

子どもの心身と体の調整力を支える実行機能の役割

The Relationship between Executive Functions, Motor Coordination, and Psychosocial Development in Children

高井和夫*

Kazuo TAKAI

要旨：子どもの体力向上施策が展開される中、自律性や共感性をはじめとする非認知スキルについて認知スキルとの関連性に注目が寄せられ、その貢献要因として身体活動量、基本的な動きの習得、及び多様な動きの調整の役割に焦点が当てられている。本研究では、幼児期の調整力の発達と心理社会的発達の関係性を説明する上での実行機能の役割について検討した。年少児～年長児までの244名の幼児を対象として、養育環境、調整力、心理社会的発達、及び実行機能の各要因を反映する調査用紙に保護者による回答を求めた。心理社会的発達を目的変数に、調整力と実行機能を説明変数にパス解析を行った結果、幼児期の調整力は心理社会的発達と密接につながることで、また内外の環境に対する主体的な調整には実行機能が中核的な役割を果たすことが示唆された。今後、運動技能と認知機能の連関の観点から、幼児期の心身の調整力を支える実行機能の機序について解明が期待される。

キーワード：子ども、身体活動、調整力、心理社会的発達、実行機能

1. 研究目的

子どもの体力向上方策^{6, 31, 32)}が施される中、日体協による一連の調査²⁾に基づく「幼児期運動指針」²⁸⁾公表され、幼児期に習得が期待される「基本的な動き」とその実践例が提示された。この基本的な動きは、主体的かつ多様な運動体験を通じて培われ、特に幼児期・児童期には時間(timing)・空間(spacing)・力量(grading)における動作の「調整」と人的・物的環境との協調から成る心身の「調整力」の獲得が期待される²²⁾。調整力とは、「時間的・空間的・力量的に動作を正しく制御することを可能とする体力の一要素」であり、平衡性、巧緻性、敏捷性、および柔軟性から成る^{13, 15)}。これまで調整力は体力・運動能力的側面への関心が大きかったが、「自律性・仲間関係・規律性」という非認知スキルとの関連性から^{8, 14, 29)}、心理社会的発達や学業成績^{1, 9)}との関連性に注目が寄せられる。

* たかい かずお 文教大学教育学部

幼少年期には、主に調整力を獲得しながら、「基本的運動技能」(Fundamental Movement Skills : FMS : 基本的な動きと同義)とともに、その後の専門的運動技能の発達に向けて、移動系(体を移動させる動き : locomotor skills), 操作系(対象を操作する動き : object control skills), そして平衡系(体のバランスをとる動き : stability skills) から成る基本的動作の習得が望まれる^{10, 28)}。FMSの習得への継続的な取り組みは、体力・運動能力への直接的な発達を促すとともに、各発達期の心理社会的発達にも直接・間接の関連性を及ぼすと示唆される。例えばLubansら²⁰⁾は、幼少年期の身体活動量とFMSがその後の発達期(3-18歳)の心身に及ぼす影響について、FMSの有能さは8つ恩恵(自己概念、身体的有能感、全身持久力、筋力、体格、柔軟性、生活習慣)をもたらす、と報告した。

身体活動と認知機能の関連性を説明する機序は未解明だが、仮説として認知技能と運動技能の連関(motor-cognitive linkage)が示唆され¹⁶⁾、実行機能(Executive Functions : EF)が鍵概念となる^{34, 35, 36)}。EFとは、「複雑な課題の遂行に際し、抑制機能(inhibition)、認知的柔軟性(shifting)、または情報更新(updating)などが機能することで、思考や行動を制御する認知システム、あるいはそれらの認知制御機能の総称であり、特に新しい行動パターンの促進や、非慣習的な状況における行動の最適化に重要な役割を果たし、人間の目標志向的な行動を支える」と定義される^{21, 26, 27)}。

EFと社会性等の合目的な行動との関連性については、定型的な社会生活における振る舞いとの共通性も高いゆえ、例えば筆記具操作等の微細運動技能とEFが関連し、またその狭義の学習スキルや学習習慣が、学校集団生活における「適応力」「社会性」と関連性をもつ^{5, 11)}。従って、比較的短時間の、条件と反応が明確な場で、他者との相互作用の中で「自律性」、「模倣」、「共感性」、「協同性」などの向社会的性が求められるとき、上述の認知技能と運動技能が連関する可能性がある。このメタファーとして、対象操作技能におけるキャッチボールで求められる認知機能⁴²⁾が、対話や協同、思いやりなどの向社会的行動で求められるそれと共通性が仮定され、説明要因としてEFが有力視される。

Hillmanらの総説¹²⁾では、身体活動(有酸素運動)によるEFをはじめとする認知機能への有効性を検討したところ、その効果は各発達期と認知機能で認められ、特に子ども期では4-7歳と11-13歳での効果がその他世代(8-10歳と14-18歳)と比して大きかった。その機序は不明だが、脳機能の生物学的基盤による説明(生体内微小環境、小脳、行動の各レベル)が試みられている。1つの解釈として、高次の脳機能活動が動員され、合目的な行動のための認知的な機能が働いていること、またその認知活動が健康関連指標の向上のみならず、意外にも認知技能や社会性の側面との関連性も示唆されること、が言及されている。

Barkerら⁴⁾は、幼児が非構造化された活動(less-structured activity)に主体的に関わる時間が長いほど、自発的なEF(self-directed EF)をより発達させることを示唆した。この機能は複数のカテゴリーの中から解答を探索・選択する課題で測られた。活動に対して「子どもらしい」時間を過ごした者ほど、満足を遅延(自制)させ、注意を焦点づけ、そして場面に柔軟に対応するため、より内外の環境に対して相互的かつ主体的に関わるため、自発性が反映されるEFがより活性化される、と説明された。

そこで本研究では、幼児期の調整力の発達と心理社会的発達の関係性を説明する上でのEFの役割について解明を試みた。特に、運動(遊び)により調整力と心理社会的発達が相互作用的に育まれること、その媒介要因として、子どもが内外の環境と主体的かつ相互的に関わるときに

EF が積極的に動員されること、を仮定した。

2. 方法

1) 調査参加者

本研究には東京都区部の私立幼稚園に通園する園児 252 名とその保護者が参加した。調査実施に先立ち、在園児の保護者に対して書面にて、本研究の趣旨を説明すると共に、倫理規定³³⁾に則して研究参加への同意を求めた後、参加に同意した保護者のみ調査用紙に回答した。調査園は 3 年保育（3～5 歳児が在籍）で、最終的な分析対象者は 23、年少児 102 名（男児 45 名、女児 57 名）、年中児 65 名（男児 35 名、女児 30 名）、及び年長児 77 名（男児 45 名、女児 32 名）の計 244 名であった。なお、調査参加者の属性は表 1 に示すとおり、全般的に大規模調査^{19, 37)}での統計量とはほぼ同様であった。ただし、きょうだいの少なさ、同居または近隣居住の祖父母（有り）の割合、ゲーム機保有の少なさ、通塾（有り）の割合などにおいて若干の差異が認められた。戸外での遊び時間は、平日は概ね 60 分前後、休日は 2～3 時間前後であるが、学年が進むごとに減少傾向だった。

表 1 調査対象者の属性及び生活関連要因

項目	単位	全体	年少児	年中児	年長児	大規模調査 ¹⁾
		N=244	n=102	n=65	n=77	
月齢	ヶ月	62.27 ± 10.61	51.74 ± 4.29	63.52 ± 3.22	75.16 ± 2.90	
身長	cm	107.45 ± 6.95	101.74 ± 4.59	108.45 ± 4.25	114.16 ± 4.60	98.6～11.3
体重	kg	17.48 ± 2.94	15.74 ± 2.29	18.21 ± 2.91	19.16 ± 2.49	14.9～18.6
同居等の祖父母（子育て支援）	%	55.83	60.80	43.10	63.60	23.7
きょうだい（有り）	%	61.10	52.00	56.00	75.30	86.0
住居形態（戸建て住居）	%	53.73	52.00	50.80	58.40	52.8
安心して遊ばせる場所（有り）	%	74.20	76.50	70.80	75.30	67.0
睡眠時間（平日平均）	時間	10.01 ± 0.70	10.19 ± 0.77	9.85 ± 0.77	9.89 ± 0.47	約 10 時間
朝食習慣（毎食摂取）	%	93.00	94.10	90.80	97.40	93.0
メディア接触時間（平日平均）	時間	2.03 ± 1.25	1.92 ± 1.25	2.17 ± 1.12	2.07 ± 1.36	約 2.5 時間
ゲーム機の保有	%	37.00	29.40	30.80	45.50	60.0
戸外遊び時間（平日平均）	時間	0.95 ± 0.73	0.97 ± 0.67	0.95 ± 0.76	0.94 ± 0.78	1～3 時間で 59.6%
戸外遊び時間（休日平均）	時間	2.06 ± 1.44	2.41 ± 1.60	1.78 ± 1.24	1.90 ± 1.37	1～3 時間で 52.2%
よく遊ぶ友だちの人数	人	3.05 ± 1.87	2.86 ± 1.57	3.09 ± 2.16	3.25 ± 1.97	3～5 人
通塾状況	%	82.00	71.60	93.90	94.80	31.0
保護者の運動への肯定感	%	99.00	91.20	90.80	90.80	
保護者の運動への参加率	%	62.00	56.90	41.50	46.80	58.0

1) 乳幼児身体発育調査、幼児健康度調査

2) 調査手順

調査は平成 28 年 11 月中旬から 12 月初旬の 4 週間で実施され、調査協力園との協議の上、園運営、保護者の協力を支障の少ない時期を設定した。調査用紙の配布・回収に当たっては、調査協力教員に調査手順を説明の上、調査用紙の配布と回収の代行を依頼し、保護者による留置法にて実施した。調査用紙の回収率は 96.8%であった。

3) 調査用紙

大規模調査^{3, 19, 37, 39)}を参考に、調査参加者の属性、生活・家庭環境要因、幼児の調整力要因、心理社会的要因、及びEF要因の各側面を測定するよう、かつ保護者による回答の簡便性を図るよう調査用紙は設計された。まず、属性は「幼児健康度調査票」³⁷⁾を参考に、性別、年齢、体格(身長、体重)、きょうだい、遊び環境、メディア接触習慣、戸外遊び習慣、通塾習慣、及び保護者の運動(遊び)への意識と実施、から成る20項目から構成された。生活・家庭環境要因については先行研究³⁾に基づき、家族一緒の食事の機会や、身近の自立への支援など12項目から作成し、「全くない」(1点)～「いつもそうだ」(4点)までの4件法で回答を求めた。調整力要因、心理社会的要因、及びEF要因の分析にあたっては、各統計量を直感的に理解するため、各尺度の合計値の項目平均を算出した。調査実施に先立ち、先行研究³⁸⁾の資料を再分析し、回答の利便性を図るため、原典の調整力要因46項目³⁹⁾及び心理社会的発達⁴¹⁾から精選した。目的変数を各因子の合計得点、説明変数を各下位項目とする重回帰分析を行い、それぞれ説明率が90%以内となるよう、調整力要因29項目、及び心理社会的発達32項目に絞った。

調整力要因 次に、幼児の心身の調整力要因の測定については、先行研究^{15, 24, 39)}を参考に、回答の利便性を図りながら最終的に5カテゴリー・29項目からなる調整力評価項目群を作成した(表2参照)。各項目の評定においては、日頃の保護者の幼児への行動観察に基づき、幼児の成就段階を「できない」(1点)～「できる」(3点)までの3件法で評価された。本尺度の下位カテゴリーとして、全身調整力、感覚運動調整力、知的能力発達、下肢調整力、及び手指調整力が想定されるが、幼児期の体力の因子構造の特性(独自性、未分化性、相互作用性)¹⁷⁾を考慮し、各下位尺度合計の平均値を用いた。なお、調整力要因の得点化にあたっては、知的能力因子が他の指標との高い相関性が予想されたため分析から除外した。分析に先立ち主成分分析を施したところ、第1主成分を構成した全21項目について因子負荷量が.74～.35となり、寄与率は79.1%、項目テスト相関は満足する値(.68～.30)で、尺度の内的一貫性は $\alpha = .89$ だった。知的能力因子を含むこの他の8項目(No.1, 8, 9, 14, 15, 27～29)については本研究では除外して分析をおこなった。「両足での立ち幅跳び」(項目5)のみ発達差を認めなかったが、幼児運動能力のテスト項目であり、意味的にも調整力を反映する項目ゆえ尺度に組み入れた。

保護者等による観察的評価の信頼性について、幼児の動作発達の観察的評価法³⁰⁾によると、研究者と保育者間の評価の一致率は、跳・投・前転の各動作で80.1～95.2%の近似値が認められ、「走」など評価が難しいスキルもあるが、概ね「保育現場においても観察的評価は適用可能」と示唆された。幼児期運動指針においても、身近な養育者や保育者による基本的な動作の評価が例示されている。

心理社会的発達 標準化された乳幼児発達検査^{3, 18, 23, 41)}を参考に、6カテゴリー・32項目から成る尺度を用いた。下位因子として探索、言語(表出と理解)、概念、社会性(対子ども・対大人)、及びしつけが想定された。なお、本来は幼児の総合的な心理社会的発達は原典に含まれる運動領域も測るべきだが、調整力要因との重複が想定されたため分析には採用しなかった。分析には、運動領域以外の下位尺度について合計値の項目平均を算出した。主成分分析により因子負荷量は.75～.30、寄与率は51.0%、尺度の内的一貫性 $\alpha = .87$ であった。

実行機能 先行研究^{25, 43)}を参考に、8カテゴリー・9項目からなるEFの評価項目群を作成した(表3参照)。各項目の評定においては、日頃の保護者の幼児への行動観察に基づき、幼児の成就段階を「できない」(1点)～「できる」(3点)までの3件法で評価された。EFは独立した下

表2 各学年別にみる調整力要因の各項目における統計量

No.	項目内容 (得点範囲: 1~3)	調整力 ¹⁾	心理社会 ²⁾	実行機能 ²⁾	全体		年少児		年中児		年長児		$p^3)$
					M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	
	調整力要因の合計得点 ($\alpha=.89$)		.58**	.43**	2.57	.23	2.29	.33	2.62	.19	2.82	.17	**
2.	スキップを2~3回続けてできる	F4	.31**	.20**	2.73	.51	2.39	.83	2.81	.54	2.98	.15	**
3.	走りながら急に方向を変えられる	F2,	.30**	.06	2.90	.31	2.84	.44	2.91	.29	2.96	.20	†
4.	20mくらい、まっすぐ、すばやい動きで、走れる	F2,	.17**	.27**	2.88	.33	2.78	.48	2.92	.27	2.95	.23	**
5.	両足でタイミングよく踏み切って跳べる	F1	.18**	.28**	2.75	.51	2.67	.62	2.79	.45	2.80	.47	
6.	脚を左右に開いて跳びこせる	F1	.38**	.08	2.11	.73	1.62	.76	2.14	.79	2.59	.64	**
7.	「けんけん跳び」(片足)ができる	F2	.22**	.18**	2.91	.27	2.78	.53	2.94	.28	3.00	.00	**
10.	鉄棒などで、「逆上がり」ができる	F1	.25**	.29**	1.44	.61	1.06	.31	1.30	.59	1.98	.93	**
11.	ブランコを、自力でこぐことができる	F1	.26**	.32**	2.15	.80	1.85	.86	2.08	.85	2.53	.69	**
12.	うんでいで、「ぶらさがりわたり」ができる	F1	.18**	.22**	2.16	.81	1.69	.83	2.15	.86	2.63	.73	**
13.	ボールを5回以上続けてつくことができる	F1	.28**	.33**	1.98	.67	1.56	.68	1.89	.77	2.48	.58	**
16.	ひとりでなわとびが、5回以上続けてとべる	F1	.37**	.21**	1.81	.68	1.23	.57	1.56	.76	2.65	.70	**
17.	長なわの「大波小波」を、5回続けてとべる	F1	.12†	.27**	1.80	.68	1.42	.67	1.62	.73	2.37	.65	**
18.	ひとりで水に浮いて、2mくらいすすめる	F1,F3	.28**	.26**	1.83	.85	1.41	.79	1.72	.89	2.35	.88	**
19.	おにごっこが3種類以上できる	F1	.44**	.29**	2.01	.69	1.45	.66	1.94	.83	2.64	.59	**
20.	ダンスを3種類以上できる	F1,F4	.22**	.27**	2.80	.45	2.66	.65	2.80	.48	2.95	.22	**
21.	子どもたちだけで、簡単なリレー競争ができる	F2	.45**	.26**	2.47	.57	2.08	.71	2.49	.61	2.84	.41	**
22.	「こま」をまわせる	F3	.34**	.21**	2.35	.76	1.85	.89	2.64	.68	2.58	.71	**
23.	色紙(折り紙)をきちんと三角に折れる	F2,F5	.41**	.18**	2.72	.46	2.44	.71	2.82	.39	2.92	.29	**
24.	ひもなどで、「片むすび」ができる	F1,F3	.44**	.30**	2.30	.73	1.73	.87	2.44	.74	2.74	.57	**
25.	片手に茶わんを持ち、はしを上手につかえる	F2	.41**	.26**	2.40	.67	2.01	.80	2.47	.66	2.73	.55	**
26.	ジャンケンが上手にできる	F3,F5	.32**	.24**	2.88	.28	2.70	.57	2.97	.18	2.99	.09	**
1.	1時間くらいは、休まずに歩ける	F4	.26**	.11†	2.63	.59	2.47	.72	2.57	.67	2.86	.38	**
8.	マットなどで「でんぐりがえし」ができる	F2	.24**	.14†	2.89	.29	2.73	.59	3.00	.00	2.94	.29	**
9.	鉄棒などで、「ぶらさがり」ができる	F1	-.04	.04	2.95	.23	2.94	.29	2.95	.24	2.96	.18	
14.	ゆるやかに投げ上げたボールを、捕れる	F1	-.07	.20**	2.78	.48	2.72	.54	2.80	.41	2.81	.51	
15.	公園などでキャッチボールができる	F1	.03	.22**	2.55	.71	2.56	.74	2.45	.74	2.64	.67	
27.	ひらがなを、全部読める	F1,F3	.50**	.10†	2.55	.61	2.09	.92	2.67	.63	2.90	.30	**
28.	文字を読みながら、絵本を見ることができる	F1,F3	.49**	.13†	2.43	.68	1.91	.90	2.57	.67	2.82	.48	**
29.	数字を、1から10まで、手本なしで書ける	F1,F3	.63**	.16*	2.36	.68	1.72	.88	2.49	.78	2.88	.39	**

1) 調整力要因: (F1) 全身, (F2) 感覚運動, (F3) 知的能力発達, (F4) 下肢, 及び (F5) 手指, の各調整力 † $p < .10$ * $p < .05$ ** $p < .01$

2) 調整力の各要因に対する心理発達及び実行機能との偏相関係数; 3) 発達差

位因子(抑制, 新規性, 認知的柔軟性, ワーキングメモリ, 感情制御, 及び計画)が想定されるが, 幼児期においては未分化であるとの指摘^{26,27)}を踏まえ, 合計得点の項目平均を分析に用いた. 主成分分析により因子負荷量は.85~.71となり, 寄与率は82.2%であった. 項目テスト相関は満足する値(.80~.64)で, 本EFの尺度の内的一貫性は $\alpha=.79$ であった. なお, 「新規性」(項目5), 「作業記憶」(項目6), 「遅延抑制」(項目7), 「遅延抑制」(項目8)については有意な発達差を認めなかったが, EFを反映する項目と見なされるゆえ, 本尺度に組み入れた. 今後, 項目内容において発達差を反映するよう表現を改善する必要がある.

統計解析 幼児の心理社会的発達に調整力及びEFがどのように関連するかを解明するため, 先行研究^{35,40)}を踏まえ仮説モデルを想定し, 調整力要因とEFを説明変数, 心理社会的発達を目的変数とするパス解析を行った. まず全回答者を対象に, 単相関分析と, 月齢と性別を制御変数とした偏相関分析を行った(表4参照). この相関分析をもとに, 調整力及びEFから成る説明変

表 3 実行機能尺度得点に関する各学年別の統計量

No.	項目内容 (得点範囲: 1~4) ; R: 反転項目	調整力	心理発達	全体		年少児		年中児		年長児		p
				M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	
	実行機能尺度得点 ($\alpha=.79$)	.43**	.62**	2.71	.50	2.67	.55	2.70	.49	2.78	.47	†
1.	相手の立場になって 考えたり 行動しようと する	.12 †	.28**	2.63	.66	2.42	.63	2.60	.64	2.89	.70	**
2.	製作や遊びなど 活動しているとき 集中を保てる	.13 †	.11 †	3.43	.66	3.27	.72	3.44	.66	3.60	.59	†
3.	約束は 楽しいことを後回しにしても きちんと取り組める	.09	.22**	2.67	.71	2.50	.79	2.69	.64	2.83	.70	†
4.	新しい活動や状況に 自ら進んで 取り組もうと する	.14	.34**	3.00	.85	3.05	.81	2.99	.90	2.97	.84	
5.	やるべきことと 遊びの時間を区別して 自ら行動できる	.08	.25**	2.46	.79	2.38	.88	2.51	.73	2.49	.77	*
6.	遊びのやり方などを一度に与えられると 混乱する (R)	.15	.22**	2.91	.77	2.92	.74	2.92	.74	2.89	.85	
7.	習いごとや遊びで 自分なりにめあてに向かって 進める	.08	.25**	2.84	.96	2.70	.91	2.82	1.02	2.99	.94	*
8.	友だちと言い争いでも 自分の気持ちを 言葉で伝える	-.08	.25**	2.75	.92	2.71	.98	2.75	.92	2.79	.87	
9.	習い事の練習など 自らすすんで 取りかかる	.11 †	.31**	2.31	.84	2.36	.91	2.18	.79	2.38	.83	

† $p < .10$ * $p < .05$ ** $p < .01$

表 4 各要因の統計量, 単相関及び偏相関係数

要因	範囲, 単位	M	SD	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
① 調整力	1~3	2.57	.23	-	.74**	.57**	.32**	.25**	.01	.07
② 心理社会的発達	1~3	2.58	.24	.48**	-	.70**	.58**	.09	.12 †	.05
③ 実行機能	1~4	2.80	.51	.43**	.55**	-	.48**	.11 †	.04	.11 †
④ 養育環境	1~4	2.92	.55	.16**	.45**	.49**	-	.17**	.22**	.05
⑤ 活動量	時間 / 日	2.06	1.44	.18**	.15**	.19**	.18**	-	.18**	.37**
⑥ 親の運動支援	1~3	2.91	.31	.08	.05	.00	.21**	.09	-	.07
⑦ 親の運動実施	1~3	1.41	.65	.22**	.06	.25**	.22**	.26**	.06	-

右上: 単相関係数; 左下: 年齢と性別を制御変数とした偏相関係数 † $p < .10$ * $p < .05$ ** $p < .01$

数が心理社会的発達に影響を及ぼす, という仮説モデルを設定した. 次に, EF 要因を外生変数, 調整力と心理社会的発達を内生変数とするパス解析を施し, 直接効果 (標準偏回帰 (β) 係数) と間接効果 (パス間の β 係数の乗数) を吟味することで, 各要因間の関連性の推測, 及び年齢間のパス係数の差異の検討をおこなった. 解析には IBM SPSS Statistics ver.24 を用いた. 探索的研究に位置づけられることより, 本研究では有意傾向を 10%, 有意水準を 5% に設定した.

3. 結果と考察

1) 各変数の統計量及び相関分析

調整力, EF, 及び心理社会的発達の各要因の統計量を表 4 に示した.

年齢及び性別を制御変数として偏相関係数を求め分析した. まず, 調整力は心理社会的発達 (.48) 及び EF (.43) と中程度の正の相関を示し, 養育環境 (.16), 活動量 (.18), 及び親の運動実施 (.22) と弱い正の相関を示した. 次に, 心理社会的発達は EF (.55), 養育環境 (.45) と中程度の正の相関を示し, 活動量 (.15) と弱い正の相関を示した. さらに養育環境は EF (.49) と中程度の正の相関を, 活動量 (.19) 及び親の運動実施 (.25) と弱い正の相関を示した. 最後に, 子どもの活動量 (.26) は親の運動実施と弱い正の相関を示した. 以上より, 幼児の調整力, 心理社会的発達, 及び EF は密接に関連すること, またその背景要因として, 運動 (遊び) や遊び

を通じた学びへの自律性を促す養育環境、親の運動実施、そして子どもの活動量が弱い正の相関を示す、と示唆された。これを踏まえ、以後の分析では前者の3要因に絞って検討した。

2) 養育環境と調整力、心理社会的発達、及びEFの関連性

養育環境と本研究で焦点を当てる3要因との関連性について、項目別に偏相関係数を検討した(表5参照)。その結果、まず調整力については「体験の対話(項目5, 以下同様)」、「読み聞かせ」(1)、「関心の共有」(2)、「身辺の自立」(12)と有意な、「読み聞かせ」(1)、「共食」(3)、「家での役割」(8)と有意傾向の、それぞれ関連性が認められた。次に、心理社会的発達については、「体験の対話」(5)、「学習環境」(7)、「読み聞かせ」(1)と有意な、「共食」(3)と有意傾向が認められた。さらにEFについては、「子ども目線での自律性支援」(12)、「主体的な学びの支援」(4)、「学習環境」(7)、「家での役割」(8)、「話題の共有」(6)が有意な、「学びの過程の支援」(11)が有意傾向だった。最後に、子どもの休日の活動量について、「読み聞かせ」(1)、「関心の共有」(2)と有意な、「家での役割」(8)と「身辺の自立」(9)と有意傾向だった。

従って、調整力、心理社会的発達、そしてEFの高さには、養育環境における「応答性」、「学びへの肯定感」、「主体性の尊重」、「自律性と自律に向けた支援」、「役割意識」、「達成への過程を尊重」といった日々の働きかけが背景にあると示唆された。

表5 養育環境の各項目と関連要因の相関関係¹⁾

No.	項目内容(範囲:1~4)	M	SD	調整力	心理発達	実行機能	活動量
1.	絵本の読み聞かせや 一緒に本を読んだり する	2.80	.95	.13 †	.18 **		.19 **
2.	子どもの興味・関心に応じて 図書館などに 一緒に行く	2.67	.93	.19 *	.19 **		.17 **
3.	(皆が在宅のときは) 食事は 家族一緒に 食べる	3.20	.85	.12 †	.12 †		
4.	子どもの興味や関心に応じて 自ら学ぶ力がつくように見守る	3.00	.75			.17 **	
5.	子どもの一日の出来事を聞く時間を 持つように している	3.14	.77	.20 **	.26 **		
6.	子どもの関心に応じて 社会的なできごとについて 会話する	2.74	.76			.14 *	
7.	家には、本や図鑑(マンガや雑誌を除く)が たくさんある	2.81	.96		.20 **	.17 **	
8.	家では 子どもの お手伝いの仕事がある	2.50	.94	.12 †		.14 *	.11 †
9.	身の回りのことは 子どもが 自分一人でする ようにしている	2.93	.76	.19 **			.13 †
10.	家で 食事中は テレビを消して いる	2.77	.90				
11.	がんばっていることに対して その努力した姿勢を ほめたり 喜ぶ	3.31	.64			.11 †	
12.	たとえ失敗しても、次にどうすれば良いか 子どもの立場で 考える	3.15	.61			.19 **	

1) 年齢及び性別を制御変数とした偏相関係数

† $p < .10$ * $p < .05$ ** $p < .01$

3) 心理社会的発達に寄与する調整力及びEF

上述した心理社会的発達を説明する調整力と実行機能の役割に関する仮説モデルを設定し、全調査参加者を対象に解析した。以下、標準偏回帰係数と説明率について3~5歳の順に表記した(表6及び図参照)。まず、調整力から心理社会的発達へのパス係数(直接効果)は $\beta = .67$ ($\beta_3 = .46$; $\beta_4 = .39$; $\beta_5 = .30$)で、次にEFから心理社会的発達へのパス係数(直接効果)は $\beta = .34$ ($\beta_3 = .47$; $\beta_4 = .44$; $\beta_5 = .40$)となり、また調整力とEFの間のパス係数は $\beta = .54$ ($\beta_3 = .46$; $\beta_4 = .22$; $\beta_5 = .63$)であった。さらに、調整力からEFを介した心理社会的発達へのパス係数(間接効果)は.18 ($.54 \times .34 = .18$)であった(3~5歳: $\beta = .22$; .10; 及び.25, 以下同様)。最後に、説明率(R^2)は.73(3~5歳の説明率: $R^2 = .64$; .43; 及び.39, 以下同様)であった。

これより、養育環境、子どもの活動量、親の運動（遊び）実施が背景要因となり、幼児の調整力が向上すること、さらに幼児期の調整力発達に伴う心と体そして内外の環境との相互の関わり合いによりEFが活性化すること、さらに調整力とEFの相互的な発達により心理社会的発達が促される、と示唆された。

次に、性別ごとに分析を行った。まず男児について、調整力から心理社会的発達へのパス係数（直接効果）は $\beta = .71$ ($\beta_3 = .56$; $\beta_4 = .55$; $\beta_5 = .52$)、EFから心理社会的発達へのパス係数（直接効果）は $\beta = .21$ ($\beta_3 = .30$; $\beta_4 = .35$; $\beta_5 = .32$)、そしてEFと調整力とのパスは $\beta = .36$ ($\beta_3 = .35$; $\beta_4 = .37$; $\beta_5 = .47$)であった。また、EFから調整力を介した心理社会的発達へのパス係数（間接効果）は.26 ($.26 \times .71 = .25$)であり ($\beta = .20$; .20; 及び .23)、参考として調整力からEFを介した心理社会的発達へのパス係数は.11 ($.36 \times .31 = .18$)であった (.11; .13; 及び .14)。最後に、説明率は.65 ($R^2 = .51$; .57; 及び .42)であった。

次に女児において、調整力から心理社会的発達へのパス係数（直接効果）は $\beta = .69$ ($\beta_3 = .62$; $\beta_4 = .52$; $\beta_5 = .51$)、EFから心理社会的発達へのパス係数は $\beta = .25$ ($\beta_3 = .29$; $\beta_4 = .29$; $\beta_5 = .39$)、そして調整力とEFの間のパス係数は $\beta = .48$ ($\beta_3 = .50$; $\beta_4 = .22$; $\beta_5 = .41$)であった。また、EFから調整力を介した心理社会的発達へのパス係数（間接効果）は.33 ($.48 \times .69 = .33$)であり ($\beta = .31$; .11; .21)、参考として調整力からEFを介した心理社会的発達へのパス係数（間接効果）は.12 ($.48 \times .25 = .18$)だった (.15; .06; 及び .16)。さらに、最後に、説明率は.70 ($R^2 = .64$; .57; 及び .58)であった。

表6 心理社会的発達に対する調整力及び実行機能の貢献に関するパス解析

説明変数 ¹⁾		目的変数 ²⁾			説明率 (R ²)	
		心理社会的発達				
		直接効果	間接効果	相関係数		
男児						
3歳児	調整力	MC	.56	.20	.76	.51
	実行機能	EF	.30			
	EF → MC		.35			
4歳児	調整力	MC	.55	.20	.75	.57
	実行機能	EF	.35			
	EF → MC		.37			
5歳児	調整力	MC	.52	.23	.75	.52
	実行機能	EF	.32			
	EF → MC		.45			
女児						
3歳児	調整力	MC	.62	.31	.93	.60
	実行機能	EF	.25			
	EF → MC		.50			
4歳児	調整力	MC	.52	.11	.63	.25
	実行機能	EF	.29			
	EF → MC		.22			
5歳児	調整力	MC	.51	.21	.72	.55
	実行機能	EF	.39			
	EF → MC		.41			

1) MC：調整力；EF：実行機能。

2) 標準偏回帰（ β ）係数

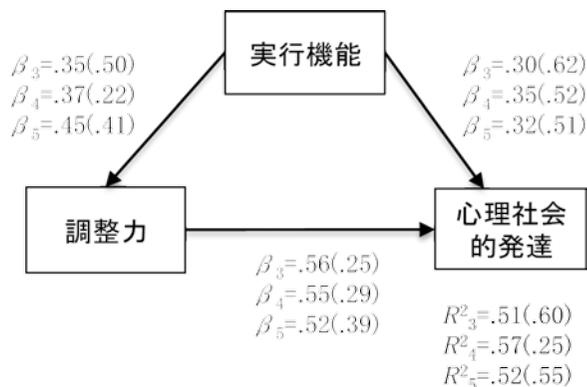


図 心理社会的発達を支える調整力と実行機能の役割に関するパス図

β ：標準偏回帰係数（各3～5歳児；括弧内は女児の値）

4) 全体的な考察

調整力と心理社会的発達 調整力と心理社会的発達との間のパス係数は、いずれの年齢及び性別

の間においても密接な関連性を示した。生物学的基盤が幼児期の体格と運動機能発達を大きく支配するゆえ、心と身体の一體的発達に沿って幼少期の心理社会的発達にも発達の多様性と相互作用性¹⁷⁾が認められる。具体的には、調整力を反映する基本的な動作の多様化と洗練化²⁸⁾が、自律性と社会性における発達とも緊密なつながりを有する点で、スキヤモンの発育曲線の神経型と一般型の発達とともに、当該発達期における「高次の認知機能」、すなわち EF の関与が推測される。この点について本節の最後で述べる。

実行機能と心理社会的発達 結果が示すように、調整力よりは低い、EF と心理社会的発達の間には弱い相関関係が、いずれの年齢区分及び性別でも認められた。子ども期の心理社会的発達、特に学校適応や集団生活適応の基盤となる社会的スキルの発達と EF は密接な関連が予想される^{5,11)}。4歳児のパス係数において他年齢と比して低値となり慎重な解釈を要するが、幼小接続期において、求められる認知及び非認知の両スキル間の関連性が強まるゆえ、EF と心理社会的発達の役割と関連も高まると推測される。今後の学校教育の方向性において、認知スキル（読み・書き・計算）とともに非認知スキル（学びに向かう力）の役割が注目されるゆえ^{1,9,14,29)}、学校生活適応及び次代を担う「生きる力」の育ちに資する EF の役割とその向上方策について、さらに検討が必要となる。

実行機能と調整力 調整力と EF の間にはいずれの年齢区分及び性別でも有意なパス係数が認められ、特に年長児の値が他と比して高い傾向にあった。また、男児においては、発達に伴い両要因間のパス係数が微増する傾向が認められた。調整力の向上に対する EF の役割について次に考察する。年長児に成長するに伴い、複合的な動き、目的に応じた動き、仲間と協調した動き、またルールに応じた動き、が発達する。この内外の環境との相互作用において、幼児においては自制や認知的柔軟性が引き出され、その基盤として作業記憶の機能の高まりが生ずると推察される。この発達期に、心と体の未分化であるが一體的な発達を基盤とし、内外の環境との相互作用を通じてコンピタンス（有能感）が育まれる。その意味で、比較的自由な運動（遊び）環境において、自律的かつ内発的に遊び（運動課題）と関わりながら、内外の環境と相互作用することは、認知と動きの連関を活性化させる⁴⁾、ことを示唆する。この自他の相互作用において、子どもの認知過程では五官からの感覚、動き、イメージ、さらに記号（言語）化のマッチングが生じ、そのパターン増大と洗練化が「基本的な動き」の習熟につながるだろう。男児においては、運動（遊び）との関わりが文化的受容度も高いと考えられるゆえ、その活動がより自発的かつ主体的となり、調整力と心理社会的発達の関連性を説明する要因として EF の果たす役割が大きいと推察される。最後に、EF から調整力を経由した間接効果は、直接効果と比して低い値だが寄与を示し、男児においては年齢とともに微増の、女児では漸減の傾向であった。運動能力への文化的受容度における性差が存在し、女児では必ずしも運動技能に偏らず、音楽、舞踊、美術等での技能獲得との関わりにおいて、心理社会的発達に対する EF の役割が説明される可能性がある。

調整力及び心理社会的発達に寄与する実行機能の役割 以上より、幼児の心理社会的発達には認知機能と運動技能の連関^{5,11,16,34-36)}を支持するように、調整力が密接に関連し、その中核的な要因として高次の認知機能、すなわち EF が背景に存在すること、が示唆された。この仮定される認知機能について、「スケールエラー」(scale error)^{7,26,27)}を手がかりに解釈する。スケールエラーは、例えば玩具遊びの際、幼児が自分の身体に対して著しく不釣り合いな対象に、自身の身体を当てはめようとする現象である。このとき、操作対象と実際の行動との間で相互作用する表象 (motor representation) が活性化しており、経験を積み重ねる中で、実在の環境と自身の身

体や動きを適応的に調整するようになる。ここでは表象は計画、実行、評価までを含むこととする。この表象と行動の相互作用の調整は、発達とともにEFが向上するため、具体的には抑制や注意の焦点化、認知的柔軟性が高まることで、可能になると説明される。翻り、本研究における調整力と心理社会的発達の両面においても、EFが主要因となり、内外の環境の相互作用の中で、より合目的的な行動をとるよう認知的制御、すなわちEFが働く、と推測される。このとき働く機能としては、作業記憶を基盤として、抑制、認知的柔軟性、注意の焦点化、情報更新、切り替えが想定され、相互作用する内外の要因に「すり合わせる」、「折り合いを付ける」（調整する）ように感覚運動的、具体的、そして抽象的な認知機能から成る重層的なシステムが作用する、と仮定される。反証として、運動調整における不器用さ、あるいは社会性における共感性の少なさ、に対する説明要因としてEFが有力な根拠として挙げられる。本稿では、運動と認知の両技能の連関の説明をEFに焦点を当て説明を試みているが、表象、内外の環境のモニタリング、視点の移動、模倣、共同注意、共同行為、ミラーシステム等の認知研究からの示唆¹⁶⁾について精査する必要がある。

最後に、パス解析の間接効果において、特に男児で、EFから心理社会的発達への直接効果より、調整力を介したパス係数の方が高い傾向が認められた。これより、幼児期の心と身体の一体的な発達は遊びを中心とした多様な体験から培われるが、運動の調整を通じた体験の役割と意義の大きさが推察される。すなわち、内外の環境である、身体と動き、そして他者との直接的な相互作用の体験の積み重ねには、高次の認知機能（EF）が中核的な役割を及ぼし、運動と認知の両技能を連関づける、と示唆される。

（付記）本研究は平成27～29年度日本学術振興会科学研究費補助金（課題番号：24500708）の配分を受けて行われた。

（謝辞）本研究の実施に際しては、関係する教育施設等より多大なご協力を賜ったことに記して感謝申し上げます。

引用文献

- 1) Álvarez-Bueno-Bueno C et al: Association of physical activity with cognition, metacognition and academic performance in children and adolescent. *BMJ open* **6**: e011065, 2016
- 2) 阿江通良（編）：幼少年期に身につけておくべき基礎的動き。臨床スポーツ医学 **24**: 1147-1195, 2007.
- 3) 安梅勅江, 他6名：子どもの発達の全国調査にもとづく園児用発達チェックリストの開発に関する研究。厚生指針 **54**: 36-41, 2007.
- 4) Barker JE et al: Less-structured time in children's daily lives predicts self-directed executive functioning. *Front in Psychol* **5**: 1-16, 2014
- 5) Cameron CE et al: Fine motor skills and executive function both contribute to kindergarten achievement. *Child Develop* **83**: 1229-1244, 2012
- 6) 中央教育審議会：子どもの体力向上のための総合的な方策について（答申），2002
- 7) DeLoache JS et al: Scale errors offer evidence for a perception-action dissociation early in life. *Science* **304**: 1027-1029, 2004
- 8) Diamond A & Lee K: Interventions and programs demonstrated to aid executive function development in children 4-12 years of age. *Science* **333**: 959-64, 2011
- 9) Donnelly JE et al: Physical Activity, Fitness, Cognitive Function, and Academic Achievement in Children: A Systematic Review. *Med Sci Sports Exerc* **48**: 1197-1222, 2016

- 10) Gallahue DL et al: *Understanding Motor Development*. McGraw-Hill, pp.77-93, 208-264, 1998
- 11) Grissmer D et al: Fine motor skills and early comprehension of the world. *Dev Psychol* **46**: 1008-1017, 2010
- 12) Hillman CH et al: Be smart, exercise your heart. *Nat Rev Neurosci* **9**: 58-65, 2008
- 13) 猪飼道夫, 他: 調整力: その生理学的考察. *体育の科学* **22**: 5-10, 1972
- 14) 池迫浩子, 宮本晃司 (OECD・ベネッセ総研 (訳)): 家庭, 学校, 地域社会における社会情動的スキルの育成: 国際的エビデンスのまとめと日本の教育実践・研究に対する示唆, 2015
- 15) 石河利寛, 他 9 名: 調整力に関する研究成果のまとめ. *体育科学* **15**: 75-87, 1987
- 16) Jacob P & Jeannerod M: The motor theory of social cognition. *Trends Cogn Sci* **9**: 21-25, 2005
- 17) 小林登: 子ども学のまなざし 明石書店, 2008
- 18) 小林芳文: MEPA. 日本文化科学社, 1985
- 19) 厚生労働省: 平成 22 年乳幼児身体発育調査報告書, 2010
- 20) Lubans, DR et al: Fundamental movement skills in children and adolescents. *Sport Med* **40**: 1019-1055, 2010
- 21) Miyake A & Shah P (Eds): *Models of Working Memory*. NY: Cambridge University Press, 1999
- 22) 宮丸凱史: たかが子どもの動き, されど子どもの動き. *幼児の教育* **108**: 8-13, 2009
- 23) 三宅和夫 (監): KIDS (乳幼児発達) スケール. (財) 発達科学教育研究センター, 1989
- 24) 松浦義行, 他: 幼児の調整力と生活環境条件の関連. *体育科学* **6**: 164-172, 1978
- 25) 桃田茉莉, 他: 中学生対象日本語版 BRIEF 構成概念妥当性の検証と標準化. *心理学研究* **88**: 348-357, 2017
- 26) 森口佑介: わたしを律するわたし: 子どもの抑制機能の発達. 京都大学学術出版会, 2012
- 27) 森口佑介: 就学前期における実行機能の発達. *心理学評論* **51**: 447-459, 2008
- 28) 文部科学省: 幼児期運動指針, 2012
- 29) 文部科学省・お茶の水女子大学: 幼児期の非認知的な能力の発達をとらえる研究, 2016
- 30) 中村和彦, 他: 観察的評価法による幼児の基本的動作様式の発達. *発育発達学研究* **51**: 1-18, 2011
- 31) 日本学術会議: 子どもを元気にする 運動・スポーツの適正実施のための基本指針, 2011
- 32) 日本学術会議: 子どもの健全な育成をめざして: 基本的動作が危ない, 2017
- 33) 日本教育心理学会倫理綱領, 2000 年 6 月 18 日施行
- 34) Pesce C et al: Deliberate play and preparation jointly benefit motor and cognitive development. *Front Psychol* **7**: Article 349, 2016
- 35) Rigoli D et al: Motor coordination, working memory, and academic achievement in a normative adolescent sample: Testing a mediation model. *Arch Clin Neuropsychol* **27**: 766-780, 2012
- 36) Simpson A et al: Fine motor control underlies the association between response inhibition and drawing skill in early development. *Child Develop*, 2017 Sep 13 (doi: 10.1111/cdev.12949), 2017
- 37) (社) 日本小児保健協会: 平成 22 年度幼児健康度調査報告書 (平成 23 年 3 月), 2011
- 38) 高井和夫: 子どもの「こころ」と体の調整力を育む心理社会的要因. *文教大学生活科学研究* **31**: 139-152, 2009
- 39) 高田典衛, 他: 幼児期における調整力の生活との関連から見た構造と発達. *体育科学* **5**: 162-182, 1977
- 40) Tamis-LeMonda CS et al: Variation in children's exploratory, nonsymbolic, and symbolic play. In Rovee-Collier C et al (Eds.), *Advances in infancy research*, vol.10 (pp.37-78), Ablex, 1996
- 41) 津守真・他 1 名: 乳幼児精神発達診断法 (3 歳~7 歳まで). 大日本図書, 1965
- 42) Westendorp M et al: Effect of a ball skill intervention on children's ball skills and cognitive functions. *Med Sci Sports Exerc* **46**: 414-422, 2014
- 43) 山村麻子, 他: 幼児期における実行機能と他者感情理解の関連性. *大阪大学教育学年報* **16**: 59-71, 2011

