

## Techno Scope

アスリートを支える  
スポーツ用具

スポーツの世界では、アスリートのレベルが年々高度化し、見る者の想像をはるかに超えるパフォーマンスに驚くこともしばしばである。今回は、多くのスポーツの中から鋼製の用具を使用している3つの競技をピックアップし、用具や材料の側からスポーツを見てみる。

フェンシングの国際試合では、強靱で安全性の高いマルエージング鋼の剣が使用される。

素早い剣さばきで見る者を魅了する  
フェンシング

## 日本でも人気の高まるフェンシング

中世の騎士たちの剣術から生まれたと言われるフェンシング。フェンシングとは英語のdefence（防ぐ、守る）が語源で、「身を守る、名誉を守る、ルールを守る」という意味が込められているといわれる。幅1.5～2 m、長さ14 mの細長いピスト（試合用コート）の中で、2人の競技者が、いかに相手の攻撃をかわし、自分の攻撃をくり出すかを競う競技である（図1）。フランスやイタリアなどヨーロッパを中心に世界で行われているが、最近では日本選手が国際大会で活躍するようになり、日本でも徐々に人気が高まっている。

フェンシングの用語はフランス語であり、種目は「フルーレ」「エペ」「サーブル」の3つである。それぞれで剣の形状や、ポイントが得られる有効面などが決められている（図2、3）。最初に、日本ではあまり知られていないフェンシングのルールを簡単に説明する。

「フルーレ」は、3種のなかでも基本的な種目といわれる。有効面である胴体部分を突くことによってポイントが得られ、使用される剣のブレード（剣身）は、正方形に近い断面形状をしている。フルーレでは、「相手が攻撃をしてきたら、その剣を

払ってからでなければ反撃をしてはいけない」というルールがある。これによって繰り広げられる攻撃と反撃の攻防が、フルーレの見どころとなっている。「エペ」はフルーレと異なり、有効面は全身で、相手の体のどこを突いても有効となる。エペのブレードは、三角形で曲がりにくい断面形状をしているが、これは昔ながらの決闘用の剣の形を受け継いだものである。「サーブル」は元々、騎馬民族による馬上の剣術から発展した種目であり、ブレードの断面形状は長方形である。他の2つと異なるのは、「突き」よりも「切り」が主体であることで、有効面は頭部を含む上半身であり、相手の有効面を剣のどこかで触れれば得点となる。

## 強さとしなやかさを両立したマルエージング鋼の剣

スポーツとして長い歴史を持つフェンシングだが、以前は統一ルールがなく、判定をめぐることも多かった。国際スポーツとしてのフェンシングの歴史は1913年に国際フェンシング連盟（FIE）が設立され、国際試合のルールが統一されたことから始まる。

統一ルールの1つとして導入されたのが電気審判器である。電気審判器はピストの中央に置かれ、審判器からコードの巻き取り器などを経由して選手のジャケットと剣にコードがつながっている。ブレードには銅線が取り付けられており、選手が突きや切りにより相手の有効面に触れると、電気信号によってランプ

が点灯する。電気審判器の導入以前は、剣先に付けたチョークを使って判断するなどの方法が用いられていたというが、高速の技が繰り出される中では公平な審判は難しかった。1936年、電気審判器がエペで初めて導入され、突きの判定精度が向上したことから、以後他の種目にも適用されるようになった。

使用する剣においても統一ルールが定められている。1980年代の国際大会で、試合中に折損した剣で世界トップクラスの選手が負傷する事故が起こった。これを契機として用具の安全性を見直す取り組みが行われ、国際大会で使われるブレードの素材は、従来の炭素鋼に替わり、マルエージング鋼（マラジン鋼とも呼ばれる）と定められた。このほかにも、ユニフォームやマスクなども、安全性を考慮して使用材料などのルールが決められている。

マルエージング鋼はマルテンサイト・エージング鋼に由来した名前で、低炭素ニッケル鋼にモリブデン、コバルト、チタンなどの成分を添加した超強力鋼である。すぐれた引張強度、疲労強度、靱性を有し、ロケット部品、航空機部品、自動車部品などに使用されている。製造されたブレードは超音波探傷検査などの入念な検査を経て、FIEの刻印が押されて製品となる。

一流選手の試合のスロー映像を見ると、剣は突いた瞬間にまるでゴムのように曲がることもある。大きな圧力がかかっても十分にしなり、元の形にもどるような材質であることが必要であり、マルエージング鋼が選ばれた。またマルエージング鋼は、ブレードが折損しても鋭い断面になりにくい、などの特徴があり、この点でも安全な剣だといえる。

マルエージング鋼の剣の寿命は、使い方にもよるところが大きいですが、3か月から半年程度といわれている。しかし一度折損した剣は、修理しても破損箇所が弱くなるため、使うことができない。現代のフェンシングの選手たちは、強靱なマルエージング鋼の剣に勝負を託し、試合に臨んでいる。

## 高度なテクニックで雄大な放物線を描く ハンマー投げ

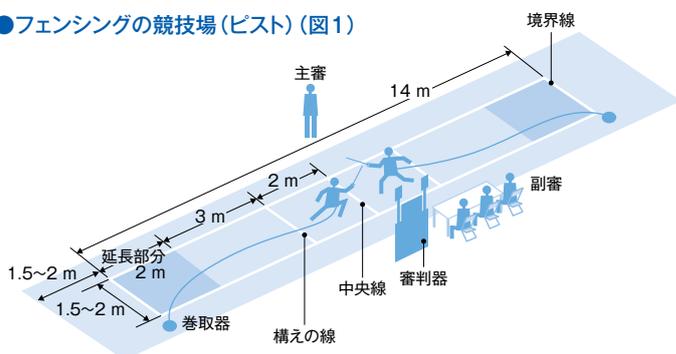
### 人気が集中する日本製器具

ハンマー投げ決勝戦、ある選手が用意された複数のメーカーの器具の中からA社の器具を選び、飛距離を大きく伸ばした。すると、その後に投げる選手もつぎつぎとA社の器具を選び、試合はA社の器具を中心に展開されることとなった。

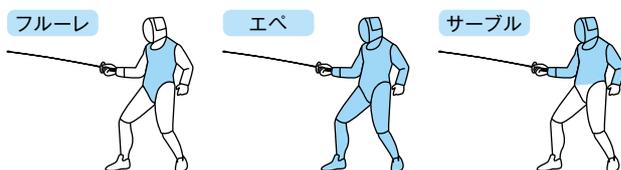
これは国際大会等のハンマー投げ競技でしばしばみられる光景である。上位8人が最大で6回投げベスト記録を競う決勝戦は、選手同士の心理戦が繰り広げられる。良い記録が出れば他の選手にはプレッシャーがかかる。ふだん使い慣れた器具よりも当日良い記録を出した器具に望みをかける選手も多い。そのため競技をリードする選手がどの器具を選ぶかは非常に重要となる。そして近年、数多くの国際大会で選ばれているのが日本製の器具である。金、銀、銅メダル獲得者の多くが日本製の器具を選び、すぐれた成績をのこしている。

## フェンシングのルールと用具

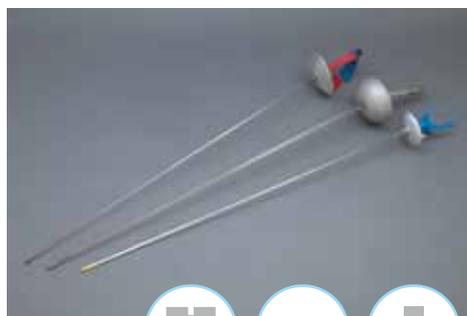
### ●フェンシングの競技場（ピスト）（図1）



### ●フェンシングの有効面（図2）



### ●フェンシングの剣（図3）



#### 断面形状

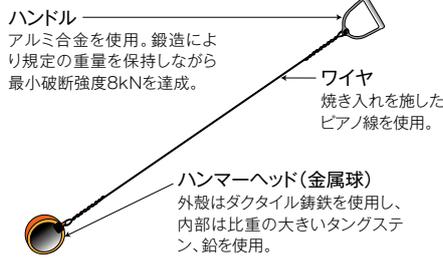


フェンシングの剣は種目により異なる（写真下からフルーレ、エペ、サーブル）。ブレード（剣身）には銅線が取り付けられ、突きや切りが有効になると電気が流れる。ブレードにはマルエージング鋼が使用される。

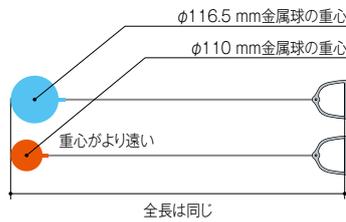
（資料提供：（株）東京フェンシング商会）

ハンマー投げ競技と器具の特徴

●器具の構成(図4)



●金属球の直径と重心の関係(図6)

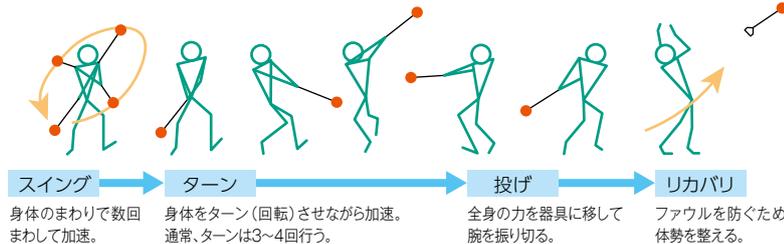


●加工中の金属球(図7)



職人によって金属球一つ一つのバランスを調整しながら、ムラのない球面に削りだす。(資料提供: (株)ニシスポーツ)

●ハンマー投げの動作(図5)



高精度な作り込みで重心をより遠く

ハンマー投げの器具はハンマーヘッド(金属球)、ワイヤ、ハンドルの3つの要素で構成される。材料は競技規則に定められた条件\*を満たすよう各メーカーにより選定されている。近年多くの選手に選ばれている日本製器具は金属球の外殻にダクタイル鋳鉄、中心部にタングステン、鉛を詰めている。ワイヤはピアノ線、ハンドルはアルミ合金を使用している(図4)。

ハンマー全体の重さは砲丸の重さと同じで男子が7.26 kg、女子が4.00 kgで、砲丸投げと同様に直径2.135 mのサークル内から投げ出されるが、砲丸投げの世界記録が23.12 mに対して、ハンマー投げは86.74 mと3倍以上の飛距離となる。これは約1 mのワイヤに繋がった金属球が回転することによって大きな遠心力を得て加速するからである。ハンマー投げの動作は、金属球を数回スイングしてから3~4回転のターンをして遠心力を与え、ハンドルをはなして投げ放つ(図5)。この金属球を投げ放った時の速度が速いほど飛距離が伸びることがわかっている。そのためいかに大きな遠心力をつくるか。室伏重信選手は小柄な日本人でも互角に戦えるよう身体をできるだけ後ろに倒して身体の回転半径を大きくし金属球に遠心力を与える「倒れこみ」を考案し、その技術は室伏広治選手に受け継がれている。

遠心力は選手の手から金属球の重心の位置が遠ければ遠いほど大きく働く。そのため人気の日本製器具は比重の大きいタングステンを中心部に採用することで金属球の小径化を図り、

重心を遠い位置においている(図6)。さらに金属球の重心は「中心から6 mm未満」と規定されているが、ルール範囲内で最大限外側になるよう調整し、より大きな遠心力が得られるようにしている。

ハンマー投げは全身の筋力と瞬発力、そして力学を考慮した高度な技術が要求される競技である。使用される器具は高精度に作りこまれたものほど、選手の動きに忠実に従い、技術の向上に寄与するという。人気の日本製器具は金属球を独自の砂型を用いて均一な中空構造に鋳造し、さらに職人がバランスを調整しながら完全な球面になるよう表面を切削している(図7)。丁寧な日本のものづくりもトップアスリートに選ばれる理由の一つとなっているのであろう。

最適な「しなり」が高得点を生む  
鉄 棒

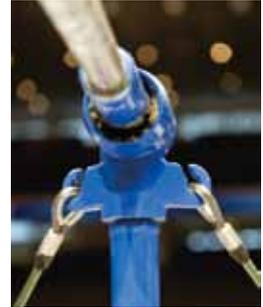
激化する高難度への挑戦

日本のお家芸といわれる体操競技。競技スポーツとしての体操は、男子は床運動・鞍馬・吊り輪・跳馬・平行棒・鉄棒の6種目、女子は跳馬・段違い平行棒・平均台・床運動の4種目で競われる。

体操競技は、技や運動の難しさの程度で競われる。評価は、A~GまたはIまで、7または9段階に分類されそれぞれ0.1~0.7または0.9点が配点されている。そして10個の技の点の合計が、Dスコア(Difficulty)と呼ばれる演技価値点になる。これ

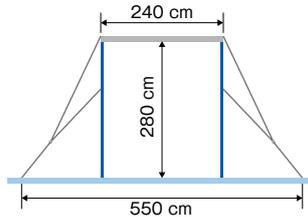
\*日本陸上競技連盟の競技規則によると、例えば金属球の材料は「堅固な鉄または真鍮より軟らかくない他の金属もしくは、前記の金属の殻に鉛その他の固い材質をつめたものとする」と定められている。

## 鉄棒の器具と構造(図8)



鉄棒は、床面の四方からワイヤで引っ張って固定されている。バーには高周波焼入れが施されている。

バーの支柱取り付け部。バーの中空部にはワイヤが通してある。



バーの取り付け部は一定角度まで360°自在に回転する機構となっており、バーにかかる力を妨げないように工夫されている。

(資料提供: セノー(株))

に演技のできばえを示すEスコア(Execution)が加えられる。

以前の技の難度はA、B、Cの3段階に分類されていたが、選手たちの技の進歩により難度の評価方法は変化してきた。1964年の東京オリンピックの時代には、特に難度の高い技を「ウルトラC」と評していたが、1985年にはD難度、1993年にはE難度、さらに2006年にはF難度、G難度が導入された(2013年からの採点規則で女子にI難度もある)。現在では難度が高い技ほど得点の伸びやすいため難度の高い技を行う選手が増加している。

## 厳しい検査をクリアする鉄棒

体操競技のなかでも鉄棒は、とくに最近離れ技の難易度が上がり、鉄棒にかかる負荷も年々大きくなっている。特に最近のダイナミックで高度な技術を要するような技は、器具のしなりを前提として生み出されている。

鉄棒の仕様は、国際体操連盟(FIG)によって定められている(図8)。高さ280 cmに設置されるバーの寸法は、外径2.8 cm、長さ240 cmである。鉄棒と呼ばれながら、バーの形状は中空管で、工具鋼(SK24)が使われており、高周波焼入れを施して強度と弾性を兼ね備えている。中空部には、使用中にバーが折れたり倒れたりした場合でも選手の安全性を保つため、ステンレス鋼製ワイヤが通っている。

バーには、常に大きい負荷がかかるが、硬すぎれば脆くなり折れやすく、柔らかすぎれば曲がってしまう。FIGではバーの性能試験を義務付けている。たとえば、スイング荷重試験では、バーに振り子試験機を取り付け、選手が前後に体を揺らして

いるような状態として、所定の変位量範囲になるかどうかを測定する。振動性能試験では、バーに振り子試験機を取り付け、振動数や振動半減時間を測定する。また独自の耐久性試験により、繰り返し負荷における破断回数条件をクリアしているかについて確認しているメーカーも少なくない。

体操器具のメーカーは世界各国にあり、同じFIGの基準に適合しているとはいえ、それぞれに特徴がある。国際大会を戦う選手たちは、使用される体操器具の特長を見極めるため、大会前に同じメーカーの器具で練習をするなどの工夫をしている。また、ワイヤの張り具合は微妙に調整することができ、バーが自分の好みに合ったしなり方になるようにするという。器具に左右されずに、つねにより成績を残せるのが、本当に強い選手なのかもしれない。

一流選手たちが競う大会ばかりでなく、体操器具は多くの学校や体操クラブなど、全国に広がっている。しかし、体操だけの常設体育館ばかりではないので、使用するたびに器具を移動し組み立てて、使い終わると収納するような使い方をされる場合も多い。そのため鉄棒では、体育館の中での運びやすさ、組み立てやすさ、軽量性など、扱いやすさを高める開発も行われているという。

鉄棒の歴史は、高難度な技の追求の連続であった。宙返り、ひねり、離れ技など、難度の高い技を美しく行い、ぴたりと着地を決める。選手たちは、この後いったいどんな動きを見せてくれるのだろうか。

●文 杉山香里、藤井美穂

●取材協力 (株)東京フェンシング商会、(株)ニシ・スポーツ、セノー(株)