

動きの印象を決定する時間的・空間的情報

(保健体育講座) 田中 雅人

Relationship between impressions of movement and temporal and spatial information

Masato TANAKA

(2020年9月1日受理)

1. はじめに

体操競技、フィギュアスケートなどの競技では、技の難易度や構成とともに、技の出来映えによって動きが評価されている。難易度や構成は、客観的な指標に基づいて評価されるが、出来映えの評価は、評価者の主観に基づいて行われる。なお、こうした採点競技では、複数の審判が評価を行い、最高評価と最低評価を除外するなどの方策がとられているものの、動きに対する印象は、主観的・感覚的であるため、評価の妥当性を高めることは難しい。人間の動きは、「力強い」、「素早い」、「滑らか」、「美しい」など、多様な表現が可能であるが、動きの力強さ、素早さ、滑らかさ、美しさをパフォーマンスとして測定するための指標が確立されているとはいえない。

田中 (2014a) は、動きに関わる物理情報と感性情報との関係を図 1 のように示している。速度や角度などの動きに関わる物理情報は、バイオメカニクスの分析によって、時間的物理量や空間的物理量として記述することができる。また、運動者の身体的特性 (身長、腕や脚の長さなど) や運動能力 (瞬発力、平衡性など) も客観的・力学的に測定することができる。一方、観察者が視覚などの感覚受容器を経て動きの情報を獲得した段階で、動きの情報は、主観的・感覚的な感性情報へと変換され「動きのイ

メージ」が形成される。ここで形成された動きのイメージと観察者がすでに保持している「平均的 (典型的) な動きのイメージ」とが比較され、その結果を個々の動きの特徴としてとらえることで「動きの印象」が決定される。

動きに対する印象を定量化する試みとして、観察者に形容詞あるいは形容動詞の対を呈示し、評価させる印象評価分析を用いたアプローチが行われている (井上ら、2001; 阪田ら、2003; 阪田ら、2004)。さらに、観察者の経験や知識の差が印象評価に与える影響を明らかにしようとする試みもある (神里ら、2004)。また、田中 (2014b) は、感性情報と動きの空間的・時間的物理量との関連性を検討するため、小学 5 年生 10 人のハードル走を撮影した映像を大学生に観察させ、8 つの感性語を用いて動きの評価を行っている。その結果、「着地位置」、「頭頂の位置」、「大転子の位置」、「上体の前傾角度」といった空間的情報が動きの印象に影響を与えることが示された。さらに、時間的物理量との間に関連性が認められ、主要局面前の動作に要する時間が動きの印象を決定していることが明らかになった。

田中 (2014a) は、客観的・力学的な物理情報である評定対象となるモデルの身体的特性と主観的・感覚的な動きの印象との関係を検討している。その結果、ダイナミックな跳躍運動では、身長や上

肢長が印象評価に強く影響しているが、ゆったりとした静かな動きでは同様の傾向は認められず、身長が低く、下肢長が短いモデルほど円滑さを表す印象評価が高くなった。したがって、モデルの身体的特性が動きの印象に与える影響は、動きの特徴（滑らか動きか激しい動きか、ゆったりとした動きか速い動きかなど）によって異なることを報告している。

動きの印象は、視覚情報によって獲得される動きの客観的・力学的な物理情報によって形成される。そこで、本研究では、動きの印象評価とバイオメカニクス的分析によって得られた動きの時間的・空間的情報との関連性を分析し、動きの印象を決定する要因について検討する。

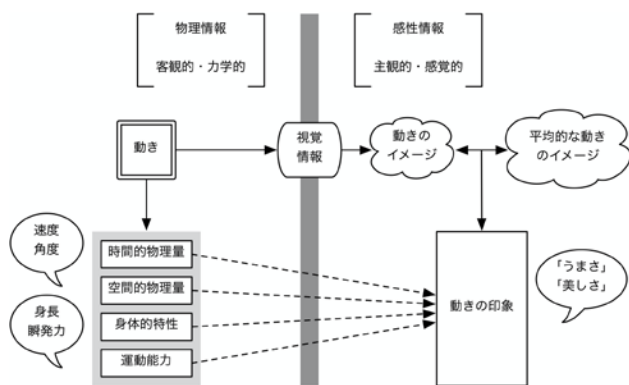


図1. 動きに関する物理情報と感性情報（田中, 2014a）

2. 方法

2-1. 実験参加者

印象評価の対象となるモデルは、ダンスのスキルレベルの異なる大学生4人（男2人、女2人、21.8 ± 1.26歳）とした。また、印象評価を行う実験参加者は、大学生28名（20.5 ± 2.80歳）とした。モデルおよび実験参加者には、本研究の目的、方法および得られたデータの管理について説明したのち、実験参加への同意を得た。

2-2. 動きの撮影

モデルに、ダンス部に所属する大学生（男、23歳）による見本となる10動作の映像を1つずつ見せ、同じ動作を行うよう指示し、その動きをビデオカメラで撮影した。なお、モデルには同じ服を着用させ、

撮影は1人ずつ行った。

2-3. 分析の対象とした動き

10動作の中から3つの動作（【動きB】、【動きD】、【動きF】）を選択した（図2）。【動きB】は、円を描くように両腕を大きくまわす動き、【動きD】は、ゆっくりと両手を水平に広げながら右脚をまわす動き、【動きF】は、高くジャンプして両腕を水平に広げる動きであった。

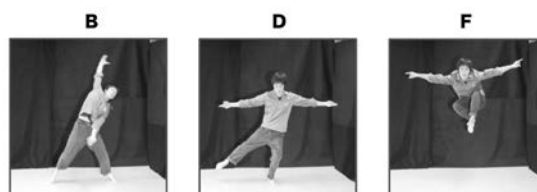


図2. 分析の対象とした動き

2-4. 動作分析

モデルの正面と右側方にカメラ（DKH社：PH-1416C/100）を設置し、100コマ/秒で撮影した。計測点は、頭頂、胸骨、右肩、左肩、右肘、左肘、右手首、左手首、右指先、左指先、右大転子、左大転子、右膝、左膝、右足首、左足首、右つま先、左つま先とし、デジタイズを行ったのち、解析プログラム（DKH社：Frame-DIASIV）を用いて動作分析を行った。動作分析の項目は、「動作時間」、「累積移動距離」、「関節角度」および「関節角度の変化量」、「高さ」および「高さの変化量」とした。

2-5. 手続き

初めに、4名のモデルの【動きB】の映像を呈示し、実験参加者に観察させた。次に、田中（2014a）が使用した9つの感性語（「なめらか」、「おおきい」、「はげしい」、「はやい」、「やわらかい」、「リズムカル」、「つよい」、「ダイナミック」、「うまい」）で構成される心理的尺度の1つを示したのち、モデル1人ずつの映像を呈示し、動きの印象を5段階（5：印象が強い～1：印象が弱い）で評定させた。続いて、残りの8つの感性語に対して、同様に評定させた。その後、【動きD】、【動きF】についても同様に行った。なお、呈示するモデルの映像の順序は、

ランダムとした。

る重要な要因であったと考えられる。

3. 結果と考察

3-1. 動きの印象評価

各モデルの動きの印象を表す感性語に対する評定の平均値、標準偏差、変動係数を示した(表1-1, 表1-2)。

また、田中(2014a)が、感性語の構造を明らかにするために因子分析を行った結果、【動きB】は、「つよい」「ダイナミック」「はげしい」「おおきい」からなる<ダイナミックな力動感>、「なめらか」「やわらかい」「うまい」からなる<円滑さ>、「はやい」の<速さ>の3つの因子、【動きD】は、「はやい」「はげしい」「つよい」「リズムカル」からなる<リズムカルな力動感>、「なめらか」の<円滑さ>、「大きい」「ダイナミック」からなる<大きさ>の3つの因子、【動きF】の因子は、「ダイナミック」「つよい」「はげしい」「おおきい」「はやい」「うまい」からなる<躍動感>、「なめらか」「やわらかい」からなる<円滑さ>の2つの因子で構成されていた。そこで、因子を構成する感性語の平均値を各因子の得点とし、各因子の平均値、標準偏差、変動係数を求めた(表2、図3-1~図3-3)。

【動きB】に対しては、<ダイナミックな力動感>において、モデル4が高い値を示した。また、<速さ>においてモデル2が他のモデルよりも顕著に高い値を示し、モデル3が低い値を示した。【動きD】に対しては、<リズムカルな力動感>では全てのモデルが低い値を、<円滑さ>ではすべてのモデルが高い値を示した。また、<大きさ>においてモデル3とモデル4が高い値を示し、モデル1とモデル2が低い値を示した。【動きF】に対しては、<躍動感>においてモデル4が高い値を、モデル3が低い値を示した。<円滑さ>においてはモデル間に違いがみられなかった。

このように【動きB】は、大きく腕をまわす躍動感とともに、速さや滑らかさが求められる動きであった。一方、【動きD】は躍動感よりも滑らかで大きな動きが求められ、【動きF】は高くジャンプする動きであったため、躍動感が動きの印象を決定す

表1-1. 動きの印象評価1(感性語)

動き	モデル	なめらか	おおきい	はげしい	はやい	やわらかい	
B	1	M	3.5	3.8	3.6	3.5	3.4
		SD	0.88	0.77	0.92	0.92	0.95
		CV	0.25	0.20	0.25	0.27	0.28
	2	M	3.5	2.8	3.4	4.5	2.5
		SD	0.84	0.97	0.83	0.58	0.92
		CV	0.24	0.35	0.25	0.13	0.37
	3	M	3.3	3.6	2.5	2.3	3.6
		SD	1.06	0.79	0.84	0.85	1.10
		CV	0.32	0.22	0.34	0.37	0.31
	4	M	3.9	4.7	3.5	3.4	3.5
		SD	0.72	0.60	0.92	0.83	0.84
		CV	0.18	0.13	0.27	0.25	0.24
D	1	M	3.8	3.2	1.9	2.1	3.9
		SD	0.61	0.82	0.77	0.94	0.80
		CV	0.16	0.26	0.40	0.45	0.21
	2	M	3.3	2.4	2.2	3.4	2.9
		SD	0.82	0.63	0.94	0.79	0.92
		CV	0.25	0.26	0.43	0.23	0.32
	3	M	3.6	3.7	2.5	2.8	3.5
		SD	0.79	0.67	0.96	0.74	0.88
		CV	0.22	0.18	0.38	0.27	0.25
	4	M	3.5	3.9	2.4	2.6	2.9
		SD	0.69	0.77	0.99	0.83	0.98
		CV	0.20	0.20	0.42	0.31	0.33
F	1	M	2.6	3.1	3.3	2.9	2.6
		SD	0.88	0.92	0.81	0.85	0.78
		CV	0.34	0.29	0.25	0.30	0.30
	2	M	2.8	3.2	3.2	4.2	2.6
		SD	1.10	0.63	0.88	0.72	0.88
		CV	0.40	0.20	0.27	0.17	0.34
	3	M	2.6	2.1	2.1	2.2	3.5
		SD	1.13	0.76	0.86	0.88	1.11
		CV	0.43	0.35	0.41	0.40	0.32
	4	M	2.9	4.0	4.0	3.8	2.5
		SD	0.83	0.88	0.77	0.74	0.96
		CV	0.29	0.22	0.19	0.20	0.38

(N=28)

表1-2. 動きの印象評価2(感性語)

動き	モデル	リズムカル	つよい	ダイナミック	うまい	
B	1	M	3.8	3.6	4.0	4.0
		SD	0.89	0.96	0.79	1.02
		CV	0.24	0.27	0.20	0.25
	2	M	3.1	3.3	2.9	3.0
		SD	0.99	0.93	0.86	0.82
		CV	0.32	0.29	0.29	0.27
	3	M	3.0	2.5	3.2	3.1
		SD	0.86	0.64	0.86	0.94
		CV	0.29	0.26	0.27	0.31
	4	M	3.5	4.4	4.6	4.3
		SD	0.84	0.73	0.63	0.72
		CV	0.24	0.17	0.14	0.17
D	1	M	2.4	2.1	2.7	3.4
		SD	0.79	0.86	1.02	0.91
		CV	0.33	0.41	0.38	0.27
	2	M	2.7	2.1	2.5	3.0
		SD	0.86	0.80	0.64	1.04
		CV	0.32	0.37	0.26	0.35
	3	M	3.3	2.7	3.5	3.5
		SD	1.08	0.82	0.84	0.88
		CV	0.33	0.31	0.24	0.25
	4	M	2.8	3.0	3.5	3.4
		SD	0.99	1.07	1.04	0.79
		CV	0.36	0.36	0.29	0.23
F	1	M	3.0	2.9	3.3	2.9
		SD	0.90	0.80	0.81	1.05
		CV	0.30	0.28	0.25	0.36
	2	M	3.9	3.5	3.6	3.6
		SD	0.77	0.69	0.92	1.10
		CV	0.20	0.20	0.26	0.30
	3	M	2.6	1.9	2.0	2.3
		SD	0.87	0.89	0.84	0.93
		CV	0.33	0.48	0.43	0.41
	4	M	3.6	4.1	4.2	4.0
		SD	0.83	0.72	0.74	0.64
		CV	0.23	0.18	0.18	0.16

(N=28)

表2. 動きの印象評価 (因子)

モデル	動きB			動きD			動きF		
	ダイナミックな躍動感	円滑さ	速さ	リズムカルな躍動感	円滑さ	大きさ	躍動感	円滑さ	
1	M	3.8	3.4	3.5	2.1	3.8	2.9	3.1	2.6
	SD	0.67	0.82	0.92	0.67	0.61	0.84	0.59	0.72
	CV	0.18	0.24	0.27	0.32	0.16	0.29	0.19	0.28
2	M	3.0	3.0	4.5	2.6	3.3	2.4	3.6	2.7
	SD	0.64	0.76	0.58	0.64	0.82	0.54	0.56	0.76
	CV	0.22	0.25	0.13	0.24	0.25	0.22	0.16	0.28
3	M	3.1	3.4	2.3	2.8	3.6	3.6	2.1	3.1
	SD	0.56	0.94	0.85	0.65	0.79	0.68	0.68	0.96
	CV	0.18	0.27	0.37	0.23	0.22	0.19	0.33	0.31
4	M	4.6	3.7	3.4	2.7	3.5	3.7	4.0	2.7
	SD	0.48	0.67	0.83	0.76	0.69	0.73	0.60	0.76
	CV	0.11	0.18	0.25	0.28	0.20	0.19	0.15	0.28

(N=28)

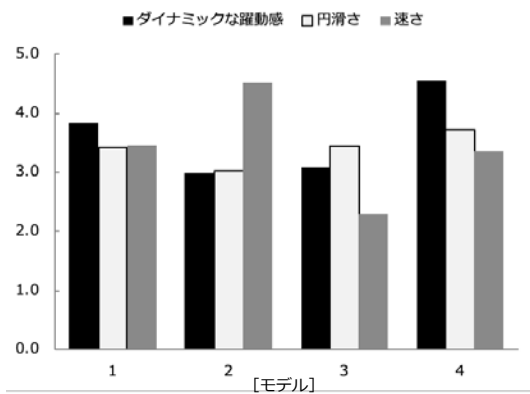


図3-1. 【動きB】の印象評価

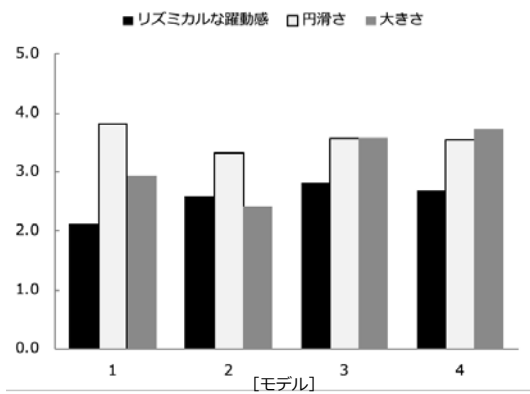


図3-2. 【動きD】の印象評価

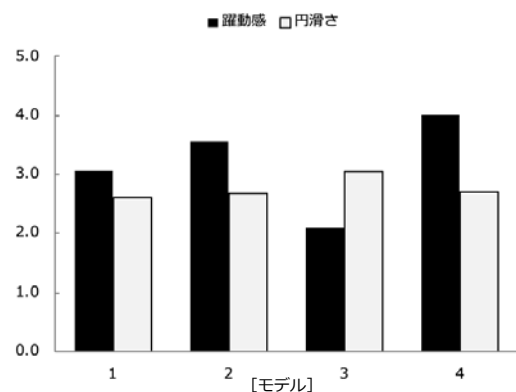


図3-3. 【動きF】の印象評価

3-2. 時間的情報

各動きに対して、動作開始から動作終了までの時間を求めた (表3)。また、【動きF】については、動作局面を「動作開始～ジャンプ開始」、「ジャンプ開始～ジャンプの最高点」、「ジャンプの最高点～右足着地」、「右足着地～動作終了」に区分し、それぞれの時間を求めた (表4)。

【動きB】の動作開始から動作終了までの時間では、モデル3は他のモデルよりも動作時間が長かった。【動きD】では、モデル2、モデル4の順に動作時間が長く、モデル1とモデル3の動作時間は短かった。【動きF】の動作開始から動作終了までの時間では、モデル3でやや長かったが顕著な違いはみられなかった。また、ジャンプ開始から動作終了までの時間 (ジャンプ時間) においても同様の傾向がみられた。

時間的情報においてモデルによる違いがみられたのは、【動きB】と【動きD】で、【動きF】には顕著な差がみられなかった。【動きF】は、動きの違いを表現するには難しい動きであったと考えられる。

表3. 時間的情報：動作時間

モデル	動きB	動きD	動きF
1	2.02	1.57	1.24
2	2.02	2.46	1.17
3	2.72	1.69	1.58
4	2.03	2.05	1.33

表4. 時間的情報：動作時間 (動きF)

モデル	動作開始～ジャンプ開始	ジャンプ開始～ジャンプの最高点	ジャンプの最高点～右足着地	右足着地～動作終了
1	0.70	0.20	0.20	0.14
2	0.59	0.23	0.29	0.06
3	0.86	0.20	0.22	0.30
4	0.66	0.22	0.22	0.23

3-3. 空間的情報

【動きB】では「右指先」と「頭頂」の累積移動距離、【動きD】と【動きF】では「右指先」「右つま先」「頭頂」の累積移動距離を求めた (表5)。

【動きB】の「右指先」の累積移動距離では、モ

デル 4 が最も長く、モデル 2 が最も短かった。【動き D】の「右指先」の累積移動距離では、モデル 3 が最も長く、モデル 2 が最も短かった。【動き F】の「右指先」の累積移動距離では、モデル 2 が最も長く、モデル 3 が最も短かった。また、「右つま先」の累積移動距離では、モデル 4 が最も長かった。

【動き F】に対して、ジャンプの最高点時の「股関節」と「膝関節」の角度、および角度の変化量を求めた。また、ジャンプの最高点時の「右足首」、「右膝」、「右大転子」、「右肩」、「頭頂」の床からの高さ、および高さの変化量を求めた（表 6）。

「股関節」の角度変化量では、モデル 2 が顕著に大きく、モデル 3 が顕著に小さかった。また、「膝関節」の角度変化量も同様に、モデル 2 が顕著に大きく、モデル 3 が顕著に小さかった。「右足首」の床からの高さの変化量では、モデル 2 が顕著に大きく、モデル 3 とモデル 4 が小さかった。また、「右膝」の高さの変化量は、モデル 2 が顕著に大きく、他のモデルは小さかった。一方、「右肩」と「頭頂」の高さの変化量は、モデル 3 が顕著でないが大きかった。

表 5. 空間的情報：累積移動距離

モデル	動き B		動き D			動き F		
	右指先	頭頂	右指先	右つま先	頭頂	右指先	右つま先	頭頂
1	760.1	401.4	266.3	241.4	39.3	126.9	390.5	138.5
2	703.6	355.7	213.1	245.5	44.5	168.7	333.4	131.5
3	799.2	398.7	367.7	237.9	56.5	48.4	342.5	138.4
4	963.3	434.1	291.7	314.1	73.0	71.6	486.5	118.7

表 6. 空間的情報：角度と高さの変化量（動き F）

モデル	角度の変化量		高さの変化量				
	股関節	膝関節	右足首	右膝	右大転子	右肩	頭頂
1	43.4	69.9	43.7	31.3	16.8	11.4	14.5
2	80.9	114.4	77.1	56.5	23.8	17.1	17.2
3	8.0	6.1	21.1	22.2	21.7	25.4	22.3
4	35.2	31.5	30.1	26.1	24.2	16.9	13.0

3-4. 感性語と時間的情報との関係

【動き B】において動作時間が最も長かったモデル 3 は、＜速さ＞で最も低い値を示したが、＜速さ＞で最も高い値を示したモデル 2 の動作時間は、モ

デル 3 以外の他のモデルと違いがなく、時間的情報が動きの速さの印象を必ずしも決定しているわけではないことが示された。また、動作時間が最も長かったモデル 3 は、＜ダイナミックな力動感＞で低い値を示し、時間的情報（動作時間）は、速さよりも力動感に関する印象に影響すると考えられる。

【動き D】において動作時間が最も長かったモデル 2 は、＜円滑さ＞で最も低い値を示し、動作時間が最も短かったモデル 1 は、＜円滑さ＞で最も高い値を示した。これは、動きの円滑さに関する印象が、時間的情報（動作時間）により決定されることを示している。

【動き F】において動作時間が最も長かったモデル 3 は、＜躍動感＞で最も低い値を示し、＜円滑さ＞で最も高い値を示した。このことは、動作時間が長くなると躍動感は低下するが、動きの円滑さに関する印象は強くなることを示している。

3-5. 感性語と空間的情報との関係

【動き B】において、「右指先」の累積移動距離が最も長かったモデル 4 は、＜ダイナミックな力動感＞で最も高い値を示した。また、累積移動距離が最も短かったモデル 2 の＜ダイナミックな力動感＞の値は低く、空間的情報（移動距離）が力動感に関する印象に影響を与えていることが示された。

【動き D】において、「右指先」の累積移動距離が最も長かったモデル 3 は、＜大きさ＞の値が高かった。また、累積移動距離が最も短かったモデル 2 の＜大きさ＞の値が最も低く、空間的情報（移動距離）が動きの大きさに関する印象に影響を与えていることが示された。

【動き F】において、「右指先」の累積移動距離が最も短かったモデル 3 は、＜躍動感＞が最も低く、「右つま先」の累積移動距離が最も長かったモデル 4 は、＜躍動感＞が最も高かった。このことから、空間的情報（移動距離）と躍動感に関する動きの印象に関連性があると考えられる。

このように、【動き B】の指先、【動き D】のつま先、【動き F】の指先とつま先の移動距離は、それぞれの動きの大きさを示す指標となっている。

【動きF】において、「股関節」と「膝関節」の角度変化が最も小さかったモデル3は、＜躍動感＞が最も低かった。また、角度変化が顕著に大きかったモデル2は、＜躍動感＞でやや高い傾向を示した。また、「右つま先」と「右膝」の高さの変化量が顕著に大きかったモデル2は、＜躍動感＞でやや高い傾向を示した。また、「右肩」と「頭頂」の高さの変化で他よりも大きかったモデル3は、＜躍動感＞が最も低く、空間的情報（角度と高さの変化量）と躍動感に関する動きの印象に関連性があることが示された。

股関節角度や膝関節角度の変化量は、柔軟性の指標とも考えられる。さらに、足首、膝、大転子の高さの変化量が大きく、肩、頭の高さの変化量が小さいと、より大きな跳躍を表現することができ、躍動感の指標となり得ることが示された。

4. まとめ

本研究では、動きの印象評価とバイオメカニクスの分析によって得られた動きの時間的・空間的情報との関連性を分析し、動きの印象を決定する要因について検討することを目的として、ダンスのスキルレベルの異なるモデル4名の動きの映像を大学生28名に観察させ、9つの感性語で構成される心理的尺度を用いて評定させた。

その結果、時間的情報である動作時間と動きの速さに関する印象との間に明確な関連性が認められず、速さの印象は物理的な動作時間によって必ずしも決定されるわけではないことが示唆された。また、空間的情報である指先やつま先の移動距離と力動感、ジャンプ動作時の股関節や膝関節の角度変化と躍動感との間に関連性が示され、空間的情報が動きの印象に影響を与えていることが明らかとなった。

付記

本研究は、平成24-26年度科学研究費補助金（基盤研究C：課題番号24500702）の援助を受けて行われた研究の一部である。

文献

- 井上正之・岩舘祐一・鈴木良太郎・柴 眞理子・蓼沼 眞（2001）ダンスにおける身体動作表現に関わる物理量と印象との関係．映像情報メディア学会技術報告，25（35）：61-66.
- 神里志穂子・小渡 悟・山田孝治・玉城史朗・星野 聖（2004）沖縄舞踊カチャーシーを用いた印象と上肢運動との関連性～舞踊への知識差による比較．沖縄大学マルチメディア教育研究センター紀要，4：71-80.
- 阪田真己子・丸茂祐佳・八村広三郎・小島一成・吉村ミツ（2004）日本舞踊における身体動作の感性情報処理の試み～motion capture システムを利用した計測と分析～．情報処理学会研究報告，61：49-56.
- 阪田真己子・八村広三郎・丸茂祐佳（2003）日本舞踊における身体動作からの感性情報の抽出～ビデオ映像を用いた評価実験～．情報処理学会研究報告，60：65-72
- 田中雅人（2018）動きの印象評価と注視行動．愛媛大学教育学部紀要，65：73-78.
- 田中雅人（2017）動きの調節をあらわすことばと力学的変数．愛媛大学教育学部紀要，64：15-20.
- 田中雅人（2014a）動きの印象を表す感性語の構造分析．愛媛大学教育学部保健体育紀要，9：29-37.
- 田中雅人（2014b）感性情報を定量化する試み — 「うまさ」と空間的・時間的物理量—．愛媛大学教育学部紀要，61：111-116.