

英語鼻音の調音位置同化における調音動作の弱化： EPG と EMA による分析¹

Gestural Reduction in Nasal Place Assimilation in English: An EPG and EMA Analysis¹

中村光宏
Mitsuhiro NAKAMURA

1. 単語間における鼻音の調音位置同化

英語の連続音声においては、単語境界を越える逆行同化がしばしば観察され、次の(1)(2)に示すように、語末の有声歯茎鼻音 /n/ は、後続する頭子音の調音位置の特徴をもつことがある。(例文は、MOCHA データベースで使用されているテスト文である。データベースについては次節で述べる。)

(1) /n/→/m/ : 後続する子音が /p, b, m/ の場合

- a. When peeling an orange, it is hard not to spray juice.
- b. Gwen grows green beans in her vegetable garden.
- c. Jane may earn more money by working hard.

(2) /n/→/ŋ/ : 後続する子音が /k, g/ の場合

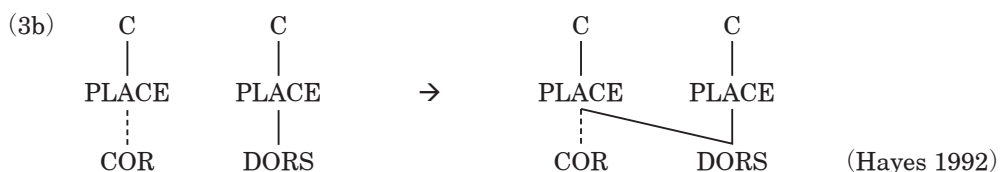
- a. Youngsters love corn candy as a treat.
- b. Too much curiosity can get you into trouble.

¹ 本論は、The Eleventh Annual Conference, Phonetik und Phonologie im Deutschsprachigen Raum, The University of Marburg, Germany, 8-9 October, 2015 における口頭発表「Gestural Reduction and Regressive Place Assimilation: a case study of word-final /n/ in British English」と The Seventh International Conference on Experimental Phonetics, Nacional de Educacion a Distancia, Madrid, Spain, 22-24 November, 2017 における口頭発表「Gestural Reduction in Nasal Place Assimilation: an EPG and EMA analysis」に基づくものである。本研究は、JSPS 科学研究費補助金(18K00548)の補助を受けている。

両唇音 /p, b, m/ のいずれかで始まる単語が後続する (1) では、例えば, green beans は [ɡri:m bi:nz] となり、語末鼻音 /n/ は両唇鼻音 /m/ として実現される。一方、軟口蓋音 /k, g/ のいずれかで始まる単語が後続する (2) では、例えば, corn candy は [kɔ:ŋ kændi] となり、鼻音 /n/ は軟口蓋鼻音 /ŋ/ として実現される。伝統的音声学では、(1) と (2) における同化現象は範疇的プロセス (categorical process) として記述され、語末鼻音 /n/ の調音位置は後続子音の調音位置によって完全に置き換えられる。この記述は、鼻音 /n/ が完全に削除され、後続子音である両唇音あるいは軟口蓋音が延長されることを示唆している。

伝統的音声学の記述と同様に、標準的音韻理論においても調音位置の同化は非連続的音韻過程として記述される。Hayes (1992) は、次のような規則を提示している。

$$(3a) \left[\begin{array}{c} \text{alveolar} \\ \text{stop} \end{array} \right] \rightarrow \left[\begin{array}{c} a \text{ place} \end{array} \right] / \underline{\hspace{1cm}} \left[\begin{array}{c} C \\ a \text{ place} \end{array} \right]$$



(3a,b) の適用は随意的 (optional) である。例えば, corn candy のように歯茎鼻音 /n/ と軟口蓋音 /k/ の連続では、同化することなく歯茎鼻音 /n/ が維持される場合と、同化によって調音位置が軟口蓋に完全に置き換えられる場合のどちらか一方が考えられる。同化が生じる場合、(3a) では、鼻音 /n/ の調音位置素性が、後続する軟口蓋音 /k/ の調音位置素性によって置き換えられ、(3b) では、軟口蓋音 /k/ がもつ舌背性 (DORS, dorsal) が²、先行する歯茎鼻音 /n/ の PLACE 接点に波及し²、2つの調音位置を同時に占めることとなる。音韻理論においては、Jun (2004) が指摘するように、発話計画という抽象的レベルで調音位置同化を特徴づけており、(3a,b) は同化を引き起こす分節音 (この場合は軟口蓋音 /k/) には焦点を当てているが、同化の標的である分節音 (この場合は歯茎鼻音 /n/) の状態は無視されている。

² 舌背性 (DOR) が波及した後、舌頂性 (COR) は切断されると考えられる。しかしここでは、舌頂性は PLACE 接点に点線で接続されている。Hayes (1992) が提示する音韻表示 (3b) は、実際の発話では歯茎音と軟口蓋音両方の特徴が観測されることもあるという Nolan (1992) の報告に基づいて考案されたものである。同化の標的である歯茎音が舌頂性と舌背性の両方をもつ音韻表示 (Hayes の言葉を借りると *corono-dorsal complex segment*) を仮定し、実際の調音運動に観察される歯茎音に対する様々な程度の舌尖・舌端動作の実現を説明するために、Hayes は音声部門における規則 (alveolar weakening) を設定している。この解釈には、音韻部門と音声部門それぞれにおける役割分担という考えがある。

このような音韻分析とは対照的に、音声生成研究の多くは、調音位置の同化現象は調音動作の重複と弱化によって生じる漸次的音声プロセス (gradient phonetic process) であることを主張している (Browman & Goldstein 1990, 1992; Ellis & Hardcastle 2002; Nolan 1992; Kühnert & Hoole 2004; Wright & Kerswill 1989)。例えば、seven plus という語句では、語末 /n/ が後続子音 /p/ の調音位置の特徴をもち seve[m] plus となる。Browman & Goldstein (1990) は、この完全同化を示す発話においても、語末 /n/ に対する舌尖動作は、調音動作の重複により隠されている (gestural hiding) だけで、両唇閉鎖と共に存在することを示した。また、同化がある場合には舌尖動作の程度が幾分弱化するかもしれないこと、そして、舌尖動作が調音目標に到達することなく、不完全な同化となることの可能性に触れている。Browman & Goldstein (1992) は、「調音動作」を発話における最小識別単位と位置付け、声道変数 (tract variables: 舌・両唇・軟口蓋・喉頭など声道を形成する調音器官) によって定義すると共に、言語学的情報の単位と調音運動の単位という2つの性質をもつと仮定している。すなわち、語彙項目における音韻対立を形成する機能を持ち、その一方で、調音器官による狭窄の形成・開放を実行するための制御構成としても機能するとしている。このことから、音韻部門と音声部門を仮定する Hayes (1992) とは異なり、音声生成における範疇的情報と漸次的情報の両者を直接的に特徴づけることができると考えられている。

本論は探索的研究であり、鼻音における調音位置同化に関与する調音運動を観測し、その実態を明らかにすることを目的としている。また、本論は調音動作の構成性 (compositionality) と調音タスクの個人差に関する研究の一部を成すものであり、様々な言語学的要因を検討し、調音動作の弱化現象の背後にあるメカニズムを探究することを目標としている。このプロジェクトの出発点となる本論では、鼻音 /n/ の調音位置同化における舌尖動作の特徴に絞って調査分析を進め、鼻音の性質を生み出す軟口蓋動作や、その舌尖動作との協調タイミング等については扱わないこととする。

同化現象に関する先行研究では、これまでに概略的に文献復習したように、伝統的音声学、標準的音韻論、そして調音音韻論の立場から問題の解明が試みられてきた。しかしながら、逆行同化の調音特性については不明な点が多く、更なる調査分析が必要である。本論では、次の4つの課題に絞って調査分析と考察を進める。

(4) Research Questions

Q 1: 個別の話者にとって、鼻音 /n/ に対する舌尖動作の弱化あるいは脱落は、調音位置同化における一般的現象であるか。

Q 2: 鼻音 /n/ に対する舌尖動作の弱化に影響を与える言語学的要因は何か。本論では、先行母音、後続子音、鼻音 /n/ を含む単語の語類を検討する。

Q 3: 鼻音 /n/ に対する舌尖動作が実現されない場合、後続子音（両唇音あるいは軟口蓋音）に対する調音動作の時間的延長が生じるかどうか。

Q 4: 鼻音 /n/ の舌尖動作に対して、どのように調音動作が重複し、舌尖動作が隠される（gestural hiding）状況が生まれるか。

2. 調査分析方法

2.1 データの収集

調音動作の空間的・時間的特徴を分析するために、データの収集には MOCHA データベース（Multi-Channel Articulatory-Acoustic Database: Wrench 1999）を利用した。このデータベースには、英語母語話者が音声学的にバランスの取れた 460 のテスト文を各文 1 回発話したデータが収録されており、その収録には次の 4 つの調音・音響分析機器が使用されている：Carstens Electromagnetic Articulograph（EMA：唇、舌などの調音器官に金属小片を接着し、その動きを記録する機器）、Electropalatograph（EPG：動的人工口蓋；舌と上顎の接触パターンを記録する機器）、Electrolaryngograph（ラリノグラフィ：声帯振動の有無を記録する機器）、そして音響録音である。本調査分析においては、英国英語（Southern British English）話者 3 名（SE・女性；SA・男性；AP・男性）の発話データを用いた。

分析対象となる単語は、語末に歯茎鼻音 /n/ があり、後続する単語が両唇音（/p/, /b/, /m/）あるいは、軟口蓋音（/k/, /g/）で始まるケースである。例えば、両唇音が後続する場合は、when peeling, green beans, earn more など、軟口蓋音が継続する場合は、corn candy, can get などである。総ケース数は 75 ケースである（語末 /n/ 25 ケース × 話者 3 名）。MOCHA データの観測と分析には、MATLAB® analysis tools と Articulate Assistant Advanced ver. 2.14（Articulate Instruments Ltd 2012）を使用した。

2.2 分析方法

2.2.1 言語学的要因

鼻音 /n/ の舌尖動作の変動に対する言語学的条件付けを探るために、次の 4 つの要因を設定してデータ符号化を行った。

(5) 4 つの言語学的要因グループ

- a) 語末 /n/ に後続する単語の頭子音 (C2) の調音位置：両唇音と軟口蓋音

例：…when peeling…, …can get…

- b) 語末 /n/ に先行する母音 (V1) の前方性 (frontness): 前舌母音と非前舌母音
例: …green beans…, …earn more…
- c) 語末 /n/ に先行する母音 (V1) の高さ: 高母音と非高母音
例: …green beans…, …corn candy…
- d) 語末 /n/ を含む単語の語類: 機能語と内容語
例: …on Monday…, …corn candy…

2.2.2 調音動作の空間的特徴

調音動作の空間的特徴を分析するために、2種類の調音データを使用した。ひとつは、EPGにより記録された歯茎部における舌の接触パターンで、もうひとつは、EMAにより記録された舌尖変位 (tongue tip displacement) である。EPG 接触パタンの分類は、Nolan (1992) の枠組みを一部修正して、次の基準に基づいて行った。

(6) EPG 接触パタンの4分類

- a. *Full alveolar* tokens showed a complete closure at the alveolar region.
- b. *Groove alveolar* tokens showed an incomplete closure with a constricted groove configuration at the alveolar region.
- c. *Residual alveolar* tokens lacked median closure at the alveolar region but involve contact along the sides of the plate.
- d. *Zero alveolar* tokens showed no contact at the alveolar, postalveolar, and palatal region.

Full alveolar パターンは歯茎域に舌による完全閉鎖が形成されているもので、「完全閉鎖」と呼ぶこととする。*Groove alveolar* パターンは、歯茎域における舌の閉鎖が不完全ではあるが、狭めの形成 (groove) があるもので、「不完全閉鎖」とする。*Residual alveolar* パターンは、歯茎域における舌の接触は無いが、側面における接触があるもので、「両端のみの接触」とする。最後に、*Zero alveolar* パターンは、歯茎・後部歯茎・硬口蓋の領域における接触がないもので、「歯茎部閉鎖なし」とする。これら4種類の EPG 接触パタンの具体例を図1に示す。

分析対象とした EPG フレームは調音動作の速度 (tangential velocity) に基づいて特定した。EMA データの舌尖の運動軌道を参照し、最小速度を示すポイントを歯茎鼻音 /n/ の調音目標に到達した段階と定義した。このポイントは実線でスペクトログラムに示されている。(6) の枠組みを適用すると、図1における EPG 接触パターン (a) は「完全閉鎖」、(b) は「不完全閉鎖」、(c) は「両端のみの接触」と分類される。そして (d) は「歯茎部閉鎖なし」と分類され、この場合には、後続子音の調音運動における最小速度のポイントに基づい

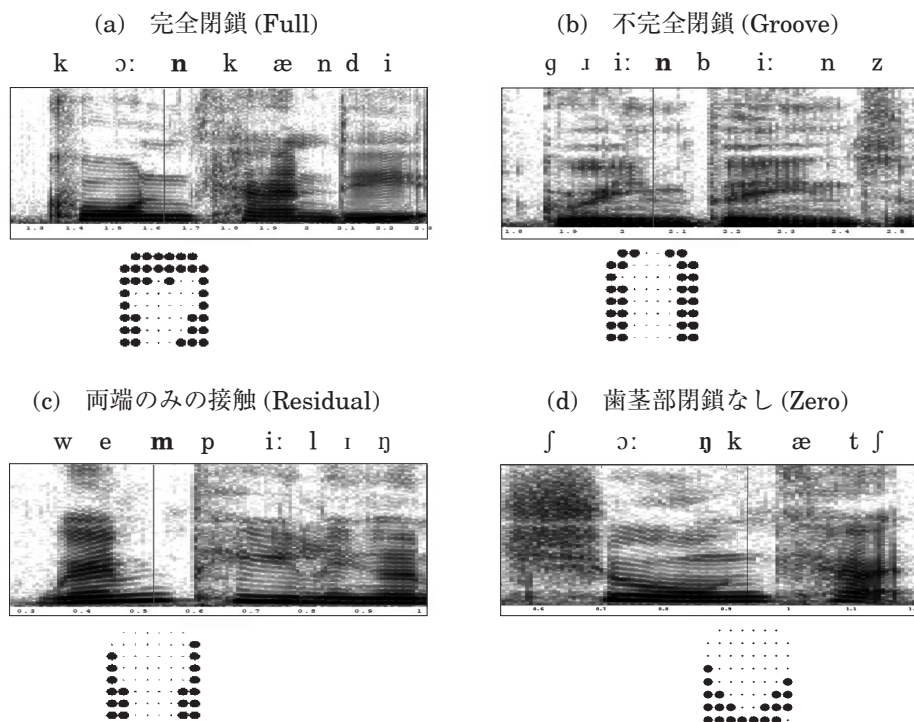


図 1：EPG 接触パタンの 4 分類

スペクトログラムと EPG 接触パターンは、それぞれ次の発話の下線部におけるものである。(a) Youngsters love corn candy as a treat: (b) Gwen grows green beans in her vegetable garden: (c) When peeling an orange, it is hard not to spray juice: (d) Did Shawn catch that big goose without help?

て、EPG フレームを選定した（この例では、後続する軟口蓋音 /k/ の舌背動作が最小速度を示すポイントに基づいて特定している）。

EPG 接触パターンに加えて、調音動作の空間的特徴を特定するもうひとつの方法として、EMA で記録された舌尖変位 (tongue tip displacement) データを使用した。舌尖動作の軌道とその速度を記録した EMA データを図 2（82 ページを参照）に示す。舌尖の水平変位 (TTx) と垂直変位 (TTy) は最小速度のポイントで計測した（この時間ポイントは、図 2 においては、点線で示してある）。分析対象の鼻音 /m/ に歯茎部閉鎖が無い場合、あるいは、最小速度ポイントが明確に示されない場合には、舌尖変位を計測するに当たって、後続する（すなわち、重複する）子音の調音動作（両唇音の場合には唇、軟口蓋音の場合には舌背）における最小速度ポイントを参照することとした。

2.2.3 調音動作の時間的特徴

Gafos (2002: 276, 292) は調音動作を一連の動きとして捉え、次の指標を提案している。

(7) 調音動作の 4 つの指標

- a. *Onset* is the point in time when the articulator begins to move towards its specified target.
- b. *Target* is the point in time when the articulator achieves its target.
- c. *Release* is the point in time when the articulator releases the constriction and starts its movement away from the target.
- d. *Release offset* is the point when active control of movement away from the target ceases.

Onset (a) は、ある調音体が特定の調音目標に向かって動き始めるポイントで、調音動作の「開始時」である。*Target* (b) は、調音体が調音目標に到達したポイントで「調音目標到達時」を示す。*Release* (c) は、狭窄を開放して調音目標から離れ始めるポイントで、調音動作の「開放時」である。そして、*Release offset* (d) は、調音目標から離れる動きのアクティブ制御が停止するポイントで、調音動作の「開放終了時」を表している。

上の 4 つの指標— (a) 開始時, (b) 調音目標到達時, (c) 開放時, (d) 開放終了時—は、分析対象となる調音体の速度 (tangential velocity) に基づいて特定した。図 2 に示す「obtain popularity」という語句の EMA データでは、語末の鼻音 /n/ に関連する舌尖の上下動作 (TTy : tongue tip vertical movement) と、後続する単語頭の両唇音 /p/ に関連する下唇の上下動作 (LLy : lower lip vertical movement) について、4 つの指標が特定されている。時間ポイント (a) 開始時と (b) 調音目標到達時は、調音目標へ向かう動きを示しており、その最大速度の 20% を示す箇所である。一方、時間ポイント (c) 開放時と (d) 開放終了時は、調音目標から離れる動きであり、その最大速度の 20% を示す箇所である。このように特定される 4 つの指標に基づいて、調音の継続時間 (total articulatory duration) と調音平坦域の継続時間 (articulatory plateau duration) を算出した。

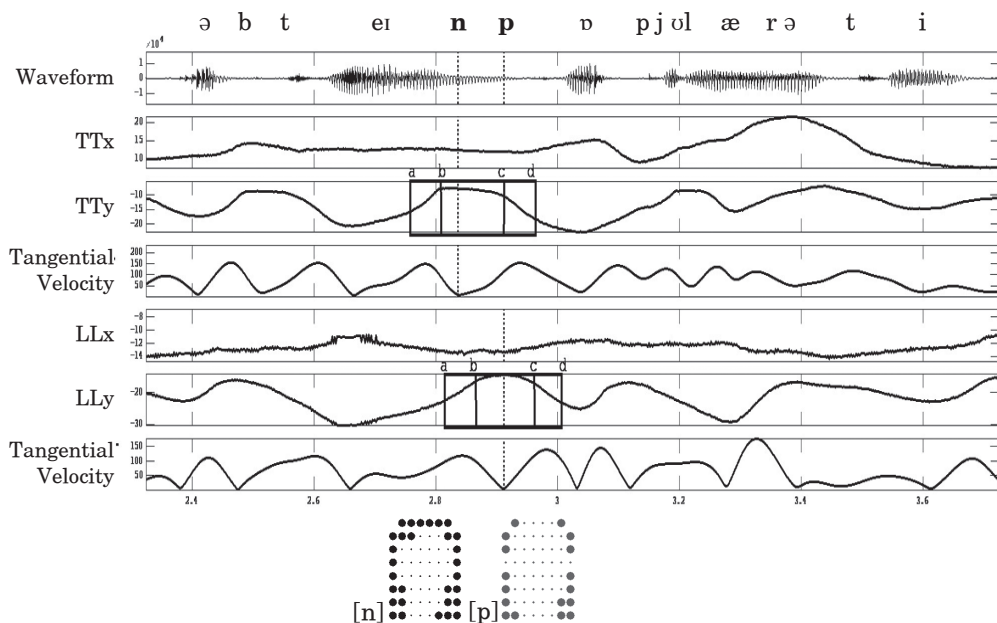
(8a) 調音の継続時間：時間ポイント (a) から (d) の間隔

(8b) 調音平坦域の継続時間：時間ポイント (b) から (c) の間隔

鼻音 /n/ に後続する単語における頭子音 (両唇音あるいは軟口蓋音) の時間的特徴は、「歯茎部閉鎖なし」のケースに対する調音の継続時間 (8a) を測定した。鼻音 /n/ のための舌尖動作が行われない場合に、後続する両唇音あるいは軟口蓋音に対する調音動作が時間的に延長されるか否か (第 1 節 (4) Q3) を検証するためである。

調音動作の重複によって鼻音 /n/ に対する舌尖動作が隠される現象 (gestural hiding) の

(a) 完全閉鎖 /n/ (SE)



(b) 歯茎部閉鎖なし /n/ (SA)

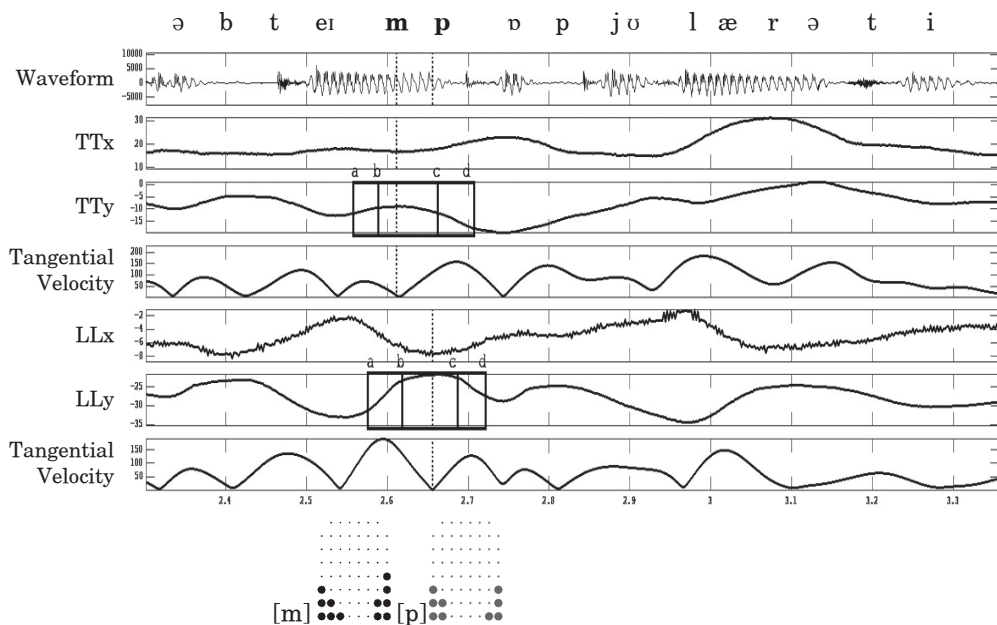


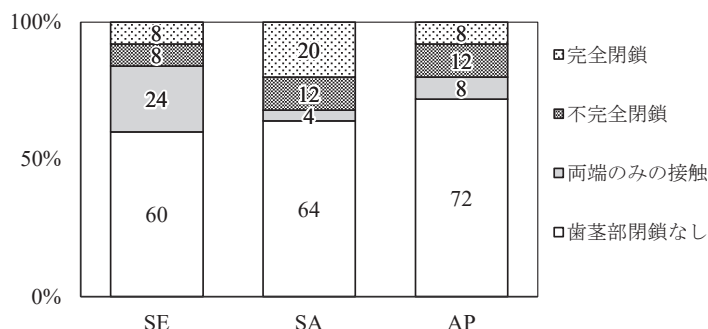
図 2：EMA データの測定ポイントと EPG 接触パターン
 TT=tongue tip (舌尖); LL=lower lip (下唇); x= 水平変位; y= 垂直変位
 テスト文: 'Only the most accomplished artists obtain popularity.'

分析（第1節（4）Q4）では、語末鼻音 /n/ と後続する両唇音（あるいは軟口蓋音）の調音平坦域の継続時間（8b）を測定した。この現象には、2つの独立した調音体が存在する。舌尖動作によって形成された何らかの狭窄（すなわち、EPG 完全閉鎖パターンまたは不完全閉鎖パターン）は、別の調音体による調音動作が時間的に重複することによって、音響的・聴覚的に隠されてしまうのである。

3. 分析結果と考察

3.1 EPG 接触パターン

本節では、「個別の話者にとって、鼻音 /n/ に対する舌尖動作の弱化あるいは脱落は、調音位置同化における一般的現象であるか」（第1節（4），Q1）を検討する。グラフ1は、単語末の鼻音 /n/ における4種類の EPG 接触パタンの割合を3名の話者別にまとめたものである。

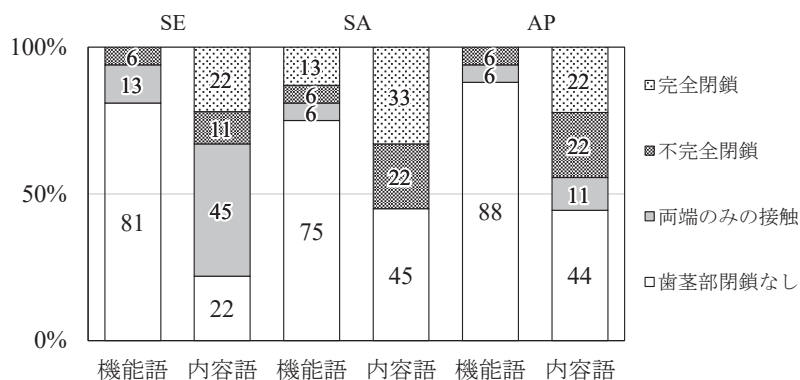


グラフ1：EPG 接触パタンの割合（％）：話者別

EPG 接触パタンの分布から、語末鼻音 /n/ の実現が話者ごとに著しく変動していることが分かる。どの話者にも共通している特徴は、「歯茎部閉鎖なし」の割合が最も高いことである。話者 SE と AP では、「歯茎部閉鎖なし」と「両端のみの接触」を合わせると 80% 以上を占めている。一方、話者 SA では、「完全閉鎖」と「不完全閉鎖」が他の話者よりも高い割合を示しており、それらを合計すると 32% を占める。話者ごとの傾向がみられるが、概して、中間的な接触パターンは使用割合が少ないと言えよう。同様の結果は、Ellis & Hardcastle (2002) と Kühnert & Hool (2004) が、EPG と EMA を使用した研究に基づき、それぞれ鼻音 /n/ と閉鎖音 /t, g/ について報告している。

グラフ2は、鼻音 /n/ を含む単語の語類（機能語と内容語）に基づいて、4つの EPG 接触パタンの割合をまとめたものである。これは「舌尖動作の弱化・脱落に影響を与える言語

学的要因（第1節（4），Q2）を検討するためデータの一部でもある。（言語学的要因の詳しい分析は次節で行う。）



グラフ 2: EPG 接触パターンの割合 (%) : 話者別・語類別

機能語の場合には、「歯茎部閉鎖なし」が最も優勢な接触パターンである。話者 SE と AP には「完全閉鎖」の事例は皆無であった。これに対して内容語の場合には、4つの EPG 接触パターン全てが話者 3名全員に観察された。このような結果は、単語の語類が語末鼻音 /n/ の様々な実現パターンに密接に関連していることを示唆している。

3.2 EMA の舌尖変位

図3は、語末鼻音 /n/ に対する舌尖変位の全てを3名の話者別に示したものである。このような観測データに基づき、舌尖の垂直変位に対する4つの言語学的要因の効果を検討する³。それらは、①語末 /n/ に先行する母音 (V1) の前方性 (frontness)、②語末 /n/ に先行する母音 (V1) の高さ、③語末 /n/ に後続する単語の頭子音 (C2) の調音位置、そして④語末 /n/ を含む単語の語類 (内容語 vs. 機能語) である。これら4つの要因に基づいて、舌尖垂直変位の平均値をまとめたものを表1から表3に示す。

言語学的要因としての音韻環境について、Kühnert & Hoole (2004) は、高母音が先行する場合に、舌尖動作の弱化が促進されることを報告している。高母音の調音では、舌全体の位置 (構え) が制限されるため、鼻音 /n/ の歯茎部閉鎖を形成するための舌尖上昇動作 (舌による両端のみの接触でさえも) を行うことが難しくなると考えられるからである。しかし、本論の分析結果は先行研究とは一致しないものであった。

先行母音の前方性と高さ (表1) について、対応のない t 検定 (有意水準 5% で両側検定)

³ 統計的解析と検定には SPSS® を使用した。

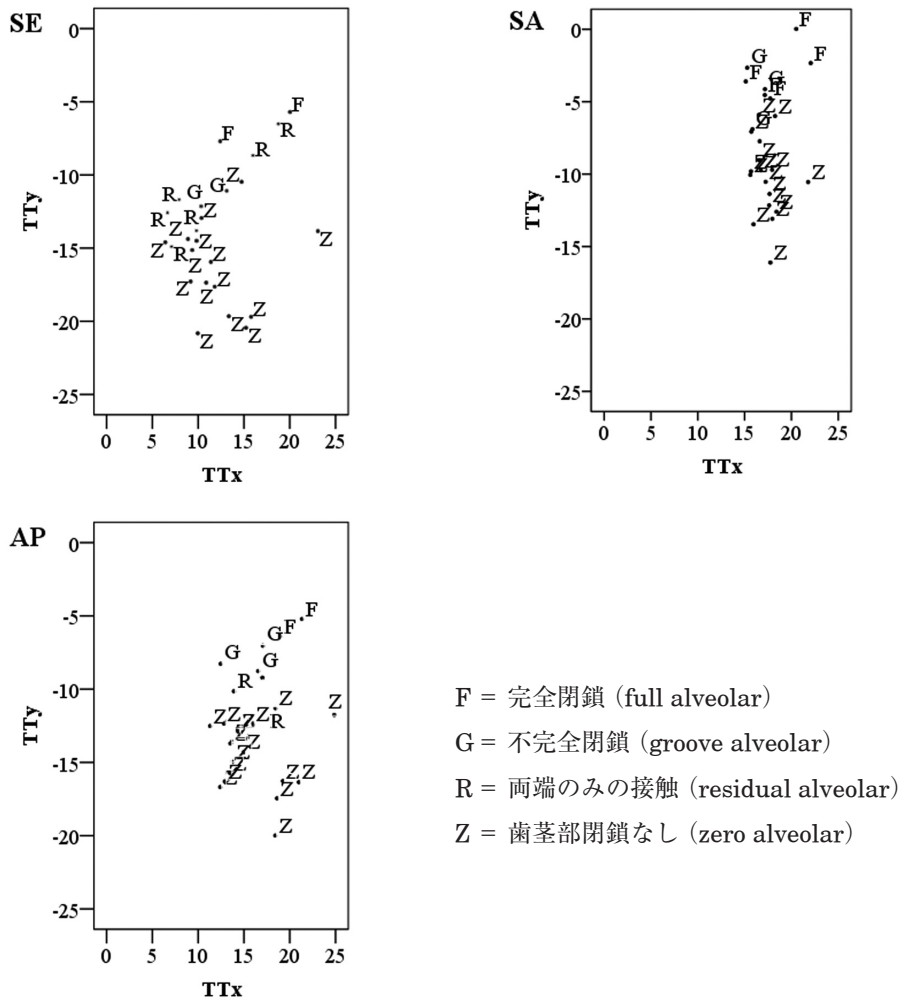


図3：単語末鼻音 /n/ に対する舌尖位置 (mm)

TTx= 舌尖の水平変位；TTy= 舌尖の垂直変位

表1：先行母音 (V1) の前方性と高さに基づく語末 /n/ の舌尖垂直変位 (mm)：平均値

(a) V1 の前方性	SE	SA	AP
前舌母音	-14.14 (3.86)	-7.61 (2.95)	-11.99 (2.91)
非前舌母音	-13.76 (4.74)	-8.83 (5.17)	-13.48 (4.58)

(b) V1 の高さ	SE	SA	AP
高母音	-13.63 (3.49)	-7.85 (2.93)	-11.76 (2.89)
非高母音	-14.34 (4.96)	-8.47 (5.08)	-13.61 (4.39)

* 括弧内は標準偏差を示す。

表2：後続子音（C2）の調音位置に基づく語末 /n/ の舌尖垂直変位（mm）：平均値

C2 調音位置	SE	SA	AP
両唇音	-14.77 (3.35)	-8.67 (3.79)	-12.01 (3.49)
軟口蓋音	-12.29 (5.43)	-7.04 (4.54)	-14.00 (4.09)

* 括弧内は標準偏差を示す。

表3：語類に基づく語末 /n/ の舌尖垂直変位（mm）：平均値

語類	SE	SA	AP
機能語	-15.99 (3.15)	-10.12 (3.24)	-13.48 (2.63)
内容語	-10.39 (3.36)	-4.65 (2.73)	-11.18 (4.99)

* 括弧内は標準偏差を示す。

を行った結果、全ての話者について、舌尖垂直変位の平均値の差に有意差は見られなかった。先行母音の前方性については、SE ($t(23) = .225, p = .82$), SA ($t(15.02) = .69, p = .49$), AP ($t(23) = .99, p = .33$) であり、前舌母音の場合と非前舌母音の場合における平均値の差に有意差は見られなかった。先行母音の高さについては、SE ($t(23) = .41, p = .68$), SA ($t(17.3) = .37, p = .71$), AP ($t(23) = 1.24, p = .22$) であり、高母音の場合と非高母音の場合における平均値の差に有意差は見られなかった。

もうひとつの言語学的要因である後続子音の調音位置の検討に移ろう。舌尖・舌端部と舌背部は機能的に異なるけれども、相互に関係しているため、鼻音 /n/ に対する舌尖動作は、後続する軟口蓋音に対する舌背動作が予期される場合（例えば、*corn candy*）には、影響を受ける可能性が考えられる。一方、後続子音が両唇音で、唇の閉鎖動作が予期される場合（例えば、*green beans*）には、鼻音 /n/ の舌尖動作に直接的影響を与えることはないと言える。したがって、後続子音が軟口蓋音の場合の方が、両唇音の場合よりも舌尖の垂直変位は低くなる（すなわち、舌尖上昇動作が十分に行われない）ことが予想される。しかしながら、本論における分析結果は、この予想に反するものであった。

後続子音の調音位置（表2）について、対応のない t 検定（有意水準 5% で両側検定）を行った結果、全ての話者について、両唇音の場合と軟口蓋音の場合における鼻音 /n/ の舌尖垂直変位の平均値の差に有意差は見られなかった（SE $t(23) = 1.41, p = .17$; SA $t(23) = .94, p = .35$; AP $t(23) = 1.25, p = .22$ ）。この結果は、先に示した先行母音の結果と合わせて、語末鼻音 /n/ における舌尖垂直変位の変動が、音韻環境によっては説明することが難しいことを示している。

これに対して、語末鼻音 /n/ を含む単語の語類（表3）に対する検定結果では、有意差が認められた。機能語の場合と内容語の場合における平均値の差は、話者 SE ($t(23) = 4.15, p < .001$) と話者 SA ($t(23) = 4.26, p < .001$) については有意であることが分かった。しか

し、話者 AP については、有意差は見られなかった ($t(10.54) = 1.28, p = .22$)。機能語の語末 /n/ に対する舌尖垂直変位は内容語よりも低い位置にあり、語類による区別が存在すると考えられる。しかし、話者 AP には統計的有意差がないので、別の言語学的要因が存在する可能性がある（例えば、当該内容語の頻度）。機能語と内容語に独特の調音動作の特徴があるという点については、本論の結果は、Jaeger & Hoole (2011) と Zimmerer *et al.* (2009) が報告しているドイツ語の機能語・内容語に関する研究結果と共通性がある。

本論における結果は、先に触れた検討の余地があるけれども、機能語は内容語とは異なる音韻的特性を持つという事実と一致すると言える。よく知られているように、単音節の機能語は、通常は強勢をもたない弱形として実現されるが、発話の最初あるいは最後に生起する場合などには、強勢をもつ強形として実現される（例えば、Palmer 1930）。また、機能語の韻律構造は内容語とは異なり、音韻表示における韻律語の位置付けをもつ必要がない (Selkirk 1996)。更に、機能語の獲得過程 (Morgan *et al.* 1996) と言語処理に関わる制約 (Cutler 1993) は内容語とは異なっており、文プロソディの不可欠な要素でもある。このような特徴は、機能語と内容語それぞれに独特の調音動作の韻律制御が存在することを示唆している。

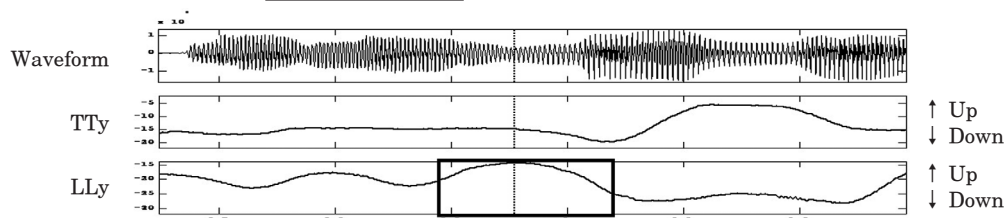
3.3 重複する調音動作の継続時間

本節では、「鼻音 /n/ のための舌尖動作が行われない場合に、後続する両唇音あるいは軟口蓋音に対する調音動作が、時間的に延長されるか否か」という問い（第 1 節 (4), Q3）を検討する。EPG 接触ボタンが「歯茎部閉鎖なし」のケースを対象とし、2 種類の音連続を選定して分析を行った。ひとつは、同一の調音位置をもつ子音連続が同化によって生じている場合（例えば、*obtain popularity* > *obtai[m p]opularity*, *when making* > *whe[m m]aking*）で、ここでは同化的子音連続と呼ぶ。そして、もうひとつは、音素的（語彙的）に生じている場合（例えば、*cream pie* > *crea[m p]ie*, *calcium makes* > *calciu[m m]akes*）で、音素的子音連続と呼ぶこととする。2 種類の子音連続については、5 つの組合せ（-mp-, -mm-, -mb-, -ŋk-, -ŋg-）が可能であるが、「歯茎部閉鎖なし」のケースを 5 つの組合せと 3 名の話者について十分に整えることは難しく、調査対象を両唇音が後続する「-mp-, -mm-」の連続に限定し、統計的検定は話者 3 名のデータを統合して実施することとした。したがって、統計的検定の結果は最終的なものではないと理解されたい。

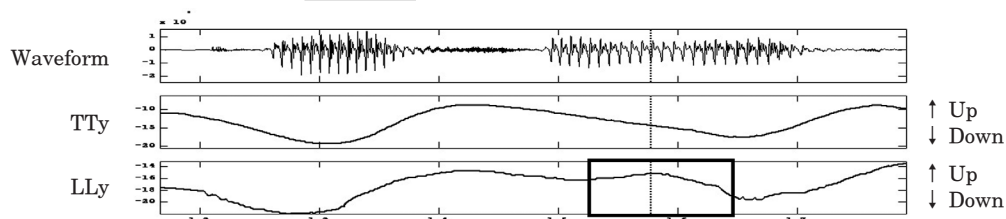
図 4 に EMA の調音軌道データを示す。(a) (b) は子音連続「-mm-」の場合で、(c) (d) は「-mp-」の場合である。下唇動作の調音の継続時間（total duration）を四角で示す。

表 4 には、同化的子音連続と音素的子音連続の調音継続時間がまとめられている。語末鼻音 /n/ の舌尖動作が実現されず、同化する後続子音の調音動作が重複することによって補完されると仮定した場合、本分析における唇動作の継続時間は延長され、したがって、同化

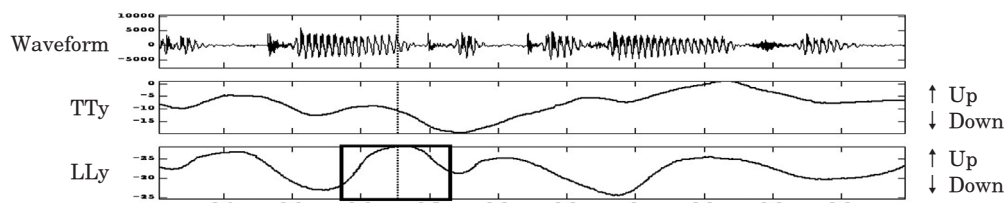
(a) 同化的子音連続: 'Wome[m m]ay never become completely equal to men.' (SE)



(b) 音素的子音連続: 'Calciu[m m]akes bones and teeth strong.' (AP)



(c) 同化的子音連続: 'Only the most accomplished artists obtain[m p]opularity.' (SA)



(d) 音素的子音連続: 'Coconut crea[m p]ie makes a nice dessert.' (SE)

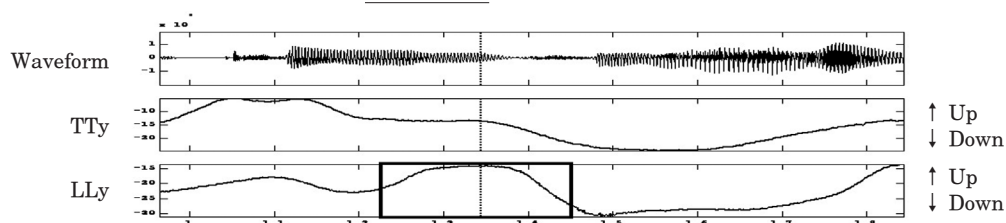


図4: 同化的子音連続と音素的子音連続における調音軌道

TTy= 舌尖の垂直変位; LLy= 下唇の垂直変位

的連続と音素的連続の継続時間には著しい差異は生まれないことが予測される。同化的連続と音素的連続について、話者3名の測定値を統合した上で、対応のないt検定(有意水準5%で両側検定)を行った結果、「-mm-」と「-mp-」の両方ともに、調音継続時間の平均値の差に有意差は見られなかった。「-mm-」連続については、 $t(15.27) = 1.62, p = 0.11$ であり、「-mp-」連続については、 $t(12) = 2.07, p = 0.06$ であった。これらは予測と一致する結果で

表 4：同化的子音連続と音素的子音連続の調音継続時間 (msec.)

		-mm-		-mp-	
		同化的連続	音素的連続	同化的連続	音素的連続
SE	平均	151.00 (9.03)	202.50 (29.08)	195.66 (26.00)	222.50 (9.19)
	度数	6	4	3	2
SA	平均	138.50 (8.81)	154.75 (12.99)	153.50 (17.67)	182.50 (7.77)
	度数	4	4	2	2
AP	平均	136.66 (29.58)	124.25 (14.81)	136.66 (15.37)	187.50 (41.71)
	度数	6	4	3	2
話者 3 名の統合					
	平均	142.50 (19.52)	160.50 (38.31)	163.00 (32.95)	197.50 (27.51)
	度数	16	12	8	6

Note: 括弧内の数値は標準偏差を示す。

あるが、更なる検証の余地があるため、「語末子音の舌尖動作が脱落すると、後続子音の調音動作が延長される (Browman & Goldstein 1990; Jun 2004)」という主張は暫定的に認められるものである。

3.4 Gestural Hiding

本節では、第 1 節 (4) の Q4 に挙げた「鼻音 /n/ の舌尖動作に対して、どのように調音動作が重複し、舌尖動作が隠される (gestural hiding) 状況が生まれるか」という問いを検討する。ここでは、鼻音 /n/ に対する舌尖動作が実現されている EPG 接触パターン「完全閉鎖」と「不完全閉鎖」のケースを対象とし、どのように後続子音の唇動作あるいは舌背動作が重複しているかを考察する。

図 5 は関連する EMA の調音軌道データである。鼻音 /n/ の舌尖動作 (TTy) と後続する両唇音の下唇動作 (LLy), そして後続する軟口蓋音の舌背動作 (TDy) の相互関係を見ることができる。それぞれの調音体について、調音平坦域の継続時間 (articulatory plateau duration) を四角で示している。「When peeling」の (a) では、舌尖動作が平坦域から開放に移行する直前において、下唇動作の平坦域が開始されており、重複は最小 (5.8%) である。(b) 「earn more」では、両方の調音動作の平坦域がほぼ完全に重複している (82.8%)。そして、(c) 「Shawn catch」では、舌尖動作と舌背動作の重複は 20.4% である。

表 5 は gestural hiding の生起頻度と重複割合の平均値を話者別・関係する調音動作別にまとめたものである。第 3.1 節のグラフ 1 で示したように、話者 SE と AP は「歯茎部閉鎖なし」の EPG 接触パターンが著しく多いことが特徴であった。そのため、「完全閉鎖」と「不完全閉鎖」のパターンは少ないけれども、比較的高い重複割合の平均値を示している。また、話者 SA では、「完全閉鎖」と「不完全閉鎖」が他の話者よりも高い割合を示していたが、

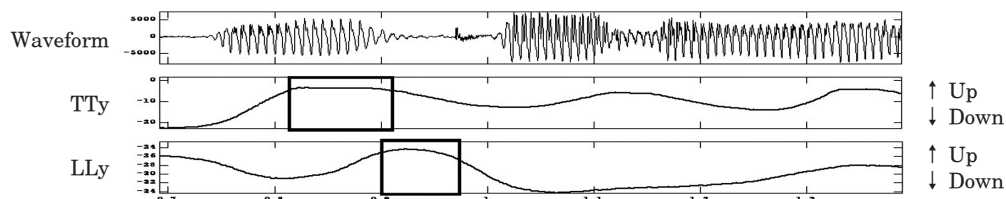
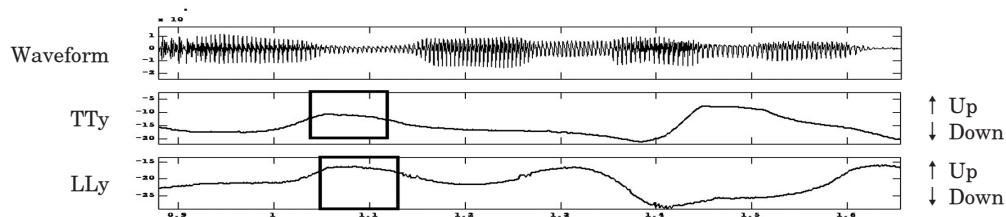
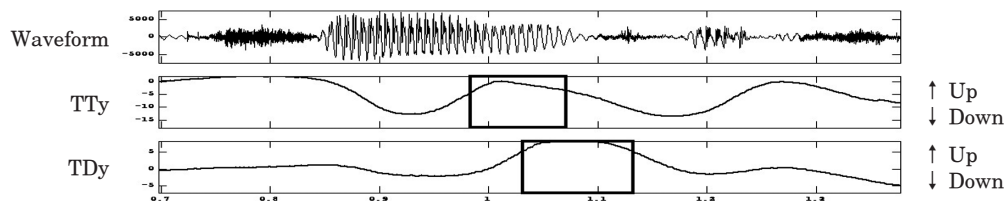
(a) /n/+p/ : ‘When peeling an orange, it is hard not to spray juice.’ (SA)(b) /n/+m/ : ‘Jane may earn more money by working hard.’ (SE)(c) /n/+k/ : ‘Did Shawn catch that big goose without help?’ (SA)

図 5：調音平坦域の継続時間の測定

TTy= 舌尖の垂直変位；TDy= 舌背の垂直変位；LLy= 下唇の垂直変位

表 5：Gestural Hiding の生起頻度と重複割合の平均値

	総数	両唇音	重複割合	軟口蓋音	重複割合
SE	4	3	70.30%	1	35.58%
SA	8	6	15.85%	2	16.10%
AP	4	3	57.34%	1	56.74%

* 総数 = EPG 完全閉鎖と不完全閉鎖 (full, groove) のケース数；重複 = 鼻音 /n/ の舌尖動作と後続子音の下唇動作，あるいは舌背動作との重複割合の平均値

比較的低い重複割合の平均値となっている。観測対象の事例が限定的であるが，同化目標の子音動作が隠される gestural hiding 現象は，音韻環境の条件が整っていても，常に生じるわけではないと言える。

4. まとめと今後の課題

本論の目的は、単語境界を越えて生じる鼻音 /n/ の調音位置同化の音声実現について、マルチチャンネル調音データベースを使用した観測に基づき、その実態を明らかにすることであった。この目的を達成するために、4つの問いを立てて調査分析を進めてきた。この探索的研究における主要な結果は次の4つにまとめられる。

- ① 語末鼻音 /n/ の調音実現は、舌尖動作に関する分類の性質と漸進的性質の両方を示していた。EPG 接触パターン「歯茎部閉鎖なし」が圧倒的に多く、中間的接触パターンは一般的ではない傾向であった。また、4種類の EPG 接触パターンの割合には個人差が観察された。
- ② 舌尖動作の弱化に対する言語学的要因を検証した結果、鼻音 /n/ が含まれる単語の語類（機能語・内容語）が、舌尖の垂直変位の大きさに影響を与える統計的に有意な要因であることが分かった。機能語の方が内容語よりも舌尖の垂直変位が低い傾向にあった。一方、先行母音の前方性と高さ、そして後続子音の調音位置は、どれも有意ではなかった。これは先行研究とは一致しない結果である。
- ③ 鼻音 /n/ に対する舌尖調音が実現されない場合には、後続子音（両唇音）の調音動作が時間的に延長される。これは先行研究の主張を支持するものであるが、暫定的な結論であり更なる検証を必要としている。
- ④ 調音動作の重複により鼻音 /n/ の舌尖動作が隠される現象（gestural hiding）は、音韻環境の条件が整った場合でも、常に生じる訳ではない。調音動作の重複の度合いは、話者ごとに著しく異なり、様々な要因が考えられる（例えば、発話速度、単語の頻度、発話内の位置）。これらの要因の有効性は、今後の調査分析によって確かめられるだろう。

本論で得られた成果は、調音パラメタに基づく接近法（Abercrombie 1965; Browman & Goldstein 1992）が、鼻音の調音位置の同化現象を特徴づける上で有効であることを示唆している。また、鼻音 /n/ を含む単語の語類（機能語／内容語）が舌尖の垂直位置に有意な影響を与えていることは、同化現象のメカニズムを、部分的には、音韻表示のレベルに求められるかもしれない。例えば、語末の鼻音 /n/ の音韻表示あるいは調音スコア（gestural score）が、舌尖調音に対する狭窄に複数の値を含む豊かな表示であると仮定することは、妥当な選択肢のひとつであろう。当該同化現象における機能語と内容語の区別がもつ役割と理論的位置付けを理解するためには、更なる研究が求められる。

本論では、鼻音 /n/ の舌尖動作に焦点を絞って、調音位置の同化現象を検討した。鼻音の

性質に関係する軟口蓋動作の特徴, そして, 舌尖動作と軟口蓋動作の協調タイミングについては, 本論では取り上げていないが, 調査分析が進行中である。多くの課題を残しているが, 本論における調音パラメタに基づく接近法が, 鼻音の調音位置同化についての理解を深めることに貢献することを望むものである。

参考文献

- Abercrombie, David. (1965) 'Parameters and phonemes.' In his *Studies in Phonetics and Linguistics*. Oxford: Oxford University Press, pp. 120-124.
- Articulate Instruments Ltd (2012). *Articulate Assistant Advanced User Guide: Version 2.14*. Edinburgh, UK: Articulate Instruments Ltd.
- Browman, Catherin P. and Louis Goldstein. (1990) 'Tiers in articulatory phonology, with some implications for casual speech.' In J. Kingston and M.E. Beckman (Eds.), *Papers in Laboratory Phonology I*, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 341-379.
- Browman, Catherin P. and Louis Golstein. (1992) 'Articulatory Phonology: an overview.' *Phonetica*, 49, pp. 155-180.
- Cruttenden, Alan. (2014) *Gimson's Pronunciation of English*. Eighth Edition. New York: Routledge.
- Cutler, Anne. (1993) Phonological cues to open- and closed-class words in the processing of spoken sentences. *Journal of Psycholinguistic Research* 22(2), 109-131.
- Ellis, Lucy and William J. Hardcastle. (2002) 'Categorical and gradient properties of assimilation in alveolar to velar sequences: evidence from EPG and EMA data.' *Journal of Phonetics*, 30, pp. 373-396.
- Fougeron, Cecile and Patricia A. Keating. (1997) Articulatory strengthening at edges of prosodic domains. *Journal of the Acoustical Society of America*, 101, 3728-3740.
- Gafos, Adamantios I. (2002) 'A Grammar of Gestural Coordination.' *Natural Language and Linguistic Theory*, 20, pp. 269-337.
- Hayes, Bruce. (1992) Comments on chapter 10. In G.J. Docherty and D.R. Ladd (Eds.), *Gesture, Segment, Prosody*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 280-286.
- Jaeger, Marion and Philip Hoole. (2011) Articulatory factors influencing regressive place assimilation across word boundaries in German. *Journal of Phonetics*, 39, pp. 413-428.
- Jun, Jongho. (1996) 'Place assimilation is not the result of gestural overlap: evidence from Korean and English.' *Phonology* 13, pp. 377-407.
- Kühnert, Barbara and Phill Hoole. (2004) 'Speaker-specific kinematic properties of alveolar reductions in English and German.' *Clinical Linguistics and Phonetics*, vol. 18, pp. 559-575.
- Morgan, James L., Rushen Shi and Paul Allopenna. (1996) Perceptual bases of rudimentary grammatical categories: Toward a broader conceptualization of bootstrapping. In J.L. Morgan and K. Demuth. (Eds.) *Signal to Syntax: Bootstrapping from Speech to Grammar in Early Acquisition*. New York: Lawrence Erlbaum, pp. 263-283.
- Nolan, Francis. (1992) 'The Descriptive Role of Segments.' In G.J. Docherty and D.R. Ladd (Eds.), *Gesture, Segment, Prosody*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 261-289.

- Palmer, Harold E. (1930) *A Grammar of Spoken English*. Cambridge: Heffer & Sons, Ltd.
- Selkirk, Elizabeth. (1996) The prosodic structure of function words. In J.L. Morgan and K. Demuth. (Eds.) *Signal to Syntax: Bootstrapping from Speech to Grammar in Early Acquisition*. New York: Lawrence Erlbaum, pp. 187-213.
- Wrench, Alan. (1999) 'MOCHA-TIMIT.' The Centre for Speech Technology Research, The University of Edinburgh, at <http://www.cstr.ed.ac.uk/research/projects/artic/mocha.html>.
- Wright, Susan and Paul Kerswill. (1989) 'Electropalatography in the analysis of connected speech processes.' *Clinical Linguistics and Phonetics*, vol. 3, pp. 49-57.
- Zimmerer, F., H. Reetz, and A. Lahiri. (2009) Place assimilation across words in running speech: Corpus analysis and perception. *Journal of the Acoustical Society of America*, 125(4), pp. 2307-2322.