

# 外部カメラを用いた ヒト型ロボットによるサッカー競技 SSL Humanoid の提案

○升谷 保博(大阪電通大) 成瀬 正(愛知県立大)  
長坂 保典 藤井 隆司(中部大) 渡辺 正人(豊田高専)  
光永 法明(金沢工大) 中川 友紀子(アールティ)  
内藤 理(東京大)

2009年5月9日  
第29回人工知能学会 AI チャレンジ研究会

# はじめに

- 著者ら: RoboCup小型ロボットリーグ (SSL: Small Size robot League)の参加者
- SSLの経験を踏まえて, グローバルビジョン(外部カメラ)を用いてヒト型ロボットがサッカー競技を行うリーグを提案(2007年)
  - 小型ロボットリーグの特徴と位置付けを維持.
  - 新たな研究を展開.
  - 参加者の裾野を広げる.
- 命名「SSL Humanoid」(2008年)
  - 小型ロボットリーグのヒト型ロボットサブリーグの意味.

# ビデオ：ジャパンオープン2008



# ビデオ: RoboCup2008 (世界大会)

**RoboCup 2008**  
**Suzhou China**

# 発表の内容

- 背景
- 提案
- ロードマップ
- 研究課題
- 2008年のデモの事例紹介
- 2009年の予定
- まとめ

# 背景

- RoboCupの現状
- 市販のヒト型ホビーロボット
- 環境の知能化に向けた要請

# 背景：RoboCupの現状

- 小型ロボットリーグ
  - 車輪型ロボットと天井カメラの技術確立
  - 細かな要素技術の性能競争
  - 新たな問題設定が必要.
  - 新規参入困難(技術的, 経済的な理由で)
- ヒューマノイドリーグ
  - カメラやコンピュータなど全てをロボットに搭載.
  - 技術的・経済的なハードルが高い.

# 背景：市販のヒト型ホビーロボット

- 小型ヒト型ロボットのキット.
- 比較的安価に市販.
- ホビーとして人気が高い.
- 格闘技やサッカー競技が盛ん.
- 目視でロボットを操縦する競技がほとんど.
- 機構の製作や操縦の楽しみがメイン？



# 背景：環境の知能化に向けた要請

- 人間とロボットの共生を図るため.
- 整備されていない環境では, ロボット搭載のセンサだけでは, 状況把握が難しい.
- 人間やロボットが活動する環境側にもセンサを埋め込む.
- 環境側センサの情報を用いてロボットを高度に制御しようという考え方が提案され, 研究が進められている.

# SSL Humanoidの提案(1/3)

## RoboCup 小型ロボット リーグ

- 自律型
- グローバルビジョン
- 経済的・技術的なハードル高い

## ヒト型 ホビーロボット

- 市販キットあり
- ほとんどが操縦型

## RoboCup ヒューマノイド リーグ

- 自律型
- ローカルビジョン
- 経済的・技術的なハードル高い

## SSL Humanoid

- 自律型
- グローバルビジョン
- 市販キット利用可能

## 環境知能化

- 環境側センサをロボットの制御に利用する研究

# SSL Humanoidの提案(2/3)

- 小型ロボットリーグの車輪型ロボットをヒト型ロボットに置き換える.
- 外部カメラ(グローバルビジョン)OK
- 外部コンピュータOK
- 小型ロボットリーグのこれまでの成果を共通基盤として活用.

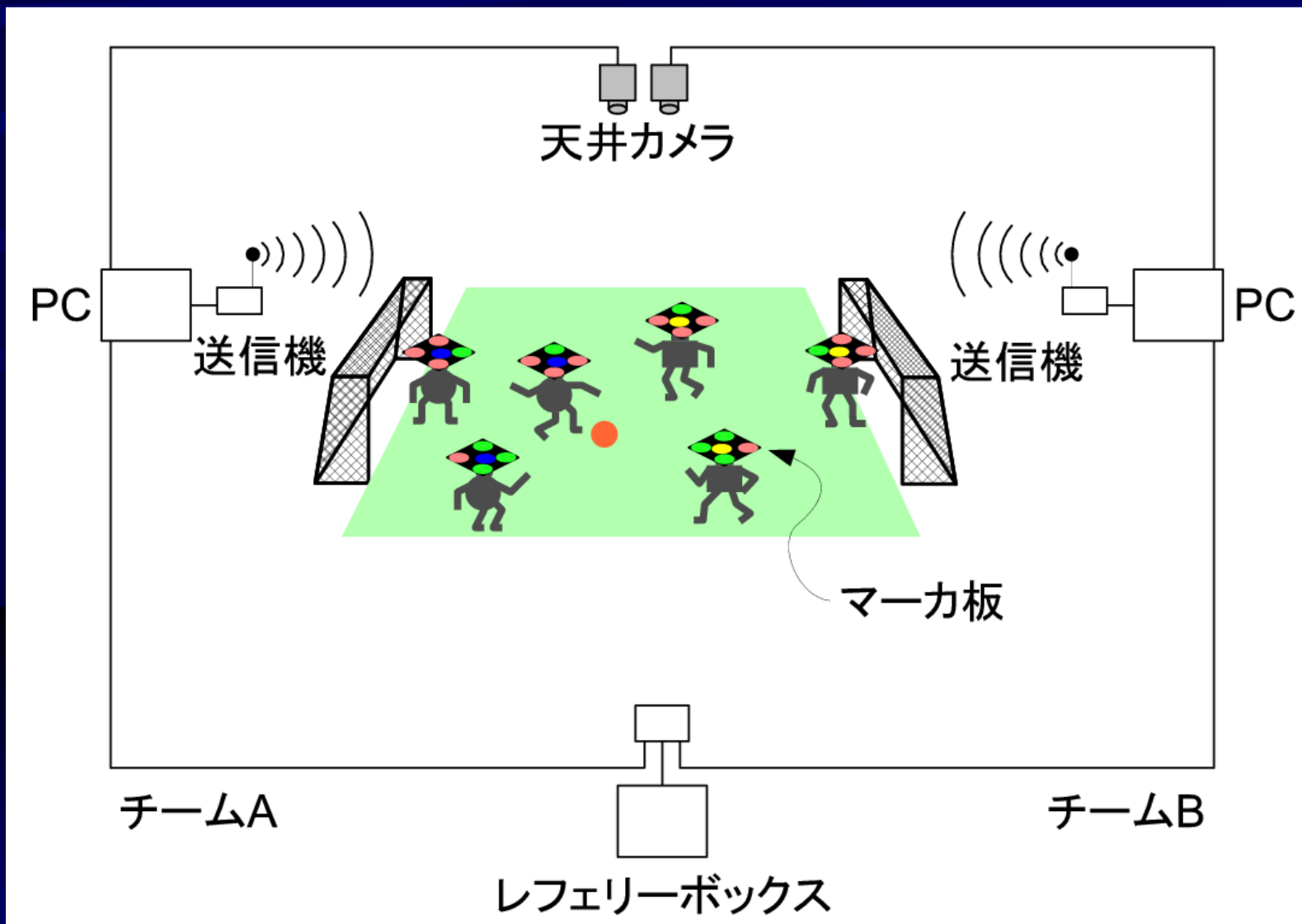
# SSL Humanoidの提案(3/3)

- 特定の要素技術の開発に偏りがちなSSLの現状をリセット.
- 市販のロボットキットが利用可能.
- 技術的・経済的な困難を減らす.
- これまでと異なる人たちに参加を促し, RoboCupやロボティクスに関わる人の輪を広げる.
- 知能化された環境でヒト型ロボットが活動するシステムの1ケース.

# ロードマップ(1/2)

- 2009年
  - 小型ロボットリーグのサブリーグ
    - 小型ロボットリーグのフィールドの半分
    - 天井カメラやマーカは小型ロボットリーグと共用
    - 小型ロボットリーグのレフェリーボックスを利用
  - 1チームあたりのロボット数は3台
  - 市販のヒト型ロボットキットで出場できるようなルール

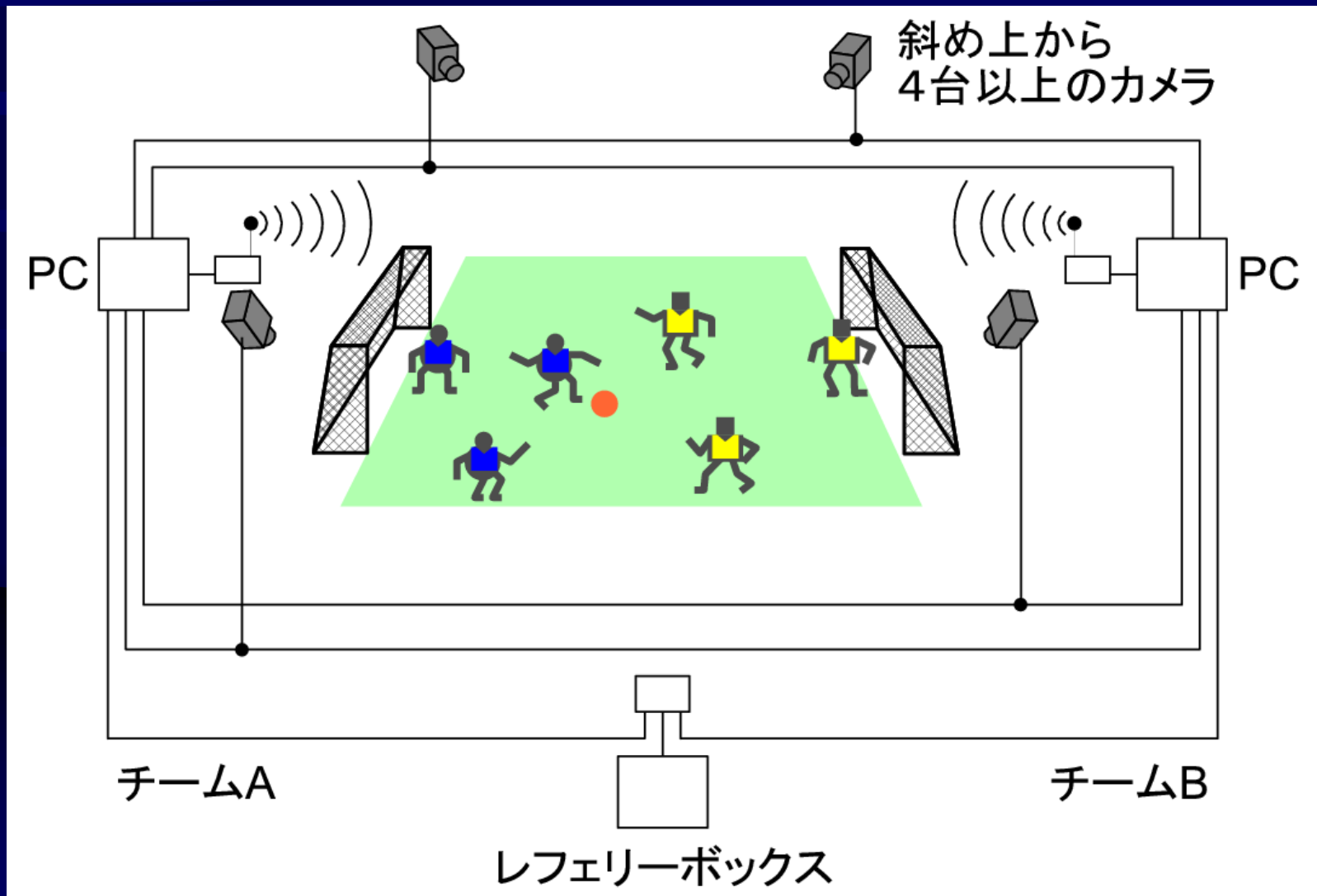
# 2009年の競技形態



# ロードマップ(2/2)

- 2010～
  - 天井カメラおよび画像処理装置はリーグ実行委員会が用意
  - ロボットマーカは指定のもので統一.
  - 画像処理結果はネットワーク経由で参加チームへ
  - 無線装置はリーグで標準化.
  - 共通基盤の整備にはRTミドルウェアなどを利用
- 2012～
  - 自前のカメラ, 自前の画像処理を使う部門
  - ロボットの3次元情報認識(マーカ以外のものも見る)
  - 4台程度のカメラでフィールドを斜め上方から撮影
- 2015
  - マーカ廃止

# 2015年の競技形態





# 研究課題

- ローカルビジョンからの解放
- グローバルビジョンの進化

# 研究課題：ローカルビジョンからの解放

- ローカルビジョン
  - カメラや画像処理装置を全て搭載
  - 技術的, 重量的, コスト的に困難
  - 視野や解像度や処理速度に限られる
  - ロボットの基本能力のボトルネック
- グローバルビジョン
  - ローカルビジョンによる制約から解放
  - 小型リーグで培われてきた「2次元」「マーカあり」の画像処理の技術やノウハウをモジュール化し参加チームで共有.
  - ヒト型ロボットの機構や運動制御, 複数エージェントの戦術や戦略の研究に注力できる
  - 「環境知能化」の研究の実証実験の場にも資する.

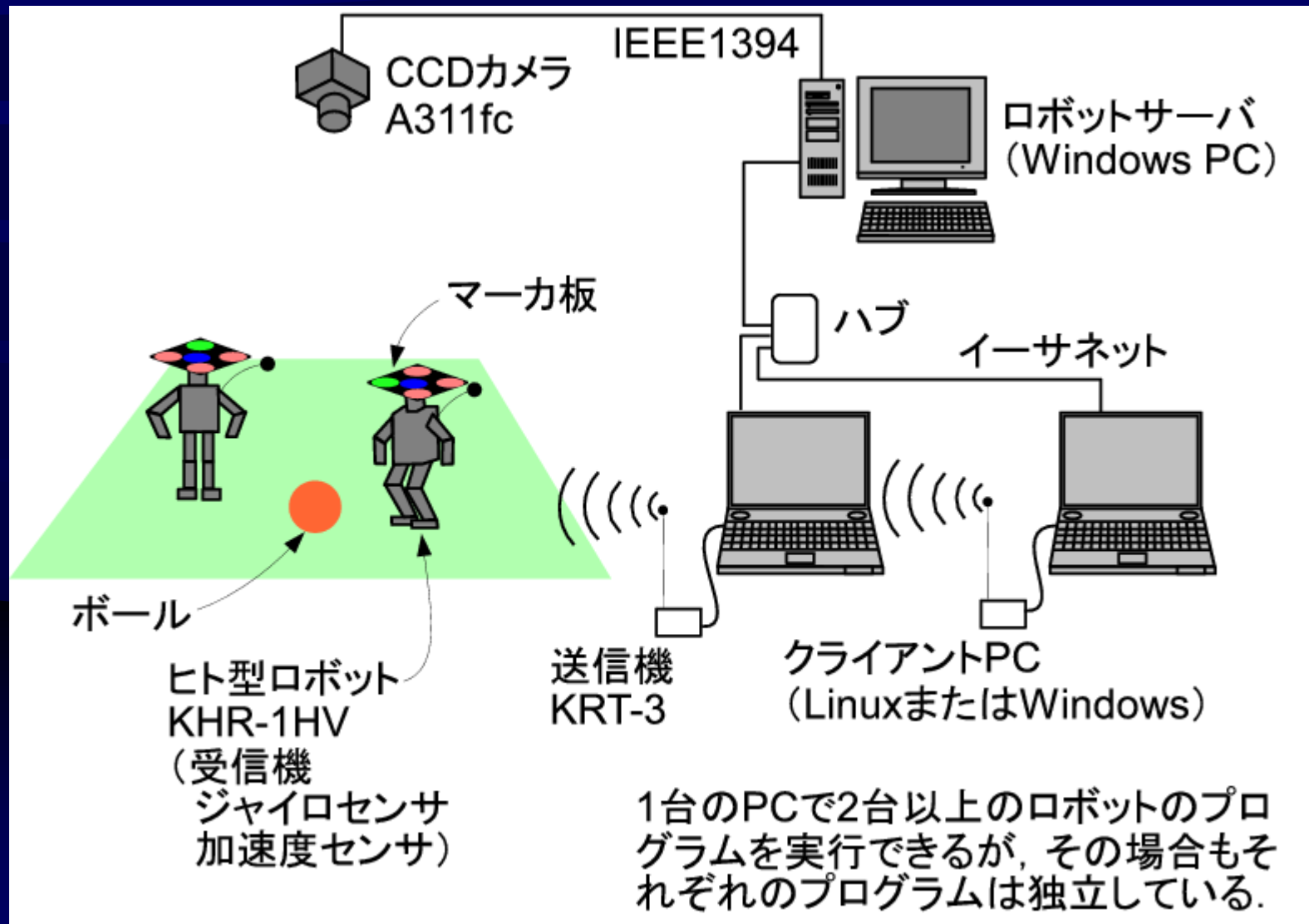
# 研究課題：グローバルビジョンの進化

- 「2次元」「マーカあり」
  - これまでの小型ロボットリーグ
- 「3次元」「マーカなし」
  - より実用的なビジョンの問題に取り組む
  - ロボットの位置・方向・番号だけでなく、姿勢や運動の種類を認識することを目指す。
    - 真上からではなく斜めから多くのカメラで。
    - 複数カメラの情報を統合して実時間で3次元の情報取得・姿勢の認識
  - 究極の目標：レフェリーと実況中継の自動化

# 2008年のデモの事例紹介

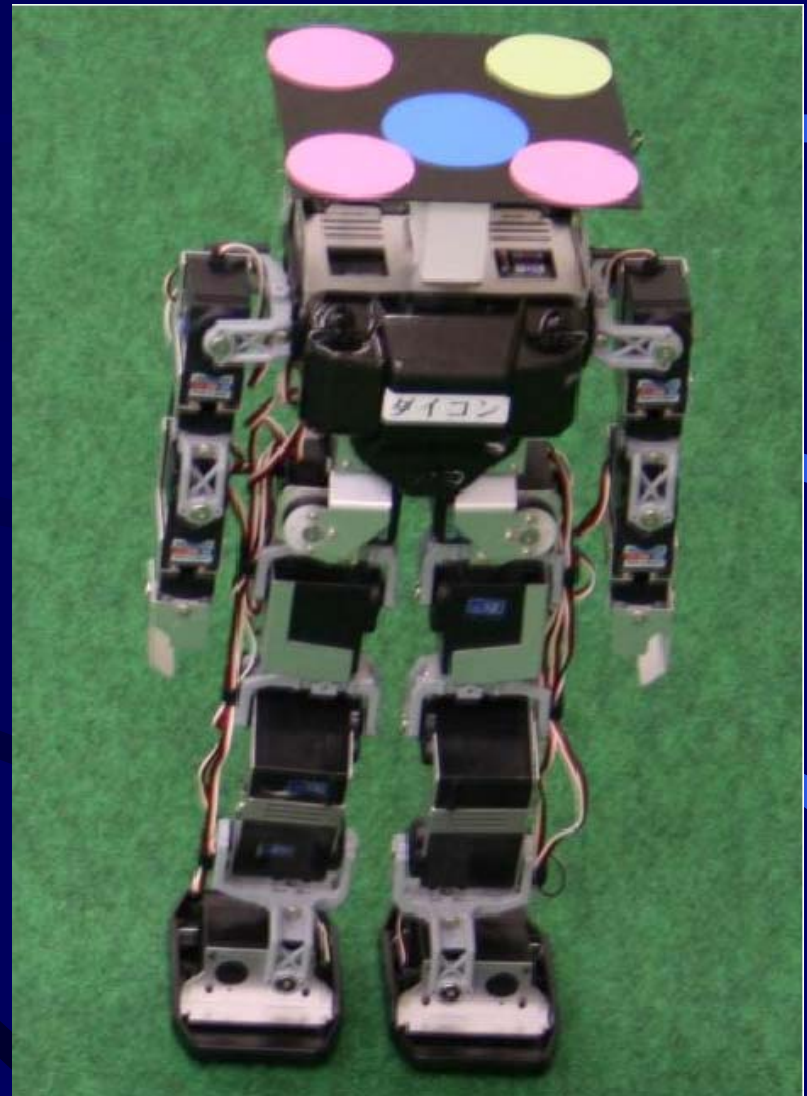
- 大阪電気通信大学のチームODENS
- 目的：SSL Humanoid の実証と広報
- 2008年5月  
ロボカップジャパンオープン  
(静岡県沼津市)
- 2008年7月  
RoboCup2008  
(中国蘇州)

# ODENS2008: システムの概要



# ODENS2008: ロボット本体(1/2)

- 近藤科学 KHR-1HV
  - 加速度センサ
  - 角速度センサ
  - 受信機
  - 無改造
- 頭頂部にマーカ板
  - 120[mm] × 120[mm]
  - 起立時に水平
  - 位置, 方向, 番号



# ODENS2008: ロボット本体(2/2)

- モーション
  - ポーズ(関節変位の組)の並び
  - 標準ソフトHeartToHeart3で開発
  - 複数モーションをロボット本体に記憶
  - 受信機で受けた番号に対応したモーションを選択
- 転倒対策
  - ロボット転倒→マーカは天井カメラに映らなくなる  
→制御不可
  - 加速度センサで重力方向を判断.
  - 倒れたと判断すると起き上がりのモーション発動
  - 立ち上がれば, 天井カメラに映り, 制御可能に.

# ODENS2008: カメラ・画像処理

- 小型ロボットリーグのシステムをほぼそのまま転用
- カメラ: Basler社IEEE1394カメラA311fc
  - 658 × 492pixel, 60fps
  - レンズTAMRON 12VM412ASIR
- PC: Dell Dimension 9150
  - CPU: PentiumD 3.2GHz, RAM: 1GB
  - Windows XP
- 小型ロボットリーグ用からの改造点
  - 2台のカメラの情報を統合→1台のカメラだけでも使えるように
  - 新しいマーカ板の配置の識別アルゴリズムを追加.
- SSL Humanoidではロボットの動きは遅い  
→当面はもっと安価なカメラで実用可能.
- 解像度は, 最低限640 × 480pixelは必要.



# ODENS2008: 行動決定

- 小型ロボットリーグの成果を転用
- ロボットへの指令の粒度
  - SSL 指令は全方向移動ロボットの「速度」
  - SSL Humanoid 指令はモーションの「番号」
- 制御の周期
  - SSL 16.7[ms](カメラの周期と同じ)
  - SSL Humanoid 50[ms](ロボットの仕様上)
- ロボットへのコマンド送信方法
  - SSL 2.4GH無線モデム, 全機まとめて
  - SSL Humanoid 25Mhz ADバンド, ロボットごと別々

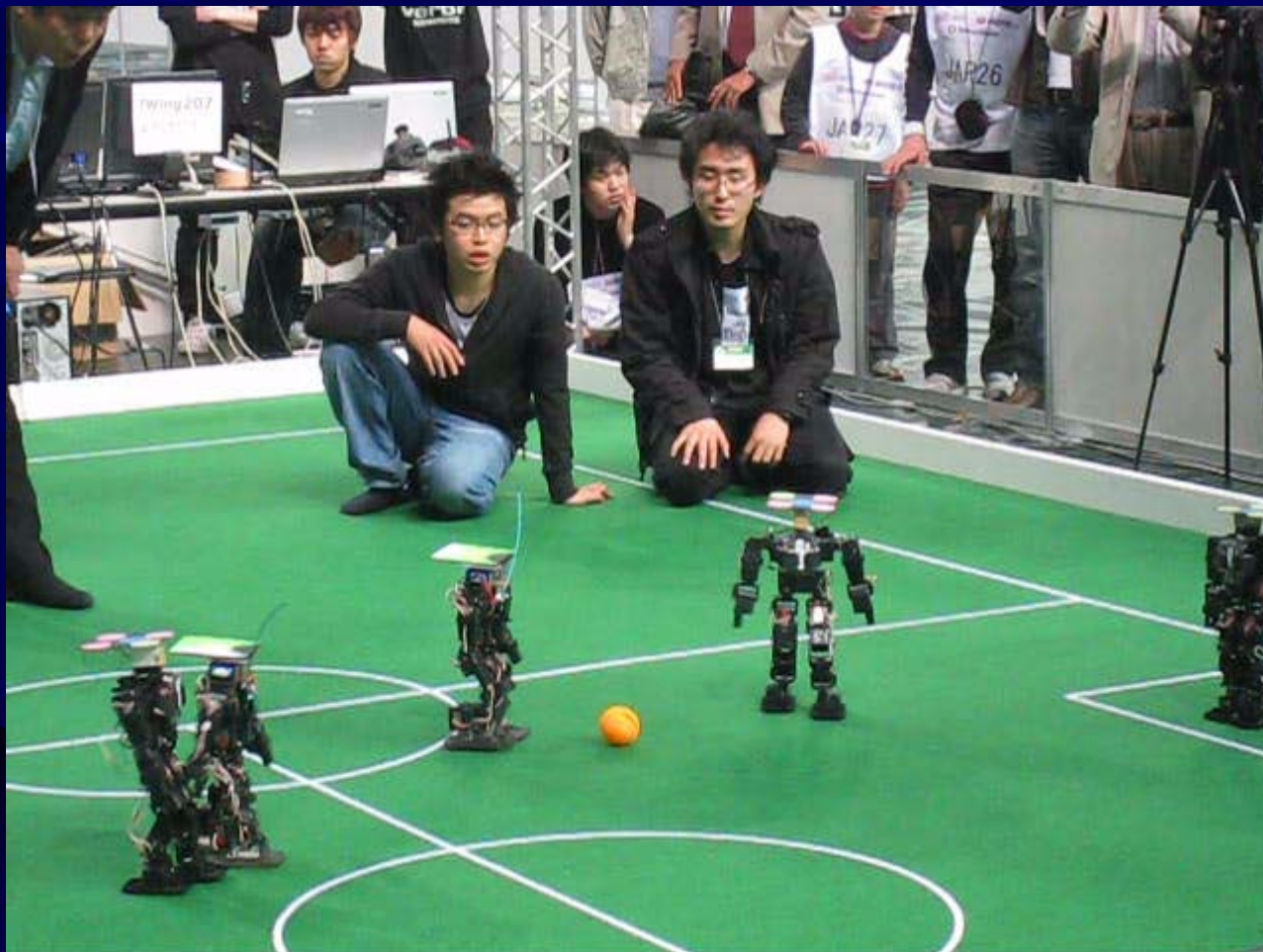
# ODENS2008: 総括

- デモ内容
  - 3台のロボットによるパス回し
  - 静止障害物の回避行動
  - スローイン
  - 1チーム3台の試合形式
- デモの映像はウェブサイト公開.
- 効果的な広報ができた.
- システムの問題点も明らかに
  - ボールがロボットに隠されて見えなくなる.
  - 位置・姿勢だけでは行動決定に不十分.
- マルチカメラ・3次元認識の必要性を実感

# 2009年の予定

- 5月のジャパンオープンと6月の世界大会で日本の4チームがデモ競技。
  - ODENS++(大阪電通大, 大阪府立高専)
  - RoboDragons(愛知県立大)
  - Owaribito-CU(中部大)
  - KIKS(豊田高専)
- 2010年のカメラ共有, 無線標準化に向けての準備.
- 2010年の正式競技化を目指す.

# ビデオ: 昨日 (5/8) の試合から



# まとめ

- SSL Humanoidの提案
  - 背景
  - ロードマップ
  - 研究課題
- 2008年のデモの事例紹介
  - 大阪電通大ODENSのシステム
- 明日(5/10)の試合 12:00~
- SSL Humanoidのウェブサイト  
<http://robocup-ssl-humanoid.org/>