

Waist-to-chest ratio (WCR) と Somatotype の違いが女性から見た男性の外見的魅力に与 える影響について

佐山, 七生

(出版者 / Publisher)

法政大学大学院

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

大学院紀要 = Bulletin of graduate studies / 大学院紀要 = Bulletin of
graduate studies

(巻 / Volume)

74

(開始ページ / Start Page)

55

(終了ページ / End Page)

63

(発行年 / Year)

2015-03-31

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00010876>

Waist-to-chest ratio (WCR) と Somatotype の違いが女性からみた男性の外見的魅力に与える影響について

人文科学研究科 心理学専攻

博士後期課程2年 佐山 七生

要旨

本研究の目的は、Waist-to-chest ratio (WCR) と Somatotype の違いによって女性が感じる男性の外見的魅力にどのような変化が生じるかを検討することである。成人女性 72 名 (M = 26.69 歳, SD = 5.50) に対し、男性の WCR と Somatotype を変化させた画像 (計 24 体) の評定を求めた。項目は「頭が良い」「お金持ち」「健康」「子供好き」「セクシー」「魅力的」の 6 項目で、それぞれどの程度あてはまるかを 5 段階で評定させた。その結果、「健康」「セクシー」「魅力的」から構成される身体的魅力因子が抽出された。そして、ectomorphic, endomorphic, mesomorphic では低 WCR, つまり逆三角形体型であるほど身体的魅力が高いという結果となった一方、average では WCR 0.7 を頂点とする逆 U 字型に身体的魅力が変化しており、男性の WCR と Somatotype の違いによって女性が受け取る男性の外見的魅力の認知に違いがあることが明らかとなった。

キーワード：外見的魅力, Waist-to-chest ratio (WCR), Somatotype

Key words : Appearance attractiveness, Waist-to-chest ratio (WCR), Somatotype

1. 問題と目的

1-1 外見の重要性について

我々は幼いころより、「人は見かけで判断してはいけない」と教えられてきた。しかし現実には優れた容姿、つまり外見的魅力の違いによって享受する利益に差があることは誰もが実感していることであろう。なかでも異性との対人場面は、最も外見的魅力の効力を意識する場面の 1 つといえる (Buss, 1999)。Walster, Aronson, Abrahams, & Rottman (1966) は初対面の異性の印象評定を行わせる実験を通して、外見的魅力が相手に感じる印象と正の相関を示しており、さらに外見的魅力の高い人が異性交際においても有利な立場をとることができるということを明らかにしている。また、Buss (1989) は人が何を魅力と考えるかについて 33 カ国 37 文化圏で調査を行った。その結果、外見的魅力の重要度が性別や文化に寄らず重視されることを明らかにしている。

1-2 男性の魅力研究 — 男性特有の身体的特徴

外見的魅力研究初期の 1980 年代当時、“女性は男性の身体に関心がない”と捉えられていたことから、テーマの中心は女性の外見的魅力に関するものが大半を占めており、男性の外見的魅力が取り上げられるようになったのは、女性から遅れること約 10 年後の 1990 年代となる。

初期の研究者は、男性特有の身体的特徴が男性の外見的魅力に重要な役割を果たしていると述べている。その理由として、それらの身体的特徴がテストステロンレベルと関連している (Björntorp, 1987) ことを挙げている。

テストステロンは男性ホルモンの一種で、ヒトの第二次性徴において必須ホルモンの 1 つである。この働きによって、成人期には骨格筋の発育・強度の維持が促され、全体的に骨ばった身体へと変化していく。テストステロンの作用範囲は幅広く、前述の外見的な変化に加え、内臓脂肪の減少や造血作用といった身体機能、また集中力や判断時のリスク判断といった高次精神機能との関連が指摘されている。仮にテストステロン値が低い場合、メタボリックシンドロームや筋肉量の減少、貧血、骨密度の減少、その他認知機能や気分障害 (堀

江 & 井出, 2012) といった様々な問題の発現率が増加することから、テストステロンは男性の健康には欠かせないホルモンと言えよう。

つまり、男性特有の身体的特徴を有する個体はその環境に耐えうる優れた免疫機能を有し、健康度も高くより環境に適応していることから生殖成功率も高いといえる。そして、そのような個体と配偶することで配偶相手の女性も自身の生殖成功率を上げることができることから、女性は男性特有の身体的特徴を強く有している男性に魅力を感じると考えられる。

このように、ヒトの心理メカニズムが個体をより適応に導く方向に形作られているとする立場を進化心理学的アプローチと言い、外見的魅力研究の初期から有用なアプローチ法として多くの研究で用いられている (e.g., Furnham, Swami, & Shah, 2006; Swami & Tovee, 2005; Tovee, Hancock, Mahmoudi, Singleton, & Cornelissen, 2002; Tovee, Reinhardt, Emery, & Cortielissen, 1998)。

1-3 男性の魅力研究 — 規定要因としての Waist-to-chest ratio (WCR) の台頭

90 年代に男性特有の身体的特徴が外見的魅力の規定要因として指摘されて以降は、Wast-to-hip ratio (WHR) (Furnham, Tan & McManus, 1997; Henss, 1995; Singh, 1995) や Digit ratio (2D : 4D) (Beaton, Rudling, Kissling, Taurines, & Regine, 2011), 身長 (Prokop & Fedor, 2011) といった特定の部位と男性の外見的魅力の関連について検討が進められていった。そして、近年では説明率の高さから Waist-to-chest ratio (WCR) が魅力の規定要因として大きな注目を集めている。

Maisey, Vale, Cornelissen, & Tové (1999) は、身長に対する体重の相対的な割合を示す Body mass index (以下, BMI), 上半身のたくましさを示す Waist-to-chest ratio (以下, WCR), ウエストから臀部の引き締まりを示す Waist-to-hip ratio (以下, WHR) といった複数の指標を同時に用いて被験者に評価させるという実験を行った。Maisey, et al. (1999) はイギリス人男性 214 名のうち, BMI, WCR, WHR の値が平均から 1.7 SD に収まる 50 名の正面写真を撮影し, その画像を刺激として被験者の女性 30 名に魅力度を評定させた。その結果, WCR の説明率が 56% と最も高い値であったのに比べ, BMI はわずか 12.7%, WHR に至っては魅力度との関連は示されなかった。同様の手法を用いた研究においても, WCR が概ね 50% 以上と安定して最も高い値を示している (Fan, Dai, Liu, & Wu, 2005; Swami & Tové, 2005; Swami & Tové, 2008)。以上から, WCR が男性の外見的魅力の規定要因として大きな役割を果たしていることは明らかといえよう。

1-4 本研究の独自性

しかし、ここで 1 つの疑問が浮かび上がる。仮に WCR が同じ値であったとしても、Somatotype (体格) によって、外見的魅力の評価が大きく異なるのではないだろうか。

事実、競技種目によって適した Somatotype が異なる (田中, 辻田, 堀, 千賀, 大槻, 山崎, 1977) ことから、Somatotype によって身体機能の違いがあると考えられ、ヒトの適応を見る上では欠かせない要因と言える。しかし、WCR と Somatotype の相互作用について検討した研究はないことから、本研究では WCR と Somatotype の違いによって、女性が感じる男性の外見的魅力にどのような変化が生じるかを検討することを目的とする。

2. 方法

目的に沿って、女性を対象に男性の身体的魅力に関する電子調査を行った。以下に協力者、手続き、調査内容、刺激について述べる。

2-1 協力者

本研究の協力者は成人女性 72 名 (M=26.69 歳, SD=5.50) であった。

2-2 手続き

調査に際し、調査者の関係者を中心に協力者を募集した。その後、協力承諾を得た者に対し調査者から回答 Web ページにつながる URL を伝えた。協力者には、個人のパソコンから指定 URL にアクセスし、アンケートに回答するよう求めた。

協力者が URL にアクセスをすると、はじめの画面に自由意志に基づく回答であることの同意、ならびにフ

ィードバックを希望する際の連絡先記入欄等が表示され、その後、1) 基本情報と2) 男性の魅力評価入力画面が表示された。回答はいずれも無記名で行われ、所要時間は約20分であった。協力者はボランティアで募ったが、希望者にはフィードバックを行った。

2-3 調査内容

1) 基本情報

性別、年齢

2) 男性の魅力評価

























画面左部に刺激(単一呈示)、右部に項目(「頭が良い」「お金持ち」「健康」「子供好き」「セクシー」「魅力的」)を配置。各刺激についてどの程度あてはまるかを「まったくあてはまらない=1点」から「とてもあてはまる=5点」の5段階で評定させた。なお各刺激は2回呈示され、刺激と項目の呈示順序はシステムによるランダム呈示とし、カウンターバランスをとった。

画面上部には、「男性の身体画とそれに対する質問項目が設置されています。選択肢より最もあてはまるものを選んでください。他の身体画と比較はしないで下さい。また、回答する際はあまり深く考えすぎず、直感でお答え下さい。記入ミスや記入漏れが無いよう注意して下さい。」との教示文を記載した。

2-4 刺激

Dixson, B., Dixson, A., Li, & Anderson (2007) で使用された刺激をスキャンし、各 Somatotype (ectomorphic : 以下, ecto, endomorphic : 以下, endo, mesomorphic : 以下, meso, average : 以下, aver) の WCR を 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1 に変化させた画像計 24 体を使用した (Table. 1)。なお, Dixson, et al. (2007) は, Sheldon, Dupertuis, & McDermott (1954) によって示された ecto, endo, meso に aver を新たに加え, 4 種の Somatotype を刺激として用いている。

Table. 1 本研究で使用した刺激

Somatotype	WCR					
	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1
ectomorphic						
endomorphic						
mesomorphic						
average						

2-5 実験デザイン

はじめに項目の因子分析を行い、そこで抽出された因子得点を従属変数とした6 (WCR: 0.6 ~ 1.1) × 4 (Somatotype: ecto, endo, meso, aver) の分散分析、および重回帰分析を行う。

3. 結果

3-1 因子分析

因子分析に先立ち、項目ごとの平均値と標準偏差を算出し、天井効果およびフロア効果の確認を行った。その結果、「セクシー」「魅力的」においてフロア効果が見られたが、いずれも1に近い値であること、またこれらを除外することで分析対象となる項目が少なくなることから、今回は6項目すべてを用いることとした。

次に、今回測定した項目（「頭が良い」「お金持ち」「健康」「子供好き」「セクシー」「魅力的」）が従来のように attractive として一次元に集約されるかを確認するために、因子分析（重み付けのない最小二乗法、プロマックス回転）を行った。プロマックス回転の採用理由は、今回使用した項目がいずれも男性の魅力に関するものであり、仮に複数の因子が抽出された場合、その因子間に相関が全くないということは想定しにくいいためである。また、本研究は被験者内計画であることから本来は刺激ごとの因子分析が妥当であるが、今回は項目の傾向を把握するために便宜的に被験者要因をプールして分析を行っている。

その結果、固有値の推移（第1因子から順に3.516, 0.836, 0.663…）およびスクリープロットなどから6項目から成る1因子構造が示された（累積寄与率51.623%）。しかし、「頭が良い」「お金持ち」「子供好き」における因子抽出後の共通性が残りの3項目に比べ著しく低いことや、これらを除外することで累積寄与率が71.301%と非常に高くなったことから、最終的に「健康」「セクシー」「魅力的」から成る1因子 ($\alpha = 0.88$) を抽出することが適当と判断した。なお、因子名は項目の構成を勘案し、身体的魅力因子とした。その後は、「健康」「セクシー」「魅力的」の合計点を個人の因子得点として分析を進めた。

3-2 記述統計

全体の傾向をみるために、刺激毎の因子得点の平均点および標準偏差を算出した (Table. 2)。

Table. 2 それぞれの刺激に対する因子得点の記述統計

Somatotype	WCR					
	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1
ectomorphic	8.04 (2.12)	6.38 (2.75)	5.22 (1.89)	6.15 (2.07)	4.99 (1.48)	5.18 (1.88)
endomorphie	4.82 (1.61)	4.43 (1.23)	3.67 (1.04)	3.54 (0.96)	3.94 (1.04)	3.24 (0.74)
mesomorphic	9.64 (2.92)	11.472 (2.29)	8.56 (3.20)	6.43 (2.81)	6.00 (2.46)	5.31 (2.20)
average	9.44 (2.19)	9.79 (2.29)	9.03 (1.92)	10.01 (2.30)	6.13 (2.34)	5.61 (1.88)

上段:平均値, 下段:標準偏差

3-3 分散分析

WCR と Somatotype の変化に伴う因子得点の違いをみるために、WCR (0.6 ~ 1.1) × Somatotype (ecto, endo, meso, aver) の2要因被験者内分析を行った。その結果、WCRの主効果 ($F(5,355) = 105.292, p < .01$)、Somatotypeの主効果 ($F(3,213) = 247.215, p < .01$)、およびWCR × Somatotypeの交互作用 ($F(15,1065) = 37.428, p < .01$) が認められた。

また, Somatotype の影響についての単純主効果検定の結果, 全ての WCR 水準において有意な主効果が認められた (0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1 の各条件における F 値は 105.293, 216.404, 142.989, 150.060, 21.933, 24.748 であり, いずれも p 値は 1% 以下であった)。その結果を以下に示す (Fig. 1)。

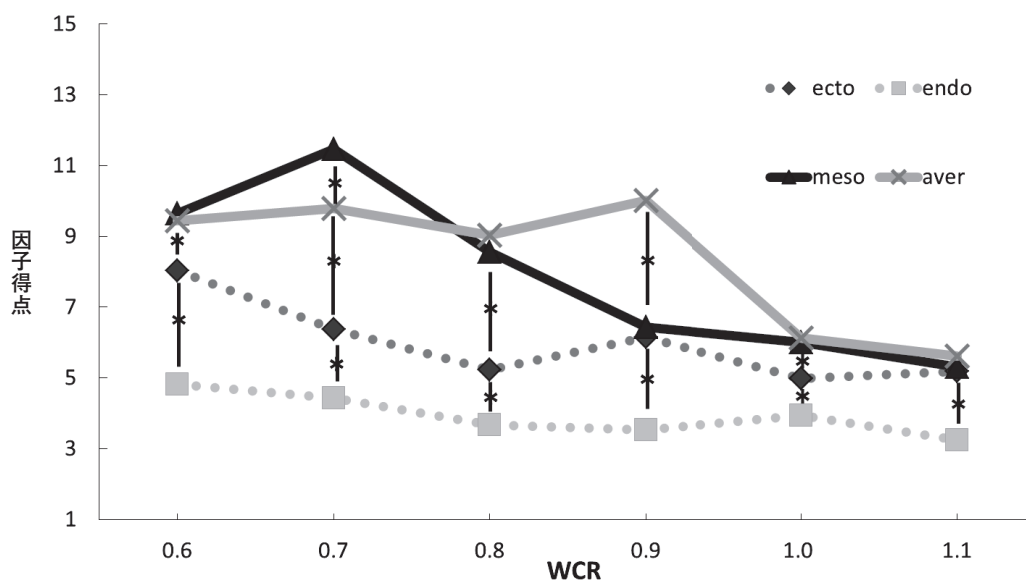


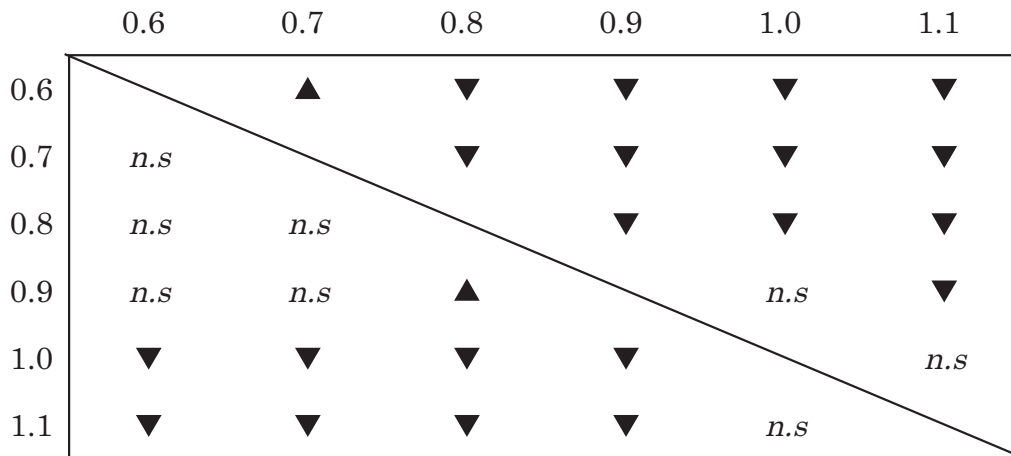
Fig. 1 それぞれの WCR における Somatotype 比較

さらに, WCR の影響についての単純主効果検定においても全ての Somatotype 水準で単純主効果が認められた (ecto, endo, meso, aver の各条件における F 値は 29.893, 7.838, 129.130, 85.241 であり, いずれも p 値は 1% 以下であった)。その結果を以下に示す (Table. 3)。

Table. 3 それぞれの Somatotype における WCR 比較

	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1
0.6		<i>n.s.</i>	▼	▼	<i>n.s.</i>	▼
0.7	▼		<i>n.s.</i>	▼	<i>n.s.</i>	▼
0.8	▼	▼		<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
0.9	▼	<i>n.s.</i>	▲		<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
1.0	▼	▼	<i>n.s.</i>	▼		▼
1.1	▼	▼	<i>n.s.</i>	▼	<i>n.s.</i>	

左下:ecto, 右上:endo



左下:aver, 右上:meso

注 1: ▲有意に高い ▼有意に低い n.s 有意差なし

注 2: ecto と aver は、行の列に対する関係性を示す

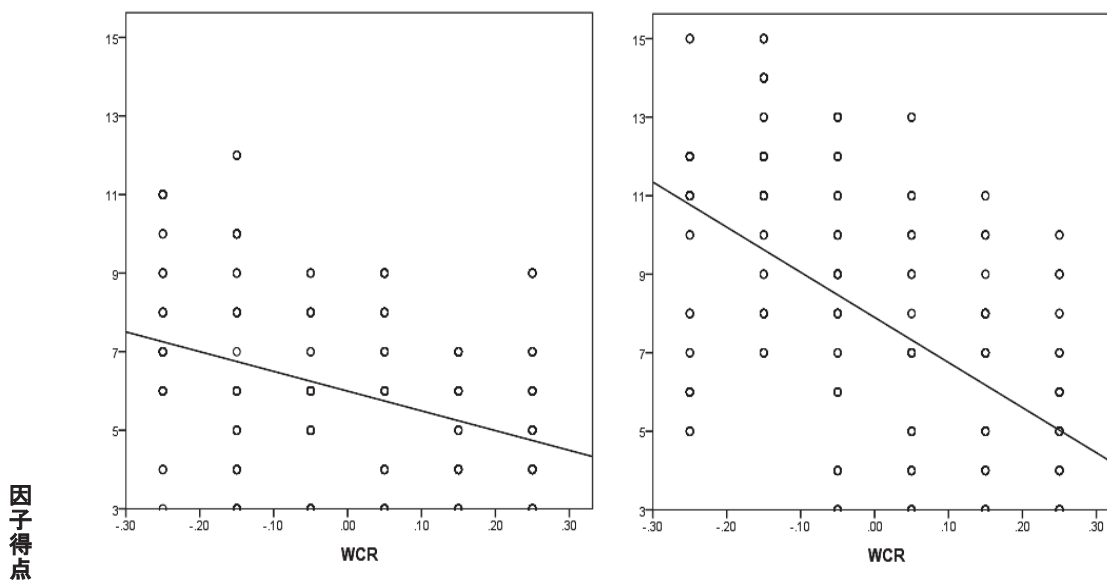
注 3: endo と meso は、列の行に対する関係性を示す

3-4 重回帰分析

分散分析の結果から、Somatotype によって回帰傾向に違いがあることが想定されたため、WCR の 6 水準をそれぞれ 1 から 6 の連続変量として重回帰分析を行った (1=0.6, 2=0.7, 3=0.8, 4=0.9, 5=1.0, 6=1.1)。なお、本解析においても Somatotype による回帰の傾向を把握するため、便宜的に被験者要因をプールしている。

その結果、各 Somatotype における因子得点と WCR、偏回帰係数の関係は以下の通りであった (Fig. 2)。いずれも線型を含めいくつかの曲線推定を行い、一次曲線と比べ有意に説明率が上昇したものを採用している。

Fig. 2 から分かる通り、ecto ($Adj R^2 = .411$), endo ($Adj R^2 = .385$), meso ($Adj R^2 = .324$) においては一次曲線が採用されたことから、これらは低 WCR であるほど身体的魅力が上昇することが示唆された。一方、aver ($Adj R^2 = .575$) は二次曲線を示し、WCR0.7 前後を頂点とする逆 U 字型に身体的魅力が変化することが示された。



因子得点

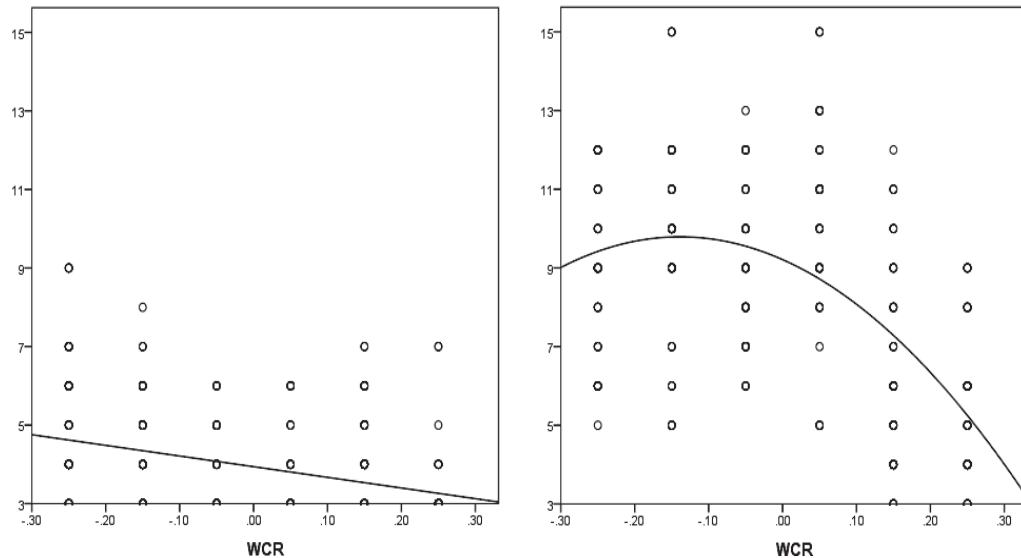


Fig.2 左上:ecto, 左下:endo, 右上:meso, 右下:averにおける因子得点とWCRの関係。
縦軸はそれぞれの因子得点, 横軸はWCRの水準, ○は観測値, ーは回帰直線を示す。

4. 考察

本研究では, Waist-to-chest ratio (WCR) と Somatotype の違いによって, 女性が感じる男性の魅力にどのような変化が生じるかを検討することを目的として調査を行った。その結果, 男性のWCRとSomatotypeの違いによって, 女性が受け取る男性の外見的魅力の認知に違いがあることが明らかとなった。

本研究において最も特筆すべき点は, 従来 attractive として次元に集約されていた構成要因を因子分析によって明らかにしたのみならず, WCRと4つの異なるSomatotypeを同時に扱うことで, 男性の身体形状の違いが女性にどのような魅力認知の変化を及ぼすのかを具体的に明らかにした点である。

4-1 男性の魅力の因子構造

因子分析の結果, 「健康」「セクシー」「魅力的」から成る1因子が抽出された。今回除外された項目(「頭が良い」「お金持ち」「子供好き」と比較すると, これらはいずれも身体形状からある程度の予測が可能な要素であり, 予測までの時間を要しないという共通点がある。生殖能力や健康度が高いほど適応的だとする進化心理学的見地からいえば, 今回の身体的魅力因子は従来の attractive が測定してきた内容と同義と考えられる。

一方, 除外された「頭が良い」「お金持ち」「子供好き」は, いずれも内面的な要素であり, 会話や個人の趣味, 持ち物といった情報があってはじめて予測可能となる要素と言えよう。つまり, 身体形状からだけでは予測が困難という違いがある。

これらから, 男性の魅力は性的二形による判断が可能な因子(今回の身体的魅力因子)とそうでない因子(身体的魅力因子から除外された要素)から構成されることが示唆された。

4-2 分散分析・重回帰分析

分析の結果, ecto, endo, meso では低WCR, つまり逆三角形体型であるほど身体的魅力が高いという結果になった。これは低WCRであるほど魅力的と述べた Swami & Tovee (2005) を支持したと言える。しかし, aver ではWCR0.7を頂点とした逆U字型に身体的魅力が変化しており, Somatotypeによって身体的魅力の回帰傾向に違いがみられた。

その理由として, 欧米と日本の体格差が考えられる。そもそも日本人が属するモンゴロイドは, コーカソイドやネグロイドと比較して身長や体重といった体格が有意に小さいことが指摘されている。その点を考慮すると, 日本人のSomatotype平均はコーカソイドやネグロイド平均に比べて小柄であることが予想される。問題でも示した通り, Maisey et al. (1999) は刺激としてイギリス人男性を用いていることから, おそらく

Somatotype についても日本人男性より大きいものと考えられる。このことから考察するに、先行研究の結果は日本人男性の aver ではなく、より大柄な endo もしくは meso の結果に相応していると考えられる。本研究の endo と meso の回帰結果がいずれも低 WCR であるほど身体的魅力が高いという点も、この可能性を裏付けていると言えるのではないだろうか。

では反対に aver が二次曲線を示したのは何故か。上記の説が正しいとすれば、aver も他の Somatotype と同様に低 WCR を頂点とする一次曲線を示すと考えられる。その理由のとして、1 点目にいずれの Somatotype も二次の逆 U 字型魅力曲線を描くが、今回使用した WCR の範囲が狭かったため、その回帰が明示されなかったことが考えられる。そもそも適応の指標となる身体的特徴は、平均から逸脱するほど不適応であることを示すことが明らかとなっている。例えば女性の身体的魅力要因の 1 つである WHR は、0.7 を境に逆 U 字型の魅力曲線を示すことが知られている。これは、WHR0.7 から逸脱するに従って女性の生殖能力が低下するためである。今回の WCR も例外では無く、いずれの Somatotype もある一点（範囲）を頂点とした逆 U 字型の二次曲線を描くと考えられるが、今回使用した ecto, endo, meso は WCR0.6 ~ 1.1 外に頂点を有していることから、二次曲線を示さなかったと考えられる。

2 点目に、刺激の問題が挙げられる。今回は WCR に焦点を当てたが、刺激の作成上 WCR のみを変化させることは難しく、waist-chest 間（みぞおちにあたる部分）に曲線が生じてしまった。そのため、刺激によっては waist-chest 間の曲線がウエストのくびれとして誤認され、男性の身体的魅力の評定に影響を与えた恐れがある。またこれに関連して、非現実的な形状の刺激が混在した点が挙げられる。同様に、今回の刺激が二次元という都合上、どのような全体像を想像するかは協力者の認知に委ねる部分が多く、統制できるとは言い難い。また、腹部の張り出し方といった要因も身体的魅力の評定には大きな影響を及ぼすと考えられる。よって、今後はより生物学的妥当性が担保された刺激の作成が必須であり、それらを用いた研究を進めることで結果の精度を上げていきたい。

謝 辞

本稿作成にあたり、終始温かいご指導をいただいた越智啓太先生に心より感謝申し上げます。また、統計解析にあたりご尽力いただいた喜入暁様にも感謝致します。

引用文献

- Beaton, A., Rudling, N., Kissling, C., Taurines, R., & Thome, J. (2011). Digit ratio (2D:4D), salivary testosterone, and handedness. *laterality*, **16** (2), 136-155.
- Bjomlorp, P. (1987). Fat cell distribution and metabolism. In R. J. Wurtman & J. J. Wurtman (Eds.). *Human obesity* (66-72). New York: New York Academy of Sciences.
- Buss, D. M. (1989). Sex differences in human mate preferences: Evolutionary hypotheses tested in 37 cultures. *Behavioral and Brain Sciences*, **12**, 1-49.
- Buss, D. M. (1999). *Evolutionary Psychology*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
- Buss, D. M., & Schmitt, D. P. (1993). Sexual strategies theory: An evolutionary perspective on human mating. *Psychological Review*, **100**, 204-232.
- Dixson, B. J., Dixson, A. F., Morgan, B., Anderson, M. J., & Li, B. (2007). Studies of Human Physique and Sexual Attractiveness: Sexual Preferences of Men and Women in China. *American journal of human biology*, **19**, 88-95.
- Fan, J. T., Dai, W., Liu, F., & Wu, J. (2005). Visual perception of male body attractiveness. *Proceedings of the Royal Society of London B*, **272**, 219-226
- Furnham, A., Swami, V., & Shah, K. (2006). Body weight, waist-to-hip ratio and breast size correlates of ratings of attractiveness and health. *Personality and Individual Differences*, **41**, 443-454. doi:10.1016/j.paid.2006.02.007.
- Furnham, A., Tan, T. & McManus, C. (1997). Waist-to-hip ratio and preferences for body shape: A replication and

- extension. *Penional and Individual Differences*, **22**, 539-549.
- Henss, R. (1995). Waist-to-hip ratio and attractiveness. Replication and extension. *Personality and Individual Differences*, **19**, 479-488.
- 堀江 重郎, 井手 久満 (2012). テストステロンと LOH 症候群 (総説). アンチ・エイジング医学, **8(4)**, 577-584.
- Maisey, D. S., Vale, E. L. E., Cornelissen, P. L., & Tovee, M. J. (1999). Characteristics of male attractiveness for women. *Lancet*, **353**, 1500.
- Prokop, P. & Fedor, P. (2011). Physical attractiveness influences reproductive success of modern men. *Journal of Ethology*, **29**, 453-458.
- Sheldon, W. H., Dupertuis, C. W., & McDermott, E. (1954). *Atlas of men*. New York: Harpers.
- Singh, D. (1995). Female judgment of male attractiveness and desirability for relation ships: Role of waisl-to-hip ratio and financial status. *Journal of Personality and Social Psychology*, **69**, 1089-1101.
- Swami, V. & Tovée, M. J. (2005). Female physical attractiveness in Britain and Malaysia: A cross-cultural study. *Body Image*, **2**, 115-128.
- Swami, V. & Tovée, M. J. (2008). The Muscular Male: A Comparison of the Physical Attractiveness Preferences of Gay and Heterosexual Men. *International Journal of Mens' Health*, **7**, 59-71.
- 田中 信雄, 辻田 純三, 堀 清記, 千賀 康利, 大槻 寅之助, 山崎 武 (1977). スポーツマンの体格および体型に関する研究—競技種目別による運動選手の体格差異について—. 体力科学, **26**, 114-123.
- Tovée, M. J., Hancock, P. J., Mahmoodi, S., Singleton, B. R., & Cornelissen, P. L. (2002). Human female attractiveness: Waveform analysis of body shape. *Proceedings: Biological Sciences*, **269**, 2205-2213.
- Tovée, M. J., Reinhardt, S., Emery, J. L., & Cornelissen, P. L. (1998). Optimum body-mass index and maximum sexual attractiveness. *Lancet*, **352**, 548.
- Walster, E., Aronson, V., Abrahams, D., & Rottman, L. (1966). Importance of physical attractiveness in dating behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, **4**, 508-516.