

B-4

日本語 NPI の錯覚的認可はいつどのように起こるのか？—容認性調査と脳波計測を用いて—

志村瑠莉・矢野雅貴（東京都立大学言語科学教室）

shimura-ruri@ed.tmu.ac.jp

要旨：否定極性表現(Negative Polarity Items: NPIs)が統語的／意味的に認可されない位置にある非文を、母語話者が誤って容認する「NPI 認可の錯覚現象」は、英語やドイツ語などの言語で研究されており、その要因について様々な仮説が提案されてきた。しかし、いずれも、認可する可能性がある否定表現が NPI に先行することを前提としており、否定表現が NPI に後続する日本語においても、もし同様の現象が起こるとすれば、従来の議論をそのまま適用することはできず、理論的な修正が必要となる。本研究では、日本語の NPI「あまり」を使用した文を対象とした実験を実施し、NPI の錯覚的認可の有無とその要因に関する議論に新たな知見を提供することを試みた。時間制限付き容認性判断実験を行った結果、日本語においても錯覚的認可が起こることが確認できた。さらに脳波実験を実施した結果、主節に NPI があり否定表現が主節・埋込節にない非文（「あまり生徒が[先生が教科書を読んでいたと]…」）において、埋込節動詞が提示された際に、語彙的な期待の逸脱に対して観察される N400 効果が惹起された。これらの結果は、埋込節内で錯覚的認可が起きていることを示唆しており、これまで提案されてきた cue-based retrieval model では説明できない結果である。

1. 研究の背景：文法性の錯覚現象

母語話者が統語的/意味的非文を誤って容認してしまう「文法性の錯覚現象(grammatical illusion)」は、文法知識と文解析の関係性に対して重要な示唆を持つため、近年活発に研究が行われている。錯覚現象の代表的な例として、数の一致がある。(1a) *The key [to the cells] were rusty ...という文は、(1b) *The key [to the cell] were rusty ...という文と同様に主語と動詞の数が一致していない非文である。しかし、動詞 were の直前の名詞が複数形(cells)である非文(1a)の方が直前の名詞が単数形(cell)である非文(1b)と比べて容認度が高いことが、英語母語話者を対象にした実験で確認されている(Wagers et al., 2009)。すなわち、(1a)の文において文法性の錯覚現象が起こっているといえる。

このような錯覚現象が起こる原因として、cue-based retrieval model に基づく説明が有力である(Lewis et al., 2006; Vasishth et al., 2008)。この仮説によると、動詞 were に遭遇した時、その動詞の数の情報を手がかりとして主語の検索(retrieval)が行われる。このとき、(1a)のように、主語以外の名詞句が複数[+plural]の素性を持っていると、動詞 were に基づいて検索される数の情報[+plural]と一致していることによって数の素性が適切に一致していると誤って判断してしまう。一方、(1b)では[+plural]という素性を持った名詞句が存在しないため、正しく非文であると判断できる。

文法性の錯覚現象は数の一致にとどまらず、否定極性項目(Negative Polarity Items: NPIs)を用いた文でも、英語をはじめとするいくつかの言語で確認されている(Muller, 2022; Parker & Phillips, 2016; Schwab et al., 2023; Yanilmaz et al., 2018)。例えば、(2a)No authors [that the critics recommended] have ever received...のように NPI (“ever”)は否定のスコープ内になければならない。(2b)*The authors [that no critics recommended] have ever received...や(2c)*The authors [that the critics recommended] have ever received...のような文は、主節の NPI が否定表現のスコープ内にないため非文となる。しかし、(2b)のように関係節に否定表現“no”があると、(2c)のような文中に全く否定表現がない非文よりも容認度が上がる(Parker et al. 2016)。

cue-based retrieval model に基づきこの錯覚現象を説明するならば、NPI に遭遇した時点でそれを認可できる否定表現を見つけるための検索がかけられ、この時に関係節にある“no”の否定表現の素性と、NPI

から検索される手がかりとが[+negative]という点において部分一致していることで、関係節にある否定表現“no”が NPI を認可していると誤って判断してしまうと説明できる。しかし、NPI を用いた文の文法性の錯覚現象は、NPI が下方含意(downward entailment)を持つ意味環境で認可されるという性質を考えると(Ladusaw, 1980)、主語と動詞の数の一致とは異なり、特定の認可子を持つ項目間の関係性ではないため、特定の項目の検索を前提とする cue-based retrieval model で NPI の錯覚的認可も説明できるのかという問題がある。

もう一つの問題として、NPI 位置での否定表現の検索エラーによって錯覚的認可を説明する cue-based retrieval model では、否定表現が NPI に先行することを前提としている点がある。NPI が否定表現に先行する日本語において、もし NPI の錯覚的認可が起こるとすれば、cue-based retrieval model に基づく説明は妥当とは言えない可能性が考えられる。そこで本研究では、日本語 NPI「あまり」を使用した文について、時間制限付き容認性判断調査と脳波計測を通して、NPI の錯覚的認可の有無及びその要因に関する議論に新たな知見を提供することを試みた。

2. 実験 1：時間制限付き容認性判断実験

日本語では NPI の錯覚的認可の有無についての研究はこれまで行われていないため、まず日本語でも錯覚的認可が起こるのかを検証した。実験方法には、文法的錯覚現象の研究で標準的に使用されている時間制限付き容認性判断実験(speeded acceptability judgement experiment)を用いた。

2.1. 方法

NPI として「あまり」を使用し、各条件で NPI の位置と埋込節動詞での否定表現の有無、否定表現と NPI/節境界との距離を操作した。(3a)は埋込節に NPI「あまり」と否定表現が存在する正文であり、(3e)は埋込節に「あまり」が存在するが埋込節にも主節にも否定表現の存在しない明らかな非文である。これらは「あまり」を含む文における正文反応・非文反応のベースラインとして機能することが期待される。(3b-d)の文も(3e)と同様に主節動詞に否定表現を含まないため、主節 NPI「あまり」を認可でない非文であるが、(3e)とは異なり、埋込動詞に否定表現「読んでいなかったと」が存在する。これらの文は、NPI よりも構造的に低い位置に否定表現があるという点で、英語の先行研究で用いられた実験文と類似しており、NPI の錯覚的認可が起こる可能性のある条件である。英語では、否定表現と NPI/節境界との距離が錯覚的認可の度合いに影響することが知られているため、日本語においてもそのような距離の効果が見られるのかを検証するため、NPI から否定表現までの距離および否定表現と左側埋込節境界との距離も操作した(3b, c, d)(cf. Parker & Phillips, 2016)¹。これら 5 条件のターゲット文をラテン方格法に基づいて各条件 8 文ずつ各リストに分配し、提示した。

(3) a. 正文条件：

昨日の授業で生徒が[先生があまり教科書を読んでいなかったと] 校長先生に言った。

¹ (2b)のように埋込節動詞に否定表現がある場合でも、*... the authors [that no critics recommended] have ever received...のような、NPI と否定表現との距離の短い文では錯覚的認可が起こるのに対し、*The authors [that no critics recommended] have, as the editors mentioned, ever received...のような NPI と否定表現との距離の長い文では NPI の錯覚的認可が起こらないことが観察されている(Parker & Phillips, 2016)。また、*The surgeons [that no patients trusted to heal injuries] have ever...のように節境界と NPI との距離が短い条件では錯覚的認可が起こるのに対し、*The surgeons [that no patients trusted] have healed any...のような節境界と NPI との距離が長い条件では錯覚的認可が起こらない(Muller, 2022)。このような距離の操作による変化は錯覚的認可のメカニズムに関して有益な情報を提供するため、本研究でもこの方法を採用した(詳しくは Muller, 2022)。

b. 錯覚条件 (NPI-Neg 距離:長, NPI-節境界距離:長) :

*あまり昨日の授業で生徒が[先生が教科書を読んでいなかったと]校長先生に言った。

c. 錯覚条件 (NPI-Neg 距離:長, NPI-節境界距離:短) :

*あまり生徒が[先生が昨日の授業で教科書を読んでいなかったと]校長先生に言った。

d. 錯覚条件 (NPI-Neg 距離:短) :

*あまり生徒が[先生が教科書を読んでいなかったと] 校長先生に言った。

e. 明らかな非文条件 :

*昨日の授業で生徒が[先生があまり教科書を読んでいたと] 校長先生に言った。

1 試行ごとに最初に注視点を画面中央に提示し、その後、文を 1 文節ずつ提示した。1 文節の提示時間は 700 ms、刺激間隔(Interstimulus Interval: ISI)は 300 ms とした。文の提示後に、提示した文が日本語として容認できるかを「はい」か「いいえ」で 3000 ms 以内に回答するように教示した。3000 ms 以内に回答が行われない場合には自動的に次の試行に移行した。実験は Web 上で行われ、実験参加者は、18 歳から 26 歳の日本語母語話者の東京都立大学の学生 26 名 (女性 17 名・男性 9 名) であった。

2.3. 結果

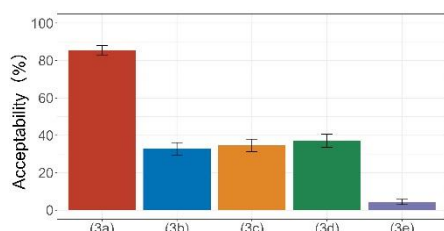


図 1 時間制限付き容認性判断課題

記録された回答データについて、実験文の種類を固定因子、参加者と実験文をランダム因子、文の提示順序を共変量とする一般化線形混合モデル(Generalized Linear Mixed-Effects models: LME)で解析した。実験文の種類は Helmert coding を用いてコーディングを行った。

文法性を操作したことによる効果を検証するために非文 4 条件 (3b-e)の容認率と正文 1 条件(3a)の容認率とを比較した結果、有意差が認められ、正文条件(3a)の容認率の方が非文 4 条件(3b-e)の容認率よりも有意に高いことが分かった。さらに錯覚文 3 条件の容認率と非文(3e)の容認率との間に有意差が認められ、非文の容認率よりも錯覚文 3 条件の容認率の方が高かった。否定表現と NPI との距離の操作による効果を検証するために否定表現と NPI との距離の短い条件(3d)と長い条件(3b,c)で容認率を比較した結果、容認率に有意差は認められなかった。節境界と NPI の距離、節境界と否定表現の距離を操作したことによる効果を検証するため、節境界と NPI との距離が短く節境界と否定表現との距離が長い条件(3c)と、節境界と NPI との距離が長く節境界と否定表現との距離が短い条件(3b)とで容認率の比較を行ったが、有意差は認められなかった。

2.4. 考察

実験 1 の結果から、(3b-d)のような主節に NPI「あまり」があり主節に否定表現がなく埋込節に否定表現がある文では錯覚的認可が起こることが分かった。文法性の錯覚現象はこれまで研究されてきた英語やドイツ語など、否定表現が NPI に先行する言語のみならず、NPI が否定表現に先行する言語である日本語においても見られることが明らかになった。なお、NPI と否定表現/左側埋込節境界の距離の操作による効果は認められなかったことから、日本語においては、NPI と否定表現/左側埋込節境界の距離は NPI の錯覚的認可に影響を及ぼさないということが分かった。

実験 1 で残された課題として、文末の容認性判断のみでは NPI 認可のタイムコースがわからないことがあげられる。そこで、実験 2 では脳波計測を実施し、錯覚的認可のタイムコースを検討することで、新たな知見を提供することを試みた。

3. 実験2：脳波実験

3.1. 方法

実験1と同様に日本語 NPI として「あまり」を使用し、各条件で NPI と否定表現の位置と有無を操作した(4)のような5条件のターゲット文を各条件30文ずつ計150文提示した。距離の操作は容認性判断実験で影響を及ぼさないことが明らかとなったため、脳波実験では検討の対象外とした。(4a)は NPI も否定表現もいずれも存在しない正文条件、(4b)は NPI 「あまり」が主節にあるが、主節にも埋込節にも否定表現の存在しない明らかな非文条件である。(4c)は NPI 「あまり」が主節の文頭にあるが主節に否定表現がなく、埋込節にのみ否定表現が存在する文法性の錯覚が起こる非文条件で、実験2で最も関心のある条件である。

(4) a. NPI なし正文条件（否定表現なし）：

昨日生徒が[先生が教科書を読んでいたと]校長先生に言った。

b. 明らかな非文条件（主節 NPI あり・否定表現なし）：

あまり生徒が[先生が教科書を読んでいたと]校長先生に言った。

c. 錯覚条件（主節 NPI あり・埋込節否定表現あり）：

あまり生徒が[先生が教科書を読んでいなかったと]校長先生に言った。

d. NPI あり正文条件（埋込節 NPI ・否定表現あり）：

生徒が[先生が教科書をあまり読んでいなかったと]校長先生に言った。

e. NPI なし正文条件（埋込節否定表現あり）：

昨日生徒が[先生が教科書を読んでいなかったと]校長先生に言った。

各試行の最初に注視点を画面中央に700ms提示し、次に文を1文節ずつ提示した。1つの文節の提示時間は700msでISIは200msとした。また、ターゲット文とフィラー文それぞれ半数において文提示終了後に容認性判断課題を実施した。実験参加者は18歳から25歳までの東京都立大学の日本語母語話者の学生26名（女性16名、男性10名）である。

3.2. 予測

(4b)と(4c)はいずれも主節動詞に遭遇してはじめて、主節の NPI 「あまり」を認可する否定表現がない非文であることが判明する。したがって、主節動詞の提示時に正文条件(4a)の主節動詞に遭遇した時と比較して文法性違反に対する事象関連電位(event-related brain potentials: ERPs)である P600 効果(Hagoort et al., 1993; Neville et al., 1991)が見られると予測される。もしこのとき NPI の錯覚的認可が起こるとすれば、錯覚条件(4c)に対する P600 効果は、明らかな非文条件(4b)に対する P600 効果よりも小さいことが予測される。

別の可能性として埋込節の処理中にすでに錯覚的認可が起きている可能性も考えられる。もしこの可能性が正しければ、錯覚条件(4c)では埋込動詞位置の否定表現は期待に合致するが、埋込節動詞に否定表現が伴わない条件(4b)では期待が裏切られることになる。これを反映して、(4b)では、正文条件(4a)をはじめとする他の4条件(4a,c,d,e)と比較して、期待していない単語に対して惹起される N400 効果(Kutas & Federmeier, 2011)が観察される可能性がある。一方、錯覚条件(4c)では埋込動詞位置で錯覚的認可が行われ、この処理を反映して何らかの ERP 成分が惹起される可能性がある。ただし、錯覚条件(4c)を正文条件(4a)・非文条件(4b)と比較してしまうと、否定「読んでいなかった」と肯定表現「読んでいた

と」という異なる語に対する ERP を比べることになってしまい、条件差は必ずしも錯覚的認可に起因するものとは言い切れない。そこで NPI 認可が正しく行われる条件(4d)と NPI の認可が関与しない条件(4e)を設定し、否定表現を含む埋込動詞に対する ERP 反応を取り出せるようにした。

3.3. 結果

3.3.1. 容認性判断課題

文提示終了後に課した容認性判断課題のデータについて、実験 1 と同様に LME による解析を行った。NPI の錯覚的認可が本実験で提示した文でも起こっていることを確認するため、明らかな非文条件(4b)と錯覚条件(4c)の容認率を比較した結果、有意差が認められ、明らかな非文条件(4b)の容認率よりも錯覚条件(4c)の容認率の方が有意に高いことが分かった。また、文法性を操作したことによる効果を検証するため錯覚条件を含む 2 つの非文条件(4b,c)と主節に NPI のある正文条件(4d)の容認率を比較した結果有意差が認められ、NPI のある正文条件(4d)の容認率の方が非文 2 条件(4b,c)の容認率よりも有意に高いことが分かった。

3.3.2. 事象関連電位

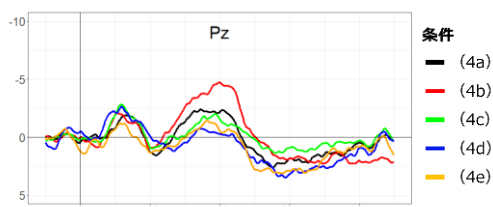


図 2 埋込節動詞提示時の総加算平均波形

埋込節動詞を提示した際の 400 ms 周辺の ERP 比較するため、埋込節動詞の提示開始後 300–500 ms を時間窓に設定し、分散分析で各条件の平均振幅を比較した (図 2)。その結果、文の種類の主効果($F(4, 80) = 5.35, p < 0.01$)が有意であり、下位検定として Bonferroni の多重比較を行った結果、NPI あり否定なしの明らかな非文条件(4b)が NPI ありの正文条件(4d)や NPI なし否定あり正文条件(4e)に比べて有意に陰性方向に偏移していた (どちらも $p < 0.01$)。頂点潜時・極性・頭皮上の分布から判断するとこの陰性成分は N400 効果であると言える。一方、錯覚条件(4c)は、NPI ありの正文条件(4d)と NPI なし否定あり正文条件(4e)に対して陰性方向への偏移は見せなかった。その他の条件間比較でも有意差は見られなかった。

埋込節動詞を提示した際の 600 ms 周辺の ERP を比較するため、埋込節動詞の提示開始後 500–700 ms を時間窓に設定し、分散分析を行った。その結果、文の種類的主効果($F(4, 80) = 3.44, p < 0.05$)が有意であった。下位検定の結果、錯覚条件の方が NPI ありの正文条件および NPI なし否定表現ありの正文条件よりも陽性方向の振幅が小さかった (いずれも $p < 0.05$)。

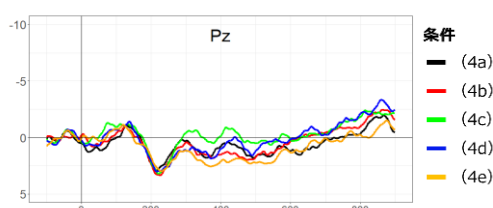


図 3 主節動詞提示時の総加算平均波形

主節動詞を提示した際の 400 ms 周辺の ERP を比較するため、主節動詞提示開始後 300–500 ms を時間窓に設定し、分散分析を行った (図 3)。その結果、文の種類の主効果($F(4, 80) = 3.11, p < 0.05$)が有意であった。下位検定の結果、錯覚条件が明らかな非文条件および NPI なし否定表現ありの正文条件よりも陰性方向に振幅が有意に大きかった (どちらも $p < 0.01$)。次に、主節動詞を提示した際の 600 ms 周辺の ERP を比較するため、主節動詞の提示開始後 500–700 ms を時間窓に設定し分散分析を行ったが、文の種類の主効果は有意ではなかった。

3.4. 考察

実験1と同様に容認性判断調査を行った結果、実験1と同様に錯覚条件に対する容認率は明らかな非文条件に対する容認率よりも有意に高いことが分かった。このことから、錯覚条件においてNPIの錯覚的認可が起こっていると言える。これにより、実験2で使用した条件文がNPIの錯覚的認可の起こる文の処理時のERPを計測するのに適した文であったことが改めて確認できた。

ERP解析の結果、明らかな非文条件において埋込節動詞提示時に他の4条件よりも有意に大きなN400効果が見られた。一方、埋込節動詞に対し錯覚条件(4c)は、NPIありの正文条件(4d)とNPIなし否定あり正文条件(4e)に対して陰性方向への偏移は見せなかった。これらの結果はおそらくとも埋込節動詞の入力時には錯覚的認可が起きていることを示唆している。

N400は期待されていた単語とは異なる単語が提示されることによって惹起されることが知られている(Kutas & Federmeier, 2011)。したがって、明らかな非文条件における否定表現を伴わない埋込節動詞提示時のN400効果は肯定形の動詞を予測していなかったことを示唆している。このことはNPIが主節文頭にある文において本来主節のNPIを認可しない位置にある埋込節動詞に対して否定表現を期待していることを示唆している。通常、文理解では必要がない限り否定表現を期待するとは考えられず、本研究でもNPIなし正文条件(4a)は明らかな非文(4b)条件と同様に埋込動詞が肯定形であるが、N400効果を見せていないことから、この期待の逸脱は文頭のNPIによってもたらされたものである。以上のことを総合すると、主節にNPIがあるときには埋め込み節内も誤って下方含意環境であることを期待していることを示している。これは、埋込節に否定表現が出てきた時点でNPIが検索され、否定表現の素性[+negative]がNPIの認可に必要な情報と一部一致しているためにNPIの錯覚的認可が起こるとするcue-based retrieval modelでは説明できない結果である。

なお、今回行った実験では、主節動詞に対し、文法性の違反に対する反応であるP600効果は明らかな非文条件と錯覚条件のどちらにおいても見られなかった。すべての条件において文節提示後徐々に陰性方向に偏移が大きくなっていったことを考えると、これは、sentence wrap up効果である可能性が高い(Friedrich & Frisch, 2000)。

4. 提案：予測的なNPI認可

先行研究で提案されている別の仮説としてscalar alternative 仮説がある(Muller, 2022)。この仮説は、英語のNPI錯覚的認可において観察される距離効果(脚注1参照)も説明することができる点でcue-based retrieval modelよりも説明力が高い。この仮説では、まず、(錯覚的認可ではなく)通常のNPI認可では、否定表現“no”が出現した時点でscalar alternative setが作られ、その存在が、その後出現するNPIを認可すると仮定する。この仮説によると、“The authors [that no critics recommended] have ever received...”のような錯覚文で錯覚的認可が起こるのは、“no”が出現した時点で構築が開始されるscalar alternative setの更新を関係節終了後にすぐに停止できず、NPIに遭遇した時点でまだNPIの認可が可能である環境があると誤認してしまうからである。このようにscalar alternative 仮説も否定表現がNPIに先行することを前提としているため、英語と語順の異なる日本語におけるNPIの錯覚的認可は、この仮説そのままの形で説明することはできない。

しかし、scalar alternative setの構築は予測的に開始できると考えることで説明できる可能性は残されている(予測的scalar alternative 仮説)。文を理解する際にNPIが認可されない非文を期待することは不自然であることを前提とすると、日本語では、NPIに遭遇した時点でNPIに関わるscalar alternative set(「NPI+命題+ない」)が予測的に作られ、この予測的に構築されたscalar alternative setによってNPIが暫定的に認可されている可能性が考えられる。そして予測的なscalar alternative setの表象を文の処理中

に常に更新していき、否定環境にあるという期待が裏切られない限り、NPI が認可された状態にあると考える。否定表現がない場合には NPI が認可されていない状態であると考えて、それをエラーシグナルとしてその文が容認不可能であるという判断をする。

この仮説に基づくと、実験 2 における錯覚条件では表象の更新中に最初に現れる動詞（埋込節動詞）において否定表現が現れるのに対し、明らかな非文条件では、表象の更新中に最初に現れる動詞（埋込節動詞）において否定表現が現れないことになる。実験 2 において明らかな非文条件の埋込節動詞に対して見られた N400 効果は、この期待の逸脱を反映していると説明することができる。ただし、この仮説においても、錯覚条件の埋込節動詞が否定であるとなぜ肯定形の主節動詞というエラーシグナルを無効化できるかは明らかではなく、今後の研究で、詳細な検討が必要である。

参考文献

- Friederici, A. D., & Frisch, S. (2000) Verb argument structure processing: the role of verb-specific and argument-specific information. *Journal of Memory and Language* 43(3): 476–507. <https://doi.org/10.1006/jmla.2000.2709>.
- Hagoort, P., Brown, C., & Groothusen, J. (1993). The syntactic positive shift (sps) as an ERP measure of syntactic processing. *Language and Cognitive Processes*, 8(4), 439–483. <https://doi.org/10.1080/01690969308407585>
- Kutas, M., & Federmeier, K. D. (2011) Thirty years and counting: Finding meaning in the N400 component of the event-related brain potential (ERP). *Annual Review of Psychology*, 62(1): 621–647. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.131123>.
- Ladusaw, W. A. (1980) *Polarity Sensitivity as Inherent Scope Relations*. Garland Pub.
- Lewis, R. L., Vasishth, S., & Van Dyke, J. A. (2006) Computational principles of working memory in sentence comprehension. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(10), 447–54. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2006.08.007>.
- Muller, H. E. (2022) What could go wrong? Linguistic illusion and incremental interpretation. *Doctoral Dissertation*, University of Maryland, College Park.
- Neville, H., Nicol, J. L., Barss, A., Forster, K. I., & Garrett, M. F. (1991). Syntactically based sentence processing classes: Evidence from event-related brain potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 3(2), 151–165. <https://doi.org/10.1162/jocn.1991.3.2.151>
- Parker, D., & Phillips, C. (2016) Negative polarity illusions and the format of hierarchical encodings in memory. *Cognition*, 157, 321–39. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2016.08.016>.
- Schwab, J. (2023) Lexical variation in NPI illusions: A case study of German *jemals* ‘ever’ and *so recht* ‘really.’ *Glossa Psycholinguistics*, 2(1). <https://doi.org/10.5070/G6011106>.
- Vasishth, S., Brüssow, S., Lewis, R. L., & Drenhaus, H. (2008) Processing polarity: How the ungrammatical intrudes on the grammatical. *Cognitive Science* 32(4), 685–712. <https://doi.org/10.1080/03640210802066865>.
- Wagers, M. W., Lau, E. F., & Phillips, C. (2009) Agreement Attraction in comprehension: Representations and processes. *Journal of Memory and Language*, 61(2), 206–37. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2009.04.002>.
- Yanilmaz, A., & Drury, J. E. (2018) Prospective NPI licensing and intrusion in Turkish. *Language, Cognition and Neuroscience*, 33(1), 111–138. <https://doi.org/10.1080/23273798.2017.1371779>.