

---

# モノとヒトとの間に介在する 感性情報の伝達図式の解明

—モノに対する心理距離をイメージ処理から探る—

---

1 5 2 0 0 0 1 6

平成15年度～18年度科学研究費補助金

(基盤研究 (A)) 研究成果報告書

平成19年3月

研究代表者 石原 恵子  
広島国際大学心理科学部助教授

# 目次

## 研究報告

第Ⅰ部 モノに対する心理距離をイメージ処理から探る	1
第1章 ヒトとモノとの関係についての枠組み	3
1-1 モノへの愛着の分析—対人関係とのアナロジによる測定—	3
第2章 自己のメタファをもつモノ	16
2-1 身体の延長	16
a. 神経系に内在する感覚—運動信号の時間遅れは、モノに対する操作能力やその操作感にどのような影響を与えるのか？	16
2-2 身体機能の一部：モノが発する音声に必要な特性の検討	30
a. 高速再生されたスピーチの理解を向上するためのポーズ長	32
b. 音声の韻律特徴と心的示差性の関係	44
c. 音声中の F <sub>0</sub> 変動幅とパターンが話者のパーソナリティ印象に及ぼす影響	52
d. 音声ピッチ・話者の社会的文脈依存性	60
第3章 自己と他者の両者を表現するモノ	66
3-1 謝罪場面における伝達メディアの適切さ	66
第4章 他者のメタファをもつモノ	84
4-1 他者を表象するモノ	84
a. 贈り物に付与された価値とモノへの愛着—贈り主による認知の分析—	84
b. 贈り相手との関係や用途に合わせたフラワーアレンジメントの構成—感性と制約を組み込んだエキスパート E-コマースサイトの開発—	100
4-2 他者機能の一部	121
a. 現金振込操作を行う銀行 ATM のむずかしさ	121
4-3 最も他者的なモノ	137
a. ロボットの接近動作がロボットの評価に及ぼす影響—感情的反応・特性評価・役割期待の観点から—	137
b. ロボットからの働きかけと感性—接近行動および部分を振る動作との関連—	151
第Ⅱ部 感性工学手法の開発	170
第1章 ヒトの感性評価特徴	171
1-1 視覚画像の提示時間と感性評価—単純な感性評価と総合的評価	171
1-2 食欲状態による匂いの感性評価—脳波 $\alpha$ 波からみた匂いの感じ方に及ぼす食欲状態の影響	183
第2章 感性工学的データ可視化技術	193
2-1 感性評価図に基づいた自己組織化マップによる可視化探索方式	193
2-2 Morphometrics を用いたかたちと感性の分析	213
第Ⅲ部 総括 課題と展望	236

## 付録

論文

# 研究課題名：モノとヒトとの間に介在する感性情報の伝達図式の解明 —モノに対する心理距離をイメージ処理から探る—

## はしがき

個々人の生活スタイルが急激に分化しつつある現在、モノ作りのニーズも、個別対応的な側面が強調されてきている。一方で、「使いやすさ」や「使い心地」といった、人に負担を与えない、人間中心的な側面も重要である。モノづくりには、製品を個別化して他との差異を図るための斬新性と、誰でもわかりやすく利用できる典型性といった、一見矛盾する2つの要素を両立させる必要がある。

本研究では、(1) 感覚モダリティとモノに対するイメージ形成の基礎的研究を行い、機械や道具類に対するイメージ形成と制御の困難や習熟との関係、聴覚と記録音声の特徴と話者や内容、心理負荷場面での社会的表現に関するイメージ形成、および、評価者の生理状態と匂いのイメージの変化について明らかにした。また、(2) モノに対するイメージと感性的評価や使いやすさの関係を、様々な愛着度合いをもつ日常用具や、別のヒトへのメッセージの伝達媒体、ヒトに近い性質を持つモノとしてロボットに対する心理距離の設定方略や感性評価を、対人関係に置き換えて捉えることにより整理した。モノを観察者自身や観察者との相互作用をもつ他者のような存在として位置づける擬人化メタファを感性評価のプロセスに組み込むことを提案した。加えて、一連の研究を進める過程で新たな感性工学手法として、(3) 評価者の脳内情報処理過程を考慮した感性評価実験技法の開発と、(4) 複雑な感性工学的データをより詳細に分析するための可視化技術を開発した。

なお、本研究プロジェクトは、発足当時の代表者であった故・吉田倫幸先生（広島国際大学人間環境学部教授）が平成16年12月に逝去するまで本研究を統括しており、その遺志を引き継いで進めたものである。ここに先生のご指導に感謝し、哀悼の意を表する。

## 研究組織

- 研究代表者：石原恵子（広島国際大学心理科学部助教授）
- 研究分担者：岩城達也（広島国際大学心理科学部助教授）
- 研究分担者：木野和代（広島国際大学心理科学部助手）
- 研究分担者：石原茂和（広島国際大学心理科学部教授）
- 研究分担者：小森政嗣（大阪電気通信大学情報通信工学部講師）
- 研究分担者：内田照久（大学入試センター研究開発部助教授）
- 研究分担者：加藤荘志（広島大学大学院国際協力研究科助手）
- 研究分担者：出木原裕順（広島国際大学社会環境科学部講師）

## 交付決定額 (配分額)

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成15年度	12,200,000	3,660,000	15,860,000
平成16年度	11,200,000	3,360,000	14,560,000
平成17年度	6,500,000	1,950,000	8,450,000
平成18年度	5,200,000	1,560,000	6,760,000
総計	35,100,000	10,530,000	45,630,000

## 研究発表

### (1) 学会誌等

1. 岩城達也, 出木原裕順: 視覚画像の提示時間と感性評価, 感性工学研究論文集, Vol.5, No.4, pp.7-10, 2005.
2. 小森政嗣, 山本靖典, 長岡千賀: 高速再生されたスピーチの理解を向上するためのポーズ長操作, 人間工学会誌, Vol.42, No.2, pp.64-69, 2006.
3. 岩城達也, 塚本純子, 岡崎義郎: 匂いの感じ方に及ぼす食欲状態の影響—脳波 $\alpha$ 波による検討—, 日本味と匂学会誌, 13巻, 2号, pp.181-188, 2006.
4. 木野和代, 岩城達也, 石原茂和, 出木原裕順: モノへの愛着の分析—対人関係とのアナログによる測定, 感性工学研究論文集, Vol.6, No.2, pp.33-38, 2006.
5. 石原恵子, 石原茂和, 長町三生: 感性と用途に応じた贈呈用フラワーアレンジメントを構成するE-コマースサイト, 感性工学研究論文集, Vol.7, No.1, pp.11-22, 2007.

### (2) 国際会議発表

1. Teranishi, M., Ishihara, K., Ishihara, S. and Yoshida, T. : The difficulty in using machines and their panel and procedure design, Proceedings of the Seventh International Conference on Industrial Management, pp.243-247, 2004.
2. Ishihara, K., Ishihara, S. and Teranishi, M. : The difficulty in using automatic teller machines for young and older people, Proceedings of the 5th Conference on Gerontechnology, (4 pages,



CD-ROM), 2005.

3. Ishihara, K., Ishihara, S. and Nagamachi, M. : An expert system that incorporates constraints into gift flower arrangements, Proceedings of the Eighth International Conference on Industrial Management, pp.83-88, 2006.
4. Ishihara, K. and Fukuhara, T.: The difficulty in performing cash transfer by using an automatic teller machine, Proceedings of the 16th World Congress on Ergonomics, (5 pages, CD-ROM), 2006.
5. Komori, M. and Nagaoka, C.: Robot-Human Interaction - How robot approach behaviors affect human perception of a robot's character and role, Proceedings of the 28th Annual Conference of the Cognitive Science Society, pp. 2537, 2006.
6. Ishihara, K., Nakagawa, R., Ishihara, S. and Nagamachi, M.: A web flower shop site that composes a gift flower arrangement according to Kansei and purpose, First European Conference on Affective Design and Kansei Engineering, 2007 (発表予定).
7. Ishihara, K., Harada, M. and Ishihara, S.: Kansei to movement of autonomous robots, First European Conference on Affective Design and Kansei Engineering, 2007 (発表予定).
8. Ishihara, S. and Ishihara, K.: Morphometrics and Kansei engineering, First European Conference on Affective Design and Kansei Engineering, 2007 (発表予定).

### (3) シンポジウム, アドバンスド・セミナー開催

#### 1. シンポジウム「感性とイメージ」司会：吉田倫幸

第6回日本感性工学会大会 2004年9月10日 工学院大学新宿キャンパス

吉田倫幸：キーノートレクチャー「感性とイメージ」, pp. 136-137.

内田照久：音声の韻律的な特徴と話し手の人柄のイメージの関係性, p. 138.

小森政嗣：発話スタイルの認知—類似性と特異性の観点から—, p. 139.

石原恵子, 寺西舞：銀行ATM機の操作手順設計と使いやすさ, p. 140.

岩城達也, 出木原裕順：視覚物体の提示時間と感性評価, p. 141.

#### 2. シンポジウム「感性とイメージ」座長：石原恵子

第7回日本感性工学会大会 2005年9月10日 青山学院大学青山キャンパス

石原恵子：感性とイメージ—感覚と行動をつなぐもの, p. 219.

石原恵子, 山岡慧栄, 中川亮: 贈呈用フラワーアレンジメントを提案するE-コマースサイト, p. 220.

木野和代, 石原恵子: 相手と内容からみた伝達メディアのイメージ, p. 221.

小森政嗣: モノの性質と音声のイメージ, p. 222.

岩城達也, 出木原裕順: ヒトとモノの心理的距離に関する予備調査, p. 238.

出木原裕順, 岩城達也: 自己組織化マップを用いたイメージの可視化探索, p. 239.

### 3. アドバンスドセミナー「感性とイメージ」 司会: 石原恵子

第2回日本感性工学会春季大会 2006年3月24日 広島国際大学広島キャンパス

石原恵子: 花の感性評価とフラワーアレンジメントにおける役割, pp. 25-26.

木野和代, 石原恵子: 伝達メディアに対するイメージ比較, pp. 27-28.

加藤荘志, 岡森英幸, 岩城達也: むだ時間を持つ視覚フィードバックは、手指運動のパフォーマンスをどのように変容するのか? -指標追跡課題による検討-, pp. 29-32.

石原恵子, 福原智和: 銀行ATMの入力パネル設計と使い心地, pp. 33-34.

小森政嗣, 山本靖典, 佐々木祐介: モノへの物理的距離の伸縮による心理的距離の操作, pp. 35-36.

岩城達也, 塚本純子: ニオイの感じ方に及ぼす食欲求状態の影響-脳波 $\alpha$ 波周波数のゆらぎによる検討, pp. 37-38.

### 4. アドバンスドセミナー「感性とイメージ」 座長: 石原恵子

第8回日本感性工学会大会 2006年9月15日 早稲田大学西早稲田キャンパス

石原恵子, 石原茂和, 原田実穂: ロボットからの働きかけと感性, p. 229.

木野和代, 石原恵子, 石原茂和: 謝罪場面における伝達メディアの適切さ-送り手と受け手の視点から, p. 230.

石原茂和: Morphometricsを用いたかたちと感性の分析(3)-かたちの空間と感性の関係-, p. 231.

出木原裕順: 自己組織化マップを用いた感性マップの構築-バッチラーニングSOMの応用の検討-, p. 232.

加藤荘志, 岡森英幸, 岩城達也: むだ時間のある視覚性追従課題に対するヒトの運動戦略, p. 253.

岩城達也, 石原茂和 : 入眠時の快適性と脳波変動, p. 254.

#### (4) 国内会議口頭発表

1. 吉田倫幸, 萩野光香, 宮本ふみ : モデルに対する幼児のイメージ形成, 第5回日本感性工学会大会予稿集, p. 34, 2003.
2. 山中隆雄, 石原茂和 : Morphometrics を用いたかたちと感性の分析-自動車ヘッドライトの形状と感性, 第6回日本感性工学会大会予稿集, p.180, 2004.
3. 石原茂和 : Morphometrics を用いたかたちと感性の分析(2) - かたちの主成分分析, 第7回日本感性工学会大会予稿集, p.197, 2005.
4. 石原恵子, 福原智和 : ATM の使いやすさと入力パネルのデザイン, 第38回日本人間工学会中国・四国支部大会講演論文集, pp. 6-7, 2005.
5. 内田照久 : 音声中の  $F_0$  変動幅とパターンが話者のパーソナリティ印象に及ぼす影響, 信学技報, SP2005-146, pp. 43-48, 2006.
6. 石原茂和 : Morphometrics を用いたかたちと感性の分析(3) - かたちの空間と感性の関係, 第8回日本感性工学会大会予稿集, p. 231, 2006.
7. 小森政嗣・川村智 : 顔の印象評価における世代間の違い (I), 日本心理学会第70回大会発表論文集, 2006.
8. 小森政嗣, 川村智 : 顔の印象評価における世代間の違い (II), 日本心理学会第70回大会発表論文集, 2006.
9. 佐々木裕介, 小森政嗣 : ロボットの役割評価に対するロボットの接近動作の影響, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2006 論文集, pp. 281-284, 2006.
10. 小森政嗣, 徳本友祐, 前田洋祐, 石原茂和 : 顔の示差性と印象評価—Morphometricsによる検討—, 日本感性工学会第3回春季大会予稿集, p. E42, 2007.
11. 原田実穂, 石原恵子, 石原茂和 : 自律ロボットの行動と感性, 日本感性工学会第3回春季大会予稿集, p. P09, 2007.
12. 加藤荘志, 大坪由輝, 岩城達也 : むだ時間系に対する運動適応にともなう対象物の操作感覚における変化, p. P21, 2007.

#### (5) 出版物

ありません

## 研究成果による工業所有権の出願・取得状況

ありません

## 研究成果

### (1) 研究目的

1. 感覚モダリティとモノに対するイメージ形成の基礎的研究
2. モノに対するイメージと感性的評価や使いやすさの関係の整理
3. 評価者の脳内情報処理過程を考慮した感性評価実験技法の開発
4. 感性工学的データの可視化技術の開発

### (2) 研究実施計画

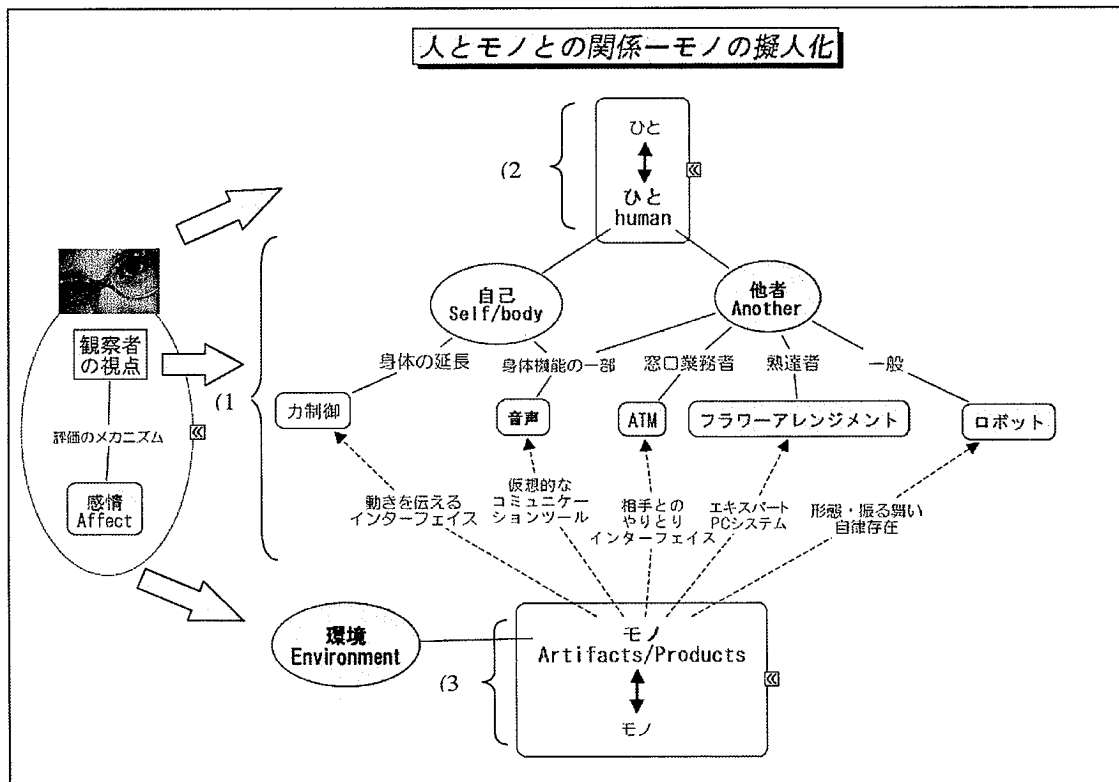
#### 1. 感覚モダリティとモノに対するイメージ形成の基礎的研究

- a. 視覚-運動感覚と操作機械や道具のイメージ形成: 視覚的運動制御を求める機械では、(1) 操作結果の視覚フィードバックの時間遅れによって、操作誤差とともに操作の主観的困難度が増す。(2) 短期の操作学習により、視覚フィードバックの時間遅れを操作対象の重量感として感じるようになった。一方、銀行 ATM のような応答性の高い機械では、(3) 銀行取引、機械の振る舞い、入力インターフェースの3つのレベルに対しての、適切なメンタル・モデルがユーザーの行動を導き、いずれかを形成できなかったときに、操作の困難を感じる。これらの成果は日本感性工学会大会および International Society of Gerontechnology, International Ergonomics Association の国際会議にて発表した。
- b. 聴覚と記録音声のイメージ形成: 音声の物理的特徴と内容理解および話者の印象について、次の結果を得た。(1) スピーチのポーズ長の変動分を誇張すると、聴覚的な階層的体制化が促され、内容を理解しやすくなる。(2) 文頭や文末での発話速度やポーズ長の偏りが、話者の区別や特徴づけに使われる。(3) 抑揚の大きさと話者の性格印象との関係は線形ではなく、性格を構成する各次元についてそれぞれ最大となる抑揚の大きさがある。(4) 礼儀正しさを表現する方略として、相手との社会的距離、自分に対する力、相手にかかる負荷が高いほど基本周波数が低く、発話長が長くなる。これらの成果は日本人間工学会誌に掲載、日本感性工学会大会および International Congress of Psychology などの国際会議にて発表した。
- c. 嗅覚と匂いのイメージ形成: 快適性評価指標として開発してきた脳波  $\alpha$  波ゆらぎを応用し、匂いのイメージが評価者の生理状態によって変化する、いわゆる感性満腹感を脳波から確認した。この成果は日本味と匂学会誌に掲載された。

## 2. モノに対するイメージと感性的評価や使いやすさの関係の整理

- a. 様々な愛着度合いのある日常生活用具と心理的距離の設定：モノと持主であるヒトとの関係を、ヒトとヒトとの関係になぞらえて捉えた。すると、(1) 自分の一部に例えられるモノには、使いやすい、役に立つなど、道具としての価値が関連し、他者のうちでも家族に例えられるモノには、気持ちが落ち着く、恋人や友人に例えられるモノは気持ちが高ぶる、他者を表すこととの関連が認められた。この成果は日本感性工学会論文集に掲載された。
- b. ヒトとヒトのやりとりに用いられる媒体のイメージ：謝罪のメッセージを伝達する状況では、(2) 相手が自分と同位や下位にある場合には、正確に伝わる、速く伝わる、などの理由から、対面で直接伝えるほかに、電話やパソコン・携帯電話の電子メールなどのメディアも選択される。一方、(3) 相手が上位者である場合には、心理的負荷が高いほど、礼儀や気持ちを伝えるために、ほぼ対面だけが適切とされている。裏返せば、(4) 上下関係に必要な礼儀正しさや気持ちを伝えるためのマナーが、電子メールなどの新しいメディアには確立されていない。お祝いやお供えのメッセージを伝えるための贈り物を選択する状況で、(5) 贈り主は、贈るモノの質的・実利的価値に加えて、個人的な意味付けや相手や自分自身といったヒトを表現する要素をモノに投影する。より抽象的な贈り物としてフラワーアレンジメントを贈る場合にも、(6) 贈り主は相手表現する感性を表すモノ、処遇期待から置き場所の制約や社会的制約を満たすものを、目的にあったモノとみなす。これらの成果は日本感性工学会論文集に掲載された。日本感性工学会大会、日本感情心理学会大会や国際会議でも発表した。
- c. ヒトに近いモノに対するイメージ：ヒトではないがヒトに近い性質を持つロボットについて、ヒトとのやりとりと信頼感や愛着などのイメージを検討して、以下の結果を得た。(1) ヒトへの接近動作は、ロボットに対して意図をもつ存在、主体性のある、複雑なモノとして認識させる性質となり、擬人化や擬生物化を伴う認識を促進する。しかし、(2) 接近動作だけではヒトの感情的反応や愛着にはつながらない。(3) ヒトに反応してロボット本体の一部を振る動作は、擬人化や擬生物化を伴って、愛着を促進し、攻撃性など負の印象を軽減する。これらの成果は the 28th Annual Conference of the Cognitive Science Society の国際会議および日本感性工学会大会で発表した。

以上の成果をもとに、モノに対する感性評価モデルの構築をめざして、モノに対する擬人化メタファとしてのイメージ形成と、愛着や使いやすさの関係を次の図のように整理した。



擬人化メタファを用いたヒトとモノの関係の分類。

### 3. 感性工学データ分析手法の開発

感性工学データをより詳細に分析するための手法を開発した。

- a. 脳内処理過程を考慮したヒトの感性評価特徴モデル：(1) 評価対象の提示時間の変化による感性評価が、単純な評価から総合的な評価へと変化することについて、(2) 匂いを例として、評価者の空腹状態が感性評価に及ぼす影響を、脳波  $\alpha$  波の違いとして捉えることができた。これらの成果は日本味と匂学会誌に掲載された。日本感性工学会大会でも発表した。
- b. 感性工学データの可視化技術：(3) 感性評価データの多変量解析結果を自己組織化マップに表現することにより、評価対象の類似性探索など詳細な検討を行う手法を提案した。(4) モルフォメトリクス (形態幾何学、morphometrics)の手法を用いることにより、対象の様々な形を従来のカテゴリカルな表現でなく、数量的に表現し、感性評価の対象とすることができるようになった。これらの成果は、日本感性工学会大会で発表したほか、国際会議でも発表するよう採択されている。

### (3) 今後の展開

本研究で提案した、擬人化メタファによるモノの分類という枠組みで捉えると、多くのモノに対するイメージと感性評価の関係が説明できることがわかった。今後はこの枠組みの適合性をさらに詳細に検討し、多種多様なモノに対して適合範囲を確認していくことが必要である。モノに対する擬人化メタファをさらに拡張することによって、モノと使用者との関係を人間関係に置き換えて考え、それに沿った形態的デザインや機能を付与することで、よりわかりやすい操作方法を備え、伝達したい意図をよりスムーズに媒介し、より愛着を持てるようなモノ作りに生かす方法論として発展させていきたい。



# 研究報告

## 第1部 モノに対する心理距離をイメージ処理から探る

第1部では、感性を抱く対象となるモノのうち、自己のメタファを持つモノ、他者のメタファをもつモノ、その中間的なモノ、それぞれの位置づけにおいて、ヒトがモノのどのような特徴に対してイメージ処理を行い、感性的特徴づけを行っているかを明らかにした。

第1章に、愛着のあるモノに対して所有者であるヒトが設定する心理距離を、対人関係になぞらえて整理することを提案する。

第2章では自己のメタファをもつモノについて議論した。まず、自分の手指の延長として操作する、インターフェイスの操作感について、操作から結果のフィードバックまでに入る時間遅れをヒトがどのように処理するかを明らかにし、操作を学習することによって、時間遅れを対象の重量感として表現できる可能性を示した。また、ヒトが話すときに用いる音声と内容理解、話者に対する特徴づけ、礼儀正しさの印象づけについて、音声としての特徴と聴取するヒトのイメージ処理や、ヒトが自然に行っている方略を明らかにした。これらの結果は、設計するモノについて、ヒトに対してどのような性格づけをするべきかを明らかにするべきであることと同時に、意図した性格づけを適切に表現するための、モノが発する音声の設計指針として応用できることを示したものである。

第3章では、メッセージ、ここでは自分のミスで迷惑をかけたことにお詫びを伝える際に用いるメディアについての選択方略を取り上げた。謝罪する際のメディアは、相手についてのイメージを思い浮かべ、また、このように見られたい自分を表現するという二面をもつ、つまり、自己と他者の両方を表現するモノとなる。この結果は、従来の対面や電話に加えて、近年、普及したパソコンへのメールや携帯電話のメールについて、新たな規範意識が作られつつあることを示している。

第4章では、他者のメタファをもつモノとして、3種類のモノについてのイメージ処理を検討した。贈り物を選択する際には、贈り主であるヒトは、贈ろうとするモノに相手の感性的イメージを重ね、自己表現や他者表現などの意味づけを行い、相手が受け取った後の扱われ方について期待する。相手との人間関係や期待する処遇によっては、社会的制約や物理的制約が考慮される。4-1節に考察した結果は、それぞれの状況で贈る行為にふさわしいモノを提案するマーケティング手法としても応用できるものである。4-2節で取り上げた、複雑な操作を要求する機械のインターフェイスは、使用者であるヒトに対して、操作を促したり状態を説明したりする働きかけを行う必要をもつ。ヒトがこのような機械を能動的に使おうとするとき、意図した手続き全体について、機械の仕組みについて、また、目の前のインターフェイスについて、どのように動くかについてのメンタル・イメージを作り、それに従って操作しようとする。この節で得られた結果は、操作者であるヒトに適切なメンタル・イメージ

を形成させることが使いやすさや操作の快適さを生み出すことを示し、操作の設計指針として応用されることが期待される。最後に、4-3節では、最も他者的なモノとして、ロボットとヒトとの関わりを取り上げた。ロボットの高性能化、低価格化に伴って、仕事の場や生活の場に導入されつつあるロボットには、従来の工場で働く産業ロボットとは異なり、設定した仕事を遂行する精度だけでなく、長期間にわたってヒトと共に働くための性質が要求される。この節で得られた結果は、同じ場に働くヒトがロボットに対して、負の感性を軽減し、人や動物に例えた性格づけを行い、愛着を促進するためにロボットが備えるべき性質についての可能性を示したものである。

# 第1章 ヒトとモノとの関係についての枠組み

## 1-1 モノへの愛着の分析 －対人関係とのアナロジによる測定－

多種多様なモノがあふれ、使い捨てにされるモノも多い世の中で、何らかの理由でヒト（個々人）から選考され、大切にされるモノが存在する。つまり、モノとヒトの間には、個別に心理的距離が存在するのである。もちろん、モノ自体は意図をもつものではないが、ヒトを惹きつける何らかの属性があるといえる。

モノとヒトとの間に介在する感性情報の伝達図式の解明に向けて、本節では、モノに対する心理的距離に関する検討を行う。この際、所有者（ヒト）から特に大切に扱われるモノ、永く愛されるモノ（＝愛着のあるモノ）に焦点をあてる。

そして、ヒトがモノに対して抱いているイメージを具体的に捉えるために、モノの擬人化という観点を用いる。つまり、愛着の対象となるモノの特徴を、対人関係へのメタファに置き換える。愛着のあるモノとヒトとの関係を対人関係になぞらえて検討するのは、モノへの愛着の諸相には社会心理学で扱われる対人関係の諸相との類似点が多いことによる。また、モノの価値の一側面として、質的な価値や道具的な価値以外に、感情的な価値を想定し、これらの観点から所有者がモノに愛着を抱く理由についても検討する。そして、モノの擬人化と愛着理由との関連を検討することにより、所有者にとってのモノの意味（役割）を理解する一助とする。探索的な検討ではあるが、本研究におけるヒトとモノとの関係の分析は、愛着を抱く（抱かれる）モノの開発において有用な知見をもたらすと考えられる。

キーワード：モノ，愛着，擬人化，感情

## 1. 問題と目的

現代の日本社会では、科学技術の進歩や消費者のニーズの多様化により、新商品が次々に開発・発表されている。我々の生活のなかには多種多様なモノがあふれ、便利で豊かな生活が可能になった。裏を返せば、我々はより便利なモノ、より高性能なモノを求めているともいえる。

しかし、モノの存在価値は我々の生活を便利にしてくれるという道具的な側面以外にも認められる。最新技術を駆使した新しいモノが発売されても、今まで所有していた同種のモノを即座に捨てて、新しいモノを所有するわけではない。それは「より便利な道具」のみならず、それ以外の属性を付与されたモノの存在を意味する。たとえ老朽化し、本来の機能を果たさなくなっても、所有者にとっては唯一無二の存在であり、代替不可能なモノであることもある。持っているだけで幸福感や安心感を喚起するなど人間の心理面に強く働きかけるモノもある。所有者にとってこのようなモノは、他のモノに比べて手放しがたい、愛着（固着・執着）のある対象である。本研究では、このような愛着の対象となるモノの特徴を、愛着理由や対人関係へのメタファといった観点からとらえることを試みる。

さて、対象との関係性とらえるために、感情的結びつき（愛着・固着・執着）に着目した研究は様々な領域でみられる。発達心理学の領域では、主に子どもとその養育者との関係の質を問題にする研究が行われており、一般に幼少期に良好な関係を築くことの重要性が主張されている[1]。マーケティングの分野では、最近、企業が顧客との間にパーソナルな関係を築くための手段として、グリーティング・カードやダイレクト・メールのパーソナル・タッチの問題が扱われている[2]。また、消費者とブランドとの関係を強化するための戦略として、人々の五感に働きかけることを重視する向きもある。これはエモーショナルブランディングと呼ばれ、ブランドイメージに感情的な側面が重要であるとの考えに基づくものである[3]。消費者行動という観点からは、所有物を新しいモノに買い換える際のメンタル・コストを扱った研究もみられる[4]。これらの例から、ヒトだけでなく、それ以外の対象への感情的結びつき（愛着）も、現代社会では重視されていることがわかる。

愛着の程度や質を測定するためには、実験場面での行動指標が利用される。また、面接調査や質問紙調査なども行われる。これらの手法を用いて、研究対象や研究目的にあわせた具体的な内容を測定することになる。本研究では、モノへの愛着を分析するにあたり、モノとヒトとの関係を対人関係になぞらえて、その特徴を検討することとした。それは、モノへの愛着の諸相が社会心理学で扱われる対人関係——本研究ではモノとヒトの関係に注目しているため集団プロセスではなく、二者関係に限定して論を進める——の諸相との類似点が多いことによる。

では、モノへの愛着の性質にはどのような側面が考えられるのか。モノへの愛着は、機能的側面（有用性、利便性）、情緒的側面（覚醒、快不快）、自己表現性（自分を表現するものか）、記憶に関わる側

面（エピソード・思い出）、などの諸相の混合体に基づくと考えられる。これらは、対人関係で展開される心理プロセスとなぞらえてとらえることができる。機能的側面については、対人関係のなかでは援助行動やソーシャル・サポートの授受などとして存在する[5]。情緒的側面については、他者の存在が幸福感や悲しみを喚起したり、孤独感に影響すること、覚醒水準を上げること（社会的促進はこれを前提に起こるとされている）などが考えられる[6-8]。自己表現としての側面に対応する対人関係上の側面としては、他者の存在が自己評価を維持・高揚させる場合があること（栄光浴）、また主張的自己呈示などの他者の存在を意識した社会行動があげられる[9]。記憶に関わる側面も、対人関係のなかで同様に存在する。様々な経験の共有は他者との間でも日常的に行われており、他者の存在が想起のきっかけとなる。以上のように、モノへの愛着の諸相は、対人関係の諸相とよく類似しており、モノへの愛着を対人関係になぞらえてとらえることは可能であると考えられる。

認知心理学に基づいて、モノをヒトに喩えるということについて考えてみると、喩えること（比喻）は喩えるモノと喩えられるモノとの間の意味関係（類似性、隣接性、上位一下位関係）の認知であるとする考え方がある[10]。これを踏襲すれば、モノを擬人化、つまりヒトに見立て喩えることはモノとヒトとの間の類似性や代表性などの認知に他ならない。そして、モノの擬人化はこのような自覚的なものによるばかりではなく、無自覚にも行われる場合があることが示されている[11-14]。

モノをヒトに喩えることは、自分自身に喩える場合と他者に喩える場合に大別することができる。山根（2001）は、自己・他者・モノの概念を整理し、3者の関係について考察している[15]。これを部分的に援用してみると、ヒトとモノとの関係は、ヒトの認知において、①モノが自己に同一化される場合と②モノが他者に同一化される場合があると考えられる（図1参照）。

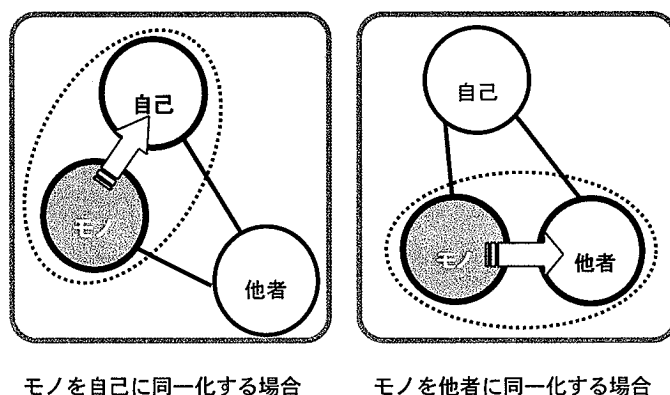


図1. 自己・他者・モノの関係（山根(2001)を援用）

前者には、常に携行されるなどモノが身体の一部や延長としての意味をもったり、自分らしさを表現したりするためのモノである場合などが考えられる。後者には、モノに生命や意識、意志などの心の働きを認めるようなアニミズム的な考えを喚起する形態的特徴や機能をもつモノや、他者の気持ちを代弁したり、意識させたりする特別なモノなどが考えられよう。

以上のことをまとめると、ヒトとモノとの関係は、心理学分野の研究において他者に対する心理的距離や対人イメージが扱われるのと同様のアナログとして検討されうる。本研究は、こうしたアナログの適用可能性を問おうとするものである。一般的に対人関係は、自己を中心に据えた場合、自分の身体、触れ合うことができるような他者、および、全く見知らぬ他者、の順にその関係性は心理的に疎遠になると考えられる。日常生活において、接する人の数は数え切れないほどであるが、心理的距離が近い人は限られている。これと同じく、普段の生活で扱うモノの数は数え切れないほどであるが、愛着のある（心理的に距離の近い）モノはある程度限定されてくると推測する。

これを実証するために、今回は愛着対象となっている具体的対象物を明らかにすることから出発することにした。本研究は試行的で探索的な位置づけにあるがゆえに、まずは愛着対象となりうるモノとその特徴を確認する必要がある。そして、これらのモノを対人関係に置き換えて考えることにより、普段あまり意識することのないモノとの関係を具体的な対人関係として顕在化させ、対象物が所有者にとってもつ意味を検討する。

後述のように、調査内容には愛着対象を対人関係に喩える設問が含まれている。ここで、対人関係のアナログの適用可能性をとらえることができる。さらに、愛着をもつ理由に関する分析により、モノとヒトとの関係を左右する要因を探る。本来ならば、愛着が形成されやすいモノの機能的および感性的な特徴についても追求したいところであるが、初段の研究として愛着のあるモノの存在確認と対人関係のアナログの適用可能性に焦点を絞って検討することとした。

## 2. 方法

**手続き：**大学生 418 名（年齢平均 18.9±1.12 歳，男性 186 名，女性 232 名）を対象に、講義時間の一部を利用して、集団調査を実施した。調査対象者は、広島県内の郊外に所在する大学の人間環境学部、薬学部、看護学部に所属していた。調査対象者には、回答に先立って調査の主旨について十分な説明を行い、これに同意した場合にのみ回答すればよいとの教示を行った。

**調査内容：**愛着のあるモノを 3 つまであげ、それぞれのモノに対して、以下の 3 つの設問に答えるよう求めた。

(1) 愛着のあるモノの重要度：調査対象者が回答したモノについて、その重要度を喪失時の悲しみと

いう観点から測定した。すなわち「それを失ったら悲しいか」という問いに、「1=悲しくない」「2=やや悲しい」「3=かなり悲しい」「4=非常に悲しい」の4件法で回答を求めた。

(2) ヒトへのメタファ：愛着のあるモノをヒト（自己および他者）に喩えたときの当てはまりの程度を「1=当てはまらない」「2=やや当てはまる」「3=かなり当てはまる」「4=非常に当てはまる」の4件法でたずねた。具体的なメタファの対象は、①家族、②友人、③恋人、④近所の人、⑤知らない人、⑥身体の一部、⑦自分自身、であった。自分自身に関する喩えに加えて、一般に心理的距離が近い対象とされる「家族」「恋人」「友人」、そして疎遠な対象である「近所の人」「知らない人」までを列挙した。

(3) 愛着をもつ理由：予備調査より得られた回答を参考に、愛着をもつ理由に関する質問を9つ用意し、各々について愛着をもつ理由として当てはまるか否かをたずねた。具体的な質問項目は、①お金がかかっている、②思い出がある、③自分自身を表現している、④他者を表現している、⑤長い間所有している、⑥気持ちが落ち着く、⑦気持ちが高ぶる、⑧使いやすい、⑨役に立つ、であった。また、その他の理由を記述させる欄も設けた。

### 3. 結果および考察

#### 3.1. 愛着対象として記述されたモノ

記述総数は1174であり、ほとんどの調査対象者が愛着対象を3つずつ回答した。ただし、自分や具体的な他者などヒトそのものや信頼関係など実体を伴わない抽象的な概念などをとりあげた12回答は分析対象外と判断した。また、質問1「それを失ったら悲しいか」において「1=悲しくない」と評定された26回答と無評定であった3回答も今回の分析からは除外した。残り、1133記述を品目別に分類し、10度数以上出現した26品目を表1に示した。これらの26品目の出現度数は全体の91.7%を占めていた。その他の品目には、玩具、食器、植物などがあげられていた。

愛着対象としてあげられた度数が最も高かったのは「携帯電話」であった。溝渕（2001）は、携帯電話のように「自分の感覚や知的機能の一部として機能する道具」（p.156）は、他のものと代替することが困難なために固着も強い可能性を述べている[16]。その名のとおり、常に携帯するものであることも愛着をもちやすい一因であろう。そして、物理的にはひとりでいても常に他者とつながることができる道具であることが手放しがたい理由といえよう。

今回の調査対象は大学生に限られていたが、愛着のあるモノとしてあげられたものは、多岐にわたっていたといえる。しかしながら、我々が日常生活で利用するモノの数を考えると愛着のあるモノとしてあげられた品目は決して多くはない。普段身の回りに存在するにもかかわらず、ティッシュペー



パーや机，椅子，新聞紙，など列挙されなかったモノもある。したがって，愛着が形成されやすいモノとそうでないモノが存在することが示された。

ただし，個々人がモノに対して価値づける基準は多様であり，それは個人の経験や生活様式に左右されると思われる。この意味で，本研究で列挙されたモノは，調査対象となった大学生という集団にみられる特徴である可能性は否めない。また，男女別に各品目の出現度数をみると，写真やぬいぐるみなどは女子学生による回答が多く，スポーツ用具や自動車は男子学生による回答が多かった。愛着を抱くモノの種類には性差があることが推察される。

表1. 愛着のあるモノとしてあげられた上位26品目とその出現度数

品名	度数	%	性別度数		品名(続き)	度数	%	性別度数	
			男	女				男	女
携帯電話	156	13.8	58	98	ペット	33	2.9	17	16
写真	77	6.8	6	71	本	32	2.8	17	15
ぬいぐるみ	66	5.8	1	65	楽器	28	2.5	14	14
寝具	61	5.4	13	48	バイク	22	1.9	18	4
被服	57	5.0	32	25	テレビ	21	1.9	14	7
アクセサリ	53	4.7	17	36	眼鏡	21	1.9	14	7
音楽	51	4.5	30	21	カバン	19	1.7	10	9
スポーツ用具	44	3.9	36	8	手紙	16	1.4	1	15
パソコン	43	3.8	34	9	ゲーム	12	1.1	9	3
文具	42	3.7	21	21	プレゼント	11	1.0	4	7
自動車	41	3.6	32	9	化粧道具	11	1.0	0	11
場所	41	3.6	11	30	自転車	10	0.9	5	5
腕時計	37	3.3	16	21	その他	94	8.3	41	53
財布	34	3.0	13	21	合計	1133		484	649

### 3.2. ヒトへのメタファ

各自が記述した愛着のあるモノをヒトに喩える質問への回答は，対象人物ごとに「2=やや当てはまる」「3=かなり当てはまる」「4=非常に当てはまる」のいずれかに回答した場合を全て「当てはまる」という回答として扱い，その出現率を求めた(図2)。なお，いずれの対象にも「当

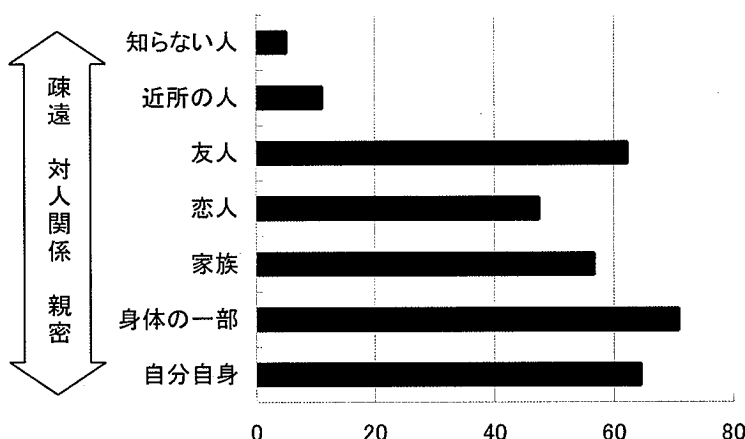


図2. 愛着のあるモノが各対象に喩えられた割合(%)

てはまらない」と回答したのは、1117 回答（1133 回答中 16 回答は欠損値を含むため除いた）のうち 91 回答であった。

図 2 が示すとおり、対人関係が疎遠であると考えられる対象（知らない人・近所の人）に喩えられることはほとんどないことがわかる。逆に、自己（自分自身・身体の一部）や身近な他者（家族・恋人・友人）には喩えられやすいといえる。これは愛着のあるモノにみられる特徴であるかもしれない。次に、ヒトへの喩えられ方から各対象物の特徴を探るために、本研究では補足的に以下のような集計を行った。すなわち、「身体の一部」「自分自身」への評定値の平均を自己へのメタファの程度得点、「家族」「友人」「恋人」への評定値の平均を身近な他者へのメタファの程度得点として算出し、これらの得点を用いて各対象物を 2 次元上に布置した（図 3）。化粧道具、眼鏡、被服などが自己に喩えられやすく、プレゼントやペットは身近な他者に喩えられる傾向にあることが見てとれる。愛着のあるモノのなかにも、より自己的なものと他者的なものが存在することが示された。

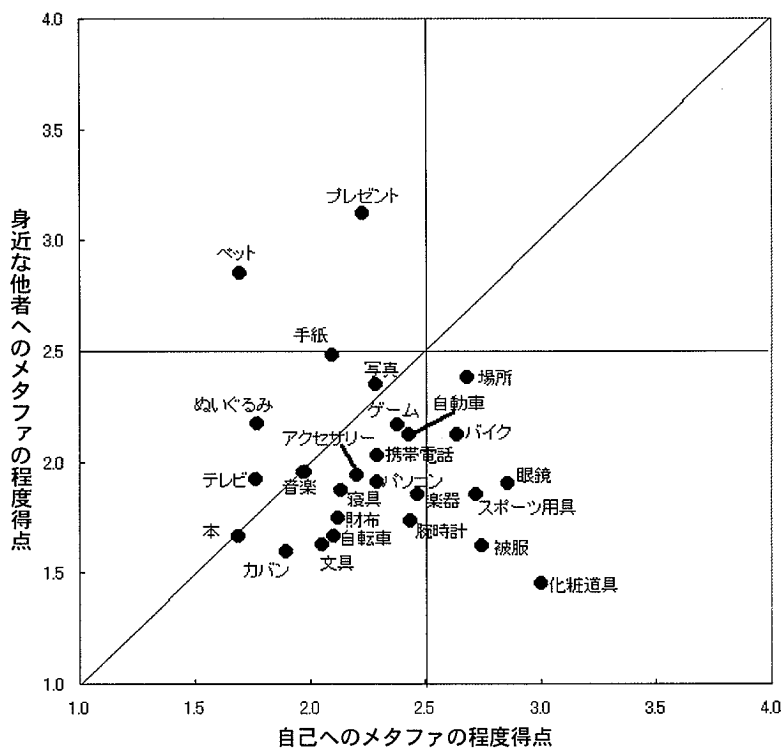


図 3. 愛着対象物のヒトへのメタファ

### 3.3. 愛着をもつ理由

愛着をもつ理由としてあげられた 9 つの各項目について、選択率を求めた（図 4）。本研究でとりあげた愛着理由のなかでは、「思い出がある」や「長い間所有している」の選択率が高かった。モノへの

愛着には、記憶に関わる側面が重要であるといえよう。

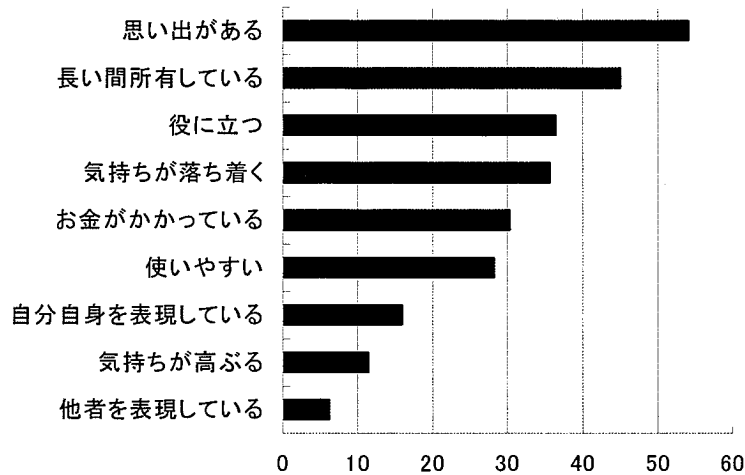


図4. 愛着をもつ理由の選択率 (%)

### 3.4. ヒトへのメタファと愛着をもつ理由の関連

モノをヒトに喩えることと愛着をもつ理由との関連を多変量解析で検討する。ヒトへのメタファごとに、それに喩えられるか否か (1/0) を従属変数、愛着をもつ理由の9項目を説明変数とするロジスティック回帰分析を行った。ただし、知らない人、近所の人に喩えられることは極度に少なかったことから、これらについては分析対象としなかった。従属変数が5種類となり、各々1回ずつ、計5回のロジスティック回帰分析を行った。表2に5回全ての分析結果をまとめて表示した。分析に際して、従属変数であるヒトへのメタファに関する評定値は、「1=当てはまらない」を当てはまらない群として「0」に、「2=やや当てはまる」「3=かなり当てはまる」「4=非常に当てはまる」を当てはまる群として「1」とした。

推定されたロジスティック回帰モデルについて、モデルのあてはまりの良さをいくつかの指標により検討した[17]。①モデル尤度比は、全ての係数項が0で定数項のみがあるモデル (null model) と得られたモデルを比較し、有意に差があれば、得られたモデルは意味があることになる。②Pearson  $\chi^2$  と③Deviance は、完全フィットモデルと得られたモデルとの間に有意に差があるかどうかを検討する値である。完全フィットモデルとは、説明変数がサンプル数だけあるモデルでデータに100%フィットしていると考えられる。理論的に求めた完全フィットモデルと得られたモデルに有意に差がなければ、得られたモデルはデータをよく説明していることになる。④Hosmer-Lemeshow 検定も同様に、有意に差がない方が良いモデルであることを示す。これはサンプルを従属変数の推定された確率により数群

に分割し、従属変数の1の数を比較する。

以上、4つの指標で検討した結果、「家族」「恋人」「友人」でDevianceのみが良くない。しかし、その他の指標は全てが良好であり、これら5つのロジスティック回帰分析の結果は、信頼できると考える。

表2. 愛着理由とヒトへのメタファの関連(ロジスティック回帰分析結果)

従属変数および モデル統計量	説明変数	係数	標準 誤差	Wald (df=1)	推定 オッズ比
<b>&lt;自分自身&gt;</b>					
① $\chi^2(9)=103.09$ $p<.001$	お金がかかっている	-0.05	0.15	0.13	0.95
	思い出がある	0.40	0.14	8.48**	1.49
② $\chi^2(196)=199.91$ $p=.409$	自分自身を表現している	2.01	0.29	47.90***	7.50
	他者を表現している	0.21	0.33	0.40	1.23
③ $\chi^2(196)=178.25$ $p=.814$	長い間所有している	0.02	0.13	0.02	1.02
	気持ちが落ち着く	0.12	0.14	0.70	1.12
④ $\chi^2(7)=3.22$ $p=.864$	気持ちが高ぶる	0.34	0.23	2.16	1.40
	使いやすい	0.29	0.16	3.41	1.34
	役に立つ	0.10	0.15	0.42	1.10
	(定数)	-0.01	0.14		
<b>&lt;身体の一部&gt;</b>					
① $\chi^2(9)=84.71$ $p<.001$	お金がかかっている	-0.08	0.16	0.24	0.93
	思い出がある	0.37	0.15	6.54*	1.45
② $\chi^2(196)=211.40$ $p=.214$	自分自身を表現している	1.10	0.24	21.36***	3.00
	他者を表現している	-0.52	0.29	3.20	0.59
③ $\chi^2(196)=214.67$ $p=.172$	長い間所有している	0.25	0.14	3.07	1.28
	気持ちが落ち着く	-0.01	0.15	0.00	0.99
④ $\chi^2(8)=4.54$ $p=.805$	気持ちが高ぶる	0.31	0.24	1.77	1.37
	使いやすい	0.78	0.18	18.62***	2.19
	役に立つ	0.56	0.17	11.55***	1.75
	(定数)	0.10	0.15		
<b>&lt;家族&gt;</b>					
① $\chi^2(9)=34.96$ $p<.001$	お金がかかっている	0.00	0.14	0.00	1.00
	思い出がある	0.42	0.13	10.40**	1.52
② $\chi^2(196)=199.89$ $p=.410$	自分自身を表現している	0.09	0.18	0.26	1.09
	他者を表現している	0.43	0.28	2.27	1.53
③ $\chi^2(196)=247.34$ $p=.008$	長い間所有している	0.18	0.13	2.02	1.20
	気持ちが落ち着く	0.42	0.13	10.23**	1.52
④ $\chi^2(8)=5.00$ $p=.758$	気持ちが高ぶる	0.12	0.20	0.35	1.13
	使いやすい	0.01	0.15	0.01	1.01
	役に立つ	0.15	0.14	1.05	1.16
	(定数)	-0.30	0.13		
<b>&lt;恋人&gt;</b>					
① $\chi^2(9)=69.49$ $p<.001$	お金がかかっている	0.13	0.14	0.87	1.14
	思い出がある	0.56	0.13	17.93***	1.75
② $\chi^2(196)=201.07$ $p=.387$	自分自身を表現している	0.66	0.18	13.54***	1.93
	他者を表現している	0.70	0.29	5.76*	2.01
③ $\chi^2(196)=245.24$ $p=.010$	長い間所有している	-0.06	0.13	0.22	0.94
	気持ちが落ち着く	0.07	0.13	0.25	1.07
④ $\chi^2(8)=0.89$ $p=.999$	気持ちが高ぶる	0.58	0.20	8.19**	1.79
	使いやすい	-0.23	0.15	2.23	0.80
	役に立つ	0.16	0.15	1.18	1.17
	(定数)	-0.64	0.13		
<b>&lt;友人&gt;</b>					
① $\chi^2(9)=57.62$ $p<.001$	お金がかかっている	0.05	0.14	0.14	1.06
	思い出がある	0.65	0.13	23.77***	1.92
② $\chi^2(196)=200.43$ $p=.399$	自分自身を表現している	0.21	0.19	1.28	1.24
	他者を表現している	1.01	0.36	7.91**	2.74
③ $\chi^2(196)=229.52$ $p=.051$	長い間所有している	-0.01	0.13	0.00	0.99
	気持ちが落ち着く	0.20	0.14	2.20	1.22
④ $\chi^2(8)=2.70$ $p=.952$	気持ちが高ぶる	0.46	0.22	4.29*	1.58
	使いやすい	-0.15	0.15	0.98	0.86
	役に立つ	0.19	0.15	1.70	1.21
	(定数)	-0.06	0.14		

①モデル尤度比, ②Pearson  $\chi^2$ , ③Deviance, ④Hosmer-Lemeshow検定

\*\*\* $p<.001$ , \*\* $p<.01$ , \* $p<.05$ .

全変数について、当てはまる=1, 当てはまらない=0と指定

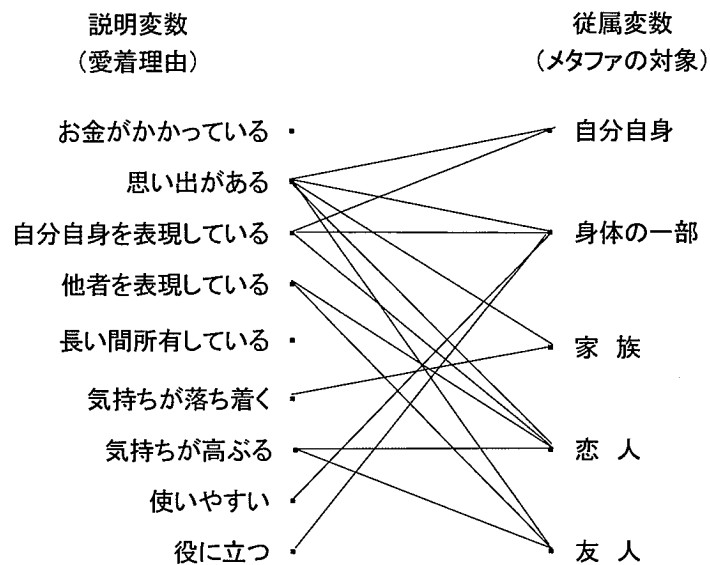


図5. ロジスティック回帰分析で関連がみられた説明変数と従属変数  
(実線は  $p < .05$  を示す)

次に、各説明変数に関する結果をみる。5つのモデル全てにおいて、説明変数である愛着理由の項目は、当てはまらない場合を「0」、当てはまる場合を「1」として結果を算出した。したがって推定オッズ比は、愛着理由ではないという水準を基準として求めた。また、説明変数間の $\phi$ 相関係数は、全て|.40|より小さかったため、多重共線性の問題があるとは考えがたいと判断した。

Wald 検定により、従属変数との関係を調べた。図5に関連がみられた変数を示した。「お金がかかっている」と「長い間所有している」は、いずれのメタファ対象とも関係がない。多数反応があった愛着理由ではあるが、ヒトへのメタファとは異なる価値観や愛着であると考えられる。「思い出がある」は全てのメタファに、「自分自身を表現している」は「友人」と「家族」以外の全てのメタファにかかっている。この2つの愛着理由は、ヒトへのメタファが全般的に強いといえる。一方、「他者を表現している」と「気持ちが高ぶる」は「恋人」と「友人」へのメタファと関係がある。他方、「気持ちが落ち着く」は「家族」へのメタファと関係がある。感情的な関係は、身近な他者へのメタファにつながることを示す結果である。「使いやすい」と「役に立つ」は、「身体の一部」へのメタファにかかっている。道具としての有用さは、「身体の一部」へのメタファには重要であることがわかった。

自己に関連する対象へのメタファの場合についてみると、「自分自身」と「身体の一部」では喩えを促進する愛着理由が異なっていた。すなわち、「身体の一部」に喩えられる場合には、自分らしさを表現していることに加え、役に立つかおよび使いやすさといった実利的な側面が促進的な要因となって

いた。全体としての自分ではなく、部分的に自分に喩えられるモノには、手足の代わりとなってくれるような道具的な機能を有することが求められているといえよう。

また、同じ身近な他者であっても、家族、恋人、友人では、求められる役割が異なるのと同様に、モノを擬人化する場合にも、その差異は反映されていると考えられた。これは、擬人化の有無に関連する愛着理由が異なることから示されている。家族に喩えられる場合には、「気持ちが落ち着く」が顕著であり、自分自身や他者を表現していることとは関連がない。これは、家族への喩えの特質をあらわしている。家族への喩えの場合には、ヒトの存在感というよりもむしろ安らぎの得られる、空気のように当然の存在であるという特徴が求められていると考えられる。他方で、恋人と友人への喩えはいずれも「他者を表現している」と関連するが、恋人への喩えは「自分自身を表現している」と関係があるという点で、友人への喩えとは異なる。恋人への喩えの場合は、他者のみならず自分らしさも投影しようとするものであり、自己と他者の共通部分を意識できるような特徴を有することが求められると考えられる。

#### 4. おわりに

本研究ではヒトとモノとの関係について、対人関係になぞらえてとらえることを試みた。モノである以上、支配—服従といった関係からのがれることはできないが、日常生活にあふれる多種多様なモノの一部は、所有者の認知的枠組みのなかでは、単なる物体ではなく、手放しがたい特別なモノとして存在すること、そしてそれらは所有者自身や身近な他者へと擬人化してとらえられることが実証された。ヒトにとってのモノは、そのものが本来的にもつ機能的な意味・役割のためだけに存在するわけではない可能性があるといえる。

ここで、モノとヒトとの関係における他者の存在の重要性について考えてみたい。松本ら（2003）にならい、社会的支持感情モデルを適用すれば[18]、モノとその所有者のみならず、他者の存在がモノへの愛着を強化するのに重要であると考えられることができる。すなわち、所有者が他者とその所有物に関する交流をするなかで正のフィードバックを受ければ、そのモノへの肯定的感情を強めるのである。そしてこのモデルは Heider（1958）のバランス理論で十分に説明可能である[19]。したがって、モノに対するヒトの認知変容（イメージの変化）を引き起こす要因として、第三者として関与する他者の存在を考慮に入れることは有効であると思われる。

より高度な人間的機能をもつモノが次々に開発され、モノの基本的性能や品質だけでなく、色やデザインなど副次的な「感性」要素が重視される時代である[20]。商品に顧客を惹きつけ、購買へと導くために様々な思案がなされ、その効用が検討されている。なかには、顧客の満足を得るために顧客の

「感性」を重視する必要性を訴える研究や[21], 古いモノから新しいモノへの買い替えを阻害する要因に関する研究もみられる[4]。いずれもモノに対する心理的価値を扱った研究といえる。後者の研究について, Okada (2001) を例にとると, 買い替えの阻害要因として新しいモノの価格の他にメンタル・コスト (所有している古いものを十分に使いきったとかどうかについての主観的な判断) を考慮することが必要だと述べている。翻せば, このような視点は, 個人にとって特別なモノ, 長く愛されるモノを提供するうえでは有用といえる。また, 商業空間 (広義には商品に含まれる) についてはリピーターを獲得することが集客のためには重要であり, このために必要な要素が追求されている[20]。こうした取り組みから得られた成果は, 繰り返しの利用という点で共通要素があり, 長く愛されるモノを考えるうえでも示唆深い可能性がある。今後はそのような知見も参考に研究を進めていくべきであろう。

## 5. 引用文献

- 1) Anderson, P. A., & Guerrero, L. K. (Eds): Handbook of Communication and Emotion, San Diego, CA: Academic Press, 483-487, 1998
- 2) Robinette, S., Brand, C., & Lenz, V.: Emotion Marketing, New York: McGraw-Hill, 2001
- 3) Gobé, M. 福山健一 (監訳): エモーショナルブランディングー心に響くブランド戦略ー, 宣伝会議, 2002
- 4) Okada, E. M.: Trade-ins, mental accounting, and product replacement decisions, Journal of Consumer Research, 27,443-446, 2001
- 5) Pennington, D. C., Gillen, K., & Hill, P.: Social Psychology, London: Arnold, 234-236, 1999
- 6) Parkinson, B., Fischer, A. H., & Manstead, A. S. R.: Emotion in Social Relations, New York: Psychology Press, 179-218, 2005
- 7) Peplau, L. A., & Perlman, D. (Eds.) 加藤義明 (監訳): 孤独感の心理学, 誠信書房, 1988
- 8) 今城周造 (編著): 社会心理学, 北大路書房, 168, 1993
- 9) 土田昭司 (編): 対人行動の社会心理学, 北大路書房, 8-17, 2001
- 10) 楠見孝: メタファ研究の総括, 21 世紀に向けてー認知心理学の立場からー, 日本認知言語学会論文集, 2, 268-271, 2002
- 11) Reeves, B., & Nass, C. 細馬宏通 (訳): 人はなぜコンピュータを人間として扱うかー「メディアの等式」の心理学, 翔泳社, 2001
- 12) 竹内勇剛: 人工物の人らしさと社会的インタラクション, 人工知能学会誌, 16, 826-833, 2001

- 13) 竹内勇剛・片桐恭弘：人-コンピュータ間の社会的インタラクションとその文化依存性~ 互惠性に基づく対人的反応~ 認知科学, 5, 26-38, 1998
- 14) 竹内勇剛・片桐恭弘：ユーザの社会性に基づくエージェントに対する同調反応の誘発, 情報処理学会論文誌, 41, 1257-1266, 2000
- 15) 山根一郎：「他者」概念の心理学的検討, 椛山女学園大学研究論集 (社会科学篇), 32, 233-242, 2001
- 16) 溝渕佐知：「人工物」としての携帯電話, 現代のエスプリ, 405, 154-164, 2001
- 17) Hosmer, D. W., & Lemeshow, S.: *Applied Logistic Regression*, New York: Wiley, 1989
- 18) 松本斉子, 平井葉子, 往住彰文：共存的人工物としての人形型玩具, 認知科学, 10, 385-400, 2003.
- 19) Heider, F.: *The Psychology of Interpersonal Relations*, New York: Wiley, 1958 (大橋正夫 (訳)：対人関係の心理学, 誠信書房, 1978)
- 20) 魅力工学研究フォーラム (編)：魅力工学 (第二版), 海文堂, 1994
- 21) 石田厚子・湊淳・小澤哲：顧客の商品に対する感性の, 購入意思決定・品質予測への影響分析 — 高い顧客満足を得られる商品開発に関する研究(2)—, 感性工学研究論文集, 5, 9-16, 2005



## 2-2 モノが発する音声に必要な特性の検討

音声はユーザに情報を伝達するための重要なチャネルであるとともに、場合によってはモノの性質や「性格」、モノのもつ「意図」をユーザに伝達する手段にも成りうる。本研究では、モノの性質を、「まったく擬人化されないモノ」、「中程度に擬人化されるモノ」、「擬人化されやすいモノ」の三つに分類し、それぞれのモノが発する音声に必要な特性を検討し、以下に述べる研究を行なった。

### まったく擬人化されないモノ

「擬人化されないモノ」は、基本的にインタラクティブ性に乏しく、そのアピランスも人や生物からはほど遠い。このようなモノに於いては、音声は主に、緊急の注意を喚起する目的で用いられる（例えばガス警報器）。音声は、ユーザの精神活動を遮断し、直面する事態に注意を向かわせるとともに、システムの内的な状態やユーザの置かれている状況にネガティブな事態が生じたことを伝達する役割を担っている。この場合考慮すべきことは、いかに音声の内容を正確に素早くユーザに伝達するかということである。本研究では、音声の内容を素早く正確に伝達する手段として、韻律情報の操作を行う手法を提案した。

### 中程度に擬人化されるモノ

電話による自動応答システムやカーナビなど、文字情報を使えない状況下でユーザとシステムが対話を行うために音声はしばしば用いられる。音声による対話が可能なモノを人間は社会的行為者とみなす性質があり、システムに対人的反応をすることが知られている。これらは中程度に擬人化されるモノと捉えることが出来る。これらのモノの音声の設計に関しては以下の二点に留意する必要がある。

第一に重要な点は「一貫性」である。音声は、一つの人格を持つ社会的行為者の存在をユーザにイメージさせる必要がある。このような「一貫性」を実現するためには、一つのモノには通常一人の音声しか使用してはならない。また社会的行為者は一貫した人格を有している必要があることから、音声によりイメージされる社会的行為者の特性が、音声以外の全ての属性（例えば文言、言い回し、アピランス）と符合している必要がある。例えば、信頼性が低い存在であることをイメージさせる音声と、高い信頼性をイメージさせる外観を同時に用いてはならない。音声からある一つの人格を有する存在をイメージさせるということは、音声に個性を付与することに他ならない。音声の個人差について物理的な特性を検討した研究はこれまでも多く行なわれてきたが、音声の個人差（個性）がどのように心的に表象されているのかについては、多くの部分が未解明のまま残されている。本研究では、音声の韻律特徴がどのように心的に表象されているかを、基本周波数 (F0) の変動および発話速度の変動の観点から検討した。

また、モノの音声の設計において留意すべき第二の点は、音声「ユーザが求めている特性を有している存在である」ことをユーザにイメージさせるもので無ければならないということである。高い信頼性が求められるモノには高い信頼性をイメージさせる音声を用い、親しみやすさが求められるモノには親しみやすい存在であることをイメージさせる音声が求められる。信頼性や親しみやすさはユーザが対話システムに求める代表的な特性である。「ユーザが求めている特性を有している存在である」ことをユーザにアピールできる音声を実装するためには、予めパーソナリティデザインを行い、音声も含めたインタフェース全般を設計することが望ましい。本研究ではまず、さまざまな音声の特徴からイメージされる人格特性とはいかなるものであるかを解明するため、基本周波数 ( $F_0$ ) の変動および発話速度の変動の観点から、音声からイメージされる人格特性について詳細な検討を行なった。

## 擬人化されやすいモノ

擬人化されやすいモノの最も先鋭的な例は人型ロボットであろう。人型ロボットのように否応なしに擬人化されてしまうモノにおける音声の役割は、ユーザに意図を伝達することである。音声はユーザとの関係や状況を変化させる社会的方略としての役割を担っている。モノが発する音声は、それがユーザに対して及ぼすと予想される効果を考慮に入れて臨機応変に変化する必要がある。すなわち音声には文脈依存性が必要とされる。音声の文脈依存性は、ユーザと協調して作業を行ったり、ユーザを説得したりする際に特に重要となると考えられる。ここでは社会的文脈が音声基本周波数  $F_0$  に及ぼす影響を検討した研究を示す。

## 2-2 a. 高速再生されたスピーチの理解を向上するためのポーズ長 操作

### 概要

音声情報を短時間で呈示するために音声を高速で再生すると、同時に談話理解が難しくなる。本研究では、音声中のポーズ長に操作を行うことで、聴取者の談話理解を促進し、より高速での録音音声の呈示を可能にする手法を提案する。音声中のポーズ長の変動は談話構造の手がかりとなっていることから、ポーズ長の違いを明確にすることで談話理解を促進することができると考えられた。そこで、ポーズ長の変動を明確化する二つの手法の有効性を話速判断課題により検討した。実験1では、ポーズ長を全体的に延長することで、より弁別能の高い時間範囲にポーズ長分布をシフトさせる手法を検討した。しかし音声再生時間を短縮する上で有効とは言えなかった。実験2では、ポーズ長の変動を誇張する手法を検討した。この手法は聴取者が音声内容を理解できる話速を向上し、かつ、音声をより短時間で呈示できることが結果から示された。

key words: 音声, ポーズ長, 談話理解, 高速再生, 話速

### 1 はじめに

音声による情報呈示は様々な場面で行われている。音声情報は文字情報と比べて情報呈示に時間がかかるため、ニュースや小説などの比較的長い音声を呈示する場合には、呈示時間を短く抑えるために音声を高速で再生することがしばしば行われる。しかし、一般に音声を高速再生することは、音声の内容理解の困難さをもたらす。音声のわかりにくさをもたらす一つの要因として、音声の再生速度に談話の理解が追いつかないことが考えられる。そこで、本研究では、録音音声中のポーズ時間長を操作することで、聴取者の談話理解を促進し、より高速での録音音声の呈示を可能にする手法を提案し検証を行う。

談話の理解には、接続関係と呼ばれる談話の構成要素同士のつながりの理解が必要不可欠である [1, 2, 3]。そして、音声のポーズ時間長、発話速度、ピッチなどの韻律情報は接続関係の強さと相関を持つことが知られている [4, 5]。たとえば、話題が大きく転換する箇所ほどより長いポーズが取られ、発話速度が遅くなり、

ピッチが高くなることが観察されている。これらは単に談話産出の過程で結果的に生じるものではなく、談話の接続関係をポーズ<sup>1</sup>長やピッチ、話速の変動によって聞き手に伝達する手段として用いられていると考えられる [6, 7]。また、文内のポーズ長変動は統語構造の理解を促進することも知られている [8, 9]。すなわち、ポーズ長の変動は談話構造、統語構造の理解を促進する役割を担っているといえる。

ポーズ長が接続関係の強さを示していると聴取者に解釈される背景には、聴覚的な近接の原理による体制化が考えられる。聴覚的近接の原理とは、時間的に近接した音同士がまとまって群を形成し [10]、また群と群がさらにまとまることにより、より上位の群を形成する階層的な体制化が生じることを指す [11]。音声の聴取時には、ポーズ時間長に基づく階層的体制化が、談話構造の理解の促進をもたらしていると推測される。したがって、聴取者の聴覚的体制化を促すことができれば、談話構造の把握は容易になると考えられる。

ポーズ長の変動をもとに階層的に聴覚的体制化を行うためには、ポーズ時間長の違いが容易に弁別できる必要がある。一般に時間知覚の Weber 比は逆 U 字曲線になり [12]、聴覚的な空虚時程の弁別能力は 200msec を下回る時程では急激に低くなることが知られている [13]。仮に 2 倍の話速で音声を再生したならば、原音声において 400msec 未満のポーズは、すべてこの弁別能の低い時程に分布することになる。『日本語話し言葉コーパス (CSJ)』 [14] によれば半数以上のポーズ長は 400msec 未満に分布していることから、話速を向上させることがポーズ長同士の弁別の困難をもたらす可能性がある。

そこで、音声中のポーズ長に操作を加えることでポーズ長同士の弁別を容易にし、談話構造の理解を促進する二つの手法の提案する。一つ目は、音声中心ポーズを全体的に延長することで、ポーズ長分布をより弁別能力の高い時程にシフトさせる手法である。二つ目は、ポーズ長の変動を誇張することで音声中の各ポーズの長の違いを明確化し、ポーズ同士の時間長の弁別を容易にする手法である。以上、二つの手法の有用性を検討する。

## 2 実験 1

### 2.1 目的

音声の高速再生に伴うポーズ長の短縮によって、ポーズ長同士の長さの弁別が困難になると考えられる。そこで、ポーズ長のみを一定倍率で一様に伸長し聴取者にポーズ長の変動を明確に示す手法の有効性を話速判断課題により検討する。実験では、ポーズ長の伸長・短縮が、スピーチの内容を理解することができる話速の最大値（以下最大話速とする）に及ぼす影響を検討する。

---

<sup>1</sup>本稿でのポーズとは無声休止を指す

## 2.2 方法

### 2.2.1 実験参加者

実験参加者は私立大学に通う 20 歳から 23 歳の男子学生 32 名である。すべての実験参加者は、言語障害・聴覚障害がなく日本語を母語とする者である。

### 2.2.2 刺激

ニュース朗読音声（女声）4 種類（Speech1-4 とする）および NHK ニュース音声（男声）4 種類（Speech5-8 とする）をもとに音声刺激を作成した。もともとこれら音声は、聴取者が内容を聴き取りやすいように、ポーズ長が一般的なスピーチに比べて長めにとられる傾向がある。そこで、聴取者自身に音声中の有音・無音区間の割合を自然と感じられる割合に調整させる予備実験を行い、各音声について最適な有音・無音区間の割合を算出した。この結果をもとに音声中の無音区間長に一定の比率（Speech1: 0.81; Speech2: 0.84; Speech3: 0.98; Speech4: 0.90, Speech5: 0.88; Speech6: 1.26; Speech7: 0.79; Speech8: 0.76）を乗じて、音声中の各無音区間を自然と感じられる時間長に修正した。各刺激の話速の平均値は 7.88 モーラ /sec である。

修正後の音声をもとにサンプリング周波数 8000Hz、量子化 8bit のモノラル WAVE 形式の音声ファイルを作成した。各音声は 2-3 分の長さである。

### 2.2.3 装置

実験には PC（Dell: DIMENSION 4500C）上で動作する自作アプリケーションを用いた。このアプリケーションは音声の再生および、キーの押下により音声のピッチを変えることなく連続的に話速をリアルタイムで変更することができる。話速変換のアルゴリズムには PICOLA[15] を用いた。また、このアプリケーションは音声の無音区間を検出し、その箇所の無音区間の一部を削除したり、その箇所に無音区間を挿入したりすることでポーズ長を一定の倍率（ $2/3$ , 1,  $3/2$ ,  $9/4$ : これをポーズ長変換倍率とする）で伸縮することが出来る。無音区間は、あらかじめ計測した各音声刺激の最大音圧より 30dB 以上下回る状態が 266msec 以上継続した区間と定義した。

実験は防音材で外部の雑音を遮断した部屋で行った。室内の暗騒音は約 30dB(A) であった。音声は、上記 PC にアンプ（YAMAHA: DSP-AX530）を接続し、スピーカー（JBL: 4312M）からモノラルで提示した。スピーカは実験参加者の手前 1m に設置し、音声の呈示レベルは約 70dB(A) であった。

## 2.2.4 手続き

話速判断課題の1試行は以下のとおりである。実験参加者がキーを押下することで音声の再生が開始される。実験参加者はこれを聴取しながら「スピーチの内容が理解できる」範囲内で話速が最も速くなるように2種類のキーの押下によって話速の調整を行う。このとき実験参加者に視覚的なフィードバックは与えない。実験参加者が話速を決定した時点で音声の再生を停止し、1試行を終了する。また、各試行の最後に、最終的な判断を行ったときのスピーチのわかりやすさ(1:「理解できなかった」から4:「とても簡単だった」までの4段階)、音声の自然さ(1:「とても自然な音声だった」から4:「かなり不自然な音声だった」までの4段階)について評価させた。また、スピーチの内容を理解せずに調整を行った実験参加者を排除するため、スピーチの内容を簡単に記述させた。

一人の実験参加者につき8試行を行った。この8試行はスピーチ(8種類)に重複がなく、ポーズ長変換倍率(4種類)に偏りが出ないように実験参加者ごとに割り振った。全8試行が終了した後、高速で再生した音声の聴取の経験の有無などを問う質問用紙に記入させた。

## 2.3 結果

### 2.3.1 内容理解可能な最大話速

スピーチの内容の記述から、スピーチの内容を理解せずに調整を行った実験参加者はいなかったと判断されたため、32名のデータを分析の対象とした。実験参加者が判断した話速、および判断後の有音区間長、モーラ数から、各試行における最大話速(モーラ/sec)を算出した。この最大話速に影響する要因を検討するため、ポーズ長変換倍率要因(4水準: 2/3, 1, 3/2, 9/4)、刺激要因(8水準: Speech1-8)、実験参加者要因及びポーズ長変換倍率要因×刺激要因の交互作用を分析モデルに設定し、分散分析を行った(以下すべて、有意水準5%とする)。分散分析の結果、ポーズ長変換倍率要因、刺激要因、実験参加者要因の主効果が認められ( $F(3, 196) = 3.23, p < .05$ ;  $F(7, 196) = 14.82, p < .05$ ;  $F(28, 196) = 44.00, p < .05$ )、ポーズ長変換倍率により理解可能な話速が異なることが示された。ポーズ長変換倍率要因について多重比較(Tukey HSD)を行った結果、ポーズ長比率が、2/3と3/2( $p < .05$ )、2/3と9/4に有意差( $p < .05$ )、1と3/2の差に10%水準で有意傾向( $p < .1$ )が認められた(図1)。ポーズ長を伸長した刺激では、速い話速でのスピーチ理解が可能であると考えられる。

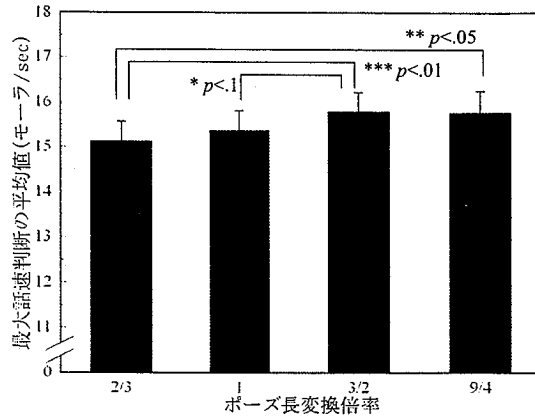


図 1: 実験 1 における最大話速判断の平均値 (エラーバーは標準誤差を示す)

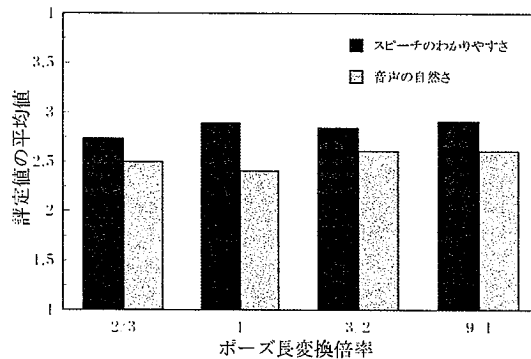


図 2: ポーズ長変換倍率とスピーチのわかりやすさ, 音声の自然さの関係

### 2.3.2 主観評価

実験参加者が評価したスピーチのわかりやすさ, 音声の自然さについて, ポーズ長変換倍率要因, 刺激要因を設定し分散分析を行った結果, 実験条件要因の主効果は認められなかった(わかりやすさ:  $F(3, 252) = .53, n.s.$ , 自然さ:  $F(3, 252) = 1.19, n.s.$ ). ポーズ長変換倍率が 3/2 や 9/4 のときは 2/3, 1 のときよりも平均的に早い話速で再生されていたにも関わらず, スピーチのわかりやすさの評定値が低くなっていたとは言えず, また, ポーズ長を伸張したことによって音声の不自然に感じられたとは言えなかった(図 2).

### 2.3.3 全体の再生時間長

有音区間で比較する限りは, ポーズ長を伸長することで, より速い話速で再生できることが示された. しかし, ポーズ長伸長によって無音区間の時間長が増大し, 結果的に全体の再生時間長が増加するというトレードオフが生じる. そこで, 各ポーズ長変換倍率での全体の再生時間長について検討を行った. 実験参

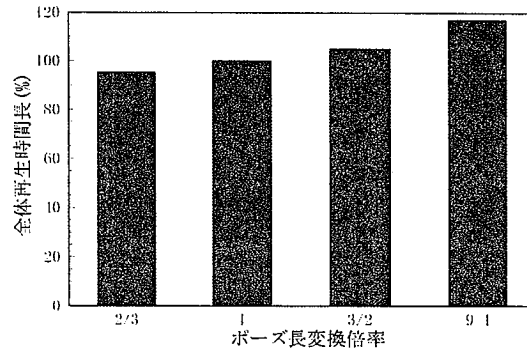


図 3: 全体再生時間長推計値 (ポーズ長変換倍率が 1 の時の全体再生時間を 100 とする)

加者が判断した話速から各スピーチの全体の再生時間の推計値をポーズ長変換倍率別に算出した (図 3)。ポーズ長変換倍率が高いほど全体の再生時間は長くなっていった。

## 2.4 考察

ポーズ長を伸長することで、有音部分に関しては内容理解可能な最大話速を向上する効果がみられた。しかし、情報呈示の所要時間の長さの点で、実験 1 での提案手法は、音声情報をより短時間で取得する手法としては有効であるとはいえなかった。全体の再生時間を延長せず、聴覚的体制化を促す手法が必要である。

## 3 実験 2

### 3.1 目的

実験 2 では、ポーズ間の長さの違いを明確に聴取者に理解させる手法として、ポーズ長の変動を誇張する手法を用いる。ポーズ長の変動の誇張が、より速い再生速度での聴取を可能にするために有効であるかどうかを実験 1 と同様の手法で検証する。

### 3.2 方法

#### 3.2.1 実験参加者

実験参加者は私立大学の学部学生の 18 名であった。全て言語、聴覚障害はなく母語は日本語である。



### 3.2.2 装置

実験室の場所及び配置は実験 1 で使用したものと同一である。実験 1 ではポーズ長をリアルタイムで変換していたが、実験 2 では予めポーズ長を下に述べる方式で変換した刺激を用いる。

### 3.2.3 刺激

実験 1 で用いた音声 8 種類の無音区間を実験 1 と同様の手法で検出し、全ての無音区間に対し以下に記す 3 種類の変換をそれぞれの音声に対し施すことで、計 24 種類の音声刺激を作成した。条件 A はポーズ時間長変動を誇張することで各ポーズ長の違いを明確化する条件である。ポーズ長の最大値がオリジナル音声のポーズ長最大値と同じ時間長になるように設定した。条件 B は各ポーズ長の比がオリジナル音声と同じ条件である。条件 C は各ポーズ長が全て等しい時間長である。変換式を以下に示す。ただし音声再生時のポーズ長は、以下の各ポーズ長に再生中の話速変換倍率を乗じたものとなる (図 4)。

$$a_i = \frac{t_i^2}{t_{max}} \quad (1)$$

$$b_i = \frac{t_i t_{gm}}{t_{max}} \quad (2)$$

$$c_i = \frac{t_{gm}^2}{t_{max}} \quad (3)$$

$$t_{gm} = \left( \prod_{i=1}^n t_i \right)^{1/n} \quad (4)$$

$t_i$ : 音声中の  $i$  番目のポーズ長 ( $1 \leq i \leq n$ )

$t_{max}$ : 当該スピーチ中のポーズ時間長の最大値

$a_i$ : 条件 A の各ポーズ長

$b_i$ : 条件 B の各ポーズ長

$c_i$ : 条件 C の各ポーズ長

これら 3 種類の変換方式によって変換された後のポーズ時間長の幾何平均は 3 種類の条件全てで等しくなり、以下の関係が成り立つ。

$$\left( \prod_{i=1}^n a_i \right)^{1/n} = \left( \prod_{i=1}^n b_i \right)^{1/n} = \left( \prod_{i=1}^n c_i \right)^{1/n} = \frac{t_{gm}^2}{t_{max}} \quad (5)$$

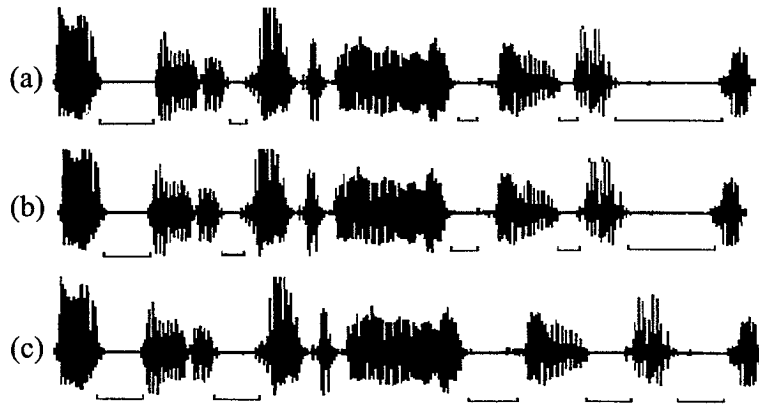


図 4: 各条件でのポーズ長変換の一例 (a) ポーズ長の変動を誇張した条件 A (b) ポーズ長の比がオリジナルと同じ条件 B (c) ポーズ長が全て一定である条件 C

### 3.2.4 手続き

実験 1 と同様、実験参加者に、スピーチの内容が理解できる範囲内で話速が最も速くなるように話速変換倍率調整させた。実験条件は被験者間要因であり、実験参加者には 8 種類の刺激をランダム順に提示した。さらに各試行で実験 1 と同じ質問項目に回答させた。

## 3.3 結果

### 3.3.1 内容理解可能な最大話速

スピーチの内容の記述から、スピーチの内容を理解せずに調整を行った実験参加者はいなかったと判断されたため、18 名のデータを分析の対象とした。実験参加者が判断した話速変換倍率および有音区間長、モーラ数から、実験参加者が最も速い話速で再生を行った際の聴取理解可能な話速（最大話速）を算出した。判断された最大話速（モーラ /sec）に影響する要因を検討するため、実験条件要因（3 水準：条件 A、条件 B、条件 C）、刺激要因（8 水準：Speech 1-8）を設定し二要因分散分析を行った。分散分析の結果、実験条件の主効果が認められ ( $F(2, 96) = 6.73, p < .05$ )、3 つのポーズ長変換方式の違いが理解可能な聴取速度に影響することが示された。刺激要因の主効果は認められたが ( $F(7, 96) = 3.31, p < .05$ )、実験条件要因 × 刺激要因の交互作用は有意ではなかった ( $F(14, 96) = .43, n.s.$ ) ことから、刺激によって実験条件要因の影響が異なるとは言えない。さらに、実験条件要因について多重比較 (Tukey HSD) を行った結果、条件 A と条件 B ( $p < .05$ )、および条件 A と条件 C に有意差 ( $p < .05$ ) が認められ、ポーズ時間長の変動を誇張することによってより速い話速での音声聴取が可能となることが示された (図 5)。

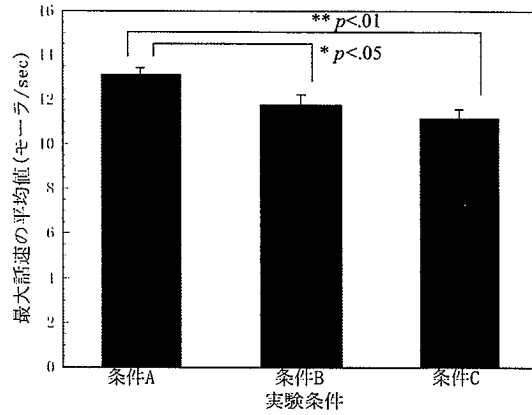


図 5: 実験 2 における話速判断の平均値 (エラーバーは標準誤差を示す)

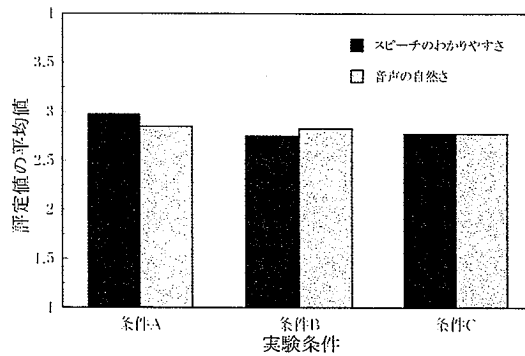


図 6: スピーチのわかりやすさ, 音声の自然さ

### 3.3.2 主観評価

実験参加者が評価したスピーチのわかりやすさ, 音声の自然さについて, 実験条件要因, 刺激要因を設定し分散分析を行った結果, とともに実験条件要因の主効果は認められなかった(わかりやすさ:  $F(2, 96) = 1.65, n.s.$ , 自然さ:  $F(2, 96) = .25, n.s.$ ) (図 6). ポーズ長変動を誇張することで, スピーチのわかりやすさ, 音声の自然さの主観的評価が損なわれるとは言えなかった.

### 3.3.3 全体の再生時間

実験 1 と同様, 実験条件ごとに, 全体の再生時間長について検討を行った. 実験参加者が判断した話速から各スピーチの全体の再生時間の推計値を算出した (図 7). その結果, 条件 A では条件 B と比較して 10%以上再生時間が短くなっている. このことから, ポーズ長の変動を誇張する手法が, 音声の高速での再生に適した手法であると言える.

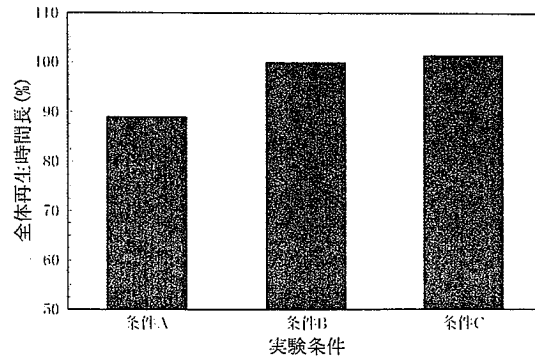


図 7: 全体再生時間長推計値 (条件 B のときの再生時間を 100 とする)

### 3.4 考察

実験 2 の結果は、ポーズ長の変動パタンの違いが聴取理解可能な話速に影響していたことを示しており、ポーズ長変動の誇張が談話理解を促進することを強く示唆している。

本実験で取り上げた音声は、ニュース読み上げ音声である。一般的にこのような説明文は比較的明確な階層的な構造を持つと考えられる。つまり、意味的なつながりの強い複数の文が文群を形成し、さらにその文群はつながりの強い他の文や文群とともにより大きな文群を形成し、最終的には内容的にまとまりのある一つの談話が構成されるような談話であると言える。ポーズ長の変動の誇張は、聴取者の階層的な聴覚的体制化を促し、結果的に聴取者の談話理解を促進したと推測できる。

また実験 2 の手法ではポーズ時間長が音声に占める割合は実験 1 での提案手法と比較して少なくなっており、その結果、有音区間と無音区間を合計した全体の再生時間も短くなっている。このことから、実験 2 の提案手法は、より速い再生速度で音声理解を可能にする有効な手段といえる。

## 4 まとめ

本研究では、音声中のポーズ時間長に操作を施し、これらの操作が内容理解可能な音声再生速度に及ぼす影響を検討した。その結果、ポーズ長変動を誇張する手法が全体の再生時間を短縮する上で有効であることが示された。ポーズ長変動の誇張は、聴取者に談話の階層的構造の理解を促進したと考えられる。

本研究での提案手法は音声の高速での再生を目的としたものであるが、音声の談話理解を促す一般的な手法としてとらえることも可能である。たとえば、高齢者の音声理解が困難である理由には、知覚的・生理的要因以外に、認知的な談話理解能力の低下も指摘されている。このような認知的な能力の低下した聴取者や、認知負荷の高い状況下にいる聴取者に対する音声提示手法としての本提案手法の適用可能性について

でも今後検討していく必要がある。

本研究で取り上げたポーズ時間長以外にも、談話構造と相関を持つ韻律特徴には、話速の変化、ピッチの変化などさまざまなものがある。これらの韻律特徴を、談話構造をより明確に表すように操作することで、本研究の提案手法と同様の効果を見込むことができる。

## 謝辞

ニュース音声ファイルを提供いただいた音訳サークル「とも」に感謝の意を表す。

## 参考文献

- [1] 阿部純一, 桃内佳雄, 金子康朗, 李光五: 文章理解過程; 人間の言語情報処理: 言語理解の認知科学, 東京, サイエンス社, 1994.
- [2] W. Kintsch: Text comprehension, memory, and learning, *American Psychologist*, 294-303, 1994.
- [3] 深谷優子:局所的な接続性を修正した歴史テキストが学習に及ぼす影響, *教育心理学研究*, Vol.47, 78-86, 1999.
- [4] 杉藤美代子: 日本人の声: 日本語音声の研究, 大阪, 和泉書院, 1994.
- [5] M. Swerts: Prosodic features at discourse boundaries of different strength, *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol.101, No.1, 514-521, 1997.
- [6] H. Koiso, A. Shimojima and Y. Katagiri: Collaborative signaling of informational structures by dynamic speech rate, *Language and Speech*, Vol.41, No.3-4, 323-350, 1998.
- [7] 小森政嗣, 長岡千賀, M. Draguna, 中村敏枝: スピーチにおけるポーズの最適時間長に文章構造が及ぼす影響, *ヒューマンインターフェース学会誌*, Vol.4, No.1, 59-65, 2002.
- [8] W.E. Cooper, J.M. Paccia and S.G. Lapointe: Hierarchical coding in speech timing, *Cognitive Psychology*, Vol.10, 154-177, 1978.
- [9] A. Butcher: Pause and syntactic structure, In W. Dechert and M. Raupach (Eds.), *Temporal variables in speech*, 85-90, Mouton, New York, 1980.

- [10] D. Povel and H. Okkerman: Accents in equitone sequences, *Perception & Psychophysics*, Vol.30, 565-572, 1981.
- [11] D. Povel : Internal representation of simple temporal patterns, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, Vol.7, 3-18, 1981.
- [12] L.G. Allan, A.B. Kristofferson and E.W. Wiens: Duration discrimination of brief light flashes, *Perception & Psychophysics*, Vol.9, 327-334, 1971.
- [13] D. Getty: Discrimination of short temporal intervals: A comparison of two models, *Perception & Psychophysics*, Vol.18, 1-8, 1975.
- [14] 古井貞熙, 前川喜久雄, 井佐原均: 科学技術振興調整費開放的融合研究制度—大規模コーパスに基づく『話し言葉工学』の構築—, *日本音響学会誌*, Vol.56, No.11, 752-755, 2000.
- [15] 森田直孝, 板倉文忠: 自己相関法による音声の時間軸での伸縮方式とその評価, *信学技報*, EA86-5, Vol.86, No.25, 9-16, 1985.

## 2-2 b. 音声の韻律特徴と心的示差性の関係

あらし 我々が音声のみから話者の違いを認識する時に利用する音声の特徴は大きく分けて 2 種類あるといえる。一つは、主に発声器官の形状に起因する違いである。この違いは主に声の高さの違いや周波数スペクトル形状の違いとしてあらわれる。もう一つは、主に文化的要因や性格特性などの違いなどによってもたらされる違いであり、抑揚やレベルの変動、間のとり方などの話し方の「くせ」としてあらわれる。本稿ではこの「くせ」を発話スタイルと呼ぶ。発話スタイルの違いを話者がどのように認知しているかを明らかにすることは、話者の個人性の認知過程を明らかにする上で重要である。これまでの研究から、平均的な発話スタイルから物理的に逸脱した音声ほど心的に示差的 (distinctive)だと捉えられることが示唆されている。実験 1,2 では音節長の平均からの逸脱箇所の違いと示差性の関係を音声再認識課題により検討した。その結果、文頭、文末の音節長の逸脱は高い心理的示差性をもたらすことが示され、聴取者が発話スタイルを認知する際には文頭や文末箇所に注目していることが示された。また実験 3 では相関関係にある複数の韻律特徴の属性値が、心的な示差性とどのように対応しているかを検討することにより、音声の韻律特徴の心的表現の次元の構成において韻律の相関関係が反映されているかどうかを検討した。

キーワード 韻律特徴, 示差性, 発話スタイル, 音節長, ポーズ

### 1. はじめに

#### 1.1 「声帯模写」は本当に声帯の模写なのか

物まね（声まね）は音声のさまざまな特徴の中からいくつかを選び、それらを極端に誇張したものである。別人が話した音声であっても、われわれはその物まねの中に本人の特徴を見出すことができる。物まねには、われわれが話者を認知する仕組みを知るための手がかりがあるのかもしれない。

話者による音声の特徴の違いは、大きく分けて二つの要因からもたらされる。ひとつは主に発声器官の形状すなわち声帯や声道の長さに起因する違いである。これらのちがいは主に声の高さの違いや周波数スペクトル形状の違いとしてあらわれる。もうひとつは、発声方法の違いに起因する違いである。発声方法の違いとは、主に文化的要因や内的な要因によってもたらされる違いであり、抑揚やレベルの変動、間のとり方などの話し方の「くせ」としてあらわれる。本稿ではこの「くせ」を発話スタイルと呼ぶ。

音声の物まねにおいて重要なのは、発話スタイルである。物まね師の音声を分析した研究では、巧みな物まねであっても、スペクトル形状を見れば本人とは明らかに異なっていることが示されている [1]。つまり、物まねというものは、発話スタイルをまねたものだといえる。物まねは俗に声帯模写と呼ばれるが、実際は他人の声帯の特徴を模倣したものでなく声道の特徴を模倣したものでなく、韻律の特徴を模倣する芸なのである。

では、我々が話者を認知する、すなわち音声のみから話者を同定する際にどのような情報を利用し

ているのだろうか。音声上で、話者の違いを強く反映するのは、発声器官の形状の違いからもたらされる特徴よりも、声の高さの変化や母音の時間長など、話者が随意的に操作することが出来る変数である[2]。発話スタイルの違いをもたらす音声上の変数としては、随意的に変化させることができる声の高さ、その高さの変動、レベルおよびレベルの変動、間の長さやその変動などが考えられる。

音声に逆再生、速度変換などを施し、その音声から有名人の同定をさせた研究では、話者の同定に用いられる情報はその話者によってまちまちであったことが示されている[3]。このことは、我々が音声から話者同定を行う際に、その話者の音声上の多くの特徴の中から非常に特異的なものを選び、それを利用している可能性を示している。また、話者の認知において特異性の情報が用いられていることから、顔画像による人物同定では顔の示差性(distinctive)が中心的な役割を担っており、個々人が持つ顔のプロトタイプとの類似性に基づき顔特徴が符号化されるという説が提案されている[4]。またこの仮説に基づいた似顔絵作成装置も作られている(図1)。ここでは、発話スタイルのプロトタイプ仮説に基づき、音声の韻律の逸脱位置が発話スタイルの示差性に及ぼす効果を検討した実験および、音声の複数の特徴の組み合わせと心理的示差性の関係を検討した実験について述べる。

発話スタイルの違いを話者がどのように認知しているかを明らかにすることは、話者の個性の認知過程を明らかにする上で重要であると考えられる。

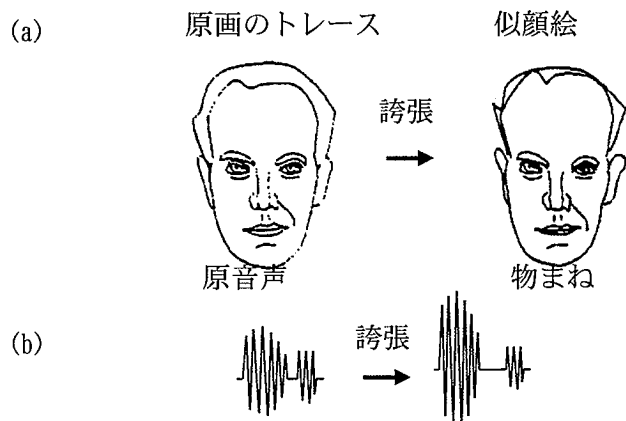


図1 プロトタイプを利用した特異性の強調 (a) Brennan[5]による似顔絵作成装置によって作成された似顔絵(b)音声における特異性の強調



## 2. 韻律の逸脱位置が発話スタイルの示差性に及ぼす効果

もし平均的発話スタイルからの逸脱によりもたらされる心的な示差性が逸脱箇所ごとに異なるのであれば、高い示差性をもたらず逸脱箇所は人間が発話スタイルの特徴をとらえる上で注目している箇所と考えられる。本研究では、音節長の逸脱箇所の違いと示差性の関係を音声再認課題により検討し、聴取者が発話スタイルを認知する際に音声の中のどの箇所に注目しているのか明らかにする。

### 2.1 実験 1

実験 1 では音声の収集・分析を行い、どの位置の音節長に発話スタイルの特徴が現れるかを調査する。実験参加者は、私立大学生の 20 代男性 22 名である。実験参加者に以下の文章を音読させこれを録音した(図 2)。各音声の音節長は、録音音声を聴取しながら音声波形の目視することで計測した。計測した音節長について主成分分析を行い、第 1 主成分得点を求めた。音節の冒頭(これを文頭とする)と末尾の部分(これを文末とする)を除く部分の音節長が第 1 主成分と関係していることがわかる。これより、第 1 主成分は全体的な発話速度に関係する主成分であることがわかる。また、文頭や文末の音節長では、発話速度以外の個々人の発話スタイルの特徴が現れていると考えられた。

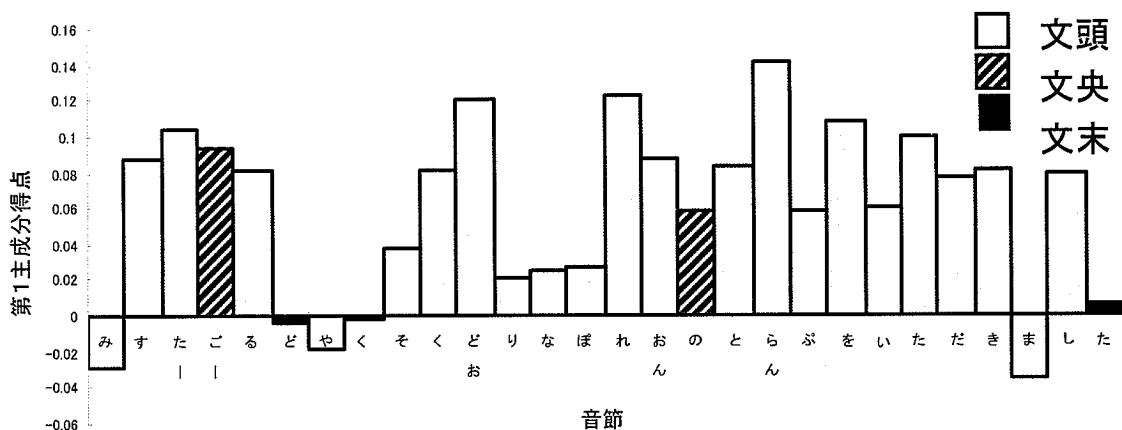


図 2 各音節の第 1 主成分得点

### 2.2 実験 2

発話スタイルの違いは音節長に関しては文頭や文末において顕著であると考えられる。この結果は、聞き手が文頭や文末に注目することで、効率的に話者の発話スタイルの違いを認知している可能性を示唆している。そこで、文頭、文末、文の中央付近(これを文中央とする)の音節長が平均から同程度逸脱した音声を用いて再認課題を行い、逸脱位置による示差性の違いを検討する。

### 2.2.1 方法

実験1の音声データをもとに各音節の平均時間長、標準偏差を求めた。この結果をもとに4種類(文頭逸脱、文央逸脱、文末逸脱、平均音声)の刺激音声を STRAIGHT[6]を用いて合成した。平均音声は、各音節長がそれぞれの平均時間長となっている音声である。また、文頭逸脱は文頭の音節を、文央逸脱は文の中心付近の音節を、文末逸脱は文末の音節をそれぞれ以下の式に基づき平均音節長から逸脱させた。

$$\text{音節長} = \text{平均音節長} + 3SD$$

実験参加者は、私立大学生男女108名である。実験参加者をA,B,C,Dの4群に分けた。各グループは20-35名である。Aには文頭逸脱、Bには文中逸脱、Cには文末逸脱、Dには平均音声をターゲット音声として割り当てた。

実験は、講義室でグループ別に行った。学習セッションでは、実験参加者にターゲット4個とディストラクター4個を提示し「声が聞き取りやすいか」、「感じがよいか」を評定させる偶発学習課題を行った。1週間後に音声再認セッションを行った。再認のテストでは、学習セッションと同じターゲット4個、前回とは別のディストラクター4個の音声をランダムに提示した。実験参加者に各音声に対して聞いたことがあるか(Yes/ No)を判断させた。各セッション内での発話者の重複はない。音声は、教卓に設置したスピーカーから提示し、提示レベルは教室中心付近で約70dB(A)であった。

### 2.2.2 結果

各ターゲット音声に対するヒット率を求めた(図3)。 $\chi^2$  検定の結果、グループによりヒット率が異なっており ( $\chi^2(2, N=348)=9.769, p<.01$ )、また残差分析の結果から、文頭や文末の平均音声から逸脱した音声はヒット率が高く、文央の平均音声から逸脱した音声や平均音声はヒット率が低いことが示された。

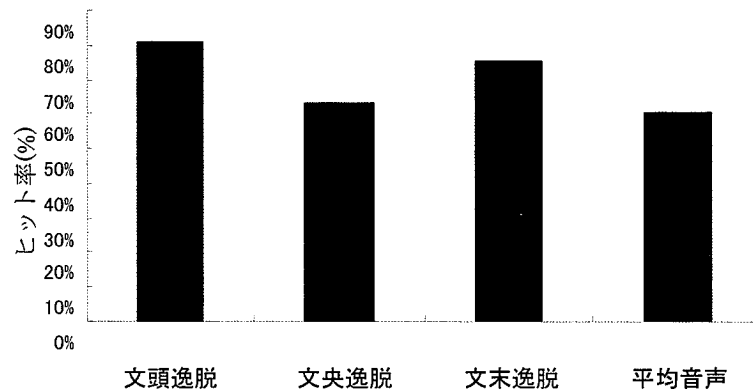


図3 音声再認課題におけるヒット率

### 2.2.3 考察

文頭や文末の音節長が平均から逸脱している音声は、平均的音節長の音声や、文の中央付近の音節長が平均から逸脱した音声に比べ記憶されやすいことが示された。このことから、逸脱位置が違えば、平均的発話スタイルからの逸脱が同程度であっても、音声の示差性は異なるといえる。音声の冒頭や末尾は、発話スタイルを認知する際に特に注目される箇所であると考えられる。

## 3. 音声の複数の韻律特徴の組み合わせと心理的示差性の関係

ここでは 相関関係にある複数の韻律特徴の属性値が、心的な示差性とどのように対応しているかを検討することにより、音声の韻律特徴の心的表現の次元の構成において韻律の相関関係が反映されているかどうかを検討する。

### 3.1 予備実験（収集実験）

大阪電気通信大学の21-24歳の男性22人を対象に以下の文書を音読させ、音声はWAVE形式で記録した。音声サンプルの台詞を以下に示す。

音声サンプル: ミスターゴールド、約束どおりナポレオンのトランプをいただきました。

これを聴取及び音声波形、サウンドスペクトログラムの目視をしながらモーラ長、ポーズ長(句読点における無音の時間長)を計測した。各話者の有音区間長平均とポーズ長平均には正の相関の有意傾向が認められた( $r=.41, p<.1$ )。つまり話速が遅い話者は一般的に長めのポーズをとる傾向があるといえる。

### 3.2 本実験（再認実験）

予備実験からモーラ長とポーズ長には正の相関があると示唆された。ここでは、音声の示差性を認

知する際に複数の韻律特徴の相関関係に関する知識が用いられているかどうかを検討するため、モーラ長、ポーズ長が平均的属性値から逸脱した音声を用いて音声再認課題を行った。

予備実験の音声データをもとに各モーラとポーズの平均時間長、標準偏差を求めた。これをもとにモーラ長とポーズ長を下の式にもとづいて平均から等しく $\pm 2SD$ 逸脱している刺激音声 4 種類(++,+,-,+,-)を STRAIGHT 法を用い作成した(表 1)。

$$l'_i = \left\{ \left( \sum_{i=1}^{30} \bar{l}_i \pm 2s(l_i) \right) / \sum_{i=1}^{30} \bar{l}_i \right\} \bar{l}_i \quad (1)$$

$$p' = \bar{p} \pm 2s(p) \quad (2)$$

$l_{ij}$ : 実験協力者  $j$  の  $i$  番目のモーラ長

$l'_i$ : 変換後の  $i$  番目のモーラ長 ( $1 \leq i \leq 30$ )

$\bar{l}_i$ :  $i$  番目のモーラ長の平均

$p_j$ : 実験協力者  $j$  のポーズ長

$p'$ : 変換後のポーズ長

$s$ : 22 人分の標準偏差

各刺激からの平均からの逸脱度は、変数間の相関を考慮しない距離である標準化ユークリッド距離に基づけばすべて等しい。一方、変数間の相関も考慮した距離であるマハラノビス距離に基づけば異なった値になる(表 1)。

表 1. 音声の組み合わせとマハラノビス距離

stimulus	mora	pause	Mahalanobis distance	standardized Euclidean distance	squared
++	+	+	2.38	2.8	
+-	+	-	3.64	2.8	
-+	-	+	3.64	2.8	
--	-	-	2.38	2.8	

表 1 の組み合わせどおりに刺激を各 4 個作成し、ディストラクター 8 個を作成した。これを本実験の刺激とする。実験参加者は大阪電気通信大学の男女 108 名である。A,B,C,D の 4 つのグループに分けた。各グループは 20-35 名である。各グループで聞くターゲットの音声に重複するものはないとする。

実験は、大阪電気通信大学の教室でグループ別に行った。学習セッションでは、実験参加者にターゲット 4 個とディストラクター 4 個の音声を提示し「声が聞き取りやすいか」、「感じがよいか」を考え

ながら聞く偶発学習課題を行った。1週間後に音声再認セッションを行った。再認のテストでは、ターゲット4個、ディストラクター(前回とはちがうディストラクター)4個の音声をランダムに提示した。実験参加者に各音声に対して聞いたことがあるか無いかの判断を求めた。各セッション内での発話者の重複はない。音声は、教室に設置したスピーカーから提示し、提示レベルは教室中心付近で70dB(A)であった。

### 3.3 結果

ターゲットを聞いたことがあると判断した人を集計し、各音声に対して正答率を求めた。その結果とマハラノビス距離との関係を示す(図4)。マハラノビス距離が長い+-, -+の正答率が高く、距離の短い++, --は正答率が低いことがわかる。

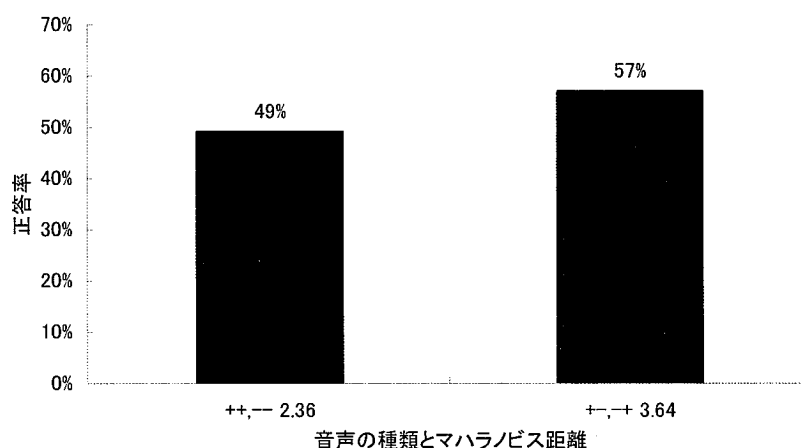


図4 マハラノビス距離とターゲット正答率の関係

### 3.4 考察

本研究の結果、モーラ長とポーズ長の相関からの逸脱度合いが心理的示差性に影響していることが示された。この結果は、人間が音声を認知記憶する際複数の韻律特徴の相関関係に関する知識を用いて音声の特徴を心的に表現していることを示している。

## 4. まとめ

実験1,2では音声中のどのような箇所でも、平均的発話スタイルから逸脱が高い心的示差性をもたらすかを検討した。その結果、特に文頭や文末では平均的発話スタイルからのずれが高い心的示差性をもたらすことが示された。この結果は、発話スタイルの特徴を認知する際、我々は音声の出だしや終了の周辺を特に注目していることがわかった。

また実験 3 では相関関係にある二つの韻律特徴（発話速度とポーズ長）の組み合わせが心的示差性に及ぼす影響について検討を行った。実験の結果、人は韻律特徴ごとに独立に発話スタイルの心的表象を形成しているのではなく、複数の韻律特徴の相関関係に関する知識を用いて表象を形成していることが示唆された。

#### 参考文献

- [1] Kersta, LG (1962). Voiceprint identification. *Nature*, 196: 1253-1257.
- [2] Bachorowski, JA, & Owren, MJ (1999). Acoustic correlates of talker sex and individual talker identity are present in a short vowel segment produced in running speech. *J. Acoust. Soc. Am.*, 106: 1054-1063.
- [3] Van Lancker, D., J. Kreiman, et al. (1985) Familiar voice recognition: Patterns and parameters. Part I: Recognition of backward voices and Part II: Recognition of ratealtered voices, *J. Phonetics*, 13: 19-52.
- [4] Valentine, T (1991). A unified account of the effects of distinctiveness, inversion, and race in face recognition. *QJ Exp. Psychol*, 43A: 161-204.]
- [5] Brennan, SE (1985). The caricature generator. *Leonardo*, 18: 170-178.
- [6] 河原英紀, “聴覚の情景分析が生み出した高品質 VOCODER: STRAIGHT,” *音響学会誌*, 54, 521-526 (1998).

## 2-2 c. 音声中の $F_0$ 変動幅とパターンが 話者のパーソナリティ印象に及ぼす影響

あらまし 音声中の抑揚の特徴と話者の性格印象の関係について検討した。音声中の  $F_0$  変動幅を操作して抑揚の大きさを操作した試料を作成した。また未知のイントネーションを生成するため、 $F_0$  パターンの高低を反転させたものも作成した。実験 1 では、66 名の大学生が、想起される話者の性格印象を性格特性 5 因子モデルに基づく観点で評価した。実験 2 では、54 名が擬態語表現による性格特性の評価軸で評定した。 $F_0$  変動幅は性格印象の特性ごとに特徴的な影響を与えていた。抑揚の大きさと性格特性の評価の間には、U 字もしくは逆 U 字型の曲線的な関係があったが、そのピーク位置や傾斜は特性ごとに異なっていた。これらの特徴的な曲線関係を近似・統合することにより、音声から想起される話者の人物像を還元的に表現できる可能性が示唆された。なお未知のイントネーションの音声については不明瞭な話し方と評価されたが、その話し手は、のんきでおっとりした人柄だとみなされた。これは、未知の方言のアクセントを話す相手に対する我々の心理的寛容性を示すものと考えられる。

キーワード  $F_0$  レンジ,  $F_0$  パターン, 抑揚, STRAIGHT, 性格特性 5 因子モデル

### 1. はじめに

#### 1.1. 話者の特徴に関わる非言語的な情報

本報告では、音声が発達する話し手のイメージ、すなわち、話者の人柄や性格の印象といった心理的な印象の音声を介した伝達のあり方に迫ることを目的とする。この話者のイメージに関わる情報が、音声の中にどのような形で織り込まれているのかについて、それを担う音響的な特徴量を探索し、その特徴量とイメージの関係性を明らかにしようとするものである。ここでは、本来、意図的な操作が難しい個性的な話し方の特徴の中で、特にイントネーションに着目して聴覚実験を行った。

本実験では、音声の韻律的な特徴量と、話し手の性格印象の間関係性をモデル化することを目指す。ここではまず、音声中の話者の特徴に関わる非言語的な情報を、次の 3 つの相に分けて考える。

- (1) 個人性の情報 - 誰の声なのか? -
- (2) 性格性の情報 - どのような人柄なのか? -
- (3) 情緒性の情報 - 今、どんな気持ちなのか? -

これらの内、個人性の情報は話者認識の文脈で、また情緒性の情報は感情音声として研究が進められている。その中で本研究は、その 2 つの相の間の性格性の情報を対象とするものとして位置づけることができる。

#### 1.2. 性格印象を測定するためのフレームワーク

話し手の人柄の印象といった情報を対象とする場合、その概念の抽象性が高いために、測定には困難を伴う。そこで、近年、パーソナリティ心理学の領域で発展を遂げてきた、性格特性 5 因子モデル (Five Factor Model of personality, FFM) に基づく Big Five と呼ばれる 5 つの性格特性を、評価の次元として用いることとした [1-3]。

この Big Five を測定するための尺度項目の具体例を Table 1 に示す [4]。

Table 1 性格特性 5 因子モデルに基づく Big Five Scale の評定項目

Personality Traits	Rating Items
Extroversion (外向性)	talkative (話し好き), silent <sup>†</sup> (無口な <sup>†</sup> ), pleasant (陽気な), outgoing (外向的)
Neuroticism (情緒不安定性)	heavy-laden (悩みがち), changeable (不安になりやすい), anxious (心配性), worrisome (気苦労の多い)
Openness to Experience (経験への開放性)	inventive (独創的な), progressive (進歩的), foresighted (洞察力のある), imaginative (想像力に富んだ)
Conscientiousness (勤勉性)	unreliable <sup>†</sup> (いい加減な <sup>†</sup> ), loose <sup>†</sup> (ルーズな <sup>†</sup> ), lazy <sup>†</sup> (怠惰な <sup>†</sup> ), deliberate (計画性のある)
Agreeableness (協調性)	peaceable (温和な), forgiving (寛大な), gentle (親切な), cooperative (協力的な)

<sup>†</sup> a reverse item (逆転項目)

この性格特性 5 因子モデルは、本来、人間の内面の探求を意図して研究がなされてきたが、そこから見出された Big Five は対人認知の次元でもあるという指摘がある[3]。実際に日本語の日常語を用いて他者の性格評価を行ったところ、Big Five に対応した因子が見出されている[5]。さらに、音声から想起される話し手の性格印象も、Big Five に対応した観点ごとに評価されることが示されている[6-7]。

### 1.3. 音声の韻律的な特徴量と話者の性格印象

これまでに音声の韻律的特徴と話者の性格印象との関係を実験的に検討したものとしては、発話速度や平均的な声の高さを扱ったものがある[6-11]。

先行研究では、発話速度は性格印象に影響を与えており、Big Five の特性ごとに、特徴的な変化パターンが生じることが示されている。その変化は単調増加や減少ではなく、特性ごとに固有の発話速度ポイントで評価が最も高く、それより速くても遅くても評価が低下するというものであった。また、勤勉性と外向性はやや速い発話で評価が高く、一方、協調性では逆にいくらか遅い発話で評価が高いこと、また、経験への開放性は普通の速さで評価が高いが、情緒不安定性は発話速度の影響をあまり受けないことが示されている[6, 7, 9, 10]。

また、そこではさらに、それぞれの変化パターンに 2 次の回帰予測式による近似を行うことによって、発話速度と特性印象との関係性のモデル化が試みられている。

声の平均的な高さに関しては、音声中の  $F_0$  を一様変換した試料を用いた聴覚実験が行われている。その結果、先の発話速度の実験では必ずしも明確な差異が見られなかった勤勉性と外向性とが分離された。すなわち、勤勉性は低めの声の時に評価のピークがあるのに対し、外向性は高めの声でピークが観測されている[8, 11]。

### 1.4. 音声中の抑揚の特徴と性格印象との関係性

$F_0$  軌跡パターンは、音調曲線(intonation contour)とも呼ばれ、単語のアクセントや、文のイントネーションなどの言語的な情報を担っている。しかし、その  $F_0$  パターンには、言語情報に留まらず、話者自身の印象に関わる非言語的な情報も重畳していると考えられる。もしも  $F_0$  軌跡の相対的な上昇や下降が符号化され、カテゴリカルに縮約されたものが言語情報であるならば、その  $F_0$  変化幅の絶対的な大きさには、それ以外の情報が付加されている可能性がある。

ところで私たちは、標準的なアクセントの言語規則を逸脱した未知のイントネーションで話された音声を耳にした場合、その相手に対してどのような印象を抱くのだろうか。この疑問に対しては、未知の  $F_0$  軌跡パターンを備えた音声を作成し、それから想起される話者の性格印象の測定を行う必要がある。

そこで本研究では、 $F_0$  変化幅の大きさと  $F_0$  軌跡のパターンを操作した音声刺激を作成し、聴取実験を行って話者の性格印象との関係について検討する。

そこでの性格印象の評価の観点としては、まず Big Five の評価軸を設定する。さらに本研究では、より豊かな人間像に迫るため、この Big Five の観点に加えて、擬態語表現によ



る性格特性語を用いた測定も試みる[12]. これらの特性語は, 性格といったものを言語的な意味空間の中でとらえるという, いわゆる語彙的アプローチに基づくものである. この擬態語表現による性格特性が, Big Fiveとは異なる次元を表現しているならば, 性格性の情報を捉える上で補完的な役割が期待できる.

## 2. 実験 1 Big Five 評価軸での性格印象の測定

### 2.1. 実験 1 の方法

**実験 1 の参加者** 千葉大学, 埼玉大学, 名古屋大学の 1 年生 66 名(男性: 29 名, 女性: 37 名)が実験に参加した. 年齢は 18-28 歳で, いずれも聴力健常であった.

**音声刺激の作成** 原音声の発話者は男声 2 名, 女声 2 名の計 4 名で(M1, M2, F1, F2), 短い単文の 4 スクリプトである(S1-S4). スクリプトの長さは 13-17 モーラで, 1.422 - 2.068 Sec.の音声であった. また男声・女声ごとに, 肯定文と疑問文を一つずつ割当てた. 具体的な文章は次の通りである.

M1-S1: “部屋をそうじするつもりなんだ”

M2-S2: “君の本, いつ返して欲しい?”

F1-S3: “コートをお預かりしましょう”

F2-S4: “何か食べられないものはありますか?”

抑揚の大きさと変化パターンの操作のため, STRAIGHT V30kr16 を用い,  $F_0$  の変換を行った[13-14]. (1)式で  $F_0$  の幾何平均をもとめ, それを操作の基点とし, (2)式で抑揚の大きさとパターンを制御した.

$$F_{0\text{ gm}} = \left( \prod_{i=1}^{vf} F_{0i} \right)^{\frac{1}{vf}} \quad (1)$$

$vf$ : 有声部分の分析フレーム総数

$F_{0i}$ :  $i$  番目の有声分析フレームでの  $F_0$  (Hz)

$F_{0\text{ gm}}$ : 全有声区間の  $F_0$  の幾何平均

$$F_{0'i} = F_{0\text{ gm}} \left( \frac{F_{0i}}{F_{0\text{ gm}}} \right)^{pwr} \quad i = 1, \dots, vf \quad (2)$$

$pwr$ : 抑揚制御のためのベキ乗係数

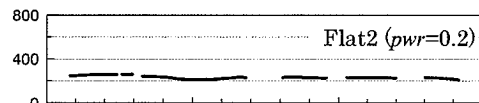
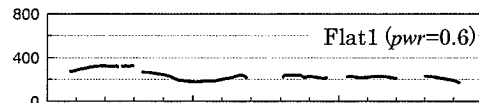
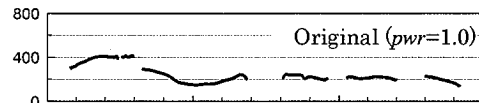
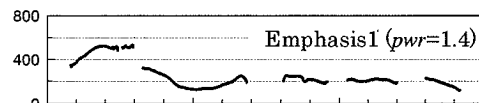
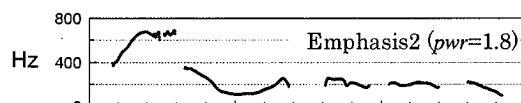
$F_{0'i}$ : 変換後の  $i$  番目の分析フレームでの  $F_0$  (Hz)

抑揚操作のためのベキ乗係数( $pwr$ )を定義した. この係数の絶対値が大きいほど, 抑揚が強調される. 例えば  $pwr=2.0$  の場合, ある分析フレームの  $F_0$  が, 基点の 1 オクターブ上の時, その 2 オクターブ上に変換される. そして別のフレームで  $F_0$  が 1 オクターブ下ならば, 2 オクターブ下方に変換されて, 抑揚の高低が強調される.  $pwr=1.0$  の場合は原音声のまま

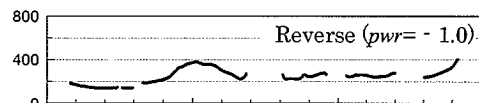
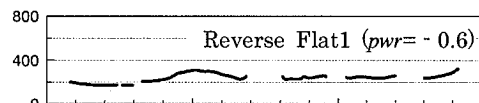
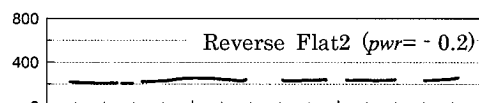
Wave Form of Original Speech



【Normal  $F_0$  Pattern Condition】



【Reversed  $F_0$  Pattern Condition】



0 500 1000 1500 ms

Figure 1 原音声[F1-S3] “コートをお預かりしましょう” の音声波形. 正相  $F_0$  軌跡条件と逆相  $F_0$  軌跡条件で抑揚の大きさを操作した実験刺激の  $F_0$  パターン.

で、 $pwr=0.0$  では抑揚の存在しない音声となる。

なお、係数が負の場合には基点を対称軸として、 $F_0$  軌跡が上下逆転したものになり、 $pwr=-1.0$  の場合、音調曲線の上昇下降パターンが、原音声のものに対して反転したものになる。

**正相  $F_0$  軌跡条件** 原音声の  $F_0$  軌跡パターンを維持しながら、抑揚変化幅の大きさを、Flat2 ( $pwr=0.2$ )、Flat1 ( $pwr=0.6$ )、Original ( $pwr=1.0$ )、Emphasis1 ( $pwr=1.4$ )、Emphasis2 ( $pwr=1.8$ ) の 5 段階で変換した。

**逆相  $F_0$  軌跡条件** 原音声の  $F_0$  軌跡パターンを基点軸に対して反転させて、さらに変化幅を Reverse\_Flat2 ( $pwr=-0.2$ )、Reverse\_Flat1 ( $pwr=-0.6$ )、Reverse ( $pwr=-1.0$ ) の 3 段階で変換した。

変換範囲の設定にあたって、予備実験で人の発声した音声として自然であることを確認した。原音声の波形と作成した実験刺激の  $F_0$  軌跡を Figure 1 に示す。

実験全体では、4(原音声)×[5(正相  $F_0$  軌跡条件;  $F_0$  変化幅 5 段階)+3(逆相  $F_0$  軌跡条件;  $F_0$  変化幅 3 段階)]=計 32 刺激を作成した。これらの刺激を、男声・女声、正相・逆相  $F_0$  軌跡条件、及び  $F_0$  変化幅の各段階が等分になるように、16 刺激ずつ、2つの実験ブロックに割り当てた。そしてブロックごとに提示順序をランダムにしたものを 2 系列設定して、実験用 CD-R を作成した。参加者も各ブロックにランダムに割り振った。

## 2.2. 実験 1 の手続き

実験は、参加者に携帯型 CD プレーヤーを配布して行った。1kHz の純音の後、ヘッドホンから音声を単独で提示した。参加者は音声から想起される話者の性格印象を評定していた。評定には Table 1 の Big Five Scale の各項目を 10 件法で評定した。これらの項目の提示順序をランダムにしたものを 2 系列設定して回答冊子を作成し、各ブロックに均等に割り当てた。なお、音声刺激ごとの評定の制限時間は 60 秒であった。

## 2.3. 実験 1 の結果

### 2.3.1. Big Five 評価軸での性格印象の特性値

音声刺激別に、5 つの性格特性印象ごとの特性値の指標をもとめた。具体的には、まず実験参加者ごとに、評価した音声刺激別に、その 5 つの特性印象について、それぞれの評価項目での評定値を加算し、項目数で割った平均をもとめた。次に、それらの値を基に、各音声刺激別に、それぞれの特性について、その音声を評価した全参加者の平均を算出した。これらを各音声刺激から想起される話者の性格印象の特性値指標とした。

Figure 2 に特性ごと、正相・逆相  $F_0$  条件別に、各抑揚変化幅の大きさに対する特性値指標の平均を示した。

### 2.3.2. 標準的な音調パターンでの $F_0$ の変動幅の

#### 大きさと Big Five 特性印象との関係

正相  $F_0$  軌跡条件について、特性ごとに 2 要因の分散分析を行った。抑揚変化幅要因(5 水準: Flat2, Flat1, Original, Emphasis1, Emphasis2)と話者要因(4 水準: M1, M2, F1, F2)とについて分析した。

全ての性格特性において、抑揚変化幅要因の主効果が有意で、音声中の抑揚の大きさが変わると話者の性格印象が変化することが示された(E:  $F_{(4,12)} = 22.53, p < .0001$ , N:  $F_{(4,12)} = 6.61, p < .01$ , O:  $F_{(4,12)} = 5.25, p < .05$ , C:  $F_{(4,12)} = 11.81, p < .001$ , A:  $F_{(4,12)} = 7.56, p < .01$ )。ま

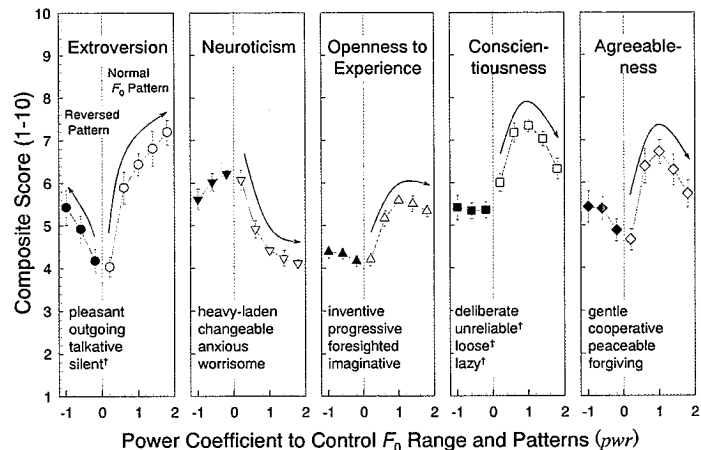


Figure 2. 正相・逆相  $F_0$  軌跡条件でのベキ乗係数 ( $pwr$ ) に対する Big Five 性格特性印象の合成得点平均(4 話者 4 音声)と標準誤差(S.E.)、及び、評価項目(† 逆転項目)。

た、情緒不安定性:N以外の特性では、話者要因が有意、または傾向ありであった。それらの特性では、話者の声質などが、個性として性格印象に系統的な影響を与えていると考えられ、常識的な結果と言える(E:  $F_{(3,12)} = 26.16, p < .0001$ , N:  $F_{(3,12)} = 1.80, n.s.$ , O:  $F_{(3,12)} = 3.13, p < .10$ , C:  $F_{(3,12)} = 24.17, p < .0001$ , A:  $F_{(3,12)} = 20.91, p < .0001$ ).

Figure 2を見ると、 $F_0$ 変化幅が変わると、性格特性ごとに特徴的なパターンで評価が変化していることがわかる。Tukey法による多重比較を行い、その結果に基づいて、特性ごとの変化パターンの特徴をまとめた。

**外向性:E** 抑揚変化幅が小さな平坦な音調の音声では低く、抑揚が大きくなるにつれて上昇する。

**情緒不安定性:N** 抑揚の小さな音声で高く、抑揚が大きくなるのに伴って漸近的に低下する。

**経験への開放性:O** 平坦な音調から、抑揚が大きくなるにつれて上昇するが、原音声以上に抑揚が強調されると上昇傾向は止まり、評価が頭打ちになる。

**勤勉性:C** 原音声の音調までは、抑揚が大きくなると評価が上昇する。しかし、それ以上に抑揚が大きくなると、今度は逆に評価が低下する。

**協調性:A** 勤勉性:Cと同じように、原音声の抑揚までは上昇が見られるが、それ以上に抑揚が強調されると評価の低下が観測された。

### 2.3.3. 未知の音調曲線パターンと Big Five 特性印象の関係

はじめに標準的な  $F_0$  パターンを持つ正相  $F_0$  条件との比較を行う。両条件で抑揚変化パターンが対称形でありながらも、抑揚変化幅が等価となる  $|pwr| \leq 1.0$  の3段階分の刺激について分析した。それらの特性値について、5つの特性印象ごとに2要因の分散分析を行った。 $F_0$ 軌跡要因(2水準: 正相  $F_0$ 軌跡, 逆相  $F_0$ 軌跡), 及び話者要因について分析した。

その結果、 $F_0$ 軌跡要因において外向性:E以外の4つの特性で有意差、もしくは傾向が見出された。それらの特性では、正相  $F_0$ 条件で、より望ましいと考えられる人柄の方向で評価がなされていた(E:  $F_{(1,19)} = 2.04, n.s.$ , N:  $F_{(1,19)} = 6.64, p < .05$ , O:  $F_{(1,19)} = 8.62, p < .01$ , C:  $F_{(1,19)} = 30.54, p < .0001$ , A:  $F_{(1,19)} = 3.13, p < .10$ )。話者要因については、いずれの特性にも有意差、もしくは傾向が見られ、話者性を反映していた(E:  $F_{(3,19)} = 6.93, p < .01$ , N:  $F_{(3,19)} = 2.70, p < .10$ , O:  $F_{(3,19)} = 2.93, p < .10$ , C:  $F_{(3,19)} = 7.16, p < .01$ , A:  $F_{(3,19)} = 7.90, p < .01$ )。

次に逆相  $F_0$ 条件に固有の特徴を捉えるために、同条件下の刺激の特性印象ごとに、抑揚変化幅要因(3水準: Reverse\_Flat2, Reverse\_Flat1, Reverse), 及び話者要因について、2要因の分散分析を行った。その結果、外向性:Eのみ、抑揚変化幅要因が有意であった(E:  $F_{(2,6)} = 11.68, p < .01$ , N:  $F_{(2,6)} = 1.86, n.s.$ , O:  $F_{(2,6)} = 0.69, n.s.$ , C:  $F_{(2,6)} = 0.08, n.s.$ , A:  $F_{(2,6)} = 2.54, n.s.$ )。また、話者要因はいずれの特性でも有意であり、話者性の反映が見られた(E:  $F_{(3,6)} = 38.49, p < .001$ , N:  $F_{(3,6)} = 6.73, p < .05$ , O:  $F_{(3,6)} = 8.30, p < .05$ , C:  $F_{(3,6)} = 28.11, p < .001$ , A:  $F_{(3,6)} = 27.73, p < .001$ )。

**外向性:E** 抑揚変化幅要因が有意だった外向性:Eについて、多重比較を行った結果、未知のイントネーションであっても、抑揚が大きくなるにつれて、外向性の評価が上昇することが示された。なお、それ以外の特性については、明確な特徴は見出されなかった。

## 3. 実験2 音声の自然性と擬態語表現による特性語の評価軸による性格印象の測定

### 3.1. 実験2の方法

**実験2の参加者** 実験1の参加者と同じ大学の1年生54名(男性:24名, 女性:30名)。年齢18-21歳で、実験1には参加していない者。

**実験2の手続き** 実験1で使用された音声刺激を用いた。評定には、擬態語表現による性格特性語を用いた[12]。また、音声の自然性や、わかりやすさに関する評価項目も使用した[9]。Table 2に実験2の評定項目を示す。

なお、全体の手続きは実験1と同様である。

Table 2 擬態語表現による性格評定語と音声特徴の評価項目

Traits	Rating Items
Easygoingness (緩やかさ)	soft and gentle (ほんわかした), tranquil (のんびりした), free and easy (おっとりした), easygoing (のほほんとした)
Candidness (淡白さ)	plain (あっさりした), without hesitating (さらりとした), frank (さっぱりとした), candid (さばさばした)
Frivolity (軽薄さ)	flippancy (へらへらした), superficial (ちらちらした), foppish (にやけた), nervy (ちゃっかりした)
Naturalness (自然性)	natural (自然な), intelligible (わかりやすい), clear (はっきりした), indistinct† (聞き取りにくい)
Speech rate (発話速度感)	fast talking (早口な), restless (せわしげな), fidgety (せかせかした), with long pauses† (間の取り方の長い)

† a reverse item (逆転項目)

### 3.2. 実験 2 の結果

#### 3.2.1. 自然性・擬態語表現の性格印象の特性値

分析に先立って、音声の評価、及び擬態語表現による性格特性の尺度化のために主成分分析を行った。その結果を基に、信頼性の検討もふまえて、自然性:Na ( $\alpha = 0.92$ ), 緩やかさ: Ea ( $\alpha = 0.89$ ), 淡白さ:Ca ( $\alpha = 0.85$ ), 軽薄さ:Fr ( $\alpha = 0.89$ )の4つの成分を尺度とした。

これらを基に各特性値の指標をもとめた。各尺度の項目と、条件ごとの特性値平均を Figure 3 に示す。

#### 3.2.2. 標準的音調パターンでの $F_0$ の変動幅と自然性・擬態語表現での印象評価の関係

正相  $F_0$  条件において、自然性、擬態語表現の性格特性ごとに、抑揚変化幅要因、話者要因の2要因分散分析を行った。

全ての指標で抑揚変化幅要因が有意であり、抑揚の大きさが変わると、自然性や性格印象が変化した(Na:  $F_{(4,12)} = 16.39, p < .0001$ , Ea:  $F_{(4,12)} = 3.81, p < .05$ , Ca:  $F_{(4,12)} = 7.07, p < .01$ , Fr:  $F_{(4,12)} = 5.56, p < .01$ ). また、淡白さ:Ca 以外では、話者要因が有意であった(Na:  $F_{(3,12)} = 3.88, p < .05$ , Ea:  $F_{(3,12)} = 7.41, p < .01$ , Ca:  $F_{(3,12)} = 1.06, n.s.$ , Fr:  $F_{(3,12)} = 13.25, p < .001$ ).

さらに多重比較を行い、その結果から変化パターンの特徴をまとめた。

**自然性:Na** 抑揚の変化幅が小さい平坦な音調だと評価が著しく低い。抑揚が大きくなると評価が上昇するが、原音声以上に抑揚が大きくなると再び低下する。

**緩やかさ:Ea** 原音声よりも抑揚がやや平板な音声で最も高く、抑揚が大きくなると評価が低下した。

**淡白さ:Ca** 自然性:Na の評価とパターンが類似しており、抑揚が小さくても大きくても評価が低下した。

**軽薄さ:Fr** 抑揚が平板なときは、その印象は全般的に弱い。抑揚が原音声より大きくなると、その印象が強まった。

#### 3.2.3. 未知の音調パターンと音声の自然性・擬態語表現による性格印象との関係

逆相  $F_0$  条件での結果について、実験 1 と同様に、 $|pwr| \leq 1.0$  の刺激について、正相  $F_0$  条件と比較した。特性ごとに  $F_0$  軌跡要因、話者要因の分散分析を行った。

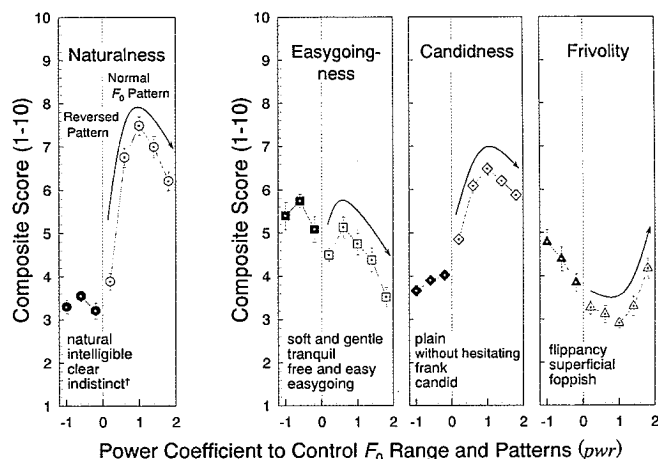


Figure 3. 正相・逆相  $F_0$  軌跡条件でのベキ乗係数 ( $pwr$ ) に対する自然性の評価と擬態語表現による話者の性格印象評定の合成得点平均(4話者4音声)と標準誤差(S.E.)及び、評価項目(†逆転項目)。

いずれの特性においても正相  $F_0$  条件と逆相  $F_0$  条件の間に、有意な差、もしくは傾向が見出された(Na:  $F_{(1,19)} = 25.14, p < .0001$ , Ea:  $F_{(1,19)} = 3.97, p < .10$ , Ca:  $F_{(1,19)} = 52.45, p < .0001$ , Fr:  $F_{(1,19)} = 28.73, p < .0001$ ). また、緩やかさ:Eaと軽薄さ:Frでは、話者要因が有意であった(Na:  $F_{(3,19)} = 1.19, n.s.$ , Ea:  $F_{(3,19)} = 4.60, p < .05$  Ca:  $F_{(3,19)} = 0.93, n.s.$ , Fr:  $F_{(3,19)} = 9.34, p < .001$ ).

これらの結果から、正相  $F_0$  条件と逆相  $F_0$  条件間の特徴をまとめる。

**自然性:Na・淡白さ:Ca** 正相  $F_0$  条件での評価が高かった。したがって、未知のイントネーションの音声よりも標準的な音調のものの方が、自然でわかりやすく、その話者についてはあっさりしていて、さっぱりとした性格印象を想起させていた。

**緩やかさ:Ea・軽薄さ:Fr** 上記とは対照的に、逆相  $F_0$  条件での評価が高い。この未知のイントネーションによる音声は、ほんわかしてのほほんとした話し手を想起させ、また、へらへらした印象を生じさせた。なお、緩やかさ:Eaは、この逆相  $F_0$  条件でも、抑揚の大きさがやや控えめな音声での評価が最も高かった。

次に逆相  $F_0$  条件に固有の特徴を捉えるために、同条件下の刺激について、抑揚変化幅要因、及び話者要因の2要因分散分析を行った。いずれの特性にも抑揚変化幅要因には有意差は見られず、逆相  $F_0$  軌跡条件下での抑揚変化幅の違いに伴う明確な変化パターンは見出されなかった(Na:  $F_{(2,6)} = 2.47, n.s.$ , Ea:  $F_{(2,6)} = 0.56, n.s.$ , Ca:  $F_{(2,6)} = 1.88, n.s.$ , Fr:  $F_{(2,6)} = 3.26, n.s.$ ). なお、話者要因については、自然性:Naと軽薄さ:Frで有意であった(Na:  $F_{(3,6)} = 21.20, p < .01$ , Ea:  $F_{(3,6)} = 2.37, n.s.$ , Ca:  $F_{(3,6)} = 3.26, n.s.$ , Fr:  $F_{(3,6)} = 9.81, p < .01$ ).

#### 4. まとめ

(1) 音声の基本周波数( $F_0$ )を STARIGHT で操作し、抑揚の変動幅とパターンを変換した刺激を作成した。それらの音声から想起される話し手の性格印象を評価する聴覚実験を行った。実験1では Big Five 性格特性を、実験2では擬態語表現による性格特性を測定した。

(2) 抑揚変動幅の変化に伴って、性格印象は複雑に変容した。しかし、性格特性ごとにピーク位置や傾斜は異なるが、標準的な音調パターンの下では、抑揚と評価の間にU字・逆U字型の比較的単純な曲線的関係があった。

(3) 外向性:Eの評価は抑揚が大きくなるにつれて上昇したが、情緒不安定性:Nは漸的に低下していった。経験への開放性:Oは抑揚が大きくなると評価が上昇するが、原音声以上に抑揚が強調されると頭打ちになった。勤勉性:Cと協調性:Aは原音声の抑揚までは上昇が見られるが、抑揚がさらに強調されると逆に評価が低下した。

(4) 性格特性ごとに固有の曲線的な変化パターンをとらえることによって、抑揚の大きさと性格特性印象の関係を個別に追うことができる。それらを近似して統合すれば、全体の人物像を還元的に再構成できる。

(5) 各性格印象の曲線的な変化パターンを比較対照すると、全ての特性印象を最も高くする抑揚変動幅は存在しないことがわかる。自動応答システムでの音声合成などを考える場合には、話者にどのようなパーソナリティがもとめられるのかについて事前に特性を選択した上で、その仮想的な性格特性印象を最も高める韻律的特徴量の付与を行っていくのが合理的である可能性が示唆された。

(6) 未知のイントネーションの音声については、自然性や多くの性格特性で、必ずしも社会的に望ましい方向での評価ではなかった。その一方で、緩やかさ:Eaなどの評価は逆に高かった。また、未知のイントネーションであっても、抑揚が大きくなると外向性:Eの評価は上昇していた。したがって、未知の抑揚に対しては、必ずしも全面的に否定的な印象を生ずる訳ではなく、心理的な許容性・寛容性がみとめられた。

## 付記

和歌山大学システム工学部の河原英紀教授には STRAIGHT の使用をご快諾いただきました。ここに深く感謝いたします。

## 文 献

- [1] L. R. Goldberg, "An alternative 'description of personality': The Big-Five factor structure," *J. Personality and Social Psychology*, **59**, 1216-1229 (1990).
- [2] 柏木繁男, "性格特性 5 因子論(FFM)による東大式エゴグラム(TEG)の評価," *心理学研究*, **69**, 468-477 (1999).
- [3] 辻平治郎, 藤島寛, 辻斉, 夏野良司, 向山康代, 山田尚子, 森田義宏, 秦一士, "パーソナリティの特性論と 5 因子モデル: 特性の概念, 構造, および測定," *心理学評論*, **40**, 239-259 (1997).
- [4] 和田さゆり, "性格特性語を用いた Big Five 尺度の作成," *心理学研究*, **67**, 61-67 (1996).
- [5] H. Isaka, "Factor analysis of trait terms in everyday Japanese language," *Personality and individual differences*, **11**, 115-124 (1990).
- [6] 内田照久, "音声の発話速度の制御がピッチ感および話者の性格印象に与える影響," *音響学会誌*, **56**, 396-405 (2000).
- [7] 内田照久, "音声の発話速度が話者の性格印象に与える影響," *心理学研究*, **73**, 131-139 (2002).
- [8] 内田照久, 中畝菜穂子, "声の高さと発話速度が話者の性格印象に与える影響," *心理学研究*, **75**, 397-406 (2004).
- [9] 内田照久, "音声の発話速度と休止時間が話者の性格印象と自然なわかりやすさに与える影響," *教育心理学研究*, **53**, 1-13 (2005).
- [10] T. Uchida, "Effects of the speech rate on speakers' personality-trait impressions," *17th ICA Proc. Vol. VIII - Rome 2001*, pp.286-287 (2002).
- [11] T. Uchida, "The effects of fundamental frequency and speech-rate conversion upon impressions of talkers' personality," *Proc. WESPAC VIII, Speech TB23* (2003).
- [12] 小松孝至, 西岡美和, 向山泰代, 酒井恵子, "擬態語による性格認知の構造と特徴(1)," *心理学会第 68 回大会発表論文集*, pp.50 (2004).
- [13] 河原英紀, "聴覚の情景分析が生み出した高品質 VOCODER: STRAIGHT," *音響学会誌*, **54**, 521-526 (1998).
- [14] H. Kawahara, I. Masuda-Katsuse, & A. de Cheveigne, "Restructuring speech representations using a pitch-adaptive time-frequency smoothing and an instantaneous - frequency - based F0 extraction: Possible role of a repetitive structure in sounds," *Speech Communication*, **27**, 187-207 (1999).

## 2-2 d. 音声ピッチ・話速の社会的文脈依存性

あらまし 本研究では、社会的文脈が音声の表出方略に及ぼす影響を検討した。社会的距離(D)、行為の受け手の行為者に対する力(P)、行為が相手にかかる負荷(I)の3種類の社会的文脈を設定し、「上司の依頼で相手を待たせる」課題を接客技能の熟達者に演技させた。被験者の行動を解析した結果、3つの社会的文脈が社会的文脈が音声の表出方略に系統的に影響していることが示唆された。

### 1. 序論

音声発話を含むコミュニケーションスタイルのバラエティは大きく分けて個体要因と社会的要因に左右される。個体要因に含まれるものとしては、パーソナリティ、表出レパートリー、動因があげられる。一方、社会的要因としては、文化的要因や伝達内容、関係、要求といったものが考えられる[1]。これら社会的要因を構成する文脈を本稿では社会的文脈と呼ぶ。このような社会的文脈を反映させた表現は待遇表現と呼ばれる。広義の待遇表現には言語的表現のみならず、非言語的表現も含まれる。

待遇表現は、丁寧さとしばしば混同される。しかし、Brown と Levinson[2]が語用論の立場から、待遇表現とは丁寧か否かではなく、その表現の使用効果の点から考えるべきであるとした。このように、待遇表現は単なる丁寧な表現ではなく、円滑なコミュニケーションを行う戦略としてとらえることができる。いかに社会的文脈を待遇表現に反映させているかについては、Brown と Levinson 以来、主に言語的表現を中心に研究が行われてきた。一方、社会的文脈が非言語情報に及ぼす影響については系統的に検討した研究は少なく、またその多くが非言語行動として対人距離を取り上げた研究であり、音声の韻律情報と社会的文脈の関係について検討した研究は少ない。

本研究では社会的文脈を構成する上で重要であると考えられる社会的距離(Distance)、行為の受け手の行為者に対する力(Power)、行為が相手にかかる負荷(Imposition)の3つの社会的要因を取り上げ、これらに応じた適切な音声表出方略について熟達者の行動から検討を行った。

### 2. 方法

#### 2.1 被験者

被験者は「礼儀正しさ」の非言語的表現に関して熟達者であることが望ましい。秘書教育などのビジネス実務・サービス接客教育においては、非言語情報を適切に表出するための訓練に多くの時間が割かれる。そこで本研究では、秘書教育において経験がある女性アナウンサー1名を被験者とした。この被験者は日本秘書教育学会認定秘書教育担当者等の資格を有する。

また、実験協力者は秘書検定準1級の資格を有する私立大学生の女性1名である。

## 2.2 設備・装置

実験は行動観察室で行った(図1)。この部屋の様子は別室からワンサイド・ミラーおよび2台のリモコンカメラを通し観察することが出来る。音声の記録には被験者に取り付けたピンマイク (SONY, ECM-MS957) を用い、USB オーディオキャプチャ (I-ODATA, D2VOX) を経由して PC に記録した(48kHz, 16bit, WAVE 形式, モノラル)。

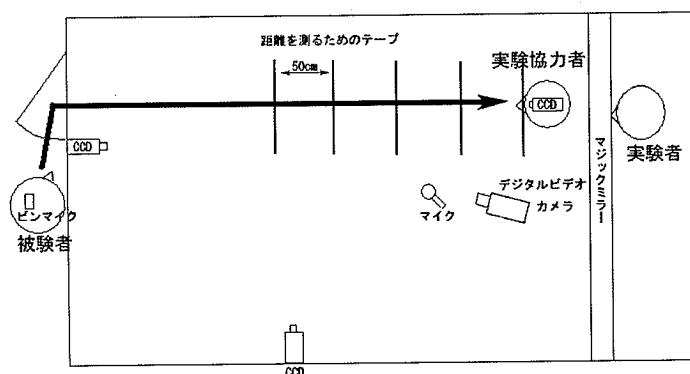


図1 行動観察室の配置

## 2.3 手続き

被験者に、台本の内容を、設定した社会的文脈に従い、被験者自身が適切であると考える方法で実験協力者に対して演技するよう求めた。また、台本や設定した社会的文脈から外れない程度に、被験者自身が台本を自由に補完して演技することを認めた。

被験者が演じた役は入社7年目の平社員であり、場所の設定は自分の会社の会議室とした。台本は、実験協力者に負荷の増加を承諾させる「上司の依頼で相手を待たせる」ものであった(表1)。

台本では、被験者が部屋の扉を開け、中で待っている相手(実験協力者)にこの場所で待つように伝え、伝え終わったら退室するまでを1試行とする。また、負荷増加台本を演技する場合には、演技中に必ず「よろしいですか、お願いいたします」、もしくはそれに類する言葉を必ず入れるように指示した。



表1 被験者が演じる台本

台本の内容
あなたはある会社の入社7年目の平社員です。自分の上司の課長に約束があったが急用で出かけてしまいました。出かける際、あなたに「後のことはよろしく」との依頼がありました。あなたは約束の場所に一度行ってから、課長の用事が終わるまで待つように頼むことにしました。あなたは用事が終わるまで待つと相手に伝えてください。

表2 社会的文脈の設定。(a)社会的距離(D), (b)受け手の行為者に対する力(P), (c)負荷(I).

(a)

社会的距離(D)	相手の所属	具体的な関係
遠い	別の会社	見たことはある程度
中	同じ会社の別の部署	挨拶をする程度
近い	同じ部署	一緒に飲みに行くことがある

(b)

受け手の行為者に対する力(P)	受け手の役職
強い	部長職
中	入社7年目の平社員
弱い	入社1年目の新人

(c)

負荷(I)	行為	
	負荷増加台本	負荷軽減台本
重い	相手を1時間待たせる	軽い荷物を持つと申し出る
軽い	相手を5分待たせる	重い荷物を持つと申し出る

社会的文脈は、社会的距離(D)、受け手の行為者に対する力(P)、行為が相手にかかる負荷(I)とした。社会的距離(D)、受け手の行為者に対する力(P)については各3水準、行為が相手にかかる負荷(I)には2水準設定したことから、社会的文脈は計18種類となる(表2)。

実験では、セッションの冒頭に練習試行を3回行い、その後本試行を各セッションにつき18試行行った。セッション内の試行の順序はランダムである。社会的文脈の設定は各試行の冒頭に口頭で被験者に伝えた。また各試行の終了後、被験者自身が納得のいく演技が出来たかを口頭で確認し、納得が出来ていない場合は、再度当該試行を行った。

### 3. 結果

#### 3.1 音声

すべての試行における「よろしいですか？お願いいたします」に相当する発言を抜き出し、モーラ数を計測した(表 3)。一般に、社会的距離(D)、受け手の行為者に対する力(P)、負荷(I)が増えると、モーラ数が増える傾向にある。この区間の基本周波数( $F_0$ )を線形予測分析(フレーム長, 10msec)により求め、その中央値を算出しこれを基本周波数の中央値(以下基本周波数)とする(図 2)。特に負荷が重いときに、受け手に対する力が強い、すなわち目上の対象に話しかけている場合に、基本周波数が低下する傾向が見て取れる。また社会的距離が遠いとき、基本周波数が高くなることも示唆された。

また、各発話の発言時間をモーラ数で割ったモーラ長の平均値には社会的文脈の影響は明確ではなかった。

表 3 「よろしいですか？お願いいたします」に相当する発話内容

距離(D)	力(P)	負荷(I)		モーラ数
近	強い	軽	よろしいですか？お願いいたします。	16
近	中	軽	いい？大丈夫。	7
近	弱い	軽	いい？お願いしますね。	10
中	強い	軽	いいですか？お願いします。よろしいですか。	19
中	中	軽	よろしゅうございますか？お願いいたします。	19
中	弱い	軽	いいですか？お願いします。	12
遠	強い	軽	よろしゅうございますか？お願いいたします。	19
遠	中	軽	よろしゅうございますか？お願いいたします。	19
遠	弱い	軽	よろしゅうございますか？お願いいたします。	19
近	強い	重	よろしゅうございますか？ではお願いいたします。	21
近	中	重	いい？ごめんね。	6
近	弱い	重	いい？お願いね。	7
中	強い	重	よろしゅうございますか？ではお願いいたします。	21
中	中	重	いいですか？じゃ、おねがいいたします。	15
中	弱い	重	いいかしら？お願いしますね。	13
遠	強い	重	よろしゅうございますでしょうか？ではお願いいたします。	24
遠	中	重	それでよろしゅうございますでしょうか？ではお願いいたします。	27
遠	弱い	重	大丈夫ですか？たいへん申し訳ございません。	23

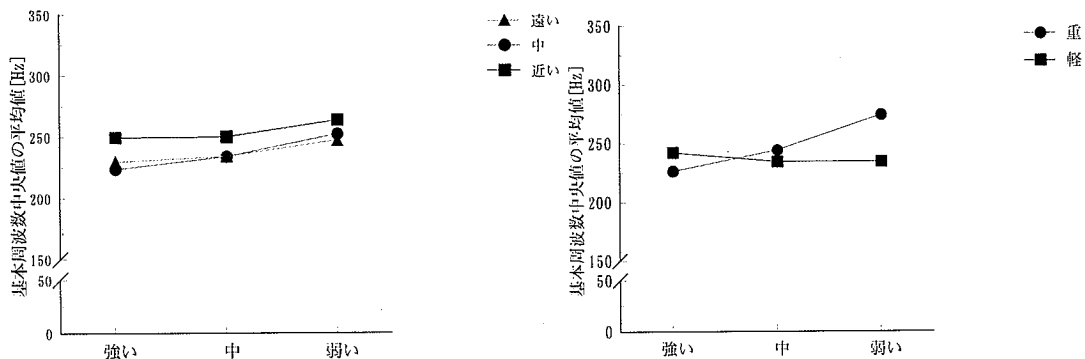


図 2 社会的文脈と基本周波数( $F_0$ )の関係。(a) 社会的距離(D)、受け手の行為者に対する力(P)と基本周波数の関係 (b) 受け手の行為者に対する力(P)、負荷(I)と基本周波数の関係

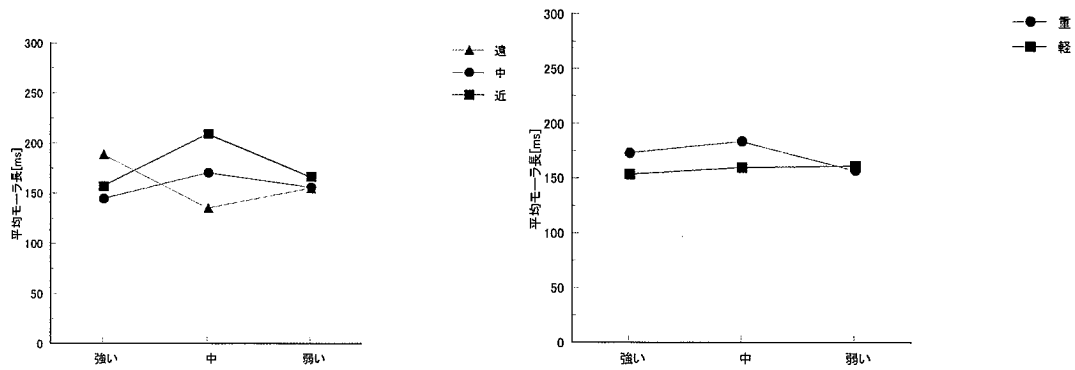


図3 社会的文脈と平均モーラ長の関係. (a) 社会的距離(D), 受け手の行為者に対する力(P) と平均モーラ長の関係 (b) 受け手の行為者に対する力(P), 負荷(I)と平均モーラ長の関係

#### 4. 考察

「礼儀正しい」行動に影響すると考えられる社会的文脈は、本来、社会的地位、年齢、ジェンダー、行為の目的といった多様で非連続的な社会的要因から構成される。本研究では、この複雑な社会的要因を、3つの連続的な変数、すなわち、社会的距離(Distance)、受け手の行為者に対する力(Power)、行為が相手にかかる負荷(Imposition)に単純化した。日本語の敬語表現は、いわゆる「ウチとソト」の違いすなわち社会的距離と、上下関係すなわち受け手の行為者に対する力の二点から定式化されることから、社会的距離(D)、力関係(P)は複雑な社会的文脈を単純化する上で適した変数であると考えられる。また、非言語的表現は、行為者の「目的」によって大きく変化することが考えられるが、今回扱った負荷(I)はその目的を構成する重要な連続的な変数ということが出来る。

発話音声に対する社会的文脈の影響は発話長に関しては明確であり、社会的距離(D)、受け手の行為者に対する力(P)、行為が相手にかかる負荷(I)が増加するほど、発話長が長くなる傾向がある。また基本周波数( $F_0$ )についても、社会的距離(D)、力(P)、行負荷(I)の増加に伴い、基本周波数が低下する傾向がみられた。これらの影響は加算的であり、またそれらの影響は、発話長、基本周波数ともに類似していたことから、音声表出方略を決定する社会的文脈の影響は1つの変数の高低に集約できることを示唆される。すなわち、ある行為(x)を行う際の適切な振る舞いを決定する変数( $W_x$ )は以下のように定式化できる可能性がある。今後さらに観察例を増やし、本モデルの妥当性を検証する必要がある。

$$W_x = D + P + Ix \quad (1)$$

$W_x$ : 適切な非言語的表出を決定する変数

$D$ : 社会的距離

$P$ : 行為の受け手の行為者に対する力

$I_x$ : 行為(x)が相手に与える負荷

## 文 献

- [1] 岡本 真一郎 言語表現の状況的使い分けに関する社会心理学的研究 風間書房 (2000)
- [2] Brown, P., Levinson, C. S.: Politeness, Cambridge University Press (1987)

## 第3章 自己と他者の両者を表現するモノ：伝達メディア

### 3-1 謝罪場面における伝達メディアの適切さ

伝達メディアは、送り手の意思・意図を伝達するための道具（モノ）であり、手段である。送り手にとっては、自分自身を表現するための道具である。逆に、受け手にとっては、物理的に離れたところにいる相手の存在を近くを感じるための道具であることもある。その意味で、受け手にとっては、伝達メディアが送り主（＝受け手にとっての他者）を表現する場合もある。また、伝達メディアそのものが、受信者にとっては送信者の意図を読み取る手がかりともなりうる。このように受信者の立場に立てば、伝達メディアについて送信者をイメージするモノとして考えることもできる。したがって、伝達メディアは、自己および他者の両者を表現しうるものといえる。

近年の多様な伝達メディアの急速な発達・普及により、われわれのコミュニケーション形態も変化している。伝達内容や相手によって伝達メディアを使い分けて、他者とコミュニケーションしている。状況（伝達内容や相手）に応じて、どのように伝達メディアを使い分けるかは、社会的慣習に基づき暗黙裡に規範化されている。そして、新たな伝達メディアの普及により、この社会的慣習は変化しつつあるのが現状である。

以上から、本節では、企業内で起こりうる謝罪場面を想定し、謝罪時に使用する場合の各種伝達メディアのイメージを、送信者（謝罪者）の立場と受信者（被謝罪者）の両方の視点から検討する。イメージ評価に際しては、各伝達メディアの使用が、当該場面において適切であるかという観点を採用する。また、謝罪内容の申し訳なさの程度、および、送信者と受信者の職階の差異を考慮した検討を行う。

キーワード：伝達メディア、適切さ、謝罪

## 1. 問題と目的

平成 18 年版情報通信白書によれば、2005 年度末には携帯電話の加入者数は 9,000 万を超えており、企業内情報通信網は約 9 割の企業（従業者数 100 人以上）で導入されている[1]。これらのコミュニケーション・ツールの普及・浸透に伴い、われわれのコミュニケーション形態は大きく変化しつつある。

しかし、その使用に関する規範は、必ずしも所与のものではなく、これらの新しい道具の普及に伴い、徐々に形成されていくところが大きいと考えられる。実際、企業での E メール導入が、上司と部下のコミュニケーションを阻害していること、その背景には上司と部下の間で E メール使用に関する意識の違いが存在することをとりあげる雑誌記事もあった[2]。例えば、部下が欠勤の連絡を当日に E メールで上司に伝えてくること、仕事上のミスの報告や謝罪を E メールで上司に伝えてくることなどが、上司の視点から問題視されている。

そこで本研究では、モノに対するイメージに関わる研究の一環として、様々なコミュニケーション手段（伝達メディア）の適切さ評価を比較検討する。具体的には、会社内での謝罪場面における伝達メディア使用について社会人がもつイメージを検討する。イメージ分析の観点としては、謝罪する側（送信側）および謝罪される側（受信側）の立場からみた、各伝達メディア使用の適切さをとりあげる。また、適切さ評価を左右する要因としては、コミュニケーションを行う二者間の地位関係および事態の申し訳なさの程度の効果に着目する。そして、これらの条件間で、6 種類の伝達メディア、すなわち、対面、電話（携帯・固定を指定せず）、パソコンのメール（以下、PC メール）、携帯電話のメール（以下、携帯メール）、人づて、文書、による謝罪伝達の適切さを比較する。この際、適切さを判断する理由についても検討し、謝罪に用いられる伝達メディアのイメージを明確にする。

伝達メディアの普及に伴い、主に認知科学の領域で、伝達メディアの物理的特徴やメディア・コミュニケーションの特徴の整理が行われている[3-5]。これらの特徴は、例えば、空間的・時間的制約やコミュニケーション・チャネルの制限、即時性、記録性などといった観点から記述されており、各特徴を踏まえて、コミュニケーションの目的に応じた適切な伝達メディアを選択すべきだという主張がなされている[6]。

また、伝達メディア使用に関する研究は、携帯電話・メールに関するものを中心に情報行動論、社会心理学などの領域でも多数なされている[7]。これらでは、伝達メディアの利用実態、利用の社会的・心理的影響をとらえることに焦点がある[8-10]。しかし、利用形態の実態調査に基づく結果は、様々な社会的変数の影響を大きく受けたものであり、規範意識を明らかにするには、必ずしも適切とはいえない。そんな中、伝達メディアと伝達内容の適合性に注目した研究がある[11]。ある内容を伝えるのに適切なメディアが存在するという考え方は本研究と同様である。

筆者らは、伝達内容および伝達相手の組合せによるメディアの使い分けのされ方から伝達メディアのイメージの分析を行った[12]。つまり、伝達メディアの利用実態調査ではなく、伝達メディアの使い分けを状況設定に基づいてたずねることにより、伝達メディアのイメージを捉えることを試みた。結果からは、内容や相手によって対面以外の伝達メディアが積極的に選択される可能性が示された。しかし、取り上げられた各伝達内容の具体的中身が統制されていないため、結果の解釈には曖昧さが残る。そこで、本研究では、特定の伝達内容に関して具体的な中身を限定して、掘り下げた検討を行うこととした。

この際、伝達内容として謝罪を選定した。これは、先述の雑誌記事でも、「仕事のミスを報告・謝罪するときに、電子メールで送ってくる」部下がいることを問題に思っている上司が多いことが指摘されていることによる[2]。具体的な謝罪の中身については、後述の予備調査に基づき選定した。謝罪に関する研究では、謝罪に含まれる要素や謝罪の対人的効果に主な焦点がある[13-14]。伝達メディアに関する研究としては、メールの謝罪文での顔文字使用の効果を検討したものがある[15]。しかし、謝罪時に使用される伝達メディアに注目した検討はなされていない。

また、コミュニケーション時の非言語的な特徴を検討する中で、題材に謝罪を扱った研究もある。小森（2004）は、(a) 社会的距離（内集団と外集団）、(b) 受け手の行為者に対する力（社会的勢力・地位関係）、(c) 行為が相手にかかる負荷、の3つの社会的文脈が加算的に非言語表出に影響することを示した[16]。これらの3要因は Brown & Levinson（1987）のポライトネス理論を援用したものである[17]。

本研究でも小森（2004）の取り上げた3つの要因に配慮して実験を計画した。まず、受け手の行為者に対する力（社会的勢力・地位関係）については、コミュニケーションを執り行う二者間の地位関係を小森（2004）に従い3水準設定する。行為が相手にかかる負荷については、お詫びする事象に対して感じる申し訳なさの程度が異なる状況を用意し、状況間の比較検討を行う。ただし、社会的距離（内集団と外集団）については、実験計画が煩雑になるのを避けるため、同じ会社の同じ部署内（内集団）でのやり取りに限定した。

ところで、コミュニケーションにおいては、メッセージの送り手がある以上、受け手がある。受信者の立場から、伝達メディアの意味を考えることも重要である。これは、送信側に選択された伝達メディアそのものが、受信側にとっては相手の真意を読み取る手がかりともなりうるからである。送信側は、伝達内容と相手に合わせて伝達メディアを選択する。裏を返せば、伝達手段としてある媒体を選択すること自体が、伝達内容の重要性や価値などを暗に示唆するとも考えられるのである。

また、広くコミュニケーションに関する研究を概観すると、メッセージを伝える側（送信側）と受

け取る側（受信側）の伝達意図やコミュニケーション規則の認識が、相互に異なる可能性がある[18]。したがって、送信側と受信側の規範意識の違いも検討対象とした。

## 2. 方法

**被験者：**大学事務職員 33 名であった（男 12 名，女 21 名；24 歳未満 2 名，25-34 歳 26 名，35-44 歳 4 名，45-54 歳 1 名；社会人としての勤務経験年数は平均 8.7 年で範囲は 2-23 年）。被験者のうち役職者は，課長 1 名，係長 3 名であった。ただし，平職員は上司と同じ室内で職務にあたっており，上司の仕事内容には一定の知識があると考えられる。全ての被験者は無報酬で実験に参加した。

**調査内容：**職場内で謝罪をするという内容の仮想場面を提示し，その場面での伝達メディア使用の適切さなどを評定させた。仮想場面の設定および具体的な質問項目は以下のとおりであった。

(1)**登場人物の設定：**入社 7 年目の平社員が，同じ会社の同じ部署の新入平社員，同期平社員，部長のいずれかに謝罪するという設定をした。したがって，3 種類の職場内地位関係が実験条件となる。被験者は全ての組合せについて回答した。

(2)**謝罪内容：**事前調査に基づき，謝罪の内容（会合出席予定のキャンセル／仕事のミス）と申し訳なさの程度（高低）の異なる 4 種類の謝罪場面を選定した。具体的には，懇親会（飲み会）出席予定のキャンセル（申し訳なさ低。以下，「懇親会」と表記），取引先接待への出席予定のキャンセル（申し訳なさ高。以下，「接待」と表記），会議室の予約忘れ（申し訳なさ低。以下，「予約忘れ」と表記），取引先への納品ミスへの対応で迷惑をかけた（申し訳なさ高。以下，「納品ミス」と表記）の 4 種類ある。前二者が，会合出席予定キャンセルであり，後者二つが仕事のミスに関する内容で，いずれも取引先の会社が絡む事象のほうが，申し訳なさの程度が高いと想定された。

(3)**伝達メディア：**謝罪時に使用する伝達メディアとして，対面，電話，人づて，PC メール，携帯メール，文書の 6 種類を取り上げた（表 1 参照）。被験者は，各場面の各人物設定について，全 6 種類の伝達メディア使用の適切さを評価した。

表 1. 伝達メディアの種類

本文中表記	送信側実験での提示文	受信側実験での提示文
対面	直接会って話す	直接会って話をされた
電話	電話で伝える	電話で伝えられた
人づて	人づてに伝える	人づてに伝えられた
PCメール	会社のパソコンにメールを送る	会社のパソコンにメールが送られてきた
携帯メール	携帯にメールを送る	携帯にメールが送られてきた
文書	文書を書いて送る	文書を書いて送られてきた



#### (4)質問内容：

謝罪内容の申し訳なさ：まず、各謝罪内容について申し訳ないと思う程度を、「0＝全然申し訳なくない」から「10＝最高に申し訳ない」を両極として、10 点満点（0.1 間隔で採点）で評価するように求めた。質問紙のこの部分では、謝罪相手は限定せず、謝罪する必要がある状況に対しての申し訳なさをたずねた。

伝達メディアの適切さ：各場面で謝罪する際に用いる伝達メディアの適切さを「0＝全く適切ではない」から「10＝全く適切である」を両極として、それぞれ 10 点満点（0.1 間隔で採点）で評価するよう依頼した（図 1 参照）。適切さ評価は、送信者の立場と受信者の立場から求めた。また、いずれの場合も、適切さ判断の際に最も重視した理由を選択肢から一つ選択させた。適切さ判断の選択肢は、正確さ、速さ、礼儀正しさ、気持ち、緊張、邪魔、手間、記録性、その他（自由記述）について用意した。受信側からの評価の場合のみこれらに、対応性という選択肢を追加した（表 2 参照）。伝達メディア特性やイメージに関する先行研究を参考にこれらを選定した [3-5, 19-20]。

表 2. 適切さの判断理由

本文中表記	送信側実験での提示文	受信側実験での提示文
速さ	速く伝わる／伝わるのが遅い	(同左)
正確さ	正確に伝わる／誤解が生じる	(同左)
礼儀	礼儀正しい／礼儀正しくない	(同左)
気持ち	気持ちが伝わる／気持ちがこもっていない	(同左)
緊張	緊張しない／緊張する	お詫びするのに緊張しない／緊張する
邪魔	相手の邪魔をしない／相手の邪魔である	自分の仕事の邪魔にならない／邪魔である
手間	手間がかからない／手間がかかる	お詫びするのに手間がかからない／手間がかかる
記録性	記録に残る／記録に残らない	(同左)
対応性	—	考えて相手に対応できる／その場で対応ができない
その他	その他(具体的に)	(同左)

手続き：参加者には、回答に先立って実験の主旨について十分な説明を行い、これに同意した場合にのみ回答すればよいとの教示を行った。実験は、2つのセッションに分かれていた。第1セッションでは、各謝罪状況で感じる申し訳なさの程度と、謝罪の発信者の立場から各伝達メディアに対する適切さ評価実験を行った。所要時間は 20～40 分であった。そして、その翌日から 1 週間以内に（職務の都合などにより、間隔が異なる）、第2セッションとして、受信者の立場からの適切さ評価実験を行

った。所要時間は15～25分であった。全ての実験は、被験者の職務時間中に職場内において1～3名程度の小集団で行われた。実施時期は、2006年6月上旬であった。本実験計画の概略を図1に示した。

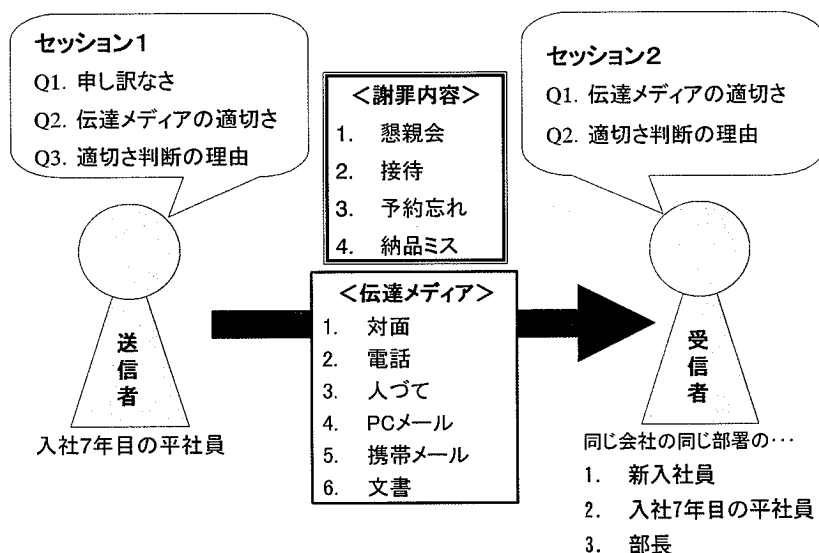


図1. 実験計画の概略図

### 3. 結果

#### 3.1. 分析方針

本研究では、まず、(a)二者間の地位関係の違いと、(b)送信側と受信側の視点の違いを考慮して、謝罪場面における各伝達メディア使用の適切さを検討することが目的である。この際、申し訳なさの程度に応じて使用する伝達メディアの適切さ評価が異なると考えられる。例えば、申し訳なさの程度が高い状況では、対面以外の伝達メディアが許容されにくい傾向が特に高いことが考えられる。そこで、本研究では、申し訳なさが相対的に低い状況と高い状況を抽出して(3.2.節)、検討を進めることとした。すなわち、申し訳なさが低い状況と高い状況ごとに、送受信の立場および謝罪相手との関係による伝達メディアの適切さ評価の差異を検討する(3.3.節)。

第二に、謝罪状況における伝達メディア使用についての全体的イメージを、伝達メディアの適切さ評価の理由との関連からみる。このために、適切さ評価が低い場合と高い場合のそれぞれについて、送受信の立場ごとに、各伝達メディアと評価理由の関連を示す。そして、送受信の立場で、伝達メディアの評価の仕方に相違があるのかを検討する(3.4.節)。

### 3.2. 申し訳なさ得点の謝罪内容間比較

4種類の状況そのものについての申し訳なさ得点の平均および標準偏差を算出した(表3)。謝罪内容間で、申し訳なさの程度の差異を1要因分散分析により検討したところ、謝罪内容の効果は有意であった( $F(3, 93)=29.18, p<.001$ )。Tukey法による多重比較の結果、「納品ミス」は、「予約忘れ」、「接待」、「懇親会」に比べて有意に得点が高く、「予約忘れ」、「接待」は、「懇親会」に比べて有意に得点が高かった( $HSD=1.16, p<.01$ )。謝罪内容によって申し訳なさの程度は異なり、少なくとも今回とりあげた4つの内容の中では、対外的な仕事のミスが最も申し訳なさが高いこと、内輪の会合出席キャンセルが申し訳なさの程度が低いことがわかった。

表3. 申し訳なさ得点の平均(SD)

謝罪場面	平均	(SD)
懇親会	5.89 <sup>a</sup>	(1.72)
接待	7.98 <sup>b</sup>	(1.73)
予約忘れ	8.02 <sup>b</sup>	(1.73)
納品ミス	9.16 <sup>c</sup>	(1.03)

注1) N=32, SDは標準偏差。

注2) 異なるアルファベットの平均値間には有意差がみられた。

### 3.3. 伝達メディアの適切さ得点の比較

謝罪相手との関係および送受信の立場による伝達メディアの適切さ評価の差異を検討するために、謝罪相手(3)×送受信(2)×伝達メディア(6)の3要因分散分析を行った。前述のように、申し訳なさの程度が高い場合とそれほど高くない場合では、伝達メディアの適切さ評価が変化することが予想される。このため本研究では、申し訳なさの程度が低い「懇親会」と高い「納品ミス」の各状況に着目し、状況ごとに分析した。各状況での適切さ得点は、それぞれ図2、図3に示した。

#### 3.3.1. 「懇親会」における伝達メディアの適切さの検討

「懇親会」については、謝罪相手の主効果、送受信の主効果(送信側<受信側)、伝達メディアの主効果が有意であった。さらに、2要因・3要因の交互作用項を検討すると、謝罪相手と伝達メディアの交互作用が有意であった(順に、 $F(2, 62)=29.45, p<.001$ ;  $F(1, 31)=6.90, p<.05$ ;  $F(5, 155)=68.61, p<.001$ ;  $F(10, 310)=16.03, p<.001$ )。

そこで、謝罪相手と伝達メディアの交互作用について単純主効果の検定(2要因の交互作用が有意な場合に行う下位検定で、一方の要因の水準ごとに他方の要因の効果を検定するもの)を行った。そ

の結果、対面、電話、人づて、PCメール、携帯メールにおいて、謝罪相手の効果が有意であった（順に、 $F(2, 372)=5.87, 7.71, 25.94, 24.41, 51.88, p<.01$ ）。また、いずれの謝罪相手に関しても、伝達メディアの効果が1%水準で有意であった（新人・同期・部長の順に、 $F(5, 465)=43.07, 52.35, 73.92$ ）。これらについて、Tukey法による多重比較の結果を表4に示した。以下、特筆すべき部分のみ述べる。まず、対面のみが、部長への謝罪の場合に、新人・同期への謝罪の場合に比べて、適切さ得点が有意に高い。部長への謝罪の場合に注目すると、対面は他の伝達メディアに比べて、有意に適切さ得点が高い。これに対して、同期や新人への謝罪については、電話やPCメールも対面と同様に適切な伝達メディアと評価された。よって、「懇親会」場面では、部長への謝罪には、同期や新人への謝罪の場合に比べて、対面が際立って最適な謝罪メディアであるという認識がみてとれる。そして、新人や同期への謝罪には、電話やPCメールが対面と同様に許容されうるといえる。

また、文書と人づては、いずれの対象への謝罪の場合も、適切さ評価が低い。しかし、謝罪相手を考慮すると、人づては部長に対して著しく評価が低いのに対し、文書は謝罪相手によって適切さ評価に差があるとはいえない。したがって、いずれも謝罪場面では許容されにくい、その判断理由は異なることが考えられる。少なくとも、懇親会の場面では、文書の適切さは謝罪相手との地位の違いに影響されるとはいえない。

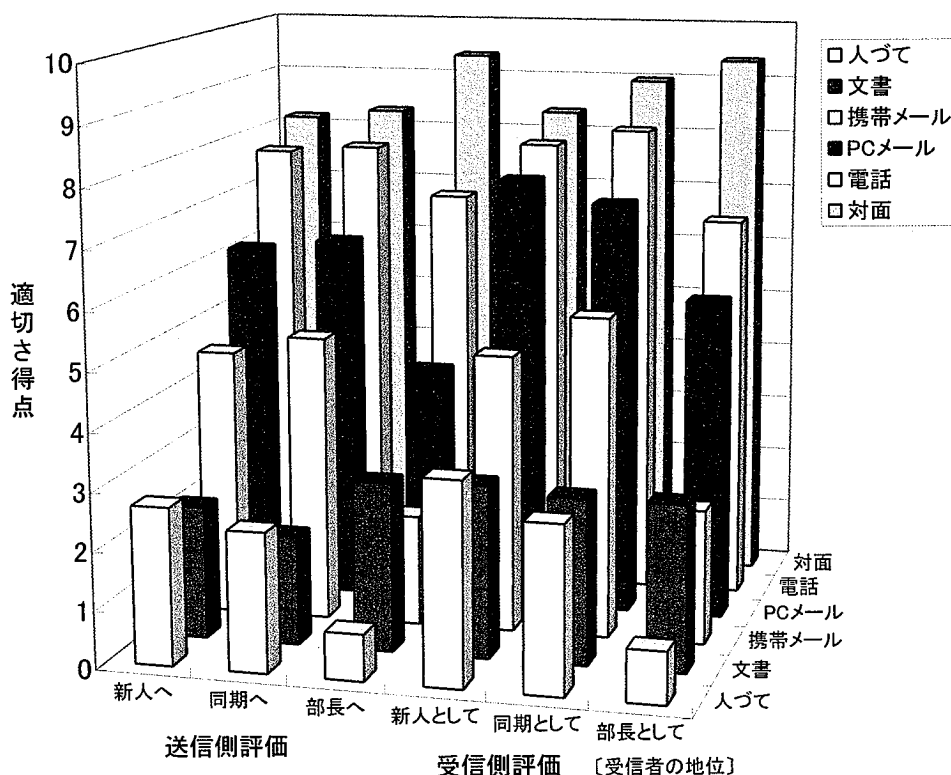


図2. 「懇親会」における伝達メディアの適切さ得点

なお、送受信の主効果について、全体として、送信側よりも受信側のほうが適切さ得点が高かった。これは謝罪という行為そのものが受信者側に及ぼす効果ではないかと考えられる。

表4. 「懇親会」における伝達メディアの適切さ得点についての下位検定の結果

＜謝罪相手と伝達メディアの交互作用について＞	
各伝達メディアにおける謝罪相手の効果	
対面:	部長＞新人・同期
電話:	新人・同期＞部長
人づて:	新人・同期＞部長
PCメール:	新人・同期＞部長
携帯メール:	新人・同期＞部長
文書:	n. s.
各謝罪相手における伝達メディア評価の伝達メディア間比較	
新人への謝罪:	対面・電話・PCメール＞携帯メール＞人づて・文書
同期への謝罪:	対面・電話・PCメール＞携帯メール＞人づて・文書
部長への謝罪:	対面＞電話＞PCメール＞文書・携帯メール・人づて

注) 不等号は5%水準で有意差があることを示す。

### 3.3.2. 「納品ミス」における伝達メディアの適切さの検討

「納品ミス」については、謝罪相手の主効果、送受信の主効果、伝達メディアの主効果が有意であった。さらに、2要因・3要因の交互作用項を検討すると、謝罪相手と伝達メディアの交互作用、送受信と伝達メディアの交互作用が有意であった（順に、 $F(2, 62)=22.02$ ,  $p<.001$ ;  $F(1, 31)=18.79$ ,  $p<.001$ ;  $F(5, 155)=118.69$ ,  $p<.001$ ;  $F(10, 310)=15.75$ ,  $p<.001$ ;  $F(5, 155)=4.08$ ,  $p<.01$ ）。

そこで、謝罪相手と伝達メディアの交互作用について単純主効果の検定を行ったところ、電話、PCメール、携帯メール、文書において、謝罪相手の効果が1%水準で有意であった（順に、 $F(2, 372)=37.68$ , 28.37, 28.58, 7.60）。また、いずれの謝罪相手に関しても、伝達メディアの効果が1%水準で有意であった（新人・同期・部長の順に、 $F(5, 465)=92.80$ , 95.08, 107.27）。

同様に、送受信と伝達メディアの交互作用について単純主効果の検定を行った。その結果、電話、PCメール、携帯メール、文書において、受信側の適切さ評価が送信側よりも高く、送受信の効果が有意であった（順に、 $F(1, 186)=22.02$ ,  $p<.01$ ;  $F(1, 186)=18.69$ ,  $p<.01$ ;  $F(1, 186)=5.58$ ,  $p<.05$ ;  $F(1, 186)=5.75$ ,  $p<.05$ ）。また、送受信側ともに伝達メディアの効果が1%水準で有意であった（送受信順に、 $F(5, 310)=80.60$ , 79.58）。

これらについて、Tukey法による多重比較の結果を表5に示した。特筆すべき結果について、以下に

述べる。

まず、謝罪相手との関連で結果をみる。いずれの謝罪相手に対しても、送受信どちら側からの評価についても、対面の適切さ評価が最も高い。これに対して、人づてにはいずれの場合にも著しく評価が低い。つまり、「懇親会」場面に比べて、適切さの両極に近い評価を受ける伝達メディアの適・不適は、より極端に現れた。

また、適切さ評価が最も高い対面と最も低い人づて以外の伝達メディアについては、謝罪相手との地位関係により評価が左右され、いずれも新人・同期への謝罪の場合と部長への謝罪の場合に差がみられる。しかし、差の方向が、文書の場合のみ、他の伝達メディアとは異なる。つまり、文書のみ、部長への謝罪の場合に、新人や同期への謝罪の場合よりも適切であると評価された。文書が、形式的な伝達メディアであるため、「納品ミス」場面での上位者に対する謝罪のために使用する条件の評価が高くなるものと考えられる。

同様に、送受信の立場の違いとの関連で結果をみると、適切さ評価が最も高い対面と、最も低い人づて以外については、受信側に比べて送信側のほうが適切さの評価が低かった。よって、概して送信側に比べて受信側の方が伝達メディアに対する許容度が高いといえる。これは、「懇親会」場面でもみられた結果であり、同様に、謝罪という行為そのものが緩和効果を持つことによると考えられる。

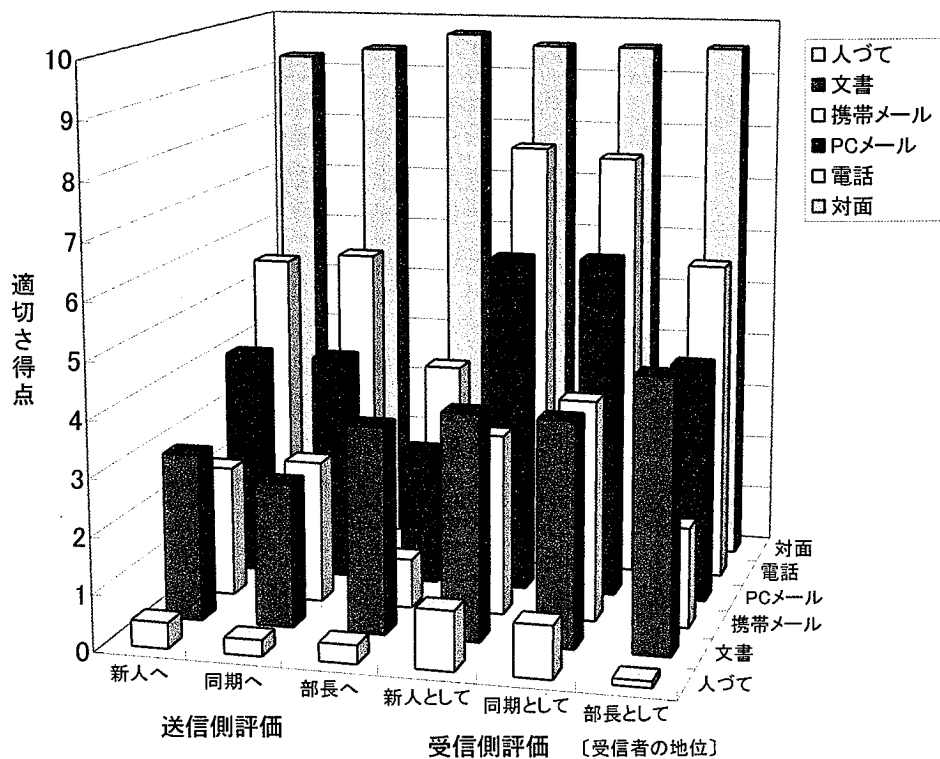


図3. 「納品ミス」における伝達メディアの適切さ得点

なお、対面と人づてでは、地位関係および送受信の立場の条件差がみられなかったのは、天井効果・床面効果ではないかと考えられる。

表5. 「納品ミス」における伝達メディアの適切さ得点についての下位検定の結果

<謝罪相手と伝達メディアの交互作用について>

各伝達メディアにおける謝罪相手の効果の検討

対面:	n. s.
電話:	新人・同期>部長
人づて:	n. s.
PC メール:	新人・同期>部長
携帯メール:	新人・同期>部長
文書:	部長>新人・同期

各謝罪相手における伝達メディア評価の伝達メディア間比較

新人への謝罪:	対面>電話>PC メール>文書・携帯メール>人づて
同期への謝罪:	対面>電話>PC メール>文書・携帯メール>人づて
部長への謝罪:	対面>電話・文書・PC メール>携帯メール・人づて 電話>PC メール

<送受信と伝達メディアの交互作用について>

各伝達メディアにおける送受信の効果

対面:	n. s.
電話:	受信側評価>送信側評価
人づて:	n. s.
PC メール:	受信側評価>送信側評価
携帯メール:	受信側評価>送信側評価
文書:	受信側評価>送信側評価

各評価視点における伝達メディア評価の伝達メディア間比較

送信側評価:	対面>電話>PC メール・文書・携帯メール>人づて PC メール>携帯メール
受信側評価:	対面>電話>PC メール>文書・携帯メール>人づて

注) 不等号は5%水準で有意差があることを示す。

### 3.4. 全体を通じた伝達メディアのイメージの検討

次に、謝罪状況における伝達メディア使用のイメージを、伝達メディアの適切さ評価の理由との関連からみる。すなわち、使用される伝達メディアには長所と短所があり、これらを明らかにするために、適切さ評価の高い場合と低い場合の分析を行った。具体的には、伝達メディア、謝罪内容および謝罪相手の要因を込みにして、送受信の立場ごとに、全データの適切さ得点の分布に基づき 25 パーセント以下、もしくは、75 パーセント以上を閾値に回答を抽出し、それぞれ適切さ低群、高群とした。そして送受信各側の高低群ごとに、伝達メディアの種類と適切さ判断の理由についてクロス

集計し（表6，表7），対応分析を行った。この際，対応分析の対象データは，各クロス集計結果において，総度数の1%以上の周辺度数をもつ行列のみとした（表6，表7における破線で囲まれた領域）。

表6. 適切さ低群のクロス集計結果（送信側/受信側別）

	送信側評価							受信側評価						
	対面	電話	PC メール	携帯 メール	文書	人づて	計	対面	電話	PC メール	携帯 メール	文書	人づて	計
速さ(伝わるのが遅い)	0	0	6	5	14	4	29	0	0	3	4	25	6	38
正確さ(誤解が生じる)	0	0	4	4	3	36	47	0	1	0	3	0	27	31
礼儀正しさ(礼儀正しくない)	0	26	45	87	28	129	315	0	8	16	79	11	123	237
気持ち(気持ちがこもっていない)	0	10	17	23	21	54	125	0	1	5	19	11	59	95
邪魔(受信側の邪魔である)	0	0	0	5	2	0	7	0	0	0	7	1	0	8
手間(送信側の手間がかかる)	4	0	1	3	52	0	60	0	0	1	0	49	0	50
緊張(緊張する)	0	0	0	3	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0
記録性(記録に残らない)	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
対応性(その場で対応ができない)	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	2	0	2
その他	0	8	0	9	4	1	22	0	0	0	1	0	0	1
計	4	44	73	139	126	225	611	0	10	25	113	99	215	462

注1) 破線で囲まれた領域は対応分析に用いたデータ。

注2) 下線の数字は，懇親会状況で新入社員または同期社員に謝罪するという条件での回答。したがって，「記録に残らない」というよりも「記録に残る」が不適切と評価したと考えられる。

表7. 適切さ高群のクロス集計結果（送信側/受信側別）

	送信側評価							受信側評価						
	対面	電話	PC メール	携帯 メール	文書	人づて	計	対面	電話	PC メール	携帯 メール	文書	人づて	計
速さ(速く伝わる)	49	84	8	6	0	0	147	38	60	6	3	0	0	107
正確さ(正確に伝わる)	56	17	13	0	0	0	86	38	12	9	1	2	0	62
礼儀正しさ(礼儀正しい)	61	10	1	0	10	0	82	62	12	2	0	7	0	83
気持ち(気持ちが伝わる)	122	46	0	0	0	0	168	124	20	0	0	0	0	144
邪魔(受信側の邪魔をしない)	1	0	13	4	2	0	20	0	0	6	1	0	0	7
手間(送信側の手間がかからない)	2	4	4	2	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0
記録性(記録に残る)	0	0	8	1	10	0	19	0	0	1	0	1	0	2
緊張(緊張しない)	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
対応性(考えて相手に対応できる)	—	—	—	—	—	—	—	2	0	0	0	0	0	2
その他	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0
計	291	161	47	13	23	2	537	264	104	24	5	10	0	407

注1) 破線で囲まれた領域は対応分析に用いたデータ。

### 3.4.1. 適切さ低群における適切さ評価理由

クロス集計の結果をみると（表6），対面は送信側，受信側のいずれも，抽出数がほとんどなく，対面は適切ではないという判断がなされにくい伝達メディアであることがわかる。他方，人づての出現頻度は多数であり，不適切な伝達メディアと判断されやすいことがわかる。

適切さ評価が低い場合に，その判断理由として最も多くあげられたのは，礼儀正しくないことであ



る。そして、礼儀正しくないと評価を受ける伝達メディアは、人づてと携帯メールであり、逆に、礼儀正しくないことは、これらのメディアに特徴的な判断理由でもある。この他、人づてには、誤解が生じる、気持ちがこもっていない、という欠点がある。文書は伝わるのが遅いこと、手間がかかることが欠点である。これらは、送信側・受信側に共通している。

次に、これらのデータについて対応分析を行い、各伝達メディアの特徴を2次元平面上に布置した。図4は送信側の適切さ低群に関する対応分析の結果である。対面の列、および、緊張、記録性の行については、周辺度数が少なかったため、分析から除外した。また、その他の行については、具体的な記述内容にばらつきがあるため、分析対象外とした。

PCメール、携帯メール、電話は礼儀正しくないと、謝罪には不適切なメディアと評価されることが示された。また、PCメールは気持ちが伝わらないということも不適切と判断される理由のひとつといえる。人づては気持ちが伝わらないこと、誤解が生じること（正確に伝わらないこと）、失礼であることが問題点とみなされている。文書は伝わるのが遅いため、手間がかかるために不適切だと判断されることが多かった。

図5は受信側低群の結果である。対面の列、および、緊張、記録性、対応性、その他の行については、周辺度数が少なかったため分析対象外とした。文書は、手間がかかる、伝わるのが遅いという点で不適切といえる。電話や携帯メール、PCメールは礼儀正しくないことが不適切さの判断理由として有力である。さらに、同じメールでも、PCメールは気持ちを伝えにくい点でも不適切と評価されがちな点が、携帯メールとは異なる。また、人づては気持ちが伝わらない、正確に伝わらない、失礼であ

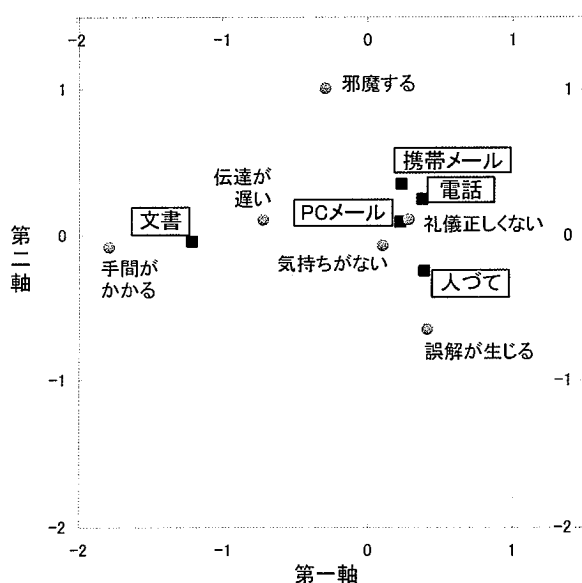


図4. 送信側の適切さ低群の対応分析結果

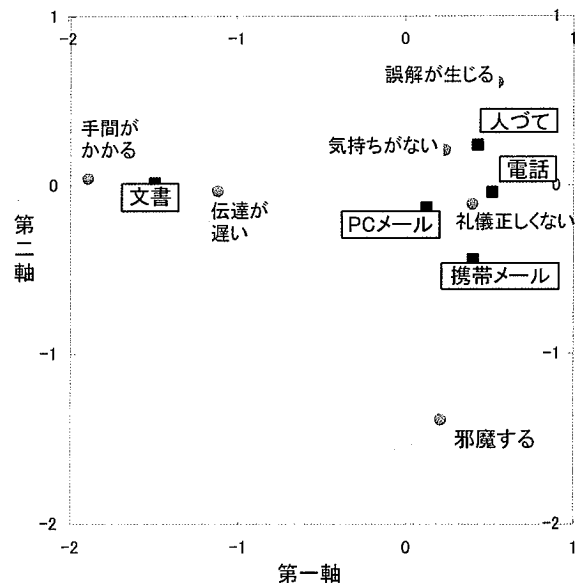


図5. 受信側の適切さ低群の対応分析結果

るために、不適切だと評価されることがわかる。

適切さ評価が低い場合について、受信側の結果は送信側の結果とよく対応している。受信側の分析結果である図5を上下反転すると、送信側の結果である図4とほぼ重なることがわかる。したがって、適切さ評価が低い場合には、つまり、各伝達メディアの短所の認識には、送信側と受信側であまり差がないといえる。

### 3.4.2. 適切さ高群における適切さ評価理由

クロス集計の結果をみると（表7）、人づては送信側、受信側のいずれも、抽出数がほとんどなく、人づては適切だという判断がほとんどなされない伝達メディアであることがわかる。他方、対面、次いで、電話の出現頻度が高く、これらが適切なメディアと判断されていることがみてとれる。

適切さ評価が高い場合には、気持ちが伝わるということがその評価理由として多くあげられた。次いで多くあげられたのは、速く伝わるという理由である。これは、先の適切さ評価が低い場合の判断基準とは異なる。

そして、気持ちが伝わるという評価が多いのは対面であり、速く伝わるという評価が高いのは電話である。対面は、正確で、礼儀正しいのも特徴である。また、送信側からは、文書は記録に残ることが利点であるが、受信側からは、その評価がほとんどないことがわかる。

次に、3.3.1節と同様に、これらのデータについて対応分析を行い、各伝達メディアの特徴を2次元平面上に布置した。図6には送信側の適切さ高群に関する対応分析の結果を示す。人づての列、および、緊張、その他の行については、周辺度数が少なかったため分析対象外とした。図6から、対面は最も礼儀正しく、気持ちが伝わる伝達メディアといえる。また、対面と電話は同じくらい正確さの評価が高い。電話は速さについての評価が高い。メールでは、携帯メールとPCメールの違いは、手間がかからないのは携帯メールであり、どちらかといえば受信者の邪魔にならないのがPCメールといえる。文書は記録性の点で評価される伝達メディアである。

図7は、受信側の高群についての結果である。人づての列、および、緊張、手間、記録性、対応性、その他の行については、周辺度数が少なかったため分析対象外とした。対面は礼儀正しさ、気持ちが伝わること、正確に伝わることについての評価が高いといえる。文書は、対面に次いで、礼儀正しさの点で評価が高い伝達メディアといえる。電話は速さの点で評価が高いといえる。携帯メール、PCメールともいずれの理由からも遠いが、どちらかといえば、携帯メールは速さと正確さの点でPCメールよりも評価が高く、PCメールは受信者の邪魔にならない点で評価される。

なお、適切さ評価が高い場合については、送信側の結果と受信側の結果は、必ずしも対称的とはい

えない。つまり、送信者側が多少とも考慮する、記録性や手間がかからない手段かという観点で、受信側からは考慮されない。図6にみるとおり、記録に残るという点は文書に特徴的である。表7では出現度数が少ないが、送信側からは、文書は礼儀だけでなく、記録に残るかどうかという点も利点と考えられることがわかる。

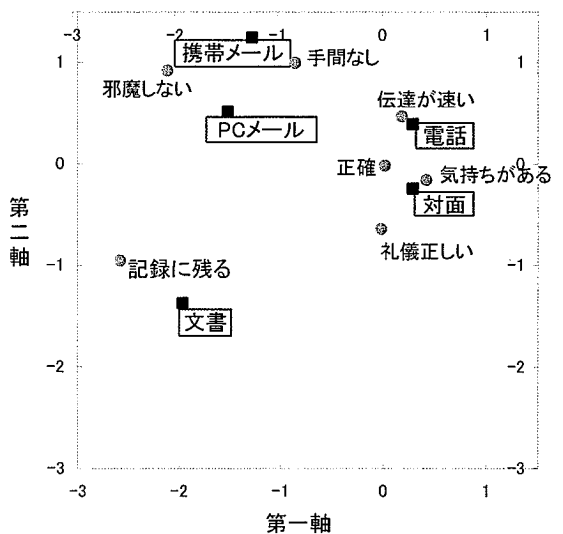


図6. 送信側の適切さ高群の対応分析結果

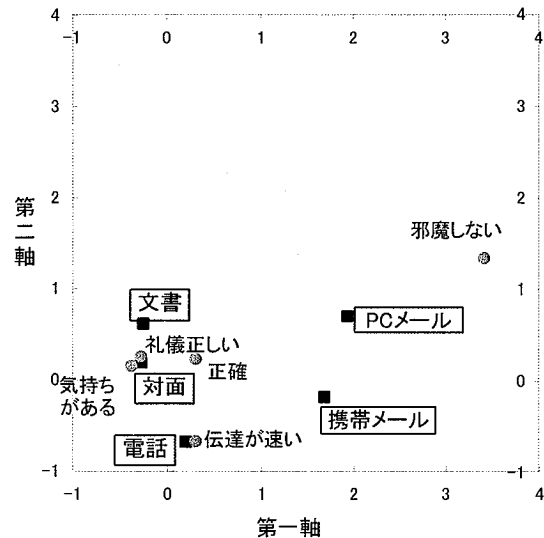


図7. 受信側の適切さ高群の対応分析結果

#### 4. 考察

本研究では謝罪場面での各種伝達メディアの適切さについて検討してきた。この際、事態の重大さを反映していると考えられる、申し訳なさの程度の違いや、謝罪する人と謝罪される人との地位関係、送信者と受信者の立場を考慮した。

その結果、適切さ判断において優勢な伝達メディアは、いずれの立場からも対面、電話、PCメールという順であった。送信者の非言語的なメッセージについてより直接的な手がかりの多い伝達メディアが望ましいといえる。

また、申し訳なさの程度は、謝罪時の伝達メディアの適切さを左右するひとつの重要な要因であることが確認できた。申し訳なさの程度が高い場合は低い場合に比べて、送受信側に共通して適切な伝達メディア（対面）、不適切な伝達メディア（人づて）がより明確に現れることがみてとれた。事態が深刻なほど、使用される伝達メディアが制限されてくるといえる。

加えて、申し訳なさが高い場合のほうが、文書に対する評価が全体に高い傾向がみてとれ、とくに

高地位者への謝罪である場合のほうが、新人や同期に対してよりも文書を使用することへの評価が高くなることがわかった。この傾向は、申し訳なさが低い状況ではみられなかった。したがって、文書の適切さ評価でも、謝罪相手との地位関係がより極端な方向に現れたといえる。受信者への負荷が高い状況（申し訳なさの高い状況）においては、形式ばっていることが礼儀正しいという評価に結びつく可能性が高いことによると考えられる。また、適切さの判断理由についても文書は、他の伝達メディアとは異なる特徴がみられた。つまり、文書は、送受信の視点の違いにより、重視される適切さ評価の理由が異なっていた。他の伝達メディアについては評価観点が比較的一貫していることを考えると、この点で文書は高度な使い分けが必要な伝達メディアといえる。

さらに、一連の分析結果からは、謝罪において最も適切な、もしくは、最も不適切なメディアを判断する場合に、重視される基準は、礼儀正しさを逸することなく、気持ちを正しく伝え、さらに可能ならば、速く、正確に伝えることができるかという点であることがわかった。これら以外の判断基準は、謝罪場面でのメディアを選択する場合には副次的な要素と考えられる。

本研究では、適切さという観点から、伝達メディアの評価を試みた。結果としては、既述のように、対面が優勢であったが、伝達メディアの使い分けという観点からは、対面でのやり取りが制限されている状況で、どのような代替手段を考えればよいのかという点で示唆に富む結果であるといえよう。

最後に、コミュニケーションに関わる認知の送信側と受信側での対称性については、伝達メディアの適切さ評価、および、その判断理由には、送信側と受信の間で一部ズレがみられた。具体的には、適切さ評価という点では、概して受信側は送信側に比べて各メディアの使用について肯定的であり、適切さ評価の理由については、文書において送受信で差異がみられた。しかし、このズレが生じる理由は本研究からは明らかではない。ズレが生じるメカニズムを明らかにするためには今後更なる研究が必要である。

## 5. 参考文献

- 1) 総務省（編）：平成 18 年度版情報通信白書，  
<http://www.johotsusintokei.soumu.go.jp/whitepaper/ja/h18/>，2006
- 2) 田中義厚：E メールが生んだ「職場の泣き笑い人間学」，プレジデント，37(4)，86-89，1999
- 3) 宮田加久子：電子メディア社会－新しいコミュニケーション環境の社会心理－，誠信書房，1993
- 4) 松尾太加志：コミュニケーションの心理学－認知心理学・社会心理学・認知工学からのアプローチ－，ナカニシヤ出版，1999

- 5) 佐々木美加: 協調か対決かーコンピューターコミュニケーションの社会心理学ー, ナカニシヤ出版, 2005
- 6) 三宮真智子: メディアの特性とコミュニケーションー会議における意見交換を中心に, 現代のエスプリ, 306, 38-45, 1993
- 7) 中村功: メールー孤独恐怖とコンビニ的人間関係, コミュニケーション学がわかる (朝日新聞社), 138-141, 2004
- 8) 岡田朋之, 松田美佐, 羽瀨一代: 携帯電話利用におけるメディア特性と対人関係ー大学生を対象とした調査事例よりー, 平成 11 年度情報通信学会年報, 43-60, 2000
- 9) 東京大学社会情報研究所 (編): 日本人の情報行動 2000, 東京大学出版会, 2001
- 10) 五十嵐祐: CMC の社会的ネットワークを介した社会的スキルと孤独感との関連性, 社会心理学研究, 17, 97-108, 2002
- 11) 古田嘉一郎, 坂田桐子: 対面, 携帯電話, 携帯メールでのコミュニケーションが友人との関係維持に及ぼす効果: コミュニケーションのメディアと内容の適合性に注目して, 社会心理学研究, 22, 72-84, 2006
- 12) 木野和代, 石原恵子: 相手と内容からみた伝達メディアのイメージ, 第 7 回日本感性工学会大会 予稿集 2005, 221, 2005
- 13) Schmitt, M., Gollwitzer, M., Forster, N., & Montada, L.: Effects of objective and subjective account components on forgiving, *Journal of Social Psychology*, 144, 465-485, 2004
- 14) Fukuno, M., & Ohbuchi, K.: How effective are different accounts of harm-doing in softening victims' reactions?: A scenario investigation of the effects of severity, relationship, and culture, *Asian Journal of Social Psychology*, 1, 167-178, 1998
- 15) 荒川歩・鈴木直人: 謝罪文に付与された顔文字が受け手の感情に与える効果, 対人社会心理学研究, 4, 135-140, 2004
- 16) 小森政嗣: 「礼儀正しさ」の非言語的表出方略, 信学技報, HCS2004-66, 35-38, 2004
- 17) Brown, P., & Levinson, S. C.: *Politeness: Some universals in language usage (Studies in interactional sociolinguistics, 4)*. New York: Cambridge University Press, 1987
- 18) 木野和代: 日本人の怒りの表出方法とその対人的影響, 心理学研究, 70, 494-502, 2000
- 19) 都築誉史, 木村泰之: 大学生におけるメディア・コミュニケーションの心理的特性に関する分析ー対面, 携帯電話, 携帯メール, 電子メール条件の比較ー, 応用社会学研究, 42, 15-24, 2000
- 20) 木野和代, 石原恵子: 伝達メディアに対するイメージ比較, 第 2 回日本感性工学会春季大会予稿集

2006, 27-28, 2006

## 6. 謝辞

広島国際大学人間環境学部言語・コミュニケーション学科4年生(2006年12月現在)の熊川祐輔さんにはデータ収集などご協力いただいた。また、お忙しい中、快く実験に参加して下さった大学職員の方々にも、記して感謝申し上げます。ありがとうございました。

## 第4章 他者のメタファをもつモノ

### 4-1 他者を表象するモノ：贈り物

#### 4-1 a. 贈り物に付与された価値とモノへの愛着 —贈り主による認知の分析—

日常生活において、贈り物は、他者との円滑な人間関係を営むために必要な社会的慣習である。もちろん、贈答品自体は、主体的にヒトに対して何某かの働きかけをするものではない。しかし、贈り主は、贈った品物が相手になんらかの効果をもたらすことを意図している場合がある。

さらに、先述のモノへの愛着に関する研究において、愛着のあるモノは、ヒト（自己、及び身近な他者）に喩えられる可能性が高いことが示された（木野他, 2006）。したがって、贈り物についても、自己を表現するモノである場合と、他者を表現するモノである場合を想定することは可能である。つまり、贈り物がヒトへのメタファとなりうるのである。そして、後者の場合、相手に対するイメージを送り主が設定していることになる。

本節では、モノへの愛着について明らかにする試みの一つとして「贈り物」に注目し、贈り物選択時になされるモノへの価値づけと、そのモノが愛着対象となりうる要件を検討することとする。この際、贈り主が贈り物を選ぶ時に、モノに対して行う意味づけを明らかにする。具体的には、贈り物に対する評価側面として、その品物に対する客観的価値（品質や価格）、受け取り手に与える効果（利便性と感情面への効果）、および、自己表現性・他者表現性（擬人化）の程度に注目する。そして、これらの意味づけとその贈り物が大切に扱われるのかについての期待（処遇期待）の関連を調べることで、愛着対象となりうるモノ（処遇期待の高いモノ）の特徴について検討することとする。

キーワード: 贈り物, 愛着, 擬人化, 感情的価値, 実用性

## 1. 問題と目的

科学技術の進歩や消費者のニーズの多様化により、高性能・高品質のモノが開発され、多くのモノがあふれる時代となった。このような現代社会において、簡単に使い捨てられるモノも多いが、既に本来の機能を果たさなくなっても、ヒトの興味・関心を引き、愛され続けるモノはある。モノには実用的な価値のみならず、感情的な価値も存在する。そして、この感情的な価値がヒトの注意・関心を引き、大切にされるようなモノ（愛着対象となりうるモノ）の条件を考えるうえで重要な要因であると思われる。

モノに付与された感情的価値については様々な領域で注目されている。マーケティングの分野においては、消費者の購買意欲を掻き立てる要素として、モノに対する感情的価値が重視されるようになってきた。例えば、エモーショナル・ブランディング、エモーショナル・デザインといった言葉にも表されるように、市場ではモノに対する感情的な価値に着目した戦略が展開されている（Gobé, 2001 福山監訳, 2002; Norman, 2004 岡本・安村・伊賀・上野訳, 2004）。また、企業が顧客との間にパーソナルな関係を築くための手段としては、グリーティング・カードやダイレクト・メールのパーソナル・タッチの問題が扱われている（Robinette, Brand, & Lenz, 2001）。

一方、心理学領域における研究は多くないが、例えば、Okada (2001) は、古いモノから新しいモノへの買い替えを阻害する要因を検討した。そして、買い替えの阻害要因として新しいモノの価格の他にメンタル・コスト（所有している古いものを使いきったかについての主観的な判断）を考慮することが必要だと述べている。

また、木野・岩城・石原・出木原（2006）では、愛着のあるモノをとりあげ、ヒトのモノに対するイメージを探索的に検討した。そして愛着のあるモノはヒトに喩えられること（擬人化）、モノが他者に喩えられることはモノが所有者の感情面に働きかけることと関連することが示されている。さらに、この先行研究では愛着のあるモノとして列挙されたものが他者からもらったモノ（贈り物）であることを示す記述が多くみられた。このことは、他者からの贈り物であるという要件が、愛着の対象となりうる可能性を示している。

これまで贈り物は、文化人類学や民俗学、社会学において贈与交換という視点から論じられてきた。その文化に根ざした贈り物の意味や贈与行為の意味、返礼の義務について詳細な検討がなされている（伊藤, 1995; 伊藤・栗田, 1984）。社会心理学では、贈答行動に関する意識や行動についての研究がみられる（井下, 1979）。他方で、贈答行動ではなく、贈り物の意味を捉えようとする試みも心理学的な研究においてみられる（成田, 2003; Stein, 1965）。これは主に臨床場面で患者からの贈り物の意味を考え、贈り物によって表現された送り主の心を読み取ろうとするものである。ほとんどの研究が事例検



討であり、個別のケースにおいて意義深い、体系的な説明力は乏しい。

そこで本研究では、モノへの愛着について明らかにする試みのひとつとして「贈り物」に注目し、贈り物選択時になされるモノへの価値づけと、そのモノが愛着対象となりうる要件を検討することとする。この際、本研究ではヒトとモノ（贈り物）との関係を贈り物の選定という一時の状態に基づいて捉える。つまり、贈り主が贈り物を選ぶ際に、モノに対して行う意味づけを明らかにする。そして、これらの意味づけとその贈り物が大切に扱われるのかについての期待（処遇期待）の関連を調べることにより、愛着対象となりうるモノ（処遇期待の高いモノ）の特徴について検討することとする。

**贈り物の意味づけと処遇期待** 既述のように、モノに対する価値づけには、実用的な側面（利便性）と感情的な側面がある。贈り物についても同様に、品質や価格などの客観的側面の考慮は当然であるが、その上で、ヒトの生活を便利にするかどうか等の実用的な価値、及びヒトを喜ばせたり楽しませたり、安心させたりと相手の感情に働きかけるかどうか等の感情面での価値を投影させると考えられる。これらは、贈り物が受け取り手に与える効果に関する側面である。したがって、贈り物に対する評価側面には、その品物に対する客観的価値（品質や価格）、受け取り手に与える効果（利便性と感情面への効果）が考えられる。

エモーショナル・デザインについて論考した Norman（2004 岡本他訳、2004）は、認知と情動のシステムには、本能、行動、内省の3つのレベルがあると述べており、これらをモノのデザインに対応させている。本能的デザインとは、「製品が最初に与える効果、外観、手触り、雰囲気に関わる」。行動レベルは「製品の使用、経験に関わる」。内省レベルは、「解釈、理解、推論」に関わり、「文化、経験、教育、個人個人の違いに最も影響されやすい」（p.48）。そして、それぞれを製品の特性に対応づけると、本能的デザインは製品の外観に、行動的デザインは使うことの喜びと効用、内省的デザインは自己イメージ、個人的満足感、思い出となる。これらはそれぞれ本研究で扱う贈り物に対する評価視点の、客観的価値、利便性、感情面への効果にほぼ相当すると考えられる。厳密に1対1で対応づけることは難しいが、客観的価値、利便性、感情面への効果の3側面は、モノを捉える観点として少なくとも不当なものではない。

これらモノの特性評価は、いずれも贈り物への愛着（本研究では処遇期待）を高める要素として貢献しうると考えられる。特に、利便性や感情面への効果は、受け取り手がその品物に高く関与することを前提とする。したがって、贈り主の認知枠の中では大切に扱われる期待も高くなることが予想される。

また、愛着対象となりうるモノ（処遇期待の高いモノ）の特徴を捉える上で必要な贈り物に対する評価観点として、自己表現性・他者表現性（擬人化）の程度が考えられる。先述のモノへの愛着に関

する研究において、愛着のあるモノはヒト（自己、及び身近な他者）に喩えられる可能性が高いことが示された（木野他, 2006）。これは、山根（2001）の自己・他者・モノの概念整理を部分的に援用し、モノの擬人化の可能性について実証したものである。ここで、モノが擬人化されるとは、ヒトの認知において、(a)モノが自己に同一化される場合と、(b)モノが他者に同一化される場合があることを前提としている。前者には、モノが身体の一部や延長としての意味をもつ、自分らしさを表現する道具となる場合が考えられる。後者には、アニミズム的な考えを喚起する機能や形態的特徴をもつ、他者の存在を意識させたり、他者の気持ちを代弁する道具が考えられる。したがって、贈り物についても、自己を表現するモノである場合と、他者を表現するモノである場合を想定することは可能である。今回のアプローチは、既存の愛着対象の中に擬人的要素を発見する方法（木野他, 2006）とは反対に、愛着（処遇期待）を期待する場合には、贈り物の中にも擬人的要素を考慮しているであろうとの前提の基づくものである。

**贈り物状況の設定** ところで、贈答行動の意味は社会的相互作用を円滑にすることであるが、具体的な動機・目的は状況によって異なる。儀礼的な側面が強い場合、相手に感情を伝えるための手段である場合、何らかの見返りを求める場合など様々である。こうした贈答行動の中核的要素であるギフト・マインドは、性別や年齢、ライフ・ステージによって大きく異なることも指摘されている（電通マーケティング戦略研究会, 1987）。これらのことから、贈答という行為、贈られるモノの選択には様々な社会的変数が複雑に関連してくることがわかる。関連する変数は、贈り手と受け手の双方の社会的立場や経済的状況、生活環境、季節、相手の嗜好、相手との心理的・物理的距離やその関係の質などである。

そこで本研究では、前述した実用的価値と感情的価値を考慮して、次の3つの状況設定を行うことにした。3つの状況は、(a)親しい人に入学祝を贈る場合、(b)恋人に誕生祝を贈る場合、及び(c)親近の故人の祭壇にお供えをする場合である。入学祝は、実用的な価値の高いものを贈る状況の代表として、誕生祝とお供えは、感情的な価値の高いモノを贈る状況の代表として選定した。また、後者2状況は、贈り物を受け取った相手からの自己に対する再評価（見返り）を期待するか否かにより異なることを仮定している。これらの状況は、予備的なインタビューをもとに選定した。さらに、贈り物をする相手は、状況の想定を容易にし、贈り物への関与度を高めるため、いずれの状況も親しい他者に限定した。

以上のことから、本研究では愛着対象物には他者からの贈り物が多く含まれることを確認した先行研究（木野他, 2006）に基づき、贈り手からみた場合にも贈り物には愛着が強く期待されているか調べることを目的にした。より具体的には、各設定状況で贈られる品物の特徴と、その贈り物への愛着を

促進する要因を検討する。そのために、贈り物は、品物の特性評価（客観的価値、利便性、感情面への効果）と自己表現性・他者表現性（擬人化）の程度によって評価されうると仮定し、これらの側面が贈り物の処遇期待（愛着）を高める要因となりうるかを検証する。

## 2. 方法

**手続き** 大学生 192 名を対象に、講義時間の一部を利用して、集団調査を実施したところ 189 名から有効回答を得た（年齢平均 19.64±1.08 歳，男性 107 名，女性 82 名）。調査対象者は、広島県内の郊外に所在する大学の人間環境学部及び薬学部に所属していた。調査対象者には、回答に先立って調査の主旨について十分な説明を行い、これに同意した場合にのみ回答すればよいとの教示を行った。

**調査内容** 他者にモノを贈る状況として、3 種類の場面設定を行った。これらの場面とは、(a)親しい人の大学入学祝いに贈り物をする（以下，入学祝），(b)恋人の誕生日にプレゼントを贈る（以下，誕生日），及び(c)亡くなった親戚や親しい人の祭壇の前にお供えをする（以下，お供え）であった。調査対象者には、各場面において贈るモノを具体的に挙げ（現金や金券に類するもの以外と教示し），その品物に対する評価について以下の設問に答えるよう求めた。

1. **品物へのこだわり**：調査対象者が贈り物として選んだ品物について，その品物を贈ることへのこだわりの強さを測定した。回答は「1＝絶対にこの物でなくてはならない」，「2＝他の物に比べれば，これが適当である」，「3＝これでも差し障りはない」から 1 つ選択するように求めた。これらは，好みの三つのレベルである嗜好，選好，及び受容に対応するものとして用意した（飯田・名城・柳瀬，1994）。

2. **処遇期待**：受け取り手（「お供え」の場合は遺族とした）が贈られた品物をどのように扱うかについての期待を 5 件法でたずねた（具体的項目は Table 1 を参照）。5 件法の選択肢は，「1＝全くあてはまらない」，「2＝あまりあてはまらない」，「3＝どちらともいえない」，「4＝ややあてはまる」，「5＝とてもよくあてはまる」であった。これらの選択肢は，以下の設問でも同様であった。

3. **受け取り手への効果**：その品物は受け取り手（「お供え」の場合は遺族とした）に対してどのような意味・役割をもつかを 5 件法によりたずねた。項目は，利便性，及び感情面への効果（気持ちの高ぶりと落ち着きの 2 側面）について用意した（Table 1 参照）。

4. **品物に対するイメージ**：その品物に対する上記以外のイメージを調べるために，品物の客観的価値，自己や他者を表現する程度に関する項目を用意し（Table 1 参照），5 件法により回答を求めた。

Table 1. 質問項目一覧

<p>&lt;処遇期待(設問2)&gt;            永く愛用してくれる            いずれは捨てられる (R)            使えなくなっても、長い間大切にしてくれる            毎日のように使ってくれる            放置される (R)</p>	
<p>&lt;受け取り手への効果(設問3)&gt;  <b>[利便性]</b>            生活を便利にする            生活に役に立つ</p>	<p><b>[感情面への効果]</b>            元気づける            気持ちを高ぶらせる            気持ちを落ちつかせる            安らぎや安心感を与える</p>
<p>&lt;品物に対するイメージ(設問4)&gt;  <b>[客観的価値]</b>            高価である            美的・芸術的価値が高い            質がよい</p>	<p><b>[自己表現性]</b>            あなた自身を表現している            あなたの気持ちを表現しやすい  <b>[他者表現性]</b>            相手のイメージに合う            相手の好みに合う</p>

(R)は逆転項目

### 3. 結果

本研究では、贈り物の意味とその品物が愛着対象になりうる可能性を検討するため、以下の観点から分析を試みる。第一に、状況との関連から贈り物の意味の違いを検討するために、各状況で贈り物として選択される品物の特徴について述べ、贈り物に対する評価を状況間で比較する。第二に、各状況で贈り物の処遇期待を高める要因を検討する。

#### 3.1. 贈り物として選択された品物

**品物の種類** 分析対象となる記述の総数は「入学祝」、「誕生祝」、「お供え」でそれぞれ、181、185、179であった。現金や金券など交換のための通貨に類する品物、「愛」や「気持ち」など実体を伴わない抽象的な概念などをとりあげた回答については、本研究では分析対象外とした。具体的に挙げられた上位品目を Table 2 に示した。

「入学祝」では、「腕時計」や「文具」など、学生生活において必要と考えられる実用品が多く挙げられた。なお、文具の中には、シャープペンシルなど安価なものから、万年筆のように高価で実際には学生にとって使いにくいものも含まれていたが、学ぶという行為から連想される筆記道具の一つであることを重視して、同一カテゴリに分類した。

「誕生祝」では「アクセサリー」が全体の 40%以上を占めた。「身につけるもの」という回答(約3%)を含めれば、半数近くは普段身につけてもらうことを望むような品物といえる。そして「被服」や「ブ

ランド品」なども含めれば、半数以上が受け取り手を装飾するための道具といえる。

「お供え」では「食品」と「花・植物」で全体の約7割を占めた。「線香」も含めると、お供えとしては典型的なものが大半であったといえる。また、「写真」、「手紙」、「思い出の品」など過去の思い出に関する贈り物が出現するのもこの状況の特徴であった。

Table2. 各状況で贈り物として選択された品物

入学祝			誕生祝			お供え		
品名	度数	%	品名	度数	%	品名	度数	%
腕時計	37	20.4	アクセサリ	76	41.1	食品	68	38.0
文具	33	18.2	財布類	24	13.0	花・植物	56	31.3
被服	15	8.3	被服	18	9.7	好みの品	26	14.5
財布類	11	6.1	好みの品	12	6.5	写真	6	3.4
アクセサリ	9	5.0	ブランド品	6	3.2	手紙	5	2.8
カバン	9	5.0	身につけるもの	6	3.2	思い出の品	4	2.2
本	9	5.0	食品	5	2.7	線香	2	1.1
その他	58	32.0	その他	38	20.5	その他	12	6.7
合計	181		合計	185		合計	179	

品物へのこだわり 贈り物として選択した品物へのこだわりについて、状況ごとに度数を集計した (Table 3)。「入学祝」では選好と受容がそれぞれ 47% 近くを占めた。「誕生祝」では選好が 60% 弱、受容が約 30% を占めた。「お供え」では選好が約 42%、受容が 35% であり、嗜好の選択率が 23% と、他の状況よりも高かった。状況を通じて、贈り物の選択は半数前後が選好のレベルにあったといえる。

Table3. 各状況で選択した品物への  
こだわりの程度 (度数分布)

	嗜好	選好	受容	計
入学祝	11	84	85	180
(%)	(6.1)	(46.7)	(47.2)	
誕生祝	20	107	56	183
(%)	(10.9)	(58.5)	(30.6)	
お供え	41	74	63	178
(%)	(23.0)	(41.6)	(35.4)	

### 3.2. 贈り物に対する評価の状況間比較

受け取り手に与える効果 設問3の受け取り手への効果に関する質問のうち、利便性については、

状況ごとに2項目の合計得点を算出し、利便性得点とした。2項目間の相関係数は「入学祝」で.82, 「誕生祝」で.87, 「お供え」で.77であった。また、感情面への効果に関する4項目については、落ち着きと高ぶりの2側面を想定したものであったが、これらの4項目はいずれの状況でも比較的強い相関関係がみられた（「入学祝」： $r=.54\sim.72$ , 「誕生祝」： $r=.57\sim.68$ , 「お供え」： $r=.39\sim.76$ ）。このため、4項目の合計得点を感情面への効果得点とした。 $\alpha$ 係数は、「入学祝」で.87, 「誕生祝」で.87, 「お供え」で.85であった。各得点について状況ごとの平均、及び標準偏差をTable 4に示した。

状況間で、利便性得点の差異を検討するために、贈り物状況を被験者内要因とした分散分析を行った。分析の結果、状況の効果が有意であり（ $F(2,332)=104.03, p<.001$ ）、Tukey法による多重比較の結果、受け取り手の生活を便利にすることが最も期待されているのが「入学祝」であり、続いて「誕生祝」、最もその期待が薄いのは「お供え」であった（ $HSD=0.68, p<.01$ ）。

また、感情面への効果得点の状況差を検討するために、同様の方法で分散分析を行った。状況に有意な効果が認められた（ $F(2,334)=45.13, p<.001$ ）。多重比較の結果、感情面への効果が最も高いと期待されているのが「誕生祝」であり、続いて「お供え」、最も期待が薄いのは「入学祝」であった（ $HSD=0.91, p<.01$ ）。

Table 4. 贈り物に対する諸評価の状況間比較

	入学祝	誕生祝	お供え	得点可能 範囲	分散分析と多重比較
<b>&lt;受け取り手への効果&gt;</b>					
利便性 N=167	7.53 (2.19)	5.86 (2.58)	4.22 (1.95)	2-10	$F(2, 332)=104.03^{***}$ 入>誕>供
感情面への効果 N=168	10.45 (3.88)	13.36 (3.41)	11.95 (3.86)	4-20	$F(2, 334)=45.13^{***}$ 誕>供>入
<b>&lt;品物に対するイメージ&gt;</b>					
客観的価値 N=170	8.52 (3.14)	9.90 (2.89)	7.31 (2.82)	3-15	$F(2, 338)=49.65^{***}$ 誕>入>供
自己表現性 N=170	4.94 (2.20)	6.65 (2.05)	5.97 (2.35)	2-10	$F(2, 338)=39.07^{***}$ 誕・供>入
他者表現性 N=169	6.12 (2.23)	7.63 (1.58)	6.39 (2.36)	2-10	$F(2, 336)=32.61^{***}$ 誕>供・入
<b>&lt;処遇期待&gt;</b> N=167	16.46 (3.70)	17.95 (3.93)	11.95 (4.40)	5-25	$F(2, 332)=152.20^{***}$ 誕・入>供

上段：平均，下段：（標準偏差）

「入」=入学祝，「誕」=誕生祝，「供」=お供え

**品物に対するイメージ** 設問4の客観的価値に関する3項目、自己表現性に関する2項目、他者表現性に関する2項目に対する評定値をそれぞれ加算し、客観的価値得点、自己表現性得点、他者表現性得点とした (Table 4 参照)。

客観的価値得点の $\alpha$ 係数は「入学祝」で .84, 「誕生祝」で .86, 「お供え」で .76であった。自己表現性の2項目間の相関係数は「入学祝」で .77, 「誕生祝」で .67, 「お供え」で .67であった。他者表現性の2項目間の相関係数は「入学祝」で .78, 「誕生祝」で .64, 「お供え」で .69であった。

状況間で客観的価値得点の差を検討するために、贈り物状況を被験者内要因とした分散分析を行った。分析の結果、状況の効果は有意であった ( $F(2,338)=49.65, p<.001$ )。Tukey 法による多重比較の結果、客観的価値が最も高いのは「誕生祝」の品物で、続いて「入学祝」の品物、最も価値が低いのは「お供え」の品物であることが示された ( $HSD=0.77, p<.01$ )。

同様に、自己表現性得点、及び他者表現性得点における状況の効果それぞれ検定した。両方とも状況の要因が有意であった (自己表現性:  $F(2,338)=39.07, p<.001$ ; 他者表現性:  $F(2,336)=32.61, p<.001$ )。多重比較の結果、自己表現性では、「入学祝」の品物に比べて「誕生祝」と「お供え」の品物は自己を表現している度合いが高いことが示された ( $HSD=0.58, p<.01$ )。他者表現性では、「誕生祝」の品物は、「お供え」や「入学祝」の品物に比べて他者を表している程度が高いことが示された ( $HSD=0.59, p<.01$ )。

**処遇期待** 贈り物の処遇に関する期待に関する5項目について、逆転項目に対する得点処理を行った後、状況ごとに合計得点を算出し、処遇期待得点とした (Table 4 参照)。各得点に対する $\alpha$ 係数は「入学祝」で .68, 「誕生祝」で .72, 「お供え」で .71であった。

状況間で、処遇期待得点の違いを検討するために、贈り物状況を被験者内要因とした分散分析を行った。分析の結果、状況の効果は有意であった ( $F(2,332)=152.20, p<.001$ )。Tukey 法による多重比較の結果、「お供え」状況よりもそれ以外の状況の方が、贈り物が丁寧に扱われると期待していることが示された ( $HSD=1.06, p<.01$ )。これは客観的価値評価についての結果と対応するものといえよう。

なお、以上の分析は状況間での比較によるものである。モノの意味は状況にゆだねられているという前提のもとに、個々のモノについての分析は行わなかった。これは、列挙された贈り物の種類が状況間で異なっており、出現度数にもばらつきが大きかったことも一因である。

そこで、「入学祝」と「誕生祝」の2状況で挙げられた「財布類」を例にとり<sup>2</sup>、同じ種類の品物であっても贈る状況によって意味の違いがあるのかを確認するため、Gabriel の biplot を行った。これは、固有ベクトルと主成分スコアを正規化して1枚のマップに表示するものである。分析は、Table 5 に示したクロス集計結果をもとに行われた。各セルの出現度数は Table 4 の各得点について合計した項目数で除算した値が4以上である調査対象者の人数である。主成分分析の結果 (Table 6 参照、分析は R の

Table5. Gabrielのbiplotに用いたデータ:  
「入学祝」および「誕生祝」における財布類  
に対する評価について

	入学祝	誕生祝
利便性	8	17
感情面への効果	1	4
客観的価値	2	5
自己表現性	0	3
他者表現性	4	12
処遇期待	4	6

各セルの度数は, Table4の各得点について  
合計得点を算出した際の項目数で除算  
した値が4以上である調査対象者の人数

Table6. Table5に示したデータの  
主成分分析結果

	PC1	PC2
固有値	6.12	0.93
固有ベクトル		
入学祝	-0.45	-0.89
誕生祝	-0.89	0.45
主成分スコア		
利便性	-10.36	-0.23
感情面への効果	4.40	0.23
客観的価値	3.06	-0.22
自己表現性	5.74	0.67
他者表現性	-4.10	1.12
処遇期待	1.27	-1.56

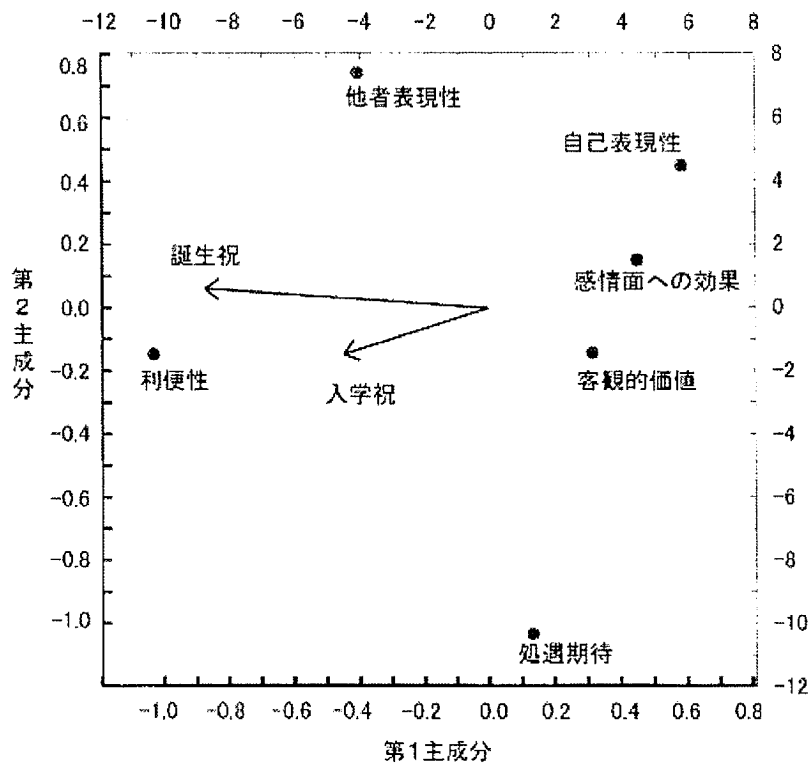


Figure1.

Gabrielのbiplot:「入学祝」および「誕生祝」における財布類に対する評価について

注: 矢印は変数「誕生祝」と「入学祝」の固有ベクトルで, Table6の固有値の比率により重みづけされている(第2主成分について0.93/6.12倍)。点座標は主成分スコアであり, 同様に固有値の比率により重みづけされている(第2主成分について6.12/0.93倍)。



prcomp による) を biplot したものを Figure 1 に示した。Figure 1 に示されている矢印は、変数「誕生祝」と「入学祝」の固有ベクトルで、固有値の比率により重みづけされている(第2主成分について 0.93/6.12 倍)。点は主成分スコアであり、固有値の比率により重みづけされている(第2主成分について 6.12/0.93 倍)。図中のプロットについては、距離の概念がないため、固有ベクトルの矢印と、主成分スコアの近さには意味がない。どちらの固有ベクトルも第1主成分へは、負であるが、第2主成分へは、「誕生祝」が正に、「入学祝」は負の方向に関連していた。処遇期待は図の下の方にあるので「入学祝」の方に、他者表現性は上の方にあるので「誕生祝」の方に振れている。自己表現性は、やや「誕生祝」の方に振れている。したがって、同じ財布類であっても「誕生祝」は受け取り手のイメージが強く、「入学祝」は永く大切に愛用してもらえ期待が強いといえる。

### 3.3. 贈り物の処遇期待を左右する要因

贈り物の処遇期待に影響する要因を調べるために、処遇期待得点を従属変数、利便性得点、感情面への効果得点、客観的価値得点、自己表現性得点、他者表現性得点を説明変数として重回帰分析を行った。多重共線性を判断する指標である VIF (Variance Inflation Factor) 係数は、1.05~1.72 であり、多重共線性の問題はないと判断した。Table 7 には各モデルの標準化偏回帰係数 ( $\beta$ )、及び説明変数と従属変数の相関係数を示した。モデルの説明率はいずれの状況でも .26 であった。贈り物状況ごとに有意な標準化偏回帰係数 ( $\beta$ ) をみると、「入学祝」については、利便性が高いほど、客観的価値が高いほど、受け取り手を表現している程度が高いほど、大切に扱われると期待することが示された。「誕生祝」については、利便性が高いほど、感情面への効果が高いほど、客観的価値が高いほど、受け取り手を表現している程度が高いほど、愛用されると期待することが示された。「お供え」については、利便性が高いほど、感情面への効果が高いほど、丁寧に扱われると期待することが示された。

Table 7. 贈り物条件別の処遇期待に影響する要因

説明変数	入学祝 (N=177)		誕生祝 (N=180)		お供え (N=175)	
	$\beta$	r	$\beta$	r	$\beta$	r
利便性	.38 ***	.42 ***	.24 ***	.31 ***	.34 ***	.45 ***
感情面への効果	.11	.15 *	.18 *	.35 ***	.22 *	.40 ***
客観的価値	.20 **	.31 ***	.18 *	.33 ***	-.01	.23 **
自己表現性	-.15	.04	.05	.22 **	.04	.25 **
他者表現性	.18 *	.26 ***	.18 *	.39 ***	.13	.30 ***
自由度調整済み $R^2$	.26 ***		.26 ***		.26 ***	

$\beta$  は標準化偏回帰係数, r は説明変数と従属変数の相関係数。

## 4. 考察

### 4.1. 贈り物として選択された品物

状況別に贈り物として選択された品物を分類し、その度数集計を行ったところ、贈られる品物の種類は状況間で異なっていた。「入学祝」は状況にあわせた実用性を備えた品物が多く選ばれた。

「誕生祝」では、半数近くは普段身につけてもらうことを望むような品物であった。贈った品物を身につけてもらうことは、受け取り手に贈り手の存在感を常にアピールし、同時に、贈り手は受け取り手と共に居るような感覚を得ることができる、すなわち、自己と他者の一体感を強められる、という無意識的な予測があるのではないかと考えられる。また、半数以上が受け取り手の外観を表現する、つまり、受け取り手を装飾するための道具であった。恋人の誕生祝に選択されるモノは、贈り主の中にある受け取り手のイメージが反映されやすい品物が多いといえよう。

「お供え」では「食品」、「花・植物」、「線香」など、典型的なものが大半であった。この状況で許される贈り物の範囲が限定されているためと考えられる。これらは永く愛用するというよりも、比較的短い間に、食されたり、枯れたり、焚かれたりすることによって消滅する可能性の高いものである。

「お供え」には実用的で短期間での消失という特徴を持った品物が多く選ばれていることが示された。

一方で、状況間で共通する特徴もみられた。「誕生祝」、「お供え」のいずれにおいても「好みの品」という回答があり、「お供え」の「食品」に含まれる回答の中には「故人が好きだった」という修飾がつくものも多数みられた。これらの状況では、「入学祝」の状況よりも贈り物をするものの儀礼的な側面が弱く、相手に対する気持ち（好意または弔意）が相対的に重視されるため、相手の好みに配慮する傾向が高いのではないかと考えられる。加えて、状況によって贈る相手との親しさの程度や関係の質が異なることが、相手の好みの品についての情報の有無に影響していることも一因ではないかと考えられる。

品物へのこだわりに関する回答の集計結果から、状況を通じて、贈り物の選択は半数前後が選好のレベルであることがわかった。「お供え」の状況で嗜好の比率が高くなったのは、儀式的な状況で許されるものの範囲が限定されていることによると思われる。そして、贈る相手が死者である、つまり、贈答行動が自分の気持ちを納得させるためのもので、相手から何らかの見返り（返礼）を期待するものではないことも、他の候補品と比較して選択する余地を与えにくいのではないかと考えられた。

### 4.2. 贈り物に対する評価の状況間比較

贈り物に対する各評価を状況間で比較したところ、贈り物をする状況によって品物に対する評価の重視される側面が異なることが示された。「入学祝」では、他の状況に比べ、便利なものであることが

重視された。様々な側面への配慮があるのが「誕生祝」であった。すなわち、「誕生祝」には他の状況に比べて、感情面への働きかけが大きく、客観的価値が高く、自分を表現し、相手も表現しており、大切に扱ってもらえるという期待が高いような品物が選ばれることがわかった。他方で、「お供え」に届ける品物は、相対的に、便利なものではなく、客観的価値も低く、永く大切に扱ってもらえる可能性は低いと評価された。これは故人への気持ちを届けることが目的であるためだと考えられる。そのため、物質的な価値はあまり重視されず、弔意や相手に対する象徴的なイメージで品物が選ばれるといえよう。これらは、各状況で具体的に挙げられた品物の種類の特徴とも合致している。

また、「財布類」を例にとり、同じ種類の品物であっても贈る状況によって意味の違いがあるのかを確認したところ、同じ財布類であっても「誕生祝」は受け取り手のイメージが強く、「入学祝」は永く大切に扱ってもらえることへの期待が強いことが示された。モノの持つ意味が状況によって異なることを示唆するものである。財布類以外についても、同じ種類の品物が状況によって異なる評価をされる可能性がある。このことは、モノに内在する意味の多面性を示しており、本来モノに付与されている機能的な意味が全てではないことを示唆する。その一方で、状況間で選択された品物自体に違いがみられたことを考慮すれば、本来モノがもつ物理的または機能的な制限の中で、状況依存的に強調化される意味が現れてくるのかもしれない。この点を明らかにしようとするならば、モノ自体を積極的に操作した調査の試みが必要である。

#### 4.3. 贈り物の処遇期待を左右する要因

状況ごとに行った重回帰分析の結果から、贈り物の処遇期待に影響する要因は、状況によって異なることがわかった。利便性は全ての状況で愛着を促進するとされた。これは、品物の利用に焦点づけるような項目が処遇期待をたずねる項目群に含まれていたことがより強く影響しているのかもしれない。少なくとも贈り主の認知枠組み内では、便利で役に立つものならば、受け取り手に好んで利用してもらえるという認識が存在することがわかる。

感情面への効果は、「誕生祝」と「お供え」の状況で正の関連がみられた。状況によっては、感情面への効果を与える品物が、愛着を生む可能性につながると期待されやすい。「入学祝」の場合は、社交儀礼的な側面が他の状況よりも強く、利便性がより重視されるため、このような関連がみられなかったと考えられる。また、贈る相手は親しい相手に限定したが、その関係の質は状況によって異なり、これが結果の違いをもたらしているのではないかと思われた。

品物の客観的価値の高さは、「入学祝」と「誕生祝」で、大切に扱われるという期待を高める。これらの状況では、高品質、高価格であるという、一般的に共通理解がえられやすい価値基準が重要であ

るといえる。また、故人への贈り物で関連がみられなかったのは、亡くなった本人に直接品物を渡すことができるわけではないという特殊な状況要因のためではないかと考えられる。

他者表現性は、「入学祝」と「誕生祝」の状況において、丁重に扱われることを促進する要因であった。相手（直接の受け取り手）の好みやイメージに合うものであれば、丁重に扱ってもらえるという期待が高まるというのは日常経験に照らしても妥当な結果といえよう。他者から贈られたモノは愛着対象になりやすいとの先行研究は（木野他, 2006）、他者からもらったものだからという一方向的な理由だけでなく、贈り手側の考慮の上に成り立っていることが、他者表現性の結果から推測できる。贈り物にみられる愛着は、モノを介した受け手と贈り手の意思疎通が十分に深まった際に生じるといった構図が浮かび上がる。

#### 4.4. まとめと今後の課題

本研究により、贈り物をする状況によって贈る品物にこめられている意味が異なり、相対的に利便性の高さが重視される場合や、感情面への効果、客観的価値、自己や他者の表現性が重視される場合があることが示された。全ての評価側面について、3状況のいずれかでは、肯定的な方向に評定平均があり、モノのデザインの3レベルや(Norman, 2004 岡本他訳, 2004)、モノの擬人化は(木野他, 2006)、贈り物の意味を捉える次元としても有効であるといえよう。また、贈り主の認知枠組みからのみの研究ではあったが、愛着・固着などのヒトとモノとの密接な結びつきを促進する要因として、必ずしも、そのモノの質的・実利的価値のみならず、感情的な役割の付与などより個人的な意味づけやヒトを表現する要素をもつことが含まれることを示すことができた。

モノの認知や心理的価値についての研究には、モノの擬人化に関する研究をはじめ、様々な観点の研究がある(木野他, 2006; Okada, 2001; Reeves & Nass, 1996; 竹内, 2001; 竹内・片桐, 1998, 2000)。しかし、贈り物に特化して検討したものはほとんどない。さらに、「商品」の開発・販売という観点からではなく、他者に贈られる「品物」という観点から他者に扱われるモノを評価する試みはこれまでにみられない。大学生を対象にした限定的なデータであり、また、試案的・探索的な部分は否めないが、一定の成果を得ることができたと考える。

最後に、認知者（贈り主）と受け取り手の関係については、親密さのみならず、関係の質的差異を考慮する必要があると考えられた。単に親しいというだけでなく、贈り物の授受に関わる二者関係の質が、品物の選択に影響している可能性がある。加えて、「お供え」は、贈った品物を故人が実際に受け取ることは困難であり、遺族を慰めるため、自己満足のための贈り物ともいえる。この意味で、他の2状況とは異質な状況であったといえる。二者関係の質的差異を含めた贈り物状況の違いについて、

グループ・インタビューなどの質的な研究により、本研究の結果を補完するようなデータを集め、再検討する必要がある。

## 5. 引用文献

- 電通マーケティング戦略研究会（編） 1987 「贈る心」のマーケティング 日本経済新聞社
- ゴベ, M. 福山健一（監訳） 2002 エモーショナルブランディング—心に響くブランド戦略—, 宣伝会議
- (Gobé, M. 2001 Emotional branding: the new paradigm for connecting brands to people. New York: Allworth Press.)
- 井下理 1979 贈答行動にみる日本人の人間関係についての一考察—贈り物とお礼の第1次調査資料より— 年報社会心理学, 20, 39-50.
- 伊藤幹治 1995 贈与交換の人類学 筑摩書房
- 伊藤幹治・栗田靖之（編著） 1984 日本人の贈答 ミネルバ書房
- 木野和代, 岩城達也, 石原茂和, 出木原裕順 2006 モノへの愛着の分析—対人関係とのアナログによる測定— 感性工学研究論文集, 6(2), 33-38.
- 飯田茂隆・名城鉄夫・柳瀬徹夫 1994 魅力の心理 魅力工学研究フォーラム（編） 魅力工学—魅力的な空間・商品を生み出す技術—（第二版） 海文堂 Pp.21-46.
- 成田善弘 2003 贈り物の心理学 名古屋大学出版会
- ノーマン, D. A. 岡本明・安村通晃・伊賀総一郎・上野晶子（訳） 2004 エモーショナル・デザイン—微笑を誘うモノたちのために— 新曜社
- (Norman, D. A. 2004 Emotional design: why we love (or hate) everyday things. NY: Basic Books.)
- Okada, E. M. 2001 Trade-ins, mental accounting, and product replacement decisions. *Journal of Consumer Research*, 27, 443-446.
- Reeves, B., & Nass, C. 1996 The media equation: how people treat computers, television, and new media like real people and places. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- Robinette, S., Brand, C., & Lenz, V. 2001 Emotion Marketing. New York: McGraw-Hill.
- Stein, H. M. D. 1965 The Gift in Therapy. *American Journal of Psychotherapy*, 19, 480-486.
- 竹内勇剛 2001 人工物の人らしさと社会的インタラクション 人工知能学会誌, 16, 826-833.
- 竹内勇剛・片桐恭弘 1998 人-コンピュータ間の社会的インタラクションとその文化依存性—互恵性

に基づく対人的反応— 認知科学, 5, 26-38.

竹内勇剛・片桐恭弘 2000 ユーザの社会性に基づくエージェントに対する同調反応の誘発 情報処理学会論文誌, 41, 1257-1266.

山根一郎 2001 「他者」概念の心理学的検討 椋山女学園大学研究論集（社会科学篇）, 32, 233-242.

## 6. 注

- <sup>1</sup> 贈り物選択における実用志向は、近年では様々な形で実用可能な金銭を贈るという形に変化しつつあるという（伊藤, 1995; 伊藤・栗田, 1984）。しかし、通貨や金券類はモノをやり取りするための道具であるため、本研究ではこれらを贈る「品物」として扱わないこととした。
- <sup>2</sup> 財布類を例として選択したのは、Table 5 のようなクロス集計表を作成した際の各セルの出現度数が比較的多いカテゴリであったことによる。

## 4-1 他者を表象するモノ：贈り物用フラワーアレンジメント

### 4-1 b. 贈り相手との関係や用途に合わせた

#### フラワーアレンジメントの構成

#### —感性と制約を組み込んだエキスパート E-コマースサイトの開発—

贈り主と相手との心理的または社会的距離が遠い場合には、贈り物として具体的なモノでなく、より抽象的な意味をもつモノとして花を選ぶ場合も多い。一般に「花をもらって怒る人はいない」と言われるのも、花の抽象性により、社会的習慣に照らして無難な贈り物として認知されていることを示している。一方で、花には季節感や高級感、かわいらしさ、親しみやすさなど、咲く時期や色、形、種類によって、様々な感性をもたらすメッセージが込められる。つまり、花であっても贈る場合には、贈る相手をもつ雰囲気に関する、贈り主によるキャラクタ設定が行われ、受け取ったあと飾ってほしい場所などの意図の設定や、飾ったところを見せる別の人たち、つまり相手の人が属するコミュニティについての仮説設定が行われる。この意味で、贈り物としての花は、花を選んでいる途中の贈り主にとって、贈る相手である他者を表象するモノである。さらに、花のもつ属性、例えば花の形や色、匂い、散りやすさ、価格などに関する社会的習慣が、贈る花の選択にあたっての制約となる。

本節では、花束と違って、相手に花瓶の手配などの負担をかけずに、お祝いやお見舞い、お礼などのメッセージを託すモノとして人気の高まりつつあるフラワーアレンジメントを取り上げ、アレンジメント作成のための専門知識に花の感性評価、および社会的制約を加えたエキスパート・システムの開発について述べる。これを花データベースとともにウェブ・サーバーに置き、E-コマースサイトとして、購入者の入力した相手との人間関係や用途および時期に適したフラワーアレンジメントの構成を提案するシステムとした。

キーワード: 贈り物, 性格設定, 社会的習慣, 感性

## 1. はじめに

お祝い、感謝、記念、場の演出などのために、花を贈る場合がある。例えば、家族の誕生日に、籠いっぱい野の花を贈る、恋人の誕生日に情熱的な花束を贈る、親戚の女性のピアノリサイタルにと楽屋に華やかな花を届ける、友達の子どもに小学校の入学祝いとして可憐な花のコサージュを贈る、転勤する上司に部下から高級感のある花を贈る、同僚の入院見舞いに元気が出るような花を贈る、などである。

この場合の花は、ただのモノではなく、社会的な関係を維持するためにメッセージを送るメディアとして、親しい相手だけでなく、社会的にまたは心理的にあまり近くない人に対しても使われる。贈り物のマナーとして、それほど親しくない相手には、相手ひとりでなく家族で使えるものなど、誤解を招かないようなものを贈るのがよいとされる[1]。儀礼的な考慮から、当たり障りがないという理由で贈り物に花を選ぶことも多い。そのため状況によっては、ふさわしい花やふさわしくない花があり、それは花のイメージと相手のイメージや相手との人間関係とのマッチング、さらに、用途による制約が関係していると考えられる。

花のメッセージ機能を高めているのは、花のイメージ、すなわち、人が花に対して抱く感性である。贈る相手のイメージや雰囲気、相手の属性や相手との人間関係が、花やアレンジメントを選択するのに重要である。感性と贈る相手の組み合わせには、最初に例を挙げたような選択が一般的であるが、ふさわしくないケースも考える。例えば小学生に大人っぽい豪華な雰囲気の花、あまり親しくない年上の親戚にポップな感じの安価な花、異性の上司に情熱的な花など、贈る側も受け取る側もすっきりしない組み合わせであろう。

用途による制約としては、例えば広い会場には見栄えがするように高さのある大きなもの、病室へのお見舞いなら場所をとらない小さめのもの、といった配慮が求められる。贈る目的と花に対して抱く感性のマッチングも問題となる。豪華な会場に素朴な野の花では見栄えがしないし、病床に楚楚とした花を置くのもどうか、という場合もある。

しかし、多くの人にはどの花をどのように組み合わせれば、自分の贈りたい目的や相手にふさわしいものになるのか、詳しい知識を持っていない。その場合、生花店の店頭で希望を話してアレンジメントを作ってもらうことになる。店員は贈る時期に旬である花、花のもつ雰囲気や値段、散りやすさなどの性質、花の組み合わせ方、用途に合ったアレンジの形状や大きさ、仕上げ方などのフラワーアレンジメント作成に関する専門知識を持っている。お客にいくつかの質問をしながら、贈る相手や花が置かれる状況を推測して、合いそうな花や組み合わせ、アレンジメントの仕方などを推論し、解決策としてできあがったアレンジメントを提示する。



本研究は、フラワーアレンジメントを題材として、感性工学システムの推論における制約の取り扱いに焦点を当てたものである。これまでの感性工学研究では、分析手法の開発と発展により、デザイン要素と感性の関係を明らかにしてきた（例えば文献 [2]）。実際の商品開発においては、設計・生産プロセス・コストなどに多くの制約がある。商品開発の成功は、それらの制約の中に、感性工学手法により得られた知見を盛り込むことにかかっているとと言える。初期の感性工学研究、例えば服飾に関する感性工学システム FAIMS [3] などでも、デザイン上の制約を組み込む方法が工夫されている。

本研究では、感性評価実験の結果に基づいて、生花店で作るような、購入者の必要にふさわしい贈呈用フラワーアレンジメントの構成を提案する E-コマースサイトを構築することを目的とした。現在、E-コマースはますます発展しており、消費者のニーズはよりきめ細かいものとなっている。試作したサイトは、現実の制約に感性工学的分析の結果をマッチさせるという解決案である。

このサイトでは、購入者がウェブ・ブラウザの画面で入力した、贈る目的や贈呈相手との人間関係などに関する条件と送り先や予算などを受け取って、感性評価実験の結果、および、開花時期や用途による大きさや形の制約をもとに、ふさわしい花をデータベースから検索し、アレンジメント全体の形と大きさ、およびアレンジメントに用いる花と葉物のリストを購入者の画面に表示する。広い意味のフラワーアレンジメントには花束やコサージュなど、様々な形態が含まれるが、ここでは、狭い意味でアレンジメントと言われる、オアシス（スポンジ状の化学製品で、花を固定し、吸水させる役割をもつ）に生ける形態を扱う。贈り先で花瓶の用意が要らない、鉢植えのような手入れが要らないなどの理由で [1]、最近の贈り花に重宝がられている形態である。

## 2. 感性評価実験に基づく花と色の雰囲気の設定

贈り物にどの花を使うかを決定するには、贈る相手がどのような雰囲気の人かが最も重要な要因であり、花の雰囲気が贈る相手の雰囲気となるように選ぶという考え方がある。このことから、本研究では人の雰囲気を表す感性を花に対する感性と翻訳することを目指して、感性評価実験を行った結果をシステムに組み込んだ。

### 2.1. 花の種類

フラワーアレンジメントでは、花は形や大きさ、花のつき方によって分類されており、フォーム、ライン、マス、フィラの 4 種類がある（図 1）。それぞれアレンジメントを構成する上で異なる役割が与えられる [5-7]。

フォーム・フラワーとは、例えばユリやカラーのように、花が比較的大きく、形のはっきりした、個性の強い花であり、アレンジメントの中では中心的存在となる。ライン・フラワーは茎に沿って線

状に花がつくものであり、アレンジメントの中では直線や曲線として、骨組みやアウトラインを作るために使われる。グラジオラスやキンギョソウがこれに相当する。マス・フラワーは多くの花卉あるいは、小さな花が集まって丸い形を構成する花である。ガーベラ、カーネーション、バラなどがこれに当たる。あまり個性が強くなく、親しみやすい花が多いことから、アレンジメントの中で親しみを演出するためにメインとして使われることが多い。フィラ・フラワーとは、カスミソウやスターチスのように、枝分かれして多数の小さな花や葉がついているもので、アレンジメントの中では空間を埋め、立体感や統一感を出すために使われる。

上の4種類のうち複数の性質を合わせもつ花もある。例えばアジサイは、小花が集まったマス・フラワーとしても、ひとかたまりの大きなフォーム・フラワーとしても使われる。

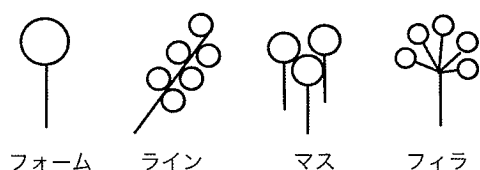


図1. フラワーアレンジメントで使われる花の分類

## 2.2. 花と感性の対応

さまざまな種類の花を見てどのような感性として表現されるのかを調べるため、花の写真を用いた感性評価実験を行った。本研究で扱う花は、生で切り花として用いられるものを対象とし、染色されたプリザーブド・フラワーなどは対象としなかった。このため、ほとんどの種類の花に1〜数色、多いもので十数色程度までのバリエーションがあるが、すべての色があるわけではない。花ごとに典型的な色がある一方で、それほど定着していない色のある花もある。また、一般にフラワーアレンジメントでは配色が重視され、必要な色をもつ花を別の種類から選ぶ、ということも行われる。本研究では、花と色の組み合わせにこのような多様性と制約があることを考慮して、花の種類（形）についての感性評価と色についての感性評価を別々の実験で求めた。

評価対象として、花の写真素材集（素材辞典 Vol. 60, 78, データクラフト社製）の中から、単一の花だけが白背景に写っている25種類の花の写真を選んだ。花の色は赤とし、なければ白または黄として、花ごとに典型性の低くない色を用いた。それぞれ、518x488画素、24ビット色のJPEGファイルである。提示装置は、パーソナルコンピュータ(iMac SE DV, アップル社製)のCRTモニタをMacOS X標準の色補正プログラムを使って補正したものとした。サンプル写真を1枚ずつ、ウェブ・ブラウザ(Safari, アップル社製)で提示した。評価方法として、花サンプルそれぞれに対して、軽やかな-軽や

かでない、カジュアルな-カジュアルでない、などの感性ワード 57 語対の SD 法 5 段階評価とした。この感性ワード群は、著者らの研究グループが過去に行った感性評価実験 [3, 4] で頻繁に使ってきたものから、予備実験を行って絞り込んだものである。被験者は日頃から花に親しんでいる 21 歳～50 歳の男女 10 名とした。

各サンプルの評価結果の被験者間平均値に対して主成分分析を行った結果、第 1 主成分の固有値は 10.26 (寄与率 41.04%)、第 2 主成分の固有値は 5.22 (寄与率 20.86%) が得られた。第 3 主成分以下は固有値が急激に低下するため、固有値の大きい第 2 主成分までを解釈に採用した。第 1 主成分に対して正の大きな主成分負荷量をもつ感性ワードは「濃い」、「スパイシーな」、「派手な」、「トロピカルな」、「鮮やかな」などで、負の大きな主成分負荷量をもつ感性ワードは「涼しげな」、「清楚な」、「さわやかな」、「軽やかな」、「柔らかな」などであった。この主成分は軽重性を表すと解釈した。第 2 主成分に対して正の大きな主成分負荷量を示した感性ワードは「子どもっぽい」、「カジュアルな」、「ポップな」、「楽しい」、「ナチュラルな」などで、負の大きな値を示したのは「高級感のある」、「大人っぽい」、「優雅な」、「神秘的な」、「シックな」などであった。このことから第 2 主成分は洗練性を表すとした。感性ワードの主成分負荷量を図 2 に示す。

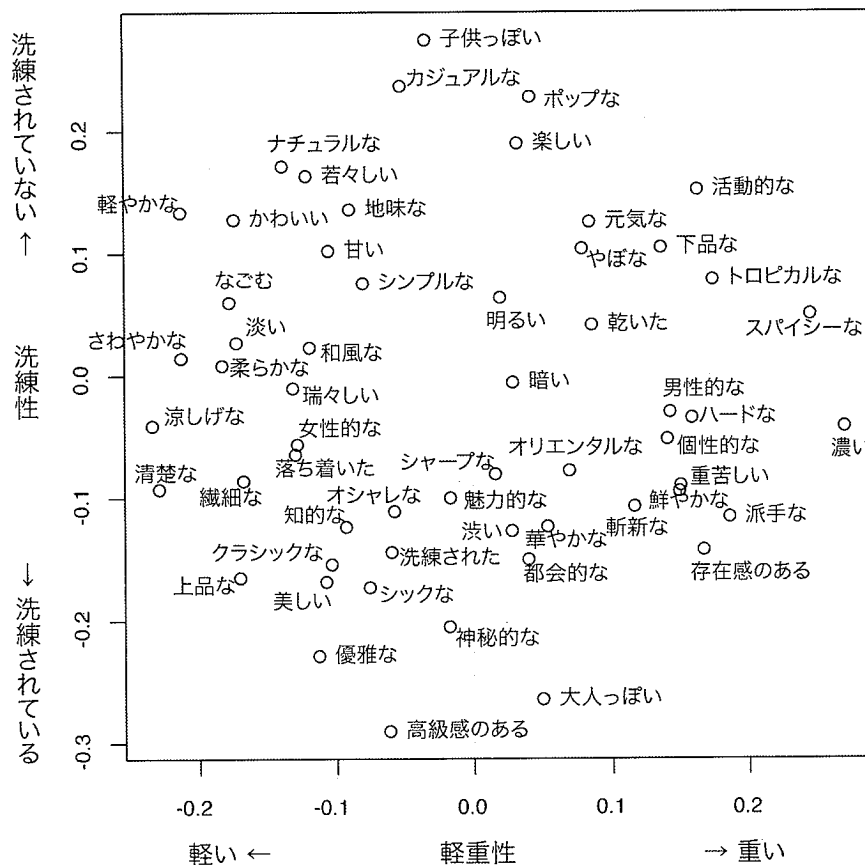


図 2. 花に対する感性ワードの主成分負荷量(第 1 主成分×第 2 主成分).

花ごとの主成分スコアは図3に示すようになった。個性的と言われるフォーム・フラワーが、感性の意味空間の中でも端の方に位置し、意味が強いことに対応している。図では、重い（右端：アンズリウム）、重くて洗練されていない（右上：ヒマワリ）、軽い（左端：ユリ、スイセン）、軽くて洗練されている（左下：カラ）と評価されたことが示された。フィラに分類されるブルースターとブルーレース（左上）は軽くて洗練されていないに対応し、ラインのスイートピー（左端）とリュウカデンドロン（右端）は洗練性に関わりなく、軽重性で評価されたことがわかる。あとの花はすべてマスの性質をもち、様々な位置に分布しており、特に洗練性の幅が広い。バラとガーベラは軽重に関係なく洗練性の対極に位置している。この結果から、花の感性評価はフラワーアレンジメントで使われる分類とよく対応していることが示された。

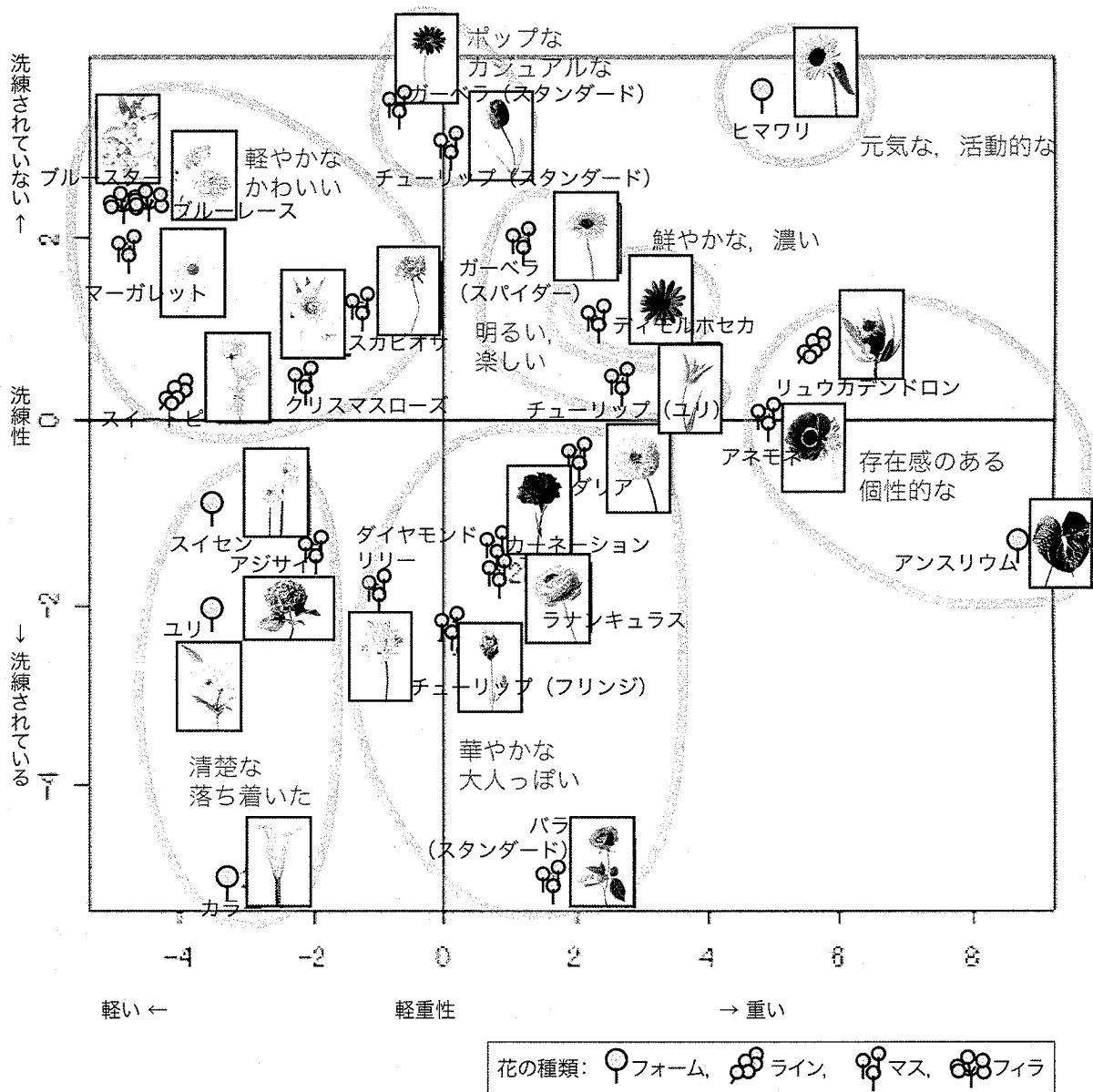


図3. 花に対する感性の主成分スコア(第1主成分×第2主成分).

評価データに階層的クラスター分析を行って、花を分類した。採用するクラスターを決定する手法として、マルチスケール・ブートストラップ法によるクラスターの信頼性推定手法[8, 9]を用いた。通常、母集団から何度もサンプルを取ることは難しく、サンプルの数は限られている。ブートストラップ法は、限られた数のサンプルから母集団におけるばらつきや信頼性を推定する方法として提案された手法である[10]。ブートストラップ法を用いてクラスターの信頼性を計算する方法はFelsenstein(1985)[11]によって考案され、さらに補正を行う方法が、下平(2002)によるマルチスケール・ブートストラップ法[8, 9]である。ここでは、変数(感性ワード)の数の0.5倍から0.1倍ステップで1.4倍まで14回にわたって、それぞれ10,000回のブートストラップ計算を行った。クラスター分析において、類似度計算には相関係数、クラスター化法には群平均法(UPGMA)を用いた。これらの計算には統計解析ソフトRのpvclustパッケージを用いた。

検討の結果、4個のクラスターが出現確率0.95以上であった。さらに0.90, 0.88, 0.88, 0.79という十分高い出現確率で4個のクラスターの存在が認められた。いずれのクラスターでも類似度がほぼ同じであったので、合計8個のクラスターを採用した。各クラスターにおいて、評価値の高い感性ワードで主成分負荷量のプロットとの対応がよく、かつ、実際のアレンジメントでよく使われるものを、代表する感性ワードとして選択した。花の主成分スコアと花のクラスター、感性ワードの対応を、図3の灰色の囲みで示す。

被験者の個人差を考慮すべきかどうかについて、各クラスターで分布の中心から各被験者の評価値までのマハラノビス距離から検討した。方法は、次元数がクラスターに属する花の数となる空間で、被験者の評価値のばらつきを計算することによる。マハラノビス距離の分布は $\chi^2$ 分布に従うことが知られている[12]。計算の結果、各クラスターで $\chi^2$ 分布の裾野5%に入る被験者は1人もいなかった。つまり、各クラスターに属する花について一貫して他の被験者と異なる反応をした被験者はいなかったことから、後のルール作成において、特に個人差を考慮しないことにした。

### 2.3. 色と感性の対応

本システムの花データベースに記載した50色に対応するP.C.C.S表色系の色票(新配色カード199b, 日本色研事業社製)を直径5cmの円形サンプルとした。灰色(JIS表色記号でN7)の背景紙の上に色サンプルを載せ、視距離45cmで上から見て1枚ずつ評価させた。感性ワードは花の実験と同じ57語である。主成分分析の結果、花の結果と同様に軽重性、洗練性を表す主成分が認められた(それぞれ固有値17.82および10.92, 寄与率35.64%および21.83%)。第3主成分以下は固有値が急激に低下した。色ごとの主成分スコアと感性ワードの対応を、花と同じく8種類に分類した。

### 3. フラワーアレンジメントの専門知識

アレンジメントを作るための知識は、本稿の研究グループのうち専門的な教室で技能を習得した者が、専門書籍[5-7]を参考にまとめた。また、特に贈り物用に作るために必要な知識やマナーについては、専門書籍[1, 13]を参照するとともに、知人の生花店主の協力のもとで店頭で購入の様子を分析することにより、次のように整理した。

一般的な作成手順として、まず、メインとなる花を選び、全体的にどのような形のアレンジメントに組み上げるかを考えながら、合わせるにふさわしい形と色を持つ花々を選ぶ。

#### 3.1. 花データベースの作成

データベースの内容には、花の名前、種類、色、単価、散りやすさ、開花時期を含めた[14, 15]。種類は 2.1 節に述べた 4 種類に基づく。花と感性との対応、および色と感性の対応は、それぞれ別のデータとして記述されている。花と感性の対応関係は 2.2 節の感性評価実験の結果に基づいて記述されている。現状では、前述の 25 種類のみが記載されているが、今後、これら以外に花データベースに登録された花について、順次、感性評価実験を行って対応関係を記述していく予定である。さらに新しい花のデータを追加する際には、その都度、花データベースの属性値を花の専門家に決定してもらい、感性との対応を感性評価実験により求める。

##### 3.1.1 色

一般的に店頭で使われる紫やピンクなどの名前とともに、P.C.C.S. (Practical Color Co-ordinate System; 日本色研配色体系) に基づく色相番号とトーン記号[16]を記述した。このデータはメインの花に取り合わせる花の色を、後述の配色ルールによって決定するために用いる。

##### 3.1.2 開花時期

最近の栽培技術により多くの花は一年中入手できるが、旬の花を使うことで季節感を出し、単価が安くなるので同じ金額でもたくさん使うことができる。開花時期は広島県の気候を基準として、旬と言われている季節とした。季節を表す時期を春：3月21日から、夏：5月21日から、秋：9月21日から冬：11月21日からとした。

#### 3.2. アレンジメントの形

本システムで扱うアレンジメントの形は、ラウンド型、トライアングル型、ダイヤモンド型、ファンシェイプ型、スプレイシェイプ型の 5 種類とした (図 4)。これらはインターナショナル、あるいはアメリカン、ベーシック・スタイルなどと呼ばれる、オアシスの 1 点を中心に花や葉を生けて幾何学的な形に仕上げる構成法である[5-7]。それぞれに大・中・小の大きさ区別を設定した。用途によって、ふさわしい形があり、それをこのシステムでは適切度として記述した。また、それぞれの形を作るた

めに、使う花の種類が制約される。

ラウンド型とは、オアシスを中心に円球を作るように花を生けるものである。全体に丸みを出すためにマス・フラワーを多く使い、ライン・フラワーはあまり使われない。トライアングル型では、オアシスの上に花で三角形を構成するようにライン・フラワーの直線的な形を生かし、さらに立体感を出すために、アレンジメント内部にも小さな三角形ができるようにフィラ・フラワーを使う。ダイヤモンド型は、上から見るとダイヤモンド型になるように、高さを抑えて横に広がった形の生け方である。マス、フィラ、およびフォーム・フラワーを使うことが多く、ライン・フラワーが使われることは少ない。ファンシェイプ型は、中心から花を放射状に広げさせ、丸く作った中心部から、さらに茎を何本か突出させて動きを出すような、スケールの大きなデザインである。この形にはライン・フラワーが必要とされる。かなり大きなものを作るのが普通で、手軽に持ち運ぶことはできない。スプレイシェイプ型は、器の上にまるで花束が置いてあるかのように見せる生け方である。主にマス・フラワーやフォーム・フラワーが使われる。

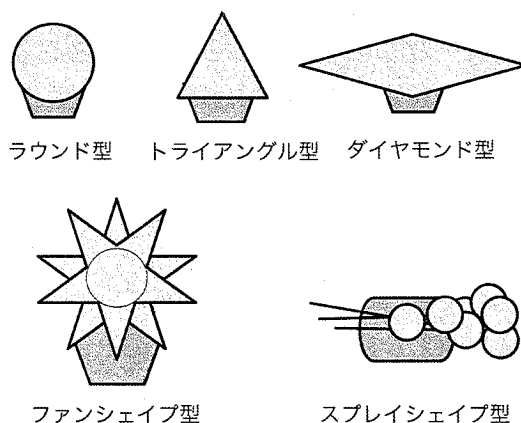


図4. 本システムで扱ったアレンジメントの形。

## 4. 推論ルール

### 4.1. メインの花の決定

購入者の入力データがあるかどうかによって、優先順位付きの決定ルールを設けた。以下のルールを優先順に適用し、メインの花を決定する。

優先順位1：入力画面で例示した花のいずれかが「特に入りたい花」として選ばれていれば、その花をメインとする。

優先順位2：特別な用途である「見舞い」または「法事」が選択されている場合、特定の雰囲気（花および色の感性）を設定して、雰囲気に対応する花で届け日の季節に開花するものをメインとする。

ここでは、見舞い用に「元気な」花および色を、法事用に「清楚な」を設定する。

優先順位 3：贈呈相手の雰囲気を示す感性に対応する花のうち、届け日の季節に開花するものをメインに決定する。

優先順位 4：相手との関係と感性との対応ルールを使って、その感性に対応する花で届け日の季節に開花するものをメインに設定する。このルールは、例えば、相手が上司であれば「清楚な」、友人・恋人であれば「ポップな」などである。

優先順位 5：相手の年齢・性別と感性との対応ルールを使って、その感性に対応する花で届け日に開花するものをメインに設定する。このルールは、例えば、贈呈相手が 0-20 歳の女性には「ポップな」、41 歳以上の女性には「大人っぽい」、41 歳以上の男性の場合は「華やかな」などの対応関係である。

## 4.2. アレンジメントの形の決定

アレンジメントの形と大きさによっては、持ち運びが簡単なもの、とても手持ちでは運べないもの、見栄えがするもの、無難な形、ちょっとびっくりさせられるもの、などがある。そこで、作成するアレンジメントの形状は、用途、メインの花の種類、購入者が入力した要望、および金額をもとに決定する。以下の制約ルールにより、アレンジメント型ごとの適切度を合計し、最大となった形を採用した。

制約 1：用途との関連 置き場所の広さ、高さや見栄え、持ち運びやすさなどを考慮したもので、各アレンジメント形状に  $[-10, 10]$  の整数値で表した適切度を適用する。

例えば、入学祝いと誕生祝いには、比較的小さめの形としてラウンド中・小型とトライアングル小型は 8 点、また贈る相手には身近な人や若い人が多いことから、ちょっと驚いてもらえるスプレイシェイプ型に 10 点を設定した。大きくなるダイヤモンド型やファンシェイプ型は -10 点とした。コンサートでは、相手が楽屋に飾ることを想定して、目立つ大きさと形をもつラウンド・中型 7 点、トライアングル中型 9 点、ファンシェイプ型 10 点を設定した。ラウンドとトライアングルの小型、およびダイヤモンド型は、高さがなく目立たないので、それぞれ -6 点、-7 点とした。テーブル用会場装花には、会議やパーティで座った同席者の顔がよく見えるように、高さがなくて華やかなダイヤモンド型を 10 点、同じく高さのないスプレイシェイプ型は 5 点、反対に、高さがあるファンシェイプ型とトライアングル大型は、テーブルに置くと同席者の顔が見えなくなってしまうので -10 点である。

制約 2：メインの花の種類 メインの種類にどのアレンジメント型がふさわしいかを表したもので、各アレンジメント形状に  $[-10, 10]$  の整数値で表した適切度を適用する。

例えばメインの花がフォーム・フラワーの場合、花自体が大きいことが多いので、大きく作るトラ



イアングル大型には10点、ラウンド中型は8点、小さくまとめるラウンド小型は-8点とする。メインの花がライン・フラワーであれば、アレンジメントの骨組みとして線状の形が活かせるトライアングル大・中・小型およびファンシェイプ型に10点、逆に丸く小さく作るラウンド中・小型には-10点とした。

制約3：購入者の要望 入力画面で「持ち運びやすい」「広がりのある」などが選択された場合の適切度を設定した。

例えば、「持ち運びやすい」指定には、小さく手提げ袋に入れられるスプレイシェイプ型およびラウンドとトライアングル小型に10点、トライアングル中型は8点、ラウンド中型は7点とし、大きなファンシェイプ型とトライアングル大型に-10点、横に広がるダイヤモンド型に-8点を設定した。

制約4：金額 金額が一定より少なければ、多くの花が必要な大きいアレンジメントは作れないので、ファンシェイプ型、トライアングル大型、ダイヤモンド型を選ばないように-999点としている。

### 4.3. 組み合わせる花の決定

フラワーアレンジメントでは一般に配色が重視されるので、配色計画に必要な色をもつ花を選んで組み合わせることが一般的である。そこで本システムでも、感性との対応関係に関わらず、配色優先の考え方で組み合わせる花を決定する。

データベース中のすべての花に選別ルールを適用して振り分け、残った花の中から配色ルールを使って、組み合わせる花を決定する。選別ルールは贈呈相手との関係や用途などの制約を考慮したものである。

選別ルール1：単価 相手との関係によっては、高級なアレンジメントを作る必要がある。ここでは、上司、親戚、先輩、後輩、自分がファンである相手のどれかが選択されている場合は、単価250円以下の花を使わない。

選別ルール2：散りやすさ 持ち運んでいる間に花が散ってしまっはいけない。そこで、「持ち運びやすい」指定があれば、散りやすい花を除外する。

選別ルール3：開花時期 届け日が開花時期に含まれる花を用いる。

以上で絞り込まれた花の中から、配色ルールにより選択する。配色ルールはP.C.C.S.調和システムを使用した以下の1-3のうち、どれか1つを用いる。現在は、選択される花の種類が多くなりやすいように、配色ルール1から3の出現確率がそれぞれ5:3:1になるように乱数を用いて決定する。以下では色をP.C.C.S.トーン記号と色相番号、( )内は系統色名で示す。

配色ルール1：色相が同じで隣り合うトーンをもつ色 例えば、メインの花色がv8 (VividYellow)の場合、b8 (BrightYellow), s8 (StrongYellow), dp8 (DeepYellow)の色をもつ花を採用する。

配色ルール 2 : トーンが同じで色相が似た色 例えばメインの花色 v2 (VividRed) に対しては v1 (VividPurplishRed), v3 (VividYellowishRed), v4 (VividRedishOrange) の色をもつ花を採用する。

配色ルール 3 : トーンが同じで相対向する色相をもつ色 (反対色) 例えば, b6 (BrightYellowishOrange) に対して b18 (BrightBlue) の色をもつ花を採用する。

配色ルール 4 : 例外 用途が「法事」の場合は pale トーンと light トーンの組み合わせを優先する。例えば p24 (PalePurplishPink) には lt24 (LightPurplishPink) の色をもつ花を合わせる。

#### 4.4. グリーンの選択

グリーン (葉物) は色の種類が少なく, ほぼどの季節にも使うことができ, 散りにくいので, 選択に関する制約は特にない。そこで, 生花店で経験的によく使う組み合わせを設定しておき, 選ばれたアレンジメント形状に合わせて付け加えることにした。

### 5. 方法

#### 5.1. E-コマースサイトの構成

ここで作成したシステムは, サーバーサイド・スクリプトを利用したフラワーアレンジメント作成のエキスパートシステムである。購入者がウェブ・ブラウザで入力したデータをサーバーで受け取って, HTML に埋め込んだスクリプトで処理し, 結果を HTML データとしてユーザー側でウェブブラウザの中に表示する形を取っている。

このシステムは, 図5に示すようなプログラム群とデータベースで構成されている。(1)ウェブ画面で入力された情報を受け付けるプログラム, (2)花の属性を記述したデータベース, (3)花と感性との対応および色と感性との対応に従って花データベースを検索するプログラム, (4)配色ルールに従って組み合わせる花の色を決定するプログラム, (5)検索結果からアレンジメントの形状を決定するプログラム, (6)作成したフラワーアレンジメントのデータを加工して購入者側に表示するプログラム, となっている。

HTTP サーバーの OS は Red Hat Linux release 7.3, データベース・サーバーは MySQL ver. 1.4 (MySQL AB), HTML の入出力を行うスクリプトには PHP ver. 5.0.2.2 (The PHP group) を用いた。

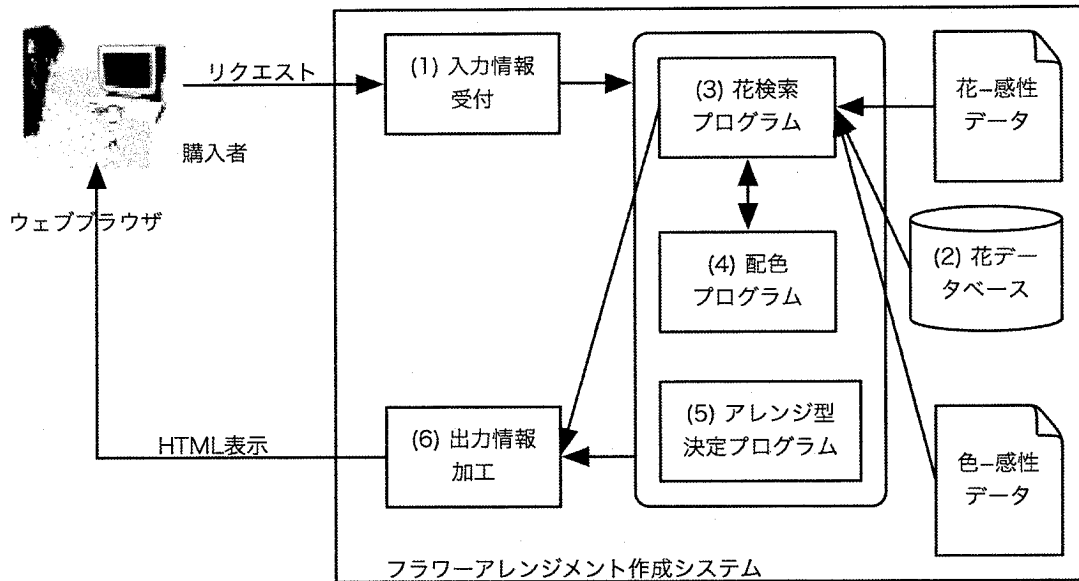


図5. システムの構成.

## 5.2. 入力項目と出力項目

### 5.2.1 入力項目

次の3カテゴリからなる.

- (1) 贈る相手について. 年齢 (3区分から択一: 20歳以下/21歳以上40歳以下/41歳以上)・性別 (2区分から択一: 男性/女性), 購入者との関係 (5種類から択一: 上司/親戚/先輩・後輩・自分がファンである相手/友人・恋人/家族), 相手の雰囲気 (16種類から択一: 存在感のある/鮮やかな/ポップな/清楚な/元気な/大人っぽい/華やかな/カジュアルな/個性的な/濃い/明るい/落ち着いた/楽しい/軽やかな/活動的な/かわいい), および, もし特に入れたい花があれば, 例示した季節の代表的な花8-9種類の中から1つ選択可. これらのデータは花を選ぶために用いる. 花の例示は, 購入者が特にこの花を贈りたいが名前が思い出せない, といった場合に利用してもらうという実用的な用途のために付け加えた.
- (2) 用途および形状に関する希望. 用途 (10種類から択一: 入学祝い/誕生祝い/結婚祝い/新築祝い/コンサート/送別/お見舞い/法事/会場装花1: 人が座るテーブルを飾る/会場装花2: 入り口・ロビー・パーティー会場), 形の希望 (2種類から0または1つ選択可: 一般的な/意外性のある), 高さの希望 (3種類から0または1つ選択可: 高さのある/高さのない/こだわらない), その他の希望 (4種類から0以上4つまで選択可: 丸みのある/広がりのある/置き場所を取らない/持ち運びやすい). これらはアレンジメント型と大きさを決定するために用いる.
- (3) 予算および配送に関するデータ. 予算, 届け日, 連絡先, 連絡先以外に届ける場合の送り先. 予

算は花数を反映することからアレンジメントの大きさを、届け日は開花時期による制約として用いる。

### 5.2.2 出力項目

出力する内容は、アレンジメント内容のリスト（メインの花、組み合わせる花およびグリーン、それぞれの名前と開花時期、色の名前とP.C.C.S トーン記号および色相番号、形による種類、単価）、アレンジメントの形状と大きさ、さらに確認用データとして、贈呈相手の名前、届け日、用途、連絡先、届け先である。

### 5.3. アルゴリズム

購入者がウェブ・ブラウザの画面でデータを入力し、サーバーに送信すると、本システムは受け取ったデータと2章から4章までの専門知識や推論ルールをもとに、アレンジメントのメインになる花、アレンジメント全体の形、組み合わせる花、添えるグリーンを順に決定する。最後に表示用の加工処理をして、ウェブ・ブラウザ画面に推論結果を表示する。実際の生花店では、完成したアレンジメントに包装材やリボンを使ったラッピングを施すが、ここでは扱わない。

## 6. 適用例

入力画面と出力画面の例を図6に示す。さらに適用例として、ここでは2つの例を挙げる。

The figure shows two screenshots of a web application. The left screenshot is the input form, and the right screenshot is the output page.

**Input Screen (Left):** The form asks "贈る相手はどのような人ですか?" (Who is the recipient?). It includes sections for:
 

- 年齢 (Age): Radio buttons for 20歳以下, 21歳以上40未満, 41歳以上.
- 性別 (Gender): Radio buttons for 男性, 女性.
- あなたとの関係 (Relationship): Radio buttons for 上司, 親戚, 先輩・後輩・自分がファンである相手, 友人・恋人, 家族.
- 雰囲気 (Atmosphere): Radio buttons for 存在感のある, 鮮やかな, ポップな, 清楚な, 元気な, 大人っぽい, 華やかな, カジュアルな, 個性的な, 濃い, 明るい, 落ち着いた, 楽しい, 軽やかな, 活動的な, かわいい.
- どんなものを贈りたいですか? (What do you want to gift?): Radio buttons for 入学祝い, 誕生日, 結婚祝い, 新築祝い, コンサート, 送別, お見舞い, 法事, 会場装花 (人が座るテーブルを飾る).

**Output Screen (Right):** The page displays the recipient's name and address, a confirmation message, and a table of flower types. Below the table is a diagram of a round arrangement.

name2	season	color	tbln	pcccitan	kind	price
チューリップ(ワシントン)	春	黄	20	250	マス	2500
アスター	春	紫	22	250	マス	2500
アスター	春	紫	22	250	マス	2500
チューリップ(花咲)	春	黄	20	250	マス	2500
チューリップ(花咲)	春	黄	20	250	マス	2500
バラ(スタンダード)	春・夏・秋	紫	20	300	マス	3000
バラ(スタンダード)	春・夏・秋	紫	22	300	マス	3000
バラ(スワレー)	春・夏・秋	紫	20	300	マス	3000
バラ(スワレー)	春・夏・秋	紫	22	300	マス	3000
ラングラー	春・夏・秋	黄	20	250	ライン	2500

図6. 入力画面(左)と出力画面(右).

## 6.1. 例1：ポップな誕生祝い用

(1) 入力条件 23歳女性でポップな雰囲気友人に誕生祝いを、直接、相手先に届ける場合。形の要望として、一般的な形で広がりがあり、高さには特にこだわらない。予算は2,000円、届け日は9月15日。

(2) 出力内容 アレンジメントの形はスプレイシェイプ型。ガーベラ・オレンジをメインとした、茶-オレンジ-黄のグラデーションで、組み合わせる花とグリーンは表1のようになった。届け日から秋に開花する花が選ばれた。ガーベラは「ポップな」という感性に対応する秋の花で、オレンジ色も「ポップな」に対応する色である。友人に対しては「高級なもの」という制約がなく、ここでは比較的単価の安い、80-100円の花が選ばれている。グリーンはスプレイシェイプ型によく使われるとして固定的に設定した3種類である。アレンジメントの形は、誕生祝い用に小さめの形、一般的な形、広がりのある形、について適切度の高いスプレイシェイプ型が選ばれた。全体のおおよそのイメージを図7に示す。

表1. 適用例1:23歳女性へ直接届ける, ポップな, 広がりのある, 秋の誕生祝いの内容

役割	花名	色名	P.C.C.S.表記
メイン	ガーベラ	オレンジ	v5
組み合わせ	ガーベラ	オレンジ	v7
		黄	v8, l18
	小菊	オレンジ	v5, b6, v7
	スプレー菊	黄	b8
	コスモス	茶	dk4
		オレンジ	v7
		黄	v8
	アスター	黄	v8
スカビオサ	黄	l18	
グリーン	ユーカリ	緑	v12
	ドウダンツツジ	緑	v10
	アスパラ・ペラ	緑	v10

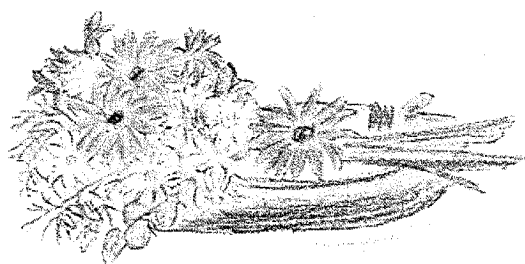


図7. 適用例1のイメージ。

## 6.2. 例2：大人っぽい送別用

(1) 入力条件 大人っぽい雰囲気51歳男性上司の送別会会場にアレンジメントを購入者が持つ場合。予算は3,000円、届け日は3月10日。

(2) 出力内容 アレンジメントの形はラウンド中型。フリンジ咲きチューリップ・紫をメインとした紫のトーン・グラデーションで、組み合わせる花はすべて紫の濃淡をもつ。組み合わせる花とグリ

ーンは表2のようになった。届け日から春に開花する花が選ばれた。フリンジ咲きのチューリップは「大人っぽい」に対応する春咲きの花で、紫は同じく「大人っぽい」に対応する色である。上司へは高級なアレンジメントを贈る制約により、単価 250 円以上の花が選ばれている。アレンジメントの形は会場までに持ち運びやすいためにラウンド型となり、散りやすい花は入っていない。グリーンはラウンド型によく使われるものとして固定的に設定した3種類である。全体のおおよそのイメージを図8に示す。

表2. 適用例2:春に51歳男性上司の送別会に持っていく,

大人っぽい,持ち運びやすいアレンジメントの内容

役割	花名	色名	P.C.C.S. 表記
メイン	チューリップ・フリンジ咲き	紫	1t20
組み合わせ	チューリップ・ユリ咲き	紫	1t20
	チューリップ・八重咲き	紫	1t20
	アネモネ	紫	1t22, v22
	バラ・スタンダード型	紫	1t20, 1t22
	バラ・スプレー咲き	紫	1t20, 1t22
	リンドウ	紫	v20
グリーン	ゲーラック	緑	v11
	ミリオン	緑	v10
	アイビー	緑	v14



図8. 適用例2のイメージ.

## 7. 出力結果の検証

設定した贈呈目的に合わせて本システムが出力したフラワーアレンジメントの内容が、どの程度、人による評価に合っているかを検討した。3種類の贈呈目的とそれに対する本システムの3通りの出力を、入力状況（贈呈目的）と出力アレンジメントの対応関係を伏せて評定参加者に提示し、適切度を評価させて、入力に対応した出力が、残り2つのアレンジメントよりも適切度が高く評定されれば、本システムの推論結果が適切であることになる。

評定参加者は20～40歳代の、花を贈った経験のある社会人33名（男性12名、女性21名）とした。贈呈目的は、表3の状況1～3に示す3通りとした。春、秋の2つの季節について、それぞれの状況に対応して本システムが出力したフラワーアレンジメントは、表3に示す6種類である。

参加者には、まず3つの状況に対して春の花を使って出力したアレンジメント3種類すべてを提示

した。提示方法は花や葉の写真入りリストとアレンジメントの形、および図7、8のようなイメージ図である。3種類のアレンジメントが3つの状況それぞれにどれくらい適しているかを「まったく適していない」から「まったく適している」までの7段階で答えさせた。続いて、秋について同様に適切度を答えさせた。

表3. 評定に使用したアレンジメントの設定

状況1: 34歳男性で存在感のある先輩がコンサートを開くので、楽屋にアレンジメントを店から直接送りたい。予算5,000円。		
春	トライアングル・中型 メイン: リュウカデンドロン (オレンジ) 組み合わせ: カーネーション・スタンダード咲き, スプレー咲き (オレンジ, 黄), クリスマスローズ (黄) チューリップ・ユリ咲き, 八重咲き, フリンジ咲き (オレンジ, 黄) グリーン: アレカヤシ, ラムズイヤー (いずれも緑)	アレンジメント1
秋	トライアングル・中型 メイン: アンズリウム (赤) 組み合わせ: ダイヤモンドリリー (赤), バラ・スタンダード咲き, スプレー咲き (赤, オレンジ, 茶) グリーン: アレカヤシ, ラムズイヤー (いずれも緑)	アレンジメント6
状況2: 大人っぽい雰囲気のある51歳男性上司の送別会会場に、アレンジメントを購入者自身が持って行って手渡す。予算3,000円。		
春	(適用例2に同じ)	アレンジメント2
秋	ラウンド・中型 メイン: バラ・スタンダード咲き (青紫) 組み合わせ: トルコキキョウ・一重咲き, 八重咲き (紫, 青紫), リンドウ (紫) グリーン: ゲーラック, ミリオン, アイビー (いずれも緑)	アレンジメント4
状況3: 23歳女性でポップな雰囲気のある友人に、誕生祝いとして店から直接届けたい。一般的な形で広がりのある形がいい。予算2,000円。		
春	スプレーシェイプ型 メイン: チューリップ・スタンダード・中輪 (オレンジ) 組み合わせ: カーネーション・スタンダード咲き大・中・小輪, スプレー咲き小輪 (オレンジ, 黄, 緑), イエロードラゴン (黄), オーニソガラム・ダビウム (黄), エリカ (緑) グリーン: ユーカリ, ドウダンツツジ, アスパラガス (いずれも緑)	アレンジメント3
秋	(適用例1に同じ)	アレンジメント5

回答を[-3, 3]の整数に符号化し、季節ごとに状況を説明変数、アレンジメントそれぞれを目的変数とした一元配置分散分析を行った (群間変動自由度=2, 群内変動自由度=96)。その結果、すべてのアレンジメントについて群間変動が群内変動に対して有意に大きい ( $p < 0.01$ )、つまり状況による評価の差が有意であることが示された。

さらに、Tukey-KramerのHSD検定によるすべてのペアの平均を比較した ( $\alpha = 0.05$ )。春ではアレンジメント1は状況2および3に比べて状況1で有意に高得点であった。アレンジメント2は状況1、




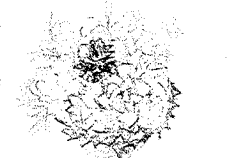


2で有意差がないが、3に比べて有意に高得点、アレンジメント3は状況2、3について有意差がないが、状況1よりは有意に高得点であった。秋では、アレンジメント4は状況2で、アレンジメント5は状況3で、アレンジメント6は状況1についてそれぞれ他の状況に比べて有意に高得点であった。本システムで各アレンジメントを出力した状況と比較した結果を表4に示す。本システムがそれぞれの季節で、状況に適しているとして出力したアレンジメントは、設定した状況に対して最も適している、または、設定状況を含む2つの状況で適している、との評価を得た。

この結果がメインの花の種類と色の感性によるものか、決定した色を生かす配色ルールによるものか、あるいは社会的・物理的制約が重視されたのか、正確に分離することはできないが、評定中の参加者の発言からは、これらのいずれもが有効であったように思われた。



表4. アレンジメントの適切さについての評価結果.

○は本システムで出力した状況, \*は参加者の適切度評価値に対するHSD検定による平均値比較の結果, 有意に最も高得点であった状況を示す. 数値は評定平均値[-3, 3].

	アレンジメント	状況1 コンサート	状況2 送別会	状況3 誕生祝い
春	1 	○* 1.8	0.0	0.8
	2 	* 0.7	○* 1.3	-0.2
	3 	0.2	* 0.8	○* 1.5
秋	4 	-0.7	○* 1.3	-0.1
	5 	0.6	0.4	○* 1.6
	6 	○* 2.2	0.2	1.2

## 8. まとめ

本研究では、感性評価実験に基づく花と色についての感性工学と、贈呈用フラワーアレンジメントを作るための制約を結びつけた推論システムを提案した。その結果、花を贈った経験のある人からも賛同の得られる推論結果を得た。推論に組み込んだ感性と制約が、解決案の評価にどのように関わるのか、人の評価の構造についても今後、検討が必要である。

現在、フラワーアレンジメントを売る E-コマースサイトの多くが既成のアレンジメントの中から選ばせる方式であるのに対し、本研究の成果は、店頭で顧客の要望を受けて作る方法を開発したことであり、贈り物を考える行為を購入プロセスに組み入れることで、より満足度の高いオンラインショッピングを構成する助けになるものと考えられる。

今後は、花データベースおよび感性-花対応データを拡充するとともに、フラワーアレンジメントや贈り物のマナーについての専門知識と制約をさらに充実させていく必要がある。また、購入という目的を持ったウェブサイトの使いやすさという側面からも、入出力画面の設計について検討することになっている。

## 謝辞

本研究に協力した広島国際大学人間環境学部 言語・コミュニケーション学科 2004 年度卒業の山岡慧栄さんと中川亮さんに感謝する。

## 参考文献

- 1) 岩下宣子, 伊藤美樹: 暮らしの絵本 贈り方のマナーとコツ, 学習研究社, 2005.
- 2) 長町三生 (編): 商品開発と感性, 海文堂, 2005.
- 3) 長町三生, 伊藤宏司, 辻敏夫, 千野高保: 知識工学に基づいた服飾デザインコンサルテーションシステムの研究, 人間工学, 24, 5, 281-289, 1988.
- 4) 石原茂和, 石原恵子, 長町三生, 松原行宏: ニューラルネットワークを用いた感性工学エキスパートシステム-色彩における感性構造の分析への適用-, 人間工学, 31, 3, 389-398, 1995.
- 5) 白石新子: フラワーアレンジメント 花の扱い方からブーケまで ヴォーグ基礎シリーズ, 日本ヴォーグ社, 1993.
- 6) 神保豊: 花のプロ神保豊が教える 一歩上のフラワーアレンジメント, 河手書房新社, 2005.
- 7) 改訂版花アレンジメント ベーシックデザインからヨーロッパデザイン, レディブティックシリーズ通巻 2188 号, ブティック社, 2004.

- 8) 下平英寿:ブートストラップ法によるクラスタ分析のバラツキ評価, 統計数理, 50, 1, 33-44, 2002.
- 9) Shimodaira, H.: An approximately unbiased test of phylogenetic tree selection, Systematic Biology, 51, 492-508, 2002.
- 10) Efron, B.: Bootstrap confidence intervals for a class of parametric problems, Biometrika, 72, 45-58, 1985.
- 11) Felsenstein, J.: Confidence limits on phylogenies: An approach using the bootstrap, Evolution, 39, 783-791, 1985.
- 12) 奥野忠一, 久米均, 芳賀敏郎, 吉澤正: 多変量解析《改訂版》, 日科技連, 1981.
- 13) 田村恵子: ひと味違った花、贈りたい。贈り花, 花時間フラワー・アーティスト シリーズ9, 角川書店, 2003.
- 14) 花図鑑 [切花] 草土花図鑑シリーズ, 増補改訂版, 草土出版, 2001.
- 15) 花材図鑑 ブーケ 草土花材図鑑シリーズ, 草土出版, 2002.
- 16) 日本色彩研究所(編): 新版ハーモニック・カラーチャート 166 解説書, 日本色研事業株式会社, 1972.

## 4-2 他者機能の一部

### 4-2 a. 現金振込操作を行う銀行 ATM のむずかしさ

設定された処理手続きを行うように、ヒトが操作することを前提にして作られたモノは、操作のためのインターフェースを備えることが一般的である。設定された処理を行おうとしてヒトがモノを操作する間、操作するヒトはそのモノを介して、モノの設計者、あるいはモノが代理を務める人との間で対話が行われる。すなわち、モノはインターフェースを介して、どのような操作をするべきかを表示してヒトに働きかけ、操作するヒトは、インターフェースを介してモノに働きかける。操作の結果として、モノが状態を表示したり、次の操作を促したりすることでヒトに働きかける。

例えば、銀行の ATM を使って現金振込などの手続きを行うとき、ATM は銀行によって設定された、現金振込手続きの意図をもち、銀行が依頼した設計者が意図を表現した形のインターフェースを介して、ユーザーに実行してほしい操作をするよう、画面表示によって働きかける。

本研究で行った一連のモノと人の位置づけに照らすと、ATM のようなモノは、他者＝銀行窓口の人の機能を一部、代替するモノであり、限定された働きかけを行うモノであると位置づけることができる。

他者機能の一部である ATM のようなモノに対して、ヒトが働きかける、すなわち、操作する場合には、ヒトとモノの関係に関わる感性の中でも、使いやすさや快適性、安心感などが重要である。ここでは、モノに設定された意図による働きかけの形と、ヒトがもつ、そのモノに対するメンタル・イメージの適合性が、上に述べた感性に大きく関わると考える。ATM を使った現金振込操作の場合、我々は、銀行の意図（＝現金振込手続き）についてのメンタル・イメージ、システムの意図（＝操作手順や要求される入力情報）についてのメンタル・イメージ、および、入力インターフェースの意図（＝入力の方法）についてのメンタル・イメージが、適切であるときに使いやすい、あるいは快適に使える、安心感がある、のではないかと考えている。本章では、我々の被験者らに最もなじみのある銀行の ATM 現金振込操作を模擬したシミュレータを開発し、これを使って若年者や高齢者を含む様々な年代の被験者によって操作実験を行った結果を示す。

キーワード：インターフェース、意図、メンタル・イメージ、使いやすさ

## 1. はじめに

高齢者は生活上の自立を維持するために、自分自身のお金を管理する能力が欠かせない。財産を管理する能力は、日常生活行動能力 (ability of daily living; ADL) の1つである。これまで、高齢者がなぜ ATM を使いたがらないか、またどんな要因が彼らを ATM 利用から遠ざけているかについて、様々な研究がされてきた。Rogers ら (1997)<sup>1)</sup>は合衆国に住む 60 歳以上の 100 名に電話でインタビューを行い、そのうち 24 名に構造化インタビュー(structured interview)を行った。その結果、彼らは ATM 設置場所の治安や ATM による財産管理の安全性についての不安と、ATM の機能についてのトレーニングが不足していることが主な原因であるとした。Taralanov-Plax (2004)<sup>2)</sup>は、Rogers ら(1996)<sup>3)</sup>が合衆国で行ったのと同様の調査を、多民族国家であるイスラエルの 65 歳以上について実施した。そして、参加者の出身国の違いによる言葉の問題と、テクノロジーやコンピュータへの親近性が ATM の利用に影響する主な要因であるとした。

日本でも同様の問題があるが、ATM を使いたがらない理由は、上に挙げた国々の調査結果とは異なっている。多くの高齢者は ATM を避けて窓口を利用したがる傾向にある。倉澤 (2002)<sup>4)</sup>は 2001 年に郵政研究所が行った調査の結果を報告した。それによると、回答者のうち 60 歳代の 23.9%と 70 歳代の 43.2%が ATM をまったく利用していなかった。50 歳代の 38.7%、60 歳代の 43.2%、そして 70 歳代の 50.3%は、その理由を「機械の操作が難しいから」と答えた。一方、同じ調査から、いくらかの高齢者は若年者と同じ程度の頻度で ATM を使うことも示されている。回答者のうち、60 歳代の約 30%と 70 歳代の 20%が、ATM を月に 3 回以上使うと答えた世帯であった。このことは、日本における高齢者のライフスタイルが多様化してきていることを示唆する。

日本では、ほとんどの銀行が支店の建物内や、スーパーマーケット、学校、会社、市役所などの中または近くに ATM を設置している。欧米によくあるように、道路に面した壁に向かって設置されている例は見当たらない。また、ほぼすべての ATM がカラー・グラフィック表示されたタッチパネルを備え、ソフトウェアやハードウェアの改良も頻繁に行われる。ほとんどの ATM が口座からの引き出しと預け入れ以外に、他の銀行への送金など多くの機能を備えていることも、日本の ATM の特徴である。したがって、合衆国の ATM 利用と違って、日本ではより安全に設置されており、単純な操作でできる口座からの引き出し機能は、より多くの高齢者が利用していると考えられる。

しかし、銀行口座への振込操作には、多くの手順が必要であり、銀行ごとに異なるデザインの ATM が使われていて、一部のユーザーにとっては混乱や間違いのもとになっている。IID (2000)<sup>5)</sup>は ATM を使う上での困難について、インターネット・アンケートを実施したところ、10 歳代から 50 歳以上の合計 4983 名が回答した。最も多かった回答者の年齢区分は、30 歳代(43.4%)であった。現金振込操作の難しさについてのコメントは、「現金を受け付けない機械は不便」「何度も振り込みするときにもその都度暗証番号を入力するのが面倒」「振り込む人の詳細情報を入力するのが面倒。名前のかなを探すのが大変」「説明文がわかりにくい」「同じような言葉が並んでいて混乱する」「銀行によって用語がちがう」「ATM によって手順がちがうので戸惑う」「銀行によってインターフェースが異なる」「数字の配列が電卓式だと望ましい」などであった。

赤津・三樹 (2004)<sup>7)</sup>は：若年者（大学生）、高齢者、および大学生が眼鏡、耳栓、手袋を装着した疑似高齢者の3タイプのユーザー群を対象にATMシミュレータを使用させて調べた。その結果、高齢ユーザーは大学生や大学生の疑似高齢者よりも時間がかかる、表示されたメッセージの一部分しか読まない、必要な情報を一度にすべて収集することがむずかしいことが示された。原田・赤津 (2003)<sup>8)</sup>は高齢ユーザーが表示の変化に気づきにくい、必要な情報を抽出することがむずかしい、また、説明をすべて読んで理解しようとして途中で疲れ、あきらめてからは、まったく読まなくなる、機械に対して主体性がなく、自分の意思で選ぶというより、ガイダンスで言われるままにボタンを押すことを指摘した。原田・赤津 (2003)<sup>8)</sup>はこのような高齢ユーザーの態度が、加齢による認知機能の低下、機械やシステムに対する知識やメンタル・モデルの不足、さらに社会的価値感や文化的問題、つまり、新しい物事ができない姿を見られるのを恥じるために、自分の慣れた手段を選ぶなどして、初めから使おうとしない傾向にあることを示唆している。

我々は、ユーザビリティの高い機械は、すべてのユーザー、高齢者に限らず若年者にも適切なメンタル・モデルを提供できることで実現できると考えている。メンタル・モデルとは、機械がどのような仕組みで動くのかについて、ユーザーが自分の頭の中にもつ仮説である<sup>9)</sup>。我々は、ATMを使った現金振込操作について調べた。ATMでの現金振込は、銀行口座からの引き出しや預け入れに比べて、より多くの複雑な操作が要求される操作である。我々は、ユーザーがどのような困難に遭遇するのか、そして、その困難がユーザーの形成したメンタル・モデルとどのような対応関係があるのかに注目した。まず、異なる4つの銀行で用いられていたATMの現金振込操作と表示画面を調べた。そして、調査地域で被験者の多くが最もよく使っていた地方銀行のATMを模擬したシミュレータを開発した。そのATMシミュレータを使って、様々な年代の被験者に操作させて観察し、被験者が戸惑ったり間違えたりしたプロセスを記録した。困難の原因を分析して、最後に改善案を提示する。

## 2. 現在使われているATMの調査

### 2.1 方法

調査は、現金振込のできるATMで、広島に支店をもつ銀行を対象とし、そのうち、支店長の協力が得られた3つの地方銀行と1つの都市銀行の支店で行った。実験者と被験者が各銀行支店に行き、設置されたATMを操作した。被験者は40歳の女性で、月に1回程度の頻度でATMを使った現金振込を行っていた。被験者が現金振込操作を行う間、実験者はATMの画面をビデオに記録した。このとき、画面の外枠下にもものさしを当てて一緒にビデオに記録し、ATMの各画面のレイアウトやボタンの大きさを特定した。画面の例を図1に示す。

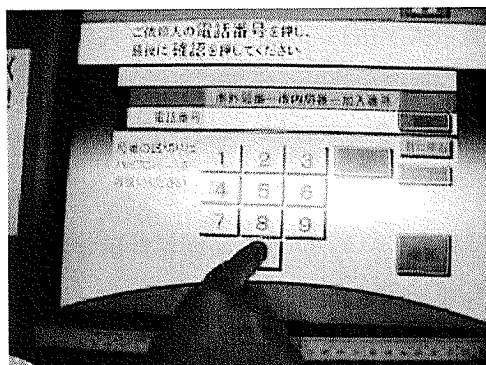
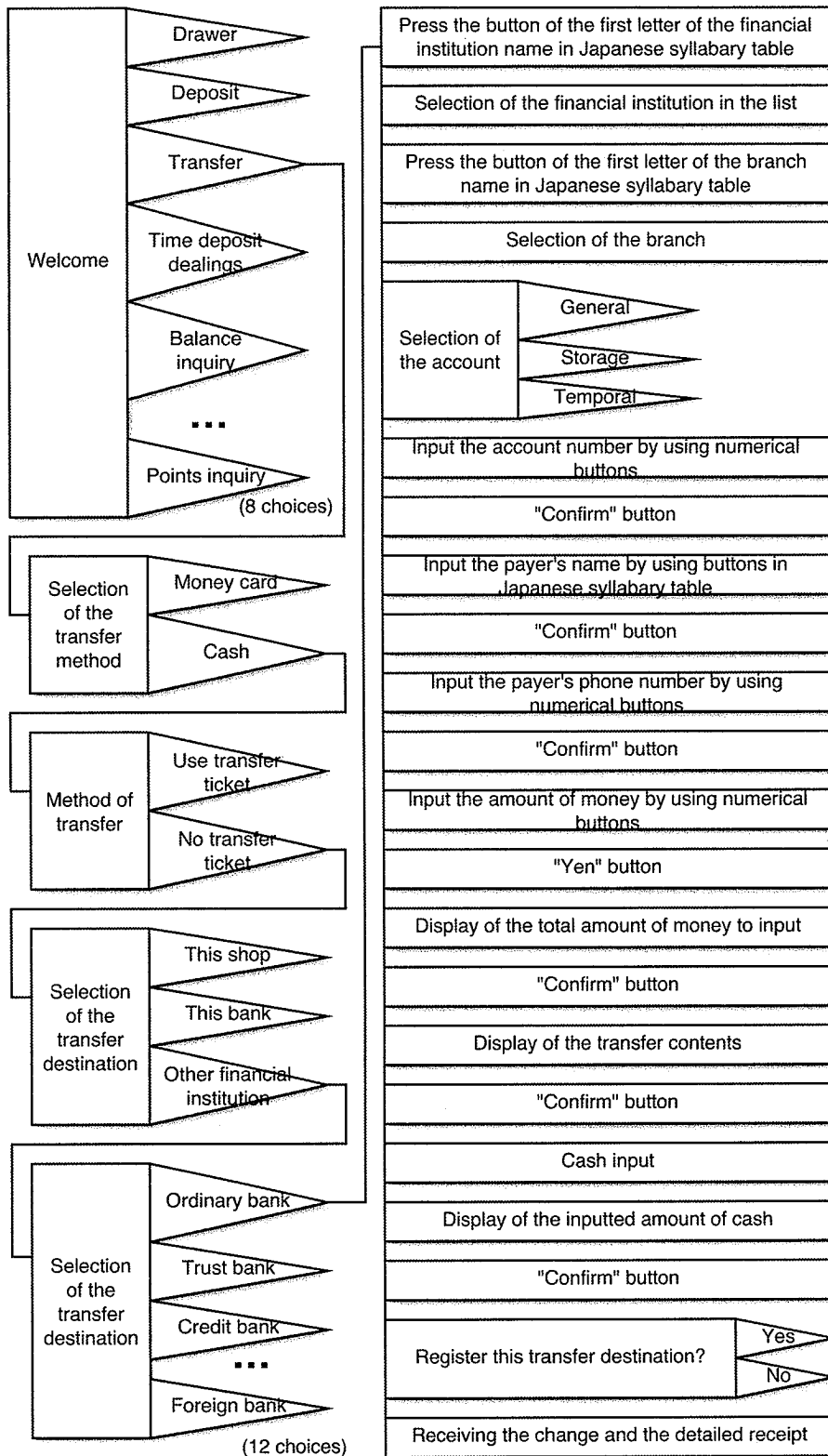


図1. 銀行 ATM の画面.

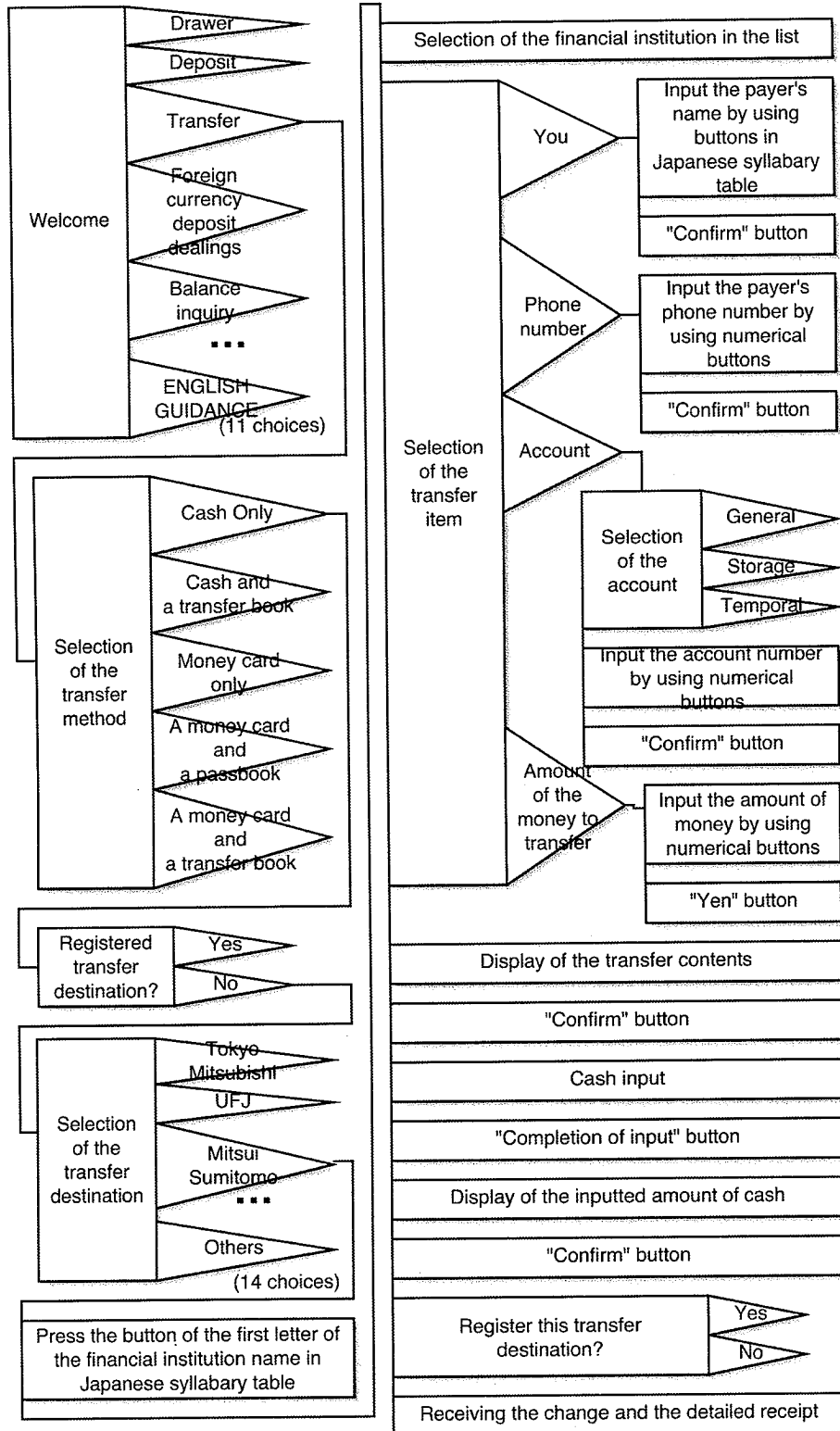
## 2.2 操作手順の解析

各銀行の振込手続きを PAD (problem analysis diagram) の形式に書き出した。図2に銀行 B と銀行 D の手続きを示す。この2つで最も大きく異なる手続きは、振込内容の入力である。銀行 A, B, C では、ユーザーは振込内容を、口座番号、振込依頼人の名前、依頼人の電話番号、振込金額の順に入力するよう求められるが、銀行 D では、入力する内容をユーザーが任意の順に選ぶ方法がとられていた。



(a) 銀行 B





(b) 銀行 D

図 2. 振込操作の手続き.

### 2.3. 画面設計の分析

画面の大きさ、およびボタンの大きさと位置は、ビデオに記録されたものさしを用いて測定した。

#### 2.4. 現在の ATM を使う上でのむずかしさ

被験者は、以下の操作ステップで戸惑っていた：すべての銀行で、振込先支店名や本人（依頼人）の名前を入力するためのカタカナ・ボタンをさがすために、時間がかかっていた。彼女は、カタカナを配置した五十音表が左右逆に表示されていたために、必要なカナ・ボタンをさがすのがむずかしかったと述べた。銀行 A では「普通銀行」という言葉になじみがなかった。銀行 A と B では、振込金額を入力するための数字ボタンが電話式に配置されていたが、被験者はお金を扱うために、電卓を用いることが多く、電話とは数字ボタンの配置が異なっていた。銀行 C と D では、数字ボタンが一行に配置されており、「0」が右端に、「9」の右隣に置かれていた。銀行 D では、依頼人の名前を入力する場面で、「一字訂正」ボタンがなかった。

さらに、被験者は支払い者（振込依頼人）、すなわち、自分自身だけでなく、受取人の電話番号を入力しようとしていた。電話番号の入力を求める支払い者のことを、銀行 B と C は「ご依頼人」、銀行 A では「ご依頼人（あなた様）」、銀行 D では「あなた様（ご依頼人）」と、それぞれ表示していた。

### 3. ATM シミュレータの開発

我々は、高齢ユーザーと若年ユーザーにとって、現金振込の手続きがなぜむずかしいのかを検証するために、現行の ATM を模擬したシミュレータ・プログラムを開発した。画面設計は、上述の調査を行った ATM のうちから、我々の被験者が最も親近性をもつ 1 つを測定したものに基づいた。現金振込を処理するプログラムは、統合開発ツール Revolution (Runtime Revolution 社) を用いて記述したもので、Mac OS X (アップル・コンピュータ社) 上で動作する。インターフェースとなるタッチスクリーン (Touch-Enabled Apple Studio 17, Troll Touch 社) を、図 3 に示すように、水平に設置してカバーを取り付け、パーソナル・コンピュータ PowerBook G4 (アップル・コンピュータ社) の画面を表示した。



図 3. ATM シミュレータを用いた現金振り込み操作。

シミュレートした現金振込手続きは、次のステップからなる。1. 「振込」ボタンを押す。2. 可能な振込方法の中から「現金」ボタンを押す。3. 「振込券」でなく、「振込先入力」ボタンを押す。4. 指

定された金融機関の種類を選んで押す。5. 指定された金融機関の頭文字（最初の一字）を五十音表に配列されたボタンから選んで押す。6. 指定された金融機関の名前を、表示されたリストから選んで押す。7. 指定された支店名の頭文字を五十音表ボタンから選んで押す。8. 指定された支店名を、表示されたリストから選んで押す。9. 指定された口座の種類をリストから選んで押す。10. 指定された口座番号を数字ボタンから選んで押し、「確認」ボタンを押す。11. 依頼人の名前を、一文字ずつ順に五十音表ボタンで入力し、「確認」ボタンを押す。12. 依頼人の電話番号を数字ボタンで押し、「確認」ボタンを押す。13. 指定された振込金額を数字ボタンで入力し、「円」ボタンを押す。14. 表示された金額を見て、「確認」ボタンを押す。15. 振込先登録について「登録しない」ボタンを押す。16. 振込内容の表示を見て、「確認」ボタンを押す。17. 財布から現金を取り出して、紙幣と硬貨に分けてそれぞれ投入口に入れ、「確認」ボタンを押す。

## 4. ATM シミュレータによる研究 1：現金振込操作の間に若年および高齢ユーザーが遭遇する困難

### 4.1 被験者

ATM を使った現金振込を経験した 20 歳から 70 歳までの 35 名で、うち、男性 19 名、女性 16 名とした。年齢と被験者数を表 1 に示す。

表 1. 年齢別の被験者数.

Age Gender	20-29	30-39	40-49	50-59	60+	Sum
	Male	5	4	4	2	4
Female	4	4	3	2	3	16

### 4.2 手続き

実験者は、振込に必要な情報をリストした紙を被験者に手渡した。振込情報は、振込先の金融機関名、支店名、口座の種類、口座番号、受取人の名前、および振込金額である。また、当時、一般に使われていたすべての種類の紙幣と硬貨を入れた財布を、被験者に手渡した。依頼人情報の親近性を被験者間で同じにするため、被験者には依頼人の情報として自分自身の名前と電話番号を入力することを承諾してもらった。そして、被験者に自分のペースで ATM シミュレータを操作させた。実験者は操作中に ATM 画面、被験者の指の動き、および発話をビデオに記録した。振込操作終了後に、実験者は操作中にむずかしかったステップについて、以前に経験した難しさについて、また改善してほしい点

について尋ねた。

被験者は自分の年齢区分、性別、ATMの利用頻度、ATMを使った現金振込の利用頻度、および電子機器（電子レンジ、コピー機、ビデオデッキ、ビデオカメラ、パソコンなど）の利用頻度を答えた。

#### 4.3 分析方法

被験者ごとに、各ステップを完了するのにかかった時間を計測した。そして、被験者がエラーを起こしたステップや、極端に時間が長くかかったステップを特定し、そこで遭遇した難しさとその理由を推定した。

#### 4.4 結果

##### (1) 年齢とATMの利用頻度

被験者の回答から、頻繁に使う群（ひと月に1回以上）とそれほど頻繁には使わない群（1年に1〜2回）の2群に分類して、年齢グループごとの人数を調べた。20歳代は、オンラインショッピングをほとんどしないせいか、あまり使わない群が有意に多かった（ $\chi^2(4) = 8.67, p < .1$ ）。30歳以上では、60歳以上の頻繁な利用者が半数以下の約40%、30-59歳では約60%であったが、利用頻度に年齢による有意差は見られなかった。

##### (2) 年齢と手続き完了までの所要時間

Step1の「振込」を押してから、Step16の振込内容表示で「確認」を押すまでにかかった時間を、年齢グループごとに比較した。60歳以上の被験者群では、他の年齢グループに比べて平均時間、標準偏差とも長い傾向にあったが、年齢グループによる所要時間の一元配置分散分析（df=4, F=1.7899）では、有意差は見られなかった。タスク分析を行ったところ、多くの若年被験者は反応時間が短い一方で、間違えたり、何をすべきかを一人で理解しようとして何度も表示を読んだりするための時間をかけていた。高齢被験者の多くは、特に60歳以上のグループでは、実験者に正しい操作を尋ねたり、間違った操作をする前に実験者に確認したりしていた。年齢グループごとの平均所要時間および標準偏差を図4に示す。

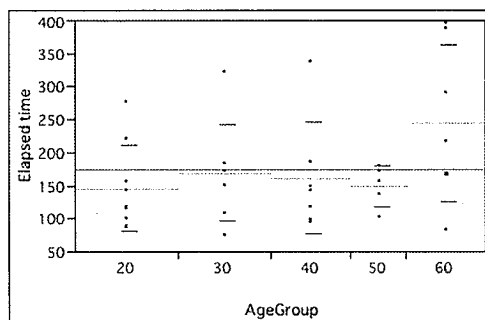


図4. 操作完了までの所要時間.

### (3) 被験者の起こしたエラーと遭遇した困難

以下のステップを実行中に、エラーを起こしたり、戸惑ったりする被験者がいた。

ステップ1：「振込」ボタンを押す。

30代、40代、60歳以上の各1名ずつが、すぐにはその操作が理解できなかった。60歳以上の被験者は振込券とは何かがわからず、実験者に尋ねた。30代の1名は、誤って「お引き出し」を押した。そのボタンが注意を引いたから、と理由を話した。

ステップ2：可能な振込方法の中から「現金」ボタンを押す。

20代、30代、50代および60歳以上の各1名がその操作をすぐには理解できなかった。60歳以上の被験者は、表示された説明を読んだ後、「キャッシュカード」で正しいかどうか、実験者に尋ねた。

ステップ3：「振込券」ではなく、「振込先入力」ボタンを押す。

20代、30代、50代の各1名と40代の2名が、その操作をすぐに理解できなかった。

ステップ4：指定された金融機関の種類を押す。

20代の1名と60代の1名は、直接、金融機関の名前を探そうとして、もう少しであきらめるところであった。

ステップ5, 7, 11：五十音表を使って名前を入力する。

20代の1名、40代の1名、および60代の2名が五十音表から必要なカナを選ぶために長い時間がかかっていた。五十音表は約50個のボタンが左列から右に向かって配置されていて、小学校で習った右列からの配置とは異なっていた。

ステップ5：金融機関の頭文字を押す。

60代の4名と50代の1名、40代の1名が、この入力方式に慣れていないために、2文字目以降を入力しようとしていた。60歳以上の1名は誤ったカナ・ボタンを押した。

ステップ8：指定された支店名をリストから選んで押す。

20代の1名は誤った支店名を選んだ。彼は、次のステップで自分の誤りに気づいて、前のステップに戻ろうとしたが、直前の操作に戻るための「前画面」ボタンではなく、「取消」ボタンを押したために、それまでの操作がすべて取り消されて、最初のステップに戻ってしまった。40代の1名は支店をさがすのをあきらめそうになった。

ステップ9：指定された口座の種類を押す。

60代の1名は誤って「当座」を押した。彼女は誤りに気づいて直そうとしたが、前のステップに戻るためのボタンがさがせなかったため、機械が正しい方法を教えてくれる必要があると不満を述べた。

ステップ11, 14, 16：入力や表示の確認のあとに「確認」ボタンを押す。

60代の1名は、次に進むために「確認」ボタンを押す必要があることがわからなかったため、実験者が促すまで、そのまま待っていた。

ステップ11：依頼人名の入力。

全被験者35名のうち半数弱の15名が、入力するのは自分の名前であることがすぐに理解できない

でいた。20代の3名、30代の1名、40代の3名、50代の1名は、表示された「依頼人」の意味を誤って受取人であると理解して、その名前を入力した。40代の1名は「訂正」ボタンに気づかず「取消」ボタンを押してしまい、予期せずすべての入力を取り消された。50代の2名と60代の1名は、「依頼人」の意味を実験者に尋ねた。20代の1名は、入力を訂正するために「一字訂正」ボタンを押せばよいことが、すぐにはわからなかった。

#### ステップ12：依頼人の電話番号入力。

60歳以上の1名は、直前の依頼人名入力の画面で、誤って「文字／数字」切り替えボタンを押して入力しようとした。あとで理由を尋ねると、電話番号は数字だから、数字モードにすればよいと考えた、と答えた。20代の3名と50代の2名、60歳以上の2名は、画面表示に指示されているにも関わらず、電話番号の間にハイフンを入れなかった。30代の1名は、ハイフンを入れる必要があるかと実験者に尋ねた。30代と60歳以上の各1名は、「訂正」ボタンを押したことで、予期せず入力した数字がすべて消えてしまった。理由は、直前のステップでは同じ言葉を使った「一字訂正」と同じ効果を期待したからであった。30代の1名は、直前の依頼人名入力で自分が誤って入力したことに気づき、修正しようとして、誤って「取消」ボタンを押してしまい、予期せず最初に戻ってしまった。同じく20代の1名も、直前ステップの依頼人入力の誤りを訂正しようとして「前画面」ボタンを押したが、誤って2回押してしまい、2回目には同じボタンが「取消」機能に変わっていたために、予期せず最初に戻ってしまった。

#### ステップ13：振込金額の入力。

60歳以上の1名は、「訂正」ボタンを1回押すはずのところを誤って2回押してしまい、2回目には同じボタンの機能が「取消」に切り替わっていたために、予期せず最初に戻ってしまった。そのボタンは、金額入力フィールドに1文字以上入力されている状態では「取消」モードになり、空のときには「前画面」に戻るモードになるよう設計されていた。60歳以上の1名は、金額入力を完了後に「円」ボタンを押すことを忘れていた。60歳以上の他の1名は、表示された「100万円まで入力できます」のメッセージに注意を引かれたために、誤って指定金額の10倍の金額を入力した。彼は、後に振込内容確認画面で、財布の中を見たときに誤りに気づき、訂正しようとしたが「訂正」ボタンがあることに気づかず、誤って「取消」ボタンを押してしまい、予期せず最初に戻ってしまった。

#### ステップ15：振込先を「登録しない」を押す。

20代の1名は、誤って「登録する」ボタンを押した。30代、50代、60歳以上の各1名は、振込券がどういうものかがわからず、ボタンを押すのに躊躇していた。

#### ステップ16：振込内容を確認して「確認」ボタンを押す。

30代の1名と60歳以上の1名は、「依頼人名」ボタンを押して入力を訂正すればよかったところを、誤って「取消」ボタンを押してしまい、最初のステップに戻った。彼らは、表示された内容を訂正する方法がわからなかった。

#### ステップ17：現金の投入。

60代の2名と20代の1名は、投入すべき金額に手数料が加算されることに気づけなかった。30代

の1名は次に進むために「確認」ボタンを押すことを忘れて待っていた。

## 5. ATM シミュレータを使った実験2：日本語仮名を入力するためのインターフェースの評価

上述の ATM シミュレータによる研究1で行った、被験者へのインタビューで、最も多く不満が挙げられたのは、五十音表からカナ・ボタンを探して押すことの面倒であった。我々は、この難しさの原因が、画面に表示された五十音表レイアウトと、被験者がメンタル・イメージとしてもつ五十音表の配列のミスマッチにあるのではないかと考えた、そこで、ATM シミュレータに4通りの異なる配列をもつ五十音表を組み込んだ4種類のシミュレータを作り、実験1の被験者のうち19名に操作させた。

### 5.1 方法

2種類の文字種と2種類の配列を組み合わせた、4種類の五十音表(図5に示す)について調べた。一つはカタカナを左列から順に並べたもの(ATMで多く採用されている配列)、もう一つはひらがなを右列から順に並べたもの(小学校で使われる配列)である、あとの二つは、カタカナの右列始まりとひらがなの左列始まりである。

ア	カ	サ	タ	ナ	ハ	マ	ヤ	ラ	ワ	あ	か	さ	た	な	は	ま	や	ら	わ
イ	キ	シ	チ	ニ	ヒ	ミ	ユ	リ	ヲ	い	き	し	ち	に	ひ	み	ゆ	り	を
ウ	ク	ス	ツ	ヌ	フ	ム	ヨ	ル	ン	う	く	す	つ	ぬ	ふ	む	よ	る	ん
エ	ケ	セ	テ	ネ	ヘ	メ	ー	レ		え	け	せ	て	ね	へ	め	ー	れ	
オ	コ	ソ	ト	ノ	ホ	モ		ロ		お	こ	そ	と	の	ほ	も		ろ	

(a) カタカナ左 (ATM型)                      (b) ひらがな左 (現存しない)

ワ	ラ	ヤ	マ	ハ	ナ	タ	サ	カ	ア	わ	ら	や	ま	は	な	た	さ	か	あ
ヲ	リ	ユ	ミ	ヒ	ニ	チ	シ	キ	イ	を	り	ゆ	み	ひ	に	ち	し	ぎ	い
ン	ル	ヨ	ム	フ	ヌ	ツ	ス	ク	ウ	ん	る	よ	む	ふ	ぬ	つ	す	く	う
	レ	ー	メ	ヘ	ネ	テ	セ	ケ	エ		れ	ー	め	へ	ね	て	せ	け	え
	ロ		モ	ホ	ノ	ト	ソ	コ	オ		ろ		も	ほ	の	と	そ	こ	お

(c) カタカナ右 (現存しない)                      (d) ひらがな右 (小学校型)

図5. 実験2で用いた4種類の五十音表.

### 5.2 被験者

ATMによる振込経験をもつ、実験1に参加した被験者のうち、20歳から69歳の男女19名が参加した。全員がビデオデッキやパソコンなどのAV機器を日常的に使用していた。利き手について、18名は右利き、1名が両利きであると答えた。

### 5.3 手続き

各被験者は上述の4種類の五十音表を組み込んだシミュレータを、ランダム順に2回ずつ、合計8

回の現金振込操作セッションを行った。各セッションの手続きは、実験1と同様である。すべてのセッションが終了したあと、実験者は被験者に五十音表の配列による使いやすさ、快適性や不満を尋ねた。

#### 5.4 分析方法

依頼人名を入力する間ステップでの、仮名1文字ごとの入力時間を計測した。また、ビデオ映像から、被験者の指の動きを追って、探索タスクの間の戸惑いの指標とした。

#### 5.5 結果

##### (1) 年齢と探索方略

仮名ボタンを探す間の、指の動きのパターンは、被験者の年齢グループによって異なる特徴が見られた。20代の若年被験者では、視覚による探索のあと、仮名ボタンまで最短経路により指を移動していた。50歳以上の高齢被験者では、まず、最初の文字「あ」（右端または左端の最上段に位置する）を指で探し、それから最上段を「あ、か、さ、た、…」と発声しながらたどって、目的の列で止めて、下にたどって目的の文字に指を移動して押す傾向が見られた。

##### (2) 入力タスクの快適性

19名の被験者の選好は、次の3つのグループに大きく分かれた。

グループ1：カタカナ左（多くのATMで使われる配列）を好んだ群-2名。

彼らは現金振込のためにATMを頻繁に使っており（月に1回以上）、ATM型の配列に慣れていた。

グループ2：ひらがな右（小学校で習った配列）を好んだ群-10名。

彼らの年齢は20-59歳と様々であった。4名がATM現金振込を頻繁に利用しており（月1回以上）、残りはそうでなかった（年に1-2回）。この被験者群は、小学校で使われる五十音表のイメージを保持していたようである。

グループ3：選好がなかった群-7名。

この被験者群は39歳以下と50歳以上であった。若年被験者はどの配列に対してもすぐに適応し、一方で高齢被験者はどの配列に対しても使いにくいと述べていた。

##### (3) 1文字当たりの入力速度

被験者ごとに1文字当たりの入力時間を4種類の五十音表で比較したところ、すべての被験者に共通する傾向は見られなかった。

##### (4) 1文字目を入力するまでの時間

入力画面が表示されてから、最初の文字を入力するまでの時間を比較した。実験1と異なり、ここで自分の名前を入力することは被験者に教示したので、内容についての迷いではなく、インターフェ



ースの使いやすさに関する戸惑いが、この時間に現れるものと考えた。結果として、五十音表の種類による統計的に有意な差は現れなかった。

## 5.6 考察

快適性に関する被験者の報告によれば、若年のあまり振込経験がない被験者は、小学校で習ったのと同じ、ひらがな右の配列を好む傾向にあった。これに対して、現金振込のために ATM を頻繁に使う被験者は、ATM 使用により新しい種類の五十音表を学習しており、多くの ATM で使われるカタカナ左配列を好む傾向にあった。その一方で、被験者の約半数(10/19)が小学校型のひらがな右に対して使いやすいと述べたのは、小学校型配列が強固なイメージとして確立されていることを示している。

指の動きからは、被験者がメンタル・モデルとして持つ五十音表が、探索を導いていることが伺われた。しかし、入力速度の点では、特に異なる配列は見いだされなかった。被験者の年齢にも ATM 利用頻度にも関わらず、共通する傾向は示されなかった。

## 6. 結論

我々は、被験者が現金振込操作の間に遭遇した困難を、適切でないメンタル・モデルを持っていたことによると考えて分類した。エラーや戸惑いの原因として考えられる説明は、以下の3種類に分けられる。

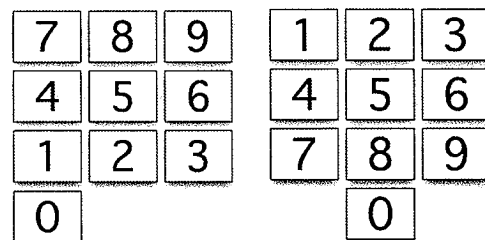
1. 銀行が行う現金振込手続きの流れについて、適切なメンタル・モデルがなかった
2. 機械の操作手順に関する適切なメンタル・モデルがなかった。
3. 入力インターフェースと、ATM 以外の既存のモデルに整合性がなかった。

適切なメンタル・モデルを持てなかったことによる使いにくさを改善するために、我々は以下のよ  
うな改善を提案する。

1. 振込手続きの流れについて、適切なメンタル・モデルを作らせる。用語や共通するボタンのレイアウト、および操作手順を、銀行間で統一することが望ましい。設計者はユーザーの立場に立った、わかりやすい言葉遣いをする必要がある。例えば、「依頼人」のような専門用語でなく、「あなた様」や「送金する人」などを使ったほうがよい。また、重要な情報を早い段階で表示することも必要である。例えば、手数料は、ユーザーが振込先金融機関と振込金額を入力した時点で計算できるとすると、その直後に、入金総額を表示すれば、最後の画面で表示されて慌てることはなくなるはずである。同様に、振込先の口座番号を入力した時点で受取人の名前が表示されれば、入力誤りのあった場合に早く対応できる、安心できて意味のあるフィードバック情報となる。また、オンライン・ショップの注文画面で多く採用されているように、振込手続き全体のステップのうち、どの段階を実行しているかの進捗情報表示があれば、ユーザーにも全体が見通せることで、安心して使えるようになると思われる。
2. 機械の操作についての適切なメンタル・モデルを作らせる。例えば、「確認」ボタンは目立つ場所に表示するか、または、「次に進む」のように、より直接的な意味の言葉に置き換えるべきであ

る。

3. 最後に、入力インターフェースについての適切なメンタル・モデルをユーザーに作らせること。インターフェースは、既に多くの人々が持っているメンタル・イメージに合わせる必要がある。例えば、電卓のようなインターフェースが金額入力のための指の運動シーケンスを想起させ、電話のようなインターフェースが電話番号の入力運動シーケンスを想起させると考えられる（図6参照）。この場合、数字ボタンの配列だけが電卓や電話を模していると、混乱する恐れがあるので、画面全体をそのイメージにすることが必要であろう。しかし、日本の現状では、急激な機械化の流れにより、世代ごとのユーザーの習慣や文化的背景の差異が大きく、ATM型の五十音表や携帯電話の電卓機能に慣れたユーザー群がこれから増加することも考えられる。そのような新しいインターフェースに慣れた人々が人口の大多数となるまでは、電話型と電卓型、あるいはATM型と小学校型、と両方のタイプのインターフェースを例示して、ユーザーに好みの方を選択させることが解決策の一つかもしれない。前章の実験2の結果のように入力効率として現れないなら、快適性の高い方がよいと我々は考える。



(a) 電卓型配列 (b) 電話型配列

図6. 数字ボタンの配列。

我々の実験に参加した被験者は、すべて大学生または大学教員であり、パソコンやAV機器、携帯電話などのテクノロジーを日常的に利用している人たちである。しかし、彼らのようなテクノロジー・ユーザー群でさえも、その半数にとってATMを利用した現金振込操作は、煩わしく、不快なものであると答えている。新しいテクノロジーをそれほど使わないユーザーがATMを快適に使えるためには、より洗練したATM技術が必要であるのは明らかである。

## 謝辞

数多くのケース・スタディを行った、広島国際大学人間環境学部言語・コミュニケーション学科を2004年度および2005年度にそれぞれ卒業した寺西舞さんと福原智和さんに感謝する。

## 参考文献

- 1) Rogers WA, Gilbert DK, and Cabrera EF. An analysis of automatic teller machine usage by older adults: A structured interview approach. Applied Ergonomics 1997; 28(3): 173-180.

- 2) Tarakanov-Plax A. Use and non-use of automatic teller machines by older people in Israel. *Gerontechnology* 2004; 3(2): 107-110.
- 3) Rogers WA, Cabrera EF, Walker N, Gilbert KG, and Fisk AD. Survey of automatic teller machine usage across the adult lifespan. *Human Factors* 1996; 38(1): 156-166.
- 4) 倉澤慶子. 高齢者にやさしくない金融機関, 郵政研究所月報, 2002.7 pp.39-43.
- 5) IID. ATM (現金自動支払機) の使いやすさ, U-site,  
URL: <http://www.usability.gr.jp/survey/200006.html>.
- 6) 赤津裕子, 三樹弘之. 高齢者にとっての使いやすさ研究, 沖テクニカルレビュー, 2004年7月/第199号 Vol.71 No.3, pp.54-57.
- 7) 原田悦子, 赤津裕子. 使いやすさとは何か-高齢社会でのユニバーサル・デザインから考える, (In) 原田悦子 (編) 使いやすさの認知科学, 共立出版, 2003.
- 8) Norman DA. User centered system design, in Norman DA and Draper SW, eds., *User-centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction*. Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, 1986; 7-62.

## 4-3 最も他者的なモノ:ロボット

### 4-3 a. ロボットの接近動作がロボットの評価に及ぼす影響

#### —感情的反応・特性評価・役割期待の観点から—

**Abstract** - This study explores how the way a robot approaches a human influences her/his evaluations to the robot: emotional response to the robot, perception of the robot's character and expectations of the robot's role such as a work partner, an assistant, a pet or a toy. Thirty-six undergraduate students participated in the experiment. Participants performed a translocation task with three robots. The robots were controlled in one of three ways: approach, half-approach and random. Both before and after the task, participants rated their affective responses towards the robots, their evaluations of the robots' character, and their role expectation. The results indicate that the robots' approach behaviors affected the participants' evaluations of the robots' characteristics, and also increased the participants' expectations that the robots could function as partners or assistants.

**Keywords:** robot, approach behavior, immediacy, character, role expectation

## 1. はじめに

人や動物を模した外観を人工物に与えることの利点の一つは、ユーザと人工物のインタラクションにおいて、表情や仕草、姿勢など人同士のコミュニケーションで用いられるような非言語チャネルを利用できることにある。特に、二足歩行ロボットやヒューマノイドのようにその人工物が物理的な実体を持つ場合には、画面上に表示されるキャラクタとは異なり、ユーザとの空間的な位置関係を変化させることが可能になる。そのため、人に接近したり人から離れたりするなど、我々人が日常的に用いている空間的な非言語行動が利用可能になる。

この接近行動は重要な非言語情報の一つである。一般的に、接近したり回避したりといった生体の行動は、何らかの目標や欲求に基づいて行われるため、接近行動や回避行動はある動物の目標や欲求を知る上で重要な手がかりとなる。人はこのような生体の動きに対して、それが何らかの意図や欲求の結果として生じたと解釈する生得的な仕組みを持っていると考えられており、この認知的な仕組みは意図検出器(intentionality detector) と呼ばれている<sup>[1]</sup>。この意図検出器が意図を検出する対象は生体の外見を持つものに限られるわけではなく、例えば単純な図形の動きであっても、そこに何らかの意図

を見出すことが知られている<sup>[2]</sup>。したがって、ロボットのように自己推進能力を持つ人工物の接近・回避行動に対しても人はその背後に何らかの目標や意図、欲求が存在することを半ば自動的に想定すると考えられる。さらに、より高度な人工物の動作は、より高度な目的や欲求の存在を見る側に感じさせる可能性もある。

接近行動や回避行動は感情や愛着の表出とも密接に関係する。対人距離、すなわち人と人の間の距離は、他者に対し近づきたいという欲求と、他者から遠ざかりたいという欲求の均衡する点で落ち着くと考えられてきた<sup>[3]~[5]</sup>。この均衡点はいわゆるパーソナルスペースと呼ばれる。対人距離を短くするなど、コミュニケーションにおける直接性（*immediacy*）を高める行動は、他者に近づきたいという欲求のあらわれと解釈することができる。実際、短い対人距離は、しばしばポジティブな感情表現や親密さ、愛着などを表すことが知られている<sup>[6]~[8]</sup>。特に対人関係の初期段階においては高い直接性を示すことは相手からの好意を得る上で効果的な手段となりうると考えられている<sup>[7]、[9]</sup>。しかし、接近行動は時としてパーソナルスペースの侵害と見なされることもある<sup>[10]</sup>。

このような対人距離の特性から、対人距離の取り方にはその人の性格特性、特に外向性が反映される<sup>[11]</sup>。また、対人距離のとり方は他者の性格印象を形成する上での手がかりになる<sup>[12]</sup>。したがって、ロボットの接近動作は、ロボットに対する感情的反応、ロボットの性格印象の形成といった自然な対人的反応を惹起する可能性が考えられる。また、Hall<sup>[13]</sup>の研究が示すように、対人距離は2者の親密さとともに社会的関係も鋭敏に反映することはよく知られている。

上述のように接近行動、すなわち対人距離を小さくする行動には、目的や意図、自らの役割を明確に表出する手段としての側面と、親密さを表出する手段としての側面があると言える。ロボットにおいてこの二つの側面は重要な意味を持つ。現在、人を模した外観を持つロボットに一般的に期待される役割は、何らかの作業を人と協調して行う役割とペットロボットのように親しみや愛着を抱く対象としての役割に大別される。前者の役割においてはユーザに対し意図やロボット自体の役割を効果的に伝達する手法が求められ、後者の役割においては、効果的に親密さを表出する手法がロボットには求められていると言える。ロボットの接近動作は、人とともに作業を行うロボットにとっても、親しみの対象としてのロボットにとっても有効な非言語的コミュニケーション手法となる可能性がある。

本研究では、ロボットが人に対して接近する行動が、ロボットに対する感情的反応、ロボットの性格印象の形成に及ぼす影響を、二足歩行型のロボットを用いて検証する。また、ロボットの接近動作が、ロボットに対して期待する役割に与える影響も併せて検討する。

## 2. 方法

### 2. 1 実験参加者

実験参加者は理工系の学科に在籍する20歳から23歳の大学生であった（男性33名、女性5名）。実験の参加に対し講義の得点が与えられた。

### 2. 2 装置と設備

実験は約8m×6mの部屋で行った（図1）。実験参加者が行う課題の教示のため、3m×3mの範囲を床にビニルテープを用いて示した。また、その範囲の中に、約40cm四方の大きさを持つ9種類（色3種類（青、赤、黄）×形3種類（□、△、×））の印を配置した。

実験参加者の行動を観察・記録するため、ビデオカメラ(DAIWA:SE-72F)を天井に設置した。また実験参加者にロボット操縦者の存在が気づかれなくするための、暗幕を設置して実験を行う領域とロボットの操縦者がいる領域を分けた。さらに、ロボットを操作する際に発生するPCのキーボードの音等が実験参加者に聞こえないようにするため、実験参加者の入室前から実験終了まで、ホワイトノイズを（実験参加者位置で約70dB(A)）提示し続けた。

実験には3台の二足歩行ロボット(KHR-1:近藤科学)を用いた。各ロボットは青、赤、黄色に塗り分けられた（図2）。ロボットが自律的に動作を行っているという虚偽の教示を行うため、それぞれの頭部にはダミーのビデオカメラとLEDランプを装着した。実際には各ロボットはPC(CF-T2:Panasonic)からの有線(RS-232C)での遠隔操作により動作する。また安定化電源(DM-310MV:ALINCO)から電源供給を行うため、電源および信号ケーブルが各ロボットに常に接続されていた。

ロボットの動作は直進、右旋回、左旋回の3種類に限定した。前進は、約10秒かけて10歩前進する動作である。右旋回および左旋回は小刻みに足を動かして約10秒かけて約50°左右のどちらかに旋回する動作である。一つの動作が完全に終了した時点で次の動作の命令を受け付けるように設定した。

また、ロボットは以下に示す三通りのうちいずれかの方法で操縦される（図3）。(1) 手動操縦、操縦者がビデオカメラ映像を見ながら実験参加者の動きを補足し、予め設定された3種類の動作（直進、右旋回、左旋回）の中から適宜動作を選択することで、ロボットが実験参加者に対して接近していくようにする。(2) 半自動操縦、実験参加者が課題を遂行している時間のうち半分が(1)と同様の操作を行うモードに割り当てられる。残りの半分の時間は(3)に述べるモードに割り当てられる。時間の割り当てはコンピュータがランダムに行う。(3) ランダム操縦、3種類の動作（直進、右旋回、左旋回）の中からコンピュータがランダムに動作を選択し続ける。この操縦は全て、付属のアプリケーションを用いて行った。

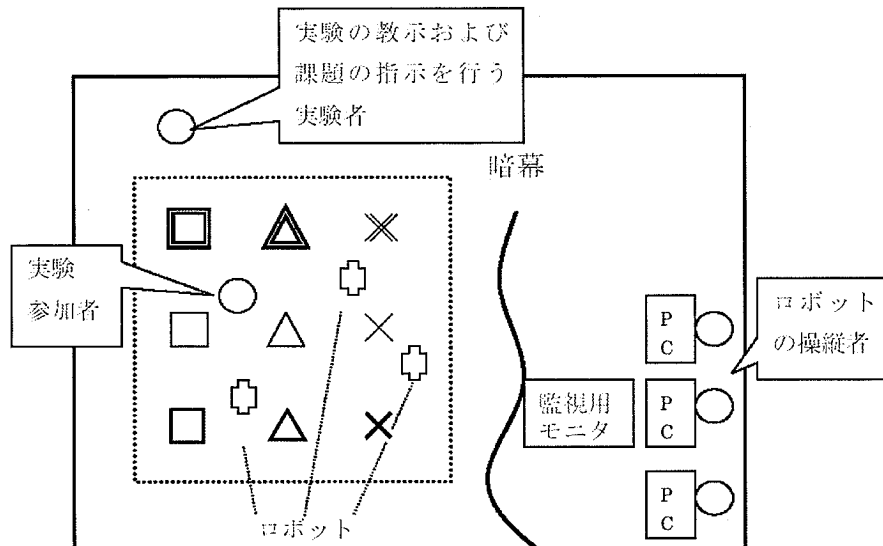


図 1 実験室の配置

Fig.1 Experimental Environment.

## 2. 3 手続き

実験は、実験参加者に教示を行う実験者 1 名、およびロボットの操縦者 3 名で行った。実験課題に先立ち、実験参加者に対し、「実験目的はロボットに囲まれたときの人間の歩行動作の解析である」との虚偽の実験目的の教示および、「3 対のロボットは画像認識を行いそれぞれ異なったアルゴリズムで自律的に動作している」との虚偽の説明を行った。

実験参加者は、床の上の 9 種類の印のうち実験者が口頭で指示した 1 つの印に向かって、3 体のロボットを避けながら指定された範囲内で移動を行う一移動課題を行った (図 4)。実験参加者が指示されて印に到達した 10 秒後に新たな印へ移動するよう再び実験者が指示を行い、これを 10 分間繰り返した。指示する印の順番はランダムであった。

3 対のロボットはそれぞれ前述の (1) 手動操縦、(2) 半自動操縦、(3) ランダム操縦のいずれかの操作方法に割り当てられた。これをそれぞれ接近刺激、半接近刺激、ランダム刺激とした。指定範囲外にロボットが出ること防ぐため、半接近刺激、ランダム刺激であっても、ロボットの操縦者が手動による操作に切り替えて指定範囲内にとどまるように操縦し、その後、半自動操縦、ランダム操縦が再開された。また、刺激 (接近、半接近、ランダム) で用いられるロボットの色 (青、赤、黄) はカウンターバランスを取り、全体としては均等に割り当てられた。

位置移動課題の開始直前と終了直後に、ロボットに関する評定を画面にて回答させた。質問項目は

ロボット自体に対する感情について2項目(好悪:好き-嫌い, 恐怖:怖くない-怖い), ロボットの特徴に関する印象評価について5項目(親しみやすさ:親しみやすい-親しみにくい, 知性:賢い-愚か, 外向性:外向的-内向的, 積極性:積極的-消極的, 協調性:協調的-非協調的), ロボットに期待する役割について4項目(ペットにしたい-ペットとしたくない, おもちゃとして欲しい-おもちゃとして欲しくない, 一緒に仕事したい-一緒に仕事をしたくない, 仕事をさせたい-仕事をさせたくない)の合計11項目であった. 評定は5段階尺度(“あてはまる”=5, “ややあてはまる”=4, “どちらでもない”=3, “ややあてはまる”=2, “あてはまる”=1)で行った. 実際の質問紙では, 適宜逆転項目を設け, 実験参加者ごとにカウンターバランスをとった.

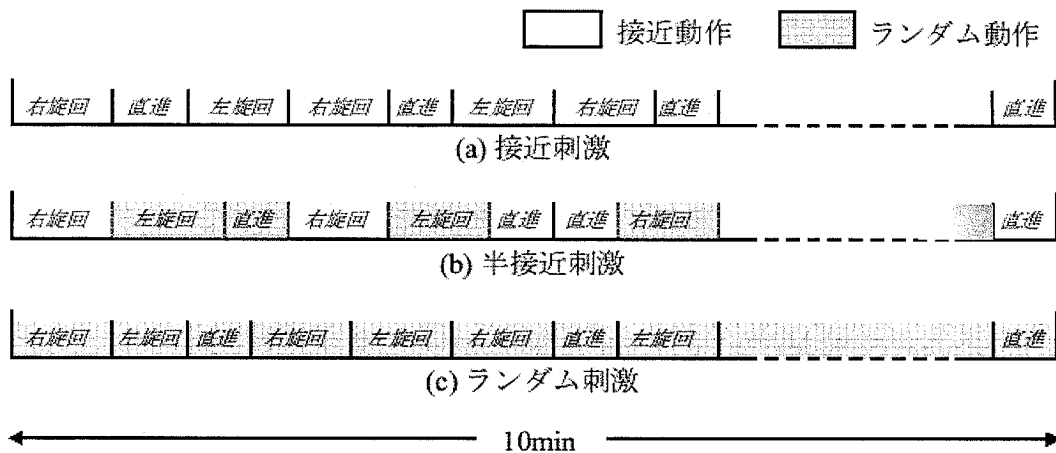


図3 刺激の一例. (a) 接近 (b) 半接近 (c) ランダム

Fig.3 Examples of Stimuli: (a)Approach, (b)Half-Approach and (c)Random.



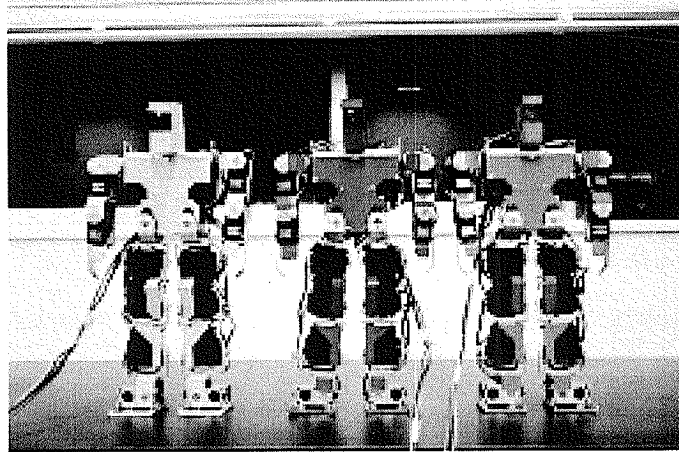


図2 三台の二足歩行ロボット

Fig.2 Three Bipedal Robots.

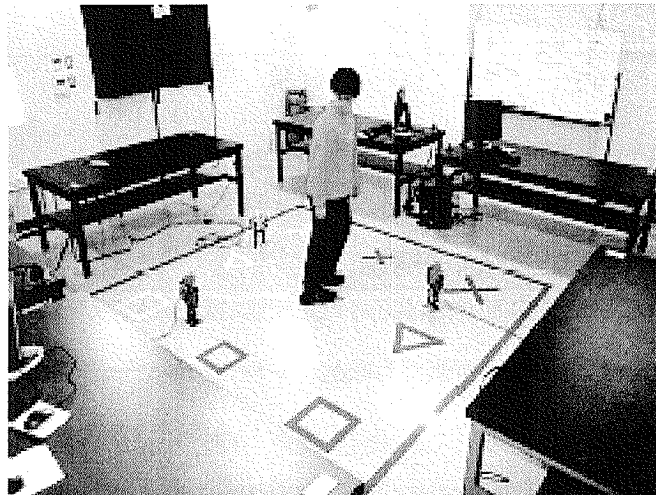


図4 位置移動課題

Fig.4 Translocation Task.

### 3. 結果

実験後の口頭による質問においてロボットが手動により操作されていることに気がついてたと報告した。男性実験参加者2名をデータから除いた、36名の評価データを解析対象とした。

まず、位置移動課題の前に行った評定が、刺激(3水準: 接近, 半接近, ランダム)によって異なっていないことを反復測定の変量分散分析(MANOVA)により確認した(Wilksの $\lambda = 0.79$ ,  $F(22, 120) = 0.66$ ,  $p = .87$ )。このことから実験開始前には、刺激によって異なった評価がなされていたとは言えない。

次に、ロボットの動作がロボットに対する評価に及ぼす影響を検討するため、刺激要因(3水準: 接近, 半接近, ランダム)、前後要因(2水準: 課題前, 課題後)および、これら刺激要因×前後要因の交互作用を分析モデルに設定し、反復測定の変量分散分析(MANOVA)を行った。その結果、刺激要因、前後要因の主効果、および刺激要因×前後要因の交互作用は全て有意であった(刺激要因: Wilksの $\lambda = 0.45$ ,  $F(22, 120) = 2.70$ ,  $p < .01$ ; 前後要因: Wilksの $\lambda = .32$ ,  $F(11, 25) = 4.81$ ,  $p < .01$ ; 刺激要因×前後要因: Wilksの $\lambda = 0.52$ ,  $F(22, 120) = 2.14$ ,  $p < .01$ )。前後要因の主効果が有意であったことから、ロボットの動作が評定に影響を及ぼしていたことが言える。また、刺激要因×前後要因の交互作用が有意であったことから、ロボットの接近動作の違いによって、ロボットに対する評価が異なっていたことが言える。

さらに個別の評価項目について一変量分散分析を行った。各評定値に対する前後要因の主効果は、ロボットが動き回ること自体が評価に及ぼす影響と考えることが出来る。ロボットに対する感情に関する評定項目(好悪, 恐怖)については、前後要因の主効果は好悪については有意傾向が見られたが( $F(1, 35) = 3.25$ ,  $p = .08$ )、恐怖については有意ではなかった( $F(1, 35) = .37$ ,  $p = .55$ )。ロボットが動き回ることは好悪においてネガティブに作用すると考えられる(図5(a))。

一方、ロボットの特性に関する印象評価については、いずれに項目においても有意な前後要因の主効果は認められなかった(親しみやすさ:  $F(1, 35) = .20$ ,  $p = .66$ ; 外向性:  $F(1, 35) = 2.52$ ,  $p = .12$ , 積極性:  $F(1, 35) = 1.41$ ,  $p = .24$ , 協調性:  $F(1, 35) = .13$ ,  $p = .72$ , 知性:  $F(1, 35) = .15$ ,  $p = .70$ )(図5(b))。

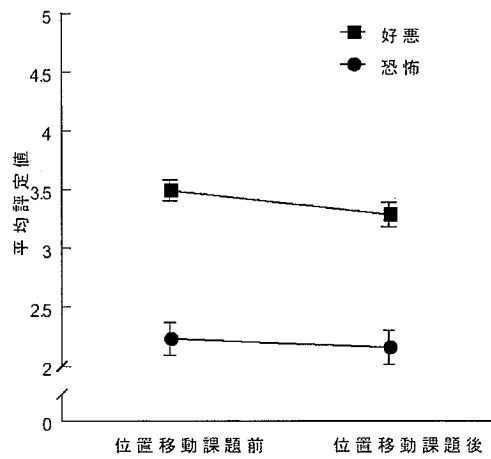
また、ロボットに期待する役割については、「ペットにしたい」、「一緒に仕事したい」、「仕事をさせたい」の項目について前後要因の有意な主効果が認められた(ペットにしたい:  $F(1, 35) = 8.25$ ,  $p < .01$ , 一緒に仕事をしたい:  $F(1, 35) = 6.12$ ,  $p < .05$ , 仕事をさせたい:  $F(1, 35) = 19.17$ ,  $p < .01$ )。また、「おもちゃとして欲しい」の項目についても有意傾向が認められた( $F(1, 35) = 4.12$ ,  $p < .1$ )(図5(c))。ロボットが動き回ることは、ペットとしての役割期待を向上する一方、仕事におけるパートナーや補助としての期待を減じる効果があった。

次に、刺激要因×前後要因の交互作用について検討した。ロボットに対する感情に関する評定項目（好悪、恐怖）については有意な交互作用は見られなかった(好悪:  $F(2, 70) = .29, p = .79$ , 恐怖:  $F(2, 70) = .66, p = .52$ )。実験参加者への接近の度合いが高くなるほど、よりポジティブな方向に評価値が変化している。図6(a)に課題前後の感情評定値の差分とロボットの接近動作(接近, 半接近, ランダム)の関係を示す。

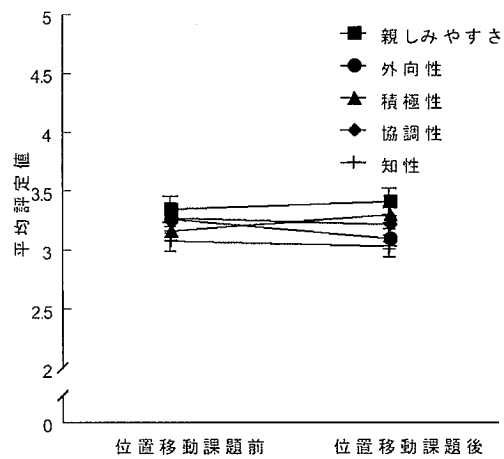
ロボットの特性に関する印象評価については、すべての評価項目で有意な交互作用が見られた(親しみやすさ:  $F(2, 70) = 4.88, p < .05$ , 外向性:  $F(2, 70) = 3.38, p < .05$ , 積極性:  $F(2, 70) = 8.96, p < .01$ , 協調性:  $F(2, 70) = 3.28, p < .05$ , 知性:  $F(2, 70) = 8.86, p < .01$ )。ロボットの実験参加者に対する接近の度合いが高くなるほど、ロボットの特性に対する評価は、より親しみやすく、外向的、積極的、協調的、知的である方向に変化していた(図6(b))。

また、ロボットに期待する役割については「一緒に仕事したい」、「仕事をさせたい」の質問項目において交互作用が見られたが(一緒に仕事をしたい:  $F(2, 70) = 3.99, p < .05$ , 仕事をさせたい:  $F(2, 70) = 5.91, p < .01$ )、「ペットにしたい」、「おもちゃとして欲しい」の項目については、有意な交互作用は見られなかった(ペットにしたい:  $F(2, 70) = 2.22, p = .12$ , おもちゃとして欲しい:  $F(2, 70) = 1.52, p = .23$ )。ロボットの接近の度合いが高くなるほど、より「一緒に仕事をしたい」、「仕事をさせたい」の評価が向上しており、特に接近条件における評価の向上が著しい(図6(c))。

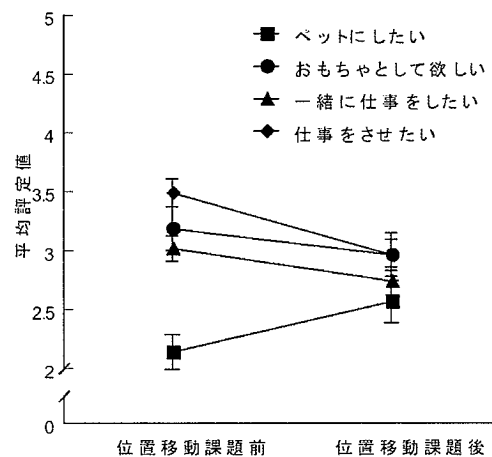
接近刺激における、位置移動課題前後のロボットの特性に関する評価の変化を図7に示す。位置移動課題前の評価値の平均はほぼ3、すなわち「どちらでもない」の近辺に集中しているのに対し、課題後の評価は3から離れた値になっていた。



(a)



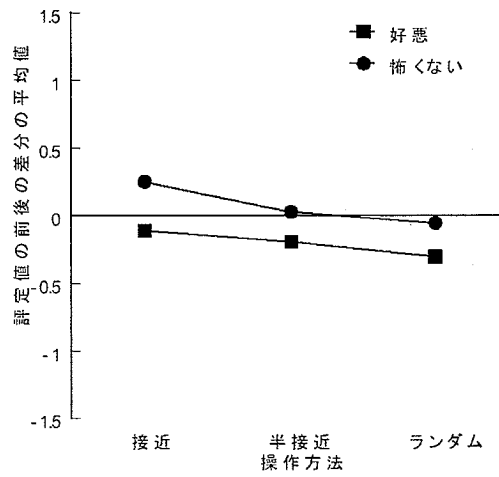
(b)



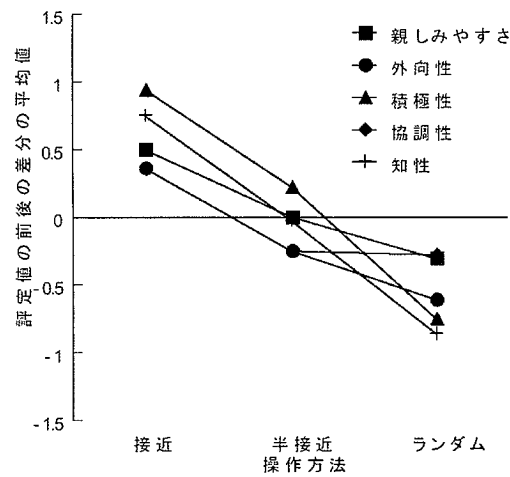
(c)

図5 位置移動課題の平均評価値の変化（縦棒は±S.E.を表す）：(a) 感情的反応，(b) 特性評価，(c) 期待する役割。

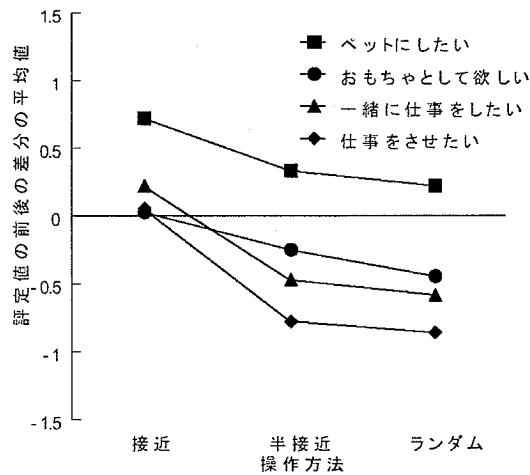
Fig.5 Mean Rating in Pre/Post-Evaluations(Vertical Bar Indicates ± S.E): (a)Emotional Response, (b)Character, (c)Role Expectation.



(a)



(b)



(c)

図6 ロボットの接近パターンの影響：(a) 感情的反応，(b) 特性評価，(c) 期待する役割。

Fig.6 Influence of Robot Approach Patterns: (a)Emotional Response, (b)Character, (c)Role Expectation.

## 4. 考察

人と人のコミュニケーションの場合、接近行動のようなコミュニケーションの直接性を高める行動は好意の増加に結びつくが[7]、ロボットに対する好悪に関する評定項目において刺激要因×前後要因の交互作用は見られず、ロボットの接近動作はロボットに対する好悪に影響するとは言えなかった。また、人の接近はしばしばパーソナルスペースの侵害と見なされ、接近される人の強い拒絶反応を惹起するが、ロボットの接近動作はロボットに対する恐怖の評価にも影響したとはいえなかった。本研究で用いたロボットの接近動作はパーソナルスペースを侵害したと解釈されていなかったと考えられる。接近するロボットに対して感情的反応が生起しなかった原因としては、あまりにロボットが小さかったことや外見があまりに機械的であったことが考えられる。その結果、接近が直接性の増加やパーソナルスペースの侵害として実験参加者に認知されず、結果的に好悪判断に影響しなかった可能性がある。また、実験参加者が理工系の大学生であったために、接近動作が恐怖の評価に影響しなかった可能性も考えられる。ただ実験後の自由記述において、「近づいてくるロボットが怖かった」と報告した実験参加者もいた。

一方、ロボットの接近動作はロボットの特性に関する印象評価の全ての項目に影響を与えていた。接近動作の度合いが強くなるほど、より親しみやすく、知的で、外向的で、積極的で、協調的であると評価されていた。一方、ロボットの特性の評価に対する前後要因の主効果は見られなかったことから、ロボットが動くこと自体がロボットの特性評価に影響したとは言えない。これらの結果は、接近動作によって評価がよりポジティブになったというよりは、むしろ図7に示されるように、もともと位置移動課題前はニュートラルな評価だったものが、課題後にポジティブな評価に変化したと解釈すべきである。

ロボットの接近動作が役割期待の評価に及ぼす影響は上記の結果を反映していると考えられる。接近動作は愛着や感情的反応の対象と考えられるペットとしての期待を向上してはいなかったが、「一緒に仕事をしたい」、「仕事をさせたい」といった、何らかの作業を人と協調して行う役割の期待を向上する効果があった。

ロボットが歩行動作することはペットとしての役割期待を向上する効果があった。ただし、実験参加者の期待が、本来の意味でのペットとしての期待なのか、近年一般的になった電子ペットとしての期待なのかはさらに検討する必要がある。

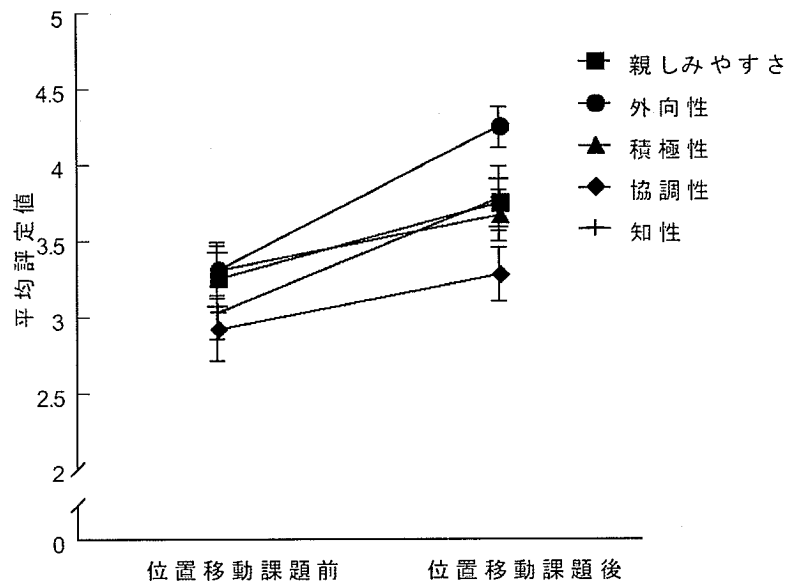


図7 接近条件におけるロボットの特性評価の平均値（縦棒は±S.E.を表す）.

Fig.7 Mean Rating of the Robots' Character for Approach Condition (Vertical Bar Indicates  $\pm$  S.E.).

## 5. おわりに

本研究では、ロボットの接近動作がロボットに対する感情的反応、ロボットの特性評価、ロボットへの役割期待の形成に及ぼす影響を、二足歩行型のロボットを用いて検証した。その結果、ロボットの接近動作は、ロボットが何らかの「性格特性」を有する存在であることを認知させ、人と協調して仕事を行う役割の期待を向上させることが示された。つまり、ある種の擬人化（もしくは擬生物化）を生じさせる効果があったといえる。単なる歩行動作にはこのような効果は見られなかった。このことは、接近動作のような単純な動作であっても、ロボットが目標や意図に基づいて行動する主体性を持った存在であると認知させる有効な手段になりうることを示している。

一方、ロボットの接近動作は、実験参加者の感情的反応には影響せず、愛着の対象であるペットとしての期待も向上しなかった。本研究で用いたロボットの接近動作では、人とロボットのコミュニケーションの直接性を高める効果が無かったと考えられる。

本研究の結果は、人が人工物を擬人化（擬生物化）する過程には複数の段階があることを示唆している。ある人工物を、意図や欲求を持つ主体的な存在であると認知することと、愛着や好意といった感情的な反応の対象として認知することは峻別されなければならない。前者の認知が比較的容易に生じることは本研究の結果からも窺えるが、後者の認知が生じる過程についてはさらなる検討が必要である。

### 参考文献

- [1] Baron-Cohen, S. : Mindblindness: An Essay on Autism and Theory of Mind, MIT Press (1995).
- [2] Heider, F., & Simmel, M.: An experimental study of apparent behavior, American Journal of Psychology, Vol.57, pp.243-259 (1944).
- [3] Argyle, M., & Dean, J.: Eye-contact, distance and affiliation, Sociometry, Vol.28, pp.289-304 (1965).
- [4] Knowles, E. S.: An affiliative conflict theory of personal and group spatial behavior, The Psychology of Group Influence, (Paulus, P. B. ed.), Lawrence Erlbaum Associates (1980).
- [5] Knowles, E. S.: Spatial behavior of individuals and groups, The psychology of group life (2nd ed.), (Paulus, P. B. ed.), Lawrence Erlbaum Associates (1989).
- [6] Mehrabian, A.: Significance of posture and position in the communication of attitude and status relationships, Psychological Bulletin, Vol.71, pp.359-372 (1969).
- [7] Richmond, V. P., & McCroskey, J. C.: Spatial behavior of individuals and groups, Nonverbal Behavior in



Interpersonal Relations (5th ed.), Allyn & Bacon (2003).

- [8] Ashton, N. L., Shaw, M. E., & Worsham, A. P.: Affective reactions to interpersonal distance by friends and strangers, *Bulletin of the Psychonomic Society*, Vol.15, pp.306-308 (1980).
- [9] 大坊郁夫: しぐさのコミュニケーションー人は親しみをどう伝えあうかー, サイエンス社(1998).
- [10] Sommer, R.: *Personal Space: The Behavioral Basis of Design*, Prentice Hall (1969).
- [11] Giord, R.: Projected interpersonal distance and orientation choices: Personality, sex, and social situation, *Social Psychology Quarterly*, Vol.45, pp.145-152 (1982).
- [12] Aiello, J. R., & Thompson, D. E. : When compensation fails: Mediating effects of sex and locus of control at extended interaction distances, *Basic and Applied Social Psychology*, Vol.1, pp.65-81(1980).
- [13] Hall, E.T.: *The Hidden Dimension*, Doubleday(1966).

## 4-3 最も他者的なモノ：ロボット

### 4-3 b. ロボットからの働きかけと感性 -接近行動および部分を振る動作との関連-

モノの中でも自律ロボットは、ヒトに働きかけることが重要な機能である。ヒトに対してほとんど働きかけのない産業ロボットや、ヒトへの働きかけが主な機能であるペットロボットの他に、最近では、中程度の働きかけを行い、与えられた役割をこなすものが、生活支援や作業支援のロボットとして家庭やオフィスに導入され始めている。

前節では、ロボットの接近動作を、同じ場にいるヒトが、どのように働きかけの意図として受け取るかを考察した。本節では、接近動作に加えて本体の一部（後部に取り付けた棒）を振る動作が、どのような意図としてヒトが受け取るかを考察した。そして、ロボットからの働きかけが、ヒトがロボットを他者として位置づける行動、すなわち、ロボットを擬人化または擬生物化する、ロボットに自己を投影する、ロボットに性格を設定するなど、どのように関連するか、という観点から実験を行った。

実験では、「ロボットのいる作業場」を想定して、参加者には、特にロボットに注目するような教示なしで与えた軽作業を遂行させ、軽作業終了後に印象に残ったロボットについての評価を行わせた。評価項目には、感性や愛着、擬人化・擬生物化に関する測定項目を含めた。ロボットを見慣れた定常状態を作るため、同じ実験を3日間にわたって繰り返した後、参加者にロボットについての理解を記述させた内容と、実験中の行動や発話から参加者がロボットをどのように扱ったかを記録した。

その結果、参加者は特に教示がなくても、ロボットの接近行動を「自分についてくる」、後部の棒を振る動作を「自分にしっぽを振る」というように、意図を持って自分に働きかけてくる他者的な存在の行動として受け取った。また、「自分にしっぽを振る」行動が擬人化あるいは擬生物（動物）化を促進し、愛着の形成や、攻撃性のような負の印象を緩和することに関連することも示された。

キーワード：他者的存在，行動，擬人化・擬生物化，感性

## 1. はじめに

近年、生活支援などを目的とした、人々の生活の場に導入するロボット開発が進められている。その多くは、人の行動に反応したり人に働きかけたりするためのセンサーやプログラムをもち、与えられた仕事を自律的に遂行する。また、人や動物の形に似せられているものも多い。このようなロボットはもはや、ただ存在するだけのモノとは捉えにくく、もちろん人間でもない。その間の中間的な存在であるパートナーとして受け入れられていくには、人がそのロボットを理解し、興味を持ち、人間や動物に例えたりして（擬人化、擬動物化）、愛着をもつことが必要であると考えられる。本研究では、ロボットの行動が、一緒にいる人にどのような印象や感性をもたらすかを実験によって調べ、人と共存するロボットとして、擬人化あるいは擬動物化をしやすく、愛着やよい感性をもたらすには、どのような性質が望ましいかを考察する。

## 2. 擬人化とは

カーネギーメロン大学で行った一連の擬人化に関する研究(2005)[1]から、モノに対して生物らしさや人間らしさを認める性質を次に挙げる。

自分で動く方向を決定し、状況に応じて、あるいは、状況に関係なく動きを変化させるモノに対して、擬生物化をしやすい。また、顔がある、頭・足・腕など人の身体の部分のような見かけがある、人どうしがするような社会的な行動をする、名前がついている、どのように動くかについてメンタル・モデルが作れる、自分を投影できる、視界を共有できる、気持ちを共有できる、人格や性格がある、親近感が持てる、などの性質をもつモノに対して、擬人化をしやすい。

同じグループの Kiesler and Goetz (2002)は、モノに対する人らしさおよび機械らしさの評定実験を行ってスケールを作成した[2]。2種類のロボットと PC について評価値を因子分析した結果から、Efficiency, Maintenance, Durability, Safety, Information の5つを因子として採用し、各因子で負荷量が0.5以上となった評価項目をスケール要素とした。

本研究では、以上を参考にして、ロボットの設定と、観察者による記述表現の中から擬人化や擬動物化、擬生物化の評価を行った。

## 3. ロボットの行動についての感性評価実験

### 3.1 ロボットの設定

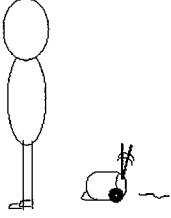

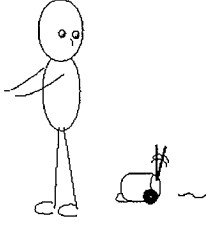
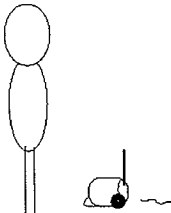
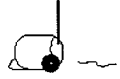

ここで用いたロボットは、見かけ上、自律して動いているものとした。前節 4-3 a に述べた、小森(2006)の人型ロボットを使った実験では、愛着をもつというより、「信頼感がある」、「仕事ができそう」な印

象が強く持たれたが、本節では、性能や機能の良さによる評価を避けるために、何らかの効率が期待される機能を持たず、移動と部分揺動の機能だけを持つものとした。

異なる行動パターンをもつ6体のロボット（いずれも全長約 25 cm，高さ約 17 cm，本体後部の突起部長さ約 13 cm）を Spybotics および MindStorms（いずれも LEGO 社）を用いて制作した。これらは遠隔操作またはプログラムにより、前後の移動、左右の回転ができ、突起部を左右に揺らすことができる。見た目の差を無くすため、機能のあるなしに関わらず、6体全てのロボットにタイヤとタッチセンサー、前部分のアーム、後部の棒を取り付け、6種類を区別する番号を表示したカバーをつけた。

6種類の行動パターンは、人に対する動き3種類（近づく／ランダムに動く／動かない）×後部の棒の動き2種類（振る／振らない）の、合計6種類とした。これらは、表1に示すような、1号：人に近づいて後ろの棒を振る、2号：前後左右にランダムに移動し、ランダム時間に棒を振る、3号：移動せず、人が見たときに棒を振る、4号：人に近づくが棒は振らない、5号：ランダムに移動し棒は振らない、6号：移動せず、棒も振らない、である。

表1. ロボットの設定

動き 棒	近づく	ランダム	動かない
振る	<p>1号</p>  <p>人に近づく, 棒を振る</p>	<p>2号</p>  <p>ランダムに移動, ランダムに棒を振る</p>	<p>3号</p>  <p>動かない, 人が見たら棒を振る</p>
振らない	<p>4号</p>  <p>人に近づく, 棒は振らない</p>	<p>5号</p>  <p>ランダムに移動, 棒は振らない</p>	<p>6号</p>  <p>動かない, 棒は振らない</p>

### 3.2 実験準備

#### (1) ロボットの呼称

実験者が「ロボット」の名称を使うと、被験者がもつ「ロボット」についての既存イメージが評定に影響すると予測されたため、その効果を緩和するために、通常的生活環境に存在しない物体として命名した「りひらな」の呼称を用いた。

#### (2) 実験室

「ロボットのいる作業場」を想定した、約2.7m×3.6mの作業スペースを準備し、中に作業用のテーブルを設置した。ランダム移動するロボットが作業スペースから出て行かないように、作業スペースは高さ60cmの囲いを設置した。この中で被験者が作業をし、同時にロボットが動作した。また、ロボットを赤外線リモコンで操作するために、赤外線を反射するアルミ箔を貼った自動車用日除けを作業スペースの囲い内側に設置し、外側には遠隔操作するオペレータを被験者から隠すために、高さ約1.8mのよしずを取り付けた。

### (3) 記録装置

ロボットと被験者の動きおよび発話を記録するため、作業スペースと天井に合計3台のビデオカメラを設置した。

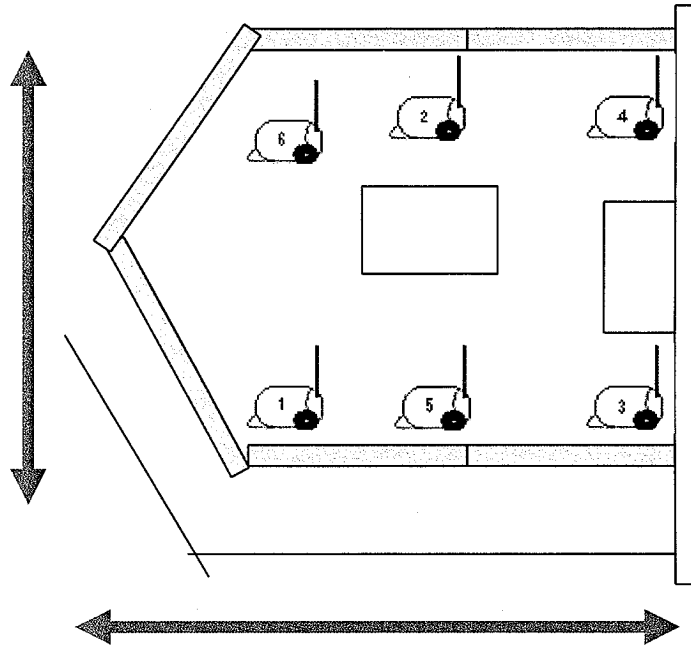


図1. 作業スペース.

## 3.3 実験方法

### (1) 参加者

21～22歳の大学生。男13名、女6名の計19名とした。

### (2) 手続き

参加者に1セッション3～6人ずつ実験室に入ってもらい、説明と軽作業10分間、および質問紙への回答を行わせた。説明では、コミュニケーションの実験であること、作業中に実験室内に置いた「りひらな」(ロボットと呼ばないためにつけた名前)というものが動き回るが、危害を与えるものではないこと、「りひらな」を壊したりスイッチに触れたり、持ち運ぶ以外の行動は自由にしてよい旨を教示した。

軽作業は、ロボットにも作業にも集中しすぎないためのもので、線に沿って大型カッターで紙を切る等とした。作業時間はロボット(「りひらな」)の電源を入れてから10分とした。セッションの間、参加者の発話と行動をビデオカメラで記録した。参加者は1日に1～2セッション、連続3日間で合計3セッションに参加した。3日目の最終セッションでは、ロボットなしで作業開始させ、3分後にロ

ポットを入れた。実験の様子を図2に示す。



図2. 実験の様子.

## 4. ロボットの行動と参加者の評価

### 4.1. 測定方法

以下の3つの測定を行った。

#### (1) 感性評価(3日ともセッション終了後)

ロボットごとの感性評価や関心を調べるため、質問紙により5段階尺度で評価させた。使用した評価ワードは、2章に述べた Kiesler and Goetz (2002) [2]の人らしさのスケールに動物らしさの言葉を加えたもの、機械らしさのスケール、自律性を表す言葉、および神田ら[3]が用いた主観評価に、感性と愛着についての言葉を加えた、以下の35語とその否定語の35対である。これらをランダム順に配置した質問紙を、各セッションが終了するごとに、印象に残った3体を被験者に選ばせて評価させた。

- ・自律性を表す語群：人に反応する、人懐っこい、状況に応じている、愛嬌のある
- ・愛着を表す語群：愛着がもてる、気になる、印象に残る、いてほしい、かわいい、怖い、不審な、邪魔な 無視したい
- ・擬人化を表す語群：動物に似ている、やさしい、感じのよい、陽気な、うるさい、賢い、好きな、親しみやすい、人間に似ている、積極的な、暖かい、派手な、複雑な、明るい、面白い、良い
- ・安全性・耐久性を表す語群：頑丈な、危険な、高性能な、仕組みを知りたい、単調な、動きが予想できる

#### (2) ロボットについて理解したことの記述

最終日セッション終了後に、6体すべてについて「どんなものであったか」を被験者に自由記述させた。ロボットごとに語数をカウントし、擬人化・擬生物化、などを表す語を抽出し、語数を比較し

た。

### (3) ロボットに関わる行動や発話

被験者の行動と発話をビデオに記録し、書き出して分類した。

## 4.2. 感性評価の結果

セッション回数ごとの被験者間平均評定値が高いワードと低いワードを抽出した。セッション回数ごとに主成分分析を行い、意味空間の変化とロボットの位置づけを調べた。ロボットごとの評定人数の変化を比較した。

### (1) 接触回数と評定数の変化

表2に回数ごとの評定人数を示す。被験者に印象に残った3体を選んで評価させていることから、人数が多いほど、そのロボットに関心をもたれたと考える。

1号（近づく+棒振る）と5号（ランダム移動、棒振らない）は、3回にわたって高い関心が維持された。動き回るものに興味が持たれたものと思われる。4号（近づく、棒振らない）は、回数を重ねると興味を保つ人が増えた。

2号（ランダム移動、棒振る）は1回目に関心を引かなかったが2回目に評定者が増加し、3回目に再び関心が低くなった。これに対して、3号（動かない、棒振る）についての評定数が、まったく逆のパターンで増減した。接触回数を重ねることでロボットを詳細に比較する余裕ができたことが関連したと思われる。

6号（動かない、棒振らない）は、3回を通して関心が持たれないことが示された。

表2. 評定人数の変化.

	1回目	2回目	3回目	評定数合計
1号	11	11	12	34
2号	6	11	3	20
3号	15	7	14	36
4号	5	12	14	31
5号	14	13	13	40
6号	6	3	3	12



## (2) 感性評定値の変化

表3に、ロボットごとの被験者間評定値の高かったワード（4.0を超える）と低かったワード（2.0未満）を挙げる。3回を通して挙げられたものに\*\*，2回目以降に挙げられたものに+の記号を付して示す。

人に対する反応として、移動と棒の両方をもつ1号（近づく，棒を振る）には、一貫して「愛嬌がある」が高く、「怖い」は低かった。2回目から、「いてほしい」、「かわいい」、「愛着のもてる」など、好ましい評価が加わった。

同じく、人に近づくが棒を振らない4号（近づく，棒振らない）に対しては、2回目以降に「頑丈な」、「高性能な」、「印象に残る」など、性能に注目した評価が挙げられた。

5号（ランダム移動，棒振らない）に対しては、一貫して「印象に残る」、「積極的な」、「人懐っこい」といった、よく動くことに注目した評価が挙げられた。

動かないけれども、人が見たら棒を振る反応をする3号（動かない，棒振る）には、一貫して「動きが予想できる」と評価された一方、「うるさい」、「派手な」、「不審な」などの悪い評価は否定されていた。

動きのない6号に対しては、「いてほしい」、「明るい」といった好ましい評価も、「邪魔な」、「危険な」、「怖い」などの悪い評価も一貫して否定されていた。

表3. 感性評価の被験者間平均値が高かったワードと低かったワード.

\*\*は3回を通して挙げられたワード, +は2回目以降に挙げられたワード, 無印は3回目にもみ挙げられたワードを示す.

	平均評定値>4.0	平均評定値<2.0
1号	**愛嬌がある, 人に反応する	**怖い
	+いてほしい, かわいい, やさしい, 愛着のもてる, 印象に残る	
	感じの良い, 明るい, 人懐っこい, 積極的な, 陽気な, 良い	不審な
2号	愛着が持てる, 高性能な, 親しみやすい, 仕組みが知りたい	
3号	**動きが予想できる	**うるさい, 派手な,
		+積極的な, 不審な
	単調な	頑丈な, 怖い, 複雑な, 仕組みを知りたい
4号	+頑丈な, 気になる, 印象に残る, 状況に応じている, 積極的な, 陽気な	単調な
5号	**印象に残る, 積極的な, 人懐っこい	
6号	単調な, 無視したい	**いてほしい, 明るい, 邪魔な, 人に反応する, 危険な, 派手な, 怖い
		+かわいい, 人に似ている, 愛着がもてる, 面白い
		陽気な, 愛嬌がある, 動物に似ている, 感じの良い, あたたかい, 気になる, 人懐っこい

### (3) 感性評価の意味空間の変化

セッション回数ごとに, 6体それぞれの評価ワードの被験者間評定平均値を用いて, 主成分分析を行った.

1回目セッションにおける各ワードの主成分負荷量を図3に示す. 第1主成分の固有値 16.57, 寄与

率 74.1%，第2主成分（固有値 2.80，寄与率 12.5%，累積寄与率 86.6%），以下は解釈上，意味のある主成分とは考えられなかったため，最初の2つの主成分を解釈に採用した．第1主成分の値が最も低いワードは「単調な」，次に「予想できる」，反対に最も高いワードは「状況に応じている」，「面白い」，「陽気な」，「人に反応する」などであった．この主成分は複雑さや応答性を表すと考えられる．第2主成分の値が最も高いワードは「優しい」，「好き」，次に「感じの良い」，「賢い」，「愛着が持てる」で，一方，最も低いワードは「無視したい」，次に「怖い」，「積極的な」，「不審な」，「危険な」などであった．この主成分は好ましさを表すと考えられる．

ロボットごとの主成分スコアは，図4に示すようになった．プロットから，5号（ランダム移動，棒振らない）が複雑，反対に6号（動かない，棒振らない）は単調，2号（ランダム移動，ランダム棒振る）は好ましくない評価に相当することがわかる．また，人に近づく1号（棒振る）と4号（棒振らない）は複雑で好ましく，3号（動かない，棒振る）は単調で好ましいと評価されたことがわかる．

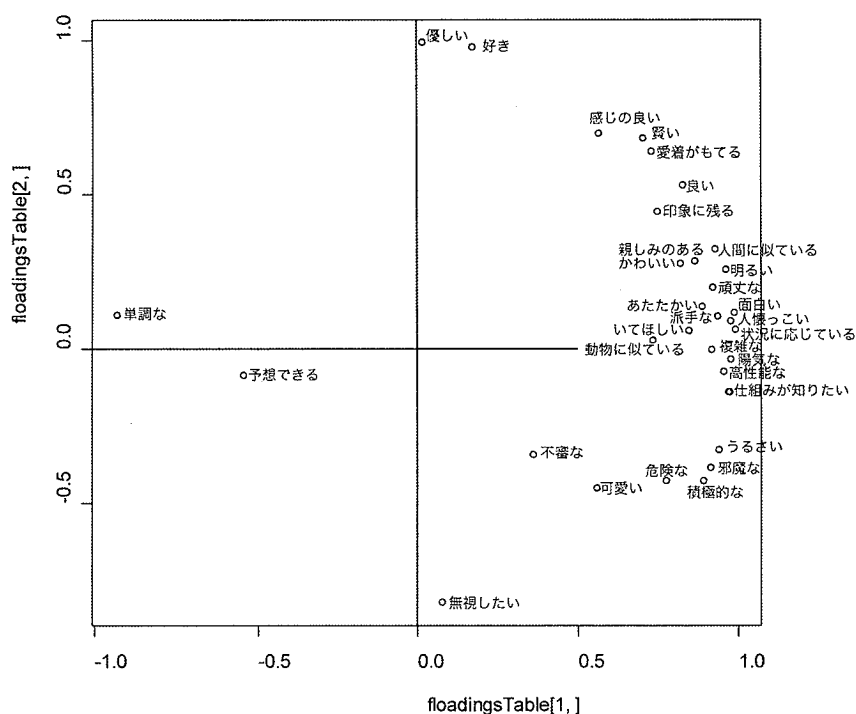


図3. 1回目セッション終了後の評定（主成分負荷量）.

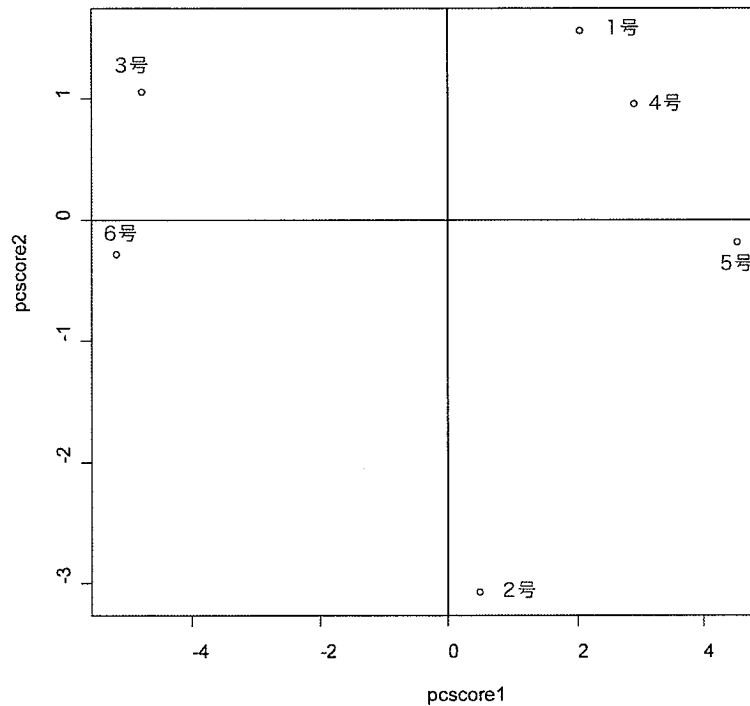


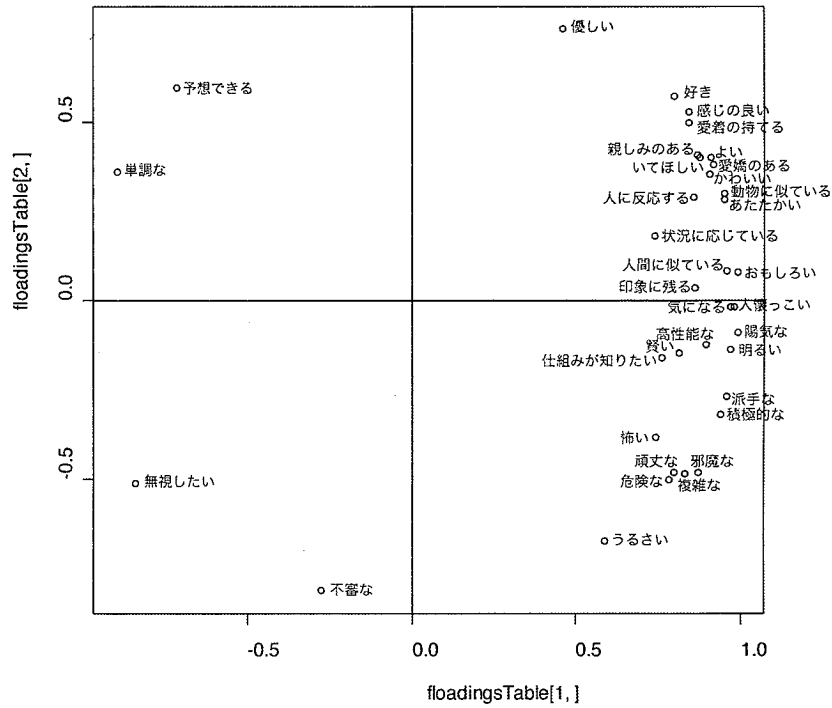
図4. 1回目セッション終了後の評定（主成分スコア）。

次に、実験3日目に行った3回目セッションの結果を図5、図6に示す。第1主成分の固有値 25.31、寄与率 76.8%、第2主成分（固有値 4.89、寄与率 14.8%）、第3主成分（固有値 1.58、寄与率 4.8%、累積寄与率 96.4%）、以下は固有値が急激に低下したため、最初の3つの主成分を解釈に採用した。第1主成分について正の大きい値を持つワードは「面白い」、「陽気な」、「人懐っこい」、「気になる」、「動物に似ている」、「あたたかい」、「人間に似ている」、「明るい」、「派手な」、「愛嬌のある」、「良い」などと、社交的な性格を表す言葉や擬人化や擬動物化の言葉が続く。負の最も大きいワードは「単調な」で、次に「無視したい」、「動きが予想できる」と続いた。第2主成分に対して正の大きな値をもつワードは「優しい」、「動きが予想できる」、「好きな」、「感じの良い」、「愛着が持てる」などで、負の大きな値を持つワードは「不審な」、「うるさい」、「危険な」、「頑丈な」、「邪魔な」、「複雑な」、「無視したい」、「怖い」などであった。第2主成分は好ましさを表した。第3主成分に正の大きな値をもつワードは「状況に応じている」、「うるさい」、「人に反応する」、「複雑な」などで、負の大きな値をもつワードは「仕組みを知りたい」、「賢い」、「不審な」、「高性能な」などであった。どちらもロボットの性能に関する評価が表れているが、自分に関わるかそうでないかが正負を分けたようである。

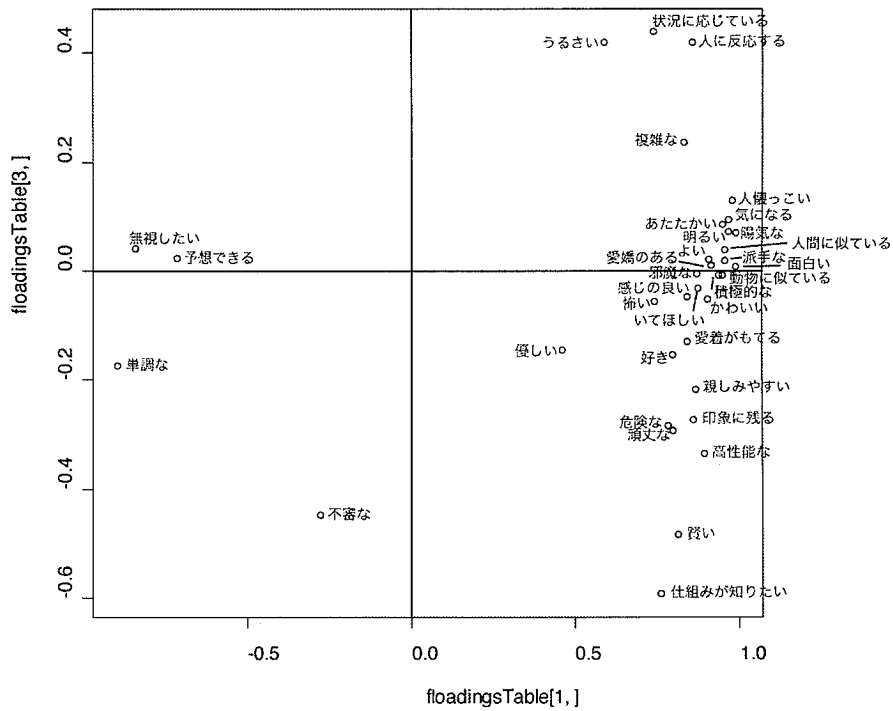
1回目の評価で得られた主成分が複雑さと好ましさであったことから比べると、接触を重ねることにより、ロボットごとの性格づけや、自分に働きかけるものとそうでないものの区別といった、より詳細な評価が行われたことがわかる。

同時に位置づけの入れ替わった評定ワードが見られた。1回目に「人に反応する」は「仕組みを知りたい」とほぼ同じ位置にあり、「高性能な」の近くに位置したが、3回目では第2主成分の好ましい方に移動し、「動物に似ている」、「あたたかい」の近くに位置していた。反対に、「賢い」というワードは「愛着が持てる」、「感じの良い」の近くから第2主成分の好ましくない方向に遠ざかり、「高性能な」や「仕組みを知りたい」などの近くに移動している。同様に、「派手な」は「人懐っこい」や「面白い」の近くから、また「複雑な」は「陽気な」や「高性能な」の近くからそれぞれ好ましくない方向に移動して、「派手な」は「積極的な」の近くに、「複雑な」は「邪魔な」、「頑丈な」、「危険な」の近くに位置した。このことは、初めて経験したロボットに対しては、その複雑さが印象的であるが、接触回数を重ねて見慣れてくると、自分に反応することが、動物に似た好ましいものとして感じられるようになり、賢さや派手さ・複雑さは、好ましさと関係なくなり、機械の性能としての評価となることを示唆する。

主成分スコアのプロット（図6）からは、1回目よりもロボット間の距離が広がっており、さらに詳細な評価が行われたことを示している。中でも、4号（近づく、棒振らない）は1回目と位置が変わって、1号（近づく、棒振る）の近くから、5号（ランダム移動、棒振らない）に近づいており、好ましさよりも複雑な機械としての評価が高くなったことがわかる。



(a) 第1主成分 x 第2主成分



(b) 第1主成分 x 第3主成分

図5. 3回目セッション終了後の評定 (主成分負荷量).

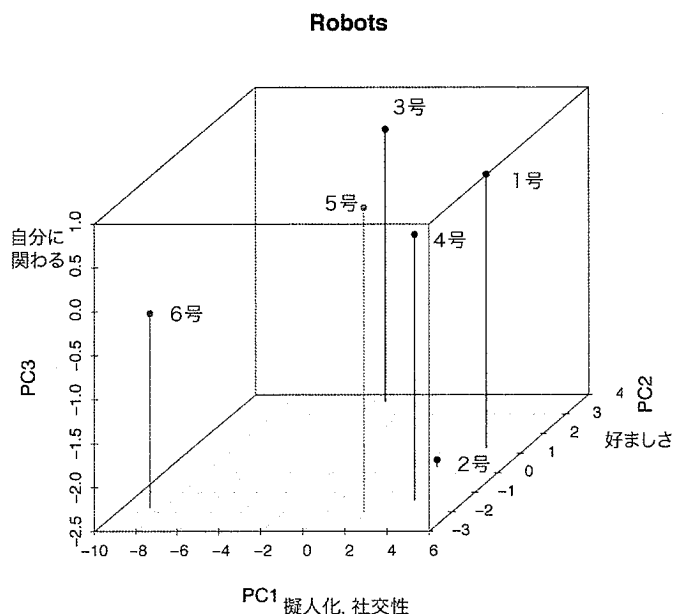


図6. 3回目セッション終了後の評価 (主成分スコア).

### 4.3. ロボットに対する理解と興味

最終日の評価終了後、6体のロボットすべてについて、どのようなものだと感じたか、わかったことや何かに似ているかなどを自由に書かせた。記述の中から人らしさ、動物らしさ、生き物らしさ、機械らしさを表す語を抽出した(表4)。動物らしさは、例えのほか、ロボットの意図を感じて表現した語を含めた。人らしさには、さらにロボットに性格を投影して表現した語を含めた。また、記述された文の語数を興味の指標とした。

結果から、被験者全員が人に近づく動作を「(自分に) ついてくる」、後ろの棒を振る動作を「しっぽを振る」と、動物や人、あるいはおもちゃのように例えて記述していた。

1号(ついてくる+しっぽ)には「愛嬌がある」、「女の子(2名)」、「恥ずかしがる」など、人らしさを表す語が多かった(10語)。5号(ランダム移動、しっぽ振らず)には、1号と同じく、人らしさを表す語が多かった(10語)が、その内容は、「暴力的」、「やんちゃな」、「男の人」などあまり好ましくないような形容であった。

一方、動物らしさを表す語が多かったのは、動かないでしっぽを振る3号に、「しっぽ(10名)」のほか、「お座りしている犬(犬8名)」など21語で、自分に対して従順な様子を表現した内容であった。これに対して、しっぽを振らないでついてくる4号には「猫(3名)」、「犬(2名)」、「ペット」など15語で、うまく動いているが自分に対してそれほど好意的でない動作を表現していると考えられた。

6号には「動いていない(13名)」、「壊れたおもちゃ」など無生物らしさ17語だった。

まとめると、動くロボットの中でも、「しっぽ」を振るものに対しては、好意的な擬人化を行い、振

らないものには攻撃的な面を捉えて擬人化しやすい，ついてくるロボットでも「しっぽ」を振らないロボットには，自分に対する好意を感じないと思われる．また，動かないロボットでも「しっぽ」を振ることで，従順な印象の擬動物化を行いやすく，まったく動きのないものはただの壊れたモノと受け取りやすいことがわかった．



表4. ロボットについて例えた記述語.

ロボット	人らしさ	動物らしさ	生き物らしさ	機械らしさ
1号 (平均 7.8語)	大人しい, 面白い, 人懐っこい, 愛嬌がある, ポス的, 告白しようとして出来ず後悔する人, 恥ずかしがる, 落ち着いている, 女の子, 女の子の人	動物みたい, しっぽ(2), 犬みたい(2), じゃれてくる猫, 子猫, 猫に似ている, ねずみ, ゴキブリ	活発に動く(2), よく反応している	
2号 (平均 7.0語)	愛嬌がある, テンパる, 怯えた様子, あたふたする感じ, 人懐っこい(2), 優秀なイメージ, やんちゃ坊主	しっぽ, ねこ, 犬に似ている, チワワ		おもちゃみたい
3号 (平均 11.3語)	おとなしい奴, 地味, いいやつ, 来てもらいたい, 愛想を振る, 楽しそうな感じがしない, 静かに見ている感じ, 小学生	人が近寄るとしっぽを振る, しっぽ(10), 犬(2), 仔犬, 命令に従う犬, でかい犬, お座りしている犬	人に反応する, 活発でない	壊れている, パターンが一緒, ペットみたいな役割, アンテナ
4号 (平均 8.7語)	全体を観察している, 周りの情報を手に入れていた, 人懐っこい, やんちゃ者, 目立たない子, 反逆してくる, いい動き, 頑張って道を探していた	動物っぽい, ペットみたい, 人にまとわりつく, ぶつかってくる, あたってくる, 突進してきた, 5号と遊んでいる, 隠れている, 猫(2), じゃれあう猫, 犬(2), ハムスター, 牛	活発に動いていた, スリムでモデル的	ひっかかる
5号 (平均 8.0語)	人懐っこい, 暴力的(2), 積極的(2), 攻撃的な接し方, やんちゃな奴, 体当たりしてきた, 男の人, 子供	動きすぎ, 暴れすぎ, 人にまとわりつく, 犬, ドーベルマン, じゃれあう猫, 馬	活発(2)	よく当たってきた, 何かに当たると方向を変える

表4. ロボットについて例えた記述語（続き）.

6号 (平均 8.0語)	無駄にクール, 無視している, ローテンション, 親しみを感じる, 目立たないおとなしい子	しっぽ(2), ナマケモノ	無反応, 動いていない(13), いてもいる, 端にいてほしい	無反応, 動いていない(13), "モノ"みたい, 壊れたおもちゃ
--------------------	---	---------------	---------------------------------	-----------------------------------

#### 4.4 ロボットに関わる行動

ビデオに記録された被験者の行動から, 対人反応や性格づけなど擬人化・擬動物化を示す行動と, 発話を拾い上げた(表5).

表5. 対人行動や擬人化, 擬動物化を示す行動および発話の数.

	1号	2号	3号	4号	5号	6号	合計
対人行動や擬人化	16	9	24	8	13	5	75
対機械行動や発話	0	7	7	0	1	7	22
対動物行動や擬動物化	3	2	9	0	2	1	8

特徴的な行動や発話をまとめると, 次のようになった.

1号(近づく, 棒を振る)に対して, かまう, かわいがる, 女の子に例える, 話しかける, 仕組みを調べる, 3回目にロボットがない間に動作をまねる, など, かわいがる行動が見られた. それに対して4号(近づく, 棒を振らない)には, 動作の賢さに気づいた発話があった一方で, 足踏みで脅かしたり突いたりして意地悪する行動が見られた.

移動しない設定の2体については, 機械としての行動や発話は多かった. 棒を振る3号について, 被験者の間で動作や性格を話し合う, 壊れているから動くように直してやりたいなどの発話が多く, 愛嬌だけという発話もあった. かわいいという表現が多かったが, 1号に比べて積極的にかわいがる行動は少なかった.

ランダム移動の2体については, 棒を振る2号に対して動きを調べるような行動の後, 賢くなく, 面白いおもちゃのようにみなしていた. 棒を振らない5号には, 同じく動きを調べて, いじめたり避けたりして, 賢くない困ったもの, という扱いであった.

## 5. 考察

ロボットの設定に関係なく、どの被験者もロボットに関心を持ち、移動を「ついてくる」、後ろの棒を動物が自分にしっぽを振る、というように自分との関係で捉え、擬動物化したり性格を投影したりしようとする行動が見られた。

測定した各種反応を総合して、各ロボットについて一言で例えると、1号（近づく、棒振る）は「自分のかわいいペット」、2号（ランダム移動、ランダムに棒振る）は「あたふたする小さなおもちゃ」、3号（動かない、棒振る）は「大きなおとなしい犬」、4号（近づく、棒振らない）は「高性能な機械」あるいは「ペットショップにいる小動物」、5号（ランダム移動、棒振らない）は「困った暴れ者」、6号（動かない、棒振らない）は「ただ置いてあるモノ」と言える。

自分に働きかけないロボット、すなわち、状況に関係なくランダムに移動する場合には賢さを感じず、「しっぽを振る」か「振らない」かによって印象が異なった。「しっぽを振る」ロボットは小さいおもちゃであり、「しっぽを振らない」ロボットは時に突進してくる暴れ者と捉えられていた。

このことから、人に「ついてくる」行動は賢さを表し、「しっぽを振る」ことが愛嬌を表したと言える。賢さと愛嬌の両方を備えることが、持続して愛着を持ってもらえるロボットの条件であると思われる。また、「しっぽを振る」行動は、愛着を促進しないが、ロボットの与える攻撃性を打ち消す効果があったと考えられる。

接触回数を重ねることで、興味や関心および愛着をもち続けられるロボットが限定されていく様子も見られた。移動するロボットには、「ついてくる」移動かランダム移動かに関係なく、最初は関心を引くが、関心や愛着が持続するものは、自分に「ついてきて」さらに「しっぽを振る」というように、被験者に反応して働きかけるロボットであった。自分に「ついてくる」だけでは、愛着は持てないようであった。「しっぽを振る」だけのロボットもよい印象を与えていたが、積極的にかわいがる行動は見られなかった。

本実験で想定した「ロボットのいる作業場」状況は、被験者はロボットから何かの利益や効果を得られることは期待していない点で、ペット・ロボットとも産業ロボットとも異なる。今後の応用としては、職場や生活の場で黙々と自律的に働くロボットに、人に反応して動かす「しっぽ」をつけることで、自律ロボットの持つ怖さや気味悪さなどの悪い印象を緩和することが考えられる。

## 謝辞

本研究に協力した広島国際大学人間環境学部感性情報学科 2006 年度卒業生の原田実穂さんに感謝する。

## 参考文献

- 1) Carnegie-Mellon University: Anthropomorphism... attribution of human qualities to nonhumans, anthropomorphism.org (2005).
- 2) Kiesler, S and Goetz, J. (2002). Machine trait scales for evaluating mechanistic mental models, anthropomorphism.org.
- 3) 神田崇行, 石黒浩, 小野哲雄, 今井倫太, 中津良平: 人間と相互作用する自律型ロボット Robovie の評価, ロボット学会誌, 20(3), pp. 1-9 (2002).
- 3) 海保博之: 擬人化 自分の思いは生き物の思い, <http://www.human.tsukuba.ac.jp/~hkaiho/gijin.html> (2002).

## 第Ⅱ部 感性工学手法の開発

第Ⅱ部は感性工学手法に関わる 2 つの章から構成されている。1 章はヒトの感性評価特徴を明らかにする報告であり、2 章は感性工学的データ可視化技術に関する報告である。感性工学はモノに対する印象を主観評定し、そのデータ構造を明らかにすることでモノづくりに役立てる。主観評定段階では、ヒトの感性評価特徴を明確にすることで、質問紙法だけでなく、認知実験的な手法や心理生理学的手法と連携した方法論が開発できる可能性がある。また、データ構造解析段階においても、主観データが非線形的であることにより直感的な把握が難しい点を克服すると、よりスマートに無理なく主観データのもつ構造的な意味を理解可能になると考えられる。それぞれの段階において、さらに発展できる余地が多分に残っている。2 部はこれらのことを対する研究結果の報告である。

## 第1章

### 1. ヒトの感性評価特徴

感性工学は、モノの特徴をヒトの主観評価データが土台になっている。感性ワードを用いてモノの印象を主観評価するところから始まるが、この主観評価のメカニズムが明らかになるとより効率的かつ精緻にモノに対する印象を取り出すことができるようになる。主観評価は純然たる脳内情報処理の結果であり、質問紙法によって得られるデータ以上の情報を扱おうとすれば、脳の認知処理に基づいた処理過程の分解が必要になる。このことはヒトの感性評価特徴を明らかにする作業とも言える。

2部の1章の2つの節では、感性評価に深く関わる感情の神経モデルを援用しながら、主観評価に反映されるであろう脳における2つの処理過程について検討した結果の報告である。

#### 1-1. 視覚画像の提示時間と感性評価～単純な感性評価と総合的評価

感性工学は対象物に対する人間の主観的評価に基づくモノの作成計画技法である。その主観的評価は、直感的で感覚知覚、認知、感情、および意図や文化といった高次認知処理に関わるような面までを含んでいる。こうした評価の機序を明らかにする試みは大変困難であるが、近年のクオリアに対する研究展開は、言い換えればヒトがくださ感性評価の機序の解明に他ならない。

本節では、感性評価過程を明らかにするための試みとして、ヒトの感情体験過程を取り上げ、LeDouxの提唱する二重伝導路モデルに、従来の典型的な感性工学的な評価手法を当てはめた実験の報告である。二重伝導路モデルによれば入力された刺激が1) 脳の辺縁系を介して大脳皮質に到達するルートと2) そのまま大脳皮質に到達するルートにより感情体験が生じる。大脳辺縁系ルートは粗くて速い処理であり、刺激に対して生じる感情カテゴリーの方向付けを行い、行動反応の準備を行う。一方で、大脳皮質ルートは細かく遅い処理であり、刺激を詳細に捉えたうえで大脳辺縁系ルートの処理結果を交え、総合的な感情の判断処理を行う。この処理過程は単なる刺激駆動型の処理ではなく、評価者の意図などが反映されるトップダウン的な処理の側面も強調される。

主観評価によって導き出されるモノに対する印象は、少なくともこれら2つの感情処理ルートが関わっていると考えられる。そこで、これらの処理ルートの使い分けが明確になるように刺激提示時間を操作することで、従来の感性評価においてそれぞれの処理ルートが果たす役割を検討した。

なお、実際には、このような2つの独立した脳内感情処理ルートが単純に存在するわけではなく、2つのルートは交互作用的にフィードフォワードおよびフィードバック回路によって制御を受けあっている。したがって、結果を短絡的に一般化することは難しいが、実験手法の制約を考慮すれば感性評価機構を探る糸口になると考えられる。

キーワード: 感情評価、2重伝導路モデル、刺激提示時間、感情喚起画像

### 1-1-1. はじめに

プロダクトデザインやヒューマンインターフェイスなど、感性工学技術は多方面にわたり活用されるようになってきた。感性工学が重視する人間の主観的評価は曖昧で取り扱いの難しい情報であるが、利用可能な情報を抽出する技術は近年目覚しく進歩していると考えられる。その一方で、感性情報を数量化する前のプロセス、つまり人間の内部で行われている感覚、知覚、認知、判断等がいかに評定値として表現されるのかについてもまた、感性工学の土台をなすものとして十分に理解しておく必要がある。本研究は人間の主観評価の形成過程を神経科学的なモデルを元に検討しようとした試みである。

さて、“主観的経験と呼ばれているものは一体何であるか”と題された Buck [1]の論文では、主観経験を現実的な経験 (acquaintance knowledge : AK) と現実についての知識 (description knowledge : DK) に区別している。AK は外部環境及び体内環境に由来した事象の内的経験であり感性の中核をなすものと考えられるが、直接的なアプローチ方法は確立されていない。一方、DK は内的事象を表現したり、他者と共有したりする際にはラベルが必要であり、感性工学で用いる感性ワードに相当すると考えられる。感性工学では主に DK を利用するが、AK と DK の関係を理解することで、得られた結果の説明の水準を上げることが可能になる。ただし、主観的経験を直接取り扱うことはきわめて困難であるため、感性に関わりの深い、感情科学の知見を援用することにした。

Zajonc と Lazarus にみられた感情に関わる認知の論争では、刺激が喚起する感情には対象認知が必要かといった点が議論された[2~3]。こうした認知行動レベルの議論に、LeDoux[4]の二重伝導路といった神経科学的な知見が大きな示唆を与える。感情に関わる感覚入力情報は、皮質と辺縁系に平行に伝達され、その後、皮質に送られた情報は辺縁系に戻る (図1)。このことは、入力情報が感情との関係において粗いが速く処理された後、対象の認識を伴った後、改めて総合的に感情の意味処理がなされることを示唆している。

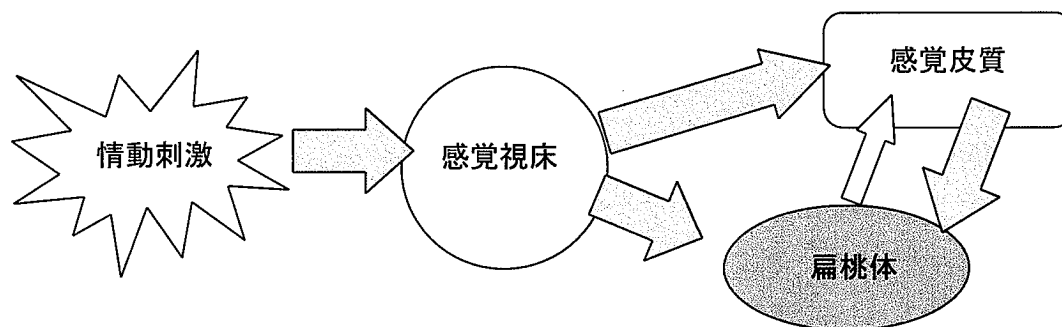


図1. 情動刺激の二重伝導路 (LeDoux,1996 を改変)

そこで、この二重伝導路に基づき、対象物の感性評価過程を初期処理と総合処理に分けて検討してみることが本研究の目的である。

ただし、こうしたモデルは恐怖や嫌悪などネガティブ感情を喚起する対象の場合、その振る舞いが強く確認されている。一方で、感性工学の目的は人間にとってより良い設計を探求することであり、

ポジティブ感情に狙いがある。今回は、両者を含め、ポジティブ、ネガティブ及びニュートラルな感情を喚起すると考えられる画像を用意し、検討してみることにした。

実験では、画像の感性評価について皮質における評価機構を低下させる操作として画像提示時間を短くした条件を設定し、この条件と一般的な評価条件（長時間）を比較した。さらに、神経心理学的な知見から、生物と非生物など所属カテゴリの異なる対象には脳内に異なる処理機構が関与するとの示唆があり[5~6]、提示画像のカテゴリとして物体及び動物を取り上げた。

## 2. 方法

### 2.1. 実験参加者

実験参加者は大学生 32 名（男性 16 名、女性 16 名）で、平均年齢 22.1 歳であった。

### 2.2. 提示画像

International Affective Picture System (IAPS) [7]から 8 種類の画像を選出した。IAPS は喚起される感情が覚醒及び快不快次元において標準化された画像集で、10 年間にわたり 700 の画像が採用されている。これらの画像は動物（生物）と物体（非生物）カテゴリから 4 枚ずつ選んだ（表 1）。4 枚の画像は、IAPS に添付された評価表から、快不快次元においてそれぞれポジティブ、ネガティブ、ニュートラルになるようにした。ニュートラル画像については、日常接触経験が乏しいと考えられる画像も加えて、ニュートラル及び親近性の低いニュートラル画像の 2 枚を用意した。動物と物体カテゴリ間の評定値もマッチするようにした。

表 1. 提示画像の種類

カテゴリ	ニュートラル	ニュートラル (低親近性)	ネガティブ	ポジティブ
物体	カップ	麵棒	銃	スポーツ車
SlideNo.	#7009	#7000	#6100	#8531
動物	牛	タコ	ゴキブリ	馬
SlideNo.	#1670	#1947	#1270	#1590

### 2.3. 実験手続き

8 種類の画像について 2 つの提示条件を設定した(図 2)。画像を短時間提示する短時間提示条件では、参加者は 90 cm 離れたディスプレイ上に画像が 50ms 提示された後、画像対象物についての感性評価を行った。評価には 23 ペアの感性ワード（図 4 及び図 5 を参照）についての 4 段階 SD 尺度から成る質問紙を用いた。また、提示された画像対象が何であるかを記述してもらう項目も含まれていた。画像を長時間提示（時間は任意）する条件では、感性評価が終了するまで画像は提示されていた。画像提示順序は短時間、長時間提示条件の順に行い、各提示条件内での提示順序は参加者間でカウンタバランスをとった。実験の制御は心理実験用ソフト（Psychology software tools 社製 E-prime）を用いた。



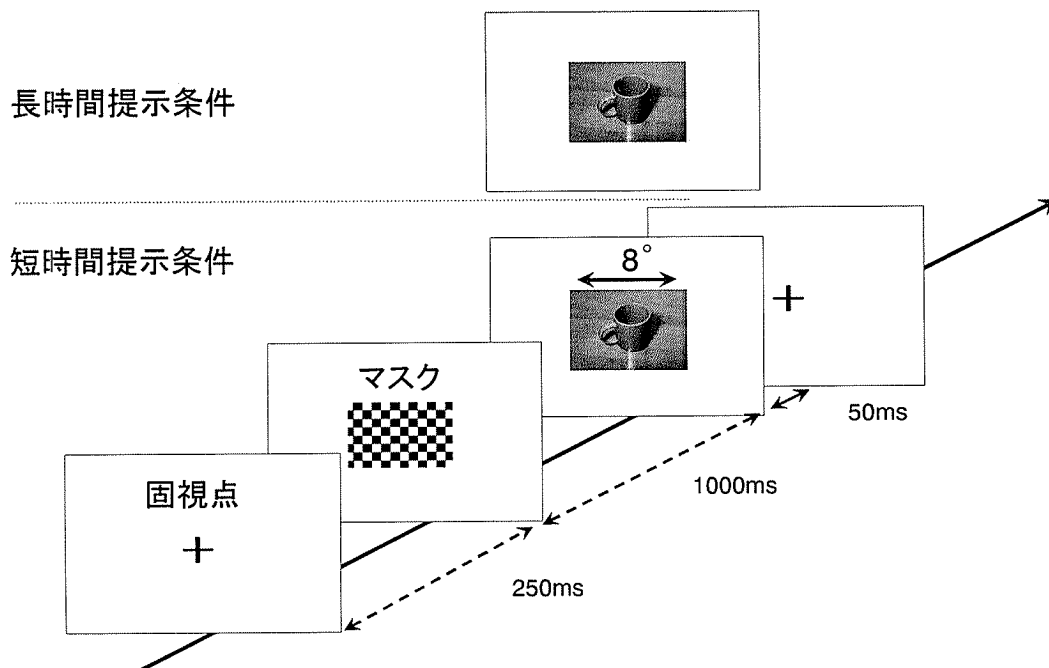


図 2. 画像提示手続き

## 2.4. 分析

はじめに、実験の操作を確認するために、心地よい及び刺激的なについて得られた評定値を Lang の感情の 2 次元モデルに適用した。次に、23 の感性ワードを提示時間の条件差から集約するために、条件間の差分得点から多次元尺度構成法及びクラスタ分析を行った。多変量解析手法は石原ら[8] の手法に準拠した。そこで、集約された感性ワード群の平均値から、時間（短・長）×対象（物体・動物）×感情（ニュートラル・低親近性ニュートラル・ネガティブ・ポジティブ）×感性ワード群を要因とする反復測定 の 4 要因分散分析を実施した。また、自由度は Greenhouse-Geisser の  $\epsilon$  を用いて調整した。下位検定には Tukey の HSD 法を用いた。なお、全ての分析は SPSS ver.11 を用いて実施された。

## 3. 結果

### 3.1. 2 次元感情モデルによる実験操作の確認

まず、提示した画像がそれぞれポジティブ、ネガティブ、ニュートラルと評価されていたかを確認するために、Lang らの感情の 2 次元モデル [7] に今回の評定結果を当てはめた。図 3 には 23 の感性ワードに含まれる「刺激的な」の平均評定値を覚醒-鎮静次元に、「心地よい」の平均評定値を快-不快次元にプロットしてある。ネガティブ、ポジティブ及びニュートラル画像がそれぞれ快不快に対応して位置づけられていることが分かる。また、点線で囲っていないデータは親近性の低いニュートラル画像である。「心地よい」に対する評定値が画像間で異なっているか確かめるために、時間（短・長）

×対象（物体・動物）×感情（ニュートラル・低親近性ニュートラル・ネガティブ・ポジティブ）の3要因分散分析を実施した。ここでは、時間及び対象の効果は問題にならないので、感情の主効果に着目したところ有意差が得られた（ $F(2.52, 78.2) = 47.48, e=.841, p<.01$ ）。下位検定の結果、ニュートラル及び低親近性ニュートラルの間に差はないが、ネガティブ及びポジティブ画像とは差があることが確認された。

また、親近性の低いニュートラル画像については、短時間条件で正しく対象を理解していたものはいなかった。その他の画像についてはほぼ全員が対象を正しく認識していた。

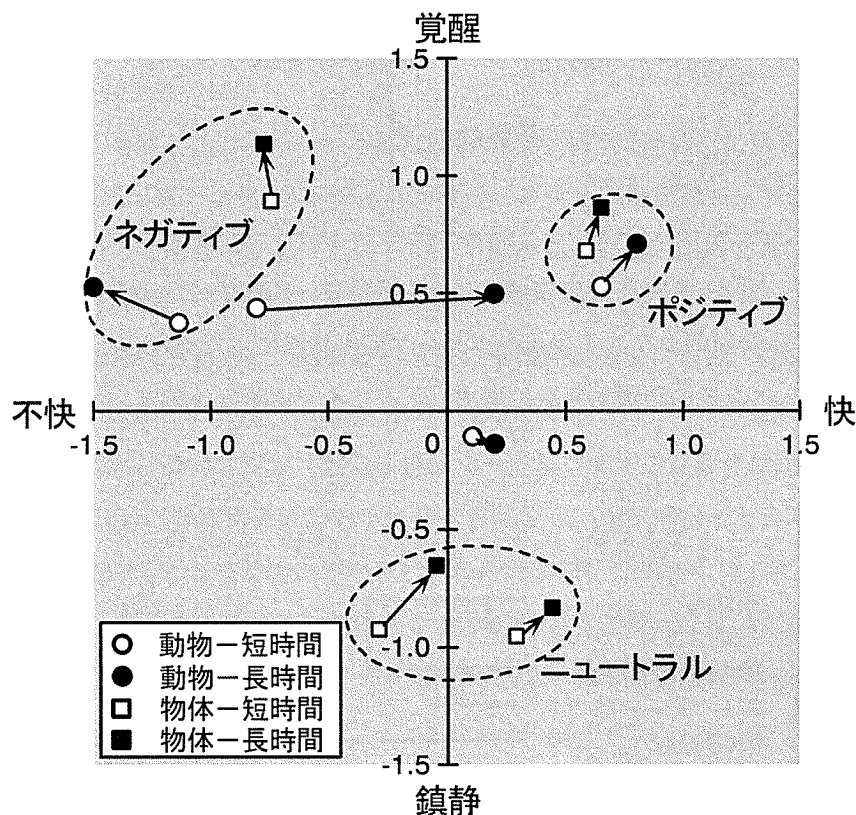


図 3. 感情の 2 次元モデルにおける画像評価

### 3. 2. 感性ワードの集約

23 の感性ワードを集約し、その意味構造を理解するために、まず多次元尺度構成法を用いて感性ワードマップを作成した。本研究の主目的は、画像提示時間の操作による評価の違いを検討することにあるので、短時間と長時間提示の差分評定値を元データにした。8 つの画像のそれぞれについて感性ワードごとに評定者間平均を求め、ユークリッド距離を用いて類似度を算出し 2 次元平面上へのマッピングを行った（図 4）。

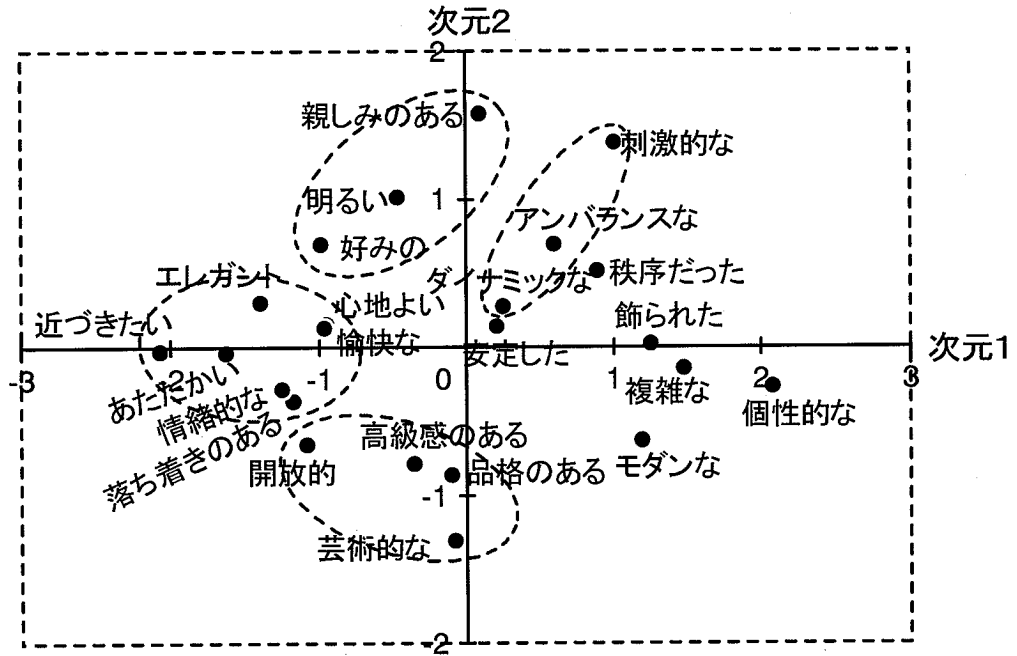


図 4. 多次元尺度構成法による感性ワードのマップとクラスター

次に、感性ワードの階層的クラスタ分析をグループ間平均法により実行した。クラスタ凝集過程において、クラスタ化したときの距離が急激に増加したところで切断した結果、5 クラスタ解となった(図 5)。

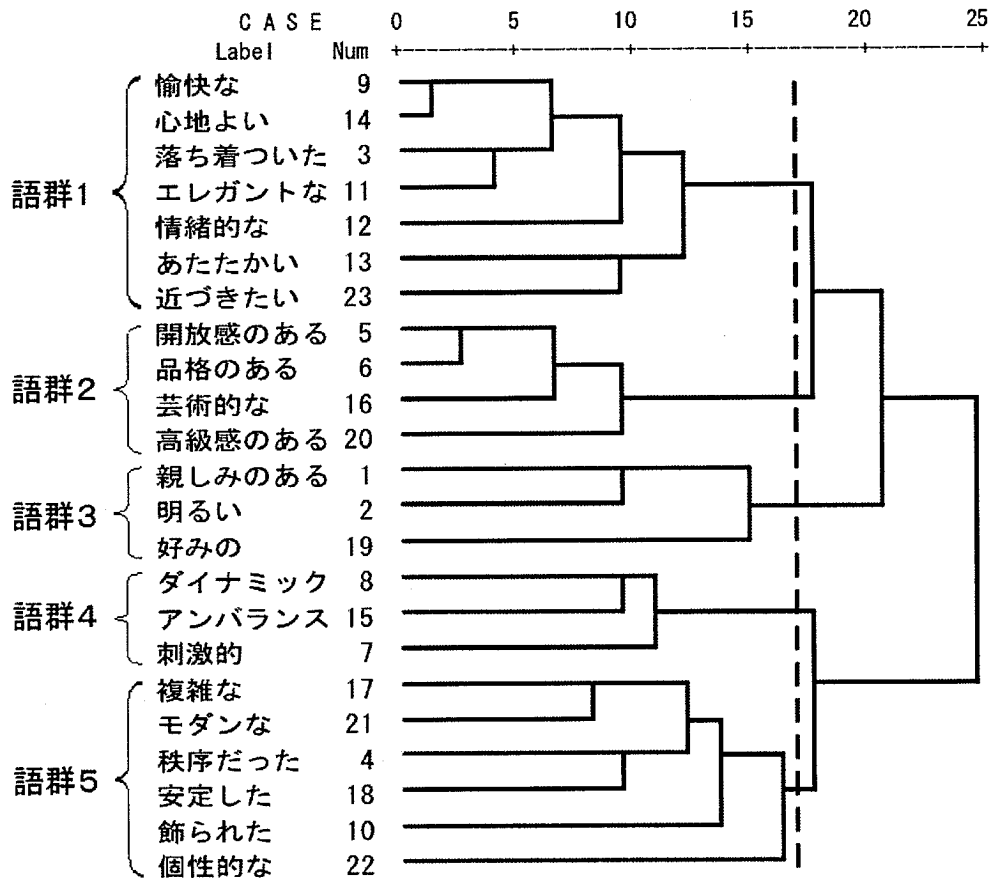


図 5. クラスタ分析の結果

こうして集約された感性ワードを語群 1 から語群 5 として提示画像の条件間比較に採用することにした。語群 1 は、「愉快的」、「心地よい」、「落ち着いた」、「エレガントな」、「情緒的な」、「あたたかい」、「近づきたい」が属し、接近-回避や快不快といった評価に関わると考えられる。語群 2 は「開放感のある」「品格のある」「芸術的な」「高級感のある」が属し、審美的な評価に関わると考えられる。語群 3 は、「親しみのある」、「明るい」、「好みの」が属し、親近性評価に関わると考えられる。語群 4 は、「ダイナミックな」、「アンバランスな」、「刺激的な」が属し、力動性に関わると考えられる。語群 5 は、「複雑な」、「モダンな」、「秩序だった」、「安定した」、「飾られた」、「個性的な」が属し、形態特徴の評価に関わると考えられる。

### 3.3. 提示時間による評定値の比較

図 6 は各画像について語群ごとに求めた平均評定値を提示時間で比較した結果を示している。4 件法の中央となる 2.5 を便宜上原点とした。ポジティブ画像やネガティブ画像はニュートラル画像よりも評定値が大きく、また両者の方向性が異なっていることが分かる。提示時間の効果は親近性の低いニュートラル画像で強く見られる。

そこで、時間の効果を調べるために、感性ワード群の平均評定値を用いて、時間（短・長）×対象（物体・動物）×感情（ニュートラル（高低）・ネガティブ・ポジティブ）×感性ワード群の 4 要因分散分析を実施した。その結果、時間×対象×感情×感性ワード群の 4 次の交互作用が認められた ( $F(5.59, 173.2) = 3.69, e=.621, p<.01$ )。多重比較による下位検定を実施し、短時間提示と長時間提示の間に有意差が認められた条件の組み合わせを見つけ出した。それらの条件については図 6 に示した。2 つのニュートラル画像では、いくつかの語群で長時間提示すると短時間提示時とは反対方向に評価が変化することが分かる。一方で、ポジティブ及びネガティブ画像では、短時間提示の評価が長時間提示において助長される方向で有意差がみられた。

## 4. 考察

ポジティブ及びネガティブ画像では、提示時間に関わらず、画像の感情に対応した方向で評価がなされていた。特にポジティブ画像では所属カテゴリに関わらず全ての語群で正の方向に評価されていた。一方、ネガティブ画像では、語群 1 から 3 で強く負の方向で評価されていた。また、提示時間に有意差が認められた語群においても、短時間提示における評価傾向が長時間提示で助長する方向で差が認められており、ポジティブ及びネガティブ画像のように感情の方向性が確かなものについては、初期評価の方向づけが総合評価においても強調されると考えられる。しかし、ニュートラル画像では語群によって評価の方向性と強さは様々である。提示時間に有意差がみられた語群は、特に親近性の低いニュートラル画像で多く、唯一認められた動物カテゴリのニュートラル画像の語群 2 も含めて、短時間提示における評価の方向性が長時間提示で逆転した。このことは、初期評価の方向づけが総合評価において修正されたものと考えられる。

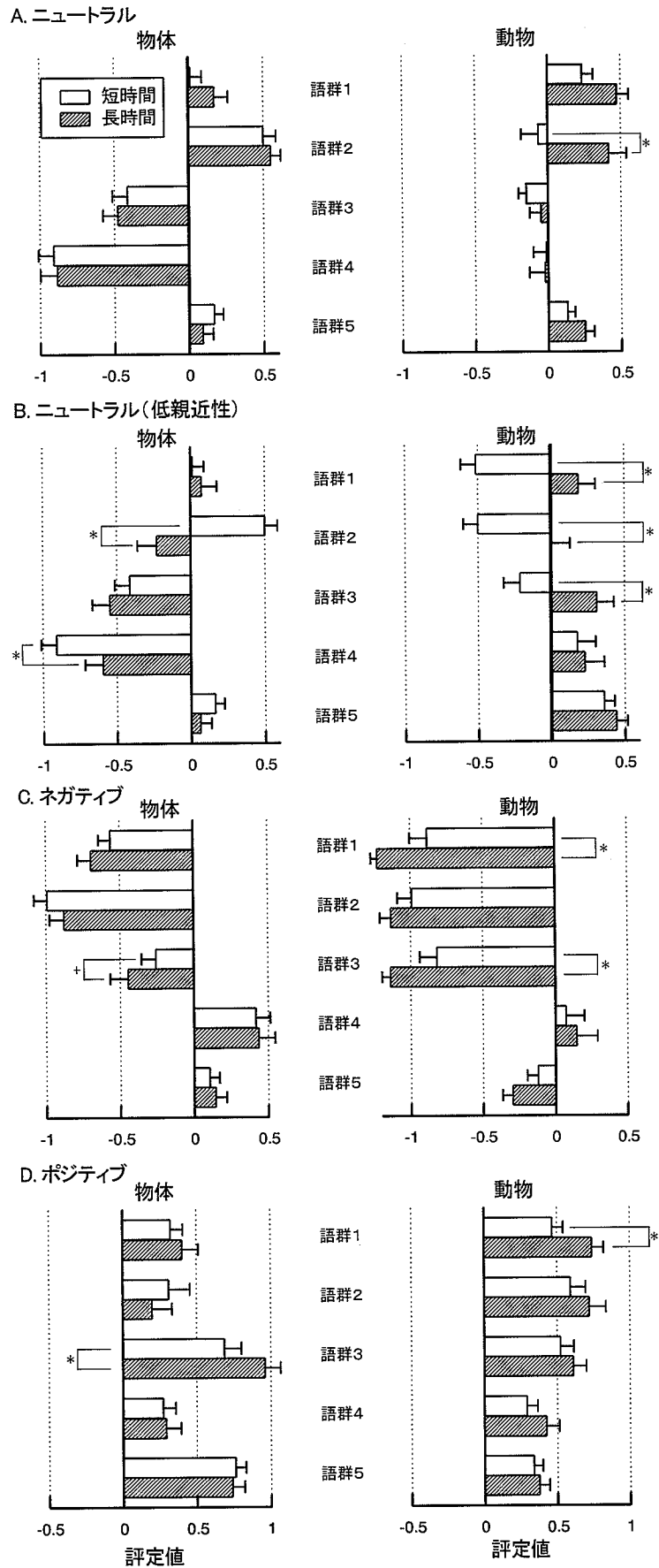


図 6. 各画像及び各語群における評定値の提示時間比較

このことは、感性評価過程に評価を方向付ける初期過程とこれを調整する過程があることを示唆している。初期過程を担う扁桃体は、感情の方向付けがはっきりした対象物に対してはより強く接近-回避に関わるような評価を下し、その後皮質で詳細な分析がなされたとしても、その評価の方向性は変わらない。一方で、ニュートラル画像のように、感情の方向付けが不明瞭なものについては、扁桃体の評価は弱く、その後の皮質での分析処理が強く意味をもつようになる。ニュートラル画像における評定値の低さや提示時間効果の乏しさは、これもまた正当な評価であると推測できるが、親近性の低いニュートラル画像にみられた時間効果は、対象がはっきりしないものについてはネガティブな意味づけを行い、皮質が十分に機能すると認識に伴う評価がより強調されることを物語っている。

また、生物及び非生物カテゴリに着目してみると、動物カテゴリでは、ニュートラルに比べてポジティブ及び特にネガティブ画像で偏った評価が示された。物体カテゴリでは、画像の種類による違いは明確でなかった。このことについて、特定のカテゴリのものだけ認識できなくなるカテゴリ特異的視覚失認の知見を援用してみよう。下側頭皮質損傷では、非生物よりも生物が対象の場合に視覚認識成績が低いことなどが報告されており[5]、いくつかの仮説があるものの視覚形態処理よりも記憶（言語）や意味次元沿ったカテゴリ化処理の問題であると考えられている[6]。今回、ニュートラル条件における評価の逆転は動物カテゴリの方が多く、このことは評価における記憶や意味への依存の強さを反映している可能性がある。

さらに、感性ワード群の意味や提示時間効果との関係について言及すれば、例えば「近づきたい」といった扁桃体が担う接近-回避行動を反映する言葉と「エレガントな」が1群にまとまることの意味は今回の研究から解釈することは難しいが、「エレガントな」が扁桃体評価の影響を受けやすいものかもしれないし、語群5（形態特徴）のように全ての画像で時間効果が認められないものについては、扁桃体が関与しない皮質依存的な感性ワードとして位置づけることができるかもしれない。

最後に、感性工学が工業プロダクトのみならず、ロボットに代表されるような生物に近い人工物の開発に生かされる際には、今回の研究がその一助となることを願う。また、今回の研究では、感情に対応した画像が1枚しか用いられておらず、すぐに一般性に言及できるわけではないが、今後研究展開していく上で一つの可能性を提示できたと考える。

#### 参考文献

- [1] Buck, R.: What is this thing called subjective experience? Reflection on the Neuropsychology of qualia, *Neuropsychology*, 7, 490-499, 1993
- [2] Zajonc, R. B. :On the primacy of affect, *American Psychologist*, 39, 117-123, 1984
- [3] Lazarus, R. S.:On the primacy of cognition, *American Psychologist*, 34, 124-129, 1984
- [4] LeDoux, J. : *The Emotional Brain: The Mysterious Underpinnings of Emotional Life*, Simon & Schuster, 1996
- [5] Arguin, M.: Visual processing and the dissociation between biological and man-made

categories, In E. M. E. Forde & G. W. Humhreys (eds), *Category Specificity in Brain and Mind*, Psychology Press, 85-110, 2002

[6] Warrington, E. K. & Shallice, T. Category specific semantic impairments, *Brain*, 107, 829-854, 1984

[7] Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N.: *International affective picture system (IAPS): Instruction manual and affective ratings*, Technical Report A-5. The Center for Research in Psychophysiology, University of Florida, 2001

[8] 石原茂和, 小松孝二, 長町三生, 石原恵子, 西野達夫: 感性評価データの非線形性に関する分析, *ヒューマンインターフェイス学会誌*, 5, 267-274, 2003

## 1-2. 食欲状態による匂いの感性評価

### ～脳波 $\alpha$ 波からみた匂いの感じ方に及ぼす食欲状態の影響

前節では、感性工学における主観評価の評価機序の解明への試みを報告した。その中で、感情の評価機構には少なくとも 2 つの処理ルートがあり、最終的に感情体験をひきこす処理は刺激駆動的な要素ばかりでなく、評価者の意図などを反映したトップダウン的な要素が関わることを述べた。

さて、刺激駆動的に生じる感情を修正するトップダウン的処理とはいかなるものであろうか。ヒトの行動の由来を求めると欲求に行き着くことから、一つの仮説として欲求に基づく生理状態がトップダウン処理の源泉であると考えた。欲求は意図となり、意図がトップダウン的な処理として感情の総合評価過程に関与するという考え方である。

そこで、本節では欲求状態に依存した感性評価の違いを検討した。ところで、ヒトを対象にした実験で対象者の欲求を操作的に扱うことは非常に難しい。そこで比較的操作しやすい食欲を取り上げ、食欲と関連の深い匂いを感性評価対象刺激にすることにした。さらに、食欲の中でも一定以上摂取した食物及び食物の匂いに対しては、報酬的価値が低下するとした感性満腹感に着目した。私たちの対象物に対する価値的評価機構は、欲求状態に依存することを端的に示す例である。また、匂い刺激に注目すれば、匂い刺激は他の感覚に比べて対提示された刺激によってラベルされやすいことが定説となっている。これは視覚や聴覚と異なり、嗅覚は匂いを発する対象物を具象化する能力が低いため、匂いをラベルする対象物を対提示すると、提示された対象物に対する評価が匂いの評価にも影響を及ぼすことを意味する。つまり、匂い刺激は、トップダウン的な評価機構を調べる際に有効活用できるのである。

さらに、今回は感性満腹感を制御する脳領域として考えられている左右前頭部の脳活動を検討するために脳波を記録した。脳活動を直接的に記録分析することで、感性評価における 2 つの処理ルートのうちのトップダウン的な処理ルートの役割を実証的に検討しようとした試みである。

キーワード: 匂い刺激、食欲、感性満腹感、脳波  $\alpha$  波、大脳半球左右差



## はじめに

匂いの感じ方は、匂い物質によってその印象が形成されることは言うまでもないが、匂いを感じる側側の要因によっても左右される。たとえば、匂いの質の感じ方に個人差が存在し、それは生育環境に影響されることが指摘されている<sup>1)</sup>。また、同じ個人であっても、同一の匂いに対して異なった感じ方をすることもある。これには、個人の健康状態、生体リズム、及び匂いを発する対象の認知<sup>2)</sup>など、さまざまな要因が考えられる。

その中で、本研究では欲求状態、特に匂いの感じ方に直結する食欲に着目した。空腹時には食べ物の匂いに敏感になるが、満腹時には鈍感になるといった感覚閾値の変化や、空腹時には食べ物の匂いを心地よく感じるが、普段好ましいと感じている香水の匂いは不快に感じられるといった好悪評価の違いなどは日常的に経験される。特に、一定以上摂取された食物のもつ報酬的価値が著しく低下する現象は感性満腹感 (sensory-specific satiety) と呼ばれており<sup>3)</sup>、満腹感をもたらした対象への選択性が関与する。なお、sensory-specific satiety については対応する訳語がいくつかあるが、本論文では今田<sup>4)</sup>に倣い感性満腹感として用いる。感性満腹感に基づけば、現実的な食生活における食事後のデザートは、相対的に食事として摂取した食物よりも報酬的価値は高くなるはずである。こうしたことは、日常の食行動を観点とした研究においても確認されている<sup>4)</sup>。さらに、感性満腹感は、食物そのもののみならず、食物を指示する匂いについても生じることが分かっている<sup>5)</sup>。一つの例としてバナナを食べた後に、バナナとバニラの匂いを呈示するとバナナの匂いについては、その快度及び強度が低下すると報告されている<sup>6)</sup>。快不快に代表される匂いの評価は、匂いのラベル化や意味的関連付けといった認知的評価によっても変化することが示されているが<sup>7, 8)</sup>、感性満腹感もその一因を担っていると考えられる。

ところで、これまで匂いのもたらす心理生理的な作用が興奮・鎮静効果を軸として数多く報告されてきたが<sup>9)</sup>、こうした作用についても感性満腹感にみられるような匂いに対する価値的評価が強く影響している可能性がある。感性満腹感について、その制御メカニズムは動物実験や fMRI を用いた研究が進んできてはいるものの<sup>6)</sup>、未だに資料の蓄積は乏しく、心理生理的な作用としての理解もほとんどなされていない。さらに、食欲状態自体の影響についても、食欲が作用する匂いの種類やその作用強度などの詳細は分かっていない。アロマセラピーに代表されるような匂いの効果としてもたらされる心理、生理的な作用は、本来は個人の状態と相互作用的に生じるものである。相互作用的な効果を調べる上で、感性満腹感を含めた食欲状態は、その影響力の強さを考慮すれば着目するに値する。

そこで、本研究では、これまで検討されてきた匂いの心理生理的なアプローチに基づき<sup>9)</sup>、匂いの感じ方に及ぼす感性満腹感及び食欲状態の違いの影響を検討することにした。呈示する匂いは、食可

能対象の匂いか、または香水のように身につける匂いかを要因として、前者をカレー、後者をローズウッドとした。また、両方の要素を備えた匂いとしてグレープフルーツを設定した。食可能性も乏しく、身につけることも出来ないような匂いに該当するものは不快な匂いであるため、今回の呈示刺激からは省いた。食欲状態を空腹及び満腹に操作した状態でこれらの匂いを与えることで、食欲状態の影響をみると共に、食事をカレーライスにすることで感性満腹感を生じうる実験文脈を整えた。今回の報告では、カレーの匂いが誘引するであろう感性満腹感を心理生理学的手法によって評価することを中心課題とし、これを食可能性の低い匂いとの比較によって検討した。

## 1. 材料と方法

### 1.1. 参加者

実験参加に同意した大学生 12 名（平均 22.1 歳、男女各 6 名）を対象とした。

### 1.2. 匂い刺激

匂い刺激は、1)カレー、2)グレープフルーツ及び3)ローズウッドに、コントロールとして香料を含まない4)ブランク刺激を加えた計4種類とした。カレーは粉状のまま10g、グレープフルーツ及びローズウッドは呈示瓶の中の濾紙に精油を0.15 ml 含ませた。カレー刺激は市販されているカレー粉（エスピー食品製エスピーカレー）であり、原材料はターメリック、コリアンダー、クミン、フェネグリーク、こしょう、唐辛子、ちんぴ等であった。グレープフルーツ及びローズウッド刺激も、市販されている精油（良品計画製）であり、それぞれ果皮から冷却圧搾法と樹部から水蒸気蒸留法で抽出されたものである（メーカー公示）。なお、今回のブランク刺激は通常室内空気であり、他の3つの匂い刺激との比較対照としての刺激であると共に、食欲求の変化による影響を検討するための刺激条件として位置づけた。

### 1.3. 手続き

参加者には、実験前日の21:00以降から実験まで食事摂取を制限してもらった(図1)。実験は、参加者がシールドルーム内の椅子に腰掛けた状態で行われた。シールドルームは3.0×3.0×2.7 mで天井に空調が設置されており、室温22~24℃、湿度約40%であった。匂いを呈示する際には、脳波測定直前に参加者の鼻下約20cmに呈示瓶を設置し、上ぶたを取り外した状態にした。匂いの嗅ぎ方について、特別な教示はせず、普段と変わらない呼吸を促した。3種類の匂い刺激はランダムな順で呈示されたが、ブランク刺激のみ順序を最初に固定した。匂い呈示中の脳波計測時間は102.4秒間とし、参加者に匂いの種類を伝えず閉眼で測定した。脳波測定後には、匂い刺激の質と気分について、質問紙評価を行なった。また、質問紙評価後、シールドルームの扉を開き、通常空調で約3分間の換気を行った。

食事前条件が終わった後、昼食にカレーライスに参加者が満腹になるまで食べてもらい、昼食後約 15 分以内に食事前条件と同様の手続きで、食事後の測定を繰り返した。

両セッションを開始する前には、食欲状態について、満腹感を質問した。

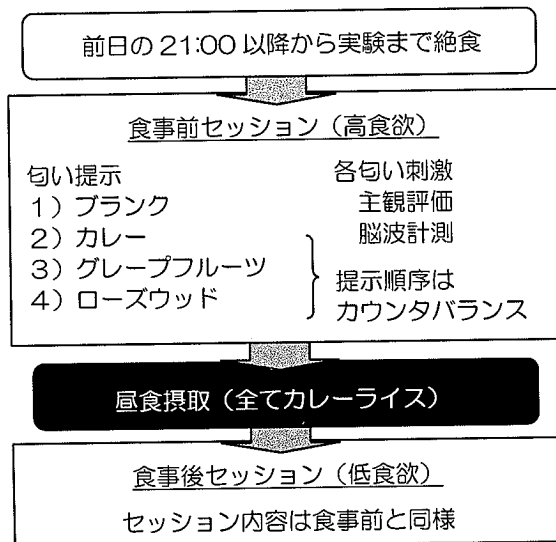


図1 実験手続き

#### 1.4. 記録と分析

主観評定では、匂いの質の評価について「甘い」「辛い」「すっぱい」「つんとくる」「さわやか」の 5 項目について、単極性の 5 段階尺度として質問した。また、匂いの強度及び好ましさについては、それぞれ「強い-弱い」「好き-嫌い」を 7 段階の SD 尺度とした。気分評定については、「満足-不満足」「興奮した-落ち着いた」「心地よい-不快な」の 3 項目について 7 段階の SD 尺度として質問した。同様に、セッション開始前の満腹感についても、「空腹 - 満腹」の 7 段階尺度とした。それぞれ選択された段階をもとに評価得点とした。単極性尺度の場合は、強く感じるほど 1~5 点を、両極性尺度の場合は右に記載された項目から左に向って 1~7 点を与えた。

脳波計測は左耳朶を基準電極として、国際 10-20 法による左右前頭極 (Fp1, Fp2) から脳波を導出した。導出された脳波は帯域通過フィルタにより  $\alpha$  波帯域を含む 6 から 15Hz の周波数成分が抽出された。ゼロ交差法により検出した  $\alpha$  波の平均周波数を算出し、さらに、この周期データに基づくスペクトル分析から得られる  $\alpha$  波の周波数ゆらぎを係数として求めた。今回の脳波計測は吉田 11) の方法に基づき、簡易型脳波計測装置により行われた。なお、 $\alpha$  波の平均 (中心) 周波数は覚醒水準に伴い変化すると共に、電極下の皮質活動を反映すと考えられている 10)。周波数が上昇する程、覚醒水準の上昇、もしくは、当該部位の賦活を意味する。周波数ゆらぎについては、心理的な快適感や覚醒感と対応す

ることが示されている 11)。

統計処理については、対応のある t 検定及び 3 要の分散分析を用いた。分散分析の要因に繰り返しがある場合には、Green-house & Geisser の調整自由度を用いて検定した。下位検定には Bonferroni の方法を用いた。

## 2. 結果

### 2.1. 主観評価

まず、食欲状態の操作を確認するために、食事前と食事後の満腹感評価を比較した。食事前の平均評定値は  $2.08 \pm 1.19$  であったが、食事後は  $6.75 \pm 0.43$  と得点が上昇した ( $t(11) = 11.26, p < 0.01$ )。このことから、食欲状態が操作されていたことが確認できた。

次に、各匂い刺激に対する評価を検討した。図 2 は匂いの強度についての評定結果である。両極性の尺度であるため中心を 0 とし、強弱の方向をそれぞれ正負で表示してある。刺激間で評定値に違いが認められるが、食事前後における差はみられなかった。匂い刺激×食事前後の 2 要因分散分析の結果、刺激の主効果のみ有意であった ( $F(2.49, 27.37) = 54.72, \epsilon = 0.829, p < 0.01$ )。この主効果は、下位検定の結果からブランク刺激と他の 3 種類の匂い刺激の違い及びカレー刺激とグレープフルーツ刺激の違いに起因する。

同様に、「甘い」「辛い」「すっぱい」「つんとくる」「さわやか」の 5 項目においても食事前後の評定値に違いはみられなかった (表 1)。匂い刺激×食事前後×項目の 3 要因分散分析の結果、刺激の主効果 ( $F(2.77, 30.42) = 35.24, \epsilon = 0.922, p < 0.01$ )、項目の主効果 ( $F(2.21, 24.26) = 7.47, \epsilon = 0.551, p < 0.01$ )、及び刺激と項目の交互作用 ( $F(5.02, 55.27) = 17.83, \epsilon = 0.419, p < 0.01$ ) が認められた。食事前後の主効果及び食事前後に関わる交互作用が認められなかったことから、匂いの質の評価に食事が影響しないと考えられた。

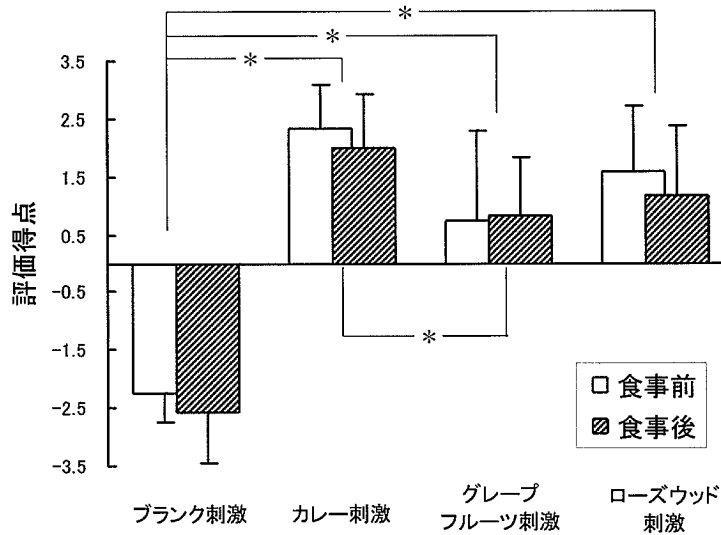


図2 食事前後における匂いの平均強度評価得点。

エラーバーは標準偏差を示す(\* $p < 0.05$ )。

表1. 各条件における評価項目の平均得点と標準偏差

単極性尺度であるため、「当てはまらない」から「当てはまる」までを1から5点として算出した。

項目	条件		差分
	食事前	食事後	
<b>空白刺激</b>			
甘い	1.25 (0.43)	1.42 (0.49)	0.17
辛い	1.33 (0.62)	1.00 (0.00)	-0.33
すっぱい	1.25 (0.43)	1.08 (0.28)	-0.17
つんとくる	1.17 (0.37)	1.00 (0.00)	-0.17
さわやか	1.83 (0.80)	2.00 (0.91)	0.17
<b>カレー刺激</b>			
甘い	1.33 (0.85)	1.18 (0.39)	-0.15
辛い	2.75 (1.01)	3.00 (0.91)	0.25
すっぱい	1.67 (0.85)	1.50 (0.65)	-0.17
つんとくる	3.17 (0.69)	3.08 (0.95)	-0.08
さわやか	1.17 (0.37)	1.00 (0.00)	-0.17
<b>グレープフルーツ刺激</b>			
甘い	2.25 (0.72)	2.50 (0.76)	0.25
辛い	1.00 (0.00)	1.00 (0.00)	0.00
すっぱい	3.00 (0.91)	2.92 (1.04)	-0.08
つんとくる	2.17 (0.99)	2.33 (0.94)	0.17
さわやか	3.50 (0.76)	3.50 (0.65)	0.00
<b>ローズウッド刺激</b>			
甘い	2.67 (1.03)	2.50 (0.87)	-0.17
辛い	1.25 (0.60)	1.17 (0.37)	-0.08
すっぱい	2.42 (1.32)	2.33 (1.03)	-0.08
つんとくる	3.08 (1.04)	2.75 (1.09)	-0.33
さわやか	2.83 (1.21)	2.50 (1.04)	-0.33

図3は好ましき評定の結果を示している。表示方法は図2と同様である。匂い刺激×食事前後の2要因分散分析の結果、食事前後の主効果 ( $F(1, 11) = 9.73, p < 0.01$ )、匂い刺激の主効果 ( $F(1.84, 20.26) = 5.36, \epsilon = 0.613, p < 0.05$ )、及び前後と匂い刺激の交互作用 ( $F(2.59, 28.53) = 4.37, \epsilon = 0.864, p < 0.05$ ) が全て有意であった。交互作用について、下位検定を実施してみると、食事の前後のカレー刺激の評価得点に有意差が認められた。また、食事後セッションにおいては、グレープフルーツ刺激とその他の刺激の間に違いがみられた。これらのことは、カレー刺激の評価得点が食事後に低下したことで、食事後セッションにおけるグレープフルーツ刺激が、他の匂い刺激よりも高い得点を示したことを表している。

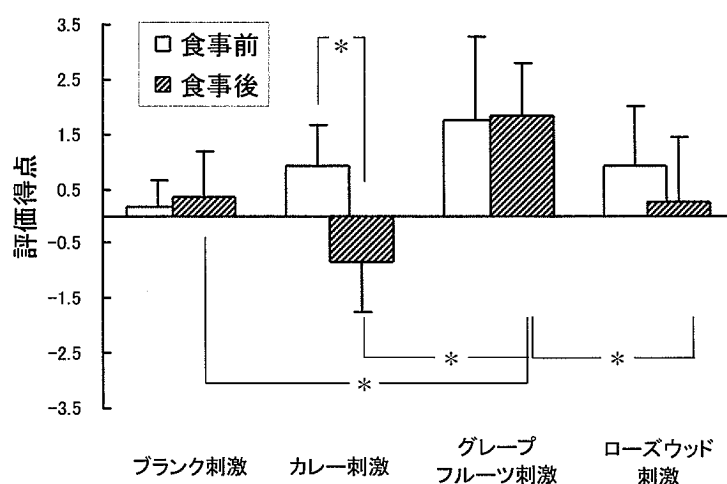


図3 食事前後における匂いの平均好ましき評価得点。

エラーバーは標準偏差を示す(\* $p < 0.05$ )。

気分については(表2)、匂い刺激×食事前後×項目の3要因分散分析の結果、前後の主効果 ( $F(1, 11) = 6.27, p < 0.05$ ) 刺激の主効果 ( $F(2.10, 23.14) = 5.35, \epsilon = 0.701, p < 0.05$ )、項目の主効果 ( $F(1.32, 14.52) = 13.98, \epsilon = 0.660, p < 0.01$ )、刺激と項目の交互作用 ( $F(2.01, 22.09) = 5.86, \epsilon = 0.337, p < 0.01$ )、及び刺激と前後の交互作用 ( $F(2.56, 28.16) = 3.97, \epsilon = 0.853, p < 0.05$ ) が認められた。下位検定の結果から、交互作用はブランク、グレープフルーツ及びローズウッド刺激では、食事前後の評定値に差は認められなかったが、カレー刺激において、満足、興奮した及び心地よいの3項目を合わせた評定値が食事後に低下したことを示していた。

表 2. 各条件における気分項目の平均評定値

両極性尺度であるため、中心の「どちらでもない」を 0 点とし、項目として表記されている方向を正として算出した(-3.5~3.5 点)。

項目	セッション		差分
	食事前	食事後	
ブランク刺激			
満足	0.17 (1.25)	0.25 (0.92)	0.08
興奮	-1.25 (1.36)	-1.00 (1.12)	0.25
心地よい	1.25 (1.01)	0.83 (0.85)	-0.42
カレー刺激			
満足	1.33 (0.80)	-0.17 (1.18)	-1.50
興奮	1.58 (1.19)	1.00 (1.44)	-0.58
心地よい	0.83 (1.18)	-0.42 (1.32)	-1.25
グレープフルーツ刺激			
満足	2.00 (0.87)	1.92 (1.04)	-0.08
興奮	-0.33 (1.21)	-0.33 (1.14)	0.00
心地よい	2.17 (0.85)	1.67 (1.34)	-0.50
ローズウッド刺激			
満足	0.67 (2.03)	0.33 (1.52)	-0.33
興奮	0.42 (1.85)	0.08 (1.61)	-0.33
心地よい	1.17 (2.05)	0.58 (1.75)	-0.58

## 2.2. 脳波変化

左右前頭極から導出された  $\alpha$  波について、その周波数及びゆらぎ係数を算出し、匂い刺激及び食事前後を比較した。ゆらぎ係数に顕著な違いは認められなかったが、周波数において違いがみられた。図 4 は右前頭極から記録した脳波の  $\alpha$  波平均周波数を示しており、食事前後セッションにおける各匂い刺激呈示中の推移である。ブランク刺激では、食事前に比べ食事後セッションで  $\alpha$  波周波数が高いことがわかる。カレー刺激、グレープフルーツ刺激も食事後には上昇する傾向を示したが、ローズウッド刺激のみ食事後に低下した。匂い刺激×食事前後×時間の 3 要因分散分析の結果、刺激と前後の交互作用 ( $F(2.29, 25.21) = 4.29, \epsilon = 0.764, p < 0.05$ ) が認められた。下位検定から、交互作用はブランク刺激で食事前より食事後において周波数が高かったことと食事前においてブランク刺激よりもローズウッド刺激の周波数が高かったことに起因することが分かった。また、前後の主効果は有意でなかったが ( $F(1, 11) = 4.48, p < 0.10$ )、ブランク刺激において食事後に周波数が増加したことを踏まえれば、食事の影響によって周波数が増加する傾向を示唆している。左前頭極においてもほぼ同様の結果が得られた。匂い刺激×食事前後×時間の 3 要因分散分析の結果、刺激と前後の交互作用 ( $F(2.38, 26.18) = 4.41, \epsilon = 0.794, p < 0.05$ ) が認められた。下位検定の結果から、ブランク刺激において食事後の方が周波数が高いことがわかった。

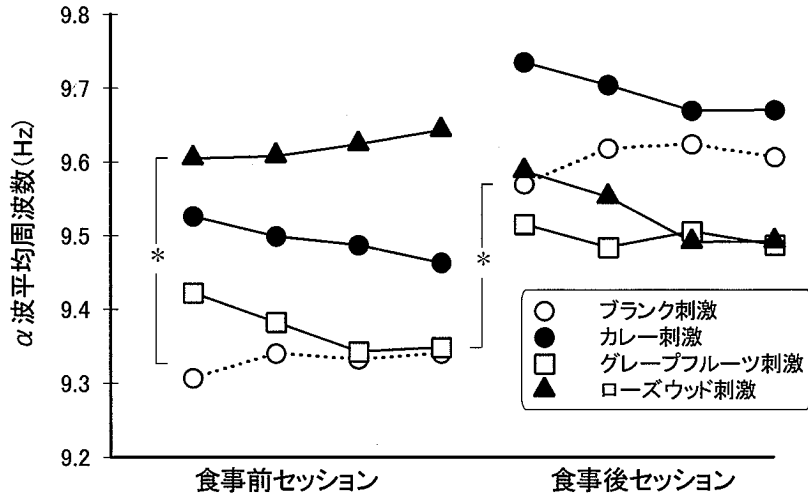


図4. 右前頭極における $\alpha$ 波周波数のセッション間比較

各セッション中の4つのプロットは25.6秒ごとの平均である(\* $p < 0.05$ ).

また、図5はこのときの $\alpha$ 波周波数の左右差を求めたものである。正方向は左に比して右前頭極から導出された $\alpha$ 波の周波数が高いことを示している。セッションを通じて右半球優位であることが分かる。また、空白やグレープフルーツ刺激に食事前後の差はみられないが、カレー刺激では食事後により右半球が優勢に、一方でローズウッドではこの傾向が弱くなっていることが分かる。匂い刺激 $\times$ 食事前後 $\times$ 時間の3要因分散分析を行った結果、前後の主効果 ( $F(1, 11) = 4.90, p < 0.05$ )、匂いの主効果 ( $F(2.23, 24.54) = 3.92, \epsilon = 0.743, p < 0.05$ )、前後と刺激の交互作用 ( $F(2.00, 21.97) = 3.51, \epsilon = 0.666, p < 0.05$ ) が認められた。交互作用について下位検定を実施すると、カレー刺激において食事の前後に有意差が認められた。このことはカレー刺激の左右差が食事後より右優位になったことを示している。

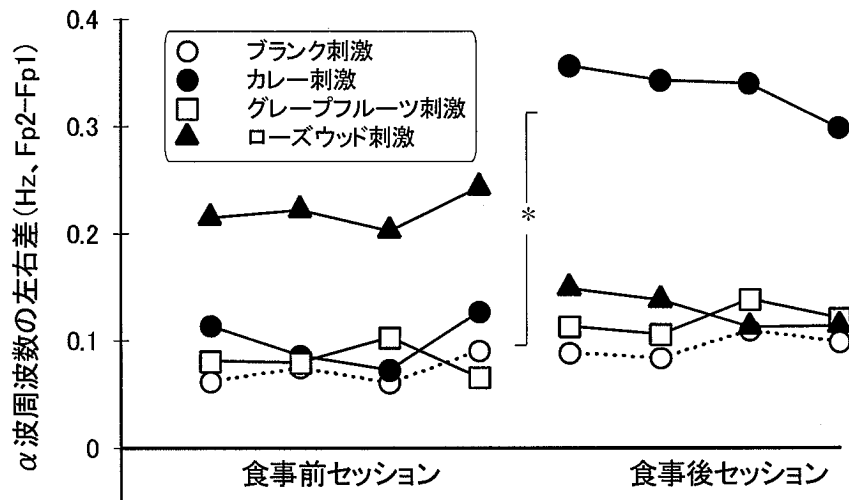


図5.  $\alpha$ 波平均周波数の左右差についてのセッション間比較

各セッション中の4つのプロットは25.6秒ごとの平均である(\* $p < 0.05$ ).



#### 4. 考察

はじめに、主観評定の好ましさや気分得点において、カレー以外の匂いでは食事の前後間に差は認められなかった。しかし、カレー刺激では食事後に評価得点が低下した。このことから、カレー刺激に対して感性満腹感が生じたことが確認できた。一方で、匂いの強度及び質的評価については、今回用いた刺激では食欲状態による変化はみられなかった。主観評定の結果をまとめると、匂いの質的な評価は強固で食欲状態が異なっても大きく変わることはない。しかし、感情反応の面では、感性満腹感にみられるような状態依存的な変化をもたらすことがわかった。

また、グレープフルーツ刺激の嗜好性の強さは顕著であった。グレープフルーツ刺激は食欲の充足に関わらず、食事前と同水準の好ましさ評価を示した。精神負荷に対するグレープフルーツの香りの効果を調べた報告では12)、心理生理学的にポジティブな効果をもたらす可能性を示唆している。こうした効果は、嗜好性の点では食欲状態に関係なく一貫した評価を得ていることに起因するのかもしれない。ただし、好きな食物の方が感性満腹感も強いとする結果4)とは異なることを考慮すれば、このグレープフルーツ刺激の嗜好性については、改めてグレープフルーツの匂いに感性満腹感を形成する手続きを取った検討が必要である。

次に、主観評価から得られたカレー刺激の感性満腹感を脳波データから検討してみる。まず、食欲状態の高低による違いをみるために、ブランク刺激を取り上げる。ブランク刺激では、食事前に比して食事後に $\alpha$ 波周波数が上昇した。匂い刺激を与えない状態での $\alpha$ 波周波数の上昇は、機能局在的な脳の賦活というよりも、食欲の充足に伴う全般的な覚醒水準の上昇を示したと考えられる。もちろん、この周波数の上昇には、食欲の充足といった要因だけでなく、エネルギー代謝や咀嚼を伴う食事の摂取行動などの影響も多分に考えられるが、総合的に食事を取った影響により周波数が上昇する傾向にあったことは確かである。同様に、カレー刺激やグレープフルーツ刺激も食事後に周波数を上昇させたが、ブランク刺激との間に差は認められなかったことから、両刺激が特にブランク刺激とは異なった影響を及ぼしたとは考え難い。他方、ローズウッドは、食事前セッションでブランク刺激よりも周波数が高く、覚醒水準を上昇させる方向で作用した。食事後においても食事前セッションと同水準の周波数を示しており、見掛け上食事による影響はみられなかったが、食事自体の影響で覚醒水準が上昇したと考えれば、食事後は覚醒水準を低下させる方向で作用したとも考えられる。ローズウッド刺激は空腹時には覚醒水準を上昇させるが、満腹時には逆に覚醒水準を低下させるように、状態依存的な効果を示したと推察される。

こうした周波数の変化からは、主観評定で確認されたカレー刺激による感性満腹感と対応する変化は認められなかった。そこで、周波数変化の左右差を検討してみると、カレー刺激では食事後に左前

頭部よりも右前頭部の周波数が上昇したが、この傾向は他の匂い刺激ではみられなかった。このことは他の刺激とは異なりカレー刺激だけが右半球優位性を増大させたことを示している。これを気分評価と関連させて考えれば、感性満腹感に伴い前頭部の脳活動に左右差が生じたものと理解できる。動物実験や fMRI を用いた研究では (6, 13)、感性満腹感に関わる脳部位として前頭眼窩皮質が指摘され、満腹時には食した対象の匂いに対して前頭眼窩皮質の活動が低下すると報告されている。今回得られた結果も左右前頭部の活動に差異が生じた点で先行研究を支持できる。ただし、O'Doherty らの報告では 6)、左右前頭眼窩皮質の活動が低下する被験者もみられたが、右前頭眼窩皮質の活動が低下する被験者の方が多かった。fMRI で得られた知見を今回計測したような脳波データに直接当てはめて考えることはできないが、彼らのデータが右前頭部活動の抑制を示唆するものであるとすれば、本実験で得られたカレー刺激に伴う右半球優位性とは必ずしも一致しない。一方で、左右前頭部の  $\alpha$  波の左右差が感情状態に対応した振る舞いを示すことは多くの研究が支持している (14)。感情の側性化として、左前頭部は接近行動に右前頭部は回避行動に関する感情に関係すると考えられている。今回の結果をこの枠組みに当てはめてみると、感性満腹感により食事後のカレー刺激に対しては回避的な感情状態が生じ、これに呼応する右半球優位性が認められたと理解できる。このことは感性満腹感に関わる一連のプロセスのうち匂いの価値判断とこれに伴う感情状態を反映したものと解釈できる。しかし、これまで指摘されてきた匂い刺激に伴う脳波  $\alpha$  波の周波数ゆらぎ (9) に変化はみられなかった。 $\alpha$  波の周波数ゆらぎが感情状態と対応するのであれば、今回の結果は単純に感情状態を反映したものでない可能性もある。一方で、 $\alpha$  波の周波数ゆらぎが示唆する意味についても、主観的な快不快との対応がよいとする知見を食行動に代表されるような欲求の充足と不足に伴う感情過程にまで拡張可能か検討しなければならない。これらの点については、前述した先行研究との不一致も含めて、今後さらに検討したい。

さらに、前述したローズウッド刺激の状態依存的な効果は、統計的な有意差は確認できなかったものの、食事前の右半球優位性が食事後に低下する傾向を示しており、カレー刺激とは逆の方向で作用した可能性がある。食物以外の匂いにおける食欲の影響は直ちには理解できないが、単純に無関係とはいえない。

最後に、カレー刺激に伴う感性満腹感好みと気分評定の変化及び脳波の左右差から確認できたが、グレープフルーツ及びローズウッド刺激では、それぞれの指標は異なった振る舞いをみせた。これらのことから、感性満腹感が食した対象に選択的であることが再確認できたことに加え、匂い刺激によっては、グレープフルーツ刺激のように食欲状態に左右されなかったり、ローズウッド刺激のように食欲状態によって効果が逆転したりする可能性があることがわかった。これらの違いは、匂いから感

じられる食可能性が低くなる程、感性満腹感に対応した心理生理的な応答から遠ざかり、匂い刺激と食欲の相互作用的な影響を強く反映することを示唆しているのかもしれない。この点も今後の検討課題である。

#### 参考文献

- 1) 斉藤幸子: 嗅覚の心理物理学とその研究法. FFI ジャーナル 210, 811-817 (2005)
- 2) 綾部早穂: 嗅覚の認知心理学的研究法. FFI ジャーナル 210, 818-824 (2005)
- 3) Rolls BJ, Rolls ET, Rowe EA, Sweeney K: Sensory specific satiety in man. *Physiol.Behav.* 27, 137-42 (1981)
- 4) 今田純雄: 食物に対する好悪が感性満腹感に及ぼす影響. *健康心理学研究* 6, 12-20 (1993)
- 5) Rolls ET and Rolls JH: Olfactory sensory-specific satiety in humans. *Physiol. Behav.* 61, 461-73 (1997)
- 6) O'Doherty J, Rolls ET, Francis S, Bowtell R, McGlone, F, Kobal G, Renner B and Ahne G.: Sensory-specific satiety-related olfactory activation of the human orbitofrontal cortex. *NeroReport* 11, 893-897 (2000)
- 7) Hertz R: The influence of verbal labeling on the perception of odors: Evidence for olfactory illusions? *Perception* 30, 381-389. (2001)
- 8) 鈴木まや, 梅川依子, 八木昭宏: 対提示刺激によって変動するにおいの快不快度評価: 対提示回数と意味的関連付けの操作による研究. *日本味と匂学会誌* 10, 257-266 (2003)
- 9) 吉田倫幸: 香りの心理生理学的アプローチ *Aroma Res.* 1, 16-21 (2000)
- 10) Pfurtscheller G., Marsch H and Schuy S: Inter and intrahemispheric differences in the peak frequency of rhythmic activity within the alpha band. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* 42, 77-83 (1977).
- 11) 吉田倫幸: 脳波ゆらぎ計測と快適評価. *日本音響学会誌* 46, 914-919 (1990)
- 12) 松村仁, 森千鶴, 永澤悦伸, 福澤等: 精神負荷に対するグレープフルーツの香りの効果. *山梨医大紀要* 17, 42-47 (2000)
- 13) Critchley HD and Rolls ET: Hunger and satiety modify the responses of olfactory and visual neurons in the primate orbitofrontal cortex. *J. Neurophysiol.* 75, 1673-1686 (1996)
- 14) Allen JJB, Kline JP: Frontal EEG asymmetry, emotion, and psychopathology: the first, and the next 25 years. *Bio.l Psychol.* 67, 1-5 (2004)

## 第2章 感性工学的データ可視化技術

### 2-1 感性評価図に基づいた自己組織化マップによる可視化探索方式

現代社会で生活する現代人は、身の回りを膨大なモノに囲まれて生活している。そのような錯雑化した社会生活において、製造業の分野やモノづくり技術の開発、環境問題の改善、精神的にも豊かな社会生活の営みなどのために、ヒトはモノをどのように認識してイメージしているのか、どのように特徴を捉えて把握しているのか、逆に、モノがヒトに与えるイメージとはどのようなものがあるのか、モノが有する特性はどのように整理できるか、といったようなモノとヒトとの関係性を解明し利用することが、近年になって非常に求められている。これらの非常に難解な命題に対して、分析や検討の切り口を多角的にアプローチし、様々な方向に類推を進めていくことが必要になると考えられる。

本節では、ヒトとモノとの間に介在する感性工学的な諸情報を抽出し、理解を促すためのシステムとして自己組織化マップ（Self-Organizing Maps：SOM）を利用した可視化技術について述べる。提案法では、難解な情報群を分析するために、感性工学的手法で求めた結果（すなわち、アンケート結果や特徴ベクトルなどをサンプルデータとし、多変量解析などの統計的手法で求めた解析結果）を基に、ニューラルネットワークの1つである SOM を用いた情報の可視化を行っている。これにより、感性工学的手法の信頼性に基づきながら、SOM を利用した情報の可視化が行え、感性学的手法のみではヒトが読み取ることができなかつた新しい情報の発見を促したり、考察を新しく展開したりすることが期待できる。また、複雑な情報群を象徴化した結果を視覚的に観察することで、情報のイメージを連想したり想起したりすることも期待できる。

キーワード： 特徴抽出，可視化，イメージ，感性，自己組織化マップ

## 1. はじめに

プロダクトデザインやヒューマンインタフェース、建物や街などの環境づくり、組織内でのコミュニケーションなど、様々な分野で感性工学の重要性は、ますます増大している[1]。感性工学において、主に処理対象となる人間の主観的評価は、曖昧で取り扱いの困難な情報であるが、そこから利用者の視点や顧客のニーズなどの利用可能な情報を抽出し、製品開発やシステム設計、組織運営などに利用する技術は近年著しく進歩している。特に、複雑な情報群に対して、結果に影響を与える原因や相互関係、要因の解明、推定・予測、情報群の要約、およびモデル化などを行うために、多変量解析などの統計的手法やシミュレーション計算などを用いた情報処理的手法は、感性工学の中でも重要な技術の1つと考えられる[2-3]。本研究では、後者に属する手法であるニューラルネットワークに着目し、ニューラルネットワークの主な方式の1つである自己組織化マップ[4]を感性工学へ応用する新しい方式を提案し検討を行う。

自己組織化マップ (Self-Organizing Maps : SOM) とは、大脳皮質の視覚野の神経機能をモデル化したニューラルネットワークの一種であり、1983年にT.コホネンによって開発された手法である[4-7]。SOMは、教師なし競合学習のアルゴリズムによる非階層型クラスタリングにより、高次元空間上に分布しているデータに対して、次元削減による情報の可視化や位相的特徴の保持による非線形モデルの作成などが可能である。SOMの特徴は、人間が直接的に見ることが不可能な情報を目に見える形に変換して読み取ることが可能とする点である。この特徴を利用して、SOMは、経済、情報、医療などの様々な分野で応用されているが[8-17]、感性工学の分野でも採取データの分類や解析に応用され始めている[18-19]。一般に、SOMが利用される場合、SOMは、データの分析や可視化に単独で用いられることが多い。しかし、感性工学で取り扱うような複雑で難解な情報を解き明かすためには、単一のアプローチを実施してデータを分析するよりも、多角的な視点からデータにアプローチし、それらを比較しながら総合的にデータを分析した方が、データの関連性や因果関係などを解き明かす“解”により近づく可能性が高くなると考えられる。

そこで、本節では、通常、独立して実施されるため、比較検討などが困難な統計的アプローチと情報処理的アプローチの2つの手法を関連付けた新しい方式を提案する。提案法により、統計的と情報処理的の2つのアプローチ結果に対して、比較検討や考察を新しく実施することが可能になると共に、それぞれのアプローチの機能を組み合わせた新しい方式として、提案法が感性工学におけるデータ解析の一つの助力となることを意図している。提案法により、SOMの結果と統計的結果を比較検討することが可能になることで、新しい考察や解釈、発見、モデル化などの実現、統計的手法では読み取ることができなかった非線形な情報の新たな可視化、およびSOMの探索機能を用いた類似データやグルー

プの近接性探索システムの実現などが期待できる。また、提案法は、バッチ型 SOM の1つであるバッチラーニング SOM (batch-learning SOM: BL-SOM) [20]を基に開発している。バッチラーニング SOM は、阿部らが開発した手法で、生体情報などのデータマイニングのために、オリジナルの自己組織化マップの解析結果が一意に決定されず偶発性に依存してしまう点を改良した方式であり、言い換えると、データ解析の再現性を高めた手法であるとも言える[20-22]。また、実際にシステムを実装してシミュレーション実験を行うことで提案法を考察し、その有用性を示している。

以下、本節では、第2章で統計的手法の結果をプロットする図(感性評価図)とオリジナルの SOM について記述する。次に、第3章では、提案法の元となったバッチラーニング SOM と提案法について説明し、第4章でシミュレーション実験による考察を行う。そして最後に第5章でまとめを総括する。

## 2. 感性評価図と自己組織化マップ SOM

提案法について述べる前に、感性評価図の定義とコホネンが開発したオリジナルの自己組織化マップ SOM について簡潔に述べる。

### 2.1. 感性評価図

多変量解析などの統計的手法によって導き出された結果は、2次元の図にプロットされて分析されることが多い。この図を読み取ることにより、膨大なデータ群の中から有益な情報を汲み取ることが可能となる。本節では、統計的手法の結果をプロットした図のことを感性評価図と呼ぶ。図1に感性評価図の例を示す。図1の感性評価図は、動物の特性を[0, 1]の範囲で数値化したデータ群(表1参照)に対して、数量化 III 類を行った結果をプロットした図である。サンプルデータの動物は、鳩(dove)、狐(fox)、鶏(hen)、ライオン(lion)、鴨(goose)、鷲(eagle)、犬(dog)、狼(wolf)、シマウマ(zebra)、アヒル(duck)、猫(cat)、梟(owl)、虎(tiger)、馬(horse)、鷹(hawk)、および牛(cow)の16種である。なお、図1の第1軸の固有値は0.7551(寄与率41.50%)、第2軸の固有値は0.3561(寄与率19.57%)であった。また、表1では、動物の特性をそれぞれ16次元の属性で区別して表にしている[8]。各属性は、その属性の有無や強弱を[0, 1]間の値で数値化している。すなわち、[0, 1]とは、属性の[無, 有]や[弱, 強]を表している。

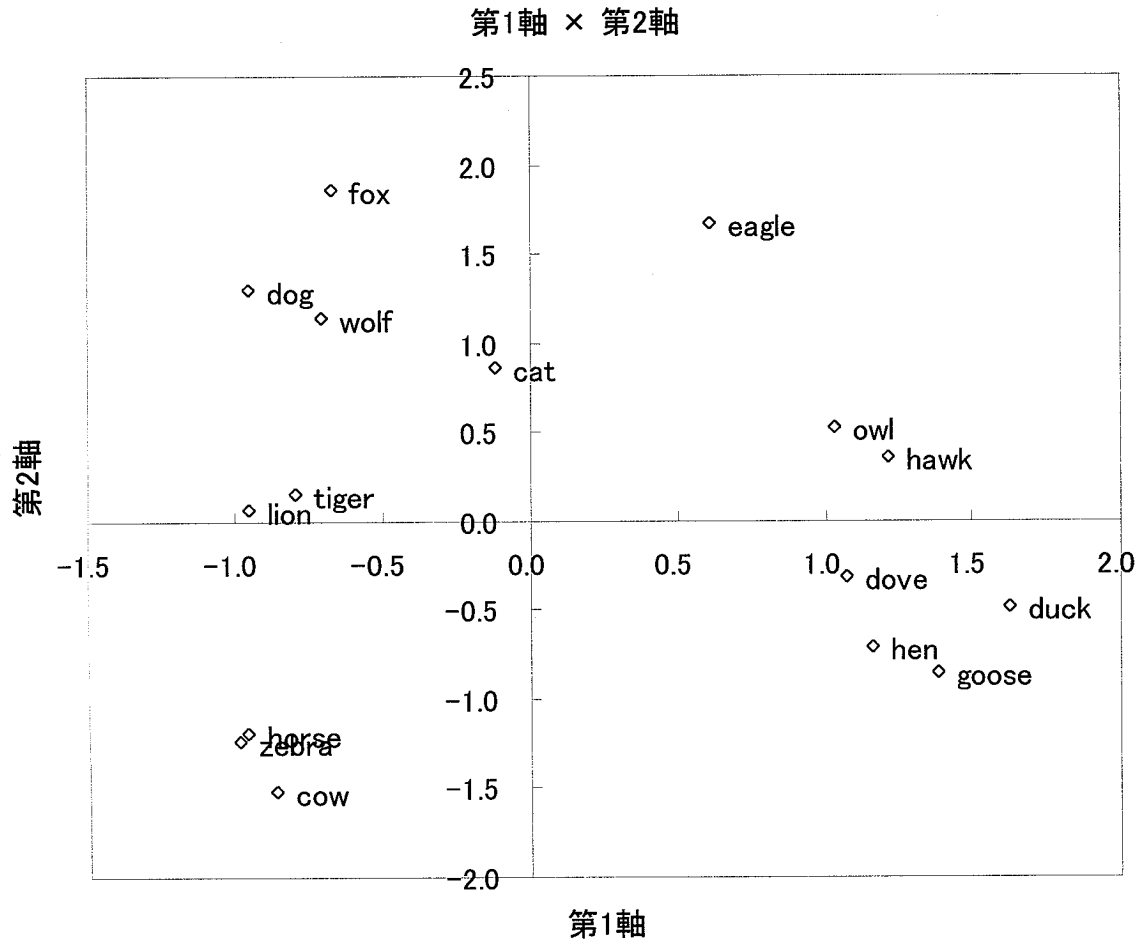


図1. 感性評価図の例(第1軸×第2軸).

表1. サンプルデータ(動物名と特徴).

	dove	fox	hen	lion	goose	eagle	dog	wolf	zebra	duck	cat	owl	tiger	horse	hawk	cow
小さい	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0
中ぐらい	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
大きい	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1
夜行性	0	0.5	0	0	0	0	0	1	0	0	0.5	1	0.5	0	0	0
2本足	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
4本足	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1
鬣を持つ	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1
有蹄類	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
たてがみ	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
羽あり	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
鱗あり	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.3	0	0	1	0	0	0
狩猟性	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0
走る	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0
飛ぶ	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
泳ぐ	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
草食性	0.5	0	0.5	0	0.5	0	0	0	1	0.5	0	0	0	1	0	1

## 2.2. 自己組織化マップ SOM

自己組織化マップ (Self-Organizing Maps: SOM) は、コホネンが、脳内で行われている (と予想される) 自己連想記憶モデルの研究に取り組んでいる中で、その自己連想のアルゴリズムを簡略化し、利便性の高いものとして提案した教師なしニューラルネットワークである。また、SOM は、データごとの特徴や関連性などの予備知識がない中で、その分類や特徴抽出が可能な階層型ニューラルネットワークの一種である。SOM の構造は、入力層と出力層の 2 層で構成され (図 2 参照)、出力層は競合層とも呼ばれる。出力層では、入力層の入力データ群を SOM のアルゴリズムで分類した結果を視覚的に判別するために、1 次元配列や 2 次元配列の形状でマッピングされる。それぞれを 1 次元 SOM、2 次元 SOM と呼ばれ、図 2 は、 $M \times N$  の 2 次元 SOM の例である。出力層は、ニューロン  $u$  を格子状に配置して構成されており、それぞれの  $u$  は、参照ベクトル  $W$  を持つ。

SOM の学習アルゴリズムは、大脳皮質の神経機能、主に脳の情報処理の仕組みをモデル化しており、その基本的なモデルは次の数式 (1) で表現されている。

$$W_{ij}(t+1) = W_{ij} + h_{ij}(t) \{x(t) - W_{ij}(t)\} \quad \dots \text{式 (1)}$$

なお、 $i$  と  $j$  はそれぞれ 1 以上の自然数とし、 $t$  は 0 以上の自然数とする。 $h$  は、近傍関数と呼ばれ、出力層における学習対象となるニューロンの範囲を設定する関数であり、 $t$  に関する単調減少関数で  $t$

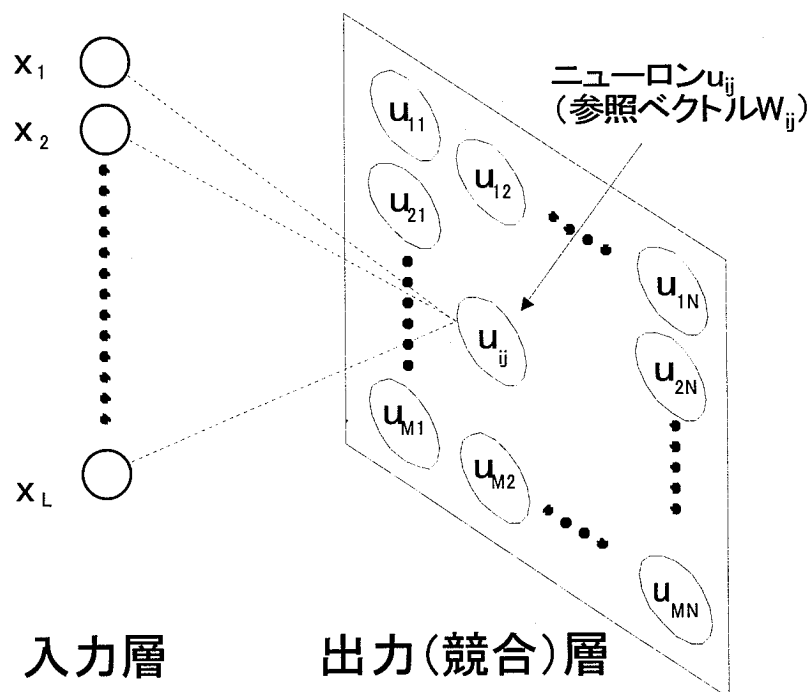


図 2. 2 次元 SOM の 2 層ネットワーク構造の例。



が無限大に近づくと  $h$  は 0 に収束していく。学習の大きさの初期値を学習率係数  $\alpha(t)$  で、学習の範囲の初期値を学習範囲係数  $\beta(t)$  で任意に設定する。近傍関数や各係数などの詳細については、文献[4-5]に詳しい。以下に、SOM のアルゴリズムの概要を示す。

入力層では、 $n$  次元の特徴ベクトルを持つ  $L$  個の実数ベクトル  $x = \{x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(n)}\}$  を入力データとして与えられ、出力層を  $M \times N$  個の格子点にニューロン  $u$  を配置した 2 次元 SOM とする。また、 $u_{ij}$  は、参照ベクトル  $w_{ij}(t) = \{w_{ij}^{(1)}, w_{ij}^{(2)}, \dots, w_{ij}^{(n)}\}$  を持ち、学習を繰り返す回数は、 $T$  とする。なお、 $t$  は、任意の学習回数番号を示し、 $n, L, M, N$ 、および  $T$  は、任意の自然数とする。

STEP1: 繰り返し回数  $t=0$  において、出力層の各ニューロンの参照ベクトルを初期化する。

初期化では、ランダム初期化と線形初期化のどちらか一方を任意に選択する。

STEP2: 入力データ群からデータ  $x_k$  をランダムに選び出す。

STEP3:  $x_k$  の特徴ベクトルに最も類似した参照ベクトルを持つニューロン  $u_c$  を探し出す。

$u_c$  には、 $x_k$  とのユークリッド距離  $|x_k - w_{ij}(t)|$  を最小にするニューロン  $u_{ij}$  が選ばれる。

STEP4: まず、近傍関数  $h$  より  $u_c$  の近傍ニューロン群  $u_c'$  を求め、次に式 (1) を用いて、

$u_c$  および  $u_c'$  の参照ベクトルに  $x_k$  の特徴ベクトルを学習させる。

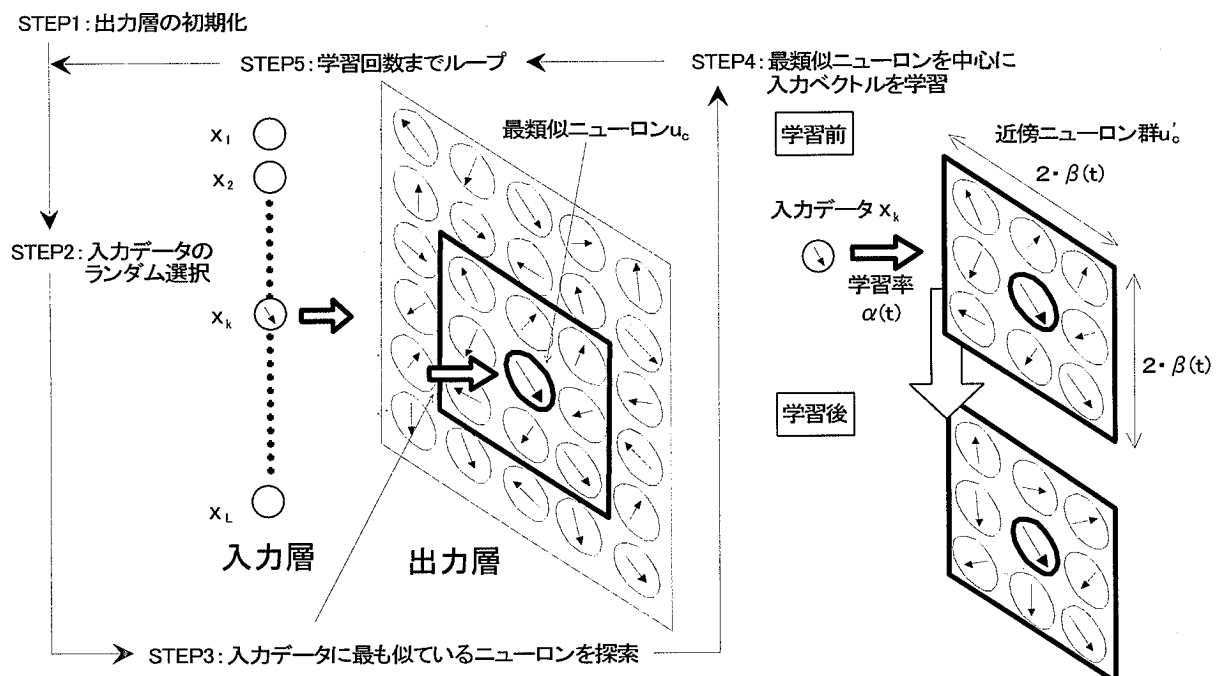


図 3. SOM の学習アルゴリズムの流れ。

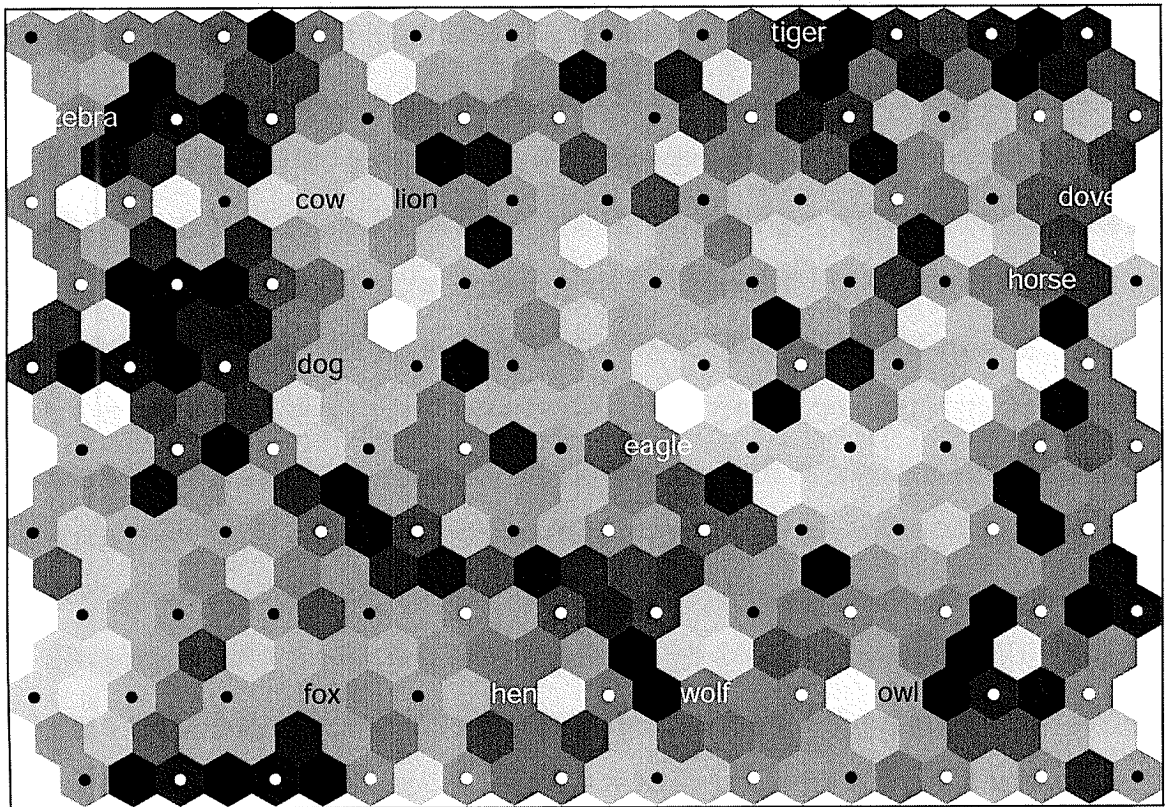
STEP5:  $t$  をカウントしながら, STEP2 から STEP4 までを  $T$  回繰り返す

SOM の学習アルゴリズムの流れを図 3 に示す. SOM の学習アルゴリズムでは, まず, STEP1 において, 出力層にマッピングされた各ニューロンの参照ベクトルの値を初期化する. 初期化では, ランダム初期化と線形初期化の 2 通りあり, 多くはランダム初期化が行われる. 次に STEP2 では, 入力データ群からランダムに 1 つ入力データを選び出す. そして STEP3 で, 選ばれた入力データの特徴ベクトルと出力層の各ニューロンの参照ベクトルをユークリッド距離に基づいて比較し, 最も距離が近いニューロンを探し出す. STEP4 において, 探索されたニューロンを中心として, 任意の学習範囲係数  $\beta$  で与えられた範囲内のニューロン群を式 (1) によって学習させる. また, 学習の際には, 学習率係数  $\alpha$  を基準に学習する大きさを決定する.  $\alpha$  と  $\beta$  は, 任意の初期値として与えられ, 学習が繰り返されるたびに,  $\alpha(t)$  と  $\beta(t)$  は, 0 に収束していく.

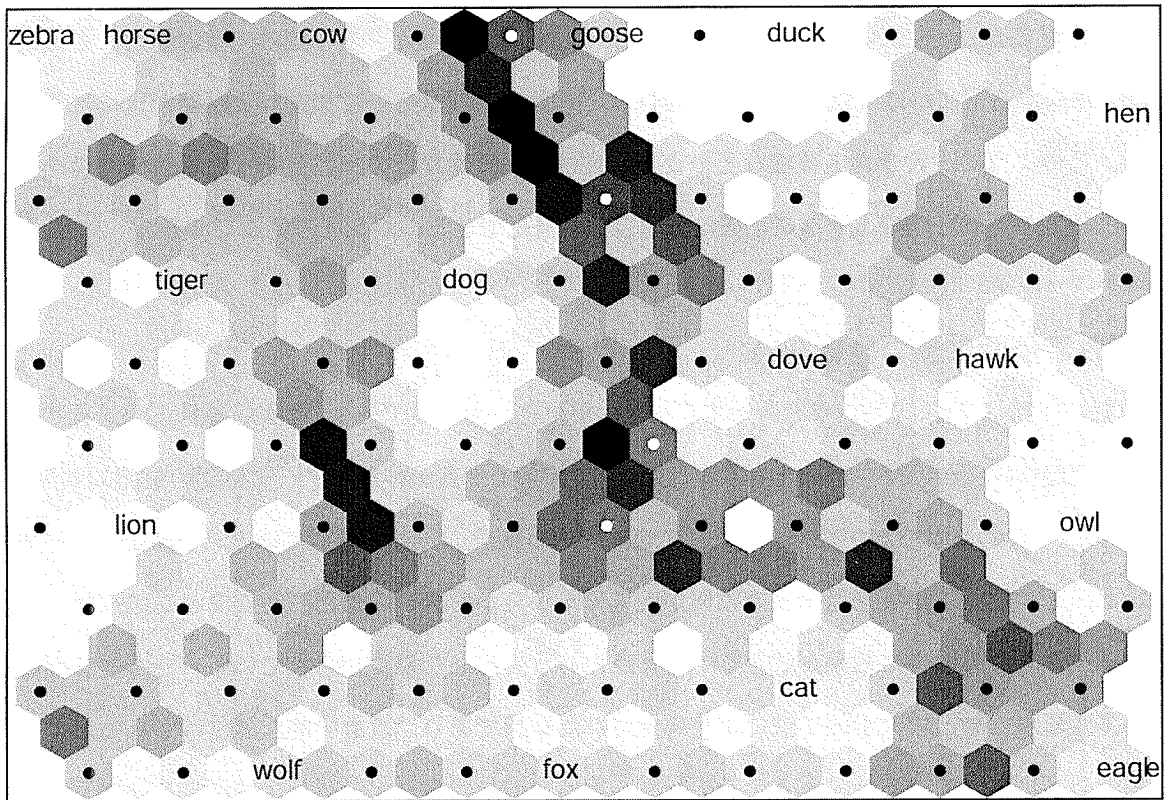
表 1 のサンプルデータを入力データとして SOM に与え, STEP1 にて, 作成したランダム初期化のマップと学習終了後の学習結果のマップを図 4 に示す. 図 4 の例では, マップの配置を六角格子型としている. 図 4 の SOM の出力マップでは, 似ているデータは近くに, 異なるデータは遠くに配置され, 色が薄くなるほど距離が近く, 色が濃くなるほど距離が遠くなることを示している. 学習前と学習後のマップを比較すると, 左上には zebra・horse・cow など草食動物が, 左下には肉食動物が, 右側には鳥類が, 中央から下にかけては dog・cat・wolf などの比較的種族として似ている動物が近くに集まっている. このように, 大きさ・模様などの姿形や食べ物・習性などの特性といった様々な特徴を入力データとして与えるだけで, 非常に正確に分類して可視化できるのが SOM の特徴である.

### 3. 感性評価図に基づいた SOM

SOM は, 非階層クラスタリングを行ってデータの可視化, 大規模データの要約, 原因発見, 推定・予測といった感性評価図の持つ特徴を有すると共に, 非線形モデルの作成やデータ空間の位相的順序 (トポロジー), すなわち「つながり方」を保持できるという独自の特徴を有している. 予備知識は必要としないが, その反面, 結果を見るまでは何が出てくるか分からない. また, 初期マップの形状や学習時でのデータ入力の順番に結果が依存してしまうという欠点も一般に知られている. 一方, 感性評価図は, 多変量解析などの数学的手法により導出された結果であり, 統計学的な裏付けがある点で非常に信頼性の高いものであると言える. その反面, 非線形的な特徴などを可視化抽出するのは困難である.



(a) 初期マップの例



(b) 出力マップの例

図4. SOMの初期マップと出力マップ.

そこで、本節では、統計学的手法から導出された感性評価図を基に SOM の出力マップを構築することにより、感性データなどから統計学的にも信頼性が高く、特徴抽出の可視化に優れた新しい感性マップ図を構築できる可視化方式の提案を行う。提案法は、SOM の初期マップの形状や学習時でのデータ入力の順番に結果が依存してしまうという欠点を改良した BL-SOM (batch-learning SOM) [20] を基に開発している。これにより、提案法も上記の SOM の欠点を解決した特性を有すると共に、感性評価図と SOM の出力マップとの比較検討が可能になり、考察や推論の新しい展開が期待できる。この章では、まず提案法の基となった BL-SOM を簡潔に説明した後に、提案法について述べる。

### 3.1. BL-SOM (batch-learning SOM)

BL-SOM は、ゲノム情報解析のために阿部らが開発したシステムであり、学習過程と結果が初期マップやデータ入力順序に依存しないため、再現性が高くデータマイニングに適した方式である。BL-SOM のアルゴリズムの拡張部分を以下に示す。なお、BL-SOM のアルゴリズムについては、文献[20]に詳しい。

- ① 前述の SOM アルゴリズムの STEP1 において、入力データの主成分分析の結果に基づき、次の数式(2)により初期マップを作成する。

$$w_{ij} = x_{ave} + 5\sigma_1 b_1 \left( \frac{i - M/2}{M} \right) + 5\sigma_2 b_2 \left( \frac{i - N/2}{N} \right) \quad \dots \text{式(2)}$$

$M \times N$  の 2 次元の格子点  $(i, j)$  にニューロンをそれぞれ配置したマップを出力層とし、出力層の各ニューロンが持つ  $n$  次元の参照ベクトル  $W_{ij}$  の初期値を上式(2)により設定する。 $x_{ave}$  は、 $L$  個の入力データ  $x$  の全体の平均値ベクトル、 $b_1$  と  $b_2$  は、それぞれ主成分分析の第 1 主成分と第 2 主成分ベクトルである。

- ② STEP2~STEP5 の学習過程では、すべての入力データの学習の平均値を元に、次の数式(3)により学習を一括処理で行う。なお、アルゴリズムの流れについては、時節で述べる。

$$W_{ij}^{(new)} = W_{ij}^{(old)} + \alpha(t) \left( \frac{\sum_{x_k \in S_{ij}} x_k}{c_{ij}} - W_{ij}^{(old)} \right) \quad \dots \text{式(3)}$$

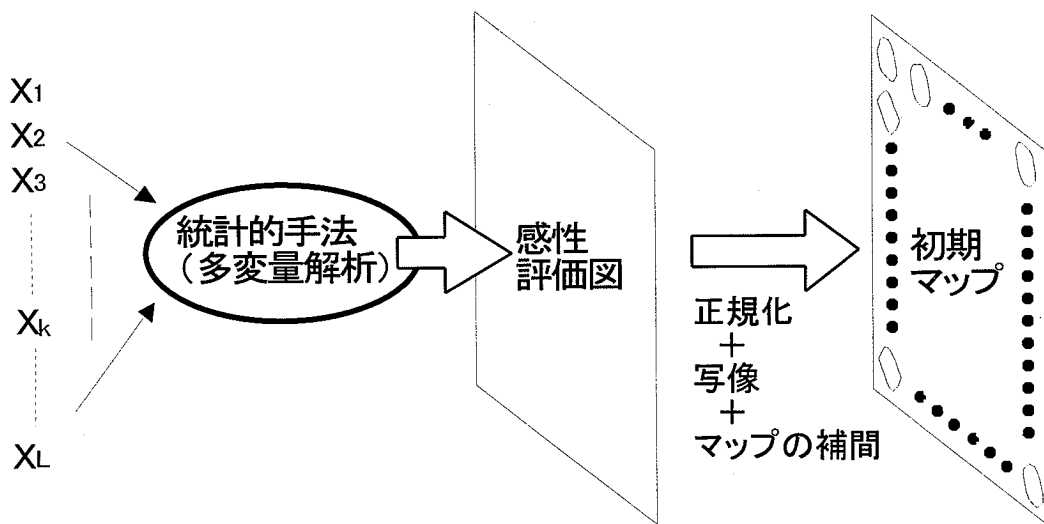
$\sigma_1$  と  $\sigma_2$  は、これら 2 軸に対する入力データ全体の標準偏差であり、 $N = M \times (\sigma_2 / \sigma_1)$  として初期ベクトルを設定する。また、学習過程においては、オリジナルの SOM と同様に、初めに入力データと最もユークリッド距離の小さい参照ベクトル  $W$  を持つニューロンを検索し、そのニューロンおよび近傍ニューロンに対して、式(3)によって学習処理を行う。式(3)において、近接  $S_{ij}$  は、 $i - \beta(t) \leq$

$i' \leq i + \beta(t)$ かつ  $j - \beta(t) \leq j' \leq j + \beta(t)$ の条件を満たす格子点  $(i, j)$  に分類された入力データ  $x$  の集合であり,  $c_{ij}$  は  $S_{ij}$  の要素数である. なお, 学習は次式によって定義する二乗誤差  $e$  で評価される. ここで,  $w_{i', j'}$  は,  $x_k$  と最近傍の位置にあるニューロンの参照ベクトルである.

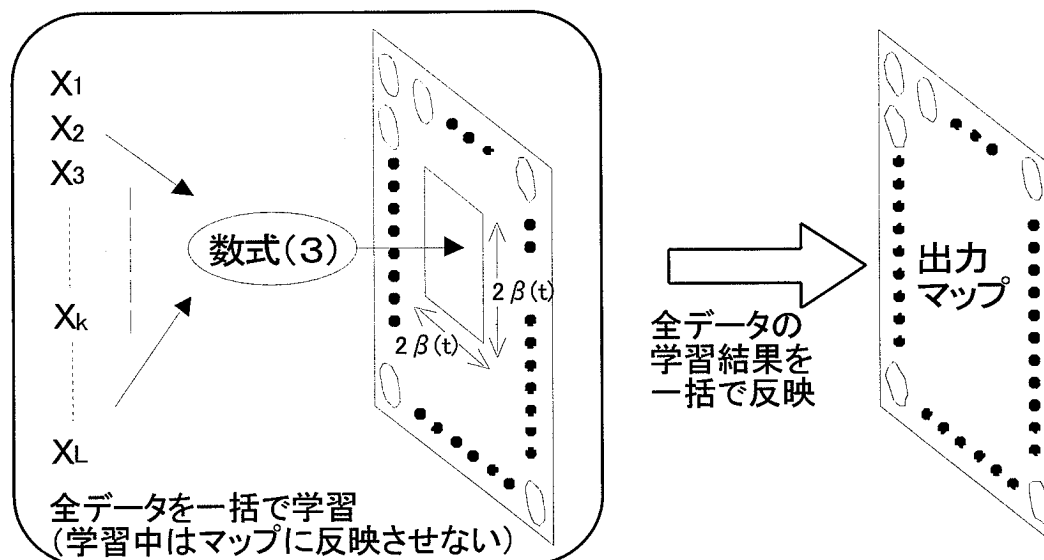
$$e(t) = \sum_{k=1}^L (x_k - w_{i', j'})^2 \quad \dots \text{式 (4)}$$

### 3.2. 提案方式

提案法では, 感性評価図に基づいて初期マップを設定し, BL-SOM の学習アルゴリズムを用いて学習処理



(a) 初期マップの構築



(b) バッチ型学習

図5. 提案法の概要.

理を行うことにより、感性評価図に基づいた SOM の出力マップを構築する。提案方式の概要を図 5 に示す。また、提案法のアルゴリズムを以下に示す。

STEP1： 繰り返し回数  $t=0$  において、以下の処理により出力層の各ニューロンの参照ベクトルを初期化する（図 5 (a) 参照）。

STEP1-1：  $L$  個の入力データ群に対して、多変量解析を行い、その結果を感性評価図にプロットする。

STEP1-2： 感性評価図中に配置された入力データ  $x_k$  の座標  $(x, y)$  を出力マップの座標  $(x', y')$  に写像する。

STEP1-3： 座標  $(x', y')$  に対応するニューロンの参照ベクトルの値を  $x_k$  の特徴ベクトル値に設定する。全く対応していないニューロンの参照ベクトルは、任意に補間して設定する。

STEP2：  $L$  個の入力データ群から 1 つずつデータ  $x_k$  を選択し以下の処理を行う ( $1 \leq k \leq L$ )。

STEP2-1：  $x_k$  の特徴ベクトルに最も類似した参照ベクトルを持つニューロン  $u_c$  を探し出す。  $u_c$  は、  $x_k$  とのユークリッド距離  $|x_k - W_{ij}(t)|$  を最小にするニューロン  $u_{ij}$  が選ばれる。

STEP2-2： まず、SOM と同様のアルゴリズムにより  $u_c$  の近傍ニューロン群  $u_c'$  を求めておき、  $u_c$  および  $u_c'$  の参照ベクトルに  $x_k$  の特徴ベクトルを学習させる数値をニューロンごとに蓄積させておく。

STEP3：  $L$  個の入力データに対して STEP2 を行った後、蓄積させておいた各ニューロンの学習値の平均を求めて、各ニューロンの参照ベクトルを一括で更新する（図 5 (b) 参照）。

STEP4：  $t$  をカウントしながら、STEP2 から STEP3 までを  $T$  回繰り返す

まず、入力データに対して、主成分分析や数量化などの多変量解析の中から任意の適切な分析法を用いて感性評価図を構築する。この図の各データの分類を元に SOM の初期マップを構築する。具体的には、感性評価図のデータの座標値を  $[0, 1]$  の範囲に正規化を行った後に、出力マップの大きさを掛けて、任意の座標に写像していく（図 5 (a) 参照）。このとき、入力データに対応しているニューロンにおいては、その対応している入力データのベクトル値をニューロンの参照ベクトルとする。また、

表 1. 実験条件.

学習回数(T)	1000
学習率係数( $\alpha$ )	0.01
近傍初期半径( $\beta$ )	4
マップサイズ(M×N)	15×15
近傍関数(h)*	bubble

\*近接ニューロンを決定するSOM固有の関数

対応していないベクトルに対しては、入力データの平均値で補間する方法（平面型）と周りの入力データより補間する方法（曲面型）の2種類が考えられる（なお、この2つについては、シミュレーション実験により検討を行っている）。次に、BL-SOMの学習アルゴリズム（STEP2～STEP4）を使ってSOMの出力マップを構築する（図5(b)参照）。これにより、感性評価図と比較可能な分布特性を持ったSOMの出力マップの構築が可能となる。また、BL-SOMのアルゴリズムの特徴により、提案法により作成したマップは高い再現性も有している。

## 4. シミュレーション実験

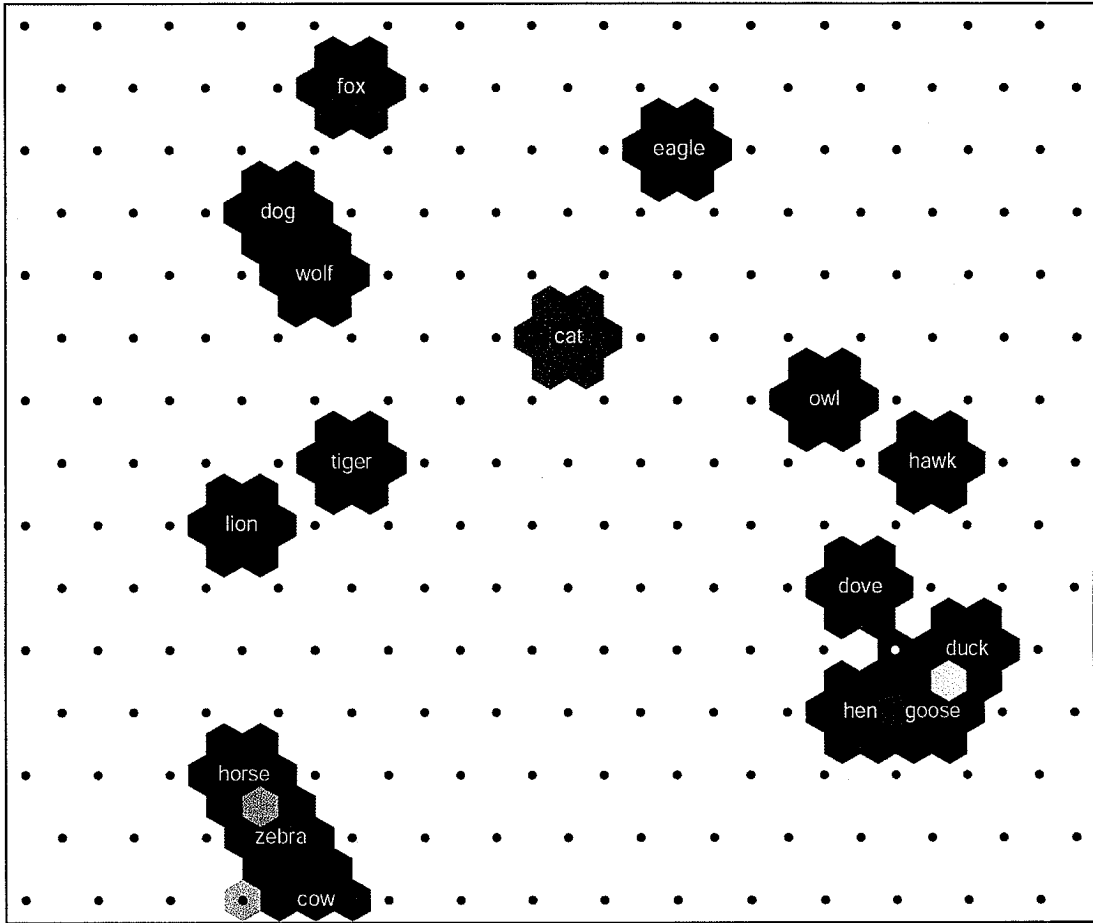
提案法を実際に実装してシミュレーション実験を行い、提案方式について考察を行う。

### 4.1. 実験条件

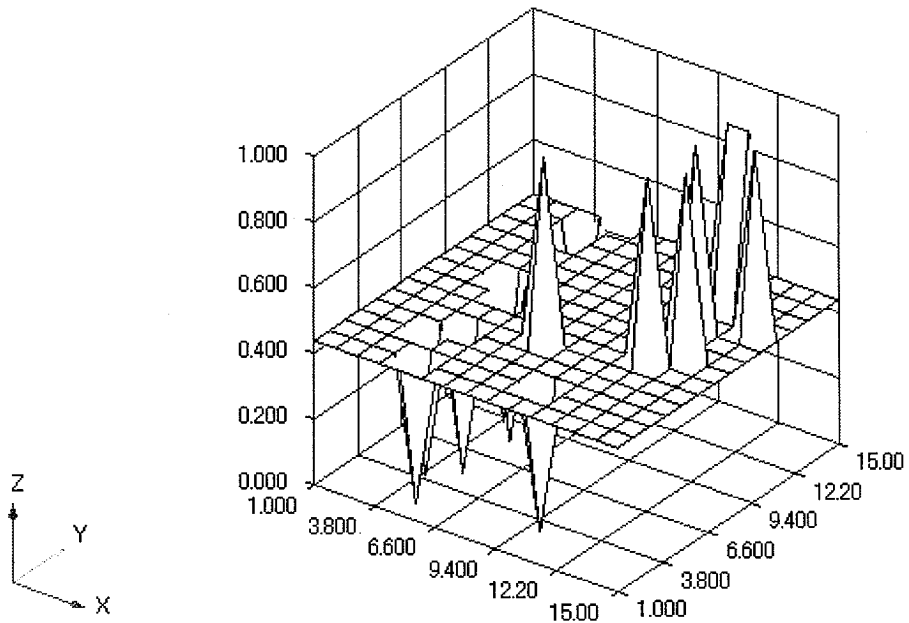
入力データは、表1の動物の特徴を数値化したサンプルデータを使用して、提案法でのマップ化を行う。表1のデータに対して、多変量解析（ここでは数量化 III 類）を行った結果は、既に図1として示している。提案法の学習では、幾つかの条件でマップを作成し、可視化に最も適した条件を探してマップを作成した。最終的には、表2の条件でマップを作成した。また、出力マップのニューロンの補間法としては、入力データの平均値で補間する方法（平面型）と周りの入力データより補間する方法（曲面型）の2つを取り上げ、比較検討を行った。なお、曲面型の補間には、線形補間法を用いた。そして、感性評価図（図1）と提案法で作成した出力マップとの比較検討も併せて行った。

### 4.2. 実験結果

図1の感性評価図と表1のデータを入力データとし、平面型の補間法を用いて作成した初期マップを図6(a)に、曲面型の補間法を用いて作成した初期マップを図7(a)に示す。また、それぞれの特徴ベクトルの第1項目（小さい）について、等高線3Dグラフを図6(b)および図7(b)に示す。図6(b)より、ニューロンの補間に平均値を用いている部分が平坦になっていることが分かり、図6(a)では、補間している部分が白色、すなわち距離が近くなっていることが分かる。また、図7(b)より、ニューロンの補間を入力データから補間している部分は、線形補間が実施されていることが分かり、図7(a)では、補間している部分が灰色の階調状態、すなわちデータ間が徐々に距離が近くなっていることが分かる。



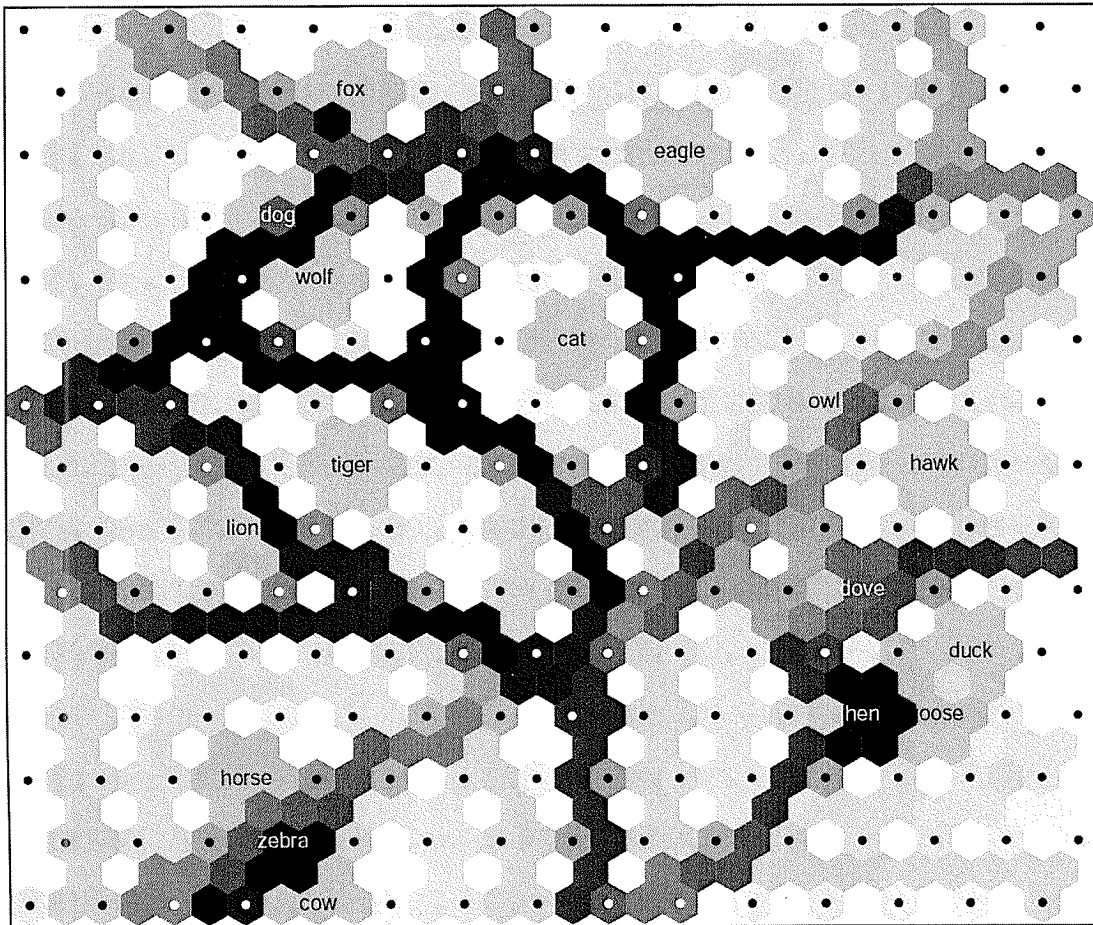
(a) 初期マップの例



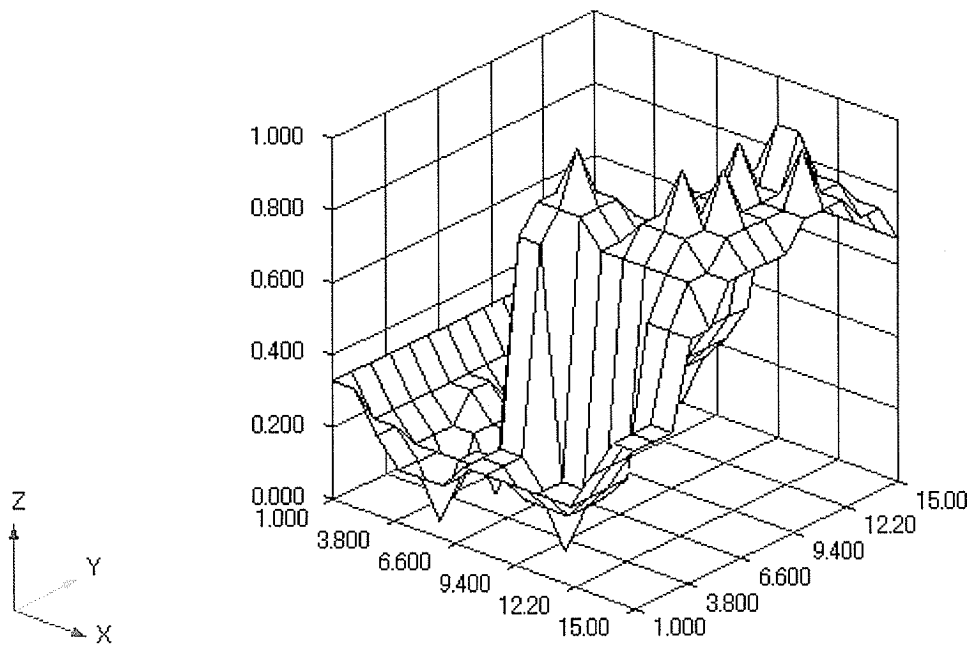
(b) 特徴ベクトル第1項目 (小さい) の等高線3Dグラフ

図6. 平面型補間法による初期マップ.





(a) 初期マップの例



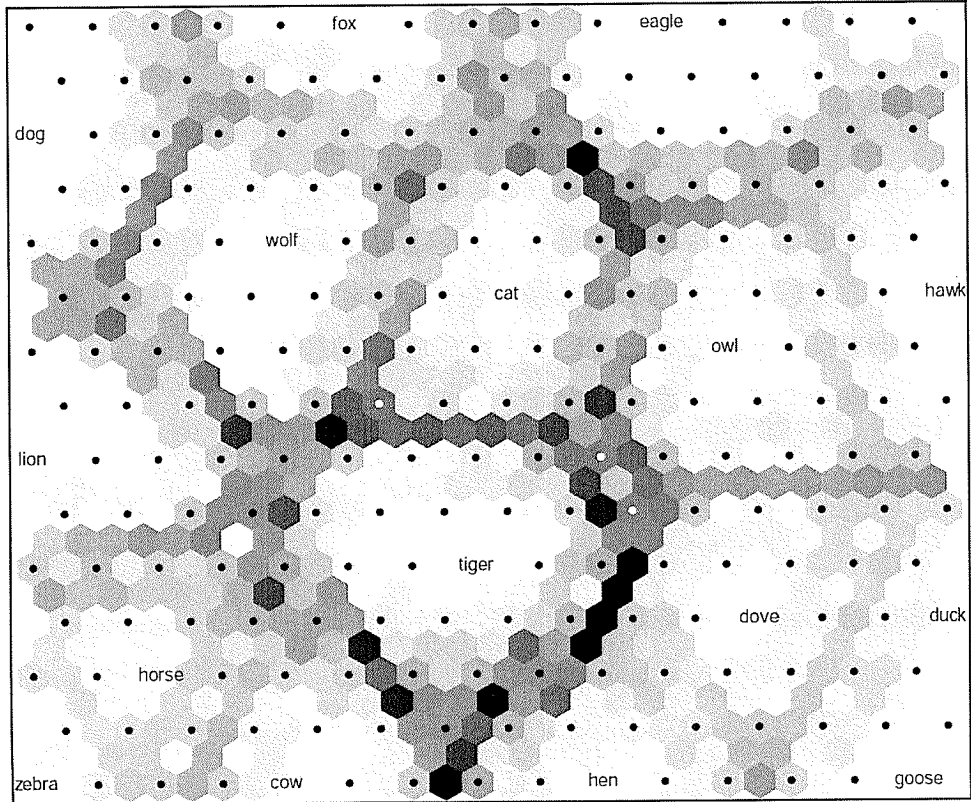
(b) 特徴ベクトル第1項目 (小さい) の等高線3Dグラフ

図7. 曲面型補間法による初期マップ.

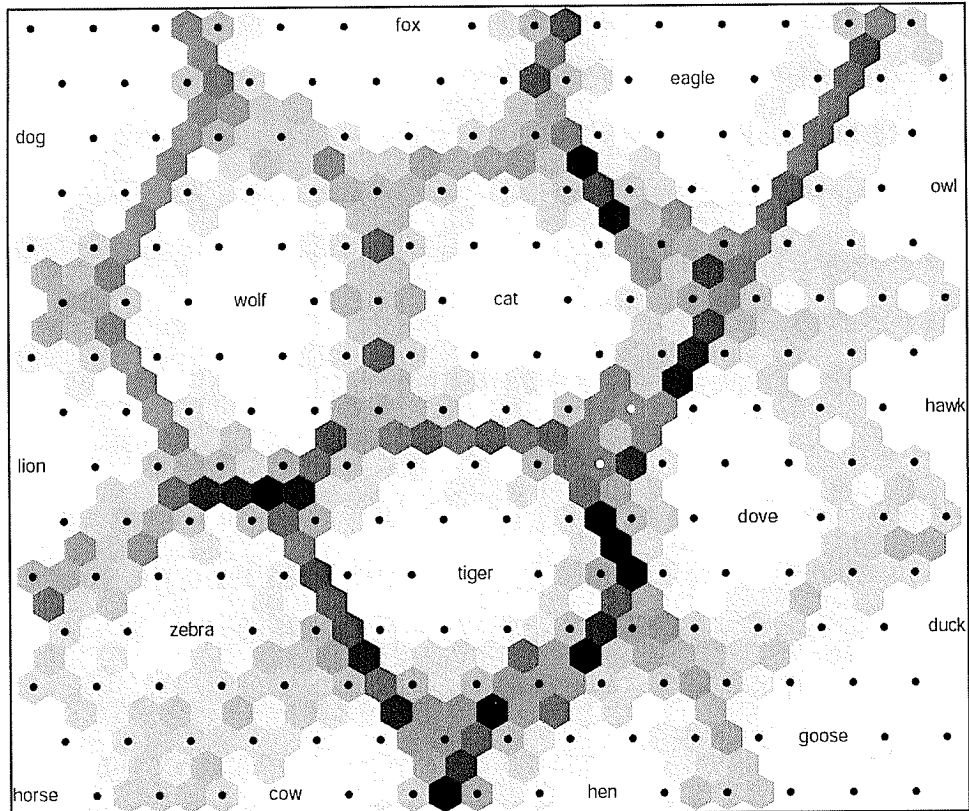
平面型と曲面型のそれぞれを初期マップとした提案法の出力マップを図8に示す。図8(a)の平面型および図8(b)の曲面型を比較すると、左下の zebra と horse の配置や右上の hawk の位置が変化していることが分かる。また、右半分の鳥類が集まっている部分の配置や距離が変わっているのが分かる。その他は、ほぼ同様に見えるが、式(4)を用いて二乗誤差による評価式で平均量子化誤差  $e$  を求めたところ、平面型では  $e=0.053697$  であり、曲面型では  $e=0.027515$  であった。すなわち、曲面型の方が平面型と比べて、誤差が約 50%削減されていることが分かり、曲面型の方がより良い出力マップを作成できる可能性が高いことを示している。初期マップの基となった図1の感性評価図と図8(b)の曲面型を比較すると、曲面型では、tiger と cat の近接性が高くなっている点、lion と tiger が比較的遠くなっている点、fox・wolf・cat が互いに等間隔な関係になっている点、および鳥類に何かしらの軸が存在しているのではないかと類推される点などが新しく発見できる。このように、提案法では、図1の感性評価図のみでは判別できなかった関係性やグループ性、配置などの新しい情報を発見し、データ検証の新展開を生み出すことが可能となる。

また、SOM の可視化機能を利用し、サンプルデータの特徴ベクトルの第1項目(小さい)、第4項目(夜行性)、第8項目(有蹄類)、および第12項目(狩猟性)について項目別に可視化させたマップの結果を図9に示す。図9の元となった図1の感性評価図では、一見して把握することが困難であった特徴ベクトルの各項目の分布が、図9では新しく可視化できている点を確認できる。

また、提案方式を利用した近接性探索システムのシミュレーション実験の結果を図10に示す。ここでは、SOM の検索アルゴリズムを利用することにより、入力データ以外の任意のサンプルデータ A が、入力データから作成された出力マップのどこに位置するかを探索し、サンプルデータ A がどのグループに属するか、どのデータと近いか(すなわち、類似しているか)などの機能を試作し、動作検証を行っている。ここでは、探索用のサンプルデータとして、燕 (swallow)、豚 (pig)、鹿 (deer)、カバ (hippo)、およびダチョウ (ostrich) の5種について探索のシミュレーション実験を行った。それぞれの特徴ベクトルは、燕 = {1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 0}, 豚 = {0, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0.5}, 鹿 = {0, 1, 0, 0.5, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0.3, 0, 1, 0, 0, 1}, カバ = {0, 0, 1, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0.3, 0, 1}, およびダチョウ = {0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1} となっている。図10より、それぞれの探索用サンプルデータが出力マップのどこに位置するか可視化することで、入力データのどのサンプルデータと特徴が近いのかを出力マップ上で確認することができるようになっている。

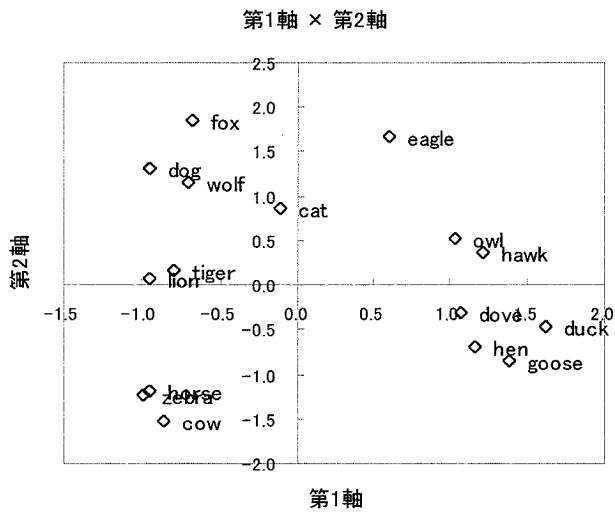


(a) 平面型補間法

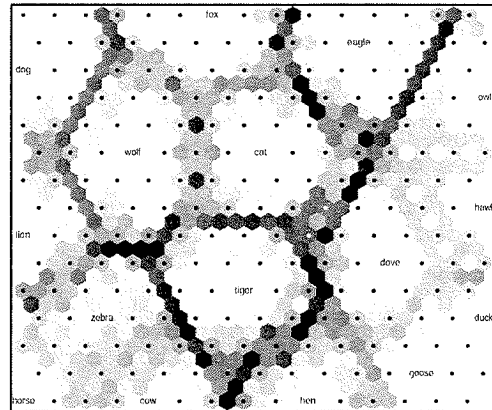


(b) 曲面型補間法

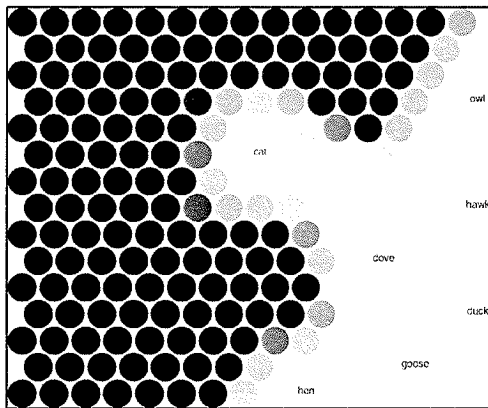
図8. 提案法の出カマップ.



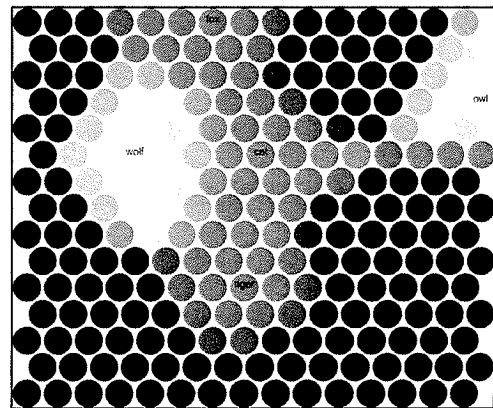
(a) 感性評価図 (=図1)



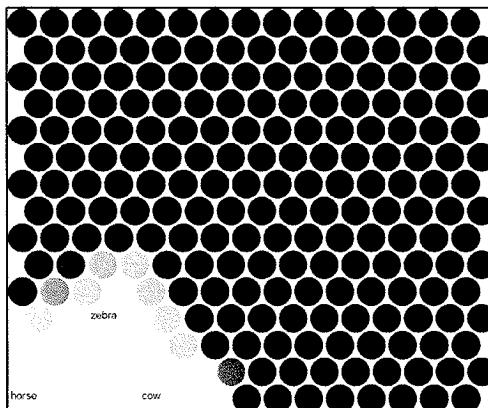
(b) 出力マップ (曲面型)



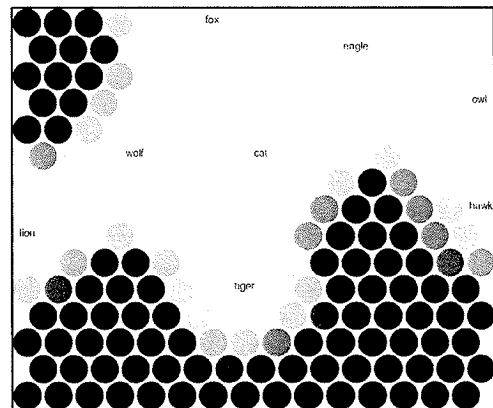
(c) 第1項目 (小さい)



(d) 第4項目 (夜行性)



(e) 第8項目 (有蹄類)



(f) 第12項目 (狩猟性)

図9. 特徴ベクトルの項目ごとの出力マップの例.

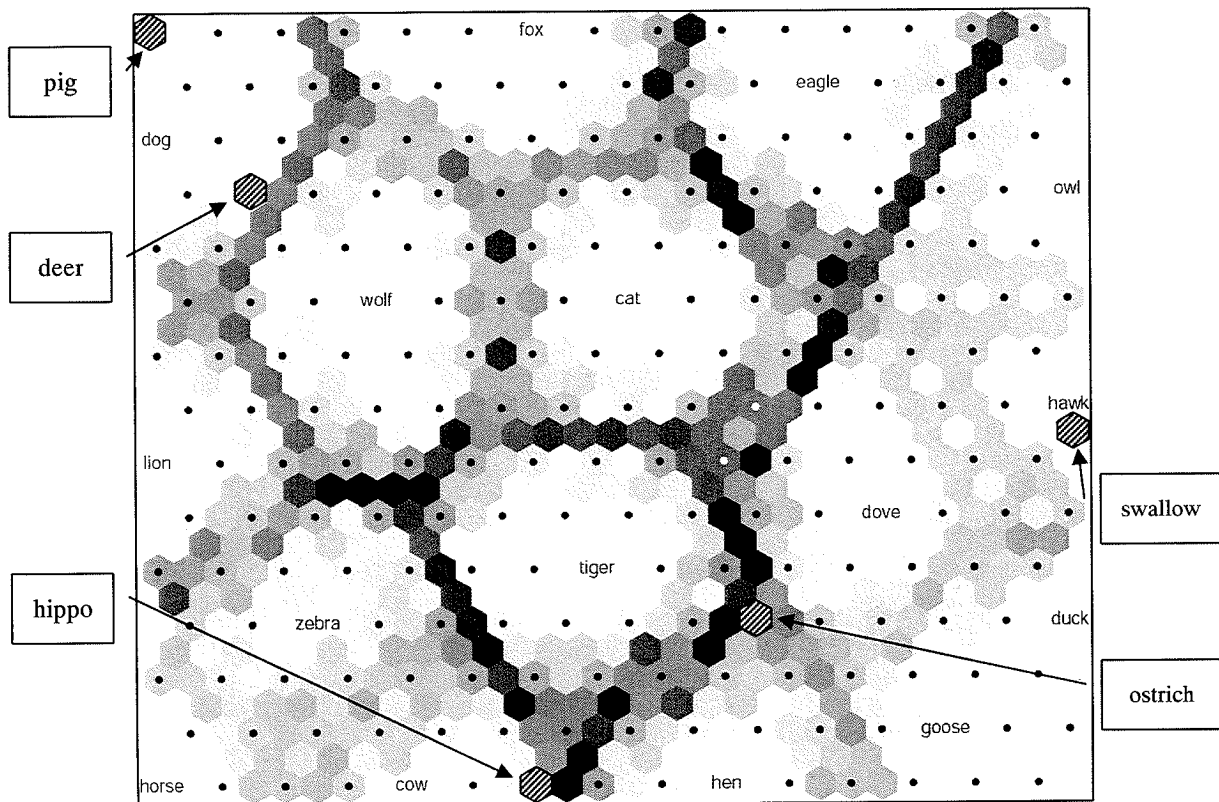


図10. 類似性探索の結果.

## 5. おわりに

多変量解析などの統計的手法による感性工学手法の解析結果をプロットした評価図に基づいて SOM の出力マップを構築する手法を開発した。提案法では、バッチ型 SOM の BL-SOM のアルゴリズムを基にしており、SOM の出力マップがランダムに構築されてしまう問題点を解決した特性を保持したまま、結果の再現性が高く、評価図と比較考察が可能な新しい分析法を提案した。評価図との比較が可能になったことにより、提案法が考察の新展開や新しい解釈・発見を促す一つの手助けとなることが期待できる。また、シミュレーション実験により、実際にシステムを実装して簡単な検証を行うと共に、評価図で読み取ることが難しかった非線形な境界線の可視化の実現を確認した。また、提案法で作成した出力マップを基に、SOM の検索機能を利用した類似性探索システムの試作機を実装し、その動作確認を試験的に確認できた。

## 参考文献

- 1) 長町三生：感性工学のおはなし，日本規格協会，1995.
- 2) 井上勝雄：エクセルで学ぶ多変量解析の使い方，筑波出版会，2002.

- 3) 石原和茂, 石原恵子, 長町三生 : コネクショニストモデルと心理学, 北大路書房, 第 8 章・第 10 章, 2001.
- 4) Kohonen, T. : Self-Organization and Associative Memory, Springer Series in Information Sciences, Volume 8, 1984.
- 5) Kohonen, T. : Self-Organizing Maps, Springer Series in Information Sciences, Volume 30, 1995.  
コホネン, T., 徳高平蔵, 岸田悟, 藤村喜次郎訳 : 自己組織化マップ, シュプリンガー・フェアラーク東京, 1996.
- 6) コホネン, T., 中谷和夫訳 : 自己組織化と連想記憶, シュプリンガー・フェアラーク東京, 1993.
- 7) ヴァン・フッレ, マーク M, 徳高平蔵, 藤村喜次郎監訳 : 自己組織化マップー理論・設計・応用, 海文堂, 2001.
- 8) 徳高平蔵, 岸田悟, 藤村喜次郎 : 自己組織化マップの応用, 海文堂, 1999.
- 9) ザブック, G., コホネン, T., 徳高平蔵, 田中雅博監訳 : 金融・経済問題における可視化情報探索, シュプリンガー・フェアラーク東京, 1999.
- 10) 徳高平蔵, 藤村喜次郎, 山川烈監修 : 自己組織化マップ応用事例集, 海文堂, 2002.
- 11) Kelly, M. : Self-Organizing Map Training using Dynamic K-D trees, Artificial Neural Networks, Vol.2, 1041-1044, 1991.
- 12) Dittenbach, M., Merkl, D. and Rauber, A. : The Growing hierarchical self-organizing map, Proceedings of the IEEE-INNS-ENNS International Joint Conference, Vol.6, 15-19, 2000.
- 13) 馬庭芳郎, 池田佳弘, 黒澤仁, 徳高平蔵, 藤村喜次郎, 宇佐美眞, 博秋光 : 自己組織化マップ (SOM) を用いた健康評価システムの構築, バイオメディカル・ファジィシステム学会誌, Vol.5, No.1, 9-16, 2003.
- 14) Schedl, M. : An explorative, hierarchical user interface to structured music repositories, MSc thesis, Vienna University of Technology, 2003.
- 15) 榊泰直 : 自己組織化マップを用いた加速器運転支援システムの設計, Proceedings of 27th Linear Accelerator Meeting in Japan, 85-87, 2002.
- 16) 福見稔, 満倉靖恵, 長尾剛嗣, 赤松則男 : 自己組織型ニューラルネットワークによる SAR 画像での流氷識別, 電気学会論文誌 C, Vol.125, No.5, 800-806, 2005.
- 17) 波多野 賢治, 佐野 綾一, 田中 克己 : 自己組織化マップと適合フィードバック機能を用いた Web 文書群の分類ビュー機構について, 情報処理学会 第 57 回全国大会講演論文集, 分冊(3), 181-182, 1998.

- 18) 亀井且有, 木下雄一郎, 八木田杏子, 山田建次: 感性指標と物理指標を用いた自己組織化マップによる商品企画支援システム, 第5回日本感性工学会大会予稿集 2003, 153, 2003.
- 19) 柴田寛, 加納政芳, 加藤昇平, 国立勉, 伊藤英則: 感情指定パラメータからの感性ロボットの表情生成, 電気学会論文誌 C, Vol.125, No.12, 1852-1860, 2005.
- 20) Abe, T., Kanaya, S., Kinouchi, M., Kudo, Y., Mori, H., Matsuda, H., Carpio, C. D., and Ikemura, T. : Gene classification method based on batch-learning SOM, Genome Informatics, No.10, 314-315, 1999.
- 21) Nishio, H., Amin, M., Sato, T., Wada, K., Wada Y., Minato, K., Kobayashi, K., Ogasawara, N., Kanaya, S. : Visualization of gene classification based on expression profile using BL-SOM, Proc. of Workshop on Self-Organizing Maps 2003, Intelligent Systems and Innovational Computing, 101-106, 2003.
- 22) 村由紀子, 池村淑道, 小笠原直毅, 金谷重彦: バイオチップの最新技術と応用, シーエムシー出版, 109-117, 2004.

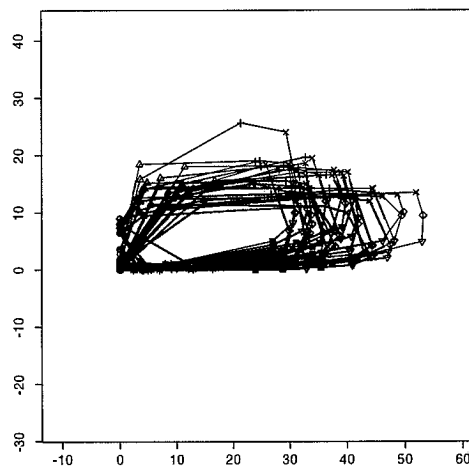
## 2-2 Morphometricsを用いたかたちと感性の分析

### イントロダクション

感性工学の研究では、評価対象の形状についてカテゴリカル変数、名義尺度として扱ってきた。たとえば、製品の外見が横長／縦長／正方形に近い、角丸／角があるといった区分である。デザイン要素を $x$ とし、 $y$ にある感性ワードでの感性評価値をおいて数量化理論1類などで解く。この方法はさまざまなデザイン要素の混在する状況で有力であり広く使われている。その一方で数量として形状を直接扱うことはあまりなされていない。

本研究では、古生物学の分野で主に発展してきたMorphometrics(形態測定学)の手法を用いる。かたちを統計学的に扱いうる数値に変換し、感性との関係を探る。かたちを数値として取り扱うことにより、分布形の検討といった統計学の基本から、分類や低次元空間への射影といった多変量解析によるモデル作成の可能性が広がる。

かたちを純粋に表現するために解決すべき問題にサイズの大小、測定データの方向の回転の2つがある。生物の化石で場所による違いを調べる場合、全く同じ年齢のサンプルが見つかることはないの、サイズが異なる。また基準となる水平／垂直線あるいは面があるわけではないので、サンプル間でなるべく向きをそろえるように回転して整列する必要がある。今回の自動車ヘッドライトでも同様の状況で、車によってサイズは相当に異なり、また斜めに取りつけたように見える形状の車も多い。



上の図は、自動車ヘッドライト（左側）の測定データである。左下端を基準として揃えて27車種のライトの測定した形状を描画してある。この図から、2つの問題があることがわかる。一つ目は、どこを基準点とするかの問題である。図のようにどれかの標識点を基準点として揃えるようにすると、その点の分布は小さく、そこから外れた点の分布は非常に大きいということになる。図では、右側端の分布は非常に大きい。したがって、標識点ごとに分布形がばらばらであるので統計量としての比較



が出来ない。これにより、多変量解析が不可能になる。二つ目は、回転と大きさの違いの問題がある。斜めになっているサンプルもあれば、大きさの大小も異なるサンプルがあることが図からも分かる。方向と大きさを揃えることが必要となる。

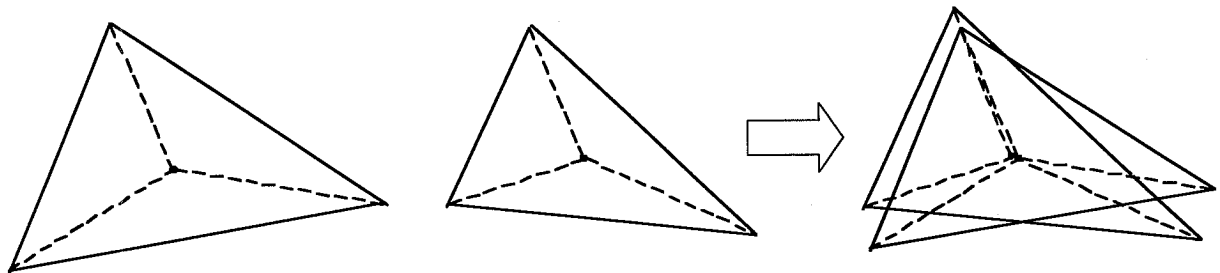
## Morphometricsの方法論

Morphometricsは、化石などのかたちを統計量として分析するために、主に古生物学において、発展してきた。

かたちは形態的もしくは機能的な標識点 (landmark) の座標値として表現される。  $m$ 個の2次元平面上の特徴点であれば、 $2 \times m$ 次元のデータになる。

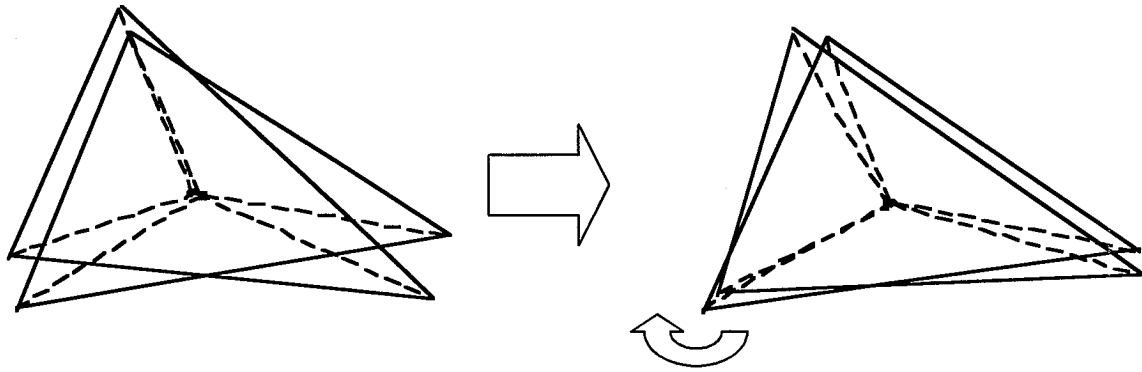
古生物学の場合、まったく同じ年齢の対象の化石が見つかることはまずない。したがって、サイズは異なる。このヘッドライトのケースでも、別車種では同じ大きさのライトはなく、サイズは相当に異なっている。そのために、サイズを規格化する必要がある。

サイズの規格化には、重心サイズ (Bookstein, 1991) という概念をもちいる。まず、図形の重心を求め、そこを中心点0とおく。重心サイズは、図形の重心から標識点までの2乗距離の和である。重心サイズをサンプル間で同一にすることにより、図形によって異なる大きさを規格化する。



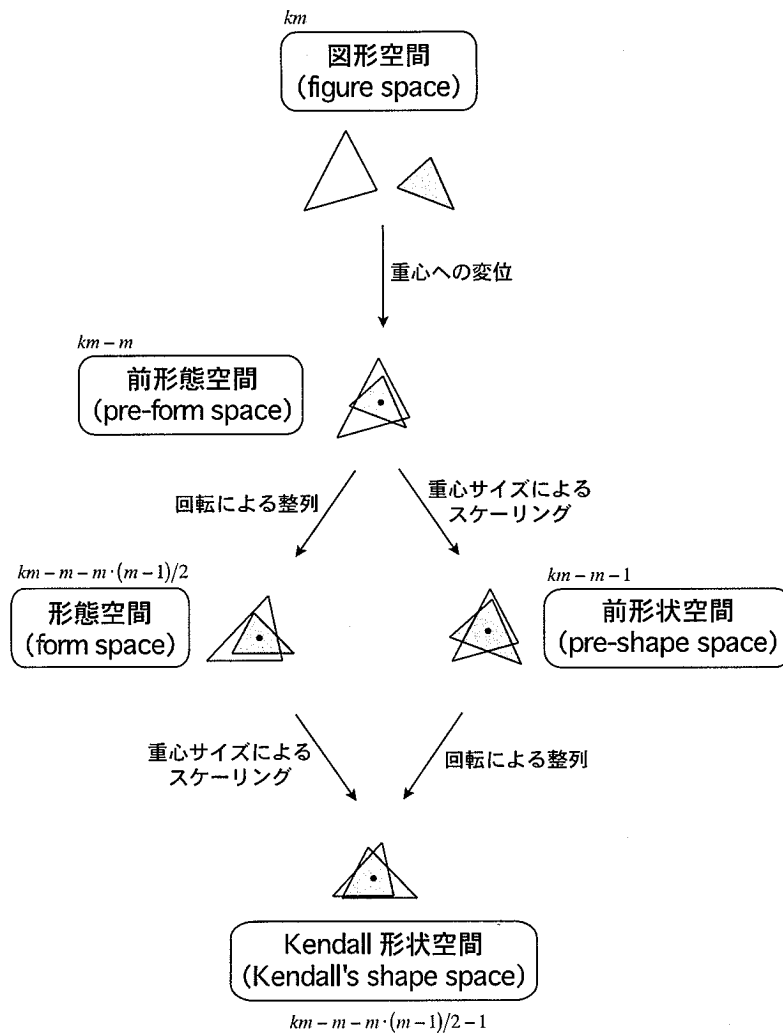
重心サイズによる規格化

回転による整列には、Generalized Procrustes (GP) Method (Dryden&Mardia,1998)を用いた。サイズと重心を規格化されたサンプル間で、標識点間の2乗距離の和を最小にするように最適化計算を行なう。以上の処理により、サイズと向きを揃えることができ、かたちを標識点の座標として統計的に表現できる。以上の手続きは、最適化計算としては特に複雑なものではない。しかし、GP処理後の標識点が線形空間で多変量正規分布することが幾何学のおよび統計学的に与えられたのは1994年から1998年にかけてのことである。したがって、標識点の座標を統計的数量として分析できるようになったのは、ごく最近である。



回転による整列

三中(1999, 2005)による, Morphometricsの手順の流れを下に示す. 最初の, 測定した標識点データの空間を図形空間(figure space)と呼ぶ. Figure spaceのデータは $k$ 個の標識点が $m$ 次元空間にある. 2次元空間の場合, 表記上の便宜のために複素空間としてあつかうことがある(三中(1999)とDryden & Mardia(1998)はそのような表記法をとっている). これは, たんに便宜のためであり, 特に極座標系として扱うためではないことに注意.



Morphometricsの計算と形状空間 (三中1999から引用)

Zelditch et al. (2004)の計算例をなぞり，三中(1999)とDryden & Mardia (1998)に示される数学的特徴を以下にまとめる。

Figure Space: 2次元平面に描かれた2つの三角形XとWがある。XとWは三角形を指すと同時に、その座標を表す行列でもある。2次元平面に特徴点が3つなので、 $k=3$ 、 $m=2$ で、3行2列の行列として表すことができる。1つの三角形について、 $3 \times 2$ の6自由度がある。

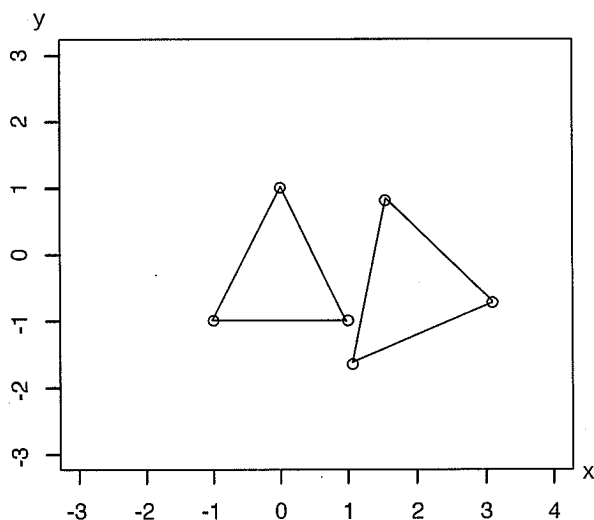
$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} -1 & -1 \\ 1 & -1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \mathbf{W} = \begin{bmatrix} 1.07 & -1.64 \\ 3.10 & -0.72 \\ 1.55 & 0.82 \end{bmatrix}$$

```
> X = matrix(c(-1,1,0, -1,-1,1), nrow=3, ncol=2, byrow=FALSE)
> X
     [,1] [,2]
```

```

[1,] -1 -1
[2,]  1 -1
[3,]  0  1
> plot(X)
> W = matrix(c(1.07,3.10,1.55, -1.64,-0.72,0.82), nrow=3, ncol=2, byrow=FALSE)
> W
      [,1] [,2]
[1,] 1.07 -1.64
[2,] 3.10 -0.72
[3,] 1.55  0.82
> plot(X,xlim=c(-3,4),ylim=c(-3,3 ))
> plot(W,xlim=c(-3,4),ylim=c(-3,3 ))

```



Pre-form space: うえの2つの三角形の重心は以下のようにもとめられる.

$$X_c = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^K X_j \quad Y_c = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^K Y_j$$

三角形Xでは,  $X_c=(1/3)(-1+1+0)=0$ ,  $Y_c=(1/3)(-1+-1+1)=-0.333$ となり, Wでは,  $X_c=(1/3)(1.07+3.10+1.55)=1.907$ ,  $Y_c=(1/3)(-1.64+-0.72+0.82)=-0.513$ となる. この重心をもちいて, Pre-form spaceでのXとWの座標を求めると, つぎのようになる.

$$\mathbf{X}_{centered} = \begin{bmatrix} (-1-0) & (-1-(-0.333)) \\ (1-0) & (-1-(-0.333)) \\ (0-0) & (1-(-0.333)) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & -0.667 \\ 1 & -0.667 \\ 0 & 1.333 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{W}_{centered} = \begin{bmatrix} (1.07-1.907) & (-1.64-(-0.513)) \\ (3.10-1.907) & (-0.72-(-0.513)) \\ (1.55-1.907) & (0.82-(-0.513)) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.837 & -1.127 \\ 1.193 & -0.207 \\ -0.357 & 1.333 \end{bmatrix}$$

重心は、各標識点の平均値である。平均値をひいているので、重心の位置は(0,0)となる。このことから、1つの三角形について、2つの標識点の座標がわかれば、あとの標識点の座標は定まることとなる。したがって、一つの三角形を表すには2つの標識点( $k$ )の2次元座標( $m$ )があればよく、 $km-m=4$ 次元空間であらわすことができる。

Pre-shape space: 重心サイズによるスケーリングを行い、pre-shape spaceへと変換するために、次の計算を行なう。重心サイズの式はつぎのものである。

$$CS(\mathbf{X}) = \sqrt{\sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^M (\mathbf{X}_{ij} - C_j)^2}$$

この式を用いて、三角形の大きさをスケーリングする。 $X_{centered}$ と $W_{centered}$ は、すでに中心が0,0になっているので、この座標を用いることで計算は簡単になる。

$$CS(X_{centered}) = \text{sqrt}((-1.0)^2 + (-0.667)^2 + (1.0)^2 + (-0.667)^2 + (0)^2 + (1.333)^2) = 2.160$$

$$CS(W_{centered}) = \text{sqrt}((-0.837)^2 + (1.127)^2 + (1.193)^2 + (-0.207)^2 + (-0.357)^2 + (1.333)^2) = 2.311$$

重心(0,0)に中心を移動された2つの三角形のpre-shape spaceでの座標は、重心サイズによって割ることによるスケーリングで得られる。

$$\mathbf{X}_{pre-shape} = \frac{1}{2.160} \begin{bmatrix} -1 & -0.667 \\ 1 & -0.667 \\ 0 & 1.333 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.463 & -0.309 \\ 0.463 & -0.309 \\ 0.000 & 0.617 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{W}_{pre-shape} = \frac{1}{2.311} \begin{bmatrix} -0.837 & -1.127 \\ 1.193 & -0.207 \\ -0.357 & 1.333 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.362 & -0.488 \\ 0.516 & -0.089 \\ -0.154 & 0.577 \end{bmatrix}$$

サイズはスケーリングされたので、大きさのファクターは消滅する。すると、三角形は、原点(0,0)にある重心から、3つの特徴点への角度のみで表わすことが出来る。別の言い方をすれば、pre-form spaceでは、三角形を表わすのに $km-m$ の4次元空間が必要であった。pre-form spaceでの三角形の大きさを重心サイズによってスケーリングしているため、全ての三角形において、重心から3つの特徴点までの距離の和は1になっている。したがって全ての三角形は4次元空間内の3次元球体上の一点として表わすことができる。次元が1つ減少しているため、pre-shape spaceの次元は $km-m-1$ となり、三角形の場合は3次元空間となる。3つよりも標識点が多い場合には、超球となる。

Kendall's shape space: pre-shape spaceで大きさをそろえられた三角形を、なるべく向きが揃うように回転による整列を行ないたい。ここでは、 $\mathbf{X}_{pre-shape}$ を基準として、これに $\mathbf{W}_{pre-shape}$ を回転させて整列させることを目指す。(X,Y)座標での回転は一般に $(X\cos\theta - Y\sin\theta)$ ,  $(X\sin\theta + Y\cos\theta)$ になる。したがって、回転させた $\mathbf{W}_{pre-shape, rotated}$ はつぎのようになる。

$$\mathbf{W}_{pre-shape,rotated} = \begin{bmatrix} (-0.362 \cos \theta) - (-0.488 \sin \theta) & (-0.362 \sin \theta) + (-0.488 \cos \theta) \\ (0.516 \cos \theta) - (-0.089 \sin \theta) & (0.516 \sin \theta) + (-0.089 \cos \theta) \\ (-0.154 \cos \theta) - (-0.577 \sin \theta) & (-0.154 \sin \theta) + (0.577 \cos \theta) \end{bmatrix}$$

この  $\theta$  は、 $X_{pre-shape}$  と、これに  $\mathbf{W}_{pre-shape,rotated}$  との差が最小になるように決められなければならない。これは、対応する特徴点の間の 2 乗距離  $D_p$  を最小にすることになる。

$$D_p = \sqrt{(X_{11}-X_{21})^2+(Y_{11}-Y_{21})^2+\dots+(X_{13}-X_{23})^2+(Y_{13}-Y_{23})^2}$$

この回転による整列の手続きは、次の図に描くことができる。pre-shape 三角形はここでは、3次元球面上の一点である。図の  $Z_1$  が  $X$  であり、これは固定している。 $Z_2$  が  $W$  であり、これが回転によって  $Z_1$  に近づく。

ここでは、最適化計算を省略して、 $D$  を最小化する  $\theta$  は  $-19.2$  度と求めたこととする。これを上の  $\mathbf{W}_{pre-shape,rotated}$  の式に代入すると、次のような値となる。

$$\mathbf{W}_{pre-shape,rotated} = \begin{bmatrix} -0.502 & -0.341 \\ 0.458 & -0.254 \\ 0.044 & 0.596 \end{bmatrix}$$

これを持ちいて、 $X_{pre-shape}$  と  $\mathbf{W}_{pre-shape,rotated}$  の間の距離  $D_p$  (Partial Procrustes Distance; 部分プロクラテス距離) を求めると次の値になる。なお、 $D_p$  は球面上の距離 (測地間距離) である Procrustes Distance; プロクラテス距離ではなく、地球上でのアナロジーでいえば地面を突き抜けてまっすぐ掘られたトンネルの長さになる。

$$D_p = \sqrt{(-0.502 - (-0.463))^2 + (-0.341 - (-0.309))^2 + (0.458 - 0.463)^2 + (-0.254 - (-0.309))^2 + (0.044 - 0)^2 + (0.596 - 0.617)^2} = 0.089$$

$X$  と  $W$  の間の角度  $\rho$  は  $\rho = 2 \arcsin(D_p/2)$  で計算することができる。なお、 $D_p$  は  $0.08941$ 、 $\rho$  は、 $0.08943$  ラジアンとなり、ごくわずかの差である。 $\rho$  は  $5.1$  度に相当する。

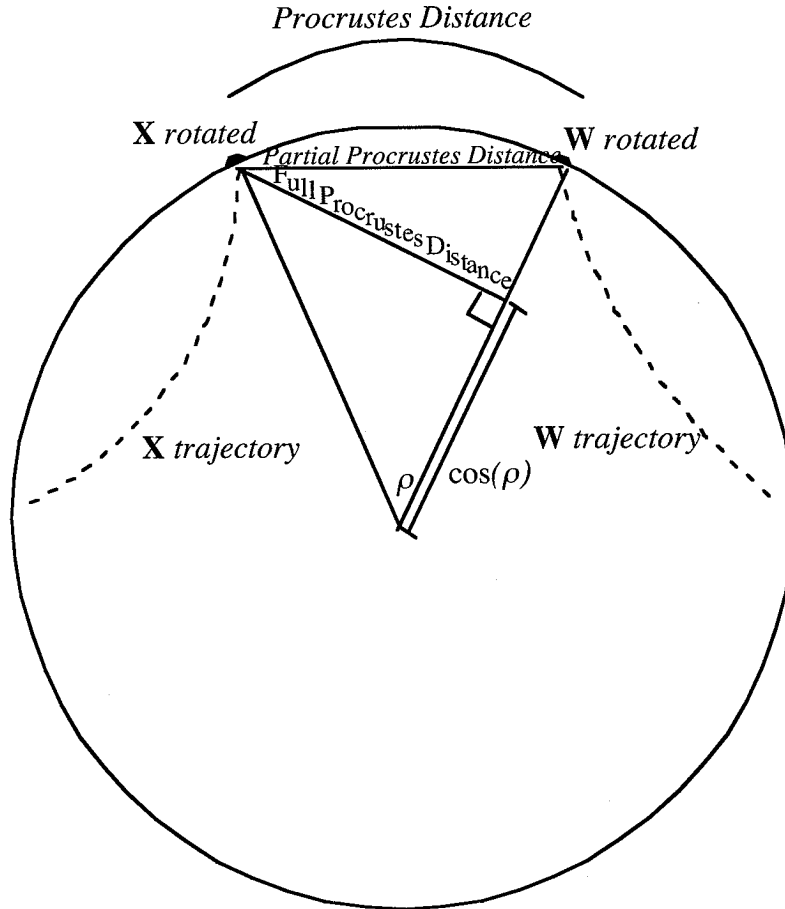
また、回転による整列の結果、ここで回転の自由度が消滅する。これにより、3 角形を表わす shape space は 2 次元空間になる。これは、先の球面の表面に相当するので理解が容易である。

Kendall は、 $X$  と  $W$  の間の最短距離となる、Full Procrustes Distance; 完全プロクラテス距離を定義している。これは原点から  $W$  までの直線上にある  $X$  までの直角三角形を形成する  $B$  点と、 $X$  との間の距離である。 $\cos(0.089)$  は、 $0.996$  であり、ごくわずかに  $\mathbf{W}_{pre-shape,rotated}$  のサイズを小さくしたものととなる。

$$\mathbf{W}_{Kendall's\ Shape} = \cos(0.089) \begin{bmatrix} -0.5021 & -0.3414 \\ 0.4583 & -0.2542 \\ 0.0439 & 0.5956 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.5001 & -0.3401 \\ 0.4564 & -0.2532 \\ 0.0437 & 0.5932 \end{bmatrix}$$

この、Bで与えられる図形が分布する空間がKendall's Shape Spaceと呼ばれている。

なお、この例では、Xを基準とする図形に設定した、3つ以上のかたちを比べる場合には、通常、全サンプル平均をとったかたちを基準として計算する(Dryden and Mardia, pp.75, Zelditch et al., pp.97).



### Tangent Space

Kendall's shape spaceでは、球体上の測地間距離であるProcrustes Distance、球体上の2点の最短距離（球体内をつきぬける）であるPartial Procrustes Distance、サイズのわずかな調整を伴う、基準の形へもっとも近づいている形状での距離Full Procrustes Distanceの3種類の距離がある。このうち、Full Procrustes Distanceが形成する球面をKendall's Shape Spaceと呼ぶ。

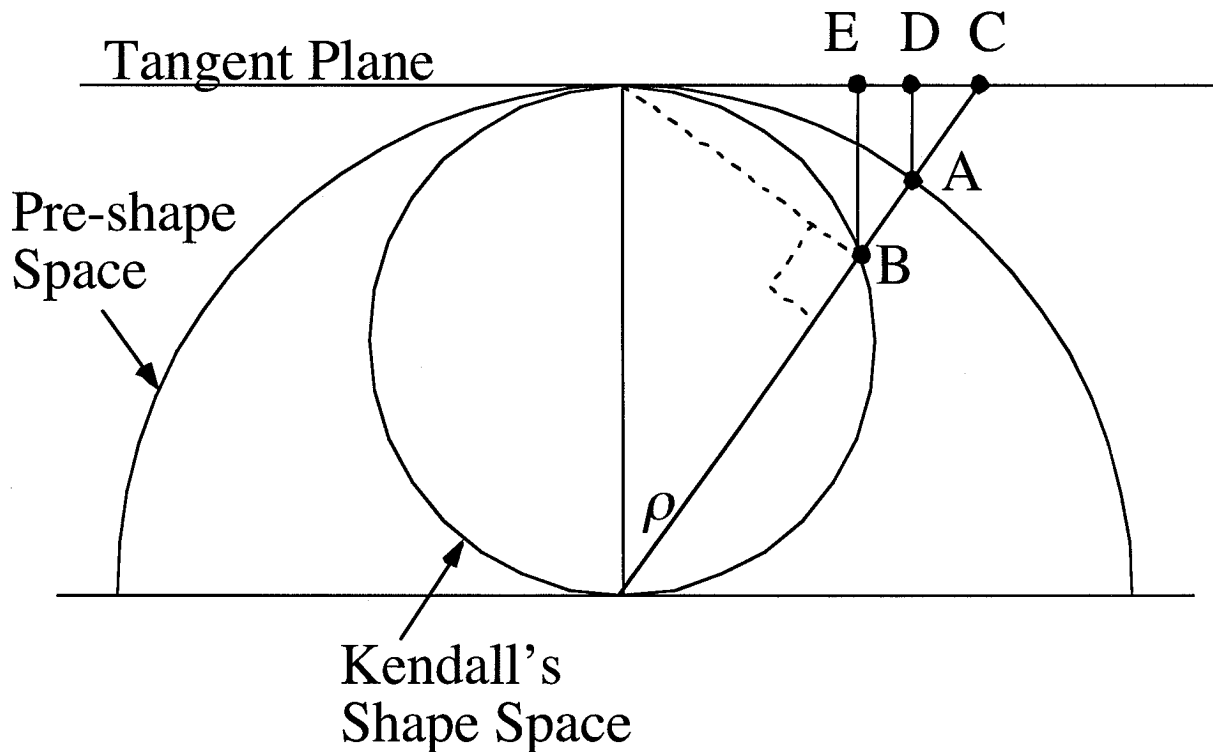
Partial と Full Procrustes Distance は、基準の形との距離は直線になる。曲面であるPre-shape spaceもしくはKendall's Shape Spaceと、平面であるEuclid Spaceとの対応付けをするために、基準の形の点を極として、それに接するEuclid spaceを考える。これはTangent Spaceとよばれる。Euclid spaceへの投影により、多変量解析を可能にしようというアイデアである。

Pre-shape space上の点Aと、Kendall's Shape Space上の点Bから対応づけることのできるProjectionはE.D.Cの3点が考えられる。原点-B-Aと引いた線がTangent Spaceと交差するところが点Cとなる。Cと基準点との距離は、基準点とAとのあいだのProcrustes Distanceよりも長くなる。

また $\rho$ が大きくなると、無限大にまで大きくなりうる。Eは、Full Procrustes DistanceであるBのTangent SpaceへのTangent Projectionである。基準点とBの距離はどのProcrustes Distanceよりも短い距離となる。この方法では、最大距離はKendall's Shape Spaceの半径と等しい。DはPartial Procrustes DistanceであるAのTangent Projectionである。Tangent Projectionによって投影された点である図形の標識点座標をTangent Coordinatesと呼ぶ。

Dryden & Mardia (pp.76)では、ほとんどの実用的ケースでは、DとEとの差は非常に小さく、どちらでもよいと述べている。

本研究での、以下のGP処理後の標識点座標は、Full Procrustes DistanceによるTangent Coordinatesである(ShapesパッケージのマニュアルprocGPAの項を参照)。

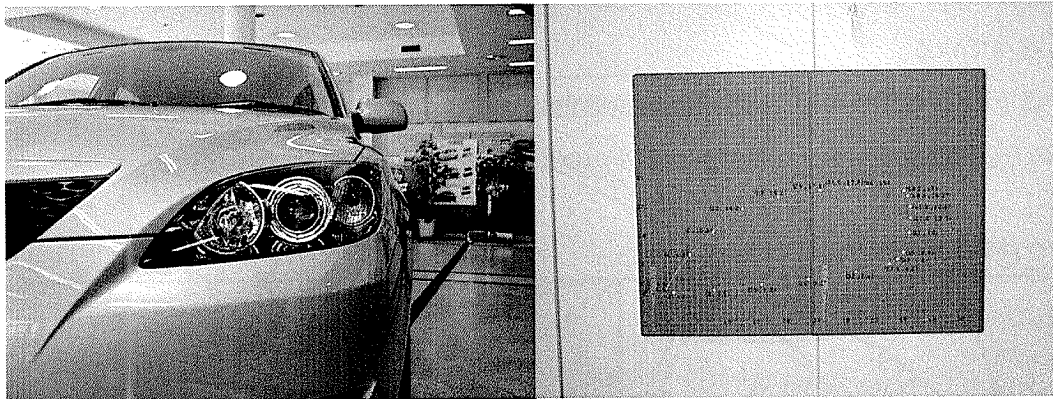




## かたちのクラスター分析

### かたちの計測方法

自動車ヘッドライトを題材として、かたちのクラスター分析を行った。かたちと感性評価との関係を後で調べる。ヘッドライトのかたちは27車種の国産と輸入セダン・ミニバンで計測した。左ヘッドライトから1mのところからデジタルカメラで撮影した。



写真からライト部分を枠取り、座標を計測した。形態的標識点（曲率が最大となる点）と機能的標識点（ウインカー部分）を抽出する。標識点は8点で、（正面からみて）左側終端、左側終端への曲率最大点上下、ウインカー部分の始点上下(これは機能的標識点)、ウインカー部分の曲率最大点上下、左側終端。左ヘッドライトを撮影し、メッシュを重ねて標識点の座標を求めた。

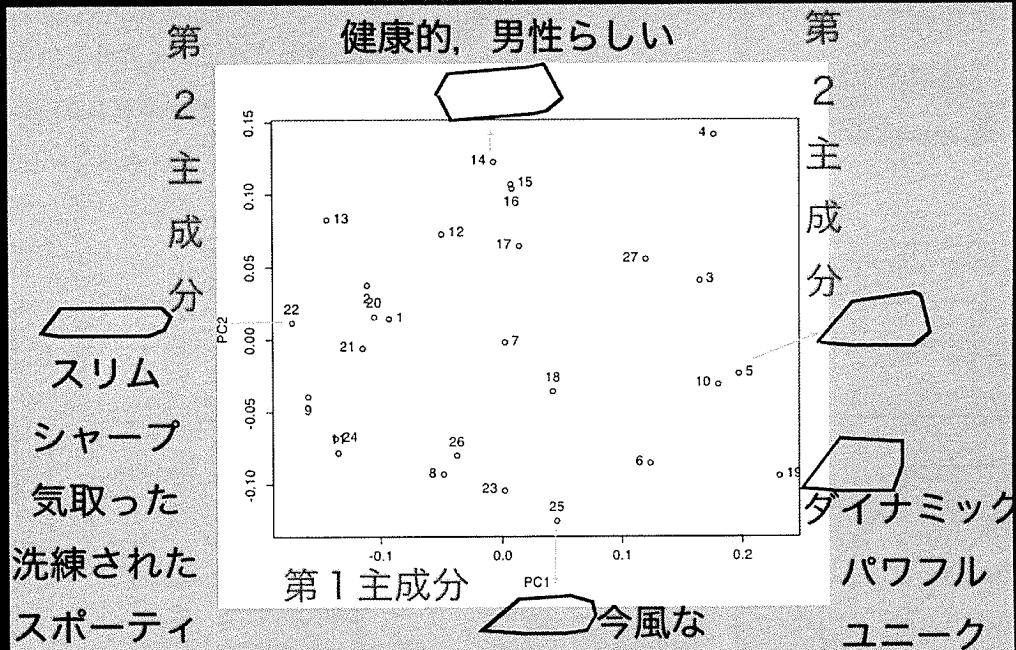


8 標識点からなる図形の例（上の自動車(Mazda Axela)）

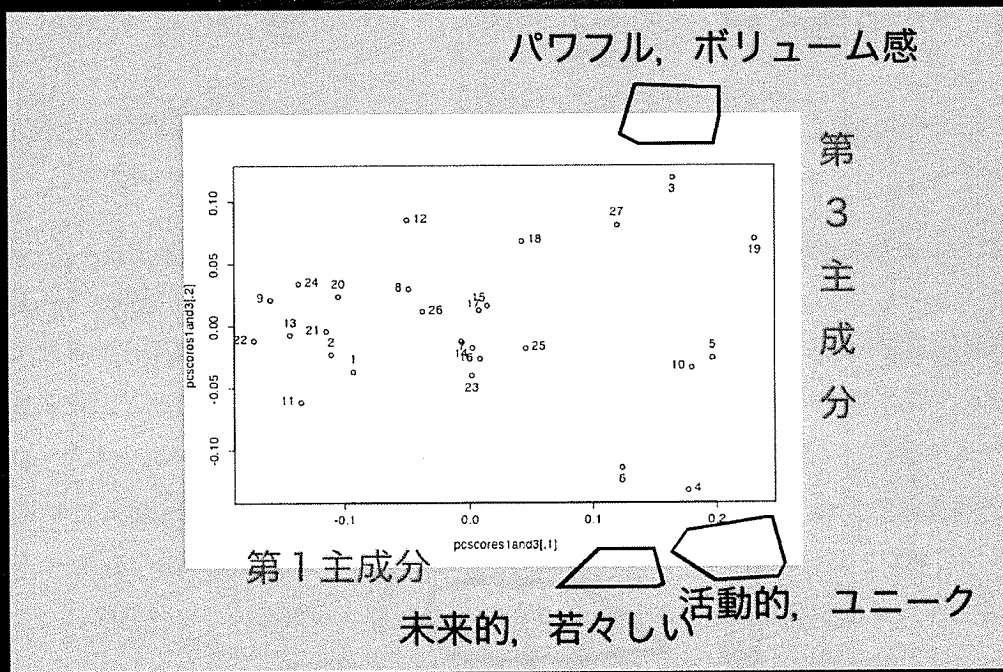
### ライトのGeneralized Procrustes Analysis

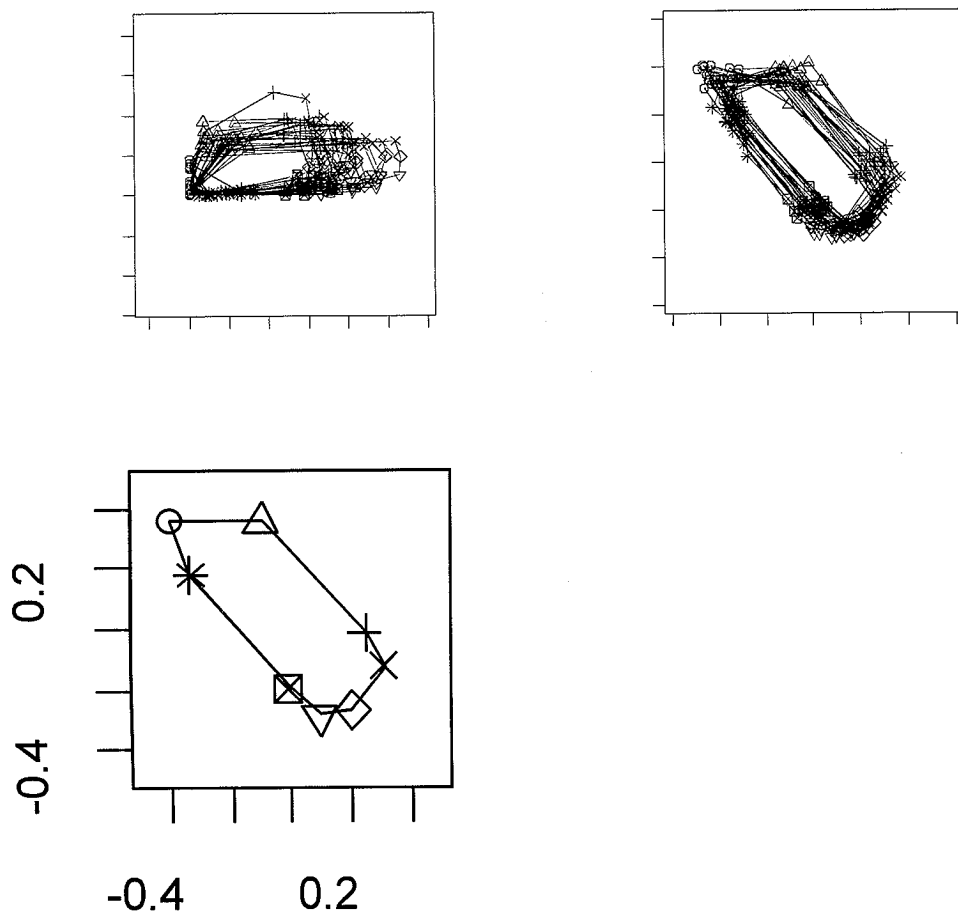
上のようにして、測定した標識点のデータを使い、Generalized Procrustes Analysis 処理をしてライトの大きさ、向きを揃えて評価用の刺激とした。作成した標識点のデータ（27車種分、 $2 \times 8$ の16次元データ）を2次元データとして取り込み、使用する。GPAには、Dryden & Mardia (1998)による、“Shapes”パッケージを使用した。ShapesはRの上で利用でき、CRANから標準パッケージとしてダウンロードできる。

## 主成分スコア：第1と第2主成分



## 主成分スコア：第1と第3主成分

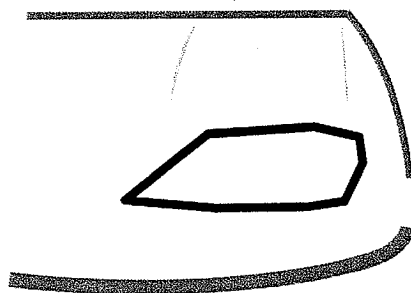




左上から、元データ、重心サイズによる規格化と回転による整列、GP化後の個々のサンプル

### 感性評価実験

評価用刺激はGPにより求めた8点の標識点を直線をつないだ図形で、27台と平均値形状を合わせた28種。印刷してリーフレットとして評価に用いた。標識点をつないだライト形状の線を、車種や塗装色の影響を取り除く為、バンパーやボンネットを統一して作画している。

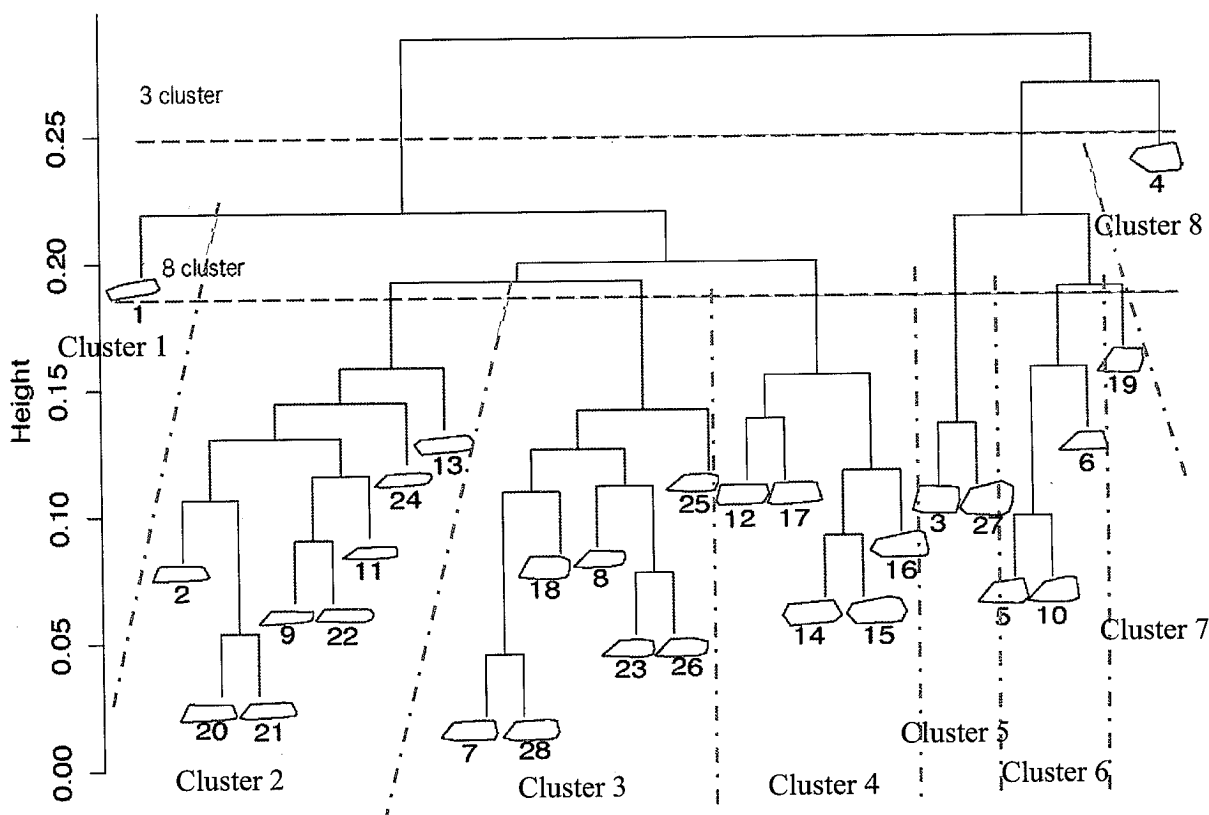


評価用刺激 (Mazda Axela)

感性評価には、58の感性ワードを用いた5点SD評価紙を用い、主成分分析をおこなって感性構造を調べた。被験者は男性13名（20歳代12名, 40歳代1名）

### かたちのクラスター分析と感性の関係

2×標識点数8の座標値である16次元データを用いて28種のかたちのクラスター分析(Euclid, UPGMA)を行なった。非類似度の変化から8クラスター解とした。



### 各クラスターの特徴

各クラスターに属するメンバーの感性評価値の平均を計算した。この値が平均+1SDである3.52以上である感性ワードを値が高く関係のあるものとした。左の2~13のCluster 2では、スリムな、シンプルな、大人っぽい、スポーティなが高い。このクラスターは高さが低く、左側がとがっている。平均値(サンプル28)を含むCluster 3は、左下部が鋭角にとがっており、若干の高さがある。このクラスターでは高い値の感性ワードは存在しない。3番目の12~16のCluster 4は厚さがあり六角形に近い。これは男性的らしいが高い。右側の5,10,6のCluster 6はくさび型であり、これらは未来的な、若々しい、カジュアルな、健康的な、明るいが高い。このように形と感性の関係を求めることができた。

## かたちの主成分分析

かたちを主成分分析をするということは、多次元空間で表わされるかたちを小さい次元数の空間に投影することである。小さい次元数への投影とは奇異に感じられるかもしれないが、2次元の特徴点が8個あるということは、特徴点が示しているかたちの次元は16次元データであることになる。16次元のデータの分布については直感的には理解しえないので、これを少数次元空間へ投影することが、かたちのバリエーションとその傾向を知るために有効な手段となる。

社会科学での主成分分析の使用法と同様に、低次元空間で主成分スコアを用いてサンプルをマッピングすることにより、存在するデザインはどのようなパラメーターの傾向があるのか、どのような分布の形なのかを知ることができる。また、マップと感性評価との関係がどのようなものであるかを知ることが出来る。

さらに、後で述べるように、各主成分によって、どのようにかたちが変わるのかを見ることが出来る。これにより、かたちのバリエーションはどのような成分に分解されるのかを検討することが出来る。

### 分析手順

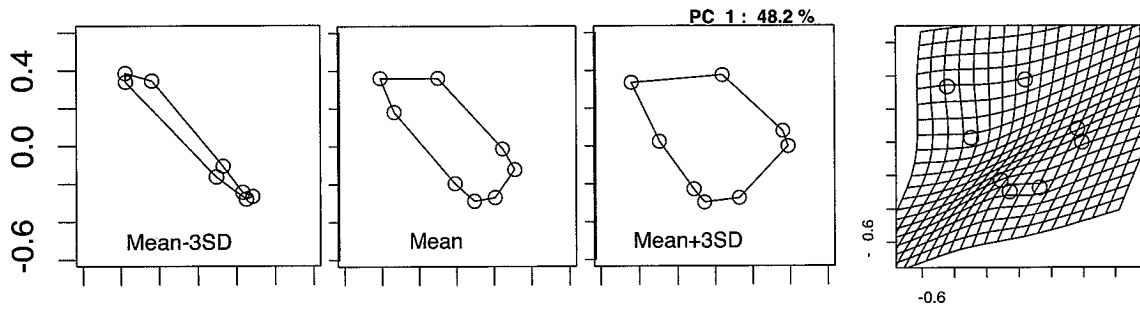
1. GP化された座標データ(16次元)を主成分分析する。2×標識点数8の座標値である16次元データを用いて27種(平均値のかたちNo.28は除く)のかたちの主成分分析を行なった。3つの主成分を説明の対象とした。3つで77.9%の分散を説明することになる。
- 2.主成分の3次元空間内で主成分スコアの分布を検討
- 3.もとの16次元データ空間で、主成分スコアの分布の方向について検討

### 主成分負荷量と主成分スコア

主成分スコア(得点)の分布において、 $-3SD$ 、平均値、 $+3SD$ (第1から3列)になる理論値に対応する、標識点の座標をプロットした。第1主成分が上の行、第2は中、第3は下の行である。なお、回転による整列の最適化計算の都合上、かたちは51度右回転している。第3主成分までで累積寄与率は77.9%である。薄板スプライン法(Thin Plate Spline)による、変形グリッドを第4列に示した。これは平均値から $+3SD$ の形への変形分を示している。

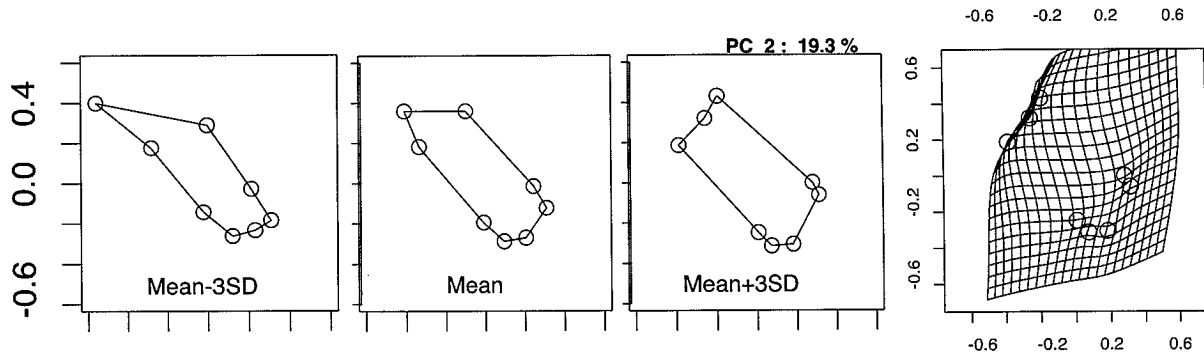
第1主成分は、厚さの変化(ライトのタテ方向の大きさ)を示している。変形グリッドは、タテ方向へのひし形の変形が強く、一方、ヨコ方向はライト下の部分が短くなっていることを示している。単にひし形の変形であれば線形であるが、中にむかって寄っているので、非線形部分も同時に存在している。

$+3SD$ に相当するサンプルは、ユニーク、パワフル、ボリューム感などの評価値が高い。 $-3SD$ に相当するサンプルは薄すぎて存在しないが、薄いサンプルはスリムな、スポーティーな、シンプルなが高い。



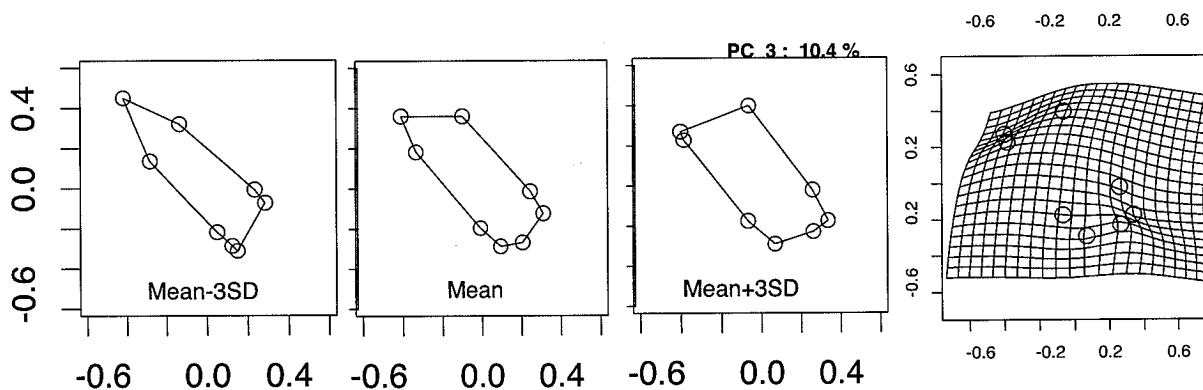
第2主成分は、左側突端終端（人間の目でいえば内側目じり）が下方へ出てとがる／とがらないかの違いである。厚さはほとんど変化がない。変形グリッドは、その部分の局地的な大きい変形を示している。変形グリッドにしめされるように、ほぼ非線形な変化分しかない。

+3SDとも、極端になってそのものが対応するサンプルはないが、-方向の形に対応するサンプルは今風な、シャープな、+方向では男性的、健康的、若々しい、スポーティーが高い。



第3主成分は、くさび形-箱形の変化である。左側の中心がとがる／とがらない、左側終端への曲率最大点と上下の厚さの変化がみられる。さらに右側ウinker部分の曲率最大点上の移動が見られる。第2主成分と同様、ほぼ非線形部分しかない。

-方向ではパワフル、ボリューム感、シンプル、男性的、+方向では未来的、若々しい、都会的、ダイナミックなが高い



かたちを主成分分析することにより、以上のように厚さ・目じりのとがり・くさび形-箱形というデザインバリエーションの方向性を各々分離することができた。

## かたちの空間と感性の関係の分析

かたちの主成分分析により、主成分空間と形の関係が分かった。次に、かたちの空間に対する、感性評価との関係はどのようなものであるかを考えたい。かたちのバリエーションは、線形の空間に主成分スコアを用いてマッピングできる。このかたちの線形空間と感性との関係は線形であるとはいえないことが容易に予測できる。厚さ、幅といった線形なアフィン変換の部分だけでなく、“目じり”のかたちなどの変化に感性が当然反応するからである。したがって、このようなローカルな変形と感性との関係を捉えるためには、本質的に非線形性を扱うモデルを必要とする。

かたちの主成分空間と、感性評価との関係について、特に非線形性に注目しローカル回帰分析を使ったグラフィカルな分析方法を考案した。

## ローカル回帰分析

パラメトリックモデルとノンパラメトリックモデル

通常の単回帰はデータ全体での予測値からの誤差を最小にしようとする（竹澤, 2001から）。

$$(\text{minimize}) E = \sum_{i=1}^n (aX_i + b - Y_i)^2$$

$X_i$  は予測変数（独立変数とも呼ばれる）の値、 $Y_i$  は目的変数（従属変数とも呼ばれる）の値である。 $a$ は回帰係数で $b$ は定数である。

古典的な回帰分析は1つの回帰式を存在するデータ全体に当てはめようとする。パラメータの数を少なくしてフィットさせることがモデル化の目的であり、これはパラメトリック回帰と呼ばれる。他方、ノンパラメトリック回帰はこのようなパラメータを減らそうという意図はなく、ユーザーにとって使いよい、わかりやすい傾向が抽出できればよいという考え方である。

ローカル回帰モデル

Local linear regression (LLR) モデルは、ノンパラメトリック回帰分析の手法の1つである。多くの場合、LLRは1つの回帰式をデータの1つに対応させてフィットさせようとする。したがって、 $Y$ の値それぞれが異なる $a$ と $b$ を持つ。これを“local fitting”と呼ぶ。

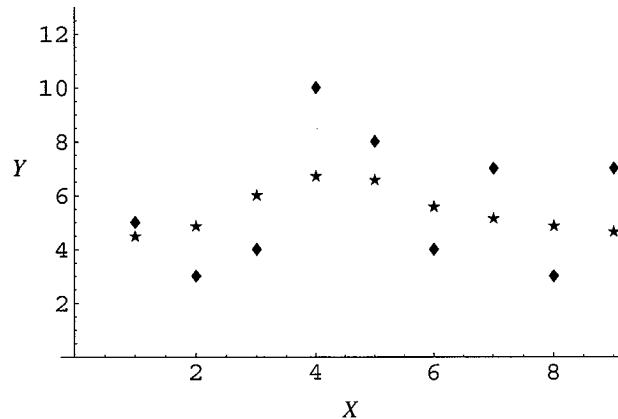
LLRでは、予測変数( $X_j$ )に対して  $a_j$  と  $b_j$  ,  $Y$ の予測値 $j$ が求められるが、 $X_j$ だけでなく $X_j$ の近くに存在する $n$ 個の $X$  ( $n\_local X$ )も同時に用いる。その1つを $X_i$  とすると、 $Y_i, a_j, b_j$  は $X_j$ におけるエラーを最小化することによって求められる。

$$(\text{minimize}) E(X_j) = \sum_{i=1}^{n\_local} w_{ij} (a_j X_i + b_j - Y_i)^2$$

求められた  $a_j$  と  $b_j$  をハットをつけて書くと,  $X_j$  に対応する推定値  $\hat{Y}_j$  は次のように書ける.

$$\hat{Y}_j = \hat{a}_j X_j + \hat{b}_j$$

$w_{ij}$  はローカル重みのパラメーターであり, どこまで離れた  $X$  までを考慮に入れるかを決定する. これはカーネル関数と一般的に呼ばれているもので, 単一のピークとなだらかな裾を持っている関数 (Gaussian など) がよく使われている.



局所線形回帰(点が測定値Y)

図はローカル回帰の例を示す.  $X_j$  とその近傍の  $X_s$  (この場合前後1つずつ) に対応する1つの  $j$  の推定値 (星印) を示している. この線を見ると,  $Y$  の変動をスムージングしていることがわかる.

ここでは, LOESS (local regressionの略) をスムージングの計算方法に用いた (Cleveland et al., 1992). ノンパラメトリック回帰の多くの方法は, 通常固定した大きさの近傍範囲を使用しているが, LOESSは考慮する対象の  $X_j$  の近傍  $k$  個を, 考慮に入れる範囲  $X_s$  としている. これは, スムースネスを自動的にチューニングすることを考えている. たとえば, 漁獲高のサンプリング調査では, 魚が良くとれるエリアは密にサンプリングし, あまりとれないとあらかじめ分かっているところは粗にサンプリングする. このようにデータの粗密があることが普通なので, LOESSは固定範囲ではなく,  $k$  個近傍という考え方を採用している. 計算方法から, 最近傍局所1次式回帰とも呼ばれる (竹澤, 2001).

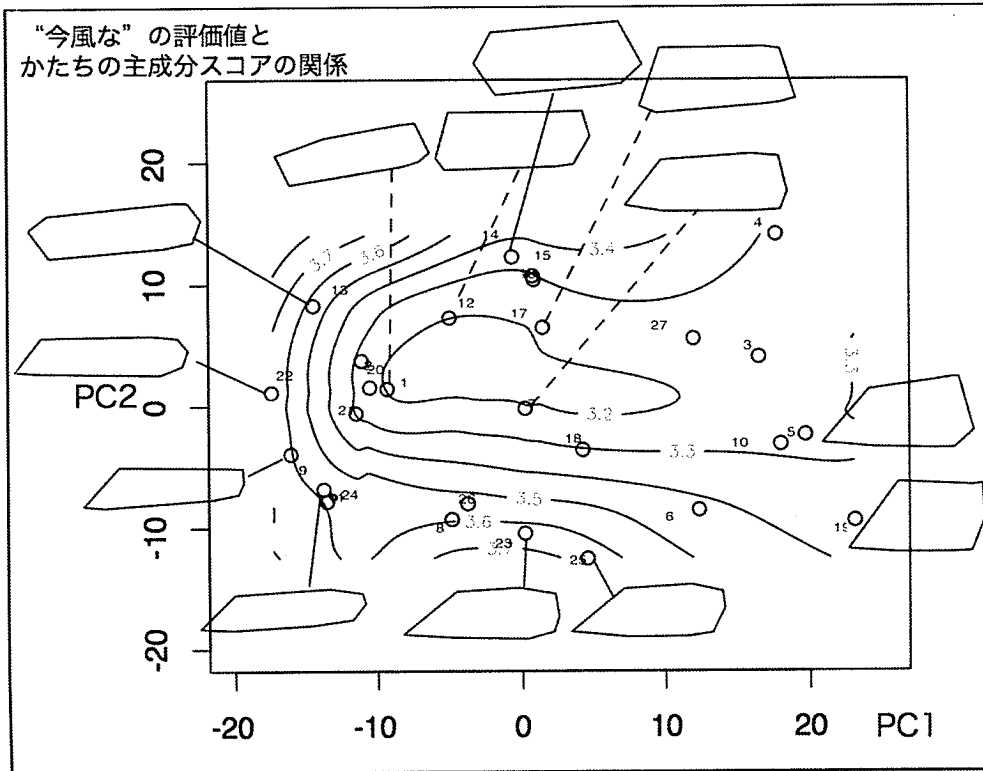
LOESSは  $X_j$  の近傍のデータについて, 3乗の重みづけ式を用いている.

$$\left( 1 - \left( \frac{|X_i - X_j|}{\text{distance to furthest neighbor}} \right)^3 \right)^3$$

$k$  / 全体のデータ数を “span” と呼び, これが近傍サイズを調節するパラメーターである.

下の図に, かたちの主成分スコアによるマッピングと, スムージングした感性評価値 (“今風な”) の図の例を示した (span=0.5, 主成分スコアは100倍した値) .





“今風な”の評価値のスムージングと、各サンプルのかたちの対応

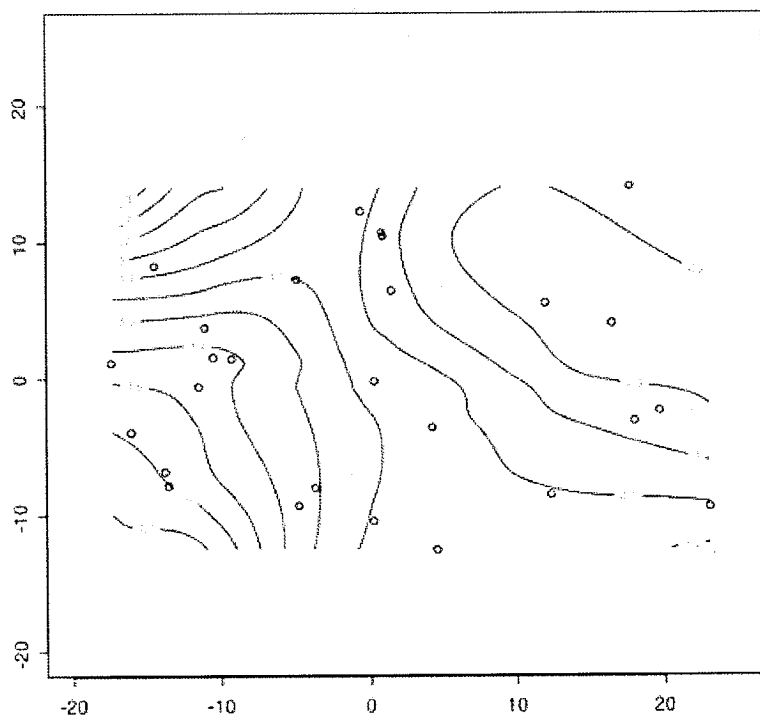
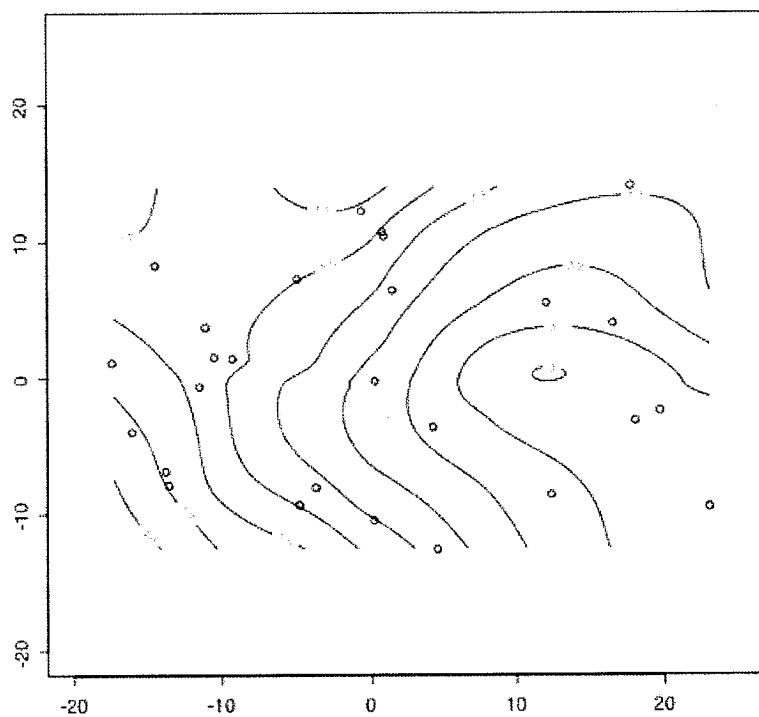
第1主成分はライトの厚さの方向の変化，第2主成分は左側突端終端（人間の目でいえば内側目じり）が下方へ出てとがる／とがらないかの違いの変化になる。

評価が高い領域は左上から中央下までのL型の領域であり，厚さが薄いもの及び内側目尻がとがり外側目尻が丸いライトである（引きだし線が実線）。一方，低い領域は中央近辺で四角く，厚いライト（引きだし線点線）である。このような非線形性や交互作用を示すためにMorphometricsとローカル回帰の組み合わせは有力である。

その他の感性ワードについては以下のようなになる。

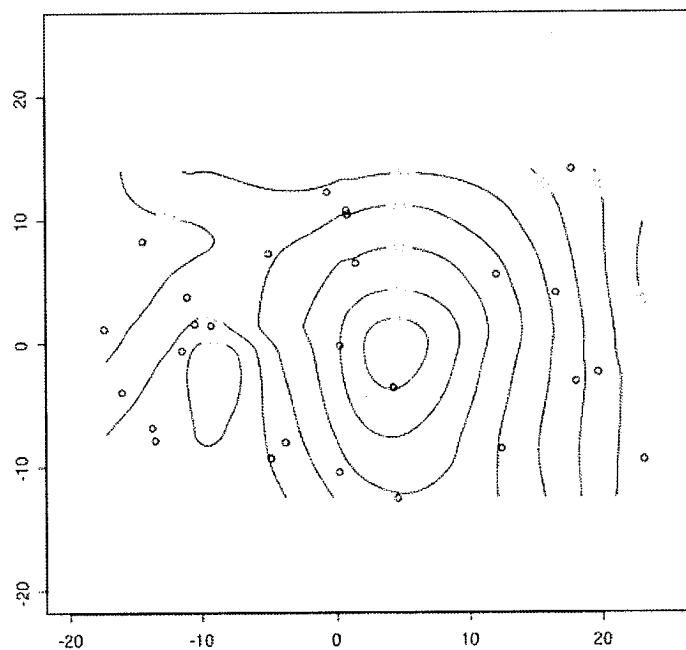
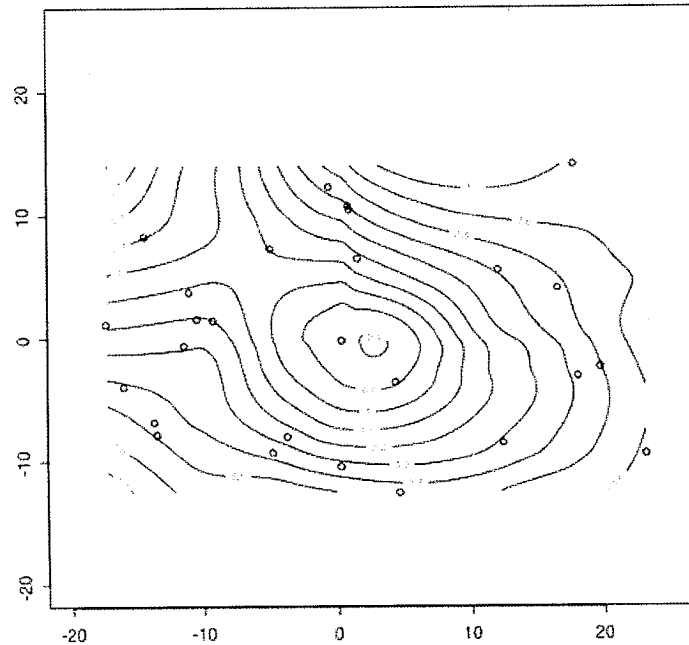
大人っぽい(次の図上)：左上から中央下が山，右下が谷。軽い非線形性がある。上下の厚さが薄いものが高い。

洗練された（次の図下）：左下隅，厚さが薄く，内側目尻の下側がとがったサンプルだけが高い。非線形性と固有のデザイン要素への影響が大きい。



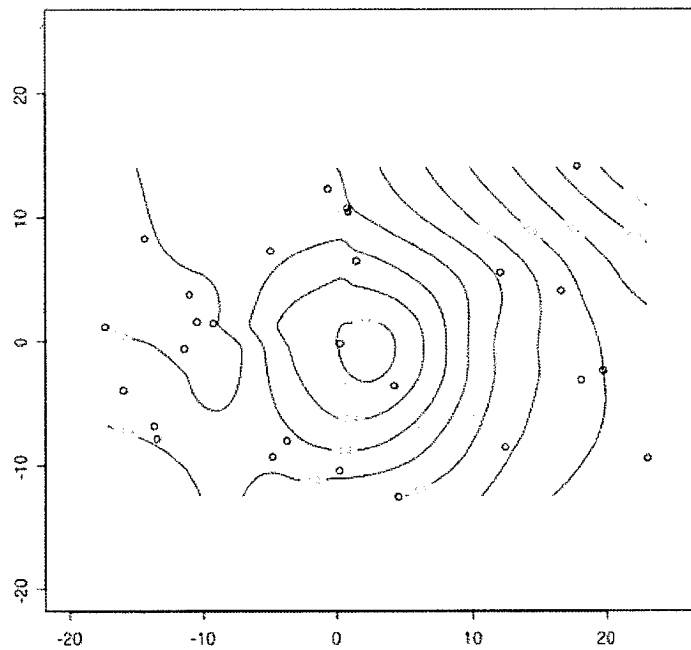
大人っぽい（上），洗練された（下）

個性的な（次の図上）：周辺部は全て高く、その反対で中心部は谷となっている。中心部は平均形状に近いサンプル(No.18など)が位置する。つまり、平均的な形から遠ざかれば個性的という評価である。著しい非線形性を示している。  
カジュアルな（次の図下）：これも同様に中心部が低い。



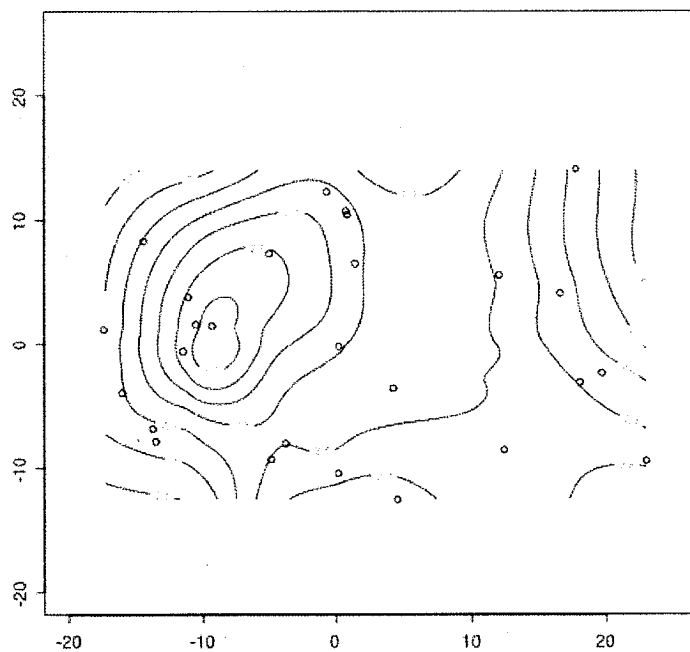
個性的な（上），カジュアルな（下）（上は刻みが0.1単位で下は0.2単位なのに注意）

落ち着いた：上の2つと反対に，中央にピークがある．左半分が高い



落ち着いた

女性的な：左側に，“女性的でない”盆地がある．これはNo. 1, 2, 20といった厚さがうすく，四角形に近いライトである．

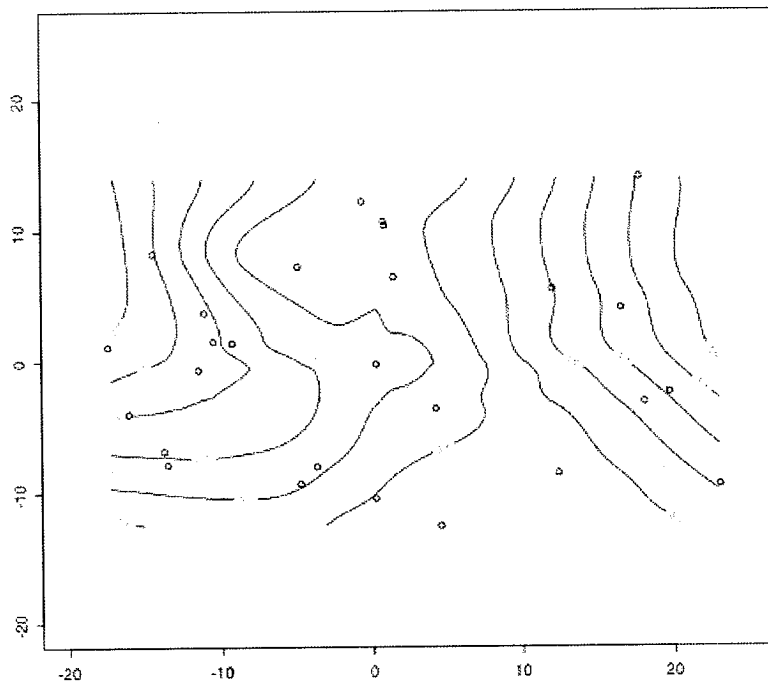
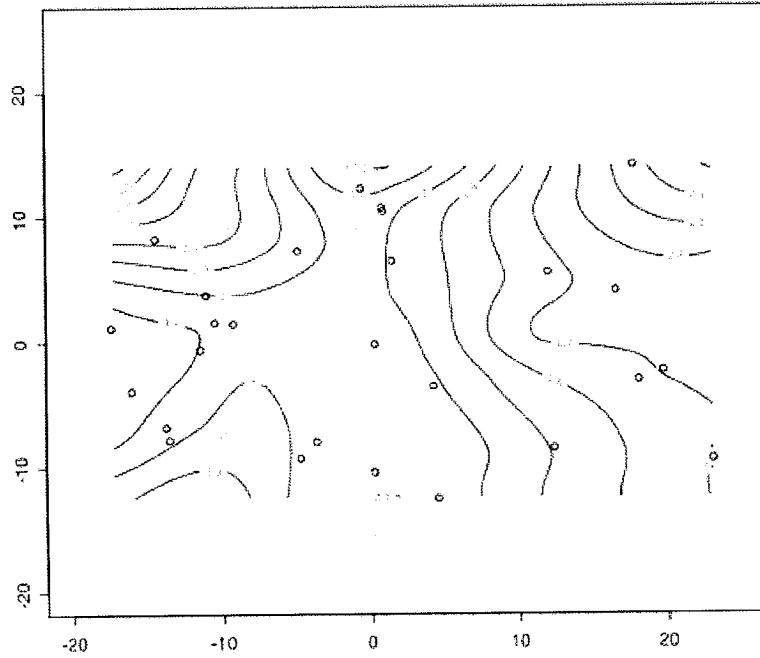


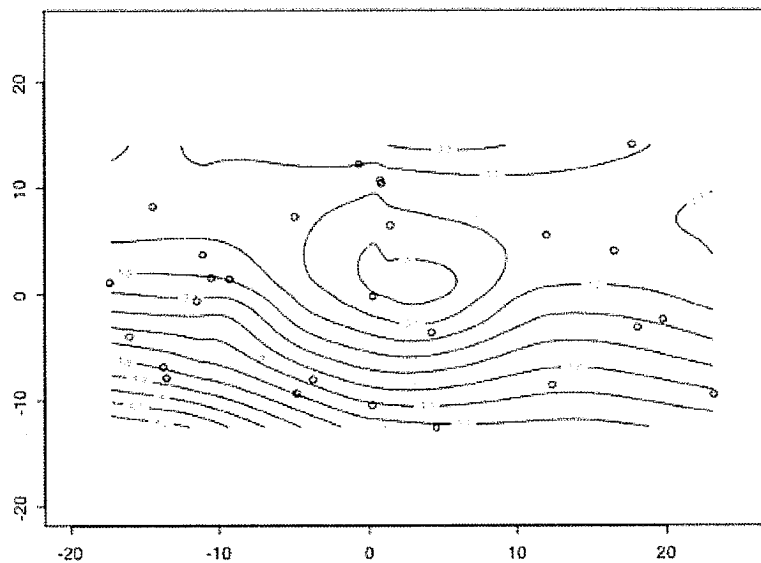
女性的な

高級感のある（上の図）：ほぼ、左へいくほど高い。線形性が高い。

ダイナミックな（中の図）：右へいくほど高い。線形性が高い

未来的な（下の図）：下ほど高い。線形性が高い





高級感のある（上），ダイナミックな（中），未来的な（下）

かたちの主成分分析の主成分スコアに感性評価値を重ね、評価値をスムージングすることで、その評価が高いエリアがわかる。それによって、デザインとの対応はピンポイントなのか、広いのか、複数あるのか、どのぐらいの寸法・形状の幅なのかを知ることができ、デザインの具体的な方略を考えることが可能になる。

#### 参考文献

Bookstein, F.L., *Morphometric Tools for Landmark Data*, 1991, Cambridge

Cleveland, W.S., Grosse E., and Shyu W.M., 1992 Local regression models. Chapter 8 of *Statistical Models in S* (eds.) J.M. Chambers and T.J. Hastie, Wadsworth & Brooks/Cole.

Dryden, I.L. & Mardia, K.V., *Statistical Shape Analysis*, 1998, Wiley.

三中信宏, 形態測定学, 古生物の形態と解析(3章), 1999, 朝倉書店

竹澤邦夫, みんなのためのノンパラメトリック回帰, 2001, 吉岡書店

### 第Ⅲ部 総括 課題と展望

本研究では、「モノに対する心理距離をイメージ処理から探る」としたテーマについて、イメージを擬人化メタファと設定することで、本報告を構成する個別の研究を配置した。これらが第Ⅰ部にまとまっており、こうした研究を下支えする感性評価・分析技術を第Ⅱ部とした。これらの関係はいわば第Ⅰ部が横系であり、第Ⅱ部が縦系の関係にあたる。さらに、こうした関係を再考してみると、フレームワークは組み替え可能であり、感覚モダリティの比較や巨視的対微視的観点の対立構図としてプロジェクトを整理しなおすことができる。特に感覚モダリティの比較については、研究の当初計画において、感覚モダリティに即した感性の存在を仮定していた。しかし、現実社会に存在する具体的な対象を研究テーマに据えようとする、用いられる感覚は複雑になり、感覚モダリティに依存した感性だけを取り上げることは難しい。例えばコンピュータ・インターフェイスとして一般的に採用されているものは、視覚・聴覚および運動反応であり、こうした複合的な知覚処理と運動との連携を通じて、対象のコンピュータ・インターフェイスに対する感性が生成される。したがって、本研究においては感覚のモダリティを念頭におきながらも、感性の基礎メカニズムを追求するような基礎研究から、すぐに社会に還元可能な研究までを貫く軸として「擬人化メタファ」を採用することにした。

さて、個別の研究における課題と展望についてはそれぞれの節においてまとめられている。ここでは、この研究プロジェクトの課題と展望を述べる。人間が生み出してきたモノは、そのデザインから推定可能な単純な機能をもつ道具から、自動化の進んだ機械となり、さらに近年では汎用的な処理が可能なコンピュータや自律的なシステムを携えたロボットまでに発展してきた。この発展の仕方はモノが少しずつ人間化してきているように思われる。こうした見方については、裏を返せば製作者である人間がモノをより擬人化させようとしている、さらには製作者のみならずヒトはモノを見る際に擬人的に捉えた方が認知しやすいといったことがあるのかもしれない。私たちは莫大な量のモノに囲まれて生活しているが、生活の中で触れるほとんどのモノの意味や機能を理解している。モノを使用する際に、私たちは新たに生み出されるモノの全てについて、わざわざ教科書を開いてその意味を学習したりはしない。つまり、ヒトがモノを理解する際には、モノのデザインと機能との関わりからモノの意味を理解したり、既存のモノとの類似性から推測したりするなど、さまざまな認知機能を駆使することで、新しいモノに対する理解を容易にしていると考えられる。その中には、人間同士の社会的関係をモノの世界に当てはめるといった機能があっても不思議ではない。

そこで、本研究の最大の課題と展望は、擬人化メタファの妥当性とその拡張にある。研究を進める上で、擬人化メタファを採用しモノの分類に対する新たな枠組みを提案したが、本報告でモノと擬人

化メタファの関係に直接言及したのは第Ⅰ部第Ⅰ節である。その他の節においてもこの枠組みを視点に研究が実施され一定の成果を収めているが、適合性や適合範囲の確認はさらに確かなものにする必要がある。これは、例えば愛着といった感性はモノに対する認知の変容として捉えることができるし、この認知変容はモノのもつ複雑さ（機能性や自律性）などの物理的な特性が深く関わっている。こうした２つの要素について、多種多様なモノを対象にしながら、擬人化メタファの適合性を精査していく作業を継続していく必要がある。さらに、モノの擬人化メタファそのものについての追求も必要である。本研究プロジェクトにおいては、モノに対する擬人化促進要因はモノが発する意図性にあると考えた。例えば風に吹かれた枯葉が自分の方に近づいてきた。この時、枯葉が私を追いかけて来たという理解が容易に生じる。形態的には凡そ意思をもつとは思えない対象であっても、擬人化が生じるのである。モノに対する擬人化認知について、今後は意図をキーワードに擬人化プロセスに焦点を当てた研究の展開も必要であろう。さらに、この課題は第Ⅱ部の感性工学技術にも深く関与する。これは、感性評価や定量化の段階において、今回取り上げた擬人化プロセスを初めとするようなヒトの認知過程をモデルとして組み込むということである。感性ワードをもとにモノの印象を評定する段階では、認知モデルに基づいた対象物の提示方法や感性ワードの配置方法を工夫することができる。また、評定値を基に対象物に対する感性を定量化する段階においても感性ワード間の構造や出力されて数値の意味づけに貢献できる。さらに、前述した認知の変容といった時間プロセスまでも網羅できるようになると、モノが生まれてから廃棄されるまで、モノの一生に関わるデザインを考慮することができるようになるかもしれない。

最後に、こうしたことに注意を払いながら、今回取り上げたモノに対する擬人化メタファをさらに拡張していけば、モノづくりにおける有力なコンセプトの一つになると考えている。例えば、モノに対して年齢、性別、性格及び使用者との関係を人間関係に置き換えて考えてみる事が出来る。そして、コンセプトに矛盾にしない形態的なデザインや機能を付与することができれば、モノの機能、操作性、ヒューマンインターフェイスなどにおける扱いの分かりにくさを解決できる可能性がある。さらには、人間同士の関係において生じる感情面までを考慮して応用すれば、モノとの関係に人間関係を投影させ、モノを安易に捨てたり粗暴に扱ったりするなどのモノ扱いを解消し、モノとの関係に新たな面を加えることができる可能性を秘めている。

本研究の研究成果が、学術的情報の共有といった枠を超えて、実社会におけるモノづくりに生かされ、日常生活の中で陽の目をみるよう発展させていきたい。