

# サウンドスペクトログラム分析からみた 現代ヘブライ語の歴史的シュワー\*

福盛貴弘（大東文化大学）

**キーワード：**現代ヘブライ語、歴史的シュワー、サウンドスペクトログラム、LPC、音声学的アクセント

## 1 序

ヘブライ語のシュワー<sup>1</sup>は、子音文字に書き添える母音記号の名称である。かつてヘブライ語にシュワーという音素が存在し、現代ヘブライ語においても文字上にその痕跡をとどめているという意味で、以下、このシュワーを歴史的シュワーと呼ぶことにする。この歴史的シュワーに対して出現する母音については、これまでに福盛・池田（2004, 2005）および福盛（近刊予定）において音声学的実体を音響解析によって探ってきた。一方、現代ヘブライ語には音声学的シュワーも指摘されている<sup>2</sup>。現代ヘブライ語は強さアクセントとして扱われている<sup>3</sup>ため、ストレスが来ない /e/ が弱母音化して [ə] になる例がみられる。

歴史的シュワーに対して出現する母音と音声学的シュワーとの質が異なることは聴覚印象から捕捉できるだけでなく、これまでの一連の音響音声

---

\* 本稿は第19回日本音声学全国大会における口頭発表の一部を文章化したものである。本研究に際し、文部科学省の科研費（16520227）「現代ヘブライ語の音韻体系に対する実験音声学研究」（研究代表者：池田潤、平成16-17年度）の助成を受けた。

<sup>1</sup> ヘブライ語の *šva* 「シュワー記号」は *šav* 「偽の、空の」からの派生語である。

<sup>2</sup> Sh. Bolozky 教授（米国マサチューセッツ大学）のご教示による。

<sup>3</sup> 松田（1992：920-922）参照。

学的解析によって明らかである。よって、議論を煩雑にしないために、本稿ではシュワーに対して歴史的シュワーと音声学的シュワーの2種を区別して論じ、本稿での主たる分析対象は歴史的シュワーに対して出現する母音に限定する。

歴史的シュワーは、主として語頭の子音連続を分断する音環境で出現する。Rosén(1966)には一覧表が示されているが、これまでの研究によって必ずしもRosén(1966)で示されている通りの出現ではないことが確認されている。現代ヘブライ語においては、以下のような音声学的実体を有していることが分かっている。

(1) 無音：

(a)歴史的シュワーが無音となって子音連続となる。子音の音質は変わらない。

(b)歴史的シュワーが無音となることによって、子音の有声性における逆行同化（語頭の有声子音が後続の無声子音の影響で無声化、あるいは語頭の無声子音が後続の有声子音の影響で有声化する同化）が生じた子音連続となる<sup>4</sup>。

(2) [e]：明瞭母音/e/に対して出現する[ɛ]<sup>5</sup>とは異なり、相対的に開口度が狭くなる[e]が出現する。

(3) [a]：主に/h/[h]、/H/[x]、/ʔ/[ʔ]に後続する歴史的シュワーに対して出現する。

(4) [ɛ̣]：福盛・池田(2004)による音響解析によって[e]の超短母音<sup>6</sup>であることが確認された。

これらの音は歴史的シュワーという文字表記上の母音記号に該当する部分に出現した音である。よって、明瞭母音より弱化したとしても、音

<sup>4</sup> 福盛（近刊予定）に逆行同化が起こるゆれの例を示している。

<sup>5</sup> 高・福盛他（2002）参照。

<sup>6</sup> 福盛・池田（2004）などで提示した@1（IPA化を検討する前の段階において、超短母音が2種類あると判断し、超短母音を@として音種別に番号を付与したもの）については/r/の一部という可能性が高いため、ここでは@2に該当する母音のみ示す。

声学的アクセントにおけるストレスを担う強母音に対する弱母音とは性質が異なるはずである。この点は、これまで現代ヘブライ語に関する音響音声学的研究が希少であったため、取り組まれていない問題である。そこで、本稿では、歴史的シュワーに対して出現する母音と音声学的アクセントとの相関性を捕捉することで、歴史的シュワーの音声学的実体を探っていくことにする。

## 2 目的

現代ヘブライ語で歴史的シュワーを含む語におけるサウンドスペクトログラムを提示し、音声学的アクセントと関わる母音の音質の問題を探っていくこと<sup>7</sup>を目的とする。

## 3 方法

### 3.1 インフォーマント

ELDAD NAKAR 氏がインフォーマントを務めた<sup>8</sup>。イスラエルのエルサレムで言語形成期を過ごした 30 代の男性である。また、父親は 60 代のイスラエル出身者であり、母親は 50 代のイラク出身者である。

### 3.2 分析資料

分析資料は/CCVCV/構造の有意味語で、歴史的シュワー(以下、@と略述)が語頭の子音連続を分断するために挿入された C@CVCV の音韻構造にな

---

<sup>7</sup> 福盛・池田 (2005) における口頭発表の内容の中から、フォルマント周波数や持続時間などの解析は別稿において記したため、本稿では残りのスペクトログラムの目視による問題と積極的に関わってくる音声学的アクセントとの相関性を中心に扱うことにする。

<sup>8</sup> 現代ヘブライ語は現在の青年層で 3 代目の話者となり、ヨーロッパ系とオリエンタル系で調音の特徴が異なる。現代ヘブライ語の成立事情をふまえると、はじめから大人数を扱うと重要な情報を捨象してしまう可能性がある。個人語における様々な詳細な情報を観察する方が妥当であると考え、本研究では、1 名の個人語を丁寧に扱うことを出発点とした。1 名で実験を進める方法に関しては、城生・福盛 (2001) に負うところが多い。

る語を扱っている。本稿においては、福盛・池田(2004)などにおいて提示してきた分析資料の中から、序で示した分類に該当するいくつかの代表例を以下に示す。

- (1) 無音：b@dixa (冗談) \ b@xina (試験)
- (2) [e]：m@rida (反乱) \ j@luda (出生率)
- (3) [a]：h@risa (破壊) \ h@xana (準備)
- (4) [ɛ̃]：b@nija (建設すること) \ z@liga (雨漏り)

また、参考資料として無意味語の sasasa、sesese、nanana、nenene も扱う。

### 3.3 録音

録音は 2001 年 2 月 15 日に筑波大学人文・社会学系音声実験室 B613 内に設置されている録音室で行なった。本実験に用いた器材は SONY 社製 DAT TCD-D7 のデジタルオーディオテープレコーダーに AKG 社製 D112 ダイナミックマイクロフォンを接続して用い、サンプリングレート 48kHz、ステレオでデジタル録音した。

分析資料は 1 枚ずつカードに現代ヘブライ語で記入した<sup>9</sup>。そのカードをランダムに並べかえ、単独発話で 1 枚ずつめくらせながら自然な速さで 3 回ずつ読ませた。無意味語については、ラテン文字アルファベットで示したカードを、上述と同様の方法で読ませた。

### 3.4 解析方法

録音された分析資料はコンピュータに取り込み、Syntrillium Software 社製の CoolEdit 2000 上で編集し、サンプリングレート 48kHz、量子化 16bit、ステレオで WAVE ファイルとして保存した。

解析は、Kay 社製の Multi-Speech で行なった。Multi-Speech 上では原波形、

---

<sup>9</sup> シュワーは音素ではないため、母語話者はシュワー記号を通してのみその存在を意識することができる。今回の実験でインフォーマントに見せたカードには母音記号を記入しなかったが、将来的にはシュワー記号からの視覚的刺激を考慮に入れた認知実験も必要だと考えられる。

広帯域スペクトログラムを描かせた。また、音声学的アクセントを考察するために、基本周波数曲線も析出し、Multi-Speech 上で表示した。

## 4 結果

### 4.1 サウンドスペクトログラム

以下に 3.2 で示した語に関するサウンドスペクトログラムを図 1~5 として提示する。3.2 節で示した(1)無音に対するものを図 1-1~2、(2)[e]に対するものを図 2-1~2、(3)[a]に対するものを図 3-1~2、(4)[ë]に対するものを図 4-1~2、無意味語に対するものを図 5-1~4 として示す。

### 4.2 基本周波数曲線

以下に 3.2 で示した語に関する基本周波数曲線を図 6~8 として提示する。図 6 に(1)無音(左列)と(2)[e](右列)、図 7 に(3)[a](左列)と(4)[ë](右列)、図 8 に無意味語を示す。

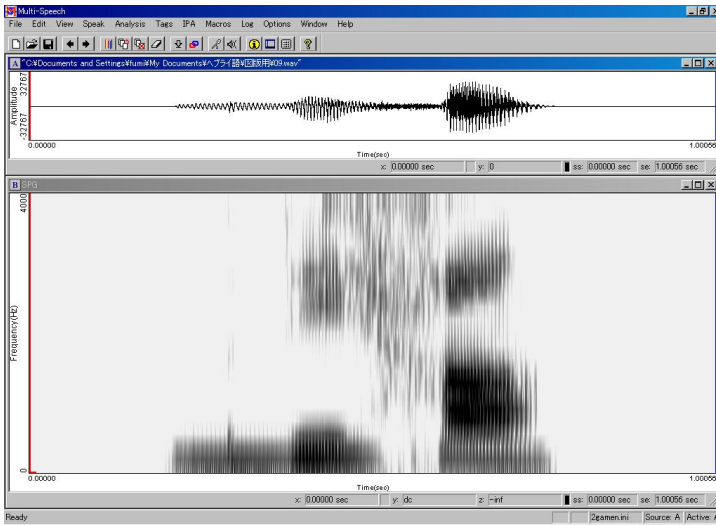


図 1-1 : b@dixa (冗談); (1a)@が無音で出現する例

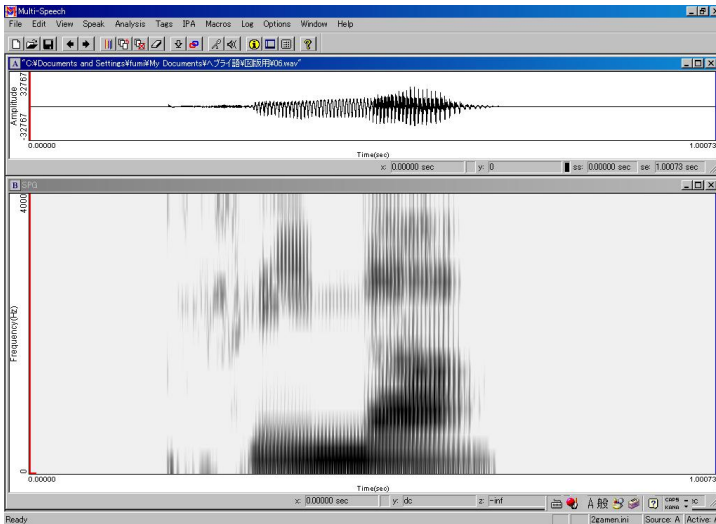


図 1-2 : b@xina (試験); (1b)@が無音で、語頭の b が[p]になる例

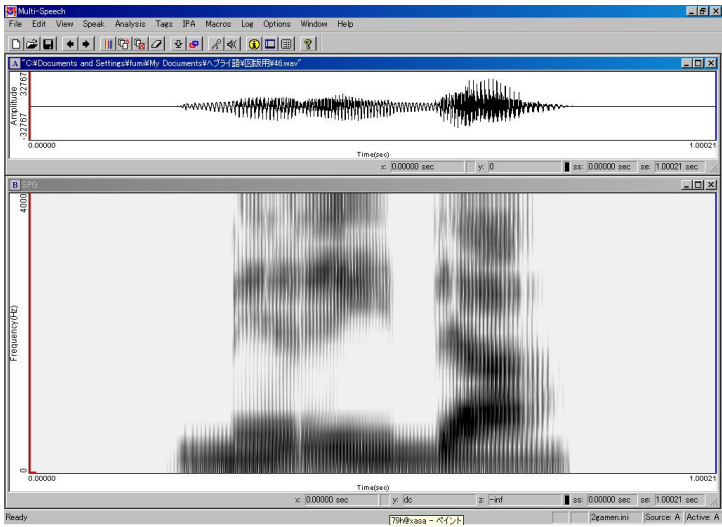


図 2-1 : m@rida (反乱); (2)@が[e]で出現する例

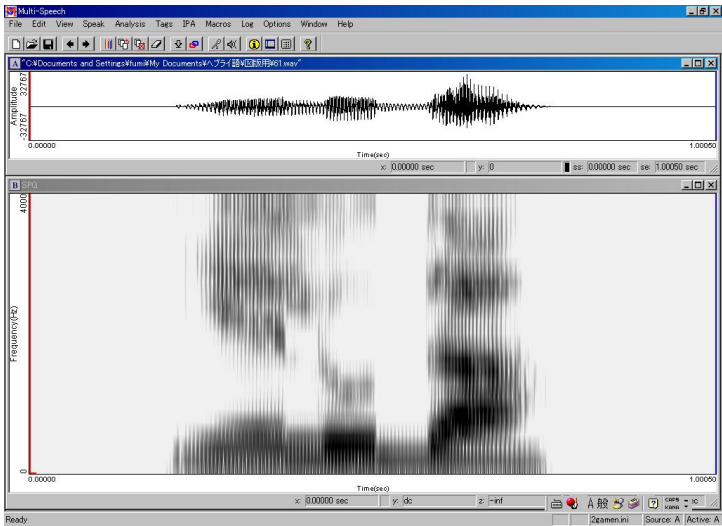


図 2-2 : j@luda (出生率); (2)@が[e]で出現する例

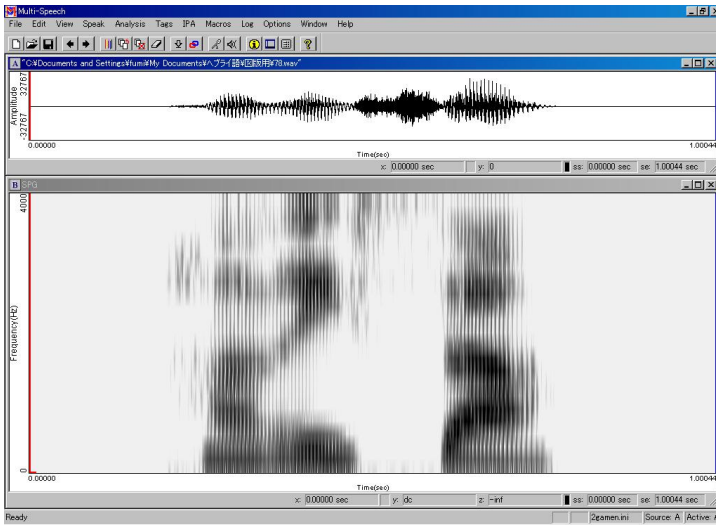


図 3-1 : h@risa (破壊); (3)@が[a]で出現する例

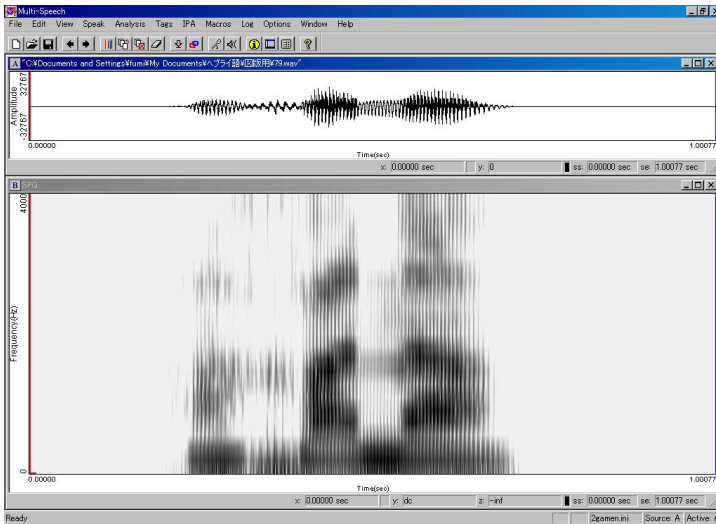


図 3-2 : h@xana (準備); (3)@が[a]で出現する例



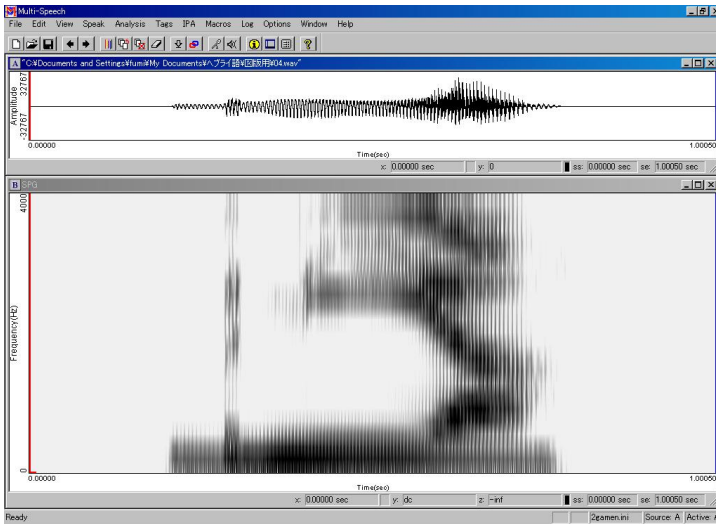


図 4-1 : b@niya (建設すること); (4)@が[ɛ]で出現する例

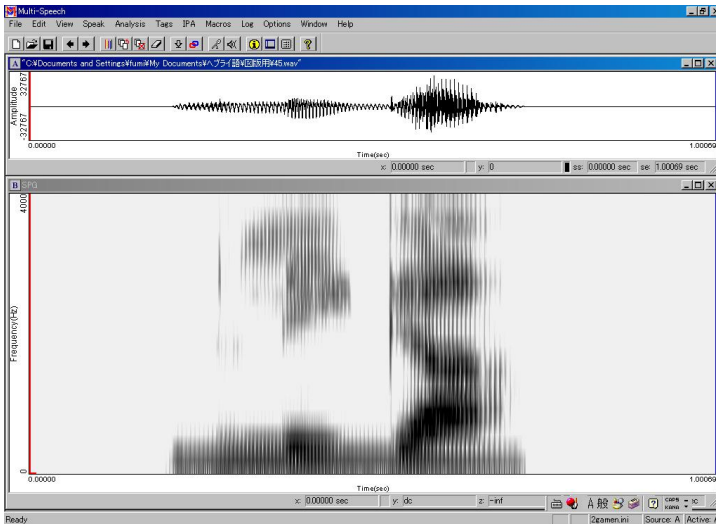


図 4-2 : z@liga (雨漏り); (4)@が[ɛ]で出現する例

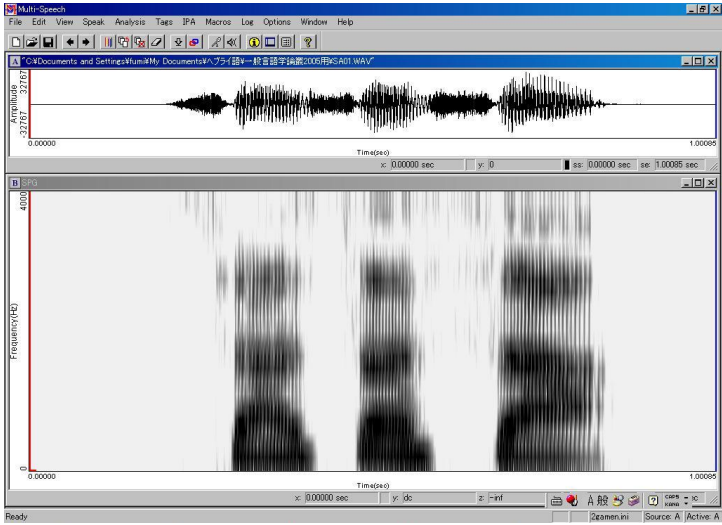


図 5-1 : sasasa (無意味語)

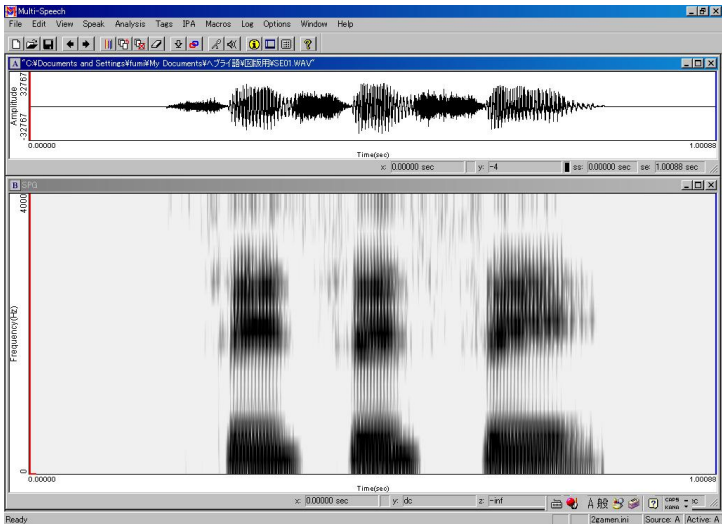


図 5-2 : sesese (無意味語)

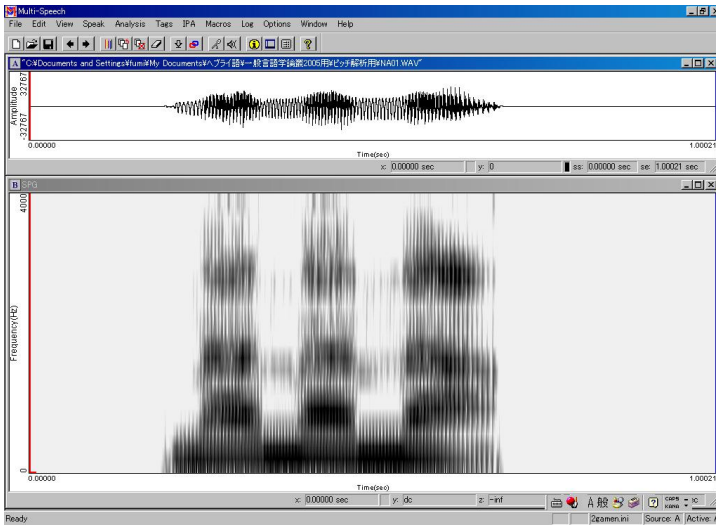


図 5-3 : nanana (無意味語)

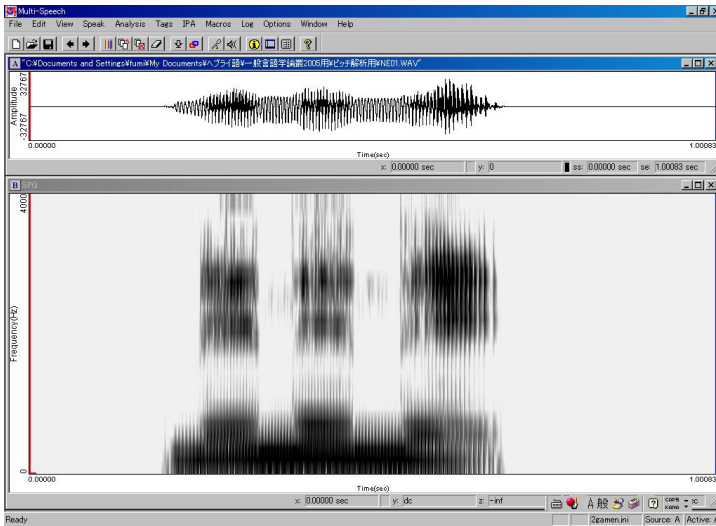


図 5-4 : nenene (無意味語)

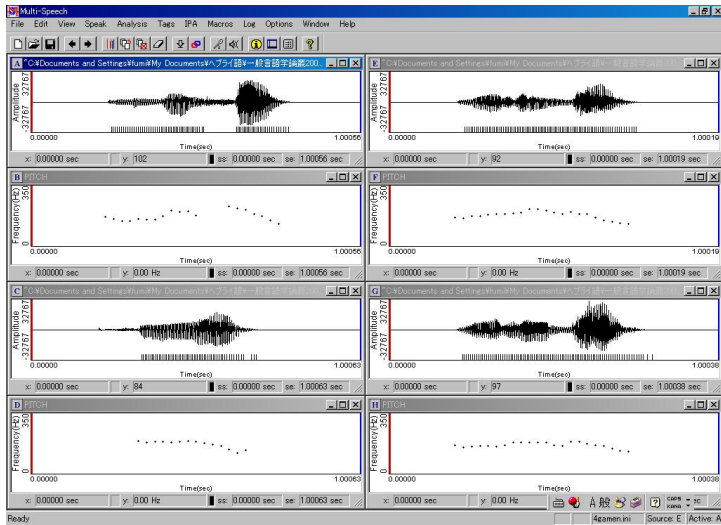


図 6 : b@dixa (左上段 A・B) b@xina (左下段 C・D) m@rida (右上段 E・F) j@luda (右下段 G・H) における原波形と基本周波数曲線

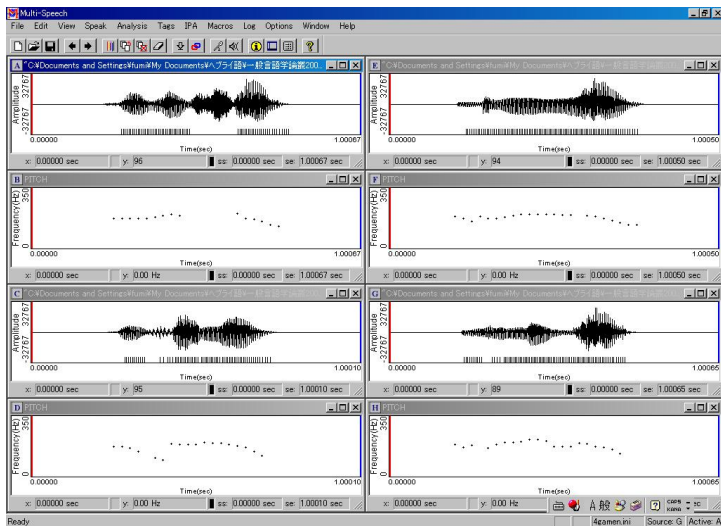


図 7 : h@risa (左上段 A・B) h@xana (左下段 C・D) b@nija (右上段 E・F) z@liga (右下段 G・H) における原波形と基本周波数曲線

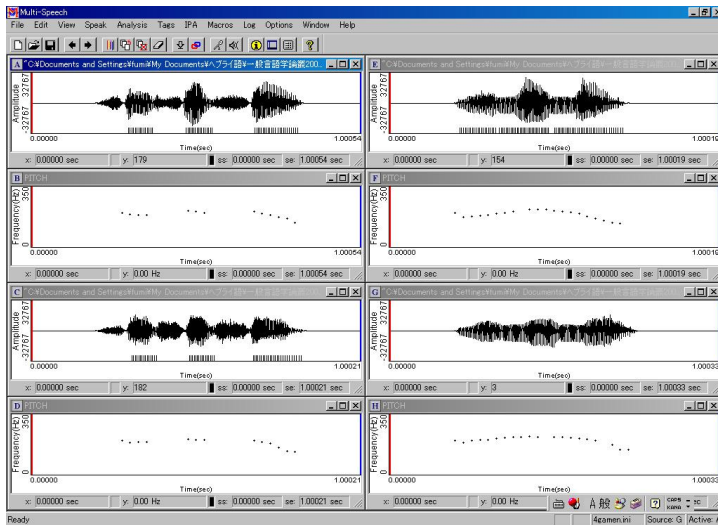


図 8 : sasasa (左上段 A・B)、sesese (左下段 C・D)、nanana (右上段 E・F)、nenene (右下段 G・H) における原波形と基本周波数曲線

## 5 考察

### 5.1 基本周波数曲線

図 6~8 までを目視して、いずれの語においても最終音節において下降がみられる。物理量としては下降であるが、聴覚印象として最終音節が高く聞こえる。物理量としてみれば C@CV<sub>1</sub>CV<sub>2</sub> 構造における V<sub>1</sub> 後部においてわずかな上昇があるが、それよりも下降を担う最終音節の方が聴覚的に高く聞こえることの方が解釈上重要である。最終音節が高く聞こえることが、これまで現代ヘブライ語が主に最終音節にストレスを担うストレスアクセントであると論じられてきた論拠の一因であったと考えられる。この音声事実はトルコ語においても類似している<sup>10</sup>。以上の点から、現代ヘブライ語において最終音節の下降が基本周波数曲線において最も特徴的であること

<sup>10</sup> トルコ語の原則的なアクセント型では、最終音節が高く聞こえる。基本周波数曲線上の特徴としては、最終音節に下降がみられる。福盛 (2004) 参照。

を確認しておく。

## 5.2 歴史的シュワーの音質

### 5.2.1 スペクトログラムの濃淡差・LPC の大小差による音質の差異

まず注目したいのは図 3-2 で示した h@xana におけるサウンドスペクトログラムである。この語は有意味語で(a)歴史的シュワーに対する[a]、(b)高さ（基本周波数曲線上での下降）を担わない[a]、(c)高さを担う最終音節の[a]といったように 3 種の[a]がある。サウンドスペクトログラムを目視すると、(b)(c)の[a]に対して(a)の[a]が薄くあらわれている事実からフォルマントの濃淡差があることに気付く。同様に、図 3-1 で示した h@risa においても(a)と(c)の濃淡差があることが目視できる。一方無意味語の場合、図 5-1 ~ 4 からわかるようにスペクトログラムにおいて濃淡差はみられない<sup>11</sup>。

福盛(2002)において、モンゴル語の例から(A)ストレスを担う母音、(B)ストレスを担わない母音、(C)語末の弱母音の 3 種を音響解析した結果、サウンドスペクトログラム表示において(A)(B)に対して(C)が薄くあらわれていることが確認された。本研究での現代ヘブライ語における図 3-2 の例は、これに準じた結果と考えられる<sup>12</sup>。

この点をより明示的に捕捉するために、図 3-2 の h@xana における各母音と、図 5-1 の sasasa における各母音の LPC<sup>13</sup>を図 9 ~ 10 で示す。LPC は、8kHz にダウンサンプリングしたデータに対し、Frame Length は「20msec」、Filter Order は「8」の設定で算出した。図 9 ~ 10 において、右列に表示された LPC の縦軸が dB SPL 値を示す。同一の周波数帯であれば dB SPL 値が大きい方が明瞭に聞こえる。よって、スペクトログラム上で示された濃淡差が LPC によって位相を変えて大小差を示すことになる。図 9 では@とその他の a に大小差がみられるのに対し、図 10 では 3 つの a は大小差がみられないことが

<sup>11</sup> 定量化すればわずかな差は析出されるであろうけれども、推測の範囲であるが統計的な有意差がある差異ではないことが予測できる。以下、濃淡差や大小差について「差がみられない」と表現した場合、同様の意味で用いている。

<sup>12</sup> 音響的な結果が準じているだけで、その音が生じるまでの歴史的背景は異なる。

<sup>13</sup> 線形予測符号化(linear predictive coding)。フォルマント周波数をノンパラメトリック分析でモデル化し算出する方法。

目視から確認できる。以上の点から、歴史的シュワーに対して出現する[a]は、その他の/a/に対して出現する母音と比べて、明瞭度が落ちるという点で音質が異なることが確認できた。なお、部分的ではあるが、この事実に再現性があることは、図 11 で示す h@risa の LPC から確認できる。

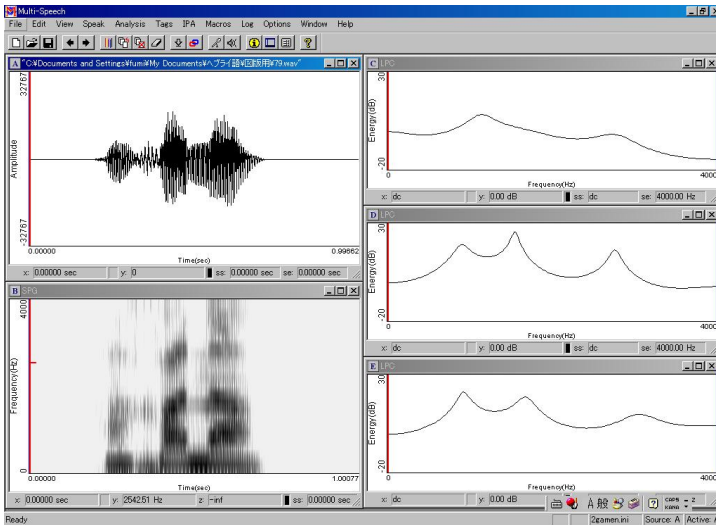


図 9 : h@xana の各母音に対する LPC

( 右列上段 : h@の@ ; 右列中段 : xa の a ; 右列下段 : na の a )

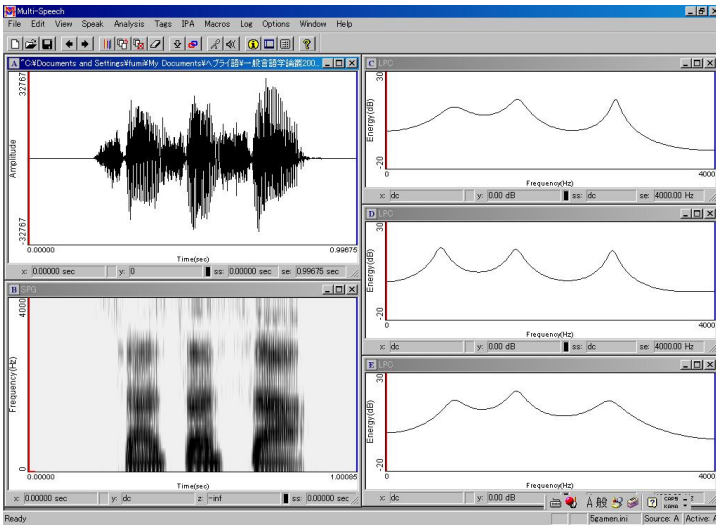


図 10 : sasasa の各母音に対する LPC  
 (右列上段 : 第 1 音節の a ; 右列中段 : 第 2 音節の a ; 右列下段 : 第 3 音節の a)

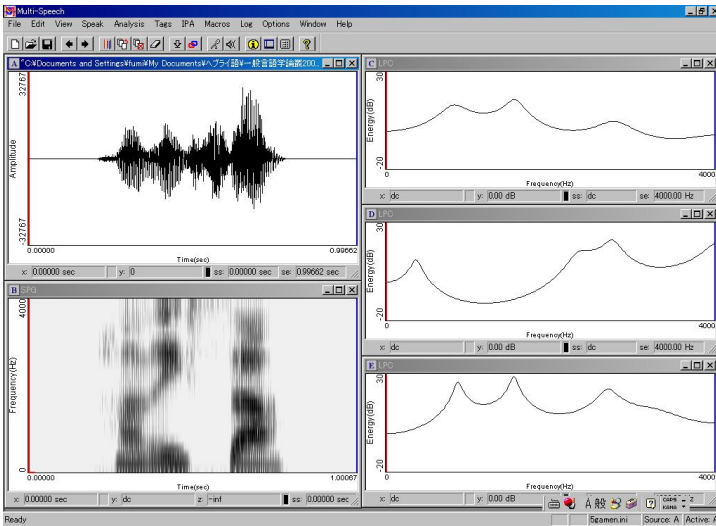


図 11 : h@risa の各母音に対する LPC  
 (右列上段 : h@の@ ; 右列中段 : ri の i ; 右列下段 : sa の a)



### 5.2.2 [a]以外の歴史的シューアーにおける音質の差異

ここでは歴史的シューアーが[a]以外で出現する音と明瞭母音との温室の差異について検討する。図 5-1~4 は無意味語に関しては、アクセントの位置に関わらずフォルマントの濃淡差はみられない。一方、図 3-1 の h@risa や図 3-2 の h@xana における@は/a/と比べて薄いことが確認できた。この点を他の@に対して、同様に検討したいのであるが、本稿の分析資料の範囲内では限界がある。それは、語の中で同一の母音を比較しなければ相対差が得られないからである。そこで参考資料として、図 2-1 の m@rida における各母音、図 4-1 の b@nija における各母音、図 5-2 の sesese における各母音の LPC を図 12~14 で示す。

まず無意味語 sesese の場合、図 14 で示したサウンドスペクトログラムおよび LPC から、濃淡・大小差はみられないことが目視できる。一方、図 12 における m@に対する[e]、図 13 における b@に対する[ɛ]は共にスペクトログラム上で薄くあらわれていることが目視できる。この薄くあらわれている結果は、先に示した図 9~11 における事実と同様に明瞭度が落ちていると推測できる。

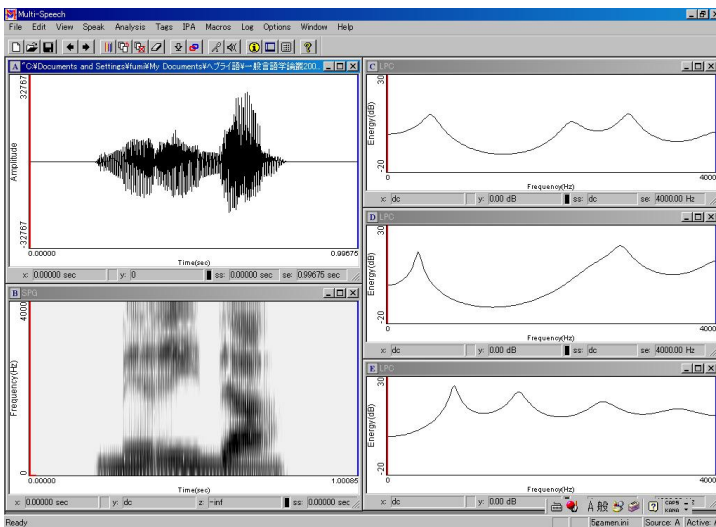


図 12 : m@rida の各母音に対する LPC

(右列上段 : m@の@ ; 右列中段 : ri の i ; 右列下段 : da の a)

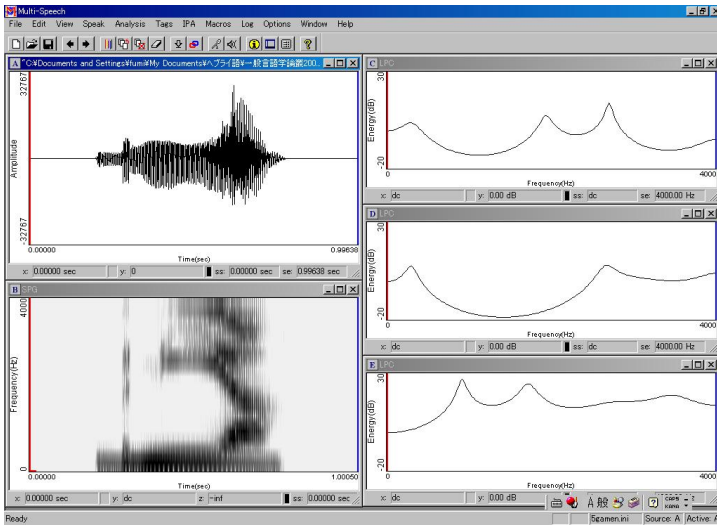


図 13 : b@nija の各母音に対する LPC  
 (右列上段 : b@の@ ; 右列中段 : ni の i ; 右列下段 : ja の a)

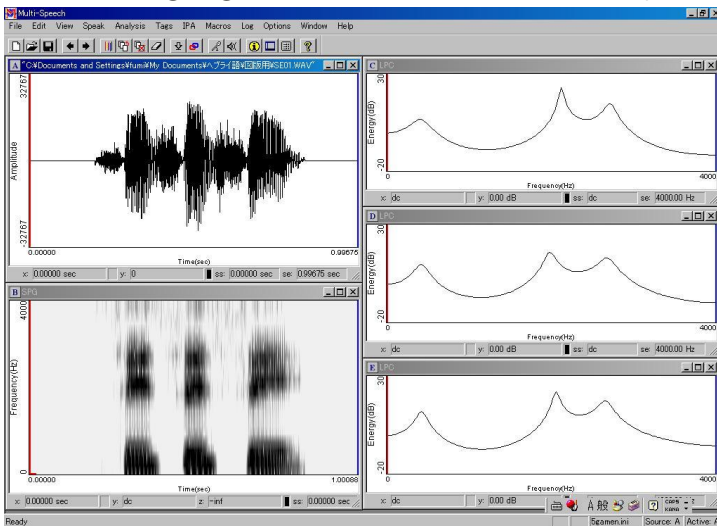


図 14 : sesese の各母音に対する LPC  
 (右列上段 : 第 1 音節の e ; 右列中段 : 第 2 音節の e ; 右列下段 : 第 3 音節の e)

### 5.3 音声学的アクセントと歴史的シュワーの相関性

本研究で用いた現代ヘブライ語の分析資料は、最終音節が高くなるアクセント型の語彙を用いている。無意味語においても、最終音節の基本周波数曲線のふるまいが有意味語と同様であった点から、インフォーマントが自らの母語に対して最終音節に際立った特徴を持たせるアクセントを有する言語であると潜在的に捉えていると思われる。また、スペクトログラム上の目視によって最終音節の持続時間長が長いことが確認できる<sup>14</sup>点からも、現代ヘブライ語の音声学的アクセント<sup>15</sup>から捉えると、本分析資料の範囲では最終音節が最も特徴的であると解釈できる。この「最も特徴的である」という表現を、以降「頂点的特徴」と呼ぶことにする<sup>16</sup>。

5.2.1 において検証した範囲では、頂点的特徴を担う最終音節の[a]と頂点的特徴を担わない[a]との間にスペクトログラム上の濃淡差はみられなかった。それに対し、歴史的シュワーに対して出現する[a]は先の 2 つと比べて薄くあらわれていた。この点から、音声学的アクセントが歴史的シュワーの濃淡差に影響を与えているわけではなく、そもそも明瞭母音と歴史的シュワーに対する音との間に音質の差異があると考えられる。

また、他の歴史的シュワーに対する実現形を再確認すると、無音と Rosén (1966)の無音という指摘に反する超短母音[ɛ̃]がみられた。超短母音は明瞭母音と比べて相対的に弱化した形で実現しており、無音については弱化の最たる形であると考えられる。よって、この 2 種の実現形が明瞭母音に比べて相対的に弱い形で実現していると捉えられる。また、5.2.2 で示した[e]についても明瞭母音/e/に対して出現する[ɛ]とは質が異なる。例えばイタリア語のようにストレスがある時は[ɛ]、ストレスがない時は[e]になるならば音声学的アクセントに付随する音声現象であるといえるが、現代ヘブライ語

<sup>14</sup> 松田 (1992 : 920-922) に「強め(stress)のおかれた母音が長く聞こえる」と指摘されている。詳細な持続時間長の計測は別稿に譲る。また、final vowel-lengthening の問題については、今後の課題とする。

<sup>15</sup> 音声学的アクセント観については、福盛 (2002, 2004) 参照。

<sup>16</sup> トゥルベツコイが用いた「頂点的機能」という用語における「頂点」を援用した用語。音声学的アクセントを検証する際に、まだ音声学的にストレスであるかどうかを判断できていない時点の作業仮説の中で一時的に与える名称として用いている。

Trubetzkoy(1939)参照。

の場合、音声学的アクセントに付随する音声現象ではない。よって、ストレスによる張りが緩くなって生じた音声現象とは質を異にするが、ここではそれに類似する現象として弱化した形であると推測しておく<sup>17</sup>。

以上の点から、歴史的シュワーの音環境での実現形は、音声学的アクセントに付随して弱化する特徴とは別の要因で弱化（あるいは無音化）していることが音響音声学的に確認できた。音声学的に弱母音を検証することは音声学的強さアクセントの要因を探るために必要な作業仮説である。現代ヘブライ語においては、シュワーという用語があるため、音声学的弱母音の検証をする必要が生じた。しかし、本稿の冒頭に述べたように現代ヘブライ語のシュワーは文字表記上の名称であり、音声学的弱母音とは直接の関係がない。この点が、本研究を含む一連の研究による音響音声学的解析から検証できたことは有益であったと言える。

## 6 結語

本稿において明らかになったのは以下の点である。

- (1)音声学的アクセントにおける頂点的特徴を担う最終音節の明瞭母音に対して、頂点的特徴を担わない明瞭母音はスペクトログラム上の濃淡差がみられないが、歴史的シュワーに対して実現する母音は薄くあらわれる。
- (2)歴史的シュワーに対する音声実現形は弱化していると考えられるが、これは音声学的アクセントに付随した弱化ではなく、別の要因によって弱化していると考えられる。

現時点で、現代ヘブライ語は福盛(2002)で提唱した「つかさアクセント」に分類できると考えている。今後、音声学的アクセントの詳細を探ることによって、歴史的シュワーが音声学的アクセントとは独立した関係にある

---

<sup>17</sup> いわゆる *tence* と *lax* の問題であるが、諸説紛糾しており、必ずしも生理的な筋肉緊張と関わるという証明は現時点でなされていない。よって、調音音声学で論じるよりは、明瞭母音の/e/と歴史的シュワーで[e]となる分析資料からスペクトログラム上での濃淡差をみることで、音響的に音質差を検討できる。今後の課題である。

弱母音であるという問題をさらに整理できると考えられる。今後の課題である。

【参照文献】

- 福盛貴弘 (2002) 「つかさアクセント考」『認知科学研究』1: 21-40.  
(2004) 『トルコ語の母音調和に関する実験音声学的研究』勉誠出版。  
(2006 予定) 「現代ヘブライ語における歴史的シュワアのゆれ」『語学教育研究論叢』23: 215-233.  
・池田潤 (2002) 「文字の分類案：一般文字学の構築を目指して」『一般言語学論叢』4・5: 32-56.  
・池田潤 (2004) 「現代ヘブライ語のシュワーに対する音響音声学的記述」『一般言語学論叢』7: 29-52.  
・池田潤 (2005) 「現代ヘブライ語におけるシュワーの音響解析」『第19回日本音声学会全国大会予稿集』19-24.
- 城生佰太郎・福盛貴弘 (2001) 「行動表現の科学」飛田良文(編)『日本語行動論』(日本語教育学シリーズ 第2巻)53-101.おうふう.
- 高慧禎・福盛貴弘・仁函雅・李起龍・池田潤 (2002) 「現代ヘブライ語の母音に関する音響解析」『言語学論叢』21: 1-19.
- 松田伊作 (1992) 「ヘブライ語」亀井孝・河野六郎・千野栄一(編)『言語学大辞典』(第3巻)918-940.三省堂.
- Rosén, H. B. (1966) *A textbook of Israeli Hebrew*. Second corrected edition. Chicago: University of Chicago Press.
- Trubetzkoy, N. S. (1939) *Grundzüge der Phonologie*. Göttingen: Vandenhoeck and Ruprecht.

# Sound Spectrogram Analyses of Historical Schwa in Israeli Hebrew

FUKUMORI Takahiro

The aim of this paper is to examine the relationship between the historical schwa (@ below) and phonetic accent in Israeli Hebrew. We asked our informant to read aloud lists of meaningful words with the pattern C@CVCV such as b@dixa, b@xina, m@rida, j@luda, h@risa, h@xana, b@nija and z@liga and meaningless words such as /sasasa/, /sesese/, /nanana/ and /nenene/. We recorded the phonetic data and analyzed them in terms of sound spectrogram and phonetic accent.

The results are as follows:

- (1) The historical schwa appears more lightly than /a/ on sound spectrogram.
- (2) There is no difference of shade between stressed vowel (culminative vowel of phonetic accent accurately) and unstressed vowel on sound spectrogram.
- (3) The historical schwa reduces by not the influence of phonetic accent but another factor.

*Faculty of Foreign Languages,*

*Daito Bunka University*

*1-9-1 Takashimadaira, Itabashi, Tokyo 175-8571, Japan*

*E-mail: ICG01649@nifty.com*