

開かれたアーカイブにむけての技術開発と今後の展開

石橋洋一^{†,‡} 丹野義和[†] 伊藤学[†]

[†]山形県デジタルコンテンツ利用促進協議会 [‡]松下電器産業株式会社

概要

山形映像アーカイブリサーチセンター(YRC)では、1999年から4年にわたり保存、流通、制作の側面から、大容量アーカイブシステムの技術開発に取り組んできた。またネットワーク社会に対応すべく MPEG-7 記述方式をもちいたコンテンツ検索や、コンテンツ流通管理のコンテンツ ID フォーラム準拠のユニークコード(cid)を挿入し、開かれたアーカイブ構築にむけて研究を行った。本論文では、YRCが4年間にわたり研究を重ねてきた成果の1つとして、地域映像を蓄積したアーカイブ管理における問題解決策を発表し、今後の山形アーカイブの進むべき方向について報告する。

The research results towards the development of a large-scale video archival and retrieval system and future direction

Youichi Ishibashi^{†,‡} Yoshikazu Tanno[†] Mnabu Ito[†]

[†]Yamagata Digital Content Center [‡]Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.

Abstract

In this paper, we present our research results towards the development of a large-scale video archival and retrieval system that Yamagata video archive research center (YRC) has been conducting since 1999. These include a number of important findings regarding digital content preservation, distribution and production. With the help of an MPEG-7-based video material retrieval application and a Unique Code (cid)-embedded approach based on the standard proposed by Content ID Forum, our proposed solutions can be effectively deployed into any large-scale video archival and retrieval system in the future network community and can be utilized for achieving smooth management of secure content distribution. This paper represents a summary of our 4-year research project. It also discusses the future directions that we envision and are currently pursuing. We believe that this work has made a substantial progress towards providing a practical large-scale digital video archive system

1. はじめに

放送のデジタル化や、ブロードバンドの急速な進展に伴い、コンテンツ配信へ関心が高まり、次世代の中核産業として大いに期待されている。

アーカイブ化されたデジタル映像の有効活用や、効率的なデジタルコンテンツの制作および配信環境の具現化に結びつく共通の基盤技術が必要であった。そこでYRCでは、1999年からの4年にわたり、保存、流通、制作の3つのテーマで多様な取組みを展開してきた。更に、この要素技術を統合したシステムを使ったビジネスモデルを検討し、各種実証を行ってきた。本報告では、YRCが4年間にわたり研究を重ねてきた成果の1つとして、地域映像を蓄積したアーカイブ管理における課題解決策を示し、今後のデジタルアーカイブの進むべき方向について考察する。

2. 研究開発の概要

2.1 研究計画

本プロジェクトの開始時は、ITなどのデジタル技術の展開期で、放送の多チャンネルや高画質化が視野に入りつつあり、放送業界では、良質なコンテンツの大量供給が課題となっていた。実際のデジタル放送制作現場では、番組用コンテンツの供給不足が指摘され、質の高いコンテンツ制作の環境整備が急務とされた。すなわち、放送番組の制作・流通・保存という観点から、アーカイブシステムの構築方法とそれを用いたコンテンツ供給システムの構築が課題とされた。

上記、課題解決に対応し、過去のアナログ映像のデジタルアーカイブ化を促進し、配信環境整備による映像の有効活用促進を目的として、本プロジェクトが企画された。

一方、デジタルコンテンツの流通促進には、コン

コンテンツ複製問題の解決として不正コピー防止や有料配信の基盤となる著作権保護技術の確立も課題も急務であった。つまり、コンテンツ制作者の立場から、制作に関する著作権情報等の重畳化記録方式の開発や、番組制作能力の向上につながる新しい編集方式の開発などがあげられた。このような課題解決のため、下記の研究テーマを取り上げ、精力的に取り組んだ。[1]

- ・ペタバイト級マルチユースアーカイブ技術の研究開発 蓄積された膨大な映像コンテンツの中から、所望のものを高速検索し、多目的に活用できる大容量映像アーカイブ化に関する基盤技術の研究。[2]
- ・重畳化圧縮技術の研究開発 著作権保護等の情報を埋め込むため、映像に管理情報を電子透かしで埋め込む技術、及びその画質への影響を客観評価する技術研究。[3]
- ・ネットワーク活用型番組制作基盤技術の研究開発 アーカイブに蓄えられた素材映像を用い、スタジオで編集する仕組みを、遠隔地からネットワークを通じて編集する遠隔編集技術の研究。[4]

これらの3つの研究開発により、現存するコンテンツ資産の有効活用、著作権保護によるコンテンツ流通の促進、番組制作能力の向上が図れ、デジタルネットワーク時代のコンテンツ供給に大きく貢献するものと期待された。

一方、2001年頃から、ブロードバンドネットワークが本格的普及期を迎え、放送関係だけでなく一般ユーザのコンテンツ利用が盛んになるに連れて、グローバルなアーカイブ活用の整備が急務となった。開かれたアーカイブを目指して

■『cIDf[5]準拠によるコンテンツ ID 付与によるコンテンツ管理』

■『MPEG-7 [6]を用いたメタデータ記述による検索』

の課題を研究開発項目に追加し、統合システム研究の充実を図った。前述の MPEG-7 コンテンツ記述方式に加えて、健全なコンテンツ流通を可能にする cIDf 準拠の電子透かし埋め込み cid コード体系を導入した。これらの構築にあたって、コンテンツを利用する時の課題と対策を図1に示す。

本報告では、前記した3つの研究開発より、ペタバイト級マルチユースアーカイブ技術に関する研究成果を中心に、開かれたアーカイブに向けた課題解決をまとめて報告する。

3. ペタバイト級マルチユースアーカイブ技術

3.1 分散型ペタデータコンテンツの一元化管理技術

収集したコンテンツを、大容量テープサーバ、HDD サーバ及び DVD サーバへ、それぞれ目的別に蓄積し、ハイブリッドな蓄積装置におけるコンテンツ配置の最適化とその有効性検証を行った。そして蓄積されているコンテンツを用いて、

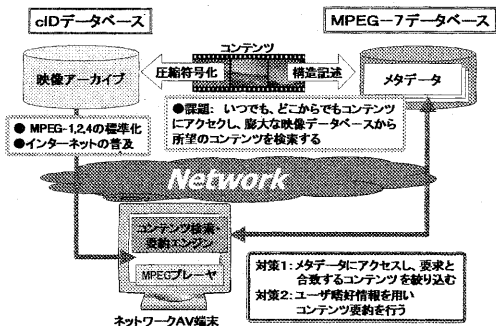


図1 コンテンツ利用時の課題と対策
Fig.1 Problem and measures of content management

自動装填ロボットアクセスデータの収集を行い、それを基に 10 万~200 万巻規模のアーカイブ装置の模擬構築を行い、適正構成を確認した。また、アーカイブ装置のシステム構築において、コンテンツ蓄積量と配信能力の関係を解析し、システム運用形態に応じたロボット系と電動棚のハイブリッド最適化モデル案を検討した。最適化構成のシミュレーションを図2に示す。

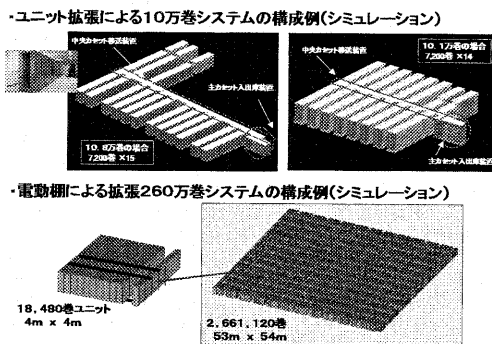


図2 大規模化のシミュレーション
Fig.2 The simulation of the large scale archive

3.2 検索性ダイジェスト映像生成技術

DV および MPEG-2 フォーマットにおけるシーン変化点検出方式を開発し、映像検索のためのダイジェスト映像生成の基礎部分を開発した。図3にてシーン検出方式の概略を示す。また、DV シーン変化点検出方式の評価実験を行い、検出漏れまたは過剰検出防止対策を開発し検出精度向上を図った。更に、アーカイブ検索におけるシーン検出ダイジェスト映像が、検索効率の点で有効である事を検証した。

シーン検出によるダイジェスト映像の、生成速度向上と画質改善を行い、ダイジェスト映像表示を 16 または 64 画面に分割する、多画面ブラウザ動画表示サムネルを開発した。

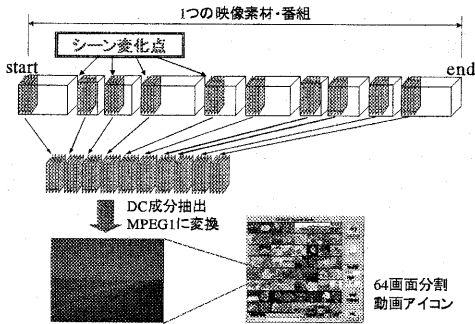


図3 シーン変化点検出方式の概略
Fig.3 The concept of scene change detection

更に、多画面方式の検索における最適画面数を求めるため、視線追跡装置を導入し、容易性、高速性、見易さの実験を行い、静止画での最適有効画面数として16画面という結果を求める事ができた。また、同じ視線追跡装置を使い、動画による最適な多画面分割画面数の評価実験を実施し、視覚検索方式の有効性を、静止画、動画ダイジェスト、静止画ダイジェストのそれぞれにおいて比較検討し、実用方式を導き出した。

3.3 映像ネットワークマルチ配信技術

効率的なネットワーク配信を目指して、アクティブルータを用いたオンデマンドのネットワークスキームを考案し、最適なネットワーク配送が可能な構造を追求した。図4に「Tree構造」の構築を示す。この考え方を使い、異なる到着時間のユーザ要求に対し、どうやって同じビデオコンテンツを、ネットワーク上でMulticast 配信するかをシミュレーションし、ユーザ数が多いほど、サーバの負荷減少率が向上するが解析できた。

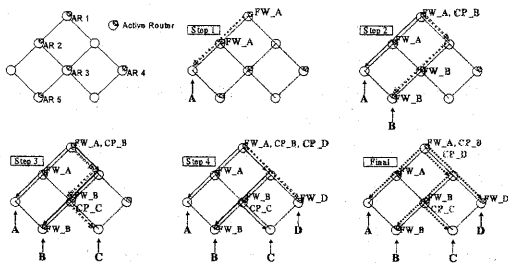


図4 AVDツリーの構造
Fig.4 The structure of AVD tree

3.4 MPEG-7によるコンテンツ検索

3.4.1 当初のコンテンツ検索

YRCにおける映像素材の検索には、2つのステップにより行われていた。第1ステップは、文字情報による候補コンテンツの絞り込み。第2ステップは、第1ステップにより絞り込まれた複数の候補コンテンツを、視覚的なブラウジングにより確認することである。こ

れによってユーザは意図するコンテンツをより詳細に絞り込むことになる。

3.4.2 解決すべき課題

ブロードバンド対応型で、誰もがWebを通じて活用できる開かれたアーカイブにするための問題点としては、アクセス端末の検索制限、検索用配信映像容量大、画質保持などが挙げられるが、まず素材に付与されている検索用メタデータの問題点を取り上げた。これは、当初使用していた検索メタデータのフォーマット及び記述内容は、本センターのみで有効であり、一般性があるとは言えず、将来性に欠ける。そこで、一般性のあるメタデータの採用とそれを用いたアプリケーション構築を行った。

素材分類は、当初の管理者サイドによる分類を見直し、地域密着アーカイブの特徴を生かしたカテゴリに変更し、ユーザにとって解り易いものにした。

更に、オブジェクトの固有名詞にはその上位概念の記述も加えた。記述の内容に関して登録者の主観に左右されないように、形容詞など抽象的な表現は使用せず、名詞句のみの記述とした。

3.4.3 MPEG-7/MDSへの変換

再検討された検索記述内容を、MPEG-7 Part.5 MDS [7]のスキームに当てはめる。1つのシーンに含まれるオブジェクト毎の名詞句を記述するので、検索語付与の最小単位は“object”とし、オブジェクトをまとめた単位を“AudioVisual id=“Scene-n (n=1.2.3....)””、さらに、シーンをまとめた単位を“AudioVisual id=“program””とした。映像素材の構成と抽出された記述スキームとの関係を図5に示す。

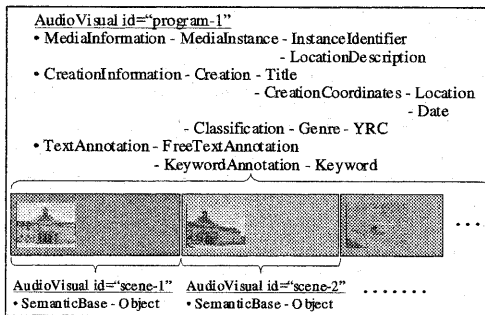


図5 MDSを用いた記述例
Fig.5 An example of a description using MDS

映像素材全体に共通な記述として、cid、タイトル、素材分類、キーワードなどをまとめ、シーンにはオブジェクト記述を行い、階層構造を図ったYRCオリジナルのMPEG-7準拠検索プロファイルを構築した。さらに、Web上で検索するための実験用検索アプリケーションを開発した。代表画面を図6に示す。

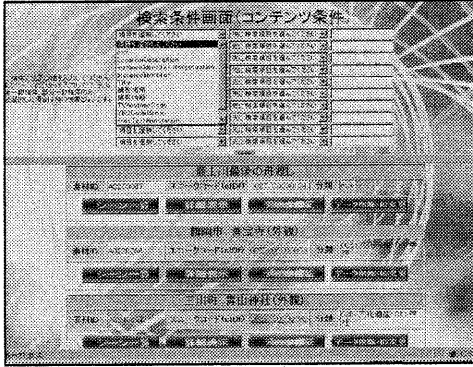


図6 MPEG-7 準拠検索ブラウザ
Fig.6 GUI of MPEG-7-based retrieval application

4 統合システムの研究

4.1 MPEG-7 と cId の融合

YRC では、デジタルコンテンツ検索の整備構築として、一般性のある検索記述手法の導入を目的とした MPEG-7 記述方式と、デジタルコンテンツ制作・流通環境の整備構築を目的とした cIdf 準拠の属性情報の其々のデータを一緒にせず別々管理し、必要な時にリンクさせる方法を用いた。両方式を有機的に結合するためには、両 DB 共 XML 構成されていることを利用し、cIdf で用いている cid を共通キーとすることとした。このことで、cid を通して相互乗り入れが可能になり、ユーザにとって双方からのデータアクセスが容易となる[8]。

MPEG-7 とコンテンツ ID の cid と呼ばれるユニークコードでリンクした記述例を図 7 に示す。ここではユーザがコンテンツ記述を認識するハイ・レベルの特徴記述のみを採用している。このようなコンテンツ記述を施すことで、MPEG-7 は、さらにデータの相互運用性を確保するための各種諸元および機能を提供する事ができる。

```

<MediaInstance> MPEG-7
<instanceIdentifier organization="cIdf" type="cIdf_v1.1"
encoding="base16">002700071700</instanceIdentifier>

- <unique_id>
  <version>0</version>
  <region>0</region>
  <centerNumber>27</centerNumber>
  <intranumber>00071700</intranumber>
  </unique_id>
  
```

図7 cid 記述例
Fig.7 The example of cid description

4.2 実証実験

4.2.1 概要

実証実験の目的は、1:コンテンツホルダービジネスとして、併設されている山形県マルチメディア開発推進協議会の所有コンテンツの2次活用と、2:将来の

ID 管理センター構築の可能性と評価検証、3:コンテンツ配信・配送システム基盤の検証である。

所望するコンテンツの特定は、オリジナルコンテンツでなく参照用コンテンツ (MPEG-4 等の高圧縮映像) を使用する。コンテンツを検索し、cid を抽出し、著作権等のメタ情報を取得する。この結果コンテンツの再利用を決定し使用契約後、コンテンツ発注プロセスに入る。オリジナル画像に対して、電子透かしはオプションとして、DCD 等の情報をヘッダーに付けて配信 (配送) し、遠隔編集などで活用する。実証実験の仕組み概要を図 8 に実験方法を示す。

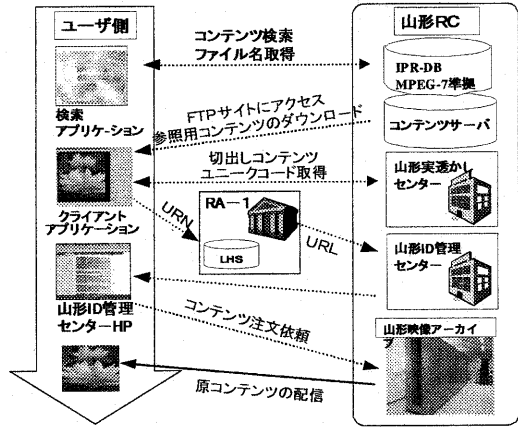


図8 YRC 独自実験のフロー
Fig.8 The flow of YRC content experiment

この実証実験により、オリジナルの MPEG-7 プロファイルを用いた検索アプリケーションを実装し、検索からメタデータ取得に至るメタデータハンドリングの検証ができた。

4.2.2 実証結果

- 今回の実証実験を結果についてまとめる。
- ・ID 管理センターとして、cIdf 準拠のデータベースを構築することができた。
- ・MPEG-7 による YRC 独自のプロファイル構築と実装を行い、検索アプリケーションソフトを実装、Web からの検索が可能になった。
- ・従来のテキストベースのフラット型記述と、MPEG-7 記述を用いた階層化した記述を比較し、記述面での効率化に寄与した事を確認した。

5. ペタバイト級マルチユースアーカイブ技術の研究開発実績

蓄積メディアでは、磁気テープメディア・HDD・DVD それぞれを各々の特徴を生かせるメディア構成配置とした実用的なハイブリッド型アーカイブシステムを構築した。

磁気テープメディアでは、7,200巻を基本ユニット化した自動装填ロボット方式は、フレキシブルな構成と機能の拡張性を持ったシステムであり、新規性と独自性を兼ね備えている。システムの構成要素的にもDVDメディアへの展開が容易な構造とした事で、今後、新蓄積メディアへのスムーズな移行も可能にした。

文字と多画面表示のダイジェスト映像でおこなえる、視覚的検索システムを構築し、効率化を図った。この検索システムでは、映像のシーン変化点を自動検出し、常時、特定シーンからシーケンスビュー機能を持つ映像シーケンス検索方式を確立し、それを活用しダイジェスト映像の生成を確立した。また、素材ベースでのコンテンツ検索方式を検討し有用性を確認、業界提案することができた。

広帯域を必要とするコンテンツオンデマンド配信方式のシミュレーションにより、適正なマルチキャスト機能を実現し、多人数配信におけるサーバ側の負担やネットワーク全体のコストを軽減することができた。これは、今後のコンテンツ流通ビジネスに寄与すると思われる。

MPEG-7記述子を用いた検索実験は、業界初めての試みとして成功を収めた。この結果をベースに、多くの素材映像を持つ自治体へのアーカイブ提案が可能となった。また、MPEG-7記述とコンテンツIDの両DBへの相互乗り入れは、意識せずに双方からのアクセスが容易となった。

国際標準に準拠したコンテンツID付与による外部団体との共同実験では、業界初めての実証実験に参加し外部からのアクセスを検証した。この結果、開かれた山形映像アーカイブを目指す為の基盤技術の確立が確認できた。また、今後のアーカイブ映像の利用方式としてWeb等のネットワークを利用したコンテンツ流通の分野へ適応可能なビジネスプランの提案を行った。

6. 山形県デジタルコンテンツ利用促進協議会

通信・放送機構としてのスキームは平成15年3月で4年間の研究は全て終了した。同年4月より本センターの機材およびコンテンツは、山形県に移管され新たに山形県デジタルコンテンツ利用促進協議会が発足した。

本協議会の活動趣旨としては、受け継いだ機材やコンテンツを用い、山形県内の企業・団体と共に新しいビジネスを送出することにある。現在、このようなアーカイブを活用したビジネスモデルは数少ないのが現状であり、本協議会の動向は注目されるであろう。

図9に概念を示し下記に取り組んでいる事業内容を紹介する。

6.1 事業グループによる新規ビジネス送出

本協議会のコアメンバーで県内外の主たる企業・団体の代表が会員となり、その中からグループリーダー

が選出され、アーカイブコンテンツを用いた様々なビジネスモデル創出のため、他の会員とワーキンググループを構成した。グループリーダーは、放送、通信、デザイン、メーカー、官の分野から選ばれ、各分野での専門知識を生かした事業内容が創出される予定である。

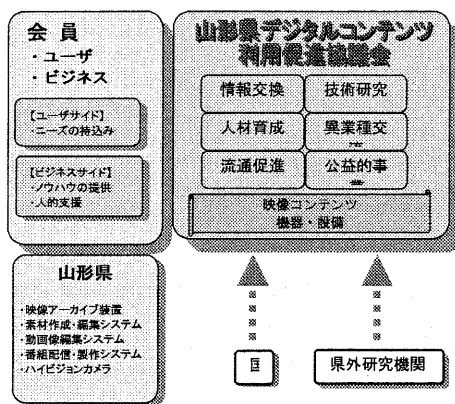


図9 YDCCの事業概念
Fig.9 The concept of YDCC project

6.2 利用促進事業

コンテンツの利用促進のため、当協議会保有の映像コンテンツの会員への貸出、さらに当協議会が管理する機器の会員への貸出及び利用支援を行う。コンテンツは編集されていない素材が約2600タイトル、パッケージ番組にしたものが約400タイトルほどある。

この事業では、県民がデジタルコンテンツの撮影や制作に関心を抱いてもらい、「誰もがコンテンツクリエイターになれる」という芽を育てることにある。他には、隣接する東北芸術工科大学のゼミに対する研修会、小中学校の体験学習や放送委員会への出張指導などがある。また、保有コンテンツのPR活動も行う。

6.3 会員交流・人材育成事業

会員間の情報交換円滑化や協議会メンバースキルアップに繋がる事業を行う。

研修会として派遣講師等によるテーマ毎の勉強会開催や、フォーラムの企画・開催情報の配信などがある。

6.4 公益事業

設立当初から行われてきたコンテンツ収集活動。失われつつある伝統芸能や伝統工芸、日々変化する街並みなど後世に残したい今の山形を、デジタル映像をして撮影しアーカイブ登録していく事業。また、過去のフィルムなどをテレシネ変換する作業もある。

また、今まで撮影された映像の著作権や肖像権をクリアにすることが大きな作業の1つである。

6.5 研究開発等事業

協議会の技術力向上のため、協議会のメンバーが

他の団体等が行うデジタルコンテンツに係る研究開発に参画し、その成果を協議会にフィードバックする。

現在は東京大学先端科学研究センターと連携を図り、コンテンツ流通に関する技術について研究を重ねている。また、フォーラム cIDf に参画しており、ID管理センターとしての機能も有している。

6. 6 広域連携事業

デジタルコンテンツに関わる県域を越えた他自治体・企業との連携。ここでは研究開発やアーカイブ格納エリアの提供なども含まれる。今のところ大阪 SKYLAB 様、佐賀県デジタルコンテンツ著作権管理推進協議会様との連携を模索している。

7. まとめと今後の展開

2003年3月までの4年間にわたり、大容量アーカイブを活用したコンテンツハンドリング技術について研究を重ねてきた。本プロジェクトの開始時は、ITなどのデジタル技術の展開期で、放送の多チャンネルや高画質化が視野に入りつつあり、放送業界では、良質なコンテンツの大量供給が課題であった。

実際、デジタル放送の現場では、番組用コンテンツの供給不足が指摘され、質の高いコンテンツ制作の環境整備が急務とされた。更に、放送番組の制作・流通・保存という観点から、アーカイブ装置の開発とそれを用いたコンテンツ供給システムの開発が課題とされた。

このような時代背景の中、あらゆる視点で研究を行い多くの成果をあげてきた。以下に本プロジェクトで立証した項目をまとめる。

■デジタルコンテンツ制作・編集技術の集積

- ・膨大な地域関連映像音声情報の素材蓄積とアーカイブ化技術
- ・高速ネットワーク経由、IP ベース映像素材の遠隔編集技術

■映像コンテンツの効率検索技術の確立

- ・マルチ画面採用による視覚検索方式の実用化
- ・MPEG-7 記述導入による、素材映像に対する検索メタデータの提案

■コンテンツ著作権保護技術のアーカイブ応用

- ・コンテンツ ID によるコンテンツ管理システム体系化の導入
- ・ネットワークを介したコンテンツ ID 管理の実用化技術
- ・コンテンツ配信ネットワークへの適応技術
- ・アクティブネットワークを用いた多画面映像ダイジェスト配信の実用化

2003年4月以降は、組織を新たに“山形県デジタルコンテンツ利用促進協議会”の設立により、アーカイブとデジタルコンテンツを活用したビジネスを創

出することとなった。協議会メンバーは、企業・団体より約80集結しており、地域に密着した産業の開拓にスタートしている。

【参考文献】

- [1] 前原文雄、川畑優、比企春夫、丹野義和、伊藤学、長谷川文雄 “大容量アーカイブ活用型放送番組制作システム” : 信学論 B Vol. J84-B No.4 pp.809-817 (2001)
- [2] 丹野義和、前原文雄、関谷里美、伊藤学、露峰浩、長谷川文雄 “大規模自動装填ロボットにおけるペタバイト級アーカイブシステム” : 信学論, D-II Vol. J84-D-II No.6 pp.1102-1111 (2001)
- [3] 川畑優、長谷川文雄 “電子透かしによる画像劣化の一検討(2)” : 映情学年次大会, 11-2, Aug. 2002
- [4] 比企春夫、前原文雄、川畑優、長谷川文雄 “大容量アーカイブのための多地点間遠隔編集システム” : 映情学冬季大会 pp.7-13, Nov. 1999
- [5] B.S. Manjunath, P. Salembier and T. Sikora : “Introduction to MPEG-7 - Multimedia Content Description Interface”, John Wiley and Sons. (2002)
- [6] cIDf : www.cIDf.org/
- [7] ISO/IEC FDIS 15938-5 : “Multimedia Content Description Interface - Part 5: Multimedia Description Schemes”, JTC1/SC29/WG11/ N4242, (Oct. 2001)
- [8] Yoichi Ishibashi, Takuyo Kogure, Yoshikazu Tanno, Manabu Ito and Fumio Hasegawa: “Verification Tests Approach based on “MPEG-7 over cID” for the Large Scale Video Archive - IPR Management and Subjects of Contents Distribution - “ IWAIT2003, pp236-239, 21-22, Jan 2003

以上