

# 「機械工学群における産学での組織連携による教育研究」

榎木 哲夫(工学研究科機械理工学専攻)

機械工学群

(工学研究科 機械理工学専攻・マイクロエンジニアリング専攻・航空宇宙工学専攻)

第二回 産学デザインシンポジウム

2013年9月26日(木)13:00-18:00 京都リサーチパーク(KRP)

# 講演概要

- 京都大学工学研究科機械工学群における産学連携研究・教育の事例
  - 京都大学・三菱電機株式会社による組織連携共同研究「自律型セル生産ロボットシステムの研究・開発」
- 大学での学術研究プロとの統合の事例
  - 科学研究費・学術創成研究費「記号過程を内包した動的システムの設計論(研究代表者: 榎木哲夫)」の概要
- 産学連携から大学側が学んだこと



「自律型セル生産ロボットシステムの研究・開発」

- 2005/03 組織的交流を本格化
- 2006/01 産学連携のための検討を開始
- 2006/07 具体的研究開発テーマの立案を開始
- 2007/01 共同研究契約「自律型セル生産ロボットシステム」
- 2007/10 「次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト」  
(経産省国プロ)に連携テーマの一部が採択
- 2008/09 社外連携室・研究型インターンシップ制度を活用し、  
本格的な研究活動を開始(広報)
- 2009/07 次世代セル生産を実現するロボット知能化技術を開発(広報)
- 2009/10 日刊工 第4回ものづくり連携大賞特別賞
- 2011/03 国プロ「知能化プロジェクト」開発完了, 連携第 I フェーズ完
- 2012/05 日本機械学会 ロボメカ部門 部門技術業績賞
- 2012/05 第5回日本ロボット大賞 日本機械工業連合会会長賞

# 『人セル』から『ロボットセル』へ

## 京都大学 産官学連携ポリシー

- 「**学問の源流を支える基礎研究を重視し**，その基盤のもとに産官学共同研究を積極的に推進することで，**社会と大学の間での真の知的創造サイクル**を構築」

## 『人セル』の特徴：「作業と人の相互依存性」

- 多能工化による多品種への対応
- 継続的カイゼンの誘発
- 作業への全体的意味付け促進



[三菱電機より]

## ロボット化によってもたらされる新たな問題

- ロボットへの教示作業の効率化の問題
- 「止める自動化」の問題

## ロボットセル：「モノをつくり，ヒトを育てる」

- 自らで考え習熟できるロボット
- 人が育てることのできるロボット
- 人を育てることのできるロボット



## 双方向型産学連携共同研究

## 共同研究型インターンシップ

京都大学大学院 工学研究科 機械理工学専攻 他  
人間機械協調システム  
ロボット工学  
生産システム工学 等

# 『人セル』から『ロボットセル』へ

## 複雑な工程をロボット化する際の課題

- ・ 機種切替えの迅速化  
⇒ ロボットへの**動作教示が面倒**
- ・ 長時間連続操業の実現  
⇒ **柔軟な作業の実現が困難**
  - エラーからの自律的な復帰
  - 多様な部品供給形体（ばら積みなど）
  - 習熟による作業効率の向上

# 京都大学における課題展開の方針

人間・ロボット・作業の関係から技術課題を再定義  
独自の課題解決アプローチを構築

**Human Competency**

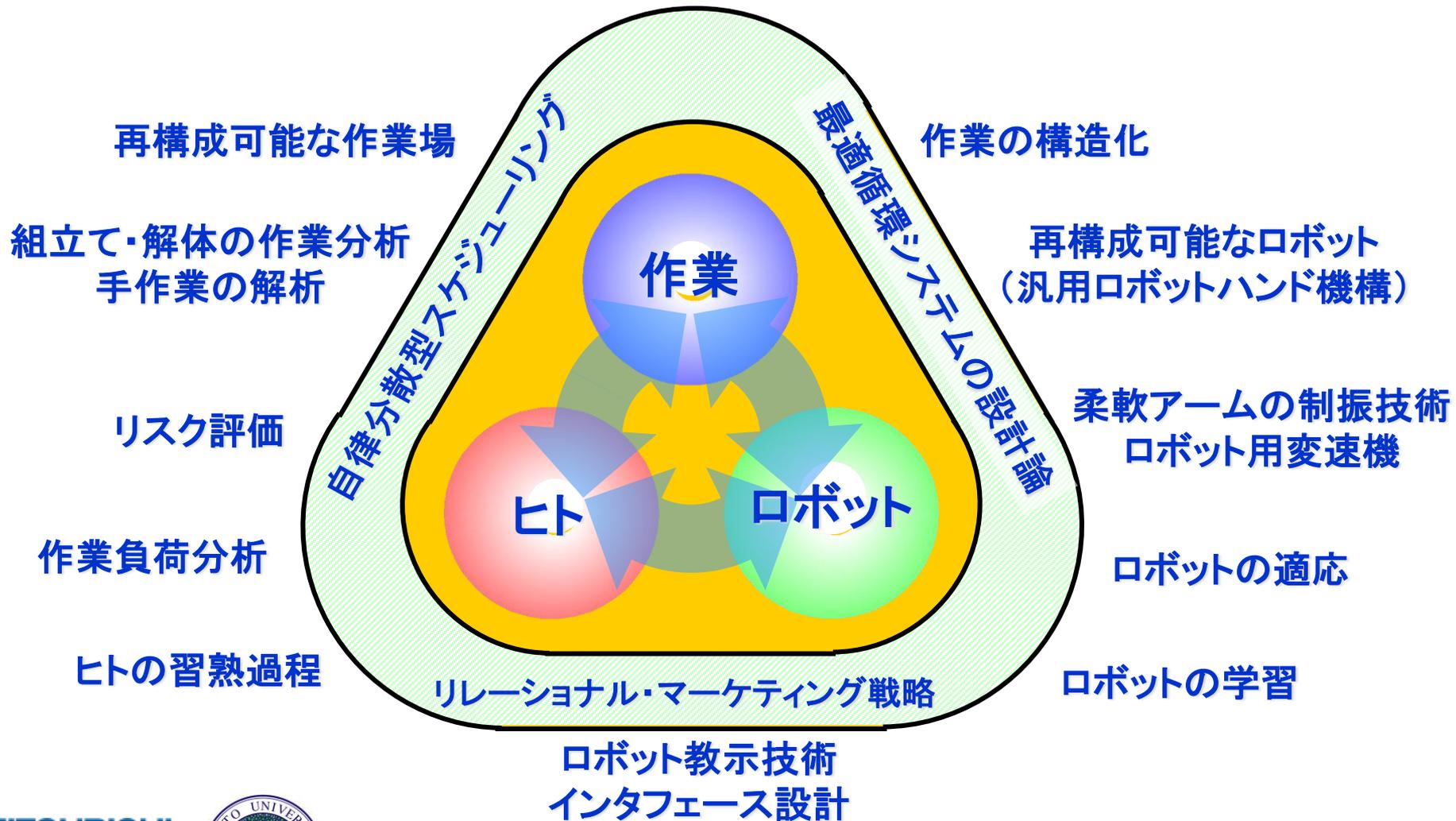
+

**Flexible, Reconfigurable Tool**

**and**

**Adaptive Work Environment**

# 抽出されたセル生産ロボット技術の課題



# 組織的連携の意義

三菱電機 先端技術総合研究所  
電機技術部門  
システム技術部門  
Mitsubishi Electric Research Laboratories,  
Inc. (MERL)

連携活動

京都大学大学院 工学研究科  
機械理工学専攻  
航空宇宙工学専攻  
マイクロエンジニアリング 専攻

- ・ 国内トップシェア  
（組立用小型ロボット分野）
- ・ 総合FA機器メーカー  
生産現場からの実践的知見

単独では成し得ない研究成果により  
革新的なロボット技術プラットフォームを実現

- ・ 豊富な研究実績に裏付けられた  
高度な学術的知見
  - 人間機械協調システム工学
  - ロボット工学
  - 生産システム工学
- ・ 研究室間のシナジー効果
- ・ 教育的視点（研究型インターンシップ）

# 次世代セル生産を実現する ロボット知能化技術

2009年7月15日

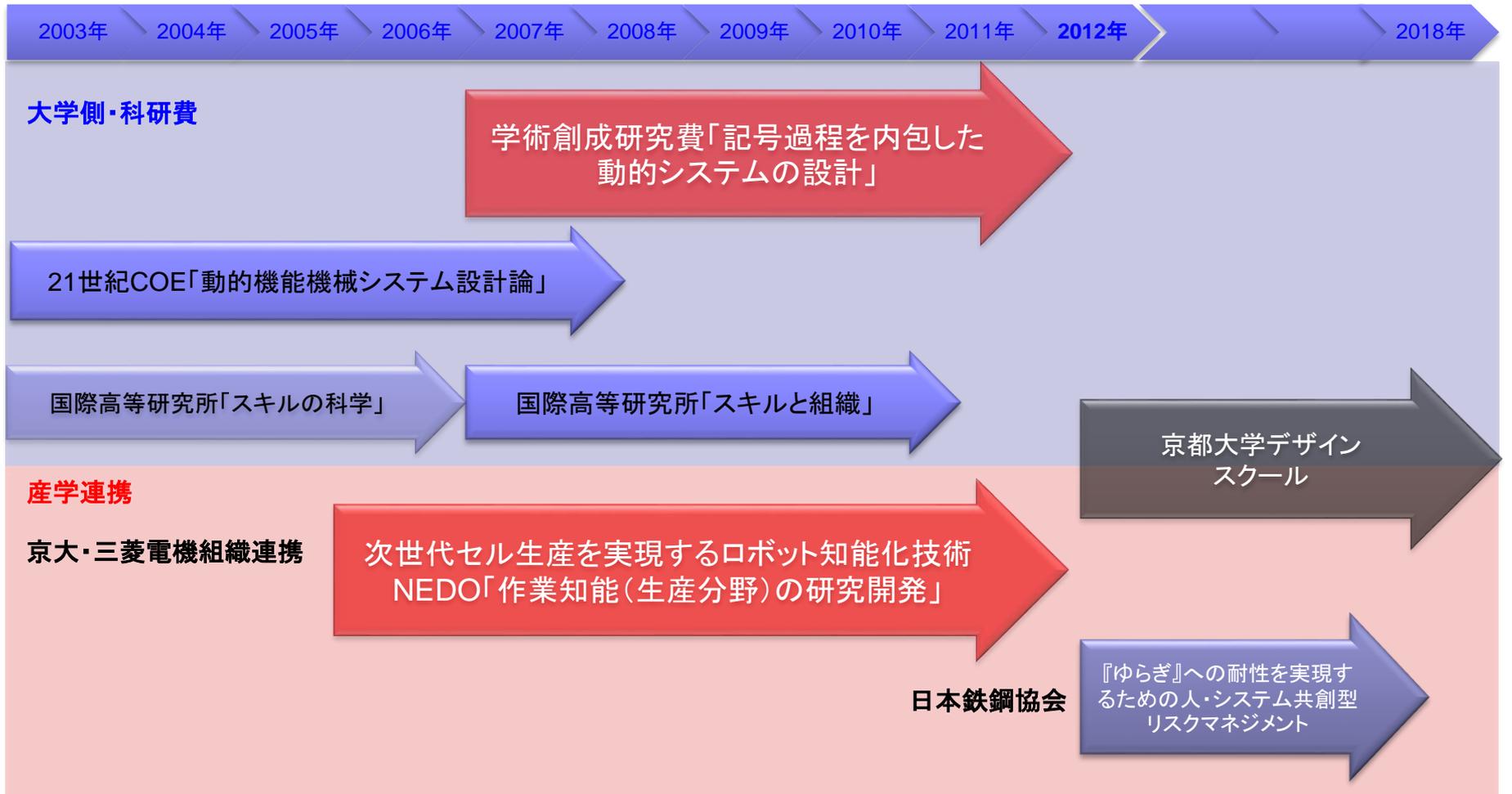
Ver.0.9.4RC

# 第 I フェーズ（FY2011まで）の成果カウント

		知能化PJ	連携全体	備考
特許出願		20	20	うち共願 国内7 海外5
研究発表	国際会議	12	13	IFAC,ISFAなど
	国内会議	55	62	SICE-SI, RSJ, iSCIE, 機械学会など
	論文誌	3	6	SICE, RSJ, 精密 C&IE, など
解説記事・紀要		5	5	JARA,iSCIE,日刊工 三電技報など
TV・新聞・雑誌 報道		115	115	NHK, 日経, 朝日,日刊 工など
展示会への出展		10	10	ロボット展など
表彰		12	11	

注)FY2012以降も, 各カウントは, 順調に, 伸張している.

# 共同研究の展開



JSPS科学研究費補助金・学術創成研究費

## 記号過程を内包した動的システムの設計論

Design Theory for Dynamical Systems with Semiosis

- 科研費学術創成研究費 2007-2011 (19GS0208)
- 研究代表者 榎木 哲夫(京都大学)
- 研究分担者 11名(PD研究員1名)
- 環境適応ロボットの記号過程
  - 土屋和雄(同大), 横小路泰義(京大), 中西弘明(京大), 青井伸也(京大), 船戸敏郎(京大, PD)
- 適応環境の記号論
  - 門内輝行(京大), 水山元(京大), 堀口由貴男(京大)
- 動的環境認知の記号過程
  - 青柳富誌生(京大), 富田直秀(京大), 尾形哲也(京大), 谷口忠大(立大)

# 研究の必要性

デザインの対象: ハードな事物+ソフトなサービスを含むヒトの関与する活動  
「機能を創造するプロセス」



ヒトを要素として含むダイナミックなシステムの設計論  
ヒトを内包するシステムの特徴

自律的な主体による状況の認識が行動を支配  
文脈(環境)への強い依存性



セル生産(一人屋台生産)  
[NHKより]



複雑化する自動化機械

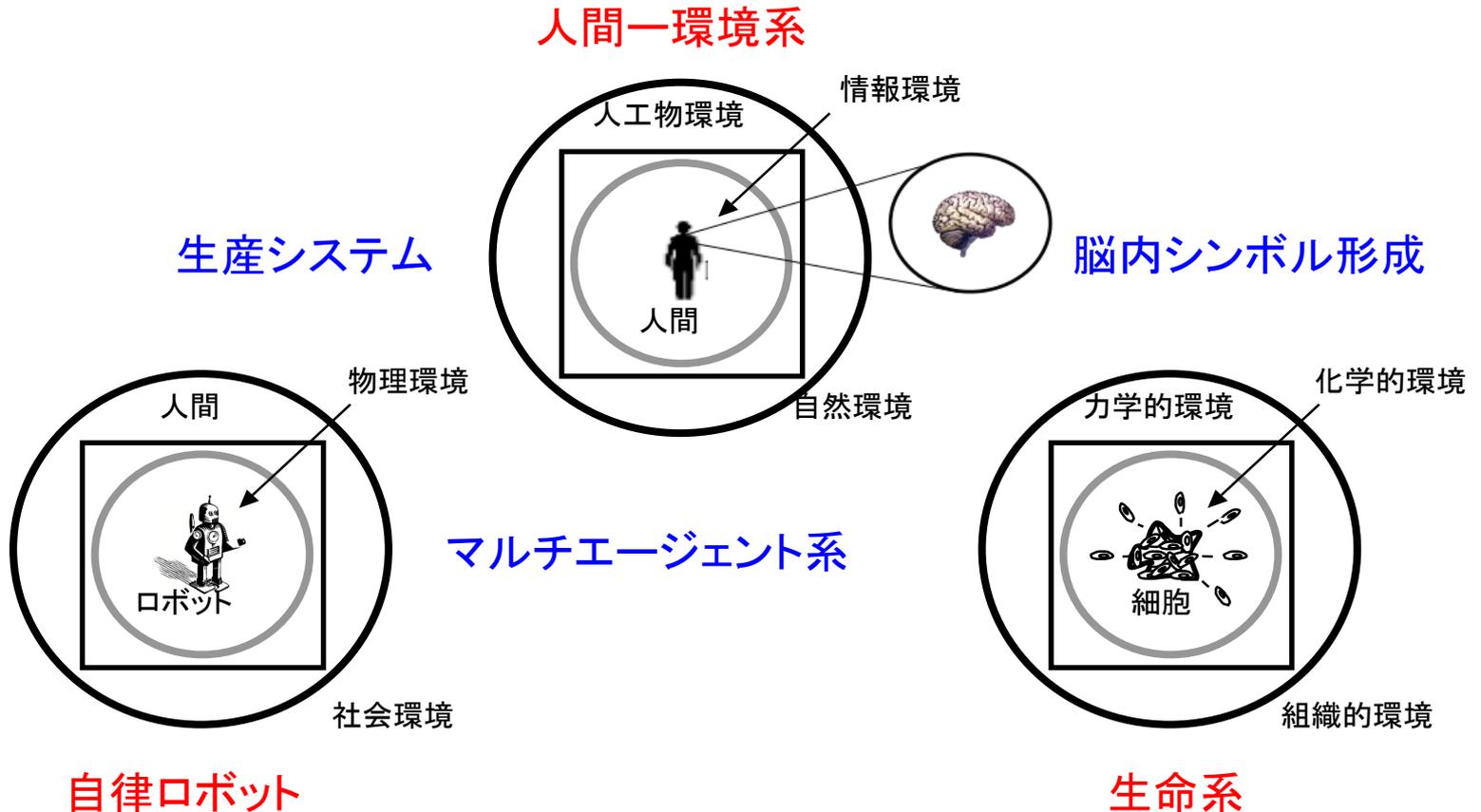


街並みと生活

[門内先生より]

# 研究テーマの対象分野

## Multiple Environments and Contexts



# 記号過程としてみた人セル生産方式

S: reconfigured work environment

O: reason to which the sign denotes



I: action launched by the sign;  
what needs to be done

[写真はNHKより]

- 分散認知  
Distributed cognition (cf. Edward Hutchins)
- 再構成可能(適応的)な作業環境  
Interaction with “reconfigurable” work environment (楽譜)
- 見える化  
Visualizing and understanding the overall task structure, thus grasping the meaning of individual operations
- Human adaptation to novelty and change is key
- Beyond Passive Adaptation (i.e., constantly adapts the environment to himself/herself)

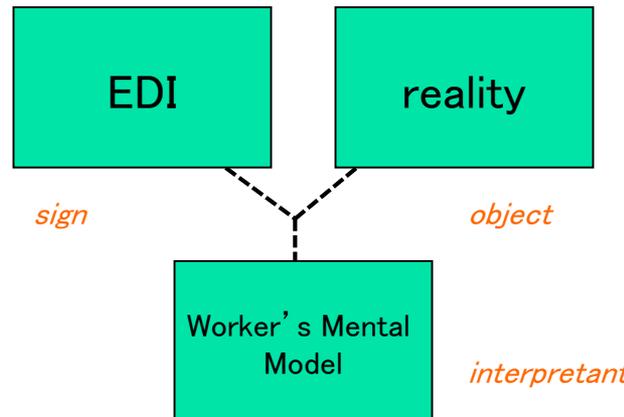
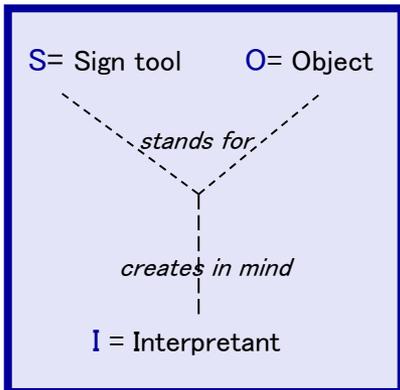
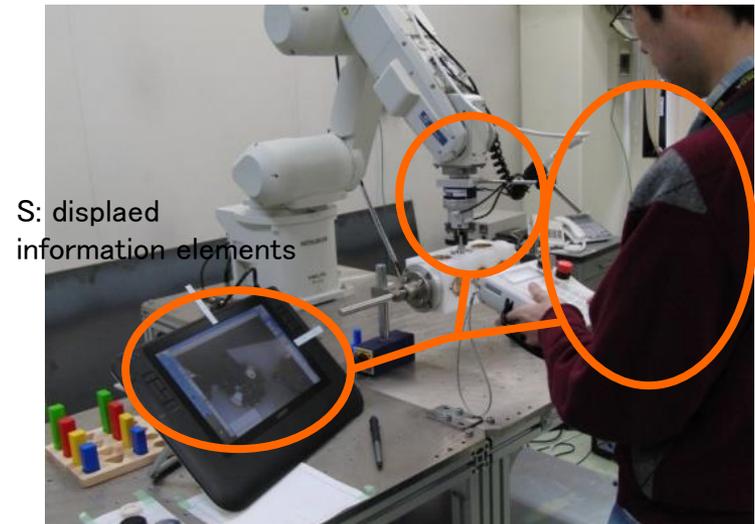
# 記号現象としてみた教示作業

conventional teaching



O: reason to which the sign denotes

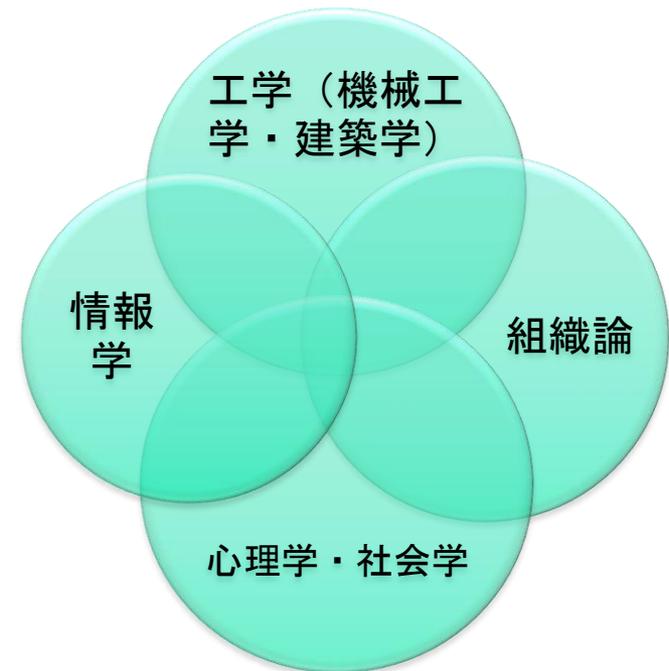
I: action launched by the sign; what needs to be done



Easy to learn for a human  
 Be able to Enhance human's skill learning  
 System that can nurture the potential human ability

# 産学連携から大学側が学んだこと： 「ヒトが介在する系のデザイン」

- モノの結合で構成される固定的なネットワークではない
- 作業の現場や組織の矛盾を分析し、新たな集団的活動システムをデザインし、実践していくための方法論のニーズ
- 人間の社会的実践を発達過程として研究：人工物を媒介にヒトや活動、さらに組織も発達する
- 活動の枠組みを、共同体、社会的・文化的ルール、分業などの社会的文脈を含む論理的相互作用系としてみる
- 意味を介して要素が結合する：ヒトとモノの織りなす動的なネットワーク



本講演の内容は,

- 京都大学—三菱電機組織連携共同研究「自律型セル生産ロボットシステムの研究・開発」(2007-2011)
- 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO 技術開発機構)の「次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト」(2007-2011)
- 科学研究費補助金・学術創成研究費「記号過程を内包した動的システムの設計論」(2007-2011)

での成果を含みます.

関係諸氏に深謝致します.

ご清聴ありがとうございました.