

○ Session I 講演

体力研究のこれから－人生100年の体力設計

星川 佳広

(日本女子体育大学スポーツ科学科教授, 基礎体力研究所所長)

1. 基礎体力？

本年度のフォーラムは、「基礎体力を考える－研究所30年の節目に」をテーマとした。研究所の設立は約30年前の1989年である。30年前にどのような意図が込められ研究所がつけられたのか、30年前の体力に関わる学術的理解、時代背景はどうであったか。今後、研究所活動を進めるうえで、私にとってもその他の特に若い先生方においても、それをぜひ知っておくべきだと思った。

しかしもう一つ、より大きな理由があった。所長である私自身が“基礎体力”をうまく咀嚼できずにいたことであった。なぜわざわざ“基礎体力”研究所なのか？研究所入口には「Research Institute of Physical Fitness」と英語表記（直訳すれば体力研究所）されている。単に“体力”研究所でよかったのではないか？そもそも“体力”と“基礎体力”は何が違うのか？

体力を生理学の研究対象とし、行動体力、防衛体力の概念を打ち立てた猪飼（1962）は、体力を「体力とは人間の生存と活動の基礎をなす身体的及び精神的能力である」と定義し、これ以上、“基礎体力”という概念を別に設ける必要はない、と記している。猪飼は本研究所の系譜に強く影響した存在である。しかし、その研究所の名称は猪飼の考えに則していない。フォーラムのテーマ設定には私自身の戸惑いが発端であった。

その一方で、所長になって2年を経て、“基礎

体力”を冠した研究機関が、女子体育発祥の地であり、開学当初より生理学、解剖学等が教えられた本学に存在することは、研究所設立の意図とは別にして、こうなる定めにあつたのではないか、むしろ面白いと感じ始めていた。それは、世界一の少子高齢化かつ人口減少が確実に進むこれからの日本において、持続可能性という近年生まれた概念にそって、“基礎体力”を新たに位置づけられるかもしれない、という期待でもある。

2. 体力の概念の変遷

体力の世間一般での解釈、あるいは学術的な理解も、時代によって変化する。体力の概念の変遷は時代時代の体力測定の内見方に見て取れる。昭和初期の運動生理学者、吉田章信の記述を見ると、当時の体力測定とは身長、体重、胸囲などのからだの大きさを測ることであったと理解できる（吉田1939）。栄養が十分でない時代、体力の生理学的理解がなされていない時代、当時の人々にとって、からだの大きさこそが体力そのものであったと推測できる。昭和初期、国民の体力向上を意図して国民体力法が制定され、未成年には体力検査が義務付けられ、その結果を記録した体力手帳－当時の表記は「體力手帳」が配布された。この時の体力検査は身体計測（身長、体重、胸囲）および機能検査（色覚、聴力、精神機能と運動機能）であった（松井1995）¹。

¹当時の体力検査は徴兵制とともにあった。それは軍事目的に専ら若年男子を対象とし、戦力強化を意図した体力検査であった。女子の体力の概念や測定の歴史・経緯は、当研究所としては別の機会で整理が必要なテーマと考える。

時代は下り、1964年の東京オリンピック開催を機に文部省「スポーツテスト」が整備され、全国の学校で展開された²。スポーツテストは、体力診断テスト、運動能力テスト、競技種目別テストの3部門³で構想された。体力診断テストでは、筋力のテストとしての背筋力・握力や持久性のテストとしての踏み台昇降運動が測定された。一方、運動能力テストでは30m走、走り幅跳び、ハンドボール投げ、1500m持久走などが測定された。加賀谷(1985)は、このスポーツテストを、人体の能力を生理学的観点で整理し、段階的に区分された人体の働きの能力をそれぞれで評価しようとする点を優れた特徴とする、と評価している(Fig.1)。

Fig.1で興味深いのは、体力診断テストでみる「体力」が細胞から器官系に至る生理的能力の上にあり、さらに、体力診断テスト、運動能力テスト、競技種目別テスト全体をあわせて「体力」とする、体力に関する2つの視点が示されていることである。このスポーツテスト以前の(あるいは現在も)日本人にとって、体力とは後者の視点、すなわち、持久走のタイムや持ち上げたものの重さといったパフォーマンスや出来栄そのもののことであり、「体力」と「運動能力」はほぼ同義であった。これに対して、猪飼が生理学をベースに体力研究を盛んに進めたのは1960年代である。1964年の東京オリンピック当時、今は当たり前筋力トレーニングはほぼ普及していなかった。それは生理学的な筋肥大と筋力向上が結び付けて考えられていないためであり、当然の帰結であった。つまり、それまで運動能力や出来栄そのものを体力としてきたのに対し、体力の生理学的理解が進んだことで、そもそも体力と呼んでいた運動能力の下に

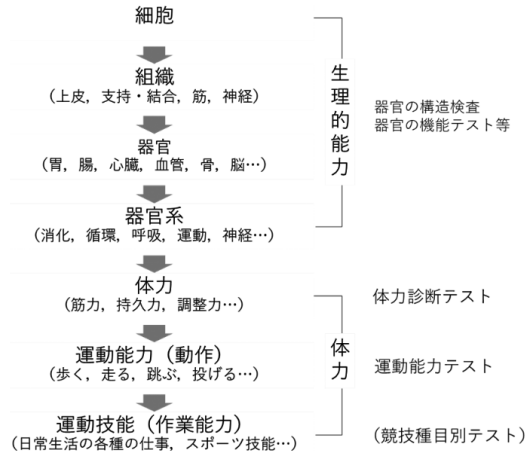


Fig.1 人体の働きの構造と「スポーツテスト」の部門との関係
(加賀谷(1985)をもとに星川作図)

その源となる何かしらの能力の存在がイメージされるようになった—それが「基礎体力」と結びついたのではないかと。

その後スポーツテストは、1999年、現行の新体力テストに移行した。この移行には、1970年代より欧米で広まった「健康関連体力(Health-related fitness)」の考えが影響している。そこでは、体力テストから心肺持久力、筋力、身体組成、柔軟性の4つを取り出し、運動能力とは区別して評価された。現在、ますます体力に運動能力よりも健康の意味合いが強くなっているが、研究所設立時の「基礎体力」の着想に影響したことも考えられる⁴。

3. Life Shift

2016年の世界的ベストセラー、「Life Shift-100年時代の人生戦略」という本がある。そこには、過去100年、世界各国の平均寿命は延び続け今なお止まる気配はない、2008年生まれた日本の子どもの2人に1人は107歳まで生き

²このスポーツテストの整備により、現在、私たちは日本人の体力レベルの経年変化をある程度正しく理解し議論することができる。1964年の東京オリンピックが日本人の体力不足を露呈させ、全国的なスポーツテストの導入になったわけだが、そのことと、前田理事長の基礎体力研究所の設立意図が根っこでつながっていることが山川先生の基調講演で分かった。姿勢を正される思いになる。

³実際には競技種目別テストは整備されることなく、体力診断テストと運動能力テストの2つで実施された。

⁴山川先生との質疑応答で、当時の宇土学長には一般人の健康増進の観点があったが、基礎体力研究所命名の前田理事長にはその考えはなかったようである。

る計算になる（これは日本が世界最長！）、「人生の最初の20年は教育を受け、次の40年は働き、残りは引退して余生をすごす」という私たちが漠然とイメージする人生の在り方はもはや成り立たない、これからは人生の時間とお金の使い方が変わる、ということが主張されている。具体的には、1998年生まれ（現在の大学4年生）は、1945年生まれ（その祖父母の世代）と比較し、「30年長く生きられるが20年長く働く（お金を稼ぐ）」必要があることがシミュレートされている。平均寿命がこのまま伸び続けるとは限らないが、社会が高齢化し、かつ子どもが減れば、働く期間がより延伸するのはその通りであろう。現在の大学生で既に80歳、次の世代は90歳、100歳近くまで社会参加し、働くことが求められる世の到来は十分にあり得ることと思われる。

それを前提とした場合、一生の中で健康、体力づくりをどのように位置づけるか、生涯の体力の設計図はどうあるべきか、介護予防を中心とした現在の高齢者の体力・健康づくりとは違うレベルでの議論が必要になるはずである。著者リンド・グラットンがビジネススクール教授であり、もちろんそのようなことまで触れられているわけではない。まさに私たち体力研究に携わる者に突き付けられる課題である。寿命ある限り働くことができる、ことは決して悪いことではないはずである。

4. 最大酸素摂取量の加齢変化

日本人の最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_{2max}$) は、現在において、横断的に見れば男性は10代後半に約50ml/kg・分、女性は10代前半に約39ml/kg・分まで向上させ、その後10年当たり約10-15%の割合で減退させる (Fig.2)。高齢者が介護を受けないために $\dot{V}O_{2max}=12-13$ ml/kg・分、活動的なライフスタイルを送るために20ml/kg・分が推奨されている (財団法人健康・体力づくり事業団2018)。活動的なライフスタイルを「社会参加し、働く」と捉えた場合、現在の

女性70歳は平均ですでにその水準を下回っている。20ml/kg・分はメッツ換算で5.7メッツ、 $\dot{V}O_{2max}$ が5.7メッツあれば生活活動での歩行 (=3メッツ) は50% $\dot{V}O_{2max}$ 程度の身体活動であり、おそらくは「社会参加し、働く」ことが可能である。一方、 $\dot{V}O_{2max}=12-13$ ml/kg・分であると、3メッツの歩行はほぼ100%の身体活動となり、働く視点では選択肢が極めて限られることになる。

例えば、100歳で $\dot{V}O_{2max}=20$ ml/kg・分を保持し、それ以前には10年10%の割合で $\dot{V}O_{2max}$ が減退するシナリオで逆算した場合、20歳時には $\dot{V}O_{2max}=46$ ml/kg・分を獲得しておく必要がある。現時点の男性平均値はこのレベルを超えている（あくまで平均が超えているのであって、これ以下の人は約4割存在する）が、女性平均値は約15%下回っている。 $\dot{V}O_{2max}=46$ ml/kg・分は、20mシャトルランテストでは89回に相当し、日本女子体育大学の学生でも到達できるものは多くない。すなわち、今後確実にやってくる80歳、90歳、100歳まで「社会参加し、働く」時代を見据えたとき、日本人の平均的な有酸素性能力、特に女性においてかなり（平均15%）上げないといけない実態、現状を少し変える程度では済まされない実態が理解できる。

Fig.2には、健康づくりのための身体活動基準2013 (厚生労働省2013) で示された生活習慣病にならないための $\dot{V}O_{2max}$ の基準も同時に含めてみた。その基準は女性の場合18-39歳32ml/kg・分、60-69歳26ml/kg・分である。60-69歳の26ml/kg・分は、現在の平均値と比較しかなり高値であることが分かる。一方、60-69歳で26ml/kg・分を保持するために、18-39歳で32ml/kg・分で足りるかなという印象をもつ。成長期に現状よりも向上させるか、あるいは、中高齢期の減退を現状よりも抑えるか、まさに体力づくりの設計図をどう描くかという問題となる。

私の測定屋としての感覚は、高校生スポーツ選手の $\dot{V}O_{2max}$ は男子50-70ml/kg・分、女子45-

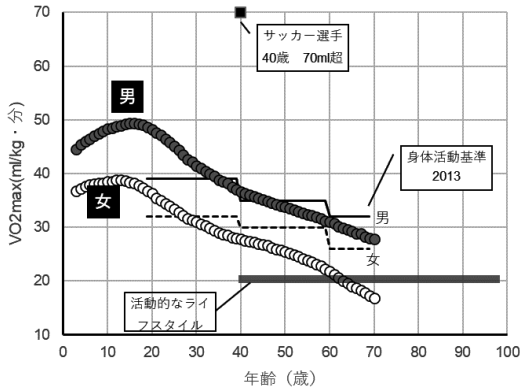


Fig.2 最大酸素摂取量の加齢変化
(首都大学東京体力標準値研究会編をもとに星川作成)

65ml/kg・分程度である。成長期に熱心にスポーツに取り組めば一流選手でなくてもこの程度までは高めることができる。また、私は40歳プロサッカー選手で70ml/kg・分を測定した経験がある (Fig.2)。この選手は30代の10年間ほぼこの水準を維持し、おそらくは成長期に高めた $\dot{V}O_{2max}$ を40歳まで維持したのだと考えられる。仮に、ここが加齢による減退のスタート地点ならば、20ml/kg・分まではかなりの余裕がある。

最近、日本プロサッカーリーグには30代、40代の選手がとても増えてきた。かつては30代ともなると体力低下が進行し、激しく動き回るサッカーはとてもできないと思われていたが、そんなことはなかったわけである。トレーニングのノウハウが蓄積された結果である。このように、現在、 $\dot{V}O_{2max}$ の女性平均値を15%改善することは難しいように思えるが、できないわけではないのだと信じた。

5. 貯筋は思春期がお得

福永 (2002) は、お金を貯める貯金にたとえ、筋を加齢による減退に備えて事前に貯めておく「貯筋運動」を提唱した。福永 (2002) によれば、加齢による筋断面積低下は10年あたり10%であるが、2日連続して全く身体活動をしなければ (ベッドレスト)、約1%低下する。

すなわち、2日の休みで加齢1年分の筋が失われる計算である。このエビデンスをもとに、現在、貯筋運動は介護予防を目的に全国各地で盛んに展開されている。これは上述の設計図でいえば、中高齢期の減退を現状よりもいかに抑えるか、という視点になる。「貯筋」は、 $\dot{V}O_{2max}$ 同様、「社会参加し、働く」ために不可欠な要素である。貯筋はまわりまわって貯金になる。

一方、私は成長期でいかに伸ばすか、成長期の貯筋にも着目したい。Fig.3は、高校生スポーツ選手 (Sports) の除脂肪量 (全身筋量の間接指標) と大腿部筋断面積を一般高校生 (Control)、一般成人 (Adult) と比較した結果である (星川 2010)。男女にかかわらず、高校生スポーツ選手は両指標ともに16~34%大きく、成長期にスポーツ参加することの絶大なる貯筋効果がうかがえる。前節で女性は $\dot{V}O_{2max}$ を平均で15%高めることを記述したが、この図は、その程度の増加は筋量に関しては成長期のスポーツ参加で達成可能と示唆するものである。

Fig.3の女性に着目すると、男性には見られる一般高校生から一般成人への両指標の増大がなく、一般高校生と一般成人はほぼ同じ値である。このことは女性では高校生ともなると自然成長による貯筋効果がほぼ期待できないことを意味する。成長期にトレーニング (≡スポーツ参加) した場合、①成長そのものによる増加分、②トレーニングによる増加分、③成長とトレーニングが相乗することによる増加分、で筋発育が起こると考えられる。③が成長期の“お得な”分といえるが、成長や生涯の各段階でどの程度、貯筋のお得度が異なるかについて興味をもっている。感触としては身長成長が顕著な思春期こそが最も相乗効果が大きいのではないかと感じている。女子は一般に男子に比べて2年早く身長成長のピークを迎え、早く終息する。お得な期間はそれほど長くないことが予想される。

中学高校のサッカー選手 (男) の場合、平均的には身長1cmの増加に対し除脂肪量を約1

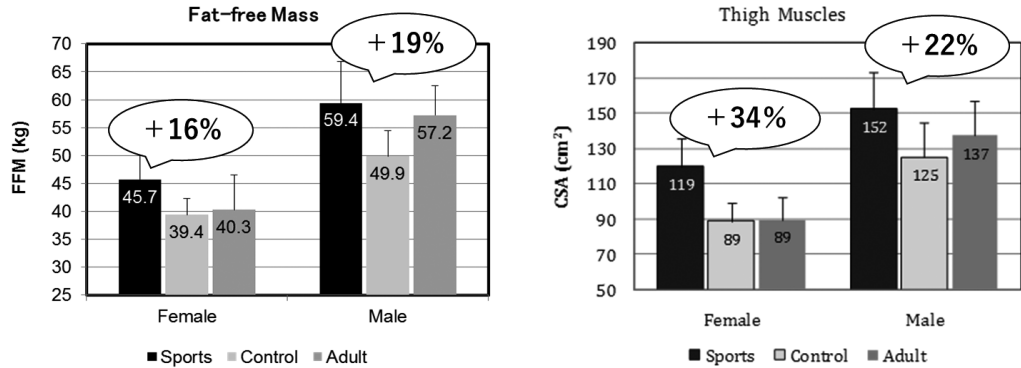


Fig.3 高校生スポーツ選手の除脂肪量 (Fat-free mass) と大腿部筋断面積 (Thigh muscles)
Sports 高校生スポーツ選手 Control 一般高校生 Adult 一般人
(星川 (2010) に加筆)

kg 獲得 (①の分) し、これにサッカーへの参加で年間約 1 kg が加算 (②③を合わせた分) される計算であった。つまり中高生時の 6 年間のサッカーへの取り組みは、加齢開始時 (20 代) の除脂肪量を約 6 kg 高める。この増加分が人生 100 年においてその個人、さらには社会全体にどのように役立つか、そのことの検証も今後の体力研究の範疇と考えたい。

6. 女子の現況から考える基礎体力

女子の場合、筋発育のみならず、Female Athlete Triad (女性アスリートの 3 主徴) にあるように骨成長についても男子以上に考える必要がある⁵。女性は閉経後に骨密度が大きく下がるが、閉経から 100 歳まではまだ約 50 年ある。その対策に 20~30 歳に現れる生涯の最大骨量をより高めておくことが重要とされ、そして女性の骨量もやはり、筋量同様、身長成長がピーク近辺のところに最も大きいようである (Bass 2000)。

一方、現在の日本の女性は、世界でも例外的なやせ傾向にあり、過去 10 年以上にわたり 20 代女性の約 20% が BMI18.5 未満である (厚生労働省 2018)。成長期のやせ・低体重は、筋

発育、骨成長に極めてマイナスであり、本来は起こるはずの体力の発達も望みにくくなる。また、月経異常を招き、そのことがさらに骨成長に影響する。さらには、低体重の母親による低体重児の出産は、当人のみでなく次世代の健康・体力まで影響することになる。最近では、やせ・低体重は 2 型糖尿病—筋不足による糖代謝異常との関連も指摘されている。

また、現在の中学生女子の約 20% は、1 週間の総運動時間 (体育の時間を除く) が 60 分未満である (スポーツ庁 2019)。この割合は男子や小学生女子と比較して中学生女子で高い。この割合は、指導現場の努力で少し改善傾向にあるもののなかなか大幅な改善には至っていない。上述通り、筋発育、骨成長ともに思春期が重要なはずで、おそらくはその時期を逃せば二度とない大きく伸ばすべき時期に、5 人に 1 人の女子に運動習慣がないのが現在の状況なのである。

ここまで概観すると、100 年の人生が当たり前になる時代に、成長期の体力づくり—それは人生 100 年の“基礎体力”づくりと呼んでよいものかもしれない—is、実は女子においてこそより一層重要なことに気づかされる。そして

⁵体育の旧字体“體育”は“骨豊、育てる”と書く。日本女子体育大学は、かつて日本女子體育専門学校であった。読んで字のごとく、日本の女子、骨豊、育てる専門学校である。“女子体(體)育”は骨を育てる印象も含蓄し、また“男子体育”とはあまり言わないので、ちょうどよい。

今、その立ち位置は男子以上に女子がよくない現状が浮かび上がる。

7. おわりに

基礎体力研究所が設立された1989年、日本人の平均寿命は女81.3年、男75.5年であった。現在それは女87.3年、男81.3年まで延長している。この間、国民医療費は約20兆円から40兆円へと倍増し、私たちは次世代に借金をつける形でこのシステムを何とか維持している。今、20歳の大学生が60歳になる40年後、日本の人口に占める65歳以上の割合は38.1%、若者と高齢者の比率は1.3対1になる。人口減少・少子高齢社会を次世代の負担なく持続可能にできるだろうか。

100年働くことを前提とした体力の獲得と維持はその重要な視点の一つと思われる。筋や骨は適応性高く、トレーニングや生活習慣によって変えることができる。しかし、どう変えればよいか。その方策、設計図は、現時点で十分とはいえ、まだまだ研究すべきことの多い未知未踏の領域である。体力の発達をいつどの程度進め、減退をどう防ぐか—これは今後、日本人がもつべき技量であり、そして、その技量は実は女性において男性以上に重要—このことを強く意識しておきたい。これは本学創立の二階堂トクヨ先生の「女子体育は複雑もすれば難しくもある」そのものであり、基礎体力研究所にも繋がってくるのである。

文献

- Bass, S. L.: The prepubertal years-A unique opportunities stage of growth when the skeleton is most responsive to exercise? *Sports Med.* 30: 73-78, 2000.
- 福永哲夫, 豊岡史: 貯金通帳. ワニマガジン社, 2002.
- 星川佳広: ジュニアスポーツ選手の筋の発育に関する研究—思春期後期での検討—. 中京大学大学院博士論文, 2010.
- 猪飼道夫: 「基礎体力とは」何か. 新体育, 猪飼道夫随筆集 (1973), ベースボールマガジン社, 156-161, 1962.
- 加賀谷熙彦: 児童・生徒の体力テスト—「スポーツテスト」に関わる若干の私見—. *Jpn. J. Sports Sci.* 4(8): 565-569, 1985.
- 厚生労働省: 健康づくりのための身体活動基準2013. <https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002xple.html> (令和3年8月24日確認)
- 厚生労働省: 平成30年国民健康・栄養調査. 2018. <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000688863.pdf> (令和3年8月27日確認)
- 松井秀治: 国民体力法とその関連法規. *Jpn. J. Sports Sci.* 14(2): 211-218, 1995.
- 首都大学東京体力標準値研究会編: 新・日本人の体力標準値II. 不昧堂出版, 2007.
- スポーツ庁: 令和元年度全国体力・運動能力調査. 2019. https://www.mext.go.jp/prev_sports/comp/b_menu/other/_icsFiles/afldfile/2018/12/21/1411922_009-037.pdf (令和3年8月27日確認)
- 吉田章信: 日本人の體力. 藤井書店, 1939.
- 財団法人健康・体力づくり事業団: 健康運動実践指導者養成用テキスト. 第13刷, 2018.