

## 日本語と英語における語末鼻子音の長さの比較

森 直哉

## Comparison on the Word-final Nasals between Japanese and English

Naoya MORI

\*1 Organization for Fundamental Education

Syllable final nasals have a language-specific duration among languages. There have been studies on syllable-final nasals but not on word-final nasals. This paper conducted a recording experiment to calculate the durational ratio of word-final nasals between English and Japanese. The analysis revealed that the ratio of syllable initial nasal to word-final counterpart in English was 1:1.53 and that of Japanese was 1:2.33 and found that Japanese word-final nasals are significantly longer than English ones. In future experiments, the recordings obtained through the current experiment are going to be edited and used to find out the durational threshold for Japanese listeners to recognize a word-final consonant.

**Key Words** : English, Japanese, nasal, duration

## 1. 緒 言

本研究は、日本語母語話者と英語母語話者による発話中の音節頭と音節末の鼻音の長さの比について分析を行ったものである。

音の長さは従来の研究においては非常に低レベルの音情報の一つとして扱われ、音韻論的側面や語彙の弁別の一要素としては盛んに扱われてきたが、それ自体の持つ情報や機能はあまり議論されてこなかった。しかしここ最近、音の長さという要素が従来考えられてきたよりももっと聞き手にとって聞き取りのための情報を与えている可能性について指摘されてきている。たとえば、Shoemaker<sup>(1)</sup>で[*œ.nɛɪ*]のような発音のフレーズでそれらが *un nerf* (a nerve) からエゾンしている *un air* (an air) であるのかどちらとも取れるような場合に、鼻音の持続時間から判断を行うことがあるという。しかしながら日本語におけること鼻音の長さにおける研究はあまり件数が多いとはいえない。比較的最近の音声学音韻論の入門書をもみても内容は30年ほど前の1990年代の研究までで止まっており、それらもこうした音の長さが持つ音の曖昧性の解決のための手がかりとしての役割よりも2.2章で議論するモーラ仮説を証明するために研究されて来た側面が強い。それもおそらくは日本語において音節末鼻子音ないしは特殊モーラとして撥音が曖昧性の原因となるような現象が発生しないことも理由の一つであろう。日本語において撥音は後続の音環境に完全に同化して変化するものであり、発音が様々であるのにも関わらず音素としては日本語母語話者にとっては/n/一つだけが撥音であるためである。しかし日本語話者にとってもっとも身近な外国語である英語では/*ti:m plɛɪə*/のようなフレーズにおいてそれが *team player* であるのか、または/n/が同化現象を経て[m]に変化した *teen player* であるのかといった語彙的曖昧性が発生する。Mori<sup>(2)</sup>ではこれらの曖昧性を日本語母語話者が解決しようとする時、曖昧性の原因である語末の鼻子音の長さと同頭子音の長さの比率が日本語のそれと同等であれば曖昧性の解決を図ることができたり、その鼻子音が同化現象を経たものであった場合その音に織り込まれた後続の音の調音点の情報を利用して次に来る音の予測が可能であったりといったことが可能であると報告をしている。このように母語以外の言語の聞き取りにおいては日本語母語話者の語末鼻子音の手がかりとして使用の研究も可能なのである。詳しくはMori<sup>(2)</sup>を参照されたい。

\* 原稿受付 2023年5月1日

\*1 基盤教育機構

日本語の音の長さの研究においてかなり具体的な音節頭と音節末の長さの比率について英語や韓国語のそれと比較しながら研究を行ったものに Sato<sup>(3)</sup>の研究がある。彼女の研究のさわりについては 2.2 章で触れるが、英語と日本語の音の長さを似た条件下で計測した研究は Sato<sup>(3)</sup>以外になく、Mori<sup>(2)</sup>でも英語の音節末鼻子音を日本語のもの相当に延長して加工する際に彼女の研究で示された数値を参考にしていた。しかし彼女の研究では比較対象になったのは同一語内から計測された音節頭と音節末の鼻子音であり、語境界をこえたそれらではない。本研究では語境界を超えた同一発言内から計測された音節頭と語末の鼻子音で Sato<sup>(3)</sup>を再現できるのか、その点について実験を行なったものである。ここで語末音にこだわる理由は、Mori<sup>(2)</sup>で述べられているように、日本語母語話者が音声処理、特に曖昧な語末音から後続の音の予測を行う際に参照すると考えられている同化現象を経た音の特徴が英語の場合語中と語末では完全に異なるからである。英語の語中の同化現象は *categorical assimilation* でありその変化がある程度決定づけられていると言われるが、語末の同化現象については *coarticulation* による *phonetic assimilation* でありその変化が語中の同化現象と比べてなだらかであるという。つまり、今回語末の音の長さを調べることで Sato<sup>(3)</sup>からは伺えない語末の同化音の長さというより細かく設定された条件でのデータを得ることが可能なのである。続く第 2 章では音の長さの諸研究に触れ、第 3 章では実験について報告することとする。

## 2. 音の発話と長さ

### 2.1 音節における音の長さ

本章では、音の長さについて音韻論的観点と音声学的観点から予測される仮説を立てていくこととする。

構造的な観点から音節を考察するのであれば、音節は発話の最小単位である。音節はさらに頭子音からなる *onset* と *rhyme* に分かれ、*rhyme* はさらに音節核である *nucleus* と尾子音からなる *coda* に分かれる。このうち必ず必要となるのは *nucleus* であり、*I* のような母音のみで構成される語はこれにあたる。その他 *onset* が無い語 *at* や *coda* が無い *go* など存在し、*onset* と *coda* の位置にはそれぞれ 3 つまでの子音で構成されることがある。

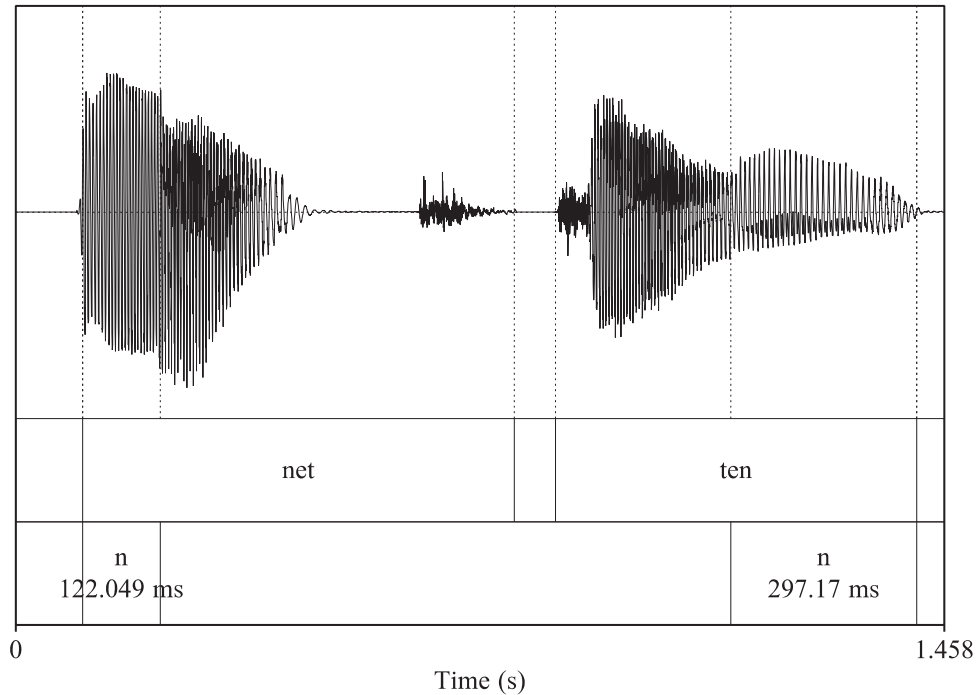
英語において、音節はタイミングの単位である。英語母語話者は音節の長さがある程度一定に保つような努力を無意識で行っているようで、*vowel shortening* という現象が確認されている。*Vowel shortening* は *CVC* (*C* は子音、*V* は母音を表す) の構造を持つ音節の母音と比べて *CVCC* の構造を持つ音節の母音の継続時間が短くなる傾向にあるという<sup>(4)</sup>。タイミングやリズムを維持するためにこの努力がなされているとするならば、英語における *onset* の子音群と *coda* の子音群のそれぞれの子音の継続時間はどれだけ子音が *onset/coda* に詰め込まれていてもそう変わらないといえる。そうであれば、その他の要素が *onset* と *coda* の子音長に関係しているといえるだろう。

しかしながら実際のところは、英語において音節末子音は音節頭子音より長いとされる<sup>(5)</sup>。たとえば Fig.1 にあるように、*net*['net:] の語頭子音[n]と *ten*['tʰen:] の語末子音[n]の二つを比較すると、実際に語末の[n]の方が語頭のそれよりずっと長くなっていることがわかる。

それ以外にも、母音の場合と同様に、鼻音も直後に有声閉鎖音がくる場合の鼻音の持続時間は無声音がくる場合のそれと比較して有声音の場合の方がより音の持続時間が長くなるという。この現象については、Lehiste<sup>(6)</sup>が「音のタイミングは発音方法の大規模な変化に伴って起こる」という仮説を立てて、検証を行った。結果、母音と母音の後にくる鼻音は語末阻害音の有声性によって短縮や延長の対象になると結論づけた。また Raphael et al.<sup>(7)</sup> が調査を行ったところ、鼻音の長さは直前の母音長よりも聴覚的な後続の音の有声性に拠ると結論づけている。

### 2.2 モーラ仮説と多言語間における比較

日本語における音声学・音韻論研究ではモーラの存在感が非常に大きい。モーラとは日本語で拍のことを指し、リズムを付与される単位として存在している。モーラは基本的に母音を核として *onset* に 1 つの子音を取る構造をもつ。それ以外には英語の二重子音に相当する促音(「っ」)や音節末鼻音に相当する撥音(「ん」)、長音(「ー」)、二重母音の 2 モーラ目などがあり、それらは特殊モーラと呼ばれ子音のみでモーラ一つ分を構成する。筆記法にもモーラの影響が現れており、仮名文字は音一つ一つに漢字を当てそれを崩したものであるため一文字が一モーラに相当する。さらには日本語を母語とする話者は単語の音を数える際にモーラを単位として数えるように育つという<sup>(8)</sup>。

Fig. 1 Duration of nasals in words *net* and *ten*

日本語における音の長さについては、モーラは一つ一つがおおよそ同じ長さを持っている、言い換えれば *isochronous* であるというのが定説であった。つまり、モーラ一つ一つの長さが一定でありそれが CV であっても特殊モーラであっても同一の長さを持っているとする考え方である。この考えかたをモーラ仮説といい、複数の研究によって支持されてきた。Vance<sup>(8)</sup>ではしかしながら、それは必ずしも正しいとは限らないと述べている。

Oyakawa<sup>(9)</sup>は分析を行い、発話に含まれる各モーラの長さを計測した。その結果は各モーラの長さはモーラ仮説に言われるような *isochronous* というにはばらつきが大きすぎるというものであった。その他にも Fukui<sup>(10)</sup>が語中の非二重子音と閉鎖音の発話における閉鎖区間の長さを比較したところ 1.3 倍の差があったり、Beckman<sup>(11)</sup>が促音/Qが CV 構造を持つモーラより持続時間が短かったり、無声化した母音を持つ CV モーラが対応する無声化していない CV モーラよりも短くなるという報告をしており、Beckman<sup>(11)</sup>はモーラが *isochronous* であるという考えはカナの筆記法に影響を受けたものだとしている。

ならばモーラ仮説は妥当でない考えであるのか。モーラ一つ一つの単位では実際にこれまでに述べられて来た通りばらつきがあるとしても、語レベルの長さでの比較であれば同じモーラ数の単語の長さはほぼ一致するという<sup>(12)(13)(14)</sup>。それ以外にもモーラ仮説を証明するために単言語比較を行った研究があるが、音節の重みが要素として挙げられたり<sup>(15)(16)</sup>、多言語間比較ですべての言語に共通した現象が確認されたためにモーラ仮説の根拠としては弱いという報告であったり<sup>(17)(18)(19)</sup>が挙げられる。しかしどれも決め手にはなっていない。

これらの研究をうけて、Sato<sup>(3)</sup>は鼻音の長さの特化した研究を行った。彼女は日本語、英語、韓国語の間で同一単語内での頭子音と尾子音の長さの比較を行った。日本語の読み上げ文は実在する語、例えば/manpai/のような語とそれとミニマルペアを作る/manbai/を使用し、/da ne/というフレーズに埋め込まれた。英語と韓国語においては日本語と同条件でミニマルペアを作れる単語が存在していないことから、偽語を使用して読み上げ文が作成された。それらはそれぞれの言語の母語話者によって読み上げ録音され、スペクトログラムを使用して分析された。結果はどの言語においても音節末鼻音は有声閉鎖音の前では無声閉鎖音の前よりも長くなるというものだった。また「あまり厳しくない」モーラ仮説の検証においては音節頭の鼻音と音節末の鼻音の長さをそれぞれの言語で計測し、それぞれの比率を算出していた。日本語においては音節末対音節頭の比率は 2.39:1、英語では 1.36:1、韓国語では 1.79:1 であった。このことから Sato<sup>(3)</sup>では言語間の差が大きいためこれをモーラ仮説の証拠とするのは難しいが、CVN の音節構造においてモーラ間の長さを均一にする傾向があると述べるにとどまった。

Sato<sup>(3)</sup>に限らず、言語間で音の長さが異なるという報告をする研究はいくつか存在している。たとえば、Hamann・Sennema<sup>(20)</sup>においてはドイツ語とハンガリー語の歯唇音/f/, /v/および/b/の3種において音の長さを測定しており、特に/b/において両者間でおおきな持続時間の差があることを指摘している。このことは音声学的に同じ音価を持つ音であっても長さなどの点で言語により大きく異なることを示しており、強勢の付与方法と同様で音の長さも言語固有であることを示唆している。特にこの言語間の差が聞き取りにおおいに影響していることをMori<sup>(2)</sup>は指摘している。

Satoの説にもとづいて今回の仮説及び予測を立てるなら、日本語の音節頭と語末鼻音の比率は英語のそれより得られるであろう比率が大きいのということになる。ある程度比率の数値自体も一致することが期待される。

つづく第3章では、音声読み上げ実験について記述する。その実験ではSato<sup>(3)</sup>で報告された結果に基づき、語末鼻音と音節頭子音で比較しても同様の結果がえられるのか検証を行う。

### 3. 実 験

#### 3.1 動機

Sato<sup>(3)</sup>において行われた実験を経て報告された内容は非常に実践的であり、数少ない鼻音に対する実験音声学的なアプローチであった。しかしあくまで30年前の実験であり、録音方法や計測方法含めて現在のデジタル化が進んだ手法を用いて実験を行った場合再現ができるかどうかについて調べる価値があると考えた。なおかつ、Mori<sup>(2)</sup>で行われた研究や今後行われる同化現象を経た音声の場合を確認する必要があるため完全に同じアプローチでは行われず、完全に頭子音と同一発話内にある別の語末子音を比較する目的のための読み上げ文が作成された。以下3.2では読み上げ文の詳細、3.3では参加者、3.4で手法について、3.5で分析と結果について記述する。

#### 3.2 読み上げ文

本研究で使用された読み上げ文は日本語と英語の二言語ある。日本語の読み上げ文においては/n/が onset に含まれる語と特殊モーラである/m/が含まれる語の2種類の語が使われた日本語の文が作成された。たとえば、一番高いものをいってください。という文章では、一番の「ん」と「の」の子音である[n]が比較対象として文章に含まれている。それら以外にフィラーとして/t/p/k/などの閉鎖音を含むモーラを持つ語と特殊モーラである/q/を含んだ語が使われた日本語の文章も作成された。両方を合わせて54個の日本語の文章が作成されている。

日本語の読み上げ文以外に英語で読み上げ文が作成された。英語の読み上げ文では onset に/n/が含まれる音節を含む語と単語末に/n/が含まれる語が使われた文章が作成された。例えば、*I heard the queen decided what to wear for tonight's dinner.* という文章においては *queen* の語末の/n/と *tonight's* の/n/が比較に使用される。それ以外にもフィラーとして語末の/n/が含まれている語のみの文章と、onset に/n/が含まれる音節を含む語のみが含まれる文章も作成され、全てで124個の文章が作成された。

#### 3.3 参加者

参加者は読み上げ文の言語ごとに分かれて、日本語の読み上げ文には6人の日本語母語話者、英語には6人の英語母語話者が参加した。彼らはそれぞれ20代の男女一人ずつ、30代の男女一人ずつ、50歳以上の男女一人ずつであった。これは年齢や男女間でのデータの偏りを是正しバランスを取るための措置である。参加者のうち、日本語母語話者の参加者のほとんどは福井県出身であった。英語母語話者は全てアメリカ合衆国出身であり、全員が実験当時半年以上日本に居住していた。

参加者の募集にあたっては福井工業大学の倫理委員会による審査を受け、倫理的に問題のないことを確認された上で募集を行った。

#### 3.4 手法

参加者は防音室内で椅子に座り、マイクの前に座ってiPadに表示された日本語もしくは英語の文章を普段喋る程度の速さで読むように指示された。マイクはaudio technical AT4040、オーディオインターフェースはRoland Quad



Capture, PCはMacbook Pro 16 inch (2021)で録音ソフトウェアは audacity を使用した。録音は 96 kHz 24 bit でデジタル化され、分析に利用された。

### 3.5 分析および結果

分析は日本語と英語とそれぞれの参加者から得られた録音を対象として行われた。日本語母語参加者から得られた録音(以下日本語群)では、撥音を含む語の中から撥音の区間の継続時間と/nが子音であるモーラから[n]の継続時間をそれぞれ音声分析ソフト Praat<sup>(21)</sup>を使用して計測し、撥音と onset の/n/の継続時間の比率を各発話から算出した。英語母語話者から得られた録音(以下英語群)も同様に Praat<sup>(21)</sup>を使用して語末の/nが含まれている語から[n]の継続時間と音節頭の/nを含む語から[n]の継続時間が計測され、各発話の語末と音節頭の[n]の継続時間の比率が算出された。ここで実際に計測された継続時間ではなく比率が用いられているのは、実際の発話スピードはそのときどきでも変わりますや話者と話者では大きくばらつきがあるためである。そのため相対化された比率であれば個々のばらつきを考慮する必要はなく、純粹に「どの程度(何倍)音節末鼻子音が音節頭鼻子音より長い」とコード化された数値で比較を行うことができる。得られたデータが正規分布に従っているか Shapiro-Wilk の正規性の検定を行ったところ、英語の録音から得られたものも日本語の録音から得られたものもどちらも正規分布には従っていなかった。(英語  $p < .001$ , 日本語  $p < .001$ ) 以下の Fig. 2 および Fig. 3 の Q-Q Plot を確認しても正規分布しているとは言い難いと考えられたので、Mann-Whitney の U 検定によるノンパラメトリック検定を行い言語間で統計的な差があるか確認された。その結果、日本語群の方が英語群よりも比率が長いという統計的有意な結果が得られた。(  $U = 28001, p < .001, r = .45$  ) 以下の Table 1 は統計結果をまとめたものである。本研究において日本語群の撥音と鼻子音の比率の中央値は 2.33:1 であり、英語群の語末鼻子音と音節頭鼻子音の比率の中央値は 1.53:1 であった。それぞれの値は Sato<sup>(3)</sup>の比率よりも多くなっているが、日本語群の方が英語群と比べて約 1.5 倍程度比率が長いという点においては一致しており、手法や作成した読み上げ文が異なっても結果が再現できたといえるだろう。

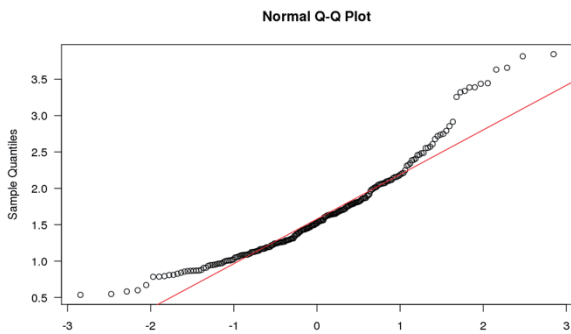


Fig. 2 英語群の正規性 Q-Q プロット

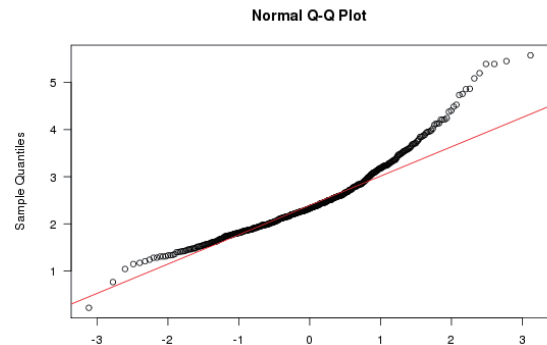


Fig. 3 日本語群の正規性 Q-Q プロット

Table 1 Statistical Analysis Result

言語群	n	平均	中央値	SD	最小値	最大値	歪度	尖度	p	有意差
英語群	236	1.78	1.56	0.93	0.54	5.46	1.79	3.43	< .001	**
日本語群	545	2.47	2.33	0.76	0.22	5.58	1.1	1.93		

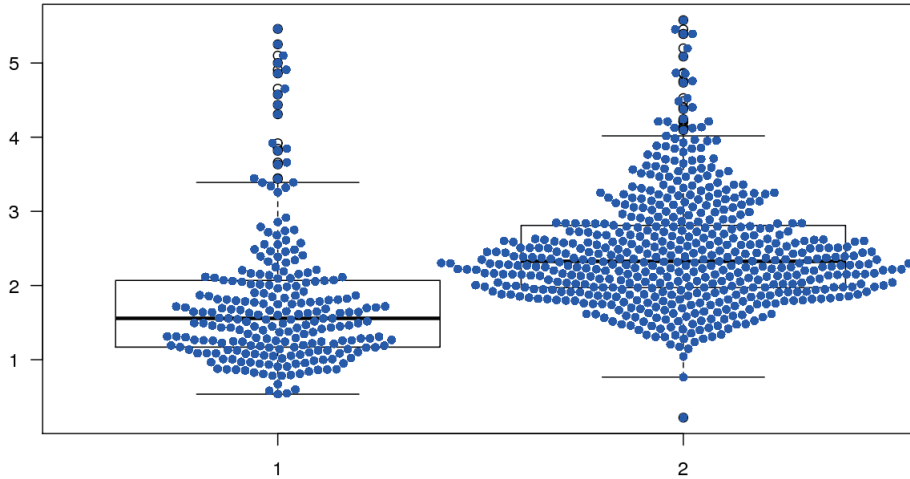


Fig. 4 各言語の箱ひげ図および変数の分布(1=英語群, 2=日本語群)

#### 4. 結 論

今回の実験において日本語群の読み上げ文から得られた鼻子音と撥音の比率の中央値は 1:2.33 であり, 英語群から得られた音節頭鼻子音と語末鼻子音の比率の中央値は 1:1.53 であった. これら二者間には統計的有意差があり, 日本語群から得られた比率の方が長かったことは仮に発話スピードが同じと仮定した場合語末鼻子音が日本語の方が長いということになる. このことは Sato<sup>(3)</sup>で得られた結果にも沿っており, 日本語と英語では音節末ないしは語末鼻子音の長さが異なっており, それぞれの長さがパラメーターとして言語固有であるといっても良いだろう. このことは Mori<sup>(2)</sup>でも指摘されており, Hamman・Sennema<sup>(20)</sup>などでも指摘されてきたことにも一致する. 本稿で明らかになったように日本語母語話者は頭子音より 2 倍以上の長さを持つ語末音や音節末音の発話をしていることは, これらのパラメータを知覚にも利用している可能性を示している. 石川<sup>(22)</sup>は音節の知覚について聞き手は音声信号の入力から音節の構造の知覚と音素の知覚を並列的に処理し単語認識を行っていると考えている. このモデルにおいて音声信号の時点での音の長短がその後の知覚に影響を及ぼした結果, それが音節構造の知覚にも同時に影響していると考えられる. このことが示すのは, 従来日本語母語話者はモーラを音韻の位置単位として知覚するように成長するとされてきたが, 実際には音節も無意識のレベルでしっかりと知覚しているのではないかということである. もともと, 音韻論的な観点からすると日本語にも音節は存在している. たとえば, さんという語は [san] という発音になり CVC の構造をもつ一音節の単語ということになる. Fig. 5 は日本語における音韻構造を表したものであり,  $\sigma$  は音節,  $\mu$  はモーラを指す記号である.

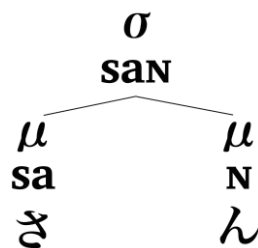


Fig. 5 Syllable Structure in Japanese

Fig. 5 では, 「さん」は/sa.n/として2モーラかつ CVC 構造をもつ 1 音節の単語であると言える. 日本語における音節は普段の生活の中で意識されることはほとんどないが, 比較的詩や歌の歌詞では観察されることがある. たとえば, Vance<sup>(8)</sup>で「小さい秋みつけた」の楽譜において「だれかさんがみつけた」の節で「さん」に音符が一つし

か割り振られていないことを指摘しており、これが日本語における音節がリズムの単位として認識されている証左だとしている。今回の結果はこれまでのモーラ仮説の議論と矛盾する結果ではなく、さらに石川(23)の理論も加味して考えると、日本語母語話者における特殊モーラ知覚はそのまま音節構造の知覚となると考えても良いのではないだろうか。これについては、近い将来しっかりとそのためにデザインされた実験を行うことで検証を行うこととする。

本稿で行った単語末の鼻音をターゲットにした分析で Sato<sup>(3)</sup>と同様の結果が得られたことは今後の研究において大きな意味を持つ。今回の結果語末鼻子音が音節頭の鼻子音より 2.33 倍の長さを持っており、英語では 1.53 倍であることが明らかになった。Mori<sup>(2)</sup>では日本語母語話者が日本語の場合の語末の音長の比率を基準にして音声処理を行うので、英語の音声では日本語母語話者にとって語末の音の音長の比率が短すぎて音声処理を行えないとしていた。言い換えれば、日本語母語話者には語末音が特殊モーラのそれと認識するために一定の比率以上の音長が必要だと考えられると言うことである。今回適切な条件での音節頭と語末音の音長の比率が得られたことで、将来の研究では今回の研究でえられた数値をもとにこれから研究をすすめ、日本語母語話者が英語の音声処理の際に語末音であると認識するための閾値、つまりは語末子音であると認識するための最低限必要な長さについて実験を通し調査を行う予定である。

## 謝 辞

本研究は金井学園若手研究の資金援助をうけ行われた。また実験に協力してくださった参加者の皆様にはこの場を借りて御礼申しあげる。

## 注と参考文献

- (1) E. Shoemaker, "Durational cues to word recognition in spoken French", *Applied psycholinguistics*, 35, (2014), pp. 243-273.
- (2) N. Mori, "Native Japanese Listeners' Use of Assimilated Nasals in Online Audio Processing", *JAAL in JACET Proceedings*, Vol. 1, (2019), pp. 16-22.
- (3) Y. Sato, "The durations of syllable-final nasals and the mora hypothesis in Japanese", *Phonetica*, Vol. 50(1), (1993), pp. 44-67.
- (4) J. Katz, "Compression effects in English", *Journal of Phonetics*, 40(3), (2012), pp. 390-402.
- (5) 小泉保, 音声学入門, (1973), 東京大学書林.
- (6) I. Lehiste, "Manner of articulation, parallel processing, and the perception of duration", *Working Papers Ling., Computer and Information Sci. Res. Center, Ohio State Univ.* 12, (1972), pp. 33-52
- (7) L. J. Raphael, M. F. Dorman, F. Freeman, C. Tobin, "Vowel and nasal duration as cues to voicing in word-final stop consonants: Spectrographic and perceptual studies", *Journal of Speech and Hearing Research*, 18(3), (1975), pp. 389-400.
- (8) T. Vance, *The sounds of Japanese*, (2008), Cambridge: Cambridge University Press.
- (9) T. Oyakawa, "Is the mora a phonetic reality?" *Monthly Internal Memorandum (November 1970)*, (1970), pp. 35-60. *University of California, Berkeley*.
- (10) S. Fukui, "Perception for the Japanese stop consonants with reduced and extended durations." *Onsei Gakkai Kaihou* 59, (1978), pp. 9-12.
- (11) M. Beckman, "Segment duration and the 'mora' in Japanese." *Phonetica* 39.2-3, (1982), pp. 113-135.
- (12) R. F. Port, A. Salman Al-Ani, S. Maeda. "Temporal compensation and universal phonetics." *Phonetica* 37.4, (1980), pp. 235-252.
- (13) R. F. Port, D. Jonathan, O. Michael "Evidence for mora timing in Japanese." *The Journal of the Acoustical Society of*

*America* 81.5, (1987), pp. 1574-1585.

- (14) Y. Homma, "Durational relationship between Japanese stops and vowels." *Journal of Phonetics* 9.3, (1981), pp. 273-281.
- (15) C. Hoequist, "Durational correlates of linguistic rhythm categories." *Phonetica* 40.1, (1983), pp. 19-31.
- (16) C. Hoequist, "Syllable duration in stress-, syllable- and mora-timed languages." *Phonetica* 40.3, (1983), pp. 203-237.
- (17) T. Otake, "A temporal compensation effect in Arabic and Japanese." *Bull. phonet. Soc. Japan* 189, (1988), pp. 19-24.
- (18) T. Otake, "A cross linguistic contrast in the temporal compensation effect." *The Journal of the Acoustical Society of America* 191, (1989), pp. 14-19.
- (19) T. Otake, "Counter evidence for mora timing." *16th Lacus Forum*, (1989), pp. 313-332.
- (20) S. Hamann, A. Sennema, "Acoustic differences between German and Dutch labiodentals", *ZAS Papers in Linguistics* 42, (2005), pp. 33-41.
- (21) Boersma, Paul & Weenink, David (2023). Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. Version 6.3.09, retrieved 2 March 2023 from <http://www.praat.org/>
- (22) 石川潔. "並列処理の単位としての音素と音節." 『現代音韻論の動向: 日本音韻論学会の歩みと展望』. (2016), pp.150-153, 開拓社刊.

(2023年8月3日受理)