

次世代無人化施工技術研究組合

SIPプロジェクト(2014-2018) : 無人化施工の新展開

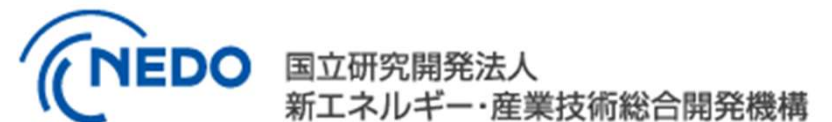
～遠隔操作による半水中作業システムの実現～

の実施と技組(UC-Tec)発足 ～背景と経緯

2023. 02. 13 UC-Tec解散記念式典

次世代無人化施工技術研究組合

理事長 油田 信一



背景(1): 無人化施工システム

- 建機の遠隔操作による工事

作業現場 (オペレータは非搭乗)



遠隔操作室 (安全な場所)



無線等による通信

建設無人化施工協会



建設無人化施工協会はホームページを開設し、無人化施工に関する最新の情報と種々の実績を公開し、無人化施工法の普及と可能性を追求に努力を重ねて参ります。

建設無人化施工協会事務局のご案内

住所	〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-11
電話	080-2568-9802
FAX	03-5544-1731

- HOME
- 協会のご案内
 - ▶ 協会の概要
 - ▶ ご挨拶
 - ▶ 会員一覧
- 建設無人化施工とは
 - ▶ 施工法概要
 - ▶ 無人化施工システム
 - ▶ 施工事例集
- データファイル
 - ▶ 実績一覧
 - ▶ 機械一覧
 - ▶ 関連図書

福島第1原子力発電所事故への 無人化施工機械の導入 (2011年4月6日 瓦礫処理無人化施工開始)

遠隔操作重機 (システム1) によるガレキ撤去 施工状況 (2011/04/06)

(東京電力提供)



処理前



コンテナ1個分の処理後



作業位置
バックホウ1台
クローラダンプ1台

操作車
(鉛毛マット設置)

積み込み時配置



ガレキ積み込み



コンテナふた

ガレキ積み込み作業 (約2時間)



仮置き場設置作業



仮置き場状況 (コンテナ周辺約2.5mSv/h)

移送・仮置き場設置作業 (約1時間)



バックホウ
(アイアンフォーク)

コンテナ

クローラダンプ

定置時配置

背景(2):【近年の災害】 集中豪雨による水災害(地滑り・土石流・出水)が頻発



平成23年 台風12号災害
奈良県 赤谷地区



平成26年8月 徳島県
阿南市を流れる那賀川
の氾濫

平成27年9月 集中豪雨
による鬼怒川の堤防決壊
(茨城県常総市)



【被災現場の特徴】

- ・河道閉塞崩壊などによる2次災害発生リスク
- ・ぬかるんだ環境や出水状況下での水環境下施工
- ・出水による被災区域の分断による搬路の途絶

背景(3)：東日本震災後の、災害対応ロボット技術への期待と、COCNの活動

- 東日本震災のあと、産業競争力懇談会(COCN)において、2011年～2019年に、災害対応ロボットの開発や社会実装を目指したプロジェクト(リーダー東京大学 浅間 一教授)が行われた。
- 2012年度には、【災害対応ロボットと運用システムのあり方】プロジェクトにおいて、WG2(主査 植木 睦央 鹿島建設(株))により、無人化施工の技術開発と活用の推進について提言がなされた。
- その中では、新たに開発すべき災害対応ロボットとして、
 - ・ショベル系建設機械
 - 災害発生後、最初に現場に入り走行路の確保、障害物撤去を行える高機能車
 - ・水陸両用運搬車両
 - 津波等の災害復旧に際し、陸上から浅水深域に侵入可能な運搬車両が提言された。

産業競争力懇談会(COCON)

災害対応ロボットと運用システムのあり方プロジェクト

- プロジェクトリーダー 浅間 一 東京大学
- WG1(防災ロボット) 主査:田所 諭 東北大学
- WG2(無人化施工システム) 主査:植木睦央 鹿島建設
- WG3(インフラ点検/メンテナンスロボット) 主査:大石直樹 新日鐵
- WG4(運用システム及び事業化) 主査:川妻伸二 JAEA
- メンバー
 - 鹿島建設, 清水建設, 新日鐵, 東芝, 日立, HGNE, 富士通, 三菱重工, 三菱電機, コマツ, 熊谷組, 大林組, 大成建設, 竹中工務店, 日立建機, 安川電機, モリタホールディングス, トピー工業, 双日エアロスペース, 京大, 早大, 東大, 産総研, JAEA, 土研, ロボット学会, ロボット工業会, 情報通信技術委員会
- オブザーバー
 - 経済産業省, 文部科学省, 国土交通省, 総務省, NEDO
- 事務局
 - 製造科学技術センター

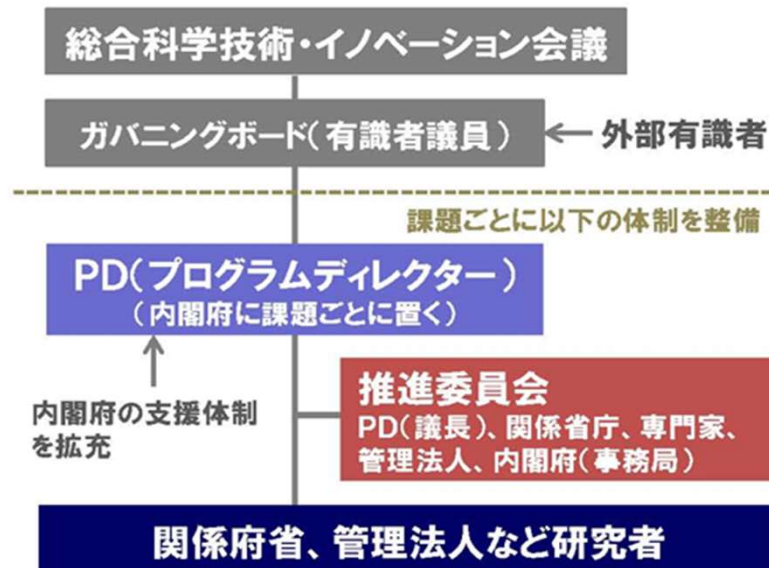
(UC-Tecメンバーによる 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP) 第1期 への応募 (2014夏)

(2) イノベーション環境整備への誘導

総合科学技術・イノベーション会議が率先し、自ら執行するSIP施策について政策課題解決を先導するものとして位置づけ、これに肉付けさせる形で各府省の施策を総動員させていく。

**総合科学技術・イノベーション会議が司令塔機能を発揮すべく
「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」を創設
平成26年度「科学技術イノベーション創造推進費」500億円を内閣府に計上**

- 府省・分野の枠を超えた横断型のプログラム。
- 総合科学技術・イノベーション会議が課題を特定、予算を重点配分。
- 基礎研究から出口(実用化・事業化)までを見据え、規制・制度改革や特区制度の活用等も視野に入れて推進。
- 産・官・学がそれぞれの役割を果たし、新たな方法で価値を創造するイノベーション指向のマネジメントスキームを追求。



期待される効果

- ◆ 研究推進力の向上、核となるイノベーションモデルを適用し、社会的課題を解決、新たな市場・雇用の創出、産業競争力の強化等により経済再生に貢献
- ◆ 優秀な人材(イノベーション指向へのマインドの転換、マネジメント能力を兼ね備える)の支援・育成施策の展開と実践

SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)の対象課題、PD、26年度配分額



革新的燃焼技術 (配分額 20億円)

杉山雅則 トヨタ自動車 エンジン技術領域 領域長

若手エンジン研究者が激減する中、研究を再興し、最大熱効率50%の革新的燃焼技術(現在は40%程度)を実現し、省エネ、CO₂削減に寄与。日本の自動車産業の競争力を維持・強化。



革新的構造材料 (配分額 35億円)

岸 輝雄 東京大学名誉教授、物質・材料研究機構顧問

軽量で耐熱・耐環境性等に優れた画期的な材料の開発及び航空機等への実機適用を加速し、省エネ、CO₂削減に寄与。併せて、日本の部素材産業の競争力を維持・強化。



次世代海洋資源調査技術 (配分額 60億円)

浦辺徹郎 東京大学名誉教授、国際資源開発研修センター顧問

レアメタル等を含む海底熱水鉱床やコバルトリッチクラストなど海洋資源を高効率に調査する技術を世界に先駆けて実現し、資源制約の克服に寄与。海洋資源調査産業を創出。



インフラ維持管理・更新・マネジメント技術 (配分額 34.5億円)

藤野陽三 横浜国立大学安心・安全の科学研究教育センター特任教授

インフラ高齢化による重大事故リスクの顕在化・維持費用の不足が懸念される中、予防保全による維持管理水準の向上を低コストで実現。併せて、継続的な維持管理市場の創造、海外展開を推進。



次世代農林水産業創造技術 (配分額 35億円)

西尾 健 法政大学生命科学部教授

農政改革と一体的に、革新的生産システム、新たな育種・植物保護、新機能開拓を実現し、新規就農者、農業・農村の所得の増大に寄与。併せて、生活の質の向上、関連産業の拡大、世界的食料問題に貢献。



次世代パワーエレクトロニクス (配分額 22億円)

大森達夫 三菱電機 開発本部 役員技監

現状比で損失1/2、体積1/4の画期的なパワーエレクトロニクスを実現し、省エネ、再生可能エネルギーの導入拡大に寄与。併せて、大規模市場を創出、世界シェアを拡大。



エネルギーキャリア(水素社会) (配分額 29億円)

村木 茂 東京ガス取締役副会長

再生可能エネルギー等を起源とする電気・水素等により、グリーンかつ経済的でセキュリティレベルも高い社会を構築し、世界に向けて発信。



自動走行(自動運転)システム (配分額 24.5億円)

渡邊浩之 トヨタ自動車顧問

自動走行(自動運転)も含む新たな交通システムを実現。事故や渋滞を抜本的に削減、移動の利便性を飛躍的に向上。



レジリエントな防災・減災機能の強化 (配分額 24.5億円)

中島正愛 京都大学防災研究所 教授

大地震・津波、豪雨・竜巻等の自然災害に備え、官民挙げて災害情報をリアルタイムで共有する仕組みを構築、予防力の向上と対応力の強化を実現。



革新的設計生産技術 (配分額 25.5億円)

佐々木直哉 日立製作所 日立研究所 主管研究長

地域の企業や個人のアイデアやノウハウを活かし、時間的・地理的制約を打破するような新たなものづくりを確立。地域の競争力を強化。

※配分留保額及び上記10課題への配分以外の内閣府執行分の合計は、15億円である。

SIP インフラ維持管理・更新。マネージメント技術 (藤野陽三PD)の研究開発テーマ

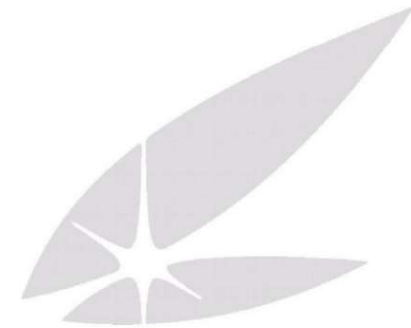
(1)点検・モニタリング・診断技術の研究開発

(2)構造材料・劣化機構・補修・補強技術の研究開発

(3)情報・通信技術の研究開発

(4)ロボット技術の研究開発

(5)アセットマネジメント技術の研究開発



(4)ロボット技術

(NEDO)

	研究開発内容	研究費 (年間上限/件)	採用件数
(B)	維持管理ロボット・災害対応ロボットの開発 ①維持管理ロボット a) 橋梁やトンネル の維持管理・点検要領に従い、 打音検査を代替 できる装置を有するロボット b) 橋梁の維持管理・点検要領に従い、 橋脚・橋台または支承部の近接目視を代替 できる装置を有するロボット	1億円程度	8件程度
	②災害対応ロボット 土砂崩落や火山災害時の、人の立入りができない災害現場において、以下のロボットの開発を行う。 c) 掘削、押土、盛土、土砂運搬、排水作業等の 応急復旧作業 が可能なロボット d) 遠隔または自動による機械等の制御に係る 情報の伝達機能を有する ロボット	2億円程度	

次世代無人化施工技術研究組合 (UC-TEC) の体制

建設無人化施工協会(任意団体、建無協)の会員と(一財)先端建設技術センター(ACTEC)と(一社)日本建設機械施工協会(JCMA)と(独)土木研究所(PWRI)を組合員とする技術研究組合を設立する。

- ①NEDOのSIP事業に設立時組合員の一部の連名で応募
- ②NEDOのSIP事業の採択後、建無協会員・ACTEC・JCMA・PWRIを設立時組合員として技術研究組合を設立(SIP事業を実施する組合員は、委員会を設置して明確に区別※1)

NEDOのSIP事業応募

(株) I H I
青木あすなろ建設(株)
(株) 大本組
鹿島建設(株)
(株) 熊谷組
(一財) 先端建設技術センター
大成建設(株)
(独) 土木研究所
(株) ニコン・トリンプル
(一社) 日本建設機械施工協会
(五十音順)
7企業、1独法、1一財、1一社の
計10法人で連名応募

技術研究組合の設立

次世代無人化施工技術研究組合

遠隔操作による半水中作業
システム委員会
実証評価WG、機体開発WG、
計測技術WG、遠隔操作WG
※NEDO連名応募10法人

企画・支援委員会
※全組合員

連名応募した7企業、1一財、1
一社、1独法+建無協14会員の
計24法人で設立

NEDOのSIP事業の委託契約

(独) 新エネルギー・産業技術総
合開発機構(NEDO)

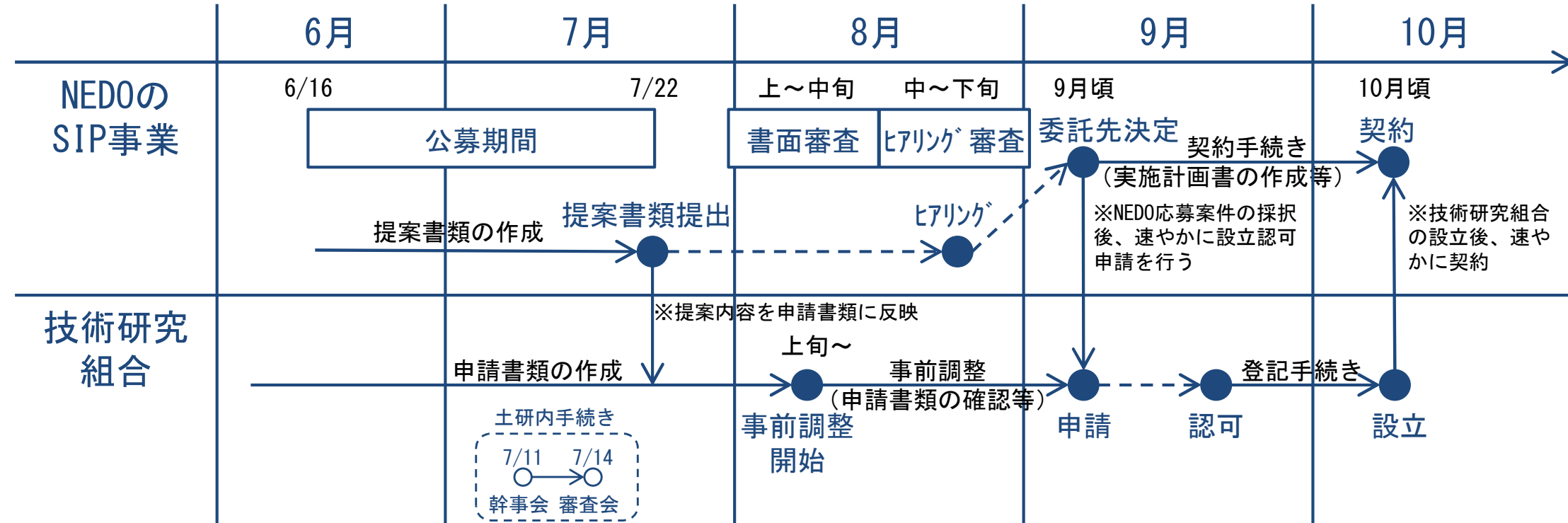
SIP事業の委託契約

次世代無人化施工技術研究組合
(UC-TEC)

※1 技術研究組合でNEDOの事業を実施する組合員と、それ以外を明確に区別すること(委員会を設置するなど)を求められている。NEDOの事業を実施する組合員は、連名応募した組合員となる。(NEDOへ実施体制の変更申請をして承認された組合員も可)

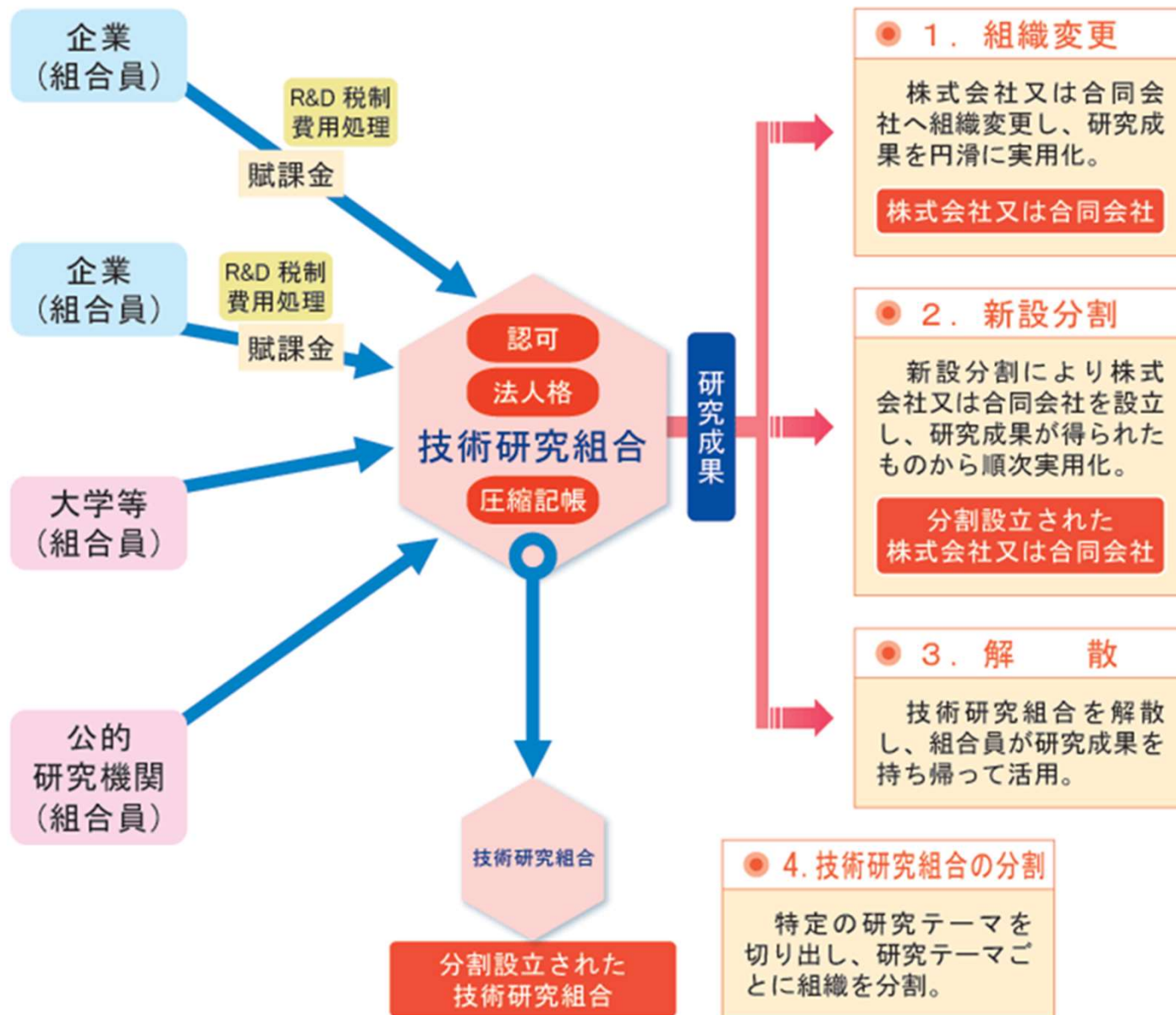
次世代無人化施工技術研究組合 (UC-TEC) 設立スケジュール

- ①技術研究組合の設立を前提※¹に、NEDOのSIP事業※²に設立時組合員の一部の連名で応募
 ②応募案件※³の採択後、その公的資金による研究を主な事業とする技術研究組合を設立※¹



- ※¹ NEDOの事業は、技術研究組合を設立することを前提とした応募を想定した制度となっている。また、技術研究組合の事業計画に、採択前の公的資金による計画を記載することは適切でない（経産：行政指導）ため、採択後に設立認可申請を行う（国交：要確認）。
- ※² NEDOのSIP事業とは、平成26年6月16日から7月22日の期間でJSTと合同で公募が実施されているSIP（戦略的イノベーション創造プログラム）「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」である。その事業の研究開発小項目である「災害対応ロボット」に設立時組合員の連名で応募する。
- ※³ 応募案件は、「無人化施工の新展開 ～遠隔操作による半水中作業システムの実現～」として、遠隔操作型の災害対応ロボットを用いた施工システムである無人化施工において、半水中作業が可能な施工システムの研究開発を行う予定である。

技術研究組合制度の概要



技術研究組合について

(UC-Tec)の発足

2014年11月

技術研究組合制度の概要(経済産業省HPより)¹⁴

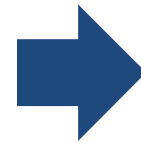
SIPインフラ維持管理・更新・マネジメント技術 に係る採択審査

111

研究開発小項目(4)－(B)「維持管理ロボット・災害対応ロボットの開発」
②災害対応ロボット

無人化施工の新展開 ～遠隔操作による半水中作業システムの実現～

大成建設株式会社
青木あすなる建設株式会社
株式会社大本組
鹿島建設株式会社
株式会社熊谷組
株式会社IHI
株式会社ニコン・トリンブル
一般社団法人日本建設機械施工協会
一般財団法人先端建設技術センター
独立行政法人土木研究所



技術研究組合
「次世代無人化施工技術研究組合」
(UC-TEC)

平成26年8月22日

研究開発の目的：半水中における無人化施工の実現

行うべき作業と作業環境

- ・ 災害時に河川の水中の土砂等の除去や土のう等による堤防の補強等
- ・ 浅水域および水際、作業員にとって入り込むことが危険な現場

遠隔操作の条件

- ・ オペレータが現場を目視できない状況で数百メートル先から建機を操作

無人化施工のシナリオ

施工の準備

- 災害・環境状況の観察と作業計画の策定
- 遠隔操作ステーションの設置
- 必要な通信系の設置



遠隔操作による施工の実施

- ① 無人水中ブルや無人バックホウにより、河川等を閉塞させる恐れのある土砂のすくい取り・除石を行う
- ② 遠隔操作型重運搬車両(ロボット)により、その土砂を有人機への積替え場所まで運搬
- ③ 遠隔操作型重運搬車両(ロボット)により資材(根固めブロックや土のう等)を有人区域から作業現場(無人区域)に運搬
- ④ 現場(無人区域)の浅水域に配置した無人バックホウにより運搬したブロック等を設置

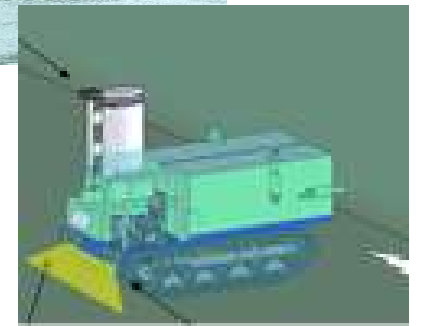
半水中作業の難しさ

- ・ 水中地盤の安全性
- ・ 耐水機構
- ・ 可視化の困難さ



半水中運搬機は存在しなかった。

重機による水中作業等



重運搬機による運搬



遠隔操作

研究開発の内容

- **水深2m 程度の水際や半水中部**で、**作業・運搬などの一連の施工を達成する無人化施工の実証システムの構築**
- **浅水域から陸上にわたる数百メートルの多様な状況下を効率よく走破可能な遠隔操作型重運搬ロボットの開発**

※災害対応では重量物の運搬が必須となる場合が多い。通常の土木施工の場合、50～100mを超える運搬を伴う作業では、ほとんどの場合、運搬専用機械を用いる。しかし、**これに使える水陸両用の運搬機械は現存しない。**

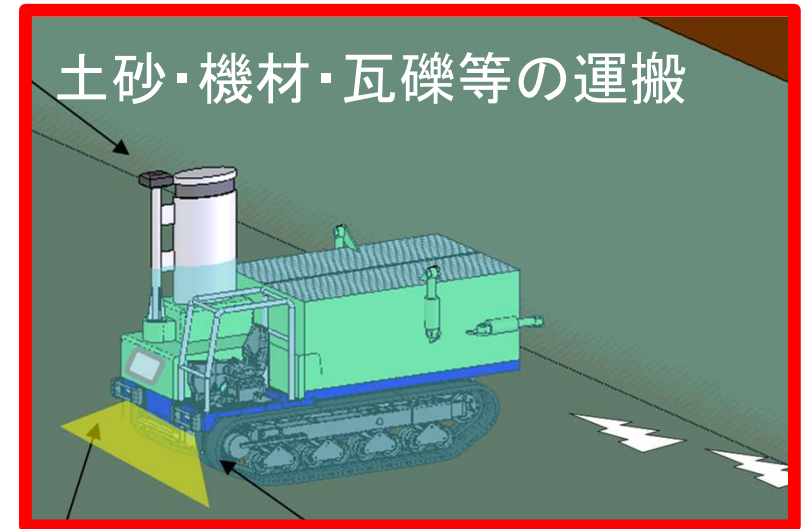


水中の土砂の掘削や水路の開削、掘削後の根固めブロックの設置等の作業

組合せ



遠隔操作室



土砂・機材・瓦礫等の運搬

新たに開発

- 【期待される効果】
- 浅水域を含む領域における無人化施工の技術の確立
 - 近年頻発する水災害への対処能力の向上

研究実施体制と開発実施項目

施工業者が責任を持って、メーカーや研究機関等の協力を得る、ニーズ主導の開発体制

研究開発の実施体制

次世代無人化施工技術研究組合

(UC-TEC・設立準備中)

遠隔操作による半水中作業システム開発委員会

研究開発責任者: 油田信一 (UC-TEC理事長・予定)

[総合建設業 (主に機械・機材担当部局)]

- ・大成建設(株)
- ・青木あすなる建設(株)
- ・(株)大本組
- ・鹿島建設(株)
- ・(株)熊谷組

担当: 無人化施工の経験に基づくシステム構築と運用

[重機械・センサメーカー]

- ・(株)IHI
- ・株式会社ニコン・トリンブル

担当: 機器の開発

[公的法人]

- ・(独) 土木研究所
- ・(一社) 日本建設機械施工協会
- ・(一財) 先端建設技術センター

担当: 技術評価、運用の検討

[大学]

芝浦工業大学

担当: ロボット技術

(再委託)

建設無人化施工協会
(建無協)

研究開発実施項目と項目リーダー

a) 遠隔操作による半水中作業システムの構築と実証・評価

・リーダー: 船迫 俊雄 (鹿島建設(株))

[建無協・顧問]

b) 遠隔操作型重運搬ロボットの開発

・リーダー: 早瀬 幸知 ((株)大本組)

[建無協・技術委員長]

村上弘記 ((株)IHI)

c) 作業・走行支援センシング技術

・リーダー: 北原 成郎 ((株)熊谷組)

[建無協・元技術委員長]

d) 操作支援システム技術

・リーダー: 立石 洋二 (大成建設(株))

[建無協・会長]

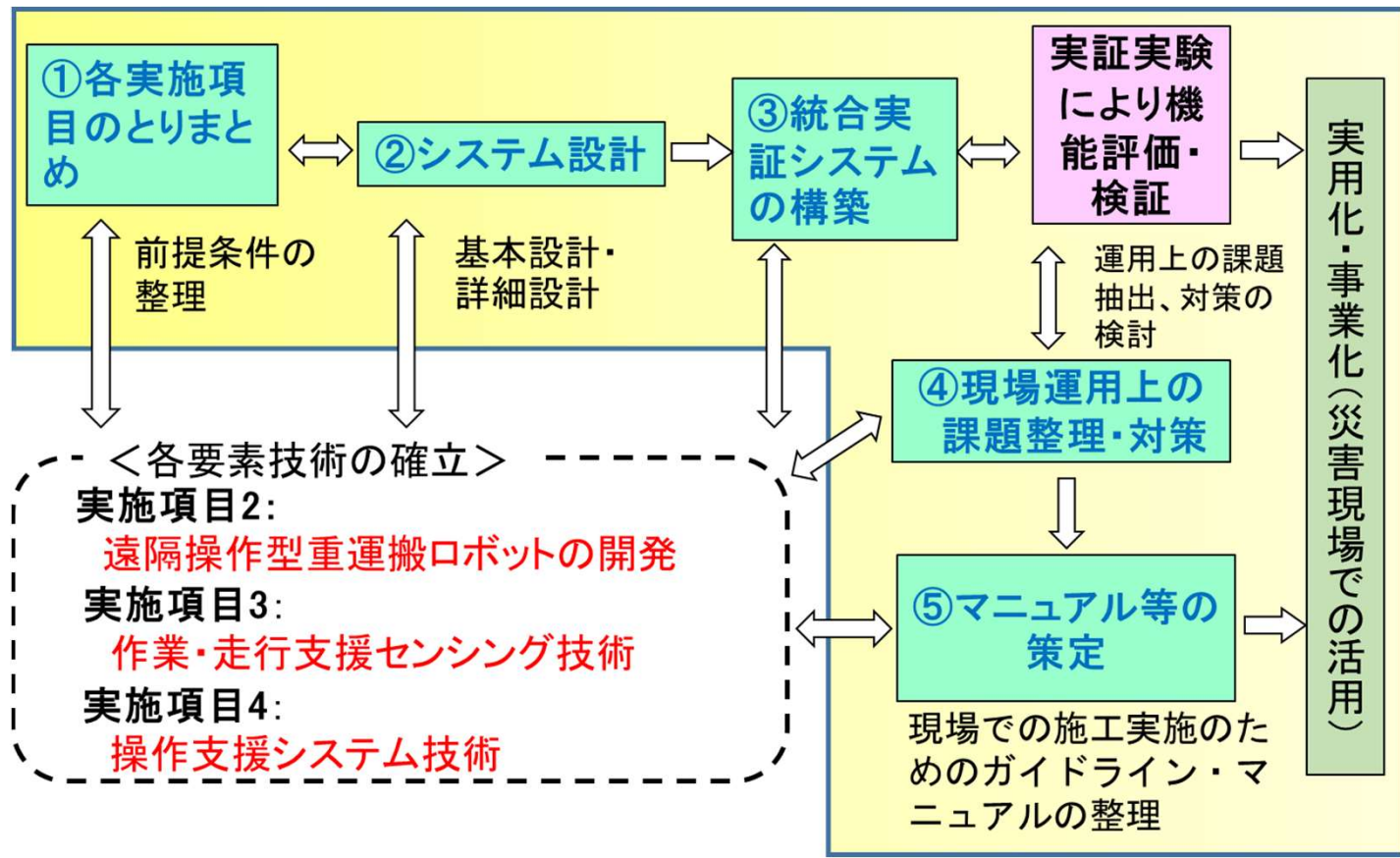
研究開発の課題・内容と実現の見通し：

実施項目 1

遠隔操作による半水中作業システムの構築と実証・評価

【具体的開発内容：研究全体のコーディネート・統合システムの設計と構築／実利用への道筋】

- ①実施項目のとりまとめ：
開発の前提条件と目標の整理
- ②システム設計：
施工システムとしての基本設計と詳細設計の実施
- ③統合実証システムの構築：
統合実証システムを構築
システムの機能評価・検証を実施
- ④現場運用上の課題整理・対策：
機器の故障や回収不能な事態等も含めた、運用上の課題の抽出や対策の検討
- ⑤マニュアル等の策定：
実証テストの成果や評価・検討結果に基づく、ガイドライン等の策定



研究開発の課題・内容と実現の見通し

実施項目 2

遠隔操作型重運搬ロボットの開発

【具体的開発内容：浅水域の水中から陸上までの数百メートルの安定した資機材の運搬を実現】

目標仕様：

- 積載荷重10t
- 走行速度3km～10km
- 登坂能力10%
- 左右傾斜3°
- 段差20cm
- 連続走行区間200m

①耐水性：

機体の防水性と気密性の確保

②エンジン機構：

エンジン系における水中での吸排気対策

③走破性確保：

軟弱地盤の走破性を確保するクローラ機構

④本体の走行安定性：

浮力を受ける水深2m程度の浅水域のための浮力対策 + 転倒防止機能

⑤積荷の安定性：

水没時の積み荷の安定性を維持するためのカバー構造

⑥走行のロバスト性・非常時対応：

走行時に亀の子状態に陥った場合等にそこから脱出するメカニズム

②エンジン機構

①耐水性

⑤積荷の安定性

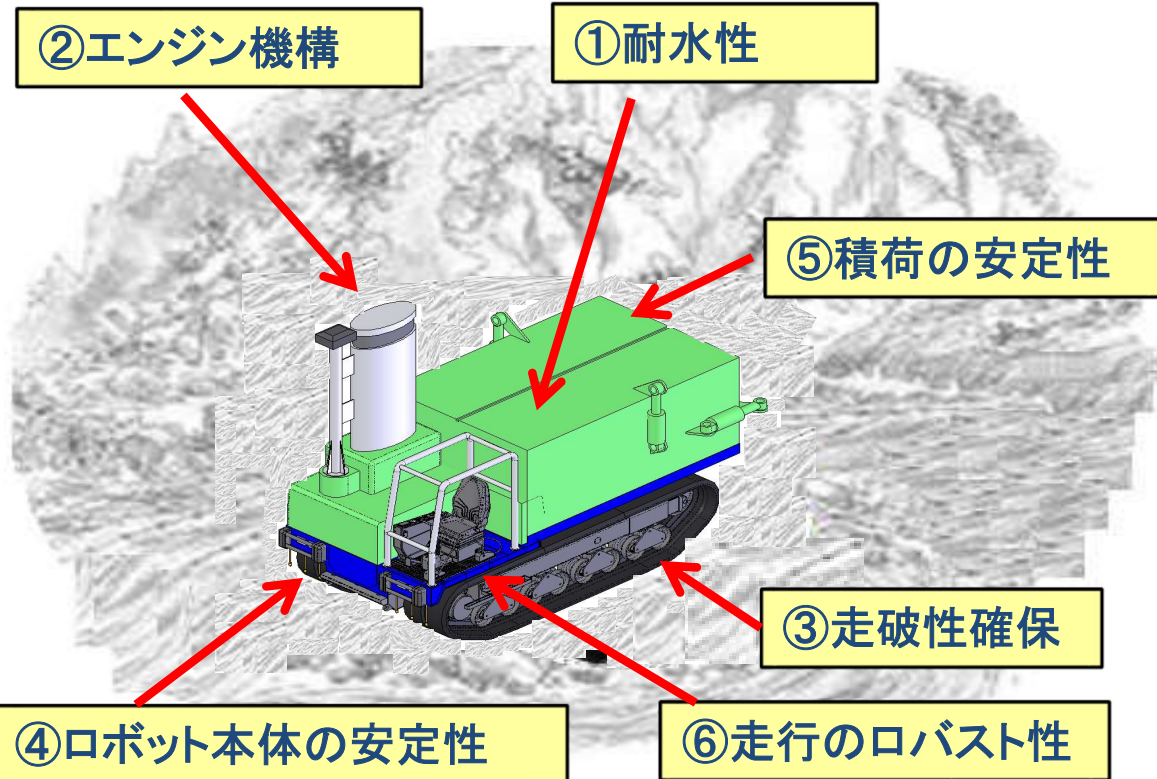
③走破性確保

④ロボット本体の安定性

⑥走行のロバスト性

2段階に分けて開発

・ 第1次プロトタイプ / 第2次プロトタイプ



研究開発の課題・内容と実現の見通し

実施項目 3

作業・走行支援センシング技術

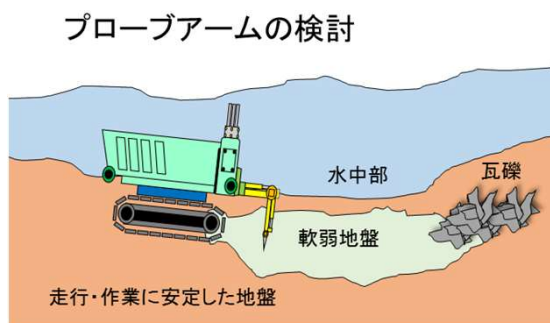
【具体的開発内容: 安定した遠隔走行・作業のため、地形情報や機体状況情報と地盤の情報を正確に把握する】

①走行地盤状況 :
走行する地盤の状況の把握

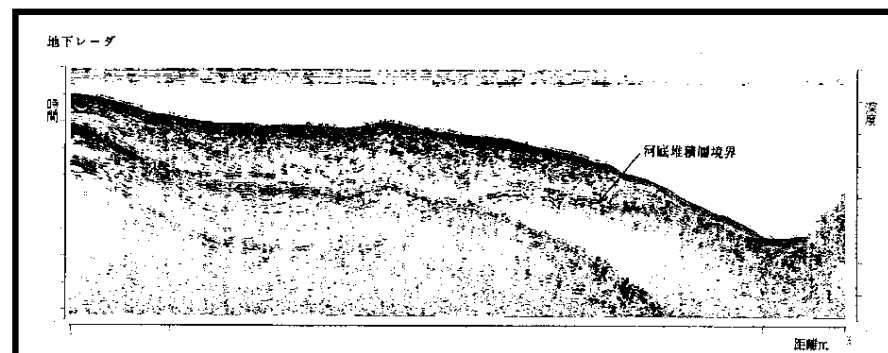
②空間把握技術 :
・ 混濁した水中で地形の形状を知る
・ 電磁波レーダーや緑色レーザによる水中探査技術

③位置・姿勢検知 :
・ リアルタイムで車体の位置や姿勢を計測
・ GNSSおよびIMUによる水中向け位置・姿勢検知システムを構築

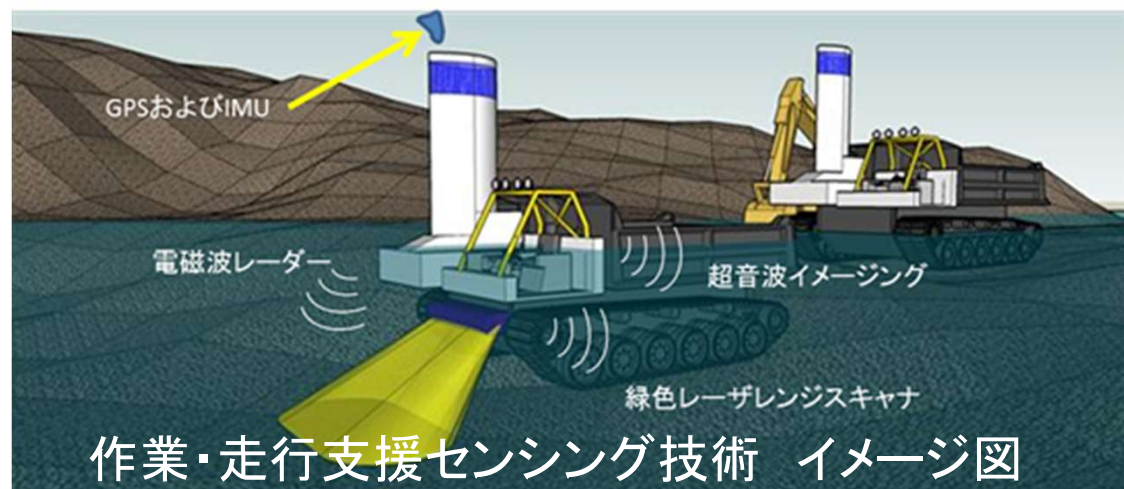
①走行地盤状況の観測



②空間把握技術



電磁波レーダーを水中で利用した例(利岡(応用地質(株))、地質ニュース、1999. 5)堆積物の比重差でその層が判別できる可能性



作業・走行支援センシング技術 イメージ図

研究開発の課題・内容と実現の見通し

実施項目 4

操作支援システム技術

【具体的開発目標: 操作支援、表示技術、および、安定した通信システムによって、操作の容易な無人化施工システムを構築する】

① ガイダンス機能 :

小型飛行体等による地形情報等を利用したナビゲーション支援

② 重機の状態の提示機能 :

重機の位置・姿勢をオペレータに表示

③ 半自律走行機能 :

オペレータ操作を支援する自律走行機能

④ 高精細画像の採用 :

高精細度映像による水面・混濁水中・地盤状態の観察

⑤ 通信システムの高度化 :

広帯域で遅れの少ない無線LAN (2.4GHz)

① ガイダンス機能

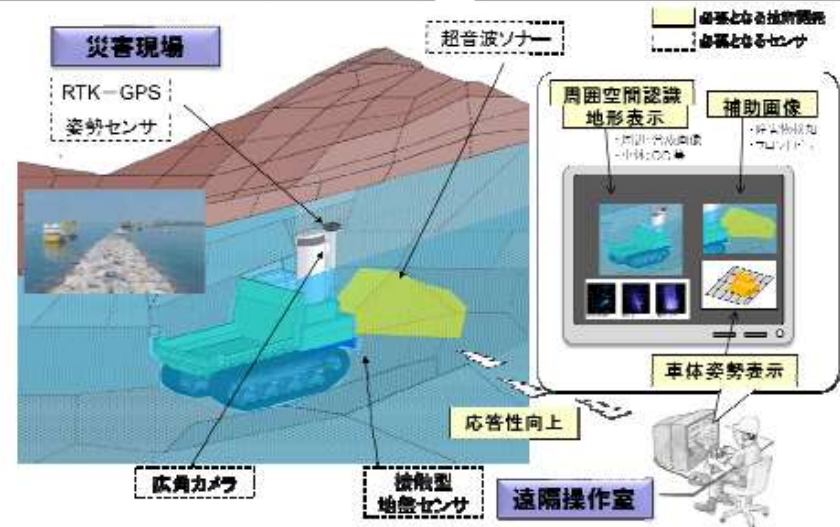


ガイダンスの提示



② 重機の状態提示

③ 半自律走行機能



スケジュール(5年間)と中間・最終目標

実施項目	H26年度	H27年度	H28年度	H29年度	H30年度
a) 遠隔操作による半水中作業システムの構築と実証・評価	<ul style="list-style-type: none"> ○使用環境条件の設定と要求事項の整理 ○概略・基本設計 	<ul style="list-style-type: none"> ○1次統合システムの設計 ○利用可能な要素技術の評価 	<ul style="list-style-type: none"> ○1次統合システムの構築 ○実証フィールドでの実証実験計画の策定 	<ul style="list-style-type: none"> ○2次統合システムの構築 ○実証フィールドでの実証実験と結果のフィードバック 	<ul style="list-style-type: none"> ○実証フィールドにおける統合実験と実用性評価 ○施工・運用方法のガイドライン、マニュアルの策定
b) 遠隔操作型重運搬ロボットの開発	<ul style="list-style-type: none"> ○既存の重運搬機械に防水機能等を付加した一次プロトタイプ的设计・構築開始 	<ul style="list-style-type: none"> ○一次プロトタイプの完成・評価実験 ○耐水性能・水中走行特性の解析 ○二次プロトタイプ的设计 	<ul style="list-style-type: none"> ○二次プロトタイプの構築 ○水中での走破能力等の個別検証 	<ul style="list-style-type: none"> ○センサ機能を搭載した統合システムの構築 ○実証フィールドにおける検証の開始 	<ul style="list-style-type: none"> ○実フィールドにおける走行・運搬機能の確認 ○搭載制御機器の信頼性の確認と課題点の改良
c) 作業・走行支援センシング技術	<ul style="list-style-type: none"> ○環境形状を把握するセンサの検討、評価・実験 ○位置・姿勢センサシステムの設計 	<ul style="list-style-type: none"> ○機械式プローブ・電磁波レーダ等による水中地盤性状調査の実験 ○位置・姿勢センサシステムの試作と実験 	<ul style="list-style-type: none"> ○ロボットに搭載可能な電磁波レーダ等の選定とシステムの試作 ○各センサの遠隔操作型重運搬ロボットに搭載時の機能評価 	<ul style="list-style-type: none"> ○システムの実装と調整 ○実環境でのセンサ類の適用性検証・評価 	<ul style="list-style-type: none"> ○実フィールドにおける計測機能の確認 ○搭載機器の信頼性の評価・確認と課題点の改良
d) 操作支援システム技術	<ul style="list-style-type: none"> ○操作・通信システムの基本設計 ○ガイダンス・半自律走行機能の検討 	<ul style="list-style-type: none"> ○重運搬ロボットの操作方式・支援機能の検討・開発 ○通信部と遠隔操作システムのハード・ソフトの設計 	<ul style="list-style-type: none"> ○操作支援システムの試作 ○ガイダンス・半自律走行機能の評価・検証実験 	<ul style="list-style-type: none"> ○実現現場を想定したフィールドでの検証評価 ○水中部における操作性の評価実験 	<ul style="list-style-type: none"> ○実オペレータによる作業実験と操作性の評価 ○支援機能の信頼性の評価・確認と課題点の改良

予算の規模と計画

単位：百万円（ ）内は人数

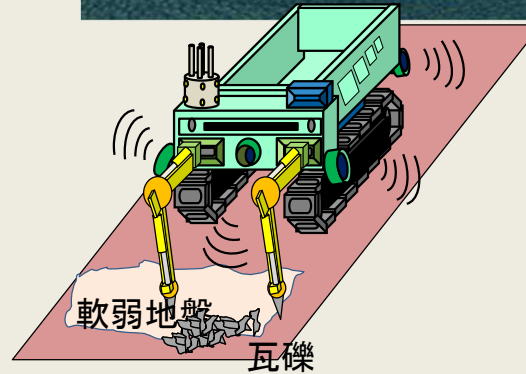
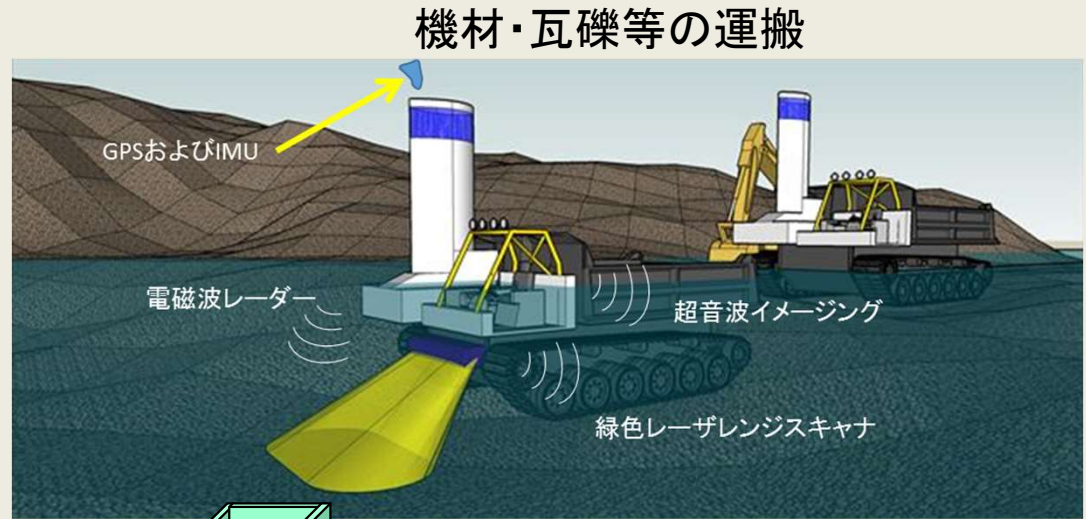
実施項目	H26年度	H27年度	H28年度	H29年度	H30年度	計
a) 遠隔操作による半水中作業システムの構築と実証・評価	17 (5) 要求事項の整理、設計	23 (5) 要素評価、詳細設計	19 (5) システム構築、実験計画	50 (8) 実証・評価、システム改良	44 (8) 実証・評価、マニュアル整備	153 (31)
b) 遠隔操作型重運搬ロボットの開発	109 (3) 機能検討、1次設計・試作	120 (6) 1次試作・評価、2次設計	144 (6) 2次試作・評価	105 (5) 実装・調整、実証・評価	117 (5) 実証・評価、改良	595 (25)
c) 作業・走行支援センシング技術	50 (8) センサ検討、システム設計	57 (7) 位置・姿勢システム試作	37 (7) 地盤・空間システム試作	31 (6) 実装・調整、実証・評価	33 (6) 実証・評価、改良	208 (35)
d) 操作支援システム技術	24 (10) 機能検討、システム設計	36 (10) 操作支援機能開発	38 (10) 操作支援システム試作	31 (9) 実装・調整、実証・評価	30 (9) 実証・評価、改良	159 (48)
合計	200 (26)	236 (28)	238 (28)	217 (28)	224 (28)	1,115 (138)

成果の実用化・実利用の体制と見通し

- 開発期間後半（H28～H30）
 - 実際の災害の発生に対応して、現場で利用可能な要素技術を適用
 - 実施工現場を用いて開発システムの有効性を積極的に検証
- 開発期間後（H31～）
 - 災害時における半水中無人化施工の積極的实施（建無協所属のゼネコンによる）
 - 大雨による土砂崩落等の災害へ対応する施工における無人化（作業者の危険回避）の採用推進（国交省への働きかけ）
 - 半水中用遠隔操作型重運搬機械（開発製品）の各地方整備局等への配備（の働きかけ）
 - 技術研究組合による普及活動の展開と継続的な研究開発の実施

まとめ ～遠隔操作による半水中作業システムの実現～

水中の土砂の掘削や水路の開削、掘削後の根固めブロックの設置等の作業



遠隔操作室



- ◆ わが国が誇る無人化施工技術のさらなる適用範囲の拡大
→ 従来対応できなかった水中・水際現場での迅速な施工の実現
- ◆ 無人化施工技術への先端的技術の適用・高度化

国土強靱化への貢献

- ◆ 無人化施工技術及びその経験の「次世代への伝承」と「共有化」
- ◆ 世界的に類のない技術の海外展開による「経済再生への貢献」

- 研究開発項目 : SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)インフラ維持管理・更新・マネジメント技術 (4)-(B)「維持管理ロボット・災害対応ロボットの開発」 ②災害対応ロボット
- 研究開発テーマ : 無人化施工の新展開～遠隔操作による半水中作業システムの実現～
- 研究責任者 : 次世代無人化施工技術研究組合 理事長 油田 信一(芝浦工業大学 特任教授)
- 共同研究グループ: 次世代無人化施工技術研究組合, (株)IHI、(国研)土木研究所



研究開発の目的・内容

背景

- 遠隔・無人化施工は、噴火や地震災害時などの緊急工事に適用されている我が国特有な技術
- 近年、集中豪雨等による水災害(地滑り・土石流・出水)が頻発



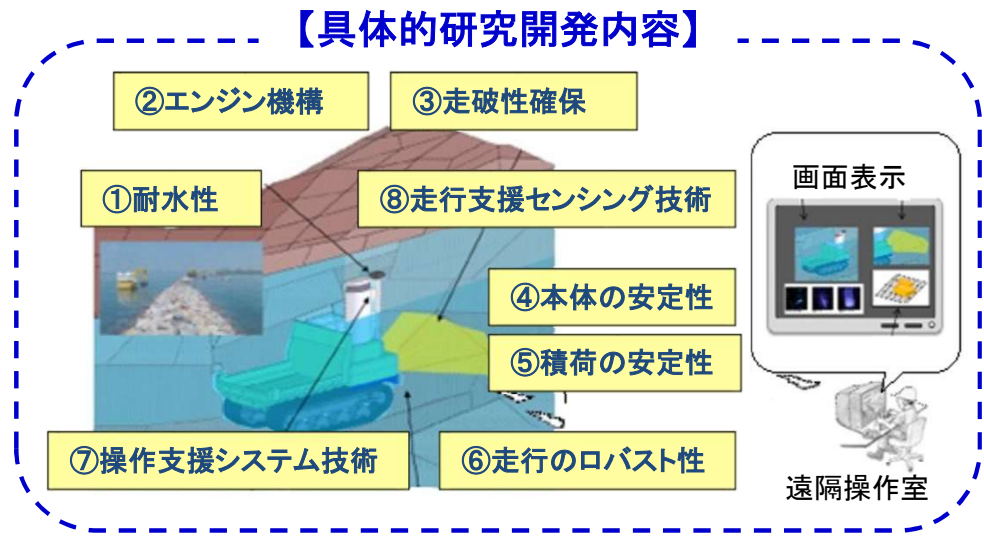
- 施工で重要な運搬は、現有の機器では対応できず、水際や半水中部の災害対応に課題

研究開発の目的

無人化施工の適用範囲を、作業員が入り込むことは危険な浅水域,水際に拡大し、頻発する水災害への迅速な対応を可能とする

研究開発の内容

- 水深2m 程度の水際や半水中部で、作業・運搬などの一連の施工を実現する無人化施工の実証システムの構築
- 浅水域から陸上にわたる数百メートルの多様な状況下を効率よく安定して走破可能な遠隔操作型重運搬ロボットの開発



【開発の最終(数値)目標】

半水中運搬ロボット

1. 水中での走破能力:

- 積載荷重: 10t
- 走行速度: 3km/h
- 登坂能力: 10%
- 左右傾斜: 3度
- 段差乗越え: 20cm
- 連続走行区間: 200m

2. 遠隔操作機能

- 無線による遠隔操作
- 遠隔操作支援ガイダンス装置の実装

半水中における無人化施工の実現

- モデルシステムの構築

【災害時の活用イメージ】

無人化施工による、河川閉塞、堤防決壊、天然ダム決壊等の災害の拡大防止

従来型の遠隔操作水中バックホウ



- 河川等を閉塞させる恐れのある水中の土砂の掘削
- 水路の開削、掘削
- 堤防の決壊や損傷等を防ぐための根固めブロック等の設置作業

本開発による半水中運搬ロボット



遠隔操作室

- 土砂、瓦礫等の運搬
- 根固めブロック等の運搬
- 資機材の運搬

【社会実装: 想定している災害対応のための保有・維持体制】

保有者と使用者

- 国土交通省／地方整備局／技術事務所
- 地方自治体
- 河川管理者
- 民間会社(工事会社、レンタル会社等)
- 研究機関(さらなる活用法の開発と評価)

活用のための管理体制

- 保有者: 運用時の計画／保管／輸送／定期点検, メンテナンス
- 使用者: 現地取扱い／運用教育(使用方法、安全注意事項)／日常点検

【普及と維持のための平時利用との共用化(検討中)】

平時の利用法

(水陸両用運搬車として使用: 主に搭乗操作による)

- 河川・湖沼の浚渫, 護岸工事
- 河川・湖沼・海岸部の防災工事など

災害時・平時共用のための体制

1. 半水中用車両と遠隔操作機能を分離して整備
2. 平時向けにレンタル、リースの導入を検討
生産・販売台数の拡大
3. 災害時は国・地方自治体主導で運用する体制を構築
4. 海外への展開(運用技術と機械)