

IPC Powerlifting におけるベンチプレス強化のための バイオメカニクスのアプローチの提案

*A Proposal of the Biomechanical Approaches for the Strengthen a Benchpress Game of
IPC Powerlifting*

石田 直章 *Naotaka Ishida*

(人間発達学部教養部会)

菅嶋 康浩 *Yasuhiko Sugajima*

(デザイン学部教養部会)

1. はじめに

パラリンピックにおける重量挙げは、IPC Powerlifting と呼称されており、その競技形態はベンチプレスである。参加選手は、下肢切断や脊髄損傷、脳性麻痺、ポリオ後遺症あるいは小人症等で上肢の使用に問題を持たない者に限定されているため、台上に仰臥位で位置し、バーベルを挙上する能力を競い合うベンチプレスは最適な競技方法である。IPC Powerlifting では、健常者が行う両脚を床に付けたベンチプレス形態とは異なり、両脚を乗せることが出来る専用のベンチプレス台を使用することによって両脚を伸展して台上に乗せた仰臥位の状態で試技を行う。そのために背部のブリッチを十分に使用する事が出来ず、従って胸の位置を高く設定することが困難である場合が多い。この様な両脚を床に接地する事が出来ないベンチプレスのフォームでは、通常行われているベンチプレスとは必然的に異なるフォームになる。胸の位置を高く持ち上げる事が出来なければ、それだけバーの動く距離も長くなり不利である。この様なフォームを強いられるベンチプレスでは、異なるフォーム故に通常行われている場合とは多くの点で異なる課題を克服しなければならない。しかしながら、この様に不利な条件で行われる試技であっても、IPC Powerlifting の競技記録は同体重の健常者のベンチプレスの記録に比して、これを上回っている場合が多く¹⁾、健常者のベンチプレス競技者も学ぶべき点は多い。

他方、筆者らはベンチプレスのトレーニングが障がい者の身体に与える好影響について報告している。この報告は、特に脊髄損傷の選手に焦点を当て、高強度ベンチプレス・トレーニングが、脊髄の損傷部位よりも下位の神経支配を受けている筋群に及ぼす影響について検討したものである。具体的には、脊髄損傷によって完全断裂で不随意となっている筋群のベンチプレス中の筋電図を測定し、筋活動の状態を検証したのである。この結果は、従来の医学的診断では不随意と認定されている筋群に筋活動が確認され、長期間に渡る高強度ベンチプレス・トレーニングが、随意的に機能している筋群以外にも好影響を及ぼす可能性が有ることを推察させるものであった^{2,3)}。この事実は、ベンチプレス・トレーニングが脊髄損傷患者の様な下肢に障がいを有する者にとって、リハビリテーションの一

環としても取り組むべき大切な課題である事を示すものである。その際には、モチベーションとしての機能回復の可能性の提示は勿論の事、より効果的なトレーニング方法の提示が必要条件となろう。何故ならば、ベンチプレスは下肢に障がい者を有する障がい者にとって、リハビリテーションとしての位置付けのみならず、パラリンピックへと繋がる可能性を内在する取り組みになるからである。

そこでIPC Powerliftingにおけるベンチプレス強化方法に関する科学的アプローチが必須となるのであるが、現行では、特にIPC Powerliftingの競技に特化した(台上に両脚を乗せて仰臥位をとって試技をする)ベンチプレスに対する科学的アプローチの報告は見られない。健常者の行うベンチプレスに関する文献を散見すると、その多くが当人の経験に基づくトレーニング方法の紹介を行ったものであり、科学的にアプローチした論文は少ない。数少ないスポーツ科学の分野からベンチプレスに焦点を当てて検討したものとしては、古く、中川と熊本が行った筋電図学的分析を見る事が出来る⁴⁾。彼らは、ウェイトリフティングの選手にベンチプレスを行わせたときの筋の作用機序について筋電図学的に検討しており、その論文では、手関節の姿勢制御を示すような筋の働きの認められないことや、肘関節は単純に伸展を行っているだけで、姿勢制御を示す筋の働きは殆んど無い事、或いは、筋力に余裕のあるときでは肘関節伸展は上腕三頭筋外側頭のみで行われ、筋力の劣るときは同筋長頭も参画する事等を報告している。さらには、長頭の収縮がもたらす肩関節伸展の力は、肩関節屈曲筋群の活動の増強で消却される事や肩関節は水平位内転と屈曲の合成された動きを示す筋放電様相を呈する事、挙上能力の劣る者には、無駄な、かつまた抑制的と考えられる筋放電も認められた事等を報告しており、ベンチプレス動作に関する多くの知見を見出している。中川らは、その後も筋電図学的研究を続け、数回の学会発表と論文の公表を行っている⁵⁾。その後もベンチプレス動作に関する筋電図解析による研究報告は幾つか認められる^{6,7)}ものの、ベンチプレスを競技として扱い、その強化を検討した研究は見られない。

そこで本研究では、第一義的にIPC Powerliftingにおけるベンチプレス強化に向けた課題を整理する事を目的とした。次に、その課題を克服する事を目指して今後実施していく強化方法に関するスポーツ科学的アプローチに向けて、特にバイオメカニクス的手法を用いて実施する種々の測定やフォームの検証方法等を見出す事を目的とした。さらには、今後、バイオメカニクスのアプローチを実施する際に、その方法がベンチプレスの如何なる局面に対応するものであるのかについての検討を加え、論述する事を目的とした。

2. IPC Powerliftingにおけるベンチプレスとは

ベンチプレスとは、ベンチ台の上に仰臥位で位置し、両手で重量(プレート)のついたバーベルシャフトを握り、胸の前で挙上動作を行う種目である。脚が不自由であったとしても行うことができる障がい者に適した運動種目の一つである。そのためパラリンピック

では、ベンチプレスを重量挙げの種目として早期から採用し、多くの国の選手が競技として取り組んでいる。健常者が行うベンチプレスは、両脚を床面に接地して背部のアーチを作り、シャフトの動く距離を少しでも短くする様なフォームによって行っているのに対し、IPC Powerlifting では、両脚を伸展させて台上に乗せるため、健常者のフォームとは必然的に異なるフォームを採ることになる。図1は、女子44kg級の小林選手の試技の様子である。因みに小林選手は、神経原性進行性筋萎縮症の一つであるシャルコー・マリートウス症：Charcot-Marie-Tooth 症の患者であり、そのトレーニングについては、既に詳しく報告しているのので、参照されたい⁸⁾。



図1 女子44kg級 小林選手のベンチプレス試技である
小林選手は体幹部分の筋が使えるので背部のアーチを作る事ができる

ベンチプレスでは、上体の前面の筋群（大胸筋：pectoralis major muscles・小胸筋：pectoralis minor muscles・前鋸筋：serratus anterior muscles など）を使用するのみならず、背面の筋群（背筋広：latissimus dorsi muscles・肩甲拳筋：levator scapulae muscles・菱形筋：rhomboid muscles・小円筋：teres minor muscles・大円筋：teres major muscles・肩甲下筋：subscapularis muscles・棘上筋：supraspinatus muscles・棘下筋：infraspinatus muscles など）をも多用することで高重量を挙上することが可能となる。したがって、正確な動作で行われるベンチプレスは、上体前面の筋群だけでなく、背面の筋群をも強化でき、上半身の強化トレーニングとして大変有効な種目である。これらの大筋群に加えて、肩の筋（三角筋：deltoid muscles）や上腕の筋（上腕三頭筋：triceps brachii muscles）を動作の中で使用するため、これらの筋群の強化に対しても効果的である。

3. IPC Powerlifting のベンチプレスにおける「良いフォーム」を確立するためには

ベンチプレスは極めて単純な動作であり、それ故に科学的な分析によるアプローチが少

なかったのかもしれない。特に競技として実施する場合には、バーベルを胸上で1度だけ上下させるだけである。競技成績は、この動作による最大挙上重量を競う事になる。従って、単純な動作に対して如何に多くの筋を動員することができるか、またその筋群が、効率よく集中して力を発揮する事ができるかを追及する事が競技成績を左右するのである。ベンチプレス動作のために使われる筋群については前述した通りであるが、それらの筋群が協働する事により、其々の局面における動作を創り出している。つまり、その瞬間的な局面で使われる筋群や、肩と肘の位置関係、或いは肩甲骨と肩の関節の開き具合等、微細な調節が最大筋力の発揮に影響し、そのパフォーマンスを決定しているのである。

本研究の目的である、最大筋力を発揮できる最適なベンチプレス動作を作り出すためのフォームの追及を実現するためには、バイオメカニク的にベンチプレス中の動作を分析し、動作の局面毎に必要な基本的フォームを見出すことが必要条件となるのである。

3.1. バーベルシャフトを胸上に下ろす位置の決定

ベンチプレスの挙上動作において最も効率良く力を発揮するためには、胸上の、どの位置にバーベルシャフトを下すことが良いのであろうか。この課題について多くの競技者が様々な指導者の経験的助言を基にして試行錯誤を繰り返している。背中アーチを作ることが可能な競技者の場合には、少しでも挙上距離を短くするためにアーチの最高点（腹部に近くなるが）にバーベルを下すことが有利である様に思われ、その様な試技をする選手も実際に見られる。一方で多くのパラリンピックの競技者は、台上で背部のアーチを作る事が出来ず、アーチの頂点に必ずしも拘った試技を行っているとは限らない。それでも世界記録に近い重量を挙上する競技者を見る事は稀ではない。この事は、挙上の最短距離で試技を行う事が最高のパフォーマンスを生み出すフォームであると言い難い事を示唆している様にも思われる。すなわち、筋や関節の位置関係、或いは関節角度に依拠した筋出力の発揮特性等、挙上距離とは関係のない様々な要因がベンチプレスの最適なフォームを決定する事に関与している事を推察させるものである。ベンチプレスはその動作の特性上、胸上にシャフトを下す位置によって、使われる筋群や関節角度が異なり、従って、この競技では、バーベルシャフトを下す最適な位置を決定する事が最大挙上重量の増加に大きく関与するものであると考えられる。ベンチプレス競技の強化にあたりシャフトを下す位置を決定する何らかの基本的な法則を見出すことが必要である。

3.2. シャフトを握る手幅の決定

ベンチプレスを行う際には、必ず両手でバーベルシャフトを握らなければならない。ルール上は、シャフトを握った手と手の幅は、81cm以内であり、そのマークが親指と人差し指で握って隠れる処まで手幅を広げる事が可能である。従ってバーベルシャフトの胸上の挙上距離を最小にするようにグリップ幅をとろうとすれば、手幅は81cmという決

まった値と成る訳である。これは、階級によって腕の長さも肩幅の広さも異なるため、重量級の体格の大きな選手の場合には必然的に狭いグリップ幅となる。図2の写真は、2010年に中国広州で行われたアジアパラリンピック時のイランの Rahaman Siamand 選手の290kgの試技の様子である。彼は体重が160kg以上あり体格も大きい選手であるが、81cmという最大の手幅を採用せず、比較的ナローな手幅で試技を行っている。彼以外にも、体重が少なく体格的に小さな階級の選手でも、強豪国と言える、中国、エジプト、ナイジェリア、イランの選手の多くは、このナローグリップを採用している選手が多い。そして世界記録を挙上できる程強いのである。ベンチプレスの場合、この手幅の決定は、挙上パフォーマンスを決める上においてとても重要な意味を持っている。手幅を広くすれば挙上距離は少なくて済み、有利であるという考え方も有る。この場合、より多く使われる筋群は大胸筋や小胸筋等の身体全面にある筋群である。それに対して、手幅をナローにして試技を行えば、身体背部の肩甲骨周りの筋群（背筋広や肩甲拳筋、菱形筋、円筋、大円筋等）を多く使って試技をするフォームになる事が予想される。さらには、上腕の筋群（上腕三頭筋）の関与も増えるはずである。しかしながら、この体格（肩幅・腕長）と手幅の関係に関して最適な法則は報告されておらず、そのエビデンスも無い。



図2 イランの世界最高記録保持者 Rahaman Siamand 選手の290kgの試技である手幅は狭く、従って挙上距離も長い

4. 強化への課題に対するバイオメカニクスのアプローチ

IPC Powerlifting におけるベンチプレスの強化には、トレーニングメソッドの確立や栄養摂取の方法、或いは、競技中・練習中の心理面の強化等、多方面からのアプローチを必要とする事は言を俟たない。中でも競技として行われるベンチプレスでは、僅かなフォームの違いが使用する筋群に影響を及ぼし、そのパフォーマンスを左右する事は想像に難くない。バイオメカニクス分野からのアプローチは、このフォームの改良や、より適切な

フォームの確立に対して科学的な知見を得るための最も有効な方法と成り得るものである。前述した如く、フォームの改善に向けた種々の課題に関し、それらを解決していくための手段として、本項では、基礎的なエビデンスを見出すことを目的として実施し得る幾つかのバイオメカニクスのアプローチを提案したい。

4.1. 海外の優れた競技者のフォームの研究

昨今のIPC Powerliftingの競技成績は、エジプト・イラン・ナイジェリア・中国が4強として鎬を削っており、これらの国からの代表選手の間に割って入ることは至難の業である。例えば、パラリンピックに出場して、これまでに最も世界の上位に近付いた男子88kg級(UP to 88.00kg)の大堂選手の場合では、ロンドンパラリンピックの成績は6位であるが、2015年度の公認記録を比較すると、当選手が190kgであるのに対してメダル獲得圏である3位のエジプトの選手(Abdelhady Hany)の記録は220kgである。つまり、現時点でも30kgの開きがある訳であり、この差を埋めなければメダルの獲得は成し得ない。大堂選手は脊髄損傷であるため、第5胸髄(Th5)以下の神経に支配されている筋群は不随意である⁹⁾。より上位にランキングされている選手の多くがポリオ後遺症等、体幹筋群の使用が可能である場合が多い事を考えると、不利である。しかしながら、この不利な条件を克服して記録を向上し、差を埋めなければ3位以上の上位圏内には到達し得ない。日本選手の多くが脊髄損傷であり、この不利な条件は大堂選手に限られた事ではない。そこで、この不利な条件を払拭する手段となるであろう科学的サポートの手掛かりとして、バイオメカニクスの手法を用いる事は重要なアプローチとなる。具体的には、上記4強の国々の選手のフォームと日本選手の比較を可能な限り実施し、より高重量を挙上するために有効なフォームの知見を得る事から始めようと思う。海外の強豪選手は、視覚的にはグリップの手幅の狭い、所謂ナローグリップのフォームで試技をする事が多い。この視覚的な情報を科学的に確固としたものにするためには、何らかの数値的基準を求める必要性がある。可能であれば、海外の強豪選手を招聘し、動作分析を行う事で日本選手のフォームと比較出来れば、日本選手にとっての最適なフォームを見付ける事も可能であろうが、その様な機会は全く望めないのが現実である。

そこで今後の研究は、既存のソフトウェアであるダートフィッシュ(スイス、ダートフィッシュ社製)を用い、パラリンピックや世界選手権等で活躍し、上位に入賞する選手のビデオ記録による映像を基にしてフォームの分析を進めていく事とする。これは、ダートフィッシュ・ソフトウェアが、試技を記録したビデオさえあればそのビデオから分析を加える事が可能だからである。その際には、大会のビデオ記録の中から、バーベルシャフトの握り部分が、できる限り斜めにならないような位置から撮影されたものを検出する事が必要となろう。それらの記録の分析から、手幅と肩幅の比率や、腕の長さと言幅の比率、或いは、胸と腕が作り出す角度等、基準となる値を検出する事が出来れば画期的である。

これに加え、日本選手の現在のフォームが身体的な特徴も考慮した上で、尚且つ最も効率の良いフォームであるのかも検討し、より効率の良いフォームを創出する事も課題である。本論文では、これらの課題に対してダートフィッシュを分析手段として用いる事が有効に作用する事を提案したい。

4.2. ベンチ台上におけるベンチプレス動作時の肩甲骨周辺の圧分布の解析

IPC Powerlifting のベンチプレスでは、試技の間は台上に仰臥位で位置し、身体背部は、後頭部、肩甲骨周辺、臀部、さらには伸展した脚部の裏側全体をベンチ台表面に付けて試技を行う。中でも肩甲骨周辺部位はバーベルの重量が直接掛かる場所であり、その重さを全て受けて、また押し返すための床からの反力も受けて制御しなければならない大切な部分である。本研究では、この肩甲骨周辺の床反力の状態に着目し、ベンチプレス動作中の床反力を詳細に測定する事を課題の1つとして考えている。

従来、床反力は4個の圧センサーをプレート下部の4隅に設置して、其々のセンサーが感知する歪の合力として検出してきた。しかしながらこの方法では、装置その物の大きさ(重さ)が持つ測定上の不便さや歪センサーの物理特性から狭い面積部分の測定や湾曲した面上の圧力等を測定する事は困難であった。従来の方法では、斜め方向の力は垂直方向の力との合力として表現されていたからである。従って、足底圧の分布や力の方向に関しては詳細な測定をする事は困難であった¹⁰⁾。そこで測定方法に対する数多くの技術開発が行われ、本邦でも、古くは中川らの光弾性手法を用いた足圧分布測定法に関する一連の報告を見る事が出来る^{11, 12)}。その後も、測定技術の開発は進み感圧導電ゴムを用いて硬質な材料でなくても正確な圧分布を測る事が可能となり¹³⁾、理学療法領域やリハビリテーション医学における褥瘡の予防等に対する車椅子の座圧特性の研究報告等が数多く行われている¹⁴⁻²¹⁾。

本研究では、ベンチプレス動作中の肩甲骨周辺の床反力を東海ゴム工業株式会社製のSR ソフトビジョン(数値版 SVZB4545L)を用いて測定する事により、最適なフォームの構築に向けた検討を行う事を、第二の提案とする。このSR ソフトビジョン(数値版)は、マットサイズが450×450mm、本体重量は260gである。センサーの数は256個であり、圧力の計測範囲は20~200mmHgである。また画面の更新間隔は約0.2秒と、とても高速である。図3は、ソフトビジョンのマットをベンチプレス台に設置した様子を示した写真である。マットの位置は被験者の肩甲骨の直下に設定し、その際にはベンチプレス動作を行っている間でもマットからはみ出さない様に位置取りをする事も注意しなければならない点である。図4は実際にベンチプレス動作を行った際に測定された肩甲骨周りの床反力を反映する圧分布を示している。図の左側にバーベルをラックから持ち上げて両腕を伸ばして挙上している時の圧分布を、右側には、バーベルを胸上に一度下してから押し上げようとする瞬間の圧分布の状態を示した。両方の図中、右側のスケールは上方に行くに従っ

て圧が強くなる事を色で示しており、圧分布の中心に有る色の濃い部分が肩甲骨と直接接する床面の反力を示している。この図によれば、対象者のベンチプレスは、左右の床反力に差が見られることから、筋出力の左右差が有る挙上をしている事、また位置も左側の肩甲骨が上方に偏倚している事から、正確に胸の中央で押すことが出来ていないものである事も分かる。この様に、視覚的な判定では分かり難いフォームの乱れや、筋出力の発揮の不均衡についても容易に判定する事が可能である。この方法によるアプローチは、今後、IPC Powerlifting において上位を目指す選手の状態を正確に把握していくための有効な手段と成る事は確実であり、より多くのデータを収集し解析していく事で、精度の高い試技の獲得に貢献できるものと思われる。



図3 ベンチプレス台に設置したSR ソフトビジョン (数値版) のセンサーシート

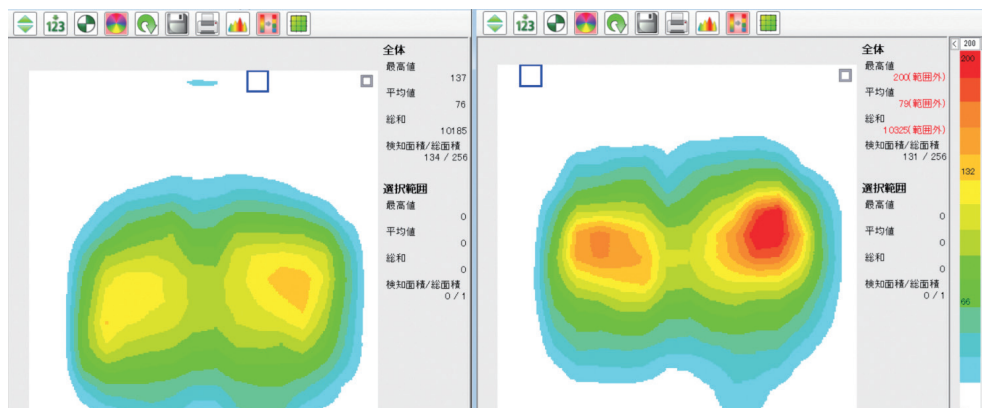


図4 ベンチプレス動作時の肩甲骨周辺圧分布の様子
 左図はバーベルをラックアウトして腕を伸ばして構えた時の圧分布、
 右図はバーベルを胸上から押し上げようとする瞬間の圧分布を示している

4.3. 三次元動作解析によるベンチプレス動作の時系列解析

ベンチプレス競技は、バーベルを胸上に下して挙上するだけの単純な動作によって競われている。その中では、ルールに従って正確な動作で最高重量を挙上する試技を行わなければならない。ルールでは胸上での一瞬のバーベルシャフトの動きの静止が義務付けられている事や、その際のシャフトの沈み込みやバウンドの禁止等が厳しく反則行為として規定されている²²⁾。またルール上は違反行為ではないものの、バーベルシャフトの挙上途中の傾きや停止等も反則行為と見做される場合が多い。この様に、ベンチプレスに競技として取り組む場合には、これらの動作をルールに基づいて完璧に行わなければならない、その動きに対応できる様に日常のトレーニングでも正確な動作の習得には多大な時間を要する。また、これまでも述べて来た様に、バーベルを挙上する際に必要な、力を集中して出し易いフォームの獲得という課題に対しても、挙上動作を構成する動きの各局面における動作を詳細に分析し検討する必要がある。本研究では、バイオメカニクスの領域からこれらの課題に適切な答えを見付ける為に実施できる有効な方法として、三次元動作解析を実施する。三次元動作解析では、次の様な手順に基づいて測定されたデータを解析することにより、ベンチプレス動作を時系列に従って立体的に評価する事が可能である。すなわち、

- ① 対象者は、身体の決められた部位に反射マーカを張付ける。ベンチプレス動作であっても下肢の動きも評価するため、下肢にもマーカを付けるものとする。
- ② リングライトストロボが発光する光をベンチプレス動作中の対象者に当てる事で反射光を発生させる。
- ③ 光学式モーションキャプチャカメラを使用して、②の反射光を捕え、マーカ中心を算出し制御コンピュータにイーサネット経由でそのデータを送信する。
- ④ 反射マーカの中心を、複数台のカメラから取得する事により、コンピュータ上にキャプチャーされた三次元空間で三次元位置データとして算出される。

というものである。

図5は、本研究において使用する三次元動作解析システムの様子であり、図6はそのシステムの構成である。本システムは、ビデオカメラを10台使用する VICON 社製モーションキャプチャーシステムである。

三次元動作解析を実施する事により、ベンチプレス動作中の上肢の各セグメントの様々な情報を得る事が可能となる。ベンチプレスでは、挙上動作の正確さの追求は然る事ながら、挙上の速度や加速度が挙上における筋出力とどの様に関係するのか、また、その加速度を適切に発揮できるフォームとは何なのか等、科学的に考察しなければならない課題が多く存在する。これら多くの疑問に答える科学的な方法として三次元動作解析は、いくつかの的確な情報を我々に提供してくれる有効な手段である。さらには、測定により得られたデータを基にして計算した各関節のモーメントやトルク或いは筋収縮速度の推定等も行



図5. ビデオカメラ10台を使用した三次元動作解析システムの様子

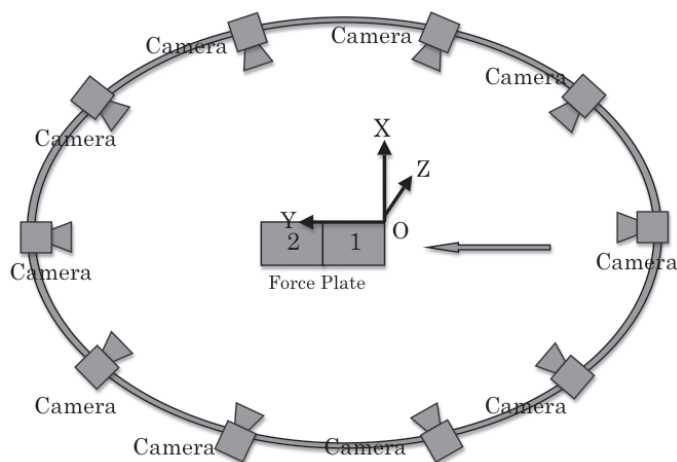


図6. 三次元動作解析システムの構成模式図

う事が出来、これらも踏まえるべき有効な基礎資料となるものであると考えている。加えて、通常はトレーニングや試合場面で選手・コーチが視覚的・感覚的に判断しているベンチプレス中の全ての局面におけるに動作を、測定されたデータから正確な視覚情報として再現する事が可能である。これにより、選手・コーチが、これまでは自覚的な視覚・感覚情報のみから構築していたフォームを、客観的な映像を用いてフィードバックしながら理解する事が可能となる。測定し解析された各数値から見えてくる基礎資料に加え、これらの視覚的なフィードバックは、競技力向上に向けたベンチプレス・フォームの構築を進める際には重要な意味を持ち、この機能についても、より有効なフォームの確立に大きく寄与し得るものと考えている。

5. おわりに

本研究では、IPC Powerlifting 競技におけるベンチプレスの動作に関して、既存のバイオメカニクスの分析がどの様に寄与し得るかを検討し、期待し得る効果について論述してきた。バイオメカニクスの手法の中でも、ベンチプレス動作その物に焦点を当て、分析を加えた報告は、特にパラリンピックのベンチプレスでは全く見当たらない。つまり、其々の競技者の身体特性に合わせた適切なフォームの追及は、科学的には全くなされていないのが実状である。そこで本研究では、先ず、パラリンピックで上位に入賞する海外の強豪選手のフォームを、ダートフィッシュプログラムを使用する事によって分析し、高重量を挙上するのに適しているであろうと思われるフォームの推定を行う事を最初の提案とした。さらには、ベンチプレス中の肩甲骨周辺の床反力を東海ゴム工業株式会社製のSR ソフトビジョン（数値版 SVZB4545L）を用いて測定する事により、時系列によって変化する座面の床反力を把握し、そのデータから偏りの少ない適切なフォームを追及することを提案した。加えて、VICON 社製モーションキャプチャーシステムを使用してベンチプレス動作中の三次元動作解析を行う事により、身体各部位（特に上肢）の速度・加速度・関節周りのトルク等の値を測定し、分析を加えることで適切なベンチプレス・フォームの確立に向けた評価・提案が行えるものと考えている。それに加えて、実際に行っているベンチプレスの動きを選手・コーチが映像として再現されたものから客観的にフィードバックして理解する事が可能であることから、この機能についても、より有効なフォームの確立に寄与し得るものであると提案している。今後は、パラリンピック出場を視野に入れてトレーニングをしている選手を対象として、実際にこれらのデータを採取し、海外の強豪選手のフォームとの比較検討も行いながら、本邦の各選手に適したフォームの構築を進めていく事が課題である。

参考文献

- 1) 石田直章：障害者スポーツとしてのディスエイブル・パワーリフティング. 名古屋芸術大学研究紀要 28, 1-14, 2005
- 2) 石田直章, 菅嶋康浩：脊髄損傷による筋の機能障がい範囲にレジスタンス・トレーニングは影響を及ぼすか. 名古屋芸術大学研究紀要 35, 19-33, 2013
- 3) 石田直章, 菅嶋康浩：脊髄損傷による筋の機能障がい範囲にレジスタンス・トレーニングは影響を及ぼすか 第2報. 名古屋芸術大学研究紀要 36, 19-33, 2014
- 4) 中川宏, 熊本水頼：ベンチプレスの筋電図学的研究. 体育学研究 18(2), 83-89, 1973
- 5) 中川宏, 橋本不二雄, 岡本昌夫, 八木田恭輔, 西河光男：ベンチプレスによるトレーニング効果の筋電図学的研究. 体育学研究 22(3), 153-160, 1977
- 6) 島野敬四郎, 内藤譲, 湯浅景元：ハーフスクワットとベンチプレスにおける負荷重量と筋活動量の関係. 中京大学論叢 35(2), 75-85, 1994
- 7) 岡田純一, 加藤清忠, 飯島康平, 岡先聖太, 杉崎範英, 赤澤暢彦, 飯田祐士, 長谷川伸：ベンチプレス運動中のパワー出力と筋活動パターンに関する研究. *Strength & conditioning Journal* 17(1), 4-8,

2010

- 8) 石田直章：障害者に対するレジスタンス・トレーニングの効果(2) 神経・筋疾患の場合. 名古屋芸術大学研究紀要29, 1-35, 2008
- 9) 石田直章：障害者に対するレジスタンス・トレーニングの効果(3) 脊髄損傷の場合. 名古屋芸術大学研究紀要30, 1-18, 2009
- 10) Elftman, H.: Biomechanics of muscle with particular application to studies of gait. *J. Bone Joint Surg.* 48-A, 363-376, 1966
- 11) 中川博文, 高橋賞：光弾性を用いた足圧分布測定法(第1報. 足底各部に働く力の方向〈床に対する角度〉と大きさの同時測定法に関する研究). 日本機械学会論文集(A編) 52(480), 2109-2116, 1986
- 12) 中川博文, 高橋賞：光弾性による足圧分布測定法(第2報. 健常児、ダウン症候群児の歩行解析への応用). 日本機械学会論文集(A編) 53(488), 834-842, 1987
- 13) 永田雅章, 柴崎敬一：感圧電導ゴムを用いた座圧分布測定装置. 日本リハビリテーション医学会誌 29(11), 915-916, 1992
- 14) 青木主税：坐位保持椅子の坐圧分布測定(第1報). 臨床理学療法9(2), 61-62, 1982
- 15) 伊藤俊一, 門司順一, 太田誠, 中井基之, 斎藤理恵, 伊藤智子, 村上育子, 斎藤誠一, 北島美恵子, 西海谷啓二：面圧分布測定装置による計測 健常者と片麻痺患者について. 理学療法学14(0), 188, 1987
- 16) 内藤義則, 神山麻生, 門司順一, 伊藤俊一, 鈴木英樹：面圧分布測定装置による計測(第2報). 理学療法学16(0), 121, 1989
- 17) 柳迫康夫, 原恭夫, 芝田利生, 松村伸次, 大津慶子：重度脳性麻痺患者に対する座位保持装置の工夫 発砲ポリウレタンを用いたナーセントパケットシートの使用経験. リハビリテーション医学29(8), 623-628, 1992
- 18) 廣澤隆行：車いすに関する一考察 圧分布測定器を使用して(生活環境支援系理学療法16). 理学療法学32(2), 115, 2005
- 19) 岸谷都, 北野義明, 川北整, 染矢滋：車いす採型における耐圧分布測定装置の試用経験(日本リハビリテーション医学会 北陸地方会). リハビリテーション医学44(6), 361, 2007
- 20) 辻圭一, 横川正美, 田中正二, 洲崎俊夫, 立野勝彦：脳卒中片麻痺者の車椅子座圧の特徴. 理学療法科学23(3), 453-457, 2008
- 21) 曾我部保文, 篠森丞, 伊東孝洋：急性期病院における脊髄損傷者の車いす坐位に対する取り組みについて——体圧分布測定システムを使用した褥瘡対策を中心に. 愛媛県作業療法士会誌 14, 41-45, 2009
- 22) IPC International Paralympic Committee : IPC Powerlifting Rulebook 2013-2016. <http://www.phouse.jp/lower%20etc.html> 2013