



# 災害復旧に対する ロボットの活用について

---

田所 諭

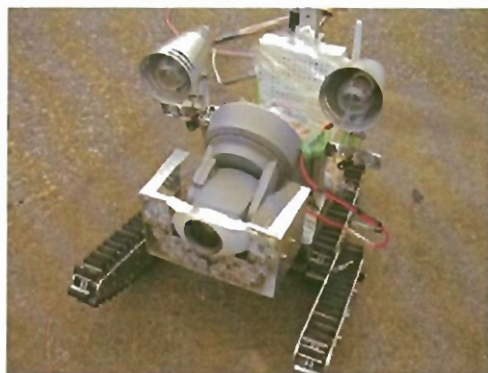
東北大学

国際レスキューシステム研究機構

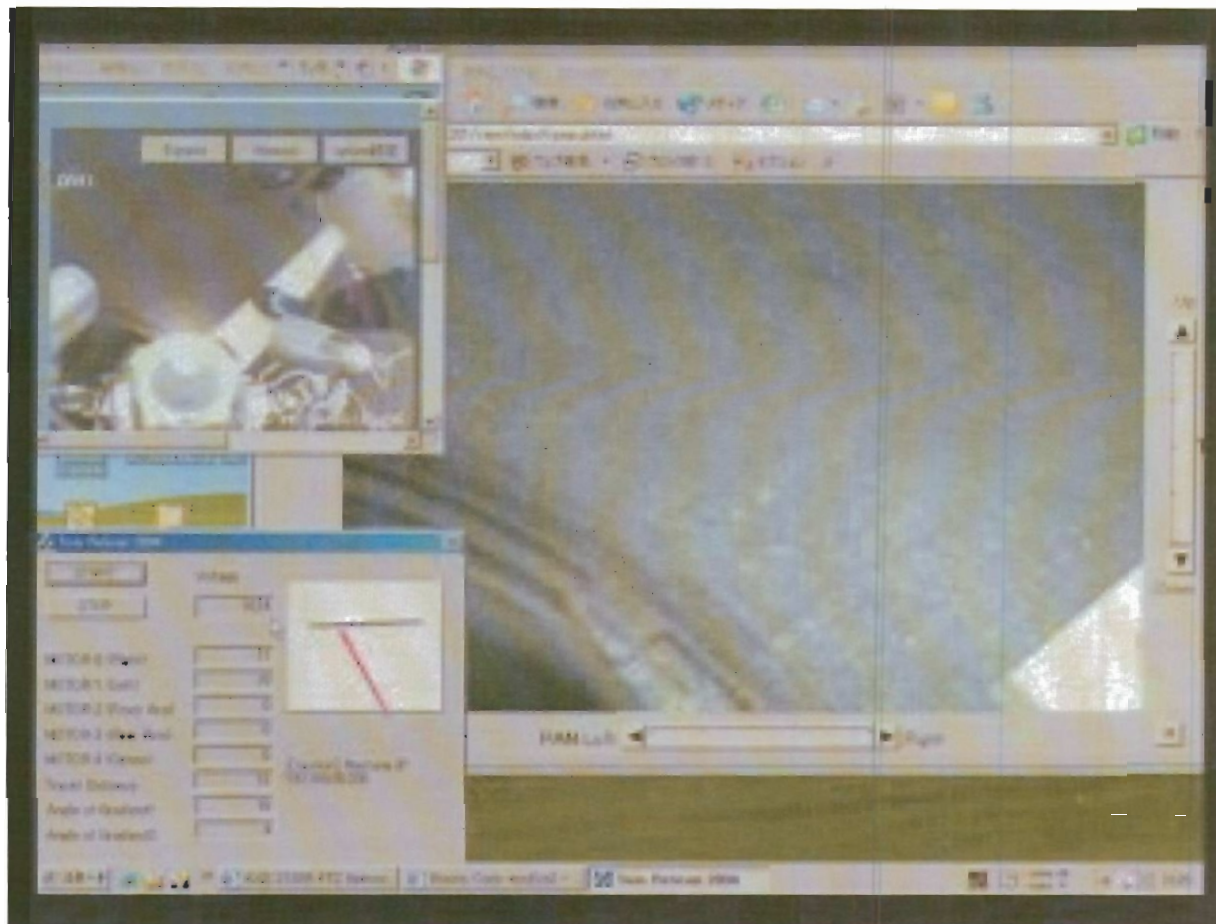
# ロボット技術はどのように使えるか

- 2つの活用形態
  - ロボットそのものを活用する
  - ロボット技術を建機等に活用する
- ロボット技術とは
  - メカトロニクス技術：機械＋電気電子＋情報
- ロボット技術を大別すると
  - センシング（形状計測，シーン理解，異常検出，センサフュージョン，分布計測，etc.）
  - アクチュエーション（機構，MEMS，高速動作，インパクト動作，行動計画，バランスを取る，把持，操り，etc.）
  - 知能化（自律，地図，データベース，学習，etc.）
  - ヒューマンインタフェース（操縦，対話，意図理解，etc.）

# 新潟中越地震での雨水管検査



小柳(千葉工大)  
1st prize of Robocup  
2004,2005 Rescue  
Real Robot League



災害＝想定外  
→ 現場に対応するための開発を行いながらの適用



# 新潟中越地震へのヘビ型ロボットの投入

2004年

10/23

17:56 発災

18:00 現地と連絡, 出動準備開始  
ロジスティクス等確認

10/24

9:00 伊丹発新潟経由

午後 長岡市役所到着

夕方 小地谷市役所到着



- ・ 到着時には車でアクセス可能な投入場所がなかった.
- ・ 災害対応専門家による訓練ができていなかった.
- .....
- ・ 災害対応というものがわかっていなかった



IRS蒼竜, 国際レスキューシステム研究機構

# IRS-Uによる想定訓練(1/2)



(1) IRS-U started rescue.

(3) Multi-sensor head measured shape of the hole and obstacles.



(2) Jack-up Robot removed obstacles.

(4) Cutter Robot cut reinforcing bar.



(Apr. 22-23, 2006

東京消防庁立川ハイパーレスキュー訓練所にて)

国際レスキューシステム研究機構



# IRS-U想定訓練 (2/2)



(5) IRS Soryu measured O2 concentration.

(7) IRS-U human squad entered.

(8) A woman dummy was rescued.



(6) IRS Soryu found a victim and tried verbal contact.

(9) Wireless triage tag was put on the victim, wireless operation tag was put on the building.

(Apr. 22-23, 2006

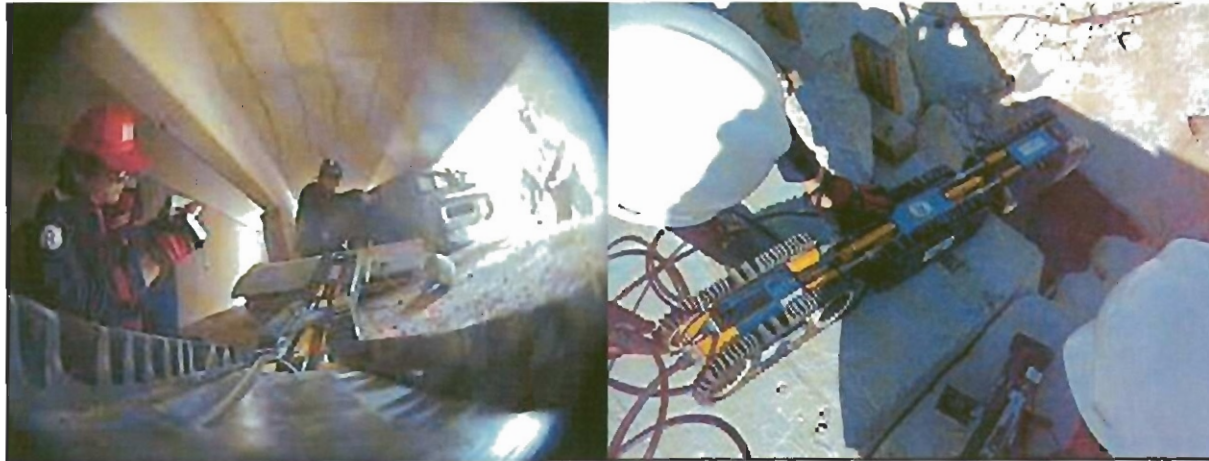
東京消防庁立川ハイパーレスキュー訓練所にて)

国際レスキューシステム研究機構

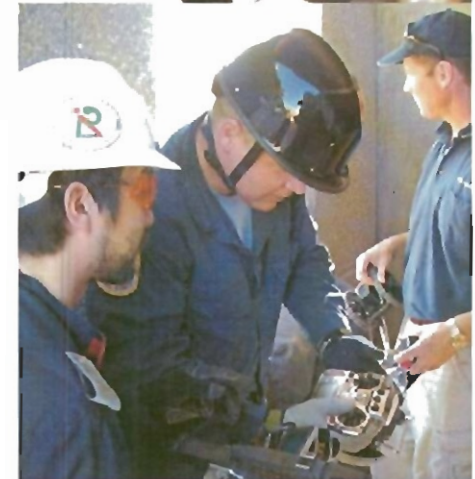
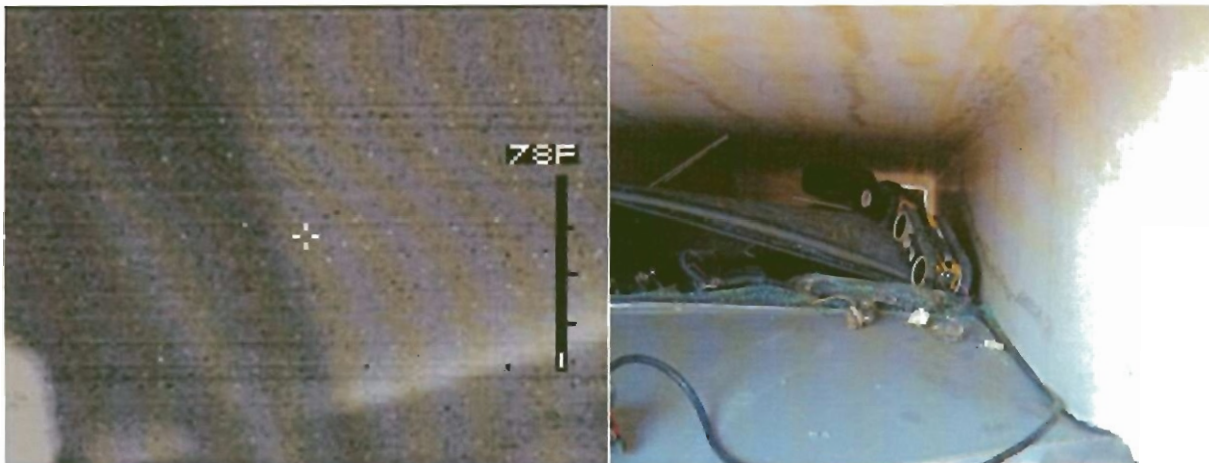




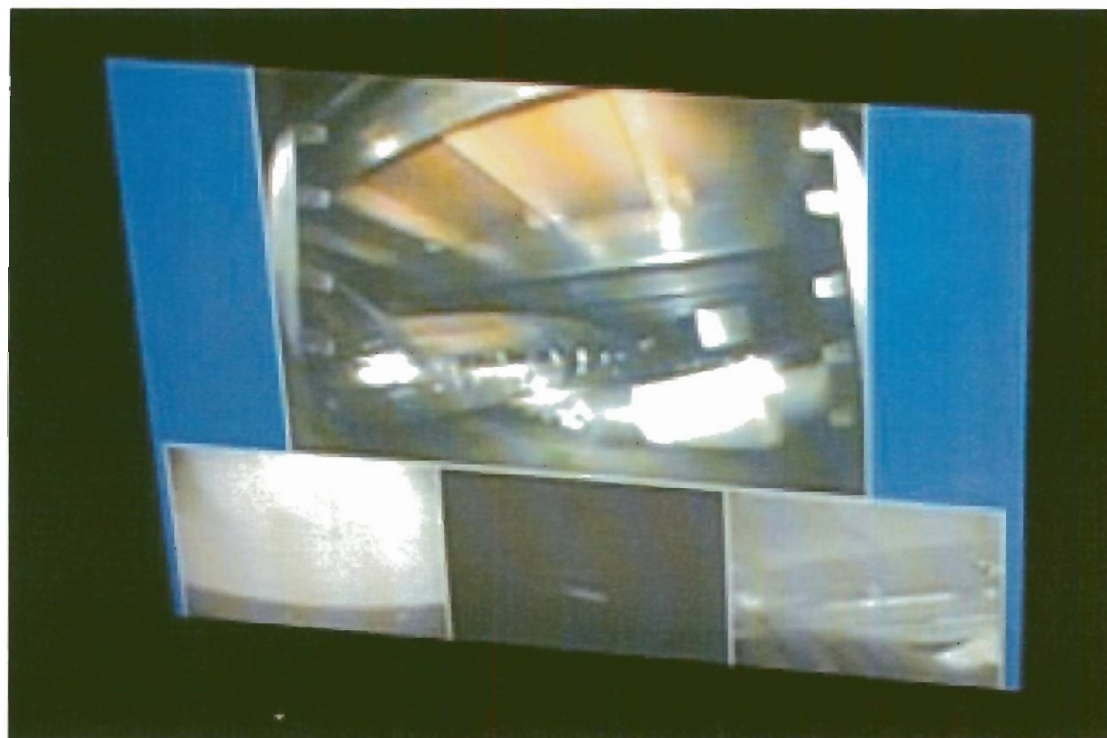
# FEMA救助隊によるロボットの試験



FEMA Nevada TF1 訓練所にて (Aug. 7, 2005)



## ヘビ型ロボットの床下検査への適用



Nov. 11, 2006

川崎市住宅公園にて

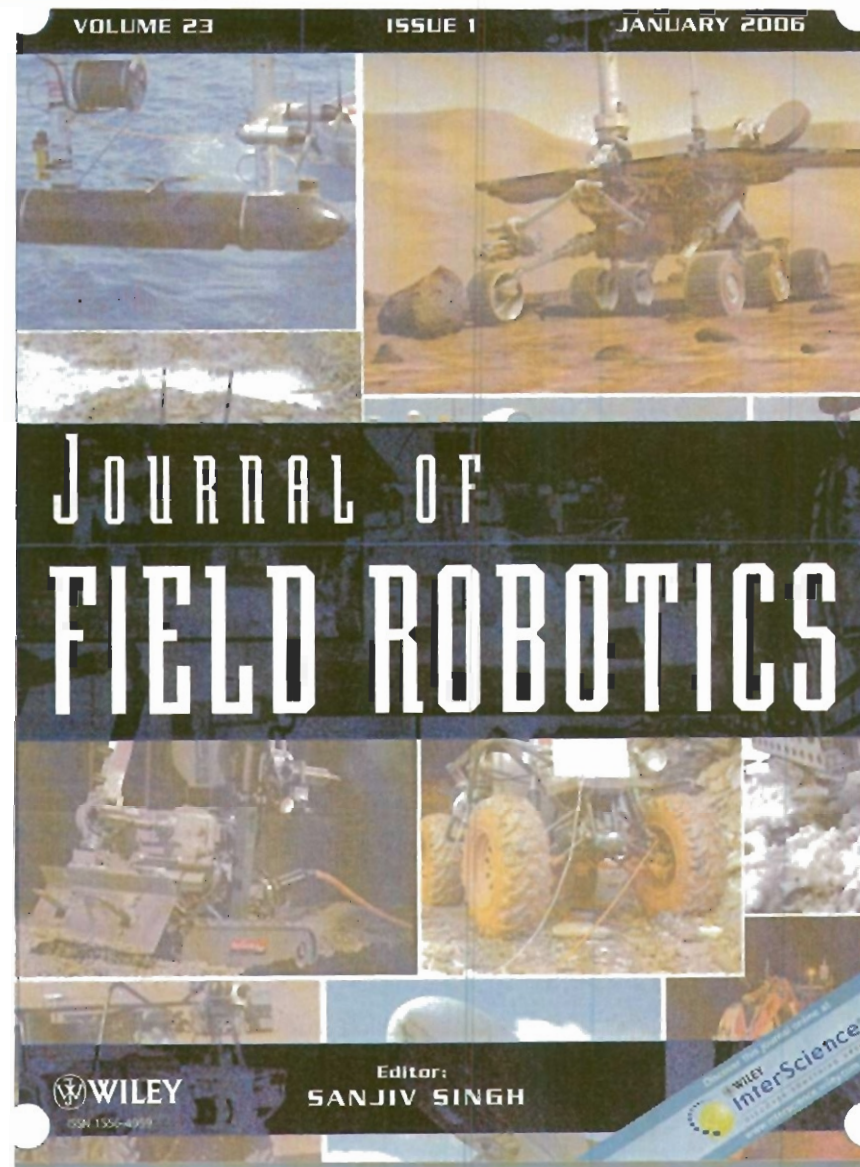
国際レスキューシステム研究機構

- 閉鎖空間侵入用レスキューロボットを家屋の床下検査に適用(平時との連続性)



# フィールドロボティクス

- 近年，重要な分野としてロボット研究者の注目を集めつつある



# 無人化施工

- 災害危険地における工事の安全化
- 無線映像・データを使った遠隔制御
- 無人バックホー, ブルドーザ, ダンプ
- 移動カメラ, 無線中継器, 操縦者ブース



雲仙普賢岳



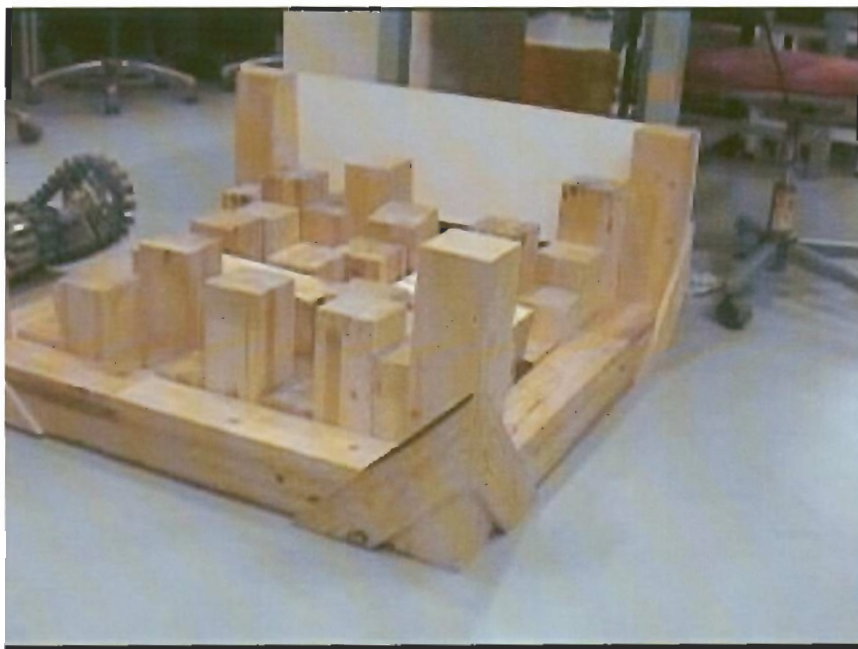


# 無人化施工における問題点

- 高効率化(現状では人間の60-80%)
- 操縦者に対して臨場感高く状況を伝える技術
- 操縦を容易にするための半自律化, 操縦スキルの埋め込み
- 遠距離, 多チャンネル, 広帯域の, 混信のない無線通信
- 高精度の位置計測 **レスキューロボット**
- 障害物の検知 **と, 非常に酷似**
- IT化施工システムとの統合



# 人間の操縦スキルの埋め込み

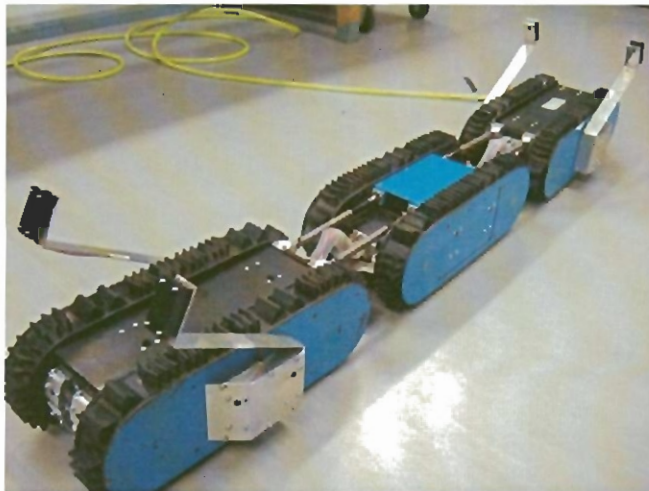


ロボットが不整地の凹凸を自律的に判断して、乗り越え動作  
→ 操縦者は「前進」ボタンを押すだけ

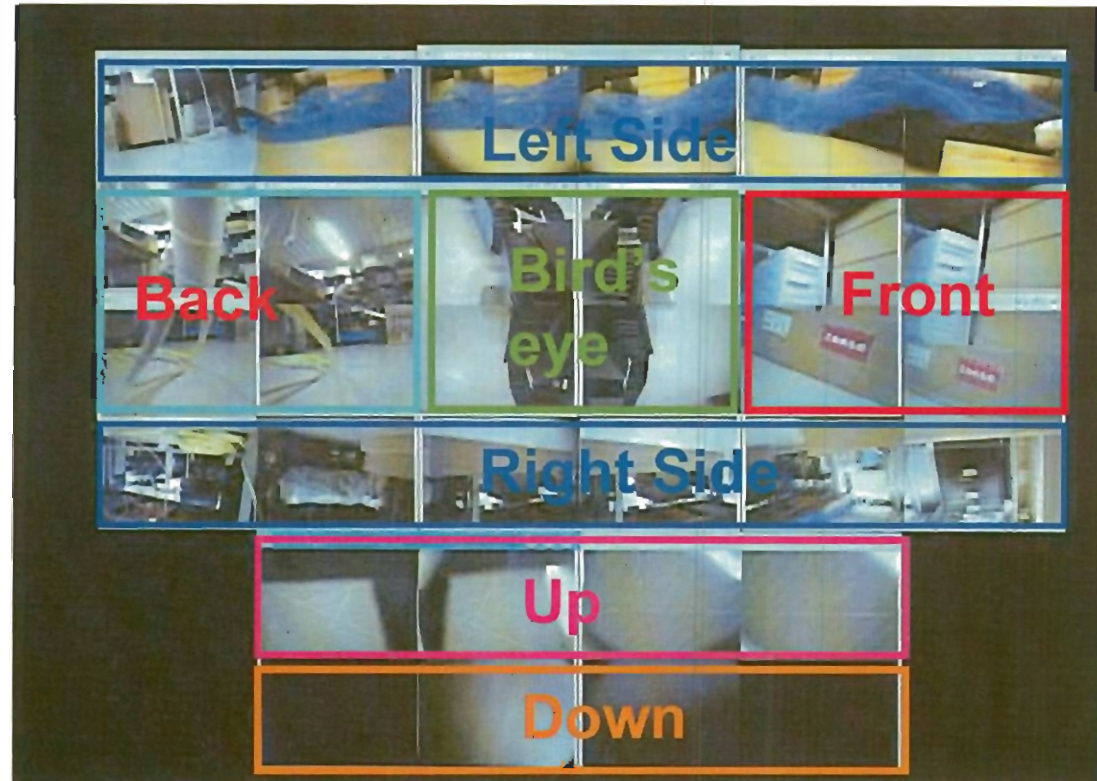
東北大学 田所研究室



# 死角のない映像の操縦者への提示



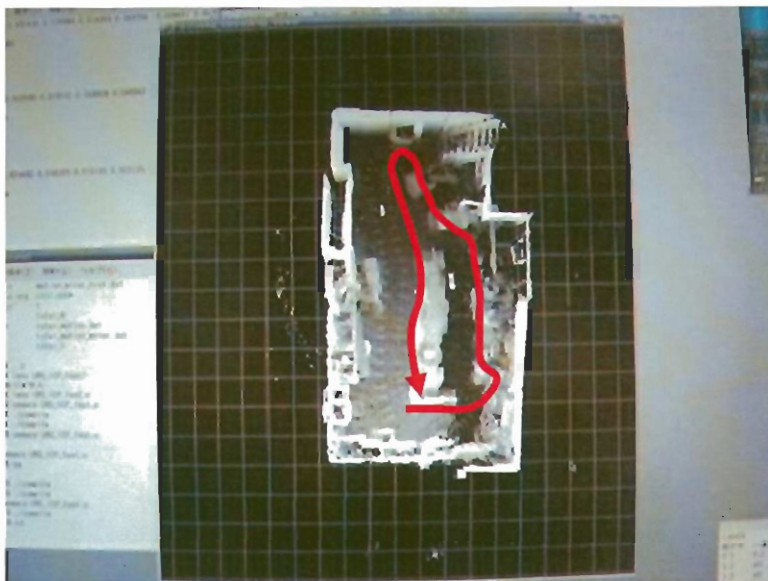
要救助者の検索中



32眼マルチカメラモジュールによる映像

東北大学 田所研究室

# 作業のための3次元地図構築



構築した3次元地図



3次元スキャナ



計測ロボット



計測した部屋

東北大学 田所研究室



# 3次元地形計測と遠隔操縦での活用



遠隔操縦画面



ロボットの動き

東北大学 田所研究室

# 狭所探索用の能動スコープカメラ



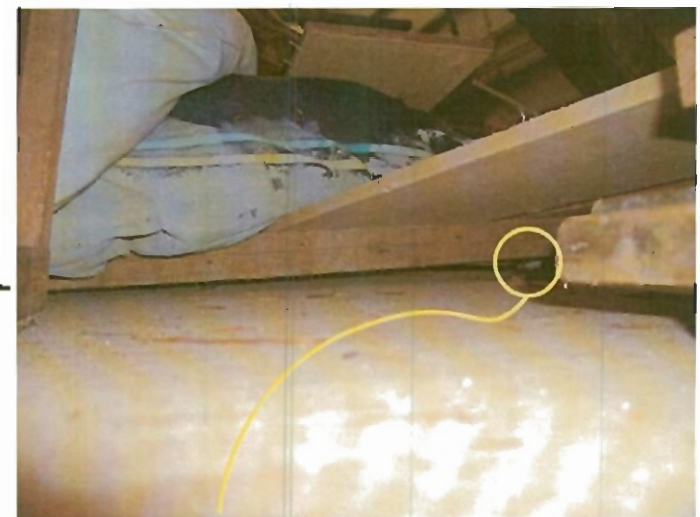
被服が駆動力を持つ  
能動スコープカメラ

(Oct. 3, 2006 JICA国際  
緊急援助隊訓練にて)

東北大学 田所研究室

瓦礫内5cm幅の  
空間の調査

(国際レスキューシステム  
研究機構神戸ラボラトリー  
倒壊家屋実験施設にて)

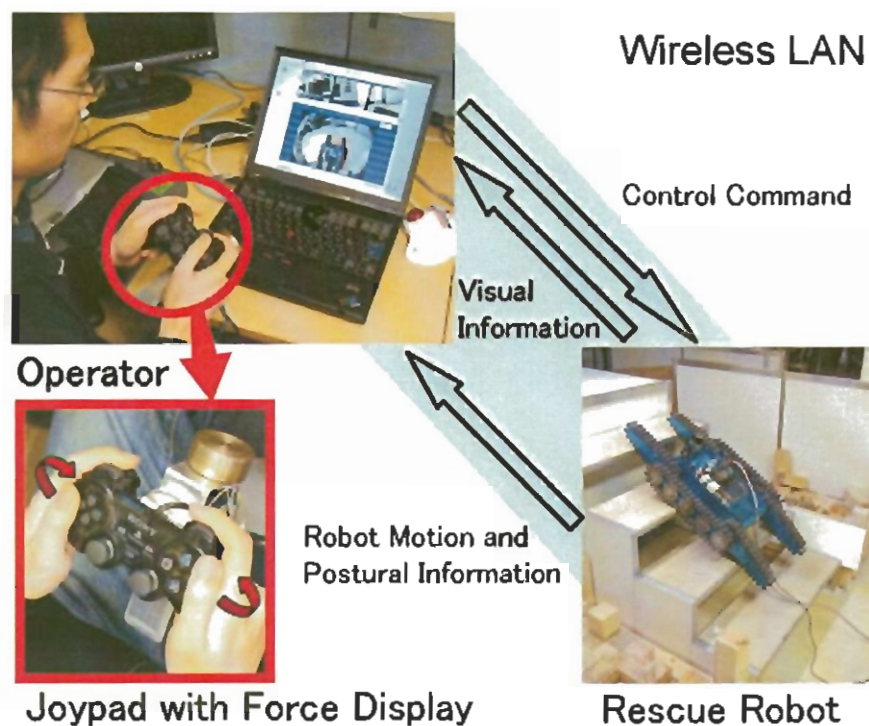




# 振動で操縦者に周囲状況を伝達

## Recognize robot condition through controller

Development of an control interface  
able to **FEEL** the posture and vibration of the robot



東北大学 田所研究室



# 一般的な建設機械とロボットとの相違点

## ■ ロボット

- 工場内での自動化・自律化に端を発する流れ(現場環境整備)
  - ー 建設現場では困難. 自動・自律が不可能な作業が数多い
  - 近年, 屋外でも使える自律技術の発達
- 遠隔操縦に端を発する流れ(バーチャルリアリティ)
  - ー コスト・準備時間・場所の制約により適用が困難
  - 近年, 屋外でも使える遠隔操縦技術の発達
- 人間との対話・共同作業に端を発する流れ
  - 近年, 人間の意図をくみ取る, 安全確実性を高める

## ■ 建機

- 人間が操縦することが前提
- 現場で使えることが前提



# 災害活用できるための施工側の備え

- 平時と災害時の連続性
  - ロボット機材が配備され、いつでも使える状態に
    - どうやって配備し、整備しておくか？  
(災害に対するリスクヘッジのための「無駄」)
  - 使える人がいなければならない
    - 組織・体制の整備
- 使う理由・必然性
  - 他の手段よりも勝っているという判断がなされること
    - 普段から使っていて、よく知っている、自信がある
  - 予測も付かない現場への適応
    - 応用力、開発側との協力体制
  - 予期しない二次災害に対するリスクヘッジの充実
    - 使っても安全性が損なわれない、責任を問われない

# 技術開発が進むためには(大学, 研究所 1/2)



- 最先端技術が災害復旧に真っ先に適用され, 試される
  - 多くの研究者が自分の研究テーマとして率先して研究, 予算取り
  - 基礎から現場適用まで, 幅広い人材が貢献
  - 研究をやっていてよかった, 感謝される, 注目される, 報われる
- 必要な条件
  - 研究できる予算・人材・場所がある
  - 研究情報が流れ, 研究グループが形成できる
  - テーマが適切に設定でき, 成果が活用される
  - テーマが研究になる, 論文になる, 評価される
  - 実用に結びつくための企業パートナーがいる
  - 率先して先導する研究グループが存在する

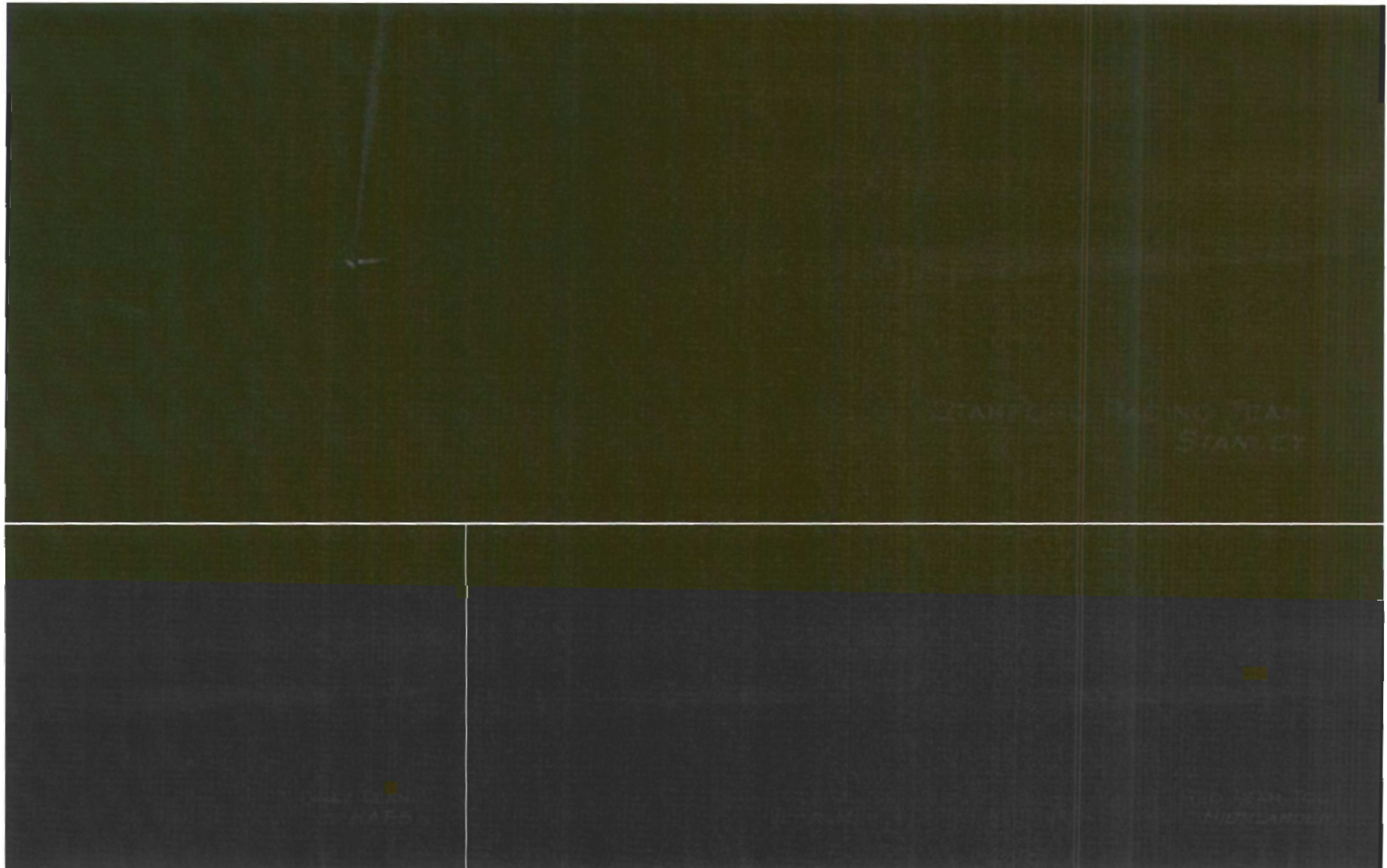


# 技術開発が進むためには(大学, 研究所 2/2)



- 必要条件整備のための方法論
  - 問題を共有して密に開発を進める, 産官学民からなる先導グループの形成
  - テーマを設定した研究公募の開始と継続(継続が重要)
  - 研究できる場所の確保(大学内, 共同利用, 企業内)
  - 学会での盛り上げ
    - 一般的な建設用ロボットではなく, 災害復旧用ロボットをターゲット
    - 複数学会共同の研究会の立ち上げ
    - 問題点の共有
  - コンテストの開始
    - DARPAグランドチャレンジ
    - ロボカップレスキュー

# DARPA Grand Challenge







# 技術開発が進むためには(企業・共同体)



- 企業: 儲かるためのインセンティブ
  - マーケットが大きく安定している
  - 開発すると使われる可能性が高い
  - 開発コストが公的機関によって担保される
  - リスクが小さい
  - 技術の権利化ができる
  - 認証・基準・評価の確立
- 産官学民連携をオーガナイズする組織が必要
  - 建設機械化協会に担当者を置くなど





# 世界初，民間国際ロボット救助隊を創ろう

前田建設工業ファンタジー営業部  
<http://www.maeda.co.jp/fantasy/>

## 営業情報速報

|      |   |
|------|---|
| 入手口  | 2006.6.30   |
| 支店名  | 本店 ファンタジー営業部 担当者:A部長  |
| 発注者  | 謎の世界的大富豪(国際支店にて詳細調査中)   |
| 顧客区分 | 民間 業種:大金持ち  |
| 工事名  | 民間国際ロボット救助隊実現検討調査(コンサルタント業務)  |
| 工事場所 | _____   |
| 工事目的 | 日本に基地を置き、日本のロボット(「国際レスキューシステム研究機構:略称IRS」の所屬/開発中の機体中心)を使用した、純民間で組織・運営する国際救助隊はどのようなものになるか概要の検討を行う |
| 工種   | プロジェクトマネジメントノウハウを流用したコンサルタント業務  |
| 設計者  | _____   |
| 入札区分 | 特命・随意契約   |



PROJECT 04  
世界初、民間国際ロボット救助隊を創ろう  
INTERNATIONAL RESCUE SYSTEM

|                             |                                       |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| PART 01<br>現実世界での初仕事        | PART 02<br>謎のロボット達                    |
| PART 03<br>ひまわりの、あなたかくも面白い話 | PART 04<br>人と機械が手を結ぶということ             |
| PART 05<br>ある日の救助隊基地        | PART 06<br>これがロボット救助隊の初仕事 <b>NEW!</b> |



- ▶ バックナンバー
- ▶ メンバー紹介
- ▶ ファンタジー営業部とは?

## 協力

- ・ 国際レスキューシステム研究機構
- ・ ロボカップ日本委員会
- ・ (株)ANA総合研究所
- ・ ONWARD
- ・ コマツ
- ・ 前田製作所

# 東北大学の活用



- 東北大学の実績
  - 文科省科研費採択額: **全国2位**  
(東大-東北大-京大-東工大)
- 東北大学機械系
  - 3つのCOEプログラム: **全国1位**
  - 外部資金獲得額: **全国2位**(機械)
- 東北大ロボットG (**全国3位以内**)
  - 教授9名, 助教授6名, 助手9名
- 災害復旧研究のためのインフラ
  - 仙台カントリー倶楽部青葉山コースを移転用地として取得(H18)
  - 特殊環境RT研究開発センターを機械系の中に設立
  - 未来科学技術共同研究センター(産学官連携組織)の中にロボットプロジェクト開始