

第4章

運動能力測定と子ども一人ひとりの課題
を明確化するための分析及び指導の概要

第4章 運動能力測定と子ども一人ひとりの課題を明確化するための分析及び指導の概要

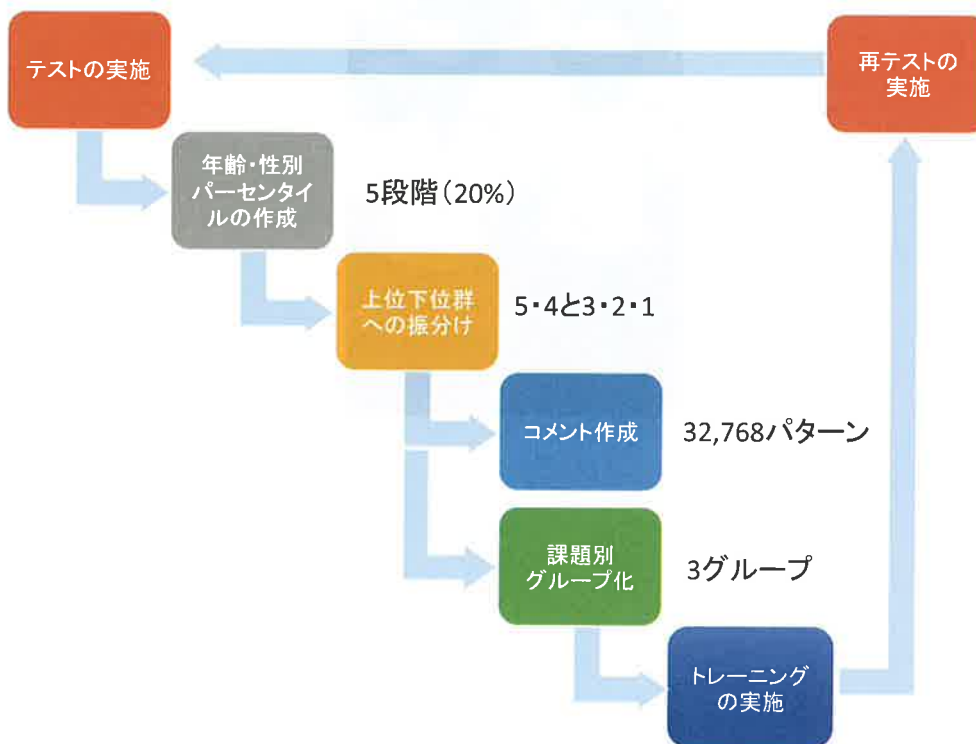
1. 取り組みの全体的な流れ

全体的な流れとしては、まず学校を事前に訪問し、測定およびトレーニングで使用する体育館（雨天となる可能性を考慮し、すべて体育館で実施することにした）を下見して測定機材の設置場所やトレーニング時のフロアデザインや動線の立案を行った。

原則として各学校には2回訪問し、1回目を測定、2回目を指導とした。ただし、周南市は1回の訪問で授業のコマを2回使い、測定と指導を行い、京都市の中学校は人数が多いため、クラス別の展開で学校訪問の数は各クラスに対して2回となった。

下図はプロジェクトの大まかな流れを示したものである。これを基に全体の流れを説明する。

図1. プロジェクト全体の大まかな流れ



(1) テストの実施

まず1回目の測定で、後述する種目についての運動能力測定を実施した。この測定には、龍谷大学スポーツサイエンスコース長谷川ゼミの学生とスポーツパフォーマンス分析協会の認定資格である「スポーツパフォーマンス分析士」(SPAS)を保有するものが中心となって各テストのデータを収集した。ウォーミングアップおよび測定間の空いた時間を利用して、身体全体を使って友達と活発に運動をする楽しさに触れさせるような各種の運動(アイスブレイキング・楽しいウォームアップ・運動・コミュニケーションゲーム等)が、同じく龍谷大学スポーツサイエンスコース松永ゼミの学生のリードで行われた。

各テストはその意義についての十分な説明の後、何回か練習を行い、本番を実施した。本番のテストも時間の許す限り、何回も実施し、ベスト記録を残した。

図2. 運動の楽しさに導入するためのウォームアップの実施



図3. さまざまなアイスブレーキングや交流のための運動ゲームを測定の合間に実施



(2) 年齢性別パーセンタイルの作成

2011年から蓄積してきた各年齢性別データに、新たに今回測定したデータを加え、各年齢性別のパーセンタイル順位を計算した。パーセンタイル順位とは、その年齢性別の児童・生徒数全体を100とした場合、それぞれの測定値を取った児童・生徒が全体の順位で何パーセントの位置にいるかを明らかにするための統計的手法である。今回は20パーセントごとの位置がわかるように全体を1～5までの5段階に分けた。これにより、例えば、10メートル走で2.20秒であった場合、それが同じ年齢性別の児童全体の10メートル走の能力の上位もしくは下位からどれ位の位置にいるかが明確となる。これらを単に10メートル走のタイムというパフォーマンスだけではなく、後述するようなその結果をもたらした要因やその他の運動能力との関連を探るために利用した。

(3) 上位と下位への振分け

個人ごとの評価シートを作成し、そこに今回の測定項目の測定結果のパーセンタイルをもとにした個人別のコメントを自動的に出力するための方法として、1～5までの段階を大きく4と5の「上位群」および3以下の「下位群」に分けてコメントの組み合わせをシステムティックに構成した。コメントは9行のセンテンスからなり、各センテンスの候補となる何種類かのセンテンスを組み合わせると、順列組合せ的には3万通りを超えるものとなった。現実的には運動力特性によってありえない組み合わせが存在するため、すべて

数え上げたわけではないが、実際には数百通りのパターンになったと思われる。これにより、個々の児童・生徒の測定結果が明らかに異なっているにもかかわらず、フィードバックされるコメントが全く同じ内容になることをほぼ完全に防止できたと考える。

(4) 指導のための課題別グループ分け

今回は指導の訪問が1回と限られていたため、主な指導ポイントを次の3点に絞った。まず、10メートル走のタイムの良し悪しを規定する要因が、静止状態からの出だしのスタート能力にあるのか、それとも加速がついてスピードが出てから後の10メートル地点手前で到達するようなトップスピードの能力にあるのかという観点から2つのグループに分け、個人ごとの課題を明確としてグルーピングを行った。このため、パーセンタイルに基づいて5段階に分けられたものを上位の4および5の段階に入った上位群の児童・生徒と3以下のグループに入った下位群の児童・生徒に分けた。

この2つの視点でのグルーピングでどちらにも分けることが困難な場合には、別の視点でグルーピングを行った。それは、対象となる子どもの10メートル走のタイムと、同じ10メートルという距離を切り返しを含めて移動するアジリティ（敏捷性）のテスト結果を比較し、この差の数値のパーセンタイルを計算し、この数値が大きいということは直線距離を走るのとは異なる切り替えしの部分に課題があると判断して、敏捷性のトレーニングを課題とするグループに振り分けた。

これでもどのグループに所属させるのがいいかを判断するのが難しい場合、これらの3つの項目に関連する別のジャンプテストから得られるデータを基に判断をした。これについては後述する。

測定結果に基づく個人別のコメントの入ったシートとどのグループでトレーニングをするか、についての情報は、トレーニングの訪問よりも前に各学校に送付された。

個人別カードの氏名はすべてIDナンバーで表示され、担任教員しか個人の特定ができないように配慮した。

(5) トレーニングの実施

以上のようにして課題ごとにグループ化された子どもたちに対して、日本トレーニング指導者協会の認定トレーニング指導者（AATI, SATI）が3名以上学校を訪問し、各グループに対して個別の指導を行った。このトレーニング時のウォームアップに際しても、運動の楽しさを体得させるための全身を使った活動が龍谷大学の松永ゼミの学生を中心として実施された。また、トレーニングの補助として、さらにトレーニングの成果を確認するための測定を実施するため、パフォーマンス分析士および龍谷大学長谷川ゼミの学生が参加した。

(6) 再テストの実施

トレーニング訪問の最後に、可能な限り再テストを実施した。小学校では45分、中学校でも50分という授業時間の中で、授業の導入、ウォームアップから開始し、さまざまなドリルや運動の経験をさせながら、また頭で理解してもらうための説明や活動を行い、最後にその成果を確認するという盛沢山の内容であったため、10メートルスプリントに関しては、出だしのスピードを改善することでスプリントタイムの改善にアプローチしたグループのみ再テストを実施し、トップスピードの改善によってタイム短縮を狙ったグループの再テストは実施することを断念せざるを得なかった。敏捷性の改善を目的としたグループに対してはほぼすべての学校で再テストを実施することができた。

再テストも一回目のテスト同様、時間の許す限り、希望する子どもには何回でもチャレンジさせた。

2. 参加学校の児童・生徒数および訪問内容と訪問日

本プロジェクトに参加した京都市及び周南市の学校名、学年及び児童・生徒数は末尾の参考資料別表の通りであった。各学校訪問を行った指導者数も延べ人数で示した。合計すると、学校数15、児童・生徒1885名、指導者はのべ493名であった。

3. 測定種目及び方法と各分析項目

実施した運動能力測定項目は、次の5項目であった。以下にそれぞれのテストの測定方法と分析項目について説明する。

① 10m スプリントテスト

- タイム
- スタートスピード（出だしのスピード）
- 10m トップスピード

② 繰り返し走テスト

- タイム
- 10m スプリントタイムとの差

③ 連続リバウンドジャンプ

- 跳躍高
- 接地時間
- バネ指数
- スティフネス

④ カウンタームーブメントジャンプ

- 跳躍高
- パワー
- 筋力
- スピード

⑤ 左右のバランス

- リバウンドジャンプの跳躍高
- 接地時間
- バネ指数
- スティフネス

(1) 10m スプリントテスト

WITTY 光電管（イタリア Microgate 社製）を用いて 100 分の 1 秒の精度でスタンディ

ングスタートから 10m 先のゴールまでのタイムを計測する。

同時に光学的ストライド分析システム、オプトジャンプネクスト（イタリア Microgate 社製）を 120cm の幅で走路に設置し、地上 3 ミリの高さで 1cm 間隔に配列された非可視 LED を用い、1000 分の 1 秒の精度で接地時間、滞空時間、ストライド長に関するデータをリアルタイムで得ることにより、スタートからゴールまでの一歩ごとのスピードを求めた。これをもとに、一歩目のスタートの出だしのスピード、および 10m 内に到達した最高スピード（通常最後の一步だが、その一步手間になることもある）を求めた。

図4 Witty 光電管タイマーによるタイム計測

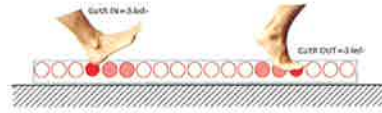


- ストップウォッチに対する優位性
（正確性、信頼性、客観性）
- 10m 走の微妙な変化を正確にとらえる (1000Hz)

(注) 光電管によるタイム計測は、ストップウォッチによる計測に比べて、その精度、客観性、信頼性がきわめて高く、スポーツ科学的分析においてはフィールド研究でも必須の機器としては幅広くさまざまなスポーツで活用されている。

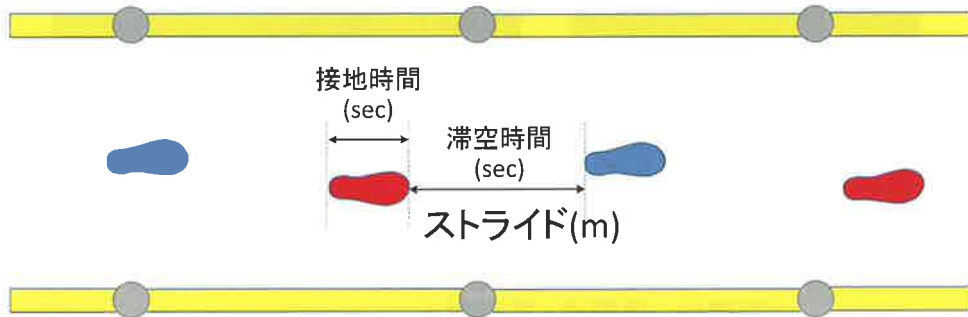
(注) 光学的ストライド分析システムは、身体に何も装着することなく、走るという運動のスピードを規定するストライドとピッチを分析するシステムである。海外では多くのプロスポーツ選手やチームでも選手の能力やコンディションを把握するために用いられている。

図5. OptoJumpNextによるストライドスピード分析



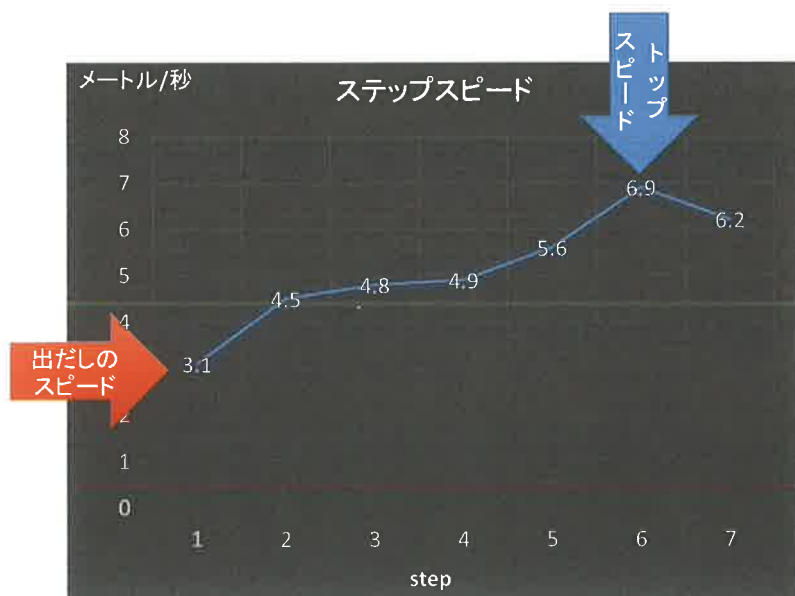
地上3ミリの高さに1cm間隔で非可視LEDを配列

図6. ストライドスピード計測の原理



$$1\text{歩毎のスピード(m/sec)} = [\text{ストライド(m)}] \div [\text{接地時間(s)} + \text{滞空時間(s)}]$$

図7. 一歩ごとのスピードを測定

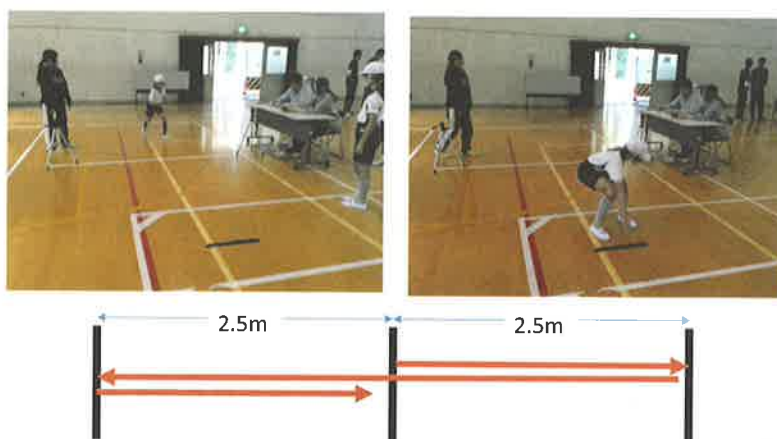


(2) 切り返し走テスト

切り返し走はいわゆるアジリティー（敏捷性）を測定するテストと位置付けた。中央のスタートラインから右か左に2.5m 移動し、地上のラインを手でタッチした後、素早く方向を転換をしてもう一方のラインまで移動し、最初とは別の手でタッチをして再び方向転換してスタートの中央ラインまで戻るといった運動のタイムを計測した。スタートおよびゴールラインとなる中央ラインの上に WITTY 光電管を設置し、100 分の 1 秒の単位でタイムを記録した。

切り返し走では、まっすぐ 10m 走るのとは異なる能力が必要とされる。スタートからの加速の後の減速、低い姿勢での停止、方向転換、再スタート、再加速といった運動課題を遂行する中で、筋力、パワー、柔軟性、バランスの能力が必要となる。同じ 10m という距離のスプリントとのタイム差がそのままこうした能力の総合的な高さを反映するとみなすことができる。

図8. Wittyタイマーによる切り返し走タイムの計測



スタート・加速・減速・停止・方向転換・再スタート
(筋力・パワー・柔軟性・バランス能力が必要)

(3) 連続リバウンドジャンプ

一般に「あの子にはバネがある」とか「バネのある走り」とか言われる際の「バネ」という言葉は、スポーツ活動において特徴的な能力を感覚的にとらえるときによく用いられているが、その実態について科学的に把握することは容易ではない。しかし、近年のバイオメカニクスにおいては、これを反応脚筋力指数、あるいは弾性脚筋力指数という指標で

捉えようと試みられてきた。その方法は、連続的なりバウンドジャンプを実施させ、滞空時間と接地時間を測定し、その比、すなわち、接地時間に対する滞空時間の割合をもって、バネの実態と見なそうとする試みである。跳躍の高さは滞空時間によって規定されているため、この指数は言い換えるならば、いかに短い接地時間でいかに高く跳び上がれるかという指数でもある。つまり、いくら高く跳躍できたとしても、そのために地面に大きな力を加えるために長い時間地面を押しているのではバネがあるとは言えないとみなすわけである。

したがってこの能力は筋の収縮活動によって筋力を発揮して地面に対して跳躍のための床から受ける反力を得るというよりも、アキレス腱をはじめとする下肢全体の筋・腱の複合的な力発揮特性によるところが大きいとみなされる。

(注) 筋肉には、機械的にひき伸ばされると縮むという弾性がある。その筋を骨につなげている腱にも筋より大きな弾性がある。これらの弾性をうまく使うことによって、単に筋肉が収縮するだけよりも大きな力、大きなスピード、大きなパワーを発揮することができる。

この能力の測定には三軸加速度計を用いた運動能力測定装置である Myotest (スイス Myotest 社製) を用い、子どもの腰に弾力性のあるベルトをしっかりと巻き、左右どちらかの骨盤上にマジックテープで装置を固定し、両手を腰に当てさせて、連続で5回のジャンプを行わせた。足が地面についている時間を短くしかも高く跳ぶようにという指示をし、何回か練習した後に、データを取るためのジャンプを行わせた。

(注) 三軸加速度計は、携帯電話にも内蔵されている極めて小さなセンサーで三次元空間での運動によって生じた加速度を正確に測ることのできる装置である。足が地面から離れた瞬間に重力加速度 (g)^{じゅうりょくかそくど} がかかるため、それによって身体が空中にあることを認識し、その滞空時間から跳躍した高さを計算によって求める。

測定項目としては、ジャンプ高、接地時間、バネ指数、スティフネスの4項目とした。スティフネスは着地時の重心の沈み込み距離で、重心の沈み込みの間に発生した最大の力を除した指数であり、連続的なジャンプの最終の身体の剛性の指標とした。

図9. 3軸加速度計Myotestを用いたバネカテスト(連続リバウンドジャンプ)



図10. 連続リバウンドジャンプの分析項目

- 高さ(滞空時間)
- 接地時間
- バネ力(=滞空時間÷接地時間)
- ステイフネス(ボディ剛性)



(4) カウンタームーブメントジャンプ

カウンタームーブメントジャンプはいわゆる垂直跳びである。立位姿勢から股関節・膝関節そして足関節を曲げることによっていったん沈みこみ、その反動を用いてできるだけ高く跳び上がるという運動である。一般的には手にチョークの粉をつけ、壁などをタッチしてその高さと立位で腕を上方に伸ばした高さとの差で測定することが多いが、壁の窮屈さによる跳びにくさ、最初のタッチの高さの正当性、さらに空中でのタッチのテクニックによって大きな差が生じる。そこで、リバウンドジャンプに用いたのと同じMyotestを用

いることにより、この問題を解消して、子どもの最大ジャンプから得られる値を収集した。腕の振りによる影響をなくすため、両手を腰に当てさせ、反動をつけて全力でできるだけ高く跳ぶように指示をして、3回のジャンプを実施させた。測定項目は、ジャンプ高、パワー、力、スピードの4項目であった。

(注) ジャンプ高、パワー、力、スピードは関連は深いがそれぞれ独立した要素であり、高く跳べたからといって、パワー、力、スピードが大きいとはかぎらない。また逆に跳躍高が低いからといって、パワーや力やスピードが小さいとも限らない。

パワーと力とスピードはジャンプ動作で跳び上がる前に発揮されるピーク値の3回の平均値であり、ジャンプの高さの変化とは直接的な関係にはない。つまり、どれだけ高く跳んだというだけでは測れない子どもの跳躍動作中にみられる脚のパワー、筋力、伸展スピードであり、それ自体が他の運動において発揮される能力の一要因となる。

図11. カウンタームーブメントジャンプテスト



図12. 反動をつけた垂直跳び

- 高さ
- パワー
- 筋力
- スピード



(5) 左右のバランス

連続リバウンドジャンプは左右それぞれの片脚でも実施した。それは、左右脚の筋力やパワーは誰もが必ず常に対称的であるとは限らず、左右差が存在することが少なからずあるためである。そのことが原因で運動能力に制限がかかってしまうこともある。例えばスプリントの一步一步のアンバランスが原因で、弱いほうの脚の能力によって文字どおり「足を引っ張られ」もし左右対称であれば本来なら到達可能なスピードに到達できないとか、左右の切り替えしで一方は素早くターンできるがもう一方では遅れるといったように、左右のアンバランスの改善が運動能力の改善につながる可能性を発見できる。

片足で実施するということだけを除き、連続リバウンドジャンプと全く同じ要領で、3回の連続リバウンドジャンプを実施した。引き上げ脚の影響をなくすため、Myotestはジャンプする側の骨盤に固定した。

図13. 片脚の連続リバウンドジャンプテスト



4. 分析項目間の関係と分析視点および方法

得られたデータを基に、子どもの運動能力の特性について分析した。その視点は、以下のようなものであった。

10メートルスプリントの能力はスタートからゴールまでの一步一步のステップスピードによって決まるが、特に「ヨーイ」の静止状態から走り始めた直後の出だしのスピードは、スピードに乗った最後の10m地点で到達するトップスピードとは全く同じ能力ではないというのが最近のスプリントスピードに関する研究の到達点である。そして、そのどちらが欠けても10mを速く走ることはできない。いずれかの苦手な方を伸ばすことが今のスピードを改善するための課題であるという視点から、ではどうすればそれが伸ばせるかという課題の発見に向かった。

一つは速く走るために必要な動作や姿勢の改善であるが、動作分析を行わなかったため、動作や姿勢については今回は指導時の検討課題とし、それ以外の改善の方策としては、出だしのスタートに必要な脚の伸展における爆発的筋力や爆発的パワーと、トップスピードの向上と維持に必要な弾性要素すなわちバネという二つの要素との関連から解決すべき課題を見出そうとした。

すなわち、スタート時の出だしのスピードに改善の余地がある子どもで、カウンタームーブメントジャンプのパワーも下位群に当てはまる子どもは、カウンタームーブメントのパワーの改善と結びつけて、出だしのスピードを改善できる可能性があると考えた。一方、10mのトップスピードに改善の余地のある子どもで、リバウンドジャンプのバネ指数が低い子どもにおいては、バネの改善と結び付けて、トップスピードをさらに高めることができると考えた。

さらに、10mタイムと切り返し走のタイム差から、特に切り替えし走が10mタイムの割に遅い場合、カウンタームーブメントジャンプのパワーが低ければ、そうした動作で必要とされる低い姿勢、そして遅いスピードでの筋力やパワーに課題があると考えた。

5. 得られたデータの統計処理とフィードバックの方法

(1) 統計処理：パーセンタイルの作成

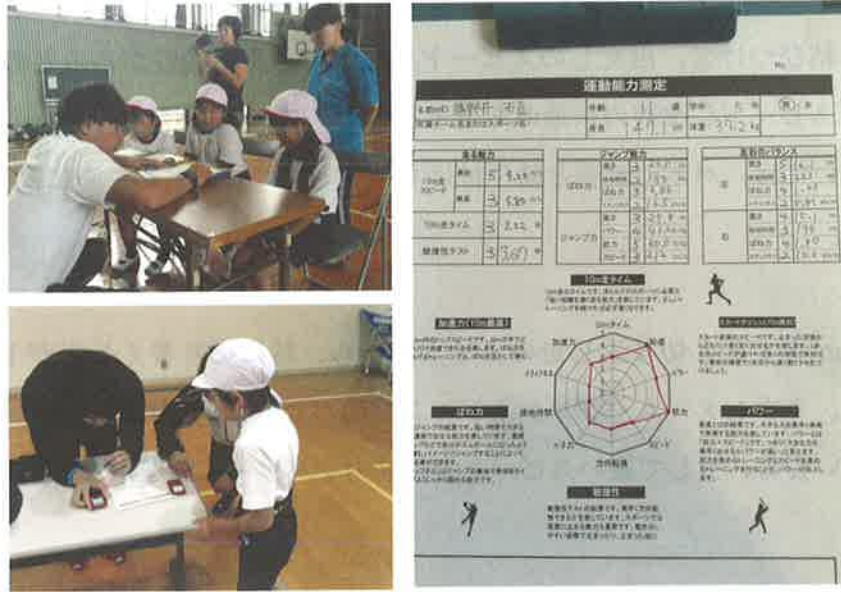
先述したように、得られたデータは性別年齢別にパーセンタイルを計算し、上位から下位まで20%ずつの5段階に分け、境界ラインのデータを求めた。

(2) 5段階評価に基づく個人別フィードバック用紙の作成とコメントの記述

パーセンタイルを基にした5段階により、レーダーチャートを作成し、特に改善が必要な項目、特に優れている項目が一目でわかるようにし、子どもたちに自分の潜在能力や改善課題が一見してすぐわかるように工夫した。

児童数が少ない場合で時間的に余裕がある場合には、その場でパーセンタイルテーブルから5段階を記入し、レーダーチャートを作成し、フィードバックを行った。学校によっては高学年の子どもたち自身にこの作業を行わせ、自分の運動能力特性についての発見や探究することの面白さを体験させた。

図14. 測定結果のフィードバック



(3) フィードバックコメントの作成

フィードバックコメントを作成するための基礎とした項目は、下の一覧表に示したように、9項目であり、それぞれの項目に関連するいくつかの要因が4もしくは5段階であれば高い（H）、3段階以下であれば低い（M）という区別を前提として別々のコメントを作成し、それらの組み合わせによって個々の子どもに応じたコメントが入力されるようにした。

表1. コメントの項目組み合わせ

項目	スプリント能力	スタート能力	トップスピード能力	ジャンプ能力	敏捷性	バランス	トレーニング課題(走)	トレーニング課題(跳)	トレーニング課題(敏捷性・バランス)
パターン	8	4	4	4	2	2	16	4	3
要因1	10mタイム	出だしのスピード	トップスピード	高さ	切り返し走タイムと10mタイムの差	左右脚のバネ指数	出だしのスピード	CMJパワー	敏捷性
要因2	出だしのスピード	CMJパワー	バネ指数	CMJパワー			10mトップスピード	CMJ高さ	バランス
要因3	トップスピード						CMJパワー		
要因4							バネ		

CMJ:カウンタームーブメントジャンプ

フィードバック用紙の概略は以下の通りであった。資料として、報告書の末尾にサンプル用紙を掲載したので参照されたい。

図15. 測定結果の記録およびフィードバック用紙

The form contains the following sections:

- ID&個人情報:** Name, Age, Sex, Height, Weight.
- 測定データと5段階評価:** Tables for 10m Run, Start, Top Speed, Speed, and Shot, each with 5-stage evaluation results.
- 測定項目の説明:** Detailed descriptions for each measurement item.
- レーダーチャート:** A radar chart comparing the subject's performance across the five categories.
- コメント:** A text area for diagnostic comments based on the results.

次の表は、10mタイム、出だしのスピードおよびトップスピードのそれぞれがパーセンタイルによる5段階評価の4及び5段階で優れている（H）上位群か、3段階以下でやや劣る60%以下の下位群（M）かという区分から作成されたコメントの例である（表2）。

表2. 10mタイム・出だし・トップスピードの測定結果に基づく診断コメント(例)

10m走	出だし	トップ	コメント
H	H	H	走る能力が大変優れています。 「出だし」と「スピードの伸び」共に速いと言えます。
H	H	M	走る能力が優れています。 「出だし」が速いですが、スピードの伸びには改善の余地があります。
H	M	H	走る能力が優れています。 スピードの伸びが優れていますが、「出だし」に改善の余地があります。
H	M	M	走る能力が優れています。 「出だし」「スピードの伸び」共に改善の余地があります。
M	H	H	走る能力に改善の余地があります。 「出だし」と「スピードの伸び」のどちらも更に伸ばしていきましょう。
M	H	M	走る能力に改善の余地があります。 速い「出だし」を活かして「スピードの伸び」を更に高めると良いでしょう。
M	M	H	走る能力に改善の余地があります。 「出だし」を改善することで、優れた「スピードの伸び」を活かすことが出来るでしょう。
M	M	M	走る能力に改善の余地があります。 「出だし」と「スピードの伸び」の両方を伸ばしましょう。

以下の表は、同様のアルゴリズムで作成した、コメントの最後の行に入るトレーニング課題のコメントサンプルである。出だしのスピードとトップスピードというスプリント能力にかかわる項目をリバウンドジャンプのバネ指数とカウンタームーブメントジャンプのパワーという2つの項目と関連づけて、トレーニングの課題をコメントした。

表3. 出だし・トップスピード・バネ・パワーの測定結果に基づくトレーニング課題

出だし	トップ	パワー	バネ	コメント
H	H	H	H	更に走るスピードを伸ばしていきましょう。
H	H	H	M	連続で弾むジャンプのトレーニングをして、バネを重点的に鍛えると良いでしょう
H	H	M	H	地面を力強く素早く押して蹴るジャンプのトレーニングをして、パワーを高めましょう。
H	M	H	H	弾むような走り方を練習し、スピードをグングン加速させる走り方を身につけましょう。
H	H	M	M	連続で弾むジャンプや、力強く地面を押し下ろすジャンプのトレーニングをしましょう。
H	M	H	M	バネを鍛えるジャンプのトレーニングをし、バネを活かした走り方を身につけましょう
H	M	M	H	バネを活かした弾むような走り方と、地面を力強く素早く押して蹴るジャンプのトレーニングをしましょう。
H	M	M	M	地面を力強く素早く押して蹴るジャンプと連続で弾むジャンプのトレーニングをしましょう。
M	H	H	H	優れたパワーとバネを持っているので、一歩目から力強くスタートを切る走り方を身につけましょう。
M	H	H	M	パワーを活かした素早いスタートを身につけましょう。バネを鍛えるジャンプトレーニングも行いましょう。
M	H	M	H	地面を力強く素早く押して蹴るジャンプのトレーニングや、力強いスタートダッシュを練習しましょう。
M	H	M	M	連続で弾むジャンプと力強く地面を蹴るジャンプのトレーニング、力強いスタートダッシュを練習しましょう。
M	M	H	H	力強いスタートダッシュとグングンスピードを上げる弾むような走り方を身につけましょう。
M	M	H	M	力強いスタートダッシュとバネを使ってスピードを上げる弾むような走り方を身につけましょう。
M	M	M	H	力強く地面を蹴る素早いスタートダッシュと弾むような走り方を身につけましょう。
M	M	M	M	力強いスタートダッシュとグングンスピードを上げる弾むような走り方を身につけましょう。

6. 指導に向けた課題別のグルーピング

個人別のフィードバック用紙を学校を通じて各自に返送することと並行して、先述の視点から、出だしのスタート力の改善を課題としたグループ (A)、トップスピードの改善を課題としたグループ (B)、そして切り返し走における敏捷性を課題としたグループ (C) という3つのグループを作成した。結果的にこれら3つのグループはほぼ均等の人数となった。

数十名のクラスがさらに少数の3つのグループに分かれ、それぞれが別々の課題をもって、別々の指導者から、異なる内容の指導を受けるということは、子どもたちにとって、体育の授業では初めての体験であったであろう。少数のグループで自分と同じ課題に挑戦する仲間という意識を喚起し、他のグループとは違う独自の課題解決に向けて自分の運動能力が改善されるかもしれないという気持ちを高めることができたと考えられる。