

対面会話感覚創出のための回転物体遠隔操作システム

System of Remotely Operating the Rotating Object for Creation of Sense of Across-the-table Conversation

猪股 誠至
Seiji Inomata

大西 裕也
Yuya Onishi

中西 英之
Hideyuki Nakanishi

大阪大学大学院工学研究科 知能・機能創成工学専攻
Department of Adaptive Machine Systems, Osaka University

In the video chat, you might recognize that the dialog partner is in a different space. It is because the dialog partner is not able to touch what is in the remote side. In the present study, we constructed a system that can be dialog partner turns the remote areas of the globe and conducted an experiment to use it to talk about the regions of the world. The results of the experiment, we got a suggestion that our system is able to create the sense of across-the-table conversation.

1. はじめに

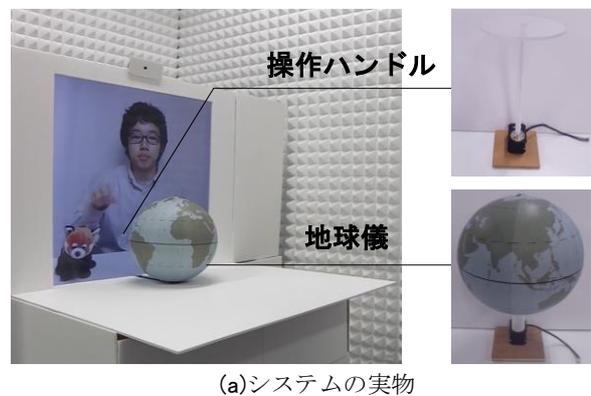
日常の会話において、物体を使って会話するという場面は多々存在する。例えば、自分が読んでいて気になった雑誌のページを紹介する際、そのページを開いて相手に見せるときや、アパレルショップで店員が服を持って前面や背面のデザインを見せるとき、順番にそれぞれの面を提示して説明する場面が思い出される。物体を使った会話は、相手との会話において意思疎通を図るための手段として有効である。しかし、ビデオチャットのような遠隔地間のコミュニケーションにおいて、遠隔地側の物体を触ることが出来ないという制約があり、対話相手が別の空間にいるという認識が強まると考えられる。本研究の目的は、対話相手の映像が自分側の空間に存在する物体を操作するという形で身体動作を伝達することによって、実際に対面した状態で会話しているような感覚が創出されるかどうかを明らかにすることである。以降、この感覚のことを対面会話感覚と表記する。

近年、遠隔地側にある物体に身体動作を反映させる装置に関する様々な研究がなされている。例えば、異なる空間にそれぞれ、回転が同期する円卓を設置し、その上に別空間側の映像を円卓上に投影する方法が提案されている[Wesugi 04, Baden 12]。inFORM[Follmer 13, Leithinger 14]はテーブルに鉛直方向に可動式のピンを格子状に配置し、そのピンの個々の高低差によって遠隔地側の腕先の形状を描写し、遠隔地の物体を移動させることが出来る。inTOUCH では、3本の自由に回転するローラの動きを遠隔地側の同じ構造のローラと同期させることで触覚と抵抗力を表現し、PSyBench は遠隔地側と自分側にそれぞれ天板の下に電磁石を取り付けた xy ステージを有する机を用意し、その上に磁石を取り付けた駒を置き、天板の下に設置した xy ステージの動きを同期させることにより遠隔地間でチェスが出来る[Brave 98]。

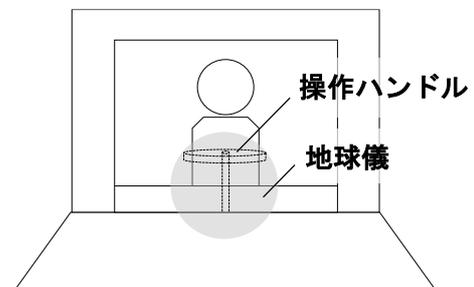
これらのシステムはいずれも、身体を平面的な映像として描写、あるいは一目で機械だとわかるシステムを用いているため、実際に人と対面して行う日常会話と視覚的に異なる。このことからリアリティが低下し、対面して会話をしているという感覚が損なわれる可能性がある。

遠隔地間での会話において、対面して会話しているような感覚を強化する手段がこれまでも提案されてきている。例えば、

連絡先: 中西英之, 大阪大学大学院工学研究科,
知能・機能創成工学専攻, nakanishi@ams.eng.osaka-u.ac.jp



(a) システムの実物



(b) 正面からみたシステムの概要図

図1 構築したシステム

遠隔地の相手の前後移動に合わせて対話相手の映像が表示されたディスプレイが前後移動する方法[Nakanishi 11], 遠隔地の相手の映像に握手用のロボットハンドを導入する方法が提案されている[Nakanishi 14]. ロボットハンドによって、身体接触を再現することで対面での会話感覚が強化されたと報告されている。上記の先行研究からも、使用するシステムは視覚的に人間の実物の腕を正確に模倣したロボットハンドのように、実物との間の差異が小さく、握手や指差し行為等の相手の身体動作を再現することが効果的であると考えられる。

本研究ではビデオチャットにおいて、対話相手の映像が自分の目の前にある物体を操作する、遠隔操作システムを構築した。本システムでは、対話相手の映像が物体を回転させる動作に合わせて、自分側に存在する物体が回転することで、実際に対話相手が目の前で物体を回すという状況を再現することが可能である。本システムを使用することで、対面会話感覚が創出され

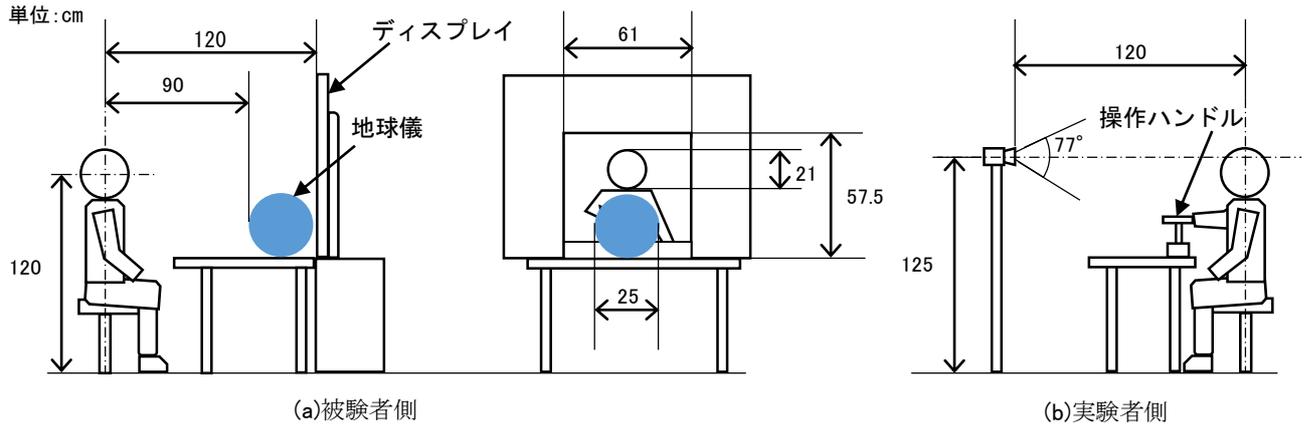


図2 実験環境（映像前条件）

るかどうか、また自分側にある物体と対話相手の映像との適切な位置関係を調べるため、従来のテレビ会議、そして操作される物体の位置が自分の目の前にある状態、対話相手の映像の目の前にある状態を設定して比較をする実験を行った。

2. システムの仕様

本研究で構築したシステムは遠隔地側の対話相手の等身大映像を表示するディスプレイの真正面に、対話相手の映像に準じた挙動を示す物体を1つ設置する。映像の真正面に物体を配置することで、対話相手の映像が物体を裏側からあたかも触っているかのように見せることが可能になると考えた。映像の前に設置する物体として、今回は地球儀を選択した。この地球儀を選択した理由としては、誰もがそれを見ただけで操作方法が把握出来るという点、それが一体何をするための物体であるかということが理解できるという点、そして、説明のためにそれ自身を操作して動かすことに意味を持つという点が挙げられるからである。

2.1 遠隔地映像

本研究では、遠隔地間において実際の対面会話の状況に近づけるため、610×575[mm]の領域に対話相手の等身大映像を表示した。また、同じ1つの机を共有しており、その机の上に地球儀が置いてあるという状況を想定しているため、映像の下部に机の天板を表示した。

2.2 地球儀と操作ハンドル

地球儀へ回転を伝達させる為、図1のように地球儀にサーボモータを接続した。遠隔地からの操作を可能にする為に図1のような操作ハンドルを用意した。この操作ハンドルもサーボモータに接続した。2つのサーボモータの位置・速度を一致させることで、回転を同期させた。被験者側に設置する地球儀について、一見してサーボモータと接続された機械であるという認識を被験者に与えないようにするため、図1に示したように地球儀の地図の面より下の部分を机の中に埋め込むデザインとした。操作ハンドルは映像前に設置された地球儀の死角に入るため、図のように最低限の機能を持ったもので良い。

3. 実験

我々が構築したシステムにより、対話相手の身体動作の映像に準じた挙動を示す物体が、実際に対面した状況での会話感覚を創出可能かどうか調べるため、被験者実験を行った。我々の先行研究では、遠隔地間の指差し行為において映像から腕

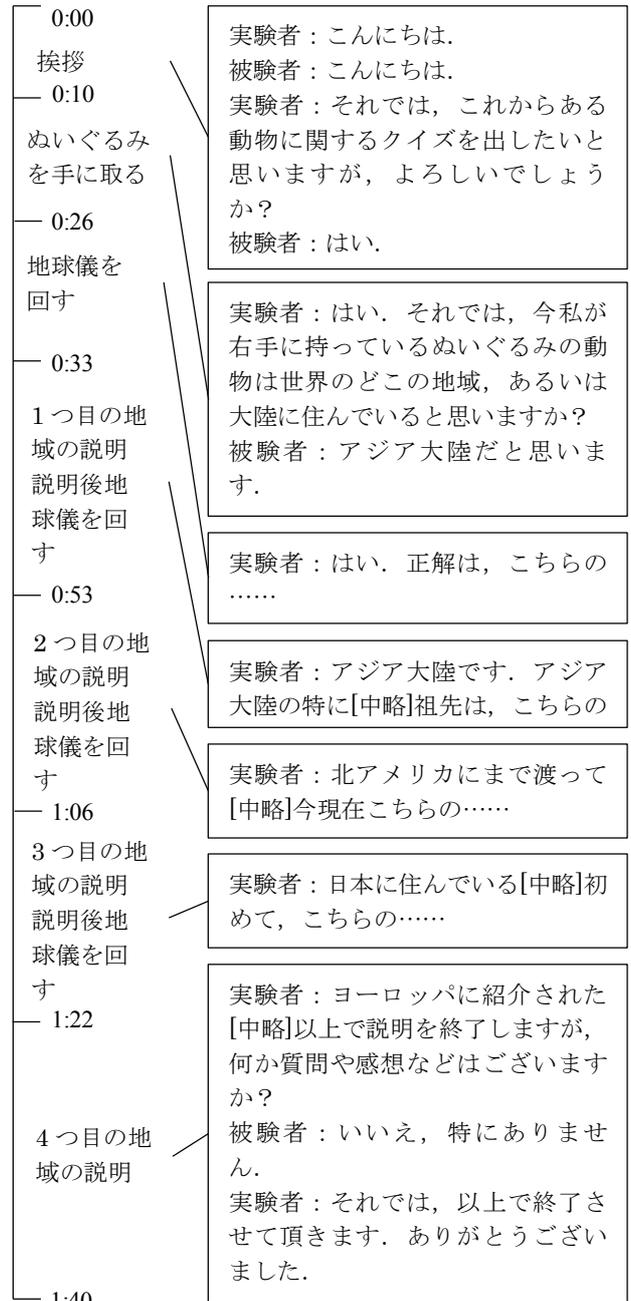


図3 実験タスクの流れ

が飛び出るようにデザインしたロボットアームを使用することにより、違和感のない対面インタラクションを提供することがわかった [大西 16]。これはビデオチャットにおいて、腕が一部分実体化されたことによる効果だと考えられる。そこで、まず地球儀の実物体が被験者側の空間に存在することが有効であると考えた。また、実際に対面している感覚を与えるためには対話相手が地球儀を直接操作しているという認識が必要になってくると考えられる。対話相手の映像が直接操作しているという感覚を被験者に与えるには、実際に対話相手が触れるくらいの距離に地球儀は設置されていなければならない。つまり、地球儀と画面の境界面までの距離が短いデザインが適切であると考えられる。また、先の研究において、通常ビデオチャットで指差し行為をするよりも、ロボットアームで身体映像を部分的に実体化した方が対話相手との距離感が小さくなるということがわかった。これは身体が一部実体化されたことで、腕が飛び出た分対話相手が前進したような印象を被験者に対して与えている可能性が考慮される。同様に、被験者と地球儀の間の物理的距離が短くなるにつれて、対話相手が地球儀と一緒に前進しているように被験者が感じる可能性がある。

したがって、以下の仮説を立てた。

仮説1 被験者側に存在する実物体の地球儀が対話相手の身体動作の映像に沿って回転することで対面会話感覚が向上する。

仮説2 被験者側に地球儀が存在する場合、地球儀と対話相手の距離が 0 に近いと対面会話感覚が向上する。

仮説3 被験者と地球儀の間の距離が短いほど対話相手をより近くに感じられる。

3.1 実験条件

仮説を検証するために、実験条件として以下の 3 つを設定した。

テレビ会議条件 地球儀が実験者側に存在する。

被験者前条件 地球儀が被験者側に存在し、かつ地球儀が被験者から操作できる距離に設置されている。

映像前条件 地球儀が被験者側に存在し、かつ地球儀が映像の真正面に設置されている。

また、映像前条件において、被験者の身体を中心軸から地球儀の表面までの距離は図 2 のように 90cm としたが、被験者前条件ではその距離は 60cm とした。実験タスクとしては、実験者側に存在するぬいぐるみの動物とその動物に関連する世界の地域について、地球儀を操作して該当する面を見せて説明するものを設定した。実験タスクの流れとしては図 3 に示した。

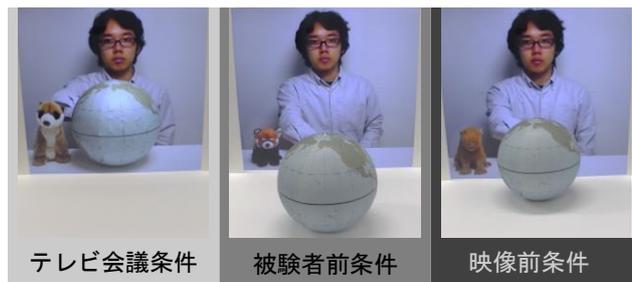
3.2 アンケート

実験後、被験者に 7 段階のリッカート尺度のアンケートを取った。全尺度をそれぞれ 1:全くあてはまらない、2:あてはまらない、3:ややあてはまらない、4:どちらともいえない、5:ややあてはまる、6:あてはまる、7:非常によくあてはまる、に対応させた。アンケートの質問項目としては以下のように設定した。

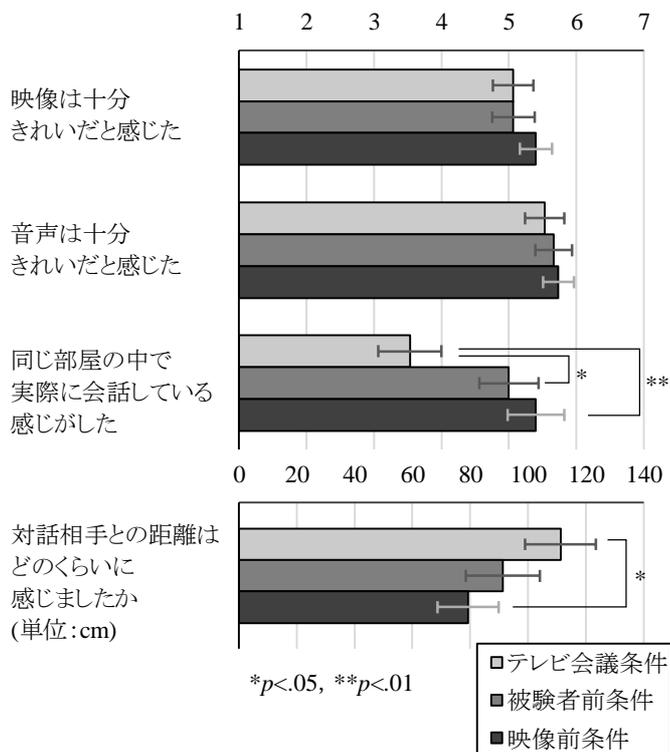
- 映像は十分にきれいだと感じた。
- 音声は十分にきれいだと感じた。
- 同じ部屋の中で実際に会話している感じがした。

また、下記の項目も 7 段階のリッカート尺度とは別途に設定した。

- 対話相手との距離はどのくらいに感じましたか。距離の単位を cm でお答え下さい。



(a)実験条件



(b)実験結果

図 4 実験条件および実験結果

上記の項目に加え、自由記述欄を設けた。また、被験者がアンケートへの記入を終えた後、各項目についてスコアをつけた理由についてインタビューで尋ねた。

3.3 実験結果および考察

実験は被験者内実験として行った。本学近辺在住の 18 歳から 24 歳までの大学生を対象とし、男性 8 人、女性 7 人の計 15 人に対し実験を行った。図 4 に実験条件の図と実験結果を示す。図 4(b)において、箱は尺度の平均を表しており、棒は標準誤差を表している。映像と音声に関するアンケート項目において、各条件間で有意な差は見られず、その質に違いはなかったと考えられる。そのため、後述のアンケート項目に対するスコアへの影響はなかったと考えた。

「同じ部屋の中で実際に会話している感じがした。」というアンケート項目で、対面会話の感覚の度合を測っている。1 要因分散分析の結果、この項目において地球儀の存在の主効果が有意であった ($F(2,15)=11.59, p<.01$)。ボンフェローニ補正法を用いて多重比較を行った結果、テレビ会議条件と映像前条件の間、並びにテレビ会議条件と被験者前条件の間に有意な差が認められた(映像前条件-テレビ会議条件間 $p<.01$, 被験者前条件-テレビ会議条件間 $p<.05$)。このことから仮説 1 は支持された。

映像前条件と被験者前条件の間について、平均値に差は見られたが、有意な差が認められなかった(*n.s.*). よって、仮説 2 は支持されなかった。

仮説 2 が支持されなかった理由として、被験者側に存在する地球儀に対して、対話相手の身体動作が伝達するか否かが対面会話感覚へ与える影響が大きい可能性が考えられる。対面会話感覚の項目に関して、映像前条件と被験者前条件のスコアが等しいかつ、テレビ会議条件のスコアを一番低くつけた被験者は 3 人居たが、アンケートの自由記述欄および実験後のインタビューにおいて全員が「地球儀が自分の側にないので同じ部屋の感じがしなかった」という旨の発言をしていた。また、被験者側にある地球儀がどのようにして動いていると思うかをインタビューで質問したところ、図 1 のような構造になっていると回答した被験者は居らず、机の下から人が操作しているかのように感じたと回答した被験者も居たことから、身体動作の映像と地球儀の回転の間に差異はなく、リアルに近かったものと思われる。映像前条件より、被験者前条件のスコアを高くつけた被験者が 2 人居た。被験者前条件のスコアを高くつける理由として、地球儀への着目度があると考えた。あまり対話相手の映像に注目せず、地球儀の方へ意識が向き、対話相手がどこにいるのかという意識が薄れるのではないかと考えている。被験者がタスク中どこに注目しているか計測して明らかにし、スコアへの影響があるかどうかを明らかにすることが今後の課題である。

図 4 において、「対話相手との距離はどのくらいに感じましたか。距離の単位を cm でお答え下さい。」というアンケート項目で対話相手との距離感を測っている。この値が小さければ相手をより近く感じるということになる。被験者の体の中心軸からディスプレイまでの距離は図 2 に示したように 120cm であるが、この事実を実験中被験者に明かさずに数値を記入してもらった。1 要因分散分析の結果、この項目において地球儀の存在の主効果が有意であった($F(2,15) = 4.48, p < .05$)。ボンフェローニ補正法を用いて多重比較を行った結果、テレビ会議条件と映像前条件の間に有意な差が認められた($p < .05$)が、テレビ会議条件と被験者前条件の間、そして映像前条件と被験者前条件の間には、平均値の差は見受けられるが、有意な差は認められなかった(*n.s.*)。以上のことから、仮説 3 は完全には支持されなかった。この結果から、対話相手との距離感是被験者と地球儀の間の距離のみに依存するわけではない、ということが考えられる。つまり、対話相手の映像と地球儀の間の距離もスコアに影響していると考えられるということである。被験者前条件より映像前条件の方が距離感の値を小さくつけた被験者は 7 人見受けられたが、インタビューで「地球儀が自分の目の前にあるので、相手を遠く感じた。」と回答した。物体を使用して説明する会話においては、被験者と物体の間の距離だけが距離感に影響するわけではなく、物体と実験者の間の距離も距離感に影響するということが考えられる。物体と実験者間の物理的距離についてもう少し考えると、映像前条件はテレビ会議条件と比べて実験者と地球儀の間の物理的距離は大きくなっている。しかし、距離感が一番小さいスコアとなった。まとめると、地球儀が被験者側に存在する場合、映像の目の前に地球儀がある場合は地球儀と被験者の間の距離のみに距離感に影響を受けるが、被験者側に存在する地球儀が映像から一定以上離れた瞬間から対話相手と地球儀の間の距離にも距離感に影響を受けるようになると我々は推測している。

以上のことから、ビデオチャットを使用した会話において、対面会話の感覚を創出するには、対話相手の身体動作と矛盾なく、自分側にある物体が動いたということが重要であり、対話相

手が違うものを操作しているという認識を与えない限り、対面会話感覚への影響は少ないと考えられる。

4. おわりに

本研究では、対面で物体を使用して行う会話の感覚を、遠隔地の対話相手の動きの映像に合わせて地球儀が回転するシステムによって創出可能かどうかを検証する実験を行った。

実験の結果、自分の目の前にある実物体に対して対話相手が操作することで対面会話感覚が創出可能であるということがわかった。今回、誰もが知っているものであり、かつ回転しても違和感がないという点から地球儀を回転させたが、別の物体を回転操作することによっても対面会話感覚を創出する効果が得られるのかどうか、被験者側に設置された物体を被験者が操作した場合に対面会話感覚に影響があるかどうかを実験によって検証する予定である。また、距離感と対面会話感覚の間に相関があるかどうかの検証を行っていくことも今後の課題である。

謝辞

本研究は、基盤研究(B)「ソーシャルテレプレゼンスのためのロボットエンハンスドディスプレイ」、挑戦的萌芽研究「気配伝達型ソーシャルテレプレゼンスの研究」、KDDI財団「人間クラウドのためのロボティックアバター」、倉田記念日立科学技術財団「監視感を最小化しつつ存在感を最大化するミニマルロボティックメディア」からの支援を受けた。

参考文献

- [Baden 12] Baden, P., Comber, R., Green, D., Jacson, D., Ladha C., Bartindale, T., Bryan-Kinns, N., Stockman, T., and Oliver, P.: Telematic Dinner Party: Designing for Togetherness through Play and Performance, Proc. DIS 2012, pp.38-47, 2012.
- [Brave 98] Brave, S., Ishii, H., and Dahley, A.: Tangible Interfaces for Remote Collaboration and Communication, Proc. CSCW '98, pp.169-178, 1998.
- [Follmer 13] Follmer, S., Leithinger, D., Olwal, A., Hogge, A. and Ishii, H.: inFORM, Proc. the 26th annual ACM symposium on User interface software and technology - UIST '13, pp.417-426, 2013.
- [Leithinger 14] Leithinger, D., Follmer, S., Olwal, A. and Ishii, H.: Physical telepresence, Proc. the 27th annual ACM symposium on User interface software and technology - UIST '14, pp.461-470, 2014.
- [Nakanishi 11] Nakanishi, H., Kato K., and Ishiguro H.: Zoom Cameras and Movable Displays Enhance Social Telepresence., Proc. CHI2011, pp. 63-72, 2011.
- [Nakanishi 14] Nakanishi, H., Tanaka, K. and Wada, Y.: Remote Handshaking: Touch Enhances Video-Mediated Social Telepresence, Proc. CHI 2014, pp. 2143-2152, 2014.
- [Wesugi 04] Wesugi, S. and Miwa, Y.: Facilitating Interconnectedness between Body and Space for Full-bodied Presence - Utilization of " Lazy Susan " video projection communication system, Proc. Presence2004, pp.208-215, 2004.
- [大西 16] 大西 裕也, 田中一品, 中西英之: 身体映像の部分的実体化によるソーシャルテレプレゼンスの強化, 情報処理学会論文誌, Vol. 57, No. 1, pp.228-235, 2016.