

土偶の変遷から見る コミュニケーションメディアのミニマルデザイン

Minimal Design of Communication Media Based on "Dogu" Evolution

幸田健介^{1,2*} 住岡英信² 西尾修一² 石黒浩^{1,2}
Kensuke Koda^{1,2} Hidenobu Sumioka² Shuichi Nishio² Hiroshi Ishiguro^{1,2}

¹ 大阪大学大学院基礎工学研究科

¹ Graduate School of Engineering Science, Osaka University

² 国際電気通信基礎技術研究所

² Advanced Telecommunications Research Institute International (ATR)

Abstract:

Investigation of minimal elements of human-like appearance is important not only for designing communication media but also for considering how appearances affect interaction. This paper addresses design issues of communication media to convey person's presence to a distant location. Inspired from analogies between design strategies of such media and "Dogu", a clay doll built during the Jomon period, we investigate minimal elements of human-like appearance by tracing the evolution of Dogu. The survey of Dogu's evolution suggests that 1) human-like torso had a priority over other body representations including facial expression; 2) the arms and legs were represented in abstract forms; 3) eyes, mouth, and nose were essential; and 4) portability was a key feature to change design strategy. Minimal elements for communication media to convey person's presence are discussed based on the results of the survey.

1 はじめに

近年、科学技術の発達により、遠く離れた場所にいる人とのやりとりが様々な遠隔コミュニケーションメディアを用いて実現されている。このようなメディアは、ただ情報を伝達するためだけではなく、相手との会話自体を楽しむためにも使われ、そのための一つの要素として、遠隔地にいる相手と空間を共有する技術が注目されている [1]。

空間を共有する一つの方法として、遠隔地にいる人間が自身の分身を通して相手とインタラクションを行うことが考えられる。このとき、分身と遠隔地の人間が似ている方がその人間の存在が伝わるであろう。このような考えの下、我々は遠隔操作アンドロイドを用いた研究を行ってきた [2]。実際、これまでの研究から、アンドロイドを用いると操作者の存在感が強く伝達されることが分かっており [3]、対話者がアンドロイドに操作者を投影することでその存在を感じ、その結果、操

作者と空間を共有していると強く感じられるといえる。

しかし遠隔操作アンドロイドを用いる場合、操作者の存在の伝達がアンドロイドの外見の影響を受けることも分かっている [4]。つまり、アンドロイドと操作者の外見が異なる場合は、対話者はアンドロイドの外見の印象に強く影響され、アンドロイドに操作者の存在を投影しにくくなり、操作者の存在が上手く伝達されない可能性がある。

では操作者が誰であっても、その人物の存在を上手く伝達できるような、対話者が操作者の存在を投影できるような外見はどんなものだろうか。対話者が任意の人物の存在を投影するためには、アンドロイドの外見は人とみなせるだけでなく、任意の人物の分身と解釈できるような多義性を持つ必要がある。我々はそのようなアンドロイドの外見を考える際にミニマルデザインのアプローチが適切と考える。ミニマルデザインとは、対話者の解釈を積極的に引き出しつつ、その解釈を方向付ける、最小の手掛かりをデザインすることをいう [5]。人間であるということが分かる最小の手掛かりを持った外見を設計することにより、対話者がアンドロイドに任意の操作者の存在を投影できることを

*連絡先：大阪大学大学院基礎工学研究科石黒研究室
大阪府豊中市待兼山町 1-3
E-mail: koda.kensuke@irl.sys.es.osaka-u.ac.jp

期待している。このようなメディアを我々は人とみなせるコミュニケーションメディアのミニマルデザインあるいは人間のミニマルデザインと呼ぶ。

そういったデザインの嚆矢として我々はこれまで遠隔操作アンドロイド「テレノイド」を開発し(図1左), 実証実験を通して, その可能性を示してきた [6][7]. 人間のミニマルデザインを達成するためには, テレノイドの身体表現について再検討する必要があるが, 身体表現の妥当性を検討するための方針が必要である. また, 人間のミニマルデザインの探索は, 我々の知る限り HAI やロボティクスの分野で行われていないため, これらの分野からその方針を得ることは難しい. しかし, 一旦我々の生活に目を向ければ, 人の存在を投影するという取り組みは様々な場面で見受けられる. 例えば, 人間の身代わりとされる形代や藁人形, そしてさらに古代に遡れば土偶が挙げられる. 土偶の用途は呪物説, 神像説など多くの説があり [8] 未解明であるが, 多くの説に共通していることは, そこに人型の何かを投影していたということである. 現代のように, 遠隔地にいる人と実際にコミュニケーションが不可能であった縄文時代においては, 土偶を通していかに相手の存在を投影できるかが深く考えられていたと思われ, 人間のミニマルデザインのために必要な要素の検討がそこからできると考えられる. 実際, 土偶を見てみると, テレノイドに似ており, その類似性も指摘されている [9].

そこで, 本研究では, 縄文時代の土偶の変遷を辿ることで人間のミニマルデザインの設計方針を検討する. 2章では自律エージェントのミニマルデザインの研究やテレノイドのデザインから, 人間のミニマルデザインを考える際に必要となりうる要素を特定し, それらを検討するために土偶の身体表現について仮説を立てる. 3章ではその仮説を検証するために, 土偶について, 形の変遷や, その使用形態について調査する. 4章では調査結果をもとに人間のミニマルデザインの設計方針を考察する.

2 ミニマルデザイン

コミュニケーションにおけるミニマルデザインについては, これまでいくつかの研究がなされている. 岡田らは, 相手の解釈を積極的に引き出しつつ, その解釈を方向づける最小の手掛かりを上手に利用したコミュニケーション形態を「関係論的なコミュニケーション」と呼び, そのための最小の手掛かりをデザインする方法を「ミニマルデザイン」と呼んだ [5]. 彼らは子どもの認知発達過程や社会的相互行為の過程, 関係論的なコミュニケーションなどを構成的に議論するためのプラットフォームとして, Muu と呼ぶロボットを構築した. ロボットと人間がコミュニケーションを行うために

は, ロボットそのものの個体としての能力や機能, あるいは表情表出などを抑え, むしろその関わりの中から意味や役割を人間に付与することが必要であるとし, Muu はミニマルデザインのアプローチに基づいて作られている. Muu のデザインにあたり, 彼らは以下の要素をミニマルな手掛かりとして実装している.

志向性や視線, 姿勢の表示機能

視線や姿勢はコミュニケーションにおける志向性や社会的表示のためのミニマルな機能である

社会的な表示機能

基本的な定位や身体配置の調整, 対象に対する姿勢の表示やうなずきといった意思表示は社会的な相互行為作用のために必要な機能である

幼児のかわいらしさ

保護を引き出すための, ヒトの乳幼児が生得的に備えている「かわいらしさ」の表現は相手からの関わりを促すために必要な表現である

様々な多義性

口のような目, 目のような口のように, 解釈する人によって様々な解釈が行える外見は, コミュニケーション相手の想像力を掻き立てるために必要な表現である

ひとつの目玉

特定の生物に似ていない特徴の表現は, コミュニケーション相手に不要な先入観を与えないために必要な表現である

しかし, 岡田らの開発した Muu は, 前提として自律エージェントであることを想定しており, 遠隔地にいる人の分身として使われるコミュニケーションメディアとは異なる.

一方で我々が模索する人間のミニマルデザインは, ミニマルな手掛かりとしてどんな要素が挙げられるだろうか. Muu と比べてみると, 操作者の非言語情報を伝達するために, 志向性や視線, 姿勢の表示機能や, 社会的な表示機能は必要であると思われる. 会話するのが人間同士であることを考えると, 幼児のかわいらしさや, ひとつの目玉や様々な多義性は主として外見に関わる要素である. 会話するのは人間同士であるため幼児のかわいらしさは相手の印象を変えてしまう可能性があり要素としては適当でない [10]. ひとつの目玉の表現は, コミュニケーション相手に不要な先入観を与えないための表現である. 人間のミニマルデザインにおいては, アンドロイドの外見は不要な先入観を与えない, 個人が特定できない外見を表現することが必要な要素となる. そのため, ひとつの目玉によって表される外見の設計方針は必要な要素である. 様々な

多義性に関しては人間のミニマルデザインに求められるのは任意の人物を投影できるような解釈の余地を残した外見であるため、必要な要素である。特に、Muuにおいては、身体と頭部は区別されていないが、アバターでは身体を表現しているものが多く存在していることから、人間のミニマルデザインには頭部以外の表現の必要性も検証すべきである。

人間のミニマルデザインを目指した遠隔操作アンドロイド「テレノイド」は、顔は大人、首から下は子供というアンバランスな組み合わせの身体や、左右対称にすることによって中性的な顔を持つことにより、年齢や性別を特定できないようにすることで、誰が操作してもテレノイドにその人物を投影できることを目指して作られている。しかし、他の現存するロボットの様にテレノイドも設計者によって恣意的に設計されている面も多々あり、人間のミニマルデザインとして適切かどうかは調べられていない。例えば、腕や脚の表現が簡略化されており、耳やまゆげの表現が欠如しているが、操作者の存在を伝達するために具体的に表現されるべきかどうかは検証しなければならない。

その他にも、大きさが70 cmのテレノイドに対し、さらに携帯性に優れた携帯型遠隔操作アンドロイド「エルフォイド」は、テレノイド同様の外見を持ち大きさは20 cmである[11]。このことから、使用形態が異なるメディアであっても同じ設計方針で良いかどうかは検証しなければならない。

以上より、自律エージェントやコミュニケーションメディアのミニマルデザインに対するこれまでの研究から、人間のミニマルデザインを考えるために、いくつか検証すべき点があることが分かった。そのため、それらが土偶においてどうであるかを土偶の変遷を辿りながら以下の仮説を検証することで人間のミニマルデザインのための外見の必要要件について考察する。

仮説 1 頭部以外の身体の表現も必要

仮説 2 四肢の表現はできるだけ具体的に表現

仮説 3 顔の表現には、目、鼻、口があれば良い

仮説 4 土偶の身体表現は使用形態に依らない

3 土偶の変遷

先の仮説を検証するために、本研究では土偶を以下の視点から調査する。

- 身体表現の変遷
- 顔面表現の変遷



図 1: テレノイドと土偶。左がテレノイド、右が顔の付いた板状土偶 (提供: 青森県教育庁文化財保護課)

● 使用形態

なお、形の変遷をたどることで、身体表現において頭部以外の部分が表現されていたのか、どの部位が重要であると思われていたのか、またどの程度それぞれの部位は表現されていたのかを知ることができ、仮説 1、仮説 2 の検証が可能になると考えられる。また、土偶の顔面表現に着目することで、顔の部位において目、口、鼻、耳がどれだけの土偶で表現されていたのかを知ることができ、仮説 3 の検証が可能になると考えられる。最後に、使用形態について、携帯型であったのか、据え置き型であったのかという視点から土偶の変遷を見ることで、仮説 4 の検証ができると期待する。

3.1 土偶についての概観

縄文時代は縄文土器の編年によって、草創期 (1万5000~1万1000年前)、早期 (1万1000~7000年前)、前期 (7000~5500年前)、中期 (5500~4500年)、後期 (4500~3000年前)、晩期 (3000~2500年前) の6期に区分され、各期はさらに前葉、中葉、後葉に大別される。土偶はこの時代のみ作られた、人型を模した土製品である[9]。土偶の用途に関しては未解明であるが、呪物説、安産護符説、玩具説、神像説、装飾品説、護符説などが考えられている[8]。種類は大きく分けて二つ、自立不可能な板状土偶と自立可能な立像土偶がある。土偶の製作は地域によって作られた数の差が大きく、主に中部地方以東、それも東北で多く作られているが、近畿以西の地域ではほとんど作られていない。よって土偶を必要としなかった地域も存在していた[12]。土偶の形態に関しては地域ごとの独自性が見られ、時代ごとにも形が大きく異なる。このため、その形態を型式(タイプ)として大きく分類し、全国を視野に入れた体系的な編年網を作成する取り組みが近年始まっている。本研究では原田による土偶形態に着目した編年研究[13]を基に他の文献も参考にしながら土偶の形態がどのように変遷していくかを調査した。表1に縄文時代の生活環境の変遷と土偶の変遷を示す。縄文時代の生活環境に関しては、縄文時代の概説をもとにした

表 1: 縄文時代の生活と土偶の変遷. 草創期を除き着色部に表記されている名称は土偶のタイプを表す. 括弧で書かれているものは土偶の愛称を表す. なお丸で囲った番号は図 2 の番号に対応している.

		環境	生活住居	東北	関東	東海・北陸	近畿	
草創期 15000年前～	前葉 中葉 後葉	晩氷期 温暖化による海面上昇 大陸から日本列島分断 大型獣の絶滅	狩猟が主 小集団での移動生活 弓矢の製作・使用				①粥見井尻	
早期 11000年前～	前葉 中葉 後葉			根井沼	木の根・花輪台	入海	大鼻 神並	
前期 7000年前～	前葉 中葉 後葉	海面・気温の上昇が進む	漁労・採集の本格化 小規模集落の出現 弓矢の急速な普及	②寺場、糠塚	③大曲輪			
中期 5500年前～	前葉 中葉 後葉			④十字形土偶 一本松(十字形立像)	長山, ⑤棚畑(縄文のヴィーナス)			
後期 4500年前～	前葉 中葉 後葉			定住集落の分散	(両脚立像)	ハート形土偶		
					(⑥合掌土偶)	ミミツク土偶		
晩期 3000年前～	前葉 中葉 後葉			⑦遮光器土偶				

[14][15][16]. 板状土偶のみが作られていた時期は表 1 の黄色, 橙色の部分である. 立像土偶も作られている時期は表 1 の黄緑色, 紫色, 水色の部分である.

3.2 身体表現の変遷

表 1 に土偶の変遷を示す. 初期の土偶は, 近畿, 関東で作られ始めた. 日本最古の土偶 (図 2 の 1) は, 草創期に三重県粥見井尻遺跡から出土したもので, 胴体と頭部, 乳房が表現されている. その後, 早期になると, 近畿地方では, 「神並タイプ」と呼ばれる, 四角形がわずかに括れ, 乳房が表現されたものや, 「大鼻タイプ」と呼ばれる, 胴体のくびれが著しく, また頭部の表現がない土偶が有名である. こういった形の土偶は関東地方でも発見されており, 「木の根タイプ」や「花輪台タイプ」と呼ばれている. このことから, 初期の土偶では, 頭部や乳房の有無, 括れの程度において地域ごとに表現の差はあれど, 胴体は必ず表現されていることが分かる¹. 早期中葉になると, 東北地方でも土偶が作られ始める. 「根井沼タイプ」と呼ばれるこの頃の土偶では, 顔面の表現はないが, 頭と腕の突起状表現が明瞭になっている. さらに前期中葉になると, 脚も含めた四肢と頭部の表現がより明確になったものが出てくる (図 2 の 2). この土偶にも依然として顔の表現はないが, 同時期に, 糠塚遺跡で見つかった土

偶のように, 目, 鼻, 口を僅かな刺突孔で顔面を表現した土偶や, 東海地方でも, 円孔で顔らしき表現をした「大曲輪タイプ」の土偶 (図 2 の 3) が発見されており, 前期中葉には顔が表現された土偶も作られ始めていたことが分かる. その表現は簡素であるが, 具象的に顔を含む頭部全体を立体的に造形する技量は持ち合わせていたことを示す資料が発見されていることから, 意図的に行われていたと考えられている [18]. その後中期中葉になると東北北部では, 脚が単脚 (一本足) で表現されるが, 腕は依然として横に伸ばされより明確に表現された十字形の土偶が作られ始める.

ここまで作られた土偶はどれも板状土偶であったが, この時期, 関東や東海地方では, 立像を志向した土偶が作られ始める (表 1 の紫色の部分). 「長山タイプ」と呼ばれる, 立体的な頭部と平らな頭頂部を持つ土偶は, これまでとは異なり先に製作した頭部, 両腕, 腹部, 両脚を組み立てて構成する分割塊製作法と呼ばれる方法で製作されている [19][20]. ほどなく, 胴体を含む四肢の立像化を経て, 世界に誇る長野県棚畑遺跡で発見されたような「縄文のヴィーナス」 (図 2 の 5) が作られる. これらの土偶においては, 明瞭な隆線で描かれた眉, 鼻, あどけない表情を感じさせる目, 口が表現され, 初めて表情を獲得したと言える [18].

その後中期後葉に, 東北北部を除いたほとんどの地域では土偶の製作が途絶える. これは単純に集落の数が減少したことと直接関係があると考えられている [21]. 東北北部のみが細々と土偶を製作し続け, 十字形の板状土偶だけでなく, 単脚で自立するように底面を丸く

¹この頃の土偶には, 性別を連想させる乳房の表現がなされており, 地母神信仰の根拠とされるが, 女性像と断定することに懐疑的な意見もある [17]. 事実, 出土している土偶において, 女性と思われる土偶の数は非常に少ない [12].

平らに変化させた土偶もみられるようになる（表1の黄緑色の部分）。後期前葉になると、東北部でも、板状で単脚の形状から、両脚のある立像へと変化がみられ、より人間に近い形になっていく。

後期前葉以降には、再び関東地方から中部地方高地周辺で土偶が作られ始める。この流れは九州地方まで及ぶ（表1の水色の部分）。この時期、それぞれの地域で個性あふれる土偶が作られるようになる。風張1遺跡で発見された「合掌土偶」（図2の6）に代表されるような、様々な姿勢の土偶や、ハート形土偶、ミミズク土偶や遮光器土偶（図2の7）といったものがそれにあたる。この時期の顔面表現はハート形土偶やミミズク土偶にみられるような、環状の粘土を貼付して作られた眼と口といった画一的なものや、遮光器土偶（図2の7）にみられるような極端に目を誇張したものであり、中期に見られるような表情の表現はされていない。



図2: 様々な形の土偶。番号は表1のものに対応している。1は草創期に出土した胴体、頭部、乳房を表現した土偶、2は前期に出土した頭部、四肢を表現した土偶、3は頭部、四肢に加え刺突孔により顔が表現された土偶、5は立像土偶、6は合掌土偶、7は遮光器土偶である（1:三重県埋蔵文化財センター、2, 3, 7:岩手県立博物館、5:長野県尖石縄文考古館、6:八戸市教育委員会是川縄文館提供）。

3.3 顔面表現の変遷

次に形の変遷において顔面の表現に際し、顔の各部位はどのくらいの頻度で表現されていたのかについて、[21]に掲載されている顔面表現があると思われる139個の土偶について、独自に調査した結果を報告する。顔の各部位の表現の有無の合計を図3に示す。

各部位の表現の割合は、目が92%、口が85%、鼻が71%、耳が40%であった。このことから、顔の表現に関し、目、口、鼻、耳の順に多く表現されていることが分かった。耳の表現が他の三つの部位に比べて著しく少ないことが分かった。その他にも、表現があいまい

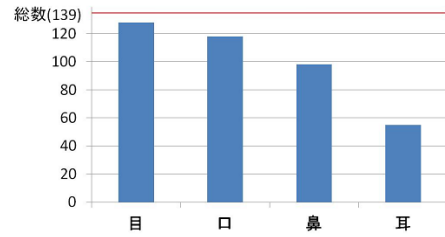


図3: 顔の各部位の表現の有無

いなものも多かったため正確には分からないが、まゆげがあると思われるものは27%、髪の毛や冠と思われるものが表現されているものは40%あった。

3.4 使用形態

現存するコミュニケーションメディアの使用形態は携帯型と据え置き型に分けられ、これは大きさの違いで大まかに分けることができると考えられる。そのため、現在出土している土偶の高さを資料をもとに年代別にプロットし、大きさの変遷を調査した。調査結果を図4に載せる[21]。縦軸は土偶の大きさ(cm)であり、

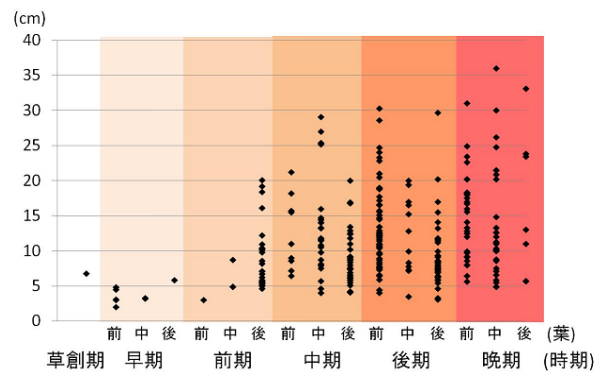


図4: 土偶の大きさの変遷（合計280個）

横軸は時期を表す。調査した土偶は合計280個である。

図4の通り、前期後半までは10cm以下の土偶ばかり作られているが、前期後半あたりからは10cm以上の土偶が作られており、中期半ばには25cmを越える、大きな土偶も作られていることが分かる。

板状土偶の用途としては、ペンダントのように身につけて使うものであると報告しているものもある[21]。それを示すように、板状土偶には穴のあいたもの（紐を通すために開けられたような穴を持つもの）もある。立像土偶の用途としては板状土偶とは異なり、穴がなく立像できることからどこかに置いて扱うものであったと考えられる。

4 考察

4.1 調査の要約

仮説の検証に入る前に、調査した結果をまとめる。

4.1.1 形の変遷

身体 形の変遷は地方ごとに差はあるが、おおよそ次のような順に土偶は変遷していつているといえる。まず初めに立像前までの流れは、1) 胴体の表現、性別の表現、2) 突起や括れにより、胴体の上下半身や四肢、頭部の表現、3) 顔の表現となっている。

人型を表現する際にまず初めに表現されたのは胴体であったことや、胴体を含め、四肢、頭部、顔の表現もそれらしい突起で簡単に表現していることが分かる。おおまかな変遷は図2の1, 2, 3の順で表される。

次に立像から土偶が消滅するまでの流れを記す。立像からの流れは、1) 顔面表現の確立、立像の出現、2) 顔面の表情表現や姿勢の多様化や固定化、3) 顔面表現や身体表現の抽象化、創造化となっている。

これらの流れは図2の5, 6, 7の順で表される。ここから、立像後は主に土偶の顔面表現や、姿勢の表現などが変化していったといえる。

顔面表現 顔の表現に関し、顔面の部位は目、口、鼻、耳の順に頻繁に表現されていたことが分かった。また、顔面表現は板状土偶の場合は刺突文や円孔による簡素な表現がほとんどであるが、立像土偶が出現してからは表情を表現したものが一方で、ハート形土偶や遮光器土偶のように表情のないものも作られていたことが分かった。

4.1.2 使用形態

土偶の使用形態を調査した結果、大きさが小さい土偶は、携帯したり身につけたりして使用していた可能性が高いことが分かり、その表現は簡素であることが分かった。一方で大きさが大きい土偶は、立像が多いため、据え置けるものが多く、またその表現は、様々な姿勢があったことが分かった。

4.2 頭部以外の身体表現の必要性

形の変遷を調査した結果、人型を表現する際に一番最初に表現されたのが胴体であったことから、「頭部以外の身体表現も必要」という仮説1を支持する結果が得られた。このことから、自律エージェントとは異なり、人間のミニマルデザインには身体表現が必要であると考えられる。これは、人間の生命機能や魂が胴

体にあるという考えがあったのではないだろうか。誰かを投影するためには、投影する物体がそれらの機能があると思わせる部位の表現が必要だったと考えられる。そう考えると、人の存在を伝達するメディアは作者の生命機能や魂といったものが直感的に理解できるように頭と胴体を持つ必要がある。

4.3 四肢の具体的表現の必要性

形の変遷を調査した結果、立像土偶以前では四肢の表現は抽象的に表現されていたため、「四肢の表現はできるだけ具体的に表現」という仮説2は支持されない。多くの四肢は、上腕、前腕、手、上腿、下腿、足の区別はない。このことから、人間のミニマルデザインとしてはテレノイドで実現されている程度の四肢の表現で十分であると言える。しかし、ポーズ土偶に見られるように、姿勢で意図を表す場合には手や足首を含んだ正確な姿勢を表現する必要があったと思われる。この点については4.6節において再び触れる。

4.4 顔の表現の必要性

顔の部位において、目、口、鼻、耳が表現されている割合を調査した結果、耳の表現の割合がそれ以外の部位に比べて低かったことから、「顔の表現には、目、鼻、口があれば良い」という仮説3を支持する結果が示唆された。このことから、テレノイドで実現されている程度の表現が人間のミニマルデザインとしては十分であるといえる。耳が不要とされた原因として、我々は顔における耳の存在感が影響していると考えられる。人間の耳は髪の毛などで隠れることも多く、また横についていることから正面から見た時に見えにくい。我々がよく人間を表現する際に書く棒人間にしても、耳をつける人はほとんどいないのではないだろうか。そう考えると無意識のうちに顔の各部位の注目度は異なっている可能性があり、耳は注目度が低いということになる。しかしながら、髪の毛がない場合には耳の表現は必要になるかもしれない。あるいはこれは文化に依存するのかもしれない。テレノイドの外見に関し、日本人はその四肢の抽象度に注目しすぎるせい、耳の表現の欠落を指摘する人はいないのに対し、デンマーク人には耳の必要性を指摘する人もいる。

4.5 使用形態に依る設計方針の変化

使用形態を調査した結果、使用形態に伴う大きさの変化によって、土偶の設計方針が異なることが示唆されたため、土偶のデザインは使用形態に依らないという仮説4は支持されない。このことから、人間のミニマ

ルデザインも使用形態によって設計方針が異なるといえる。土偶においては、携帯したり身につける用途として考えられる板状土偶では、簡素な表現や、それ自体の持ちやすさを考慮され、対して立像土偶では、様々な姿勢や表情が表現されたりと、豊かな表現がなされていた。人間のミニマルデザインにこの設計方針を当てはめると、例えばエルフォイドのように携帯用途に用いられる場合は胴体、四肢、頭部、顔が認識できる程度の簡素な表現、持ちやすさなどを考慮すれば良いが、アンドロイドのように据え置き用途で用いられる場合は大きさに制限がないため、大きさに見合った表現が必要になるといえる。

4.6 コミュニケーションメディアが持つ機能を考慮した際のミニマルデザインに必要な要素

これまで土偶に対する仮説の検証から人間のミニマルデザインの要素として明らかになったのは、1) 身体表現の必要性、2) 四肢の各部位の抽象度はテレノイドで実現される程度の表現で良いこと、3) 顔の表現に関しては目、鼻、口があれば良いこと、4) 使用形態によって設計方針が異なることである。

しかしながら、コミュニケーションメディアと土偶には大きな違いがある。コミュニケーションメディアは音声による通話や、アクチュエータによる動作が可能である。こういった音声情報や動作による非言語情報は、岡田らのミニマルデザインにおける志向性や視線、姿勢の表示機能や社会的な表示機能をメディアにもたすが、土偶にはそれらの機能はない。この点を考慮すると、コミュニケーションメディアは音声によって明示的に意図を伝達することができるため、必ずしもポーズ土偶の様に姿勢を通して意図を伝達する必要はなく、ともすれば抽象的な身体表現で十分であるかもしれない。逆に、声で感情が伝わることで表情変化が必要となり、顔の部位として、目、口、鼻の他にもまゆげなどを追加する必要があるかもしれない。また、抽象的な身体表現に動作を実装する際には、どのくらいの動作を想定すべきかという問題がある。例えば抽象的な腕はどこがどういう方向に動くかが分かりにくい可能性がある。このように、今後人間のミニマルデザインを考える際には、音声機能やアクチュエータの実装から起こる問題を解決していく必要がある。

5 おわりに

本研究では人とみなせるコミュニケーションメディアの最小設計（人間のミニマルデザイン）の知見を縄文時代の土偶の変遷から得た。土偶の変遷を調査した

結果、人間のミニマルデザインにおいて必要な要素は、身体表現や顔面における目、口、鼻の表現、使用形態ごとに設計方針に違いがあることが示唆された。これらの知見をテレノイドやエルフォイドに照らして考えてみると、携帯性に優れたエルフォイドは外見の面で人間のミニマルデザインに近いといえるが、テレノイドはより具象的な身体表現が必要とされるといえる。これらの事実に基づいて両メディア、特にテレノイドの適切な身体表現を探索する必要がある。これは、土偶の変遷も鑑みながら、人の身体表現の抽象度を画像処理を用いて体系的に変化させて調査することでテレノイドエルフォイドそれぞれに適した身体表現が発見できると考えており、現在システムを構築中である。

またコミュニケーションメディアが持つ動作や音声といった機能を実装した際に、本研究で得られた人間のミニマルデザインの設計方針に及ぼす影響を考慮する必要がある。そのため、実機やCGモデルを動作させて任意の操作者の存在をより強く投影するためにどういった志向性や視線、姿勢の表示機能が必要であるか、またそれによって外見を変更する必要があるかどうかを検証する。

これらの研究を通して、より強く相手の存在を伝達できるコミュニケーションメディアの開発を目指す。

謝辞

本研究は、JST 戦略的創造推進事業 (CREST) 「共生社会に向けた人間調和型情報技術の構築」採択課題「人の存在を伝達する携帯型遠隔操作アンドロイドの研究開発」(研究代表者 石黒浩)の一環として行われたものである。

参考文献

- [1] O. Morikawa and T. Maesako. HyperMirror: toward pleasant-to-use video mediated communication system. In *Proceedings of the 1998 ACM conference on Computer supported cooperative work, CSCW '98*, pp. 149–158, New York, NY, USA, 1998. ACM.
- [2] H. Sumioka, S. Nishio, and H. Ishiguro. Teleoperated android for mediated communication : body ownership, personality distortion, and minimal human design. In *Workshop on social robotic presence in IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)*, pp. 32–39, 2012.

- [3] D. Sakamoto, T. Kanda, T. Ono, H. Ishiguro, and N. Hagita. Android as a telecommunication medium with a human-like presence. In *Proc. of International Conference on Human-robot Interaction*, 2007.
- [4] I. Straub, S. Nishio, and H. Ishiguro. Incorporated identity in interaction with a teleoperated android robot: A case study. In *IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)*, pp. 139–144, Viareggio, Italy, September 2010.
- [5] 岡田美智男, 松本信義, 塩瀬隆之, 藤井洋之, 李銘義, 三嶋博之. ロボットとのコミュニケーションにおけるミニマルデザイン. ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 7, No. 2, 2005.
- [6] K. Ogawa, S. Nishio, K. Koda, G. Balistreri, T. Watanabe, and H. Ishiguro. Exploring the Natural Reaction of Young and Aged Person with Telenoid in a Real World. *Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics*, Vol. 15, No. 5, pp. 592–597, 2011.
- [7] R. Yamazaki, S. Nishio, K. Ogawa, H. Ishiguro, K. Matsumura, K. Koda, and T. Fujinami. How Does Telenoid Affect the Communication between Children in Classroom Setting ? In *The ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI2012)*, pp. 351–366, Austin, Texas, USA, May 2012.
- [8] 小野美代子. 土偶の知識. 東京美術, 1983.
- [9] にいがたの土偶 : 発掘された新潟の歴史 2011. 新潟県立歴史博物館, 2011.
- [10] K. Kuwamura, T. Minato, S. Nishio, and H. Ishiguro. Personality Distortion in Communication through Teleoperated Robots. In *IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)*, pp. 49–54, Paris, France, Sep 2012.
- [11] T. Minato, S. Nishio, K. Ogawa, and H. Ishiguro. Development of Cellphone-type Tele-operated Android. In *The 10th Asia Pacific Conference on Computer Human Interaction (APCHI 2012)*, pp. 665–666, Matsue, Japan, August 2012.
- [12] 原田昌幸. 発生・出現期の土偶総論. 勉誠社, 1997.
- [13] 原田昌幸. 土偶の多種多様な形態と形式・編年研究. 月刊 考古学ジャーナル, 第 608 巻, pp. 3–7. Dec 2010.
- [14] 岡田道雄. 縄文時代概説, 第 III-1 章, pp. 100–114. 学生社, 2005.
- [15] 山田昌久. 縄文社会と食料獲得技術, 第 III-3-e 章, pp. 160–166. 学生社, 2005.
- [16] 樋泉岳二. 貝塚-狩猟と漁労, 第 III-3-f 章, pp. 167–172. 学生社, 2005.
- [17] 小林達雄, 藤田富士夫, 富樫康時, 西本豊弘, 春成秀爾, 松井章, 山田昌久. 縄文時代の考古学. 学生社, 1998.
- [18] 原田昌幸. 縄文人の造形 : 土偶と土面. 町田市立博物館, 1996.
- [19] 神保孝造ほか. 富山県八尾町長山遺跡発掘調査報告書. 八尾町教育委員会, 1985.
- [20] 小野正文ほか. 釈迦堂 1. 山梨県教育委員会, 1986.
- [21] 土偶の世界～縄文人のころ～第 101 回企画展. 栃木県立博物館編, 2011.