

擬人化した家電機器からの機能説明手法の評価

大澤 博 隆^{†2} 今 井 倫 太^{†1}

本研究では、擬人化パーツを用いて人工物を直接エージェント化し、人工物の機能を直感的に提示するディスプレイロボットを提案する。エージェントを介した物体の情報提示手法として、従来では擬人的なエージェントを介してユーザへ情報を伝達する手法が主流であったが、ディスプレイロボットは物体を直接擬人化し、情報の提示者と説明対象を同一にするため、従来手法と比較して、より直感的なユーザへの情報提示が可能となる。本研究では擬人的なエージェントであるヒューマノイドからの機能説明と擬人化した物体からの機能説明を実験で比較した。その結果、ユーザは擬人的なエージェントからの機能説明よりも擬人化された物体からの機能説明をより多く記憶していることが分かった。

Evaluation of Function Explaining using Anthropomorphized Home-appliances

HIROTAKE OSAWA^{†2} and MICHITA IMAI^{†1}

We propose "Display robot" that anthropomorphize an artificial object directly. Display robot can give users function of object intuitively. Past studies represented information via anthropomorphized humanoid robot or CG-agent. Display robot achieves more intuitive information giving by making information presenter and target object as same. In this study, we compared function presentation from anthropomorphized object and humanoid-robot by experiment. An result says that participants of the experiment remembered more functions in the anthropomorphized object situation than humanoid-robot situation.

1. ま え が き

家電の高機能化、家電のネットワーク化に伴って、ユーザが身の回りの機器から受け取る情報は爆発的に増えつつある。このような複雑な機器の機能をユーザに対しわかりやすく伝えることは、より難しくなっている。

従来、このように複雑な機器の各機能をユーザにわかりやすく伝えるため、アフォーダンスを元にしたデザインの改良や機器自体のインターフェース設計の改善による解決などが行われて来た。しかしながら、複数の機器同士が連携したり、各機器が環境中のセンサと連携を行って情報を提示する次世代の家電ネットワーク社会では、単一機器のインターフェース設計の変更だけで、爆発的に増加する機能・情報に対処するのは限界があると考えられる。このため、各機器自体の改

良を行うのではなく、機器とユーザの間にエージェントを介し、ユーザとエージェントがインタラクションを行うことで、ユーザに情報を分かりやすく伝える方法が注目されている。

本研究ではエージェントによる情報伝達の一手法として、物体に人間の身体部品を取り付けて、物体の擬人化を行うディスプレイロボットを提案する。ディスプレイロボットの目標は、物体を擬人化することで、環境中に置かれた無線アドホックセンサやRFIDなどの外部情報取得デバイスから得られる情報を物体から見た相対的な情報に変換し、人間と環境中の物体との直観的なインタラクションを可能にすることである。ディスプレイロボットは身体部品を取り付けることで物体に内在する身体のイメージを拡張し、物体に対して積極的に主体を持たせることができる。たとえば、プリンタがディスプレイロボットによって擬人化されていれば、ユーザはその紙差し込み口を、プリンタの「口」として扱うことが出来るようになる。

人間と人工物の間に擬人化エージェントを介在させ、人間へ情報提示を行う方法として、従来では、ヒューマノイド・非ヒューマノイドロボットのような擬人的

†1 慶應義塾大学理工学部

Faculty of Science and Technology, Keio University

†2 慶應義塾大学理工学研究科

Graduate School of Science and Technology, Keio University

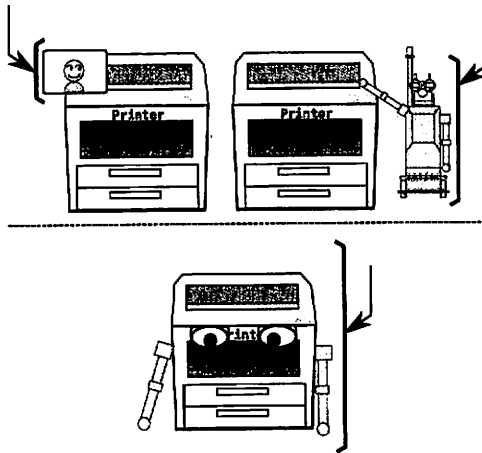


図 1 擬人的エージェントとディスプレイロボットの違い
Fig. 1 Difference between anthropomorphic agent and display robot

なロボット²⁾³⁾や、擬人的なCGエージェント⁴⁾が主に使用されてきた。しかしながらこの手法では、図1上のように、エージェント自体の身体イメージと説明対象となる人工物のイメージが異なり、情報提示対象と別に擬人的なエージェントが存在する形になるため、物体とのインタラクション中に、ユーザの認識する対象が増えると考えられる。その結果、ユーザの興味対象が、説明対象よりも説明を行うエージェントに向かってしまい、円滑なインタラクションが進まない可能性が考えられる。

これに対し、ディスプレイロボットを使用し、擬人的な目や腕を物体に取り付けて情報提示を行う手法では、図1下のように物体が直接擬人化される。これにより、エージェント自体の身体イメージと物体の身体イメージが統一され、ユーザの注意が他にそらされることがなくなると考えられる。また、従来手法と比較して、ディスプレイロボットによる擬人化では、上や下、外や中といった方向表現に代えて、頭や腹などの身体表現を使うことも可能になる。これらの表現を使うことで、ユーザは対象物体・対象領域名などの事前知識無しに指示対象を理解することが可能となる。

本研究では、ディスプレイロボットとして実際に擬人化を行う腕パーツ・目パーツを用い、これらのデバイスをプリンタに取り付け、プリンタ自身の機能説明を行うアプリケーションを作成し、擬人的なエージェントであるヒューマノイドロボットRobovie²⁾を使用した場合とディスプレイロボットを使用した場合で、機能説明の比較を行った。その結果、ディスプレイ

ロボットを用い、対象を直接擬人化することで、他にエージェントを置く場合より、ユーザが説明対象により注目しやすくなる傾向が発見できた。

2. 背景

2.1 理論的背景

ディスプレイロボットは人間が人間以外の機器に対して、無意識のうちに主体性を感じて振る舞う傾向があること、および人間が人間を模した構造に対して、無意識のうちに影響を受けてしまうことの2つを仮定している。以下の2つの研究は、これらの仮定を支持している。主体性を持たないはず物体を、人間が擬人的に扱う傾向については、ReevesらがThe Media Equationという書籍にまとめている⁶⁾。The Media Equationでは、人間は状況によって、情報を伝える媒体であるメディア自身をコミュニケーション対象とみなし、あたかもメディアに主体があるように行動することが示されている。そして実験により、ディスプレイとキーボードを備えただけの単純なコンピュータが人間に対し情報を提示した際、提示方法の違いによってコンピュータに親近感を抱いたり、同族意識を抱いたり、敬意を払ったりすることが確認されている。

また、実際に身体部品を物体に取り付け、擬人化表現を用いることで、人間の行動の制御を行った研究としてBatesonらの正直箱(Honesty Box)を用いた研究⁷⁾が挙げられる。彼らは、食事代金に対し、ユーザが任意で支払いを行う正直箱(Honesty Box)が数年置いてある大学構内のカフェのドリンクバーを実験に利用し、飲物の値段表に花の絵を貼ったものと、人の目の絵を貼ったものを用意した。そのうえで、上記2条件の場合の、正直箱に入れられた代金/消費された牛乳の量を比較した。その結果、人の目を貼った場合に、正直箱の収入が平均して2.76倍に上がることが確認された。これは、目をメニューに貼って擬人化を行うことで、システム全体の主体性を増し、ユーザに対して見張られているような感覚を与えることが出来たからだと考えられる。この研究結果は、身体部品の一部を模したデバイスが人間に与える影響力を示している。

ディスプレイロボットではThe Media Equationで述べられている、人間の非人間に対する擬人化傾向を拡張して利用し、ユーザへの情報提示を行う。具体的には、身体部品の一部を物体に取り付けることで空間に内在する身体のイメージを拡張し、空間に対して積極的に主体を持たせる。これにより、空間からの情報提示を、擬人的表現を交えることで、さらにユーザに

理解され易くできると考えられる。たとえば空間の下の場所を指示する際には「この下の部分を見てね」と指示を行う代わりに「僕のお腹を見てね」と発話を行うことが可能となる。これによって、ユーザに対しより直観的な指示が行えるとともに、ユーザの物体に対する親近感を増すことが出来ると考えられる。

2.2 関連研究との違い

擬人的なエージェントを介した場合と介さない場合の被験者の記憶の変化を検討した実験として、深山らの研究⁴⁾があげられる。深山らは、擬人的なCGエージェントを画面中央に置いた場合と置かない場合を比較し、擬人的なCGエージェントを置いて説明を行った場合に、ユーザの記憶が阻害される傾向を発見した。

しかしながらこの研究では、あくまで擬人的なエージェントを介した場合と介していない場合しか比較しておらず、対象を直接擬人化した際にユーザの記憶が阻害されなくなるかどうかまで、検討を行っていない。

本研究では説明対象を直接擬人化することで、このような擬人的なエージェントによる記憶阻害が回避できるか、ディスプレイロボットを用いた擬人化と擬人的なエージェントを介した説明を実験で比較し、検討する。

3. 設計と実装

提案する擬人化手法のため、本研究では擬人化を行うための目デバイスと手デバイスを開発した。通常のロボットデバイスと異なり、ディスプレイロボットでは、各ロボットデバイスが外部の物体を操作する必要は無い。その代わりに、任意の物体に取り付けるため、軽量で設置が簡単にできることが望まれる。本研究では問題の解決として、ベルクロテープ（マジックテープ）で貼り付けることを考慮し、重量を抑えたデバイスを設計・開発した。

3.1 ハードウェア構成

ディスプレイロボットのハードウェアは以下の部品より構成されている。

Iris-board は液晶を使用した仮想的な目であり、取り付けた3次元座標と向きベクトルを元に、瞳の表示位置を決定している。Iris-board の厚さは2cmである。これにより、物体自体に埋め込まれた目が注視するかのようになり、任意の座標を指し示すことが可能である。

Arm-bot は片腕6軸の自由度を持った腕型デバイスであり、手の指先を動かした細かいモーションまで行うことが出来る。Arm-bot はサーボモータとアルミフレームで構成されているが、外装を布で隠すこと

で、物体に取り付けたときの違和感を少なくしている。

この他、ディスプレイロボットの発する声は、背後の小型のスピーカから再生される。スピーカは隠して設置することが出来、ユーザはあたかも物体自身から声が聞こえるように感じる事が可能である。

4. 実験

本研究では、擬人化した人工物からの機能説明を評価するため、目デバイスと腕デバイスを実際の物体に取り付けた場合と、プリンタとは別のエージェントであるヒューマノイドロボット Robovie⁶⁾が、物体の機能を説明する実験を行い、両者を比較した。

説明対象の物体として、今回はオフィス用のレーザープリンタ LP-9200⁹⁾を使用した。このプリンタは一般家庭で使われることが珍しく、被験者がその詳しい機能を事前に知らないことが予測できるため、実験の説明対象物体として適切であると判断した。

4.1 実験仮説

実験の仮説は以下の通りである。対象を擬人化して機能説明を行う場合には、擬人的なエージェントを用いて説明する場合よりも、ユーザの扱うコミュニケーション対象が減少し、ユーザがより説明対象に集中しやすくなる。そのため、ユーザが、説明された機能の内容をより詳しく記憶することが期待できる。よって、実験後に説明した機能をアンケートで尋ねた際に、ディスプレイロボットを使用した条件の方が、ユーザはより説明内容を詳しく記述できる。

4.2 実験手順

実験は10月20-21日、11月22日に大学内で開催された大学祭の研究室展示で行われた。比較のため、10月20日、11月22日には擬人化されたプリンタが説明を行い、10月21日にはRobovieが説明を行った(図2)。被験者は事前に実験の内容を全く知らされておらず、展示場で始めて同意を求められ、実験を行う。このため、通常の対人実験と比較し、被験者が実験に対する予備知識をほとんど持たず、また、実験の成功を動機づけられることも無いと考えられる。これは、通常の対人実験と比較して店頭など実際に機能説明が行われる場面に類似しており、今回の実験目的である、被験者が機能内容をどれだけ記憶したか調べる目的に対し、より適切な実験環境であると考えられる。以下、ディスプレイロボットの実験に参加した被験者を実験群、Robovieのものを対照群と呼称する。

実験手順は以下の通りである。まず、展示への来場者に対し、本研究が、将来ロボットが一般社会に進出した際のロボットの機能説明能力を調べるための研究

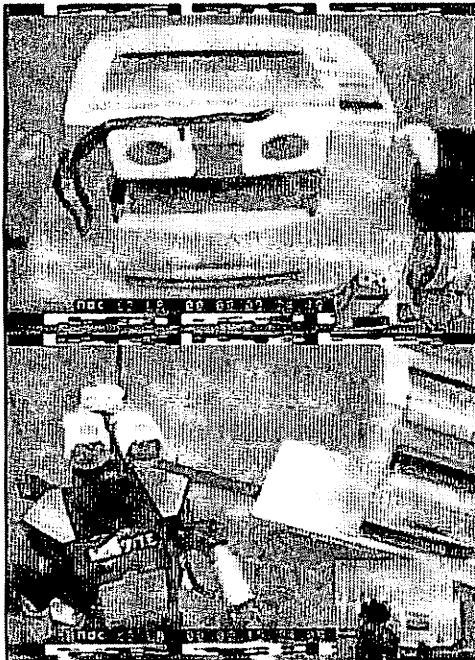


図2 実験群(上)と対照群(下)の実験風景
Fig.2 Experimental(up) and control(down) group

である、という説明を行い、実験への同意を求め、同意が得られた場合のみ、被験者として実験に参加してもらった。その際、説明中の視線の動きを調べるため、被験者に対し実験前に視線計測装置アイマークレコーダ EMR-8B³⁾ を取り付けた。また実験後に、機能説明評価のため、被験者に対しプリンタの印刷枚数、解像度、その他の機能を思い付くだけ記述するというアンケートに回答させた。詳しい実験シナリオは以下の通りである。

- (1) ユーザへの呼びかけと自己紹介
- (2) プリンタ正式名称(LP-9200)と愛称(エスパー)の提示
- (3) 電源ボタンの提示
- (4) 印刷枚数の提示
- (5) 解像度の提示
- (6) レーザプリンタの原理についての説明
- (7) 印刷の誘導(ユーザが横のPCのボタンを押す)
- (8) 印刷の失敗の提示と紙の要求
 - ディスプレイロボットでは「僕の口に入れて」と発話
 - Robovie では、「プリンタの差込口に入れて」と発話
- (9) 印刷の成功と、故障箇所特定のやり方の提示

- ディスプレイロボットでは「僕の頭を開けて」と発話
- Robovie では「プリンタの上部を開けて」と発話

- (10) 紙詰まりの取り除き方の説明
- (11) ヘルプボタンの説明
- (12) 記念写真撮影の誘導
- (13) アンケート回答の誘導
- (14) 回答後の謝礼(撮影した記念写真の提供、お菓子1枚)

シナリオはユーザからプリンタを直接操作する形の説明とし、エージェントに対してユーザが十分に引き込まれることを意図して設計した。ディスプレイロボットの例では、プリンタは一人称「僕」として指示を行う。これに対し Robovie を使用した場合には、一人称は「Robovie」となり、プリンタは「このプリンタ」と呼ばれる。

なお実験の音声は、プリンタ・発話者の呼び方の違いを除き、実験条件と対象条件で同じものを使用した。音声は、実験群ではプリンタ背後のスピーカから、対照群では Robovie の口のスピーカから発話された。このようにして、提案デバイス以外の影響要素をなるべく排除するよう実験を設計した。

5. 結 果

アンケートで有効回答が得られた被験者は、男性21人、女性8人の合わせて29人であった。このうち、ディスプレイロボットと接した実験群の被験者は男性13人・女性3人、Robovie と接した対照群の被験者は男性8人・女性5人であった。被験者の年齢は10歳未満から60歳以下までであった。実験後のアンケートでは、プリンタの印刷枚数、解像度、その他の記憶している機能すべてについて、記述によって解答させ、その合計数を調べた。両群の機能回答数の差を図3、分布を図4に示す。図4は、横軸が正解数、縦軸が回答人数を表す。実験群の平均回答数は2.3個、対照群では1.3個であった。

また、アイマークレコーダをつけた被験者のうち、視線が正しく測定できた被験者は実験群で11人、対照群で11人であった。実験時間中の注視の割合は図5の通りとなる。また、対照群の被験者が、説明対象であるプリンタとロボットを注視した時間の割合を分類したものを図6に示す。

最後に、このプリンタを使いたい、という質問を行ったところ、実験群で16人中12人が使いたいと答え、そのうち4人は、ロボットを外していれば使いた

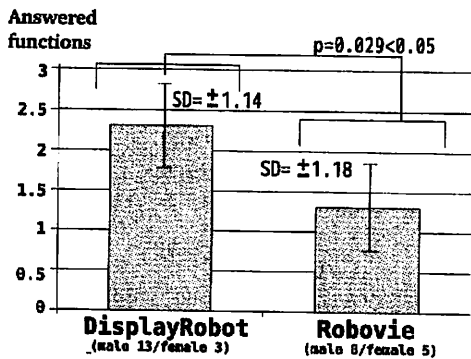


図3 プリンタ機能の回答数の差
Fig.3 Difference of answered functions of the printer

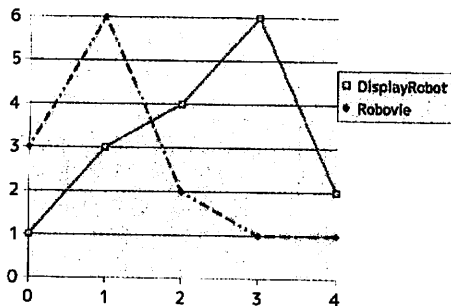


図4 回答数分布
Fig.4 Distribution of answered functions of the printer

いと答えた。また対照群では13人中6人が使いたいと答えた。

6. 考 察

両群の機能回答数に対し Welch の t 検定を行い、 $p < 0.05$ 基準で有意差を調べた。その結果、実験群と対照群の間で $p = 0.029 < 0.05$ となった。この結果より、両群に対して統計的有意差 ($p < 0.05$) が見られた。これは、ディスプレイロボットを取り付けた説明では説明対象から直接情報が提示され、被験者が説明に注意を集中させやすかったのに対し、Robovie が説明を行う場合には、被験者の興味が Robovie に移行してしまい、プリンタに対する注意が集中せず、機能説明が記憶されづかったためと考えられる。

アイマクレコーダを用いて取得した、注視時間割合はこの考察を支持している。図6より、Robovie を使用した説明では、11人中8人の被験者が、説明対象であるプリンタよりも、Robovie の方を注視している

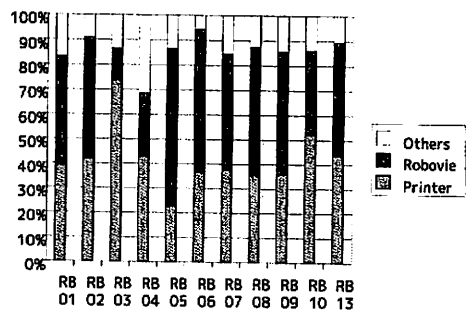
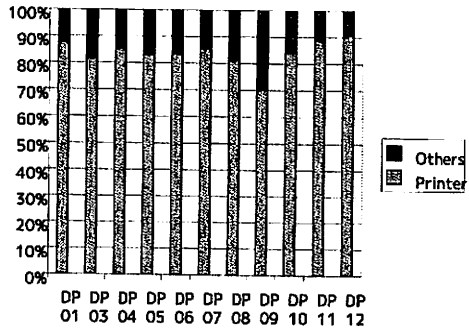


図5 ディスプレイロボット(上)とRobovie(下)の注視時間割合
Fig.5 Gaze time ratio of Display Robot(up) and Robovie(down)

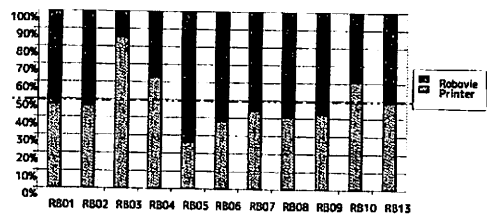


図6 対照群の注視時間割合(説明対象とRobovie自身)
Fig.6 Gaze time ratio of control experiment(by printer and Robovie)

ことがわかる。このようにRobovieに注目した被験者は、たとえば、Robovieがプリンタを指さし説明を行っても、プリンタに一瞬目を写すだけで、Robovieの方を向いている、といった行動が見られた。一方で、被験者RB03のようにプリンタを眺めていた例では、被験者は主にプリンタを眺めながらRobovieの話を聞き、たまにRobovieの方を見て相槌を打っていた。これは、一般の店頭で店員が客に対し行う説明の形に近く、説明のやり方として適切であると考えられるが、このように説明が行われた例はまれであった。よって、ヒューマノイドロボットではこのような店頭説明を意図して設計しても、実際の現場でうまく動かない可能

性が考えられる。また、被験者 RB04 は Robovie よりもプリンタの方を長く注視しているが、それ以外のものを見ている注視時間が多いことが図5下より分かる。これより、このユーザはインタラクション自体に集中できていないのではないかと考えられる。

これに対し、ディスプレイロボットを取り付けた例では、図5下のように、被験者の注意がほとんどプリンタに向いており、その他を中止していた場合は、紙を運ぶ、ノートPCの印刷ボタンを押す、など、インタラクションの流れの中で行われた行動がほとんどであった。また、Robovieの説明には、被験者の視線はRobovieとプリンタの間を激しく行き来することがあったが、ディスプレイロボットの際にはこのような激しい行動は見られなかった。よって、この場合には、被験者の注意が説明対象からほぼ逸れていないことがわかる。

以上より、本研究の実験結果は、ディスプレイロボットを用い物体を直接擬人化した説明が、他のエージェントを介した説明手法より、ユーザの記憶に残りやすい機能説明が可能となった。

ただし、擬人化手法が全ての側面において有用であるとは言えない。例えば筆者らが過去に、ポスターにディスプレイロボットを取り付け擬人化を行い、擬人化したポスターが自身の内容を述べるデモンストレーションを行った際には、ユーザから情報提示がわかりづらい、という指摘がなされた⁵⁾。この状況では、ユーザがポスターを見ながら、さらに同じ内容を聞く形になってしまい、ユーザにとって情報提示が同時に二通りの方法で行われ、繁雑になってしまったと考えられる。よって、擬人化の対象として、対象に他の情報提示手法が無い場合がもっとも望ましいと考えられる。

7. 結 論

本研究ではロボットを用いた情報伝達手法として、人工物を擬人化し、そこからユーザに対し直接機能説明を行うディスプレイロボットを提案した。本研究では擬人化のための目デバイスと腕デバイスの開発を行った。そして開発した擬人化デバイスを用い、説明対象を直接擬人化した機能説明と、擬人的なヒューマノイドロボットを用いた機能説明の実験を実地にて行った。その結果、ディスプレイロボットを用いて擬人化を行った例では、ヒューマノイドロボットを置いた情報提示と比較して、ユーザが説明対象により注目し、その結果機能説明内容をユーザが記憶しやすくなることが発見された。

謝 辞

本研究は独立行政法人日本学術振興会科学研究費補助金の助成を受け行われました。また、本研究での被験者の視線計測のため、アイマークレコーダEMR-8Bをお貸し頂きました。株式会社ナックイメージテクノロジーに感謝します。

参 考 文 献

- 1) M. Bateson, D. Nettle, and G. Roberts, "Cues of being watched enhance cooperation in a real-world setting" *Biology Letters*, Vol. 2, 2006, pp. 412-414.
- 2) T. Kanda, H. Ishiguro, T. Ono, M. Imai, and R. Nakatsu, "Development and evaluation of an interactive humanoid robot "Robovie."," in *Proceedings of IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA2002)*, Washington, DC, USA, May 2002, pp. 4166-4173.
- 3) H. Kozima, C. Nakagawa, and H. Yano, "Attention coupling as a prerequisite for social interaction," in *IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, San Francisco, CA, USA, Oct. 2003, pp. 109-114.
- 4) N. Mukawa, A. Fukayama, T. Ohno, M. Sawaki, and N. Hagita, "Gaze Communication between Human and Anthropomorphic Agent," in *Proceedings of IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, Bordeaux-Paris, France, Sept. 2001, pp. 366-370.
- 5) 大澤 博隆, 今井 倫太, "擬人化を用いた自己言及的な情報提示装置の開発," エンターテイメントコンピューティング 2007, Osaka, Japan, 2007, pp. 239-242
- 6) B. Reeves and C. Nass, *The Media Equation: How People Treat Computers, Television, and New Media Like Real People and Places*. Univ. of Chicago Press, 1996.
- 7) P. Viola, and M. Jones, "Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features," in *Proc. of CVPR*, 2001.
- 8) 視線計測システム EMR-8B
<http://www.eyemark.jp/lineup/EMR-8/EMR-8b.html>
- 9) EPSON レーザプリンタ LP-9200
<http://www.epson.jp/products/back/hyou/printer/lp9200cpl.htm>