

# ロボットの触感はいかに性格印象を変えるか

## ～複数台ロボットの比較検討～

How touch sensations of robots influences personality impressions?

- comparative study of multiple humanoid robots -

梅田尚輝<sup>1</sup> 石原尚<sup>1,3</sup> 池田尊司<sup>2</sup> 浅田稔<sup>1</sup>

Naoki Umeda<sup>1</sup>, Hisashi Ishihara<sup>1</sup>, Takashi Ikeda and Minoru Asada<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 大阪大学大学院工学研究科

<sup>1</sup> Graduate School of Engineering, Osaka University

<sup>2</sup> 金沢大学 子どものこころの発達研究センター

<sup>2</sup> Research Center for Child Mental Development, Kanazawa University

<sup>3</sup>JST さきがけ

<sup>3</sup>JST SAKIGAKE/PRESTO

**Abstract:** 対人インタラクションの際に、ロボットが人に与える印象を制御することができればロボットの利活用の効用が高まると期待される。人がロボットに触れることを想定する場合、ロボットの表面の触り心地の違いによって、人に与える性格印象を変容させられるとの実験結果が報告されているが、単一のロボットを用いた実験に留まっていた。そこで本研究では、6種類の人型ロボットを対象とし、触感と性格印象の結びつきの構造の共通性や差異を分析した。その結果、結びつきの構造はロボット間で基本的に共通であるものの、強さには差が表れる傾向がみられた。この結果は、外観の異なる人型ロボットに対しても同様の印象設計の方略が適用できることを示している。

## 1 はじめに

### 1.1 背景

ロボットが人に印象を与えるメカニズムを理解し、所望の印象を与えるための設計ができるようになることは、人-ロボット共生社会の実現には不可欠である。なぜなら、人に与える印象は、ロボットの行為の意味解釈を変え、ひいてはロボットとの間で築かれる関係性をも変えてしまうと考えられるためである。例えば、ロボットセラピーを考える場合、「安心させる」「頼りになる」のような印象が高ければ、そのロボットが行う種々の行為による癒しの効果が高まることでより長い間利用されることが期待できる。

ロボットが人に与える印象の理解を試みる研究として、触感や外観といった単一の感覚が第一印象と

してロボットの性格印象に与える影響を調査する事を目的とした研究がある。具体的には、ソフトロボットハンドの硬さや形状を変化させることで、どのようなロボットハンドが人に好印象を与えるかといった研究 [1] [2]や、人形の大きさや動きを変えることで人間にどのような印象を与えるか評価した研究 [3]などがある。

しかし、実際のロボットの使用環境では単一の感覚だけでなく、複数の感覚がもたらす性格印象を体系的に把握する必要がある。これは例えばロボットを最初に視覚的に把握した後に、接近し触覚を通して触れ合いをおこすように、人間は複数の感覚によってロボットの性格印象の判断を行っていると考えられるためである。石原ら[4]はこの点に注目し、ロボットの表面の触り心地の違いが人の性格印象判断をいかに変容させるかを、ロボットの外観を変え

た条件間で比較した。そして、この触感と性格印象の判断の結びつきの構造が、ロボットの外観によって左右されうることを示した。しかし、この実験は単一のロボットの外観の一部を変更するという限定的な実験に留まっていたため、より多くの数のロボットを用いた実験が必要である。

## 1.2 目的

本研究では、6台の人型ロボットを対象として、それらの表面の触感がいかに性格印象を変容させるかを調査する実験を実施する。そして、その触感と性格印象の結びつきの構造の共通性や差異について考察する。

## 2 実験方法

### 2.1 実験概要

本実験は大きく分けて二つのセクションにより構成される。一つ目のセクションでは実験参加者は6台のロボットの外観を見て第一印象の評価を行う。二つ目のセクションでは、6台のロボットの内の3台のロボットについて、各ロボット4条件の硬さを変えた左前腕に触り、触感と性格印象の評価を行う。また、これら全ての評価は7段階のリッカート尺度を用いて行われた。

### 2.2 実験参加者

大阪大学内での掲示や募集広告、SNSにより募集した大阪大学大学生・院生19歳～27歳の計48名(男性24名、女性24名、平均年齢21.94、標準偏差1.88)を対象に実験を行った。

### 2.3 実験環境

実験環境を図1に示す。実験参加者は机の上に設置された1台のロボットと対面する形で実験を行った。参加者はロボットと向かい合うように椅子に座り、その状態でロボットに触れるものとした。ロボットの触感や印象の評価は、ロボットと同じ机に置かれたPCの画面上のアンケートフォームに回答する形式で行った。ロボットを別の条件のものに差し替えるなどの作業の間には、その作業の様子が見えないよう、ロボットに背を向け、パーテーションで仕切られた状態で待機して頂いた。



図1. 実験環境図

### 2.4 実験手順

実験の全体の流れを図2に示す。

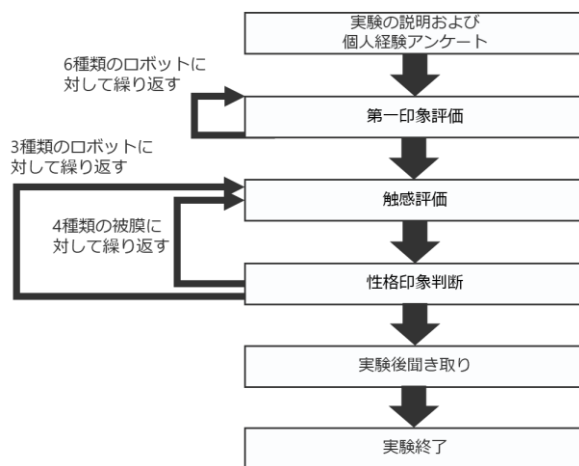


図2. 実験の流れ

まず、実験参加者には実験の内容について説明したのち、ロボットへの接触機会、ロボットの知識、子供への接触機会の程度を問う実験参加者アンケートへの記入をするように指示した。その後実験前に、実験参加者が感じた印象を7段階の最も適当だと思った位置にポイントをつけること、および一問一問には時間をかけずに直感的に答えることについて教示を行った。

続いて、参加者はロボットの外観を見て第一印象の評価を行った。ここではロボットが1台ずつ被験者の前に提示され、このロボットの頭部を中心として5秒間見て感じた印象を、参加者は後述する第一印象評価アンケートフォームを用いて回答した。この評価は6種類のロボット全てについて実施した。この6種のロボットの提示順序はランダムに提示が行われた。

第一印象評価の後、続いて6種のロボットからランダムに選ばれたロボット3種に対してランダムな順序で触感と性格印象の評価を行って頂いた。この際、ロボット一台につき、硬さの異なる腕被膜4種の内のいずれかを無作為な順で選んで搭載した状態で評価を行って頂いた。

触感の評価では、ロボットが左腕を差し入れている格好になっている暗箱の中に手を入れ、外観からくる印象をできる限り除去する為に可能な限りロボットを見ずに黒布に注視しながら被膜の触感を感じて頂いた後に、触感評価アンケートに答えて頂いた。

続いて性格印象の判断を行って頂いた。性格印象判断では、被験者はロボットの外観と触感の情報を総合して性格印象の判断を行った。これは触感評価と同様に暗箱の中に手を入れ、今度は外観と触感の情報を総合して評価する為、ロボットの外観を見ながらロボットの腕被膜を触り、その後ロボットの性格を性格印象アンケートに答える形で評価して頂いた。

## 2.5 提示刺激

### 2.5.1 ロボット

本実験で用いるロボットはいずれも小型の人型ロボットとした。ただし、その見た目の人らしさができるだけ異なるように、以下に挙げる6種のロボットを採用した。実験に用いたロボットは、図3左上から子供型アンドロイドロボット“Affetto” [6]、コミュニケーションロボット“CommU” (ヴイストーン社製)、幼児型ロボット“M3-Neony” (ヴイストーン社製)、ヒューマノイドロボット“Nao” (ALDEBARAN Robotics 社製)、コミュニケーションロボット“Sota” (ヴイストーン社製)、ヒューマノイドロボット“VisiON TRYZ” (ヴイストーン社製、顔面外装を一部改変)、の6種である。



図3. 提示したロボット

### 2.5.2 前腕部

本研究ではロボット間で触感に差ができないように実際のロボット毎の前腕ではなく全ロボット共通の擬似的な左前腕部を作成し実験を行った。この左前腕部は樹脂製の骨格とシリコンゴム製の被膜(図4-III)から構成され、簡単に被膜の取り換えが可能な構造となっている。

また今回の実験では前腕部の外観が評価に加わると、触れている部位の見た目と触感とのギャップによる印象が性格印象の評価に悪影響を及ぼすと考えた為、左前腕が視界に入らないように黒布(図4-II)により覆いを行った上で実験を行った。

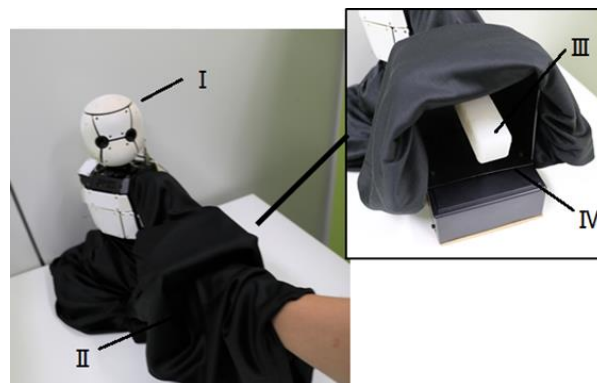


図4. 実験における提示刺激  
(I:ロボット, II:黒布, III:腕被膜, IV:暗箱)

腕被膜は硬さの異なる4種類の被膜(被膜①~④)を用いて実験を行った。これらの被膜は硬さに大きくバリエーションを持たせるために3種のシリコンゴム (Eco Flex 10, Dragon Skin Fx Pro, Dragon Skin 30, Smooth-On 社製) を用いて作成し、さらに可塑性剤 (Silicone Thinner, Smooth-On 社製) を混合することにより硬さの違いがなるべく均等になるように調整を行い作成した。これらの硬さはアスカーゴム硬度計FP型デュロメータ(高分子計器社製)により計測を行った。作成した硬さを直感的理解の為に成人男性の前腕部(力を込めた状態と力を抜いた状態)を比較した上で各被膜に対して5回計測を行った平均値と標準偏差を図5に示す。また腕被膜の表面にはポリウレタンフィルム(共和社製エアウォール UV)で覆い、弾性値の差異以外の影響を取り除くために表面性状の統一を行った。

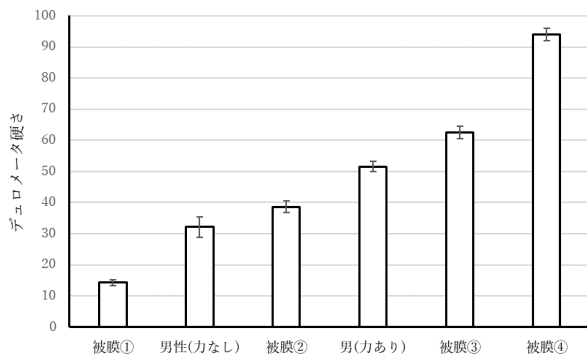


図 5. 腕被膜及び男性の硬さの平均値と標準偏差

## 2.6 アンケート評価

第一印象評価、触感評価、性格印象判断には7段階のリッカート尺度を用いたSD法(Semantic Differential法)によるアンケートで評価を行った。これらのアンケート評価はパソコンの画面上の回答フォームを用いて実施し、実験参加者には感じた印象をラジオボタンにチェックして頂く形で記入を行なった。アンケートにおける形容詞対の表示順序は実験参加者ごとにランダムな並びとなるようにした。

第一印象評価アンケートでは、「自身との関連性」と「関心」について特に着目して、使用する尺度を選定した。「自身との関連性」については人間とロボットとの関連性としてロボットの擬人化度(Gray et al.のMP尺度 [6]の日本語版J-MPs尺度 [7])の評価を行った。また「関心」については、ロボットの魅力度(製品魅力尺度 [8]と対人魅力尺度 [9])から調査を行った。また、「関連性」と「関心」以外の印象をより網羅的にロボットの第一印象として収集する為に、石原ら[4]が使用した性格印象評価のための形容詞対から選定し使用した。

触感評価アンケートと性格印象判断アンケートでは、単一のロボットにおいて触感-性格印象間の関係性を分析した石原ら[4]の採用した触感と性格印象評価のための形容詞対の中から因子負荷量0.6以上の触感形容詞対11組と性格印象の形容詞対24組に外観印象と触感との対立を測定する「違和感のある」を追加し評価を行った。

## 3 実験結果

### 3.1 因子分析

触感評価アンケートと性格印象判断アンケートから因子分析により潜在因子の抽出を行った。人型ロボット全体に見られる傾向を抽出する為、全ロボッ

トを統合したデータを用いて行った。以下、因子分析は最尤法による分析を採用し、また抽出後の因子はプロマックス法により斜交回転を行った。

触感評価についての因子分析では、因子数の決定をスクリープロット、RMSEA、BICから行った。スクリープロットの推移が緩やかになる前の因子数である事、RMSEAにおいて0.05付近で以降因子数を増やしても大きな変化なく一定の落ち着きをもつ事、BIC基準において最も低い値を示す事から3因子を指定した。各因子に対する評価形容詞毎の因子負荷量を表1に示す。この中で大きな因子負荷量を示したもの(降順)は、第一因子では「好きな」、「気持ちの良い」、「心地の良い」、第二因子では「滑らかな」、「(きめが)粗い」、「柔らかい」、第三因子では「締まりがある」、「はりがある」であった。そこで第一因子を「好感」、第二因子を「滑らか感」、第三因子を「弾性感」と命名した。また多重共線性についてVIF統計量を計算し安定性を調査した。VIF統計量は最大でも2.14となり10を大きく下回った為、多重共線性の可能性は低いと考えた。

表 1 触感因子の因子負荷量

	好感	滑らか感	弾性感
好きな	0.99	-0.05	0.04
気持ちの良い	0.97	-0.11	0.04
心地よい	0.94	0	0.04
良い	0.91	0.05	0.06
なじむ	0.59	0.36	0.02
滑らかな	-0.02	0.91	0.11
(きめが)粗い	0.09	-0.86	-0.1
柔らかい	0.15	0.65	-0.25
締まりがある	-0.14	-0.06	0.92
はりがある	0.2	0.1	0.65
抵抗感がある	-0.42	-0.26	0.18

性格印象評価についてもスクリープロットの推移が緩やかになる前の因子数であり、RMSEAにおいて0.05以下となり、BIC基準において最も低い値を示す事から3因子と決定した。各因子に対する評価形容詞毎の因子負荷量を表5に示す。この中で大きな因子負荷量を示したもの(降順)は、第一因子では「心地よい」、「好きな」、「快い」、第二因子では「たくましい」、「強い」、「頼もしい」、第三因子では「おしゃべりな」、「静かな」、「外向的な」であった。そこで第一因子を「好感」、第二因子を「力量感」、第三因子を「快活感」と命名した。また多重共線性についても同様に調査した。VIF統計量は最大でも1.21であり、多重共線性の可能性は低いと考えた。

表 2. 性格印象因子の因子負荷量

	好感	力量感	快活感
心地よい	0.93	0	-0.08
好きな	0.91	0.02	-0.06
快い	0.9	0.09	-0.06
愛らしい	0.9	-0.03	-0.01
良い	0.89	0.09	-0.06
気持ちの良い	0.88	0.11	-0.06
近づきやすい	0.87	-0.13	0.1
親しみやすい	0.87	-0.11	0.08
安心感のある	0.86	-0.06	-0.01
癒される	0.85	-0.21	0.09
かわいらしい	0.84	-0.21	0.02
愉快的な	0.8	0	0.09
強い	-0.13	0.88	-0.04
たくましい	-0.11	0.88	-0.04
頼もしい	0.13	0.77	0.02
強気な	-0.19	0.75	0.2
勇敢な	0.07	0.72	0.09
男性的な	-0.32	0.65	-0.14
きちんとした	0.36	0.6	-0.18
おしゃべりな	0.16	-0.18	0.83
静かな	0.21	0.15	-0.77
外向的な	0.07	0.24	0.63
積極的な	0.1	0.37	0.57
活発な	0.18	0.29	0.56
違和感のある	-0.37	-0.24	0.06

### 3.2 パス解析

因子分析により計算された6種のロボット毎の因子得点から触感因子を説明変数、性格印象因子を目的変数とするパス解析を実行し、ロボット毎に触感3因子と性格印象3因子の関係性を求めた。各ロボットにおけるパス解析実行結果を図6~11に示す(標準化解を記載, \*\*\* $p < .005$ , \*\* $p < .01$ , \* $p < .05$ , 実線:正の関係, 点線:負の関係)。全ロボット条件においてRMSEA<0.001以下であり、モデルの当てはまりはよいと判断した。

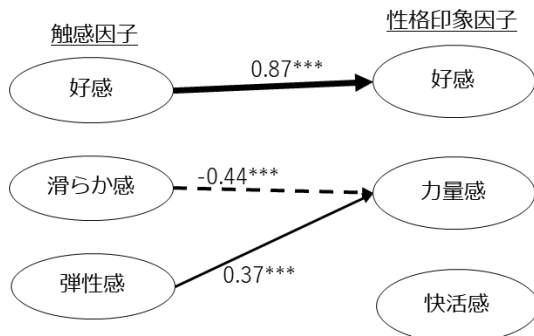


図 6. “Nao” のパス図

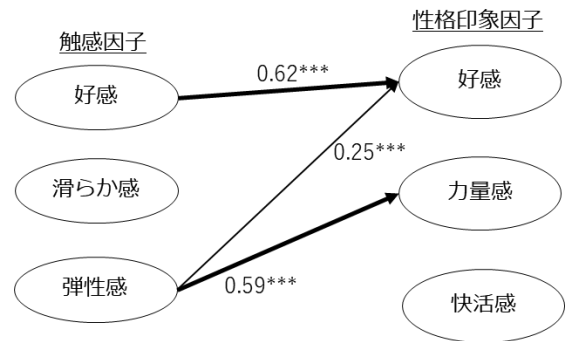


図 7. “Sota” のパス図

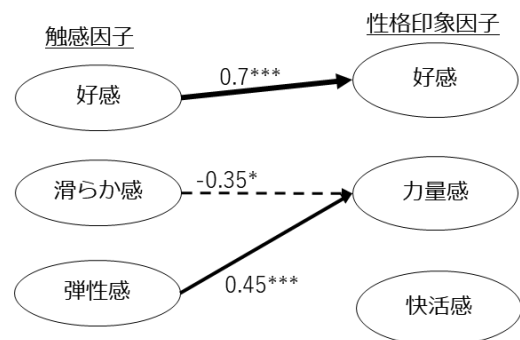


図 8. “CommU” のパス図

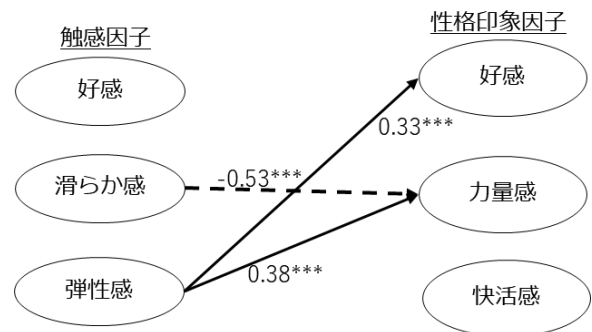


図 9. “VisiON TRYZ” のパス図

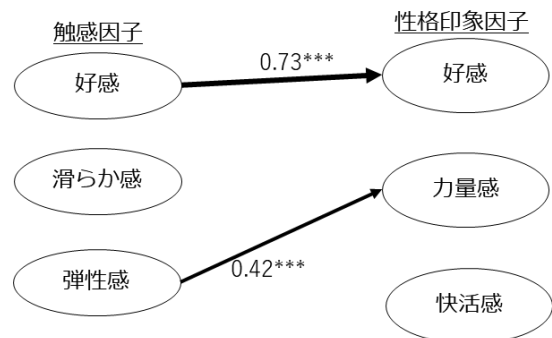


図 10. “M3-Neony” のパス図

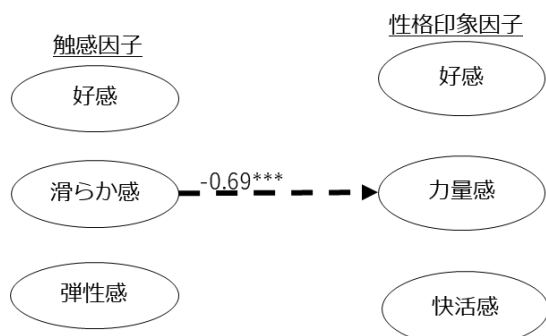


図 11. “Affetto” のパス図

## 4 考察

全ロボットでのパス解析を通して有意となったパスは、触感の好感と性格印象の好感、触感の滑らか感と性格印象の力量感、触感の弾性感と性格印象の好感、触感の弾性感と性格印象の力量感の4種の関係であった。この4種の有意となったパスは全ロボットにおいてパス係数の正負が入れ替わる事はなかった。一方で、ロボット内でのパス係数の大小の傾向はロボット間で異なっていた。例えば、“VisiON TRYZ”においてパス係数は絶対値の大きい順に、触感の滑らか感と性格印象の力量感の-0.53、触感の弾性感と性格印象の力量感の0.38であったが、“CommU”ではパス係数の絶対値の大きい順に、触感の好感と性格印象の好感の0.7、触感の弾性感と性格印象の力量感の0.45であった。

このパス係数の正負が入れ替わる事がなく、パス係数の大小の傾向はロボット間で異なる、という二つの結果は、ロボットの外観に基づく第一印象は、触感-性格印象間の関係性の構造を変質させるのではなく関係性の強弱を変えるものであると解釈する事が可能である。

また、6種のロボットにおいて“Nao”、“Sota”、“VisiON TRYZ”、“CommU”の4種のロボットでは3本の有意なパス、“M3-Neony”では2本の有意なパス、“Affetto”では1本の有意なパスと、ロボット間で有意なパスの本数が異なっており、これはおそらくロボットの第一印象による影響だと考えられる。

## 5 結論と今後の展望

本研究では、単一のロボットの外観を一部変更した際に観測された、触感と性格印象の関係性の差異が6種類のロボットにおいても確認されるかを因子分析とパス解析により調査を行った。結果としてロボットの外観で決まる第一印象は触感-性格印象間の

関係性の強弱を変化させる傾向が見出された。今後、触感評価と性格印象評価以前に取得したロボットの第一印象と、触感がもたらす性格印象との関係性を分析する事で、触感がもたらす性格印象に差異を表出させる要因の同定を行っていく。

## 謝辞

本研究は、JST さきがけ (JPMJPR1652) 及び文部科学省・科学技術振興機構による支援プログラム「センター・オブ・イノベーション (COI) プログラム」の支援を受けて行われたものです。また、研究の相談を快く受けてくださった大阪大学大学院の守田知代特任講師に心より感謝いたします。

## 参考文献

- [1] 遠藤圭太, 遠藤信綱, 草野世大, 溝口裕, 伊藤加寿子, 高西淳夫, Massimiliano Zecca, “人間形ソフトロボットハンド WSH-1 の設計と開発-高齢者および若年者とのインタラクションの評価-,” 第26回日本ロボット学会学術講演会, AC1E2-03, (2008)
- [2] 飯田文也, 遠藤圭太, 溝口裕, 遠藤信綱, Massimiliano Zecca, 伊藤加寿子, 高西淳夫, “人間形ソフトロボットハンドの設計と開発-人間形ハンドの形状の評価-,” 第27回日本ロボット学会学術講演会, AC1A1-02, (2009)
- [3] 森善一, 斎藤祐基, 上出寛子, “Evaluation of impression for hug dolls,” 日本感性工学会論文誌 11.1 9-15.(2012)
- [4] 石原尚, 山下裕基, 池田尊司, 浅田稔, “触感がもたらすロボット性格印象の変容に対する外見の人らしさの影響,” 認知科学 Vol.25 No. 4, (2018)
- [5] H. Ishihara, “Design of 22-DOF Pneumatically Actuated Upper Body for Child Android ‘Affetto,’” Advanced Robotics 29 (18), 1151-1163, (2015)
- [6] Heather M. Gray, Kurt Gray, Daniel M. Wegner “Dimensions of Mind Perception,” Science Vol 315 p619, (2007)
- [7] 上出寛子, 高橋和毅, 新井健生, “日本語版擬人化尺度の作成,” パーソナリティ研究 第25巻 第3号 218-225, (2017)
- [8] 長瀬浩明, 田渕史, “中小企業のための顧客価値最大化の商品開発メソッド 長野県ユーザー目線研究会の試み,” 感性工学研究論文集 Vol.6 No.3 pp.55-56, (2006)
- [9] James C. McCroskey and Thomas A. McCain, “The measurement of interpersonal attraction,” Speech Monographs, 41, 261-266, (1974)