

機関番号：20105

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2008～2010

課題番号：20300077

研究課題名 形態に対する快・不快反応の計測システムの構築

研究課題名(英文)

Construction of measuring system for comfort or discomfort on the form

研究代表者

張 浦華 (ZHANG PUHUA)

札幌市立大学・デザイン学部・准教授

研究者番号：00302399

研究成果の概要(和文)：

“形態”に対する感性的総合評価は、“形態”からの“感性的連想”に大きく影響されている。本研究は、第一印象である“情緒的連想”、他の形態への連想を想起させる“比喩的連想”、働きを連想する“機能的連想”に注目し、①総合評価とイメージ連想の関係。②総合評価と脳波(前頭葉α波)の関係。③総合評価とアイトラッカーを用いた視線遷移、の3つの計測システムの連動により、形態に対する快・不快についての感性的総合評価との関連を探るシステムを構築することができた。

研究成果の概要(英文)：

The Kansei-synthetic estimates to the "image" are greatly influenced by the Kansei-association from the "image". Kansei-association includes "emotional-association" which generates the first impression, the "figurative association" which reminds the association to other images, and the "functional association" on function. (1) Relation between synthetic estimates and image association. (2) Relation between synthetic estimates and brain waves (frontal alpha wave). (3) Gaze trajectories and synthetic estimates using eye-tracker. By the above three synchronized experiments systems, Kansei-synthetic estimates to a image on the relation of comfort and discomfort was able to be constructed.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	5,400,000	1,620,000	7,020,000
2009年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2010年度	2,400,000	720,000	3,120,000
年度			
年度			
総計	9,500,000	2,850,000	12,350,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：感性評価、視線追跡、脳波計測、感性連想、情緒連想、比喩連想、機能連想

1. 研究開始当初の背景

(1)これまでの研究では、快・不快、好き・嫌いに関する感性評価が、香り、音楽、配色パターン、懐かしさ、操作性など脳波との関連が極めて高いと確認されており、特に快適で

ある場合前頭葉α波が増加し、α波の測定による感情測定が有効であることが報告されている。また、絵画作品の鑑賞における感性の働きを脳波のゆらぎスペクトルにより説明する試みがなされている。しかし、工業製品などに

対して形態の嗜好性についての感性評価に関する研究では脳波を用いることは少ない。“形態”の嗜好は脳波の指標との間にどのような関連があるのかについて明らかになっていない。

(2)工業製品に有する“形態”に対しての感性評価は、“形態”から連想するイメージが大いに関連していることについてはこれまでの研究により明らかになったが、連想されるイメージの振る舞いや特徴は明らかにされていない。

(3)アイトラッキングを用いて“形態”に対しての嗜好と視線との関連についての研究はまだ少ない。

2. 研究の目的

(1)工業製品に有する“形態”について、人間はどのようなイメージを連想するのか。“形態”についての総合評価は、“形態”から連想するイメージとどのように関連するかを明らかにすること。

(2)“形態”に対して視覚による感性的総合評価、と“形態”から連想するイメージの構造や特徴を明らかにすること。

(3)“形態”に対して人間の快・不快反応を生理指標である脳波によって客観的に評価することができるかどうかについて検証し、この手法の有効性について明らかにすること。

(4)“形態”に対する感性評価と脳波の時系列的関連を探る。

3. 研究の方法

本研究は、異なる形態の椅子画像 10 サンプルを刺激として、図 1 のように評価実験を行い、下記のデータが得られた。



図 1 評価実験フロー

(1)各画像に対しての感性的総合評価と、“情緒的連想”、“比喩的連想”、“機能的連想”の連想語と連想イメージに対しての評価結果。

①総合評価について

被験者の総合評価得点が感性、比喩、機能得点のどの指標により説明できるかを調べるため、得点を偏差値(表 1)に変換し重回帰

分析を行った。その結果、表 2 のように、情緒評価値の P 値が小さい(0.0238<0.05)ので総合評価は情緒評価値によって影響されることがわかった。

表 1 画像の総合評価、感性、比喩、機能得点の偏差値

評価得点の偏差値				
行ラベル	総合評価	情緒的連想	比喩的連想	機能的連想
画像1	50.78	53.32	49.90	48.80
画像2	49.41	48.40	48.74	48.94
画像3	47.70	48.87	48.58	51.83
画像4	53.16	53.44	54.86	55.39
画像5	55.56	54.80	53.95	50.44
画像6	44.22	44.98	49.00	46.14
画像7	51.47	47.66	49.01	49.42
画像8	51.57	50.55	53.03	49.21
画像9	50.64	50.73	45.36	47.98
画像10	45.32	47.25	47.57	51.86

表 2 重回帰分析結果

変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	F 値	T 値	P 値	判定	標準誤差
感性	0.844724	0.7681	9.0487	3.0081	0.0238	*	0.280816
比喩	0.250416	0.2180	0.6722	0.8199	0.4436		0.305424
機能	-0.14655	-0.1081	0.2145	-0.4632	0.6596		0.316422
定数項	2.552086		0.0284	0.1686	0.8717		15.13899

②椅子画像の形態に対して人はどのようなイメージ連想を行うのかについて、画像別にグループを抽出した。「情緒的連想語」(図 2)、「比喩的連想語」(図 3)、「機能的連想語」(図 4)について、連想語の種別に集計したデータを相関分析とクラスター分析によりグループ作成した。

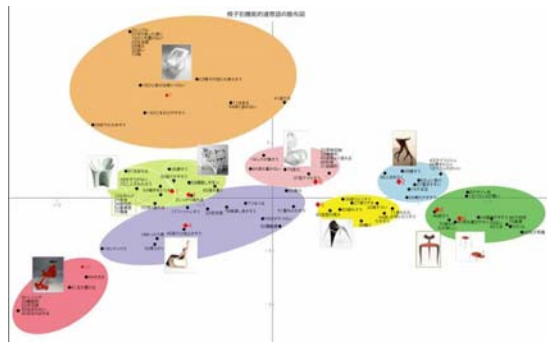


図 2 各椅子画像と情緒的連想語の散布図

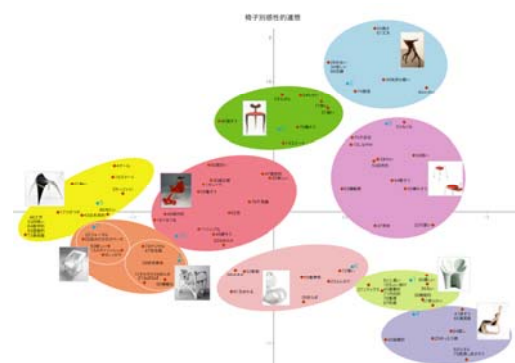


図 3 各椅子画像と比喩的連想語の散布図

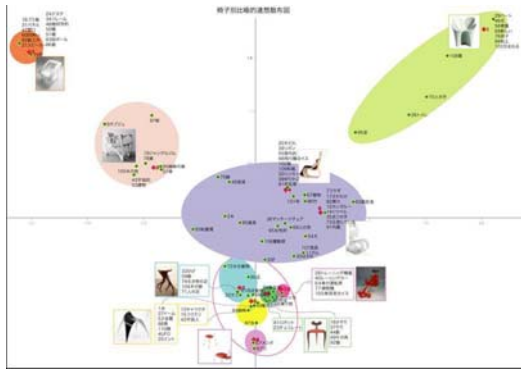


図4 各椅子画像と機能的連想語の散布図

③情緒的連想、比喩的連想、機能的連想の連想語に対するの評価値(表3)による画像の評価特徴の解析。

表3 画像の評価語の評価得点

画像	情緒的連想語	比喩的連想語	機能的連想語
画像1	3.74	3.59	3.48
画像2	3.04	3.22	3.56
画像3	3.26	3.30	3.89
画像4	3.59	3.78	4.12
画像5	3.96	3.85	3.78
画像6	2.70	3.30	3.22
画像7	3.15	3.37	3.59
画像8	3.63	3.74	3.59
画像9	3.26	2.85	3.44
画像10	3.00	3.00	3.81

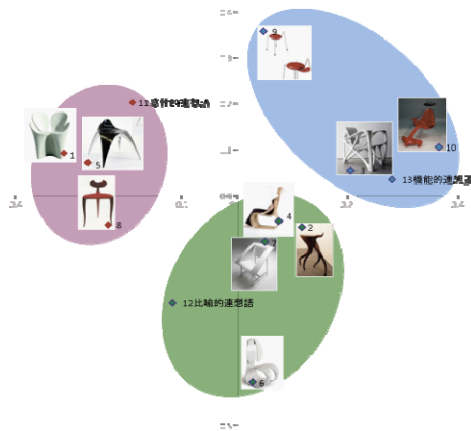


図5 椅子画像と情緒、比喩、機能の散布

④椅子画像に対するの感性評価と評価するに要した所要時間(表4)の特徴について、コレスポンデンス分析を行った後、クラスター分析を行った。

表4 評価別評価所用時間

評価	画像1	画像2	画像3	画像4	画像5	画像6	画像7	画像8	画像9	画像10
嫌い	5.8	7.53	6.81	3.7	5.8	5.19	2.8	4.58	5.38	4.68
やや嫌い	6.67	5.17	5.7	4.76	7.26	4.66	6.4	4.1	5.13	7.3
どちらとも言えない	6.56	5.04	9.9	5.98	6.19	4.23	5.41	4.11	4.9	6.87
やや好き	8.27	6.88	4.9	4.81	5.42	3.48	6.7	4.64	5.2	5.91
好き	10.5	5.25	4.14	3.91	4.03	2.77	4.48	5.57	4.23	2.42

その結果、3つの所要時間パターンのグループに分けることができた(図6)。グループ1(画像1、8)“好き”と評価される時最も時間が掛かった。時間経過に連れ、好きになって行く、と考えられる。

グループ2(画像4、5、7、10)は“好き”、“嫌い”について最も速く判断出来たグループである。“好き”も“嫌い”も画像の特徴がはっきりしている場合、評価に要する時間が短い。グループ3(画像2、3、6、9)は“嫌い”について最も時間が掛かった。“嫌い”になるまで、時間が掛かったことは、画像に興味を示したと考えられるが、時間経過に連れて、嫌いになって行くと考えられる。

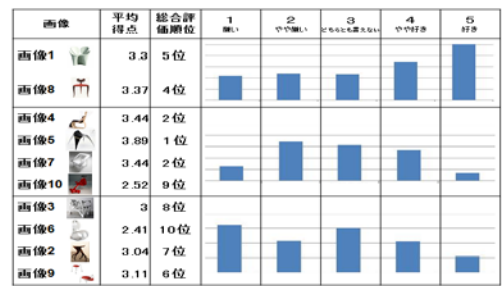


図6 画像の評価と評価する時間

(2)評価が行われる時の視線の停留時間と視線遷移の追跡について

①アイトラッキングデータに基づく考察

本実験では、アイトラッカーを用いて被験者の視線の遷移を記録した。ここでは、この視線の遷移結果をもとに、各被験者群毎の考察を行なう。なお、本実験では被験者に対し、実験前のパーソナリティ取得項目として、「プロダクト系」か「非プロダクト系」かの選択と、「社会人」か「学生」かの選択をしてもらった。プロダクト系は10名、非プロダクト系は11名を解析の対象とした。また、各系内の社会人と学生の比率は、プロダクト系が社会人3名、学生8名であった。非プロダクト系は、社会人2名、学生8名であった。そこで、プロダクト系の社会人を「玄人」、非プロダクト系の学生を「素人」として捉えることとした。また、脳波解析の結果をもとに被験者を分類した。Tobii社のT60 Eye Tracker(アイトラッカー)を用いた視線計測の結果であり、視線の順序と停留時間の概略を可視化したゲイズプロット画像である。図中の丸の大きさが停留時間の長さをしめし、線が視線の遷移をしめす。なお、画面上で半径35ピクセルの円内に、100msec.以上視線が停止した場合を視線の停留と定義した。

②玄人、素人の比較に基づく考察

図7全画像をみると、オレンジ色(素人)の丸が各椅子画像の中央によっており、紫色(玄人)の丸がそのオレンジ色の周囲に分布している傾向を観察することができる。言い

換えれば、紫色の丸が、椅子の細部に配置されていることを観察できる。ここから言えることは、素人は画像が表示されて2秒という早い段階においては、各椅子の特長を捉えるという見方に移行できていないが、玄人は画像が表示されてから2秒という早い段階において、椅子の細部、特長を見ることができているということであり、この理由は、その専門性の違いであると考えられる。

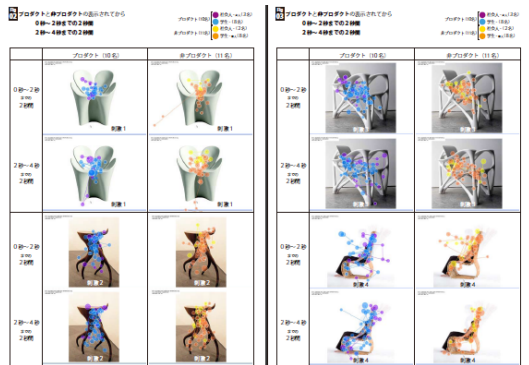


図7 玄人と素人2秒~4秒までの2秒間

②被験者のプロダクト、非プロダクトの比較
0秒~2秒までの2秒間の被験者の視線の遷移、左(プロダクト)系と右(非プロダクト)の画像群に大きな差異を見出したかったが、左の寒色系の丸の配置と、右の暖色系の丸の配置に、大きな左はないように見られた。但し、プロダクト系の社会人(紫色)に関しては、先の考察でも述べたように、常に中心より外側(椅子の細部)に視線の停留が確認できる。このことは、本研究でプロダクト系と定義した学生に関しては、それほど一般の学生や社会人と異なる見方をしていないことが明らかになったと考えられる。

③被験者のグルーピング

23人の被験者を、アンケートにより収集した各画像に対する脳波快適度ならびに、総合評価と3つの感性評価値によって重回帰分析を行い、グルーピングを行ったのが図8である。

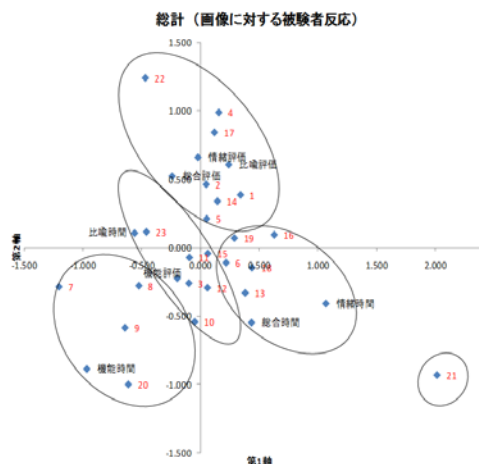


図8 被験者グルーピング

図8のグルーピングに基づいて、取得された視線遷移図9の画像を比較すると、左側(右下(4名)側)であればあるほど、暖色系の丸が多く、右側(他(7名)側)によればよほど、寒色系の丸が多いことがわかる。これは、脳波による分類のマッピングで言えば、Y軸の原点を境に、上方がプロダクト系、下方が非プロダクト系の割合が高いことを示していると言える。またこれは言い換えれば、脳波の計測により、被験者の対象に対する知識量の差を予測することが可能になるといった新たな仮説を見出したものと考えられる。



図9 被験者グルーピング別視線遷移

(3)椅子画像の感性評価に対する脳波計測データによる考察

①椅子の良し悪しを見極めるため、カタログや映像を見て絞り込みを行っているが、実際に座らないでいて、どのようにしてヒトは見るだけで評価を行うことができるのだろうか。私たちはヒトの「感性連想能力」が強く働いているという仮説を設けて、どのような感性連想能力が、椅子を見るだけで快適感を得ているのかを確かめることを目的として、ヒトの感性評価と脳波反応データの相関を考察することとした。

脳波は中枢活動を客観的に観測できるもっとも身近な生理反応であり、これを指標として椅子の快適感を対応付けることが出来るはずである。

② α波帯域の脳波活動

本研究では、視覚や聴覚などの感覚器官を刺激したり、事象に対して判断や注意などを行った際に生じる事象関連電位

(event-related potential: ERP)を扱う。覚醒時に記録されるヒトの頭皮上脳波は、3種類の周波数帯域成分、すなわち、θ波(4~7Hz)、α波(8~13Hz)、β波(14~30Hz)等に分類されるが、このうち、安静時によく認められる優勢波はα波である。脳波の中で最もリズム性のある波であるとされている。基本律動成分を含めたα波帯域の脳波活動は個人固有の脳活動の原点であり、その生起状態を調べることは感性的情報処理機構を明らかにする上で重要な示唆が得られると考えられる。その意味で本実験では、α波8~13Hz計測データに着目した。

③ 基本とした仮説

感性評価の脳における活動部位は、辺縁前脳の一部である扁桃体は大脳一次感覚野や連合野・視床・視床下部・脳幹など様々な経路からの刺激入力を受け、情緒的価値の評価に関与している。同時に扁桃体から前頭葉への繊維経路があることもわかっており、感性情報処理に前頭葉が重要な役割を果たしていることが示唆されている。また、ゆらぎの傾斜度と快適性評価について、吉田倫幸（元、生命工学工業技術研究所）の長年のゆらぎ研究から生み出された、「α波を用いた快適性評価モデル」を用いて計測ならびに評価実験を行うこととした。この解析法は、左右前頭部のα波のゆらぎ特性と感性・覚醒感の関係として以下の仮説に基づいている。

「感性評価は左前頭部の脳波の周期リズムに反映され、左前頭部の脳波の周期リズムは、快な気分が強いほど傾斜が絶対値で1に近づき、(すなわち $1/f$)、気分のよさが下がると0に近づく。一方、覚醒感は右前頭部の脳波の周期リズムの変化に対応し、覚醒感が高くなるほど傾斜が0に近づく。」
 角度算出式と快適度算出式によって快適度の方向と量(長さ)がわかるので、ゆったりとして快適なのか、あるいはわくわくして快適なのか、脳波の周期リズム測定から評価できるようになった。(吉田倫幸)

④ 実験方法

本実験では、脳波計測装置を用いて、椅子画像に対する感性評価がどのようにおこなわれているかを探り、ヒトの感性評価の特性を考察した。被験者として、プロダクト系12名、非プロダクト系11名を解析の対象とした。また、各系内の社会人と学生の比率は、プロダクト系が社会人3名、学生9名であった。非プロダクト系は、社会人3名、学生8名であった。本実験では、脳波計測装置として、HSK 中枢リズムモニターを用いた。この計測装置は、片方の耳たぶを基準電位として、左右前頭部(Fp1, Fp2)にヘッドバンド電極部を密着させて脳波を収集する。実験は、23名の被験者に最初の閉眼安静時間を30秒とり、次に20秒ごとに椅子画像をディスプレイ上に提示し、被験者一人当たり230秒で計測を終了するというプロセスで行った。表5では、椅子画像ごとに被験者から得られた快適度を、5秒間の区分ごとに、平均した値と、被験者が各画像に与えた総合評価値、情緒評価値、比喩評価値、機能評価値を加えて表記した。

図10は被験者が画像1に対して反応した5秒間の脳波計測データをスペクトル解析によって快適度に変換し、円グラフではその時間ごとの快適度遷移軌跡を示している。

表5 画像1に対する0-5秒区間の快適度と4評価指標

被験者no.	11画像	5sec-0.5sec	5-10sec	10-15sec	15-20sec	総合評価	情緒評価	比喩評価	機能評価
1	61.0864	66.2265	76.8391	71.1229	56.5068	58.5816	67.8504	58.5816	
2	79.9136	44.2446	73.2689	62.5819	54.1433	41.2375	59.4863	57.1151	
3	64.1044	65.1621	59.7672	99.9509	53.1622	36.13463	56.9947	56.1237	
4	60.3756	53.3265	58.0653	77.3528	42.6215	59.4864	41.4184	46.4168	
5	40.3535	47.2652	47.0197	38.3952	43.3921	45.2568	44.7633	50	
6	49.6496	49.0672	41.6004	59.7267	54.9306	47.1687	42.8848	40.8120	
7	55.8652	57.9457	64.2452	80.8967	41.9728	58.1357	55.7207	37.7526	
8	31.7611	45.1348	47.2293	57.0045	48.2786	50.7270	44.1169	57.0107	
9	49.6267	57.9645	56.4577	43.3016	42.6215	53.7210	39.8515	37.6026	
10	46.2577	52.5522	99.0200	96.1653	62.1935	61.9125	63.8310	55.5815	
11	62.0263	63.5042	49.0064	34.8054	57.0710	66.3210	42.9289	69.3787	
12	59.9674	75.3639	68.1840	73.1819	54.2464	59.1878	61.8157	46.6377	
13	32.4221	49.4314	48.9812	43.0631	49.9933	50	60.2762	58.7057	
14	53.5052	63.4213	94.7876	62.7701	43.8854	53.9319	32.9042	58.5026	
15	73.4374	72.8831	52.4027	43.3056	46.2384	63.0687	46.8572	28.7688	
16	60.5071	44.8692	52.5151	48.2212	51.5191	51.7616	39.7126	45.0634	
17	43.5547	43.3812	53.3133	60.3305	46.8376	52.8319	47.4645	46.8377	
18	61.6167	60.6745	45.0666	33.6437	61.9272	59.1696	59.1876	43.9629	
19	34.2074	47.9575	34.8962	51.8124	46.2786	45.5401	51.5526	57.7456	
20	54.5894	42.4659	43.7662	34.1342	65.8549	63.6086	62.7188	58.8546	
21	60.6676	56.1763	46.8637	46.8784	56.8599	47.2049	45.0634	27.1169	
22	53.2561	51.7810	34.9974	51.9459	39.3970	39.4455	52.9186	34.7872	
23	55.8801	58.8147	51.2823	63.0186	46.5861	65.9417	30.1639	50	

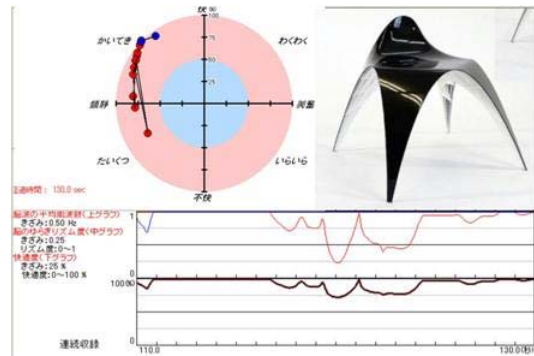


図10 画像1に対する脳波データと快適度グラフ

4. 研究成果

①脳波快適度は評価値を反映しているのか
 図11では、被験者1と2による10枚の画像に対する脳波快適度遷移を示している。つぎに、画像評価時間の4区分ごとの脳波快適度を目的変数として、各画像に対する総合評価値、情緒評価値、比喩評価値、機能評価値を説明変数として、重回帰分析を行い、どの画像の評価値が脳の快適度を高めるのに有意であるかを探った。

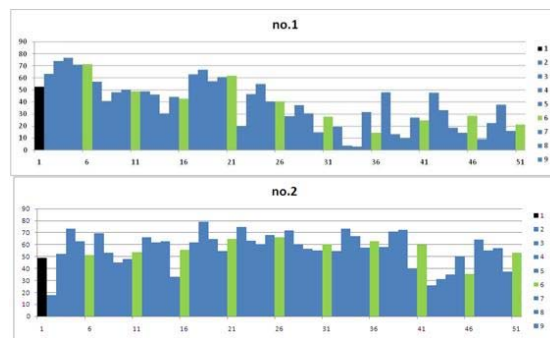


図11 被験者1と2の10画像に対する快適度遷移

その結果、図12に示されるように、0-5秒以内に総合評価第1位である画像5と、第5位の画像4と第3位の画像7、第5位の画像1が有意であることが分かった。このことから、感性評価は画像を注視してから、極めて早い時間に決定されることが示唆される。そして、情緒評価値がプラスの有意性のあることがわかった。さらに、ほぼ、脳波快適度は評価値を反映しているといえることを示唆している。

画像	脳波快適度遷移	総合評価	0-5sec	5-10sec	10-15sec	15-20sec
画像1		3.2	情緒評価	情緒評価		
画像2		3.04		情緒評価	情緒評価	情緒評価
画像3		3				
画像4		3.44		情緒評価	情緒評価	情緒評価
画像5		3.85	情緒評価			
画像6		2.41				
画像7		3.44		情緒評価		
画像8		3.44				
画像9		3.11				情緒評価
画像10		2.52				情緒評価

図 12 快適度パターンと有意な評価指標

②ヒトは時間と共にどのように評価を変えるのか

図 13 は、画像 1 に対する 0-5 秒と、15-20 秒の脳波快適度を示している。0-5 秒、5-10 秒、10-15 秒、15-20 秒の 4 区分の快適度平均値を目的変数として、アンケートにより収集した各椅子画像に対する総合評価値、情緒評価値、比喩評価値、機能評価値を説明変数として重回帰分析を行い、各変数の有意性を検証した。

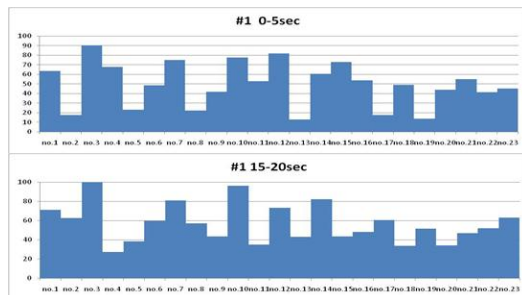


図 13 画像に対する快適度時間遷移

その結果、画像毎に、前半の 0-10 秒区分では、情緒評価変数が快適性を高めるのに影響しており、後半の 10-20 秒区分では、総合評価変数、比喩評価変数、機能評価変数が多いことが分かった。これにより、視覚的な対象物に対して、ヒトは極めて短い瞬間に情緒評価によって生理的反応を生起させていることがわかる。このことから、形態に対する快・不快反応の計測を、脳波によるスペクトル解析によりシステムの構築が可能になることが示唆された。

③全体的結論

以上 3 つの異なった視点からの研究を連動させるシステムをネットで結び、イメージ画像に対する“形態”に対しての感性的総合評価と、“形態”からの“感性的連想”入力システム、イメージ画像に対する視線追跡システムと、イメージ画像に対する脳波スペクトル解析システムとを連動させるシステムを構築し、この 3 種類のシステムを同時稼働させることにより、形態に対する快・不快についての感性的総合評価との関

連を探ることを可能とした。

被験者	画像快適度遷移	0-5sec	5-10sec	10-15sec	15-20sec			
no.1	社会人・非プロダクト	総合						
no.2	学生・プロダクト	情緒 比喩			総合 比喩 機能			
no.3	学生・プロダクト	情緒						
no.4	学生・非プロダクト			総合 比喩				
no.5	学生・非プロダクト	総合			情緒 総合 比喩 機能			
no.6	社会人・非プロダクト		情緒					
no.7	社会人・プロダクト			情緒 比喩	総合 情緒			
no.8	学生・プロダクト			機能 比喩	機能			
no.9	学生・非プロダクト							
no.10	社会人・プロダクト							
no.11	学生・非プロダクト							
no.12	学生・プロダクト							
no.13	社会人・非プロダクト			比喩	情緒 比喩			
no.14	社会人・非プロダクト		情緒					
no.15	学生・プロダクト		機能		総合 比喩 機能 情緒			
no.16	学生・非プロダクト							
no.17	社会人・非プロダクト	情緒 機能	情緒 機能					
no.18	学生・非プロダクト							
no.19	社会人・プロダクト							
no.20	学生・非プロダクト							
no.21	学生・プロダクト		情緒		総合 比喩			
no.22	学生・プロダクト							
no.23	社会人・プロダクト							
		0-10秒間		10-20秒間				
変数	総合	情緒	比喩	機能	総合	情緒	比喩	機能
有意変数	2	7	1	3	6	6	8	5

図 14 快適度パターンと有意な評価指標

④ 本研究の将来的俯瞰

本研究は、23 名の被験者の 10 画像に対する 5 秒区間の 5 区間における平均脳波快適度を算出しその時間遷移ごとの数値と、アンケートで得られている総合評価値、情緒評価値、比喩評価値、機能評価値の 4 指標の数値の間の説明関係を見出す研究であり、時間遷移を組み込んだ解析研究である。これにより、脳内の視覚を通じた情報処理が、情緒、比喩、機能評価の働きをどの時系列区間で行っているかを推測できることが示唆された。感性連想語入力システム、視線追跡システムならびに脳波解析システムとのシンクロナイズドシステムを構築した研究であり、さらなる展開が期待される。

5. 主な発表論文等 なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

張 浦華 (ZHANG PUHUA)

札幌市立大学・デザイン学部・准教授

研究者番号：00302399

(2) 研究分担者

原田 昭 (HARADA AKIRA)

札幌市立大学・デザイン学部・教授

研究者番号：70114121

柿山 浩一郎 (KAKIYAMA KOUICHIROU)

札幌市立大学・デザイン学部・講師

研究者番号：30410517