

テキスト編集に基づく音声文書の知的アーカイブ Spoken Document Archiving based on Text Editing

○松原 茂樹¹, 伊藤 正詩², 大野 誠寛³

Shigeki MATSUBARA, Masashi ITO and Tomohiro OHNO

¹名古屋大学情報連携基盤センター Information Technology Center, Nagoya University

²名古屋大学大学院情報科学研究科 Graduate School of Information Science, Nagoya University

³名古屋大学大学院国際開発研究科 Graduate School of International Development, Nagoya University

Abstract The spoken documents such as lecture, talk, speech are valuable knowledge resources for us. This paper describes a speech archiving technique for effectively accumulate and utilize spoken documents. The technique converts the spoken text into the one that is appropriate to be inspected and retrieved by making good use of the language technologies such as paraphrase, division, and structurizing. Moreover, the spoken documents can be shared on the Web as reusable knowledge contents by introducing automatic speech recognition and synthesis.

キーワード 自然言語, 言い換え, 話し言葉, Web, コンテンツ

1. はじめに

現代は、知識社会であるといわれる。知識社会は、インターネット上に蓄積された大量の情報を基盤としている。現在、そのような情報の多くは、テキストで記されている。今後は、テキストメディアに留まらず、音声や映像、またはそれらを複合したメディアによって知識基盤が形成されていくものと予想される。

この中でも音声は、日常的に生産されている言語メディアである。実際、書かれた文書(written document)よりも話された文書(spoken document) (以下、**音声文書**)の方が生産量は圧倒的に多い。講演、講義、語り、会話、議論などの音声を蓄積し、インターネット上にアーカイブし、共有することができれば、知識社会の基盤となる情報の規模は、一層大きなものとなる。

このような音声文書のインターネット上でのアーカイブ方法としては様々な形態が考えられる。音声ファイルとしてアップロードするという方式は、手軽であり、実現性も高いと思われるが、その一方で、再利用という観点からはその意義は必ずしも大きくない。その理由として、内容を把握するために音声を再生しなければならず参照の効率が悪いこと、また、検索によるアクセスについて高い性能が見込まれないことが挙げられる。このような問題に対して、音声データに加え、文字化されたテキストデータも併せてアーカイブすることは一つの方法である。

そこで本稿では、テキストの知的処理に基づく、参照性ならびにアクセス性を備えた音声文書アーカイブを実現する手法を提案する。本手法では、収録された音声文書を文字化し、それが読みやすくなるようにテキストを編集する。日本語の話し言葉は、一般に、言い回しに冗長性があり、それは音声を聴きやすくなるために重要な役割を果たすのであるが、一方で、そのまま文字に変換しただけでは書き言葉としては不自然であり、読みにくい文章となる。本手法では、自然言

語処理技術を駆使することにより、そのような冗長性を排除するなどの操作によりテキストを編集する。

本手法に基づく音声文書アーカイブシステムを作成した。講演データを用いて編集実験を実施したところ、高い精度を達成することができ、本手法の実現性を確認した。

2. 関連研究

音声を共有化する上で、音声とその文字化データをそのままインターネット上に蓄積しても参照性に乏しく、テキストを適切に編集する必要がある。Leeらは、ニュースを対象に、音声文書の自動要約、及び、ニュース間関連付けによる、音声データの知的アーカイブを実現している[1]。また、中川らは、スライドのある講義を対象に、音声の認識・要約・分割・インデキシング技術を導入し、映像、音声、テキストを含むマルチメディアコンテンツを作成している[2]。それに対して本研究では、ニュース原稿やスライドが存在しない、一般的な講演音声を対象としており、コンテンツ化へのアプローチが異なる。

3. 音声文書のアーカイブ手法

本稿で提案する音声文書アーカイブ手法を図1に示す。入力された音声に対し、まず、音声認識システムを用いてテキストに変換する。続いて、文編集により読みやすいテキストに変換し、文章編集により、読みやすい単位に文章を分割する。最後に、音声合成システムを用いて音声を生成する。

このうち文編集は、話された文を、読みやすくなるように整形する処理であり、「表現の言い換え」「短文への分割」「文の構造化」を順に施すことにより実現する。なお、各文には前処理として、形態素解析、構文解析により基本的な言語注釈が与えられているものとする。以下では、文編集を構成する各処理につい



図1. 音声文書のアーカイブ手法

て詳述する。

3. 1. 言い換え

話し言葉では、書き言葉の観点からは適していない言い回しが頻出する。そのような表現は別の表現に言い換えることにより、読みやすい表現を生成することができる。

言い換えには、対象とする表現の種類により、削除、置換、挿入の3つのタイプの処理がある。**削除 (deletion)**とは、話し言葉に特有の冗長表現を取り除く操作である。フィラー（「あー」「えーと」など）、言い淀み以外にも、いくつかの冗長表現が存在する。例えば、

(1) 正常化ということが行われたの「ということ」は冗長であり、取り除いた方が読みやすくなる。

次に、**置換 (replacement)**は、書き言葉としては相応しくない表現を別の表現に言い換える操作である。例えば、

(2) 日本の本なんかを読みましたの「なんか」は話し言葉に特有の表現である。「なんか」を「など」に言い換えることにより、適切な表現となる。このほかにも敬語表現や丁寧表現などで、言い換えが相応しい場合がある。

最後に、**挿入 (insertion)**は、話し言葉で出現しない表現を追加する操作である。

(3) 私普段からは、「私」に付与される助詞が省略されており、「は」を挿入する必要がある。

以上のような操作を実現するために、実際の講演

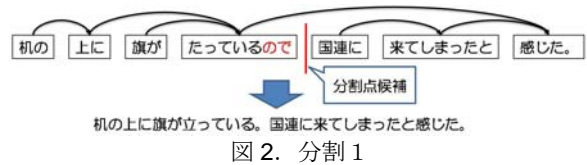


図2. 分割1

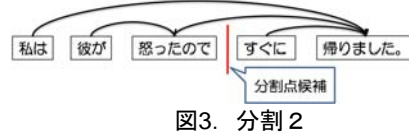


図3. 分割2

データ[3]を用いて言い換え規則の作成を試みた。なお、挿入操作については、意味を考慮した補完が必要であり、表層的な規則の作成は難しいため、対象を削除及び置換操作に限定している。表1~4に、作成した言い換え規則を示す。

3. 2. 短文への分割

文の分割とは、一つの文を複数の文に分けることであり、長文の場合、文の構造が単純化され読みやすくなることもある。分割処理は、文中の単語境界のいずれかを文境界とし、前方の文の終端文節を文末に相応しくなるように変形すればよい。例えば、

(4) 机の上に旗が立っていたので国連に来てしまったと感じた。

では、「立っていたので」と「国連に」の間に文境界を挿入し、文節「立っていたので」を「立っていた」に変形する。図2のように分割することにより

(5) 机の上に旗が立っていた。国連に来てしまったと感じた。

となる。文境界はどのような単語境界にも入るわけではなく、一般に、接続助詞、「けれども」「が」「ので」「し」「と」「から」の直後、もしくは、連用中止文節の直後に挿入される。ここで、**連用中止文節**とは、文節末尾の形態素が

- 連用形（「食べ」「訳で」など）
- 連用形+接続助詞「て」（「食べて」「書いて」など）

のいずれかに該当する文節をいう。

上記の接続助詞を含む文節や連用中止文節は、いずれも述部に相当するため、意味的に強い切れ目になる。本研究では、これらを文境界の候補とする。しかし、上記に該当する場合でも必ずしも文境界として相応しくない場合がある。例えば、

(6) 私は彼が怒ったのですぐに帰りました。の場合、「怒ったので」の後で分割すると、

(7) 私は彼が怒った。すぐに帰りました。となる。この場合、分割したことにより、「私が帰った」という意味関係が失われることになり、正しい分割とは言えない。元の文の構造は、図3に示すように、「私はすぐに帰りました」に「彼が怒った」が埋め込まれているものであり、分割すると文構造が破壊されるためである。

このような不適切な分割を避けるために、本研究では、文の係り受け構造に基づいて分割可能性を判

表 1. 連語「という」の言い換え規則

換言対象	換言結果
というふうに	と
V+という+N	V+N
A+という+N	A+N
N1+という+N2(非自立)	N1
A+ということは+V	A+とは+V
AUXV+ということは+V	AUXV+とは+V
AUXV+ということは+N(一般)	AUXV+N
AUXV+ということが+V	AUXV+と+V
AUXV+ということが+N	AUXV+のが+N
AUXV+ということ	AUXV+と
w(た, ない)+ということに	w+ことに
AUXV(た, ない)を除く)+ということに	AUXV+と
AUXV1+ということ+AUXV2(五段・ラ行活用を除く)	AUXV1+と+AUXV2
かということ	かは
ないかということが	ないかと
かということが	かが
かなということが	かが
のかということ	のかを
w(の)を除く)+か+ということを+[V, A]	w+かと+[V, A]
w1(の)を除く)+か+ということを+w2([V, A]を除く)	w1+か+w2
w(か)を除く)++ということ	w+と
ということに	に
か+ということで	かと
w(か)を除く)++ということで+AUXV(五段・ラ行活用を除く)	w+AUXV
w(か)を除く)++ということで+AUXV(五段・ラ行活用)	w+で+AUXV
AUXV(ない)++という+N	AUXV+N

表 2. 丁寧表現の言い換え規則

換言対象	換言結果
V+たいと思います	V
V+たいと思います.	V ます.
だろうと思います	だろう
だろうと思います.	でしょう.
A+と思います	A
w(名詞(非自立)を除く)+AUXV(だ)+と思います	w+AUXV
ない+N(ところ, こと, の)+AUXV(だ)+と思います	ない+N+AUXV
ない+N(ところ, こと, の)+AUXV(だ)+と思います.	ない+N+AUXV+です.
です	なので
w(いかが, どう)+ですか	どうか
な+w1(の, ん)+AUXV(です)+w2(., が)	AUXV+w2
な+w1(の, ん)+AUXV(です)	AUXV
{V, A}+Nn+です	{V, A}
V+N(ん, の, もの, ところ)+です+w(., が)	V(連用形)+ます+w
{V, A}+N(ん, の, もの, ところ)+です	{V, A}
AUXV+N(非自立)+です+w(か)を除く)	AUXV(基本形)+w
A+です	A
AUXV+です	AUXV(基本形)
{V, AUXV}+でしょう	{V, AUXV}
でしょうか	か
でしょう	だろう
でした	だった
です	で

換言対象	換言結果
ですよ	だ
AUXV+わけです	AUXV(基本形)
V+わけです	V
ですね+w(.,)を除く)	W
ですね.	です.
V+ない+w1(の, ん)+です+w2(., が)	V(連用形)+ません+w2
V+ない+w1(の, ん)+です	V+ない
V+た+w1(の, ん)+です+w2(., が)	V(連用形)+ました+w2
V+た+w1(の, ん)+です	V+た
V+わけで+w(ごさい, あり)+まして	V+が
N+で+w(ごさい, あり)+まして	N+で
でございます+w(., が)	です+w
でございますので	なので
でございます+P(の)を除く)	だ+P
w1+わけで+w2(ごさい, あり)+ます+w3	w1+w3
ございませんでした	なかった
ございませんで	なく
ございません	ない
ございました	でした
ございまして+w(た, て)	あつ+w
でございます	ている
で+w(ごさい, あり)+N	である+N
でございます.	です.
ございます.	あります.
ておりませんでした	てなかった
致し+AUXV(ます)	し+AUXV
V+ます+w(., が)を除く)	V(「ます」の活用形)+w

表 3. 敬語動詞の言い換え規則

換言対象	換言結果
の+N(サ変名詞)+を申し上げる	の+N+を述べる
N(サ変名詞)+を申し上げる	N+する
N(サ変名詞)+申し上げる	N+する
お+V(連用形), N)+申し上げる	お+V, N)+する
て申し上げる	て述べる
申し上げ+w(まして, て, させ, られ)	述べ+w
申し上げる	言う
V+ていただきたい	V+てほしい
V+ていただく	V+てもらう
N(サ変名詞)+いただきたい	N+してほしい
N(サ変名詞)+いただく	N+してもらう
w(の, と)+N(サ変名詞)+をいただく	w+N+もらう
N(サ変名詞)+をいただきたい	N+してほしい
N(サ変名詞)+をいただく	N+してもらう
お+V, N)+をいただきたい	お+V, N)+してほしい
お+V, N)+をいただく	お+V, N)+してもらう
お+V, N)+いただく	お+V, N)+してもらう
V+せていただく	V(「いただく」の活用形)
いただく	もらう
申す	言う
参る	来る

表 4. 話し言葉の言い換え規則

換言対象	換言結果
なんか	など
ん	の
じゃ	では
おる	いる
である	だ

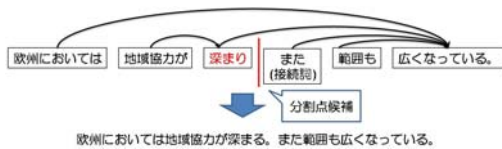


図4. 分割3

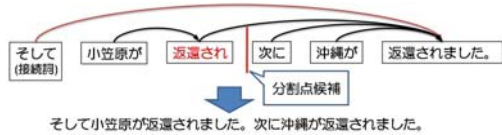


図5. 分割4

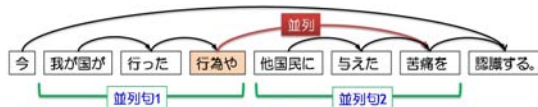


図6. 並列句の検出

定する。すなわち

- 文境界候補をまたぐ係り受け関係が存在しない場合、分割可能とする。すなわち、図2の文は分割可能、図3の文は分割不可となる。ただし、そのような係り受け関係が存在する場合でも、
- 係り文節が、副詞、または、接続詞である
- 文境界候補の直後が、指示詞、接続詞、または、「主題ハ」節である

場合には、分割可能とする。図4に、

(8) 欧州においては地域協力が深まり、また範囲も広がっている。

の係り受け構造を示す。この場合、接続詞「また」の存在により、分割前後の文の等位関係が明示されるため、分割によって生成された文「また範囲も広がっている。」において、読み手は「欧州においては」を補完することができる。同様に、図5に、

(9) そして小笠原が返還され、次に沖縄が返還されました。

の係り受け構造を示す。この場合、接続詞「そして」と「返還されました」は係り受け関係にあるが、「そして」はむしろ文全体に係る役割を果たしているときみなせるため、読み手による正しい理解に大きな支障はない。

3.3. 文の構造化

文を読みやすくするための構造化として、並列構造の検出と提示を実施する。一般に、文の構造は、構文解析により明らかにすることができる。そこで本研究では、日本語係り受け解析器 KNP[4] の解析結果から句や節の間の並列関係を抽出する。KNPでは、係り文節と受け文節が並列関係にある場合、それが明示されるため、その情報を利用する。

日本語文

(10) 今我が国が行った行為や他国民に与えた苦痛を認識する。

における並列句の検出を図6に示す。この文では、名詞句「我が国が行った行為や」と「他国民に与えた苦痛を」が並列関係にある。この検出は以下のように行う。まず、KNPの解析結果から、「行為や」と

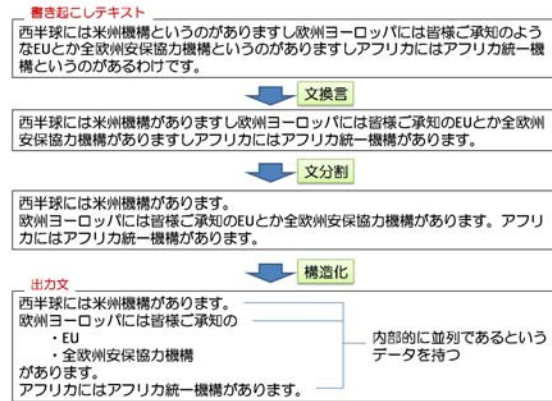


図7. 文編集プロセス

「苦境を」が並列関係にあることがわかるので、「行為や」をある並列句（並列句1）の終端文節、「苦境を」をもう一方の並列句（並列句2）の終端文節とみなすことができる。並列句2の始端文節は、並列句1の終端文節「行為や」に続く文節「他国民に」とみなせるので、残りは並列句1を検出すればよい。この判定は、並列句1の終端文節「行為や」に直接的または間接的に係る文節を特定し、それらからなる文節列を並列句1とする。すなわち、「我が国が」以降がそのような文節に該当するので、「我が国が行った行為や」を並列句1と決定する。

ただし、本研究では自然な話し言葉を対象としているため、JUMAN [5]を用いた形態素解析には多くの誤りが含まれることになる。構文解析器 KNP は、JUMANの結果に基づいているため、形態素解析の誤りが並列句の検出に大きな影響を与える。この問題を軽減するために、並列の関係にある係り文節は、並列を表す語句「また」「と」「そして」「とか」「および」「や」「し」のいずれかである場合のみとする。

3.4. 文編集の例

本手法に基づく文編集の例として、

(11) 西半球には米州機構とありますが、欧州ヨーロッパには皆様ご承知のEUとか全欧州安保協力機構とありますが、アフリカにはアフリカ統一機構とありますが、

の編集プロセスを図7に示す。まず、言い換え処理により、

(12) 西半球には米州機構とありますが、欧州ヨーロッパには皆様ご承知のEUとか全欧州安保協力機構とありますが、アフリカにはアフリカ統一機構とありますが、

の下線部に言い換え規則を適用することにより、図のように言い換えを実行する。次に、文分割処理において、

(13) 西半球には米州機構がありますし//欧州ヨーロッパには皆様ご承知のEUとか全欧州安保協力機構がありますし//アフリカにはアフリカ統一機構があります。

でそれから今までのPKOがどちらかといえば軍隊中心のPKOであったとすればこれからはシビリアンですね警察官とか人権モニターとか人道援助関係者とかそういう行政の監視官とかそういう人達も加わったいわばミックス型のPKOになるであろうというふうに考えられます。西半球には米州機構というのがありますし欧州ヨーロッパには皆様ご承知のようなユーエーとか全欧州安保協力機構というのがありますしアフリカにはアフリカ統一機構というのがあります。

それから今までのPKOが軍隊中心のPKOであったとすればこれからはシビリアン

- 警察官
- 人権モニター
- 人道援助関係者
- 行政の監視官

そういう人達も加わったミックス型のPKOになるだろうと考えられます。

西半球には米州機構というのがあります。
欧州ヨーロッパには皆様ご承知の

- EU
- 全欧州安保協力機構

があります。
アフリカにはアフリカ統一機構があります。

図8. 文編集によるテキスト変換

それから三番目の時期は千九百八十九年のこのベルリンの壁の崩壊そしてドイツの再統一という大変歴史的な事件の起こった年でございますがそれ以降今日までというふうには私は分けております。

それから三番目の時期は千九百八十九年のこの

- ベルリンの壁の崩壊そして
- ドイツの再統一

という大変歴史的な事件の起こった年です。
それ以降今日までと私は分けています。

図9. 文編集の成功例

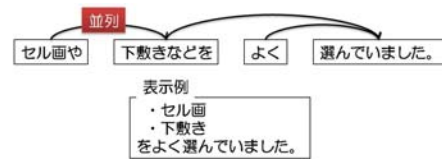


図10. 構造化の失敗例

表5. 実験データの諸相

#	ドメイン	時間(分)	文数	文字数
1	政治	29	131	17131
2	経済	26	113	14803
3	体験談	25	147	13305

の下線部の文節に注目し、その直後の斜線箇所を文境界として図のように3つの文に分割する。最後に、分割された第2文

(14) 欧州ヨーロッパには皆様ご承知の EU とか全欧州安保協力機構があります。

の係り受け構造から、並列関係にある係り文節と受け文節を特定し、並列句を検出する。最終的に、図のように項目化し提示する。

図8に文字化テキストから編集済みテキストへの変換を示す。変換により読みやすくなったことは明白である。

4. 評価実験

4.1. 実験の概要

提案手法を評価するためにテキスト編集実験を実施した。実験には、名古屋大学同時通訳データベース[3]に含まれる3つの日本語講演データを使用した。データの諸相を表5に示す。全体で、81分18秒の講演音声、392文を使用した。上述のデータに対して、人手で文編集を実行し、正解データを作成した。正解データでは、言い換えは799箇所、文分割は199箇所、構造化は106箇所に対して実施された。

評価は、言い換え、文分割、構造化のそれぞれの精度、再現率により実施した。なお、精度及び再現率として、編集箇所のうちの正解箇所の割合、及び、正解データの編集箇所のうちの正解箇所の割合、をそれぞれ計測した。

4.2. 実験結果

実験では、図9に示すような文編集を実行することができる。本手法により、全567箇所に対して言い換えが実行された。精度、再現率は、それぞれ、76.6%、50.7%であった。誤りの原因として、冗長な表現が十分に削除されないことがあげられる。例えば、

(15) それで安心した次第でございます。

に対する正解データは

(16) それで安心しました。

であるが、本手法による結果は、

(17) それで安心した次第です。

であった。この例における「次第」のほかにも「わけ」など、名詞を伴う表現に対する言い換え規則が十分に設定されていないことが原因であり、今後、規則の拡充をはかる必要がある。また、再現率が必ずしも高くない理由として、文脈に基づく言い換えが挙げられる。指示語や接続詞の削除、助詞の補完などでは、単に文字列パターンから妥当な言い換えを判断することは難しい。また、規則作成に用いた分析データには出現しなかった言い換え対象が実験データに出現することもあった。

次に、文分割は、全部で222箇所に対して行われた。分割の精度は64.2%であり、再現率は74.5%であった。提案手法による分割処理は、文の長さ(文字数など)を考慮していないため、そもそも分割対象の文が短い場合や、分割した結果、1文が短くなりすぎる場合は、必ずしも分割が読みやすさ向上に寄与するとは限らない。例えば、

(18) 偶然の積み重ねでデビューして有名になってある意味で成功を成し遂げた。

に対して、なつて の後で分割を挿入することにより

(19) 偶然の積み重ねでデビューして有名になった。

ある意味で成功を成し遂げた。

とする例があった。この例では、そもそも文が短く正解データでも分割は行われていない。一文の文字列の長さは、読みやすさにとって重要な要因であるので、今後は、改行処理も含めて検討する必要がある。

最後に、構造化が実施されたのは全部で75箇所であり、その精度、再現率はそれぞれ、34.8%、24.6%であった。構造化処理の精度、再現率はともに低く、その原因として、まず、形態素解析、構文解析の精度の問題がある。形態素解析はJUMAN[5]を、構文解析にはKNP[4]を使用しているが、特に、並列構造を含む文に対する構文解析精度は高くなく、それが、構造化処理の性能に大きく影響を与えた。また、検出した並列構造が意味的に並列である場合でも、正解データと一致しない場合があった。図10に例を示す。この

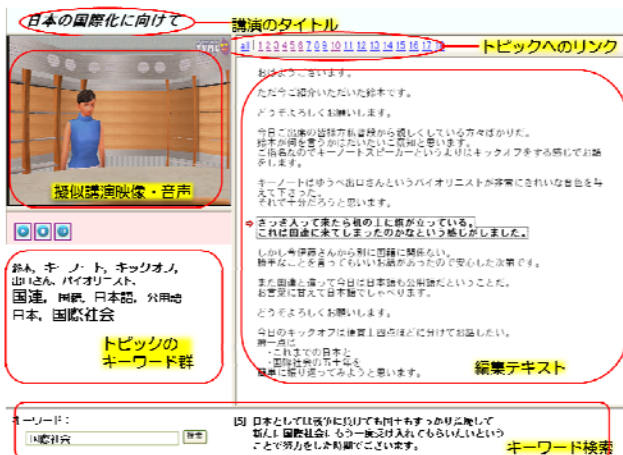


図11. 音声文書アーカイブの閲覧環境

例で、「セル画や」と「下敷きなどを」は並列関係であるものの、その関係を明示しても読みやすくなるはならない。今後、このような場合を考慮し、コンテンツとしての表示方法も含め、読みやすさに関する構造化の望ましい様式について詳細に検討する必要がある。

5. 音声アーカイブシステム

3章で説明したテキスト編集方式に基づき音声アーカイブシステムを実装した。このシステムでは、アーカイブデータのインターネット上での流通を想定し、収録した音声をWeb コンテンツとして作成する。作成されるコンテンツは、「テキスト」「音声」「映像」「キーワード」「検索」の5つの要素から構成される(図11参照)。本章では、これらのコンテンツ要素の実現について述べる。

なお、本システムは、音声データを入力とすることを想定しているが、現在の実装では人手による文字化テキストを入力としている。また、講演のタイトルは講演ごとにあらかじめ与えられているものを使用している。

5.1. テキストコンテンツ

システムは、入力されたテキストに対して、3章で述べたテキスト編集を実行したのち、読みやすい位置での改行、及び、複数のトピックへの分割を実行する。このうち、改行処理は、節境界及び係り受け構造に基づく改行方式[6]を採用する。一方、トピック分割は、1つのページに多くのテキストが表示されることにより閲覧性が低下することを防ぎ、かつ、トピックによる選択的な視聴を可能にするために行う。分割はテキストの文字数を手がかりに実行する。すなわち、先頭から順に文字数を計数し、一定数を超えた最初の文末までを一つのトピックとして分割する。なお、トピックの文字数制限は、一般的なWebの閲覧環境を想定して400字としている。

テキストはトピックごとにHTML形式で書き出す。HTMLファイルには、テキストと音声、映像の同期制御を行うJavaScriptプログラムやリンクオブジェクトが付与される。読み上げ音声に対応する1文をリンクオブジェクトとし、ユーザは文をクリックすることにより、対応する音声、映像を同期的に視聴すること

ができる。また、再生中の音声に対応する文を強調表示する機能を備えている。

5.2. 音声コンテンツ

音声の作成には、HITACHI製の音声合成ソフトHitVoiceを用いた。なお、読み上げ音声は、編集されたテキストではなく、文字化テキストに最低限の言い換え処理のみを施したものを使用した。これは、本編集手法はテキスト読むことを目的としたものであり、聞くテキストとしては必ずしも適した処理ではないためである。なお、音声ファイルを1文ごとに作成し、テキスト、映像との同期を可能にしている。

5.3. 映像コンテンツ

映像の作成は、NHK放送技術研究所が提供するTVML(TVprogram Making Language)[7]を用いた。TVMLでは、スクリプトを記述することにより、簡単にテレビ番組を作成することができる。本システムでは、講演映像を想定し、適宜ジェスチャを行いながら口を動かすキャラクタを作成した。映像はあらかじめ作成しておき、音声ファイルの再生に合わせて映像を再生する。

5.4. キーワードコンテンツ

キーワードは、トピックの内容を概観するために用いる。TF・IDFにより単語の重要度を求め、重要度の高い単語をキーワードとする。TF値はトピック中に出現する単語頻度を用いる。IDF値は、蓄積された音声文書から算出する。

5.5. コンテンツ検索

コンテンツの検索は、キーワード入力に対してトピックを提示するシステムとして実現した。キーワードを含む文を表示し、その文への直接的なアクセスを可能とする。入力された音声文書に対して索引付けを行い、検索を実現する。

6. まとめ

本論文では、知的テキスト処理に基づく、音声文書アーカイブ手法を提案した。本手法では、音声を文字化し、それが読みやすくなるようにテキストを編集する。自然言語処理技術を駆使し、言い換え、分割、構造化を施すことにより、読みやすいテキストとなる。本手法に基づく音声文書アーカイブシステムを実装した。実講演データを用いてテキスト編集実験を実施したところ、本手法の実現性を確認した。

参考文献

- 1) Lee, L. et al. (2006) : Multi-Layered Summarization of Spoken Document Archives by Information Extraction and Semantic Structuring. ICSLP-2006.
- 2) 中川ほか(2008) : 講義音声ドキュメントのコンテンツ化と視聴システム, 電子情報通信学会論文誌, Vol. 91-D, No.2, pp. 238-249.
- 3) <http://sidb.el.itc.nagoya-u.ac.jp/>
- 4) <http://nlp.kuee.kyoto-u.ac.jp/nl-resource/knp.html>
- 5) <http://nlp.kuee.kyoto-u.ac.jp/nl-resource/juman.html>
- 6) 村田ほか(2008) : 読みやすい字幕生成のための独話文への改行挿入, 言語処理学会第14回年次大会, pp.973-976.
- 7) <http://www.nhk.or.jp/strl/tvml/japanese/player2/index.html/>