ウェアラブル・アバタ TEROOS を用いたフィールドテストとその分析

柏 原 忠 和† 大 澤 博 隆†
篠 沢 一 彦†† 今 井 倫 太†

本稿では，肩に取り付けられるウェアラブル・アバタ TEROOS を用い，フィールドテストを行った．TEROOS を肩に装着することで，遠隔地の相手と視線を共有することを実現する．さらに，TEROOS は擬人化可能な顔を備えており，装着者の周囲の人物と TEROOS とのコミュニケーションを促進する．フィールドテストでは，道案内や買い物といった場面において遠隔地に居る操作者と TEROOS の装着者の間のコミュニケーションを違和感なく支援できることを確認した．また，本稿では会話分析を行ない，TEROOS の操作者が，装着者の周囲状況に基づいて適切な道案内や買い物に必要な情報を与えることができている事を確認した．特に，会話対象となる物体を互いに簡単に同定し，物体を参照した会話を円滑に行う事ができていた．また，操作者が TEROOS を介して商品について店員に質問をしたところ，店員は典型的な社会的マナーを示した．

Field Test and Analysis of A Wearable Avatar TEROOS

Tadakazu Kashiwabara,† Osawa Hirotaka,†
Kazuhiko Shinozawa†† and Michita Imai†

This paper presents analysis result of field test by using a wearable avatar named TEROOS, which is mounted on the shoulder of a person. TEROOS allows the users who wear it and control it to remotely share a vision. Moreover, the avatar has an anthropomorphic face that enables the user who controls it to communicate with people that are physically around the user who wears it. We have conducted a field test by using TEROOS and observed that the wearable avatar innovatively assisted the users to communicate during their joint activities such as route navigating, and buying goods at a shop. We analysis conversation by ethnomethodology. The user controlling TEROOS could give the user wearing it appropriate route instructions on the basis of the situation around TEROOS. In addition, both users could easily identify objects that they discussed. Moreover, shop 's staffs members communicated with the user controlling TEROOS and they exhibited a typical social behavior when the user asked questions about the goods.

図 1 装着者と視線を共有する TEROOS
Fig. 1 TEROOS shares its vision with the wearing user.

† 慶應義塾大学 理工学部
Faculty of Science and Technology, Keio University
†† ATR 知能ロボティクス研究所
ATR Intelligent Robotics and Communication Laboratories

1. はじめに

新しいテレコミュニケーションシステムとして，ロボットを用いたアバタシステムが登場し，多くの研究者により，遠隔環境におけるアバタの存在感の観点からロボットの機械的機能・身体デザインの研究が行われてきた[3),4),6)]．しかしながら，近年，音声・映像を用いた通信の使用コストやロボット実装のコストが減少したことにより，研究の焦点は，ロボット・アバタを用いてどのような人対人のコミュニケーションが実現できるのかという課題にシフトしてきている[1),5)]．研究が進んでいる一方で，商用モデルのロボット・アバタも既に市販されている[2)]．

ロボット・アバタは，ロボットの土台となる移動能力（不整地の移動能力や障害物回避能力）の範疇で自由に移動することができ，遠隔地に居る人に会い・話

しかけることができる．自由に移動できることは，コンピューター・スクリーンに表示されるアバタには無いロボット・アバタの利点である．

しかしながら，ユーザとロボット・アバタが一緒に移動したり周辺の散策活動を行う場合，ロボット・アバタの自由に移動できる能力がかえって妨げになってしまう．なぜなら，操作者は，相手について行くために，常にロボットの動きを操作することを余儀なくされ，コミュニケーション自体に集中する事ができない．例えば，アバタの操作者が彼女に自分の欲しい物を買うように頼む状況では，二つのタイプのロボットの操作をする事になる．一つは，ロボットと彼女が隣合わせになるように移動することで，目的のお店へと彼女を案内する場合である．もう一つは，お店に到着後，店内にある品物について話しながら対象の商品を探す場合である．これらの共同活動でのロボット・アバタの操作は，操作者が彼女と会話に集中することを妨げてしまう．なぜならば，操作者はロボットの移動の操作だけでなく，彼女が何処にいるのか・何を見ているのか・周りに何があるのかを観察するための操作も要求されてしまうからである．結果的に移動と観察の操作を同時に行わなければならず，操作者は高い認知負荷を負わされてしまう．もしロボット・アバタの操作に専念してしまうと彼女が見ているものを見失い，しばしば会話における齟齬を招く可能性がある．

本稿では，肩に取り付けられるウェアラブル・アバタ TEROOS（**図 1**）使用しフィールドテストを行う．TEROOS は，TEROOS を操作する操作者，TEROOS を肩に取り付ける装着者，といった 2 人のユーザ間でのコミュニケーションを可能にする．頭上にカメラ，顔の下にマイク，口元にスピーカーが備えられ，擬人化可能な顔を持つ．以上の設計により，映像と音声を用いた操作者と装着者とのコミュニケーションが可能となる．さらに，操作者は TEROOS の顔の向きを操作することにより遠隔環境を見回すことができる．また，TEROOS の目の動きにより様々表情をつくることができる．

TEROOS の特筆すべき特徴は，操作者と装着者が容易に視線を共有することができる点にある．装着者は TEROOS の顔が視界内にあるので，TEROOS の顔の向きを容易に把握でき，TEROOS を介して操作者が見ているのと同じ場面を簡単に共有できる．さらに，TEROOS が見回せる範囲が，装着者の正面のエリア内に制限されているので，操作者は，装着者の視界内で周囲を見渡すこととなり，操作者側からも装着者と容易に同じ場面を共有することができる．以上の，

図 2　装着者の視界に映る TEROOS の動き
Fig. 2　TEROOS movement from the viewpoint of the wearing user.

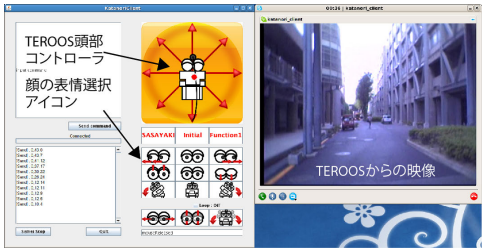

図 3　TEROOS の操作インタフェース
Fig. 3　User interface for controlling TEROOS.

TEROOS で実現される視線の共有はユーザ間の齟齬を減少させ，円滑なコミュニケーションを実現する．また TEROOS の擬人化可能な顔のデザインは，装着者の周囲の人物と TEROOS とのコミュニケーションを促進するように意図したものである．

2.　肩乗りアバタ TEROOS

TEROOS は首に 3 自由度を持ち，操作者は水平面より上に 40 度，下に 70 度，また左右に 92 度づつ首を動かせ，装着者の環境を見回すことができる．**図 2** は，装着者から見て，TEROOS がどのように動いて見えるかを撮影した物である．TEROOS の顔の回転角度を装着者の視線内に範囲に制限することで，2 人のユーザ間の視線の共有を実現する．さらに，TEROOS の目・まぶたを動かすことでつくられる様々な表情は，装着者の周辺人物とコミュニケーションを可能とする．

操作者は，**図 3** に示されるユーザ・インターフェースを用いて TEROOS を操作する．TEROOS の絵の周りのマーカーをマウスでドラッグすることにより，容易に頭部を回転させることができる．また頭部を操作する場所の下にあるアイコンのうちの 1 つを選択することで，顔の表情が変化する．操作インターフェースより送られる制御コマンドと TEROOS との通信にはスマートフォン（TEROOS とは Bluetooth で通信）を利用した．また TEROOS からの音声・映像および，操作者からの音声は，Skype によって送受信される．

妻木らにより，既に同様なウェアラブル・ロボットが

提案されている[7]．しかしながら，同研究はウェアラブル・ロボットのデザインだけに焦点を絞ったものである．本研究はフィールドテストを通し，ウェアラブル・アバタが我々の実生活にどのようなコミュニケーション・スタイルを提供してくれるのかを調査するのが目的である．

3. TEROOS を介したコミュニケーション

TEROOS で支援する遠隔コミュニケーションとして，本稿では，二つの対話のシナリオに焦点を当てる．一つは，操作者が道案内をして装着者を手助けするシナリオである．もう一つは装着者の周辺の物体について会話するシナリオである．両シナリオ共にスムーズな会話を実現するためには視線を共有していることが欠かせない．また，二つのシナリオに加えて，操作者が装着者の周辺人物と対話する状況にも注目した．周辺人物との対話の成否を観察することで，TEROOS の擬人化可能なデザインが，周囲の人々の社会的な反応を引き出せるか確認することができる．

3.1 インタラクション・シナリオ

以下に，TEROOS を使用した三つの有用なインタラクション・シナリオを示す．

3.1.1 遠距離にいる彼女とのデート

お互いに遠く離れて住んでいるカップルは，頻繁にデートすることは難しい．電話が最も重要なコミュニケーション手段となる．TEROOS は，彼らが遠隔地にいながら博物館，展覧会，ショッピング・モールへデートしに行く機会を提供する．二人のうちの一方は，TEROOS を介する事で気軽に興味のあるものを見ながら話すことができる．さらに，図 2 に示した通り，TEROOS の装着者は頭部方向を確認することで，相手が何を見ているか把握することができる．したがって，あたかも一緒に並んで歩いているかのように，コミュニケーションに集中することができる．このシナリオは，遠距離にいる恋人だけでなく，どちらかがデート当日に病気なった場合や，初対面の人と実際に会う前に相手との相性を確認するために試験的にデートをしたい場合にも利用できる．

3.1.2 知らない街を歩いて回る

不慣れな街を歩いている友人をオンラインで案内する場合にも，TEROOS は役立つ．この場合は装着者に対して操作者が道案内する．方向を伝えることは道案内に用いられる主要な方法であり,「左」,「右」といった方向指示語や「この道」,「あの道」,「ここ」,「あそこ」といった直示表現が頻繁に使用される．また，人は,「郵便局を左に曲がります」といった，方向指示の際にランドマークを参照する．ランドマークが明白な場合にはそれらを省略する場合もある．TEROOS を使用すると，操作者と装着者は同じ方向を向き，装着者の周辺の場所について同じ視界を見ることができるので，互いの方向指示や直示表現を簡単に解釈することができる．特に，右左を解釈するための基準が TEROOS の装着位置によって自然に定まる．話者と聞き手が向かい合わせの場合，話者の視点と聞き手の視点のどちらをとるかで左右の方向が異なる．しかし，TEROOS では，操作者と装着者が同一の方向に向いているので左右の解釈の問題が発生しない．視線が共有されることにより直示表現の参照先やランドマークを容易に見つけることができる．

3.1.3 お土産を購入する

旅行先で配偶者や友達にお土産を買う時，間違いなく相手が本当に欲しいものを見つけるのは難しい．この状況でも TEROOS を活用できる．商品を購入するには，お店での商品の散策，どちらかのユーザが見つけた商品の同定，店員への相談や根切り交渉といった 3 つの場面が想定される．操作者は欲しい物を見つけるために TEROOS の頭部を操作し周囲を見回すことができるが，見回す範囲は装着者の正面のエリアに制限されるので，装着者と協力して商品を見つける必要がある．装着者は何処に目的の商品があるか留意しながら店内を移動し，もし見つければ TEROOS を介して操作者に見せる．一方，操作者が，気になる品物を見つけた場合，装着者は TEROOS の顔が向けられる方向を参照して，操作者の見つけた物を特定する．また操作者は TEROOS を介して，店員に品物の詳細について尋ねたり，価格交渉したりすることが可能である．価格交渉や質問をするには，商品に関する知識が必要なので，操作者自身が店員と直接コミュニケーションできることはとても重要である．ここで重要なのが，TEROOS の擬人化可能な外観である．TEROOS と店員との会話は，周囲の人たちも文脈を追うことができるので，他の人（特に他の店員）も気軽に会話に参加することができる．

4. TEROOS を用いたフィールドテスト

4.1 テスト環境

我々は，秋葉原の電気街（約 300m ×約 400 m四方内）において，本研究に関係していない研究室のメンバ 2 人で TEROOS を使用してフィールドテストを行った．1 人は秋葉原に精通している男性である．彼には，操作者となって TEROOS を介してコミュニケーションするように依頼した．もう 1 人は秋葉原を

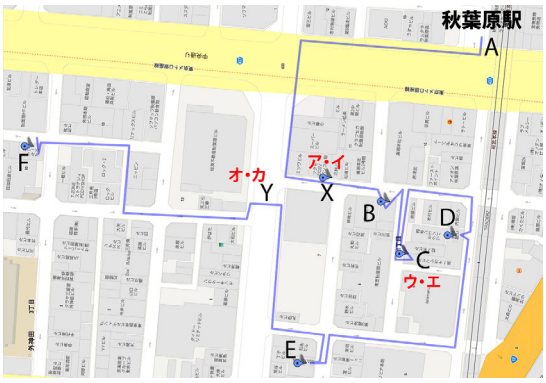

図 4　装着者の歩いたルート
Fig. 4　The route that the wearing user walked around.

全く知らない女性あり，TEROOS の装着者として依頼した．操作者は，秋葉原から約 21km 離れた慶應義塾大学の矢上キャンパス（横浜市）にある我々の研究室にて操作を行った．また，操作者側・装着者側それぞれビデオカメラによる記録を行った．

フィールドテストでは，操作者がタップ（ねじ山を削るための道具）を買うように装着者に依頼するというシナリオで行った．タップは，フィールドテストが行われなかったとしても，操作者が実際に買いたい道具であった．また装着者は，タップについての知識を持っておらず，その名前さえ知らなかった．さらに，操作者が興味ある商品があった場合には購入することを，操作者は望んでいた．

本フィールドテストでは，買い物の道順やお店は一切指定せず，何処に行くべきかはフィールドテスト中に彼らが決定した．操作者は秋葉原の地図を見ながら操作を行ったが，TEROOS の位置情報を得るためのソフトウェアは用意しなかった．

4.2　フィールドテストにおける対話

フィールドテストは秋葉原駅（**図 4** の A）から開始した．操作者の案内に従って，装着者はタップを探しに 5 つのお店（図 4 の B〜F）へ行った．図 4 の線は，装着者が歩いたルートを示す．ルートは，高速通信ができるモバイル・ルータ WiMAX の電波強度によって制限された．その制限により，装着者は狭い道や建物内部の奥深く（店の入口からの約 6m）に入ることができなかった．本テストはそれらの場所での探索は諦めた．フィールドテストは 1 時間 6 分の間継続して行われた．操作者から装着者への道案内，目の前にある商品に関する会話，TEROOS の周辺にいる人との会話，といった典型的な 3 つのインタラクションがフィールドテスト中に発生した．

4.2.1　装着者への道案内

図 4 の店の間の道案内は，あたかもユーザが並んで歩いているかのように行われた．**表 1** は，右に曲がる，左に曲がる，真っ直ぐ行く，などの行動の指示を操作者がどのようにしたかを示している．道案内中の操作者の指示を示しており，トータルで 36 回の指示が行われた．表 1 が示す通り，指示のインタラクションは 5 つのタイプに分類することができる．32 回のインタラクション（表 1 中の i から iii）については，長い物でも簡単な場所確認程度で，2 回以下のターンテイキングで指示が終了した．特に，19 回のインタラクション（表 1 中の i および ii）については，操作者は，装着者への質問なしに行動指示ができた．さらに，パターン i のある一例を除き，装着者は操作者から与えられた 18 回の指示を容易に理解できた．パターン iii の中の 13 回のインタラクションにおける場所確認とは，単純な現在位置の確認（例：今どこどこだよね？）であり，全て正しい現在地を示していたので，装着者の回答はすべて肯定（例：そうだよ）であった．案内におけるほとんどの行動指示が 2 回以下のターンテイキングで行うことができたのは，操作者が TEROOS の頭部を回すことにより，装着者の周囲の状況の経過を常に追うことができたことを示す．さらに，装着者は TEROOS の頭部方位を見ることができるため，操作者の指示をすぐに理解できたと言える．

行動指示のパターン	# 回数
i. ただ行動だけ指示した	8
ii. ランドマークを参照した後指示した	11
iii. 場所を確認してから指示した	13
iv. 場所を聞いてから指示した	2
v. 2 回以上の質問をしてから指示した	2

表 1　案内中の指示のパターンとその数
Table 1　Utterances from the controlling user on navigation.

4.2.2　商品の散策・商品に関する会話

操作者と装着者は，タップを探すのと平行して，店内で見つけた興味深い品物について会話を行った．店先で商品を眺めている際に操作者側から会話を開始したのが 30 回あった．30 回中の 16 回は，TEROOS を介して操作者が見ることのできた商品についての質問でインタラクションが開始した．その 16 回中 10 回においては操作者が言及している品物を装着者はすぐに同定することができた．しかし残りの 6 回においては，装着者が品物を同定するために確認などの会話を必要とした．装着者が商品を同定するために必要であったターンテイキングの平均回数は，3.8 回（最大 6 回，最小 2 回）であった．操作者は，装着者の視線を誘導するために，対象の商品の色・サイズ・位置など商品を特定するのに必要な特徴の補足をおこなった．6 回の

図 5　TEROOS に返答する店員
Fig. 5　The response of a shop's staff toward TEROOS

インタラクションのうち 1 回のみ，装着者が最後まで操作者の示す品物を同定することができなかった．しかしながら，その 1 回はテストを開始して最初の店舗に入った一番最初のインタラクションであった．その後のインタラクションでは，装着者が操作者の言及する全ての商品を同定することができた．以上の 16 回のインタラクションの一方で，操作者は，30 回中 14 回のインタラクションで，装着者の周辺に何があるかを尋ねる事でインタラクションを開始した．ここで特筆すべき事は，問いかけに対して装着者が返答として述べた品物を操作者が簡単に見付けることができた点である．また，操作者によって始められた 30 回のインタラクションに加え，装着者によって始められた 2 回のインタラクションでも，装着者の発言に従って，紹介された商品を問題なく同定することができた．

フィールドテストでは，5 つの店舗を訪れたが，タップを見つけることができなかった．操作者は，代わりに散策中に見つけたニッパを買うように装着者に依頼した．しかしながら，操作者はフィールドテストを行った後日に図 4 の中の店舗 C に行き，店の奥深くでタップを見つけた．その場所は，WiMAX の電波が届かず移動を断念した場所であった．

4.2.3　TEROOS の周辺人物との会話

店舗 F において，操作者と装着者は何処にタップがあるのか店員に尋ねることにした．装着者はタップに関する十分な知識を持っていなかったので，操作者が TEROOS を介して店員と直接話す事を試みた．操作者は「すみません」と発話し，TEROOS を介して店員との会話を試みた（**図 5**）．店員は即座に反応し，容易に会話を始めることができた．またタップの詳細について店員に説明したところ，他の店員も途中から会話に参加した．店員は最終的な答えとして「心当たりが無いですね」と述べた後，会話の最後に TEROOS の方へ会釈した．この事例は，TEROOS を介してコミュニケーションしたとしても，人としての社会的な存在感が失われなかったことを示していると言える．このように，操作者はタップを得ることができなかったが，TEROOS は社会的な存在として認知され，店員から社会的な反応を引き出すことに成功したと言える．

図 6　フィールドテストの状況と操作者画面
Fig. 6　captured from video of field test

4.3　会話分析

社会学で用いられるエスノメソドロジー（会話分析）[8] の手法を用いて，フィールドテストを撮影したビデオからトランスクリプトを作成し，分析を行った．トランスクリプトは発話内容に加え，視線の動きや動作も記述した．そこから，特徴的な例を挙げる．**図 6** 中のア～カは，**図 7**，**図 8**，**図 9**，**図 10** のトランスクリプト中のア～カに対応している．またそれらの会話が行われた場所は図 4 中に示されたア～カに対応している．

全てのトランスクリプトは左から右に読み，K･S☆は操作者・装着者の会話を表し，(K)・(S) は操作者・装着者の視線の動きや動作を表す．2 人分で 1 セットとなっており、複数セットある場合は項の上から下へと時間の流れを表している．会話文の記号はそれぞれ，↓は音調が下がっていること，下線は比較的大きな音や強調されている部分，＞＜は囲まれた発話の部分の速度が速いこと，：は音が伸ばされている状態（長く伸ばされている程度に応じて数が増える），-は音が途切れている箇所，[は 2 人の発話の重なりが始まる個所，(.) は非常に短い沈黙，(0.1) 等は 0.1 秒単位で数えた沈黙の長さ，(( )) は補足コメントを示す．

4.3.1　トランスクリプト 1

図 7 のトランスクリプト 1 では，ゲームの音楽をいつも流しているスーパーポテトという店舗（図 4 の X）について操作者が装着者に紹介しているシーンである．視線や動作の記号はそれぞれ，F：正面を見る，R：右方向を見る，L：左方向を見る，P：スーパーポテ

☆ 操作者と装着者の姓のイニシャル

```
01 K: で(3.9)マリオの音楽聞こえる？今日              スーパーポテトというのが見えるんじゃないかな？(1.2)
02 S:                                  マリオの音楽？
  (K) F-------------------------PTob-------------------------------------------------------------------
  (S) F-------------------------------------------------------------------------------------------------

                        [ア]            [イ]
                         ↓               ↓
03 K:                 左 左 左 真左 こっち
02 S: スーパーポテト？                    ああ うん うん あるある
  (K) ----------------Lob-----------LP---------------------------
  (S) ----------------,,,,,R,,,,L--------P-----------------------
```

図 7　トランスクリプト 1
Fig. 7　Transcript1

```
     [ウ]                            [エ]
      ↓                               ↓
01 K: このSOAPって書いてあるのは何？          どれだ？あ それ それ
02 S:                              これ？(2.6)                 うん うん 白と黒とがあるけど
  (K) S-------------------------------Lob-----Sob,,,,STob-----------------------------------
  (S) F--------------------------S----PobS---------------------------------------------------

03 K: それは有線マウス？                                                          へー        [じゃ 有線か
04 S:                    ゆ:う線？(2.4)ケーブルちょ:ケーブル長1.5mって書いてあるけど(0.9)     じゃ 有[線か
  (K) Tob-------------------------------LobF-------------------------------------------------------------------
  (S) S-----------------PobS-------------------------------------------------------------------------------
```

図 8　トランスクリプト 2
Fig. 8　Transcript2

トを見る，Tob：スーパーポテトをトラッキング，Lob：スーパーポテトを見失う，- - -：視線・動作の継続，,,,：視線が移動中，を表す．

操作者がまず「マリオの音楽聞こえる？今日」といったように音をランドマークとして装着者に伝える．その発話中に操作者はスーパーポテトを見つけ，画角内に対象が入るように頭部を操作してトラッキングを始める．しかしこの日は音楽が流れておらず，装着者はスーパーポテトを見つける事ができない．装着者が前進しているために操作者はスーパーポテトを見失うが，「左 左 左」と装着者にお店の場所を伝える．ここで，操作者が左と言っているのに対して装着者は一度右を向いてしまう（図 6 ア）．しかし，操作者が「真左」という発話の次に，大きく頭部を左に向けるのと同時に「コッチ」と言うことによって，装着者もスーパーポテトを発見する（図 6 イ）．

この場面において，操作者が左と言っているのにも関わらず装着者が右を向いてしまった点は，フィールドテスト開始早々でお互いに左右の定義が一致していなかった為と考えられる．しかしこの場面によって，左右は装着者の向き（TEROOS が装着されている向き）を基準としていることがお互い確認され，この後の会話では左右の定義が食い違うことはなかった．また，操作者が頭部を向けた方向に対して「こっち」という発話を行った時,「こっち」の参照対象を装着者が理解していることから，装着者は視界に入る TEROOS の顔の向きを観察し，**頭部の向き**と**発話内容**をかけ合わせて操作者の発話を理解していることが示されている．

4.3.2　トランスクリプト 2

図 8 のトランスクリプト 2 は，店先（図 4 の C）で SOAP という商品名のマウスについて会話する場面である．視線や動作の記号はそれぞれ，F：正面を見る，S：SOAP を見る，Tob：SOAP をトラッキング，Lob：SOAP を見失う，Sob:SOAP を探す，Pob：SOAP を手に取る，- - -：視線・動作の継続，,,,：視線が移動中，を表す．

まず操作者と装着者の視線が共有されていることによって，SOAP という名前のマウスがお互いの視界に入る（図 6 ウ）．よって操作者の「この SOAPって書いてあるのは何？」という発話の参照物体を装着者はすぐに同定し，SOAP を手に取って「コレ？」と聞き返す．しかし装着者が SOAP を手にとるために左手を前に出して上半身の向きが変わったので，TEROOS の向きが変わってしまい，操作者は SOAP を見失う（図 6 エ）．突然向きが変わったことにより操作者は 2.6 秒の沈黙の後,「どれだ？」と発話をしながら頭部を操作して SOAP を探す．そしてもう一度 SOAP を見つけると，装着者が SOAP を手に取っているのも

```
                    [オ]              [カ]
                     ↓                 ↓
01 K: 車来てないかな 左側とか                                  うん ここ結構危ないから
02 S:                          あ  左側ね＞う うん 大丈夫＜(0.9)
  (K) F----------,,,,L-----------------------------------,,,F----------------------
  (S) F----------,,,R----,,,L-----------------,,F--------M--------------------------
```

図 9　トランスクリプト 3
Fig. 9　Transcript3

確認し,「あ ソレ ソレ」と返答をして物体同定を完了する．その返答によって操作者が物体を特定したことを装着者は理解し,「うん うん」と相槌を打つ．操作者は SOAP をトラッキングしながら「それは有線マウス？」と詳細を尋ねると，装着者は SOAP の箱を裏にして説明文を読み始める．箱を裏にした為に，操作者は SOAP を見失ってしまうが，有線マウスということの確認がとれて会話は終了する．

この場面において，一度物体を同定した後であっても，装着者が大きく動くと操作者は物体を見失なってしまう問題が確認された．商品の陳列棚を前にして会話をする場合は，装着者もあまり動かないことが想定されるが，商品を手に取るのはごく自然な行為である．しかし操作者は頭部を操作してまた物体を視界に収められたことから，装着者がどの程度どちらの方向に動いたか操作者は理解し，それに応じて頭部を動かすことができることも確認された．また図 8 のスクリプトの終盤で，装着者が箱を回転した時に操作者はもう一度物体を見失ってしまうが，前方を向いたまま頭部を操作せず，物体をトラッキングしようとしなかった．これは，装着者が物体を手に持っていると理解している場合においては，無理に操作者自身で物体を見る必要がなく，口頭で質問をすれば知りたいことを聞けるという操作者の判断を示している．操作者は必要な時だけ頭部を操作すれば良いのである．

4.3.3　トランスクリプト 3

図 9 のトランスクリプト 3 は，操作者の道案内中に，装着者が横断歩道を渡る場面である（図 4 の Y）．この場面の前に図 4 中の店舗 E に行ったが目的のタップは無く，系列店の店舗 F までの地図を店員に貰ったため，装着者は手元に地図を持ちながら歩いている．視線や動作の記号はそれぞれ，F：正面を見る，R：右方向を見る，L：左方向を見る，M：手元の地図を見る，- - -：視線・動作の継続，,,,：視線が移動中，を表す．

まず，この横断歩道が危ないと知っている操作者は，歩行者の視界を遮る大型の駐車車両が左側にあることを発見した上で「車来てないかな」と発話を開始する．この時点で装着者は左側が遮られていることを理解しておらず，右を向いて車を確認する（図 6 オ）．しかし操作者の「左側とか」という発話により，装着者は左側を向き「あ 左側ね」と気付き（図 6 カ），車が来ないことを確認できたので「う うん 大丈夫」と少し早口で応答する．安全を確認した装着者は，横断歩道の途中であるが手元の地図を見ながら横断歩道を渡り切る．

この場合では,「危険な横断歩道」という情報を操作者が与えており，一般的な目的地までの案内ではなかなか伝えない細かな情報のやり取りが行われている．視線を共有し隣合わせで歩いている状況を再現できて初めて発生するインタラクションである．また，トランスクリプト 1 で見られたような左右の定義の不一致も，この段階ではもう起きていないことが確認された．

4.3.4　トランスクリプト 4

図 10 のトランスクリプト 4 は，店内（図 4 の F）でタップを見つけるものの目的の物とサイズが異なり，その後もう一つのタップを見つけた時の場面である．視線や動作の記号はそれぞれ，D：下を見る，T：タップを見る，Tob：タップをトラッキング，Pob：タップを手に取る Rob：タップを手放す，- - -：視線・動作の継続，,,,：視線が移動中，を表す．

装着者は新しいタップを見つけて手に取るものの，あまり自信が無く独り言のように小さい声で「これはそっか::」と発話を行う．装着者はパッケージを見て何かを確認した上で,「でもな:↓」と言ってタップを手放してしまう．しかし装着者がタップを手に取っているのを確認していた操作者は,「それは幾らした？」と詳細を尋ねる．タップというものが何かまだ分かっていない装着者は「コレでも:中に針が入ってないやつだよ？」と言い，目的のタップではないのではないか，という見解を示す．しかしながら，操作者は「うん それも必要なんだ 実は」と説明し，装着者は「そっか」と相槌を返す．

この場面では，装着者は操作者に伝えるつもりがない発話を行ったのに対し，視線を共有していることで装着者がどの商品について発話しているか操作者は理

```
01 K:                                                  それは幾らした？(2.2)
02 S: ((独り言のような声で))これは そっか::でもな:↓
  (K)                        D,,,,,,,TTob----------------------------------
  (S)                        TPobT----------------Rob,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,

01 K:                                                 うん それも必要なんだ 実は
02 S:   これでも:中に針が入ってないやつだよ？(1.0)                          そっか
  (K) ------------------------------------------------------------------------------
  (S) TPobT------------------------------------------------------------------------
```

図 10 トランスクリプト 4
Fig. 10 Transcript4

解した上で，操作者がその言葉を拾っていることが確認された．また，装着者は品物について少し勘違いしてしまっていても，一緒に同じ品物を見ていることで，操作者はその品物がどういったものなのかという知識を装着者に伝えることが確認できた．

5. 結果と考察

本稿ではウェアラブル・アバタ TEROOS を開発した．TEROOS を肩に装着することで，操作者と装着者が視線を共有しながら会話をする事ができる．また，TEROOS は擬人化可能な外観を持ち，操作者は装着者の周囲に居る人物とも会話をすることができる．

本稿は，TEROOS の設計コンセプトを確認するためにフィールドテストを行った．フィールドテストでは，操作者が装着者に，“ タップと呼ばれる工具を買う ”よう依頼された．TEROOS で装着者の周辺を確認しランドマークを追うことで，あたかも隣を歩いているかのように，操作者は，装着者を案内できることを観測した．また，立ち寄った 5 つの店舗で品物を参照しながら操作者と装着者が会話することができた．さらに，操作者は，TEROOS を介して店員と会話することができたと共に，店員は TEROOS に対してお辞儀を行い，典型的な社会的マナーを示した．

またフィールドテストの会話を分析した結果，設計通りに，装着者は TEROOS の頭部の向きを観察しながら会話を行なっていることが確認できた．また道案内においては，左右の方向指示，指示語を用いた直時表現，ランドマークの参照など齟齬が生じることなく行う事ができ，実際に隣り合って歩いているかのような状況を再現することができた．さらに，品物について話すときも，双方が容易に物体参照をすることができ，会話に集中できることが確認された．

現在のシステムにおいて，装着者は TEROOS の頭部方位を見ることができるのに対し，操作者は装着者の頭部方位を知ることは不可能である．頭部方位をセンシングし，自動で装着者の向いている方向へ TEROOS の頭部方向を向ける機能があれば，上記の問題は解決されると思われる．また，今回のフィールドテストでは装着者の位置情報を操作者に知らせるソフトウェアは，使用しなかった．今回のフィールドテストでは，それによる重大な問題が発生しなかったが，TEROOS の実用化を考える上で，TEROOS の現在位置を表示するソフトウェアを加えることは有用であると言える．

参 考 文 献

1) Adalgeirsson, S. O. and Breazeal, C. Mebot: a robotic platform for socially embodied presence. In *Proc. HRI ’10, ACM Press*, pp.15–22 (2010).
2) Anybots ’ QB. https://www.anybots.com/.
3) Li, L., Cox, B., Diftler, M., Shelton, S., and Rogers, B. Development of a telepresence controlled ambidextrous robot for space applications. In *Proc. IEEE ICRA ’96*, pp. 58–63 (1996).
4) Michaud, F., Boissy, P., Corriveau, H., Grant, A., Lauria, M., Labonte, D., Cloutier, R., Roux, M., Royer, M., and Iannuzzi, D. Telepresence robot for home care assistance. In *Proc. AAAI-06*, pp.15–22 (2006).
5) Sekiguchi, D., Inami, M., and Tachi, S. Robotphone: Rui for interpersonal communication. In *Proc. CHI EA ’01*, ACM Press, pp.277–278 (2001).
6) Tsai, T., Hsu, Y., Ma, A., King, T., and Wu, C. Developing a telepresence robot for interpersonal communication with the elderly in a home environment. *Telemedicine and e-Health 13*, 4, pp.407–424 (2007).
7) Tsumaki, Y., Fujita, Y., Kasai, A., Sato, C., Nenchev, D. N., and Uchiyama, M. Telecommunicator: A novel robot system for human communications. In *Proc. IEEE RO-MAN ’02*, pp.35–40 (2002).
8) 山崎敬一 編集, 実践エスノメソドロジー入門, 有斐閣 (2004).