日本語音韻の要素・構造・制約

—制約に基づく日本語音韻論の構築に向けて—

松井 理直　　郡司 隆男

概 要

本稿は、制約に基づく文法における日本語音韻論について、特に分節音の形態／音韻的側面を中心に考察したものである。制約に基づく文法理論では**素性構造**と**単一化**という概念が重要である。本理論では、まず音韻に関する素性として、形態情報を担う **morph** 素性と音韻構造を規定する **phon** 素性の 2 種類を設定する。また、単一化に関して、音韻現象における制約違反を回避するため、2 種類の制約—自律分節的制約と黙約値—を仮定する。

本稿のもう 1 つの提案は、「経済性に基づく解の決定」である。これは、解の候補を複数導出し、制約違反の最も軽い候補を解とするアプローチである。

これらの概念により、日本語の音韻現象の適切な記述が可能となる。

This study discusses phonological aspects of Japanese in the framework of *constraint-based grammar*. In particular, we explore the relationship between morphological and phonological components in Japanese segmental sounds.

Important concepts in constraint-based grammar include *feature structures* and *unification* among them. In our theory, there are two features related to phonology: the **morph** feature, which identifies morphological information and the **phon** feature, which represents hierarchical phonological structures.

Further, we assume two general constraints to circumvent the violation of unification: the *Autosegmental Association Constraint* (AAC), and the *Default Value Constraint* (DVC).

Another important aspect in our approach is that we allow several candidates for solutions, determining the 'optimal' one based on the concept of *cost*. Thus, the candidate that has the minimal degree of violation becomes the ultimate solution.

These approaches can describe the phonological phenomena appropriately.

キーワード： 音韻論 (phonology)、形態論 (morphology)、制約に基づく文法 (constraint-based grammar)、音韻構造 (phonological structure)、自律分節的制約 (autosegmental association constraint)、黙約値 (default value)、経済性 (cost)

1 はじめに

本研究は、言語の構造を局所的な制約の相互作用によって記述する文法理論の立場から、日本語の音韻現象を考察したものである。

現在の生成文法理論には、**変形生成文法**と**制約に基づく文法理論**という 2 つの流れがある。郡司 (1994) で詳しく議論されているように、前者の変形生成文法は、変形・派生[1] を用いる動的な理論であるのに対し、後者の、制約に基づく文法理論は、変形を用いず、対称性を持つ制約関係・素性の単一化により文法記述を行なう静的な理論である。後者の理論のこの性質は、同時に、モジュール間の柔軟な関係、情報の流れの無方向性・同時性を意味する。

従来なされてきた生成音韻論は、そのほとんどが変形文法の枠組みでなされており、固定した処理にのみ対応するような理論である。しかし、外界との interface である音声情報は、動的・非対称的な理論よりも、並列的・対称的な理論のもつ特性とうまく適合する可能性がある。そこで、本稿では、「制約に基づく文法理論」における日本語音韻理論の構築を行なった。

本稿では、以下の研究内容について報告する。

- 音韻単位の設定。
- 基底形—表層形の関係とその制約。
- 音韻構造に基づく制約。
- 解の候補の生成と、制約による解の導出。
- 音便変化および語形成・形態論。

2 本理論の枠組み

まず、具体的な議論に入る前に、本理論の枠組みについて簡単に触れておく。

前述したように、従来の音韻論では、流れの固定したモジュールを持ち、[2] 文脈依存型の書き換え規則と変形規則により、表層形を基底形から派生させてきた。しかし、心理現象としてこの問題を考えた場合、生成と知覚において完全な鏡像関係が成立するため、破壊的操作を必要としない対称的な知識が存在すると考えるべきであろう。また、情報の流れの固定

[1]本稿では、「派生」を 3 つ以上の表示レベルが存在すること、即ち基底表示レベル、(複数の) 中間表示レベル、表層表示レベルを用いることと定義する。

[2]いくつかの生成文法理論では、S-structure や overt syntax の情報が PF に流れると考えている。

した、手続き型のモジュール構造は、橋田浩一・松原仁 (1994) に詳しく議論されているように、完全情報問題にしか対応できず、言語理解のような部分情報問題に関しては dead lock を起こす可能性がある。したがって、人間の言語知識を記述するためには、変形を排除した静的な制約および並列的なモジュールを持つアプローチが必要と考えられる。

こうした変形を排除した音韻論として、最近注目を集めている理論が、Prince and Smolensky (1993) により提案された **Optimality Theory** である。Optimality Theory は、次に述べるようなモジュール構造を持つ理論である。まず、語彙から、ある input が **GEN** (Generator) と呼ばれるモジュールに入力され、この ***GEN*** が、多数の可能な解の候補 (candidates) を作り出す。これとは、独立して **CON** (Constraints) と呼ばれる、普遍的な制約の集合であるモジュールが存在する。各制約はランク付けされており、そのランキングは個別言語ごとに決定されている。***GEN***の作り出した候補は、**EVAL** (Evaluation) と呼ばれるモジュールに送りこまれる。このモジュールでは、解の候補に対し、***CON***の制約に従って違反度を計算が行われ、最適な (optimal) output を得る。以上が Optimality Theory のおおまかな流れである。

Optimality Theory の重要な概念は、解の候補を複数導出することと、その候補の**経済性**を計算し、最も costless なものを解として決定するという点にある。この経済性の概念は、制約に基づく文法理論でも有効なものであり、その先駆的な研究として、Gunji and Hasida (1994) がある。この論文は、数量詞の意味解釈／運用に関するものであるが、複数の可能性を持つ意味解釈に対し、いわば経済性の概念を適用することにより、最も適当な解釈を決定するというアプローチを取っている。

そこで、本音韻論でも、基本的に Optimality Theory, 特に経済性に関する概念を取り入れる。ただし、いくつかの点で、再定義が必要である。本音論におけるモジュールの構成を、以下にまとめる。

(1) a. **Lexicon (*LEX*)**
狭義の語彙であり、豊富な情報を持った語彙、および語彙規則の集合である。ある１つの発話の生成／解析に対し、複数の可能性 (解の分布) を計算する。

b. **Constraints (*CON*)**
拡大解釈された語彙であり、原理や制約の集合である。主辞素性原理や語彙のタイプに基づく階層、本稿で議論されるオートマトンなどが含まれる。各制約は、個別言語ごとにランキングが決定されている。

c. **Evaluation (*EVAL*)**
解の候補に対し、***CON***の制約に従って違反度を計算し、経済的な候補を解として決定する。なお、***CON*** におけるランキングの高い制約に違反するほど、経済性が悪い。

最後に、最も問題となる点が、Optimality Theory における input と output の関係である。Optimality Theory では、output は input から生成されると考える。ここには、情報の一方的な流れが存在しており、これは制約に基づく文法の**対称性**という性質に反する。そこで本音韻論では、ある表示間の対応関係の制約違反度、あるいは 1 つの表示内における制約違反度を ***EVAL*** によって計算するというアプローチを採択する。

以上が本稿における枠組みの簡単な紹介である。次章からは、個別の現象に関する具体的な分析を行う。

3 分節音の単位

3.1 日本語の五十音図

本節では、音韻論の観点から見た、日本語の分節音と音素、及び音韻単位について考察を行なう。

分節音を考える際、問題となるのは、現実の音声は連続体であるので、常にある程度の恣意的な切り捨てを行なわなければならない点である。具体的な波形をもつ「音」の背後にある言葉としての機能が、言語的単位として重要になるからである。言い換えるならば、音声の物理的な特性自体は、言葉を成立させる単位ではなく、物理的事象を、分節化、記号化するところに、言語音声としての存在意義がある。

こうした言語的に意味のある音を、(IPA 記号を用いて) 表記する際に、音声的に厳密さを追求した**精密表記**と、音韻的な単位を重視した**簡易表記** (極端な場合は音素表記) が考えられる。[3]

まず、表 1 に、本稿で扱う音声の精密表記の範囲を、音素表記と対応する形で示す。もちろん、この表も、厳密な意味で「精密」とはいえない。例えば、日本語の「オ」の音は、円唇母音といわれるが、英語に比べて口の丸めが少ないため、[ɣ] である可能性があり、逆にいえば、日本語では [round] に関する素性が対立をなさないため、母音 [ɯ] は [u] としてもかまわない。半母音 [w] に関しても同様のことがいえる。

ここでは、音韻的な側面も考慮して、表 1 のような表記を採用する。例えば、日本語では**拗音**という特徴的な音声が存在するが、これはイ段の子音と同じく**口蓋化**を引き起こしている音である。すなわち、日本語では硬口蓋の音が、言語的にも非常に重要ということになる。そこで、例えば、[ɕ] は英語の [ʃ] と、[ʑ] は英語の [ʒ] とほぼ類似した音であるが、硬口蓋の成分が英語よりも強いことを明示するため、ここでは [ɕ], [ʑ] の表記を用いることにする。[ɲ] の表記も同様である。言い換えるなら、日本語の場合、[ɕ] や [ʑ], [ɲ] は、いわゆる拗音化した音である [sʲ], [zʲ], [nʲ] とほぼ同等のものである。なお、表 1 には、特殊拍である「促音 (ッ)」、「撥音 (ン)」、「長音 (ー)」は示していない。本音韻論では、これらの音を、単な

[3] これは、表層表示と基底表示と言い換えることもできる。

表 1: 日本語音声の精密表記

子音	音素／音声表記					子音	音素／音声表記				
	/a/	/i/	/u/	/e/	/o/		/ra/	/ri/	/ru/	/re/	/ro/
	[a]	[i]	[ɯ]	[e]	[o]	ɾ, ɾʲ	[ɾa]	[ɾʲi]	[ɾɯ]	[ɾe]	[ɾo]
	/ja/		/ju/		/jo/		/ɾʲa/		/ɾʲu/		/ɾʲo/
j	[ja]		[jɯ]		[jo]	ɾʲ	[ɾʲa]		[ɾʲɯ]		[ɾʲo]
	/wa/				/wo/						
w	[wa]				[wo]						
	/ka/	/ki/	/ku/	/ke/	/ko/		/ga/	/gi/	/gu/	/ge/	/go/
k, kʲ	[ka]	[kʲi]	[kɯ]	[ke]	[ko]	g, gʲ	[ga]	[gʲi]	[gɯ]	[ge]	[go]
						ŋ	[ŋa]	[ŋʲi]	[ŋɯ]	[ŋe]	[ŋo]
	/kʲa/		/kʲu/		/kʲo/		/gʲa/		/gʲu/		/gʲo/
kʲ	[kʲa]		[kʲɯ]		[kʲo]	gʲ	[gʲa]		[gʲɯ]		[gʲo]
						ŋʲ	[ŋʲa]		[ŋʲɯ]		[ŋʲo]
	/sa/	/si/	/su/	/se/	/so/		/za/	/zi/	/zu/	/ze/	/zo/
s, ɕ	[sa]	[ɕi]	[sɯ]	[se]	[so]	dz, dʑ	[dza]	[dʑi]	[dzɯ]	[dze]	[dzo]
						z, ʑ	[za]	[ʑi]	[zɯ]	[ze]	[zo]
	/sʲa/		/sʲu/		/sʲo/		/zʲa/		/zʲu/		/zʲo/
ɕ	[ɕa]		[ɕɯ]		[ɕo]	dʑ	[dʑa]		[dʑɯ]		[dʑo]
						ʑ	[ʑa]		[ʑɯ]		[ʑo]
	/ta/	/ti/	/tu/	/te/	/to/		/da/	/di/	/du/	/de/	/do/
t, tɕ, ts	[ta]	[tɕi]	[tsɯ]	[te]	[to]	d, dʑ, dz	[da]	[dʑi]	[dzɯ]	[de]	[do]
						ʑ		([ʑi])			
	/tʲa/		/tʲu/		/tʲo/		/dʲa/		/dʲu/		/dʲo/
tɕ	[tɕa]		[tɕɯ]		[tɕo]	dʑ	[dʑa]		[dʑɯ]		[dʑo]
	/na/	/ni/	/nu/	/ne/	/no/		/ma/	/mi/	/mu/	/me/	/mo/
n, ɲ	[na]	[ɲi]	[nɯ]	[ne]	[no]	m, mʲ	[ma]	[mʲi]	[mɯ]	[me]	mo]
	/nʲa/		/nʲu/		/nʲo/		/mʲa/		/mʲu/		/mʲo/
ɲ	[ɲa]		[ɲɯ]		[ɲo]	mʲ	[mʲa]		[mʲɯ]		[mʲo]
	/ha/	/hi/	/hu/	/he/	/ho/						
h, ç, ɸ	[ha]	[çi]	[ɸɯ]	[he]	[ho]						
	/hʲa/		/hʲu/		/hʲo/						
ç	[ça]		[çɯ]		[ço]						
	/pa/	/pi/	/pu/	/pe/	/po/		/ba/	/bi/	/bu/	/be/	/bo/
p, pʲ	[pa]	[pʲi]	[pɯ]	[pe]	[po]	b, bʲ	[ba]	[bʲi]	[bɯ]	[be]	[bo]
	/pʲa/		/pʲu/		/pʲo/		/bʲa/		/bʲu/		/bʲo/
pʲ	[pʲa]		[pʲɯ]		[pʲo]	bʲ	[bʲa]		[bʲɯ]		[bʲo]

る分節音というだけではなく、音韻構造と絡めて考えているためであるが、この点に関しては後述する。

3.2 日本語の音素と語彙層

表 1を子音と母音に分け、それらの分布についての考察から、McCawley (1968) は、日本語の語彙目録にはいくつかの階層—すなわち、和語、漢語、擬声語、外来語—があることを示した。さらに Itô and Mester (1992) は、この 4 つの層が、「中核部」と「周辺部」に分類され、また各層が独立しているのではなく、制約のより緩い層が、制約の強い層を包含する、求心的な構造を持つことを示した (図 1 を参照) 。本稿でも、基本的に Itô and Mester (1992) の提案を採用するが、一部変更を加えている。

図 1 は、これ以外の音素は日本語に存在しないという制約の 1 つである。基底において、ここに示されたもの以外の子音が生じた場合には、日本語として不適正であると見なされる。また、音素としての status は求心的である (すなわち和語・擬声語の層に近くなるほど強くなる) という、一種の経済性に関する制約も表現している。ただし、実際にこのような template が存在するというよりは、各音素に関する制約が、それぞれの層に属しているということであり、その意味では optimality theory の *markedness* の考え方に準拠している。

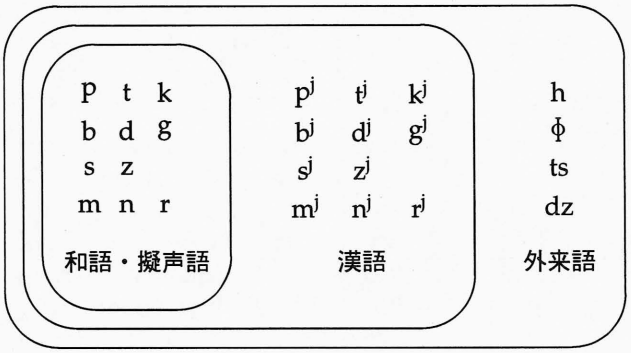


図 1: 子音の音素と語彙階層

3.3 音韻要素

音韻単位の基本は**音素**であるが、音韻論の立場から現象説明を行なうには、自然音類や最小対立を明示する必要があり、このままでは大きな単位でありすぎる。そこで、Jakobson により導入された概念が**弁別素性**であり (Jakobson, Fant, & Halle 1952) 、現在では、**素性配列図** (feature geometry) および弁別素性の**不完全指定理論** (underspecification) という

形に発展してきている。

素性配列図を仮定する動機は、ある種の素性のグループが、多くの音韻過程において、まとまって振る舞うことや、逆に決してグループをなさない素性があることを、モデルの表示そのものによって明示しようという点にある。そのため、音韻素性は、それぞれが自律分節的であり、かつ、基底では必要最小限の情報しか持っていない、すなわち不完全指定されているという立場を取る。不完全指定理論の長所は、この他に、余剰的な弁別素性 (例えば [+nasal] であれば必ず [−cont] といったような余剰性) を排除することができる点が挙げられる。

このアプローチそのものは、非常に優れたものであるが、以下の 2 つの点で問題がある。1 つは音素の解釈に関するもので、不完全指定を行なうために、例えば、日本語の音素 /t/ は、基底では [−cont] という値しか持っておらず、もはや**差異の体系**の表示が不可能になっている点である。もう 1 つは理論の枠組みに関係する問題で、自律分節的に節点間が結びつく際に、ある制約が他の制約よりも前の段階で適用されなければならない、すなわち**派生** (derivation) が必要となる点である。これは、変形生成文法の枠組みでは問題にならないが、制約に基づく文法理論の枠組みでは、理論の主旨に反することであろう。

ところで、Charette (1991) は、Government Phonology の中で、音素でも弁別素性でもない、新たな音韻単位として、**音韻要素** (phonological element) を用いている。音韻要素とは、ちょうど音素と弁別素性の中間にあたるような単位であり、潜在的にいくつかの弁別素性を内包している。音素は、いくつかの音韻要素の束として表現されるため、結果的に、音素と弁別素性は、ある種の関係を持つことになるが、あくまでも中心的な役割を果たすのは音韻要素であり、弁別素性は表面には現われてこない。

この音韻要素を用いることにより、ある 1 つの音韻要素に含まれる弁別素性は、基本的にグループをなしつつ、音韻過程に関与することが明示できる。また、明示的には音韻要素しか現われず、弁別素性は潜在的なものであるため、弁別素性の間に余剰性があっても、特に問題にはならず、逆に、Jakobson の立てた**音響的弁別素性**と Chomsky and Halle (1968) の**調音的弁別素性**を同時に扱うことが可能となり、一種のジンテーゼであるといえる。また、音韻要素そのものは、一種の 表示であるから、適切な制約の元では、派生・変形を使うことなしに、音素・音声の表示が行なえる可能性がある。

そこで、本音韻論では、分節音の単位として、音韻要素を採用する。日本語では、以下の音韻要素が必要となる。[4] すなわち、A (開口性), I (口蓋性), U (唇性), v (母音性), R (舌頂性), q (破裂性), h (摩擦性), N (鼻音性), x (無声性), X (有声性) である。

各音素は、*head* となる音韻要素と *dependent* となる音韻要素の組み合わせにより成立する。[5] 例えば、日本語の /e/ という母音は、素性構造 (attribute-value matrix) の形式を用

[4]括弧内は、各音韻要素の大まかな性質を表わす。

[5]全ての音素において、head となる音韻要素が必要であるが、dependent となる音韻要素は必ずしも存在す

いて、以下のように表現される。

(2) $\begin{bmatrix} \textbf{head} & \mathtt{I} \\ \textbf{dependent} & \{\mathtt{A}\} \end{bmatrix}$

本稿では、(2) を [A,<u>I</u>] のように簡略表記をすることもある。<u>下線</u>の付けられている要素が head element であることを示し、それ以外の要素は dependent elements である。この簡略表記を用いると、日本語 5 母音の音素は、以下のように表現される。

(3) 5 母音音素の音韻要素表示

/i/ : [<u>I</u>]	/u/ : [<u>U</u>]
/e/ : [A,<u>I</u>]	/o/ : [A,<u>U</u>]
/a/ : [<u>A</u>]	

子音も同様に head element と dependent elements により成立する。例えば、/t/ ならば、

(4) $\begin{bmatrix} \textbf{head} & \mathtt{q} \\ \textbf{dependent} & \{\mathtt{x,h,R}\} \end{bmatrix}$

となり、[x,h,R,<u>q</u>] と簡略表記される。ただし、子音の場合には、破擦音や拗音のように、1 つの segment に 2 つ以上の head elements を持つことがある。[6]

この場合は、例えば [ts] ならば、次のように表記される。

(5) $\left\langle \begin{bmatrix} \textbf{head} & \mathtt{q} \\ \textbf{dependent} & \{\mathtt{x,R}\} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \textbf{head} & \mathtt{h} \end{bmatrix} \right\rangle$

(5) の簡略表記は、⟨[x,R,<u>q</u>],[<u>h</u>]⟩ となる。なお、日本語の代表的な子音の簡略表記は、次の通りである。[7]

(6) 子音の音韻要素表示

るとは限らない。

[6]これは、破擦音や拗音を 2 つ以上の音素の組み合わせであると考えることと同義である。

[7]長母音や重子音などの特殊拍に関しては後述する。

無声破裂音	/p/ : [x,h,q,U]	/t/ : [x,h,R,q]	/k/ : [x,h,q,v]
有声破裂音	/b/ : [X,h,q,U]	/d/ : [X,h,R,q]	/g/ : [X,h,q,v]
鼻音	/m/ : [q,N,U]	/n/ : [q,N,R]	[ŋ] : [q,N,v]
摩擦音	/s/ : [x,R,h]	[ɕ] : [x,I,R,h]	
	/z/ : [X,R,h]	[ʑ] : [X,I,R,h]	
/h/:	[h] : [x,h,A]	[ɸ] : [x,h,U]	[ç] : [x,h,I]
破擦音	[ts] : ⟨[x,R,q],[h]⟩	[tɕ] : ⟨[x,I,R,q],[h]⟩	
	[dz] : ⟨[X,R,q],[h]⟩	[dʑ] : ⟨[X,I,R,q],[h]⟩	
弾音	/r/: default consonant [R]		
拗音	⟨[音韻要素群],[I]⟩		

音素全体の弁別素性 (DF) は、音韻要素に内在的する弁別素性から、次の規則に従って決定される。

(7) 音韻要素と弁別素性の関係

- 各音韻要素は hot DF と cold DF を持つ。
- 音素の hot DF は、音素を体現する要素群の hot DF に等しい。
- 音素の cold DF は、音素を体現する head element の cold DF に等しい。

Charette (1991) は、音韻要素に内在する弁別素性を Chomsky and Halle (1968) のみに準拠して考えているが、Jakobson and Waugh (1979) で考えられている音響的な弁別素性をも内在させることも可能であり、この場合は、音韻要素と弁別素性の間に、以下のような関係が成立する。

(8) 音韻要素 ⟺ 弁別素性の例

dependent	*head*		*segment*
[A,	I]	⟺	/e/
−round	−round		−round
+back	**−Back**		**−Back**
−High	+high		**−High**
+low	−low		−low
−Diffuse	+diffuse		**−Diffuse**
+compact	**−Compact**		**−Compact**

また、いくつかの音韻現象も、音韻要素を用いて妥当な説明が可能である。例えば、Jakobson and Waugh (1979) は、音韻獲得過程に関し、いわゆる“Jakobson の三角形”における周辺

部の音から獲得が進むと述べているが、[8] 音韻要素は図 2に示すように、この三角形とよい対応関係を持っている。すなわち、音韻獲得は、周辺部にある音韻要素を組み合わせることから始まる、といいかえることができる。なお、どの音韻要素が周辺部をなすかという点は、要素が内在的に持つ弁別素性によって決定されており、後述する sonority hierarchy にも影響を及ぼしている。[9]

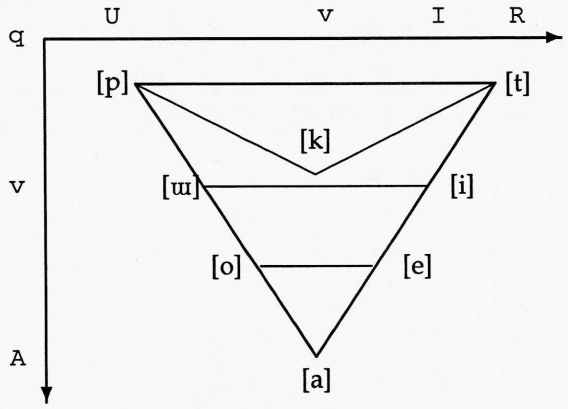


図 2: Jakobson の三角形と音韻要素

この他にも、例えば東京方言でよく観察される [çi] と [ɕi] の**音交替**は、基本的には h 要素が head になるかならないかという点から説明可能であり、また /p/ 音の歴史的な**音変化**も、(9) のような音韻要素の脱落で考えられる。

(9) /p/ 音の歴史的な変化

$$\mathrm{p}:[\mathrm{x},\mathrm{h},\mathrm{q},\underline{\mathrm{U}}] \rightarrow \phi:[\mathrm{x},\mathrm{h},\underline{\mathrm{U}}] \begin{cases} \nearrow \mathrm{h}:[\mathrm{x},\mathrm{h},_] \\ \searrow \mathrm{w}:[\underline{\mathrm{U}}] \end{cases}$$

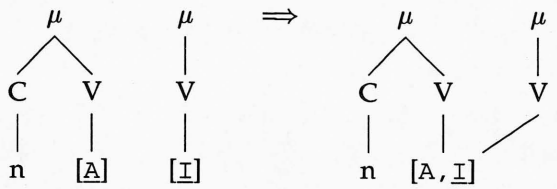
また、「やらない」→「やらねー」などの**音融合**も (10) のような音韻要素の融合で説明可

[8] これは対比の大きい音素対から獲得が始まるということであり、この対比情報を明示するために、Jakobson は弁別素性を導入した。Jakobson が考察した**最大対比の法則**と**含意法則**は、未だに音声獲得を考える上で最も重要な概念である。

[9] したがって、さらに Jakobson の考えに近づけるなら、音韻要素の組み合わせから計算される弁別素性束の値から最大対比を発見し、その音素対から獲得されていくと考えてもよい。音韻要素は、個別に見るならば不完全な弁別素性しか持っていないが、「音素」という群として考えるならば、多くの弁別素性の値が決定されることになるため、音素対における対比を計算できる。弁別素性の不完全指定理論は、こうした最大対比の計算が不可能である点に問題がある。

能であろう。

(10)



4 基底形と表層形

本節で考察することは、例えば、日本語における基底形 /ti/ が、表層形では [tɕi] として現われるような現象をいかに記述するか、という問題である。

従来の音韻論では、文脈依存型の書き換え規則と変形規則により、表層形を基底形から派生させていた。しかし、2 章で述べたように、こうしたアプローチには問題が多い。

そこで、本節では、基底形に相当する表示と、表層形に相当する表示の対応関係をチェックし、最もよい対応関係を持ったものを解として決定するというアプローチにより、上記の問題の解決が可能であることを述べる。

4.1 音韻素性

本音韻論では、まず音韻に関する素性を 2 種類設定する。1 つは **morph** 素性で、これは基底形、即ち形態情報及び平板な音韻構造に関する素性の集合である。もう 1 つの素性は、**phon** 素性で、これは表層形、即ち、音声情報及び階層的な音韻構造に関する素性を示す。例えば、日本語の /ti/ と [tɕi] の関係は、以下のような語彙情報として表現される。[10]

(11)
$$\begin{bmatrix} \textbf{morph} & \begin{bmatrix} \textbf{CV-slot} & \text{CV} \\ \textbf{elm} & \langle \text{t,i} \rangle \end{bmatrix} \\ \textbf{phon} & \begin{bmatrix} \textbf{mora} & \left\langle \begin{bmatrix} \textbf{onset} & \text{tɕ} \\ \textbf{peak} & \text{i} \end{bmatrix} \right\rangle \end{bmatrix} \end{bmatrix}$$

一般に、文産出の場面においては、**morph** の素性値は語彙的に決定されている。これに対し、**mora** の素性値は、基本的にどのような値を取ってもよいものとする。言い換えるならば、ある基底形に対し、表層形はあらゆる可能性が考えられるということである。ただし、次節で述べるように、***CON*** に含まれる有限状態オートマトンにより **morph** と **phon** の対応関係のチェックが行われ、どのオートマトンに違反したかにより、***EVAL*** が最適な対応関係を選択することになる。逆に、外来語や、音声知覚の場合は、**phon** の素性値が決定されており、可能な **morph** の解をオートマトンがチェックし、***EVAL*** によって最適な解が選び出される。

[10] ここでは、見やすいように音素表記をしているが、実際は音韻要素で表示される。

また、音韻素性の中に構造を設定したことにより、形態・音韻的構造と統語・意味的構造とは、深く関連しながらも、独立の並列的存在となる。これにより、深い階層的な統語的・意味構造を維持したまま、比較的平板な形態・音韻的構造を設定可能である。

なお、ここで本稿で用いる表記法について述べておく。

morph において、**CV-slot** と **elm** の情報がきちんと対応していることを、'[ ]' の中に **elm** の情報を、'[ ]' の外に **CV-slot** の情報を書くことによって示す。例えば、V[ɪ] と書かれていれば、これは **CV-slot** の V と **elm** の ɪ が対応していることになる。[ ] の外に **CV-slot** の情報が記述されていない場合は、**CV-slot** の素性値が任意である、すなわち C であっても V であってもよいことを意味する。また、[ε*] は任意の音韻要素あるいは音韻要素束を意味する。なお、場合により、[ ] 内を、音韻要素ではなく、音素・音声表記で示すこともある。

素性 **phon** に関しては、**onset** を **on** と、**peak** を **pk** と略記することがある。

最後に、以下に述べる FSA における X:Y という記述は、情報 X と情報 Y が対応していることを意味する。

4.2 有限状態オートマトン

前述したように、基底形と表層形の対応関係は、無限に可能であるから、何らかの形で制約をかける必要がある。本稿では、この対応関係のチェックのために、Karttunen (1993) が提案している有限状態オートマトン (FSA) を用いた音韻論を導入する。ここで、FSA の組み方には以下のような接近法が考えられる。

(12) a. 全ての対応を 1 つの FSA で表現。
b. 順序づけられた複数の FSA で表現。
c. 並列的に動作する複数の FSA で表現。

以下、それぞれの FSA の性質について、日本語の /ti/ ⇔ [tɕi], /tu/ ⇔ [tsɯ], /si/ ⇔ [ɕi] の対応を例に考察する。[11]

(12a) の接近法では、例えば次のような有限状態オートマトンを組むことになる。

(13) 日本語の音変化に関する unique FSA (部分)

[11] **morph|elm** の値は大体音素表記に対応し、**phon|mora** の値は大体音声表記に対応するので、前者の略記として、/ / を、後者の略記として、[ ] を用いることにする。したがって /ti/ は [**morph|elm** ⟨t,i⟩] の略記であり、[tɕi] は $\left[\ \textbf{phon|mora}\quad \left\langle \begin{bmatrix} \textbf{onset} & \text{tɕ} \\ \textbf{peak} & \text{i} \end{bmatrix} \right\rangle \right]$ の略記である。

	t:t	t:tɕ	t:ts	s:s	s:ɕ	…	a:a	i:i	u:ɯ	e:e	o:o	…
⓪	1	2	3	4	5	…	⓪	⓪	⓪	⓪	⓪	…
1						…	⓪			⓪	⓪	…
2						…		⓪				…
3						…			⓪			…
4						…	⓪		⓪	⓪	⓪	…
5						…		⓪				…
⋮												

こうしたFSAでは、例えば母音 /i/ に先行する子音が [tɕ], [ɕ] のように口蓋化を起こすといったような、同じ制約に起因するいくつかの現象を、別々の状態で記述せざるを得ないことから、理論として説明力に欠ける。また、外来語では、近年 /ti/ ⇔ [ti], /tu/ ⇔ [tɯ] の対応が許されており、こうした周辺的な現象も全て別個に表現するため、余剰性があることなどが問題となる。

(12b) の接近法は、従来の生成音韻論で用いられてきた書き換え規則に近いものであり、例えば次のようなFSAが考えられる。

(14) a. /t/ に関するFSA

	t:t	t:ts	t : ε*	1 [A,ε*]: [1]	2 [α]: [2] where {α ∋ ¬ A}	…
⓪	1	2	3	⓪	⓪	…
1				⓪		…
2					⓪	…
⋮						⋱

b. /s/ の口蓋化に関するFSA

	1 [⟨([ε*],)[h]⟩]: [2 , 1]	⟨ 3 , 2 ɪ⟩: [3]	…
⓪	1	⓪	…
1		⓪	…
⋮			⋱

c. ただし、a, b の順番で規則をかけること。

ここで、これらのFSAの動作を簡単に述べる。まず、(14a) より、/ti/, /tu/ は“中間表示”として、各々 /tsi/, /tsu/ となる。他の /ta/, /te/, /to/ は母音部の音韻要素にAを持つため、状態0—1間を往復して、各々 /ta/, /te/, /to/ という中間表示になる。

次に、(14b) より、中間表示 /tsi/ のみが [tɕi] と口蓋化を起こす。他のタ行音は、口蓋化の条件に当てはまらないため、中間表示がそのまま最終表示となり、タ行全ての音が正しい

表層形を持つ。なお、/si/ → [ɕi] も、(14b) により導かれる。

このように、(14a) と (14b) から導かれる音形は、(13) と等価であるが、(13) に比べ、状態数が少ないこと、/t/ の破擦音化や、/s/ に関する口蓋化などに関し、より一般性が高まっていると考えられる。[12]

しかし、問題は (14c) の拘束条件である。この条件を無視して、例えば (14b) の後に (14a) の規則が掛かった場合、/ta/, /tu/, /te/, /to/ に関しては、正しい表層形が導かれるが、/ti/ に関しては、表層形は [ṭi] であると認識されてしまい、和語では許されない音形が導かれてしまう。[13] したがって、この 2 つの FSA にとって、(14c) の FSA の順序に関する条件は絶対的なものであり、言い換えるならば、これらの制約は、直列的な性質を持ち、“中間表示”が重要な鍵を握る、事実上の派生と考えられる。また、こうした制約の順序関係の存在は、言語獲得の観点から見ても、規則の膨大な組み合わせの中から、当該の順序をいかに決定するのかという問題を残す。[14]

では、最後に (12c) に述べた複数・並列的な FSA により、対応関係のチェックを行なう接近法について考察を行なう。

まず、/t/ に関する制約として、図 3 に示すような FSA を立てる。

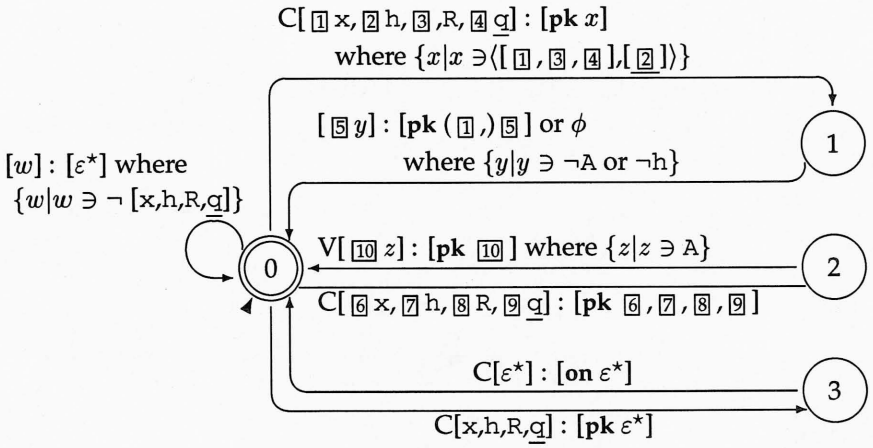


図 3: /t/ に関する FSA : **t-FSA**

この t-FSA の仕組みを簡単に説明する。初期状態と最終状態は、共に状態 0 である。状態 0 — 1 間の遷移は、/t/ が A か h を持たない要素束 (すなわち /i/ と /u/ と拗音) に先

[12]ただし、破擦音化は /ṭ/ や /d/ でも起こりうるし、口蓋化に関しても /s/ に限らないため、(14a) と (14b) も完全な意味での一般化ではない。

[13]外来語ではこの対応があり得る。

[14]さらに、直列性は、各 FSA の状態数を掛け合わせた数と同じ状態数を持つ 1 つの FSA を作っていることと同等であり、簡潔性という点からも不利である。

行する場合、破擦音化する可能性を示している。状態 0 — 2 間は、A を持つ要素束 (すなわち /a/, /e/, /o/) に先行する場合には、/t/ に関する **morph** 情報がそのまま **phon** 情報になることを保証する。状態 0 — 3 間は、/t/ のあとに子音が連続する場合で、[15] t-FSA そのものは、この子音連続に関しては、どんな対応をも許す。[16] 同様に、状態 0 における自己回帰遷移も、t-FSA が /t/ 以外の音素に関しては、どのような対応をも認可することを意味している。

次に、図 4 に口蓋化に関する FSA を示す。

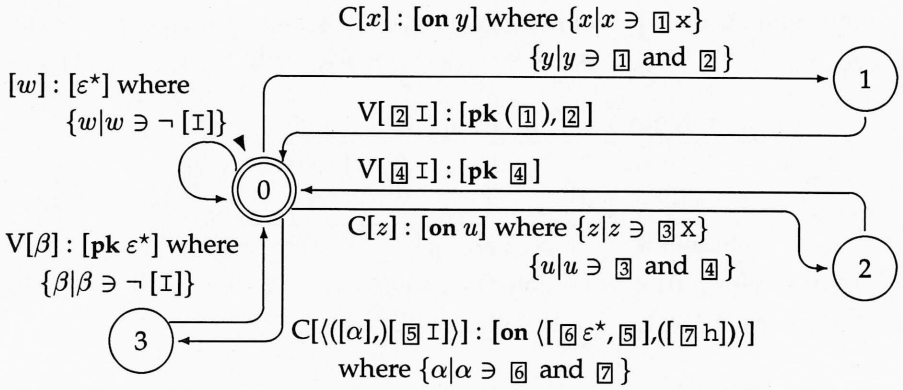


図 4: 口蓋化に関する FSA : **pal-FSA**

この pal-FSA は、母音の /i/ や拗音に関する制約である。初期状態と最終状態は状態 0 である。状態 0 — 1 間は、無声子音に I 要素が後続する場合の制約で、子音が口蓋化し、かつ母音 [i] は無声化する可能性があることを示す。同様に、状態 0 — 2 間は、有声子音に I 要素が続く場合の対応条件で、この場合には無声化は起こらず、[i] として音声化される。状態 0 — 3 間は拗音に関する条件で、拗音化した子音のあとには、母音 /i/ が連続しないことを示している。[17]

また、状態 0 における自己回帰により、I 以外の要素束に関しては、pal-FSA はどのような対応をも認可することが示されている。

次に、複数並列型の FSA が、基底形 /ti/ とその表層形 [t, tʲ, tɕ, ts] に対し、実際にどのように動作するかを考察する。[18]

[15] この FSA では、子音連続が無限に続く可能性を否定しないが、これは後述の morph-FSA により block される。

[16] 後述する CC-FSA により、こうした子音連続における逆行同化が保証される。

[17] ある OCP (obligatory contour principle) の違反として排除できる。したがって、図 4 の w, β の条件が不必要になり、ε^* の指定さえあればよく、FSA をさらに簡単にできる。

[18] なお、/t/ が [t, tʲ, tɕ, ts] 以外の子音と対応し、かつ次に母音が来る場合は、図 3 に示された状態 0 の自己回帰遷移における w の条件によって、t-FSA が排除することが自明であるので、考察の対象から外す。また、本来

まず、**[morph|elm** ⟨t,i⟩] に対し、**[phon|mora** ⟨t,i⟩] の対応があった場合の動作は以下の通りである。

morph|elm	[x,h,R,q̲]		[I̲]	
t-FSA	0	⇕	2	blocked!
pal-FSA	0	⇕	0	blocked!
phon|mora	[x,h,R,q̲]		[I̲]	

この対応は、t-FSA, pal-FSA 共に reject してしまい、制約違反を起こしている。

次に、**[morph|elm** ⟨t,i⟩] と **[phon|mora** ⟨tʲ,i⟩] の対応を考える。pal-FSA は、この対応を受理するが、t-FSA により reject されるため、制約違反を起こす関係であることがわかる。

morph|elm	[x,R,q̲]		[I̲]		
t-FSA	0	⇕	1	blocked!	
pal-FSA	0	⇕	1	⇕	⓪
phon|mora	[x,I,R,q̲]		[I̲]		

同様に、**[morph|elm** ⟨t,i⟩] と **[phon|mora** ⟨ts,i⟩] の対応は、t-FSA により accept されるが、pal-FSA が reject してしまい、制約違反を起こす関係となる。

morph|elm	[x,R,q̲]		[I̲]		
t-FSA	0	⇕	1	⇕	⓪
pal-FSA	0	⇕	0	blocked!	
phon|mora	⟨[x,R,q̲],[h̲]⟩		[I̲]		

最後に、**[morph|elm** ⟨t,i⟩] に対し、**[phon|mora** ⟨tɕ,i⟩] の対応を考える。この場合は、全ての FSA が対応を受理し、制約違反は全く起こっていない。

morph|elm	[x,R,q̲]		[I̲]		
t-FSA	0	⇕	1	⇕	⓪
pal-FSA	0	⇕	1	⇕	⓪
phon|mora	⟨[x,I,R,q̲],[h̲]⟩		[I̲]		

したがって、/ti/ と [ti], [tʲi], [tsi], [tɕi] の対応は、***EVAL*** によって、(15) のように順序づけられ、最も制約違反の少ない [tɕi] が解として認可される。

なら t-FSA, pal-FSA 以外のオートマトンも、同時にこれらの対応をチェックすることになるが、今回の対応については結果的に関与しないため、表には示さない。

(15) /ti/ に対する解の候補とその評価。

	pal-FSA	t-FSA
⇒ [tɕi]		
[tʲi]		*
[tsi]	*	
[ti]	*	*

同様に、/tu/ と [tsɯ] の対応も、t-FSA と pal-FSA により導出可能である。その概略を以下の表に示す。

morph|elm	t	u		t	u		t	u	
t-FSA	0 ⇕ 2	blocked!		0 ⇕ 1 ⇕	⓪		0 ⇕ 1	⇕	⓪
pal-FSA	0 ⇕ 0	⇕	⓪	0 ⇕ 0 ⇕	⓪		0 ⇕ 1	blocked!	
phon|mora	t	ɯ		ts	ɯ		tɕ	ɯ	

/tu/ ⇔ [tɯ] の対応は、両 FSA により reject され、/tu/ ⇔ [tɕɯ] の対応は pal-FSA により reject される。/tu/ ⇔ [tsɯ] の対応は、両 FSA ともに受理する。したがって、***EVAL*** により、[tsɯ] ≫ [tɕɯ] ≥ [tɯ] ≫ … という順序づけがなされ、結果的に [tsɯ] が最適な解として選び出されることになる。

以上の例の重要な点は、どちらの規則を先に掛けたかという点は全く無関係であり、かつ中間表示も必要がないところにある。また、外来語では、/ti/ に対し [ti] が、/tu/ に対し [tɯ] が対応可能であるので、両 FSA は義務的な制約とならない。すなわち、これらの FSA は、図 1 における和語・漢語の層における義務的制約ということになる。FSA を小さく複数に分ける利点は、こうした例外的な対応関係を、余剰的になることなく記述できる点にもある。

以上のことから、制約に基づく文法理論の枠組みでは、(12c) に述べた、複数・並列的な FSA により対応関係のチェックを行なう接近法が最も妥当であると考えられ、本稿でもこの立場を採用する。[19]

[19] 候補を FSA によりチェックするというアプローチそのものに対する批判も考えられる。全ての (無限の) 候補をチェックしていると、計算量が爆発するため、人間はこういう計算を行なってはいないだろう、といった批判である。しかし、この批判は、制約と運用の strategy を混同したものだと考えられる。ここで述べた FSA は、あくまで制約に関する記述であって、制約は処理の方向性を排除した、静的かつ対称的なものでなければならない。この制約を実際にどのように運用するかは、処理の方向性が関わることになり、効率の良い運用特有の strategy の問題である。例えば、常に正しい表層形の生成／基底形の解析を行なうには、次のような strategy をとればよい。まず、ある程度の量 (例えば、**subcat** から予測される範囲程度の量) の情報 (生成の場合は **morph**, 解析の場合は **phon** の情報) を蓄えておき、その後、蓄えられた情報を最後から読みとりながら (すなわち右から左に scan しながら)、FSA を最終状態から動かしていく。最終状態から出発するということは、情報が accept されることを常に保証するから、蓄えられた最初の情報まで FSA が来たときには、必ず正しい情報が生成／解析されているはずであり、悪質な解の候補を考慮しなくてもよい。実際、人間の言語活動においては、ある程度の情報を蓄えてから情報処理が行なわれると考えられる。例えば、生成の場合に、"Homsky and Cholle" のようないい間違い (Spoonerism) が起こったりするが、これは "Chomsky and Halle" という情報が一度に蓄えられた過程を考えると自然に説明ができる。知覚の場合でも、聴覚心理学における記憶や情報予測過程の存在や、あるいは "Time-Delay Neural Network (TDNN)" といった工学的な音声認識技術から考えて、ある程度情報がバッファ

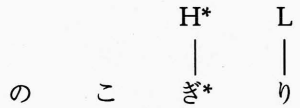
5 自律分節的制約

5.1 Autosegmental Theory

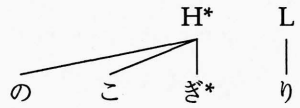
制約に基づく文法理論は、情報の単一化という手法によって文の生成を行なう。単一化の基本的な条件は、情報が1対1対応していることであるが、音韻論においては、必ずしもこの対応が守られるわけではない。例えば、東京方言のメロディパターンは、"High*—Low (H*L)" という2つの要素からなると考えられるが、この情報が単一化される構造のほうは、「のこぎり」のように2つとは限らない。

こうした構造・要素間の単一化違反を回避するための制約として、"可能な限り情報を対応させよ"という、**自律分節的制約**を設ける。これは、元来 Autosegmental Theory で提案された制約であり (Goldsmith 1979, 1990)、Bird and Ellison (1994) により、FSA を用いた形式化が行なわれている。直観的には、(16) のような単一化違反を起こす対応があった場合、(17) のように情報を spread し、単一化を完成させる制約である。この場合は、結果的に、"HHHL" というアクセントパターンを得る。なお、ひらがなで示した「のこぎり」は、実際には **phon** におけるモーラ構造である。[20]

(16)

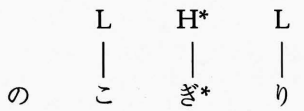


(17)

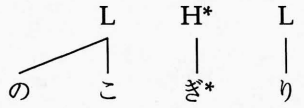


大阪方言も同様で、メロディパターン "LH*L" を「のこぎ*り」に対応させ、自律分節的制約に従って情報を spread し、"LLHL" というアクセントパターンを得る。[21]

(18) a.



b.



に貯められてから処理されることは、ほぼ確実であろう。このように、効率的な運用 strategy は制約とは独立に記述できるものであるが、performance にも competence である FSA の制約が使用可能であるという点は重要である。脚注 34を参照のこと。

[20]実際には、他の構造で最初の「の」に L% が対応し、最終的に LHHL となる。

[21]大阪方言のメロディパターンは、他に H*L が存在し、どちらのメロディパターンを取るかは各語彙に指定されている。

なお、アクセントの言語的モデルに関しては、音調の数学的表現をどのように行なうかにより立場が変わってくる。日本語に関する定量的な音調モデルは、「藤崎モデル」(Fujisaki 1983, Fujisaki & Hirose 1984) と Pierrehumbert and Beckman (1988) によるモデル (PB model) があり、前者のモデルに従うなら、ここに示したような、全てのモーラに H, L を与える言語モデルのほうが好都合である。逆に、PB model に従う場合には、全てのモーラに音高を付与するのではなく、散在的に表示する言語モデルを採用することになる。吉本 (1994) の論文は、制約に基づく文法理論の枠組みで、日本語音調を考察した興味深いものであるが、PB model に従った散在的表示を用いている。本稿では、一応、表層における音高を全て指定する立場を採用した場合でも、制約に基づく文法理論の枠組みに矛盾することなく、音調の言語モデルを構築できる可能性を示すに留めておく。

5.2 Obligatory Contour Principle

本節では、なぜ自律分節的制約が必要なのか、その理由を述べる。

(16) において、最初から "HHHL" というメロディが指定されていれば、自律分節的制約がなくても、単一化には成功する。なぜ、"HL" というメロディの指定が必要なのだろうか。

1 つの理由は普遍性である。単語の長さは様々なものがあるため、単語ごとにアクセントを指定していては、その共通性が捉えられない。また、東京方言の場合、「端と (LHH) 」、「箸と (HLL) 」、「橋と (LHL) 」の関係から考えて明らかなように、high tone から low tone に下がる位置によって、同音異義語の区別がなされることが多い。すなわち、HL の関係が非常に重要であり、理論的にこの点が明示できることが望ましい。また、動詞の現在形と過去形の関係を見てみると、「置く (LH) — 置いた (LHH) 」、「書く (HL) — 書いた (HLL) 」のように、モーラ数が変化しても、現在形で平板型アクセントのものは過去形でも平板型であり、現在形でアクセント核を持つ動詞は、過去形でも有アクセント型となる。この一般的特徴は、基底でモーラごとに音高を指定する方法では捉えることができない。

もう 1 つの理由は、基底で LHHL のような指定をすることは、McCarthy (1986) によって提案されている OCP (Obligatory Contour Principle) に違反するという点が挙げられる。OCP とは、「メロディ[22] のレベルの要素は、同一のものが隣接してはならない」という制約であり、極めて一般性の高い原理であることが、経験的に知られている。例えば、英語で "thirtéen" と "mén" が連続すると、"thírteen mén" のようにアクセントが移動してしまうのは、"thirtéen mén" が OCP の違反を起こしているためである。あるいは、基底レベルの子音が拗音であった場合、後続母音に /i/ 音が来ないのも、[palatal] の要素が連続し、OCP に違反するためである。同様に、日本語の音調の場合も、基底レベルにおいて H 音が連続することは OCP の違反であるため、基底では、HL や LHL のような、同一要素が連続しないパターンしか存在しないと考えられる。

[22] メロディとは、直感的には、基底における音調や音素の調音に関する素性のことである。

なお、この OCP も FSA による制約の形で表すことができる。

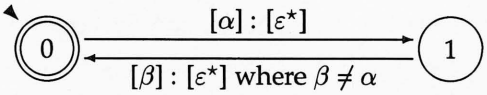


図 5: OCP に関する FSA : **OCP-FSA**

以上のような理由から、音節構造の数と一致するように、基底で LHHL のような指定を行うことは妥当ではないということになる。したがって、基底の要素数と音節構造数が常に一致することが保証されなくなり、単一化違反を回避する制約として、自律分節的制約が必要となる。

5.3 特殊拍の生起

この「自律分節的制約」は、特殊拍—長母音と子音拍 (促音・撥音の重子音)—の生起にも影響している。[23] 例えば、次の語彙情報は、/sati/ (幸) という音韻を表わしている。

(19) $\begin{bmatrix} \textbf{morph} & \begin{bmatrix} \textbf{CV-slot} & \text{CVCV} \\ \textbf{elm} & \langle \text{s,a,t,i} \rangle \end{bmatrix} \end{bmatrix}$

しかし、同一の [**morph**|**elm** ⟨s,a,t,i⟩] という情報であっても、**CV-slot** が C<u>VV</u>CV ならば、/a/ を構造 V に spread して、単一化を行ない、最終的に [saatɕi] (サーチ) という音声情報になる。即ち、長音の生起である。同様に、同じ [**morph**|**elm** ⟨s,a,t,i⟩] に対し、**CV-slot** が CV<u>CC</u>V のときには、[sattɕi] (察知) という音声情報になり、重子音 (促音) が発生する。

ただし、日本語の子音連鎖は、英語などと異なり、かなり限られたものであり、表面上は撥音・促音のみであり、これを保証する制約が必要である。次章では、これらの制約について議論する。

6 日本語の子音連続と表層形

前章で述べたように、日本語の子音連続は撥音・促音に限られるが、それ以上の制約がある。例えば、撥音の連続あるいは促音の連続は起こらないし、促音で終わる語もない。また、撥音のあとに促音は発生するが、促音のあとには撥音は発生しない。さらに、撥音・促音ともに逆行同化といわれる、後続音の影響を受ける。こうした現象には様々な制約が関与しているが、最も重要なものは、日本語の形態素列および音節構造、すなわち音韻構造に関する制約である。まず、この制約から議論を始める。

[23] なぜなら、例えば長音 [i:] なども、基底では /i/ という指定しか受けていないからである。基底で /ii/ という指定を受けているならば、これは OCP の違反である。

6.1 形態素列および音節構造に関する制約

日本語の形態素の構造は、CV 連鎖が基本である。この他に、母音連続が許されている。促音に関しては、単語の語中にしか存在しない。撥音は、語中・語尾に存在可能であるが、語頭には来ない。また、撥音のあとに促音がくることはあるが、逆は存在しない。

モーラ構造に関しては、まず **peak** のない構造は存在しない。また、**onset** にはいる要素は子音のみであり、**peak** には、基本的に母音要素が入るが、撥音・促音に限り、特殊拍 (すなわち **onset** のないモーラ構造) の **peak** に入ることができる。

以上の性質を表現した制約が、図 6 に示す FSA である。

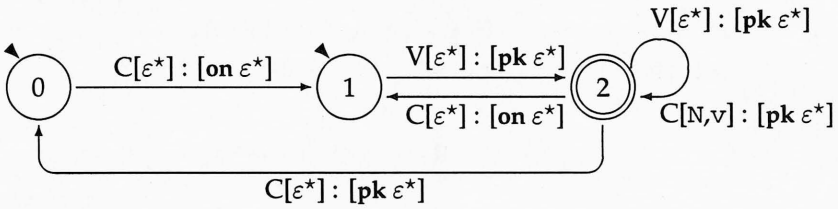


図 6: 音韻構造に関するする FSA : **str-FSA**

この FSA には、初期状態が 2 つあり、状態 0 と状態 1 である。最終状態は状態 2 である。状態 0 から状態 2 にかけての遷移が、日本語の基本的な構造、すなわち、CV 連鎖あるいは、VCV 連鎖を示している。状態 2 から 0 への遷移が重子音の生成を許可しており、最初の子音が **peak** に入ることを同時に保証している。状態 2 における自己回帰は、母音連鎖あるいは撥音を示しており、日本語の単語が母音あるいは撥音で終わることを意味する。なお、この FSA のみでは、撥音の連続を許可するが、これは OCP により排除される。図 6において、撥音のみが基底の要素表示を受けており、他の表示は全て ε^*になっている点に注目されたい。この FSA は、音韻要素に関しては完全に自由な対応を許しており、単に日本語の基本的な「構造」を決定するのみである。その点で、前述の t-FSA や pal-FSA とは全く性質を異にするものであり、例えていうなら、疑似単語生成器といったところだろう。したがって、この FSA は、新造語や外来語の取り込みに関し、最も重要な制約となる。[24]

6.2 重子音および同化に関する制約

つぎに、問題の重子音に関する制約である。図 6 は、子音連続の個数に関しては制約をかけているが、他の点に関しては全く関与していない。しかし、日本語の子音連鎖には pb や dt といった連続は許されていない。この点に関する制約が、図 7 に示す FSA である。

[24]外来語では、この str-FSA とは別に、1 つの単語内に促音は最大 1 つしか存在しない、という制約が存在する。

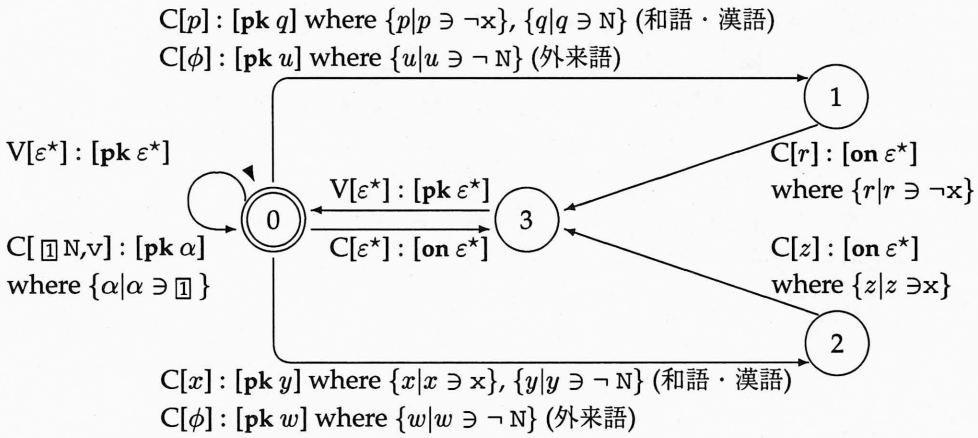


図 7: 子音連続に関する FSA : **CC-FSA**

簡単に、この FSA について見てみよう。まず、初期状態および最終状態は、状態 0 である。状態 0 — 1 — 3 — 0 の遷移は、日本語では有声子音 (x 要素をもたないもの) が 2 回まで連続することを許し (子音が 2 回重なると、次は必ず母音がくる) 、かつ、和語・漢語の場合には、**phon** の制約として、最初の有声子音が nasal として音声化されることを示している。同様に、状態 0 — 2 — 3 — 0 の遷移は、無声子音も 2 回連続することを許すが、有声子音連続の場合と対称的に、この時の **phon** の制約は nasal に「ならない」ことである。

次に、状態 0 における自己回帰で、基底における「ん」は、表層でも **peak** における鼻音として現れることが示されている。他の遷移は、V 連続あるいは CV 連続に関するもので、この点に関しては、CC-FSA は全く関与しない (要素は $\varepsilon^{\star}$である) 。

なお、外来語の場合は、**morph|elm** における子音連続は許されず、**[morph|CV-slotCC]** のみが許される点が特徴である。[25] また、有声子音連続であっても、**phon** の条件は nasal にならないことであり、無声子音連続との間に質的な差は存在しない点にも注意が必要である。

さらに、日本語で子音連続が起こった場合には、もう 1 つ特徴的な現象が生じる。いわゆる**逆行同化** (backward assimilation) である。これも FSA による制約の形で表示し得る。まず、鼻音の逆行同化は、図 8 のような FSA によって示される。

この Nasm-FSA は次のように動作する。まず、表層形 (**phon**) が鼻子音であるモーラに続いて、破裂子音の表層形がきた場合には、先行する鼻音は、後続子音の調音点と破裂要素を共有する。これが、状態 0 — 1 間によって示されている。状態 0 — 2 間は、鼻子音の表層形に続き、母音や摩擦音の表層形が続く場合の制約で、この時は、普通の撥音 [N] になる。

[25] したがって、外来語の子音連続は、自律分節的制約によってのみもたらされる。

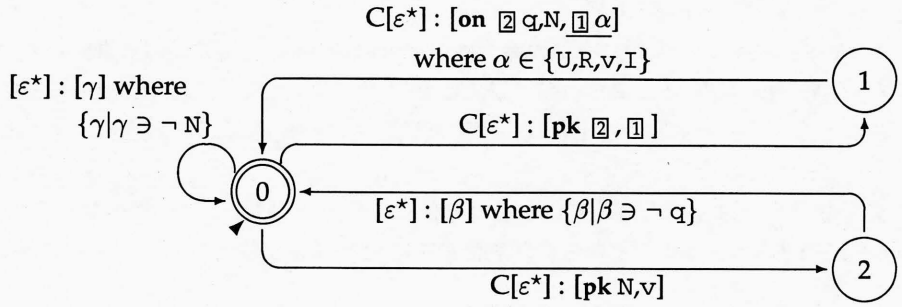


図 8: 鼻音の逆行同化 : **Nasm-FSA**

なお、状態 0 は、初期状態かつ最終状態で、ここでの自己回帰は、表層形が nasal 以外のものに関しては、この FSA が関与しないことを示す。

いわゆる撥音化は、図 7 の CC-FSA[26] と、この Nasm-FSA[27] により正しい表層形が得られることになる。

次に、無声子音連続の逆行同化、いわゆる促音化に関する制約である。これは、図 9 に示す FSA によって保証される。

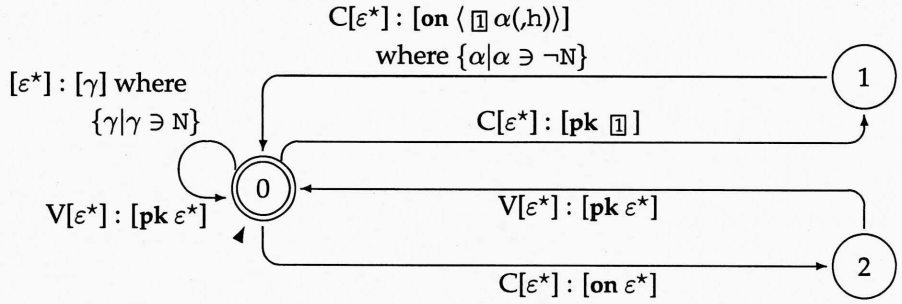


図 9: 促音の逆行同化 : **Qasm-FSA**

この FSA における状態 0 — 1 間で、表層形が鼻音では「ない」子音連続があった場合には、先行子音と後続子音の音が一致することが示され、促音化を保証している。したがって、外来語の場合は有声子音連続であっても、CC-FSA により表層形は鼻音を持っていないことが保証されている (図 7における状態 0 — 1 の遷移) ため、「ベッド」や「バッグ」のような表層形が許されることになる。他の状態遷移は、他の表層形の連続に関しては、この FSA

[26] この FSA で、有声子音連続の始めの子音が、表層で鼻音になるという制約がかかる。
[27] この FSA で逆行同化の制約がかかる。

が関知しないことを示している。

まとめると、促音や長音あるいは一部の撥音は、**morph|elm** に特定の情報が書かれているのではなく、**morph|CV-slot** 素性、および CC-FSA と Nasm-FSA, Qasm-FSA の影響によって生じるものである。言い換えれば、本稿では、長音・促音は、「狭義」の音素としては認めないという立場を取っている。

なお、促音や撥音の逆行同化は必ずしも起こらなくてもよい (調音点の一致がなくても、音声知覚に大きな影響はない) ことから、日本語では (20) のような制約のランキングがあると考えられる。

(20) str-FSA ≫ CC-FSA ≫ Nasm-FSA = Qasm-FSA

最後に、ここでもう一度、FSA について再考する。Nasm-FSA と Qasm-FSA に関して注目すべき点は、**morph** の情報が全て ε^*、すなわちどのような要素であってもよい、となっている点である。すなわち、この 2 つの FSA は、**morph** には一切関係がなく、**phon** 間における制約を記述したものであることが分かる。

ここまでに述べてきた全ての FSA の性質を振り返ると、最も根本的な制約である str-FSA 以外に、t-FSA や pal-FSA, CC-FSA のように、**morph— phon** 間に関する制約のもの、OCP-FSA のように **morph** 間の制約に関するもの、Nasm-FSA や Qasm-FSA のように **phon** 間の制約に関するものの 3 種類が存在することがわかる。これらの制約が並列的にかかることにより、基底形と表層形の正しい対応関係が得られることになる。

7 Default Value

さて、前述の「自律分節的制約」は違反回避の制約であったが、これにより全ての違反が回避可能になるわけではない。例えば、[**morph|elm** ⟨d,e,s,k⟩] に対し、[**morph|CV-slot** CVCVCV] が対応する場合、/s/ や /k/ は **V** と一致しないため、自律分節的制約をかけることができない。[28] そこで、単一化違反を回避するための別の制約である *Default Value Constraint* を設定する。これは、spread によっても、**CV-slot** に対応する要素がない場合、あるいは **phon|mora** と **morph** の情報が単一化に失敗する (最終的に、**phon|mora** に情報がない) 場合に、ある黙約値を **phon** に代入することにより、単一化違反を回避しようという制約である。

Default value の重要なポイントは、基本的に **phon** に適用される制約であり、**phon** に黙約値が代入されるのであって、**morph|elm** を直接書き換え、変形するものではない点である。ただし、t-FSA や pal-FSA などの FSA によって、**phon** の情報は **morph|elm** へも流れ、情報の共有が起こるため、結果的に、**morph** における単一化違反も回避されること

[28] t-FSA などからもわかるように、どの要素が C や V と対応するかは、FSA によりチェックされる。

になる。[29]

7.1 母音の Default Value

母音の default value が必要になる事態は、外来語のように、もともと日本語とは異なった音韻構造を持っている言語を取り込むときに起こる「母音挿入」が代表的である。しかし、和語においても、例外的ではあるが、母音挿入が必要となる場合がある。これらの母音挿入の default value は、和語・漢語の層と外来語の層 (図 1 参照) とで制約が異なる。和語・漢語においては [i] が default value であると思われる。

これに対し、外来語の母音挿入は、原語にはなかった音を入れるわけであるから、その母音はなるべく目立たない、音響的エネルギーの小さいものが望ましい。即ち、*sonority hierarchy* (SH) の低いものが、母音挿入の候補になると考えられる。

調音的な性質を考えた場合、開口度の大きなものほど音響的エネルギーは大きくなる。したがって、音韻要素で考えるなら、q < h < v < A の順になる (図 2 の縦軸参照)。同様に、中心部にある要素ほどエネルギーは低いため、U = R < v = I の順序になる。したがって、母音の SH は、[$\underline{\mathrm{U}}$] < [$\underline{\mathrm{I}}$] < [A, $\underline{\mathrm{U}}$] < [A, $\underline{\mathrm{I}}$] ≤ [$\underline{\mathrm{A}}$]、即ち、[ɯ] < [i] < [o] < [e] ≤ [a] となり、外来語の母音挿入もこの順に従って行われる。

7.2 和語の母音挿入

和語・漢語において、母音挿入が必要となる事態は特殊な場合にしか起こらない。**morph** の情報が子音で終わっているような語彙がほとんど存在しないためである。その数少ない例として、動詞語彙が考えられる。

後の 8.2 節で述べるように、日本語の動詞語彙は、子音語幹のものと母音語幹のものに分類できる。このうち、母音語幹動詞は、語幹のままでも全ての情報を語彙内において単一化することが可能であり、制約違反を起こさない。しかし、子音語幹動詞は、最後の **morph|elm** の情報が、その語彙内においては、単一化違反を起こしている。

通常の場合は、この単一化違反は、動詞に後続する語彙 (伝統的な用語では助詞や助動詞) によって解消される。しかし、「論文を書き、読み、直し…」[30] のように、語幹がそのまま用いられる **接続形**の場合は、動詞に後続する要素がないため、子音語幹動詞の場合、**morph** の情報が単一化違反を起こしている。そこで、この違反を回避するために、語幹語尾の子音に続けて、和語の母音の default value である [i] を挿入し、単一化を完成させると考えられる。[31]

[29] なお、default value は、自律分節的制約よりもコストの高い制約であると考えられる現象が存在するが、本稿ではこの点に関しては議論しない。

[30] この 3 つの動詞は、いずれも子音語幹動詞である。

[31] 他に、動詞の名詞化においても、default value に従った母音挿入が行われていると思われる。

7.3 外来語の母音挿入

次に外来語の母音挿入について考えてみる。外来語は、耳で聞いた外国語の発音を日本語として取り込むわけであるから、[32] 母音挿入を行なう際の制約は (21) のようになるだろう。

(21) a. 原音の母音は、その最も近い日本語の「音声」として **phon** に取り込まれ、同時に各制約により **morph** の値も決定される。

b. 原音の子音は、その最も近い日本語の「音声」として **phon** に取り込まれ、同時に各制約により **morph** の値も決定される。

c. 挿入母音は、Sonority Hierarchy の高いものほど制約違反が大きい。

d. 制約のランキング：子音に関する各種 FSA ≫ (21a) ≫ (21b) ≫ (21c).

例として、*street* という英語を日本語に取り込むことを考えてみる。

まず、原音に含まれる音 — C[s], C[t], V[i], V[i], C[t] — を **phon** に取り込むことによって、***LEX*** においていくつかの解の候補が生成される。このうち、s の後と t の後に **morph|CV-slot|V** と **phon|peak** がないものは、str-FSA の違反になるため、***EVAL*** によって、かなり低い順位に評価される。また、[**morph|elm**⟨s,t,r,i,i,t⟩] という素性値を持つ語彙の候補も、OCP-FSA により reject されるため、***EVAL*** の評価は下がる。同様に s と t が子音連続となっているような候補、すなわち **morph|CV-slot** の素性値が [CC …] ではじまるものは、CC-FSA [33] と str-FSA によって制約違反であるとされ、***EVAL*** での順位は非常に低いものとなる。[34]

結果的に、(22) 以外の構造を持つ語彙の候補は、(21a), (21b), (21c) よりもランキングの上位に位置する FSA に違反しているため、***EVAL*** によって適当なものではないと判断され、日本語の語彙となる可能性はない (ただし、s や t などの「音」は近似の音価を持つものとする)。

(22)
$$\begin{bmatrix} \textbf{morph} & \begin{bmatrix} \textbf{CV-slot} & \text{CVCVCVVCV} \\ \textbf{elm} & \langle \text{s,t,r,i,t} \rangle \end{bmatrix} \\ \textbf{phon} & \begin{bmatrix} \textbf{mora} & \left\langle \begin{bmatrix} \textbf{onset} & \text{s} \\ \textbf{peak} & _ \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \textbf{onset} & \text{t} \\ \textbf{peak} & _ \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \textbf{onset} & \text{ɾ} \\ \textbf{peak} & \text{i} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \textbf{peak} & \text{i} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \textbf{onset} & \text{t} \\ \textbf{peak} & _ \end{bmatrix} \right\rangle \end{bmatrix} \end{bmatrix}$$

[32] 中には、spelling から類推して取り込まれた語もあるが、これらは別扱いとする。

[33] 図 7 において、外来語の場合、子音連続における先行子音が ϕ であることに注意されたい。外来語の子音連続は、自律分節的制約によってのみもたらされる。

[34] 脚注 19 で述べたような効率のよい運用 strategy を考えるなら、str-FSA を語彙生成そのものに使用すると、それだけでも解の候補の数を非常に小さく押さえることができ、処理の向上につながる。これは、あくまで performance の問題であるが、competence は performance にも使用できるようなものであるべきだろう。この点に関しては、Chomsky (1989) の "computational trick" の考えと、それに対する郡司 (1991) の批判を参照されたい。

しかし、これでも解が定まったわけではない。(22) の構造を満たす解の候補として、default value の制約により、[sɯtɯɾiitɯ], [sɯtɯɾiiti], [sɯtiɾiitɯ], ……, [sataɾiita] などが存在するからである。これらの解の候補は、(23) に示すような制約違反を起こしている。[35]

(23) *street* の候補とその評価。

	t-FSA	(21b)	(21c)	…
⇒ [sɯtoɾiito]			1,3,3	…
[sɯtoɾiite]			1,3,4	…
[sɯtoɾiita]			1,3,5	…
⋮	⋮	⋮	⋮	
[sɯtsɯɾiitsɯ]		**	1,1,1	…
[sɯtsɯɾiitɕi]		**	1,1,2	…
⋮	⋮	⋮	⋮	
[sɯtoɾiitɯ]	*		1,3,1	…
[sɯtoɾiiti]	*		1,3,2	…
⋮	⋮	⋮	⋮	
[sɯtɯɾiitɯ]	**		1,1,1	…
[sɯtɯɾiiti]	**		1,1,2	…
⋮	⋮	⋮	⋮	
[ɕatiɾiitsi]	*	**	5,2,2	…
⋮	⋮	⋮	⋮	

結果的に、英語の *street*は、***EVAL*** によって、最も制約違反の小さい解として認可された [sɯtoɾiito] という音形で、日本語に取り込まれることになる。

7.4 子音の Default Value

母音の Default Value に比べ、子音の Default Value は、明示的な観察ができないため、あくまで理論的に推測する他はない。

ところで、日本語の r は、他の子音とは異なった振る舞いをすることが知られている。例えば、拗音化オノマトペがない、和語では語頭に立たない、リ延長強制副詞における例外 (→ 8.1 節参照) 、r で始まる拘束形態素が多い (ru/u, rare/are, reba/eba. 鶴岡方言の roo, rase) 、動詞語幹語尾 r のときの過去形促音化、同じく否定「ない」と接続する場合の撥音化、いわゆるラ抜き言葉の発生などの現象である。

[35] なお、(21a) に違反する外来語は *tree* ⇔ ツリーなど、ごく少数であるので、考察の対称から外す。(21c) のコラムの数字は、sonority hierarchy の小ささを示す。なお、近年では、t-FSA が和語・漢語にのみ掛かる制約となりつつあるため、t-FSA 以外の制約違反が最も少ない [sɯtɯɾiitɯ] が認可されるようになるだろう。

そこで、本稿では、日本語の default consonant が [ɾ] であると仮定する。即ち、少なくとも和語において、**phon** に [ɾ] として現われている segment の一部は、**morph|elm** の情報がなく、**morph|CV-slot** のみが C と指定されており、**phon** において default に [ɾ] を挿入し、音形化されていると考える。例えば、動詞「やる」の語幹は、/jar/ であるが、この語彙の **morph** の情報は、以下のようになる。

(24) $\begin{bmatrix} \textbf{morph} & \begin{bmatrix} \textbf{CV-slot} & \text{CVC} \\ \textbf{elm} & \langle \text{j,a} \rangle \end{bmatrix} \end{bmatrix}$

この r-default の接近法によって、前述の /r/ 音の特異的な振る舞いはかなりうまく説明できる。たとえば、/r/ 音が和語の語頭に立たない点については以下のように説明される。子音の default value が、確実に適用される環境は、**morph|CV-slot** の素性値が VCV の時のみである。CCV や VCC の環境においては、自律分節的制約により、単一化違反が回避され、default value の適用が不必要となる可能性が高い。また、万が一、CV ではじまる単語があり、自律分節的制約によっても単一化違反が回避できなかった場合には、str-FSA が V で始まる単語の生起を許しているため、先頭の C そのものが不必要となる。したがって、和語において、default value の適用される範囲は VCV に限られ、/r/ 音が語頭に立たないことになる。他の /r/ 音の振る舞いについては、以下の章で各々説明していく。

8 語形成・形態論

本節では、語形成・形態論の音韻的側面について、簡単に考察を行なう。

8.1 語形成—リ延長強調副詞

まず、語形成の例として、Kuroda (1965) のいう「リ延長強調副詞」を取り上げる。この副詞は、ある種の形態素 (あるいは原形態素) に、撥音／促音を挿入することにより意味を強調し、かつ語末が「り」音で終わる点に特徴がある。例としては、撥音が挿入されるものとして、原形態素 /boja/ (ボヤボヤ、ぼやっと) から「ぼんやり」、/huwa/[36] (フワフワ、ふわっと) から「ふんわり」、/nobi/ (ノビノビ、伸びる) から「のんびり」、/uza/ (うざったい) から「うんざり」、/hono/[37] (ほのぼの、ほのか) から「ほんのり」、/nima/ (にまにま、にまっと) から「にんまり」、/koga/ (焦がす) から「こんがり」などがある。一方、促音が挿入される例は、/doki/ (ドキドキ、どきっと) から「どっきり」、/kati/ (カチカチ、かちっと) から「かっちり」、/hoso/[38] (ほそぼそ、細い) から「ほっそり」、/supo/ (スポスポ、すぽっと) から「すっぽり」などが挙げられる。

[36] 正確には /pup*a/
[37] 正確には /pono/
[38] 正確には /poso/

このように、リ延長強調副詞は、元々なんらかの形で語源があり、かつ撥音／促音の挿入される位置も第2モーラ目と決まっていることから、ある一定の規則に従って作られる語彙であると考えられる。

そこで、リ延長強調副詞を生産するための、以下のような lexical rule を仮定する。[39] なお、(X) は、optional な要素であることを意味する。

(25) $\begin{bmatrix} \textbf{morph} & \begin{bmatrix} \textbf{CV-slot} & \text{(C)VCV} \\ \textbf{elm} & \langle(\boxed{1}),\boxed{2},\boxed{3},\boxed{4}\rangle \end{bmatrix} \end{bmatrix}$

が語彙なら、

$\begin{bmatrix} \textbf{morph} & \begin{bmatrix} \textbf{CV-slot} & \text{(C)VCCVCV} \\ \textbf{elm} & \langle(\boxed{1}),\boxed{2},\boxed{3},\boxed{4},[\underline{\text{R}}],[\underline{\text{I}}]\rangle \end{bmatrix} \end{bmatrix}$

も語彙である

ポイントは、**CV-slot** において、語源は CVCV の連鎖であるのに対し、リ延長強調副詞のほうは、CV<u>CC</u>V (CV) と、子音のスロットが連続している点にある。

例として /boja/ を考える。これを (25) に当てはめると、次のような語彙が形成される。[40]

(26) $\begin{bmatrix} \textbf{morph} & \begin{bmatrix} \textbf{CV-slot} & C_1V_1C_2C_3V_2C_4V_3 \\ \textbf{elm} & \langle \text{b,o,j,a,}[\underline{\text{R}}],[\underline{\text{I}}]\rangle \end{bmatrix} \end{bmatrix}$

C_1 には /b/ が、V_1 には /o/ が対応し、ここまでは問題がない。次の C_2 には、子音 /j/、すなわち [<u>I</u>] が対応するが、その次の C_3 に母音 /a/ を対応させると、矛盾をきたす。そこで、自律分節的制約に従い、子音 /j/ を spread して、C_3 にも対応させることにより、単一化の違反を回避する。V_2 には母音 /a/ が対応する。残りの、C_4 には子音 [<u>R</u>] が、V_3 には母音 [<u>I</u>] が対応し、全ての単一化に成功する。[41] したがって、(26) の **phon|morph** 全体は、[bojjaɾi] という情報と等価ということになる。さらに、[bojjaɾi] の [j]、すなわち [<u>I</u>] は ¬x 要素であるから、CC-FSA により撥音化を起こし、最終的に、(26) の **phon|mora**、すなわち表層の音形は [boɴjaɾi] となる。

一方、/kati/ という語幹があった場合には、$\boxed{3}$ に子音 /t/: [x, R, <u>q</u>] が入り、これが C_2, C_3 と対応するため、**phon|mora** 全体の情報は [kattiɾi] となる。[t] は x 要素を持つため、CC-FSA により促音化し、かつ t-FSA より破擦音化して、最終的に [kattɕiɾi] という **phon|mora** の素性値を得る。

[39] 実際には、語源の意味も関係するため、さらに複雑な rule になるはずであるが、ここでは音韻面のみを取り上げる。

[40] **CV-slot** の下付き数字は説明の便宜上付けたものである。

[41] なお、最後の2つの要素、すなわち [<u>R</u>] と [<u>I</u>] は、(25) によりつけ加えられた要素であるが、これらは和語の子音・母音の default value そのものである。従って、これらの要素は、**morph|elm** の中で指定されておらず、default value の制約により、値が代入された可能性もある。ここでは、一応、語彙中に要素が指定されているという立場を取っておく。

一方、原形態素「キラ (kira)」を考えてみる。7.4 節で述べたように、r 音は **morph|elm** では音韻要素が指定されておらず、あくまで **morph|CV-slot** の C に対応する形で、**phon|mora** において default に値を持つに過ぎないと考えられる。この仮説に従うなら、「キラ (kira)」の語彙構造は次のようになる。

(27) $\begin{bmatrix} \textbf{morph} & \begin{bmatrix} \textbf{CV-slot} & \text{CVCV} \\ \textbf{elm} & \langle \text{k,i,a} \rangle \end{bmatrix} \end{bmatrix}$

この (27) を (25) の語彙規則に当てはめた場合、$\boxed{3}$ に入る情報がない。その結果、CC-FSA は途中で止まってしまい、この語彙規則の結果を reject してしまう。したがって、/kira/ から [kiɴɾari] という副詞は作られない。/kara/, /sara/ なども同様で、「かんらり」「さんらり」などの副詞は作られず、「からり」「さらり」という形のみが存在する。[42]

8.2 形態論—動詞後続形

最後に、本音韻論の枠組みを用いた形態論について考察を行なう。例として、動詞とその後続形を取り上げる。

8.2.1 動詞語幹の特徴

日本語の動詞は、語幹語尾の性質により、「子音語幹動詞」と「母音語幹動詞」に分類される。子音語幹動詞は、いわゆる五段活用動詞のことで、「読む (/jom/)」「書く (/kak/)」など語幹語尾が子音で終わるものである。母音語幹動詞は、子音語幹動詞以外の活用をする動詞であり、「食べる (/tabe/)」、「見る (/mi/)」など、語幹が母音で終わる点に特徴がある。

なお、子音語幹動詞のうち、語末子音が w のもの (e.g.「買う /kaw/」) は、**morph** では、/p*/ と指定されていると仮定する。すなわち、「買ふ」という形が基底であると考える。この仮定は /p/ 音の歴史的変化や音素の問題を含め、議論の余地があるが、この問題に関しては本稿では議論しない。

子音語幹動詞は、一般に次のような語彙情報を持つ。ここでは、「呼ぶ (/job/)」を例に取る。

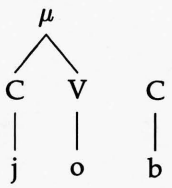
(28) $\begin{bmatrix} \textbf{morph} & \begin{bmatrix} \textbf{CV-slot} & \text{CVC} \\ \textbf{elm} & \langle \text{j,o,b} \rangle \end{bmatrix} \\ \textbf{phon} & \begin{bmatrix} \textbf{mora} & \left\langle \begin{bmatrix} \textbf{onset} & \text{j} \\ \textbf{peak} & \text{o} \end{bmatrix} \right\rangle \end{bmatrix} \end{bmatrix}$

この語彙情報を、分かりやすいように構造図で示すと、(29) のようになる。このように、子音語幹動詞の特徴は、語末の子音 (この場合は /b/) が **mora** 構造と共起していない点に

[42] [ɴ] は無声要素を持たないため、当然「かっらり」「さっらり」という音形は存在しない。

ある。

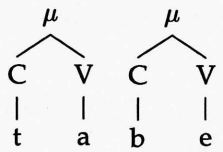
(29)



これに対し、母音語幹動詞の語彙情報は、(30) のように、全ての **morph** 情報が、**mora** 構造と共起している。

(30)

$$\begin{bmatrix} \textbf{morph} & \begin{bmatrix} \textbf{CV-slot} & \text{CVCV} \\ \textbf{elm} & \langle \text{t,a,b,e} \rangle \end{bmatrix} \\ \textbf{phon} & \begin{bmatrix} \textbf{mora} & \left\langle \begin{bmatrix} \textbf{onset} & \text{t} \\ \textbf{peak} & \text{a} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \textbf{onset} & \text{b} \\ \textbf{peak} & \text{e} \end{bmatrix} \right\rangle \end{bmatrix} \end{bmatrix}$$



8.2.2 動詞後続形の特徴

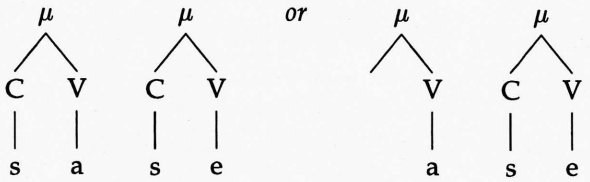
動詞後続形は、一般に (31) のような語彙情報を持つ。ここでは使役形「させ」を例に取る。(X) は optional な要素であることを示す記号で、**phon|mora|peak** における /sase/ の /s/ の共起は任意であることを意味する。[43]

(31)

$$\begin{bmatrix} \textbf{morph} & \begin{bmatrix} \textbf{CV-slot} & \text{(C)VCV} \\ \textbf{elm} & \langle \text{(s),a,s,e} \rangle \end{bmatrix} \\ \textbf{phon} & \begin{bmatrix} \textbf{mora} & \left\langle \begin{bmatrix} \textbf{onset} & \text{(s)} \\ \textbf{peak} & \text{a} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \textbf{onset} & \text{s} \\ \textbf{peak} & \text{e} \end{bmatrix} \right\rangle \end{bmatrix} \end{bmatrix}$$

(31) は、次の 2 種類の構造を意味する。

(32)

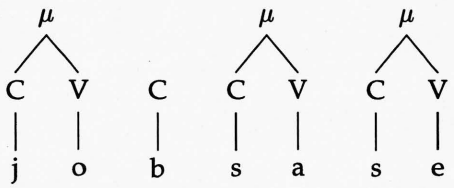


なお、「させ」と同様の構造を取る後続形には、「られ」、「る」、「れば」、「よー」などがあり、いずれも初めの子音が optional な要素であり、単一の語彙記述がなされていると考えられる。逆に、否定の「ない (nai/anai)」や「ず (zu/azu)」、過去の「た」などは、母音／子音語幹動詞に接続するための複数の語彙が存在すると考えられる。

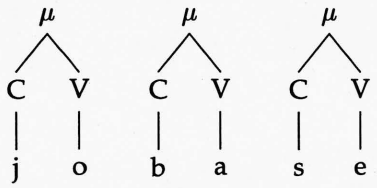
[43] これにより語彙記述の余剰性を排除することが可能になる。

次に、実際に動詞語幹に後続形が接続した場合の音形を考察する。(32) を、子音動詞語幹 (29) と組み合わせると、次のような解の候補が可能となる。

(33)



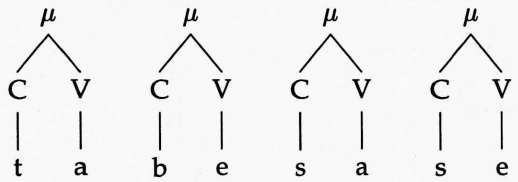
(34)



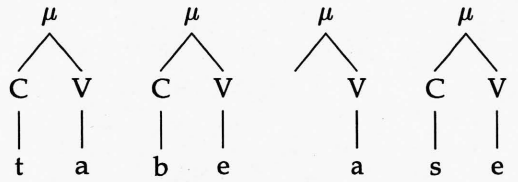
このとき、(33) は、単一化の違反を起こしており、(34) は全ての制約を満たしている。したがって、(34) の [jobase] という音形が解として導出される。このように、解の候補を過剰生成し、制約により解を決定するという接近法も、本理論の特徴である。

同様に、母音語幹動詞の場合の解の候補は、次のような構造を持つ。

(35)



(36)



この場合は、(35) が全ての制約を満たしているのに対し、(36) は単一化の違反を起こしている。したがって、[tabesase] の音形化のみが生起する。

なお、(36) の制約違反を回避する方法として、**phon|mora** において、default な子音 [ɾ] を挿入し、[taberase] という音形を作ることが考えられる。実際、鶴岡方言では、こうした音形が確認されている。東京方言でこうした音形が観察されない理由は、おそらく他により適正な解があることの他に、default value の挿入にはコストが懸かり、その分、解の妥当性が低くなるという可能性も考えられる。

8.2.3　動詞過去形およびテ形

日本語の動詞の過去形やいわゆるテ形は、子音語幹動詞において、「タ／ダ」のような音形の交替が発生し、かつ撥音便・促音便・イ音便など複雑な音韻現象を引き起こす。ここでは、撥音便・促音便について考察する。

まず、基本語彙 /ta/ は、(37) のような構造をしているとする。

(37)
$$\begin{bmatrix} \textbf{morph} & \begin{bmatrix} \textbf{CV-slot} & \text{CV} \\ \textbf{elm} & \langle \text{t,a} \rangle \end{bmatrix} \\ \textbf{phon} & \begin{bmatrix} \textbf{mora} & \left\langle \begin{bmatrix} \textbf{onset} & \text{t} \\ \textbf{peak} & \text{a} \end{bmatrix} \right\rangle \end{bmatrix} \end{bmatrix}$$

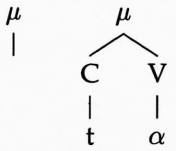
なお、「テ形」も (37) の /ta/ を /te/ に変更するだけで、他の構造は全く同一である。

次に、(38) のような lexical rule を立てる。

(38)
$$\begin{bmatrix} \textbf{morph} & \begin{bmatrix} \textbf{CV-slot} & \text{CV} \\ \textbf{elm} & \langle \text{t},\alpha \rangle \end{bmatrix} \\ \textbf{phon} & \begin{bmatrix} \textbf{mora} & \left\langle \begin{bmatrix} \textbf{onset} & \text{t} \\ \textbf{peak} & \alpha \end{bmatrix} \right\rangle \end{bmatrix} \end{bmatrix}$$

が語彙なら、

$$\begin{bmatrix} \textbf{morph} & \begin{bmatrix} \textbf{CV-slot} & \text{CV} \\ \textbf{elm} & \langle \text{t},\alpha \rangle \end{bmatrix} \\ \textbf{phon} & \begin{bmatrix} \textbf{mora} & \left\langle \begin{bmatrix} \textbf{peak} & _ \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \textbf{onset} & \text{t} \\ \textbf{peak} & \alpha \end{bmatrix} \right\rangle \end{bmatrix} \end{bmatrix}$$



も語彙である。ただし、$\alpha \in \{\text{a, e}\}$ である。

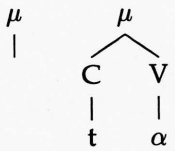
(38) の出力は、(37) に対し、音韻構造 **mora** が 1 つ増え、さらに (37) は全ての要素が構造に帰着しているのに対し、(38) の出力のほうは最初の構造に帰着する要素がないという点が重要である。

ところで、(29), (30) で見たように、子音語幹動詞は、語末子音要素の入る“構造がない”のに対し、母音語幹動詞は全ての要素が構造に帰着している。このことから、(38) の出力は子音語幹動詞に後続した場合に、始めて全ての構造が満たされ、一方 (37) のほうは、母音語幹動詞に後続した場合に全ての構造が過不足なく満たされることになる。逆に、(38) の出力が母音語幹動詞に接続すると、最初の **mora** の構造は空になったままであり、また (37) が子音語幹動詞に後続すると、動詞語幹の語末子音の入る構造がないため、いずれの場合も単一化に失敗することになる。したがって、モーラ構造が 1 つの (37) は母音語幹動詞に後続するタイプの形であり、2 つのモーラ構造を持つ (38) の出力は、子音語幹動詞に後続するタイプの形であることが分かる。

この 2 モーラを持つ (38) の出力の存在は、おそらく歴史的なものであろう。子音動詞に接続する現在の形が成立する直前の形は、/ita (ite)/ という形であったと考えられる (e.g.「呼びて /job-ite/」など)。したがって、モーラ数は 2 モーラであり、この古い形の /i/ という形態素のみ消失した結果が、現在の子音語幹動詞に後続する形であると考えられる。なお、この /ita (ite)/ の存在は、現在のイ音便にも、その影響が残っているが、これに関しては、稿を改めて考察を行なう予定である。

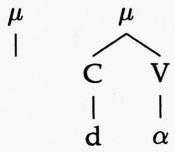
さて、「テ／タ形」に関しては、さらに「テ・タ／デ・ダ」の交替を引き起こす (39) のような lexical rule が必要である。「テ・タ／デ・ダ」の交替が起こるのは子音語幹動詞に後続する場合だけであるから、(38) で生成される語彙に対してのみ、(39) の規則がかかることになる。

(39)
$$\begin{bmatrix} \textbf{morph} & \begin{bmatrix} \textbf{CV-slot} & \text{CV} \\ \textbf{elm} & \langle t,\alpha \rangle \end{bmatrix} \\ \textbf{phon} & \begin{bmatrix} \textbf{mora} & \left\langle \begin{bmatrix} \textbf{peak} & _ \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \textbf{onset} & t \\ \textbf{peak} & \alpha \end{bmatrix} \right\rangle \end{bmatrix} \end{bmatrix}$$



が語彙なら、

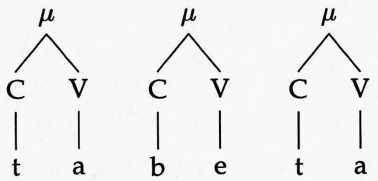
$$\begin{bmatrix} \textbf{morph} & \begin{bmatrix} \textbf{CV-slot} & \text{CV} \\ \textbf{elm} & \langle d,\alpha \rangle \end{bmatrix} \\ \textbf{phon} & \begin{bmatrix} \textbf{mora} & \left\langle \begin{bmatrix} \textbf{peak} & _ \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \textbf{onset} & d \\ \textbf{peak} & \alpha \end{bmatrix} \right\rangle \end{bmatrix} \end{bmatrix}$$



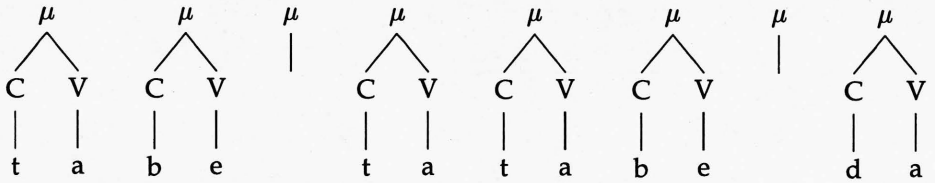
も語彙である。ただし、$\alpha \in \{a, e\}$ である。また、/tα/ よりも /dα/ のほうがコストが高い。

以下に、動詞過去形の実例を考察する。まず、母音語幹動詞であるが、前述したように、これは (37) に接続した場合のみ、全ての制約を満たす。

(40) 母音語幹動詞が (37) に接続した場合。

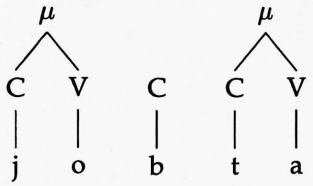


(41) 母音語幹動詞が (38), (39) に各々接続した場合。



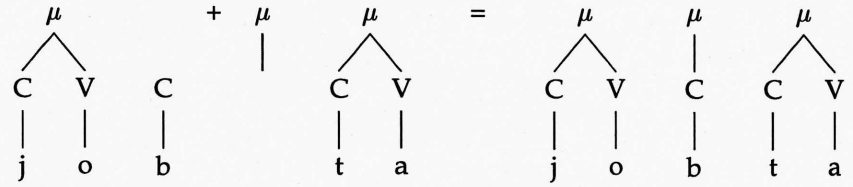
逆に、子音語幹動詞は、(37) に接続した場合には必ず単一化の違反を起こす。

(42) 子音動詞が (37) に接続した例

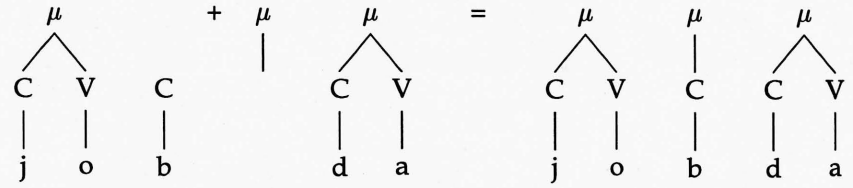


問題は、子音語幹動詞が (38) の出力, (39) に接続した場合である。この時は、どちらの場合も、構造上の制約違反は起こさない。

(43) 子音語幹動詞 /job/ が (38) の出力に接続した場合



(44) 子音語幹動詞 /job/ が (39) に接続した場合



しかし、語幹語尾が /m/, /n/, /b/ の場合は、x 要素がない音素であるため、(43) のように /ta/ が接続した /jobta/ という形態素列は、CC-FSA により block される ((7) 参照)。逆に、/da/ と組み合わされ、/jobda/ という形態素列になった場合には、これ事態は CC-FSA に受理されるが、表層形との対応において、*EVAL* が (45) のように解の評価を行い、結果的に [jonda] という音形が、最もよい解として導出される。

(45) /yobda/ に対する解の候補とその評価。

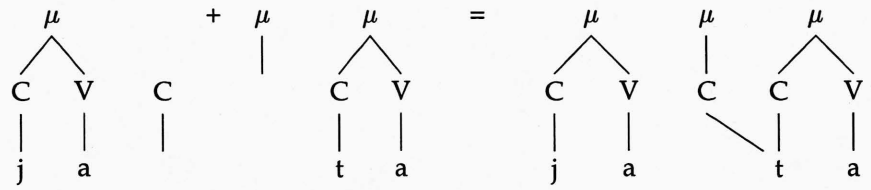
	CC-FSA	Nasm-FSA
⇒ [jonda]		
[jomda]		*
[jobda]	*	*
⋮		

逆に、子音語幹語尾が /t/, /p*/—x 要素を持つ音素—に (38) の構造を持つ /ta/ が接続した場合には、CC-FSA と Qasm-FSA により促音化が発生し、「待つ (/mat/) 」／「買う (/kap*/) 」は、「待った」／「買った」という **phon** 情報を持つことになる。一方、これらの子音語幹動詞に (39) の /da/ が後続した場合には、CC-FSA により reject される。

8.2.4 語幹語尾 r の振舞い

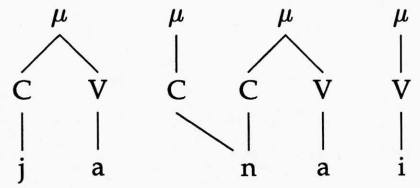
語幹語尾が r の動詞 (e.g. 「やる (/jar/) 」) は、7.4 節で述べたように、r の部分には音韻要素がなく、**CV-slot** の C のみが指定されている。したがって、このタイプの動詞の過去形は、次の構造図のように、後続する /t/ が自律分節的制約により spread して、結果的に促音化を起こす。

(46)



r 語幹語尾の動詞におけるこうした後続子音の spread は、他の後続形の場合にも観察される。例えば、否定形の「ない (nai/anai) 」が接続する場合、通常は、[jaɾ-anai] となるが、以下のように [jaɴnai] という撥音化も可能となる。[44]

(47)



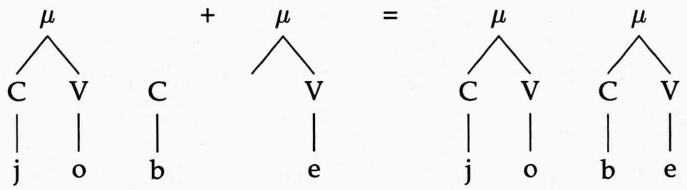
最後に、もう 1 つ、後続形における r 音の特殊な振舞いを見てみよう。最近、母音動詞語幹の可能形において、「ラ抜き言葉」が発生していることが、よく知られている。例えば、

[44](47) の 2 つめのモーラ構造は、もともと /anai/ の /a/ が入るべき構造である。/jar + (i)masu/ の場合に、/m/ が spread して [jammasu] のようにならないのは、/imasu/ の /i/ が default value であるため、それに相当する構造がないためである。

「食べられる」を「食べれる」と言ってしまう現象である。一般に、これは尊敬・受身・自発・可能の「られ」の「ラ」音脱落といわれているが、この説明だと、なぜ「食べられ」には可能の意味しかないのか、という点を説明できない。

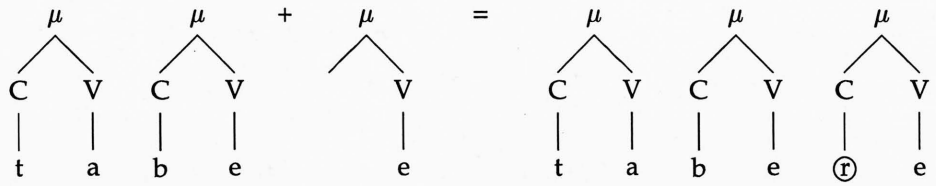
ところで、日本語には、子音語幹動詞に接続する可能の拘束形態素 /e/がある。「呼ぶ /job/」→「呼べる /jobe/」などがその例である。この形態素は、1 つの **mora** を持っているが、このうち、**peak** のみ /e/ という情報が入っており、**onset** は空になっている。したがって、「呼べ」は以下のように生起可能である。

(48)



(48) から分かるように、子音語幹動詞に接続した場合は、一切の制約違反を起こさない。逆に、この語彙が母音語幹動詞に接続した場合は、tabe-_e のように単一化の違反を起こしてしまう (下線部に要素がない) 。しかし、単一化の違反を回避するため、7.4 節で述べた default value による制約を適用して、(49) のように [ɾ] を挿入し、[tabe-ɾe] のような音形の生起が可能となっていると思われる。

(49)



もちろん、/e/ には、もともと可能の意味しか存在しないため、[tabe-ɾe] にも可能の意味しかないことは自明である。

9 まとめ

本研究のまとめは以下の通りである。

- 音韻論においても、変形のような操作は不要であり、全て対称的な制約関係及び構造との共起・単一化関係で記述可能である。
- 音韻素性として、**morph** と **phon** の 2 種類を設定し、両者の対応関係を FSA などによりチェックする。
- 単一化違反を回避する制約として、自律分節的制約を定義し、これにより長母音や重子音などの特殊拍や音便形、表層のアクセントパターンなどが生成される。

- 単一化違反を回避するもう 1 つの制約として、default value を定義し、これにより外来語の母音挿入や /r/ 音における特異的な振る舞いを原理的に説明可能である。
- 解の過剰生成を許すことにより、より簡潔な語彙記述を行なうことが可能となる。最適解は、単一化制約などの制約違反の度合いにより導かれる。

今後の課題としては、アクセントなどの超分節素性の記述、**mora** よりもさらに上位の音韻構造の考察などを行なう予定である。

参考文献

Bird, S. & Ellison, M. (1994). One-level phonology: autosegmental representations and rules as finite automata. *Computational Linguistics*, **3** (20), 455–491.

Charette, M. (1991). *Conditions on Phonological Government*. Cambridge University Press., Cambridge.

Chomsky, N. & Halle, M. (1968). *Sound Pattern of English*. The MIT Press, Cambridge, Mass.

Chomsky, N. (1989). Some notes on economy of derivation and representation. In *MIT Working Papers in Linguistics*, Vol. 10, pp. 43–74. Dept. of Linguistics and Philosophy, Massachusetts Institute of Technology. 内田平訳,「派生と表示の経済性に関する覚書」,『認知科学の発展 Vol. 2 特集 認知革命』, pp. 11–55, 講談社サイエンティフィク, 東京, 1990.

Fujisaki, H. & Hirose, H. (1984). Analysis of voice fundamental frequency contours for declarative sentences of Japanese. *Journal of the Acoustical Society of Japan*, **5**, 233–242.

Fujisaki, H. (1983). Dynamic characteristics of voice fundamental frequency in speech and singing. In MacNeilage, P. F. (Ed.), *The Production of Speech*, pp. 39–55. Springer-Verlag, New York and Berlin.

Goldsmith, J. A. (1979). *Autosegmental Phonology*. Garland, New York. Ph. D. dissertation, MIT, 1976.

Goldsmith, J. A. (1990). *Autosegmental and Metrical Phonology*. Basil Blackwell, Oxford.

郡司隆男 (1991).「補稿 1 生成文法と計算」.『心の計算理論』,（徃住彰文著）, 認知科学選書, pp. 141–161. 東京大学出版会, 東京.

郡司隆男 (1994). 『自然言語』. 日本評論社, 東京.

Gunji, T. & Hasida, K. (1994). Measurement and quantification. 郡司隆男（編）, 『日本語句構造文法に基づく効率的な構文解析の研究』. 大阪大学. 平成 5 年度文部省科学研究費補助金（一般研究 (B) ）研究成果報告書.

Itô, J. & Mester, R. A. (1992). Feature structure and lexical organization. Paper presented at the Xth National Conference of the English Linguistic Society of Japan.

Jakobson, R., Fant, C., & Halle, M. (1952). *Preliminaries to Speach Analysis*. Mouton, The Hague.

Jakobson, R. & Waugh, L. (1979). *The Sound Shape of Language*. Indiana University Press.

Karttunen, L. (1993). Finite-state constraints. In Goldsmith, J. (Ed.), *The Last Phonological Rule*. University of Chicago Press, Chicago.

Kuroda, S.-Y. (1965). *Generative Grammatical Studies in the Japanese Language*. Ph. D. dissertation, Massachusetts Institute of Technology. Published by Garland, New York, in 1979.

橋田浩一・松原仁 (1994). 「知能の設計原理に関する試論」. 『認知科学の発展 Vol. 7 』, pp. 159–201. 講談社サイエンティフィク, 東京.

McCarthy, J. (1986). OCP effects: gemination and antigemination. *Linguistic Inquiry*, **7** (2), 187–263.

McCawley, J. (1968). *The Phonological Component of a Grammar of Japanese*. Mouton, Amsterdam.

Pierrehumbert, J. B. & Beckman, M. E. (1988). *Japanese Tone Structure*. The MIT Press, Cambridge, Mass.

Prince, A. & Smolensky, P. (1993). Optimality Theory: Constraint Interaction in Generative Grammar. Technical report 2, Center for Cognitive Science, Rutgers University.

吉本啓 (1994). 「タイプつきユニフィケーション文法による音調情報を含む文法の形式化」. 『国語学』, 178 集, 117–108.