

# 聴覚心理学と音韻論をつないでみよう

中島祥好<sup>1</sup>

**概要:** 言語音が時間上でどのように分かれ、互いに関係づけられるかを探る分野である「音韻論」は、環境における音がどのようにまとまったり分かれたりして聴こえるかを探る「聴覚心理学」に結びつけられるべきである。我々の研究グループは、「聴覚の文法」と称する理論的枠組みを作り、非言語音が知覚体制化によって音脈を形成することについても音韻論のような考えかたが有効であることを示した。もう一つの理論的枠組みである「音響的音韻論」は音節形成の原理などを音響分析に基づいて探るもので、その第一歩として、音声のスペクトル変化の中に、言語学において鳴音性 *sonority* と呼ばれる性質がどのように現れるかを解明している。言語音と非言語音との研究を同じ精神物理学の方法論に則って進めることは実り多いと思われる。

**キーワード:** 聴覚の文法, 音響的音韻論, 音脈, 鳴音性

## Attempts to Connect Auditory Psychology and Phonology

YOSHITAKA NAKAJIMA<sup>1</sup>

**Abstract:** Phonology, a field to investigate how linguistic sounds are separated from and related to one another in the temporal dimension, should be closely connected to auditory psychology, in which it is vital to investigate how sounds in the environment are organized perceptually. Auditory Grammar is a theoretical framework my colleagues and I built, and is based on the idea that a kind of phonology works even when non-linguistic sounds are organized perceptually to form auditory streams. Acoustic Phonology is our second theoretical framework, in which principles of syllable formation are being clarified based on acoustic analyses; what is called sonority in linguistics was made visible in the spectral changes of speech. To investigate linguistic and non-linguistic sounds in the same psychophysical paradigms thus seems productive.

**Keywords:** Auditory Grammar, Acoustic Phonology, auditory stream, sonority

### 1. はじめに

音韻論は、音声を形作る音がどのように別々の時間的な単位に分かれ、どのように関連付けられ、まとめあげられ、意味を担いようようになるかを探る言語学の一領域である。それゆえ、音がどのように知覚されるかを聴取実験を通じて探る領域である聴覚心理学の知見から得るところが多いと思われる。一方、音の知覚と言語活動とが分かちがたい関係にあることから、聴覚心理学が音韻論の側から学ぶところも大きいはずである。音韻論には、聴覚心理学によって解明されるべきさまざまな聴覚の仕組みが隠されているであろう。この二つの領域の交流を盛んにすることを念頭におき、我々のグループが行った研究のいくつかを紹介させていただく。

### 2. 聴覚の文法

我々は、非言語音の知覚に際しても、聴覚系が言語における音素のような要素を検出し、簡単な文法規則に従って音脈 *auditory stream* を形成すると理論的枠組みを提案し、これを「聴覚の文法 *Auditory Grammar*」と名付けた(中

島、佐々木、上田、レメイン, 2014; Nakajima, Sasaki, Ueda & Remijn, 2014)。

聴取者が体も頭も動かさずにじっとしているときに限れば、両耳に生ずる気圧の時間的な変化のみが聴覚系に与えられる情報の全てであり、聴覚系がこれを適切に処理しなければ、聴取者は環境にどのようなことが起こっているかを知ることができない。その際に、時間に沿ってひとつつながり(線形)になった音脈という知覚単位が形成される。ひとつつながりの音声、ひとつつながりの足音、一つの蛇口から出る水の音などが音脈の典型である。音脈は、音事象 *auditory event* と呼ばれる一つ二つと数えることのできる音の単位と空白時間とが時間上でつながって形成されると考えられる場合が多い。音楽の旋律に見られることがあるように、空白時間が、ほとんど、あるいは全く含まれない場合もある。

聴覚の文法においては、聴覚系が音事象を必要に応じてさらに短い単位に分けて、「始部 *onset*」「終部 *offset*」「持続 *filling*」「空白 *silence*」という4種類の「音要素 *auditory subevent*」が簡単な文法規則に従ってつながってゆくと考える。両耳に与えられた音刺激は、音要素の手掛かりを与え、そのような手掛かりは文法規則の許す範囲内で音要素として解釈される。文法規則から外れる手掛かりは、全く解釈されない場合もある。手掛かりの例として、広い周波数帯域にわたって急激に音の強さが増したときには、始部

<sup>1</sup> サウンド株式会社  
Sound Corporation

の手掛かりが得られる。また、ある程度長い時間にわたって音エネルギーが極端に少ないときには空白の手掛かりが得られる。文法規則による制約の例として、始部の直後には持続または空白が来なければならない、持続の直後には始部または終部が来なければならない。音響的な手掛かりが与えられなければ知覚的に補われることもあると考える。

聴覚系が言語音声を処理する際に音韻規則を用いるのであれば、非言語音を処理するための音韻規則があってもおかしくはないと言うのが、聴覚の文法の基本となる考えかたである。この段階では粗削りの思いつきにすぎないが、仮説を立てることによって、分離音現象 *split-off phenomenon*、空隙の旋律 *melody of silences* などの新しい聴覚現象を発見することができたので、この仮説は少なくとも研究を進めるうえで有益であると言ってよいであろう。

### 3. 音響的音韻論

音声が我々に聴きとられ言語の内容を伝える第一歩として、音素が時間上でつながった音節が形成される。音節の音響的なあるいは聴覚上の性質を知ることによって、発話者と聴取者とが同じ時間構造を共有してコミュニケーションを図る様子が明らかになるであろう。その際に、音韻論で取りあげられる鳴音性 *sonority* がどのように現れるかを知ることが重要である (Nakajima, Ueda, Remijn, Yamashita & Kishida, 2018)。英語音声に関しては文献が豊富であり、鳴音性の高い音素ほど音節の核になりやすく、低い音素ほど音節の核から離れた位置に置かれやすいとされている。母音は最も高い鳴音性を有するとされる。母音のあいだにも鳴音性の違いがあると考えられる場合もある。

鳴音性の概念を導入することによって英語音素のふるまいについて整理することができるが、一方で、「音節の核になりやすい、あるいは音節の核に近づきやすい音素の性質を鳴音性が高いことであると考え」のか、何か鳴音性について別の定義があって「音素はその鳴音性が高ければ音節の核になりやすいと考える」のか、時として考える順序が混乱してしまう。そこで、鳴音性の尺度について研究者間の合意がある程度できている英語の音素を音響的に分析することによって、鳴音性に対応する音響量を導き出すことはできないかと考えた。市販の英式英語音声データベースに、不完全ではあるが音素にラベル付けのなされたものがあったので、その音声のスペクトル変化に因子分析を施し、それぞれの音素が因子空間にどのように位置付けられるかを調べた。その結果、3つの因子を抽出したときの因子の一つに対応する 500~1700 Hz の付近の周波数成分が豊富に含まれるときに、鳴音性の高くなることが判った。日本語文音声に関しても基本的に同じ3つの因子が得られ、その因子得点の時間変化を用いて雑音駆動音声を合成すると 70% 近い明瞭度が得られ、また、2つの因子のみを抽

出したときには明瞭度がゼロに近くなるので、このような3つの因子は音声知覚の本質的な手掛かりを与えていると考えられる。次の段階としては、英語音声を用いた聴取実験によって鳴音性に対応する音響量を確定することが不可欠であろう。

de Saussure (1966) はさまざまな音素を発する際の調音器官の動きから、開口度 *aperture* と言う概念を導いている。我々の分析において、この開口度が鳴音性に近いものであることを定量的に確認することができた。

さらに別の研究において、鳴音性に関係の深い因子が、乳幼児の音声リズムの発達を反映することを示すことができた。乳幼児の調音器官が小さいことから周波数の値は高いほうにずれるが、鳴音性に対応する因子の因子得点の時間的な変化を分析することにより、日本語環境にある乳幼児が月齢 15~24 箇月の期間に日本語に特有のリズムを発達させることを定量的に示すことができた。

### 4. まとめ

限られた資源を用いて多くの情報を次々に処理することを求められる聴覚系が、言語音、非言語音の違いによって、根本的に違う働きをするとは考えたいことを踏まえ、上記のような一連の実験、分析を行った。言語音、非言語音に共通する性質に着目することにより、聴覚心理学、音韻論のいずれにも関係するような知見が得られる。

(本報告は 2019 年 10 月に *Antalya* で行われた第 35 回国際精神物理学学会年次大会における基調講演の一部を拡張したものである。)

### 謝辞

本報告は、引用した文献[2][3][4]、およびそこに引用した我々の文献の共著者、ならびに九州芸術工科大学、九州大学における中島研究室の学生を含む多くの方々との共同研究によるものである。佐々木隆之、上田和夫、Gerard B. Remijn、山下友子、岸田拓也の各氏との討論の内容は特に重要である。科学研究費補助金 (17H06197) の支援を受けた。

### 文献

- [1] de Saussure, F. *Course in General Linguistics*. McGraw-Hill, NY. 1966.
- [2] 中島祥好, 佐々木隆之, 上田和夫, Remijn, G. B.. 聴覚の文法. コロナ社, 東京. 2014.
- [3] Nakajima, Y., Sasaki, T., Ueda, K., and Remijn, G. B.. *Auditory Grammar*. Acoustics Australia, 2014, vol. 42, pp. 97-101.
- [4] Nakajima, Y., Ueda, K., Remijn, G. B., Yamashita, Y., and Kishida, T. How sonority appears in speech analyses. *Acoustical Science and Technology*, 2019, vol. 39, pp. 179-181.