項目反応理論によるサッカー選手のスプリントドリルの達成度評価

桑原鉄平*・見汐翔太**・中山雅雄*・
風間八宏*・浅井　武*・西嶋尚彦*

Achievement evaluation of the sprint drill for football players applying item response theory

KUWABARA Teppei *, MISHIO Shouta **, NAKAYAMA Masao *,
KAZAMA Yahiro *, ASAI Takeshi * and NISHIJIMA Takahiko *

Abstract

Purpose of this study applying item response theory was to draw up the degree of achievement criteria of the sprint drill. Experiment went with procedure below.

1) Compilation of item 2) analysis of quality of item and of the test 3) examination of propriety of the test 4) the compilation of degree of achievement criteria

The subject was 102 university students and graduate students who make the soccer special. And, they did the sprint drill, 50m running, stand broad jump, vertical jumping, bounding, bounding combination and hopping.

The sprint movement skill item of all 90 items has local independency, the one-dimensional nature, adaptability to 2PLM. It has unchangeableness in an estimated difficulty degree and discrimination and ability level. The sprint movement skill test to be comprised of all 90 items has adaptability to 2PLM and has high precision. The validity of the sprint movement skill test was not recognized. Degree of achievement criteria of sprint operational technical skill 90 item were drawn up from item quality analysis and test quality analysis.

Key words:　achievement evaluation, item response theory, sprint drill

1. 目　的

財団法人日本サッカー協会（以下：JFA）は、小中学生を対象とした走り方の基礎を学ぶための「サッカー選手のためのランニングドリルDVD：小中学生対象」を作成した[10)]。このプログラムは､小中学生がスプリント能力を高め、効率の良いランニングフォームを獲得して、将来的にサッカーのパフォーマンスを高めることを目的としている。ランニングフォームの習熟過程において、スプリントドリルの活用が促進されると考えられ、さらにそれらのドリルを効果的に用いるためには、達成度評価基準が必要

* 筑波大学体育科学系
Institute of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba
** 筑波大学大学院人間総合科学研究科体育科学専攻
Division of Sports Sciences, Gradute School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba

不可欠であると考えられる。

従来のテスト評価方法は、相対評価であり、問題の配点の仕方やテスト問題の難易度によっても点数が大きく異なっていた。また、偏差値などを用いた場合も標本集団により点数が左右されてしまい、本来の能力値を正しく評価できていなかった。そこで、新たなテスト理論として項目反応理論が研究され、言語教育分野を中心に応用されてきた。項目反応理論は識別力や困難度といった特性値の定まった項目への回答パターンを分析することによって、対象者の能力を推定し、絶対評価が可能となる。体育科学における項目反応理論の研究成果もいくつか報告されている[1,3,4]。青柳は、項目反応理論を用いて幼児の投動作フォームを評価するテストを作成した[3]。また、青柳は、バスケットボールのシュートにおいて、スキルを測定するテストへの項目反応理論の適用可能性について検討し、能力特性値を求め、評価できる診断シートを作成した[4]。

本研究では、JFA 監修のスプリントドリルにおけるスプリント動作技能の達成度評価基準を作成することを目的に、スプリント動作を定性的に構造化し、絶対評価テスト理論である項目反応理論を適用して、スプリント動作技能の項目特性およびテスト特性分析を行った。

また、本研究で得られた結論を一般化するためには、標本による限界を考慮する必要がある。結論の一般化のためには標本は母集団を代表している必要があるが、本研究の標本は予想される母集団から無作為に抽出されたものではない。そのため、本研究の結論は標本におけるスプリント動作技能水準内での一般化が可能である。

2. 方　法

1）対　象

被験者はサッカーを専門とする大学生及び大学院生 102 名であった。被験者の年齢の平均値と標準偏差は 20.5 ± 1.6 歳、身長は 173.4 ± 5.6cm、体重は 65.6 ± 5.4kg、競技歴は 11.8 ± 2.7 年であった。

2）スプリント動作技能構造の検討

スプリントドリルの選定においては、JFA 監修の「サッカー選手のためのランニングドリル DVD」を参考にした。次に、陸上競技の専門家を対象にデルファイ法を伴う特性要因分析を実施し、スプリント動作技能の動作構造、測定項目、評価方法を検討した。

3）測定内容

実験においては、被験者に最大努力での 50m 走を 2 回実施させた後、22 種目の JFA スプリントドリルを実施させた。撮影は直線競争路上で行い、競争路の側方 30m の地点と前方 10m の地点に撮影用カメラを設置した。撮影区間は 10m とした。また、ジャンプ能力の指標として、垂直跳び、立ち幅跳び、バウンディング、バウンディングコンビネーション、ホッピングを測定した。

4）統計分析

項目反応理論分析のために、被験者によって実施されたスプリント動作技能を測定項目に従い、験者が「できている」「できていない」によって評価し、2 値データとした。大友[7]、渡辺ほか[14]、豊田[16]、青柳[2] の手続きに準拠して、2 パラメータ・ロジスティック・モデル（2PLM）による項目反応理論分析を行った。2PLM の項目特性曲線は次のように表わされる。

$$P(\theta) = 1/(1+\exp(-Da(\theta-b)))$$

（P：達成率、θ：能力値、D：尺度要素（1.7）、a：識別力、b：困難度）

項目特性として、一次元性、項目困難度と項目識別力、項目の適合性、推定値の不変性を分析した。項目反応理論は、項目の一次元性を前提とするため、アプリケーションソフトウェア Mplus、ver5.0 を使用し、項目の一次元性分析を実施した。項目間の四分相関行列に主因子解法の探索的因子分析を実施し、最尤法により因子を抽出した。また、項目の特性は項目特性曲線（item characteristic curve: ICC）で記述される。本研究で 2PLM を適用して項目困難度と項目識別力、能力値、項目正答確率を推定した。分析にはアプリケーションソフトウェア BILOG-MG、ver3.0 を用いた。項目特性曲線（ICC）への項目の適合性を分析するために、χ^2 検定を行った。分析には、アプリケーションソフトウェア BILOG-MG、ver3.0 を用いた。困難度と識別

力パラメータの不変性を分析するために、系統無作為抽出法により 2 分割した標本から推定されたパラメータ間の相関係数を算出した。能力値の不変性を分析するために、系統無作為抽出法により 2 分割した項目から推定された能力値間の相関係数を算出した。分析には SPSS Statistics 17.0（Windows 版）を用い、統計的仮説検定の有意水準は $\alpha = 0.05$ とした。

テスト特性としてテスト情報量、信頼性、適合性、妥当性を分析した。90 項目から構成されたテストの精度と信頼性を確認するために、テスト情報量（test information: TI）と信頼性係数（test reliability: TR）を用いて分析した。分析には、アプリケーションソフトウェア BILOG-MG、ver3.0 および Microsoft Excel 2007 を用いた。全 90 項目から構成されるテストの 2PLM への適合性については、テスト得点と能力値の散布図にテスト特性曲線をプロットして、テストの適合性を分析した。分析には Microsoft Excel 2007 を用いた。テストの妥当性を確認するために、50m 走疾走速度と項目反応理論の項目特性分析によって推定された能力値との関係を分析した。分析には SPSS Statistics 17.0（Windows 版）を用いた。また、Amos5 を用いて 50m 走疾走速度とスプリント動作技能、ジャンプ能力を構造方程式モデリング（Structural Equation Modeling: SEM）手法による多重指標モデルにより構築した。

3. 結　果

1）スプリント動作技能の構造と測定項目

デルファイ法による特性要因分析を実施し、スプリント動作技能それぞれの運動局面と下位動作を明らかにした。表 1 はスプリント動作技能の運動局面と下位動作を示している。 さらに、これらの下位動作に基づき、93 項目の測定項目と評価方法を決定した。

2）項目特性

達成率が 100％であった 3 項目を削除し、全 90 項目で項目特性分析を行った。項目間の四分相関行列に主因子解法による因子分析を行った結果、第 1 固有値は 34.2、第 2 固有値は 5.3 であり、第 1 固有値の寄与率は全分散の 38.1％であった。さらに、第 1 因子負荷量が全て正の

表 1　スプリント動作技能の運動局面と下位動作

ドリル種目		局面	動作	下位動作
トロッティング	トロッティング	支持	支持	接地
				伸身
				推進
	トロッティング腿上げ	支持	支持	接地
				伸身
				推進
	踵の引きつけ	支持	支持	伸身
				推進
		回復	回復	踵引付
ウォーキング	スローウォーク	回復	回復	推進
				伸身
		支持	支持	体幹垂直
	スローウォーク開脚	回復	回復	推進
				伸身
		支持	支持	体幹垂直
				前後開脚
	スローウォークバック	回復	回復	後方推進
				伸身
		支持	支持	体幹垂直
				前後開脚
	バックランニング	支持	支持	後方推進
				体幹垂直
基礎ハードル	ハードル歩行横向き	回復	回復	側方推進
				伸身
		支持	支持	乗込
	ハードル歩行横向き腕振り	回復	回復	側方推進
				伸身
		支持	支持	乗込
	ハードル歩行前向き	回復	回復	推進
				伸身
		支持	支持	乗込
	ハードル歩行前向き腕振り	回復	回復	推進
				伸身
		支持	支持	乗込
応用ハードル	リード脚歩行	回復	回復	推進
				伸身
		支持	支持	乗込
	抜き脚歩行	回復	回復	推進
				伸身
		支持	支持	乗込
	リズム歩行リード脚	回復	回復	推進
				伸身
		支持	支持	乗込
	リズム歩行抜き脚	回復	回復	推進
				伸身
		支持	支持	乗込
	ハイテンポリード脚	回復	回復	推進
				伸身
		支持	支持	乗込
	ハイテンポ抜き脚	回復	回復	推進
				伸身
		支持	支持	乗込
	リズム歩行中抜き	回復	回復	推進
				伸身
		支持	支持	推進
				伸身
				乗込
	ハイテンポ中抜き	リード脚支持	リード脚支持	推進
				伸身
		抜脚支持	抜脚支持	乗込
				推進
				伸身
バウンディング	バウンディング	支持	支持	推進
		回復	回復	体幹垂直維持
	バウンディングコンビネーション	支持	支持	推進
		回復	回復	体幹垂直維持
		切替支持	切替支持	接地
				推進
				踏切
		切替回復	切替回復	体幹垂直維持
	ホッピング	支持	支持	推進
		回復	回復	挟込
				体幹垂直維持

値であった。

表 2 は、スプリント動作技能の項目特性を示している。全 90 項目の達成率の平均値と標準偏差は 50.8 ± 19.1％であり、最大値は 85.3％、最小値は 13.7％であった。困難度の平均値と標準偏差は − 0.04 ± 0.89 であり、最大値は 1.82、最小値は − 1.90 であった。識別力の平均値と標準偏差は 0.78 ± 0.21 であり、最大値は 1.41、最小値は 0.47 であった。また、全 90 項目の適合度指標 χ^2 値は有意ではなかった（$p > 0.05$）ことから、項目の適合性が確認された。

推定値の不変性の分析については、系統無作為抽出法により標本を 2 分割し、2 群間の相関係数を算出した。推定された各項目の困難度の間に有意に高い相関が認められた（$r = 0.89$、$p < 0.05$）。同様に、各項目の識別力の間に弱い相関が認められた（$r = 0.36$、$p < 0.05$）。また、推定された能力値の間に有意に高い相関が認められた（$r = 0.94$、$p < 0.05$）。

3）テスト特性

図 1 はスプリント動作技能 90 項目のテスト情報量と信頼性係数を示している。テスト情報量は、能力値 0.0 で最大 30.2 であった。信頼性係数は能力値 0.0 で最大値 0.97 であり、-3.0 から 3.0 の間で 0.80 以上であった。

図 2 は全 90 項目のテスト合計点とスプリント動作技能の能力値の散布図とテスト特性曲線を示している。合計点とスプリント動作技能の能力値の間に有意に高い相関が認められ（$r = 0.98$、$p < 0.05$）、さらに合計点とスプリント動作技能における能力値の散布図に対して、テスト特性曲線が適合していることが確認された。

50m 走疾走速度と能力値の相関係数は 0.12 であり、弱い相関が認められた（$p < 0.05$）。図 3 は構造方程式モデリングを用いた 50m 走に関与する運動能力の因果構造を示している。ジャンプ能力から 50m 走へのパス係数は 0.43 であり、スプリント動作技能から 50m 走へのパス係数は 0.04 であった。

4）スプリント動作技能の達成度評価基準

スプリント動作技能の項目を困難度順に並べ、達成度評価基準を作成した（表 3）。困難度の値が高い項目ほど成就が困難な項目であ

表 2　スプリント動作技能の項目特性

ドリル種目			測定項目	達成率	困難度	識別力	χ2値	自由度	p＜.05
トロッティング	トロッティング	1）	足先接地	39.2	0.57	0.54	3.3	6	NS
		2）	伸身	53.9	-0.15	0.86	2.8	6	NS
		3）	肘の位置	42.2	0.36	0.67	1.8	6	NS
	トロッティング引継上げ	4）	足先接地	64.7	-0.78	0.55	3.3	7	NS
		5）	伸身	38.2	0.45	0.99	4.1	5	NS
		6）	肘の位置	57.8	-0.42	0.53	6.6	8	NS
	踵の引きつけ	7）	伸身	46.1	0.19	0.93	1.5	5	NS
		8）	肘の位置	58.8	-0.39	0.69	3.9	6	NS
		9）	踵の引き付け	82.4	-1.90	0.57	3.2	4	NS
ウォーキング	スローウォーク	10）	肘の位置	65.7	-0.64	0.85	2.9	5	NS
		11）	伸身	71.6	-1.00	0.71	6.4	5	NS
		12）	体幹垂直	62.7	-0.51	0.85	2.9	5	NS
	スローウォーク開脚	13）	肘の位置	86.3	-1.89	0.69	1.7	4	NS
		14）	踵の引き付け	38.2	0.62	0.54	12.4	6	NS
		15）	伸身	46.1	0.19	0.91	2.3	6	NS
		16）	体幹垂直	62.7	-0.57	0.71	2.6	7	NS
		17）	腰の沈み込み	56.9	-0.31	0.68	1.9	7	NS
	スローウォークバック	18）	肘の位置	51.0	-0.05	0.51	8.2	7	NS
		19）	踵の引き付け	26.5	1.35	0.52	5.3	5	NS
		20）	伸身	50.0	0.00	0.62	15.5	7	NS
		21）	体幹垂直	57.8	-0.38	0.60	13	8	NS
		22）	腰の沈み込み	50.0	0.00	0.64	13.7	7	NS
	バックランニング	23）	肘の位置	81.4	-1.45	0.82	4.3	4	NS
		24）	踵の引き付け	32.4	1.06	0.47	2.2	6	NS
		25）	体幹垂直	76.5	-1.26	0.71	1.2	5	NS
基礎ハードル	ハードル歩行横向き	26）	脚の振り上げ	71.6	-1.10	0.61	4.4	7	NS
		27）	伸身	65.7	-0.63	0.87	1.5	5	NS
		28）	肩の位置	31.4	0.72	0.99	1	4	NS
	ハードル歩行横向き腕振り	29）	肘の位置	80.4	-1.26	0.99	1.7	4	NS
		30）	脚の振り上げ	80.4	-1.70	0.59	1.5	5	NS
		31）	伸身	44.1	0.21	1.41	2.3	3	NS
		32）	肩の位置	46.1	0.17	0.77	4.3	7	NS
	ハードル歩行前向き	33）	脚の振り上げ	81.4	-1.51	0.76	2.1	5	NS
		34）	伸身	56.9	-0.29	0.77	4.3	6	NS
		35）	胸の位置	46.1	0.17	0.77	2.4	6	NS
	ハードル歩行前向き腕振り	36）	肘の位置	50.0	0.00	0.88	3.4	6	NS
		37）	脚の引き出し	62.6	-0.52	0.82	1.9	5	NS
		38）	伸身	42.2	0.31	0.90	0.6	6	NS
		39）	胸の位置	43.1	0.33	0.61	2.6	6	NS
応用ハードル	リード脚歩行	40）	肘の位置	80.4	-1.53	0.69	2.8	5	NS
		41）	伸身	69.6	-0.76	0.97	3	5	NS
		42）	胸の位置	20.6	1.72	0.54	2.1	5	NS
	抜き脚歩行	43）	肘の位置	75.5	-1.26	0.67	6.3	5	NS
		44）	脚の引き出し	34.3	0.54	1.36	0.7	3	NS
		45）	伸身	57.8	-0.28	1.11	6	5	NS
		46）	胸の位置	13.7	1.72	0.86	0.1	3	NS
	リズム歩行リード脚	47）	肘の位置	82.4	-1.35	1.02	2.7	4	NS
		48）	伸身	71.6	-0.81	1.10	0.5	4	NS
		49）	胸の位置	39.2	0.51	0.64	2.8	6	NS
	リズム歩行抜き脚	50）	肘の位置	69.6	-0.79	0.90	4.8	4	NS
		51）	脚の引き出し	30.4	0.70	1.21	1.2	4	NS
		52）	伸身	66.7	-0.72	0.77	1	7	NS
		53）	胸の位置	49.0	0.05	0.59	1.6	7	NS
	ハイテンポリード脚	54）	肘の位置	74.5	-1.10	0.77	3.7	5	NS
		55）	伸身	59.8	-0.42	0.73	6.3	6	NS
		56）	胸の位置	52.0	-0.09	0.68	4.1	6	NS
	ハイテンポ抜き脚	57）	肘の位置	73.5	-1.01	0.83	5.4	5	NS
		58）	脚の引き出し	18.6	1.15	1.38	2	3	NS
		59）	伸身	37.3	0.50	0.92	2.8	6	NS
		60）	胸の位置	52.0	-0.09	0.61	2.5	7	NS
	リズム歩行中抜き	61）	肘の位置	46.1	0.23	0.64	1.1	7	NS
		62）	脚の振り上げ	42.2	0.41	0.54	9.7	7	NS
		63）	伸身	49.0	0.05	0.63	2.4	7	NS
		64）	肘の位置	40.2	0.48	0.60	8.9	7	NS
		65）	脚の引き出し	19.6	1.12	1.32	0.2	3	NS
		66）	伸身	27.5	0.97	0.81	0.5	4	NS
		67）	胸の位置	22.5	1.32	0.71	1	3	NS
	ハイテンポ中抜き	68）	肘の位置	72.5	-1.12	0.64	4.8	5	NS
		69）	脚の振り上げ	22.5	1.42	0.63	2.4	5	NS
		70）	伸身	40.2	0.53	0.53	3.5	6	NS
		71）	胸の位置	34.3	0.73	0.66	5	6	NS
		72）	肘の位置	74.5	-1.05	0.84	4.5	5	NS
		73）	脚の引き出し	14.7	1.63	0.88	0.3	3	NS
		74）	伸身	32.4	0.74	0.81	1.7	5	NS
バウンディング	バウンディング	75）	腕の高さ	59.8	-0.45	0.66	2.6	6	NS
		76）	膝の高さ	51.0	-0.05	0.53	2.3	7	NS
		77）	体幹の垂直維持	24.5	0.94	1.21	1.3	4	NS
	バウンディングコンビネーション	78）	腕の高さ	69.6	-0.73	1.08	0.4	4	NS
		79）	膝の高さ	43.1	0.27	0.90	2	6	NS
		80）	体幹の垂直維持	26.5	0.96	0.91	1.2	4	NS
		81）	両足接地	62.7	-0.51	0.85	2.8	6	NS
		82）	腕の高さ	46.1	0.20	0.55	10.6	7	NS
		83）	両足踏切	44.1	0.32	0.50	4.7	6	NS
		84）	体幹の垂直維持	29.4	0.95	0.71	6.5	4	NS
	ホッピング	85）	腕の高さ	83.3	-1.42	0.99	0.2	4	NS
		86）	膝の高さ	47.1	0.13	0.77	3.7	7	NS
		87）	踵の引き付け	38.2	0.57	0.63	3.3	6	NS
		88）	腕の高さ	53.9	-0.18	0.63	1.7	6	NS
		89）	膝の高さ	17.6	1.82	0.60	0.5	4	NS
		90）	体幹の垂直維持	15.7	1.51	0.94	1.9	2	NS
			N	90	90	90			
			Mean	50.8	-0.04	0.78			
			SD	19.1	0.89	0.21			
			Med	50.0	0.00	0.72			
			Max	85.3	1.82	1.41			
			Min	13.7	-1.90	0.47			

り、困難度が低い項目ほど成就が容易な項目であることを示している。

4. 考察

1）スプリント動作技能の構造と測定項目

項目の局所独立性は項目反応理論の重要な前提条件であるが、本実験においてはデルファイ法を用いて専門家の意見集約から内容的妥当性と局所独立性を満足するようにスプリント動作技能の測定項目を選定した。よって、全スプリント動作技能項目は内容的に妥当であり、項目間に従属性はなく、項目の局所独立性が仮定されていると判断された。

2）項目特性

スプリント動作技能 90 項目に対して、Mplus を用いて各項目の四分相関係数（tetrachoric correlation coefficient）を因子分析し、因子ごとの固有値を算出した。一般的に第 1 因子の寄与率が 20％を越えていること、第 2 以下の因子に格段の差を生じていること、第 1 因子負荷量が全て正の値を示すならば 1 因子構造とみなして項目反応理論による分析を行ってよいことから [2,7,16]、測定項目はこれらの条件を満たしている。よって、一次元性があると判断された。

2PLM は識別力と困難度と呼ばれる 2 つのパラメータによって表される。表 2 から、スプリント動作技能における項目の識別力の平均値は 0.78、最大値は 1.41、最小値は 0.47 であった。スプリント動作技能における項目の困難度の平均値は－ 0.04、最大値は 1.82、最小値は－ 1.90 であった。項目分析の基準（項目パラメータ推定値が、a ＜ .50 あるいは、4.00 ＜ |b| のいずれか 1 つでも満たせば、その項目を尺度から除外する）に従って [11]、各項目のパラメータ値を検討してみると、この基準に該当する項目は、踵の引き付け（バックランニング）の識別力が 0.47 とわずかながら基準から外れるものの、その差は極めて小さく、項目の内容を考慮して、除外することなく尺度に含めた。識別力においては、1.00 を超える値を示す項目が 10 項目あり、平均値は 0.78 と高い値を示した。困難度

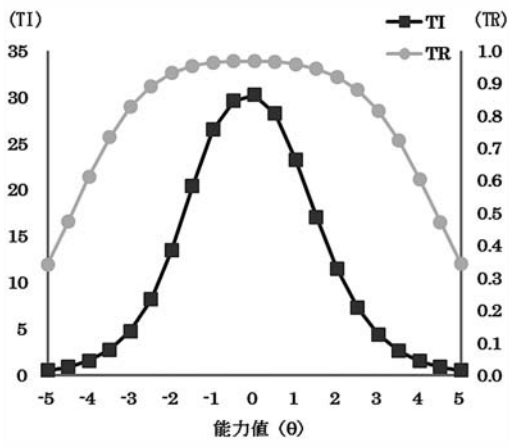


図 1　スプリント動作技能項目のテスト情報量（TI）と信頼性係数（TR）

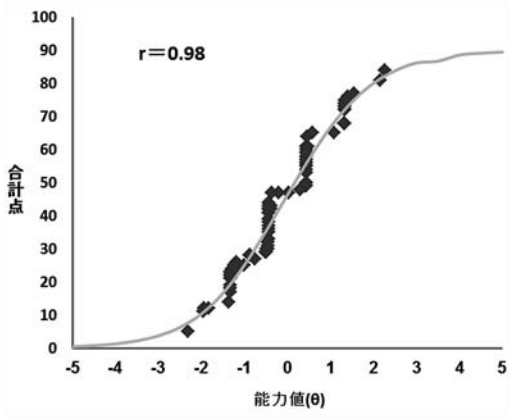


図 2　テスト特性曲線および合計点と能力値の散布図

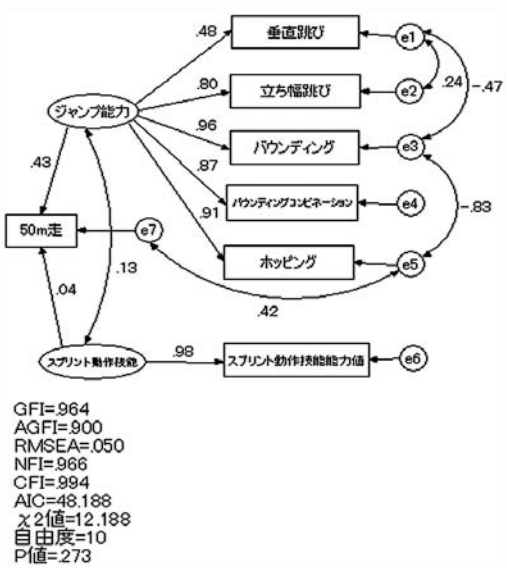


図 3　50m 走に関与する運動能力の因果構造

の平均値は、－0.04であることから、スプリント動作技能を構成する90項目の困難度は平均的であったといえる。スプリント動作技能における項目の困難度は最大値1.82から最小値－1.90までの広範囲にわたっているため、適切に被験者の差異を表現できる評価基準であるといえる。また、項目反応理論の2PLMの式で求めた値と、項目の回答パターンからの実際の観測値との適合度を測るために、χ^2検定を行った。表2から全ての項目のχ^2値は有意（$p > 0.05$）ではなく、2PLMへの適合性があると判断された。

項目反応理論の統計学的モデルにデータが適合していれば、項目パラメータはいかなる水準の能力を持つ者から求められても一致し、能力特性値はいかなる項目から求められても一致する。以上のことを示すために、系統無作為抽出法により被験者を2分割し、それぞれに求められた困難度と識別力の相関係数を算出した。困難度の相関係数は0.89（$p < 0.05$）と高く、識別力の相関係数は0.36（$p < 0.05$）と弱い相関であった。よって困難度と識別力の不変性が確認された。また、系統無作為抽出法により項目を2分割して両項目群から別々に能力値を求め、その相関係数を算出した。能力値の相関係数は0.94（$p < 0.05$）と高く、能力値の不変性

表3　スプリント動作技能の達成度評価基準

困難度	トロッティング	ウォーキング	基礎ハードル	応用ハードル		バウンディング
2.0						
1.5				42 胸の位置(1.72) 73 脚の引き出し(1.63)	46 胸の位置(1.72)	89 膝の高さ(1.82) 90 体幹の垂直維持(1.51)
1.0		19 踵の引き付け(1.35) 24 踵の引き付け(1.06)		69 脚の振り上げ(1.42) 67 胸の位置(1.32) 58 脚の引き出し(1.15)	65 脚の引き出し(1.12)	80 体幹の垂直維持(0.96) 84 体幹の垂直維持(0.95) 77 体幹の垂直維持(0.94)
0.5	1 足先接地(0.57)	14 踵の引き付け(0.62)	28 肩の位置(0.72)	66 伸身(0.97) 74 伸身(0.74) 51 脚の引き出し(0.70) 44 脚の引き出し(0.54) 49 胸の位置(0.51)	71 胸の位置(0.73) 70 伸身(0.53) 59 伸身(0.50)	87 踵の引き付け(0.57)
0.0	5 伸身(0.45) 3 肘の位置(0.36) 7 伸身(0.19)	15 伸身(0.19) 20 腰の沈み込み(0.00) 22 伸身(0.00)	39 胸の位置(0.33) 38 伸身(0.31) 31 伸身(0.21) 35 胸の位置(0.17) 32 肩の位置(0.17) 36 肘の位置(0.00)	62 脚の振り上げ(0.41) 61 肘の位置(0.23) 53 胸の位置(0.05)	64 肘の位置(0.48) 63 伸身(0.05)	83 両足踏切(0.32) 79 膝の高さ(0.27) 82 腕の高さ(0.20) 86 膝の高さ(0.13)
-0.5	2 伸身(-0.15) 8 肘の位置(-0.39) 6 肘の位置(-0.42)	18 肘の位置(-0.05) 17 腰の沈み込み(-0.31) 21 体幹垂直(-0.38)	34 伸身(-0.29)	56 胸の位置(-0.09) 45 伸身(-0.28) 55 伸身(-0.42)	60 胸の位置(-0.09)	76 膝の高さ(-0.05) 88 腕の高さ(-0.18) 75 腕の高さ(-0.45)
-1.0	4 足先接地(－0.78)	12 体幹垂直(-0.51) 16 体幹垂直(-0.57) 10 肘の位置(-0.64)	37 脚の引き出し(-0.52) 27 伸身(-0.63)	52 伸身(-0.72) 50 肘の位置(-0.79) 48 伸身(-0.81)	41 伸身(-0.76)	81 両足接地(-0.51) 78 腕の高さ(-0.73)
-1.5		11 伸身(-1.00) 25 体幹垂直(-1.26) 23 肘の位置(-1.45)	26 脚の振り上げ(-1.10) 29 肘の位置(-1.26) 33 脚の引き出し(-1.51)	57 肘の位置(-1.01) 54 肘の位置(-1.10) 43 肘の位置(-1.26) 47 肘の位置(-1.35	72 肘の位置(-1.05) 68 肘の位置(-1.12)	85 腕の高さ(-1.42)
-2.0	5 踵の引き付け (-1.90)	13 肘の位置(-1.89)	30 脚の振り上げ(-1.70)	40 肘の位置(-1.53)		

が認められた。

3）テスト特性

項目反応理論では、「項目情報関数」や「テスト情報量」で示される情報の量を検討することによって、測定の精度を明らかにする。全90項目から構成されるテストの精度を示すテスト情報量と信頼性係数を分析した。テストとしての最低限度の条件は0.7ではあるが[15]、個人測定のためには0.8程度は必要といわれ、0.9以上あれば精度の高いテストとみなされる[4]。全90項目から構成されるスプリント動作技能のテスト情報量は、能力値0.0で最大値30.2であった。信頼性係数は、能力値0.0で最大値0.97であり、能力値－3.0から3.0の間で0.80以上であった。これらの結果から、全90項目で構成されるスプリント動作技能の達成度評価基準の精度は高いことが確認された。

図2に示したように、テスト合計点とスプリント動作技能の能力値との間に有意に高い相関が認められ（$r = 0.98$、$p < 0.05$）、さらに、テスト合計点と能力値との散布図はテスト特性曲線に対して、視覚的に良好に適合していたことから、スプリント動作技能テストは、2PLMに適合していることが確認された。

50m走疾走速度とスプリント動作技能の能力値との相関係数は0.12（$p < 0.05$）であり、弱い相関が認められた。このことから、最大努力での50m走に求められる運動能力とスプリント動作技能は異なる能力であると推察された。次に、構造方程式モデリングを適用して50m走に関与する運動能力の因果構造について検討した（図3）。ジャンプ能力から50m走へのパス係数は0.43であり、スプリント動作技能から50m走へのパス係数は0.04であったことから、走速度を決定する要因であるスプリント動作技能とジャンプ能力のうち、ジャンプ能力は強く走速度に貢献していたが、スプリント動作技能は走速度に直接的に貢献していないと推察された。本研究で対象としたドリルは、主にランニングコーディネーション能力の向上を目的としたものである。また、スピード系能力には、動的調整力や動的柔軟性と最大筋力や筋パワーが関与する[14]とされ、走力の発達は、児童初期には走の調整力の発達に、児童中・後期、青年前期は瞬発筋力、循環・呼吸機能の発達に依存する[8]とされている。被験者は大学生及び大学院生であり、身体の成熟が完了し、筋機能も十分に発達した段階にあると考えられる。これらより、筋機能が十分に発達した被験者の50m走速度には、主に最大筋力や筋パワーが強く貢献し、動的調整力や柔軟性の関与は弱かったと推察される。今後、神経系の発達段階にある小学生や筋・骨格系の発達が始まる中学生[9]を対象とした研究を進めることにより、スプリント動作技能の50m走速度への関与を明らかにすることが出来ると考えられる。

4）スプリント動作技能の達成度評価基準

スプリント動作技能より構成された90項目を困難度順に並べることにより、スプリント動作技能の達成度評価基準が明らかとなった（表3）。トロッティングとウォ―キングドリルの比較では、ウォ―キングドリルにより成就が困難な技能が含まれており、基本ハードルドリルと応用ハードルドリルにおいては、応用ハードルドリルにより成就が困難な技能が含まれていることが明らかとなった。また、ホッピングにおける膝の高さが1.82と最も高い困難度を示し、リード脚歩行と抜き脚歩行における胸の位置がそれぞれ1.72と高い困難度を示した。

5. 結　論

本研究では、スプリント動作技能の達成度評価基準を作成するために、項目反応理論を適用して、スプリント動作技能を構成する90項目の項目特性とテスト特性を分析し、以下のような結論を得た。

1）スプリント動作技能は運動局面に従う複数の動作から構成されていた。
2）トロッティングドリル9項目、ウォーキングドリル16項目、基本ハードルドリル14項目、応用ハードルドリル35項目、バウンディングドリル16項目から構成される全90項目のスプリント動作技能項目は、局所独立性、一次元性、2PLMへの適合性、推定された困難度、識別力、能力値の不変性がある。
3）全90項目から構成されるスプリント動作技能テストは2PLMへの適合性があり、高い

精度をもつ。
4）50m 走へのスプリント動作技能テストの基準関連妥当性は、認められなかった。
5）項目困難度からスプリント動作技能の達成度評価基準が作成された。

引用・参考文献

1） 青柳　領（2004）合否判定型運動能力テストへの項目反応理論の応用　体育学研究　49：507−518
2） 青柳　領（2005）項目反応理論による運動能力の測定　櫂歌書房：福岡
3） 青柳　領（2006）項目反応理論による幼児の投動作フォームの主観的評価法　体育測定評価研究　6：1−9
4） 青柳　領（2007）成功回数によるスキルテストへの項目応答理論の適用：バスケットボールシュートの事例　体育学研究　52：259−271
5） 張　一平（2007）：確信度テスト法と項目反応理論　東京大学出版：東京
6） Frank B. Baker, Seocko-Ho Kim (2004) Item Response Theory, Mercel Dekker, Inc
7） 大友賢二（1996）項目応答理論入門　大修館書店：東京
8） 松浦義行（1986）体力の発達　朝倉書店：東京　pp.117
9） 宮下充正（1989）体育とはなにか　大修館書店：東京　pp.7
10）沼澤秀雄・早川直樹（2009）サッカー選手のためのランニングドリル DVD　財団法人日本サッカー協会：東京
11）Roznowski, M. (1989) “Examination of the measurement properties of the Job Descriptive Index with experimental items.” Journal of Applied Psychology, 74, 805−814
12）芝　祐順（1991）項目反応理論　基礎と応用　東京大学出版：東京
13）高橋正視（2002）項目反応理論入門－新しい絶対評価－　イデア出版局
14）特定非営利活動法人　NSCA ジャパン（2005）ストレングス & コンディショニングⅡ　エクササイズ編　大修館書店：東京　pp.102
15）徳永幹雄（2002）体育・スポーツにおける心理尺度開発の動向と展望　体育学研究　47：479−484
16）豊田秀樹（2002）項目反応理論［入門編］朝倉書店：東京
17）渡邉直登、野口裕之編（1999）組織心理測定論　白桃書房：東京
18）山本喜一郎、小野寺孝義（1999）Amos による共分散構造分析と事例編　ナカニシヤ出版：東京