JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	ロンバード効果を応用した第二言語学習者の会話支援手段
Author(s)	王, 露茜; 高島, 健太郎; 西本, 一志
Citation	情報処理学会研究報告. HCI, ヒューマンコンピュータインタラクション, 2021-HCI-192(5): 1-5
Issue Date	2021-03-15
Type	Journal Article
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/17738
Rights	社団法人 情報処理学会, 王 露茜, 高島健太郎, 西本一志, 情報処理学会研究報告. HCI, ヒューマンコンピュータインタラクション, 2021-HCI-192(5), 2021, pp.1-5. ここに掲載した著作物の利用に関する注意: 本著作物の著作権は(社)情報処理学会に帰属します。本著作物は著作権者である情報処理学会の許可のもとに掲載するものです。ご利用に当たっては「著作権法」ならびに「情報処理学会倫理綱領」に従うことをお願いいたします。 Notice for the use of this material: The copyright of this material is retained by the Information Processing Society of Japan (IPSJ). This material is published on this web site with the agreement of the author (s) and the IPSJ. Please be complied with Copyright Law of Japan and the Code of Ethics of the IPSJ if any users wish to reproduce, make derivative work, distribute or make available to the public any part or whole thereof. All Rights Reserved, Copyright (C) Information Processing Society of Japan.
Description	

JAIST
JAPAN ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

Vol.2021-HCI-192 No.5
2021/3/15

ロンバード効果を応用した第二言語学習者の会話支援手段

王 露茜[†1]　高島健太郎[†1]　西本一志[†1]

概要：グローバル化により，留学の機会が増えている．しかし，知らない国に初めて来て，まだ生活と言語に慣れていない留学生にとって，留学先の国の人々と相手国の言語で会話することはしばしば難しい．その原因のひとつとして，人は母国語を話すとき，意図せずして速い速度で不十分な音量で話しがちであることが挙げられる．そこで，本研究では，母語話者が発話する際に騒音を提示することでロンバード効果を引き出し，母語話者の声量を増大させると同時に，発話速度を低下させることを試みる．これまで，ロンバード効果で声量を制御できることは明らかになっているが，発話速度が変化するかどうかは不明であった．そこで，騒音提示による発話速度の変化の有無を検証する実験を行った結果，騒音の提示によって発話速度が低下することが明らかになった．さらに，中国人留学生と日本人学生による日本語での会話に本手法を適用する実験を実施した結果，本手法によって中国人留学生が日本人との日本語での会話を聞き取りやすくなることが示唆された．

キーワード：ロンバード効果，第二言語学習者，発話音量，発話速度

A Conversation Support Method for Second Language Learners by Applying the Lombard Effect

WANG LUXI[†1]　KENTARO TAKASHIMA[†1]　KAZUSHI NISHIMOTO[†1]

Abstract: With the process of globalization, the opportunities of studying abroad have been increased. It is often difficult for foreign students to talk with the people of the local country in the language of the country. One of the reasons of the difficulty is that when people speak their mother tongue, they unconsciously speak at a very fast speed in small voice. Therefore, we propose a method that applies the Lombard effect to solve this problem: by making native speakers listen to noise when they speak, we attempt to make them speak slowly and louder. Although it is already known that people speak louder while listening to noise, our experiment additionally revealed that people speak slowly while listening to noise, which had not been known. We conducted experiments in which we applied our method to conversations by conversation in Japanese by Chinese students and Japanese students. As a result, it was shown that it became easy for the Chinese students to listen to the Japanese students' speaking.

Keywords: Lombard effect, Second language learner, Speaking speed, Speech loudness

1. はじめに

グローバル化により，留学の機会が増えている．留学により，人々は異文化を体験し人生を豊かにすることができる．留学生は，滞在先の国の言語，すなわち留学生にとっての第二言語で書かれた本や書類などを読むだけではなく，授業や会議，交流会等のイベントで現地の人々と第二言語を用いてコミュニケーションを行う機会がしばしばある．この対面でのコミュニケーションでは，次々とテンポよく第二言語で相手に言いたいことを伝えなくてはならない．これは，知らない国に初めて来て，まだ生活と言語に慣れていないため留学生にとっては往々にして非常に難しいことである．さらに，滞在先の国の人々，すなわち母語話者らは，自分たちの母国語を話す際，母語話者同士で話すように，特に声を大きくすることなく速い速度で話しがちである．これにより，留学生が母語話者の発話内容を理解することはますます難しくなる．その結果留学生は，第二言語を用いた交流能力に十分な自信を持てなくなり，発話意欲を萎縮させてしまう可能性がある[1].

†1 北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科
Graduate School of Advanced Science and Technology, Japan Advanced Institute of Science and Technology

本研究は，母語話者と，留学生のような母語ではない言葉を話す第二言語話者との会話において，第二言語話者がより会話を理解できるよう支援する手段を実現することを目的とする．第二言語話者が母語話者と話す際,「大きな声ではっきり・ゆっくり話して欲しい」ということを母語話者に対して要求することがしばしばある．母語話者は，このような要求を受けた直後は気をつけて大きく明瞭な声でゆっくり話すように心がけてくれる．しかし，話が進展するにつれて，次第に自分の話し方に対する注意が薄れ，通常の話し方に戻ってしまう．結局，このような要求をしたとしても，その効果はごく一時的なものとなる．そこで本研究では，ロンバード効果を引き出す刺激を母語話者に対して与えることで，自然に大きな声でゆっくり話すように仕向ける手段を提案する．本稿では，提案手法について説明するとともに，その有効性に関する検証結果について述べる．

2. 関連研究

2.1. ロンバード効果とその応用

ロンバード効果[2]とは，騒音環境下で発話者が自分の声量を大きくしたり，普段よりも高い声で発声したりするよ

ⓒ 2021 Information Processing Society of Japan

うになる効果のことである．このような人間の反応は不随意的に生じる．これによって，騒音環境下での音声了解度が高まる．

ロンバード効果の応用に関連する研究例はこれまで非常に多数存在する．竹川ら[3]は，たとえばプレゼン中に緊張して声量が不適切に小さくなってしまうような，人が適切な声量で話せない状況を修正するために，ホワイトノイズを聞かせてロンバード効果により声量を大きくさせたり，逆に発話を大きな音量で本人にフィードバックすることにより声量を小さくさせたりする声量制御手法を提案している．漢野ら[4]は，工場などの雑音音量が非常に高い場所において利用可能な音声認識技術の実現のために，ロンバード効果による音声特徴の変形を考慮した音声認識方式を提案し，織物工場における織物検査装置の自動化への応用を試みている．以上のように，ロンバード効果を応用して人々の発話声量をコントロールしたり，工場における音声認識精度を向上したりすることは試みられているが，第二言語学習支援に応用した例は，筆者らの知る限り見あたらない．

2.2. 第二言語学習

第二言語の学習支援に関する研究は，これまで多数なされている．このうち，母語話者と第二言語学習者との会話を支援する研究例としては，以下のようなものがある．北山ら[5]は，英語習熟者と英語学習者が会話する際に，習熟者に聴覚遅延フィードバックを与えて発話速度を低下させることにより，学習者が母語話者の発話中に割り込みやすい間を作ることを試みている．塙ら[6]は，母語話者と第二言語学習者話者による日常の交流において，第二言語学習者が意思表示することが難しいという問題を解決するために，母語話者が話す時，自分が話す内容をテキストに転換して学習者話者と共有する支援手段を提案し，これにより母語話者の発話時間と発話長が削減されることを示した．佐々木ら[7]は，母語話者の発話速度を計測し，非母語話者にとって速い場合に「速い」ことをスクリーン表示で知らせる Speech Speed Awareness System を提案し，これによって母語話者の話速の低下を実現した．

3. 提案手法

ある言語を母語とする母語話者と，当該言語への習熟度が低い第二言語話者とによる，当該言語を用いた会話では，第二言語話者は，母語話者の話す速度が速く，かつ話す音量が十分ではないと感じ，母語話者の発話内容を十分に聞き取れないことが多い．この問題を解決するためには，母語話者が通常よりもゆっくりと大きな声で話すようにする手段を提供すれば良い．

本研究では，このような手段を実現するために，ロンバード効果を応用して母語話者の発声を制御することを試みる．具体的には，母語話者と第二言語話者とが会話する際に，母語話者のみに対して，発話時にヘッドホンで騒音を聞かせる．こうして母語話者のみを騒音環境下に置き，ロンバード効果を引き出す．一方，第二言語話者に対しては特段の操作は行わず，通常通りの状況で会話をしてもらう．このような非対称な外部音響環境を話者に提供することで，母語話者のみの発話行動を制御し，第二言語話者が母語話者の発話を聞き取りやすい環境を実現することを目指す．

図 1　提案手法

4. 騒音提示が発話速度に及ぼす影響に関する予備実験

ロンバード効果を応用することで，母語話者の発話声量を大きくすることができることは，先行研究から明らかになっている．一方，ロンバード効果によって，あるいはロンバード効果を引き起こす騒音環境下において，人の発話速度が低下するかどうかは明らかではない．発話速度を低下させる手段としては，北山ら[5]が採用した音声遅延フィードバック手段がある．しかし音声遅延フィードバックには，単純に発話速度を落とす効果だけではなく，吃音のような発話阻害を生じる効果があることも知られており，会話支援のための手段としては適切とは言いがたい．もしも騒音の提示によって，声量の増大と同時に発話速度の低下も生じれば，非常に好都合である．そこで騒音の提示による発話速度の変化を調査するための予備実験を行った．

4.1 実験概要

著者らが所属する大学院の日本語母語話者の学生 20 人（男性：12 人，女性：8 人）に，騒音あり環境と通常の騒音なし環境で同じ 200 字の文章を読み上げてもらった．まず，実験協力者に事前に用意した文章を実験前の練習として 2 回音読してもらった．次に，騒音なし環境で，通常の読む速度で同じ文章を 1 回音読してもらい，音読している音声を録音した．続いて，実験協力者にヘッドホンを装着

してもらい，ホワイトノイズを流した状態で同じ文章をもう 1 回音読してもらい，音声を録音した．その後，録音した音声データを用いて，文章を読み始めてから読み終わるまでの時間を計測した．

4.2 実験結果

騒音なし環境での所用時間の平均値は 40.13 秒であったのに対し，ホワイトノイズあり環境での所要時間の平均値は 41.15 秒であった．対応のある t 検定を行った結果，両者には有意差が認められ（$t(19) = 2.33, p < 0.05$），ホワイトノイズ有り条件で有意に読み上げに要する時間が長くなることが示され，騒音の提示には発話速度を低下させる効果があることが明らかになった．これにより，騒音の提示が母語話者の発話声量の増加に加えて，発話速度の低下にも効果があり，母語話者と第二言語話者との会話支援に有用である可能性が示された．

5. 本実験

本章では，母語話者の発話時に母語話者のみに騒音を提示する提案手法が，母語話者と第二言語話者との会話支援に有用であるかを検証する．

5.1 実験概要

本実験では，日本人学生と中国人留学生による日本語会話を対象として実験を実施した．実験協力者は，日本語を母語とする，著者らが所属する大学院の日本人学生 10 名と，中国語を母語とする，著者らが所属する大学院の中国人留学生 30 名である．中国人留学生については，日本語能力試験のレベルが N1，N2，N3 の者を各 10 名ずつ募集した．実験協力者全員は，発話能力と聴覚に問題がない健常者であった．

日本人学生 1 名に対して，中国人留学生を N1，N2，N3 各 1 名を割り当てた 4 人の組を 10 組作った．各組には，防音室において日本人母語話者といずれかの中国人留学生 1 名による 1 対 1 の日本語会話を 20 分間実施してもらう実験を，中国人留学生を順番に入れ替えて 3 回実施してもらった．

実験中，日本人学生にはヘッドホンを装着してもらった．中国人留学生は普通の状態で会話を行った．20 分間の会話では，自由な話題について会話してもらった．ただし，話題がなくなって会話が停滞する状態になった場合には，事前に用意した話題について話すよう指示した．10 組中 5 組の日本人学生には，会話前半の 10 分間は普通の状態で会話を行ってもらい，後半の 10 分間には発話時のみヘッドホンを通じてホワイトノイズを流した．残りの 5 組の日本人学生には，会話の前半の 10 分間には発話時のみヘッドホンからホワイトノイズを流し，後半の 10 分間には普通の状態で会話を行ってもらった．なお，中国人留学生には，日本人学生が話す時にヘッドホンからホワイトノイズを流していることを伝えていない．会話の過程は，実験後の分析のために，すべて録音した．会話実験の終了後，アンケート調査を行った．

5.2 実験結果

10 名の日本人学生が，普通の状態とホワイトノイズを流した状態のそれぞれで話した音量を，録音データから PyCharm で計算し，両者の差について対応のある t 検定を行った結果，両者には有意差が認められ（$t(19) = 6.93, p < 0.05$），ホワイトノイズを流した条件で有意に話す音量が大きくなることが示された．これは，従来のロンバード効果に関する知見と一致する結果である．これにより，騒音の提示が母語話者の発話声量の増加に加えて，発話速度の低下にも効果があり，母語話者と第二言語話者との会話支援に有用である可能性が示唆された．

会話実験の終了後に実施した日本人学生へのアンケートの質問項目と回答の平均値を表 1 に，中国人留学生へのアンケートの質問項目と回答の平均値を表 2 に，それぞれ示す．なお，自由記述以外の質問については，5 件法での回答を求めた．1 が「ノイズが無し条件の方が非常に該当する」，5 が「ノイズ有り条件の方が非常に該当する」としている．なお，中国人留学生に対しては，日本人学生にノイズを聞かせているかどうかを教示していないが，結果の可読性向上のために，便宜的に質問項目をノイズの有無の比較とした．

表 1 に示す結果から，日本人学生はすべての質問についてノイズ有り条件の方を選ぶ傾向が認められた．また，表 2 に示す結果から，中国人留学生も，日本語能力にかかわらず，すべての質問について，やはりノイズ有り条件の方を選ぶ傾向が認められた．

5.3 考察

本実験では，第二言語学習者のための会話支援手段として，ロンバード効果を導入することの有効性について検証した．日本人学生と中国人留学生による日本語会話の中で，母語話者である日本人学生の発話時に日本人学生に対してのみホワイトノイズを提示することにより，発話速度を低下させることができる（第 4 章予備実験の結果）とともに，発話音量を大きくさせることが可能となる（5.2 節の結果）ことが明らかになった．さらに，表 2 に示した中国人留学生に対するアンケートの Q1～Q3 に対する回答結果から，母語話者の発話時に母語話者に対してホワイトノイズを提示することによって，実際に母語話者の声量が大きくなり（表 2・Q1），発話速度が低下し（表 2・Q2），相手の話を聞きやすく（表 2・Q3）感じるようになることが明らかになった．また，表 2 の Q1～3 に対する N1，N2，N3 学生の回答にほとんど差異が見られないことから，このような感じ方は，第二言語話者の能力によってほとんど変化しないことも示された．以上の結果から，本提案手法は第二言語話者が母語話者の発話を聞き取り易くするための支援手段として，幅広い層に対して有効であることが示された．

表 1　日本人学生へのアンケート項目と回答

質問番号	質問内容	回答の平均値
Q1	ノイズ有りの場合と無しの場合とを比べて，どちらの方が自分の声を聞きにくいと感じましたか	4.8
Q2	ノイズ有りの場合と無しの場合とを比べて，どちらの方が話しづらいと感じましたか	4.9
Q3	ノイズ有りの場合と無しの場合とを比べて，どちらの方が思考が妨害されたと感じましたか	4.4
Q4	ノイズ有りの場合と無しの場合とを比べて，どちらの方が相手の答えの反応が早いと感じましたか	3.5
Q5 （自由記述）	・　自分の声が聞こえない時，考えることや，話すことがとても難しい感じがしました ・　ノイズのおかげで，注意しなくてもはっきり話すことができた気がする ・　ノイズがあると，話しにくいと感じた ・　相手の日本語のレベルによって左右される部分が大きいように感じた ・　自分の声が遮られると非常に発話しづらい ・　やはり，大きな音が流れていると，自分の喋っている内容に自信がもてなくなったり，思考が妨害されているような感覚があります ・　ノイズが聞こえることによって，ちゃんと聞こえるようにゆっくり話さなければならなかったなということを思い出させた影響が大きかった気がした ・　初めは音に慣れることに精一杯です	

表 2　中国人留学生へのアンケート項目と回答

質問番号		質問内容	回答の平均値			
			N1	N2	N3	全体
Q1		ノイズ有りの場合と無しの場合とを比べて，どちらの方が相手の話す音量が大きかったですか	4.5	4.0	4.3	4.3
Q2		ノイズ有りの場合と無しの場合とを比べて，どちらの方が相手の話す速度が遅かったですか	3.6	3.5	3.8	3.6
Q3		ノイズ有りの場合と無しの場合とを比べて，どちらの方が相手の話す内容を聞きやすい感じがありましたか	3.9	3.2	3.6	3.6
Q4 （自由記述）	N1	・　日常的な話題がもっと理解しやすい ・　専門用語が理解しにくい ・　会話の時間がちょっと短い，相手の話す音量の変化が即時に感じました ・　話題に対する興味度もお互いの音量に影響があるかもしれない ・　最初は緊張して，時間に経つだんだん慣れてきた				
	N2	・　テーブルに紙を用意するほうがいいです.相手が理解しにくい時の言葉をその紙に書いて，携帯で調べられると便利です ・　配る話題の順番がもうちょっと調整するほうがいいかもしれない ・　実験時間がもっと長いほうがいいです				
	N3	・　相手の性格にも会話に影響がある気がした，そして，相手の話すスピード，顔の表情，イントネーションなども自分の話すイントネーションと気持ちに影響があります ・　もしお互いは知り合いであれば，もっと理解しやすい感じがあります ・　会話のある段階に相手の詰まることがおかしいと感じました ・　配る話題がお互いの距離感を解除できると思います，異文化の交流が面白かった				

ただし，表 1 に示した日本人学生の回答結果を見ると，ホワイトノイズが流した状態において話しづらさを感じていること（表 1・Q2，Q3，および Q5 の回答の一部）が示された．この点については，なんらかの改善策を検討する必要がある．今回の実験では，ホワイトノイズを提示しない時には何の音も提示しない設定としていたが，それによって音環境のギャップが大きくなり，それが違和感を強く感じさせる原因になっていた可能性が考えられる．それゆえ，たとえばホワイトノイズを常時低音量で流しておき，発話時のみ音量を増大させて，音環境の連続性を保つこと

で，この問題を解消あるいは軽減させることができるかもしれない．あるいは，ホワイトノイズではなく，音楽などの，耳障りではない音をノイズ代わりに使用する手段も考えられよう．今後，この問題の解決手段を探りたい．しかしながら，表 1・Q5 の回答に「ノイズのおかげで，注意しなくてもはっきり話すことができた気がする」という意見があるように，多少の話しづらさは有効性とのトレードオフとして許容の余地は十分にあるものと考えられる．

6. おわりに

本稿では，母語話者と第二言語話者との会話を支援するための手段として，母語話者のみにホワイトノイズを提示してロンバード効果を引き出すことにより，母語話者の発話声量を増大させることに加えて，母語話者の発話速度を低下させることを試みた．予備実験では，騒音の提示によって有意に発話速度が低下することが示された．本実験では，実際に母語話者と第二言語話者との対話に提案手法を適用し，騒音提示によって第二言語話者が母語話者の発話内容を把握・理解しやすくなるかどうかを検証した．実験の結果，騒音提示によって母語話者の発話音量が増大し，同時に発話速度が遅くなったと感じられ，第二言語話者が母語話者の発話内容を理解しやすくなることがわかり，提案手法の有効性が示された．ただし，発話時に騒音を提示される母語話者側は話しづらさを感じていることがわかり，なんらかの改善策を考案する必要性が示された．

今後の課題として，上述の母語話者側の話しづらさを解決する手段を考案したい．そのために，ホワイトノイズ以外のノイズや音楽などを組み合わせて使う手段について検討したい．今回の実験では，実験者が母語話者の発話時に母語話者にノイズを提示する手動処理を行ったが，実用化のためには，母語話者の発話を検出したらノイズを出力する自動機能を実現する必要がある．

謝辞　忙しい時間を割いて実験に協力して下さった方々に厚く御礼を申し上げます．本当にありがとうございました．本研究は JSPS 科研費 JP18H03483 の助成を受けたものです．

参考文献

[1] 小西正恵：外国語学習におけるオンライン･ビデオ通話を利用した言語交換による国際交流に関する研究の概観，青山学院大学教育人間科学部紀要 (10)，pp. 53-70 (2019)
[2] Lane, H., and Tranel, B.: The Lombard Sign and the Role of Hearing in Speech, Journal of Speech and Hearing Research, Vol. 14(4), pp. 677-709 (1971).
[3] 竹川佳成，平田圭二：声量制御のための音声フィードバック手法の提案，情処研報，2016-EC-41(24), pp. 1-8 (2016)
[4] 漢野 救泰 , 船田 哲男: 有声音検出に基づくロンバード音声認識と工場における検反システムへの応用，電子情報通信学会論文誌. D-II, 情報・システム, II-パターン処理 = The transactions of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers. D-II 85(5), 851-862, 2002-05-01
[5] 北山史朗，西本一志：聴覚遅延フィードバックを用いた英会話学習支援手法の有効性の検証,情処研報, 2017-HCI-172, (17), pp.1-7 (2017)
[6] 塙 裕美 , 宋 暁 , 井上 智雄: 母語話者の文字入力による非母語話者との会話支援 : 母語話者による会話中のテキスト入力が音声会話に与える影響，電子情報通信学会技術研究報告 = IEICE technical report : 信学技報 116(32), 139-144, 2016-05-18
[7] 佐々木 孝輔 , 井上 智雄: 非母語話者を支援する Speech Speed Awareness System による会話参加者への話速通知の効果，情報処理学会論文誌 62(1), 115-124, 2021-01-15

ⓒ 2021 Information Processing Society of Japan