

サービス工学における空間知能化技術 —適応, 誘導, 実感—

東京大学大学院工学系研究科
精密機械工学専攻
浅間 一

<http://www.robot.t.u-tokyo.ac.jp/asamalab/>

人工物工学



人工物工学の提唱

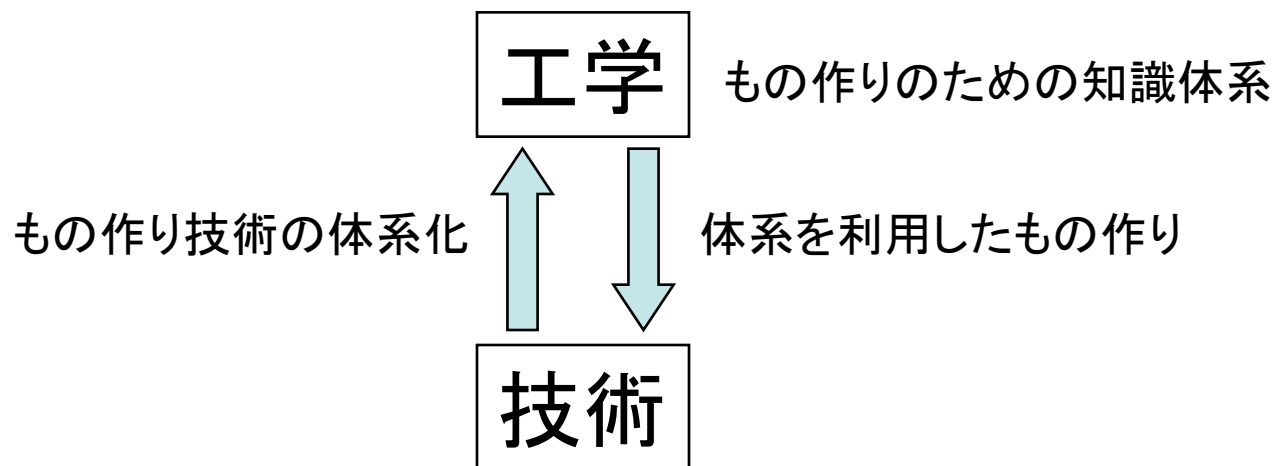
The Creation of New Paradigms for Engineering

吉川 弘之

人工物工学の提唱	1
はじめに	2
1. 現代の邪悪なるもの	2
2. 学問における領域性	4
3. 学問領域内での記述における演繹的形式	8
4. 学問と行動	9
5. 検証－領域の適性	11
6. 検証－行動の適性	14
7. 領域の否定－人工物工学	19
あとがき	24

人工物工学とは

人工物：人が作る「もの」



現代の邪悪（吉川弘之）

地球環境破壊，災害に弱い都市，発生する新しい病気，大型化する事故など

現代の邪悪を解決し，循環型社会を実現する方法論とその体系化

人工物工学における基本的概念

- 脱領域
- 脱物質

システムとは

- システムの反対語は？

要素

- 複数の要素から構成される

サブシステム, 個, ユニット, モジュール, ,
エージェント, 細胞(セル), 等

AnalysisとSynthesis

Analysis(分析, 解析)

何か(実体)が存在し, 現象が存在するときに, それがどういう存在で, どのようなメカニズムで現象が発現するのかを解明する

Synthesis(総合, 合成)

ある機能を持つもの(実体—人工物)を実現しようとする際に, どのようなメカニズムとどのような属性を具備させるべきかを決定する

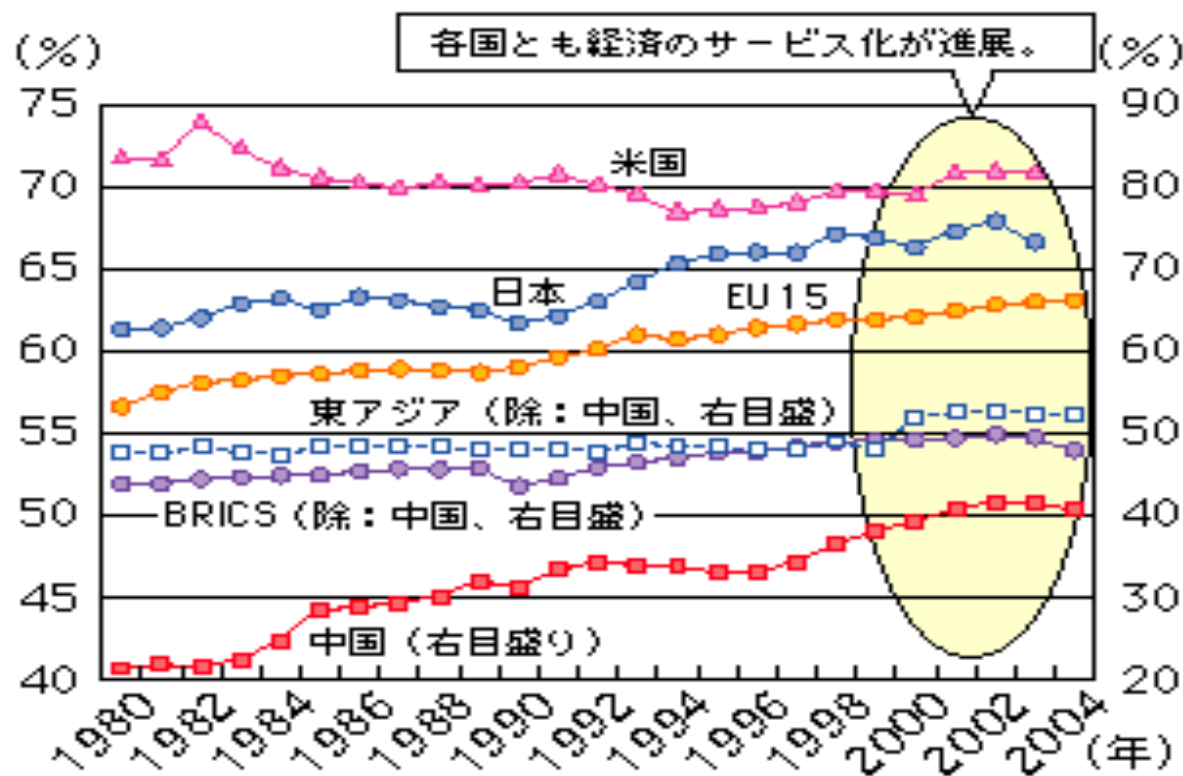
サービス工学

背景(1)

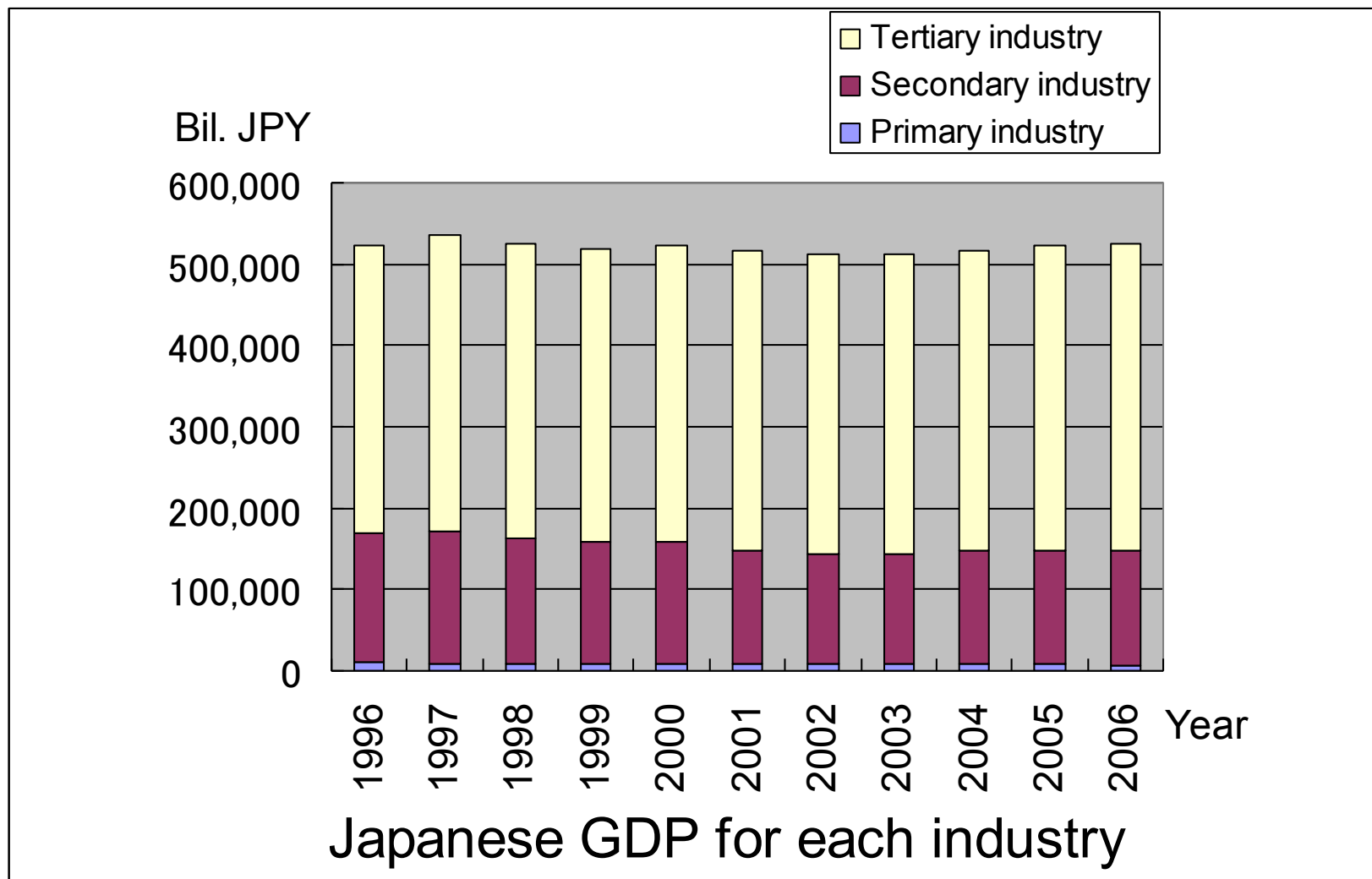
第三次産業における生産性の向上という産業活性化ニーズ

- サービスの重要性
 - 我が国GDPの約7割をサービス産業が占める
 - サービス・イノベーション創出の必要性
- [サービス・イノベーション研究会報告書]

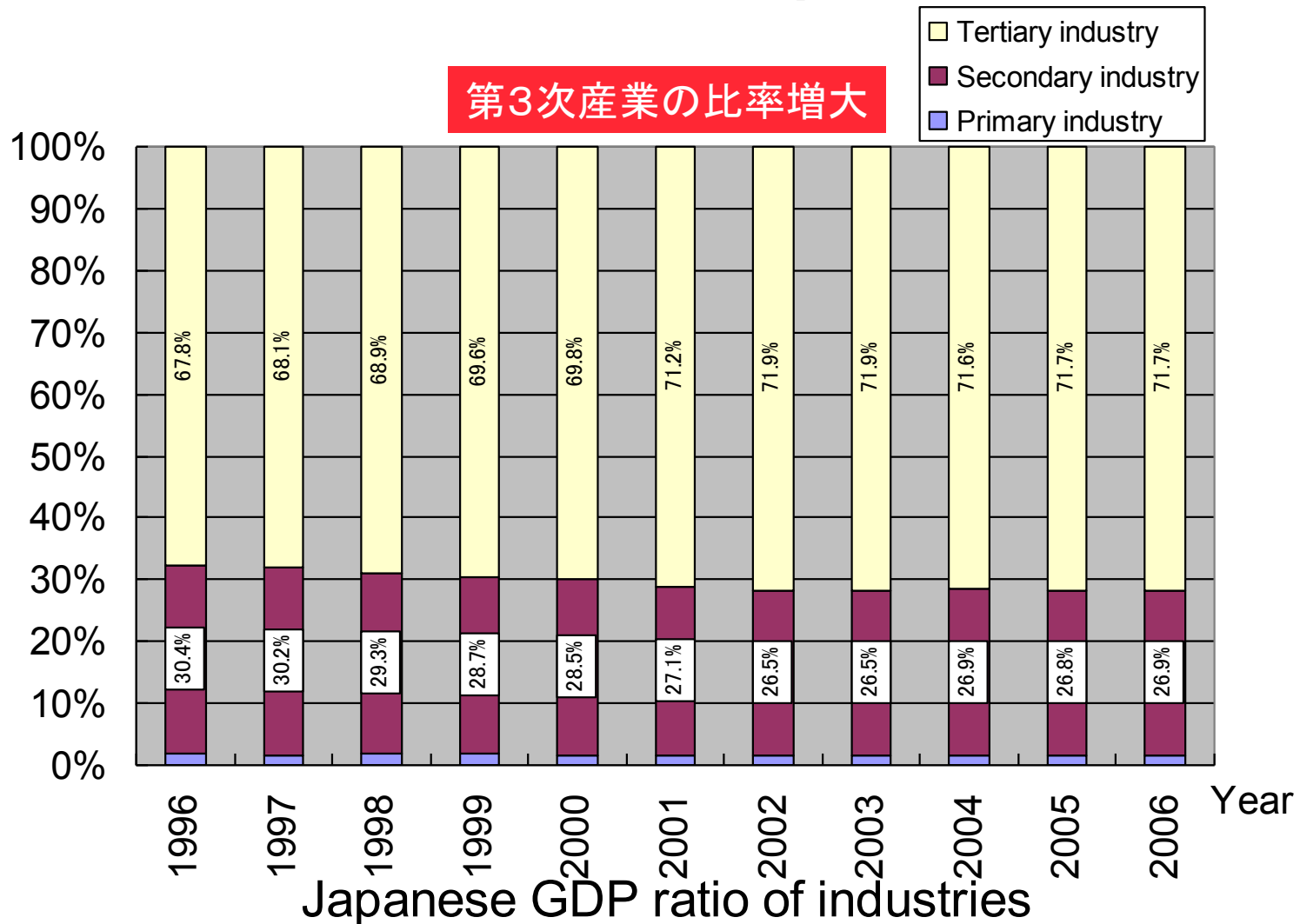
各国・地域の実質GDPに占める
サービス産業の付加価値割合
(出展：通商白書2006)



日本の産業別GDP



GDP産業別構成比

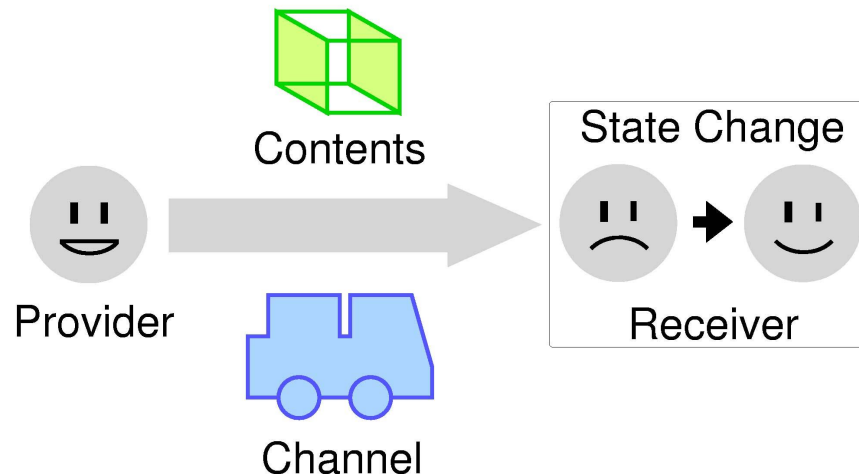


背景(2)

持続性社会構築に向けてのパラダイムシフトという社会的要請

サービス工学[富山, 下村]

- 人工物のライフサイクルにおける物質とエネルギーによる価値創造から知識とサービスによる価値創造への転換
- サービスによって創造される付加価値を増大することを目的とした工学的手法



- 「人工物」=サービスを提供するためのデバイス

サービスとは

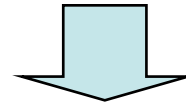
人(ユーザ)を

- ・ 快適にする
- ・ 心地よくする
- ・ 楽しくさせる
- ・ 楽にさせる
- ・ 便利だと感じさせる
- ・ 満足させる
- ・ 幸せにする

行為

なかなかすべてのサービスを人で供給することは困難
サービスプロバイダが人でない方がよい場合もある

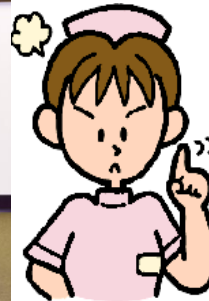
- サービスプロバイダを支援するツールとしての人工物
- 媒体としての人工物



- サービスプロバイダが楽, 効率的に供給可, 増幅可
- ユーザが気が楽, 安心



サービス



設計・開発



サービス・プロバイダ

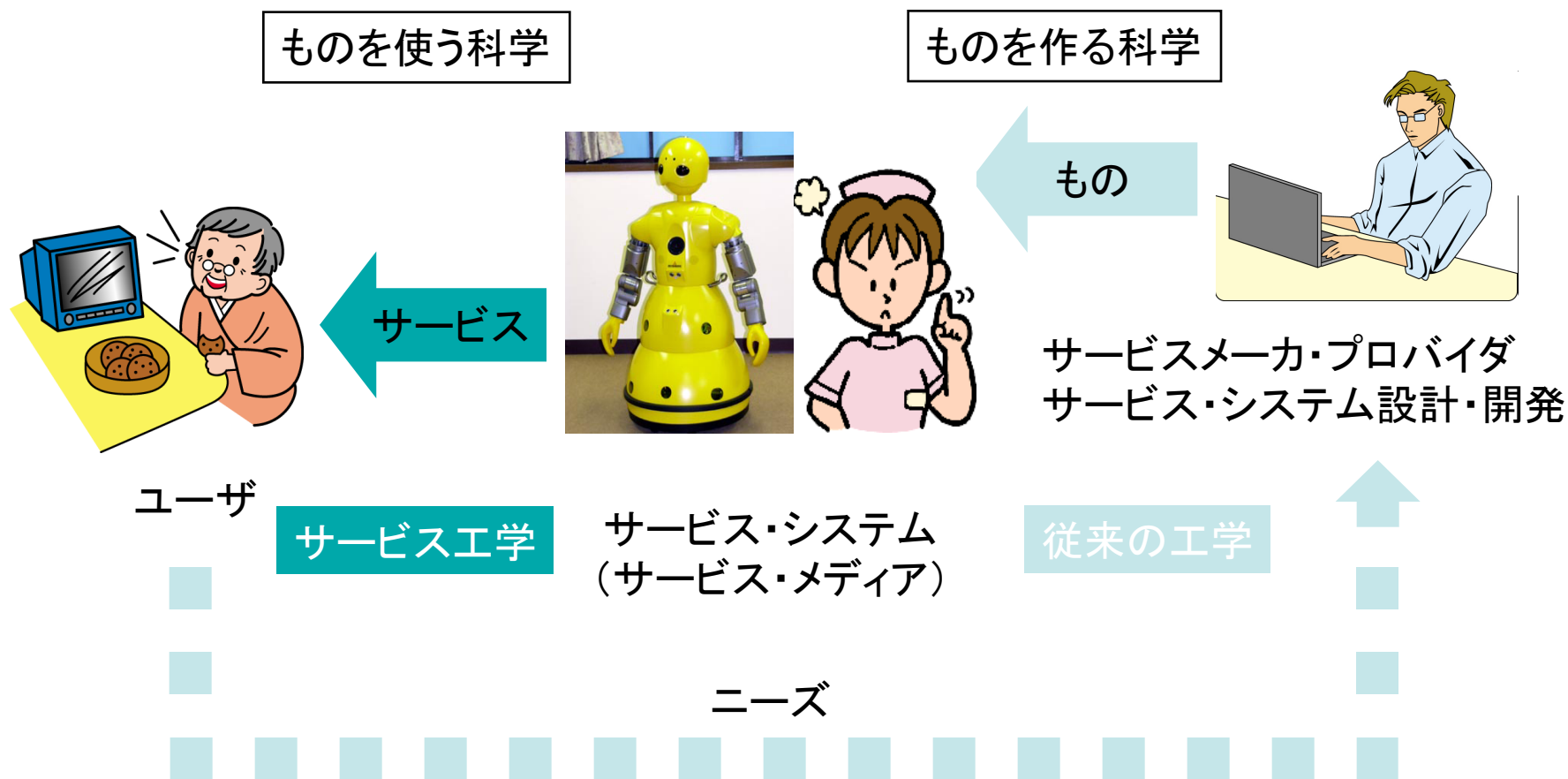
ユーザの二重化

精密工学科

Dept. of Precision Engineering

人工物を介したサービス提供

人と接し、人が価値を感じるサービスを予測し、提供する方法論



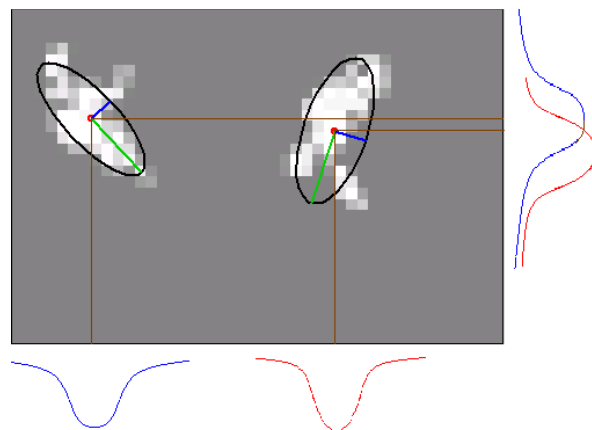
CCDセンサによる歩行中の人物の移動軌跡取得

分散パラメータ推定による人数判定および混合分布推定による人物領域の決定

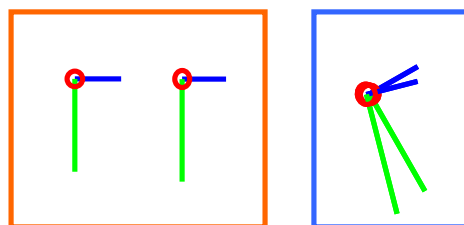
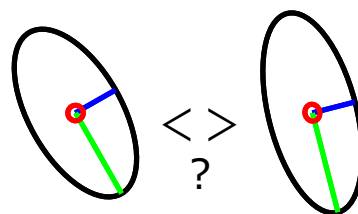
一人分の移動物体領域が正規分布で表されると仮定

→適合度により人数を判定

複数人物:EMアルゴリズムによる正規混合分布推定



- 重心と対応づけられた分布パラメータの適合度の計算



$$\alpha = \begin{cases} s_1 s_2 / s'_1 s'_2 & (s_1 s_2 < s'_1 s'_2) \\ s'_1 s'_2 / s_1 s_2 & (s'_1 s'_2 \leq s_1 s_2) \end{cases}$$

$$\gamma = \alpha \frac{\mathbf{e}_1 \cdot \mathbf{e}'_1}{\|\mathbf{e}_1\| \|\mathbf{e}'_1\|}$$

角度を評価

アスペクト比と
スケールを評価

s_1, s_2 : 実測値から得た楕円の長軸短軸長

s'_1, s'_2 : 推定値から得た楕円の長軸短軸長

$\mathbf{e}_1, \mathbf{e}'_1$: 実測値および推定値の

分散共分散行列の第一固有ベクトル

γ : 適応度

提案手法

個人に適応した情報提示のための手法

- 1、設置したカメラにより来場者を撮影し、背景差分法により実時間で身長を計測
- 2、移動経路を取り、移動速度を算出

動的な情報提示のための手法

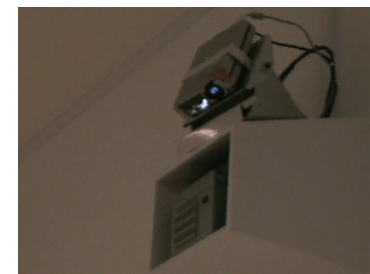
- 3、ドアに近づいたら動くプロジェクタにより映像を提示
- 4、見てほしい絵に誘導



提案する手法の概要



ドームカメラ



情報提示装置



提示映像(矢印)

提示手法分類

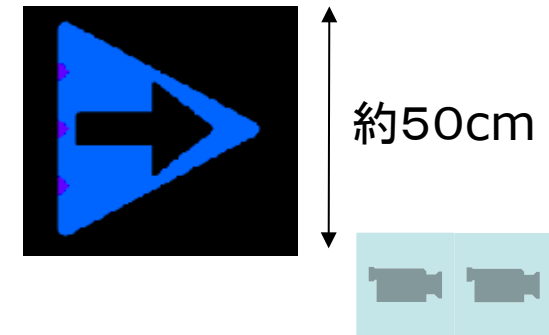
誘導なし				Case1
誘導あり	看板			Case2(下図1)
	プロジェクタ	静止		Case3(下図2)
		動的	一定速度	Case4
			適応速度	Case5



図1: 矢印看板



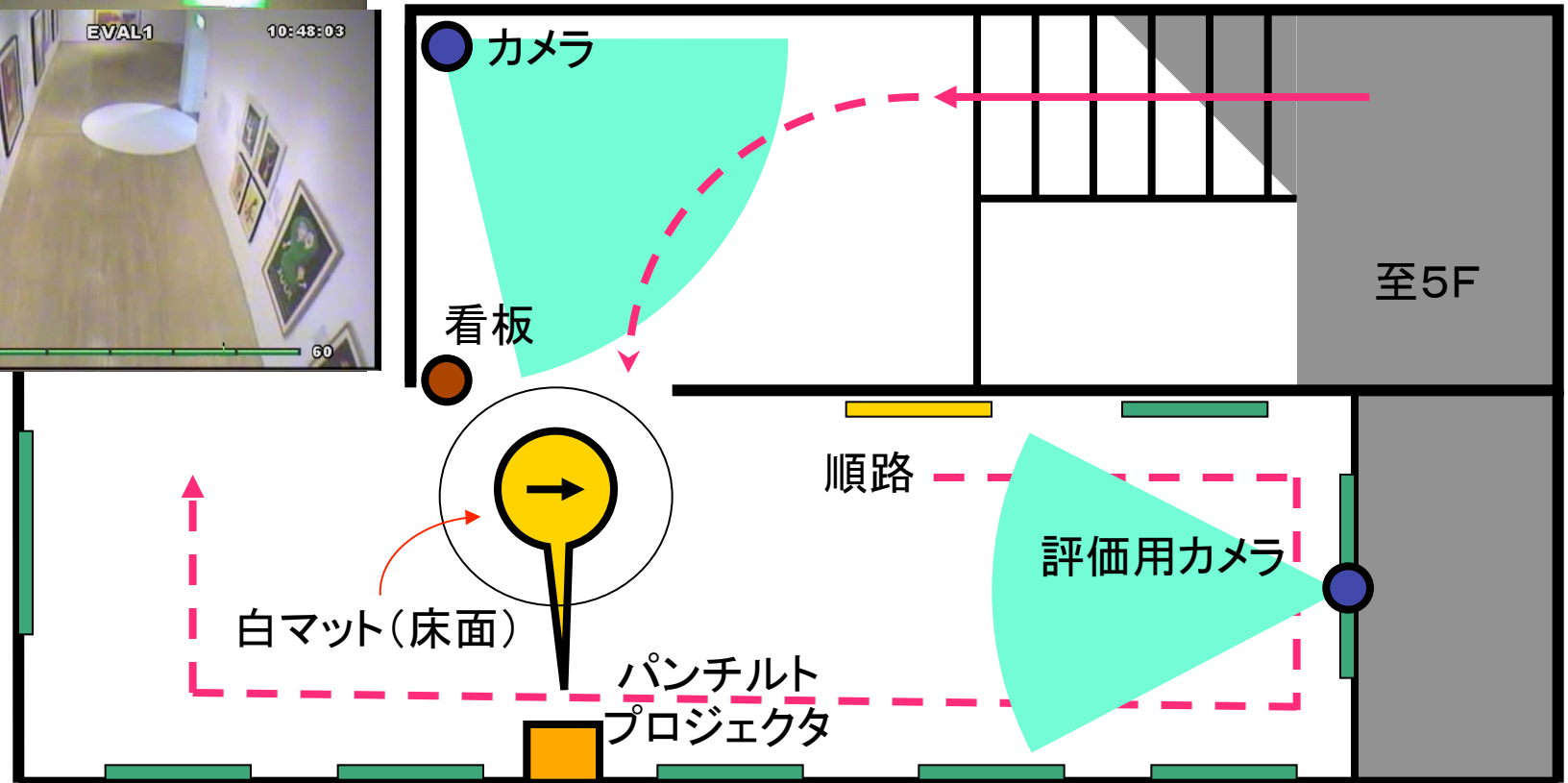
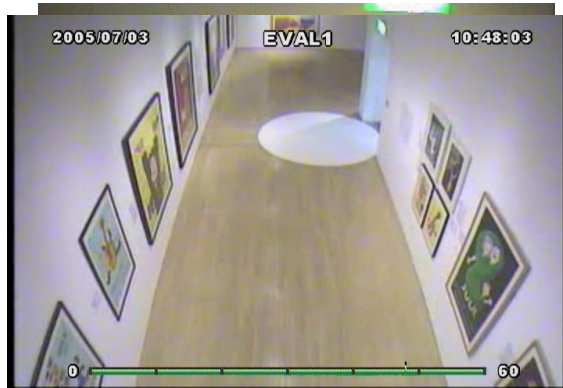
図2: 床面での矢印画像



矢印画像

評価実験

- 場所: 天保山サントリーミュージアム(4F)
- 日時: 2005年6月14日~7月3日
- 目的: 提案手法により誘導が意図どおり行えるかを評価



実験結果

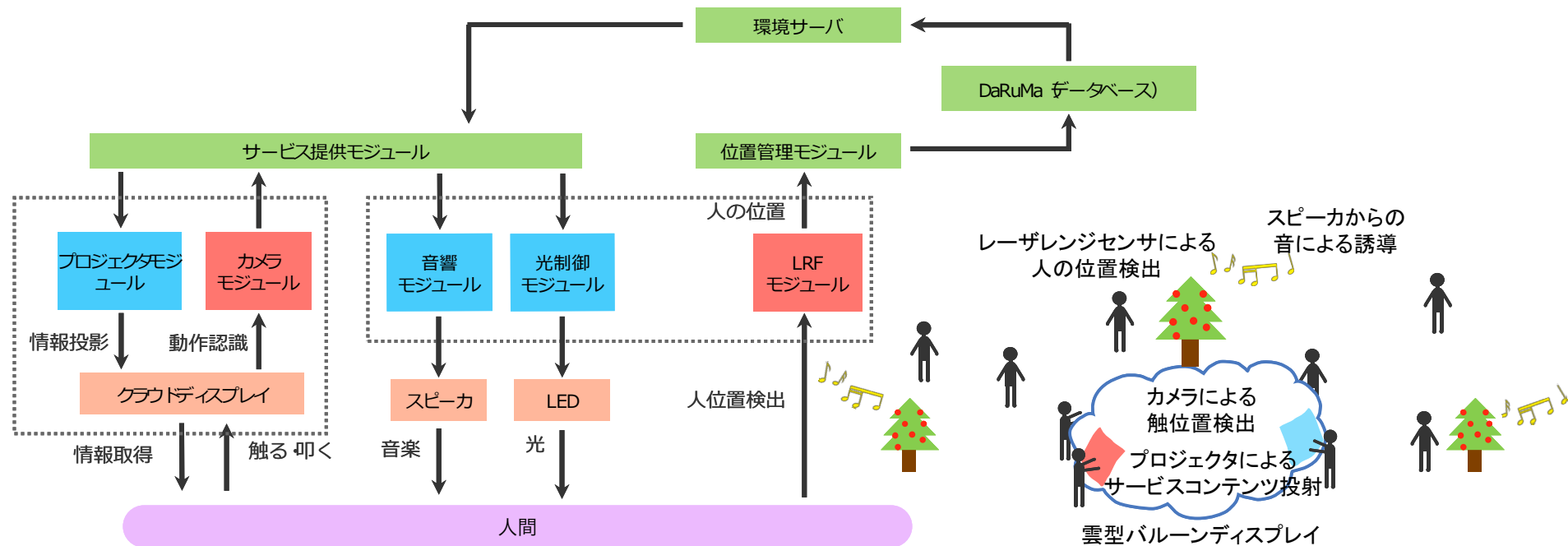
				データ数	誘導率 *1	改善率	見やすさ *2
誘導なし				170	84.7%	----	---
誘導あり	看板			203	90.6%	38.8%	---
	プロジェクタ	静止		216	82.9%	-12.0%	---
		動的	一定速度	215	96.2%	74.9%	2.67
			適応速度	292	96.4%	76.3%	3.48

* 1 誘導率＝正しい方向に進んだ来客者/総来客者数

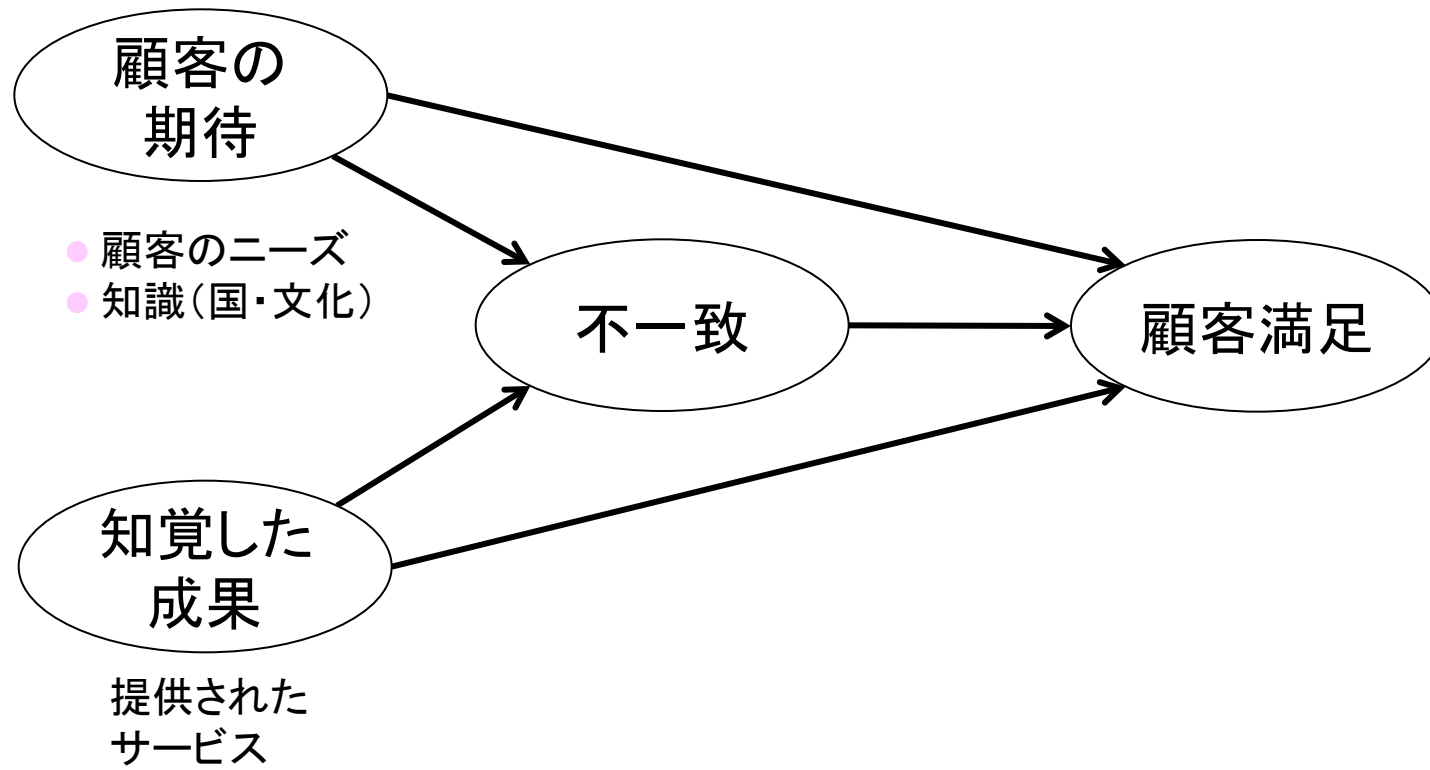
* 2 見やすさ＝アンケート評価(有効回答率平均約5%)による4段階評価

- 動く映像による導線誘導はいずれも有効性を示した
- アンケート調査による映像の位置の適切さ・見やすさの評価は来場者に合わせた速度で動く映像を提示したもののほうが一定速度のものより高くなった

サービス提供モジュール実証試験 (ららぽーと柏の葉, 2009.12.23-25)

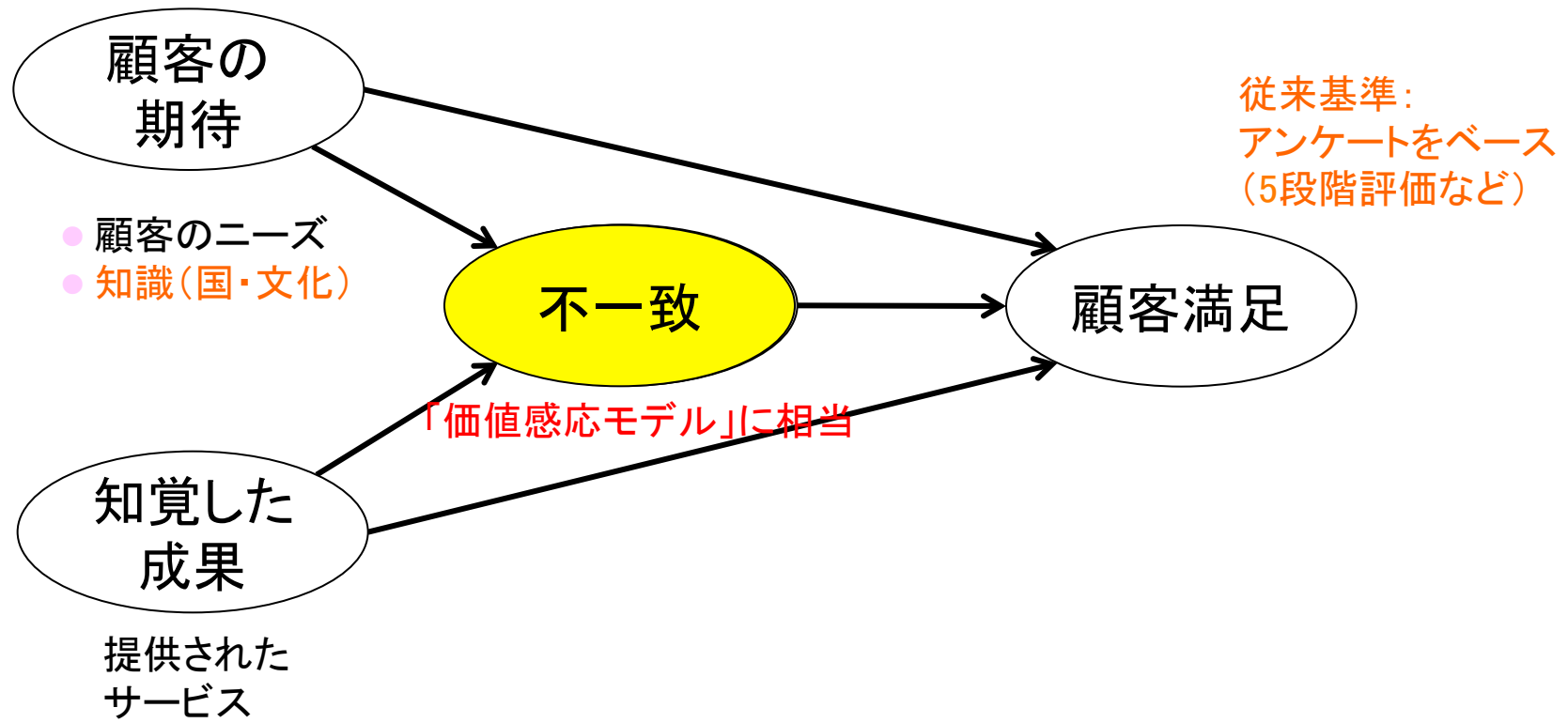


顧客満足モデル*とサービス生理学との対応



*(Oliver, 1997)

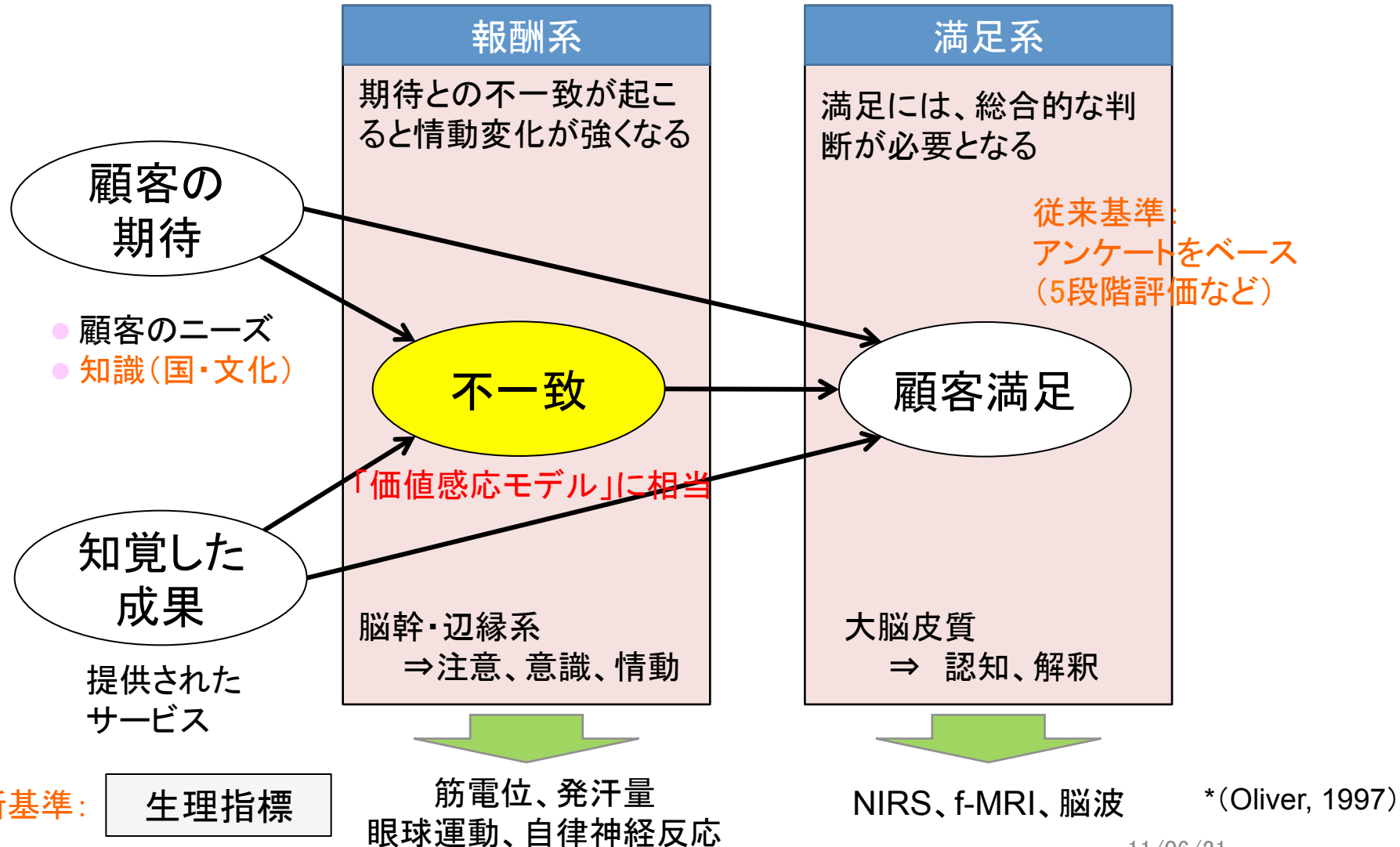
顧客満足モデル*とサービス生理学との対応



*(Oliver, 1997)

顧客満足モデル*とサービス生理学との対応

- サービス生理学の知見は、Oliverの顧客満足形成モデルと以下のように対応づけられる。これを基に生理指標による顧客満足の測定法が検討できる。



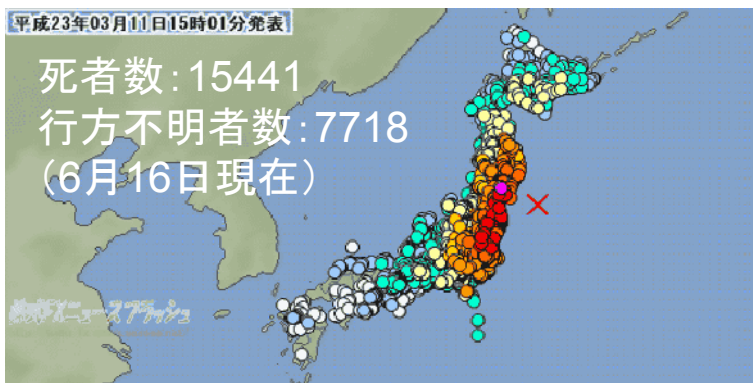
レポート課題

- Oliverのモデルに基づき，顧客満足度を向上させることができる，ITやRTを応用した実時間サービスシステムを一つ提案せよ.
- 締め切り: 2011年6月28日(火) 23:59
- 提出先: asama@robot.t.u-tokyo.ac.jp

東日本大震災(地震, そして津波)

地震

- 2011年3月11日14:46
- マグニチュード:M9.0
- 最大震度:7



津波

- 30分~1時間後
- 最大波高:23[m]



阪神淡路大震災

M7.3 死者数および行方不明者数:6437

福島第一原子力発電所事故

- 地震発生 (14:47)
- 電源停止
- 非常用ディーゼル発電機作動
- 原子炉停止 (SCRAM)
- 津波襲来
- 燃料タンクおよび発電機被災
- 全交流電源喪失(SBO: Situation of Black Out) (15:39)
- 原子炉および燃料貯蔵プールの冷却系異常
- 冷却水の減少
- メルトダウン
- 水素爆発(3月12日～14日, 1, 3, 4号機)

福島第一原子力発電所



By Janet Loehrke, USA TODAY

現状



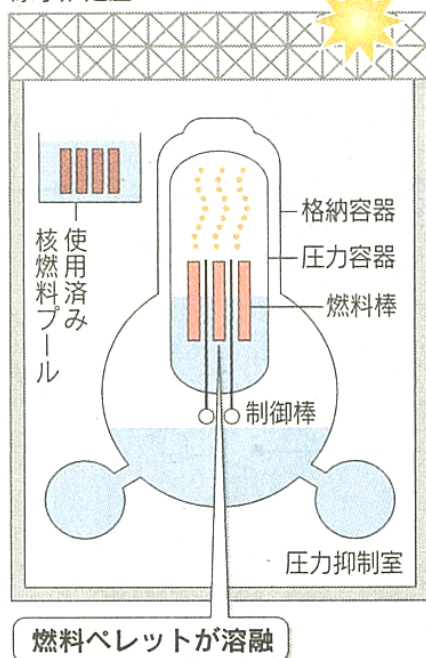
各原子炉の状況

日本経済新聞

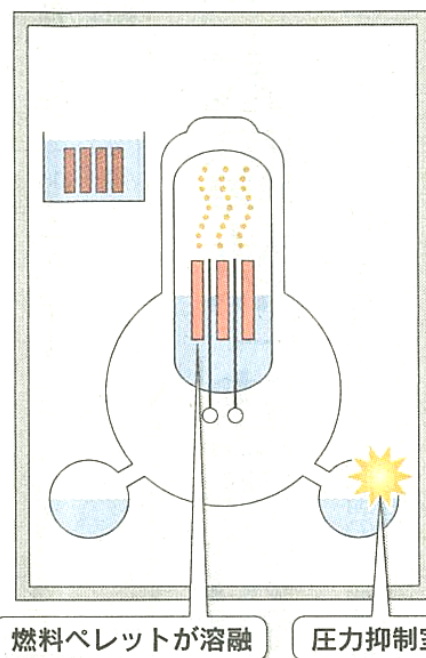
1号機

水素爆発で建屋損傷

原子炉建屋



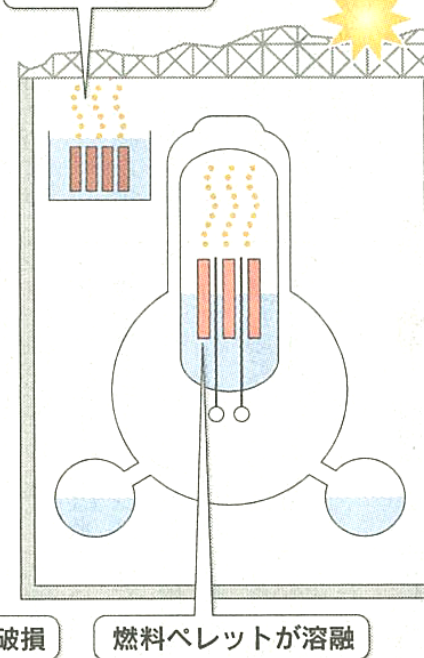
2号機



3号機

水素爆発で建屋損傷

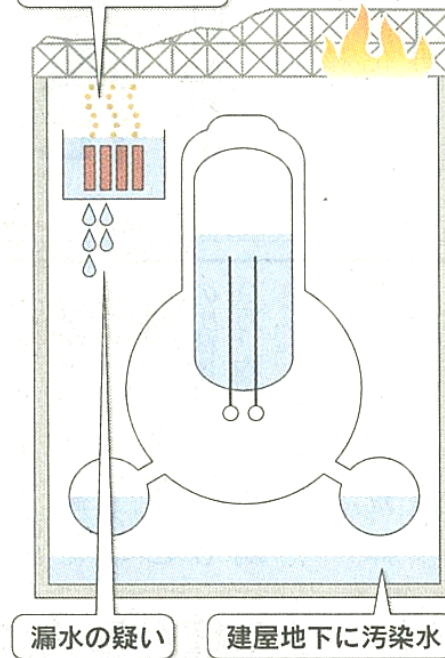
使用済み核燃料
プールが過熱



4号機

火災、水素爆発で建屋損傷

使用済み核燃料
プールが過熱



福島原発収束に向けた道筋

	ステップ1 (3か月程度)	ステップ2 (今から6～9か月程度)
目標	放射線量が着実に減少	放出が管理され、大幅に抑制
原子炉	安定的に冷却 (水で満たす)	冷温停止状態
燃料プール	安定的に冷却	水位の安定(遠隔操作)
汚染水	外部流出の防止	汚染水の処理・減少
汚染した大気・ 土壌	飛散の防止	建物全体を覆う

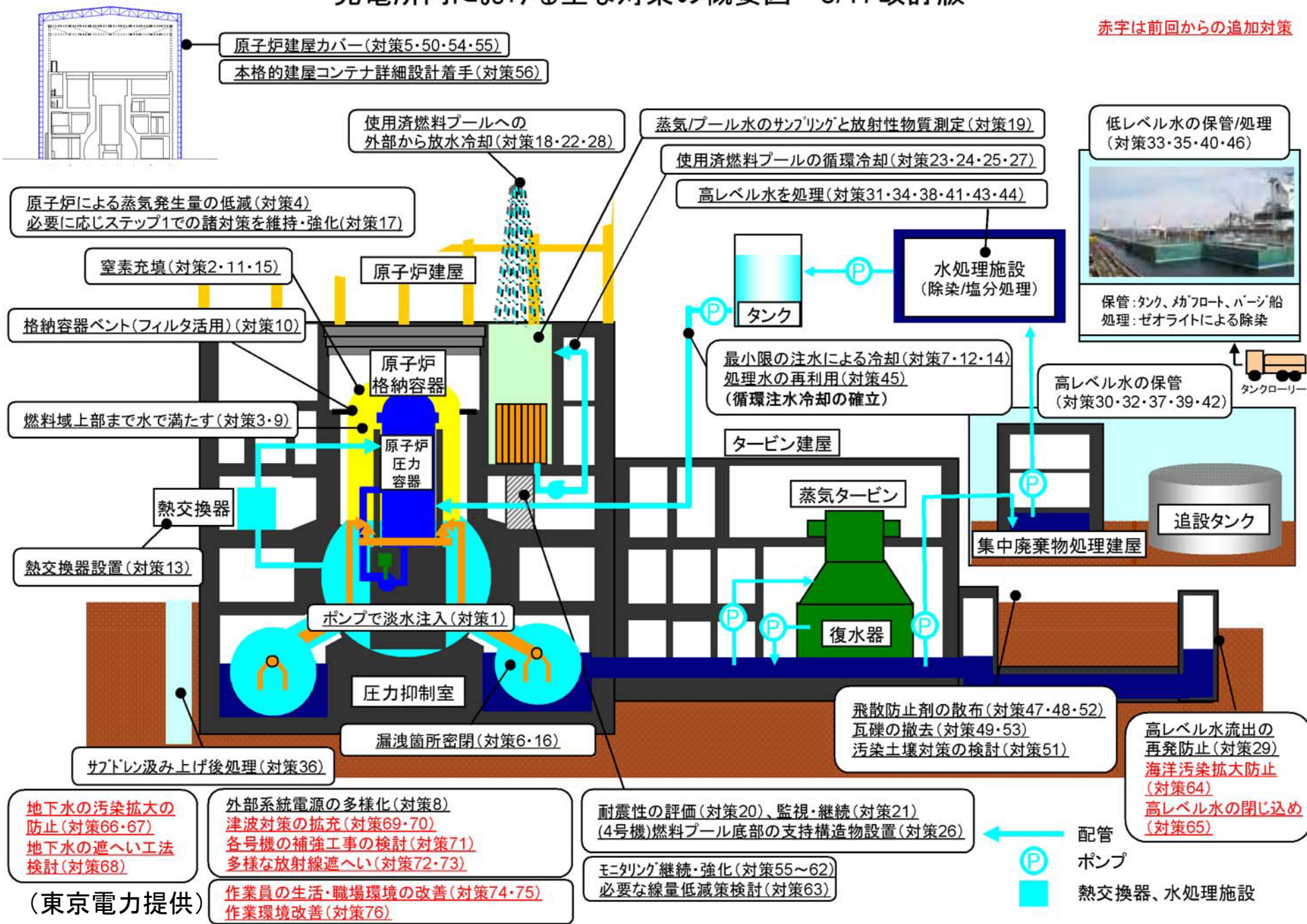
当面の取組み(課題／目標／主な対策)のロードマップ 5/17改訂版 (東京電力提供)

赤字:前回からの追加点、青字:変更点

課題		前回(4/17)時点	ステップ1(3ヶ月程度) ▼現時点(5/17)	ステップ2 (ステップ1終了後3～6ヶ月程度)	中期的課題
Ⅰ. 冷却	(1) 原子炉	淡水注入	最小限の注水による燃料冷却(注水冷却) 滞留水再利用の検討／準備 窒素充填 格納容器漏洩箇所の密閉の検討／実施 作業環境改善 熱交換機能の確保	安定的な冷却 循環注水冷却の確立 格納容器冠水	冷温停止状態 構造材の腐食破損防止 ※一部前倒し
	(2) 燃料プール	淡水注入	注入操作の信頼性向上／遠隔操作 ※前倒し 循環冷却システム(熱交換器の設置) ※一部前倒し	注入操作の遠隔操作 熱交換機能の検討／実施	より安定的な冷却 燃料の取り出し
Ⅱ. 抑制	(3) 滞留水	放射性レベルの高い水の移動 放射性レベルの低い水の保管	保管／処理施設の設置 保管施設の設置／除染処理	保管／処理施設拡充 除染／塩分処理(再利用)等 海洋汚染拡大防止	本格的な水処理施設の設置 建屋内滞留水の処理完了 海洋汚染拡大防止(継続)
	(4) 地下水		地下水の汚染拡大防止(保管／処理施設拡充計画にあわせてサブドレン管理) 地下水の遮へい工法の検討		汚染土壌の固化等 地下水の遮へいの構築
	(5) 大気・土壌		飛散防止剤の散布 瓦礫の撤去 原子炉建屋カバーの設置(換気システム付)		原子炉建屋コンテナ設置
	(6) 除染	発電所内外の放射線量のモニタリング拡大・充実 はやく正しくお知らせ		避難指示/計画的避難/緊急時避難 準備区域の放射線量を十分に低減	環境の安全性を継続確認・お知らせ
Ⅳ. 余震対策等	(7) 津波・補強他	余震・津波対策の拡充、多様な放射線遮へい対策の準備	(4号機燃料プール)支持構造物の設置	各号機の補強工事の検討／実施	各号機の補強工事
Ⅴ. 改善	(8) 生活・職場環境		作業員の生活・職場環境の改善		

発電所内における主な対策の概要図 5/17改訂版

赤字は前回からの追加対策



ロボットのニーズ

- 原子力発電所の事故対応・復旧
 - ミッション
 - 冷却系の安定化
 - 封じ込め
 - 廃炉
 - 現場作業員の被爆の低減
 - タスク
 - 瓦礫除去
 - サーベイマップの自動作成(放射線測定)
 - 建屋(原子炉建屋, タービン建屋)内調査(画像, 温度, 湿度, 酸素濃度, 等)
 - 計測機器などの設置, サンプル採取
 - 遮蔽, 除染
- その他の災害対応・復旧
 - 被災者探索・レスキュー
 - プラント・設備の調査, 診断, 修復
 - 水中探査
 - 被災地のマッピング
 - 重作業のパワーアシスト
 - 被災者のメンタルケア

ROBOTADとは

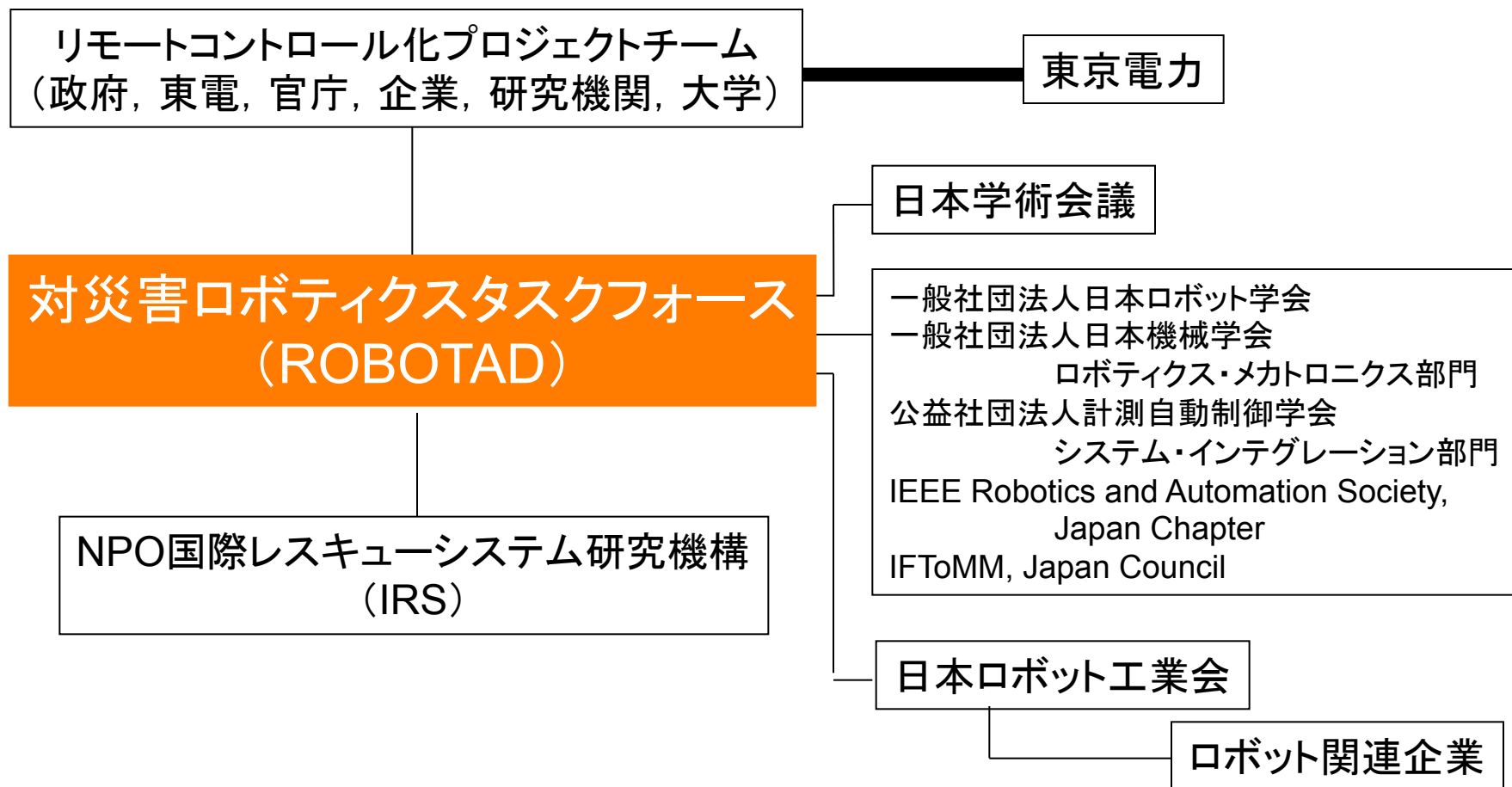
ROBOTics Task force for Anti-Disaster
(ROBOTics - Temporary Active Duty)
<http://roboticstaskforce.wordpress.com/>

Anchorman: 中村仁彦

Chairman: 浅間 一

- ロボット技術に関する専門家・科学者集団
- 東日本大震災と福島原子力災害の対応・復旧・復興のためのロボット技術適用
- 主な活動内容(緊急性の高い活動)
 - 動作環境やミッションに応じた最適なロボット技術・ソリューションの提供
 - 現場での補強, 改造も含めた導入・運用における実働支援
 - そのための技術情報の発信
- これまでの実績
 - ロボット技術導入のための具体的技術的検討(耐放射線機能, 走破性, 通信, 等)
 - HPによる技術的情報や導入実績などの発信
 - リモートコントロール化PTへの協力
- 関連5学会・日本学術会議・産業界との連携
- 窓口: 国際レスキューシステム研究機構(IRS)

ROBOTADの位置づけ



これまでの主な活動

- 3月14日以降 個別の災害対応支援活動
- 3月31日 ROBOTAD設立
- 4月5日 日本ロボット技術関連学術団体共同声明
「東日本大震災およびそれに伴う福島原子力災害に
対する日本のロボット技術の適用に関する声明」
- 4月6日 リモートコントロール化PTへの協力開始
- 4月6日 第1回IRSデモ
- 4月13日 日本学術会議緊急提言
「福島第一原子力発電所事故対策等への
ロボット技術の活用について」
- 4月24日 第2回IRSデモ
- 5月2日 公開シンポジウム
「震災復興にむけて ロボット技術のいま」
- 5月11日 IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, Forum

東日本大震災およびそれに伴う福島原子力災害に対する 日本のロボット技術の適用に関する声明

一般社団法人日本ロボット学会
一般社団法人日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門
公益社団法人計測自動制御学会システム・インテグレーション部門
IEEE Robotics and Automation Society, Japan Chapter
IFTToMM, Japan Council

東日本大震災およびそれに伴う福島原子力災害への対策およびそれからの復興に向け貢献するとの強い決意のもと、ロボット技術に関連する学術団体が専門の観点から技術上の問題ならびにその適用と運用の方策などに関して発言する。

わが国には災害対策にかかわるロボット技術の研究開発の蓄積がある。また、わが国のロボット技術関連学術団体は世界の災害対策に関わるロボット技術にも深く関与しており、世界の研究開発機関との密接な協力体制も築いてきた。東日本大震災およびそれに伴う福島原子力災害の対策措置および復旧・復興に対しても、活用可能なロボット技術は数多く存在する。そこで、東日本大震災と福島原子力災害への対策およびそれからの復興に対して国内外のロボット技術を早急に役立てるべく、日本ロボット技術関連団体は、最先端のロボット技術とそれに関与する科学者・技術者を総動員し、日本学術会議および産業界と連携しながら*1、動作環境やミッションに応じた最適なロボット技術の提供、現場での補強、改造も含めた導入・運用における実働支援、そのための技術情報の発信を、迅速かつ積極的に行う。

技術的情報に関しては、各学術団体のホームページ*2等で逐次発信するとともに、情報共有・意見交換の場を設ける。

なお本件に関しては、超学会組織「対災害ロボティクス・タスクフォース」*3が担当し、「特定非営利活動法人国際レスキューシステム研究機構」*4を窓口とする。

文科省大都市大震災軽減化特別プロジェクト レスキューロボット等次世代防災基盤技術の開発

- 大震災における緊急災害対応（人命救助など）のための**人体検索・情報収集・配信**等を支援することを目的とした、**ロボット・インテリジェントセンサ・ユビキタス端末・ヒューマンインタフェース**等を研究開発する。
- たとえば、どんな技術ができるのか？
 - 人が入るには危険な被災地の環境で、ロボット等の機器を導入・移動させながら、効率的に**被災者の検索や情報収集**を可能にするための技術の研究開発します。
 - これによって、**倒壊建築物・地下街などでの検索・収集**が可能になり、救助にあたる消防隊員などの**二次災害を未然に防止**することに役立ちます。
 - また、**被災地の情報を収集／統合**し、災害時の迅速な意志決定を支援するためのロボットやユビキタス端末、分散センサなどの技術の研究開発します。
 - 災害情報をマッピングし、リアルタイムに情報を収集することによって、**災害状況をモニタリング**するのみならず、シミュレーションによる被害進展の予測精度を高め、**緊急対応の行動の意志決定**を支援します。

大大特 レスキューロボット等次世代防災基盤技術の開発

平成14～18年度 国際レスキューシステム研究機構 田所諭(東北大)

概観情報の収集

上空からの情報収集



- ・インテリジェントヘリ
(緊急情報収集
エアロボ)



- ・情報収集気球(定点観測用)

情報収集インフラ機器



- ・レスキュー
コミュニケーター
(家屋内分散
要救助者
センシング)

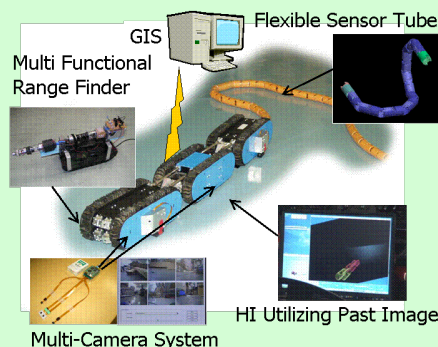
情報統合

共通プロトコル・データベース

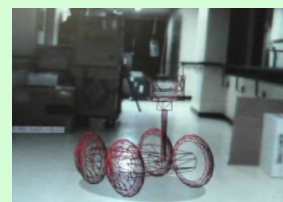
- ・情報伝送形式の標準化(MISP)
- ・収集情報データベースDaRuMa
- ・遠隔地より情報加工・情報統合・判断

高度救助資機材

瓦礫内での情報収集



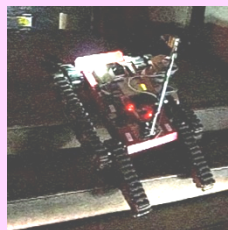
地下街・瓦礫上からの情報収集



- ・統合ヘビ型ロボット
- ・ヘビ型移動体機構(IRS蒼竜他)
- ・能動スコープカメラ
- ・レスキューツール(ジャッキ,
手動探査機, 3D棒カメラなど)
- ・無線トリアージタグ, 救出済タグ
(救助ロジスティクス管理)

- ・統合地下街探査ロボット
- ・連結クローラ移動体機構
- ・投擲型システム(瓦礫高速踏破)
- ・操縦ヒューマンインタフェース
(過去画像鳥瞰システム,
3次元地図生成, 標準化など)
- ・UWB電磁波人体探査センサ
- ・アドホックネットワーク

実証試験・訓練・デモ



- ・東京消防庁立川訓練所
- ・山古志村
- ・JICA国際緊急援助隊訓練
- ・FEMA訓練所
- ・新潟中越地震
- ・倒壊家屋実験施設
- ・ボランティア消防部隊IRS-U

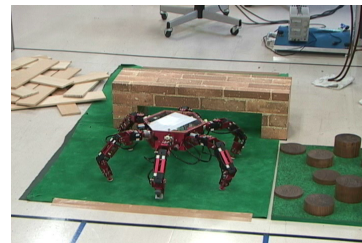
33研究チームによるプロトタイプ



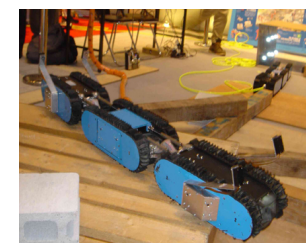
防災用インテリジェント
エアロボット
(京都大学 中西弘明)



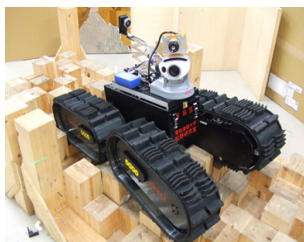
小型自律飛行船
(理化学研究所 川端邦明/
東京大学 浅間一)



探査ロボット「アスタリスク」
(大阪大学 新井研究室)



瓦礫内探索ロボットシステム
"Hyper蒼龍IV"(東工大/
神戸大/東北大/茨城大)



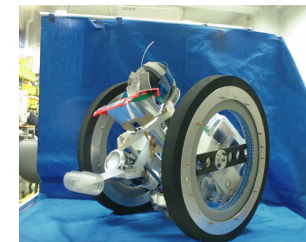
瓦礫上探査用クローラ型
レスキューロボット "KOHGA2"
(電気通信大学 松野文俊)



地下街探査用レスキュー
ロボット "Hibiscus"
(千葉工業大学 小柳栄次)



多連結クローラ型ロボット
"KOHGA"
(電気通信大学 松野文俊)



跳躍・回転移動体
(東京工業大 北川能・
塚越秀行)



アーム搭載移動ロボット
"HELIOS VIII"
(東京工業大学 広瀬茂男)



瓦礫上情報収集用牽引
ロボット "HELIOSキャリア"
(東工大/東北大/電通大)

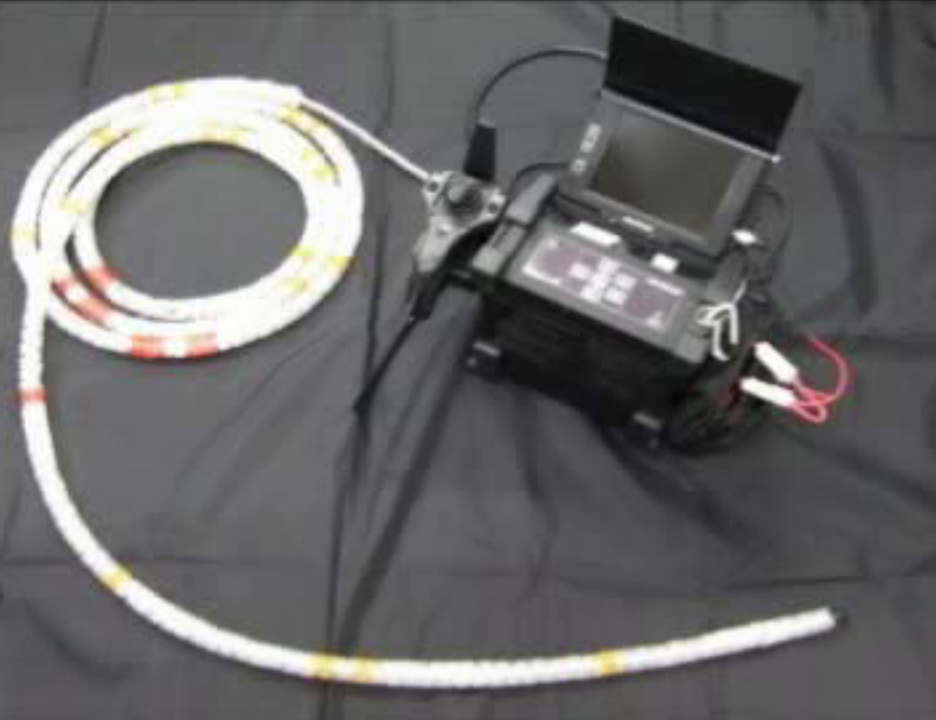


車輪型情報収集
レスキューロボット"FUMA"
(電気通信大学 松野文俊)



レスキュー用ロボティックダミー
(大阪電気通信大学 升谷保博)

能動スコープカメラ (走行性能・実地試験)



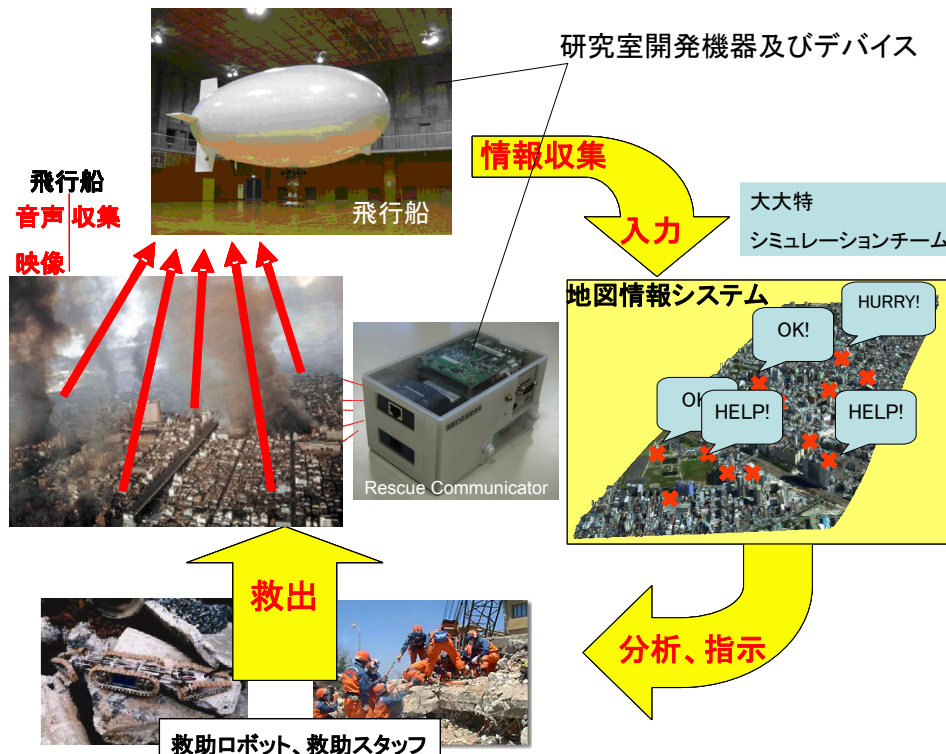
東北大学
田所研究室

ユビキタス被災者探索システムの開発

【研究の目的】

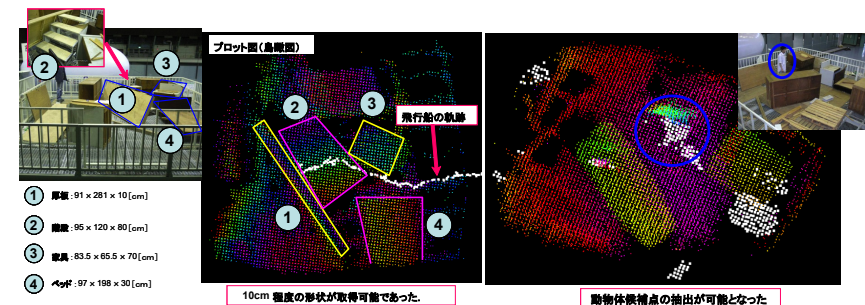
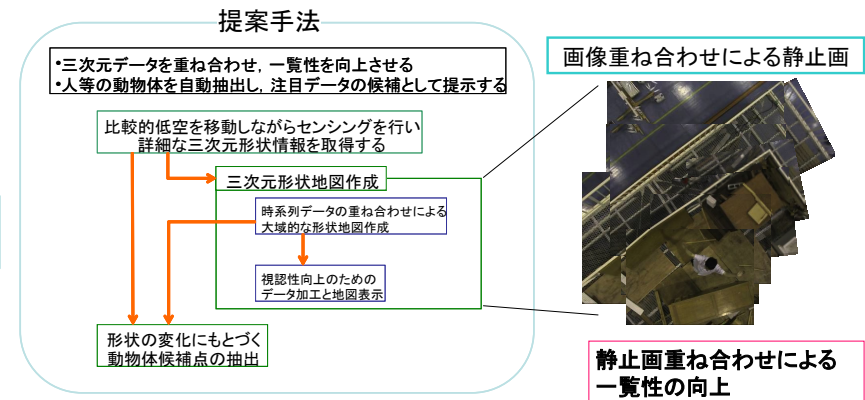
震災時には迅速な被災者の探索・発見が重要です。被災者の探索結果や収集した被災地に関する情報を適切に処理するレスキューシステムの開発を目的としています。

【開発システム概要】



【研究内容】

- 収集情報から瓦礫の三次元地図を作成手法の構築
- 被災者の探索候補となる領域を提示する方法を構築



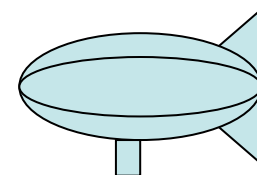
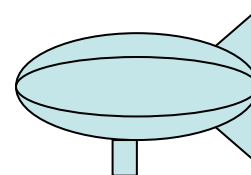
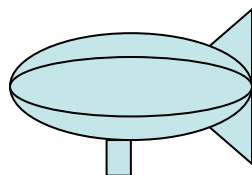
三次元形状地図の作成

動物体候補点の表示

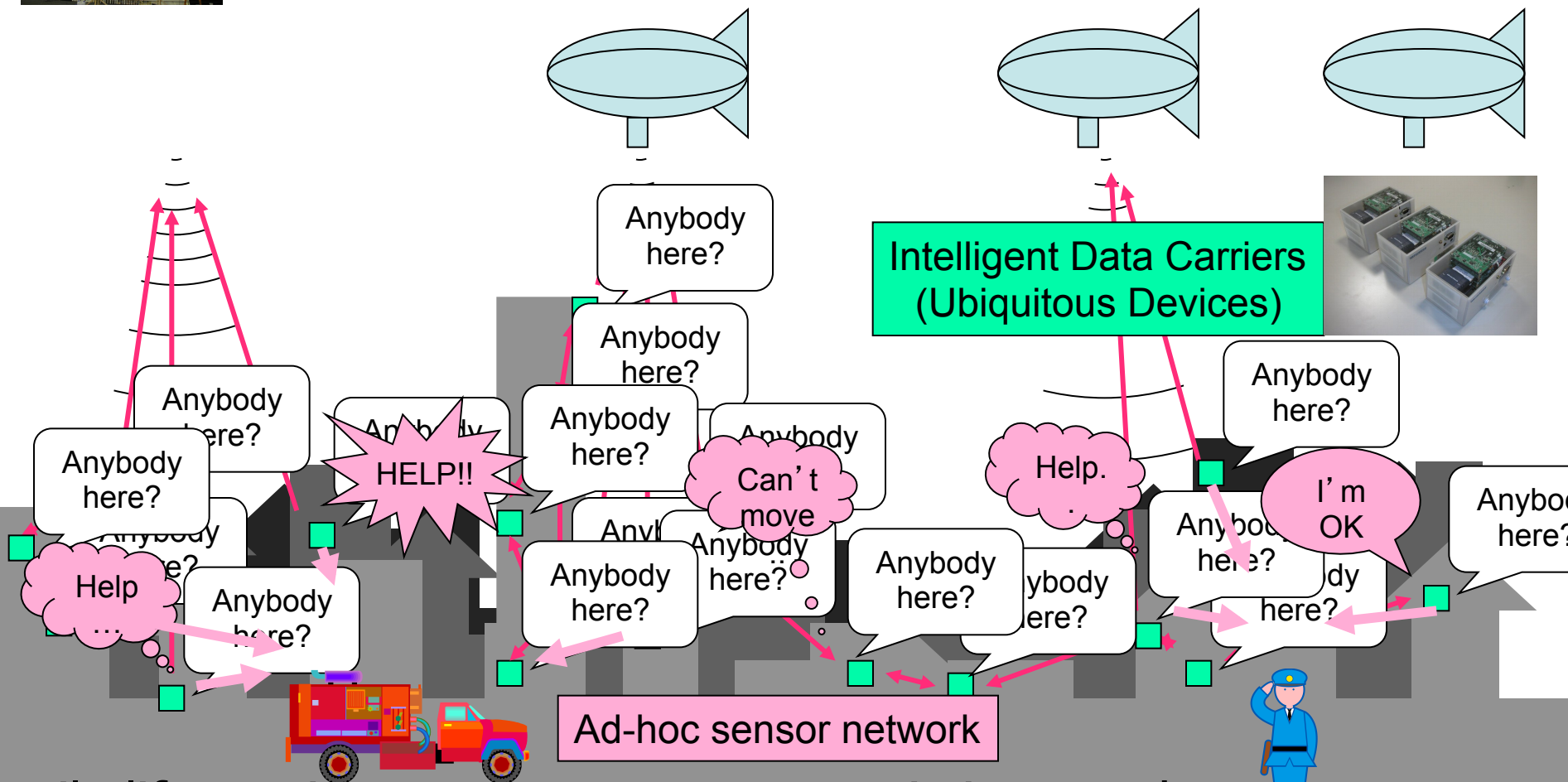
ユビキタス被災者探索システムの開発



Autonomous Blimp



Intelligent Data Carriers
(Ubiquitous Devices)

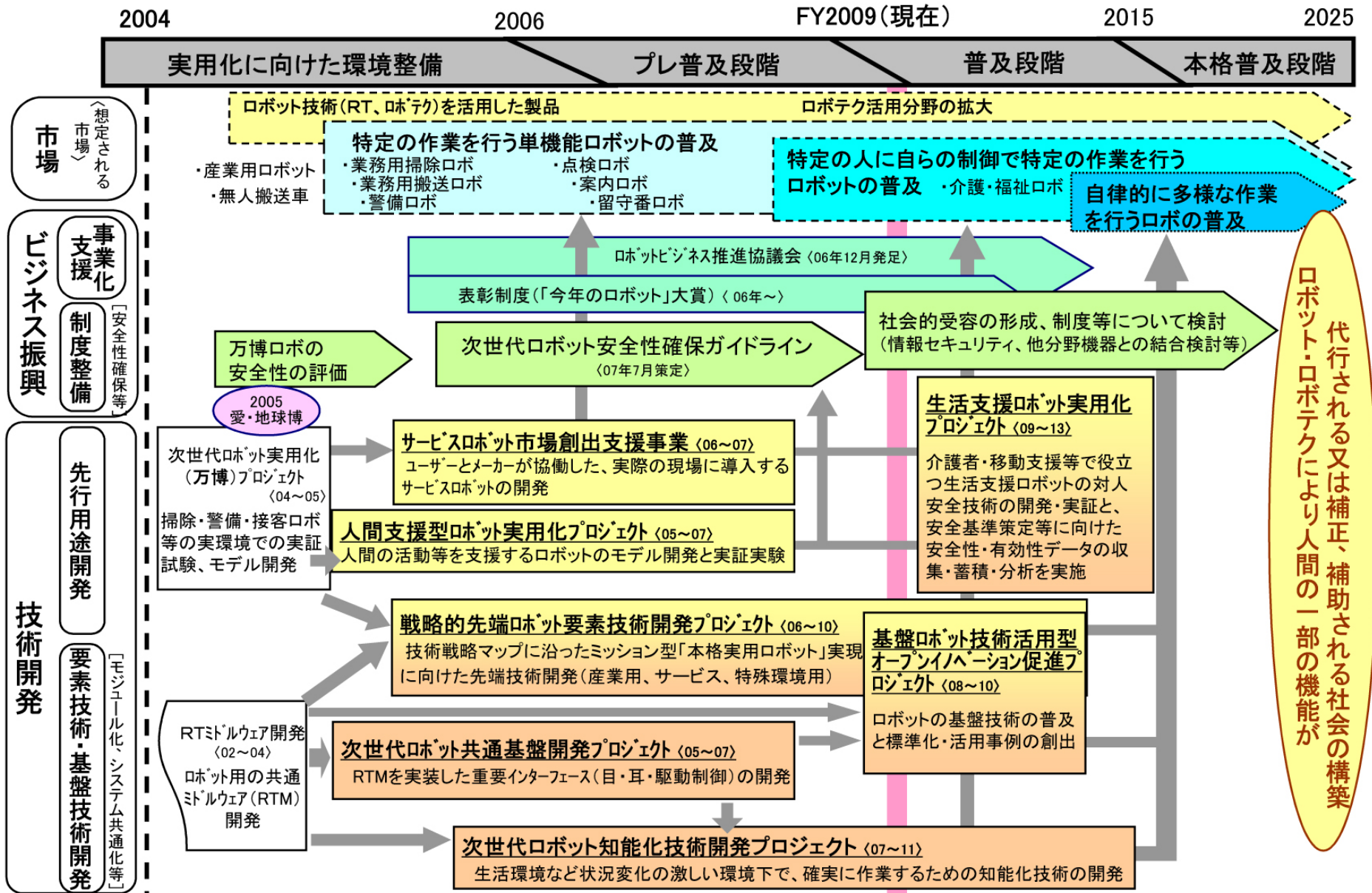


Daily life services

Victim search

ロボット分野の導入シナリオ

NEDO



研究目的

背景、目的、必要性

- ①背景：高齢化、女性の社会進出、労働力不足等大きな社会情勢の変化の中でロボットへの期待、利用ニーズが高まってきている。
- ②市場ニーズ：近い将来団塊の世代が一斉退出する製造業、サービス業、建設業等における労働力や家事労働をロボットに代替させたいという大きなニーズがある。
- ③技術ニーズ：上記市場ニーズを実現するためには、センシング技術や高速駆動技術等の更なる高度な技術開発が必要である。また、このような次世代ロボットに必要なかつ共通的な機能を実現するための要素技術開発をすることで、開発技術はロボット以外の製品（自動車、情報家電等）にも広く波及することが期待される。

研究内容

○研究開発課題

将来の市場ニーズ及び社会ニーズから導かれるミッションを、必要とされるロボットシステム及び要素技術を開発し、活用することにより達成する（ミッション）

- 柔軟物を筐体内に取り付ける一連の作業を実現するロボットセル生産システムの開発
- 会話やジェスチャー等による指示により、情報提供や物理空間作業を行い、また、複数の年齢層に対し適切なコミュニケーションを行うRT（ロボット技術）システムの開発
- 複数の遠隔操縦型ロボットが、階段やドアのある建物内でオリエンテーリングを行い、決められたエリアを人間よりも速く、迅速に移動する被災建造物内移動RTの開発を含む7つのミッションを設定

○キーテクノロジー

- センシング技術、マニピュレーション技術、作業指示・教示技術
- コミュニケーション技術、空間構造化技術、自律移動技術、画像処理技術
- 測位技術、通信技術、高速移動技術、耐環境性、安全技術等

○達成目標（技術水準）

技術戦略マップを踏まえ、将来ロボットに達成させたいチャレンジングな各ミッションを実現

技術戦略マップ上の位置付け

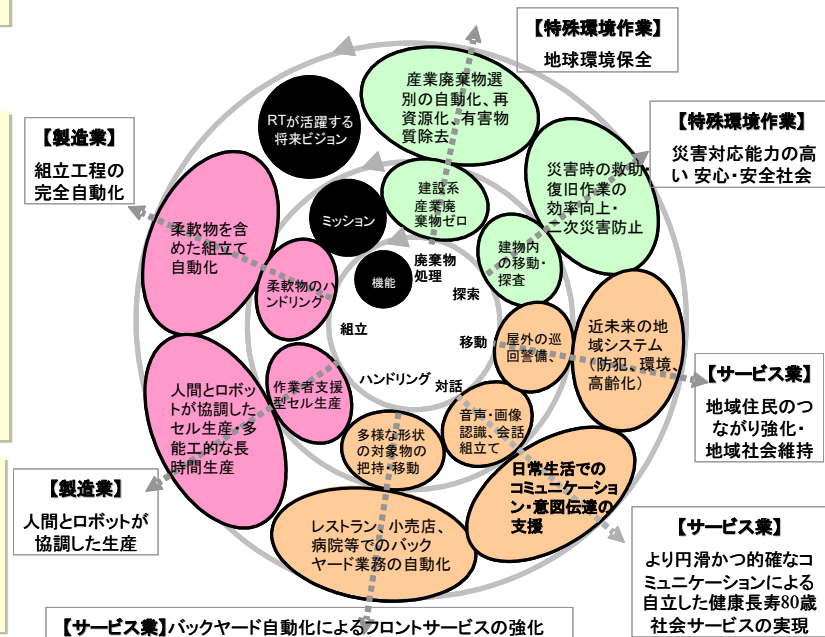
本事業で開発する技術は、技術戦略マップの2015年以降に位置付けられる

プロジェクトの規模

○事業費と研究開発期間

研究開発期間 5年（平成18年度～平成22年度）
H19年度 10.0億円（事業費H18年度 11.0億円）

その他関連図表



■事業推進にあたっては、イノベーションを加速させるため、ステージゲート制度を導入する。具体的には、プロジェクト実施期間を前半（3年間）と後半（2年間）に分け、前半最終年度（H20年第3四半期）に絞り込み評価を実施する。後半では、絞り込み評価で高く評価された研究開発に絞り、これらを継続して重点的に行う。

（評価基準については、評価軸及び評価項目案を策定した状況で、審査体制については今後検討。）

研究目的

背景、目的、必要性

- ①背景：高齢化、女性の社会進出、労働力不足等大きな社会情勢の変化の中でロボットへの期待、利用ニーズが高まってきている。
- ②市場ニーズ：近い将来団塊の世代が一斉退出する製造業、サービス業、建設業等における労働力や家事労働をロボットに代替させたいという大きなニーズがある。
- ③技術ニーズ：上記市場ニーズを実現するためには、センシング技術や高速駆動技術等の更なる高度な技術開発が必要である。また、このような次世代ロボットに必要な共通的な機能を実現するための要素技術開発をすることで、開発技術はロボット以外の製品（自動車、情報家電等）にも広く波及することが期待される。

プロジェクトの規模

○事業費と研究開発期間

研究開発期間 5 年（平成 18 年度～平成 22 年度）

H20年度 8.0億円

研究内容

○研究開発課題

将来の市場ニーズ及び社会ニーズから導かれるミッションを、必要とされるロボットシステム及び要素技術を開発し、活用することにより達成する（ミッション）

- ・柔軟物を筐体内に取り付ける一連の作業を実現するロボットセル生産システムの開発
- ・会話やジェスチャー等による指示により、情報提供や物理空間作業を行い、また、複数の年齢層に対し適切なコミュニケーションを行うRT（ロボット技術）システムの開発
- ・複数の遠隔操縦型ロボットが、階段やドアのある建物内でオリエンテーリングを行い、決められたエリアを人間よりも速く、迅速に移動する被災建造物内移動RTの開発など、3分野における7つのミッションを設定

○キーテクノロジー

- ・センシング技術、マニピュレーション技術、作業指示・教示技術
- ・コミュニケーション技術、空間構造化技術、自律移動技術、画像処理技術
- ・測位技術、通信技術、高速移動技術、耐環境性、安全技術 等

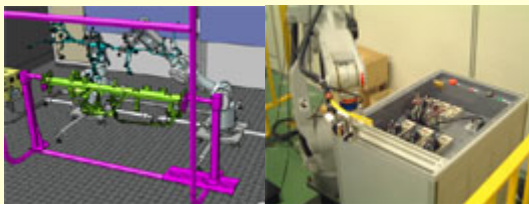
○達成目標（技術水準）

技術戦略マップを踏まえ、将来ロボットに達成させたいチャレンジングな各ミッションを実現

その他関連図表(抜粋)

Ⅰ 次世代産業用ロボット分野

①柔軟物も取扱える生産用ロボットシステム

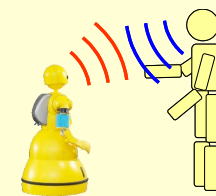
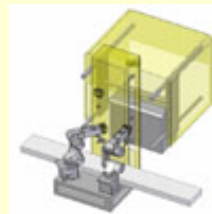


②人間・ロボット協調型セル生産組立システム

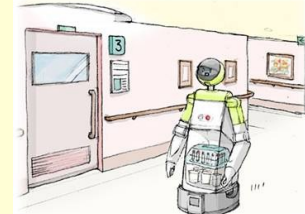


Ⅱ サービスロボット分野

③片付け作業用マニピュレーション ④高齢者対応コミュニケーション



⑤ロボット搬送システム

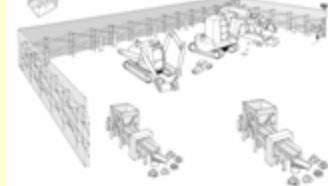


Ⅲ 特殊環境用ロボット分野

⑥被災建造物内移動RTシステム



⑦建設系産業廃棄物処理RTシステム



■事業推進にあたっては、イノベーションを加速させるため、ステージゲート制度を導入する。具体的には、プロジェクト実施期間を前半（3年間）と後半（2年間）に分け、前半最終年度（H20年第3四半期）に絞り込み評価を実施する。後半では、絞り込み評価で高く評価された研究開発に絞り、これらを継続して重点的に行う。

（評価基準については、評価軸及び評価項目案を策定した状況で、審査体制については今後検討。）

福島第一原子力発電所災害対策復旧特別PT



特別PT:

- (1) 放射線遮蔽・放射性物質放出低減対策(中長期対策)
- (2) 放射線燃料取り出し・移送
- (3) リモートコントロール化
- (4) 長期冷却構築
- (5) 放射性滞留水の回収・処理
- (6) 環境影響評価

無人化施工機械の導入

- 4月6日 瓦礫処理無人化施工開始
- 大成建設・鹿島建設・清水建設JV
- 使用機械 (4/6導入台数／総予定台数)
 - バックホウ(アイアンフォーク) (1台／2台)
 - バックホウ(ニブラ) (0台／1台)
 - クローラダンプ(11t) (1台／3台)
 - オペレータ車 (1台／2台)
 - カメラ車 (1台／9台)

(東京電力提供)



遠隔操作重機によるガレキ撤去作業

(撤去前)

1号 原子炉建屋周辺



(コンテナ: $3.2 \times 1.6 \times 1.1\text{m}$ 、約 4m^3)

(撤去後)



(仮置の瓦礫収集コンテナ)

(東京電力提供)

瓦礫撤去工事用の無人化機器

サーベイ 内部観察



タロン
(アメリカ製)



ブロック90
(スウェーデン製)

倒壊柱 梁解体



柱・梁
解体イメージ



ニブラ

瓦礫撤去



ブロック330
(スウェーデン製)



ポプキャット
(アメリカ製)

無人化機器を 操作する操作車



無線操作車 (ハイシールド車)



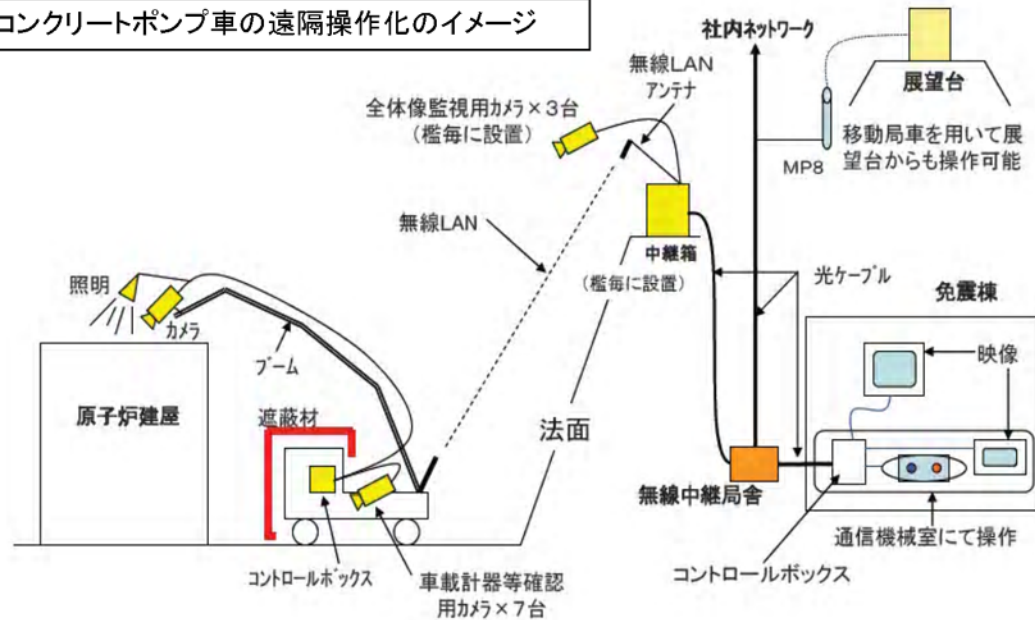
有線操作車

コンクリートポンプ車による 注水の自動化

- 3月22日 4号機に注水開始
- 現在, 1, 3, 4号機において
キリン等による注水



コンクリートポンプ車の遠隔操作化のイメージ



(東京電力提供)

ブーム先端へのカメラ等の設置



4号機 "ぞうさん2号" による注水状況

小型無人ヘリコプターの導入

- 4月10日 小型無人ヘリコプターによる空撮開始
- 1～4号機原子炉建屋, タービン建屋およびその周辺を撮影
- 使用機械
 - ハニーウェル社(Honeywell(米))製 T-Hawk
 - 操縦範囲: 10km程度
 - 航続時間: 50分
 - 映像撮影: 可動式カメラ・赤外線カメラによる夜間撮影や操作端末への動画伝送など
 - 飛行性能: ホバリングによる空中静止。GPSによる自律飛行・マニュアル飛行が可能。

(東京電力提供)



ハニーウェル社(Honeywell(米))製
T-Hawk



離陸



操作室



1号機南東角建屋カバー柱



3号機西側より建屋内部



4号機東側より建屋内部

Packbotの導入

- 4月17, 18日 Packbot導入
 - 原子炉建屋内の放射線量・雰囲気温度・雰囲気湿度・酸素濃度の測定
- 使用機械
 - iRobot社製Packbot 2台
 - 寸法:長さ70×幅53×高さ(アーム格納時)18 [cm]
 - 重量:35[kg]
 - 機能:各種モニタリング(放射線量, 温度, 湿度, 酸素濃度), カメラ, マニピュレータ



パックボットによる
原子炉建屋の現場確認

(東京電力提供)



Packbot



Packbotが二重扉を開ける様子



二重扉出口付近



1号機原子炉建屋1階



2号機原子炉建屋1階



3号機原子炉建屋1階

ロボット操作車 (TEAM NIPPON)

日本原子力研究開発機構

- 放射線計測やロボット操作を迅速かつ安全に行えるよう、トラックバンに鉄板80mm遮へいオペレーションBOX、発電機等を装備
- オペレーションBOXは、ガンマカメラ、監視カメラ、照明、テレテクタ等を装備
- オペレーションBOX内からは、ガンマカメラ等による線源特定や、ロボットを遠隔操作しての線量計測や安全確認が可能

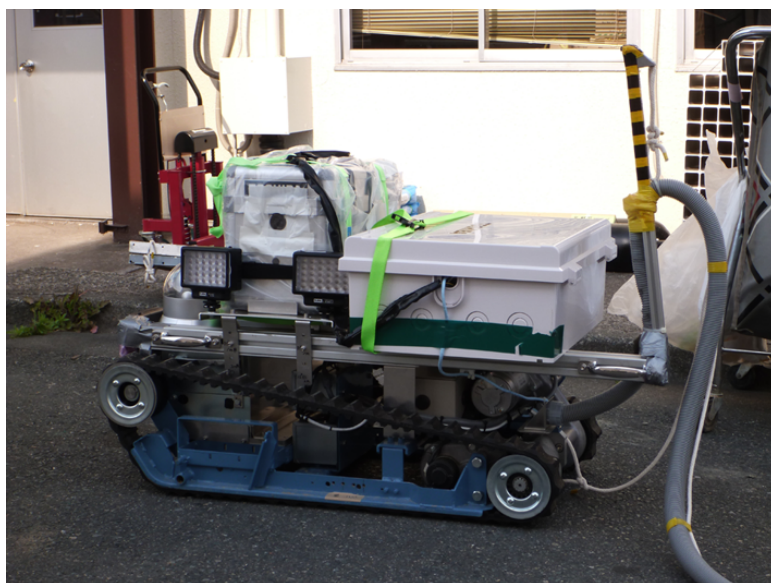


(↑)ロボット操作車の外観

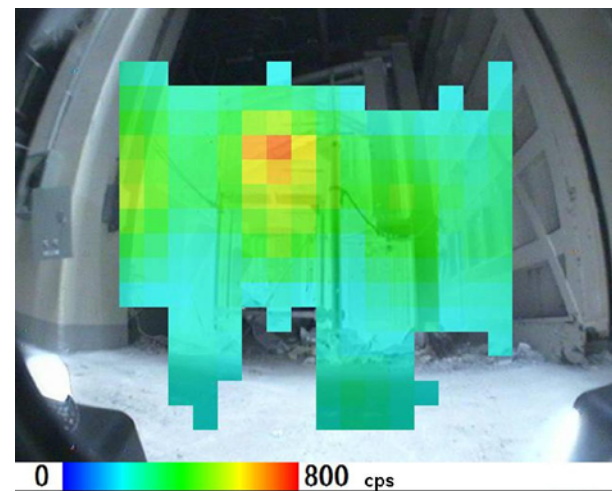
(←)ロボット操作車の装備

γ カメラによる放射線源・線量測定

- 5月22日 γ カメラを搭載したロボット導入・計測



(東京電力提供)



学術的検討事項

- 耐放射線機能について
 - 被爆許容量
 - シールドの効果と可能性
- 通信について
 - 無線：周波数，通信距離，通信速度，他のシステムとの干渉
 - 光ケーブルの頑健性
- 電源について（バッテリー，有線ケーブルによる供給）
- 瓦礫走破性について
- マニピュレーション機能について
- マッピングについて
- H I/Fについて
- 放射線量（サーベイ，積算値），画像，温度・湿度等の計測方法とそれに基づく運用について
- メンテナンス・除染・訓練について

今後導入候補として考えられるロボット

協力：国際レスキューシステム研究機構(IRS)

Packbot



T-Hawk



無人化施工



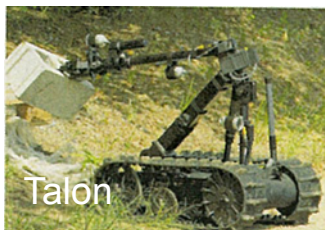
RMAX



KOHGA3



Talon



Babcat



Quince/Kenaf



モニロボ



UMRS



Warrior



Dragon Runner



双腕式油圧ショベル



FRIGO-M



蒼竜



Brokk 90



援竜



Paro



現在の日本の抱える問題

- 「元気な日本」の復活（新成長戦略）
- 低い幸福度
- 国内総生産の伸び悩み
- 経済力の強化の必要性
 - 景気対策，借金問題，国際競争力（特に対中国，韓国，東南アジア）
 - 事業仕分けなどの無駄を減らすだけでは対応できない
 - 新たな価値創造の必要性

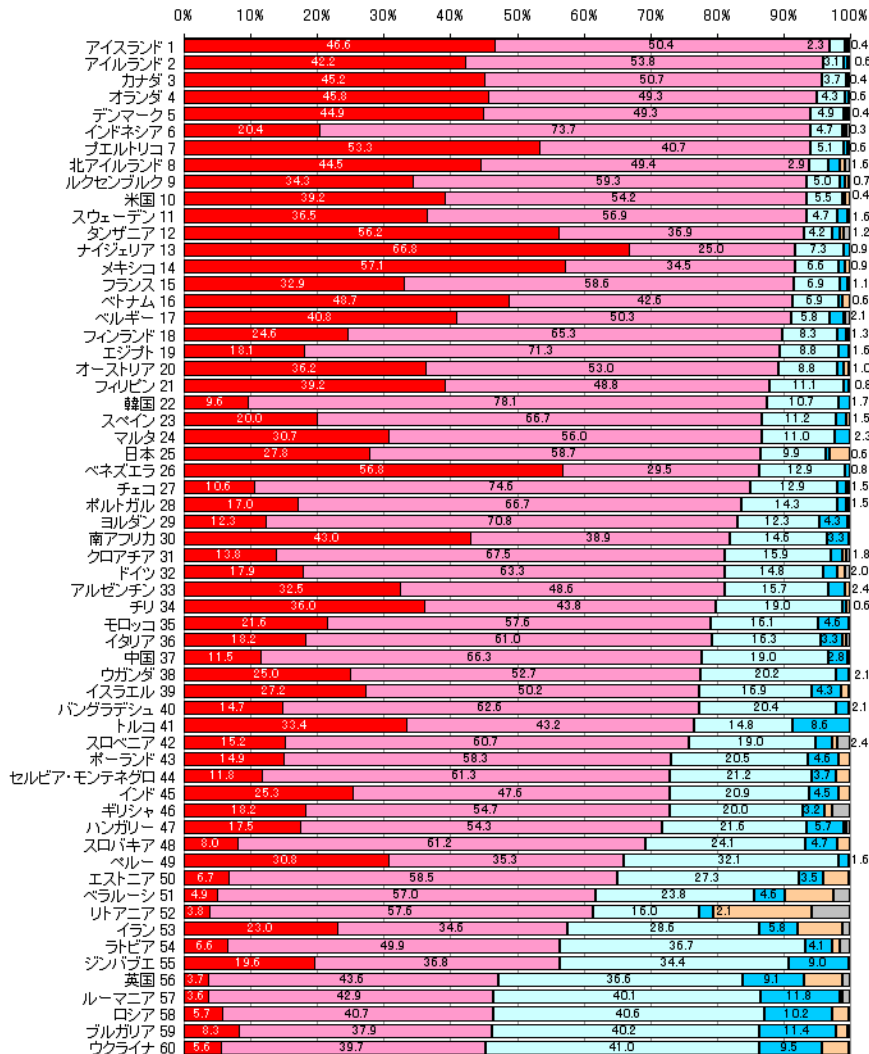
社会的問題の解決に向けて

- 技術の適用による解決
- 社会福祉問題
 - 少子高齢化
 - 高齢化
 - 医学の進歩による長寿命化
 - 少子化
 - 養育費
 - 幸福感
 - » 幸せの指標

幸福度の国際比較

幸福度の国際比較(2000年) <http://www2.ttcn.ne.jp/honkawa/9480.html>

■ 非常に幸せ ■ やや幸せ □ あまり幸せでない ■ 全く幸せでない ■ わからない □ 無回答



(注) 各国の全国18歳以上男女1,000サンプル程度の回収を基本とした意識調査の結果。幸福度を「非常に幸せ」「幸せ」の合計ととらえ、その大きい順にソート。「分からない」、「無回答」の数値は非表示。

(資料) 電通総研・日本リサーチセンター編「世界60カ国価値観データブック」

日本の幸福度の順位

世界価値観調査
アンケート調査
25位 (2000)

人間開発指数
「1人当たりのGDP」「平均寿命」「教育」
7位 (2004)

国民の幸福度
エードリアン・ホワイ氏による調査
90位

地球幸福度指標
英国シンクタンク
生活満足度×推定寿命／生態系維持予測指標
95位

世界価値観調査
“伝統的・世俗的・合理的”と“サバイバル・自己表現”
43位 (2008)

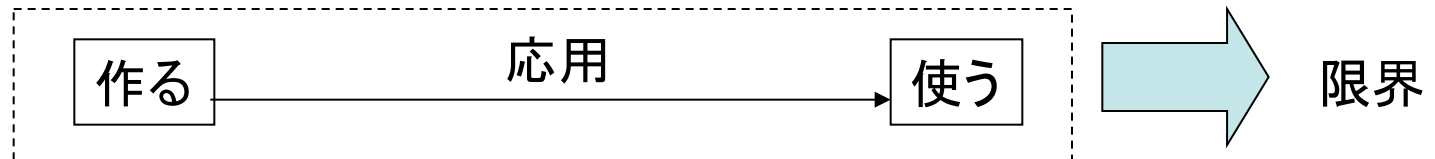
国民生活選好度調査
内閣府
6.5 (10段階評価)

「死の谷」の克服

技術開発

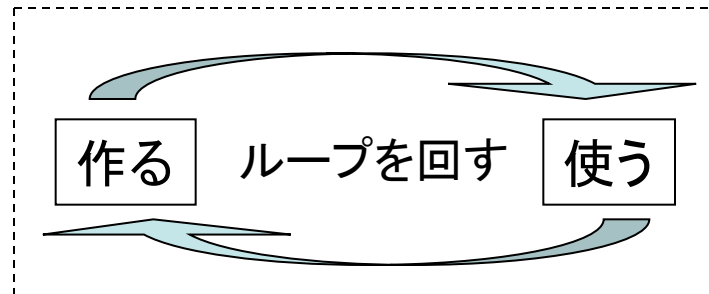
産業育成

従来方式



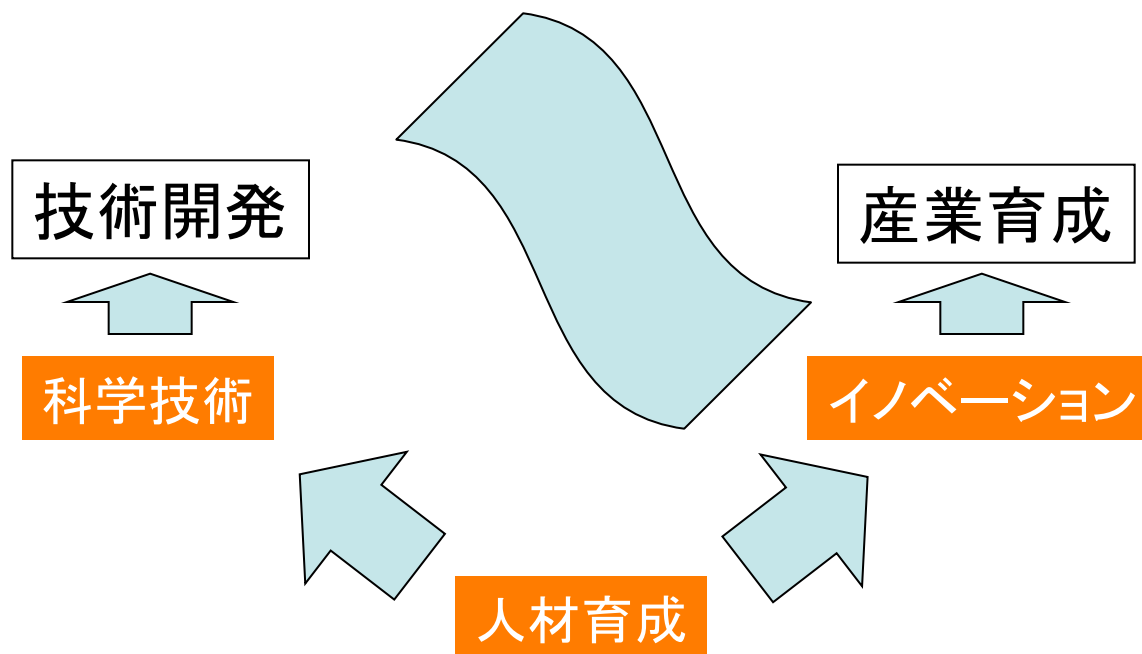
新方式

使える技術の開発



技術開発への協力

「死の谷」の克服



解決の戦略 (海外の事例)

- 「作る」と「使う」のループを回す仕掛け
 - 無人化施工に学ぶ
- ロボット技術の牽引力(需要の創出)
 - 米国: 軍(需要を国が作る)
 - 企業の参入を可能にする
 - 技術開発が必要となる
 - 人材が育つ
 - 日本: 対災害(安全・安心)?
- 制度設計
 - 規制緩和と規制強化
 - ロボットの配備を義務付ける
- 開発・運用組織
 - NASA, DARPA

日本の方向性

- 資源がない日本
- 人の知恵, 知識, 技術でかせぐ
- 人を育て, 技術を育て, 産業を活性化する
 - 産業を活性化する方法論?
 - 科学技術を強化する方法論?
 - 人材を育成する方法論?
- 東日本大震災は一つの大きな機会
 - 他ではできない経験, 実験データの取得
 - 日本の強み: それを活用とした産業育成, 技術開発, 人材育成によって
 - 災害対応・安全・安心を中核とする施策