

対話コミュニケーションにおける コンテキスト共有と身体動作の同調

小野 永輔

Relationship between synchronization of body movements and sharing of contexts on interpersonal communication

Eisuke ONO

Abstract – Communication process could be divided into following two. One is an explicit communication such as message exchange. The other is an implicit communication such as sharing of contexts. The former has been investigated. The latter has not been investigated, compared to the former because the latter includes subjective regions such as cognition and experience. As a matter of fact, sharing of contexts is an important factor to realize smooth communication. On the other hand, synchronization of nonverbal channels has been also suggested to be an important factor to realize smooth communication. Here, we purposed to investigate the relationship between sharing of contexts and synchronization of nonverbal channels on the process of interpersonal communication. We observed and analyzed a context-sharing process through a task-oriented dialogue called “Lecture task” because Lecture task contains two individuals who has different context. Actually, Lecture task consists of a process of explanation from a *lecturer* to a *student*. As results, two relationships were observed. One is that context-sharing-type explanation tended to be conducted while amplitude of *student's* nod was high. The other is that context-sharing-type explanation tended to be conducted while synchronization of nod occurred between a *lecturer* and a *student*. Next, we conducted intervention-type experiments by controlling the contents of *lecturer's* explanation, aiming at identifying the correspondence gained from previous experiments. As results, following two conclusions were deduced. The one is that the amplitude of a speaker's nod is high and listener's nod synchronizes with speaker's nod while the speaker conducts context-sharing-type explanation. The other is that the amplitude of a speaker's nod is low and listener's nod does not synchronize with speaker's nod while the speaker conducts one-sided-information-transmission-type explanation. These results suggest that each of explicit and implicit communication corresponds to the property of body movements and its synchronization on interpersonal communication.

Keywords : interpersonal communication, dialogue, context, nod, head movement, interpersonal synchronization

1. はじめに

人間はコミュニケーションを通じて、様々な社会的機能を持つ共同体の形成を実現している。あくまで仮説ではあるが、このコミュニケーションは次のような2種類の異なる情報処理プロセス [1] に大別して捉えることができるだろう。一つはメッセージの交換に代表されるような、明示的なコミュニケーションであり、も

う一つはコンテキスト^{*1}の共有に代表されるような、普段は前提とされがちな暗黙的なコミュニケーションである。前者は、シャノンらの論文 [3] に代表されるように、メッセージの記号化、伝送、復号化という枠組みで定式化がなされてきた。一方、後者は人間の主観や経験に関わるため定式化も難しく、前者に比べて

*1: コンテキストとは一般的には文化や時代背景をも含む多義的な用語であるが、本研究では、先行研究 [2] を参考にし、コンテキストを「会話の文脈から、個人が暗黙的に想起するメッセージを解釈する枠組みや前提」と限定して定義する。

研究が進んでいないと考えられる。

後者の暗黙的なコミュニケーションに着目し、これのメカニズムを明らかにすることは、現実世界のコミュニケーションの問題を解決する一つの糸口になるかもしれない。なぜなら、社会生活におけるコミュニケーションの現状として、コミュニケーションが円滑に進まない問題があり、その原因の一つとして、相互作用者同士のコンテキストの差異が挙げられている [2] からだ。ここで本論文において扱うコンテキストを理解してもらうために、コンテキストの役割や機能を、先行研究を引用して説明する。Bransford(1972) はコミュニケーションの要素であるメッセージの解釈において、コンテキストの役割を確認する実験を行った [4]。以下の文章を読むと、一つ一つの単語の意味はわかるが、この文章全体が何を伝えようとしているかを把握することは難しいだろう。

風船が破裂すれば、遠すぎて音は目当ての階には届かないだろう。窓が閉まっても難しいかもしれない。作戦の成功には電流が安定して流れる必要があるため、電線が切れると問題が起こるだろう。(伊東ら [2] より一部抜粋)

しかし、Fig. 1 の図を見てから上記の文章を読むと、文章が語られている状況を把握でき、文章の意味を理解できることがわかる。このように、メッセージの理解は、必ずしもそのメッセージ単体のみで行われるとは限らず、メッセージの受信者の内在的な枠組みや前提、すなわちコンテキストによって変化することが実

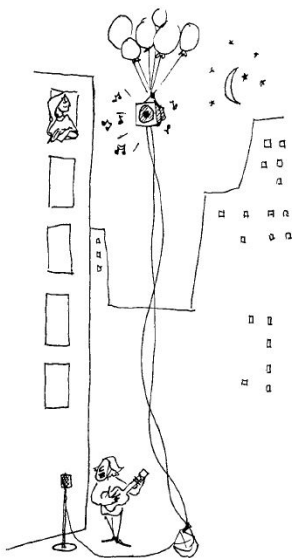


Fig.1 A figure used in the experiment [4] to reveal the role of context

験的にも示唆されている [4]。また、コンテキストへの依存度が高い人は、相手も自分と同様のコンテキストを持っていることを前提にする傾向があるため、メッセージの作成を省略しがちで、メッセージの受け手に誤解を生じさせる可能性が高いことが経験的に知られている [2, 5]。このように、円滑なコミュニケーションを実現するためにはメッセージの交換だけでなく、メッセージの解釈の枠組みを一致させる作業、すなわちコンテキストの共有も重要であることがわかる。

ここで、人間のコミュニケーションをメッセージの交換とコンテキストの共有という2種類のプロセスに大別して捉えるという観点に立ち、関連する先行研究を論じる。人間は音声や身体などの様々なチャネルを通して、メッセージを受信、発信することでコミュニケーションを行うことが知られている [6]。このチャネルには、言語的なものだけでなく、非言語的なものがあることが知られている。言語的チャネルの例としては、言葉、手話、意味の定められたジェスチャーが挙げられる。非言語的チャネルの例としては、発話の間、無意識的な身体動作が挙げられ、非言語的チャネルを通じてやりとりされる情報の違いによってメッセージの発信者の印象が変化することも知られている [7]。言語的チャネルは人間の意識の支配下にあり、記号的な取り扱いが容易なため、明示的なものとして捉えることができるだろう。一方で、非言語的チャネルは人間の意識が及びにくく、記号的な取り扱いが困難なため、暗黙的なものとして捉えることができるだろう。人間は言語的チャネルと非言語的チャネルを重層的、相補的に運用し、コミュニケーションを円滑に進めているとされる [8]。

また、対面コミュニケーションにおいて、身体動作の同調現象^{*2}が様々な社会的対人関係の中で観察されている。まず、母子間の原初的なコミュニケーションにおいて、母親の発話と新生児の身体反応が同調する [9] 現象が報告されている。また、親密な相手との対話ではお互いの姿勢や動きが同調しやすい [10]。さらに、心理カウンセリング場面におけるカウンセラーとクライアントの対話中の身体動作の同調を調べた研究によると、低評価のカウンセリングよりも高評価のカウンセリングの方が、身体動作の同調が強く見られるケース [11] が存在する。Welkowitzら [12] は年少児と年長児の対話を調査し、年長児同士の交替潜時は年少児の自己中心的な発話に比べて顕著に同調する現象

*2: 本研究では、身体的なコミュニケーション行動が相互に同期したり、類似する現象を同調現象(以下、同調)と定義する。ただし、コミュニケーションの研究における「同調」は、時間的に完全に一致することを指すとは限らず、ある時間幅をもって同期しているかどうかを判断する場面が多いように思われる。

を報告した。合意形成を目的とした対話においても、対話者間の主観的な合意度が高まるにつれて、交替潜時の同調も高まる [13] 現象が確認されている。

このように、身体動作の同調は円滑なコミュニケーションの基盤になっていることが先行研究 [14] によって示唆されてきた。また、円滑なコミュニケーションにおいて、暗黙的なコミュニケーションであるコンテキストの共有が重要であることが示唆されている。先行研究を鑑みると、円滑なコミュニケーションの場面において、会話者同士の身体動作が同調することで、暗黙的に互いのコンテキストが共有される可能性、そして、互いのコンテキストが共有されることで身体動作が同調する可能性は考えられる。

しかしながら、身体動作の同調現象は従来、コンテキストを共有する過程とは別に、単体として分析されることが多く [14, 15]、身体動作の同調とコンテキストを共有する過程の対応関係は十分に調査されていない。そのため、両者の関係は十分に明らかになっていないといえない。この2つの対応関係を明らかにすることは、コミュニケーションの原理を理解し、それらの知見の応用を目指すために重要な意義をもつと考えられる。

そこで、本研究では、身体動作の同調とコンテキストを共有する過程の対応関係を明らかにすることを目的とする。方針としては、レクチャー課題と呼ばれる実験課題を用いて対話コミュニケーションにおけるコンテキストの共有過程を観察する。レクチャー課題では、教師役と生徒役という、異なるコンテキストを持つ2者の立場を設定することによってコンテキストを共有していく過程を観察することをねらった。コンテキストの共有に関してであるが、個々人が想起するコンテキスト自体を計測することは容易ではないため、先行研究 [4] を参考にし、対話内容の分析と事後的な質問紙調査を通して間接的に計測を試みる。身体動作の同調に関してであるが、本研究では身体動作の一つとして、頷き^{*3}に着目し、分析を試みる。なぜなら、近年では頷きの自動検出技術の開発に関する研究も報告されているため [16, 17]、本研究で得られる知見を用いて、実社会のコミュニケーションを自動的に評価できる可能性も考えられるからである。本研究では、特に頷きの強さによって、会話における特徴的な区間を抽出することを試みる。この抽出された区間において、身体動作が同調しているか、また、コンテキストが共有されているかどうかについて分析を行い、明ら

かにする。以下、第2章ではコンテキストを共有する過程の観察を目的とした実験課題と、分析方法、実験の結果について述べる。第3章では、第2章で明らかとなったコンテキストを共有する過程と身体動作の同調の対応関係をさらに明確するために追加で行われた介入的実験の手法およびその結果について述べる。第4章では、本研究で得られた結果を総合的に考察する。第5章では、本研究で明らかになった知見をまとめ、結論する。

2. 対話の観察的実験

2.1 目的

本実験の目的は身体動作の同調とコンテキストを共有する過程の対応関係を明らかにすることである。そのために、対話課題に教師役と生徒役という異なるコンテキストを持つ2者の立場を設定することによって、コンテキストを共有していく過程を観察することをねらった。

2.2 実験方法

2.2.1 実験課題

レクチャー課題は2人の会話におけるコンテキストの共有過程を調べるための課題であり、本論文のために新たに考案された課題である。被検者のペア(2人)にはそれぞれ、教師役と生徒役の役割が無作為に与えられた。教師役の課題は、生徒役に5分から10分程度で、Wikipediaの1つの記事を説明することであった。生徒役の課題はその説明をよく聴き、理解することであった。

教師役が説明するWikipediaの記事は、実験の前に与えられた。教師は15分程度でそれを読み、理解し、説明する内容を自由にまとめた。Wikipediaの記事は「コールド・リーディング」[18]という説得の技法に関するものであった。記事の選定基準は、あまり有名でないと考えられる知識であることと5分から10分程度で説明できる程度の量であることであった。実際の記事の量は、A4サイズ3ページ程度、日本語で約1500文字程度であった。説明時間および、記事の量は、予備実験によって検討され、定められた。記事は教師役の左側の講面台の上に置かれ、説明中も教師役が確認できるようにした。説明に不要である部分は実験者によって削除された。計測の間、生徒役には質問が許されず、相槌のみが許されていた。実験の遂行にあたり、被験者に教示された制約は次のとおりである。これらの制約によって、頷き以外の身体動作が影響を及ぼす可能性を排除した。

- 教師役は生徒役に資料を見せてはいけない。
- 姿勢を崩さない。
- 課題中は、ペンや資料やセンサ類に触らない。

*3: 本研究では、先行研究 [16] を参考に、頷きを「話し手と聞き手の両方に観察される上下方向と前後方向の首振り動作」として定義した。一般的な定義とは異なることに注意されたい。

- 相手の目を見て話す．
- はっきりと大きめの声で話す．

2.2.2 被験者と装置

被験者のペア数は 10 ペアで，全員 20 代の学生 (女性: 8 名, 男性: 12 名) であった．被験者ペアの選定基準は，先行研究 [19] を参考にし，「年齢差 5 歳以内」，「同性」，「日本語が母国語」，「著者が所属する研究室以外の所属の人間」の合計 4 項目である．先行研究に従い [13]，実験の際には実験室に 2 人だけで対話するようにした．実験の環境を Fig. 2 に示す．本論文の分析対象である頷きは小型の 3 軸加速度センサ (ワイヤレステクノロジー社製，サンプリング周波数: 100Hz) を用いて計測した．加速度の計測データは Bluetooth 通信を介して，PC (LATITUDE E5400, DELL 製) に記録された．各被験者は，向きを定めた加速度センサをバンドによって前頭部に装着した．また，3 台のビデオカメラ (Xacti, SANYO 社製) によって教師役の様子，生徒役の様子，全体の様子が記録された．

2.3 分析方法

2.3.1 頷きの特徴量

本研究では頷きを，上下方向と前後方向の首振り動作として定義した．したがって，本論文では Fig. 3 の



Fig.2 Environment of the experiment. Lecturer is sitting on the left side, Student is sitting on the right side.

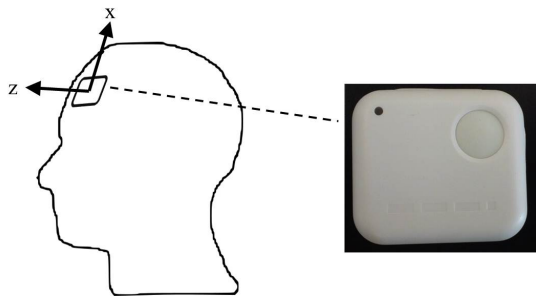


Fig.3 Position of an accelerometer. Sampling frequency of the accelerometer was 100Hz.

ように前後方向と上下方向の加速度のみを分析対象とし，左右方向の加速度は無視した．まず，生データとして 1 秒間に 100 点の 3 軸の加速度が記録されている時系列を得た．次に，頷きを定量化するために前後方向と上下方向の 2 軸加速度ノルム時系列 $XZ(t)$ を式 (1) によって算出した．

$$XZ(t) = \sqrt{x(t)^2 + z(t)^2} \quad (1)$$

ここで， $XZ(t)$ の時間分解能は 0.01 秒である．頷きの強さには個人差があるため， $XZ(t)$ は式 (2) によって正規化され， $XZ'(t)$ が得られた．

$$XZ'(t) = \frac{XZ(t) - \overline{XZ}}{\sigma_{XZ}} \quad (2)$$

ここで， \overline{XZ} と σ_{XZ} はそれぞれ式 (3) と式 (4) によって算出される．

$$\overline{XZ} = \sum_{t \in T} \frac{XZ(t)}{|T|} \quad (3)$$

$$\sigma_{XZ} = \sqrt{\frac{\sum_{t \in T} (XZ - XZ(t))^2}{|T| - 1}} \quad (4)$$

T は一度の実験の開始から終了までの時刻が 0.01 秒おきに記録されたタイムスタンプの集合である．ここで， $XZ'(t)$ の典型例を Fig. 4 に示す．比較的，振幅の高い振動が頷きの特徴的な波形である．

また，斎賀ら (2010) の報告 [16] を参考にし，正規化された加速度ノルム時系列 $XZ'(t)$ は，0.6 秒の時間窓ごと，すなわち $XZ'(t)$ の 60 点ごとに不偏標準偏差が計算され，頷きの強度の時系列 $SD(k)$ として算出された． $SD(k)$ は次式 (5) によって算出される．

$$SD(k) = \sqrt{\frac{\sum_{t=(k-1)\Delta t+1}^{k\Delta t} (\overline{XZ'}(k) - XZ'(t))^2}{\Delta t - 1}} \quad (5)$$

ここで， $\Delta t = 60$ であり， $\overline{XZ'}(k)$ は次式 (6) によって算出される．

$$\overline{XZ'}(k) = \frac{\sum_{t=(k-1)\Delta t+1}^{k\Delta t} XZ'(t)}{\Delta t} \quad (6)$$

先行研究に基づくと，頷きが発生した場合， SD の値は高くなることが予想される．実際に，Fig. 4 に示さ

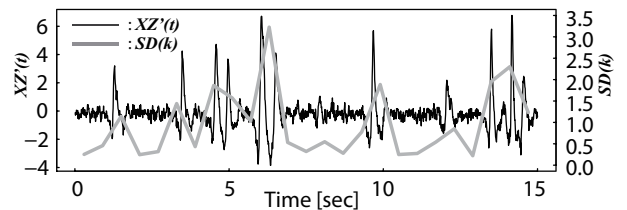


Fig.4 $XZ'(t)$ and characteristic of nod $SD(k)$ in 15 seconds .

れるように、本論文の実験で得られたデータにおいても頷きの波形が観察される時点において、 SD の値が高くなることが確認されている。

2.3.2 頷きの同調の特徴量

頷きが同調して発生した場合、教師役と生徒役の SD は同期して変動することが予想される。そのため、両者の SD の相関は高くなることが予想される。そこで身体動作の同調に関する分析として、頷きの特徴量である SD の相関分析がなされた。相関係数によって頷きの同調の有無が判断された。 SD の分布には正規性を仮定できないため、スピアマンの順位相関係数 [20] が用いられた。

2.3.3 対話中の聞き手の頷きの状態分類

対話の状態と対応づけて、頷きの分析をするために、対話中の頷きの状態が分類された。その分類の方法を Fig. 6(a) に分析の例を用いて説明する。横軸は実験開始から終了までの時間である。縦軸は生徒役の SD である。Fig. 6(a) のように、実験課題中の生徒役の頷きの振幅の時系列には相対的に高い区間と低い区間が観察された。それぞれの区間における、教師役の説明内容を分析するために、 SD の平均値(15秒ごと)からなる時系列 (Fig. 6の太線に対応) が作られた。その時系列の値の大きさによって生徒役の頷きの状態が分離された。上位20%の区間が High-amplitude area、下位20%の区間が Low-amplitude area として定義され、それぞれの区間が各ペアにおいて算出された。Fig. 6(a) 上部における、黒の矩形と白の矩形で囲まれた区間がそれぞれ対応する。

2.3.4 コンテキストを共有する過程に関する評価

著者によって、生徒役の頷きの振幅が高い区間 (High-amplitude area) と低い区間 (Low-amplitude area) における対話内容の特徴がそれぞれ抽出され、大まかにではあるが、傾向が書き下された。特徴の抽出には、実験の様子が記録された動画が用いられた。High-amplitude area では以下のような説明が行われる傾向にあった。

- 記事の背景知識
- イメージを伝える
- 全体的な傾向や大枠を伝える
- 要約、確認、おさらい
- 例えや自らの体験談を用いた説明

知識の前提や文脈を伝える説明が多い傾向にあったため、このようなタイプの説明を仮に「コンテキスト共有型」の説明と名付けた。

一方で、Low-amplitude area では以下のような説明が行われる傾向にあった。

- 詳細な知識
- 理解が難しいことから

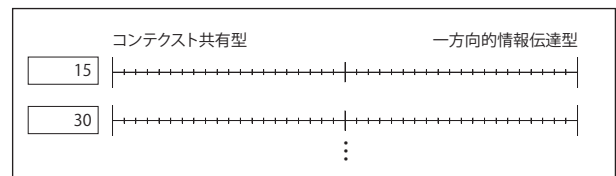


Fig.5 An example of sheet used to evaluate the contents in the task.

- 新たな話題の説明
- 教師さえ理解していないことから
- 短い時間に多くの情報の伝達

知識の前提や文脈を伝えるというよりも、一方的な情報の伝達が多い傾向にあったため、このようなタイプの説明を仮に「一方的情報伝達型」の説明と名付けた。

これらの傾向の抽出は著者一人の手によって主観的に行われたため不正確さを排除しきれない。そのため、第三者(20代の男子学生、以下、評価者)による対話内容の評価が行われた。評価者は教師役のみの様子が映された動画を観察し、15秒ごとに説明の内容を評価した。ここで、説明内容の評価基準について説明する。事前に上記の箇条書きで与えられる2種類の説明型の定義が示されたあと、教示が次のようになされた。「15秒間の説明内容がコンテキスト共有型の説明に近いと思ったら左側、一方的情報伝達型の説明に近いと思ったら右側の目盛り上に印をつけてください」。ここで、Fig. 5に内容の評価に用いられた用紙を示す。評価の目盛りは0から40の41段階であった。それぞれの目盛りに付けられた印が、各15秒毎の評価は0から40の整数に変換されて特徴量として集計された。この値が高ければ、その評価区間における説明はコンテキスト共有型の説明に近く、この値が低ければ、その評価区間における説明は一方的情報伝達型の説明に近いと解釈される。

2.4 結果

Fig. 6に実験結果の典型例(実験ID10)を示す。Fig. 6(a)は生徒役の頷きの時系列データ(SD)の典型例である。横軸は、時間であり、縦軸は生徒役の SD である。上部に黒い矩形がある区間は High-amplitude area であり、上部に白い矩形がある区間は Low-amplitude area である。Fig. 6(a)に示されるように、生徒の頷きの振幅が高い区間と低い区間が確認された。Fig. 6(b)は生徒役の SD の時系列と教師役の SD の時系列の典型例(実験ID10)である。このペアでは、Fig. 6(c)の典型例に示されるように Low-amplitude area においては、同期して変動する傾向が確認されなかった。一方で、Fig. 6(d)の典型例に示されるように High-amplitude area において、特に、 SD が同期して変

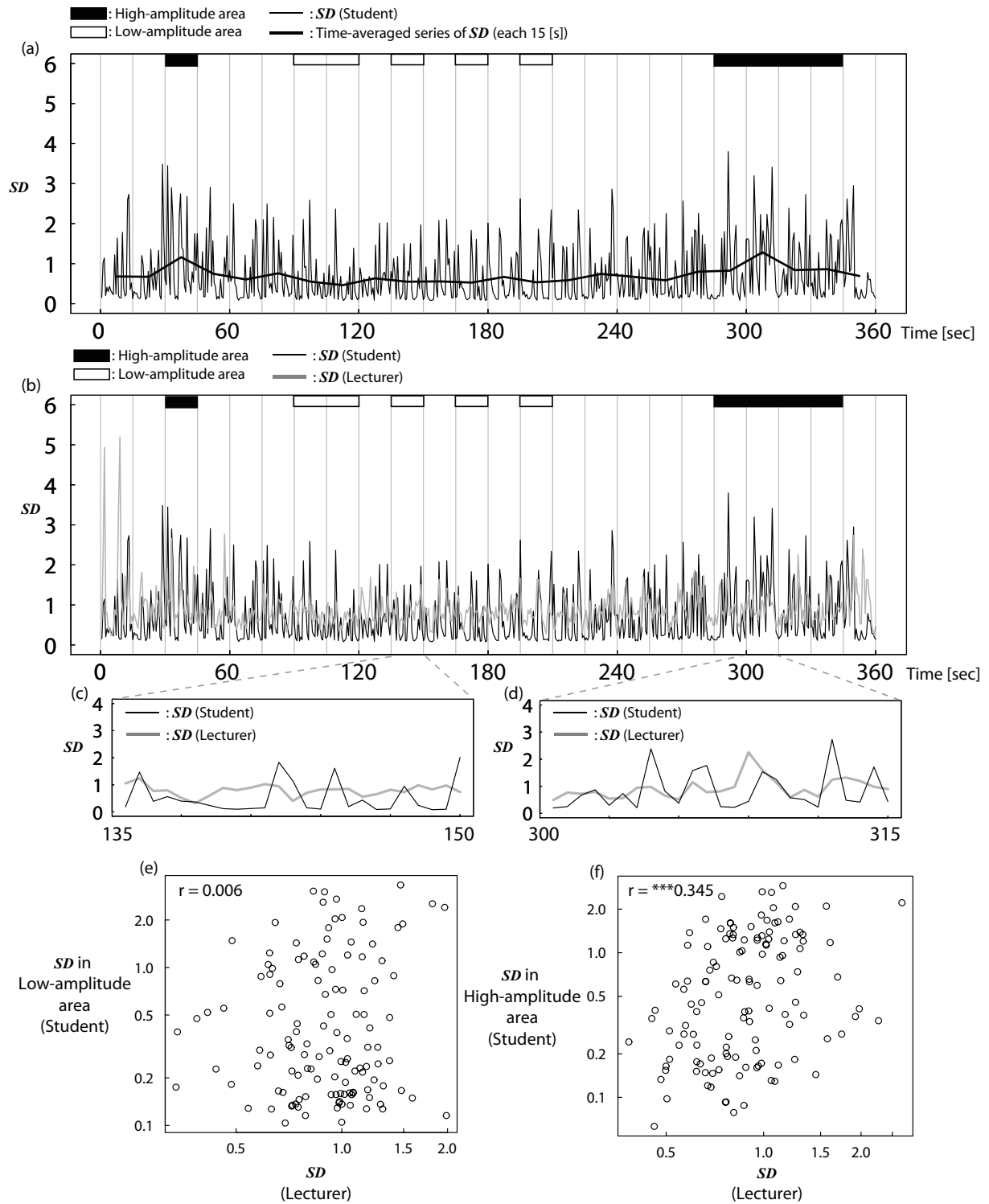


Fig.6 (a): A typical example of student's SD (ID10). For reasons of clarity, horizontal axis is represented in seconds although time resolution of SD is 0.6 [s]. Top 20% of time-averaged series of SD (each 15 [s]) were regarded as High-amplitude area. Bottom 20% of time-averaged series of SD (each 15 [s]) were regarded as Low-amplitude area. In each section, the black and white rectangles are displayed above as a mark. (b): Typical example of student's SD and lecturer's SD (ID10). (c): Typical example of asynchrony of SD in Low-amplitude area. (d): Typical example of synchronization of SD in High-amplitude area. (e): Scatter diagram of SD in Low-amplitude area and correlation coefficient r ($r = 0.006$). (f): Scatter diagram of SD in High-amplitude area and correlation coefficient r . Significant correlation was observed ($r = 0.345$, ***: $p < .001$).

動する傾向が確認された。この傾向を統計的に確かめるために、Fig. 6(e) と Fig. 6(f) のように、Low-amplitude area と High-amplitude area における教師役と生徒役の SD の相関を調べた。縦軸はそれぞれ Low-amplitude area と High-amplitude area における生徒役の SD 、横軸はそれらに対応した時刻の教師役の SD である。このペアにおいて、High-amplitude area における生徒役と教師役の SD の関係に有意な相関が確認された ($r = 0.345$, $***: p < .001$)。

同様の操作を全てのペアについて行った結果を Table 1 に示す。実験 ID10 とほぼ同様の結果が、他のペアにおいても確認されていることがわかる。ここで、High-amplitude area と Low-amplitude area における教師役と生徒役の相関の度合を比較するために、2 群の相関係数の平均値の差の検定 (対応あり、片側 t 検定) が行われた。検定結果を Fig. 7 に示す。2 群の差は有意であった ($df = 9, t = 2.95, p < 0.01$)。すなわち、High-amplitude area における平均的な相関係数は Low-amplitude area のそれよりも有意に高い。

ここで、第三者による説明内容に関する評価結果を示す。生徒役の顔きの振幅の高低によって、説明内容に関する評価結果は 2 つの群に分離された。ウィルコクソンの順位和検定を用いて、2 つの群の分布の差が検定された。Fig. 8 に示されるように両群には有意差が確認された ($W = 1870, p < 0.001$)。すなわち、評価者は Low-amplitude area における説明を一方的情報伝達型として、High-amplitude area における説明をコンテキスト共有型であると判断する傾向があったといえる。

Table 1 Values represent correlation coefficient of SD in High-amplitude area and in Low-amplitude area. $***: p < 0.001$, $** : p < 0.01$, $* : p < 0.05$

ID	High-amplitude area	Low-amplitude area
1	*0.227	0.126
2	**0.303	0.062
3	-0.033	0.066
4	*0.205	0.041
5	0.091	-0.043
6	***0.413	***0.443
7	***0.365	***0.305
8	***0.552	***0.476
9	***0.328	0.102
10	***0.345	0.007

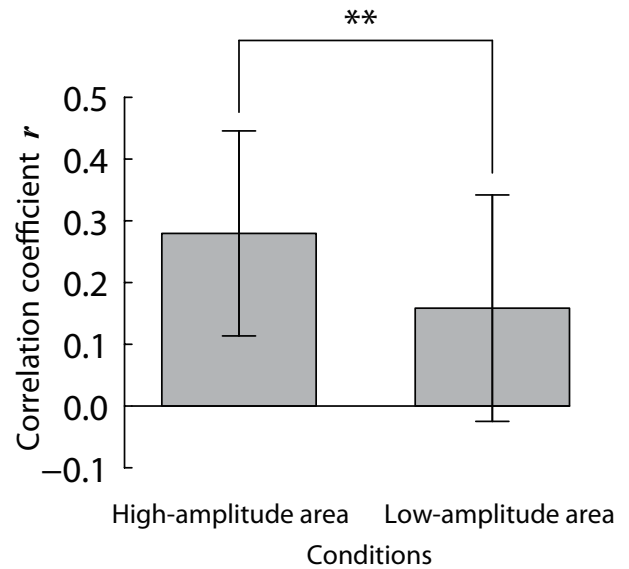


Fig.7 Difference of correlation coefficients between the two conditions. One-sided t -test (paired) was conducted. The height of the bar shows the mean value. Error bar represents standard deviation. The difference between the two conditions was statistically significant ($** : p < 0.01$).

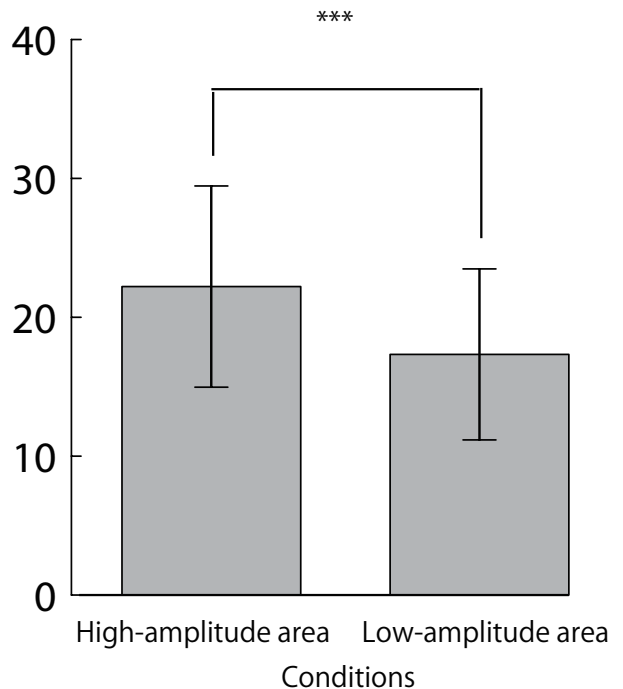


Fig.8 Result of evaluation on contents. Result were divided into two states by High-amplitude area and Low-amplitude area. The height of the bar shows the mean value. Error bar represents standard deviation. Wilcoxon rank sum test was conducted. The difference between the two conditions was statistically significant ($*** : p < 0.001$).

2.5 考察

本実験の目的は身体動作の同調とコンテキストを共有する過程の対応関係を明らかにすることであった。まず、身体動作の同調についての分析結果をまとめ、考察する。Fig. 7の結果より、生徒役の頷きの振幅が高い区間における、教師役と生徒役の頷きの相関は、振幅が低い区間における相関よりも、平均としては有意に高いことがわかった。ここで、教師と生徒という役割を少し一般化し、コミュニケーションにおける話し手と聞き手と捉えて考えると、この結果は、聞き手の頷きの振幅が高い区間において、話し手と聞き手の間で頷きの同調が起きていることを示唆する。ただし、Table 1に示されたように、有意な相関が確認されない場合も存在した。この結果は同調は個人の社会性などの要因によって変化し、コミュニケーション場面において常に示されるわけではないとする先行研究の知見 [14] と対応しており、個人の特性やペアの特性が結果の一つの要因として考えられる。

次に、コンテキストを共有する過程についての分析結果をまとめ、考察する。Fig. 8の結果より、生徒役の頷きの振幅が高い区間における、評価者の内容に関する評価は、生徒役の頷きの振幅が低い区間における評価よりも、コンテキスト共有型に近いことがわかった。一方で、生徒役の頷きの振幅が低い区間における、評価者の内容に関する評価は、生徒役の頷きの振幅が高い区間における評価よりも、一方向的情報伝達型に近いことがわかった。この結果は聞き手の頷きの振幅が高い区間において、話し手は説明を通じてコンテキストを共有しようとしていること、並びに、聞き手の頷きの振幅が低い区間において、話し手は説明を通じてやや一方向的な情報伝達をしていることを示唆している。

上記の考察から、コンテキストが共有される場面において、聞き手の頷きの振幅は高く、聞き手の話し手と聞き手の頷きは同調することが示唆される。本章の実験では教師役に自由に説明を行わせた結果、新たな知見が示唆された。しかしながら本実験には、対話の内容をコンテキスト共有型と一方向的情報伝達型の2状態に明確にすることができないという限界があった。そのため、教師役の説明に、一部操作的介入をする実験を行うことで、コンテキストを共有する過程と身体動作の同調の対応関係を、より明確にすることができると考えられる。

3. 対話の介入の実験

3.1 目的

第2章の実験から以下の仮説が得られた。

- コンテキストを共有するような説明がなされるとき、聞き手の頷きの振幅は高く、話し手と聞き手の頷きは同調する傾向にある
- 一方向的な情報伝達型の説明がなされるとき、聞き手の頷きの振幅は低く、話し手と話し手の頷きは同調しない傾向にある

しかし、第2章の実験では、教師役に自由に説明をさせたため、対話の内容をコンテキスト共有型と一方向的情報伝達型の2状態に明確に分離できないという限界があった。そこで本実験では教師役の説明の仕方に自然な会話を妨げないように注意しつつ介入し、説明の内容を統制する。本実験の目的は、統制のとれた条件で上記の仮説を検証することである。

3.2 実験方法

3.2.1 実験課題

用いられた実験課題は第2章のレクチャー課題において、教師役の説明方法に介入したものである。第2章の実験手続きのうち、変更された点を挙げる。まず、教師役が説明する内容は、教師が自由に設定することはできず、事前に決定されていた。教師役が説明する内容として、前半または、後半に「コンテキスト共有型」の説明内容と「一方向的情報伝達型」の説明内容が配置されていた。教師役の課題は、用意された説明内容をできるだけ覚え、生徒役に資料を読み上げていると悟られないように説明することであった。生徒役の課題はその説明をよく聴き、理解することであった。教師役の教示と生徒役の教示は別々に行われ、生徒役には教師役の教示を知らせないようにした。

教師役が説明する Wikipedia の記事は、実験の前に与えられ、教師は15分程度でそれを読み、練習した。Wikipedia の記事は「バンドワゴン効果」[21] という経済学の用語に関するものであった。実際の資料の量は、A4サイズ1ページ程度、日本語で約840文字程度であった。資料は、「コンテキスト共有型」の説明が420文字程度、「一方向的情報伝達型」の説明が420文字程度で構成されていた。資料は実際の記事を基に、実験者によって記事の語尾などが編集された。説明時間および、記事の量は、予備実験によって検討され、定められた。教師役には特に説明時間に関する教示はしなかったものの、全ての被験者は約2分から4分程度で説明を遂行した。資料は教師役の左側の譜面台の上に置かれ、説明中も教師役が確認できるようにした。計測の間、生徒役には質問が許されず、相槌のみが許されていた。

3.2.2 被験者

被験者のペア数は6ペアで、20代の学生(女性:2名,男性:10名)であった。被験者及び被験者のペアの選定基準は第2章の実験と同様に、「年齢差5歳以内」、「同性」、「日本語が母国語」、「著者が所属する研究室以外の所属の人間」の合計4項目である。2種類の説明型が話される順序による効果を考慮するために、前半と後半の説明の型を入れ替えた資料を2種類作成した。実験ID1からID3の3ペアにおいては、前半に「コンテキスト共有型の説明」、後半に「一方向的情報伝達型の説明」が配置された。残された実験ID4からID6の3ペアにおいては、前半に「一方向的情報伝達型の説明」、後半に「コンテキスト共有型の説明」が配置された。計測方法、分析方法等は2章で説明したものと基本的には同様である。分析において必要となる説明型の区間の分離の基準は、各説明型の最後の文章の説明が終わった時刻とした。

3.2.3 コンテキストを共有する過程の評価

第2章における実験と同様に、第三者(20代の男子学生、以下、評価者)による対話内容の評価が行われた。評価者は教師役のみの様子が映された動画を観察し、それぞれの説明型ごとに説明の内容をFig.5同様の用紙に評価した。ここで注意されたいのが、第2章における15秒ごとの評価実験とは異なり、評価者は前半の説明を聞いて一つの評価値を決定し、後半の説明を聞いて一つの評価値を決定しているという点である。それぞれの目盛上に付けられた印が、0から40の整数に変換されて特徴量として集計された。この値が高ければ、その評価区間における説明はコンテキスト共有型の説明に近く、この値が低ければ、その評価区間における説明は一方向的情報伝達型の説明に近いと解釈される。

3.3 結果

実験結果の典型例(実験ID3)をFig.9に示す。Fig.9(a)は生徒役の顔きの特徴量SDの時系列である。説明の型によって、前半と後半に時間帯が分離され、それぞれ説明の型に対応した時間区間におけるSDの平均値が算出された。Fig.9(a)上部に示されるように、コンテキスト共有型の説明中における生徒役の顔きの振幅は、一方向的情報伝達型の説明中における顔きの振幅よりも、平均として高い値であった。他の5例に関しても、同様の結果が確認されている。Table2に、各説明型に対応した生徒役の顔きの振幅の平均値を示す。それぞれの群における平均的な振幅の値を比較するために、振幅の平均値の差の検定を行った(対応あり、片側t検定)。検定結果をFig.10に示す。2群の差は有意であった($df = 5, t = 5.59, p < 0.01$)。すなわち、コンテキスト共有型の説明中における生徒役の

顔きの振幅は、一方向的情報伝達型における顔きの振幅よりも有意に高いといえる。

また、Fig.9(b)に示されるように、High-amplitude areaにおける教師役と生徒役の顔きの変動は、Low-amplitude areaに比べ、同期する傾向が確認された。第2章で行った分析と同様に、Fig.9(c)のように、Low-amplitude areaにおける顔きの相関を調べた。縦軸はLow-amplitude areaにおける生徒役のSD、横軸はそれに対応する教師役のSDである。両者の間には有意な相関が確認されなかった。一方、High-amplitude areaにおいては、同期して変動するが確認された。この傾向を確かめるために、Fig.9(d)のように、High-amplitude areaにおける顔きの相関を調べた。縦軸はHigh-amplitude areaにおける生徒役のSD、横軸はそれに対応する教師役のSDである。両者の間に有意な相関が確認された($r = 0.491, ***: p < .001$)。元の時系列の集合からHigh-amplitude areaとLow-amplitude areaへの分離はアルゴリズムによって行われているため、完全に説明の型とそれぞれの区間に対応はしていないものの、High-amplitude areaと判断された19の区間のうち、コンテキスト共有型の説明を含むものは16の区間であることが確認された。

同様の操作を全てのペアについて行った結果をTable3に示す。全体的に、High-amplitude areaではLow-amplitude areaに比べ、顔きの相関が高い傾向にあることがわかった。High-amplitude areaとLow-amplitude areaにおける相関を比較するために、2群の相関係数の平均値の差の検定(対応あり、片側t検定)が行われた。検定結果をFig.11に示す。2群の差は有意な傾向であった($df = 5, t = 1.84, p < 0.1$)。すなわち、High-amplitude areaにおける相関係数はLow-amplitude areaのそれよりも有意に大きい傾向があったと言える。

ここで、第三者による説明内容に関する評価結果を示す。t検定(片側、対応あり)によって、2つの条件の差が検定された。Fig.に示されるように両群には有意差が確認された($df = 5, t = 7.3612, p < 0.001$)。すなわち、評価者は一方向的情報伝達型の説明を一方向的情報伝達型として、コンテキスト共有型の説明をコンテキスト共有型であるとしてと評価しており、本実験の目的は達成されたと考えられる。

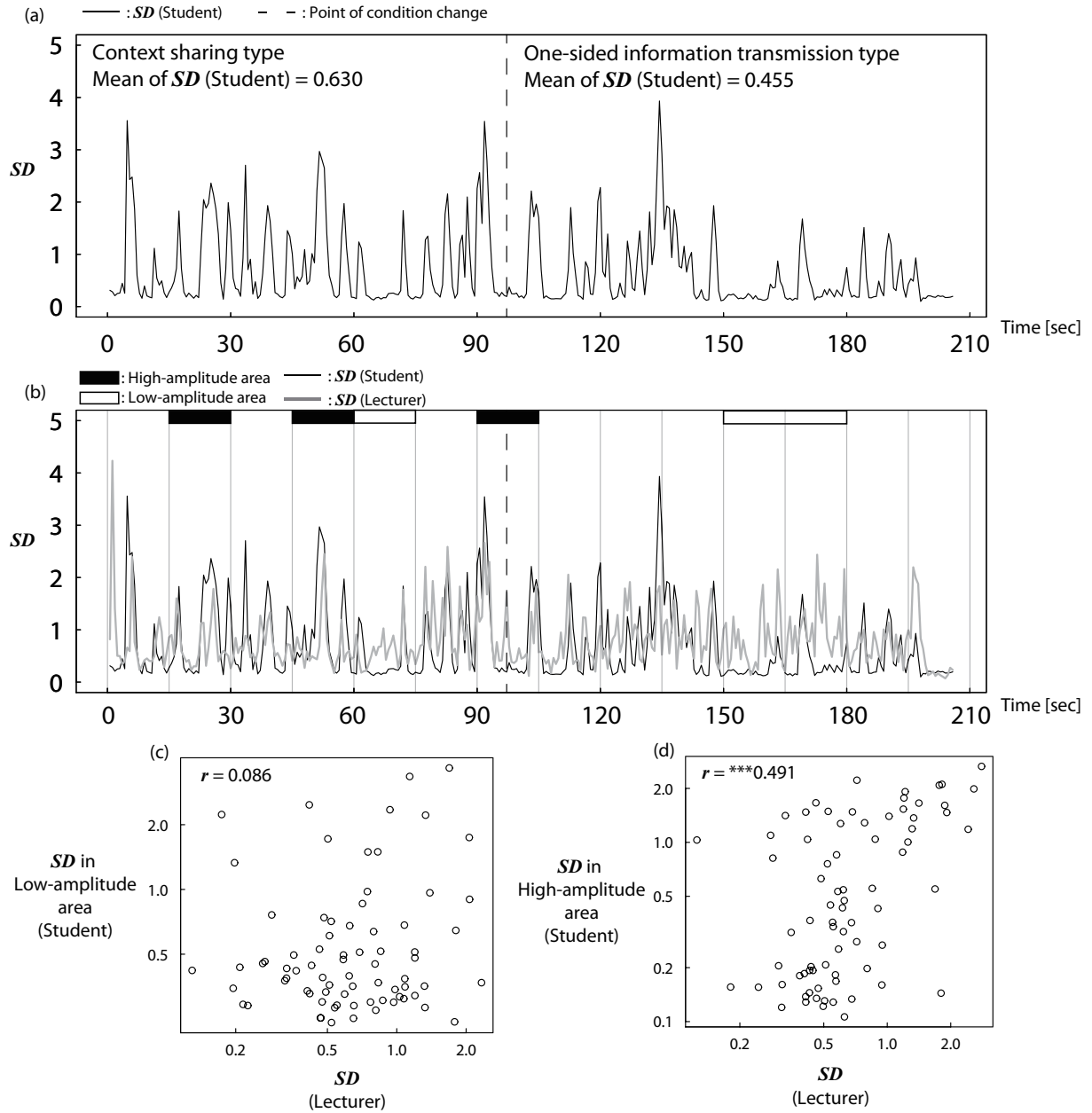


Fig.9 (a): A typical example of student's SD (ID3). For reasons of clarity, horizontal axis is represented in seconds although time resolution of SD is 0.6 [s]. A changing point of condition is represented with a dashed line. Mean of student's SD was higher in context-sharing type explanation than in one-sided information transmission type explanation. (b): Typical example of student's SD and lecturer's SD (ID3). (c): Scatter diagram of SD in Low-amplitude area and correlation coefficient r ($r = 0.086$). (d): Scatter diagram of SD in High-amplitude area and correlation coefficient r . Significant correlation was observed ($r = 0.491$, $***: p < .001$).

Table 2 Mean of student's *SD* in each conditions. Context sharing represents the condition of context sharing type explanation. Informatino transmission represents the condition of one-sided information transmission.

ID	Context sharing	Information transmission
1	0.469	0.392
2	0.711	0.399
3	0.630	0.455
4	0.604	0.389
5	0.871	0.614
6	0.938	0.807

Table 3 Values represent correlation coefficient of *SD* in High-amplitude area and in Low-amplitude area. ***: $p < 0.001$, **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$

ID	High-amplitude area	Low-amplitude area
1	*0.230	0.122
2	0.185	*0.255
3	***0.491	0.086
4	**0.343	**0.324
5	0.081	-0.032
6	0.243	0.095

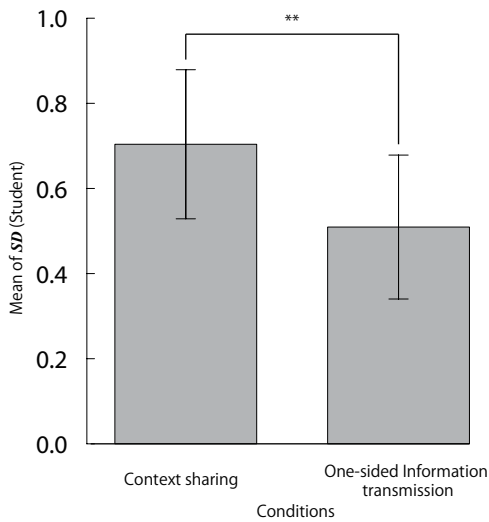


Fig.10 Difference of mean of *SD* between the two conditions. One-sided $t - test$ (paired) was conducted The height of the bar shows the mean value. Error bar represents standard deviation. The difference between the two conditions was statistically significant (**: $p < 0.01$).

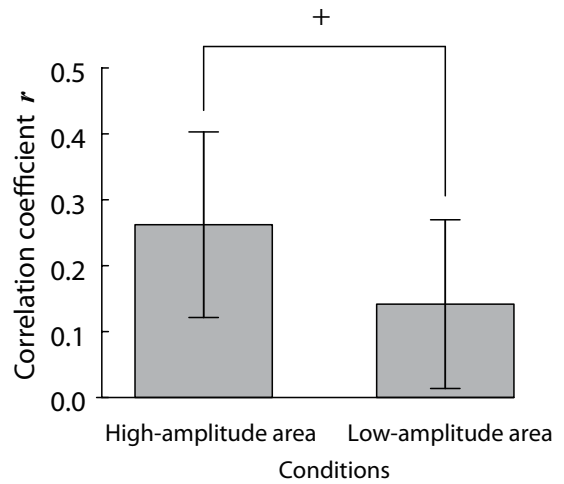


Fig.11 Difference of correlation coefficients between the two conditions. One-sided $t - test$ (paired) was conducted The height of the bar shows the mean value. Error bar represents standard deviation. The difference between the two conditions was statistically significant (+: $p < 0.1$).

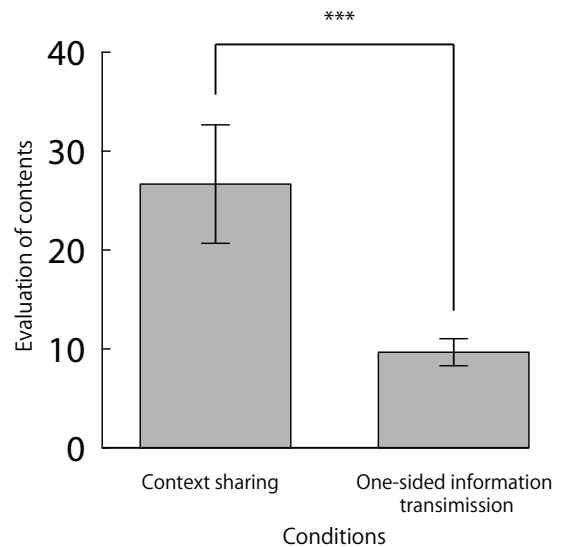


Fig.12 Result of evaluation on contents in the experiment. Result were divided into two states by High-amplitude area and Low-amplitude area. The height of the bars show the mean value. Error bars represent standard deviation. One-sided $t - test$ (paired) was conducted. The difference between the two conditions was statistically significant (***: $p < 0.001$).

3.4 考察

本実験の目的は、観察的実験から得られた以下の仮説を検証することであった。

- コンテキストを共有するような説明がなされるとき、聞き手の頷きの振幅は高く、話し手と聞き手

の頷きは同調する傾向にある

- 一方向的な情報伝達型の説明がなされるとき、聞き手の頷きの振幅は低く、話し手と話し手の頷きは同調しない傾向にある

まず、説明の型と生徒役の頷きの振幅についての対応関係に関する分析結果をまとめ、考察する。Fig. 10の結果に示されるように、コンテキスト共有型の説明がなされている区間における生徒役の頷きの振幅は、一方向的な情報伝達型の説明がなされている区間における振幅に比べ、平均としては有意に高いことが確認された。また、Fig. 12に示されるように、第三者の評価によって、それぞれの区間における説明が意図したとおりに行われたことが確かめられている。この結果は本章の冒頭で提示された仮説を支持している。このような現象が確認された理由を説明する仮説の一つとして、「話し手の説明の内容を入力として、それに対する反応として聞き手の理解などの心理的状態が表出し、頷きが観察される」ということが考えられる。

次に、教師役と生徒役の頷きの同調についての分析結果をまとめ、考察する。Fig. 11の結果より、生徒役の頷きの振幅が高い区間における、教師役と生徒役の頷きの相関は、振幅が低い区間における相関よりも、平均としては有意に高いことがわかった。また、生徒役の頷きの振幅が高い区間 (High-amplitude area) とアルゴリズムによって判断された19の区間のうち、16の区間においてコンテキスト共有型の説明がなされていた。この結果は、本章の冒頭で提示された仮説を支持しており、話し手と聞き手の頷きの同調はコンテキストを共有する過程と対応関係にあることが示唆される。同調現象は2者間の運動の関係において観察される同時発生的な現象なため、この結果が確認された理由を先ほどの入力と出力の関係のみで説明することは難しい。これらを説明する仮説の一つとして、内的なタイミングの共有が挙げられるだろう。協調タッピング実験を通して、2者間の内的なタイミングの共有過程に迫った先行研究によると [22]、人間の内的なタイミングの共有には2種類の相互作用が重要であることが示唆されている。一つは、動作が決まる直前の運動のようなリアルタイム性の高い相互作用であり、もう一つは記憶が関与するであろうと考えられる履歴性の高い相互作用である。対話の中にも、息継ぎなどのリズム的な現象が確認される。そのため、コンテキストを共有するような対話の中においても、両者の内的なタイミングが共有される類の相互作用が多く含まれることで、頷きの同調が観察された可能性が考えられる。

最後に、結果の再現性について考察する。本実験では、第2章の実験で得られた仮説を支持する結果が確認された。この結果は、本実験結果の再現性が高いこ

とを示唆しているといえる。

4. 総合考察

本論文では、人間のコミュニケーションをメッセージの交換に代表される明示的なコミュニケーションと、コンテキストの共有に代表される暗黙的なコミュニケーションに大別して捉えるという仮説的な立場 [1] に立ち、研究を行ってきた。そのような立場に立ったとき、本論文で明らかになった知見は次のように解釈することも可能だろう。一つは、コンテキストの共有に代表されるような、暗黙的なコミュニケーションは、メッセージの交換に代表されるような明示的なコミュニケーションに比べ、身体的な相互作用が強く働いているという可能性があるということである。この解釈は、コンテキストを共有されるようなコミュニケーションがなされているとき、聞き手の頷きの頻度と強度は高まり、聞き手と話し手の頷きが同調していたという本研究の結果に支持されるものである。この解釈は、先行研究の報告を鑑みても、不当であるとは言えないだろう。Charny(1966)は、1つの事例報告的な研究ではあるが、あるクライアントとカウンセラーの面接において、身体の姿勢の一致はクライアントが肯定的な内容、具体的な話をしているときに観察されやすいことを報告した [23]。一方で、クライアントが自己中心的で、否定的、具体性のない内容を話しているときには身体の姿勢の不一致が観察されやすいことを報告している。Yoshidaらは合意形成を目的とした対話において、対話者間の主観的な合意度が高まるにつれて、交替潜時の同調も高まる [13] 現象を報告している。このように先行研究においても、直接的には言及されていないものの、コンテキストを共有するような状況において身体動作の同調現象が観察され、身体的な相互作用が強く働いていることが示唆されている。これらは本論文で得られた知見を支持しているといえる。

近年では頷きの自動検出技術の開発に関する研究も報告されているため [16] [17]、本研究で得られた知見を用いて、実社会のコミュニケーションにおいてコンテキストの共有をする過程をある程度自動的に評価するなどの応用の可能性も考えられる。しかしながら、本論文の実験結果のみでは、話し手と聞き手の間で頷きの同調という強い相互作用が発生することによってコンテキストが共有されているのか、それともコンテキストが共有されることによって同調現象が確認されるのか、これらの因果関係を確定することは困難であるように思われる。Fig. 7やFig. 11や先行研究 [14] に示されているように、同調の度合は状況の要因だけでなく個人的要因も関わると考えられるため、個人的

要因も考慮した実験も必要だと考えられる。

本論文では、研究の第一歩として時系列の状態を2つの状態に分類し、統計的に扱ったものの、人間のコミュニケーションを明らかにするためにも今後は、時系列の解析をする必要があると考えられる。そのためにも、例えば、同調における時間遅れや同調/非同調が間欠的に現れるような時系列の非正常性の考慮、そして、解析が容易な実験系の設計が必要であると考えられる。実社会においてコミュニケーションの評価と工学的支援を可能にするという問題を考えたときに、上記のような点を考慮する必要があると考えられる。

5. おわりに

本研究では、円滑なコミュニケーションにおいて重要であると示唆されてきた身体動作の同調現象とコンテキストの共有を取り上げ、両者の対応関係を調べることを目的とした。具体的にはレクチャー課題と呼ばれるコンテキストの差異を強制的に作成する対話実験を通して、研究を進めた。自然観察的なレクチャー課題と、教師の説明の仕方に介入した介入型のレクチャー課題の実験結果とその考察から、以下の結論が得られた。話し手がコンテキストの共有がなされるような場面では、一方向的な情報伝達がなされるような場面よりも、聞き手の頷きの振幅は高く、聞き手の頷きと話し手の頭の動きは同調する傾向にあるということである。

参考文献

- [1] 三宅美博, 宮川透, 田村寧健, “共創出コミュニケーションとしての人間 - 機械系”, 計測自動制御学会論文集, Vol. 37, No. 11, pp. 1087-1096, 2001.
- [2] 伊藤衛, 伊東俊彦, “プロジェクト・コミュニケーションの認知科学的理解”, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol. 8, No. 6, pp.9-16, 2006.
- [3] C. E. Shannon, W. Weaver, R. E. Blahut, and B. Hajek, “The mathematical theory of communication”, *University of Illinois press Urbana*, 1949.
- [4] J. D. Bransford and M. K. Johnson, “Contextual prerequisites for understanding: Some investigations of comprehension and recall”, *Journal of verbal learning and verbal behavior*, Vol. 11, No. 6, pp. 717-726, 1972.
- [5] G. Fischer, K. Nakakoji, and J. Ostwald, “Supporting the evolution of design artifacts with representations of context and intent”, *Proceedings of the 1st conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, & techniques*, pp. 7-15, 1995.
- [6] 大坊郁夫, “しぐさのコミュニケーション, 人は親しみをどう伝えあうか; セレクション心理学 14”, サイエンス社, 1998.
- [7] A. Mehrabian and S. R. Ferris, “Inference of attitudes from nonverbal communication in two channels”, *Journal of consulting psychology*, Vol. 31, pp. 248, 1967.
- [8] 善本淳, 水上悦雄, 山下耕二, “非言語に着目した対話時のインタラクション解析 (ヒューマンコミュニケーション特集) - (社会的インタラクション)”, 情報通信研究機構, Vol. 53, No.3, pp.91-98, 2007.
- [9] W. S. Condon and L. W. Sander, “Synchrony demonstrated between movements of the neonate and adult speech”, *Child development*, pp. 456-462, 1974.
- [10] F. J. Bernieri, J. S. Gillis, J. M. Davis, and J. G. Grahe, “Dyad rapport and accuracy of its judgment across situations: A lens model analysis”, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 71, pp.110-129, 1996.
- [11] K. Maeda, C. Nagaoka, and M. Komori, “Body Movement Synchrony in Psychotherapeutic Counseling: A Study Using Video-Based Analysis”, *HCS, IEICE Technical Report*, 2007.
- [12] J. Welkowitz, G. Cariffe, and S. Feldstein, “Conversational congruence as a criterion of socialization in children”, *Child Development*, Vol. 47, pp. 369-272, 1976.
- [13] M. Yoshida, Y. Miyake and N. Furuyama, “Temporal Development of Pragmatics and Dynamics in Conversation for Consensus Building”, *The Society of Instrument and Control Engineers (in Japanese)* Vol. 47, No. 8, pp.337-345, 2011.
- [14] 長岡千賀 “対人コミュニケーションにおける非言語行動の2者相互影響に関する研究, 対人社会心理学研究, No. 6, pp. 101-112, 2006.
- [15] 小川一美, 松田昌史, 飯塚雄一, 守 誠一, 高橋直樹, 横山ひとみ “非言語的コミュニケーションのマルチ・チャネル的研究の推進を目指して, 対人社会心理学研究, Vol. 10, pp. 55-75, 2010, URI: <http://hdl.handle.net/11094/4417>.
- [16] H. Saiga, Y. Sumi, and T. Nishida, “Function analysis of nodding for conversation adjustment in multi-party conversation”, *IPSJ SIG Technical Report*, 2010.
- [17] 山本剛, 坂根裕, 竹林洋一, “マルチモーダルヘッドセットを用いたうなずき検出と会話の重要箇所把握 (一般1)(特集:「ユビキタスとセキュリティ」および一般), 情報処理学会研究報告. HI, ヒューマンインタフェース研究会報告, No. 94, pp.13-19, 2003.
- [18] <http://ja.wikipedia.org/wiki/コールド・リーディング>, 2012.
- [19] K. Nishida, “Effects of conversation act on conversation strategy and interpersonal cognition”, *The Japanese Journal of Psychoogy (in Japanese)*, Vol. 63, pp. 319-325, 1992.
- [20] C. Spearman, “The Proof and Measurement of Association Between Two Things,” *American Journal of Psychology*, Vol. 15, pp. 72-101, 1904.
- [21] <http://ja.wikipedia.org/wiki/バンドワゴン効果>, 2012.
- [22] 今誉, 三宅美博, “協調タッピングにおける相互同調過程の解析とモデル化”, ヒューマンインタフェース学会論文誌 Vol.7, No.4, pp.61-70, 2005.
- [23] M. D. Charny, “Psychosomatic manifestations of rapport in psychotherapy” *Psychosomatic Medicine*, Vol. 28, pp. 305-315, 1966.

謝辞

私の2年間の修士研究活動を進めるにあたり、多大なるご指導を下さいました三宅美博教授に心よりお礼を申し上げます。修士論文の審査を担当していただき、多大なるご指導を下さった新田克己教授に心よりお礼を申し上げます。修士論文の審査を担当していただき、多大なるご指導を下さった山田誠二教授に心よりお礼を申し上げます。研究活動全般において多大なるご指導を下さいました東京大学の緒方大樹助教に深く感謝いたします。活発な議論で常に示唆的な意見を下さいました小川健一朗助教に深く感謝いたします。研究活動を進める上でたくさんの助言を頂き公私ともにお世話になった三宅研究室の学生の皆様に深く感謝いたします。研究活動をいつも支えてくれた三宅研究室の秘書の富永弓子さんと林千枝さんに深く感謝いたします。対話実験に参加して下さった皆様に深く感謝いたします。最後に、未熟な私を常に支えてくれた家族と親しい友人達に感謝します。皆様、本当にありがとうございました。