

# 京都大學大學院 情報學研究科

## 知能情報學專攻

### 音(聲)メディア分野

工学部情報學科  
計算機科學コース(兼担)

## 奥乃研究室

- 平成25年度メンバー
  - 教授 奥乃 博
  - 准教授/講師 公募中
  - 助教 糸山 克寿, 西出 俊 (白眉プロジェクト)
  - 秘書 岡崎 裕美
  - 博士課程 6名 (学振特別研究員1名, 留学生3名)
  - 修士課程 10名 (M2 6名, M1 4名)
  - 卒研究生 3名 (H26年度大学院入試多数募集中)
- 多様なロボット
  - HRP-2W, Robovie, SIG2, Paro, Latte, ネコロ
  - HIRO, Keepon, NAO, AIBO, Replie (初代アクトロイド)
  - アクトロイド, ドラえもん
- 工学部10号館4階 (407, 408, 410, 412, 417)  
坂記念館(無響室・飛行機用空間), 総合研究1号館3階
- Web: <http://winnie.kuis.kyoto-u.ac.jp/>



# 私たちの夢： 世界中のロボットを聖徳太子に



## 2013年度 奥乃研究室紹介

- ・ 所属 大学院情報学研究科 知能情報学専攻  
知能メディア講座音 メディア分野
- ・ 研究テーマ
  - 音とロボットに関する知能の解明
  - 「聞き分ける」, 「音を見せる」
  - 「二次創作CGMのための音楽音響処理」
  - 「音によるHuman Robot Interaction」
  - 東日本大震災被害に対して世の中の役立つことをしたい
- ・ 方針
  - 学生の能力の発見と着実な成果
  - 挑戦的な研究テーマでProblem Based Learning
  - 日本・世界の研究を牽引



# 「聞き分ける」能力を室内から屋外へ

基盤研究(S) H19~H23

基盤研究(S) H24~H28



## 音環境理解 (CASA)

## 奥乃研究室 音声メディア分野

奥乃 博 教授  
糸山 克寿 助教  
西出 俊 特定助教

### 身体性の獲得

### 音による Human Robot Interaction

### 音楽音響信号処理によるCGM

認知発達  
ロボティクス

マルチパーティ対話  
常時発話可能対話

音楽合奏ロボット  
方言音声認識

楽器演奏音  
分析合成

補助関数法  
による分析

表情認識生成統一モデル

多様な音を聞き分ける

自分の音は抑制

音を見せる

バフリングによる模倣  
擬音語認識

ロボット聴覚  
ソフトHARK

HARK  
-Kinect



音のLifelog

歌声・話声弁別

道具身体化

能動的両耳聴

複数話者同時  
発話認識

実時間視聴  
覚情報統合

音楽情報処理

楽譜追跡

神経力学

移動ロボット  
AV-SLAM

音源3D定位・追跡・分離

調波非調波統合モデル

Recurrent  
Neural  
Network

マルチチャンネル統  
計的音響信号処理

Non-Parametric  
ベース推定

### 音によるField観測

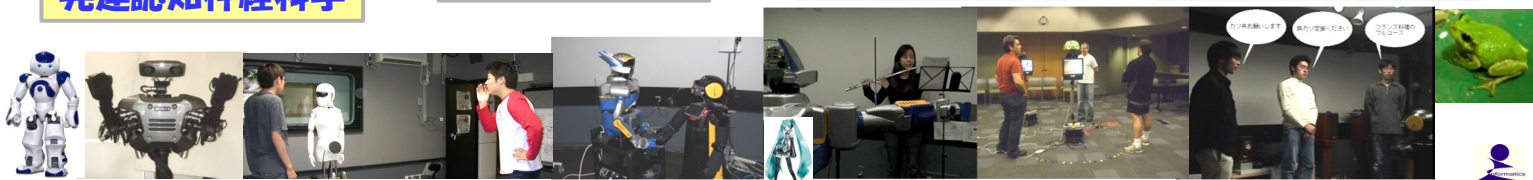
カエルホテル

発達認知神経科学

人工知能 (AI)

計算機科学 (CS)

合唱の数理モデル



# 研究室配属学生への教育サービス

## 1. 修士課程入学前の指導も可(2.5年間一貫教育)

博士課程への進学も視野に.

## 2. 専門教育(過去全員が信号処理は初めて)

- 信号処理プログラミング: Matlab (C, C++, Python)
- 音声認識システムの修得

## 3. 発表指導・論文・申請書執筆指導

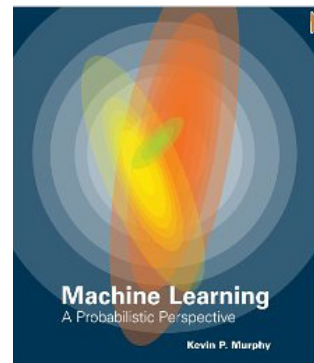
- 修士: 国際会議発表、ジャーナル論文投稿

## 4. 毎週水曜日(10:30~18:00) 昼食会・研究会

## 5. 他にグループ会合(週末は完全休息のはず)

# 2014年度の修士研究の流れ

1. 第1回ミーティング・グループ仮決定
2. Matlab による信号処理トレーニング(4月集中, 木金)
3. 音声認識システム修得, fMRI実習(5月)
4. グループでの演習(パターン認識, MLaPP)
5. 5月~7月 前期はコースワーク集中
6. 8月~9月 学外インターンシップ
7. 10月以降 修士課程研究に集中
8. 10月頃 **国際会議投稿**(インターンシップの成果)
9. 1月初旬: **情報処理学会全国大会論文投稿**(2頁)
10. 1月中旬: **修士課程中間報告**
11. 3月6~8日: 情報処理学会全国大会発表
12. 3月下旬: **国際会議投稿**(英文4~6頁)  
ロボット: IROS2015, Humanoids 2015  
音楽: ISMIR2015, 音声対話: Interspeech2015



# 研究室配属学生へのメリット

## 1. 国際会議論文投稿・発表

- 会議参加費・旅費等は全額サポート
- ジャーナル論文への発展
- 就職活動での研究活動のアピール
- 学振特別研究員申請への実績づくり
- 学会

## 2. アウトリーチ活動への参加

- 広報活動への参加
- スーパーハイスクールへの出張講義

## 3. 奨学金返済免除の可能性

- H23: 全額1 半額1, H22: 全額4, 半額1, H21: 全額2

# 2012・2011・2010年度修了生進路

## 1. 博士:

- 2012: (DC2) **ホンダ・リサーチ・インスティテュート・ジャパン**
- 2010: (DC2) **(株)日立製作所 中央研究所**
- 2010: (DC1) **京都大学大学院情報学研究科特定助教**



HITACHI  
Inspire the Next



## 2. 修士:

- 2012: **楽天 (株)**
- 2012: **三菱電機 (株)**
- 2012: **コルグ (株)**
- 2012: **ミキシイ (株)**
- 2011: **博士課程進学 (奥乃研, 国費留学生)**
- 2011: **Google**
- 2011: **ヤマハ (株)**
- 2011: **パイオニア (株)**
- 2010.9: **旭化成 (株)**
- 2010: **博士課程進学 (奥乃研, DC1)**
- 2010: **任天堂 (株)**
- 2010: **パナソニック**
- 2010: **ヤマハ (株) 2名**

楽R天

MITSUBISHI (学校推薦)  
Changes for the Better

KORG  
株式会社コルグ

mixi



Google

YAMAHA (学校推薦)

Pioneer

AsahiKASEI 旭化成株式会社



Nintendo

Panasonic  
ideas for life

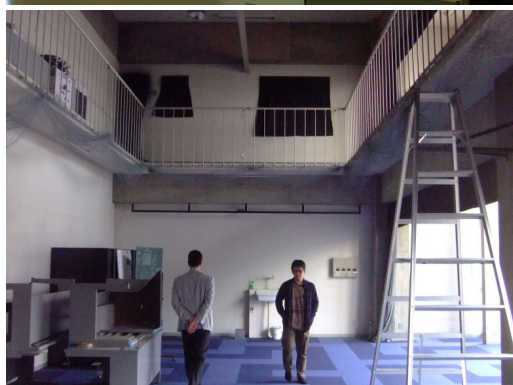
YAMAHA

# 研究室の設備

- 体育館(184m<sup>2</sup>, 高さ5m)のようなスペースと OptiTrack 装置
- 5m\*5m\*5m の無響室
- 無人quadrotor(Pelican, 特注品, Ar.Drone2)
- 1Kmまで飛ぶ laser scanner
- 3Dプリンター(uPrint, 0-Matic)
- ヒューマノイドロボット HRP-2, NAO, SIG-2
- ホース型ロボット, 各種ロボット
- 音光変換装置「カエルホタル」

## 2013年度の学生居室・実験室

1. 総合研究7号館4階412号室: 糸山助教, 学生居室
2. 総合研究7号館4階407号室: 奥乃研実験室
3. (7号館正面2階) 無響室, 移動ロボット, 空中ロボット実験室



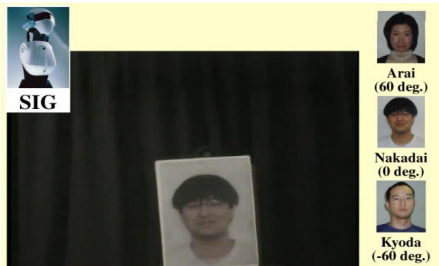
# 奥乃研究室の外部評価

- ・ **文部科学大臣表彰 科学技術賞（研究部門）受賞**（H25）
- ・ **科研費基盤研究(S) 中間評価・事後検証：A+**（H22, H24）  
⇒ 専攻で「**卓越した大学院拠点形成補助金**」獲得 H24～H25
- ・ **科研費基盤研究(S) H24～H28**
- ・ **文部科学省の国立大学法人評価委員会**（H21）：  
情報学研究科の研究成果の状況で  
「…**音楽情報処理研究**も多数の論文に掲載され数々の賞を受賞するなど、幅広く国内外で評価の高い成果を上げている。」
- ・ **COE事後評価**（H20）：  
「知識の創成では、…、**3話者の同時発話を聞き分けるロボット**,…を展開し、十分に多くの成果を上げている。」
- ・ **COE中間評価**(H18)：  
「**音環境理解とロボット聴覚**」研究が世界的な水準である

## 2013年度の研究プロジェクト

1. 科研費基盤研究(s)「**ロボット聴覚の実環境理解に向けた多面的展開**」
  - ・ 屋内ロボット, 屋外ロボット, 飛行ロボットにロボット聴覚機能の搭載
  - ・ カエルの合唱機構解明のための音光変換デバイス「カエルホテル」の開発
2. 同若手研究「**Non-Parametric Bayesによる多重奏音楽情報処理**」
3. JST 日仏研究交流「**ヒューマノイドロボットのための能動的両耳聴**」
4. 共同研究：
  - ・ ホンダ・リサーチ・インスティテュート・ジャパン
  - ・ NTTコミュニケーション科学基礎研究所
5. H24年度終了: 科研費萌芽研究「**カエルの合唱解明と音楽共演ロボット**」
6. H23年度終了: 科研費基盤研究(S)「**音環境理解からロボット聴覚の構築**」
7. H23年度終了: グローバルCOE 「知識循環社会」 「音環境理解」
8. H22年度終了: 科研費萌芽研究「**カエルの合唱の解明**」
9. H20年度終了: 科研費萌芽研究「**数独の難易度定義と自動問題作成**」

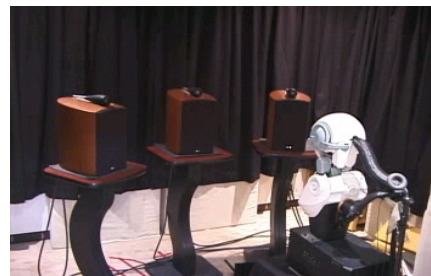
# 三話者同時発話認識技術の進展



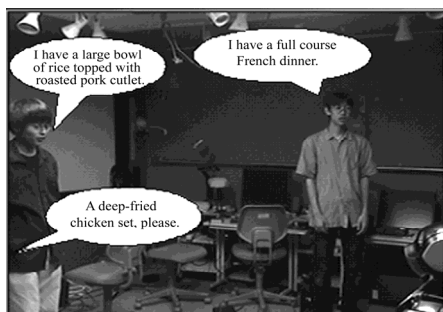
2002年

話者の間隔がより狭く

- 人間による実験
- 文章の認識
- より大きな部屋
- 事前情報がよりすくなく
- 3種類のロボットで実証

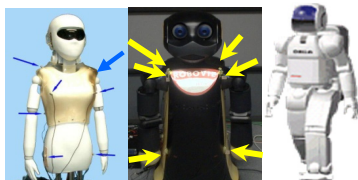


2003年



2005年

GA最適化による  
4倍の高速化



2006年

19

# ロボット聴覚システムHARKの応用

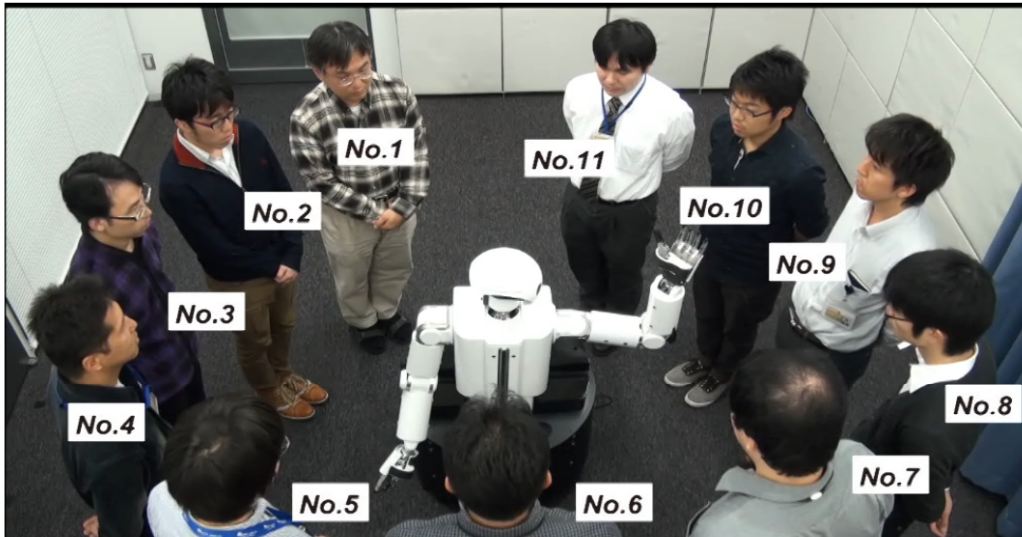
料理の注文の  
同時発話認識

3人の注文  
終了後、  
ロボットの  
応答時間  
に注意！

Before:  
7.9秒  
After:  
1.9秒



# 同時発話認識 2012



No. 1 Pork cutlet bowl  
No. 2 Deep fried chicken  
No. 3 Grilled fish plate  
No. 4 Humberger  
No. 5 French full-course  
No. 6 Leek liver stirfry  
No. 7 Curry & Rice  
No. 8 Fried prawns  
No. 9 Hot noodles with Tempura  
No. 10 Shabu-shabu  
No. 11 Grilled eel  
**correct!**

Curry & Rice, Fried prawns,  
Hot noodles with Tempura, Shabu-shabu,  
and Grilled eel.

Sound Source Localization

Copyright (C) 2012 Honda Research Institute Japan Co., Ltd. All Rights Reserved.

- 16ch マイクロホンアレイ使用
- 音源定位情報は所与

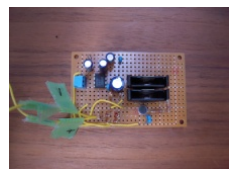
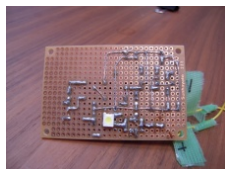
# HARK メンバ Willow Garageに招待



<http://www.willowgarage.com/>



# 水田でのカエルホタルによる観測

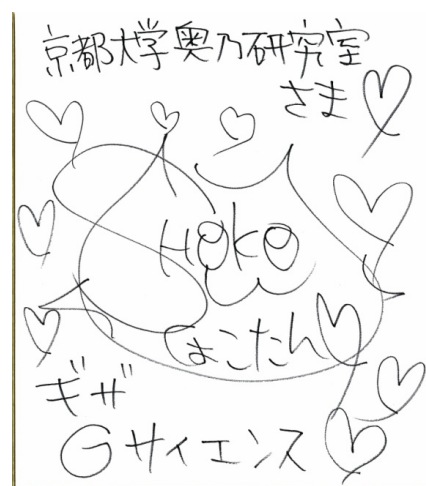


We can see  
where the sound is.  
that two frogs are calling alternately.

27

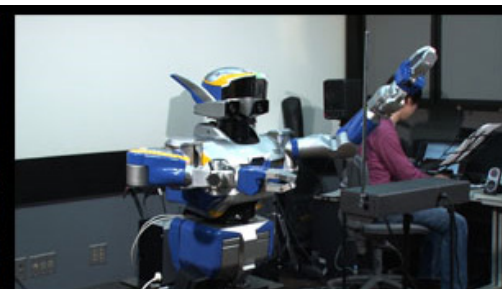
Okuno Lab. Kyoto University

## こんなご利益もあります



科学とは、知的好奇心を段階的に解決する人類最高のゲームの1つである。

[Gサイエンス]



聖徳太子ロボット テルミン演奏ロボット

# 新メディア展開にも積極的に貢献

特集>>

情報処理学会誌5月号(4/15発売)

## CGMの現在と未来

初音ミク、ニコニコ動画、ピアプロの切り拓いた世界



### 編集にあたって

後藤真孝 (産業技術総合研究所)  
奥乃 博 (京都大学)

日本の技術・社会・文化の強みの相乗効果により、一般の人々が活発な創作活動を繰り広げ、(Consumer Generated Media, 消費者生成メディア)の未来を切り拓く画期的な現象が起きている現象の中核に焦点を当てた特別セッション「CGMの現在と未来: 初音ミク、ニコニコ動画、ピアプロの切り拓いた世界」を、情報処理学会 創立50周年記念全国大会のイベント企画として、2010年3月10日(水)に東京大学で開催した。本イベントは開催前に2件、開催後に8件報道されるなど、注目を集め、700名の会場がほぼ満員となった。インターネット上の無料ニコニコ動画中継を実施し、ニコニコ生放送

- **CGM: Consumer Generated Media (消費者生成メディア)**
- **N次創作**
- **能動的音楽鑑賞**
- **映像・音響の融合**

等の概念の土のの統の浪野首文氏(林) 口平坂云) という4名の第一人者の皆様に記事の執筆をお願いした。また、本イベントを企画し、司会を担当した後藤真孝(産業技術総合研究所)も記事を執筆した。

本特集の最初の記事『1. 初音ミク、ニコニコ動画、ピアプロが切り拓いたCGM現象』(後藤真孝)は、このCGM現象を俯瞰して何がすごいのかをさまざまな角度から解説している。そして、日本が海外に対して

## 音楽パートの置換

1. 混合音から置換する楽器パートを抽出するための音源分離



2. 別の楽器音から楽器パートの構成に必要な音の音合成



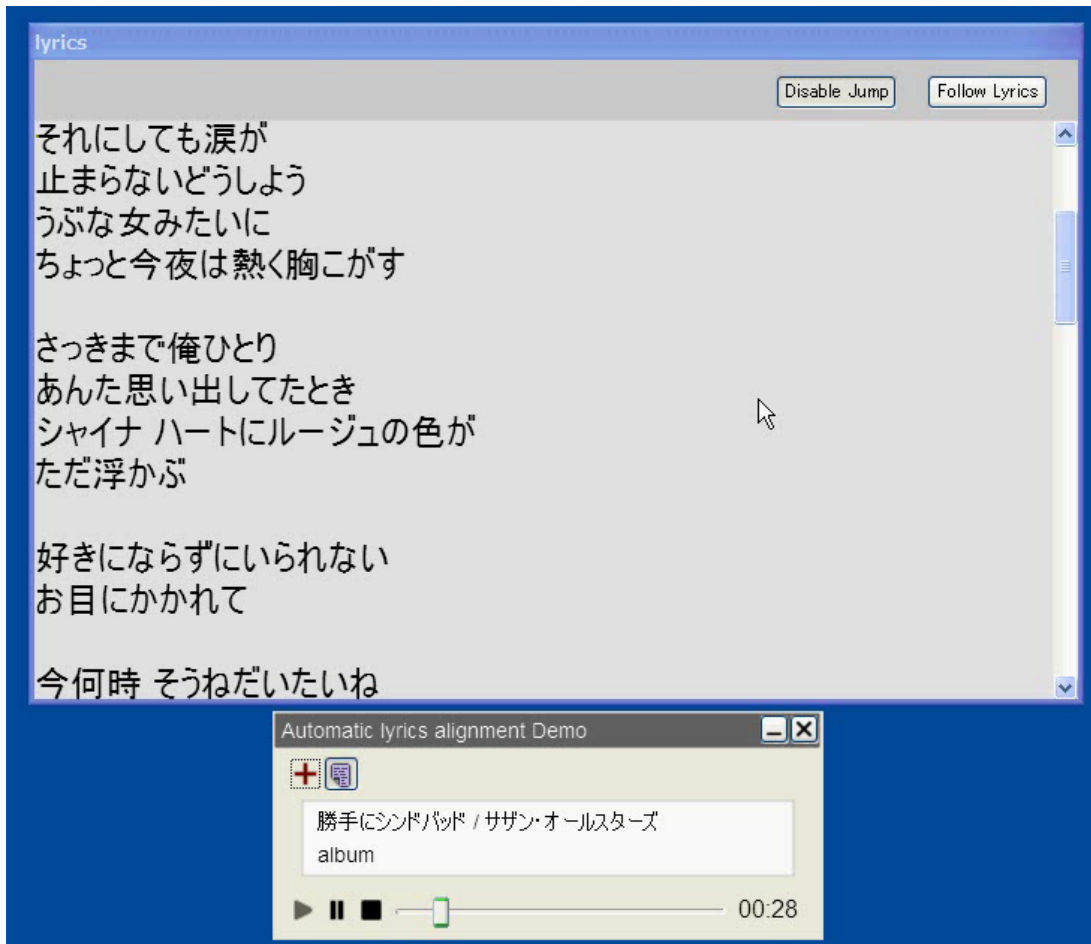
音の高さ、長さを変えてはもちろん、  
発音時の印象を変えるetc.

様々な加工を施した音で音色置換可能

ピアノ音を フォルテ奏法に操作  
ピアノ音を ピアノ奏法に操作

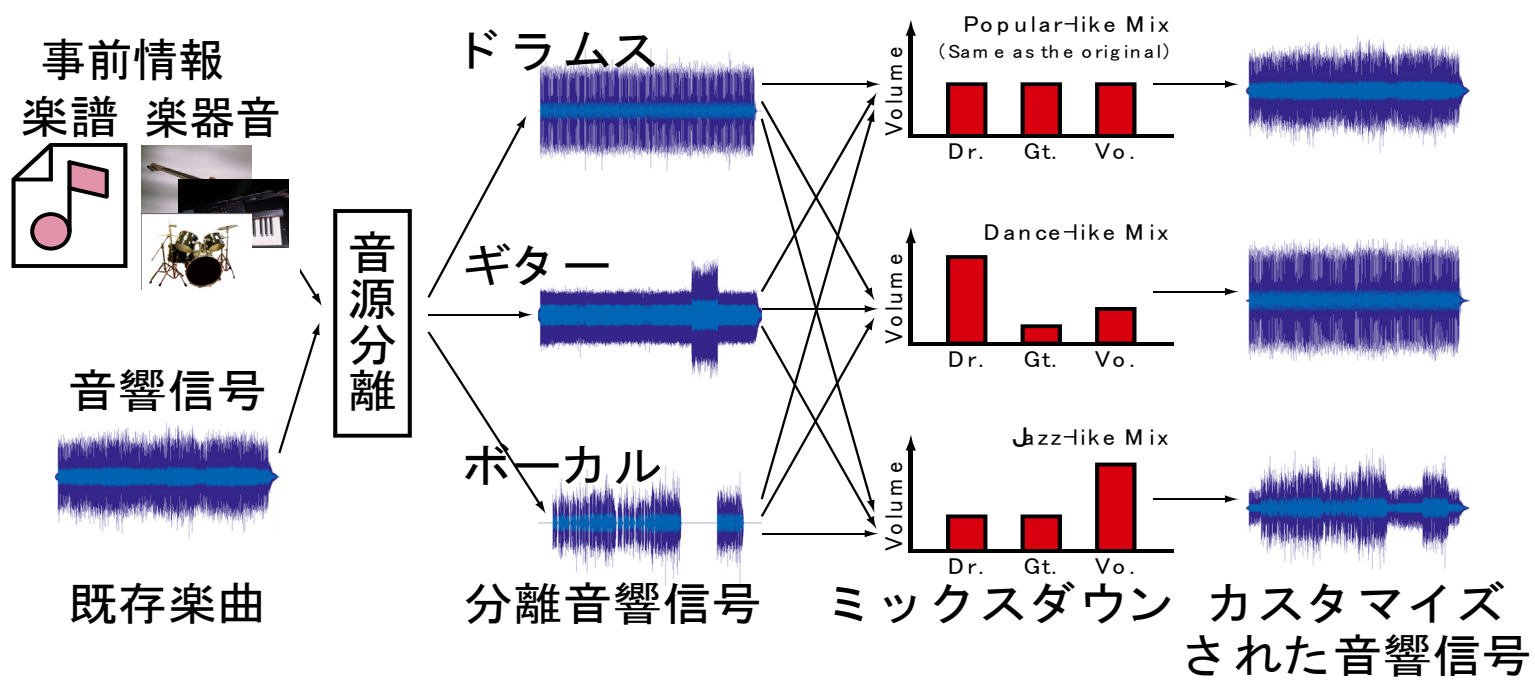
※音量差がなくなるよう調節済み

# CD音楽に歌詞を時間的対応付け

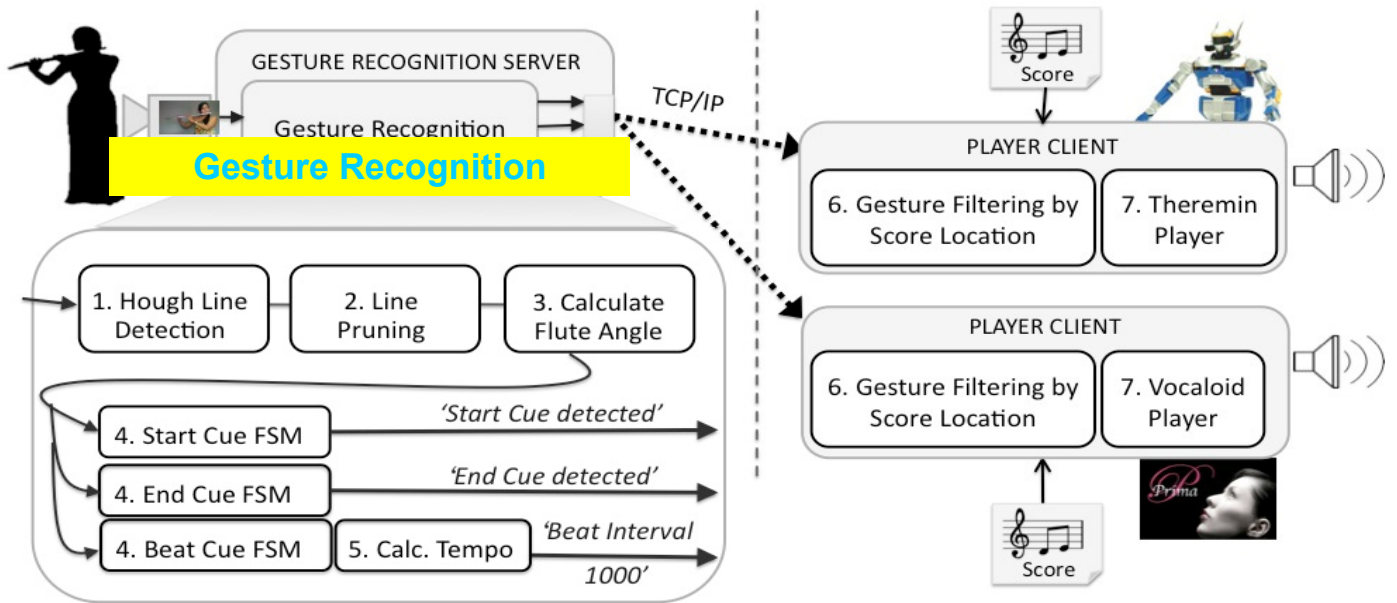


1. 文字ごとに音楽と対応付け
  2. 歌詞をクリックすればそこから演奏
- 原理: ボーカル部分を抽出
- 応用: 電子辞書の対話データ (シャープ・パピルスで商用)
- 松下幸之助 人間のページ (ドコモ, AU)

# 楽器音イコライザ



# ロボットアンサンブルシステム



The robot can play the theremin and sing while:

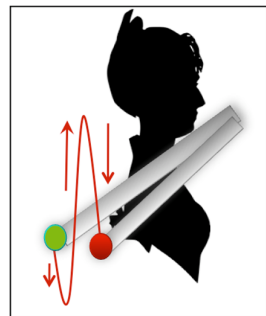
- 1) Starting and stopping in synchrony
- 2) Adapting to human's tempo mid-song

34

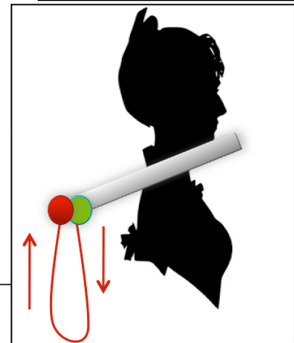
## 共演者としての音楽ロボット



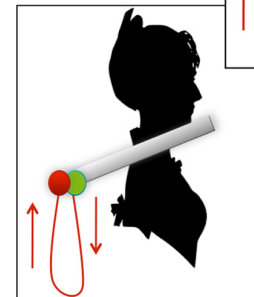
**Start Cue**



**End Cue**



**Beat Cue**



# 音楽ロボット（カルテット演奏）



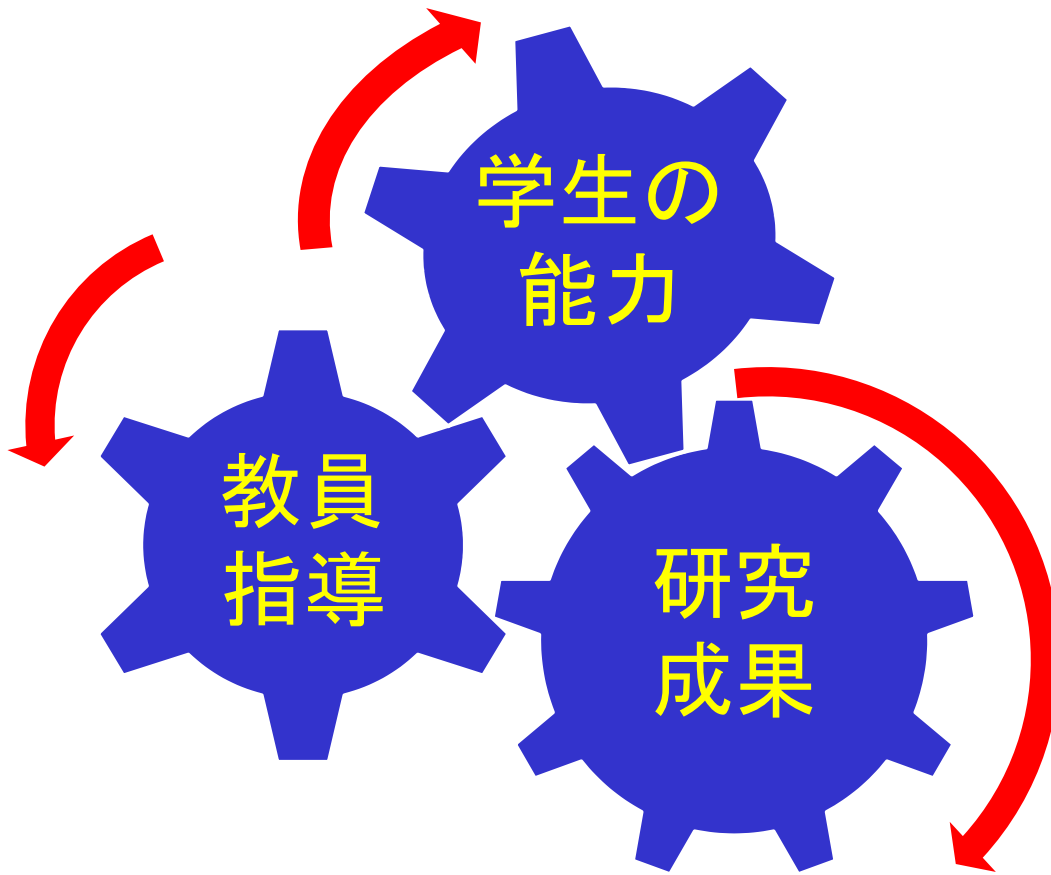
- ビート追跡と視聴覚統合による人との協調演奏  
[IEEE Humanoids 2012]

# TRIOでの音楽共演ロボット



Nao knows the tempo and can groove with the humans.

## 奥乃研の指導原理



## Take Home Messages

奥乃研究室に来れば、投稿論文が1本書けるように指導します。それを通して論理的思考(logical thinking)の一端を学べるので、**企業に就職するときの武器**を授けられます。