

Looking to Understand: The Coupling Between Speaker's and Listener's Eye Movements and Its Relationship to Discourse Comprehension

Daniel C. Richardson, Rick Dale
Cognitive Science, (2005), 1045-1060

1. Introduction

- 談話における話し手と聞き手の眼球運動について
 - ◇ 日常的な場面：友人と一緒にある絵画や映画を見ているような場面

- コミュニケーションにおける注意の制御に関する研究
 - ◇ 協調課題を用いた注意の研究
 - ✓ 注意の喚起させるためにジェスチャーや指差しを用いる (Bangerter, 2004; Clark & Krych, 2004)
 - ✓ 前言語的なコミュニケーションを用いて共同注意が生じる (Baldwin, 1995)
 - ◇ アイコンタクトの必要性
 - ✓ 言語運用において一般的に使用 (Bavelas, Coates, & Johnson, 2002)
 - ✓ 社会的な態度や役割を伝達する上で使用 (Argyle & Cook, 1976)

- 視知覚と言語処理の関係に関する研究
 - ◇ 近年、心理言語や視知覚の研究分野で注目を浴びている (Henderson & Ferreira, 2004; Richardson & Matlock, 2005)
 - ◇ 話し手と聞き手の眼球運動についての知見
 - ✓ 名前を読み上げる 800~1,000msec 前に物体に眼球が固着する (Griffin & Bock 2000; Meyer, Sleidrink, & Levelt, 1998)
 - ✓ 眼球のほうに情報処理に先立って実行される (Allopenna, Magnuson, & Tanenhaus, 1998)
 - ✓ 視覚的な情報を用いて言語運用における曖昧性を削減する (Tanenhaus, Spivey Knowlton, Eberhard, & Sedivy, 1995)
 - ✓ 聞き手は、話し手が話した 500~1,000msec 後に単語に固着する (Fischer, 1998)
 - ◇ 眼球運動と高次の心的活動
 - ✓ 大人と乳児は、記憶情報を検索する過程において、システムティックに眼球運動を行う (Just & Carpenter, 1976; Liversedge & Findally, 200; Richardson & Spivey, 2004)
 - ✓ 図表を用いた帰納的な推論課題を解く際に、他者の視点を複製した手がかり

刺激 (Cue) を見せた時に、視線の誘導が起きる (Grant & Spivey, 2003)
 先行研究との違い

- ✓ これまでの研究：単語や文を提示したときの被験者の眼球運動に関する分析が行われてきた
- ✓ 本研究：コミュニケーションという文脈の中で被験者の眼球運動の変動に注目する
 →そして、視線の一致/不一致がコミュニケーションに果たす影響を検討する (Clark & Krych, 2004)

■ 本研究の予測

- 予測 1：話し手と聞き手の眼球運動は時間とともに共起するのではないか？
- 予測 2：眼球運動が共起すれば、聞き手の話し手に対する理解も高まるのではないか？
- 予測 3：眼球運動と理解の間には因果関係があるのではないか？

2. Study1

2.1. Methods

2.1.1. Participants

- スタンフォード大学の大学生 40 名
 - ◇ 4 名が話し手, 36 名が聞き手に割り当てられた

2.1.2. Apparatus

- 眼球運動測定器 (ASL 504)
 - ◇ 17 インチのディスプレイ
 - ◇ 被験者はディスプレイから 30 インチの位置に配置
 - ◇ 33msec 秒ごとに PC (Mac G4) に転送された

2.1.3. Design: Speakers

- 被験者 4 人は、登場人物が写されている画像を見ながら、2 つのテレビ番組の内容を説明するように教示
 - ◇ 番組 1, “Friends” : 「キャラクター同士の人間関係や、それに関してどう思うのか、そして番組の中に出てくる好きなエピソード」
 - ◇ 番組 2, “The Simpson’s” : あるシーンを 5 分間提示「そのシーンで何が起こったのか？そしてあなたはそれに対してどう思うのか？」
- 話者の眼球運動と言語報告を記録

2.1.4. Design: Listeners

- 被験者 36 人に、話し手に提示した画像と同一の画像を提示
- 被験者は、“Friends” と “The Simpson’s” を知っているかを聞いた後、話し手から物語を聞かされる
- 話が終わった後、4 つの質問に答える (尚、質問は物語に関して既に持つ知識か

ら推測できないような内容にして作られた)

2.1.5. Data Coding

- 約半数の被験者が両方の物語に関して知っていた
- カリブレーションによる除外を含めて, 49 のケースが分析の対象として扱われた
- 眼球運動データにおけるサッケードや瞬き等は, 修正された
- 発話データ: 平均 160 語程度を話していた.

2.2. Results

- 眼球運動と言語報告の例
 - ◇ <http://www.cognitivesciencesociety.org/supplements/>
 - ◇ Movie1: 実験 1 における 3 種の眼球運動 (薄いグレー; 全ての問題を正確に答えた人, 黒; 一問だけ正確に答えた人) と話し手の発話
- 眼球データと発話データ
 - ◇ Fig.1 の左にあるような 'scarf plot' によって表現できる
 - ◇ Fig1 の例は, 7 秒間のスピーチに基づく, 話者と聞き手の相互関係を表している
- 眼球データの生理的なズレ
 - ◇ 話者がキャラクターを発話してから平均 860ms 速く眼球への固着が生じる
 - ◇ このズレは眼球運動を用いた先行研究の結果と一貫している (Griffin & Bock, 2000)

2.2.1. Cross-recurrence analysis

- 話し手と聞き手の眼球の関係
 - ◇ Recurrence analysis(Eckmann, Kamphorst& Ruelle, 1987; Zbilut & Webber, 1992)を用いた分析
 - ✓ 2つの時間軸 (話し手と聞き手) の同期パターンを視覚的かつ定量的に示す
- Recurrence analysis を適用した例
 - ◇ Fig. 1 に例を示す
 - ◇ 同期していれば黒の印を付与
 - ✓ タイムラグ無し (左): 20%のオーバーラップ
 - ✓ 2秒のタイムラグ (右): 30%のオーバーラップ
- 良い聞き手と悪い聞き手, ランダムの時との比較
 - ◇ Fig. 2 に recurrence analysis を①良い聞き手 (全てに答える) ②悪い聞き手 (いくつかしか答えない) ③ランダム (被験者の眼球運動をランダムにシャッフルした場合) に分類し他者を示す
 - ◇ 特徴
 - ✓ 良い聞き手: 密度が高く, クラスタ化されている
 - ✓ 人間のデータ: 左下のほうで密度が高い
 - 聞き手の固着時間が話し手の固着の後に来ればくるほど, オーバーラップがあ

る（密度は高い）事を示す

2.2.2. Relation between speaker and listener eye movements

- 話し手と聞き手の間における共起がどのタイムラグで一番多く生じるのか
 - ◇ 3条件による分析(Fig.3 参照)
 1. 話し手-聞き手：通常のパターン
 2. 話し手-ランダムな聞き手：全ケースの聞き手の眼球をランダムにシャッフルし、話し手と聞き手の共起パターンを計算したもの
 3. 話し手-ミスマッチな聞き手：聞き手が、本当の話し手とは違う時（見ている画像は同じ）の共起パターンを計算したもの

- 現実の聞き手（条件1）とランダムな聞き手（条件2）
 - ◇ 6,000msec 後までは、被験者はチャンスレベルより多く共起
 - ◇ 特に 2,000msec のラグで一番多く共起
 - ◇ 検定
 - ✓ 2(聞き手-ランダムな聞き手)×41(タイムラグ)の ANOVA
 - ✓ 聞き手 $F(1,48) = 40.6, p < .0001$, 話し手 $F(40,1920) = 7.4, p < .0001$ の主効果は有意, また交互作用 $F(40,1920) = 7.7, p < .0001$ も有意

- 現実の聞き手（条件1）とミスマッチな聞き手(条件3)
 - ◇ ミスマッチな聞き手は、現実の聞き手よりも共起が少ない
 - ◇ 検定
 - ✓ 2(聞き手-ミスマッチな聞き手)×41(タイムラグ)の ANOVA
 - ✓ 聞き手 $F(1,48) = 18.2, p < .0001$, 話し手 $F(40,1920) = 4.4, p < .0001$ の主効果は有意, また交互作用 $F(40,1920) = 9.6, p < .0001$ も有意

- 話し手と聞き手の共起パターンの特徴について
 - ◇ 通説と本研究の結果の比較
 - ✓ 話し手：対象を話す前に対象を 800~1,000msec 早く固着するといわれている
 - ✓ 聞き手：対象が指示されてから 500~1,000msec 遅れて固着するといわれている
 - ✓ 本研究で共起頻度が一番高かったのは約 2,000msec である
 - この共起値は、通常より比較的遅い値
 - 本研究で用いた課題の特性がこのような結果を導いたのではないか？

- 何故、共起頻度が遅くなったのか？
 - ◇ 話し手による名前に関する情報の提示が共起頻度に影響していたのでは？

- ◇ この分野の研究では一般的に、物体や名前に関する情報を含んだものが多い
- ◇ 登場人物の名前と固着した場所を同定してみたところ、120の固着のうち、10%が名前に関するものだった
- ①人物名と②人物名以外とに分類し、話し手・聞き手の共起頻度の関係を分析 (Fig. 4 参照)
 - ◇ Fig. 4A では、タイムラグにおける2種類の話し手の名前に関する共起頻度を表す
 - ✓ ランダムとの間に大きな差が見られる
 - ◇ 検定
 - ✓ 2 (話し手, ランダムな話し手) × 41 (タイムラグ) の ANOVA
 - ✓ 話し手 $F(1,48) = 139.2, p < .0001$, ラグ $F(40,1920) = 24.8, p < .0001$ の主効果は有意, また交互作用 $F(40,1920) = 24.2, p < .0001$ も有意
 - ◇ Fig. 4B では、名前を除いたときのデータを示す
 - ◇ ピークは、2,078msec である
 - ◇ 検定
 - ✓ 2 (話し手, ランダムな話し手) × 41 (タイムラグ) の ANOVA
 - ✓ 話し手 $F(1,48) = 36.4, p < .0001$, ラグ $F(40,1920) = 3.1, p < .0001$ の主効果は有意, また交互作用 $F(40,1920) = 3.7, p < .0001$ も有意
 - ◇ 話し手がキャラクターの名前を話したから話し手と聞き手の視点が共起したとは限らない
- 名前と非名前のデータの分析
 - 検定
 - ✓ 2 (名前, 非名前) × 2 (話し手, ランダムな話し手) × 41 (タイムラグ) の ANOVA
 - ✓ 交互作用 $F(40,1920) = 5.82, p < .001$ が有意
 - ◇ 名前と非名前における共起ピークの差の検定: 前者のほうが後者よりもよりも有意に早い局面で起きる (370msec)
 - ✓ 検定結果
 $t(1998) = 9.13, p < .0001$
 - ◇ 話し手がキャラクターの名前を話すことが、視点の共起速度に影響を及ぼす

2.2.3. Speaker-listener eye-movement linkage and listener comprehension

理解の正確さと眼球の共起に関する分析 (Fig. 5)

グループ化

正確：3~4 問正解；N=35

不正確：1~2 問正解；N=14

検定

- ✓ 2（正確，不正確）×41（タイムラグ）の ANOVA
- ✓ 正確 $F(1,47)=14.3, p<.0001$ ，ラグ $F(39,1833)=8.06, p<.0001$ の主効果は有意，また交互作用 $F(39,1833)=3.7, p<.0001$ も有意

眼球の共起と理解の関係に関して 2 種類の回帰分析

2,000msec のラグ時における全ケースの共起頻度の分析

全ケースの正確さと，共起頻度との関係：相関係数.33 $F(1,47)=5.91, p<.05$

各ケースにおいて，タイムラグが一番大きかった時の共起頻度の分析

- ✓ 全ケースの正確さと，ラグの大きさとの関係：相関係数-.34
 $F(1,47)=6.1, p<.05$

→結果：正確さと共起に関連がある事が示唆される

2.3. Discussion

■ 話し手と聞き手の眼球運動

話し手と聞き手の眼球は同期する

結果は明確だが，これまでこのような規範的な分析が行われてこなかった

話し手の 2,000msec 後に同じ場所を見る傾向にある

談話における眼球パターンの確認（先行研究では参照課題を用いたものが中心）

■ 眼球の同期と解釈との関係

◇ 話し手の視線をどれぐらい追うことが出来るかが，解釈の有無に関与する
記録や知識の運用において重要

◇ 解釈に関する 4 つの質問

少し粗い測定

Study2 では，眼球運動と理解に関して詳細にみていく

3. Study 2

Study1 の課題を再度，用いる

写真の部分に話しての眼球運動をハイライトして提示する

予測

◇ 話し手と同じような眼球運動をすることが出来るように，聞き手の注意を誘導できるのではないかな？

◇ 誘導に成功すれば，聞き手の解釈に影響を与えることが出来るのではないかな？

3.1. Methods

以下に示す方法以外，Study1 と同様の実験デザイン

3.1.1. Participants

スタンフォード大学の大学生 36 人が実験に参加

3.1.2. Design

- 4人の発話者のうち、どれか1人に割り当てる（カウンターバランス）

- 条件

シンクロ条件

話し手が見ている場所（写真）がハイライト

シャッフル条件

✓ 話し手の見ている場所が、ランダムにハイライト

→<http://www.cognitivesciencesociety.org/supplements/>

- 8問の解釈問題を課題終了後に実施

3.2. Results

- 4人の被験者を対象から除外（カリブレーションの問題）

- 誘導の効果が認められる

◇ 検定

✓ 2（シンクロ、シャッフル）×41（タイムラグ）のANOVA

✓ 条件 $F(1,29) = 11.3, p < .005$, ラグ $F(40,1160) = 11.2, p < .0001$ の主効果は有意, また交互作用 $F(40,1160) = 6.5, p < .0001$ も有意

- シャッフル条件では、シンクロ条件と比較して40%多くの時間がかかった（シンクロ条件, $M = 1,364\text{msec}$; シャッフル条件 $M = 1,889\text{msec}$ ）

◇ 検定

✓ $F(1,30) = 5.00, p < .05$

- 条件間における理解の度合い

◇ 検定

✓ $F(1,30) = .04$

3.3. Discussion

- 知覚行為と物語の解釈の関係についての考察

◇ 話者の発言に対する解釈（理解の度合い）には差が認められなかったが、反応時間には差が認められた

◇ Cueを提示することで、話者と同じような眼球運動を複製することができることを示す

- シャッフル条件における理解パフォーマンスの低下の原因

◇ シャッフルされたフラッシュによって理解が‘妨害’されたと考えられる

4. General Discussion

- 話し手と聞き手の眼球の関係

◇ 6秒間の発話で話し手が聞き手と同じ画像を見る確率はチャンスレベルを超えている

- ◇ 話し手が固着した 2,000msec 後に同じものを見る傾向にある
 - 眼球の同期と理解との因果関係
 - ◇ 眼球の同期が上昇すれば、理解も上昇する
 - ✓ 眼球運動を Cue として提示した場合には、理解のパフォーマンスが上昇
 - 相互の理解のプロセスにおける眼球の共起に関して
 - ◇ 日常場面：話者は、指差しやジェスチャーによって注意の制御を行う (Clark, 2003; Clark & Krych, 2004)
- 本研究では、空間的に遮断されているような状況においてさえ眼球が同期するという現象が確認された

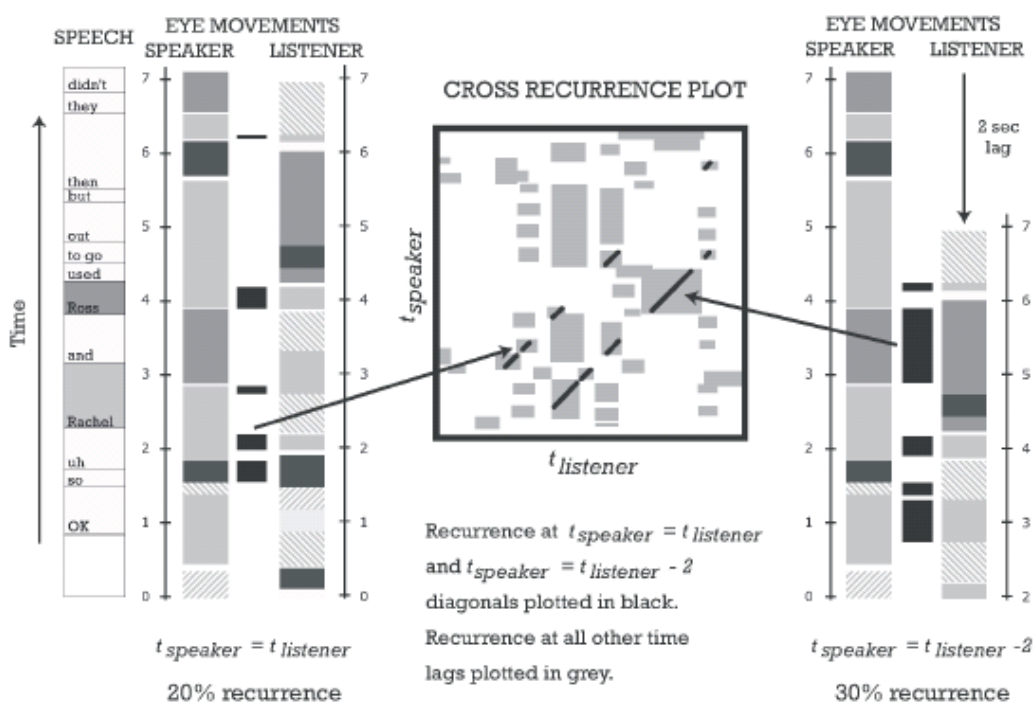


Fig. 1. Scarf plot and explanation of cross-recurrence analysis.



Fig. 2. Example cross-recurrence plots of the eye movements of a speaker and (a) a good listener, (b) a bad listener (c) a shuffled listener.

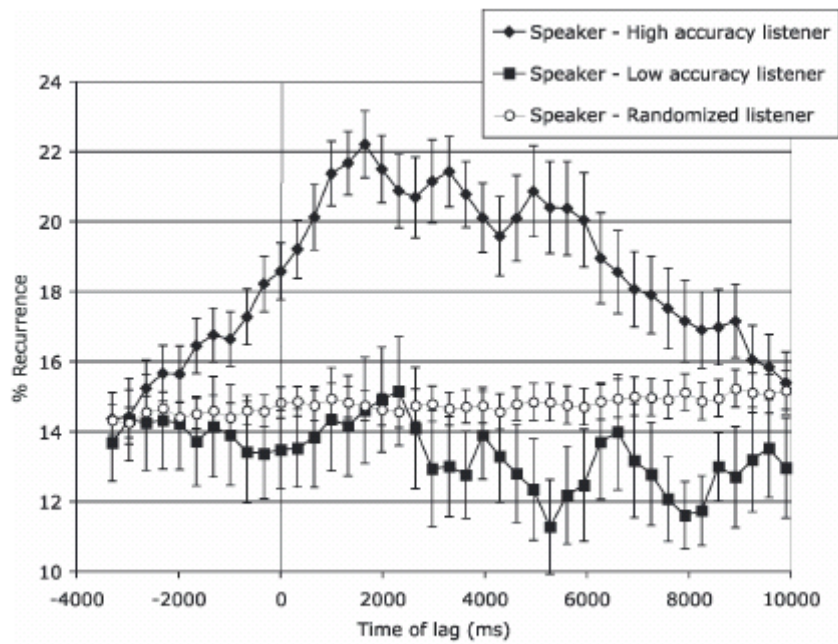


Fig. 5. Cross-recurrence for listeners with high and low comprehension.

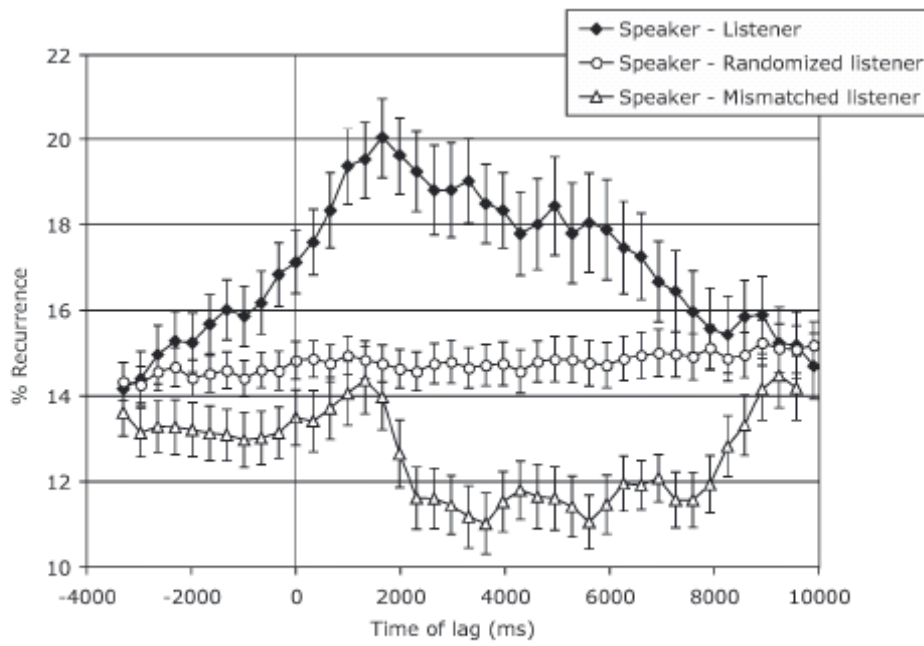


Fig. 3. Average cross-recurrence at different time lags for 49 speaker-listener pairs.

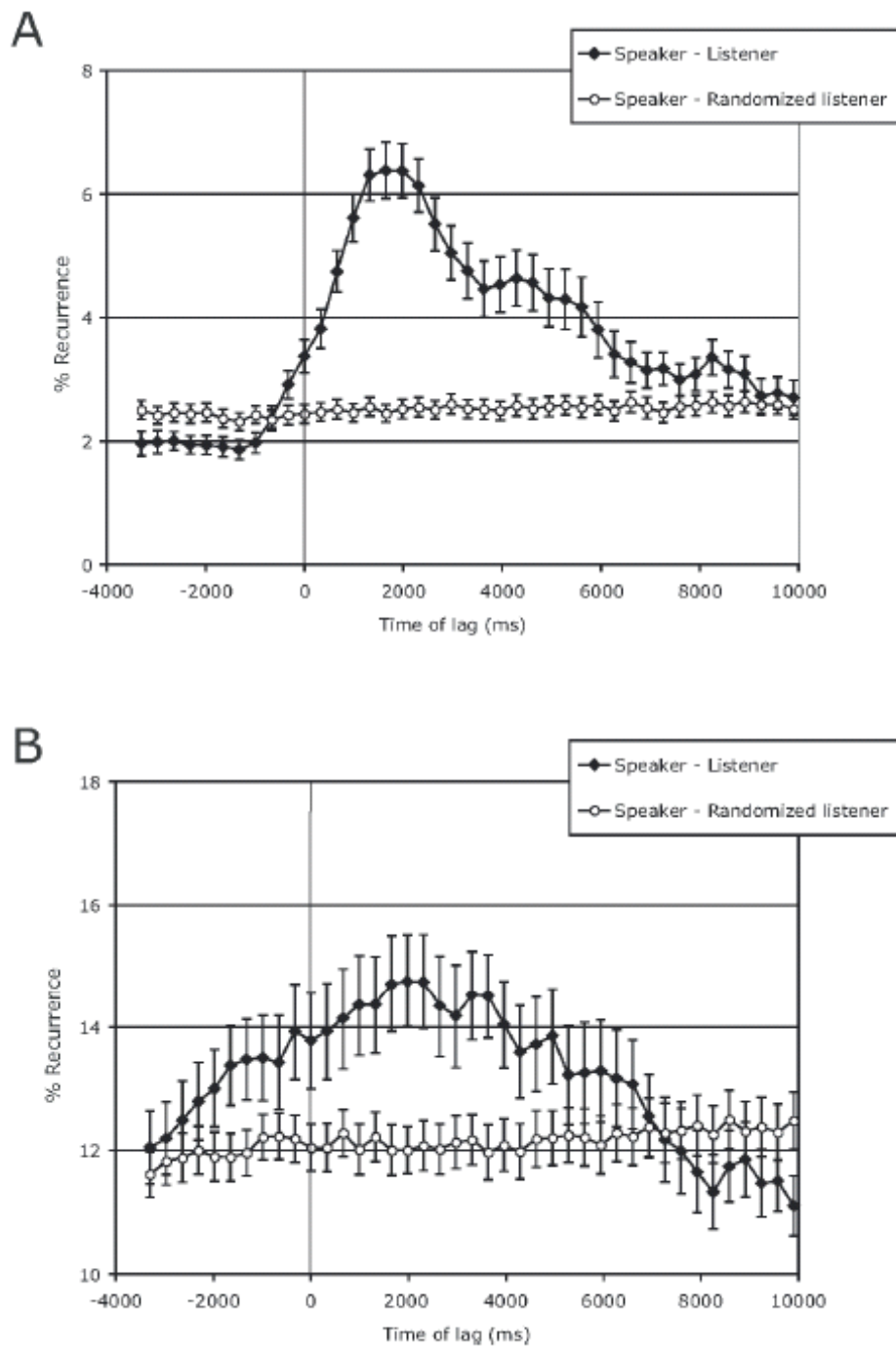


Fig. 4. Cross-recurrence at different time lags for (a) name fixations and (b) non-name fixations.

概要

この研究では、コミュニケーションにおいて、話し手と聞き手の眼球運動がどのように同期 (coupling) するのかに関して二つの実験を通じて検討を行っている。

実験 1 では、被験者 (話し手) に対して、あるテレビ番組をスクリーンに映し出し、そこに登場する人物に関して物語を話し (再生) をさせる。次に別の被験者 (聞き手) に、話し手が見ていた番組と同じものをスクリーンに映し出し、話し手が話した内容を聞かせた。このとき、両被験者 (話し手、聞き手) の眼球運動が測定された。また、課題の終了後にどれぐらい話を理解できていたのかに関するテストも行った。

Cross recurrence という分析を行った結果、聞き手の眼球運動と話し手の眼球運動の固着の同期は、話し手と聞き手の固着の間に 2,000msec の時間差があった時にもっとも多く生じるということがわかった。また、聞き手が話し手の話した内容をどれぐらい理解できていたのかに関するテストの結果は、話し手と聞き手の同期が多いペアでは高成績で、同期が少ないペアでは低成績だった。

実験 2 では、聞き手が見ているスクリーンに話し手の眼球運動を Cue として提示した。(それ以外の実験手続きは、実験 1 と同様の手続きだった) その結果、聞き手への理解に関するパフォーマンスは、Cue を提示した条件とそうでない条件で、前者が後者を上回った。

この実験結果を受け、話し手と聞き手の眼球運動の同期がコミュニケーションにおける成功にとって重要であることが確認された。