

言語的コード化された情報による動きの調節

(保健体育講座) 田中 雅人

Coordination of movement through linguistically encoded information

Masato TANAKA

(平成24年6月5日受理)

1. 目的

運動技能を習得する過程において、どのような運動表象が形成されるのか、また、学習者が有効な運動表象を構築するためには、どのような情報が必要なのかは、運動学習において大変興味深い課題である。

学習者に運動を伝える時、その中心となるのは、デモンストレーションやビデオ映像などの視覚的な情報であるが、視覚的情報によってすべての運動情報が学習者に伝達されているとは考えにくい。一方、言語的な情報は、視覚的情報のみでは伝達できない部分を補うために重要な役割を果たしている。さらに、ビデオ映像のような視覚的な情報であっても、一旦、記憶表象として保持するためには、何らかの形式でコード化される必要があり、その中心となるのが言語である。

運動情報が言語によってどのようにコード化されているのかを明らかにするため、田中(2004)は、運動を表象化することばの類似性や相互関連の様相を検討した。ビデオ映像によって視覚的に伝達される運動情報について、18のことばを変数に用いた因子分析を行った結果、映像から観察される運動情報は、運動の「速さ」、「大きさ」、「円滑さ」を表象する情報としてコード化されていたことが明らかになった(表1)。さらに、運動の「大きさ」を表象することばは、空間的な制御に関わる情報としてのみ働くが、「速さ」を表象することばは、時間的情報のみならず、空間的情報としても働くこと、「円滑さ」を表象することばは、時間的情報として働く場合もあることが示唆された。

言語は、運動表象の形成や運動情報の伝達に深く関連しているものの、主観性や抽象性をその特性として備えているため、同じことばにより情報が伝達されたとして

も、すべての学習者が同じように受け止めているとは考えにくい。そこで、田中(2002)は、運動の調節をあらわすことばが、動作のイメージの連続体をどの程度分節することができるのか、さらに、ことばによるイメージの分節化がどのように変容するのかを発達の的に検討するために、13～15歳、16～18歳、19歳以上の各年齢群の調査対象者に対し、11対のことばを用いた一対比較法による調査を行った。その結果、「13～15歳」における判定の一貫性係数は、「16～18歳」および「19歳～」におけるよりも低い値を示した。また、各運動調節に関わることばについて、年齢群別に判定の一致性係数を求めたところ、「19歳～」が高い一致性係数を示したのに対し、「13～15歳」の一致性係数はいずれも低かったことから、調査対象者のことばの系列化においてばらつきが顕著に存在することが明らかになった。

表1. 因子分析

	F1	F2	F3
速さ	じわっと	0.936	
	ゆっくり	0.897	
	しずかに	0.567	
	さっと	-0.514	
	すばやく	-0.657	
	いきおいよく	-0.766	
	きゆうに	-0.849	
大きさ	じゅうぶん		0.897
	ふかく		0.892
	おおきく		0.883
	ちからづく		0.656
	かるく		-0.812
	ちいさく		-0.916
	あさく		-0.918
円滑さ	やわらかく		0.907
	ゆるやかに		0.668
	なめらかに		0.524
固有値	6.953	5.135	1.186

ところで、運動の調節とは、一般化された運動スキーマから、その場に応じた運動表象を形成することであると言い換えてもよい。したがって、適切な運動表象の形成は、運動スキーマの発達とそれを調整するためのことばの発達によって確定されると考えられる。また、ことばによって形成された運動表象がどのような動きとして発現するのか、kinematicな側面から分析することも課題であると考えられる。

そこで、本研究では、言語的にコード化された情報の働きを明らかにするために、ことばがどのような運動表象を構築し、動きをどのように調整しているのかを検討した。

2. 方法

2-1. 課題

言語的な情報により形成される運動表象に基づいて、立位姿勢から「膝を曲げて伸ばす」動作を行った。

2-2. 手続き

被験者の左膝関節と左足関節にゴニオメータ (Penny & Giles社) を装着し、Power Lab (ADInstruments社) を用いて、40/秒のサンプリング速度で角度の変化と動作時間を測定した。

被験者は、前方のディスプレイに順次呈示される動きの調節をあらわす18のことば (表2) を見たのち、それぞれのことばにより形成される運動表象に基づいて動作を1回行った。なお、18のことばは、田中 (2004) が運動情報をコード化することばの類似性や相互関係を検討する際に使用したものを用いた。

すべての動作が終了したのち、動作を行う際に用いた方略について尋ねた。

表2. 動きの調節を表すことば

速さ	大きさ	円滑さ	その他
じわっと	じゅうぶん	やわらかく	ぎゅっと
ゆっくり	ふかく	ゆるやかに	
しずかに	おおきく	なめらかに	
さっと	ちからづよく		
すばやく	かるく		
いきおいよく	ちいさく		
きゅうに	あさく		

2-3. 従属変数

「膝関節角度」, 「足関節角度」, 「全動作時間」, 「屈曲動作時間」, 「伸展動作時間」および「膝関節角度」を動作時間で除した「屈曲角速度」と「伸展角速度」を従属変数とした。

2-4. 被験者

中学生 (年齢13.3±0.36歳) 30名とした。

3. 結果と考察

3-1. ことばによる動きの調節

各ことばに対する屈曲動作時間, 伸展動作時間, 動作時間の平均値と標準偏差を求めた (表3)。また, 動作時間の平均値を値が大きいことばの順に並べて示した (図1)。『速さ』をあらわす「ゆっくり」, 「じわっと」, 「しずかに」といったことばの動作時間は他のことばに対する動作時間よりも長かった。一方, 「いきおいよく」, 「きゅうに」, 「すばやく」, 「さっと」といったことばの動作時間は他のことばよりも短かった。したがって, 動作時間は, 『速さ』をあらわすことばによって明確に区別されていることが明らかとなった。

各ことばに対する膝関節角度と足関節角度の平均値と標準偏差を求めた (表4)。また, 膝関節角度の平均値を値が大きいことばの順に並べて示した (図2)。『大きさ』をあらわす「ふかく」, 「おおきく」, 「じゅうぶん」, 「ちからづよく」といったことばの関節角度は大きく, 「かるく」, 「ちいさく」, 「あさく」といったことばの関節角度は小さかった。したがって, 膝関節角度は, 『大きさ』をあらわすことばによって明確に区別されていることが示された。

これらのことは, 『大きさ』や『円滑さ』をあらわすことばが, 動作時間 (動作の速さ) を調整するための情報とはならない, また, 『速さ』や『円滑さ』をあらわすことばが, 関節角度 (動作の大きさ) を調整するための情報とはならないことを示している。これらの結果から動作時間が『速さ』をあらわすことばによって, 関節角度が『大きさ』をあらわすことばによって, 明確に区別されていることが明らかになった。したがって, 言語的にコード化された情報によって, 動きの時間的・空間的な調節が可能であることが示唆される。

表3. 各ことばに対する動作時間

		じわっと	ゆっくり	しずかに	さっと	すばやく	いきおいよく	きゆうに	じゆうぶん	ふかく	おおきく	ちからづよく	かるく	ちいさく	あさく	やわらかく	ゆるやかに	なめらかに	ぎゅっと
屈曲	M	1.61	1.74	1.45	0.65	0.70	0.85	0.69	1.25	1.34	0.95	1.02	0.81	0.93	0.95	1.31	1.28	1.32	0.95
	SD	0.45	0.52	0.41	0.15	0.13	0.15	0.17	0.30	0.25	0.20	0.24	0.19	0.29	0.25	0.37	0.32	0.39	0.21
伸展	M	1.68	1.77	1.64	0.74	0.74	0.92	0.89	1.41	1.40	0.95	1.11	0.87	0.96	0.96	1.47	1.35	1.41	1.07
	SD	0.49	0.44	0.44	0.25	0.23	0.28	0.29	0.42	0.27	0.29	0.32	0.26	0.31	0.24	0.33	0.35	0.37	0.39
全体	M	3.29	3.50	3.09	1.39	1.44	1.78	1.58	2.66	2.73	1.90	2.13	2.66	1.89	1.91	2.78	2.64	2.73	2.02
	SD	0.87	0.87	0.77	0.34	0.33	0.33	0.42	0.64	0.45	0.43	0.50	0.64	0.55	0.44	0.67	0.62	0.68	0.57

N=30

表4. 各ことばに対する関節角度

		じわっと	ゆっくり	しずかに	さっと	すばやく	いきおいよく	きゆうに	じゆうぶん	ふかく	おおきく	ちからづよく	かるく	ちいさく	あさく	やわらかく	ゆるやかに	なめらかに	ぎゅっと
膝	M	80.2	77.2	69.6	62.6	75.8	95.9	80.6	94.7	103.9	97.5	94.6	60.1	51.0	47.4	74.8	74.0	78.0	79.0
	SD	20.80	16.43	19.89	16.60	17.76	17.40	18.47	18.38	17.69	18.57	16.31	18.01	14.74	13.99	18.05	18.16	18.54	19.96
足	M	26.6	26.2	24.3	23.0	24.8	28.6	25.8	27.8	28.4	29.6	28.4	22.6	19.6	18.7	26.1	27.1	27.0	26.1
	SD	6.19	6.48	6.73	6.73	6.31	6.03	5.56	6.54	7.19	7.24	6.90	6.82	6.88	6.03	6.78	6.56	6.63	6.34

N=30

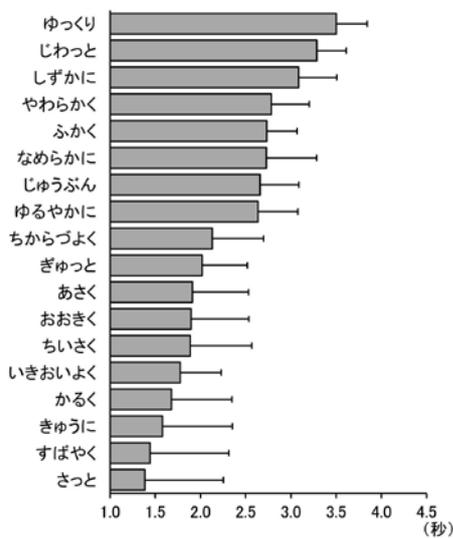


図1. 各ことばに対する動作時間 (全体)

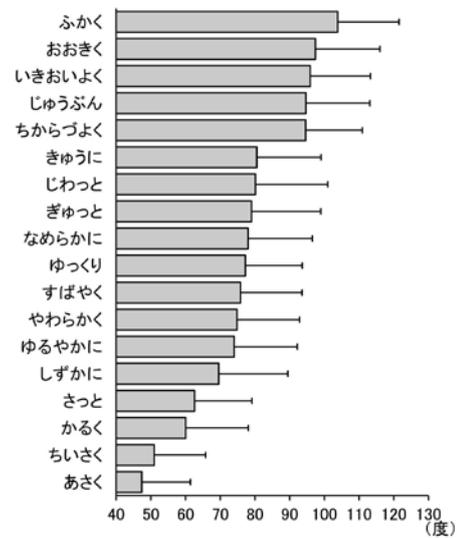


図2. 各ことばに対する関節角度 (膝)

言語的コード化されたことばによって発現した動きの動作時間と膝関節角度に基づいて、それぞれのことばの位置をプロットした(図3)。「あさく」、「ちいさく」、「かるく」、「さっと」といったことばは「小さくて速い」動きをあらわし、「おおきく」、「ちからづよく」、「いきおいよく」といったことばは「大きくて速い」動きをあら

わしていた。また、「なめらかに」、「やわらかく」、「ゆるやかに」といった『円滑さ』をあらわすことばは、いずれも中程度に位置づけられた。

このことは、『円滑さ』をあらわすことばが、動きの『速さ』や『大きさ』とは異なる情報を伝達するために用いられると推測される。なお、いずれのことばも「小さく

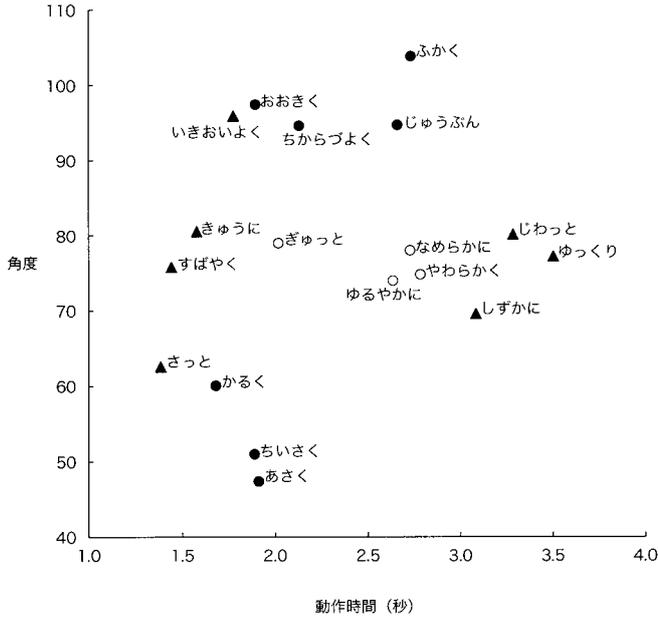


図3. 動作時間と膝関節角度との関係

て遅い」動きを示すことがなかった。これは、「小さく
て遅い」動きを言語的にコード化するための適切なこと
ばが存在しないためであろうと考えられる。

3-2. ことばの主観性

言語的にコード化された情報をどのように解釈し、ど
のような運動表象を形成するのかは、個人によって異な
る、すなわち個人差が存在すると考えられる。そこで、
各ことばに対する屈曲動作時間、伸展動作時間、動作時
間、および膝関節角度、足関節角度の変動係数を求めた
(表5)。また、動作時間および膝関節角度の変動係数の
値が大きいことばの順に並べて示した(図4, 図5)。
さらに、動作時間と膝関節角度の変動係数に基づいて、
それぞれのことばの位置をプロットした(図6)。

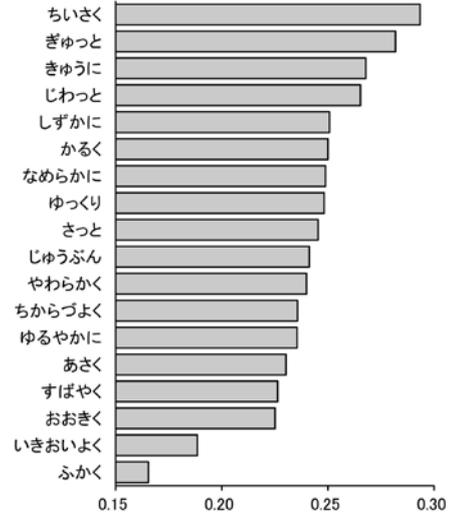


図4. 動作時間(全体)の変動係数

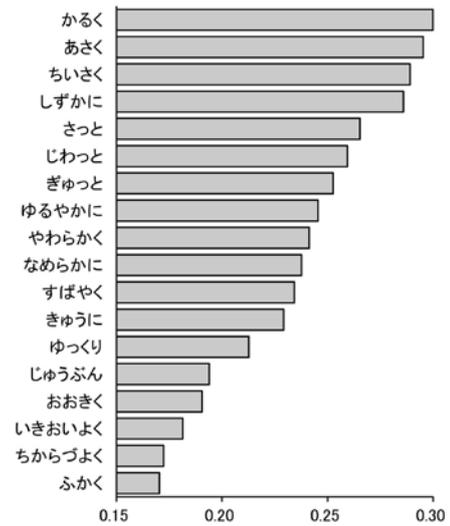


図5. 関節角度(膝)の変動係数

表5. 各ことばに対する動作時間と関節角度の変動係数

	じわっと	ゆっくり	しずかに	さっと	すばやく	いきおいよく	きゆうに	じゅうぶん	ふかく	おおきく	ちからづよく	かるく	ちいさく	あさく	やわらかく	ゆるやかに	なめらかに	きゅっと	
動作時間	屈曲	0.28	0.30	0.28	0.23	0.19	0.18	0.25	0.24	0.18	0.21	0.23	0.24	0.32	0.26	0.28	0.25	0.30	0.22
	伸展	0.29	0.25	0.27	0.34	0.30	0.30	0.33	0.30	0.19	0.31	0.29	0.30	0.32	0.25	0.22	0.26	0.26	0.37
	全体	0.27	0.25	0.25	0.25	0.23	0.19	0.27	0.24	0.17	0.23	0.24	0.25	0.29	0.23	0.24	0.24	0.25	0.28
関節角度	膝	0.26	0.21	0.29	0.27	0.23	0.18	0.23	0.19	0.17	0.19	0.17	0.30	0.29	0.30	0.24	0.25	0.24	0.25
	足	0.23	0.25	0.28	0.29	0.25	0.21	0.22	0.24	0.25	0.24	0.24	0.30	0.35	0.32	0.26	0.24	0.25	0.24

N=30

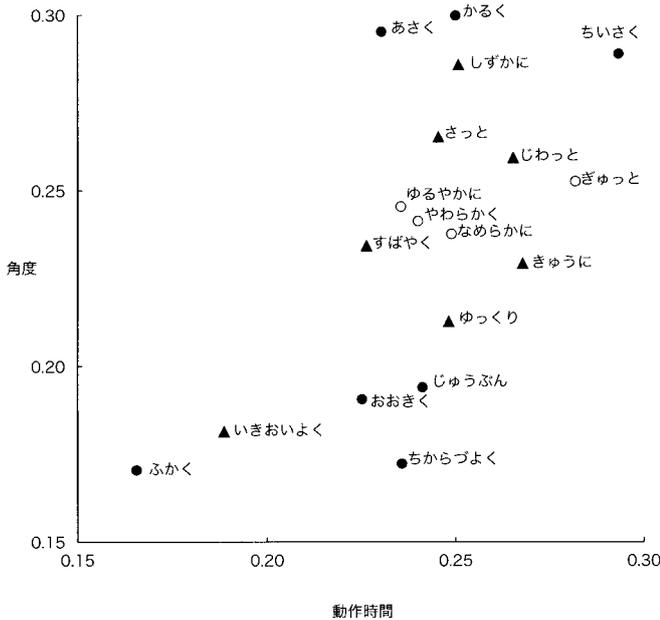


図6. 動作時間と膝関節角度との関係 (変動係数)

動作時間の変動係数は、「ふかく」、「いきおいよく」を除いて比較的大きいことが示された。特に、『大きさ』をあらわす「ちいさい」、『速さ』をあらわす「きゆうに」、「じわっと」、「しずかに」といったことばにおける個人差が大きいたことが示された。

一方、膝関節角度の変動係数は、小さい動きをあらわすことばでは個人差が大きく、大きい動きをあらわすことばにおける個人差は小さいといったように、動きの『大きさ』によって個人差が異なった。また、『円滑さ』をあらわすことばは、いずれも個人差がやや大きいところに位置づけられたことから、これらのことばを情報の伝達に用いる際の難しさが明らかになった。

動作時間と膝関節角度における変動係数をプロットしたところ、両者は、ほぼ相関する傾向が示されたが、「ちからづよく」や「あさく」のように、「動作時間の個人差は大きい」が「角度の個人差は小さい」、あるいは「角度の個人差は大きい」が「動作時間の個人差は小さい」ことばも存在した。こうした事実は、動作の『大きさ』を伝達するために有効なことばと動作の『速さ』を伝達するのに有効なことばが存在し、それらを適切に使用することが、運動情報の伝達には重要であることが示唆される。

ところで、時間的情報である『速さ』をあらわすことばや、空間的情報である『大きさ』をあらわすことばに

よって、どのような動きが導かれるのであろうか。『速さ』『大きさ』『円滑さ』を示すことばが、どのような動きを発現するのかを示すために、横軸を動作時間、縦軸を膝関節角度とし、各被験者の時間経過に伴う膝関節角度の変化を重ねて図示した(図7-1～7-18)。膝関節角度の変化をあらわす線の重なりが多いと個人差が小さく、重なりが少ないと個人差が大きいことを示している。「じわっと」、「しずかに」、「ちいさく」、「かるく」といったことばは、動作時間の長さに差はあるものの、いずれも個人による違いが大きいことを示している。一方、「いきおいよく」、「ふかく」といったことばは、いずれも個人による違いが小さいことを示している。また、膝関節角度では、小さい動きをあらわすことば(「あさく」、「ちいさく」、「かるく」など)ほど個人による違いが大きく、大きい動きをあらわすことば(「ふかく」、「おおきく」、「いきおいよく」など)では個人による違いが小さかった。

このように、比較的大きい動きをあらわすことばでは、個人差が小さくなったものの、言語的にコード化された情報は、主観的・感覚的であり、その受け取られ方には多様性が認められたことから、言語的な情報伝達における困難さが示唆された。

4. まとめ

本研究では、言語的にコード化された情報の働きを明らかにするために、立位姿勢から「膝を曲げて伸ばす」動作を課題とし、ことばがどのような運動表象を構築し、動きをどのように調整しているのかを検討した。

各ことばに対する屈曲動作時間、伸展動作時間を求めたところ、動作時間は、『速さ』をあらわすことばによって明確に区別されていることが明らかとなった。また、各ことばに対する膝関節角度と足関節角度を求めたところ、関節角度は、『大きさ』をあらわすことばによって明確に区別されていることが示された。したがって、言語的にコード化された情報によって、動きの時間的・空間的な調節が可能であることが示唆された。

各ことばに対する動作時間と関節角度の変動係数を求めたところ、両者は、ほぼ相関する傾向が示されたが、「動作時間の個人差は大きい」が「角度の個人差は小さい」、あるいは「角度の個人差は大きい」が「動作時間の個人差は小さい」ことばもあり、動作の『大きさ』を伝達するため

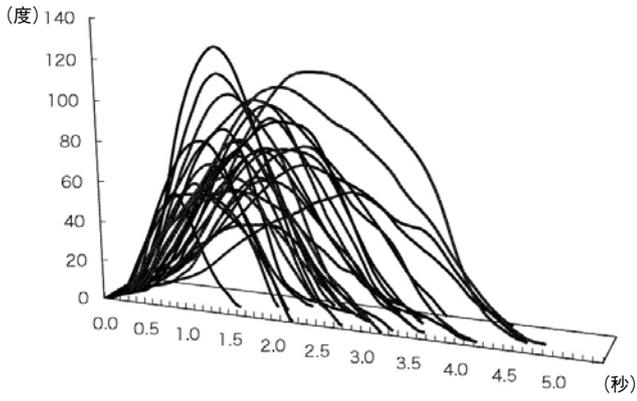


図7-1. 膝関節角度の変化 (「じわっと」)

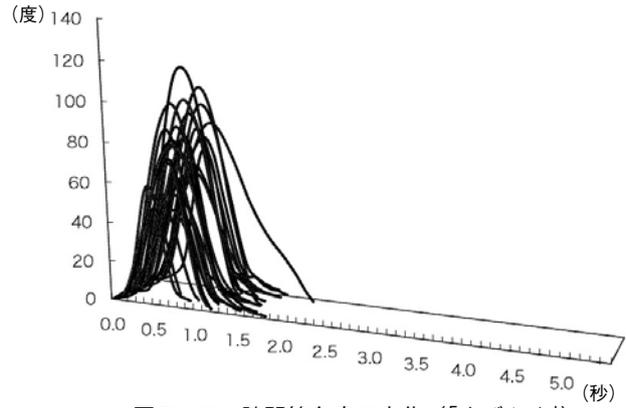


図7-5. 膝関節角度の変化 (「すばやく」)

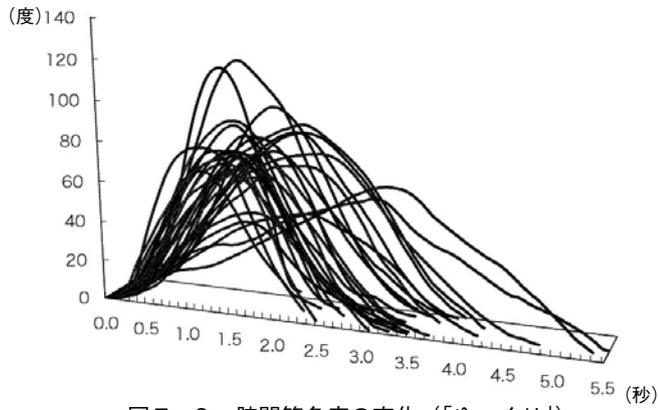


図7-2. 膝関節角度の変化 (「ゆっくり」)

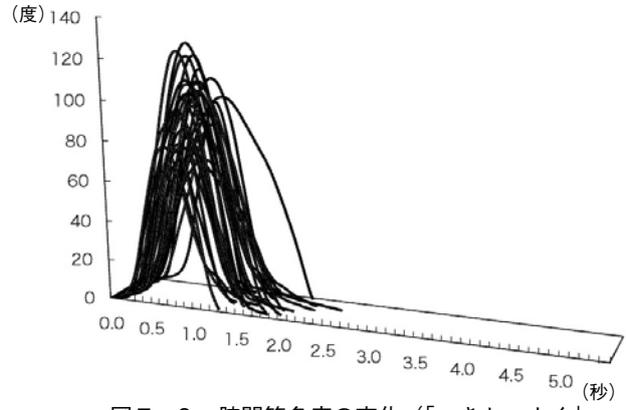


図7-6. 膝関節角度の変化 (「いきおいよく」)

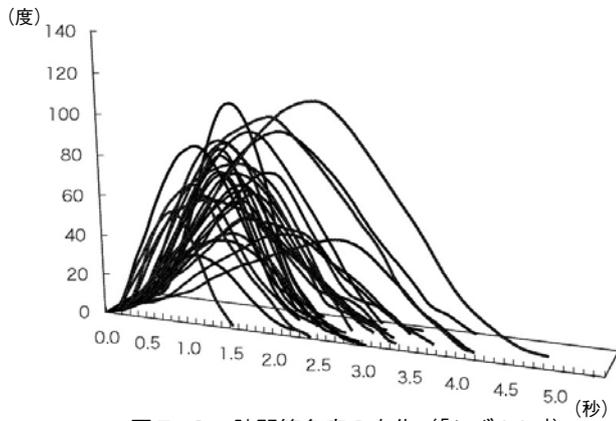


図7-3. 膝関節角度の変化 (「しずかに」)

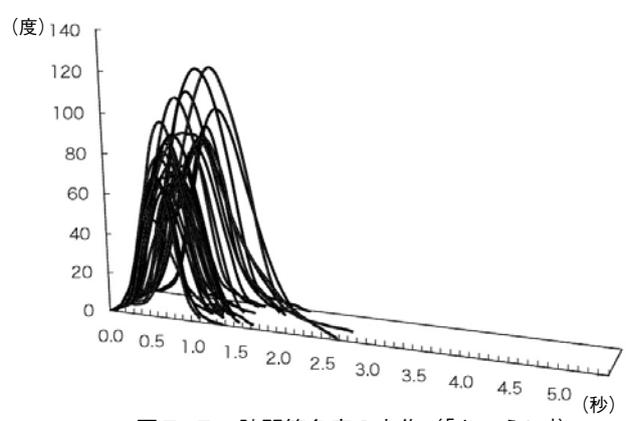


図7-7. 膝関節角度の変化 (「きゆうに」)

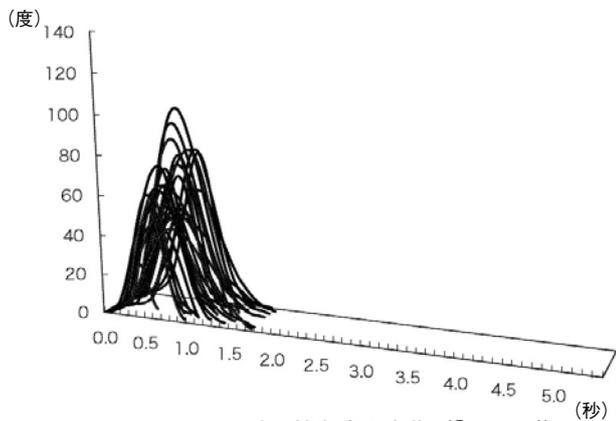


図7-4. 膝関節角度の変化 (「さっと」)

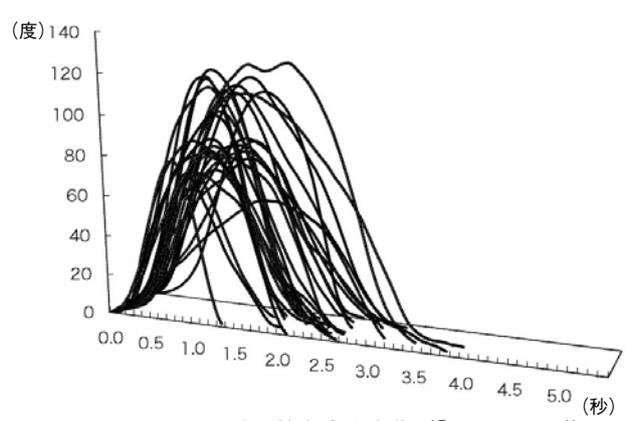


図7-8. 膝関節角度の変化 (「じゅうぶん」)

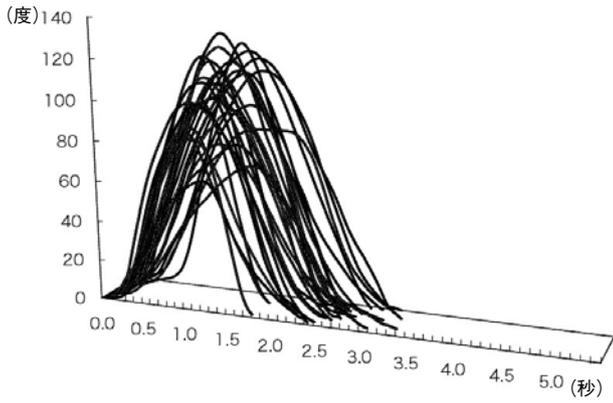


図7-9. 膝関節角度の変化(「ふかく」)

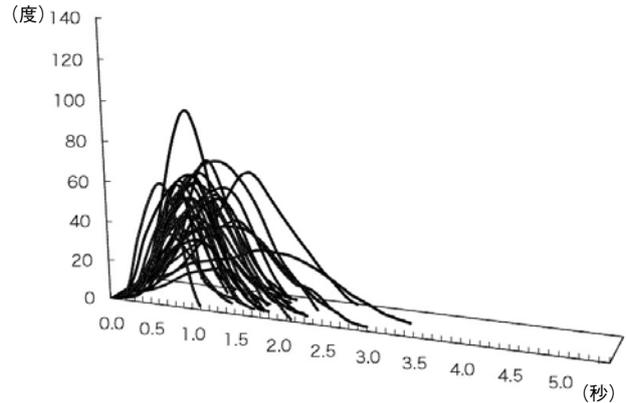


図7-13. 膝関節角度の変化(「ちいさく」)

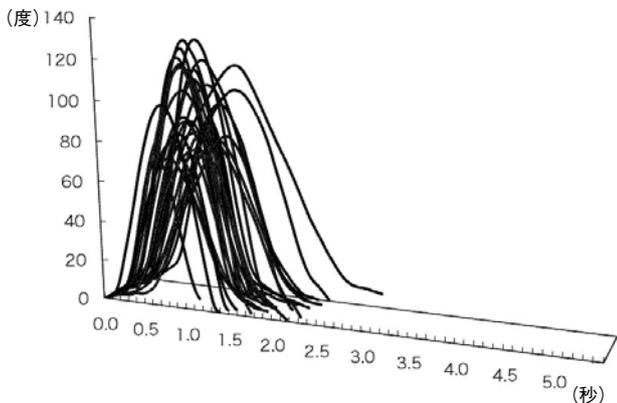


図7-10. 膝関節角度の変化(「おおきく」)

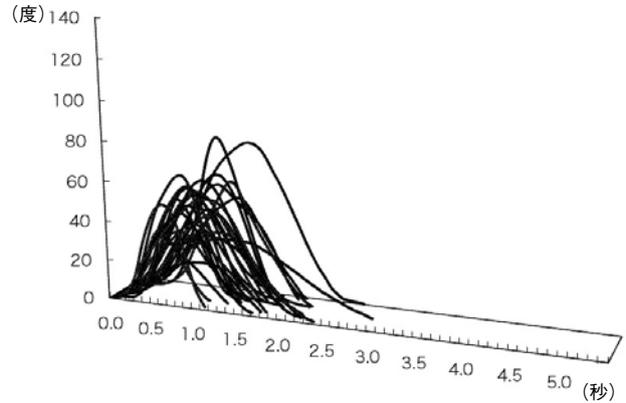


図7-14. 膝関節角度の変化(「あさく」)

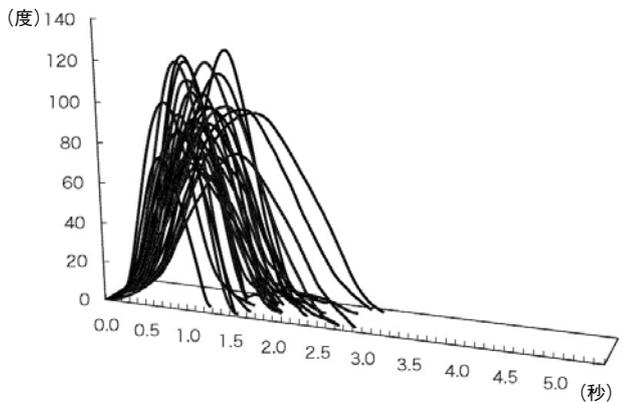


図7-11. 膝関節角度の変化(「ちからづよく」)

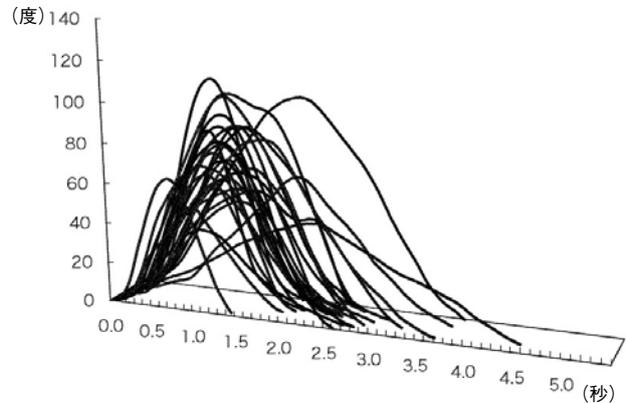


図7-15. 膝関節角度の変化(「やわらかく」)

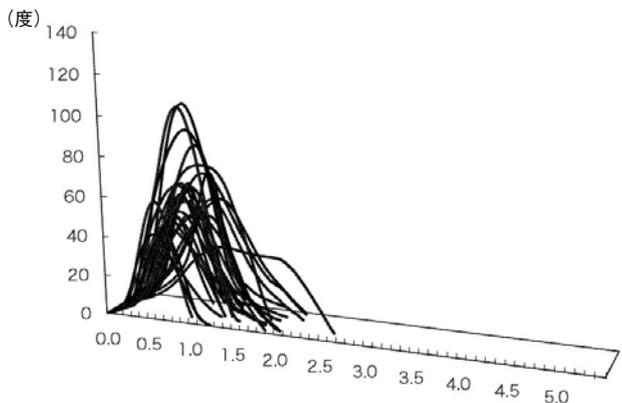


図7-12. 膝関節角度の変化(「かるく」)

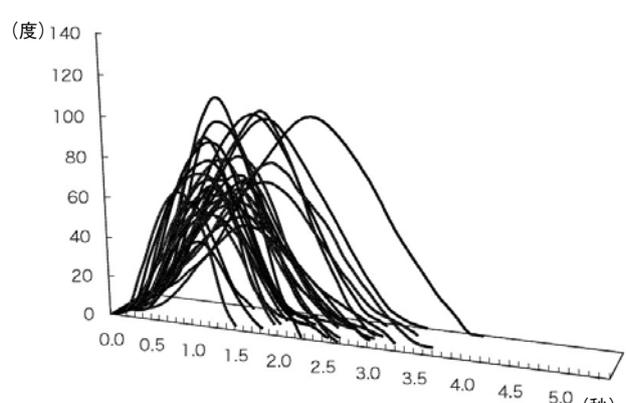


図7-16. 膝関節角度の変化(「ゆるやかに」)

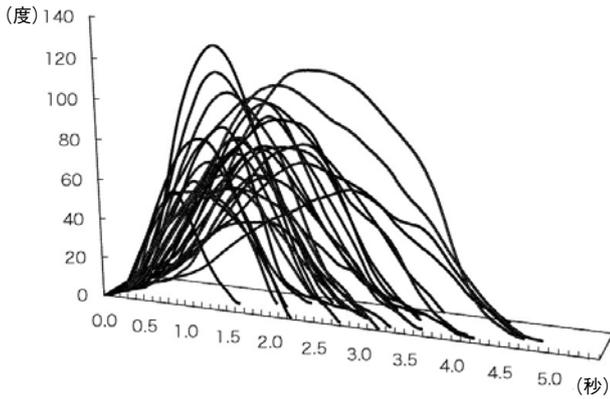


図7-17. 膝関節角度の変化（「なめらかに」）

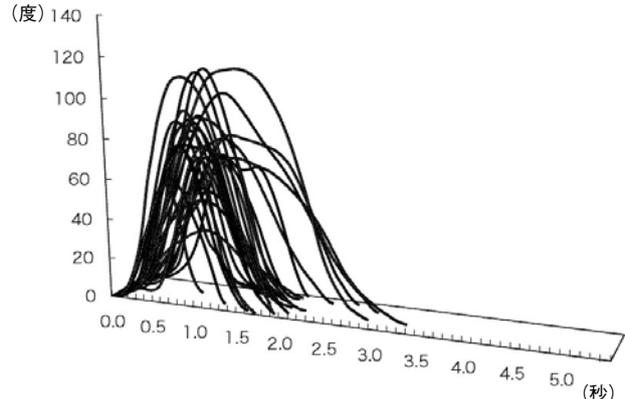


図7-18. 膝関節角度の変化（「ぎゅっと」）

に有効なことばと動作の『速さ』を伝達するのに有効なことばが存在することが示唆された。

付記：本研究は、平成16-17年度科学研究費補助金（基盤研究C：課題番号16500382）の援助を受けて行われた研究の一部である。

参考文献

- 稲垣 敦（1994）運動イメージとその言語表現－短距離走の場合－. 体育の科学 44：201-206.
- 田中雅人（2002）動きを調節することばの発達. 愛媛大学教育学部紀要 49（1）：159-169.
- 田中雅人（2004）運動を表象化することばと運動リズム. 愛媛体育学研究 7：17-26.
- 田中雅人（2008）投動作のパフォーマンスと主観的・感覚的評価. 愛媛大学教育学部紀要, 55：137-143.
- 田中雅人（2009）跳躍動作のパフォーマンスと動きのイメージ. 愛媛大学教育学部紀要, 56：225-232.
- 田中雅人（2010）ボール投げ課題におけるパフォーマンスと動きのイメージ. 愛媛大学教育学部保健体育紀要, 7：67-76.
- 辻 三郎編（1998）感性の科学－感性情報処理へのアプローチ－. サイエンス社：東京, pp.25-29.
- 山西正記（2008）運動終了後直ちに与えられる視覚情報の有効性と運動学習事態におけるパフォーマンス測度の検討. 福山平成大学福祉健康科学研究, 3：95-101.
- 湯浅景元（1987）運動強度の言語指示が運動パフォー

マンスに及ぼす影響－垂直跳び運動について－. 日本体育学会第38回大会号 p312.