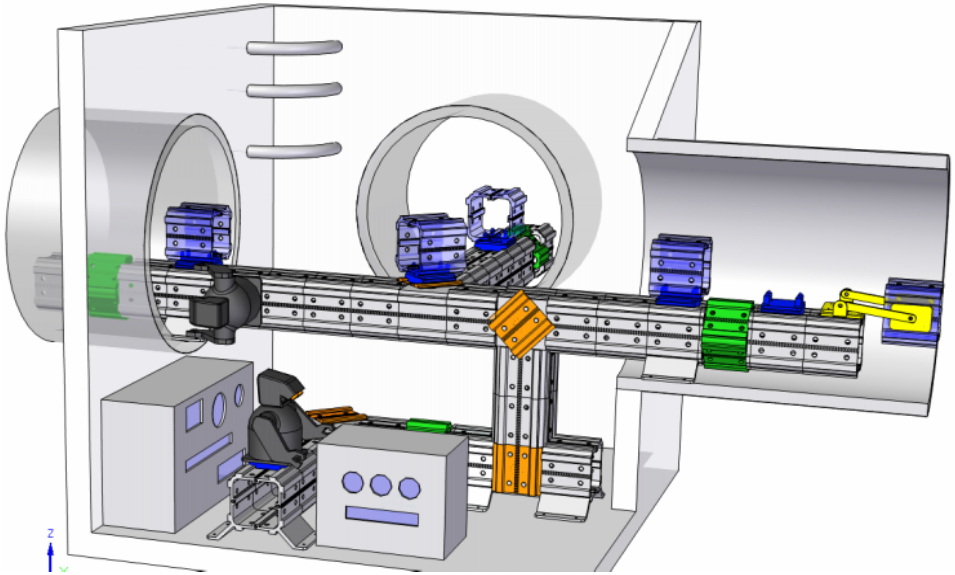
東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

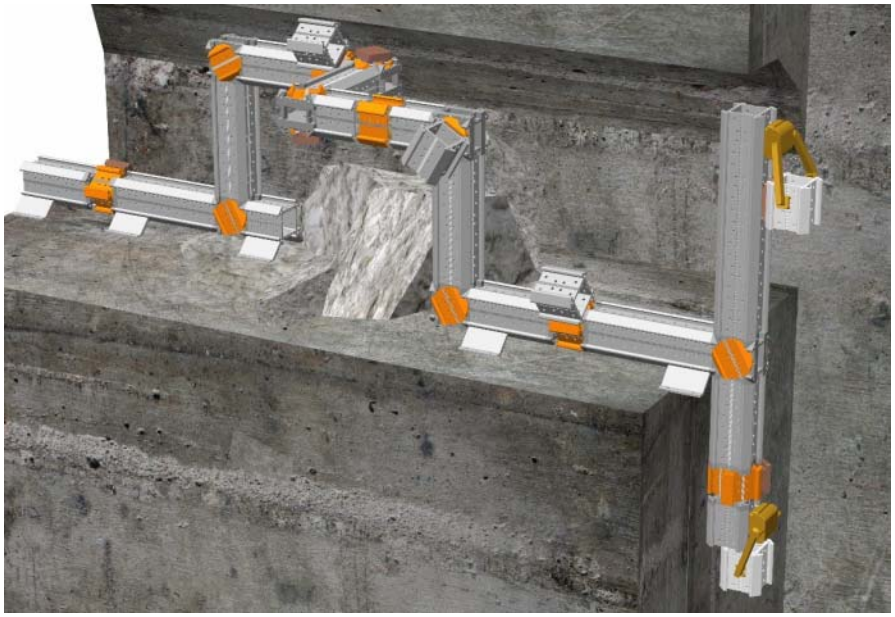
文書番号：2013-HNL-031-RF-01

2014/1/10

NEDO特別講座（ロボット技術経営）報告会

# 国富を守るロボットとその安全の社会実装研究（フィールドロボティクスの社会実装研究）





東京大学 大学院工学系研究科
機械工学専攻　特任講師　福井　類

転載厳禁 Copyright: Rui Fukui

# 本研究のミッション(実施計画書より)①

- 国富を担うロボット共通基盤となるロボット技術経営に関して、「次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト」で研究開発してきたRTMやRTC、「生活支援ロボット実用化プロジェクト」における安全技術やサービスロボット技術、「災害対応無人化システムプロジェクト」で研究開発されているフィールドロボット技術に関する基礎的研究や、その成果普及や発展に資する派生的研究として、以下の研究を実施する。

- フィールドロボティクスの社会実装研究：
  災害対応ロボットに関し、それを必要とするユーザー、ロボットメーカー、ロボット研究者とが一体となり、ロボットを創り、育て、社会に定着させることを念頭においた技術経営の研究を実施する。

ユーザ（例）＝ 東京電力，鉱山開発業者
ロボットメーカ（例）➔ 建設機械メーカ，重電メーカ
ロボット研究者（例）＝ 大学，国研

転載厳禁 Copyright: Rui Fukui

# 本研究のミッション(実施計画書より)②

フィールドロボティクスの社会実装研究:

①潜在ニーズを発掘する実装研究

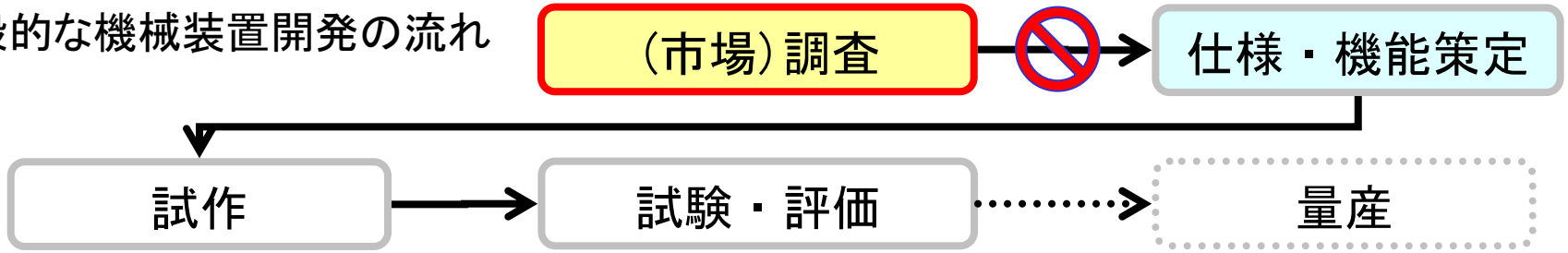
- 災害対応ロボットを長期の視点で開発するために、被災地における潜在的ニーズの掘り起こし、そしてそれを具現化する複数の手段を選択可能な状態で提案する方法論について研究を行う。
- 具体的には被災現場における環境構造化・空間の知能化という観点から研究に取り組む。
- 災害に関する多くの問題の中から、研究者の有する専門技術とどのようにマッチングを取り、対象を絞り込むかが課題となり、また長期的視点に立った場合に改めて行うべき基礎的研究の選定指針について探索を行う。

本研究の最初の取り組みは
「被災地(特に東京電力福島第一原子力発電所)における
潜在的ニーズの掘り起こし」

転載厳禁 Copyright: Rui Fukui

# 被災地における潜在的ニーズの掘り起こし①

一般的な機械装置開発の流れ



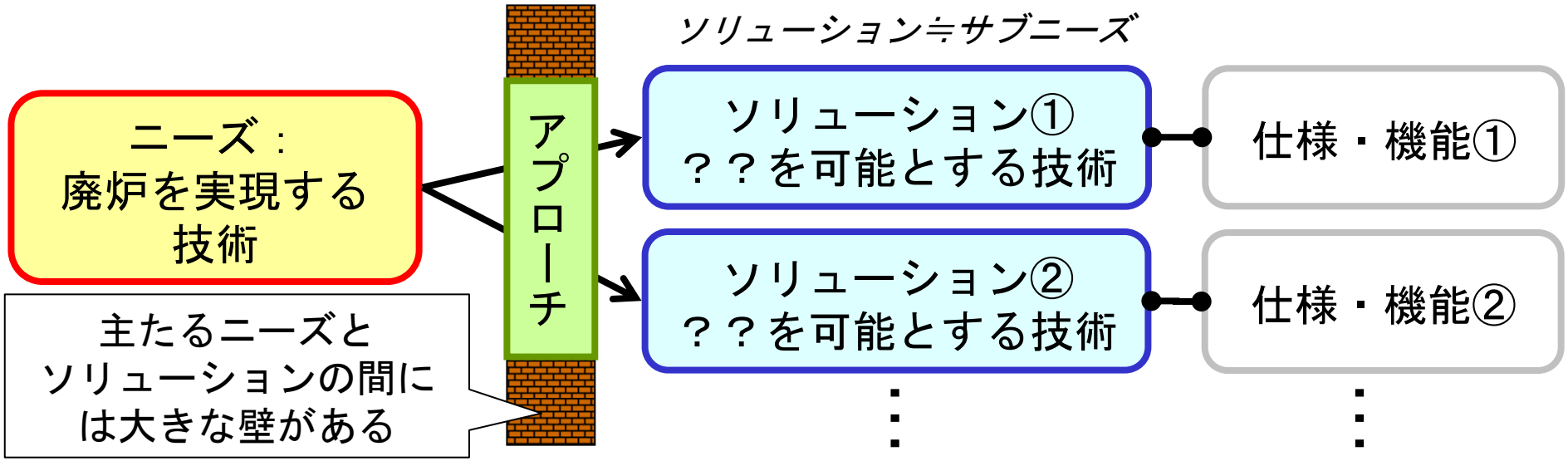

## ◎参加したワークショップ，シンポジウム，視察（抜粋）

2012.09.17 日本ロボット学会第30回学術講演会「原子力ロボット技術と可能性」@札幌コンベンションセンタ
2013.02.20 「災害対応無人化システム研究開発プロジェクト」成果報告会@千葉工業大学，
新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）
2013.04.19 NEDO災害対応無人化システム研究開発プロジェクトチーム福島第二原子力発電所視察
2013.07.22 福島第一原子力発電所廃止措置研究開発ワークショップ@東京大学
2013.09.06 災害対応ロボティクスシンポジウム(RSJ2013)@首都大学東京　※産業競争力懇談会COCN活動紹介
2013.09.06 楢葉モックアップ検討会
2013.11.05 仏GroupIntra,独KHG 福島第一原子力発電所視察，東京電力・JAEA意見交換会
2013.12.20 東京電力福島第一原子力発電所の廃炉に向けた研究開発計画と基盤研究に関するワークショップ
第6回，@神戸国際会議場，文部科学省・国際廃炉研究開発機構(IRID)共催

皆様にご協力頂き，被災現場を視察でき，多くの情報を収集することができた
➔しかし，残念ながら仕様・機能を“正確に”策定するまでには至らなかった。

転載厳禁 Copyright: Rui Fukui

# 被災地における潜在的ニーズの掘り起こし②




- ニーズをソリューションに落とし込むためにはアプローチを決める必要性がある。
- アプローチを決めるためには，複数のソリューションを*“選択可能な状態”で*保有している必要がある。

➔卵が先か鶏が先かの議論になる。ましてや廃炉作業予定の期間(20～30年)の全行程でソリューションが同じとは限らない。

◎問題の構図としては，“生活支援”ロボットと同じ。
→つまり未来のソリューション候補を自らの“想像力”を働かせて
複数用意し，提示することがロボット研究者の役割。
・・・・・というか，それしか出来ない。

転載厳禁 Copyright: Rui Fukui

# 環境構造化・空間の知能化という考え方の導入

- 原子力発電所・鉱山事故など2次災害の危険があり
  有人作業が困難な環境では，ロボットによる作業代行が望まれる
- これに対して，これまでの災害対応ロボットはField Roboticsや建設機械の延長として考えられてきた。

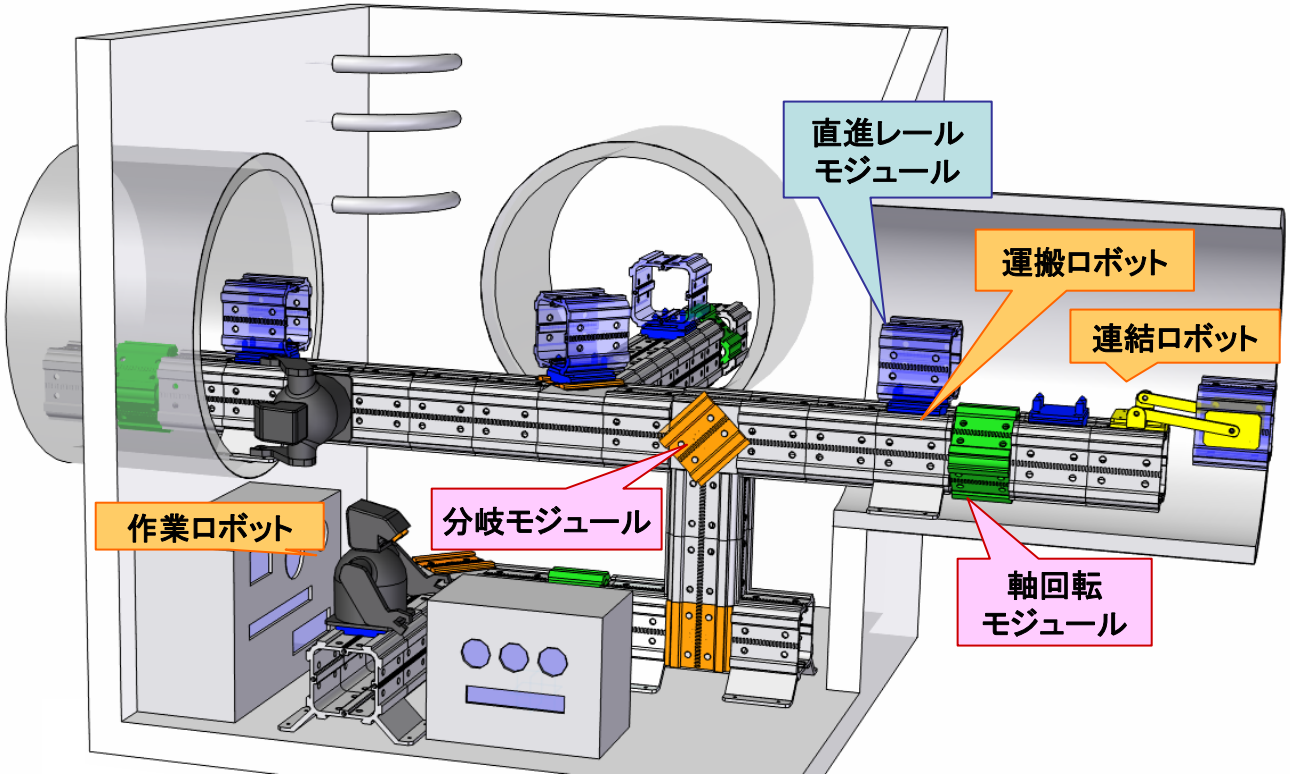
➔我々の想像力：FA (Factory Automation)の考え方，すなわち環境構造化や空間知能化をもっと導入した研究・開発が必要ではないだろうか？

- 事故後の混沌とした環境の中でロボットが着実に作業を行うためには，
  そのロボットの作業ポイントまでの移動，そして現地での安定した作業を支援する枠組みが必要である

◎目的： ロボットが作業しやすい環境を
ロボットによって敷設する枠組みを研究する
➔「ロボット用構造体自動施工プラットフォーム」

転載厳禁 Copyright: Rui Fukui

# ロボット用構造体自動施工プラットフォームの全体イメージ




本プラットフォームは以下の3種の要素より構成される

静的構造物：直進レールモジュール

動的ロボット構造物：分岐モジュール，軸回転モジュール

施工ロボット：　連結ロボット，運搬ロボット

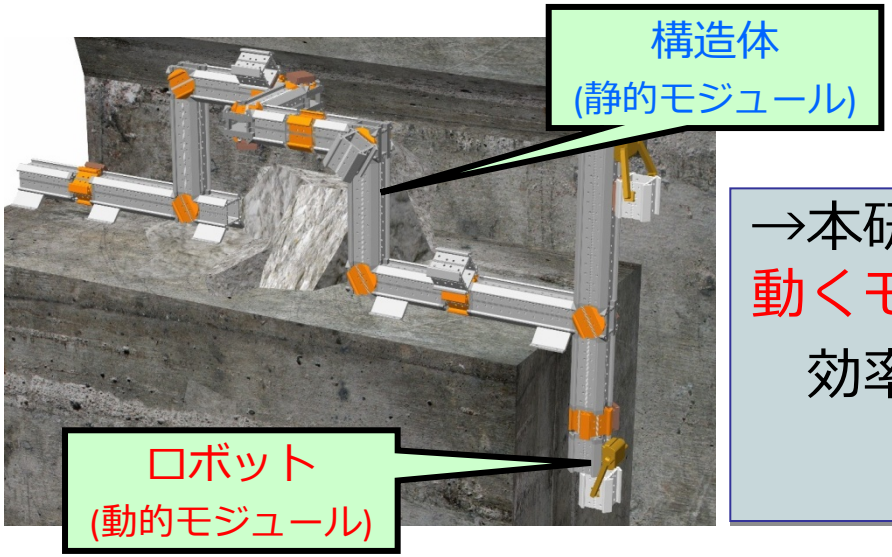
転載厳禁 Copyright: Rui Fukui

# 本研究の特徴

## 先行研究：モジュラーロボット[1]

- 少種のモジュールを複数連結させたロボット
- ロボットが動的に変化し，
  環境に適応的な形状に自身を再構築

一方で、すべてのモジュールがアクチュエータを備えている為、高コストであり、目的である作業ロボットの効率的な搬送には向かない

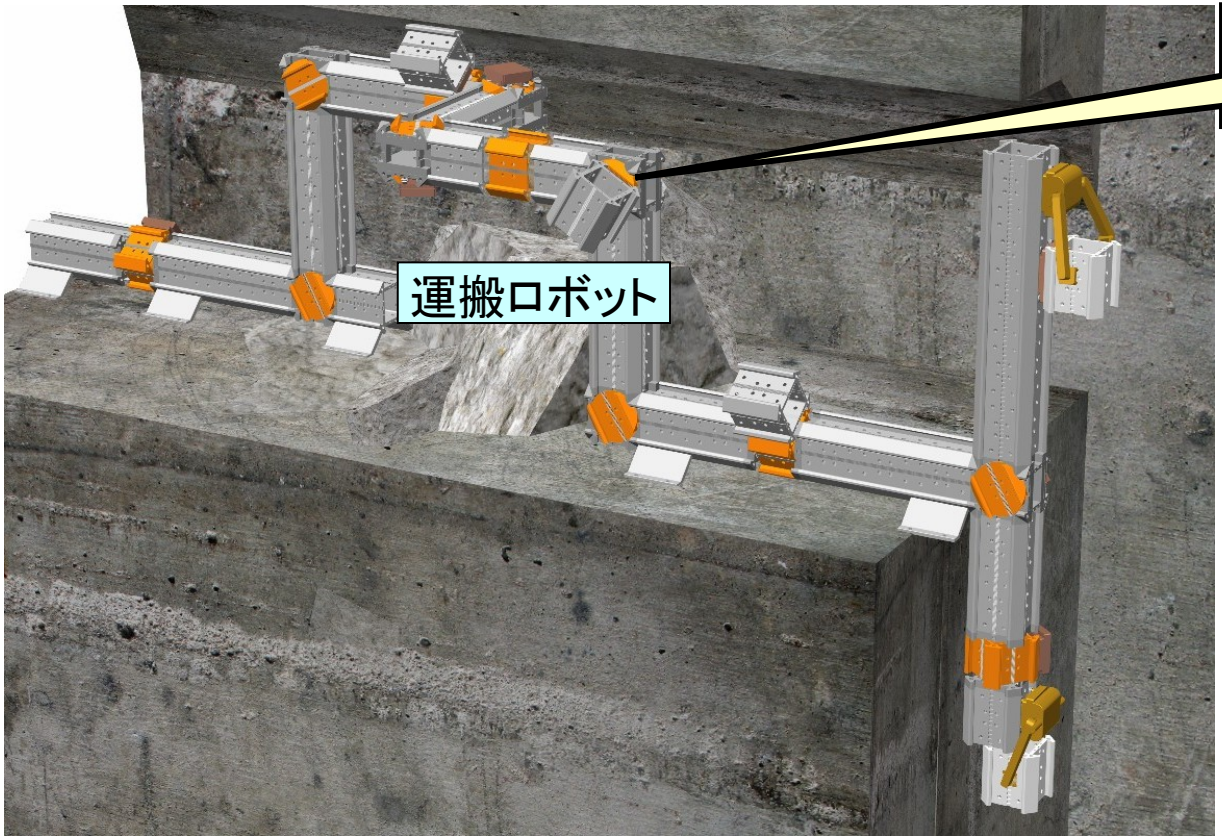



→本研究では動かないモジュール(構造体)と動くモジュール(ロボット)を分離
効率的に環境に適応した
構造体の施工を目指す

[1] A. Kamimura, et al. “Automatic Locomotion Design and Experiments for a Modular Robotic System”, IEEE/ASME Trans, 2005.

転載厳禁 Copyright: Rui Fukui

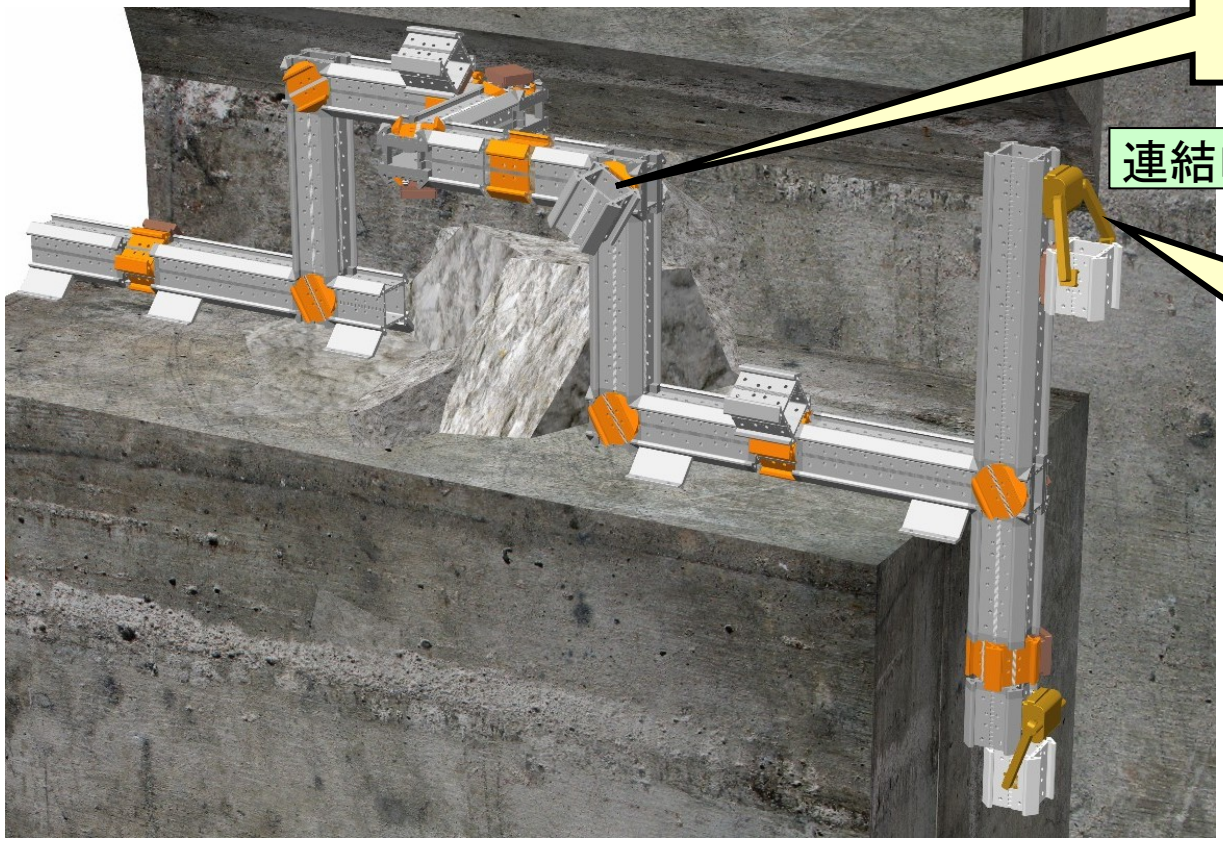
# 地下坑道における利用イメージと運用手順




①運搬ロボットがモジュールを施工箇所まで運ぶ

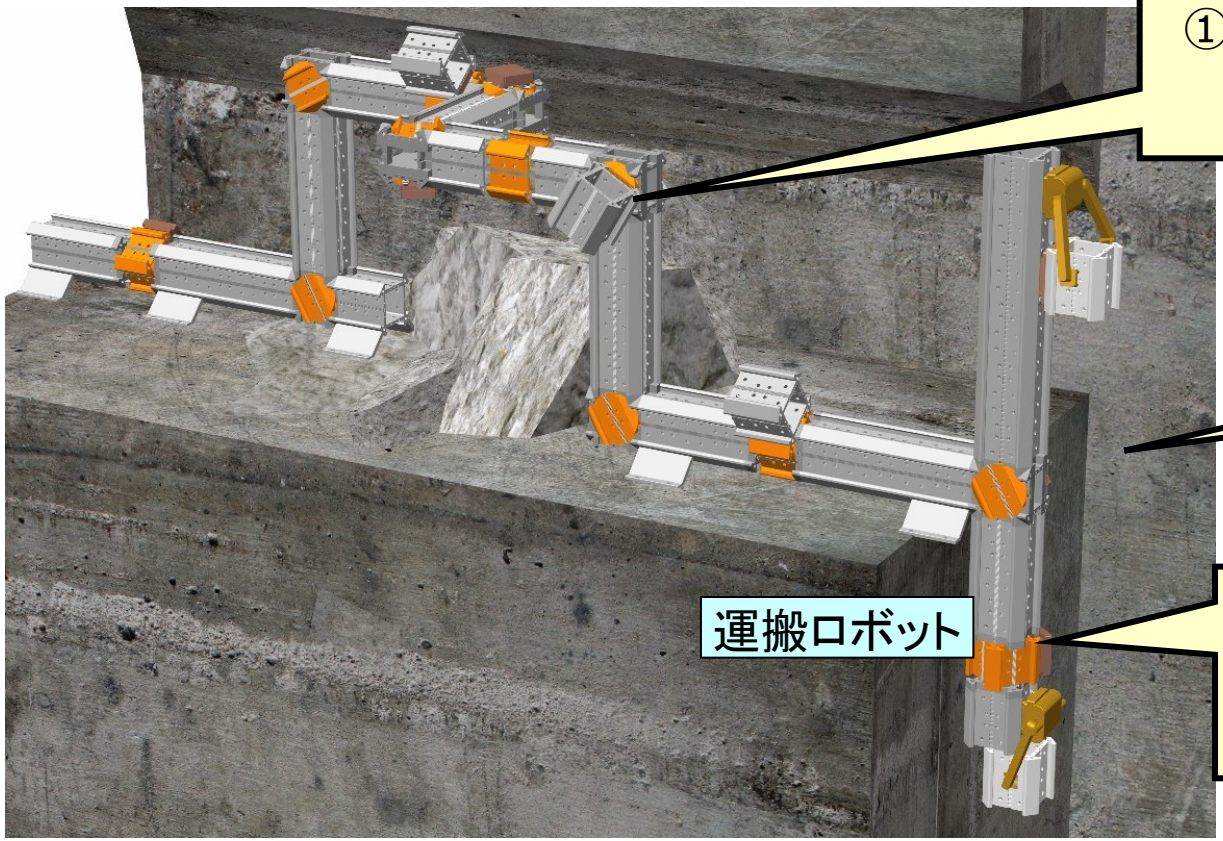
転載厳禁 Copyright: Rui Fukui

# 地下坑道における利用イメージと運用手順




転載厳禁 Copyright: Rui Fukui

# 地下坑道における利用イメージと運用手順



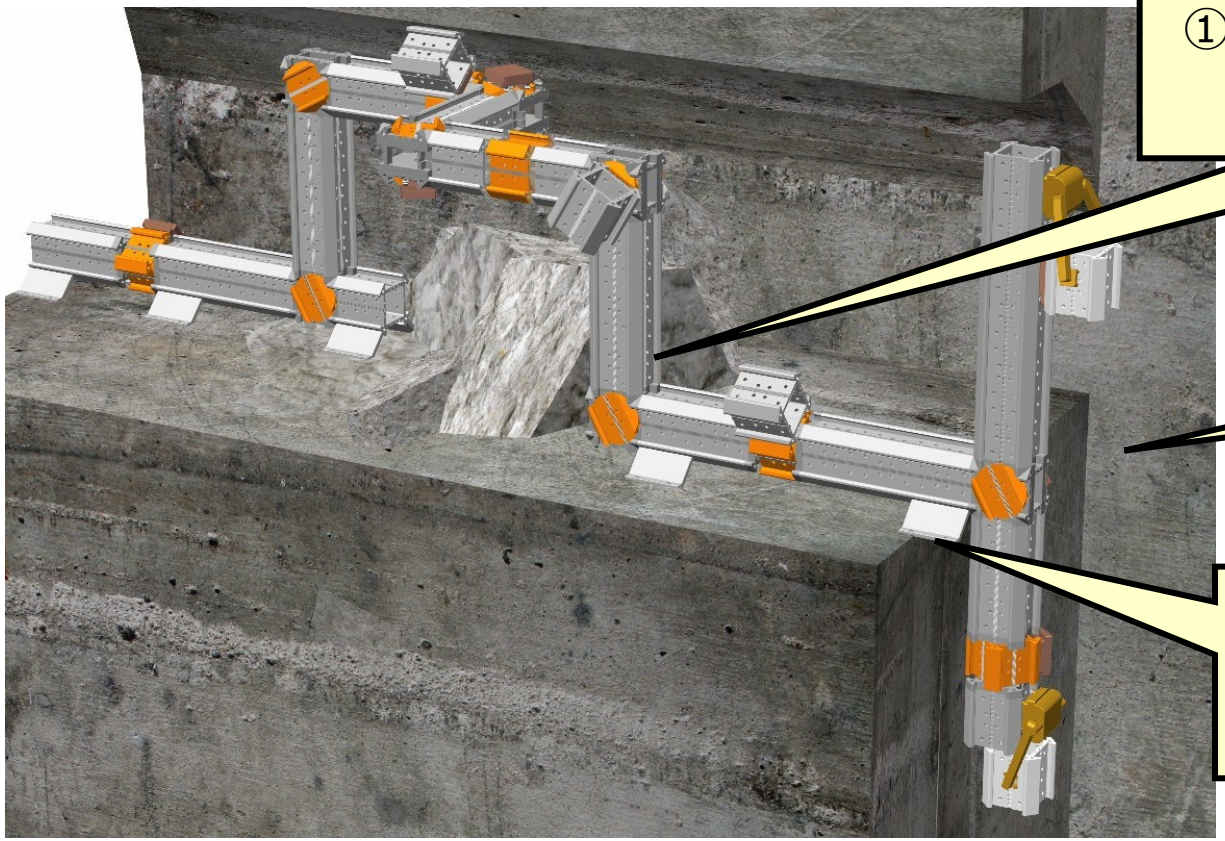

①運搬ロボットがモジュールを施工箇所まで運ぶ

②連結ロボットがモジュールを受け取り、連結する

③モジュールを渡した運搬ロボットは来た道と別の経路を通って帰還する

転載厳禁 Copyright: Rui Fukui

# 地下坑道における利用イメージと運用手順



①運搬ロボットがモジュールを施工箇所まで運ぶ

②連結ロボットがモジュールを受け取り、連結する

③モジュールを渡した運搬ロボットは来た道と別の経路を通って帰還する

**モジュール・ロボットの分散化による最適化**

転載厳禁 Copyright: Rui Fukui

# まとめ・将来課題

●被災地における潜在的ニーズの掘り起こす取り組みについて紹介した。
➔問題の構図としては，“生活支援”ロボットと同じ。つまり
「未来のソリューション候補を自らの“想像力”を働かせて
複数用意し，提示することがロボット研究者の役割である」
という私見を述べた

●FA (Factory Automation)の考え方，すなわち環境構造化や
空間知能化をもっと導入した研究・開発が必要との問題提起をした。

●FAの考え方を導入した災害対応ロボットの周辺研究として
「ロボット用構造体自動施工プラットフォーム」を提案し，
試作機の開発を行った。

＜将来課題＞
●２月末までに試作機を災害現場にて活動される方（@東京電力？）に
ご覧頂きつつ情報交換を行う。
●さらに想像力を働かせて新たなソリューション研究・開発の
“有望な”種をまき続けること。

ー以上ー

転載厳禁 Copyright: Rui Fukui