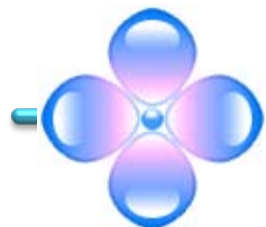


SCOPE(国際競争力強化型研究開発)

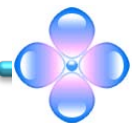
# 次世代光関連技術を用いた 超高速画像情報検索・著作権 管理技術の研究開発



研究代表者

日本女子大学 小舘香椎子

# SCOPE(国際競争力強化型研究開発)に係る 研究開発課題



## 次世代光相関技術を用いた 超高速画像情報検索・著作権管理技術の研究開発

申請者らが保持している光相関アルゴリズムとホログラフィック光ディスクという二つの先端技術を融合させ、動画照合や大容量データなどに対応できる次世代光相関サーバを開発する。

さらにディスクやデータ構造の標準化や、新しい超高速画像情報検索・著作権管理技術システムおよびサービスの構築を行う。

研究期間：平成20年8月～平成23年3月

研究代表者：日本女子大学 小舘香椎子

研究分担者：

日本女子大学 渡邊恵理子、駒井友紀、小川賀代、水野潤

津田塾大学 小舘亮之

パルステック工業(株) 遠藤政男、丸山洋一、伊藤晴久

研究開発費総額：53,821.4千円

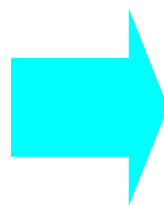
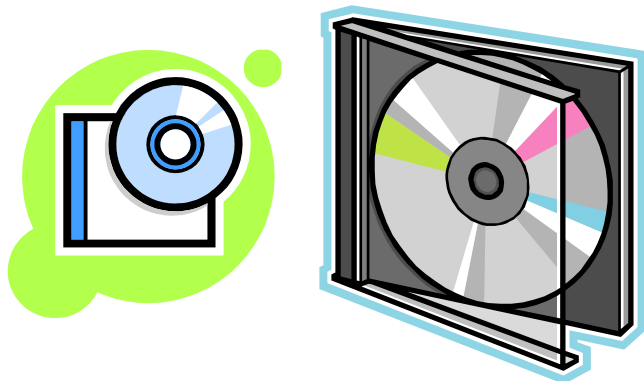
# 発表概要



1. 研究背景
2. 研究開発の目標・体制・工程
3. 研究開発の成果
  - － 技術開発
  - － 標準化
  - － アプリケーション
4. まとめと今後の展開

# 研究背景: 情報コンテンツの移り変わりによる著作権侵害

パッケージメディアから



インターネット流通へ



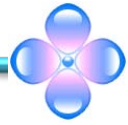
世界中の動画共有サイトの動画数 3億件

1日の動画投稿数 数十万件

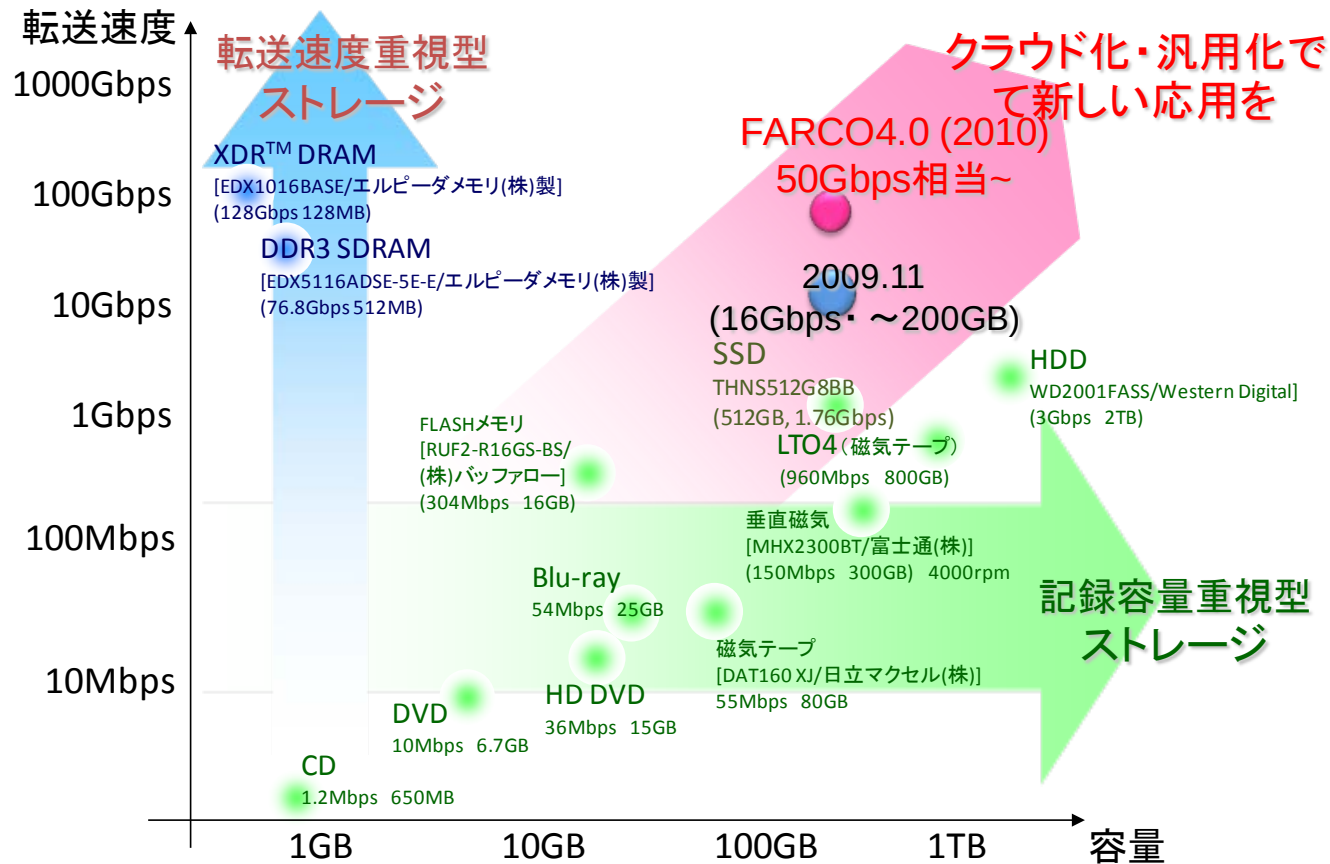
コンテンツ流通環境の“激変”による  
既存ビジネスモデルの崩壊

著作権料の支払いや広告収入、不正画像の警告や削除、  
新しい著作権管理技術の要求

# 光相関サーバの位置づけ



データ量・演算容量が増えるとサーバ数・電気容量が爆発  
HDDからの転送速度がボトルネック



サーバ数十台以上を1台で担える光相関サーバで解決を

# 研究開発の目標



コンテンツ流通が自在に可能なネットワーク社会へ向けて、  
超高速次世代光相関サーバや著作権管理システムを構築

## —技術開発—

1. 次世代光相関サーバの開発
2. 汎用データに利用可能なフォーマットの設計

## —標準化—

3. 光検索ディスク(HRD)の標準化、入力、出力部分の標準規格検討

## —アプリケーション—

4. 次世代光相関技術を利用した新しい超高速画像情報検索・著作権管理技術システムおよびサービスの構築
5. 研究機関との異業種連携による新規ビジネス&サービスの創出

# 研究開発の実施体制

プロジェクト総括: 日本女子大学 小舘香椎子教授

事務局

標準化検討委員会

標準化

津田塾大学(小舘)  
パルステック工業(遠藤)  
日本女子大学

光相関・検索  
技術開発

日本女子大学(渡邊)  
パルステック工業(遠藤)  
津田塾大学(小舘)

アプリケーション  
応用・サービス

日本女子大学(小川)  
津田塾大学(小舘)

ソフトウェア開発

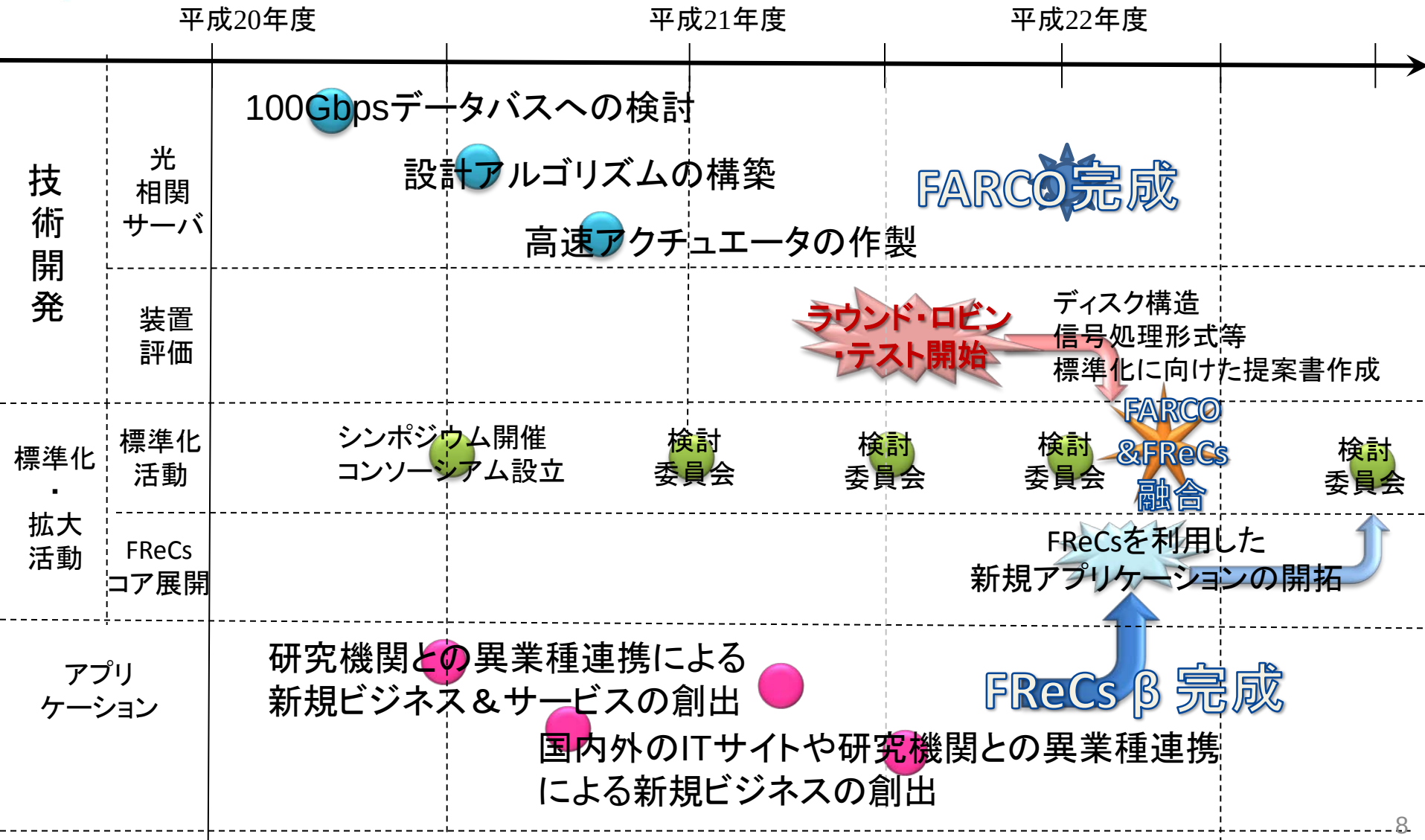
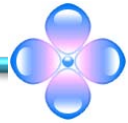
静止画認証システム  
津田塾大学

動画・著作権管理  
日本女子大学

ハードウェア開発

ホログラフィック光相関装置  
パルステック工業  
日本女子大学

# 研究開発の工程





# 研究開発の成果



## —技術開発—

### 1. 新しい要素技術の開発

- 量産されている市販の非球面対物レンズを光相関器に採用し、面ぶれ100 $\mu$ mのディスクを用いたフォーカスサーボ特性は3600rpm位までの追従性があることを確認した。

### 2. 次世代光相関サーバの開発

- 実用化を見据えてドライブメーカ、メディアメーカ、システムメーカと融合して基礎から戦略的に研究開発を行い、プロトタイプシステムの開発に成功した。

## —標準化—

### 1. 符号化手法の確立

- 1ページに多数のクラスタする符号化手法を確立し、汎用化・高速化を行った。

### 2. ホログラフィック検索ディスクの標準化

- 光検索用ホログラフィックディスクの標準化に向けた材料評価を実施。

## —アプリケーション—

### 1. 超高速画像情報検索・著作権管理システム開発

- コンテンツホルダ、放送事業者など数10社の協力を得て実施した。現在もサービス運用中。

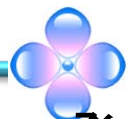
### 2. コミック動画検索システムの開発

- 動画共有サイトに投稿されているコマ割り、カラー化など改変されている違法コミックの検索を行い、その実態を調査した。

### 3. 著作権管理新規サービスの創出

- 複数の検索システムを組み合わせることにより、インターネット上を広範囲に、効率的に検索する新規サービスを創出した。

# 発表論文・特許・商標・など



## • 発表論文・国際会議、国内学会発表

- [1] “ホログラフィックメモリを用いた全光型相関システムー画像検索への応用ー”、レーザー研究; Vol.38, No.5, pp.369-374(2010)
- [2] “Ultrahigh-Speed Optical Correlation System Using Holographic Disc”, Japanese Journal of Applied Physics; vol. 47 pp. 5964-5967(2008)
- [3] “Removable fieldstone security key used in random pattern optical multiple recording”, Japanese Journal of Applied Physics; Vol. 47 No. 7, pp. 5960-5963(2008)

## • 特許・商標

- [1] 画像情報記録方法及び画像情報照合システム、2009年8月28日、PCT/JP2009/004195
- [2] 動画データの照合システム、日本、2009年1月14日、特願2009-005899
- [3] コミック閲覧システム、日本、2011年2月9日、特願2011-26588

## • 受賞

- [1] 小舘香椎子、IWHM Award受賞(International Workshop on Holographic Memories 2008)
- [2] 小舘香椎子、MOC Award 受賞(Microoptics Conference 2009)
- [3] 小舘香椎子、文部科学大臣表彰 科学技術賞(2010)

# 発表論文・特許・商標・など



## 報道

1. 2008年10月20日日刊工業新聞  
「未来を駆ける新進研究者列伝①」  
光コンピューティング「5年後に花」
2. 2010年1月26日、日刊工業新聞「違法動画を高速検出 ネット上、映画1本0.1秒」
3. 2010年7月29日 日刊工業新聞  
「テクノ編集局 違法コピー動画検知 世界標準の"サイバー警察" わずか2秒の不正利用も御用」

2010年1月26日  
日刊工業新聞

日本女子大  
違法動画を高速検出  
ネット上、映画1本0.1秒

日本女子大学の小嶋清子准教授らは、違法動画を高速検出する技術を開発した。従来の検出方法は、動画の全フレームを逐次解析する必要があるが、この技術は、動画の特定の部分だけを解析することで、検出速度を大幅に向上させた。また、検出精度も従来の検出方法よりも高い。この技術は、著作権保護やセキュリティ対策などに活用される見込みがある。

圧縮したデータに、圧縮率を上げることで、検出速度をさらに向上させた。また、検出精度も従来の検出方法よりも高い。この技術は、著作権保護やセキュリティ対策などに活用される見込みがある。

33 2010年7月29日(木) 日刊工業新聞 Business & Technology

違法コピー動画検知

テクノ編集局

世界標準の"サイバー警察"

わずか2秒の不正利用も御用

字幕追加など複雑な改変見破る

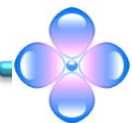
90%以上

サイバー犯罪被害件数の推移

| 年    | 件数     |
|------|--------|
| 2005 | 約1,000 |
| 2006 | 約2,000 |
| 2007 | 約3,000 |
| 2008 | 約4,000 |
| 2009 | 約5,000 |

2010年7月29日  
日刊工業新聞

# 人材育成・雇用に対する効果



- 研究開発に参加した技術者、研究者：

10名（内人件費計上対象 8名）

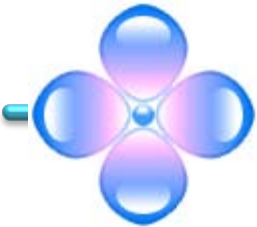
- 研究開発に参加した学生：

学部生 8名、修士課程6名、博士課程1名

（人件費計上 10名）

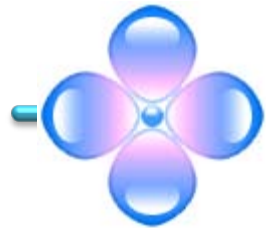
卒業後は主にメーカーの研究機関で、研究開発に携わっている。本プロジェクトの参加学生全員が女子学生であり、先進国の中で著しくその比率が少ない(13.6%)我が国における理系女性の育成に大きく貢献した。

# 成果の詳細



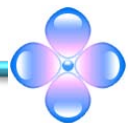
- 技術開発
- 標準化
- アプリケーション

# —技術開発—



- 新しい要素技術の開発  
(光相関用高速アクチュエーターの開発)
- 次世代(超高速)光相関サーバの開発

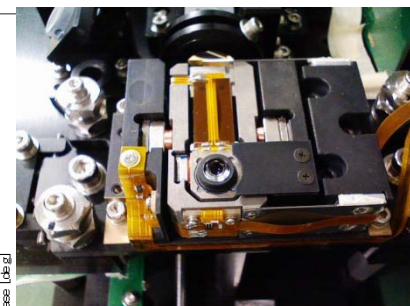
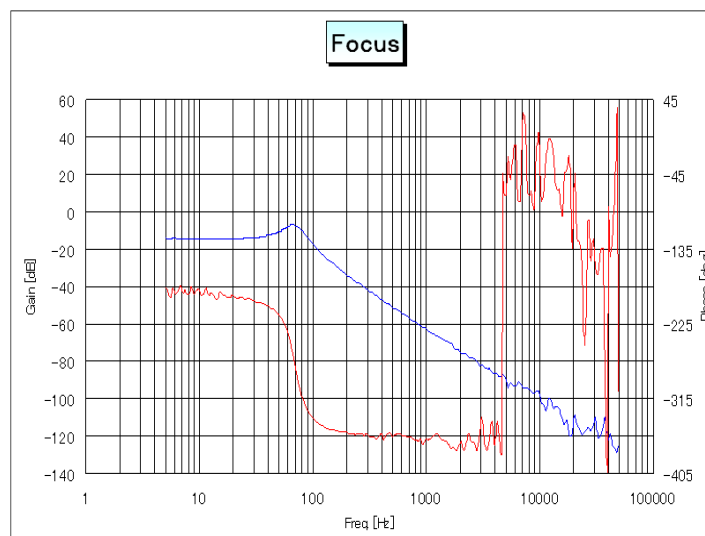
# 光相関用高速アクチュエーターの開発 (Focus&Track)



**Focus Servo: 面ぶれ100  $\mu$  mのDISCで約3600rpm追従**

| ¥1gouki         | Focus周波数特性                |
|-----------------|---------------------------|
| 共振周波数( $f_0$ )  | 67.45 Hz                  |
| Q値( $f_0-5$ Hz) | 7.04 dB                   |
| 振幅感度(5Hz)       | 0.20 mm/A                 |
| 加速度感度(1kHz)     | 28.77 m/S <sup>2</sup> /A |
| 位相(1kHz)        | -364.14 deg               |
| 位相(5kHz)        | -70.37 deg                |
| 位相(10kHz)       | -60.25 deg                |
| 高次共振            | 25.06 kHz                 |

| 共振周波数検索  |          | 高次共振検索   |          |
|----------|----------|----------|----------|
| Freq     | Gain     | Freq     | Gain     |
| 67.44814 | -6.98762 | 25059.36 | -77.9175 |



**Tracking Servo: 偏心32  $\mu$  mのDISCで約1200rpm追従の実現**



# 超高速光相関サーバの開発

光相関アルゴリズム＋ホログラフィック光ディスク

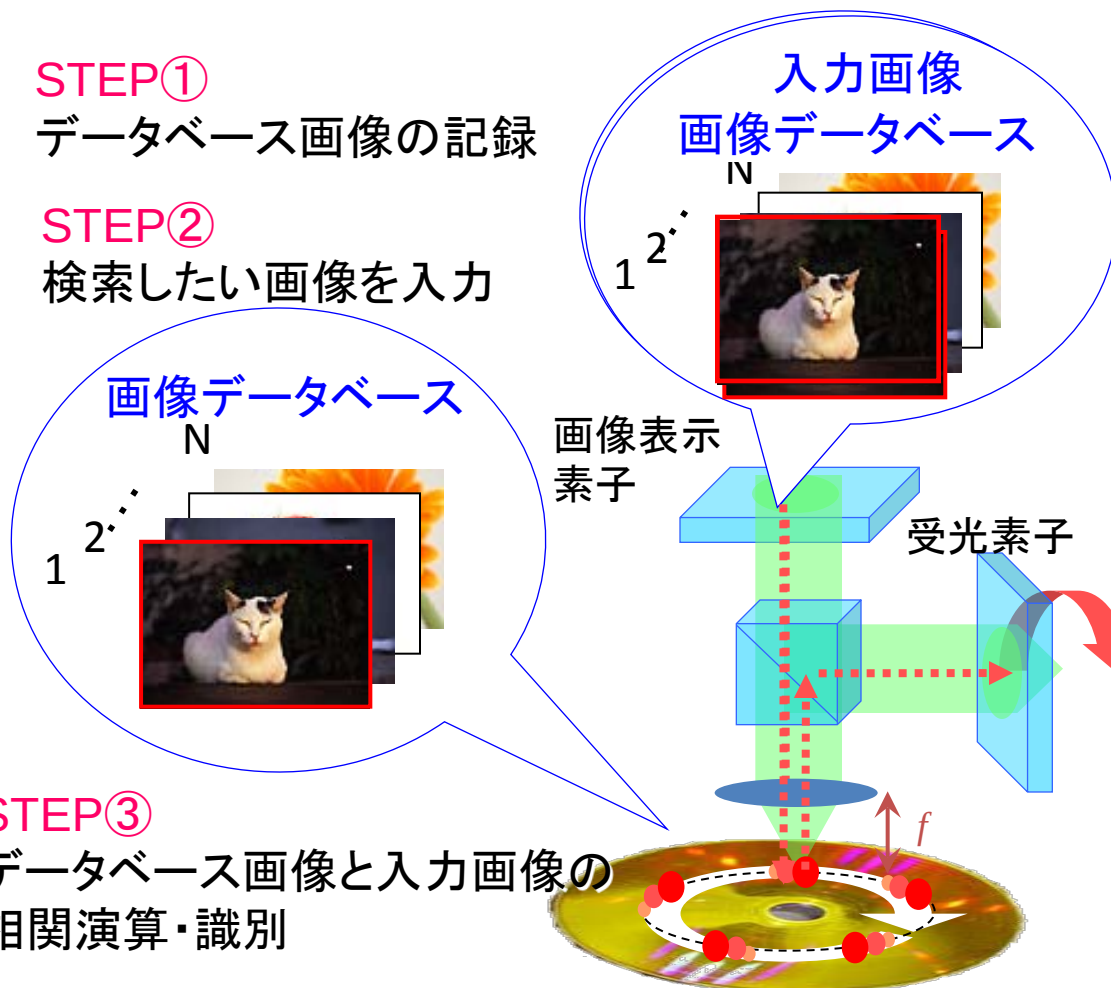
究極の光相関演算システム  
サーバ数十台分以上

## STEP①

データベース画像の記録

## STEP②

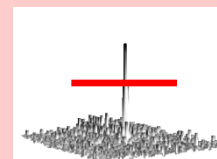
検索したい画像を入力



## STEP④

相関演算結果(光強度値)の取得

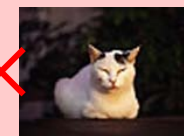
相関演算結果



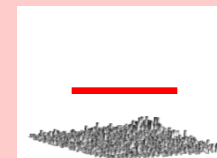
自己相関



データベース  
画像1



入力画像1



相互相関



データベース  
画像2



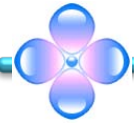
入力画像2

## STEP⑤ 相関信号の識別

しきい値より上: 自己相関  
しきい値より下: 相互相関



# 開発した光相関サーバの性能



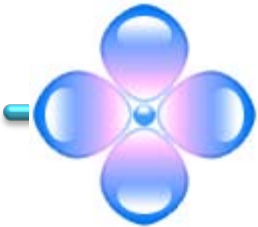
画像転送速度 $V_{tr}$ [bit]の関係式

$$V_{tr} = \underbrace{P_x \cdot P_y}_{\text{画像サイズ}} \cdot \frac{2\pi}{\underbrace{d}_{\text{多重間隔}}} \cdot \frac{\overset{\text{回転数}}{\underbrace{R}_{\text{回転数}}}}{60}$$

最外周における光相関演算の転送速度換算

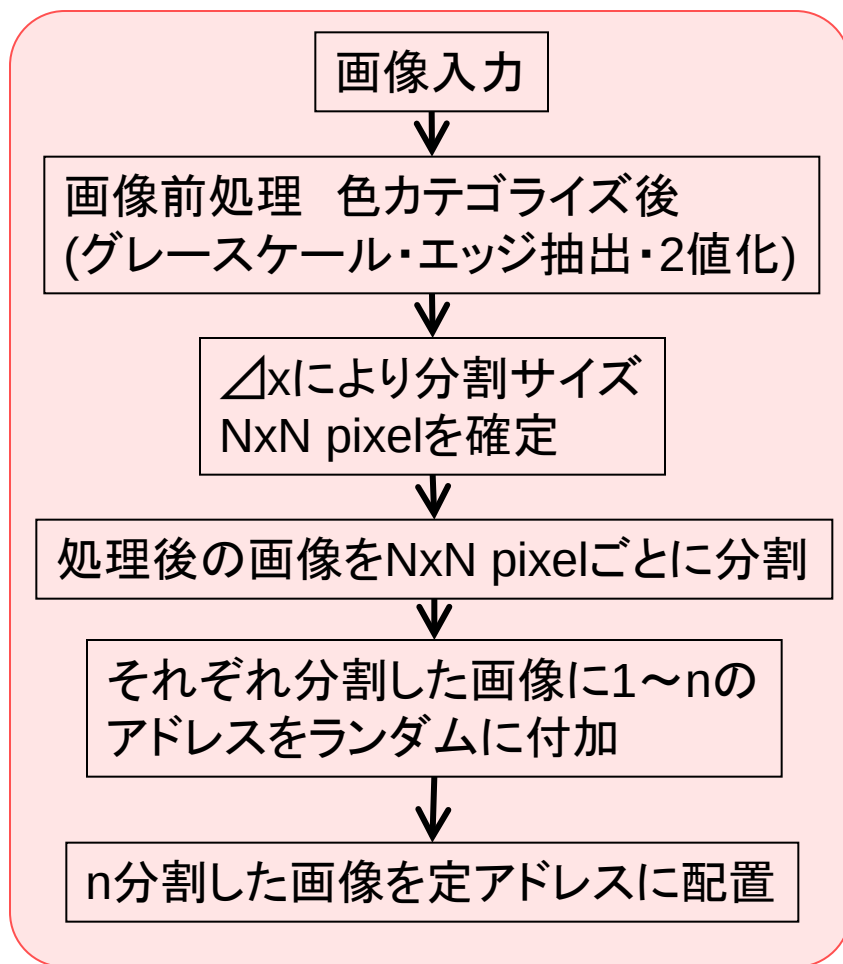
| 多重間隔 $d$<br>( $\mu\text{m}$ ) | 回転数 $R$<br>(rpm) | 相関演算速度 $V_{tr}$<br>(frame/s) | 320x240 pixel での<br>画像転送速度 (Gbps) |
|-------------------------------|------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| <b>10</b>                     | 1200             | 753,600                      | 58                                |
|                               | <b>2400</b>      | <b>1,507,200</b>             | <b>115.2</b>                      |
| <b>5</b>                      | 1200             | 1,507,200                    | 116                               |
|                               | <b>2400</b>      | <b>3,014,400</b>             | <b>230.4</b>                      |

# —標準化—

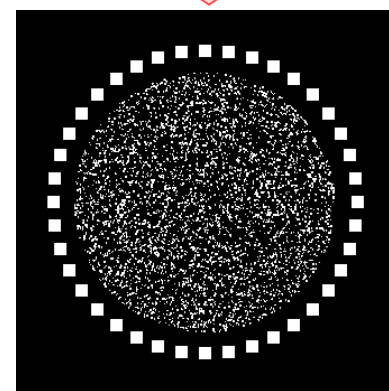


- 符号化手法の確立  
(入力データの光相関用符号化)
- 光検索用ホログラフィックディスクの標準化

# 入力データの光相関用符号化



Video#001  
光相関用  
データ符号化



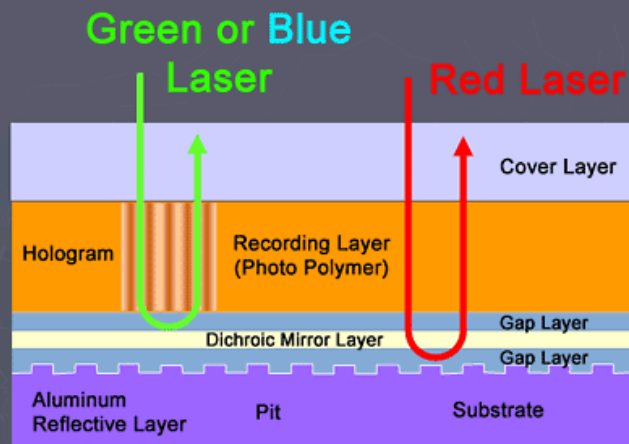
Video#001'

多重度・ロバスト性・線形性の全てを最適化したデータ設計手法の確立に成功

S/N比、2倍以上向上、光相関技術の精度向上

# 光検索用ホログラフィックディスクの標準化

## HVD Disc Structure



ホログラフィック・バーサタイル・ディスク (Holographic Versatile Disc、HVD)はHSD FORUMによりECMAで標準化が成された。Blu-ray Disc(ブルーレイ)やHD DVDの次の世代に位置づけられる光ディスク規格である。HVDでは赤と青緑の2色のレーザーを使い1本のビームにまとめて照射する。

## 光検索用ホログラフィックディスクの標準化

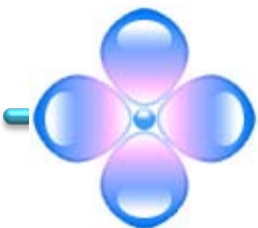
HSD FORUMの協力の下、検索エンジンに適合したホログラム材料の標準化を行うためのデータを取得するラウンドロビンテストを実施した。

現状のホログラム材料が検索エンジンで検討している多重性能を満足するかどうかの確認をクーポンで評価し、標準化を推進中



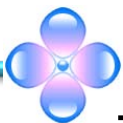
富士フイルム、パルステック工業株式会社を含む18社等で構成  
光検索用ディスクの標準化に関して、材料メーカと共に評価を進行中

# ーアプリケーション・新規サービスー



- 超高速画像情報検索・著作権管理システム開発
- コミック動画検索システムの開発

# 超高速画像情報検索・著作権管理システム開発



高速・高精度な動画識別システムを提案しアルゴリズム構築

- ① 高速特徴動画抽出方法「高速モード・高精度モードの自動切換え」
- ② 動画像規格化「縦横比・枠の高精度規格化」
- ③ 色・形データカテゴライズ「色・形によるカテゴライズ」
- ④ 高速バイナリマッチング「マルチコアCPU最適化プログラムによる高速化」

基準データ一覧 | 基準データ新規追加 | 動画処理一覧 | システム設定

**FReCs**

## 動画名

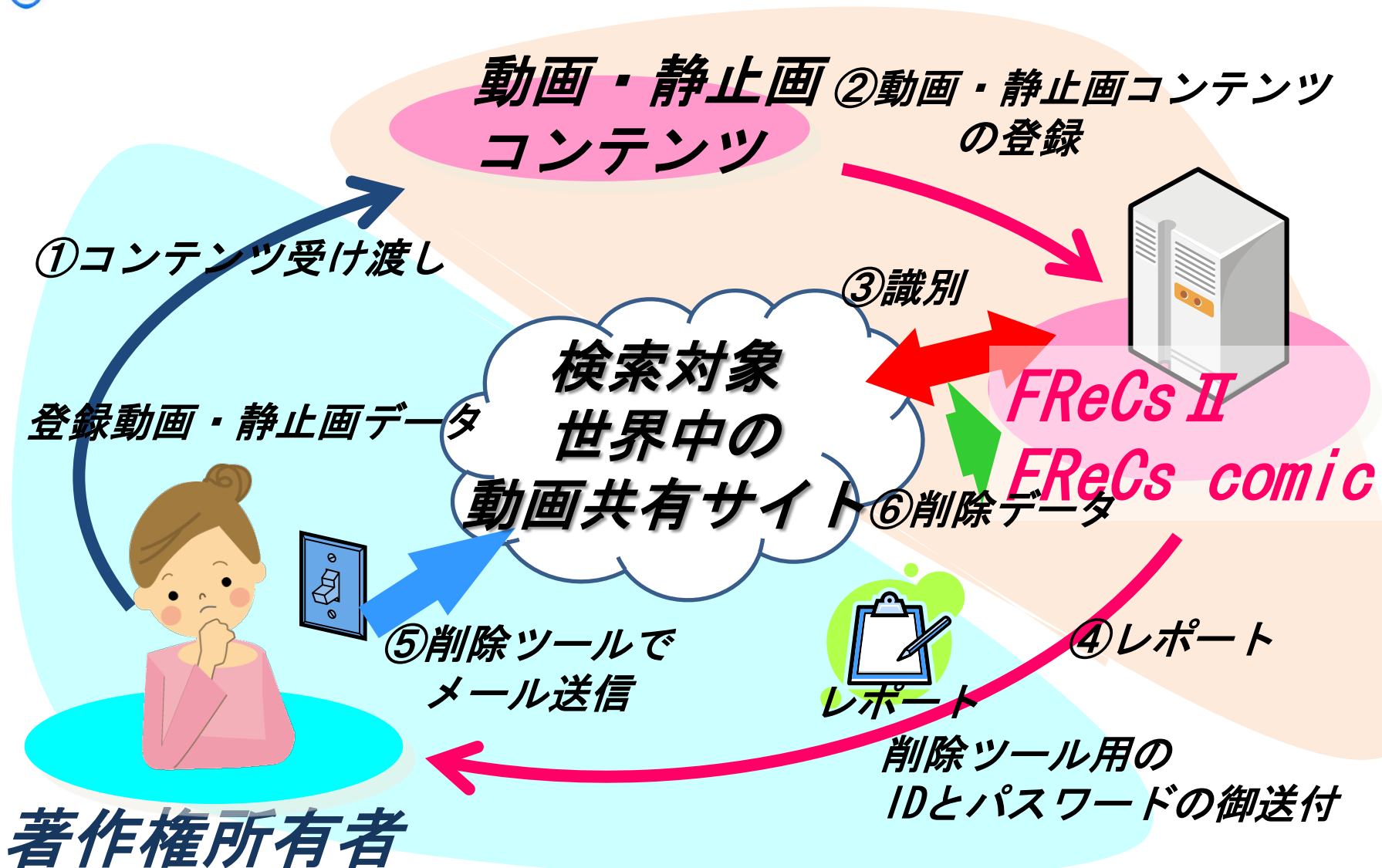
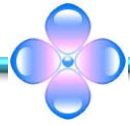
除外ユーザー名  一致率  以上  
表示データ 全て  以降 再生時間  秒以上 再生回数  回以上

チェック結果の一覧です。  
8545 件中 6 - 10 件目

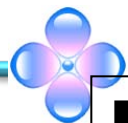
< 1 2 3 4 .. 1709 >

|         | DATA                                                                                                                                                                                                                                                                                           | RATE <input type="checkbox"/> | DATE                          |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| サムネイル画像 | <a href="http://www.youtube.com/watch?v=ggf9u2K...">URL:http://www.youtube.com/watch?v=ggf9u2K...</a><br>3-11 1st Private Hearts - Kiyama Kencho - P...<br>キーワード:"news pacific concert","news pacific ...<br>サイズ:youtube 451100x01:52 451100x713画<br>登録者:wendelvestegush 15年10月47秒<br>コメント:無回答 | 90.58                         | 2008/10/01<br>01:38:42<br>報告済 |
|         | <a href="http://www.youtube.com/watch?v=ggf9u2K...">URL:http://www.youtube.com/watch?v=ggf9u2K...</a><br>3-11 1st NEWS- SHOCK ME vs Devil or Angel live...<br>キーワード:"news dvd","news pacific tour","news ...<br>サイズ:youtube 451100x04:24 451100x1036画                                          | 89.97                         | 2008/10/01<br>00:41:10<br>報告済 |

# コミック動画検索システムの開発 (FReCs comic)



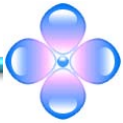
# 開発システムの活用事例



- 平成20年8月から現在まで累計47社・団体に対してシステムを運用。
- 国のプロジェクトに加え、民間企業に継続的に著作権監視サービスを実施。

| 期間               | 事業名                                                                            | 備考                            |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| H20.11<br>～H21.3 | 経済産業省委託事業 「海賊版実態調査研究」(日本女子大学)                                                  | テレビ局・コンテンツホルダを中心とした17社・団体が参加  |
| H21.11<br>～H22.3 | 経済産業省委託事業 「海賊版対策強化事業」(日本女子大学)                                                  | テレビ局・コンテンツホルダを中心とした11社・団体が参加  |
| H21.11<br>～H22.3 | 日本音楽事業者協会委託事業 「ITとサービスの融合による新市場創出促進事業」(日本女子大学)                                 | 動画検索に加えて、写真集などの静止画検索も実施       |
| H22.10<br>～H23.3 | 総務省委託事業 「コンテンツ不正流通対策の共同検知システムの実証実験」(株式会社 Photonic System Solutions)            | 放送コンテンツの検索                    |
| H23.10<br>～H23.3 | 総務省委託事業 「コンテンツの不正流通防止に向けた効率的・効果的なシステムに関する実証実験」(株式会社 Photonic System Solutions) | 放送コンテンツの検索                    |
| H21.4<br>～現在     | ・盗撮動画監視サービス・無許諾動画監視サービス(株式会社 Photonic System Solutions)                        | アニメ制作会社をはじめ26社に対して継続的にシステム運用中 |





# 多様な分野へのアプリケーション

バイOMETRICS応用

動画・音声・画像検索  
著作権応用

汎用データ  
検索&演算

サービス内容

|                                  |    |    |     |             |                  |           |                |            |                  |
|----------------------------------|----|----|-----|-------------|------------------|-----------|----------------|------------|------------------|
| 顔                                | 指紋 | 生体 | DNA | 曖昧な<br>画像検索 | ハイビ<br>ジョン<br>映像 | 著作権<br>管理 | 音声<br>文字<br>検索 | 2次元<br>データ | データ<br>マイニ<br>ング |
|                                  | 静脈 | 細胞 |     |             |                  |           |                |            |                  |
|                                  | 虹彩 | 検査 |     |             |                  |           |                |            |                  |
| 超高速画像・動画検索エンジン                   |    |    |     |             |                  |           | 超高速ベクトル演算器     |            |                  |
| 光暗号化による高セキュアデータ管理                |    |    |     |             |                  |           |                |            |                  |
| 超高速光サーバ FARCO                    |    |    |     |             |                  |           |                |            |                  |
| データ容量200GB以上、データアクセス100Gbpsの内積演算 |    |    |     |             |                  |           |                |            |                  |

詳細な応用  
ターゲット

OS層

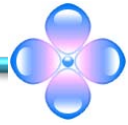
物理層

入力・出力  
データの標準化

データ構造の標準化  
ディスクの標準化

超高速光相関サーバは、多くの応用展開が可能

# 新規著作権管理サービスの創出



5つの検索システムで広範囲を効率的に検索

世界全サイト数: 2.8億サイト (2011年2月)



FReCs image

世界のサイト内画像を対象  
サイトからクロールされた  
画像を対象  
類似画像を検索  
テキスト検索無



FReCs 2



FReCs Me



FReCs Comic

動画共有サイトを対象  
サイト数14サイト内の  
テキスト検索絞り込み  
その後動画照合

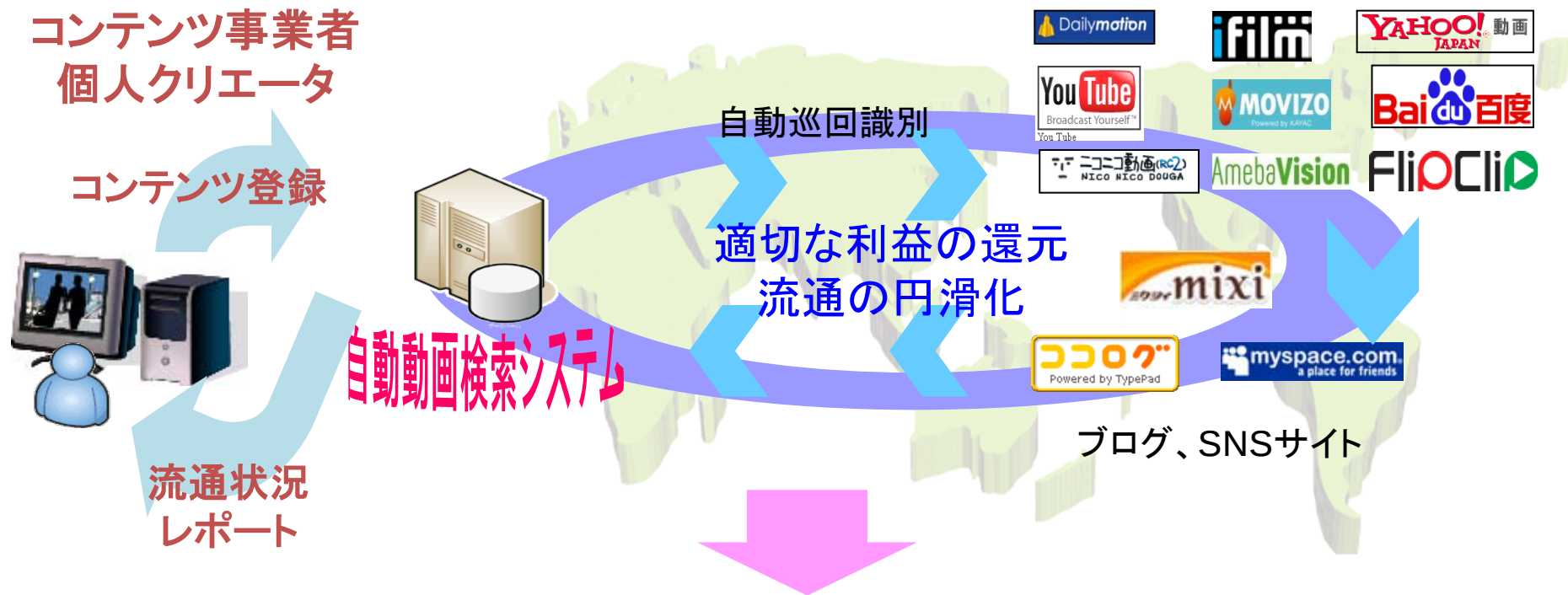
複数検索エンジンを利用  
独自のデータベースによりターゲットサイトを抽出



FReCs Lana

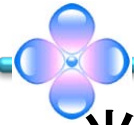
# 今後の展開

## 光相関を使用した超高速自動動画検索システムにより コンテンツ流通を可視化



優れたコンテンツを生み出す正のスパイラルでコンテンツ産業の発展  
光相関サーバを利用した新しいアプリケーションの発展

# まとめ



- 当初の目標を達成した。
- 基礎研究を基に光情報処理システムを提案し、産学連携により実用化装置を試作した。
- 光相関ディスクの国際標準化への推進、クラウド環境におけるソフトウェアシステム実用化を実現し、光相関サーバを実用化に近いレベルまで押し上げた。
- 当初の目標以上に応用範囲を拡げ、放送局や多くのコンテンツホルダへ著作権管理システムを提供した。
- 本プロジェクトにおいて試作した超高速光相関サーバであるハードウェアと、著作権管理システムとしてのソフトウェアは、デジタルコンテンツの著作権管理(DRM)基盤技術の一部として、国内外において確固たる地位を築いたと確信する。