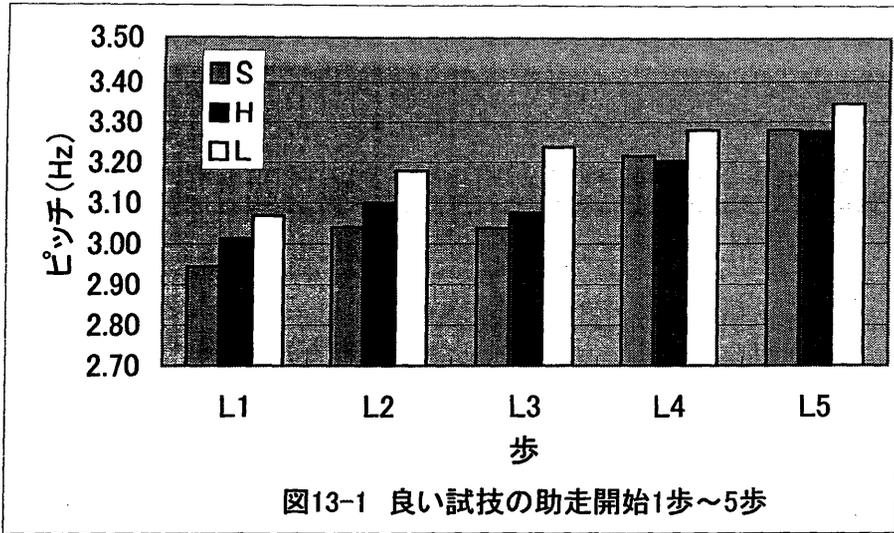


図12-2 悪い試技のピッチ

図12 被験者Eのピッチ



\* p<0.05

図13 全体の平均のピッチ

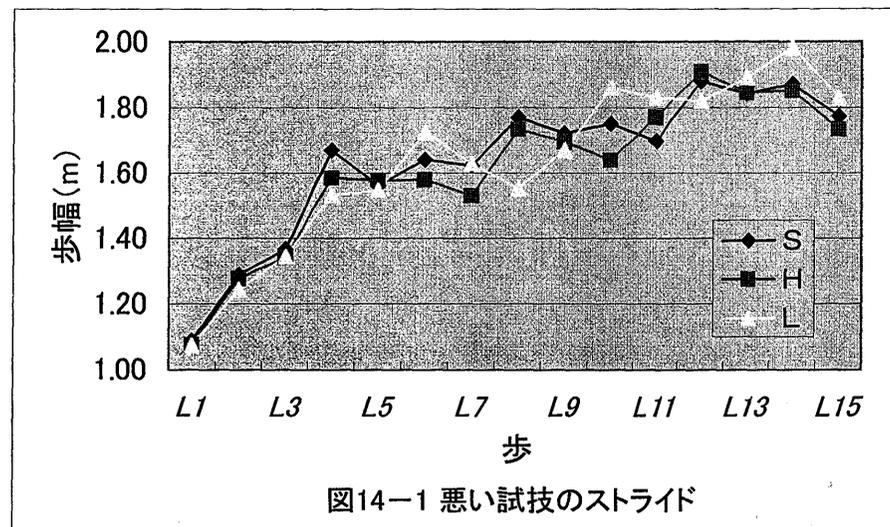
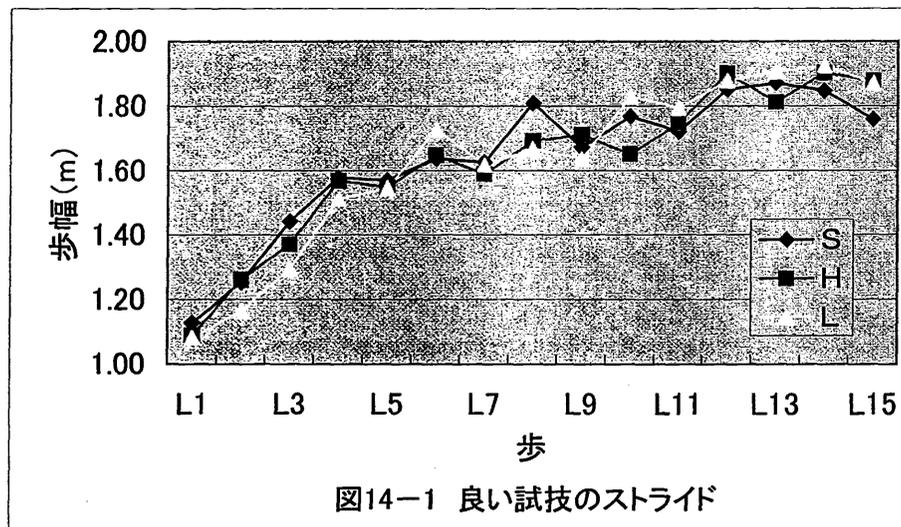


図14 被験者Aのストライド

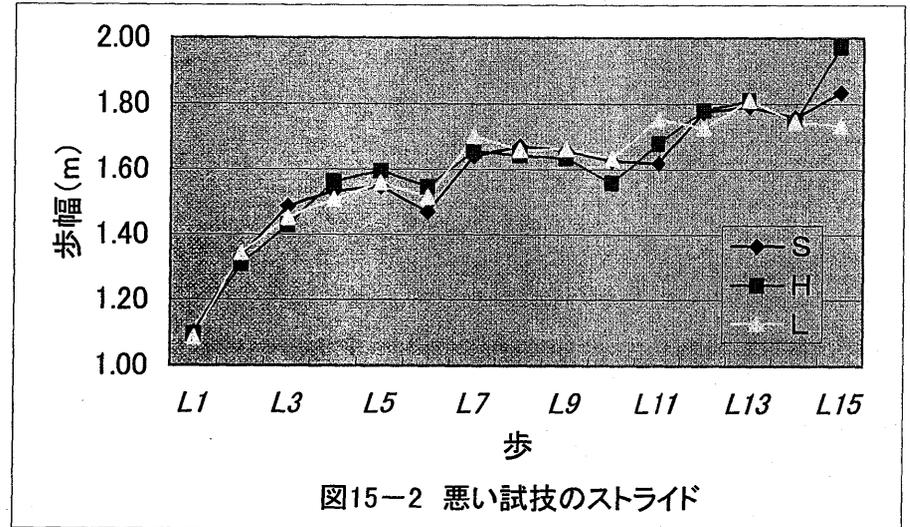
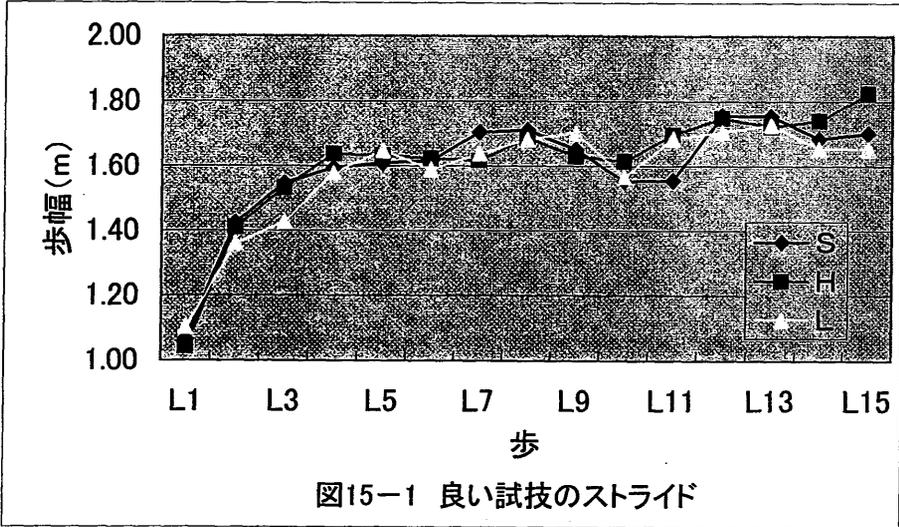


図15 被験者Bのストライド

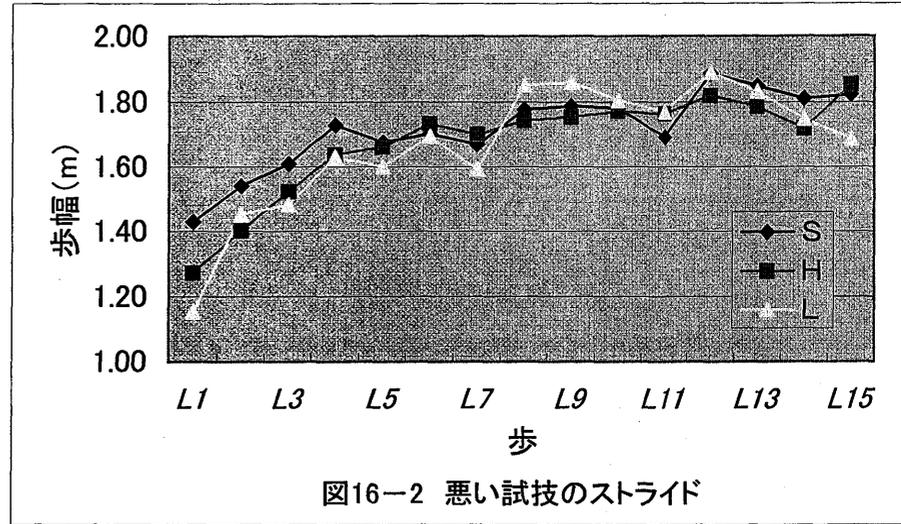
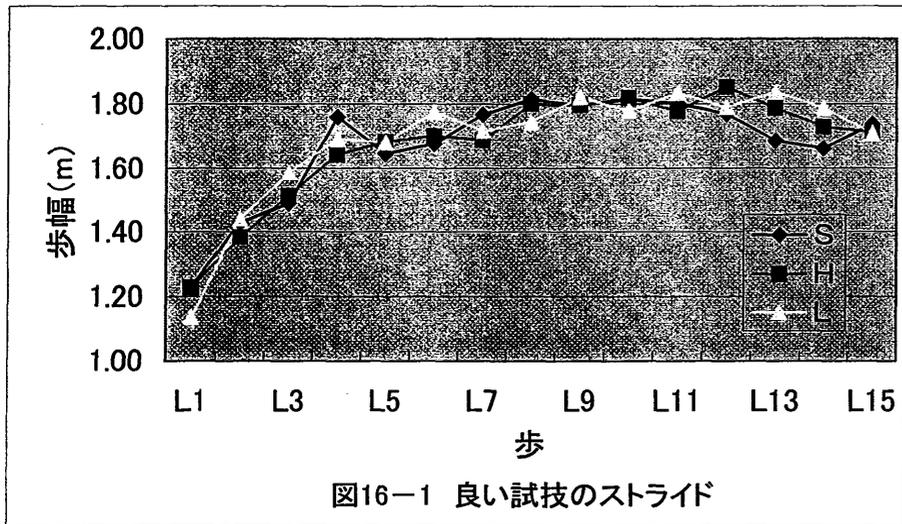


図16 被験者Cのストライド

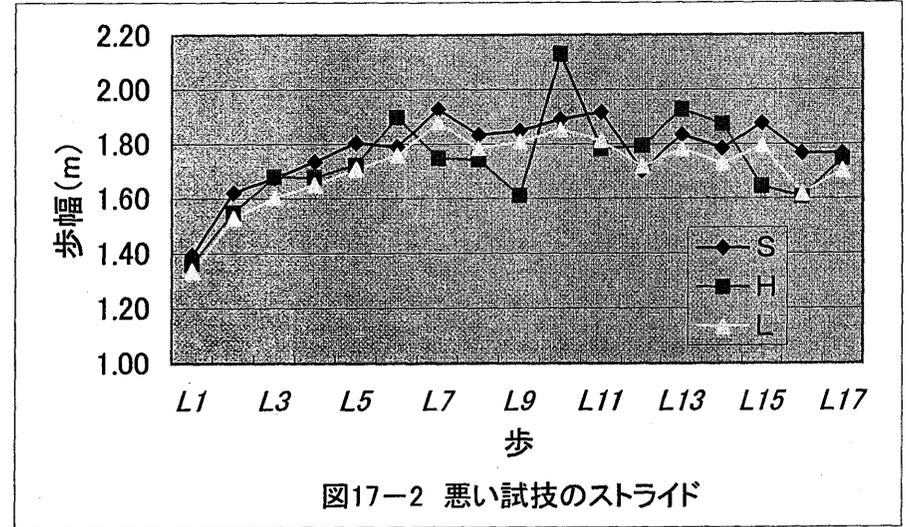
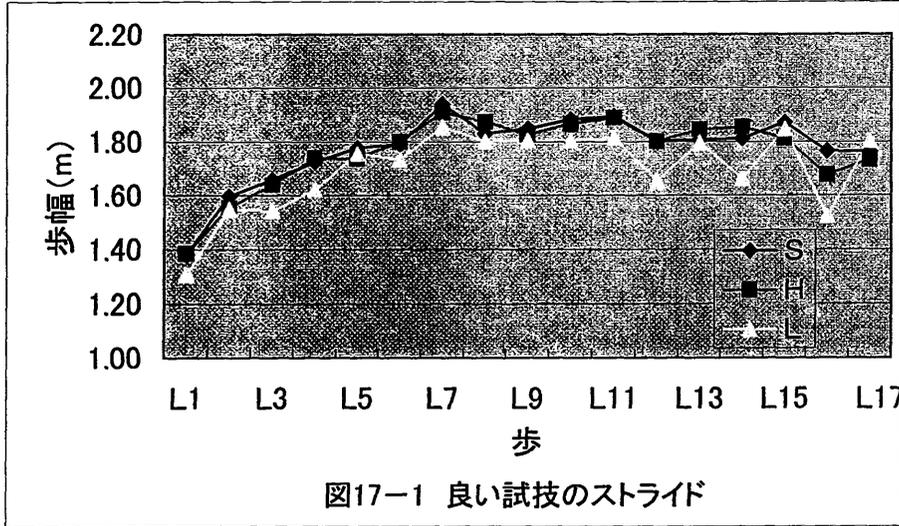


図17 被験者Dのストライド

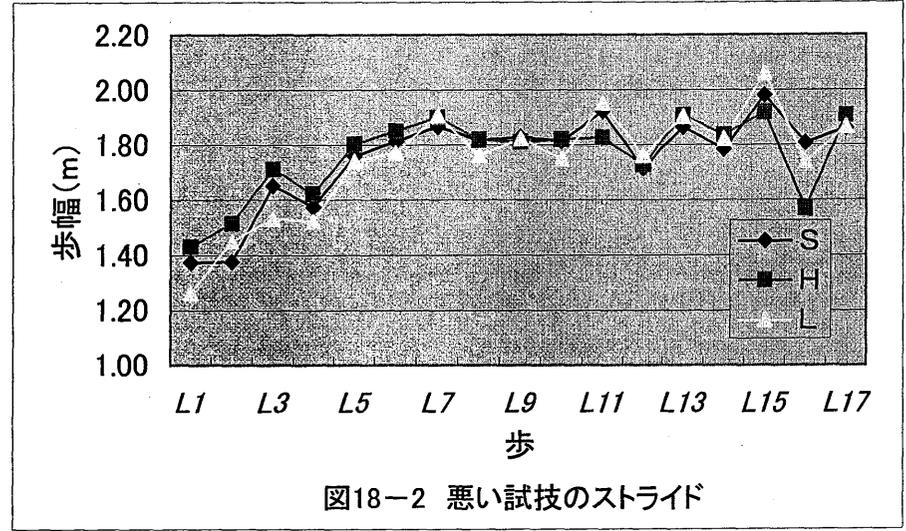
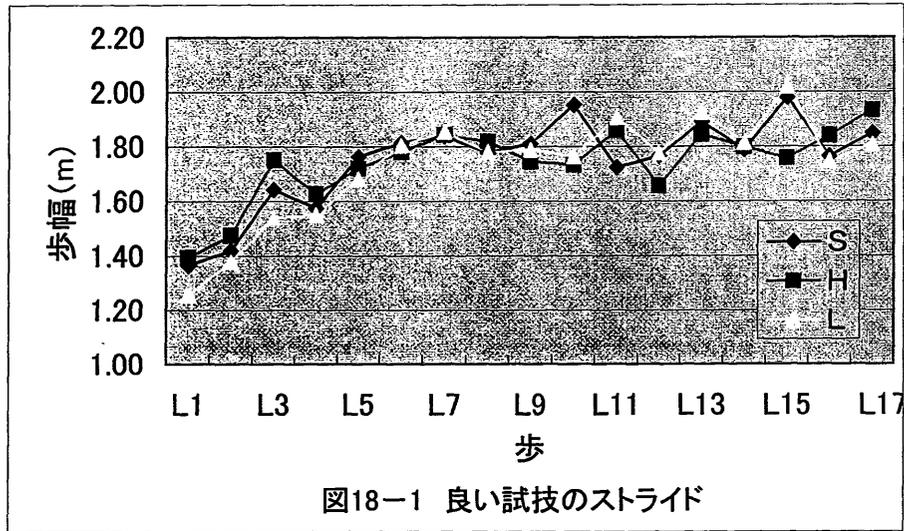


図18 被験者Eのストライド

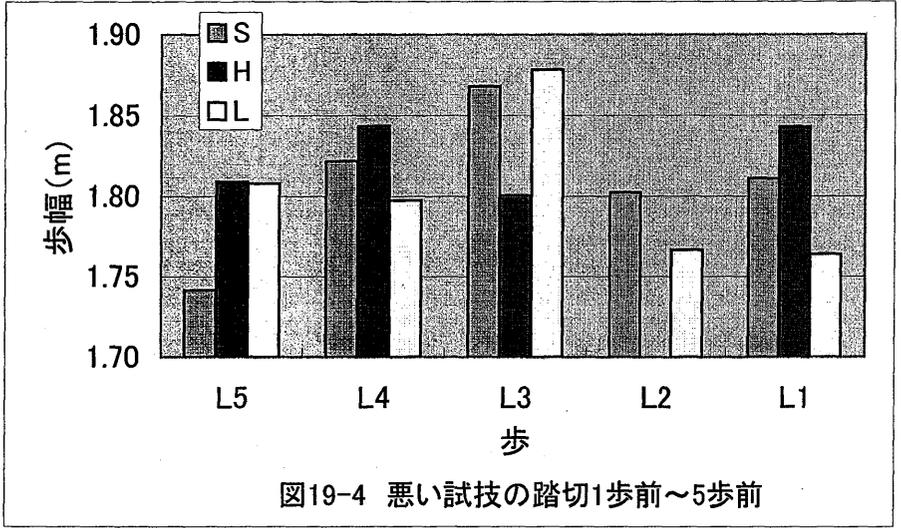
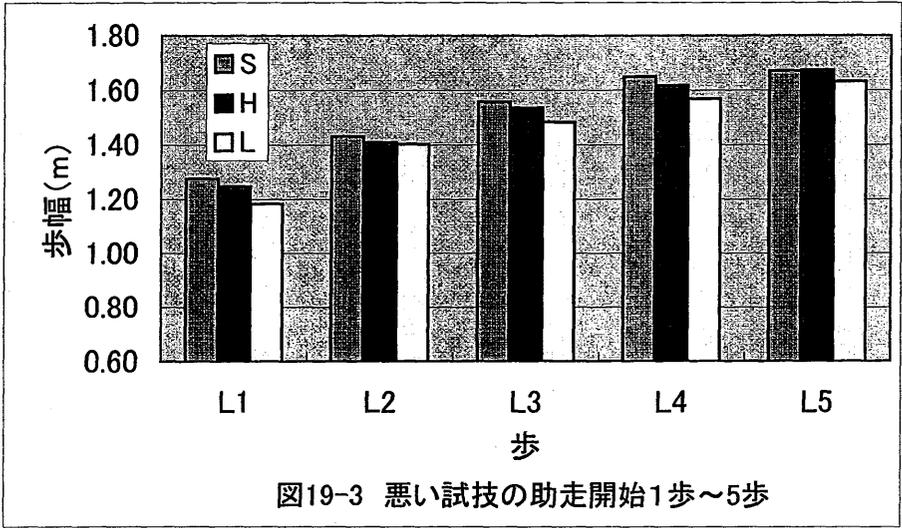
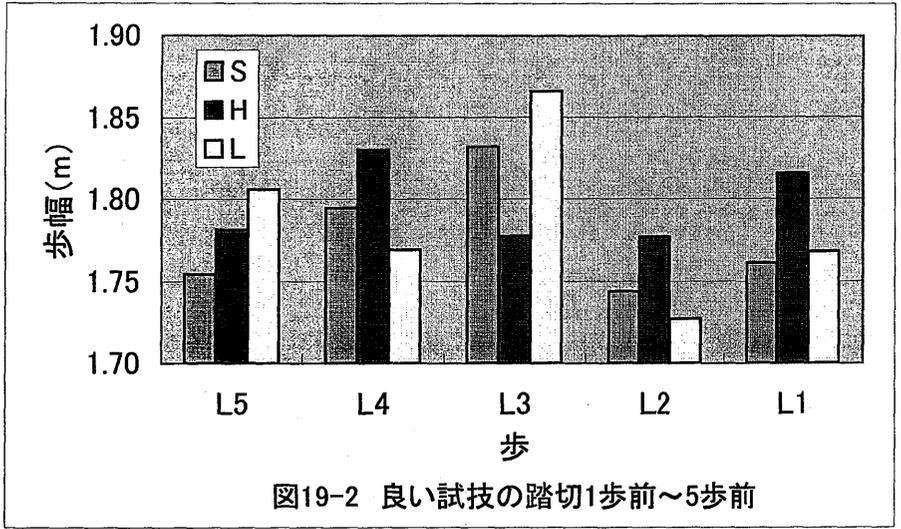
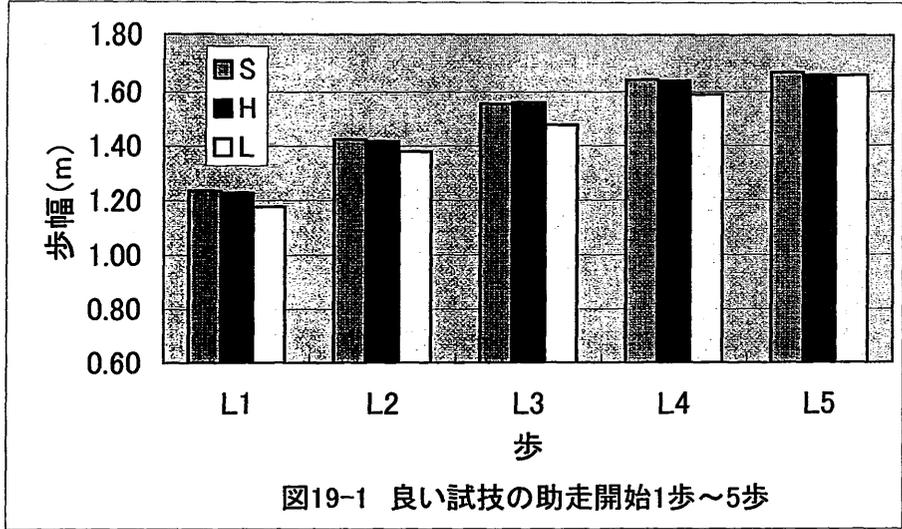


図19 全体の平均のストライド

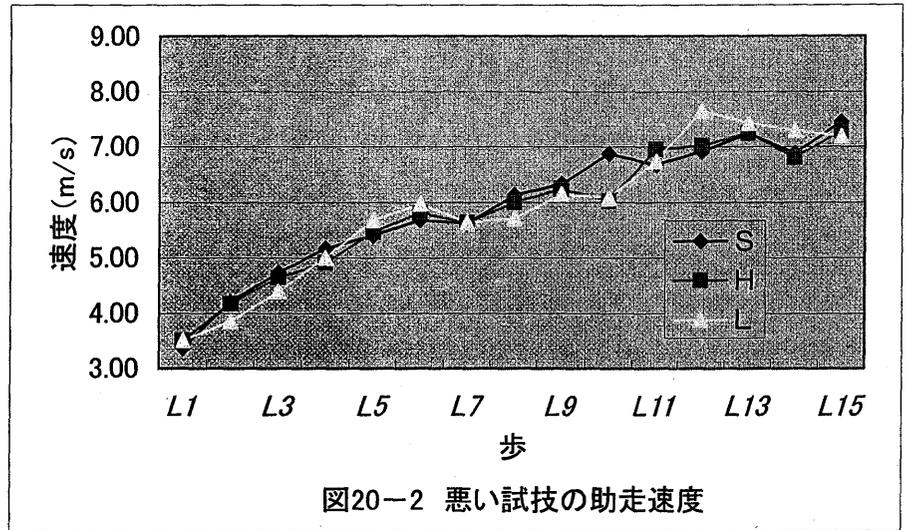
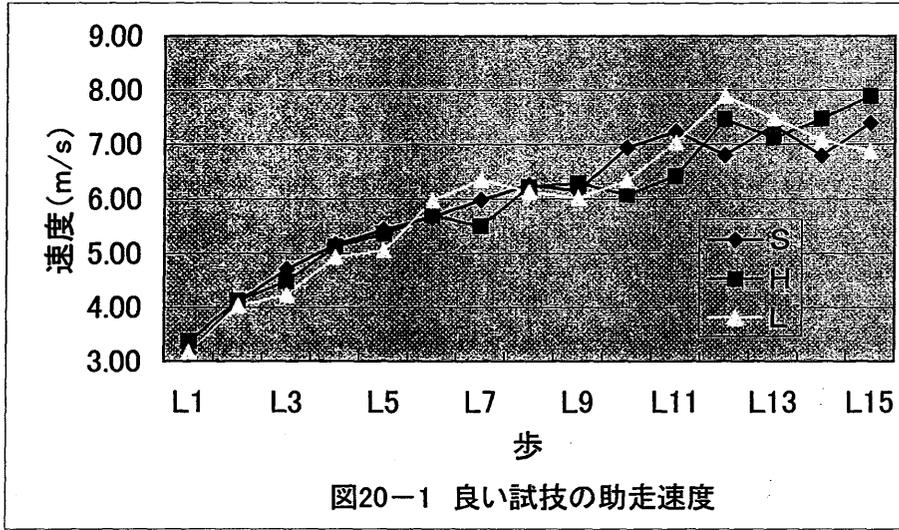


図20 被験者Aの助走速度

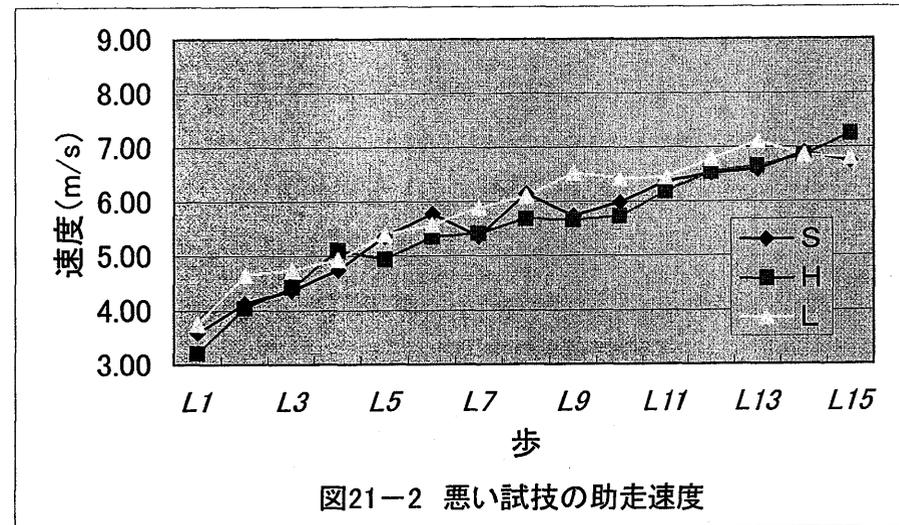
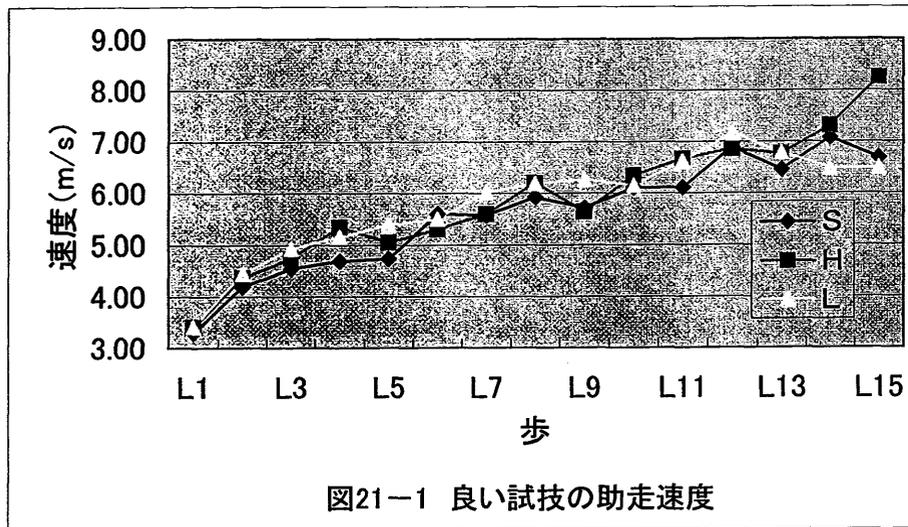


図21 被験者Bの助走速度

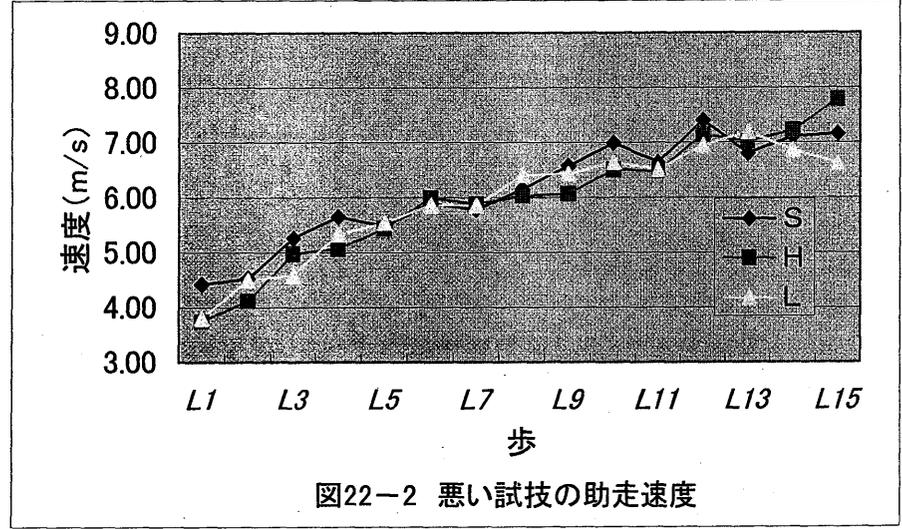
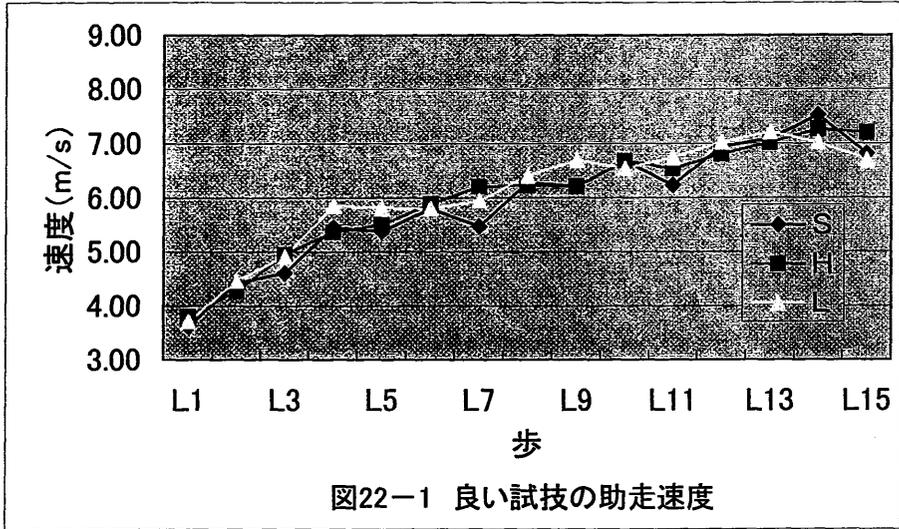


図22 被験者Cの助走速度

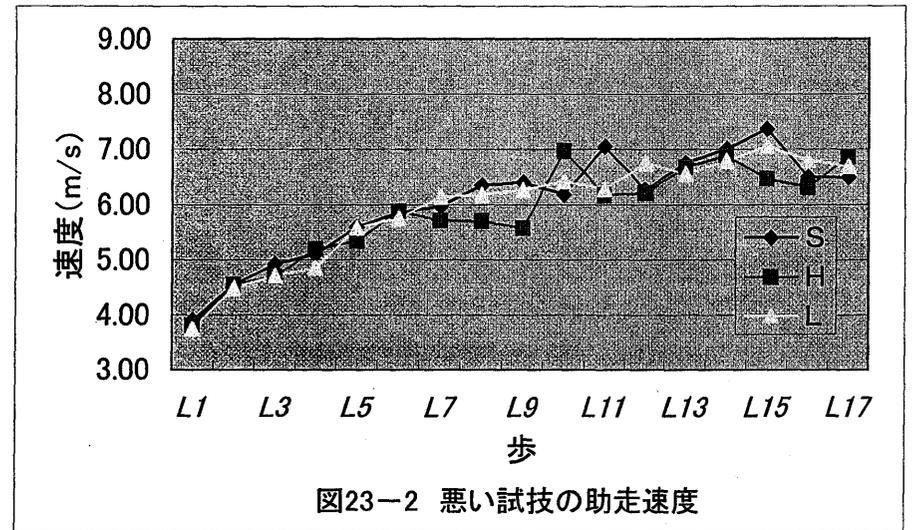
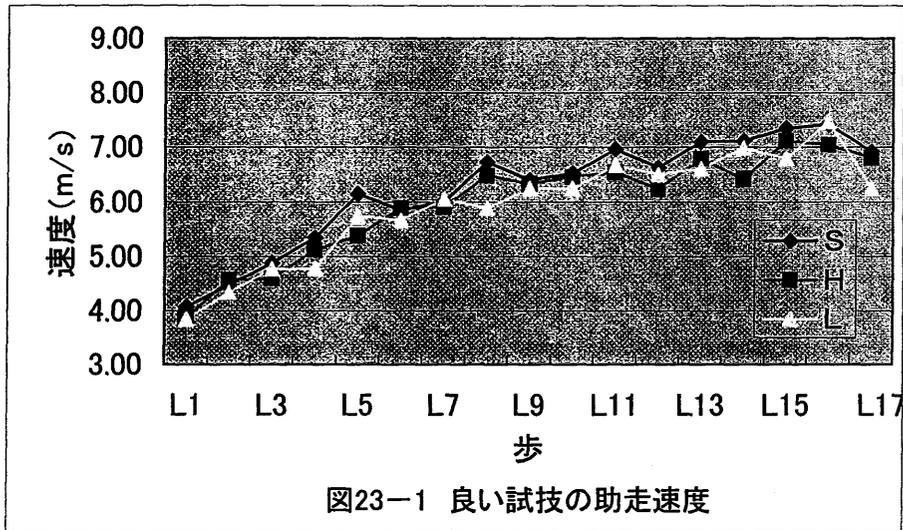


図23 被験者Dの助走速度

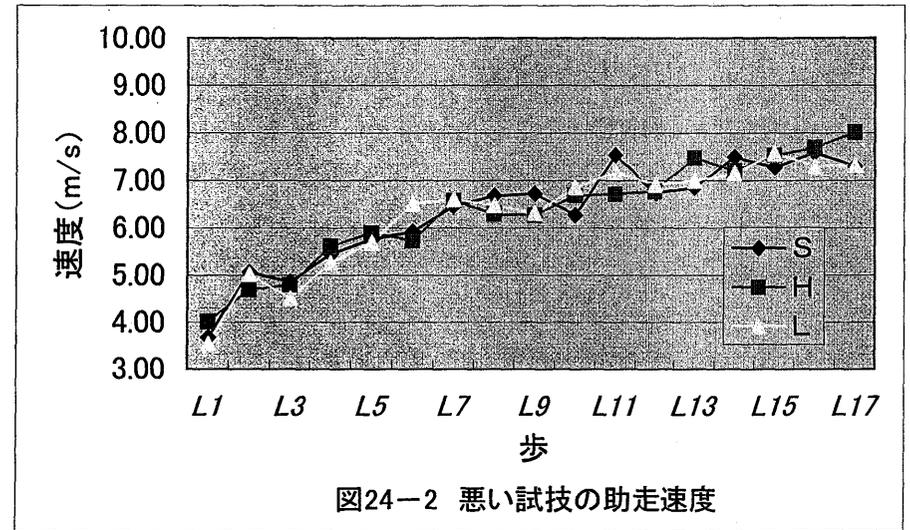
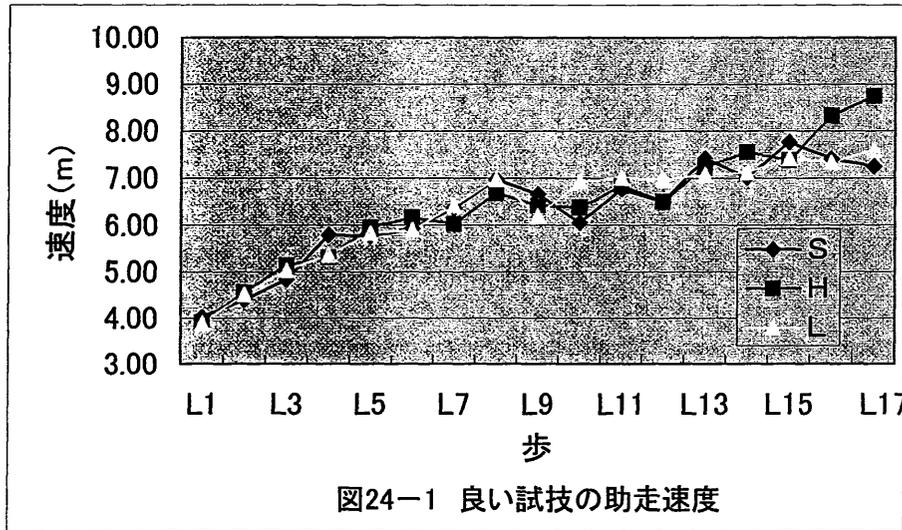
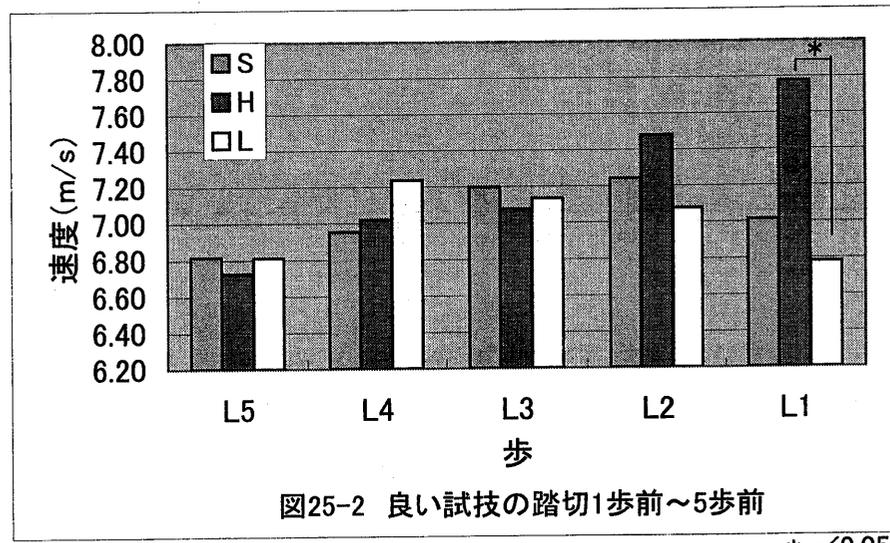
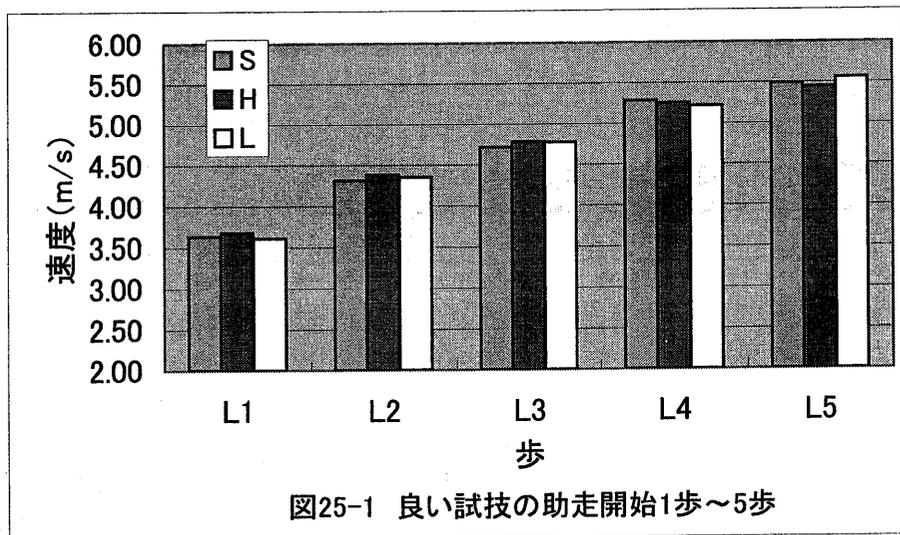


図24 被験者Eの助走速度



\* p<0.05

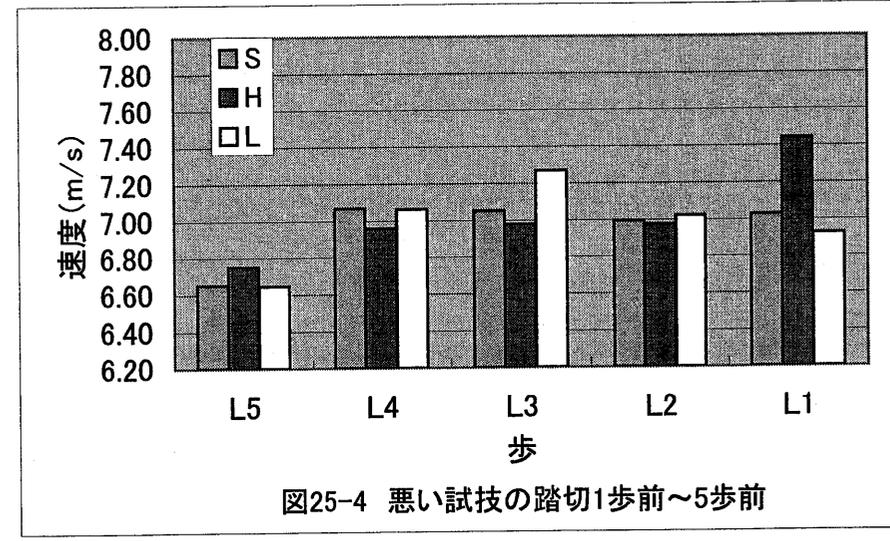
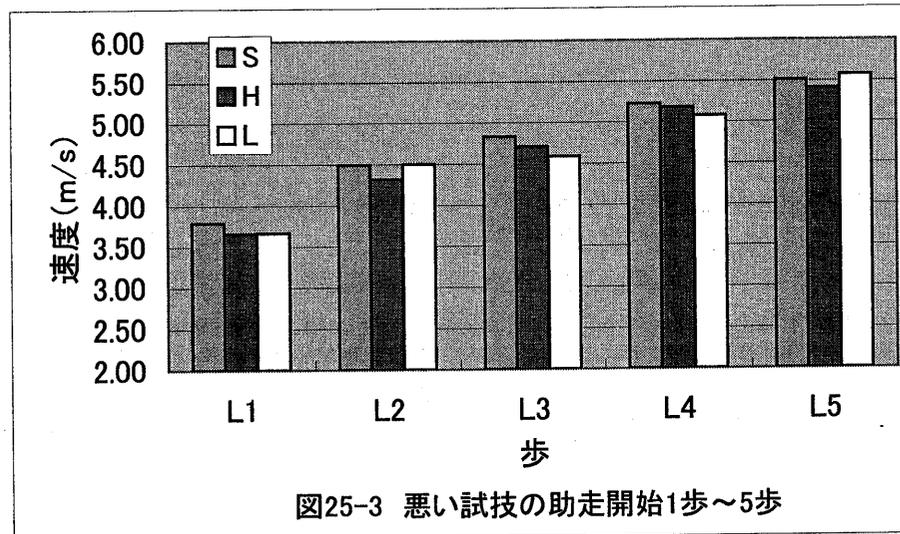


図25 全体の平均の助走速度