

体操競技における技のクリニックへの ビデオ・コンピュータ利用の効果について

三幣 晴三 (研究代表者)
竹田 幸夫・江口 淳一

Zur effektiven Nutzung von Video- und Computertechnik im Turntraining

Zusammenfassung

In den letzten Jahren in Europa und Amerika werden Video- und Computertechnik in immer stärkerem Maße für ein effektiveres Training genutzt. In Japan wird die Wirksamkeit noch nicht genug betrachtet.

In dieser Abhandlung sei die Metodik der effektiven Nutzung von Video- und Computertechnik im Turntraining behandelt.

Einige Wirkungen wurden in Techniktraining mit Video- und Computertechnik festgestellt. Die neuen Möglichkeiten der Nutzung von Video und Computer im Turntraining wurden in leicht handhabbaren und ökonomisch vertretbaren Methoden für das Techniktraining in die Turnhalle abgehandelt.

Auf Grund dieser Betrachtungen sind wirksame Formen der Zusammenarbeit von Wissenschaft und Trainingspraxis für eine effektivere Nutzung von Video- und Computertechnik zu entwickeln.

はじめに

旧東ドイツでは、FKS (Forschungsinstitut für Körperkultur und Sport=体育スポーツ研究所)において、体操競技の技のクリニックとしてのコンピュータによる運動分析が、現場の選手やコーチと一流研究者との共同作業で行なわれ、すばらしい成果を上げていた (17-P. 28~81)。また、アメリカの強化合宿センターとしてのコロラドスプリングスでは、数千万円もあるコンピュータによる運動分析が行なわれ、これまた大きな成果を上げている。テニスやゴルフなどでは企業によるコンピュータ分析が日本やアメリカで行なわれているが、スポーツ全般にはまだ普及していないのは、その設備金額が多額であることと、現場の指導者と研究者との緊密な連係が確保されていないためであると考えられる。日本のコンピュータの高度な技術を

利用することによって、より実践的かつ簡易的にこの利点をスポーツ現場に生かすことができるならば、大きなスポーツ的成果を生み出すことが可能となるであろう。

本研究では、日本のコンピュータによる運動分析ソフトを作り上げることを、第一段階としての課題とした。この課題は、福島大学の白石豊氏、並びに早稲田大学の土屋純氏らの協力によって達成することができ、体育館やグランドでの運動分析をより実践的にスポーツ現場に利用できるシステムとして利用することが可能となった。このシステムを実際に利用するためには、コンピュータを動かす技師と体操競技の専門家としての鋭い観察眼をもった指導者とのドッキングが不可欠である。従来の日本における科学的研究では、ややもすると研究者と現場はセパレートされたままで両者の意義深い統一は果たされず、その結果世界的な水準にある日本のコンピュータ技術は宝の持腐れに終わっているか、あるいはテニスやゴルフなど一部の商業的採算に合うものへの利用に止っているかであったと言っても過言ではないであろう。コンピュータクリニック（コンピュータによる技や動きの修正）においては、修正しようとする選手の技や動きがモデルとなる理想像（理想的な技や動き）と比較され、その落差を検討しつつ欠点や失敗の原因を突き止める必要がある。したがって、理想像としてのモデルは、今現在の最も高いレベルの捌きを抽出するのが望ましいのは周知のとおりである。そのため、体操の世界的レベルの技術としての技の撮影は、この研究では最も緊急の課題であった。1991年12月に日本で行なわれた国際競技会（中日カップ）での世界一流の技を世界チャンピオンのコロブチンスキイ（旧ソ連）を中心に撮影し、これをコンピュータに入力した。さらに若手の有望選手である筑波大学の田中光選手（日本代表選手）の技を加え、同様に入力した。以上の世界的名選手の技の理想像としてのモデル以外に、特に初心者やジュニア選手に必要とされる基礎的な技としての基本技を大学の現役選手（雨海/竹下両選手—駒澤大学）をモデルとして撮影した。

現場の選手への利用の効果については、トップ選手としての田中 光選手を被験者として世界的な水準を越える技の創造を目的としたトレーニングの過程での検証を試みた。さらに、大学の選手を被験者として、技の修正を目的とした実験を実施した。ここでは、入力されているモデルを、実際の選手の演技と比較し、その落差を専門的視点から分析し、同時に選手の自己観察との比較によって、より正しい技術、より理想的な技術への接近を図った。この専門的な分析にあたって、一流研究者・指導者として、筑波大学助教授であり、1968年メキシコ、1972年ミュンヘン両オリンピックチャンピオンでもある加藤澤男氏に協力をお願いした。

本研究は、ビデオ・コンピュータの利用によって、スポーツ現場としての体操競技トレーニングがいかなる影響を受け、かつどのような効果が得られるかを検証し、さらにこうした科学技術の利用によって経験豊かな指導者の素晴らしい運動観察眼がいかなる意味を持つのか、そして選手自身の観察能力がいかなる意味を持つのかを検証しようとするものである。

I. 研究の動機とその背景

日本の男子体操競技は、1960年から1979年まで約20年間にわたって、オリンピック、世界選手権大会で世界の王座を保持してきた。この偉業は、他のスポーツ種目においても、ほとんど聞いたことのない稀に見る長期間にわたる王座保持であった。この偉業の原因のひとつに、現場としての体操競技体育館でトレーニングに携わるコーチや選手が研究者としての指導者と手を携えて協力態勢を組んでいたことがあげられよう。この成果は、日本体操のウルトラCとしてつぎつぎに新しい技や捌きが発表されていった過程で知ることができる(21-P.240)。1964年のオリンピック東京大会を睨んで1962年に創刊された、日本体操協会「研究部報」(20)は毎年数回発行され、20年間に及ぶ世界の王座保持に大きな貢献を果たしたのは周知のとおりである。研究部報には各種国際的大会の報告や技術考察を始めとして、個々の技の技術考察、連続写真、新技の紹介など現場に直ちに生かせる内容が掲載されている。研究部報の執筆者としての研究者は、その時々の必要に応じて、現場としての体育館で選手とともに新しい技の開発や技の修正に協力し、現場と研究陣との緊密な連係が確保されていたのである。16ミリフィルムやアイモ改造機などによる写真撮影やその分析としての手作業によるスピードや角度の計算、キネマトグラフの作成など現在では考えられないほどの膨大な時間消費が幾度となく繰り返されていたのである。ここでの科学的研究の成果は、1964年のオリンピック東京大会で開花し、団体総合、個人総合、種目別3種目に優勝した。次の1968年のオリンピックメキシコ大会でも団体総合、個人総合、種目別4種目に優勝し、さらに1972年のオリンピックミュンヘン大会では、団体総合、個人総合(1~3位まで独占)、種目別3種目優勝と日本の体操史上最高の成績を残したのである。この間、日本選手の開発したウルトラCとしての新技は膨大な数に登り、その一部は現在の採点規則に選手の名前(遠藤、山下、加藤、塚原、笠松、本間など)で掲載されている(7, 22)。これらの新技は、現場としての体育館で選手と指導者としての研究者とが一体となって、さまざまな試行錯誤の末に作り上げたものであり、いわば手作りの作品であった。しかし、いかに手作りとはいえ、その当時における最高の科学技術の成果を取り入れて、誤りのない方法を取っていたことは当然である。その後、1979年まで日本男子は王座保持を続けるが、旧ソ連の十数年に及ぶ基本訓練の成果に裏打ちされた見事な近代体操の美しさに敗れることになる。旧ソ連に王座を明け渡した原因是本研究では取り上げるものではないが、少なくとも新しい近代的な体操競技への変身が遅れたことは事実であろう。体操競技の世界では、“技”はまさに日進月歩である。いま体操競技に初心者として始めたジュニア選手たちは、10年後を夢見て技と取り組むのであるが、10年後のそのときに、体操競技の世界的レベルがどのようにになっているかを予測できなければ、本当の意味で世界に打ってでることはできないのである。世界的なレベルの高さは、単にそのときの高さを示すものではなく、可能となったその高さに

よって、次の新たな可能性が産み出されてゆくのであり、ジュニア選手の育成の難しさはまさにそのあたりにあるのである。今的基本のレベルは、今の体操競技の水準に応じたレベルであり、将来のレベルを保証するものでは決してないのである。スピードと雄大性を希求する現代の体操競技の世界においてあん馬の『両足旋回』は、日本が王座を保持していた1960～70年代とは雲泥の差がある。僅か十数年の間に大きな変革を遂げている。1992年のオリンピックバルセロナ大会で優勝した北朝鮮のペ・ギルス選手は雄大なスピード豊かな両足旋回で他を寄せ付けて、圧倒的な難度の量と質で日本の水準を大きく上まわり、ジュニア指導を根底から考えさせられる演技を示したのである。このことはジュニア指導の根底に、常に向こう10年後の体操競技のビジョンが何よりも必要であることを示しているのであり、ペ・ギルス選手の指導者はまさにこのことをしっかりと念頭において指導を続けたことを証明するものである。旧東ドイツでは、体操競技での基礎訓練としてのジュニア養成の過程で、トランポリンを使って4回宙返りを行なっている(17-P.126)。これも将来の体操競技の4回宙返りの時代の到来を睨んでのことであろう。また、トランポリンの世界においては、1回宙返りの間に7回のひねりが達成されている(全米トランポリン協会ビデオより)。1991年の全日本体操競技選手権大会のゆかの種目別選手権の演技において武井選手(大阪体育大学)が未完成ながら実施しているのを除けば、体操競技の世界大会ではまだ4回ひねりすら実施されていない。しかし、近い将来恐らく実施する選手が出現するであろうことは想像に難くない。体操競技の世界は走るのが速ければよい、投げるのが遠くに飛べばよい、持ち擧げるのが重ければよいというものではないのは周知のとおりであるが、それだけに将来像の判断によって指導の成功、不成功が大きく変わってくるという難しさが伴っている。そして、日進月歩の技の世界はますますその速度が速くなりつつあり、指導がますます困難になってくる。こうした現在の情勢から判断すると、日本が王座を保持していた時代の選手の指導方法や科学的研究では到底世界のレベルには追いついていくことが困難となってきていると見るべきであろう。しかし、日本の選手指導やそれを裏から支える研究は依然としてそれほどの変革はなされていないのが現状である。

II. 研究の目的

1990年2月、あの東欧の激動の嵐吹きすさぶ東ドイツに、駒沢大学体操競技部は日本的一流体操競技研究者、指導者とともに東ドイツの体操の秘密を探るべく、遠征合宿を敢行した。この遠征の中で、西側のスポーツ関係者としては初めて、東ドイツの秘密研究組織としてのFKSを訪れ、選手とともにコンピュータを利用した技のクリニックシステムを体験する機会を持つことができた。この時の報告は、「東ドイツ体操の秘密」(17)としてまとめられ、すでに発刊されている。科学技術の世界で必ずしもトップクラスとはいえない東ドイツが数年前の日本製のコンピュータやビデオを駆使して技のクリニックや新しい技の開発にいかに多くのエネルギー

を費やしてきたか、そして現代の日本のコンピュータ技術をもってすれば比較的容易に開発できるこのシステムを、なぜ日本の体操競技の関係者が独自に開発して、実際の現場に生かそうとしたのかという思いをを抱きながら、彼らの開発したそのシステムの効果に少なからず驚嘆したのである。1989年のシュツットガルトでの世界選手権大会の鉄棒の演技で、東ドイツ選手の6人中5人が演じた当時のウルトラDといわれる「コバチ宙返り懸垂」の大技も、さらに遡れば、1987年のロッテルダムの世界選手権において跳馬の種目別優勝を果たした東ドイツのクロル選手が披露して世界の体操専門家をアッといわせた新技「伸身クエルボ」も、このコンピュータクリニックから生まれた作品であったという。新しい技の開発にとって極めて有効とされるこのシステムは、同時に基本的な技のトレーニングにも大きな効果を發揮するようである。すなわち、コンピュータにインプットされた理想像としての世界一流の捌きは、それを習得する選手、特にジュニア選手にとっては、自己の捌きとの比較から明確な示唆を与えられ、同時にそれを指導するコーチにとっても客観的なデータを抽出することで重要な示唆を与えられるのである。技のトレーニングの現場では、日常、選手とコーチとの言語によるコミュニケーションが行なわれ、選手の自己観察 (Selbstbeobachtung) (19-P.123) とコーチの他者観察 (Fremdbeobachtung) (19-P.127)との間にある微妙な差を技の捌きの中で合目的に解決していく作業が行なわれる所以である。東ドイツの体操競技のコンピュータクリニックの素晴らしい点は、機械としてのコンピュータを単にデータとして利用するだけでなく、技に取り組む選手が生きた感覚の中で、コーチとのコミュニケーションを図れることを主眼としている点にある。したがって、長い経験によって培われた運動知識の豊かな指導者の直感的ともいえる鋭い観察眼は、そこでは大いに価値あるものとして評価され、新しい創造的、独創的な技の開発にも、あるいは基本的な技の指導にもその能力が十分に活用される可能性をもつてゐる。コンピュータの利用によって、指導者としてのコーチが果たす役割は減少し、指導上の仕事が楽になると考へるのは全くの早計である。むしろ、コンピュータから導き出される情報によって、逆にますます指導者の運動観察眼が訓練され、指導上の有益な示唆を与えられることになると考えるべきであろう。また、このコンピュータを利用した技のクリニックでは、選手とコーチ、あるいは研究者と選手そして指導者と研究者の間の相互のコミュニケーションは一層重要なものとされている。東ドイツのこの方式は、チャンピオンスポーツとしての体操競技において、世界のトップを目指して止むに止まれる必要性から作り上げられたものと判断すべきであり、それなりの十分な成果があったことを認めざるを得ない。しかし技のクリニックに与える実質的な利点や効果、指導者の運動観察眼の重要性についての明確な指摘、そして相互のコミュニケーションの重要性についての明確な検証は未だになされてゐるとはいえない。そこで本研究は、日本のビデオ、コンピュータ機器を利用したインタラクティブシステムとしての技のクリニックシステムをソフトとして作り上げることを第一の課題とし、さらにこのシステムの利用によ

って体操競技の技のトレーニングがいかなる変容を遂げる可能性があるかを第二の課題として検証しようとするものである。

III. コンピュータを利用した技のクリニックシステムの開発とその概要

我が国においては、バイオメカニクス的な立場からコンピュータを利用した技のシュミレーションの研究が見られるが(23-P.10~15)、実際のトレーニング場面においてコンピュータを導入して技の修正に応用された例はこれまで類を見ない。そこで旧東ドイツのシステムを参考にして、日本の高いコンピュータ技術を駆使して簡易的かつ実践的にただちに利用できる方法でソフト化し、さらに、実際のトレーニング場面で応用しながら実験的な考察を試みてみた。

今回の技のクリニックシステムに使用した機器は、以下のとおりである（写真1参照）。

- (1) コンピュータおよびプリンター 富士通製、FM-TOWNS
- (2) ビデオデッキ SONY SLV-F60
- (3) ビデオカメラ CANON A1、SONY TR-1
- (4) ビデオタイマー 朋栄製 VTG10
- (5) ビデオプリンター エイシス製 スポーツアナライザー

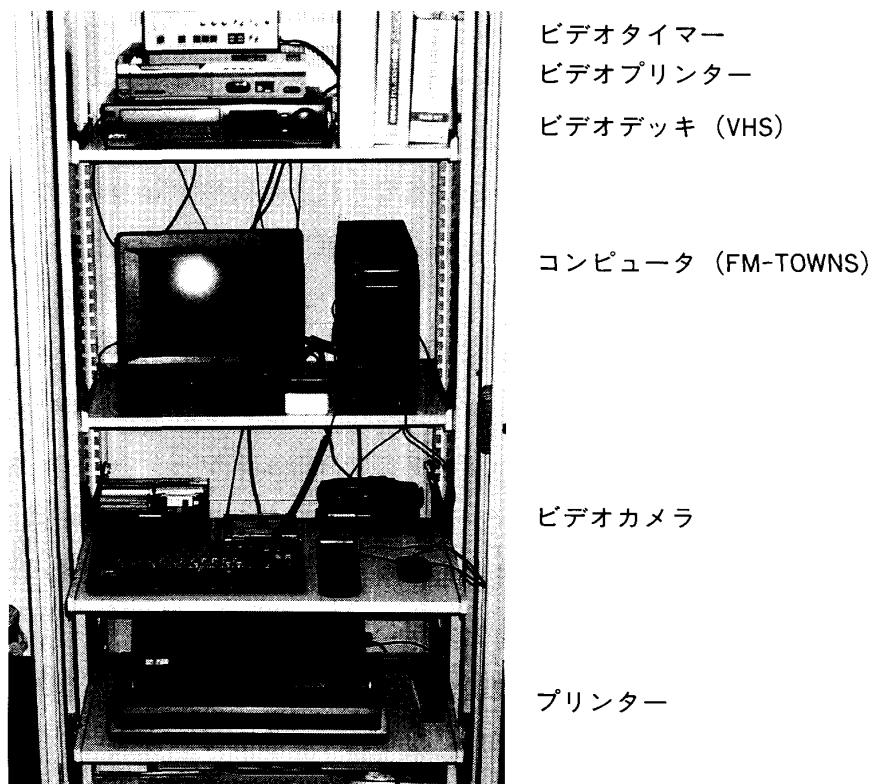


写真1 技のクリニックシステムに使用した機器

分析用ソフトウェアの製作にあたっては、旧東ドイツのFKS（体育・スポーツ研究所）で採用されていたシステムを参考にして、福島大学の白石豊氏、早稲田大学の土屋純氏にご協力をお願いした。

以上の機器とソフトウェアを利用して、ビデオからコンピュータに映像を送り、モニターに映しだされた映像をもとに、身体の10点（手、手首、肘、肩、頭頂、肋骨下端、腰、膝、足首、足先）をデジタイズして、基礎資料を作成した。従来の方法と異なり、新たに肋骨下端を測定

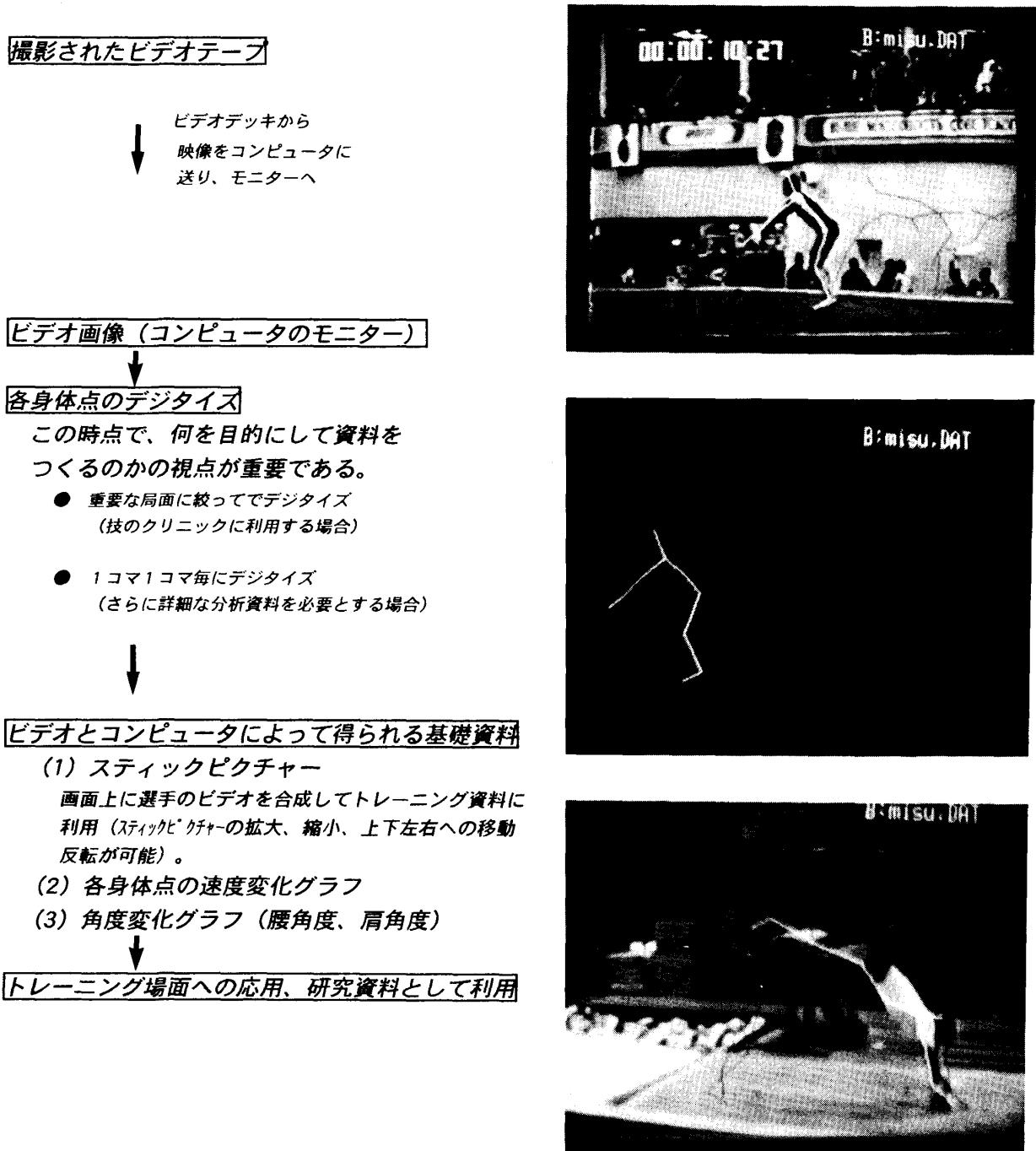


図1 富士通FM-TOWNSを利用した技の分析、クリニックシステム

点に加えたのは、上半身を2つのセグメントに分けた阿江ら(1)の身体部分係数を用いたために可能となったものである。上半身を1つのセグメントとみなすこれまでのバイオメカニクス的手法では、形態の上だけではなく機能的な面でも大きな違いがある姿勢でも同じ値として算出されてしまうという点を改良するためであった。体操競技における技に限らず、人間の運動における胴体の果たす役割の重要性を考慮したことである。また、少しでも指導者や選手の運動表象に訴えかける像を作り出すための配慮もある。このような処理を経て得られたスティックピクチャーと、実際に行なわれた選手のビデオ映像を同一画面上に重ね合わせることにより、重要な局面におけるモデルとの差異（ずれ）を明かに提示することが可能となった。このスティックピクチャーは、モニター画面上において拡大、縮小、上下左右への移動、または反転（方向の逆転）が可能であるので、選手の運動経過を撮影したビデオ画像に合わせることができる。必要な場合には、ビデオプリンターに出力して連続写真が作成される。

なお、撮影されたビデオテープにビデオタイマーを挿入して、ビデオテープの1コマ1コマ毎にデジタイズしておけば、表計算ソフトウェア（ロータス1-2-3）による処理を経て、各身体点の速度変化グラフ、角度変化グラフの資料が得られる。以上に述べた資料作成の手順は、図1に示すとおりである。

IV. ビデオ資料の収集とコンピュータクリニックの実際

1. ビデオ資料の収集と基礎資料の作成

実際にトレーニング場面へ応用する準備段階として、基礎となるビデオ資料の収集を以下のように行なった。それぞれに応用される場面を想定しての作業であった。

（1）基本技のビデオ撮影と資料の作成

平成4年3月10日（水）および3月15日（日）駒沢大学玉川校舎体育館において雨海、竹下選手に男子6種目それぞれの基本技を実施してもらい、ビデオ撮影を行なった。このうち、あん馬を除いた5種目の技について重要な局面のスティックピクチャーを作成して、基礎的なデータとした。この資料は、とくにジュニア選手の育成段階で応用されることを目的にして作成されたものである。

（2）トップ選手のビデオ撮影および資料の作成

筑波大学において、田中光選手に以下の日程で基本技および自由演技の技を実施してもらい、ビデオ撮影を行なった。なおこの際、田中選手のコーチである筑波大学の加藤澤男助教授の協力を仰いだ。

平成4年3月29日 ゆか、あん馬、平行棒の自由演技の技、および基本技

8月31日 ゆか、あん馬、つり輪、平行棒、鉄棒の自由演技の技

このうち、鉄棒における伸身トカチエフ1回ひねりについては、1991年の冬期トレーニングにおいて、田中選手によって完成された技で、現在世界的にも競技会で発表したのは旧ソ連のリューキン選手と田中光選手の2名のみという難度の高い技である。詳しいデータとともにこの技を実施した直後の本人の自己観察の報告との照合も行なわれ、技術的な検討がなされた(31)。

(3) 国際競技会における資料収集および基礎資料の作成

名古屋で開催された中日カップ体操競技選手権において、旧ソ連のコロブチンスキー選手の演技を中心にして、各種目とも資料作成が可能なように器械に対して横の方向からビデオ撮影を行なった。この資料は、世界的なトップレベルの技のモデルを作成することを目的とされ、以下の選手の演技を中心にして撮影された。

男子：ソ連、コロブチンスキー選手、ボロバエフ選手

日本、西川選手、知念選手

女子：ハンガリー、オノディー選手

ソ連、ボギンスカヤ選手

(4) これまでに撮影されたビデオテープからの基礎資料の作成

コンピュータによって資料を作成するのに条件が満たされたものを選び出した。これについては、91年に開催された全ソ連選手権のビデオテープ、92年全日本選手権のビデオテープを日本体操協会科学部より借用した。

以上に示したビデオ撮影と基礎データの作成により、かなり広範囲の利用が可能なデータベースが完成した。つぎに、これらの基礎データを利用して実際にトレーニング現場へ応用した例、さらに筑波大学において撮影された鉄棒の伸身トカチエフ1回ひねりの詳しい技術分析をもとにクリニックシステムの効果についての実験的考察に移ることにする。

2. 実験的考察（実際のトレーニング現場への応用）

(1) ロンダート～後転とびの修正への応用例

近年、ゆかにおけるタンブリング技の発展には目を見張るものがある。とくに後方宙返り系においては、男女とも難度の高い技がつぎつぎに発表されてきている。現在までに後方3回宙返りを国際試合で発表した選手は、1987年以降、旧ソ連のリューキン選手を筆頭に、ゴゴラゼ選手、中国の李小双選手など複数を数えるまでに至っている。また、後方伸身2回宙返りは、2回のひねりが加えられるまでの発展を見せている。このような後方宙返りの発展は、ロンダ

一トと後転とびや宙返りの踏切り技術の改良によるところが大きい。近年の世界的傾向に注目して、ロンダート、後転とびの新たな技術解明を目的にされた研究がつぎつぎに発表されている(26,28,32)。

最近の世界的な動向を踏まえた研究からロンダートおよび後転とびに関わる新たな技術情報をまとめると、以下のようなポイントに整理することができよう。

● ロンダート～後転とびについて

着地する際、空中で膝をまげて胸の方へ引き寄せて身体全体の後方への回転を促す。空中でまげた脚を着地以前に鋭く伸ばし、強くゆかを蹴りながら着地を迎えるようにする。着地時は、腰を沈めて体重が後ろにかかるてくるのを待つのではなく、着地以前から始められた蹴りを強力に行なう。(26)

● 後転とびの着手技術について

新しいタイプの後転とびは、従来のタイプに比較して、足先がまだ非常に高い所に保たれたままで、離手している。また、十分な移動と回転スピードを保ちながら、早い時期に着手機能を終え、高く保たれた足先をたたきつけるように宙返りの踏切りに移っている。(28)

● 後方宙返りの踏切り技術について

新しい踏切り技術では、着足から離足局面にかけての腰部の後方移動が少なく、全身を強く反らして上体が回転方向に振り込まれることが特徴である。新しい踏切り技術で行なわれる頭部の背屈は、全身の反り動作を加速するためのひとつ的方法である。(32)

ロンダート、後転とびに関する最近の技術認識をもとに、クリニックシステムを利用して、現在、新しいタイプの後転とびへの修正を試みている選手のトレーニングへの応用を試みた。時期は、平成2年10月～11月の1カ月である。なお、大学生のレベルで、10年近く選手生活を続けている選手にこのような基本技の修正を試みることは、場合によってはこれまで練習によって積み上げられたロンダート～後転とびの一連のリズムを崩してしまう原因にもつながるので、被験者の選定は慎重に行なわれた。被験者は、すでに以前から指導者との話し合いの上で、新たな後転とびへの修正をトレーニングの目標においている選手である。

前述の後転とびの技術的認識をもとに、世界的に新しいタイプの後転とびとして観察され、モデルとしても最適と観察された旧ソ連のミシューチン選手のビデオテープ(1991年全ソ連選手権大会)から、コンピュータを利用して、スティックピクチャーの作成を行なった。この際、比較のために重要な6つの局面を選んだ。ロンダート～着足、離足、着手、離手、着足、離足

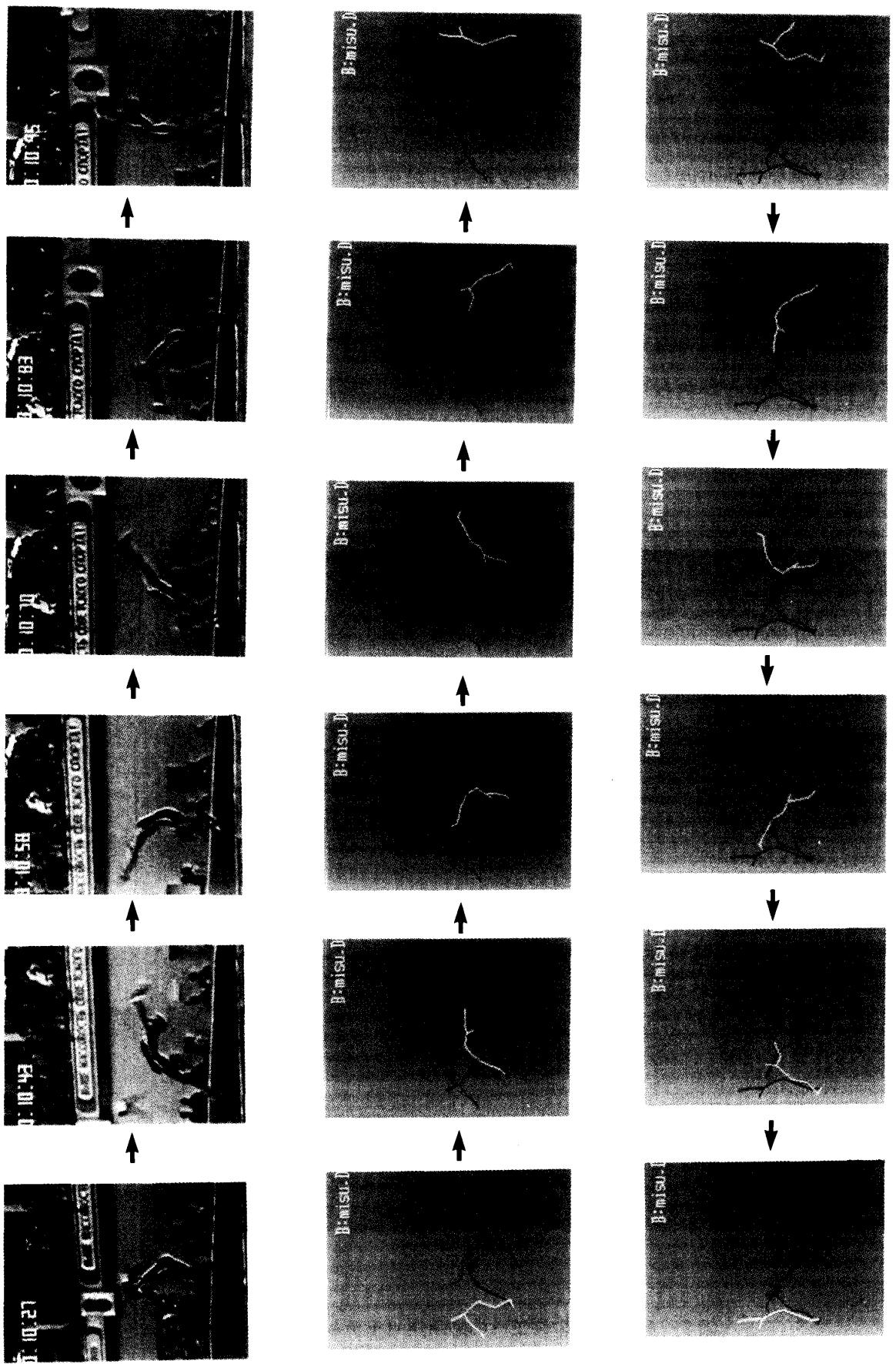


図2 後転とびの基礎資料（モデル：ミシユーチン選手）
上段：ビデオ映像、中段：ステイックピクチャ、下段：ステイックピクチャ（反転）

の6つの局面である（図2および基礎資料1参照）。

被験者のプロフィールを簡単に記しておくと、後方伸身2回宙返りの基礎経過はピットを利用してある程度獲得している段階である。しかし、ロンダートから後転とびにおいて有効なスピードが得られず、宙返りの踏切り局面において体が十分起きてこない欠点をもっていた。その結果、後方伸身2回宙返りのための有効な踏切りがなされず、空中における回転スピードが不足してしまい、まだ通常のゆかでのトレーニングに移行できない段階であった（図3-a参照）。なお、日々のトレーニングの最中に撮影されたビデオテープであるため、考察に用いられたビデオテープの撮影状況は、若干の差がある。しかし、ほぼ真横から同様の状況でビデオ撮影がなされたため、比較考察するのには支障のない範囲内であると判断された。

まず、従来の後転とびから新しいタイプの後転とびへの修正を試みた選手への技術的問題点の指摘としては、次のような3つのポイントを上げた。

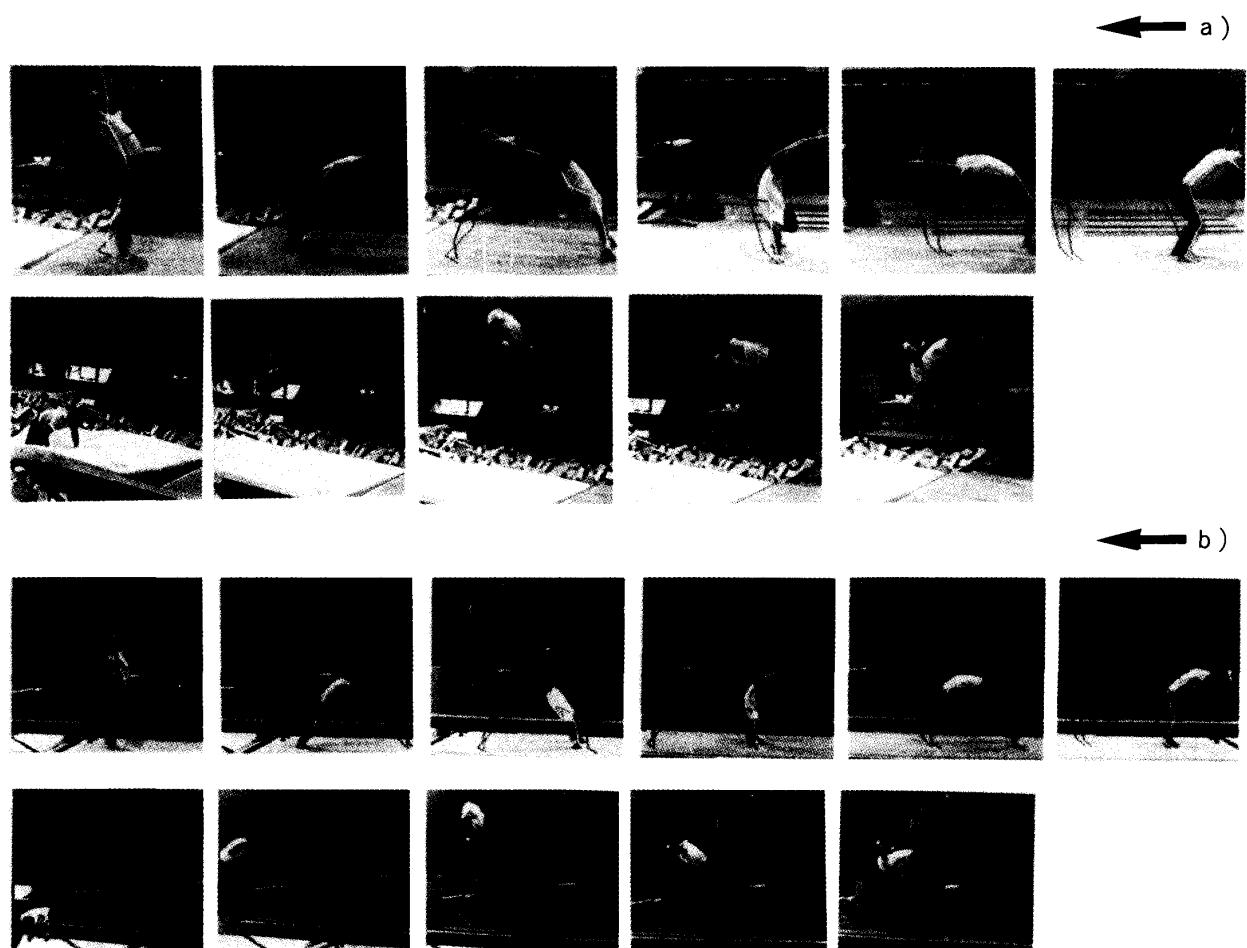


図3 後転とびの修正への応用例（モデルとの照合）

a) 1992年10月12日 b) 1992年11月9日

- 後転とびの踏切りの方向をより後方へ行なうこと。
- 後転とびの突き放しに際しては、腰の曲げを少なくしてやや遠くに着足するようにすること。
- 踏切りについては一気に体全体を起こすこと、腕の振り上げと上体を回転方向に振り込んで踏み切ること。

クリニックシステムを利用しての技の修正を行なったところ、約1カ月のトレーニングを経て全体経過における改善が観察された。とくに後転とびの着手技術について新しい後転とびへの接近が見られ、さらに伸身2回宙返りの経過においても改善が達成された（図3-a,b参照）。

以上に示したのは、クリニックシステムを利用することによって、選手自身が自分の後転とびの運動経過と新しいタイプの後転とびのモデルの経過を比較することにより修正すべきポイントをよく認識でき、それを実際の自分の運動の修正に効果的に利用できた一例とみなすことができよう。

（2）鉄棒における伸身トカチエフ1回ひねりの技術分析とトレーニング場面への応用

鉄棒における伸身トカチエフ1回ひねりは、1988年のモスクワニュース杯において旧ソ連のリューキン選手によって初めて発表された技である。この技の技術的な難しさからその後4年間は、リューキン選手に追随する選手は現われなかった。しかし、1991年の冬期トレーニングにおいて日本の田中選手によって技術的に高いレベルで完成され、1992年の全日本体操競技選手権大会において発表することに成功した。この技の技術的な検討はすでにされているのが(31)、ここでは田中光選手の自己観察とデータとの比較に注目して、より本質的な技術に迫ってみたい。さらに、実際に伸身トカチエフ及び伸身トカチエフ1回ひねりの習得を目指している選手（本学学生）に実施してもらい、技術的問題点の確認作業に利用した結果を考察に加えることにする。

まず、田中光選手の実施（基礎資料2、3参照）から得られたデータからは伸身トカチエフと伸身トカチエフ1回ひねりの運動経過における微妙な違いが観察された。すなわち、離手前後の体勢の変化についてである（図4、図5）。図5は、2つの技の腰角度の変化グラフである。伸身トカチエフ1回ひねりの場合には、伸身トカチエフに比較して離手直前から腰角度の減少が始まっている。図6は、2つの技の離手前後の体勢の変化を示した図である。伸身トカチエフの場合には、上体と下体双方とも腰を中心とした左右軸周の回転方向への動きが観察されるが、伸身トカチエフ1回ひねりではこの動きは上体のみに見られ、下体は停滞している。以上のことから伸身トカチエフ1回ひねりにおける技術的に重要なポイントとして、離手後に上体を起こして、腰を中心とした腰の反りをなくしてからひねりを開始することが確認された。（31）

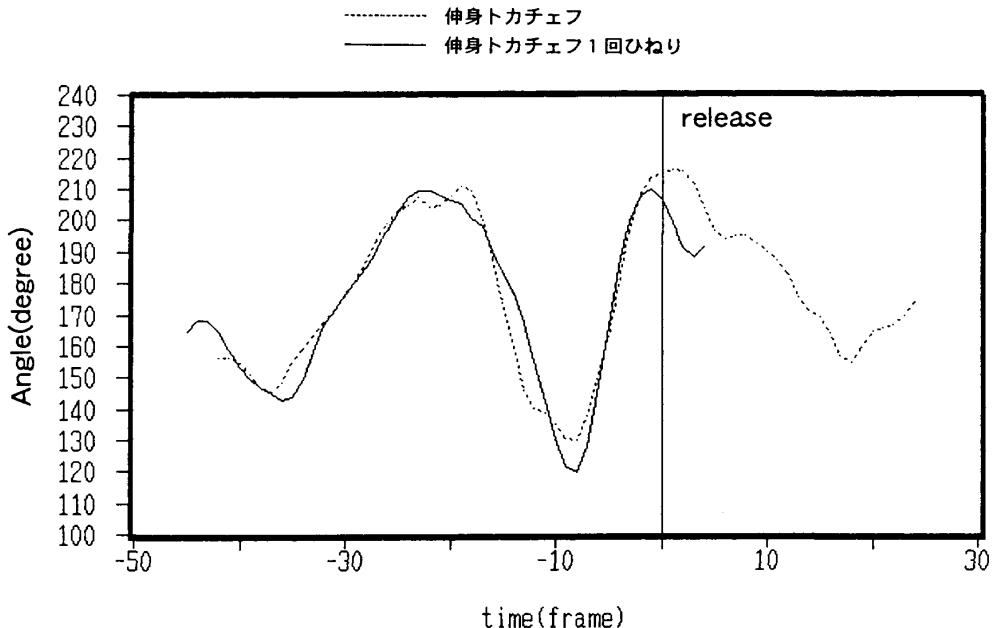


図4 田中光選手の伸身トカチエフ及び伸身トカチエフ1回ひねりの腰角度変化グラフ

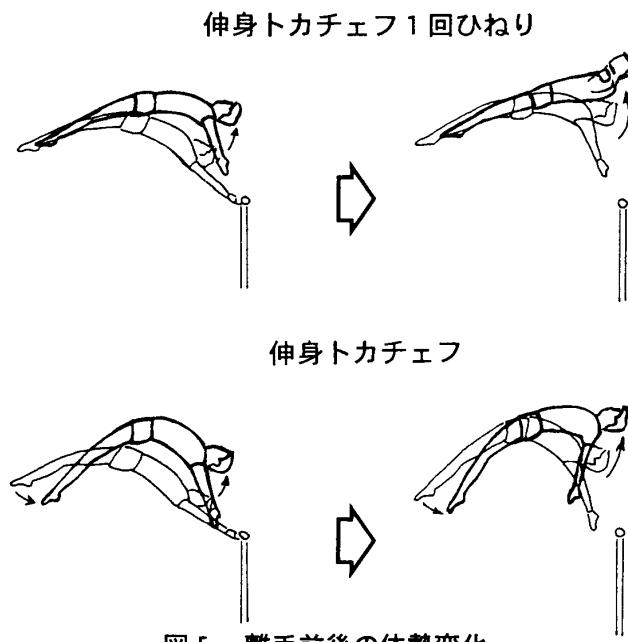


図5 離手前後の体勢変化

トカチエフ1回ひねりを実施したあと（ビデオテープの映像を本人に見せる前の）田中選手の自己観察の記録によると、伸身トカチエフとそれに1回ひねりを加える際の大きな違いはないと報告されている。ところが、実際には離手前後の腰角度の変化、体勢の変化の比較において、僅かながら前述のような違いが認められた。自己観察記録からすると、ここに現われた違いは本人の意識にはあまり登っていないことがわかる。ここに伸身トカチエフ1回ひねりを成功させる大きなポイントがあると考えられる。すなわち、1回ひねりを行なう場合にも、伸身

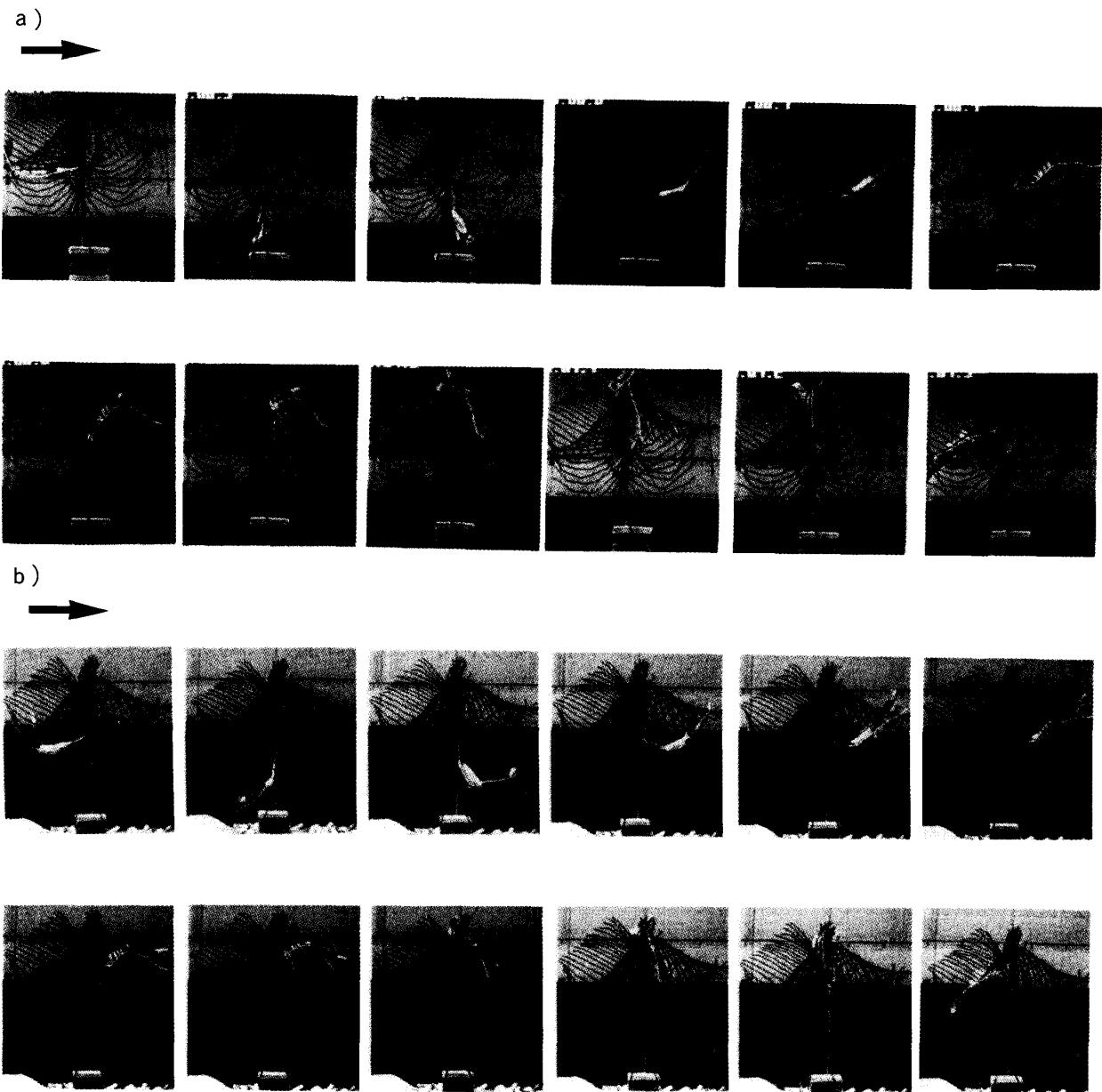


図6 伸身トカチエフの修正への応用例（モデルとの照合）

a) 1992年12月10日 b) 1992年1月14日

トカチエフを行なうのと同様に「肩あて（トカチエフの主要課題である懸垂振動の左右軸回転の方向を空中できりかえすための技術的内容を含んだ肩の操作のこと）」の操作を行なっているのであり、それがあつてはじめて空中でのきりかえしが保証され、1回ひねりを加えて再びバーを持つという技の課題を高い技術レベルで解決することに成功していると解すことができよう。

つぎに伸身トカチエフを習得をしようと練習に取り組み始めた選手（本学学生）とモデル（田中選手）の比較を行なってみたい。この選手は、これまで開脚トカチエフおよび屈身トカチエフについては全日本学生選手権において実施し、成功させているほどの習熟度をもっている。

しかし、伸身トカチエフに取り組み始めてからはまだ歴史が浅く、安定して鉄棒を持つまでには至っていない。空中において伸身体勢を示してバーをとび越すことは出来るが、バーの後方にとび出してしまい、再びバーを握ることが出来ないことが多いというレベルであった。モデルとしてのスティックピクチャーと実際のビデオテープを照合し、なおかつ実施した学生の自己観察から確認された技術的問題点は、次の点である。

- 振り下ろし局面における膝の曲がりが見られ、いわゆる抜きのポイントが遅れている。
- 懸垂前振りにおいて、足先を振り上げる方向が上過ぎる（時期的な遅れ）。

以上の結果、この技の重要な技術ポイントとして考えられる「肩あて」操作が全体経過のなかで遅れてしまい、伸身トカチエフに重要な空中でのきりかえしが十分に達成されていないと判断された（図6-a参照）。問題点の認識からクリニックシステムを利用して、田中光選手との運動経過の比較、照合を行ない、その違いを選手に提示した。その後の伸身トカチエフの実施において、懸垂前振りにおいて足先を振り上げる方向が以前より前方に向かい、明かに肩あての時期が早く見られるようになった。結果として切り返しも良くなるという改善がなされた（図6-a, b参照）。

さらに、伸身トカチエフ1回ひねりの習得を目指してトレーニングが行なわれたが、その場合には、先の例で改善された「肩あて」の操作が明確になされないままひねりが開始され、課題の達成にまでは至らなかった。しかし、指導者および選手ともに伸身トカチエフ1回ひねりの習得のための明確な観察・修正ポイントが発見でき、今後のトレーニングにおける明確な指針を立てることができた。

V. 今回開発されたクリニックシステムの効果と課題性

スポーツのトップ選手の運動の分析と技術トレーニングにコンピュータを導入して数々の輝かしい成果を納めた旧東ドイツにおいては、「情報科学とコンピュータを利用して、トレーニング中に客観的なフィードバック情報を選手に与えることが、多くのスポーツ種目で技能を磨いていく場合に正しい認識を獲得させることにつながる。」(17-P.49)との報告がなされている。本研究では旧東ドイツのFKSのシステムを参考にしながら新たにクリニックシステムを作成し、実際に体操競技の技の修正トレーニングにおいてその効果を一部検証することができた。ここでクリニックシステムの利点を以下にまとめてみたい。

- ビデオ映像から、トレーニング場面で比較可能な資料（モデルのスティックピクチャー）を、比較的容易に作成することができる。したがって、選手のレベルや技の習熟度に合わせた資

料を作成しやすい。

- モニター上のスティックピクチャーは、大きさを変えたり位置を移動させることができ、トレーニング場面において撮影された選手の運動経過の映像と容易に重ね合わせができる。
- さまざまなモデルをコンピュータに保存しておけば、すぐにモニターに呼び出すことができる。したがって、トレーニング場面に応じて、選手が技を実施した直後、内的感覚が鮮明なうちに、すぐにモデルとの比較が可能である。
- 独自のソフトウェアの利用により、経済的にこのシステムを揃えることができる。

以上の点から、コンピュータを利用したこのクリニックシステムは、トレーニング現場に設置して、さまざまな応用が可能なインタラクティブシステムであると認められよう。しかし、このシステムを使えば、技の習得や修正に特効薬的な効果がすぐに現われると考えるとしたら、それは早計であろう。先に紹介した旧東ドイツのKTSの副所長であったJ.クルークは、「情報科学とコンピュータ技術のスポーツトレーニングへの効果的利用」(15,17-P.48~59)と題する論文のなかで、システムの効果的な利用の前提条件としてトレーニングの全体構想の確立と研究者、コーチ、選手のディスカッションの活用を挙げ、「トレーニングシステムの発展や導入の理念、及び活動形態の総合的なまとめを考慮してこそ、コンピュータ技術や情報科学を効果的に導入する意義を見いだすことができるのである」(15-S.12,17-P.50)と述べている(図7参照)。

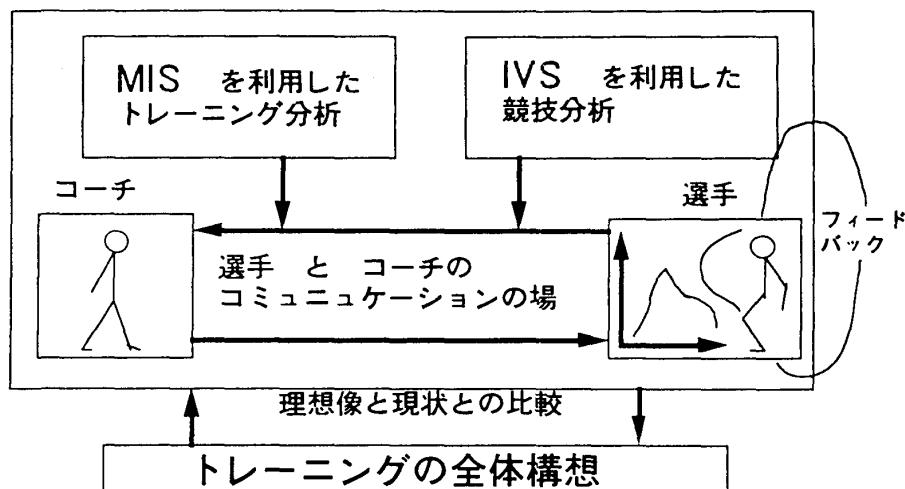


図7 トレーニングにおける情報伝達プロセス (文献15,17より)

MIS=測定、情報提供システム

IVS=インタラクティブビデオシステム

さてここでもう一歩実際のトレーニング場面に踏み込んで、クリニックシステムの効果と課題性についての考察を加えてみることにする。

金子（一）は、スポーツ運動の具体的な修正方法の諸問題について言及し、修正作業に入る

前の前提として「まずもってどのような運動像へ向けて修正が行なわれるかを確認するべきである。」(12-P.143~144)と述べている。この点において、クリニックシステムによる技の修正トレーニングに与えるプラスの面、すなわち効果が期待できよう。つまり、選手の自己観察の報告と指導者の他者観察による選手の運動経過の目標像からのずれを同一の資料（モニター画面において示された画像）で確認することが可能なのである。しかも、選手がある技を実施して、選手自身の内的感覚が新鮮で鮮明なうちに目標像とのずれを比較的容易に確認することができるるのである。

スポーツ運動の修正は、指導者が選手の運動を観察し、欠点を発見し、それを選手に伝え、そして選手とのコミュニケーションを図りながら改良をしていくというかなり複雑な過程を経てなされる。その過程のなかで、このクリニックシステムを効果的に運用するには、コンピュータ資料を作成する際の研究者の立場、およびクリニックシステムを選手に提示する指導者の立場から専門的な知識と判断が重要な役割を果たすものと思われる。ここでクリニックシステムを指導場面へ応用する際に配慮すべき点をまとめてみよう。

- ビデオおよびコンピュータによってモデルの資料を作成する場合、あるいは実際にクリニックに応用する場合には、どのレベルの選手に対しての資料なのか、また指導場面のどの段階で、どのような技の修正に利用するかという具体的な視点が必要である。
- 資料としてつくられたモデルの像が選手に適切なものかどうか、そしていつ選手に提示するのかという指導者側の判断が必要であること。
目標とするモデルがあまりにも高度な習熟位相にあって、選手のもつ運動像からかけ離れてしまうと、その資料は選手自身の運動共感を誘発できず、単なる対象的映像に終わってしまう。また、モデルがいくらオリンピック選手のいい捌きだからといって、むりやりそのモデルに当て嵌めようとするには問題があろう。
- ビデオ及びコンピュータによる映像を選手に提示する時期をよく考慮すること。選手がある運動を実施した後で、自分の運動の内的観察、すなわち自己観察が十分になされない時点でビデオ映像を提示してしまうと、選手が報告する自己観察の内容が、自分の運動の像に対する観察結果なのか、ビデオ映像を見た印象を含めての観察結果なのかがあいまいになってしまいうといふ問題に逢着する。したがって、指導者は選手の修正しようとしている技の習熟度や選手の自己観察能力についてよく把握したうえで、ビデオおよびコンピュータによるデータを提示する時期を図ることが重要である。さらに、データを提示する際には、指導者による適切な説明や指示が不可欠であろう。

コンピュータクリニックは、以上に挙げたトレーニング場面において解決されるべき課題を

内包しているが、指導者の鋭い観察眼並びに選手の自己観察能力との有機的な関係が成立している場合には、相互のコミュニケーションを図るための貴重な資料となり、技の習得や修正トレーニングにおいてその効力を十分に發揮できる手段と捉えることができよう。

今後このクリニックシステムを発展させ、指導の実践場面により効果的に生かしているためには、その時点その時点において有効な技術の確認と適正なモデルによるデータベースを揃えていく作業が必要である。そのためには、体操競技の技の発展動向を注意深く洞察しながら、隨時データの更新が図られなければならない。マイネルが指摘するように、「スポーツの技術は、むしろ常に流動のなかにあり、常に生成のなかにあると理解される。それは実践のなかで発展し、実践によって変化し、たえず修正や改良が行なわれ、また全体的に、あるいは部分的に古くなっていくのである。」(19-P.261)コンピュータのソフトウェアが次々とバージョンアップされていくのと同様に、利用されるデータもシステムの利用方法も時代時代に応じた改良がなされなければならない。

VII. 結 語

体操競技における技の技術分析は、これまでバイオメカニクス的手法やモルフォロギー的手法において行なわれ、トレーニング場面への資料を提供してきた。今回の研究において考察されたクリニックシステムは、技の分析と同時に指導者と選手のために実際的な資料を現場に提供する支援システムとなりえることの検証がなされた。今後、日本の体操競技の発展にとってビデオ・コンピュータクリニックシステムの導入は大きな変革をもたらすことであろう。また将来現場としての練習場（体育館）に、あるいは他のスポーツの現場に、このシステムを導入することが極めて一般的なことになり、スポーツ選手と指導者そして研究者がこのシステムを利用しながら、技の創造的トレーニングや修正トレーニングの場で互いに有意義な討議を活発に行ない、大きなスポーツ的成果が上げられるならば、本研究がその発端を示したことになるであろう。本研究で論じられたシステムが、今後さまざまなトレーニング現場において利用され、ひとつひとつの実践例によって検証を重ね、さらによりよいシステムへと発展していくことを期待してまとめとしたい。

最後に本研究にあたって、体操競技の研究者、指導者、そして選手という立場からさまざまな方々に多大なご協力をお願いした。紙面を借りて厚く御礼を申し上げたい。

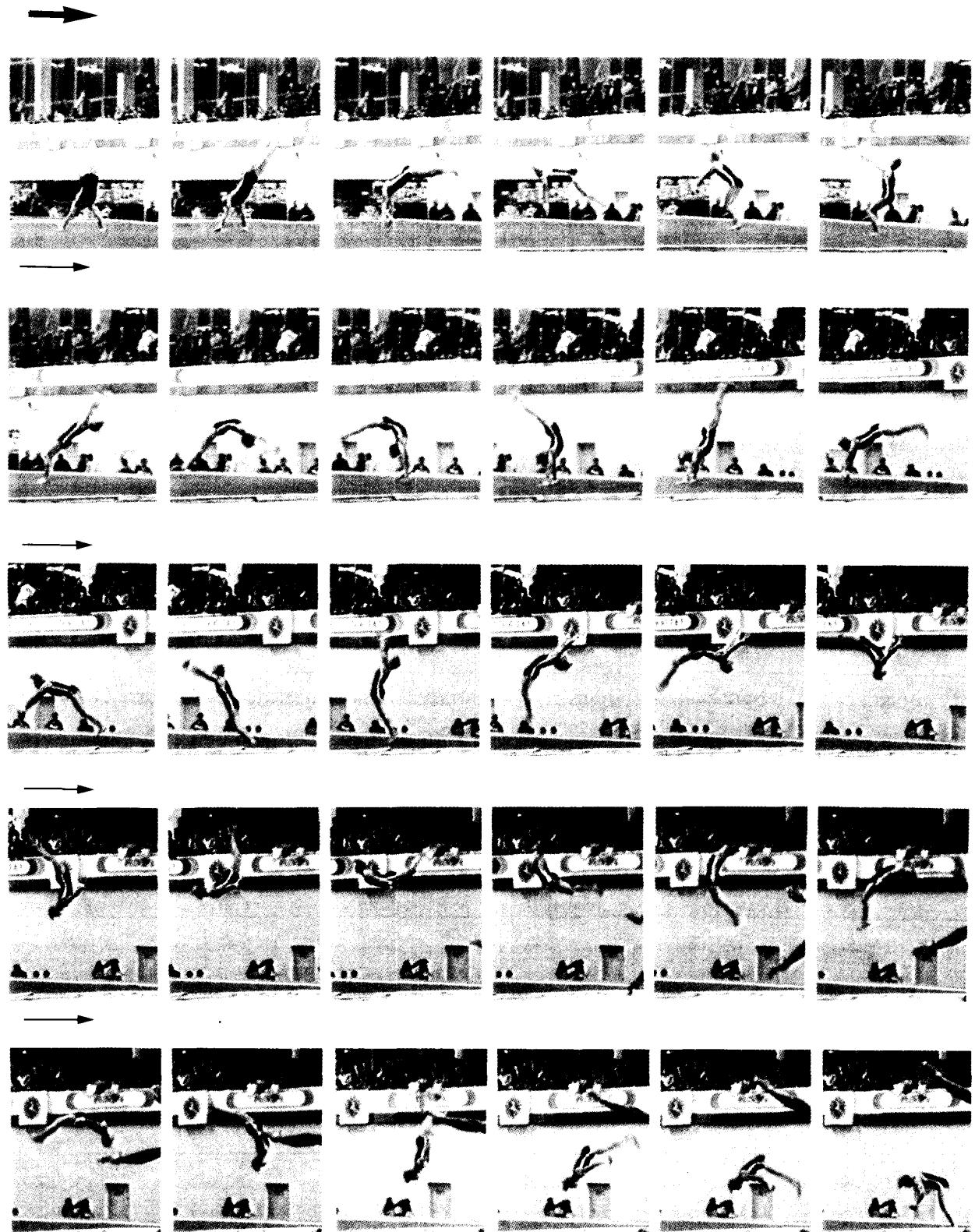
本研究は、平成3年度駒沢大学特別研究助成(共同研究)の助成を受けて成されたものである。

また、本研究の一部は、第1回体操競技バイオメカニクス会議（ドイツ、ケルン）および第6回日本体操競技研究学会において発表された。

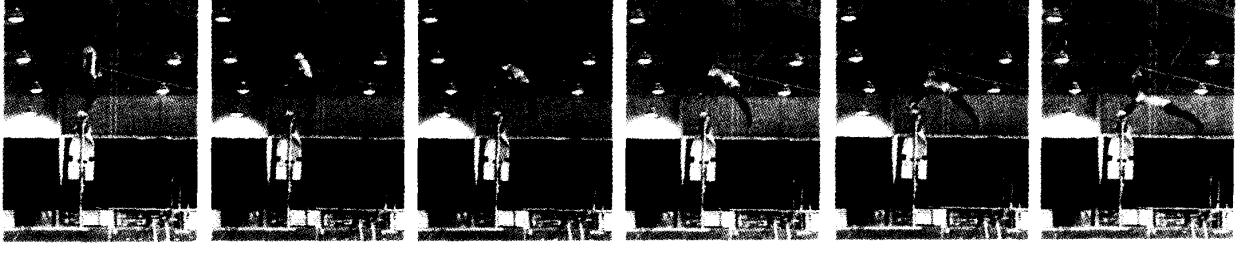
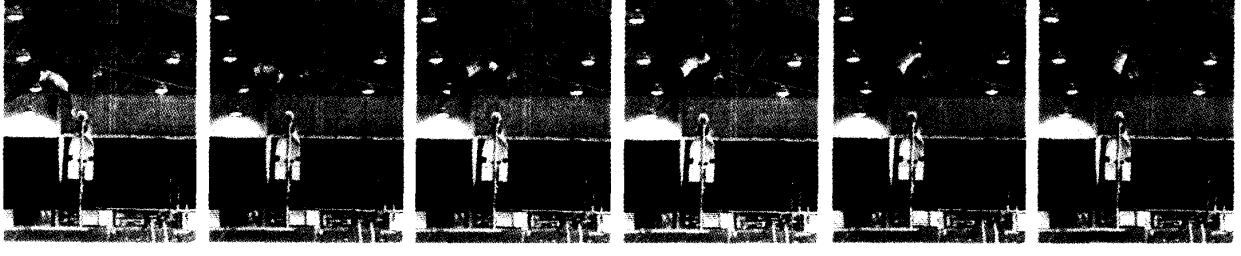
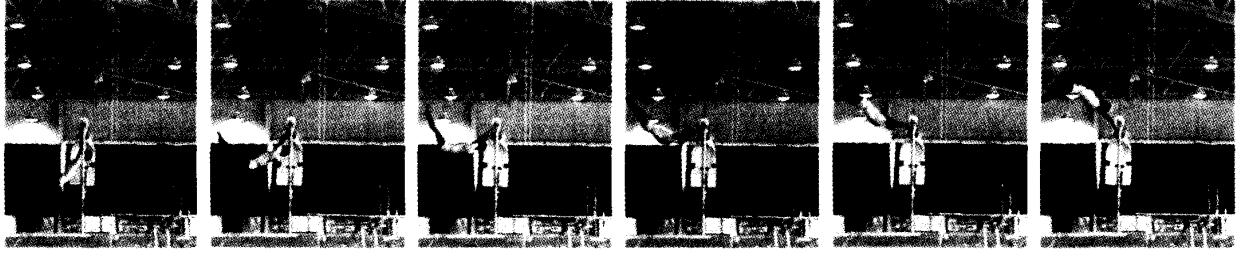
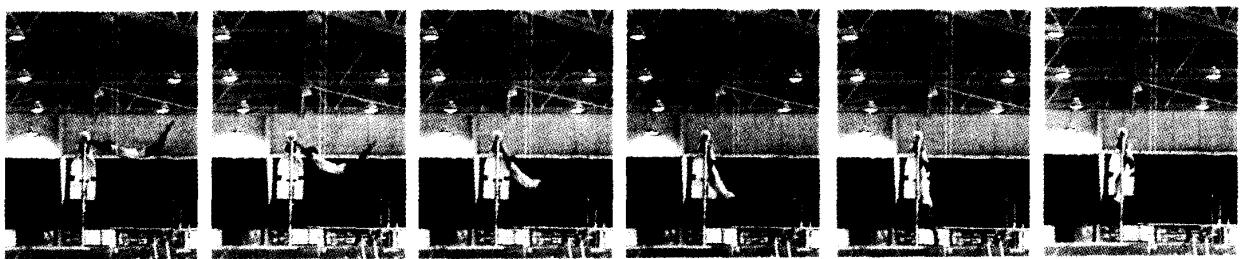
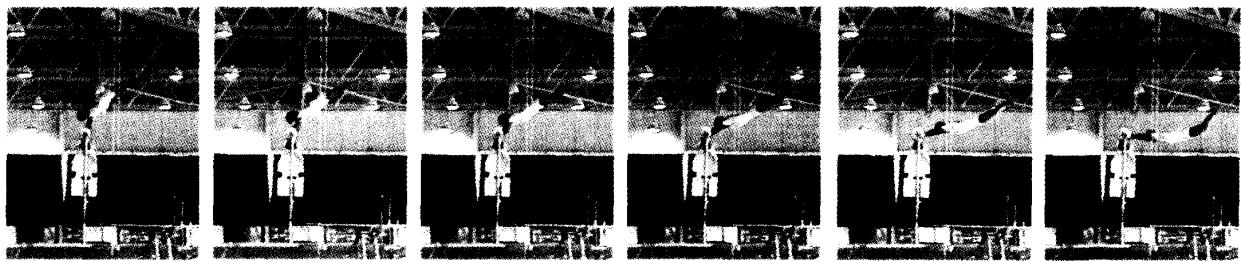
引用・参考文献

- 1) 阿江 通良ほか：日本人成人の身体部分係数の実用化、日本体育学会第41回大会号、P.374
1990年
- 2) 朝岡 正雄：運動の他者観察、学校体育 日本体育社 1989年8月号
- 3) 朝岡 正雄：体育における自己観察の役割、 学校体育 日本体育社 1989年9月号
- 4) Auspurg, D. : Modellierung und Computersimulation im Gerätturnen. In: Training und Wettkampf. Leipzig, H.2/3, 1990, S.76-86
- 5) Daugs, R./Mechling, H./Blischke, K./ Olivier, N. (Hrsg.) : Sportmotorisches Lernen und Technik- Training. Band 1, Verlag Karl Hofmann Schorndorf, 1991
- 6) Daugs, R./Mechling, H./Blischke, K./ Olivier, N. (Hrsg.) : Sportmotorisches Lernen und Technik- Training. Band 2, Verlag Karl Hofmann Schorndorf, 1991
- 7) FIG : Wertungsvorschriften (Männer) , Ausgabe 1989
- 8) 金子 明友：体操競技のコーチング、大修館書店、1974年
- 9) Kameko, A. : Prolegomena zur Methodeik der sporttechnischen Neugestaltung, 筑波大学体育科学系 紀要 第8巻 P.101-113, 1985
- 10) 金子 明友：スポーツ技術創作の方法論序説（朝岡訳）、運動形態学研究会会報、
第3号 1986年
- 11) 金子 明友：運動観察のモルフォロギー、筑波大学体育科学系紀要、第10巻 1987年
- 12) 金子 明友・朝岡 正雄編：運動学講義、大修館書店、1990年
- 13) Knoll, K. / Alt, W. : Rechnersimulation im Gerätturnen von zwei neuen Flugelementen am Sprungpferd und am Boden. In: Training und Wettkampf. Leipzig, H.2/3, 1990, S. 87-99
- 14) Knoll, K. : Schnellauswertprogramme im Gerätturnen. In: Training und Wettkampf. Leipzig, H.8, 1990, S.90-96
- 15) Krug, J. : Zur effektiven Nutzung von Informatik und Rechentechnik im Training. In: Training und Wettkampf. Leipzig, H.2/3, 1990, S.9-25
- 16) Krüger, H. : Fehlerkorrektur beim Üben und Trainieren. In : Theorie und Praxis der Körperkultur und Sport. Leipzig, H.8, 1981, S.623-626
- 17) KTS体操研究会編：幻のスポーツ王国 東ドイツ体操の秘密、自由現代社、1991年
- 18) Meinel, K. : Bewegungslehre, 1Aufl., 1960
- 19) マイネル、K/ 金子明友訳：スポーツ運動学、大修館書店、1981年
- 20) 日本体操協会：研究部報 第1号、1962

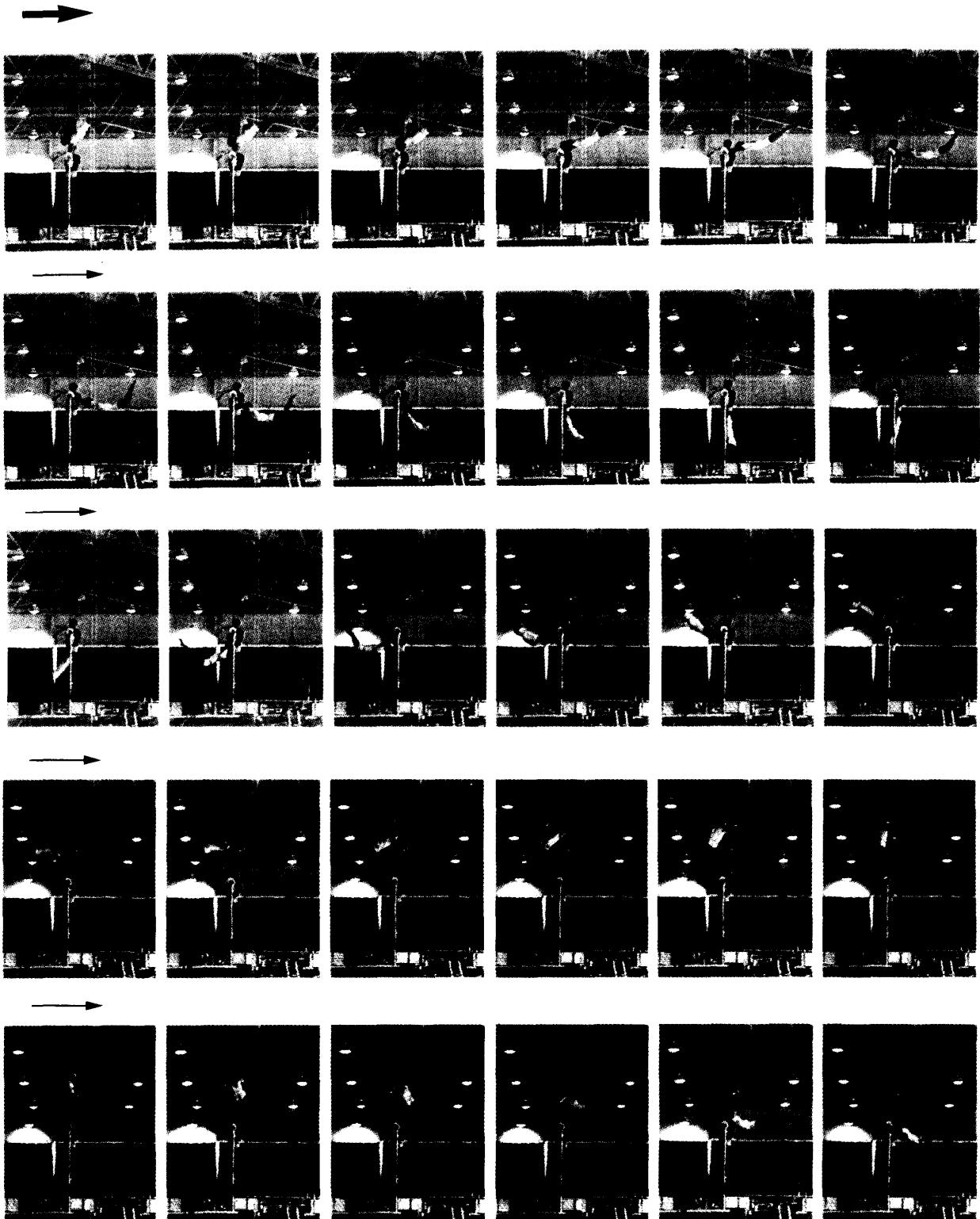
- 21) 日本体操協会監修／小野泰男編著：体操日本栄光の物語、キネマ旬報社、1972年
- 22) 日本体操協会：採点規則（男子編）1989年版
- 23) 岡本 敦：シミュレーションによる新技開発の可能性を探る、日本体操協会研究部報 第66号、1991年 P.10-15
- 24) Rockmann-Rüger, U. : Motorisches Lernen. Experimentelle Studien zur Rückmeldung von Bewegungsablauf und Bewegungsergebnis. In: Sportpsychologie , H.1, 1990
- 25) 佐藤 徹：運動の質的把握の方法に関するモルフォロギー的研究、スポーツ運動学研究 第3巻、1990年
- 26) 佐藤 徹：ロンダート-後転とびにおける加速技術、日本体操協会研究部報 第69号、1992年
- 27) 佐藤 誠：運動学習における運動修正の問題性、沼津工業高等専門学校研究報告、 第25号、1990年
- 28) 白石 豊 / 山脇 恭二：後転とびの着手技術に関する一考察、日本体操協会 研究部報 第63号、1989年
- 29) 白石 豊：体育科教育における運動観察能力の育成に関する研究(その1)、福島大学 教育実践研究紀要、第18号、1990年
- 30) Shiraishi, Y. : Synthesizing Quantitative Analysis and Qualitative Comprehension of Movement. In: Summaries "Biomechanics in Gymnastics" Cologne 1992, S. 72ff.
- 31) Takeda, Y./ Shiraishi, Y./ Tuchiya, J : Technical Analysis on Tkachov Stretched with 1/1 Turn on Horizontal Bar. In: Summaries "Biomechanics in Gymnastics" Cologne 1992, S. 12 ff.
- 32) 渡辺 良夫：体操競技における運動技術の史的発達に関するモルフォロギー的考察、 スポーツ運動学研究、第4巻、1991年



基礎資料1 ロンダート～後転とび～後方伸身 2回宙返り（ミシューチン選手）



基礎資料2 伸身トカチエフ（田中光選手）



基礎資料3 伸身トカチエフ1回ひねり（田中光選手）