

# ハイビジョン映像からの講義映像の自動生成 とその効果

-講義映像の公開を通じて感じたこと-

数学ソフトウェアとフリードキュメントVIII

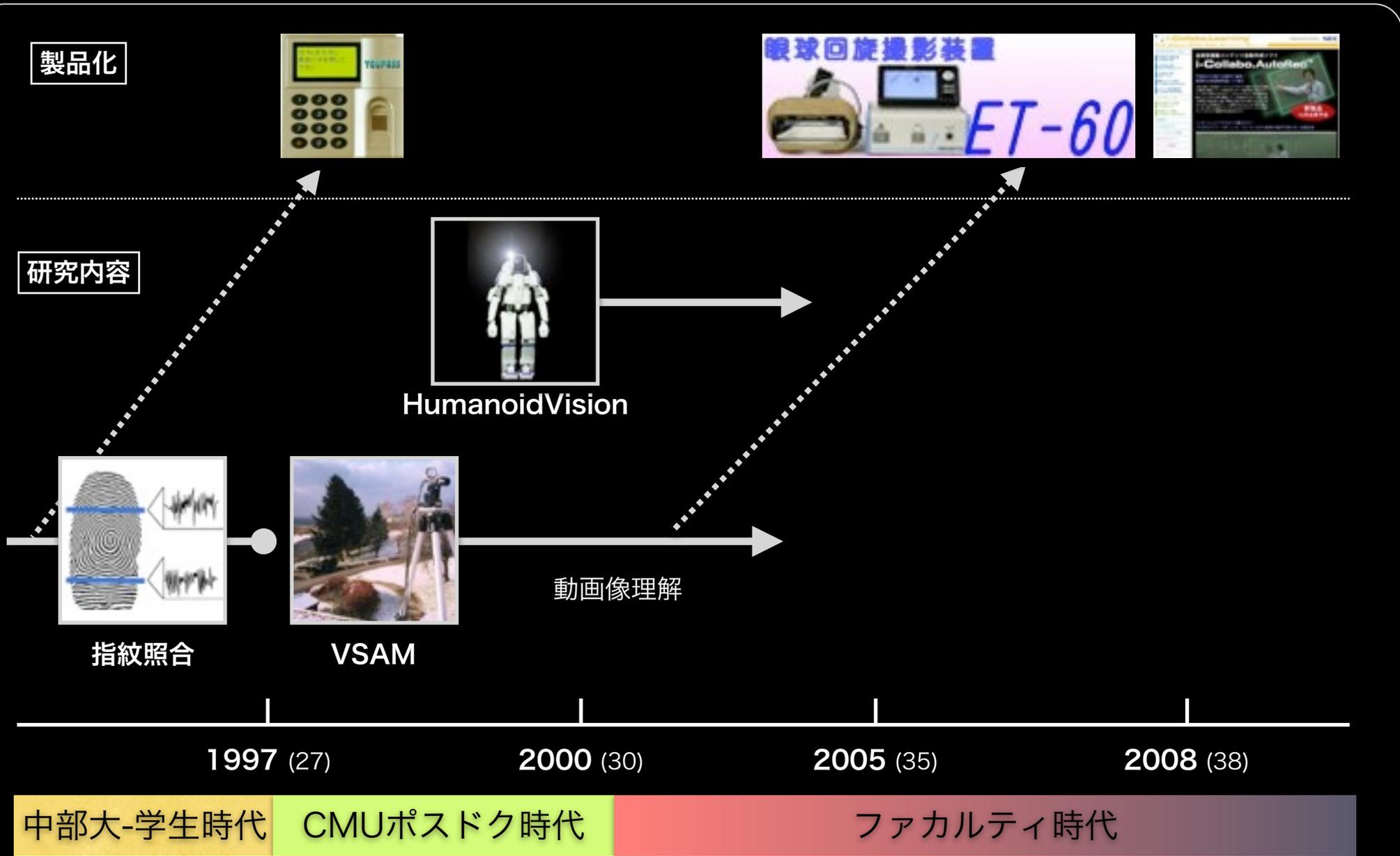
2009年3月25日

藤吉 弘亘

中部大学 工学部情報工学科

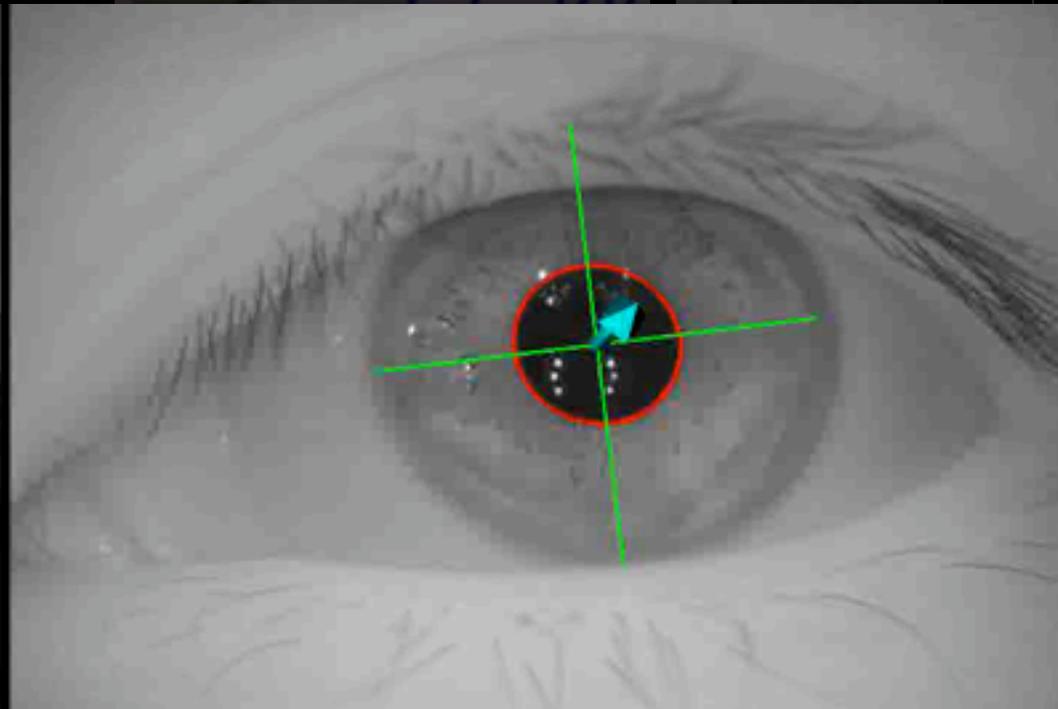
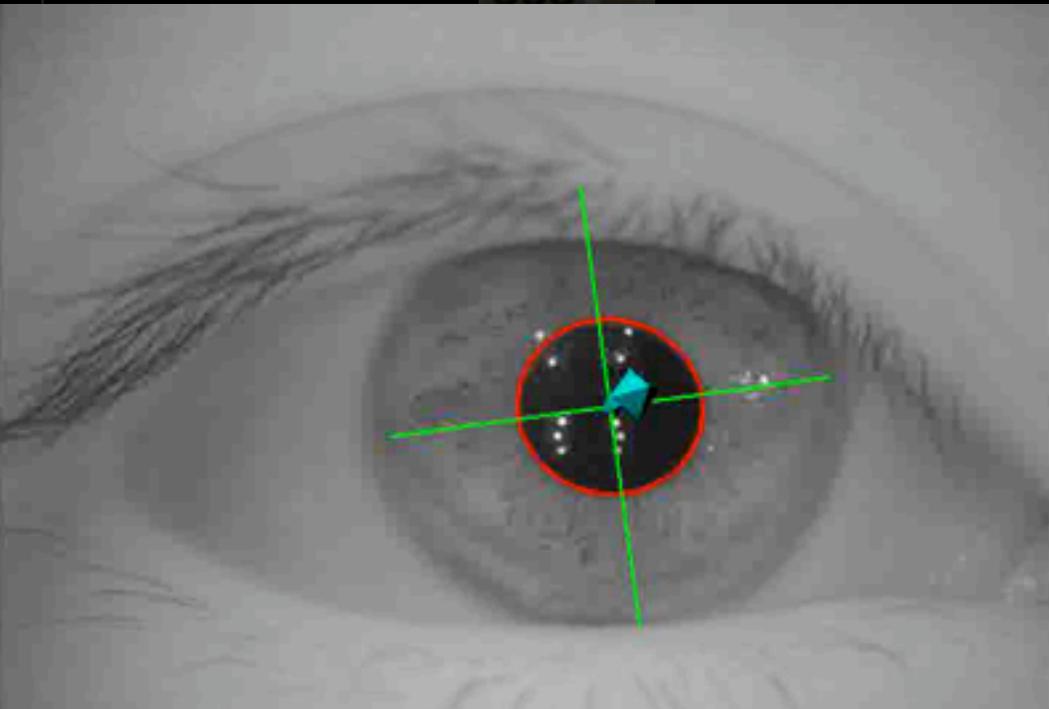
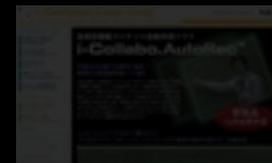
<http://www.vision.cs.chubu.ac.jp/CULVA/>

# 藤吉の研究履歴（静止画像から動画像認識へ）



# 藤吉の研究履歴 (静止画像認識から動画像認識へ)

製品化



指紋照合

VSAM

1997 (27)

2000 (30)

2005 (35)

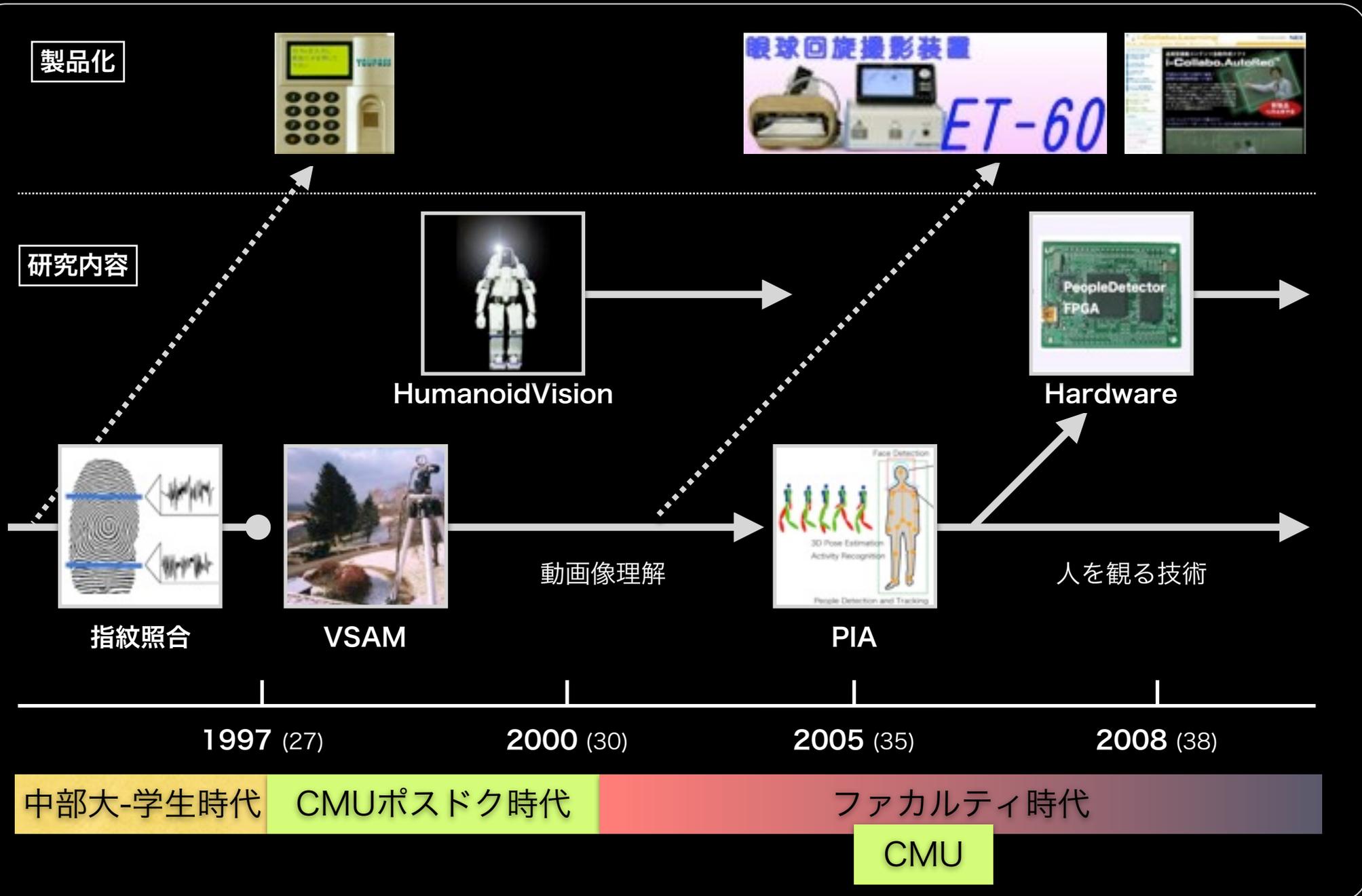
2008 (38)

中部大-学生

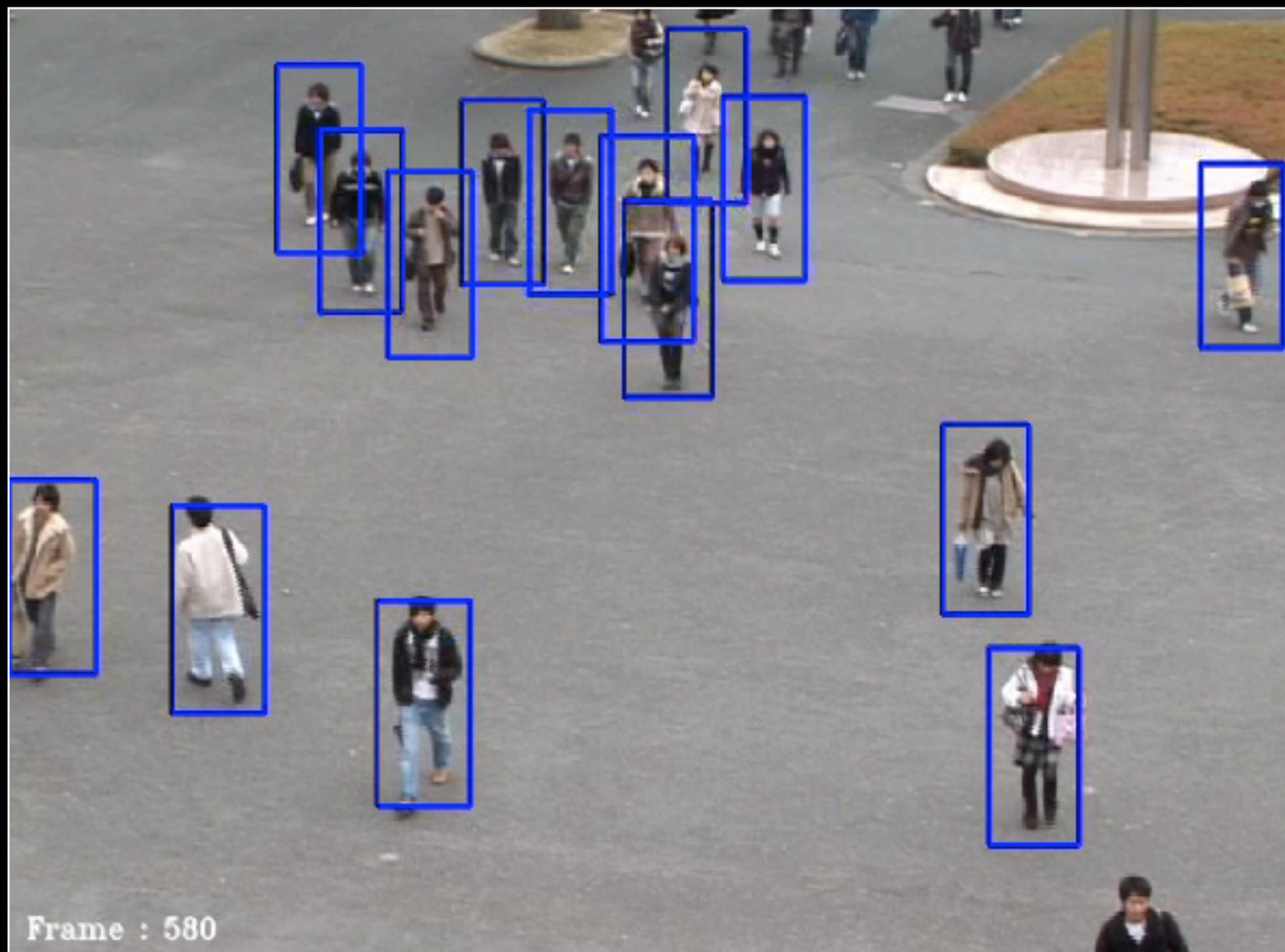
CMUポスドク時

ファカルティ時代

# 藤吉の研究履歴（静止画像から動画像認識へ）

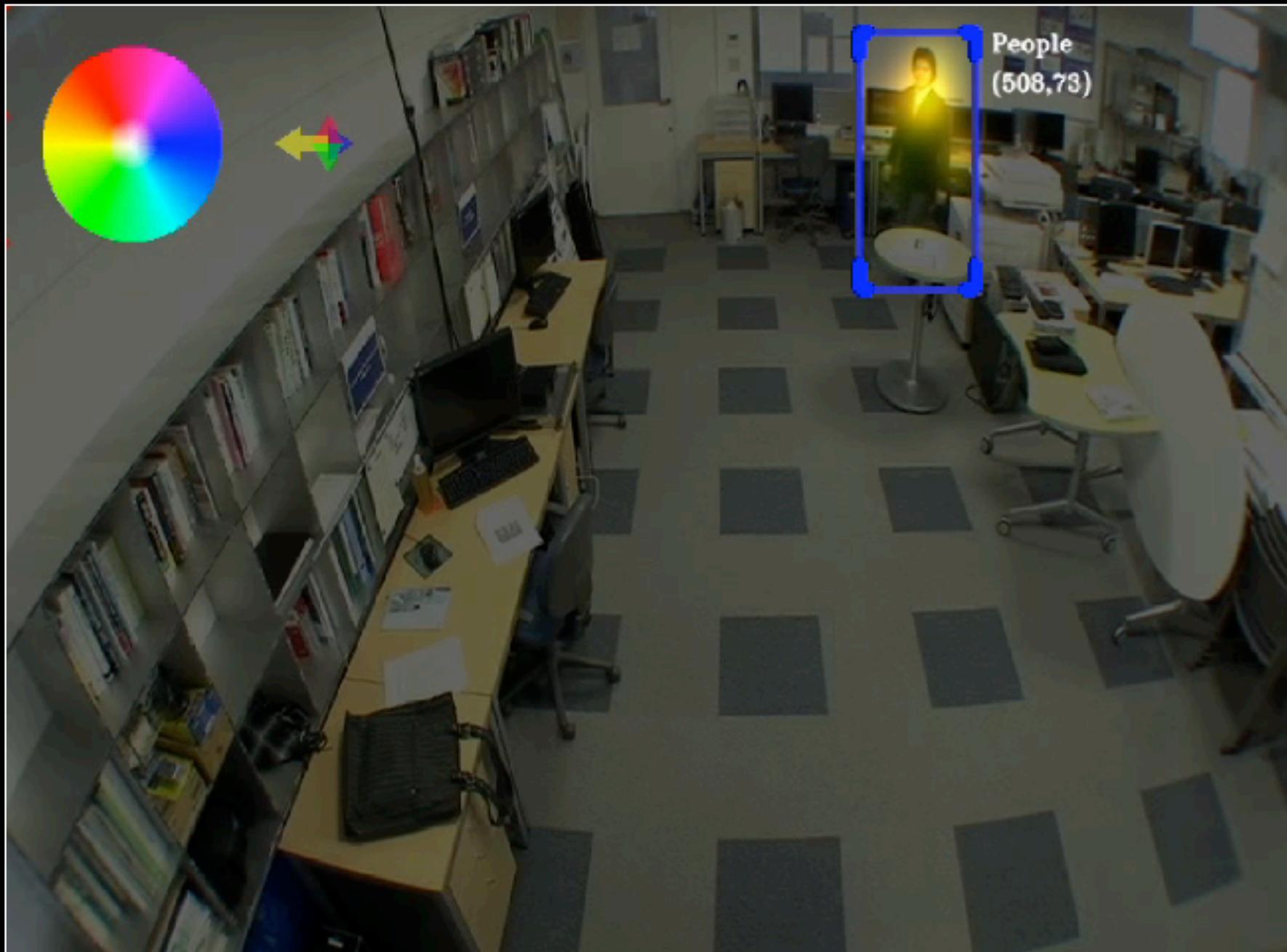


# 人を観る技術：人検出



# 人を観る技術：動きの検出





# 知のアーカイブとオープン化：Video Podcasting

講義や研究デモ等を無料で配信



仮想カメラワークによる講師自動追尾型講義コンテンツの自動生成

# 知のアーカイブとオープン化：Video Podcasting

Carnegie Mellon University : School of Computer Science

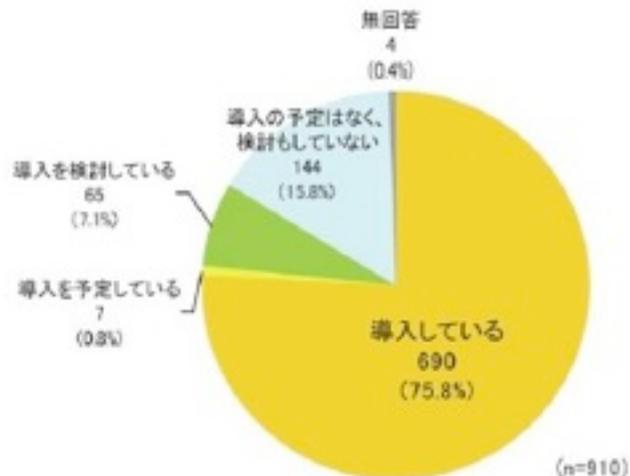
The screenshot shows the iTunes application interface. At the top, the 'Time Management' video is playing by Randy Pausch, with a progress bar at 1:01. The main content area displays the 'School of Computer Science' page, which includes a red header with the university's name, a 'DESCRIPTION' section, and a table of tracks. A smaller window titled 'Time Management' is overlaid on the right, showing the 'Carnegie Mellon' logo and the website 'www.cmu.edu'. The table of tracks is as follows:

▲	名前	時間	アーティスト	アルバム		
1	Human Computation	1:54	Randy Bryant, Luis ...	School of Compute...	Free	ムービーを入手
2	Google in China	1:01:42	Kai-Fu Lee	School of Compute...	Free	ムービーを入手
3	Bill Gates Unplugged	48:44	Bill Gates	School of Compute...	Free	ムービーを入手
4	Time Management	1:16:21	Randy Pausch	School of Compute...	Free	ムービーを入手
5	Technology and Society	1:25:13	Raj Reddy	School of Compute...	Free	ムービーを入手
6	Really Achieving Your Chil...	1:16:26	Randy Pausch	School of Compute...	Free	ムービーを入手
7	Disney Research Labs	1:00	Jessica Hodgins	School of Compute...	Free	ムービーを入手
8	Games with a Purpose	1:21	Luis von Ahn	School of Compute...	Free	ムービーを入手
9	GigaPan	1:28	Iliah Nourbakhsh	School of Compute...	Free	ムービーを入手
10	Tartan Racing	1:54	Red Whittaker	School of Compute...	Free	ムービーを入手
11	Quality of Life Technology	2:41	Takeo Kanade & Ja...	School of Compute...	Free	ムービーを入手

The book cover for 'The Last Lecture' by Randy Pausch with Jeffrey Zaslow, translated by Kazuo Yamano. The cover features a photo of Randy Pausch and the title '最後の授業'. The subtitle is '余命半年と知ったときあなたは誰に、どんなメッセージを残しますか?' (When you know you have only six months left, who do you leave a message to, and what message do you leave?). The cover also mentions '世界15ヶ国でベストセラー' (Bestseller in 15 countries).

仮想カメラワークによる講師自動追尾型講義コンテンツの自動生成

# 高等教育におけるeラーニングの状況と課題



ICT活用教育の導入は活発だが、依然として、**コンテンツの作成が重要であり、課題でもある。**

図2.1-1 ICT活用教育導入状況

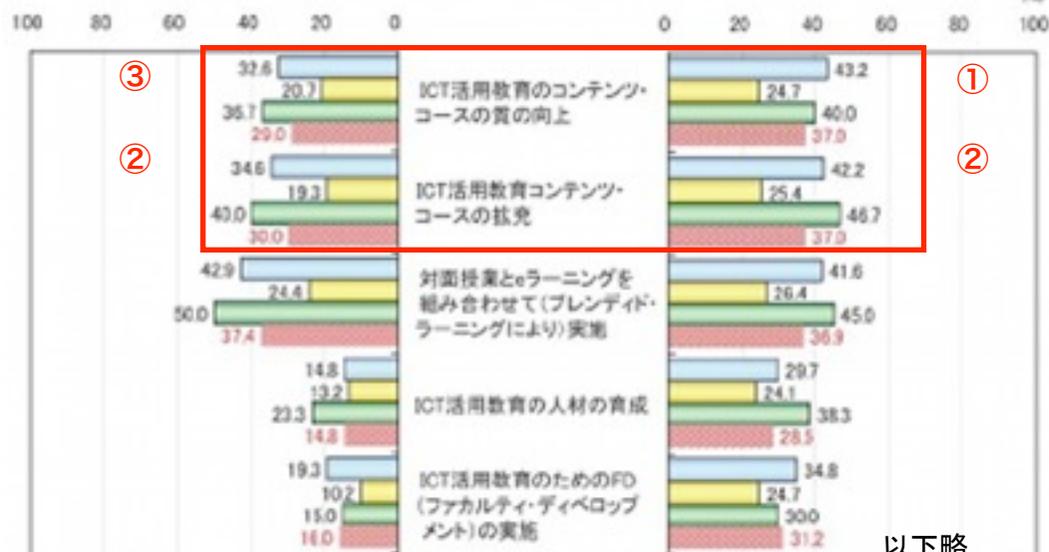


図2.1-6 ICT活用教育に対する取組み【複数回答】

図2.1-17 ICT活用教育実施にあたっての課題【複数回答】  
(ICT活用教育導入機関対象)

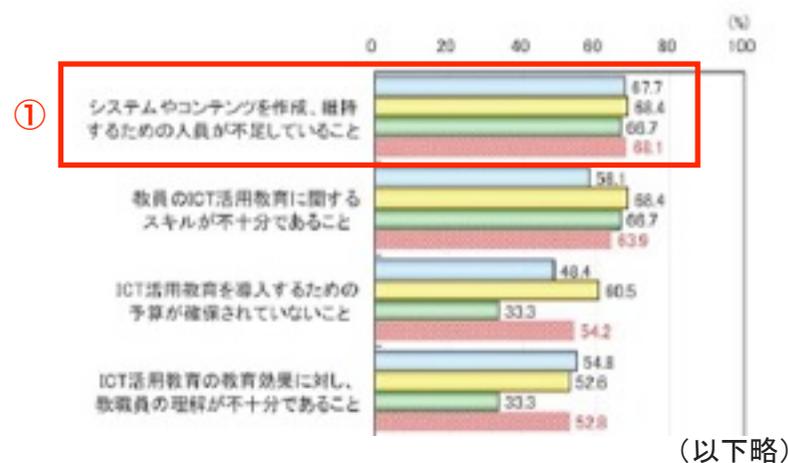


図2.1-17 ICT活用教育実施にあたっての課題【複数回答】  
(ICT活用教育導入機関対象)

(出所) 『eラーニング等のITを活用した教育に関する調査報告書(2007年度)』NIME(独立行政法人メディア教育開発センター)

## 様々な講義映像の生成方法 ①

- 京都大学学術情報メディアセンター
  - 複数センサによる自動撮影



講義集録風景



観測撮影カメラ



受講者観測カメラ



音源位置推定マイク



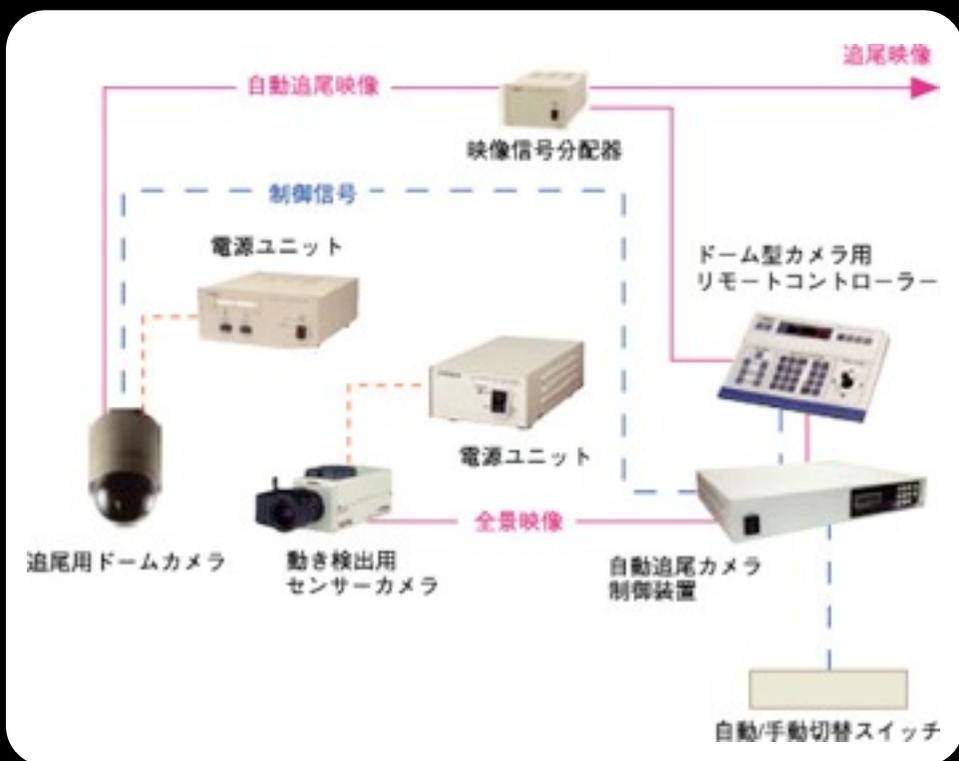
講師位置検出超音波センサ

(出所) 西口ら, "講義自動アーカイブシステムの開発—実運用可能なシステムの構築と運用—", 画像ラボ, Vol.17, No.2, pp11-14 (2006)

→ 多くのセンサを必要とするためコストがかかる

## 様々な講義映像の生成方法 ②

- 日本ビクター株式会社
  - ドームカメラ制御による自動追尾撮影

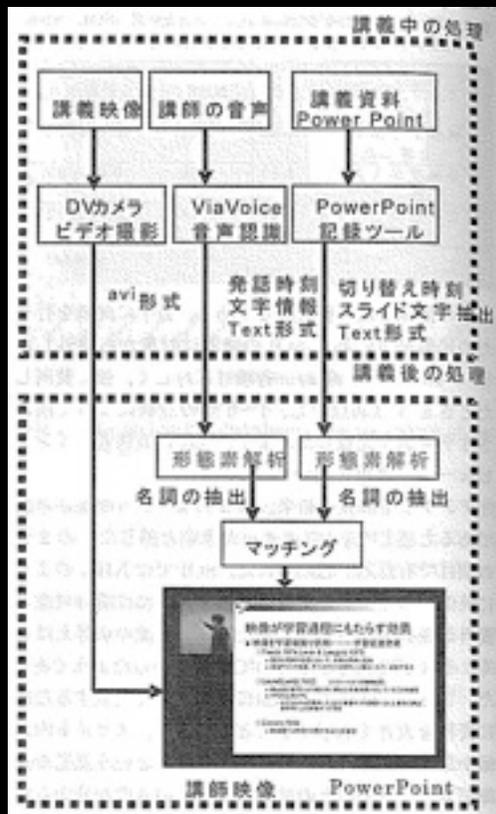


(出所) 日本ビクター株式会社webページ：<http://www.jvc-victor.co.jp/pro/education/tsuibl/system.html>

→ 講義撮影専用のカメラが必要

# 様々な講義映像の生成方法 ③

- 慶応義塾大学・東京工科大学
- 音声解析による映像とスライドの自動スイッチング



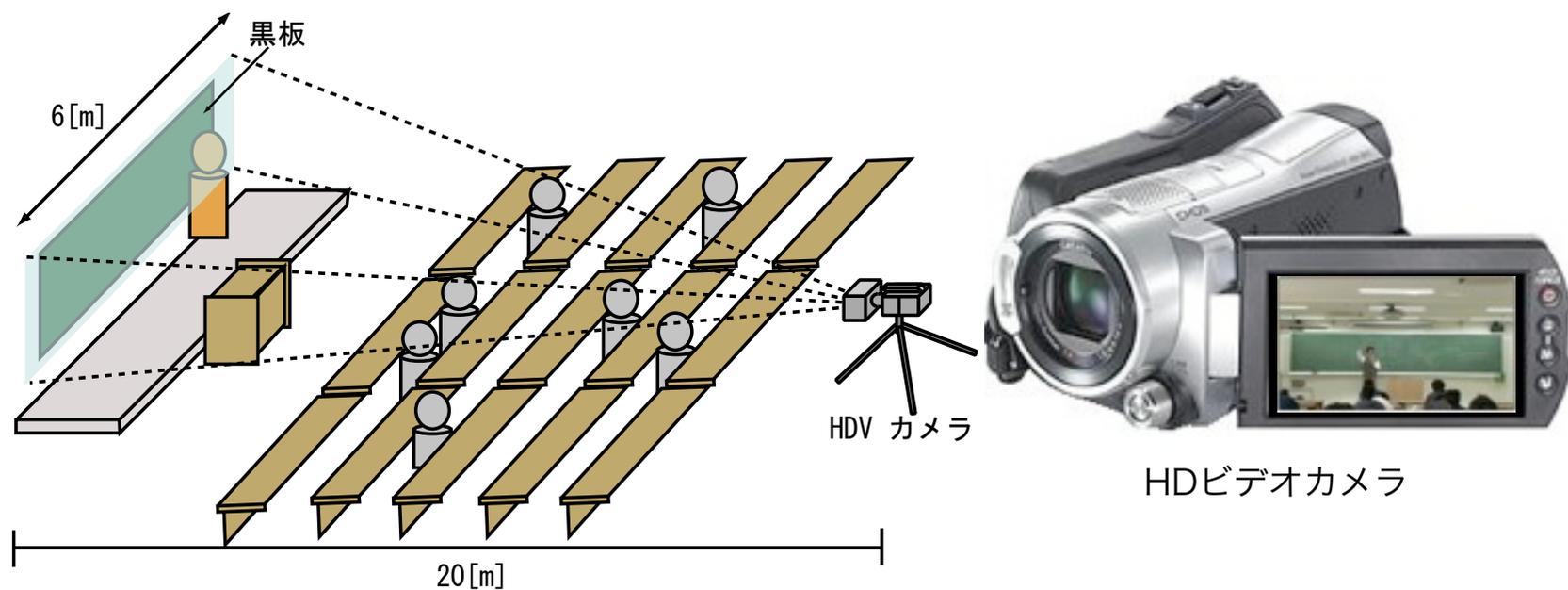
(出所) 中村ら, "誘目性の高い講義コンテンツを作成する自動編集システム", 情処論文誌, Vol.47, No.1, pp172-180 (2006)

→ 映像の編集は行っていないため unnecessary 情報が含まれる

# 講義映像制作における重要点

- コスト面
  - 専用機材を必要としない撮影
  - プロのカメラマンを必要としない撮影・編集
- 制作効率
  - 自動的に編集
- コンテンツの充実度
  - 不必要な情報が含まれない
  - インタラクティブな操作性

# 家庭用HDVカメラによる講義撮影



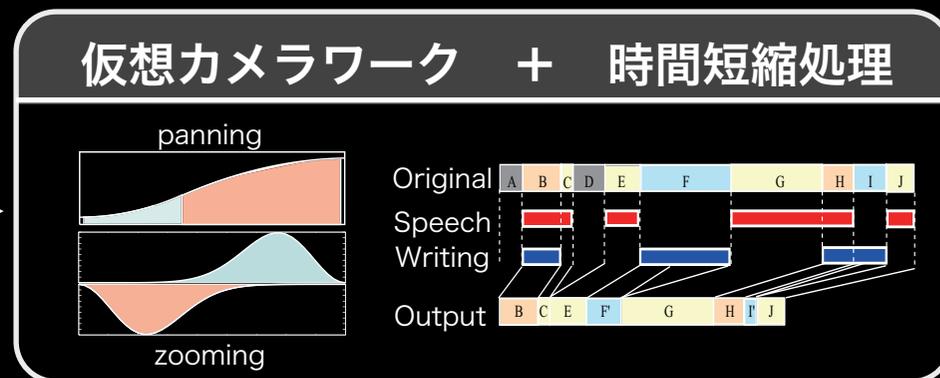
周期関数  $f(t)$   
直交成分は周期  $T$  の整数倍  $n$   
周期関数成分和による表現

$$f(t) = a_0 + a_1 \cos \frac{2\pi t}{T} + a_2 \cos \frac{4\pi t}{T} + a_3 \cos \frac{6\pi t}{T} + \dots$$

直交成分



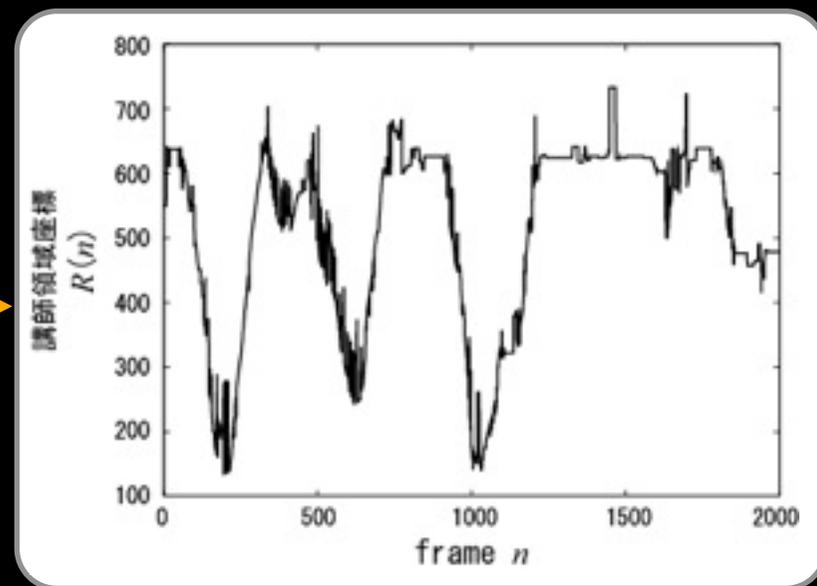
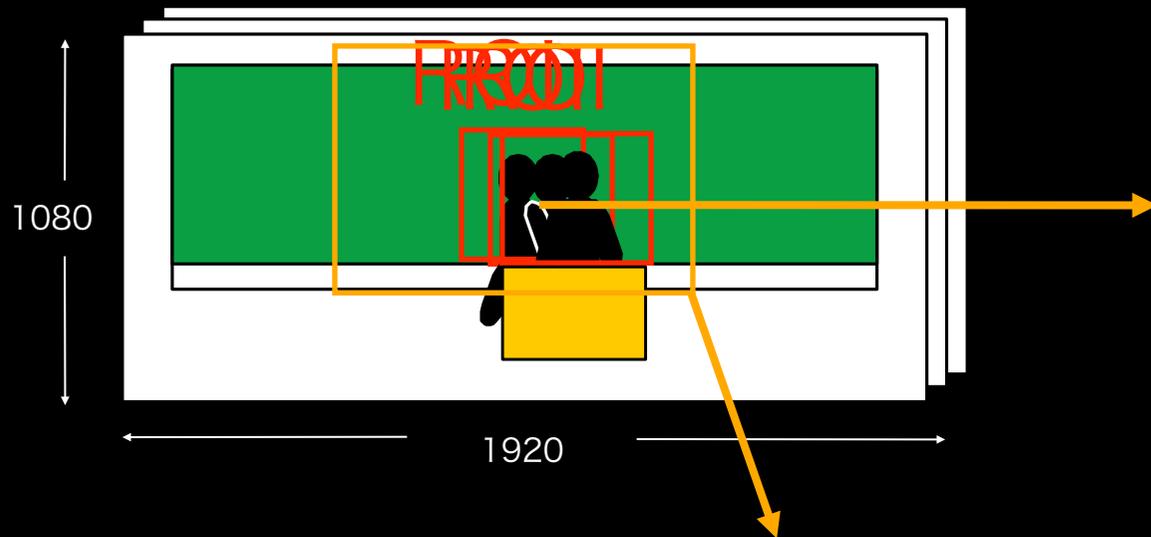
# 動画像処理によるHD映像からの講義映像の自動生成



入力 : MPEG-HD(1920\*1080) 90分

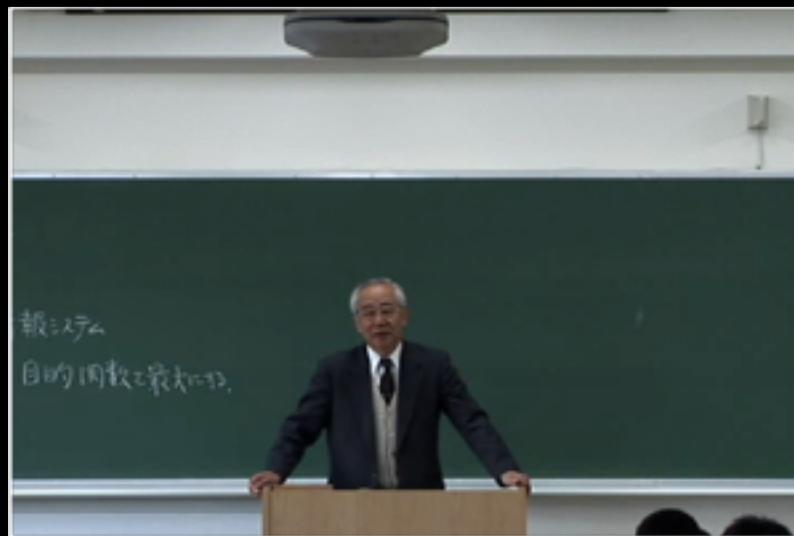
出力 : QVGA(320\*240) 60分

# トリミングによるカメラワーク生成

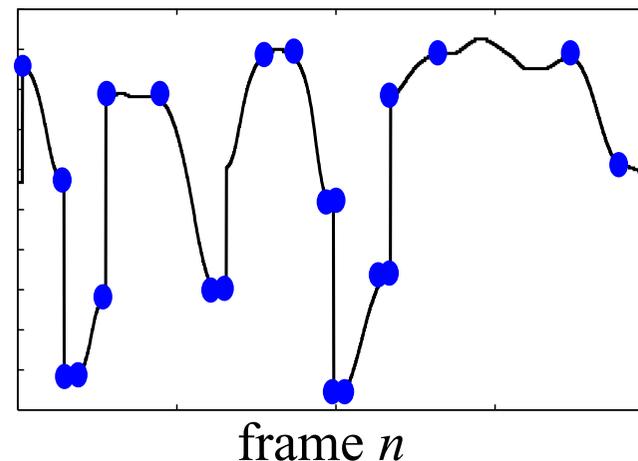
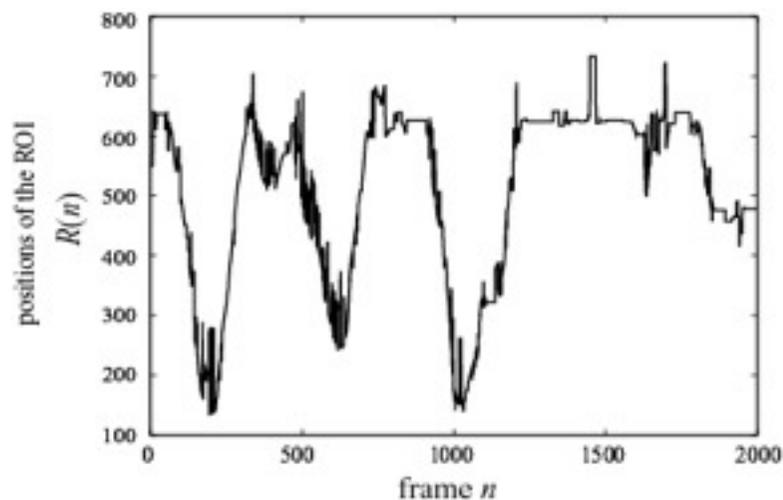


フレーム間差分処理による講師座標の検出

トリミングした映像  
(320\*240 pixel)



# 動画画像処理による仮想カメラワーク



仮想カメラワークモデル:

- NHK放送技研で調査された放送カメラマン特徴をモデル化
- カメラマンが撮影したかのような臨場感溢れる映像を生成可能

放送カメラマンの撮影特徴 [加藤ら, テレビ誌 (1995)]

- ・パンニング曲線は非対称で減速時間が加速時間に比べ6割程度長い
- ・加速時の最大加速度はカメラの動きが最大速度に到達する前に生じる
- ・減速時の最大加速度は最大速度から減速に入った直後に見られる

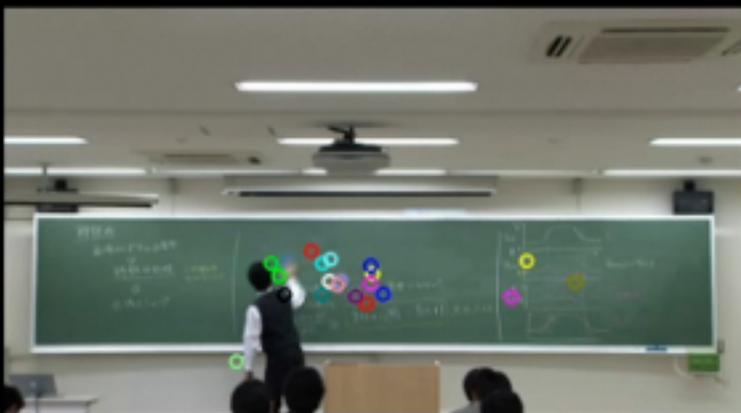
# 視聴者(学生20名)の注目点の推移



講師に注目



板書

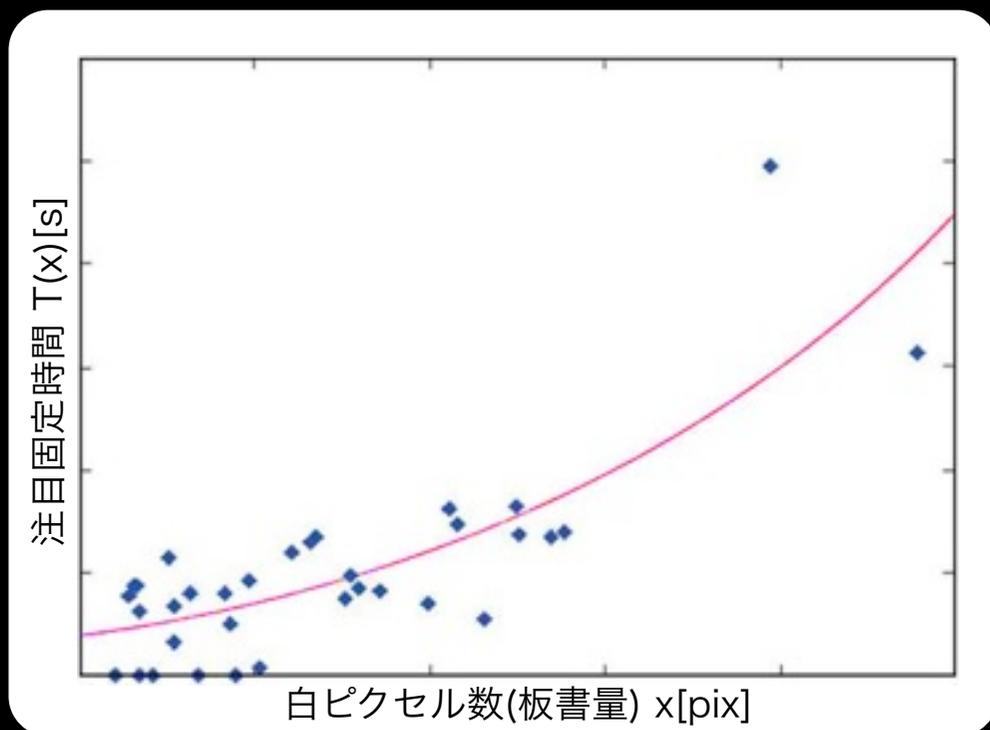


板書消し



講師フレームアウト

# 注目固定時間モデル



最小二乗法によるモデリング

$$T(x) = ax^2 + bx + c$$

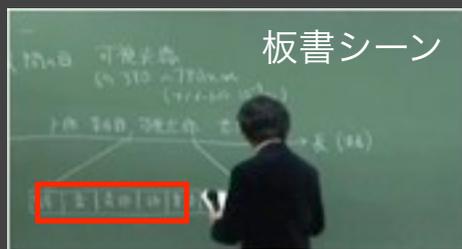
$x$ : 白ピクセル数(板書量)

$$a = 2.737 \times 10^{-5}$$

$$b = 2.184 \times 10^{-3}$$

$$c = 0.834$$

## 板書検出法

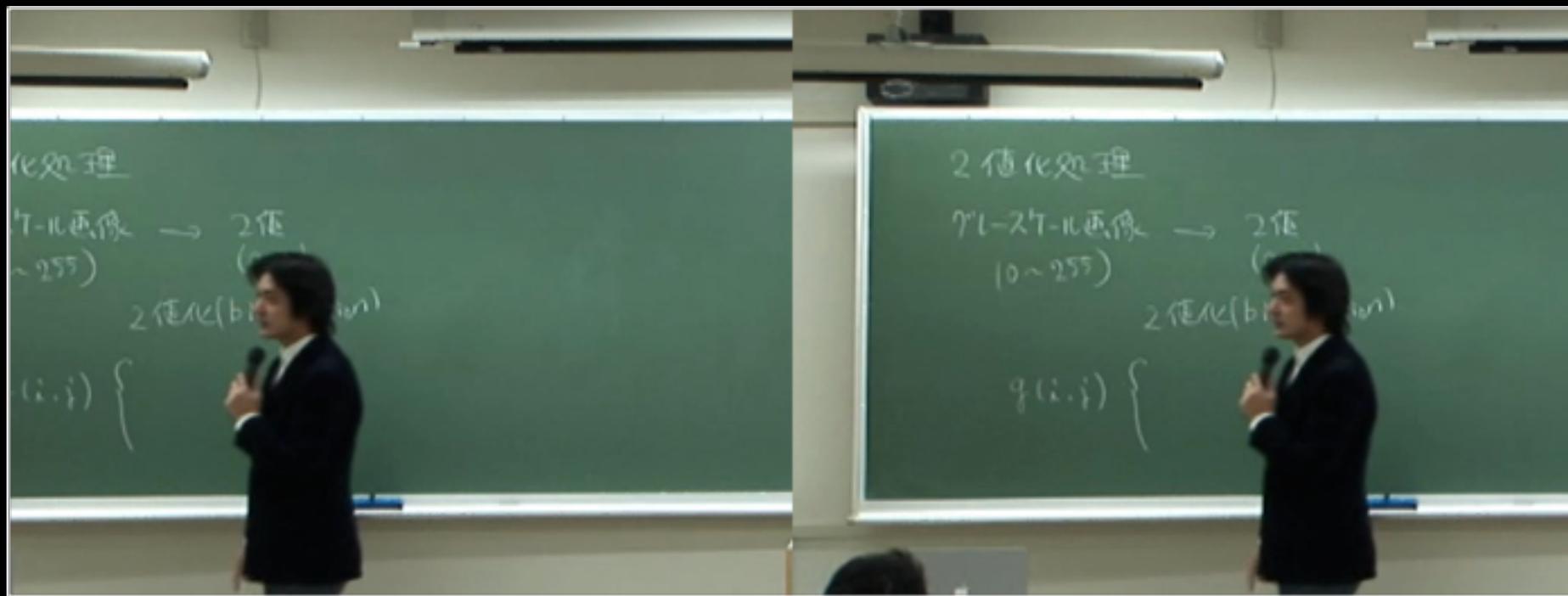


板書検出



検出されたピクセルを  
過去数フレームで合計

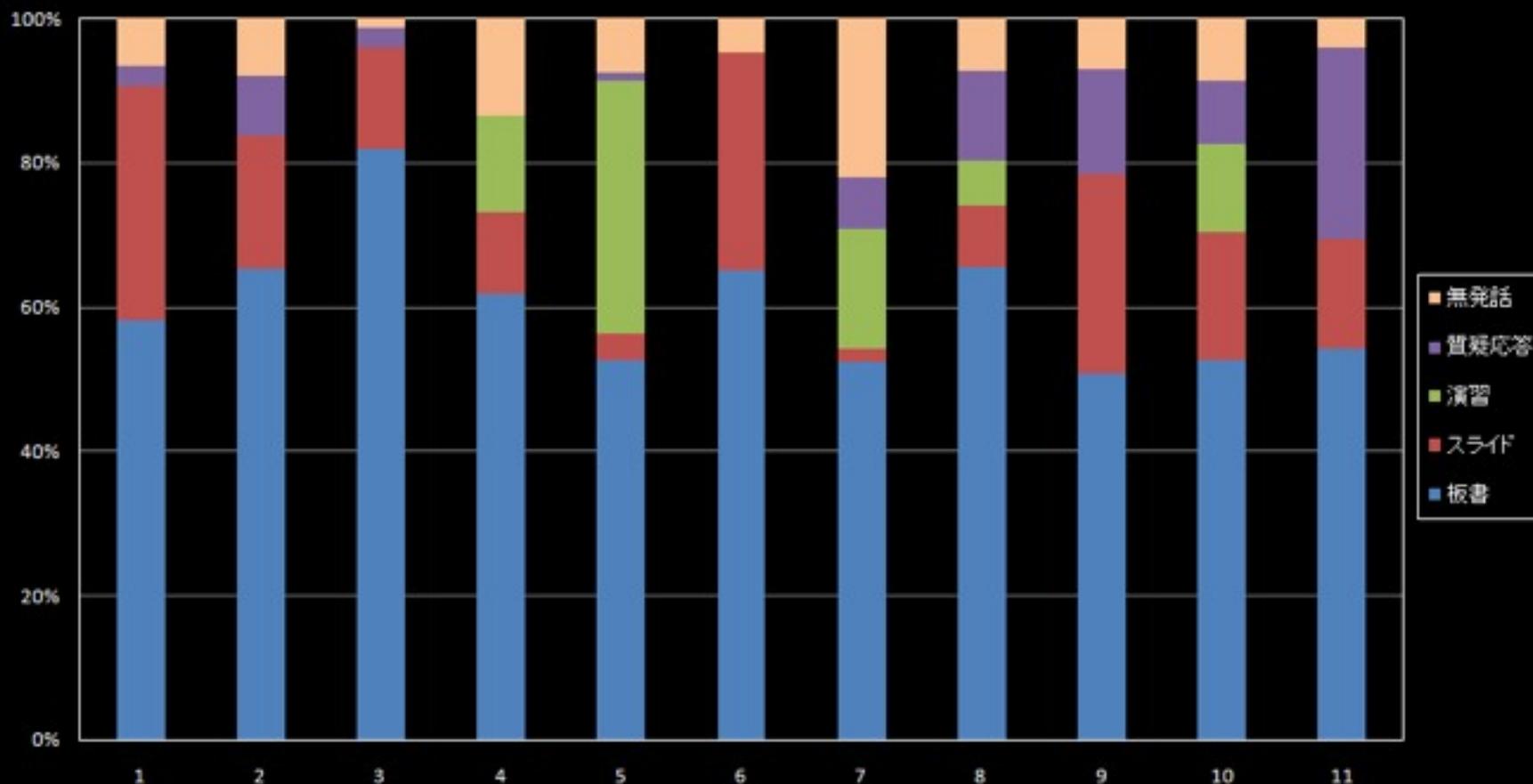
# 受講者の注目点を考慮した仮想カメラワーク



注目点なし

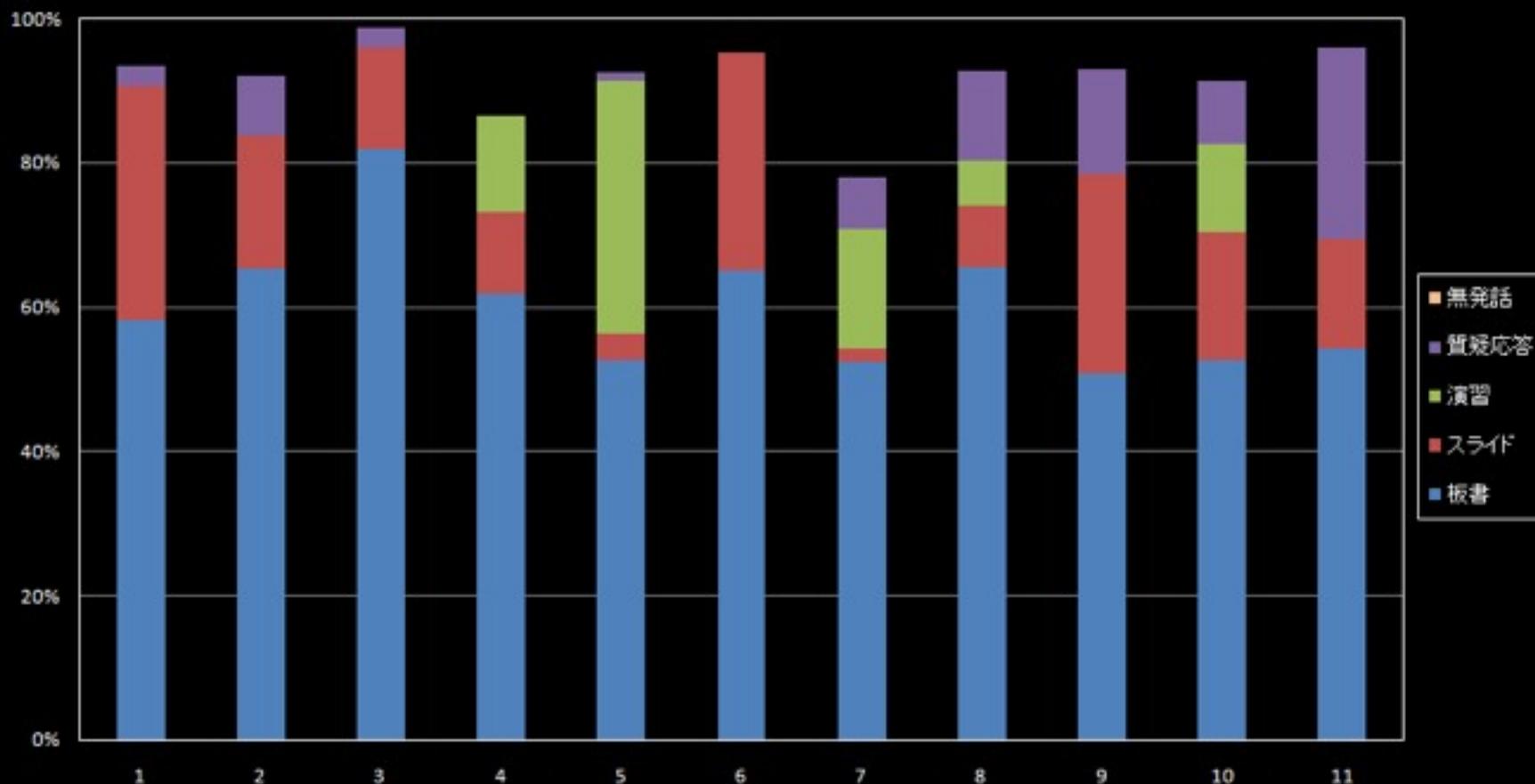
注目点あり

## 講義内容調査（中部大学：画像処理の講義にて調査）



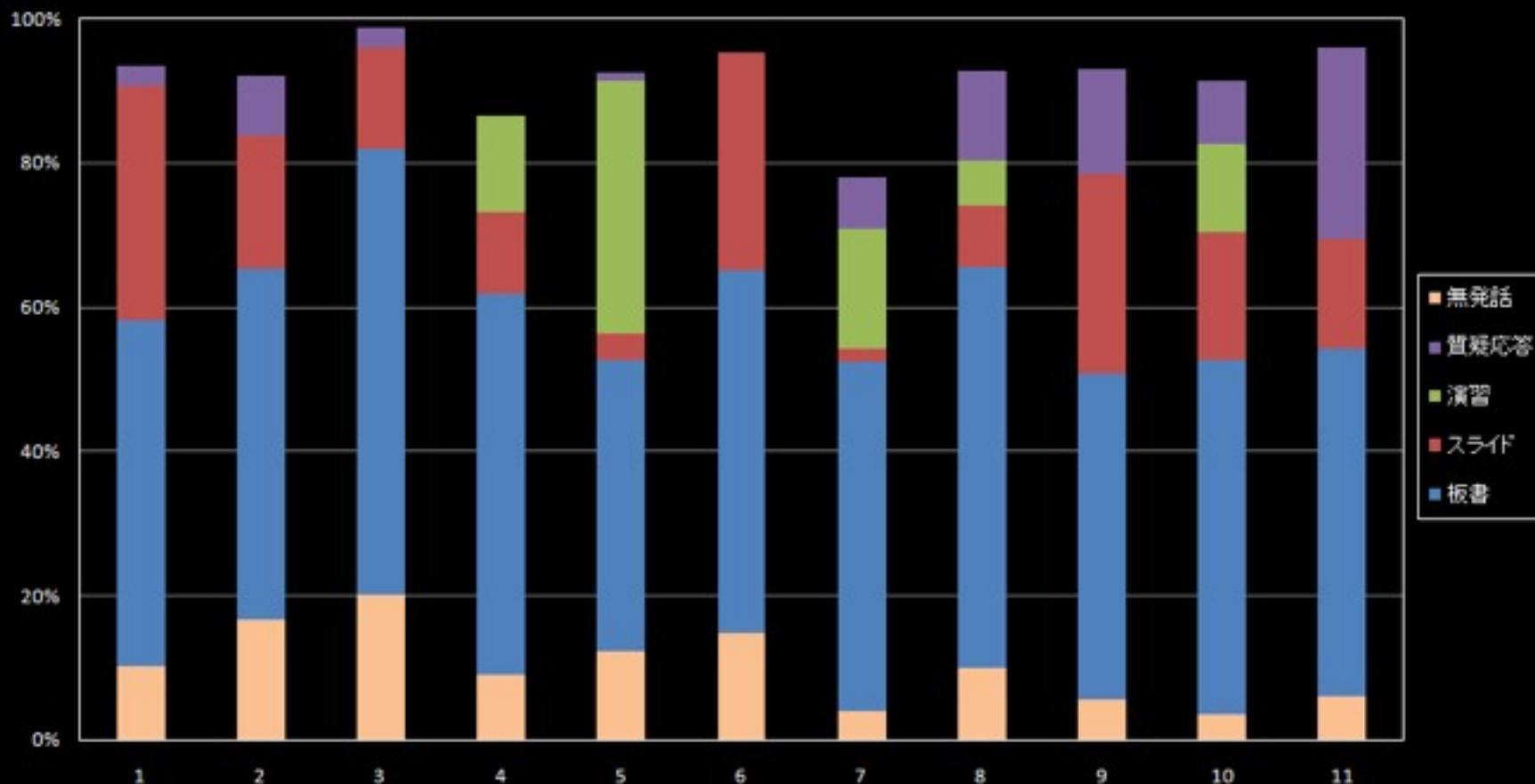
- 講義内容の約50%以上が板書
- 講義内容の約10%が無発話

## 講義内容調査（中部大学：画像処理の講義にて調査）



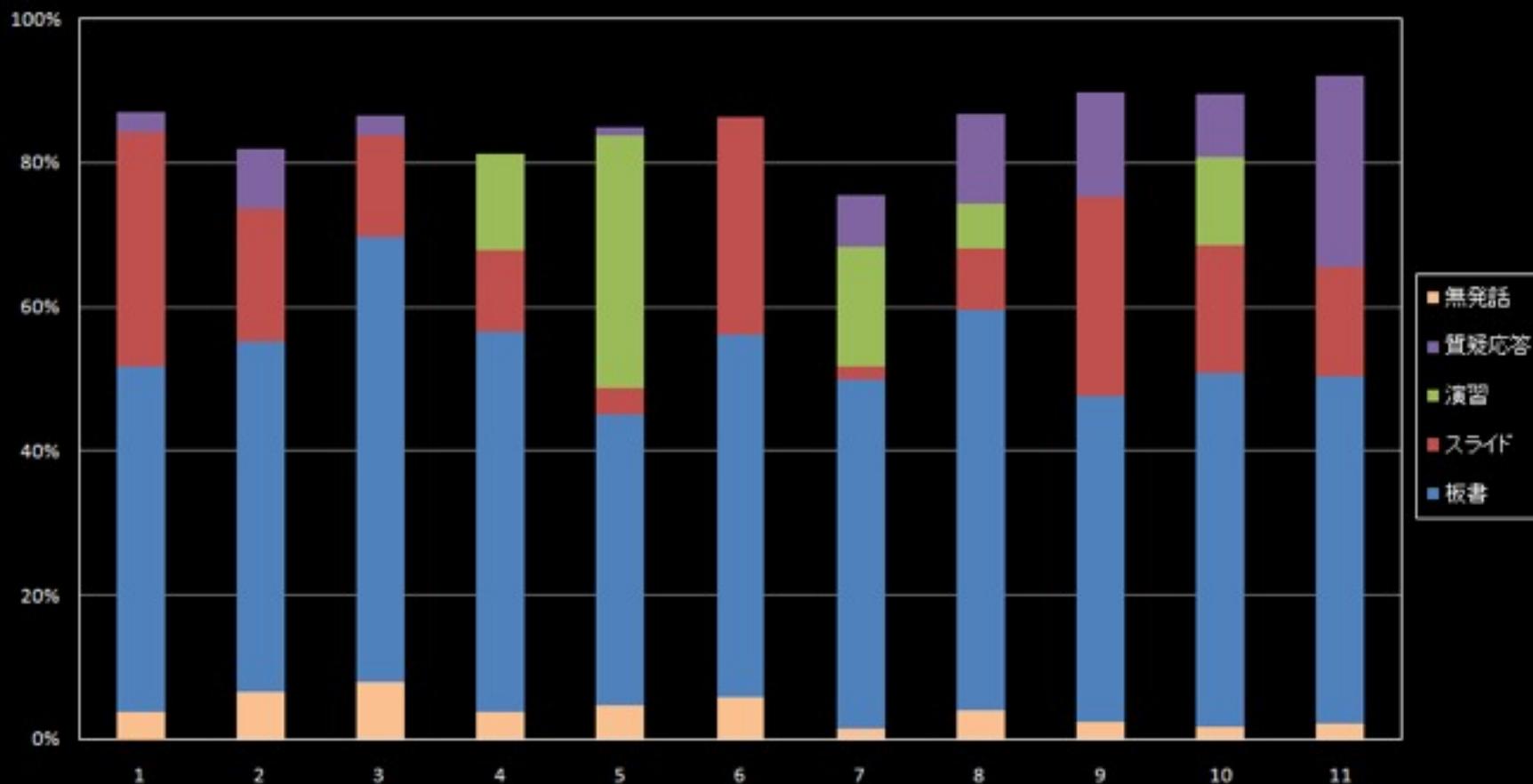
- 講義内容の約50%以上が板書
- 講義内容の約10%が無発話

# 講義内容調査（中部大学：画像処理の講義にて調査）



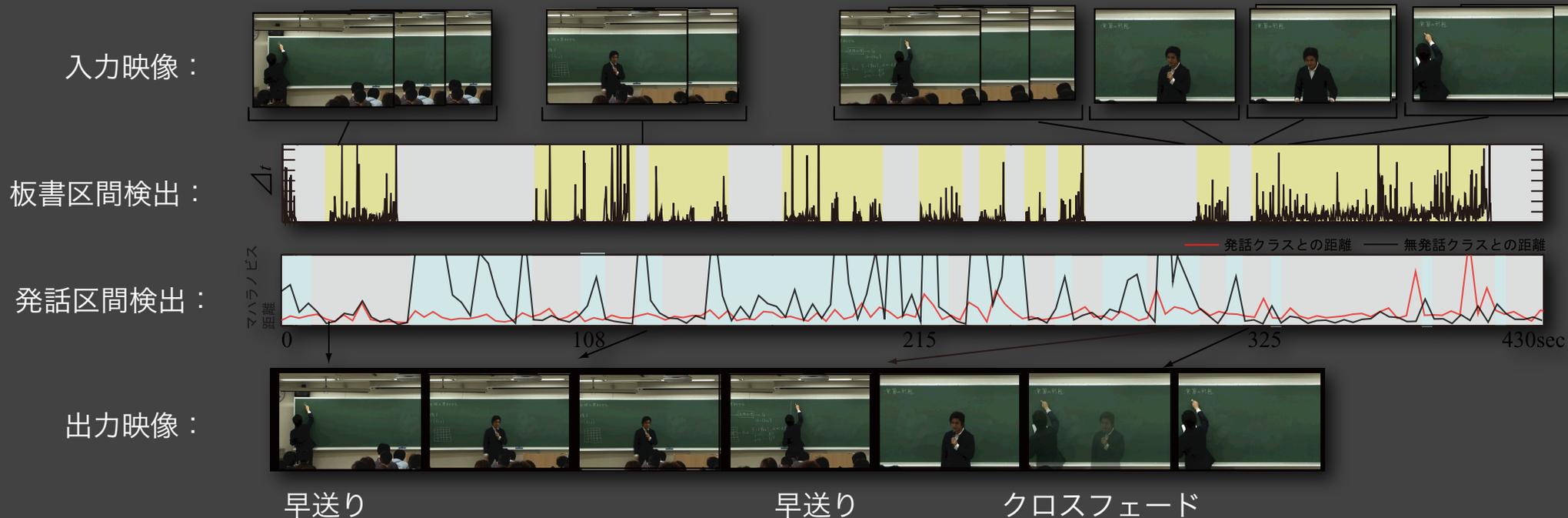
- 板書中で約10%が無発話

## 講義内容調査（中部大学：画像処理の講義にて調査）

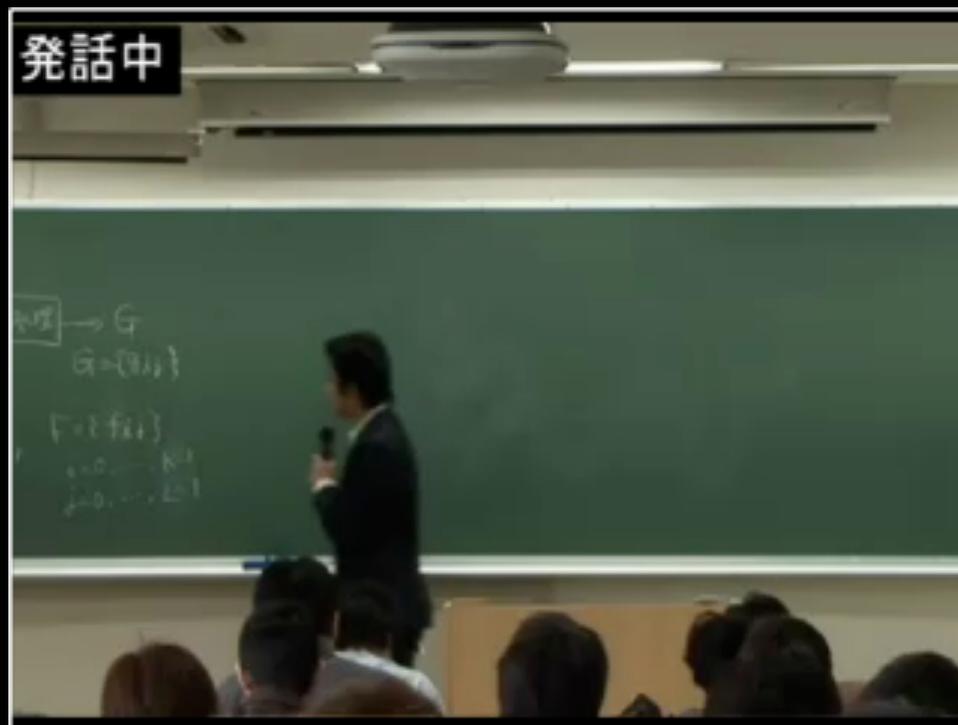


- 板書中で約10%が無発話

# 自動編集による時間短縮



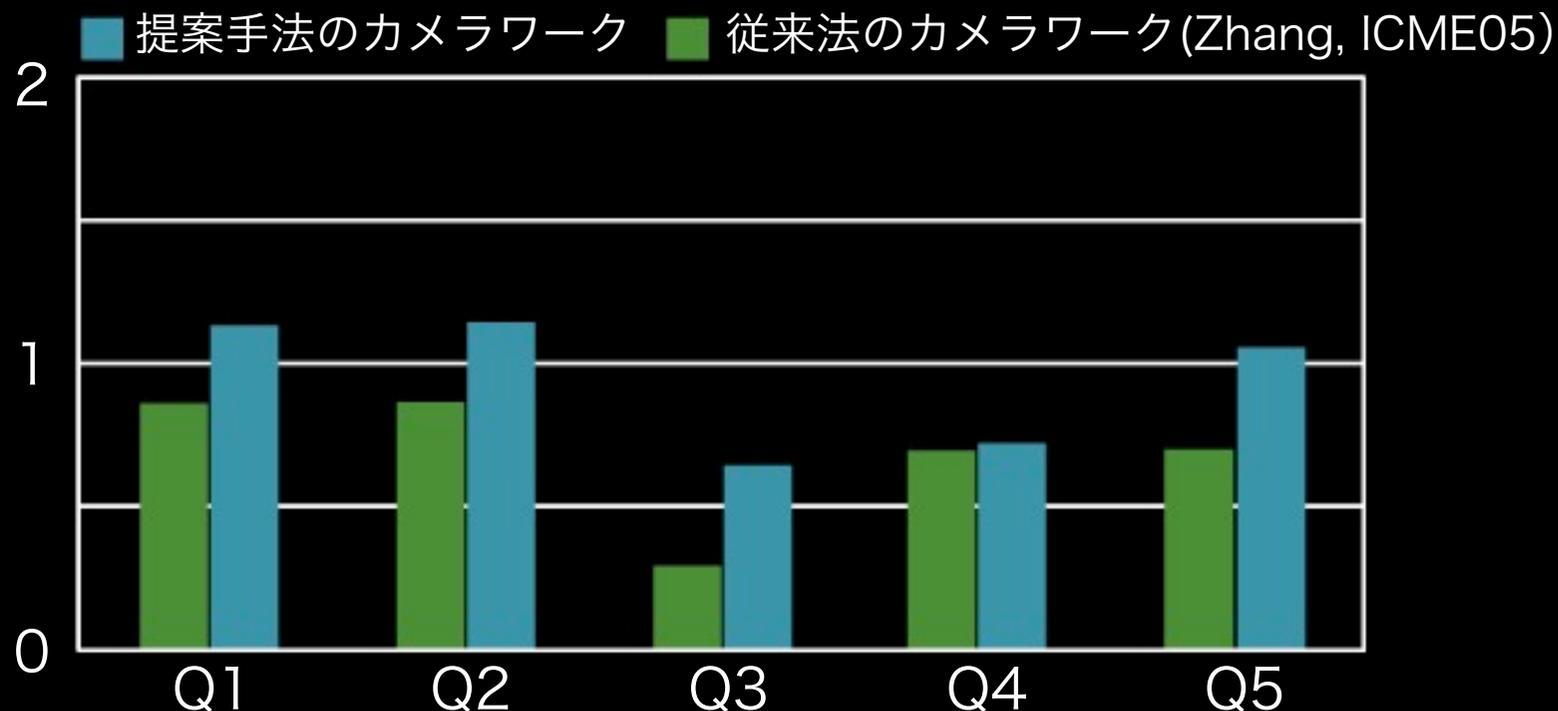
- ・ 非板書区間でかつ非発話区間：カット
- ・ 板書区間でかつ非発話区間：早送り（3倍速）
- ・ 編集区間の前後はトランジション効果を適用（クロスフェード）



HD映像 90分 100GB → カメラワーク映像 60分 0.5GB

講義の内容を欠く事なくデータ容量を抑えた  
臨場感溢れるカメラワーク映像の生成に成功

# 仮想カメラワーク技術の評価（学生20名）



- Q1. 講師のいる部分が見易かった？
- Q2. 講師の動きがわかり易かった？
- Q3. 自分が見たい所が見えた？
- Q4. カメラワークは自然だった？
- Q5. 全体的に見易かった？



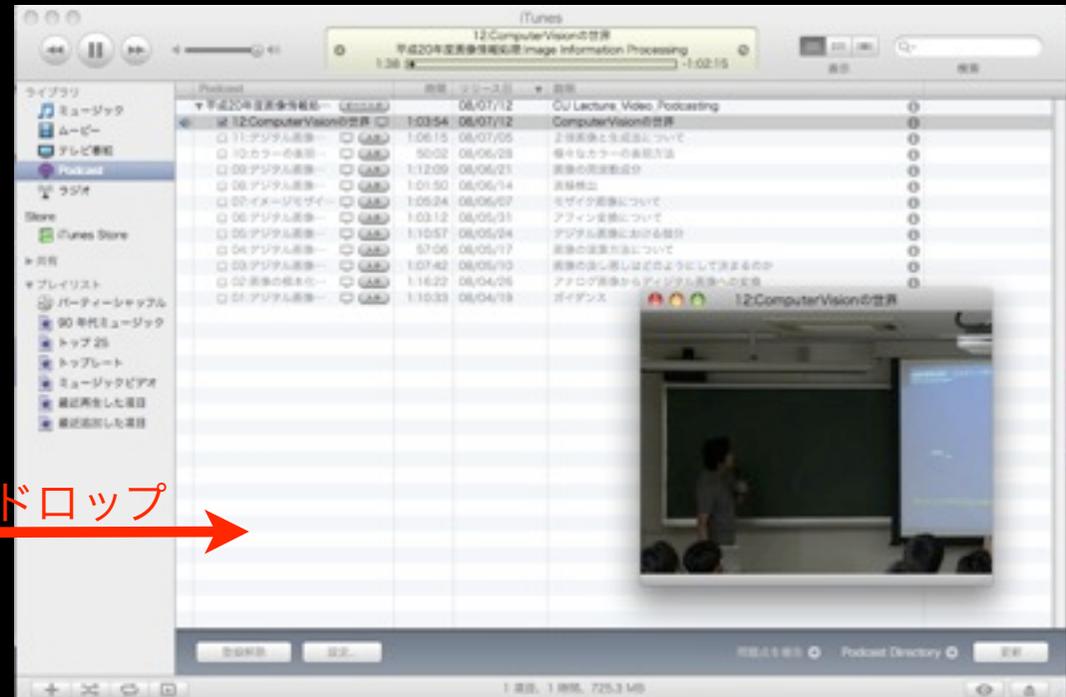
# Video Podcasting配信

<http://www.vision.cs.chubu.ac.jp/CULVA/>

2008年度(2008年11月20日現在)



iTunes(Apple公式サイトから無料ダウンロード可能)



iTunesなどを利用して簡単にダウンロード・視聴が可能

# 教育的効果の評価：アンケート調査1（画像情報処理受講者20名）

## アンケート結果：

- ・ 講義映像をみましたか？

はい 15/20 いいえ 5/20

- ・ いつ視聴しましたか？（複数回答あり）

テスト前 10/15 授業後 4/15 講義を休んだとき 2/15

- ・ どこで視聴しましたか？（複数回答あり）

自宅 11/15 大学 4/15 通学時 1/15

- ・ 他の講義もアーカイブして欲しいですか？

はい 20/20 いいえ 0/20

## 教育的効果の評価：アンケート調査2（画像情報処理受講者20名）

### 感想：

- ・ 復習に使える
- ・ 欠席した際の手助けになった
- ・ テスト勉強に利用した
- ・ 先生同士で講義映像を見て欲しい
- ・ ノートを書くことに精一杯の授業内容を確認できる
- ・ 理解できるまで何度も見る事ができて良い
- ・ 過去の講義映像も見れると良い
- ・ テストの結果が悪くみておけば良かったと後悔している
  
- ・ 動画のファイルサイズをもっと小さくしてほしい

# 画像処理でのアンケート回答結果

2008年7月20日  
学籍番号 [REDACTED]

画像情報処理 講義コンテンツに対するアンケート調査

① 講義コンテンツを見た?  
 Yes  No

② いつ見た?  
 アテスト前  授業後  その他 ( )

③ どこで見た?  
 学校  自宅  通学時  その他 ( )

④ どの端末で見た?  
 パソコン  iPod  携帯電話  その他 ( )

⑤ 何回見た?  
 ( 5 ) 回

⑥ 役に立った?  
 Yes  No 何に役に立った? ( 学習 )

⑦ 他の講義も配信してほしい?  
 Yes  No

要望・感想など

受講済み。講義のやりかたが分かりやすく、  
 自分の学習ペースに大変便利だと思ってる。  
 反面、問題も多すぎないかな...  
 (1) 学習効率  
 - これも良かった。講義をダウンロードしてからの閲覧。(6/15)

2008年7月20日  
学籍番号 [REDACTED]

画像情報処理 講義コンテンツに対するアンケート調査

① 講義コンテンツを見た?  
 Yes  No

② いつ見た?  
 アテスト前  授業後  その他 ( 授業前 )

③ どこで見た?  
 学校  自宅  通学時  その他 ( 自宅 )

④ どの端末で見た?  
 パソコン  iPod  携帯電話  その他 ( )

⑤ 何回見た?  
 ( 4 ) 回

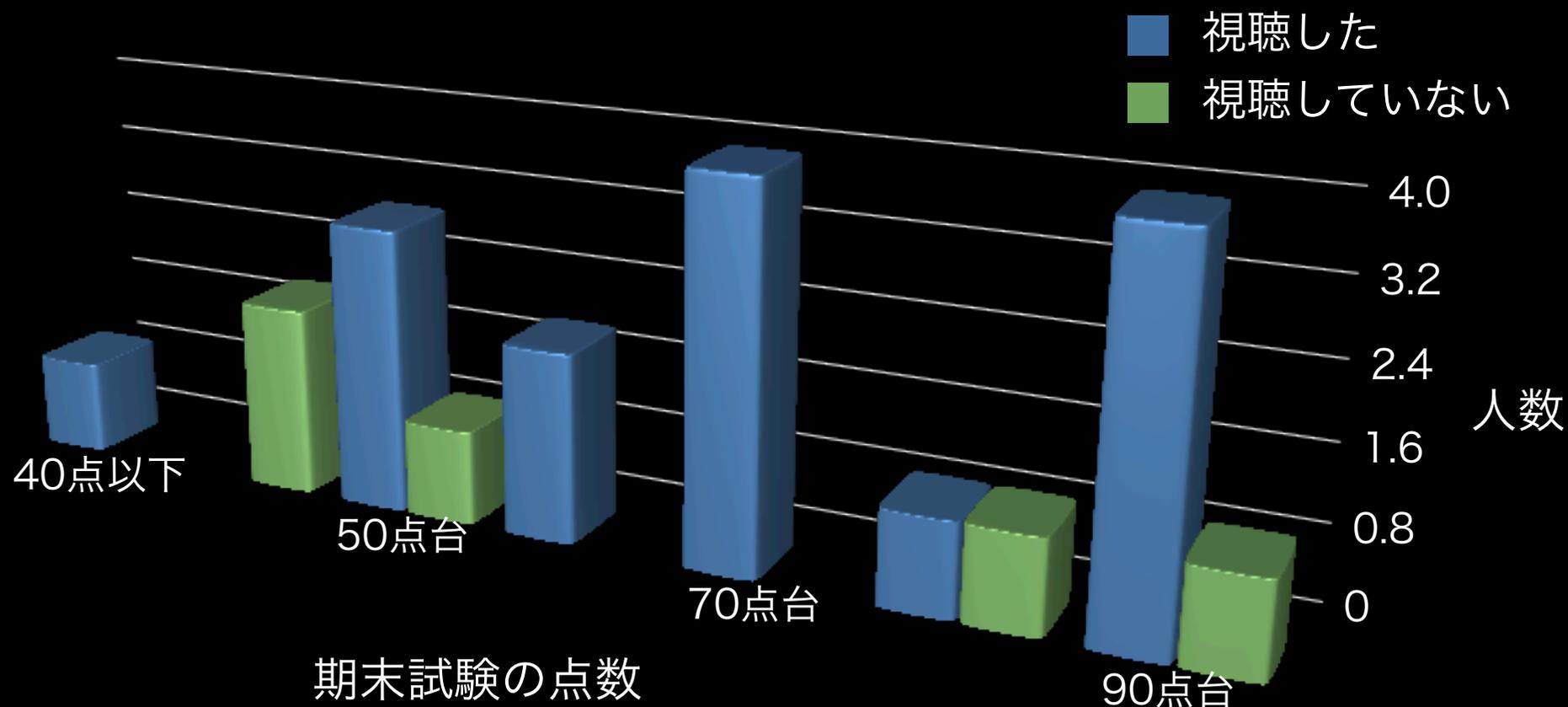
⑥ 役に立った?  
 Yes  No 何に役に立った? ( )

⑦ 他の講義も配信してほしい?  
 Yes  No

要望・感想など

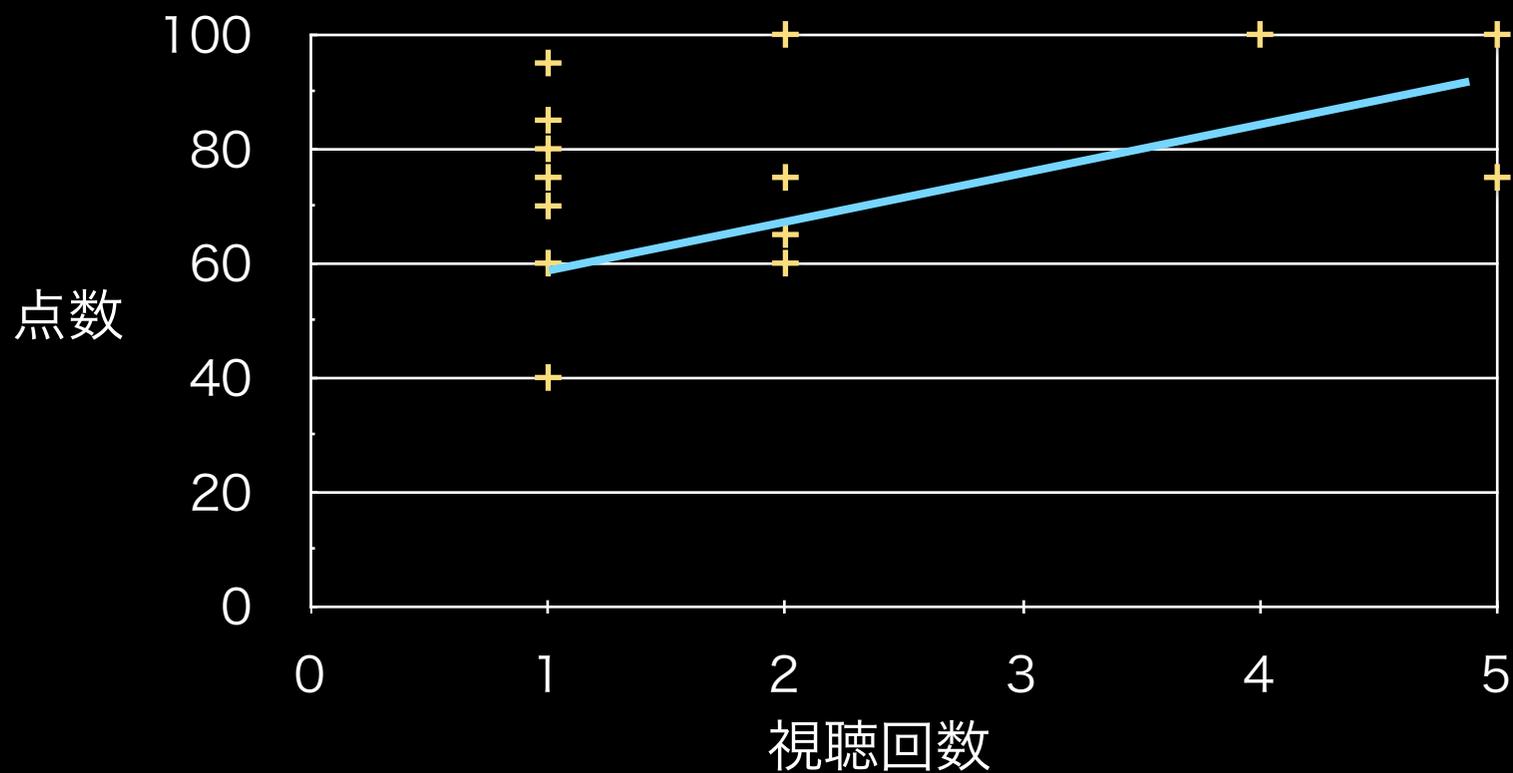
講義コンテンツの内容は大変良い事で有り、知識情報も  
 広く皆さんに共有して欲しいと思います。  
 且TUNE-UPにてご紹介がされた。半田大学講義公開の件が  
 いろいろおかげで、講義公開の件が、オープンキャンパスへ聴講に  
 来なくても自宅で講義が受講できるという仕組みが  
 素晴らしい。  
 <仰礼> 画像情報処理の聴講にこそ大変、ご苦労  
 だと思っております。大変面白く存じます。感謝致します。

# 講義映像配信とその効果1



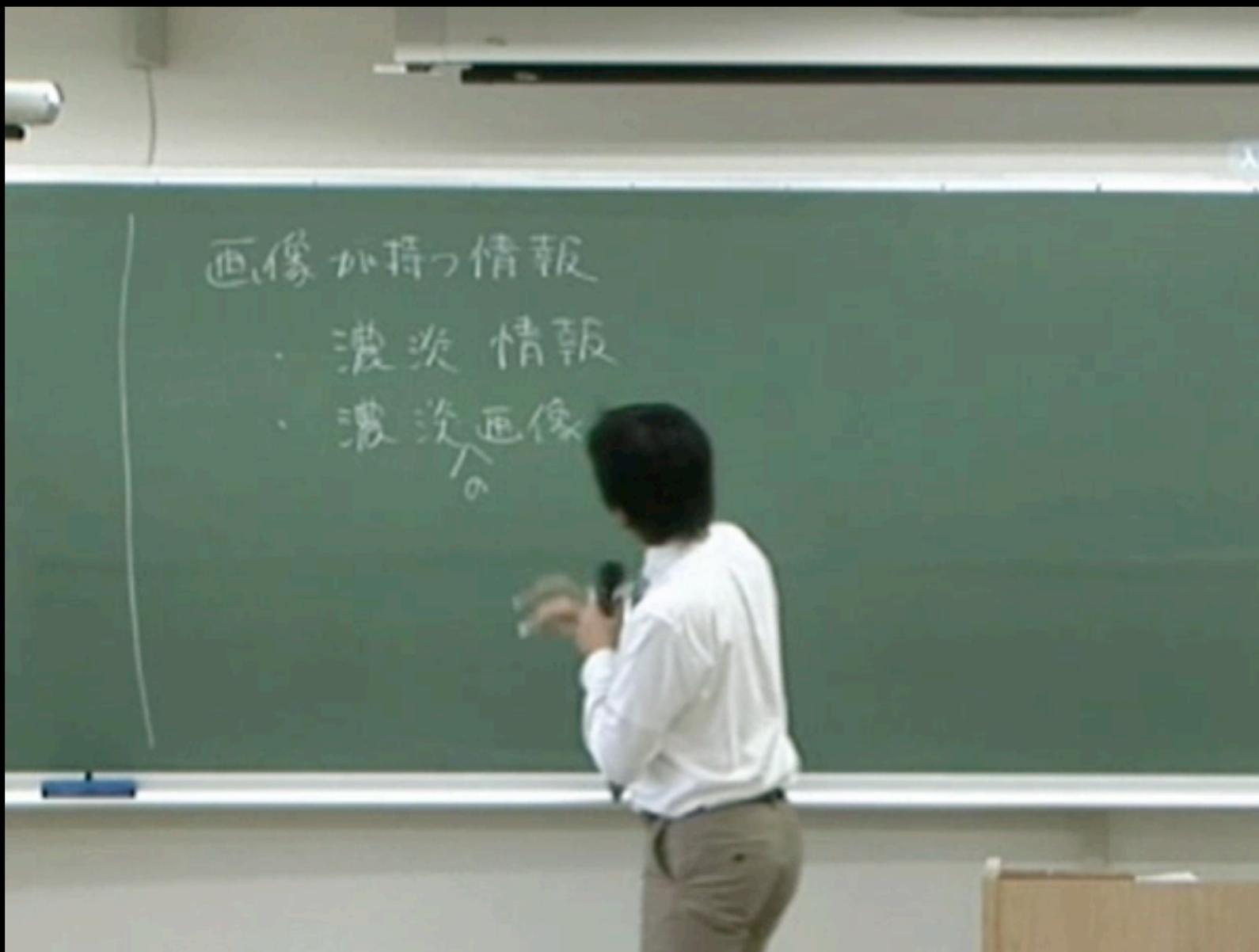
講義映像を視聴した学生の平均：76点 (15人)  
視聴していない学生の平均：68点 (5人)

## 講義映像配信とその効果2



視聴回数が多いほど高得点  
 $R=0.43$  (やや相関あり)

# 本手法で自動生成した講義映像



# 自動生成映像とその配信による効果のまとめ

- トリミングによるカメラワーク映像生成
  - 仮想カメラワークモデルの利用
  - 学生の注目点推移を考慮
  - 自動編集による時間短縮

→ **臨場感あふれる講義映像を自動生成**

- VideoPodcastingによる配信
  - 講義コンテンツ配信への強い要望
  - 視聴者の試験得点の増加

→ **学生の学習効率の上昇を確認**

# システム運用例①：中部大学に構築した講義配信システム

## マルチスケールに対応した講義映像配信システム

大型スクリーンによる等身大から携帯端末まで、視聴環境に合わせたサイズに自動編集して講義映像を配信



### 本システムの特徴：

- ①画像処理技術を利用した講義映像の自動編集
- ②大型スクリーンによる等身大から携帯端末までマルチスケール対応した国内外初のe-learningシステム
- ③ハイビジョン映像を小さな画面でも講義映像が見やすいように物体追跡技術を用いた仮想カメラワーク

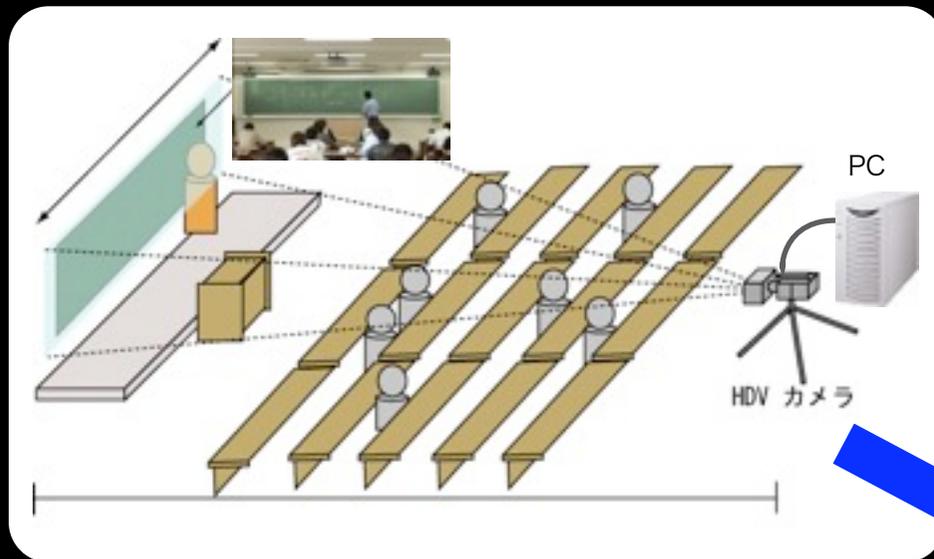
### 本システムの効果：

- ①いつでもどこでも講義を復習できる新しい学習法
- ②自動編集技術によりカメラマンや編集スタッフ等の負担を大幅に軽減
- ③知のオープン化に貢献

# システム運用例②：i-Collabo.AutoRec™



ほぼ全自動で、追尾型の良質な講義コンテンツを作成する画期的なソフトウェア  
→ 『i-Collabo.AutoRec™』 (中部大学藤吉研究室とNECとの共同開発)



開始

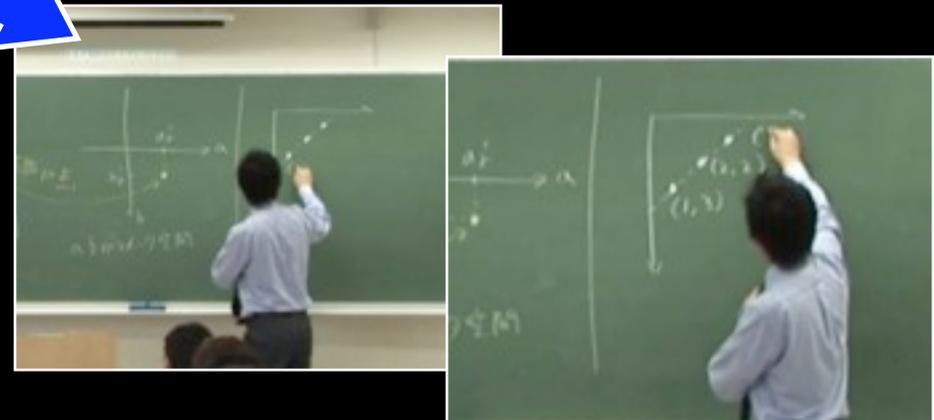
ボタンを押すだけで

- ❑ カメラマン不要
- ❑ 追尾装置不要
- ❑ カメラ動作の制御不要

(カメラに追尾動作はさせません)

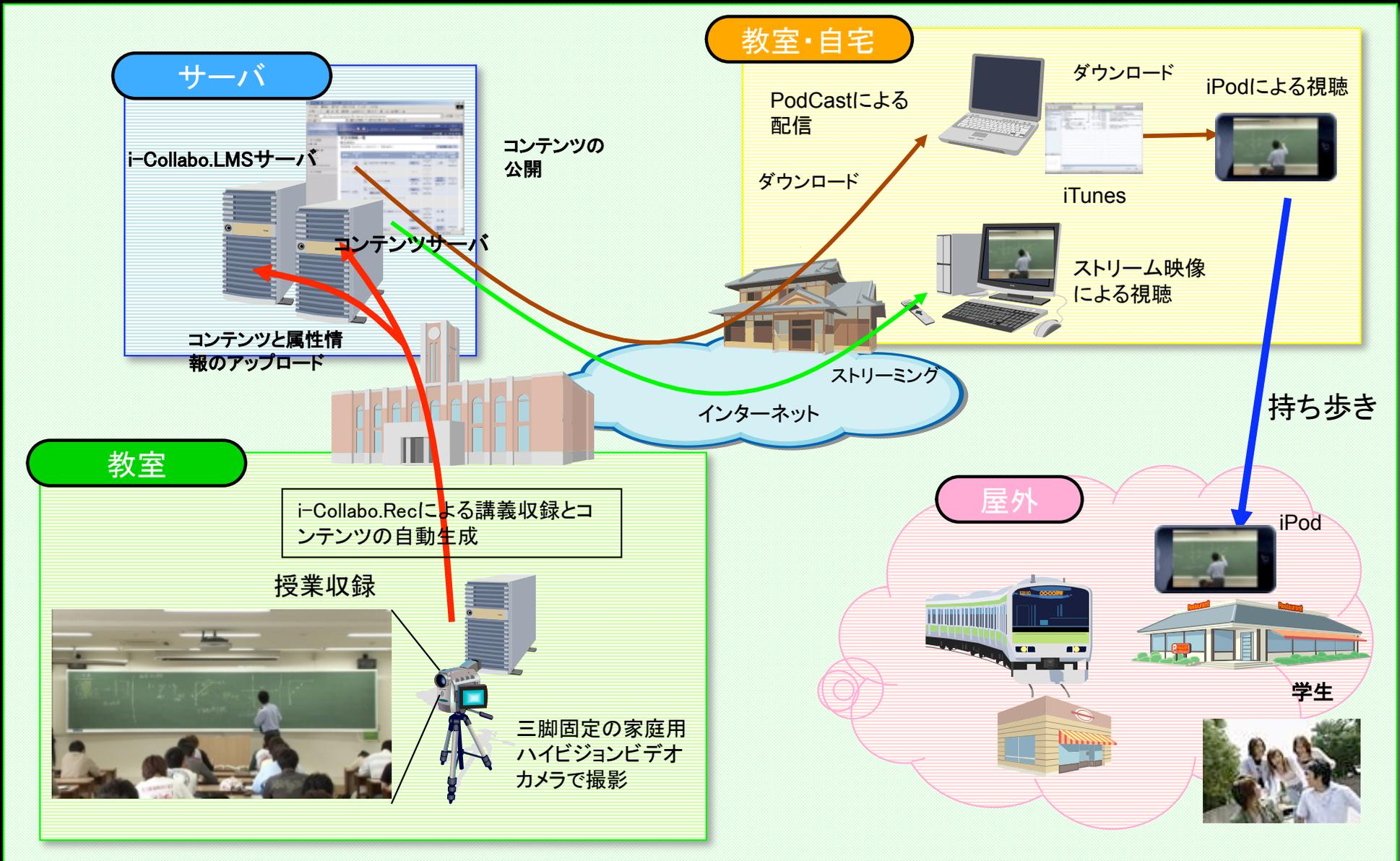
教育利用のために考え抜かれたアルゴリズム！

- ・ 教員のスムーズな追尾
- ・ 板書部分のズーム
- ・ 板書直後はその場所をフォーカス
- ・ 無発声板書時の早送り
- ・ 無発声無動作時の自動カット



追尾型の良質な講義コンテンツが自動生成

# 授業収録から編集・配信までを自動化



# 本システムのメディアでの取り上げ



Mac Fan 2008年5月号



2008年5月19日 中日新聞



2008年1月25日 読売新聞



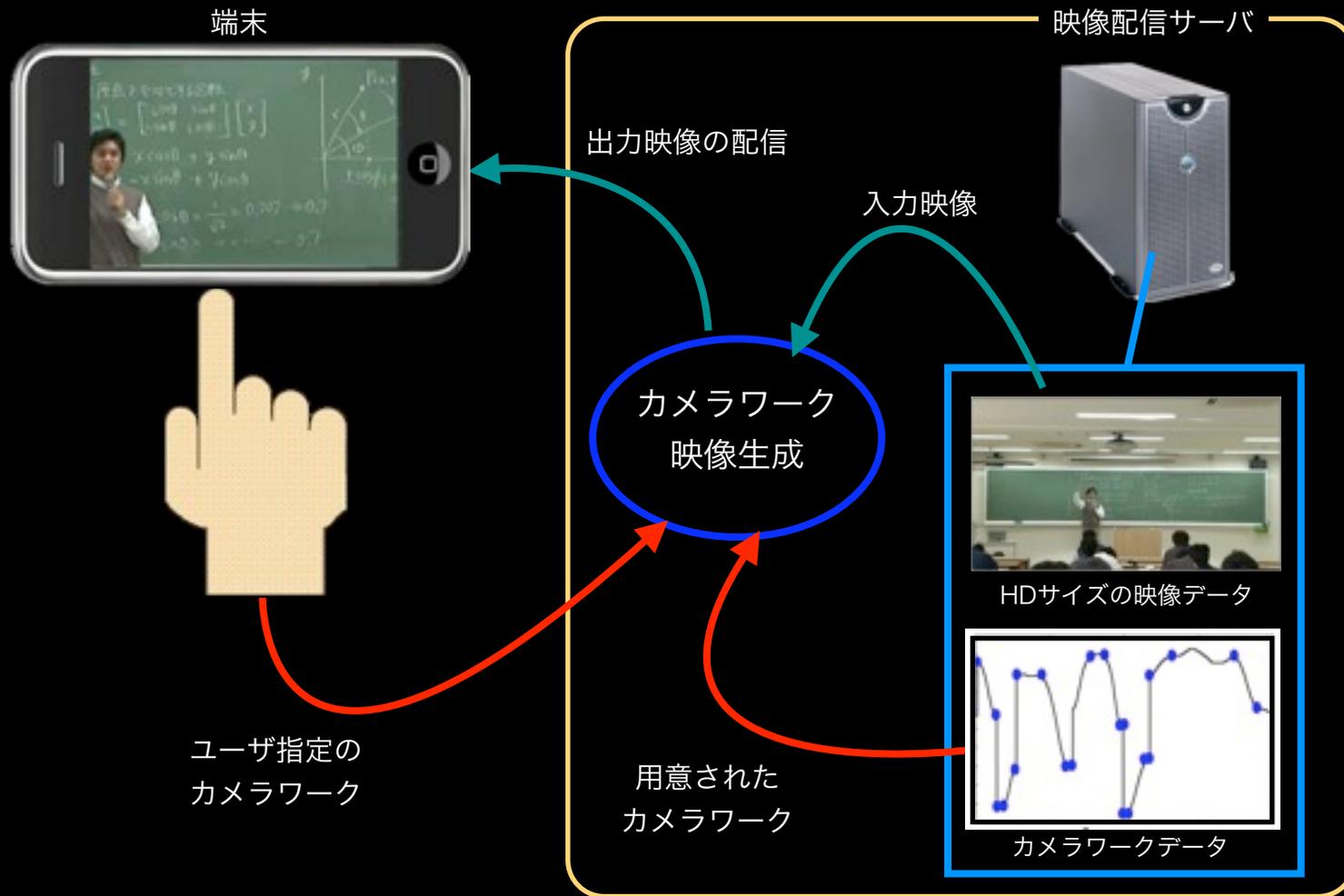
2008年1月24日 中日新聞



2008年7月30日 第5回日本e-Learning大賞受賞

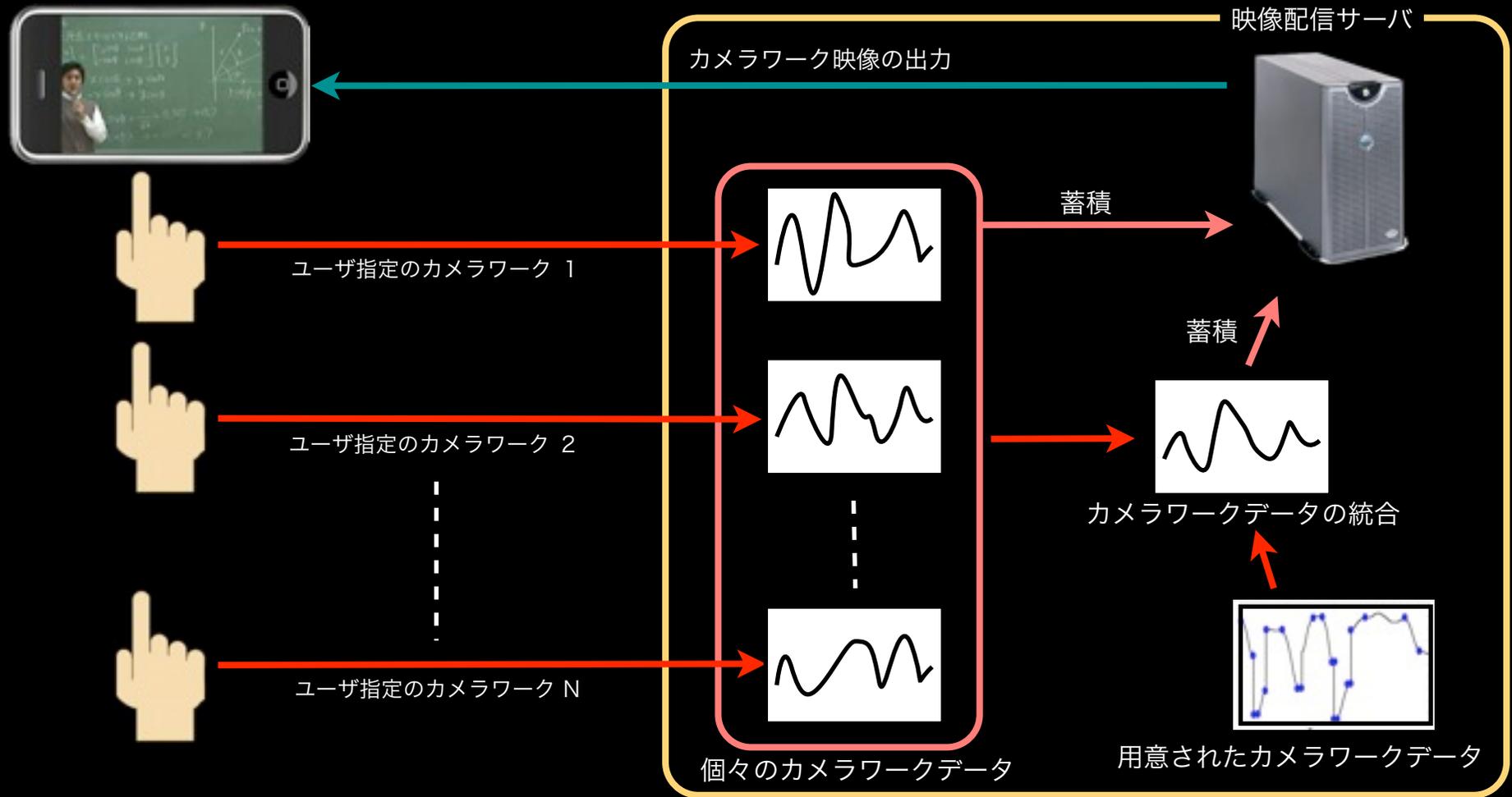


# 今後の展望：インタラクティブな映像コンテンツ生成



- 個々のユーザ嗜好を考慮した映像生成

# 今後の展望：カメラワークデータの蓄積と統合



- ・ カメラワークデータの再利用(復習に便利)
- ・ 他のユーザの注目位置(重要点)を確認できる
- ・ 講師へのフィードバック

# 今後の展望：ノートと講義映像のリンク

