

次世代無人化施工技術研究組合 (UC-Tec) における 研究・技術開発について

次世代無人化施工技術研究組合 参事 事務局長 たなか よしゆき 田中 芳行

1. はじめに

無人化施工技術は、火山や土石流などの災害に対応するための研究と技術開発そして実用化を進め、実工事においても一定の成果をおさめてきた。近年、集中豪雨による水災害、地滑り・土石流が頻発しており、今までの重機による水中作業に加えて、重運搬機による資材などの運搬の必要性が高まった。一方、政府では日本再興戦略やロボット革命実現会議などの取り組みにおいて、ロボット技術の実用化を本格的に推進しようという動きが高まっている。

そこで、必要となる研究・技術開発の一つとして、遠隔操作による半水中運搬作業システムが無人化施工技術をさらに発展させるとともに、インフラ用ロボットの一つとして位置付けられると考えた。そして、技術研究組合制度を利用し、平成26年10月2日に国土交通大臣の設立認可を受け、同年10月14日に無人化施工技術に関わる民間セクターおよび関連機関により、次世代無人化施工技術研究組合（略称UC-Tec）が設立された。

2. 技術研究組合制度とは

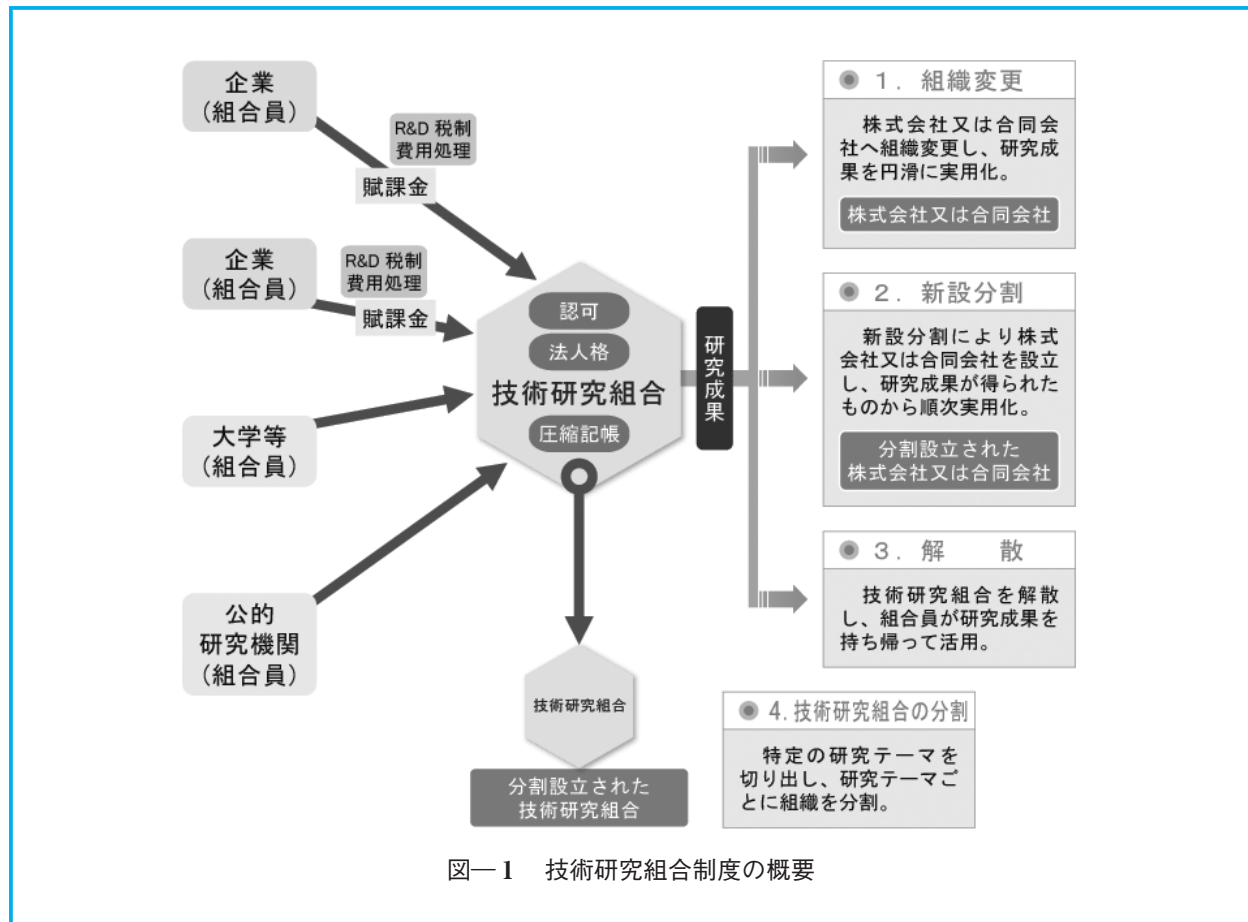
技術研究組合は、技術研究組合法に基づき事業化など出口へ向け共同研究・技術開発を行う非営利共益法人（相互扶助組織）で、主務大臣の認可により設立される。ここでは、産業活動において利用される技術を、組合員が自らのために研究・技術開発を行う共同体である。各組合員は、技術者、研究者、研究・技術開発費、設備等の資源を出しあって共同研究・技術開発を行い、その成果を共同で管理し、組合員相互で活用する。

技術研究組合の一般的な特徴は以下のとおりである。

- ・株式会社などと同様に法人格を有する。
- ・組合員資格が幅広い。
- ・賦課金による運営ができ、研究開発税制の適用もある。
- ・研究開発資産について圧縮記帳ができる。
- ・研究開発終了後に会社への組織変更・分割ができる。

経済産業省のホームページ（http://www.meti.go.jp/policy/tech_promotion/kenkyuu/01.html）に掲載されている技術研究組合制度の概要を図1に示す。

この制度は、平成21年の鉱工業技術研究組合制



度の改正により、制度活用の幅が以下に示すように広がった。

- ・ 研究対象が産業活動において利用される技術に拡大した。
- ・ 大学や試験研究独立行政法人の組合員資格が明確化された。
- ・ 株式会社・合同会社への組織変更、新設分割が可能になった。
- ・ 二人以上での設立が可能、また設立手続きが簡素化された。

技術研究組合法の法文は、e-Gov（<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S36/S36HO081.html>）を参照されたい。

平成27年7月現在、技術研究組合の数は、55となっている。それぞれの概要は、技術研究組合運営懇談会のホームページ（<http://kumiaikon.la.coocan.jp/sanka/index-all.html>）に整理および紹介されている。

3. 無人化施工とUC-Tec設立の経緯

平成3年、雲仙普賢岳で発生した火砕流によって堆積した火山灰の除去作業が行われた。大規模で危険な場所での建設工事への対応が迫られ、無人化施工に関する研究・技術開発がスタートした。官民一体となり、平成6年には、当時の建設省の建設技術評価制度や試験フィールド制度も始まった。雲仙普賢岳の復興後には、北海道・有珠山噴火災害、小笠原・三宅島噴火災害が襲い、それらへの対応が迫られた。今後も、多くの甚大な災害に見舞われる可能性が認識され、民間セクターでは、平成12年に建設無人化施工協会（<http://www.kenmukyou.gr.jp>）が設立され、無人化施工に関わる研究・技術開発および成果の展開が行われてきた。

近年では、集中豪雨による地滑り、土石流、出水への対応が求められ、平成23年には台風12号による災害が奈良県赤谷地区で、平成26年には徳島県那賀川の氾濫、さらに記憶に新しいところでは集中豪雨による茨城県常総市の鬼怒川堤防の決壊があった。それらの被災現場の特徴の一つは、出水でぬかるんだ環境や出水状況下、そして分断された水環境下での復旧工事の施工である。

雲仙普賢岳以来、進めてきた無人化施工技術の根幹である操作方式と無線・映像設備を図—2および3にまとめた。

本技術研究組合は、前述の経緯で述べたように、継続的な研究・技術開発と災害現場への実対応力を高めるために設立された。目指すところは第4世代、世界トップレベルの無人化施工技術について、先端的な技術を結集・育成し、技術水準の向上並びに実用化を図るための研究・技術開発事業である。

4. UC-Tecの概要

法人登記された名称は「次世代無人化施工技術研究組合」、英語表記は「New Unmanned Construction Technology Research Association」、略称は「UC-Tec 呼称：ユーシーテック」とした。所在情報などはホームページ (<http://www.uc-tec.org/>) を参照されたい。

事業内容は、産官学連携のもとに無人化施工技術について、先端的な研究・技術開発を行うこととして、主に次の事業を行う。

- ・無人化施工技術に関する研究・技術開発を実施する。
- ・上記成果の普及を目指し開発技術管理、技術指導を行う。

平成28年5月末の組合員は、表—1に示す民間セクターおよび機関、計20法人である。

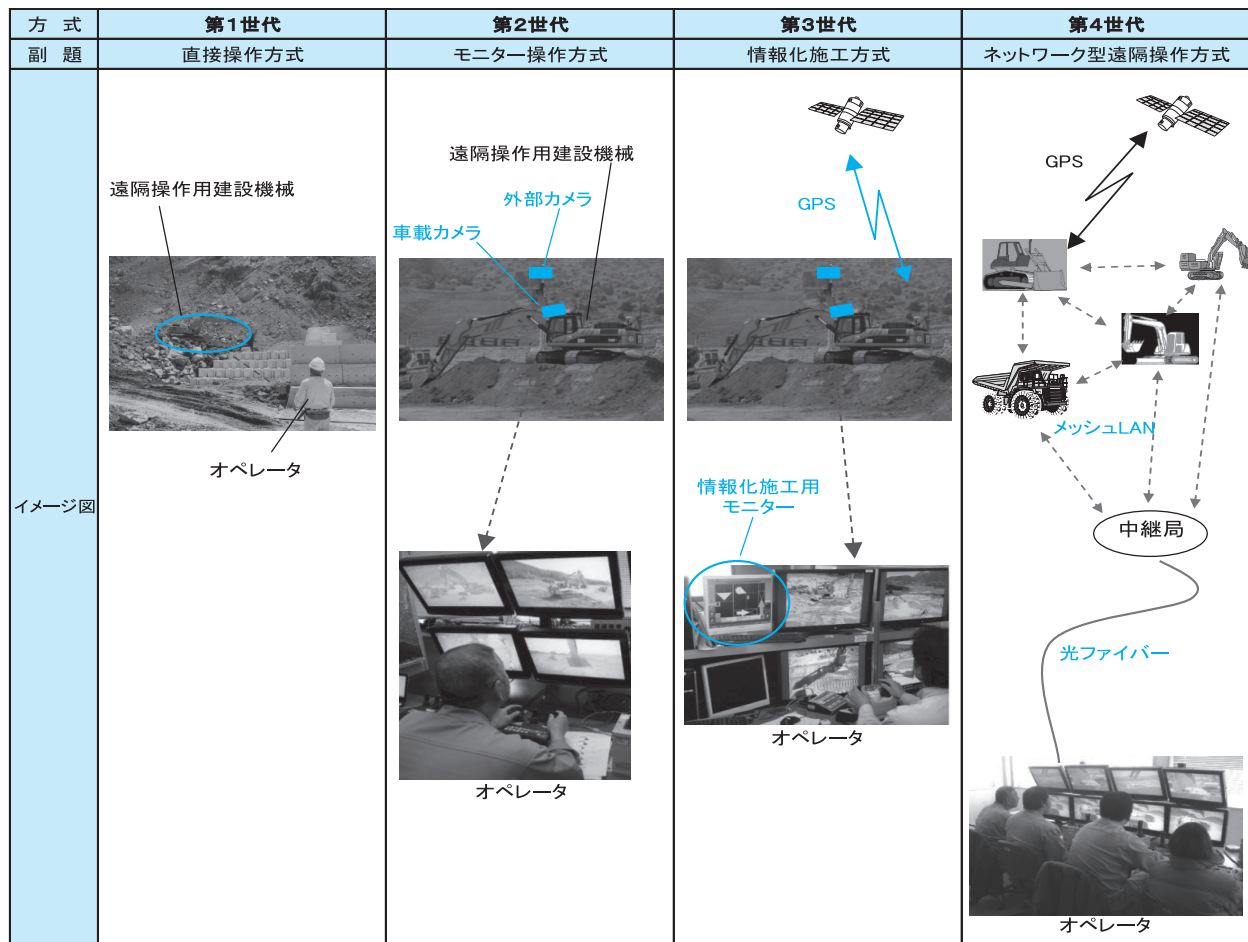
本技術研究組合の組織体制を図—4に示す。組合組織運営は、技術研究組合員の総会決議に基づき、理事会が運営する。本技術研究組合では、運

営にあたり運営幹事会を組織した。研究・技術開発活動は、企画委員会と最初の受託事業である「遠隔操作による半水中作業システム」開発に取り組む半水中作業システム開発委員会がある。図中のSIP事業とは、後述するが内閣府の「戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)」の課題対応の一つである研究開発を国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、NEDO）より受託し、実施する。ここで、本組合の運転資金は、賦課金と受託研究費（外部資金）により賄われる。

5. 受託したSIP研究開発事業

SIPは、戦略的イノベーション創造プログラム (Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program) というプログラムである。政府の総合科学技術・イノベーション会議が司令塔の役割を発揮し、府省の枠や旧来の分野の枠を超えたマネジメントで、科学技術イノベーションを実現するためのプログラムである。日本発の科学技術イノベーションの創造、基礎研究から出口までを推進する。対象とする課題は11、対象は社会課題の解決や産業競争力の強化、経済再生などに資するエネルギー分野、次世代インフラ分野、地域資源分野である。詳細は、内閣府ホームページ (<http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/>) を参照されたい。

本技術研究組合では、「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」 (http://www.jst.go.jp/sip/k07_kadai_dl.html) について、NEDOより「維持管理ロボット・災害対応ロボットの開発／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～」と題する研究開発業務を委託された。この研究は、津波や洪水災害等の復旧工事において高いニーズがありながらも従来の技術では対応できていない、半水中状態での遠隔操作による作業システムの確立を目標に、水深2m程度の半水中を走行できるクローラードンプ（遠隔操作型重運搬ロボット）の開発である。研究開発期間



図ー2 無人化施工技術の操作方式

大別	直接目視による無人化施工	映像伝送システムを用いた無人化施工		
方式	第1世代	第2世代	第3世代	第4世代
副題	直接操作方式	モニター操作方式	情報化施工方式	ネットワーク型遠隔操作方式
概要	オペレータが、遠隔操作式建設機械を直接目視して施工を行う。	オペレータが、遠隔操作式建設機械の映像をモニターで視聴して施工を行う。		
システムイメージ				
遠隔操作距離と作業内容の関係	簡易な作業（一般掘削等）のみ。 精密な作業が不可。 0～50m程度。	無人化施工で施工精度をあまり求めない工程全般。 直接方式：0～300m程度※1 中継方式：0～2,000m程度※2 （中継は1回が妥当）	無人化施工で可能な工程全般 直接方式：0～300m程度※1 中継方式：0～2,000m程度※2 （中継は1回が妥当）	無人化施工で可能な工程全般 直接方式：0～600m程度 中継方式：0～2,000m程度 （中継は複数回可能、光ファイバーケーブル等を併用する場合は、格段に距離が延伸する）※3
映像設備の有無	無	有		
情報化施工	無（ただし併用した事例あり）	無	有	一般的には有
選定の目安	- 局所的な対応で効果がある場合 - 別途方式の作業に入る前の準備工 - 別途方式の準備期間や作業中の緊急的な作業	- 広範囲で施工量が多い作業 - 緊急対応で迅速性が求められる場合 - 施工精度をあまり求めない作業	- 広範囲で施工量が多い作業 - 施工精度が求められる作業 - 計画的実施で品質も求められる作業 - 施工効率の向上を求める場合	- より広範囲で施工量が多い作業 - 重機台数が多いまたは複数の他工区がある場合 - 複数の中継が必要な場合 - 見直し条件が悪い場合 - より遠方から操作が必要な場合

※1：429MHz帯特定小電力無線局を使用する場合。実績としては、400MHz帯建設無線で1,800m程度を有する。

※2：技術的には記載以上の距離は可能。しかし、中継車等の移動等を伴う場合、作業時間への影響が大きく実用的ではないため、この距離とした。

※3：雲仙普賢岳の超長距離操作実証実験での実績は、直線距離約30kmである。

図ー3 無人化施工の操作方式と無線・映像設備のまとめ

表－１ 技術研究組合員

法人格	組合員
株式会社	IHI, 青木あすなろ建設, アクティオ, 大林組, 大本組, 鹿島建設, 熊谷組, 五洋建設, 清水建設, 大成建設, 東京通信機, 中日本航空, ニコン・トリンプル, 西尾レントオール, 西松建設, フジタ, 前田建設工業
一般財団法人	先端建設技術センター
一般社団法人	日本建設機械施工協会
国立研究開発法人	土木研究所

は、平成26年度より5年間で予定している。

開発する遠隔操作型重運搬ロボットと研究開発内容のイメージについて図－5に示す。

本研究開発項目と内容は、以下の3点である。

- ・遠隔操作型重運搬ロボットの開発：浅水域の水

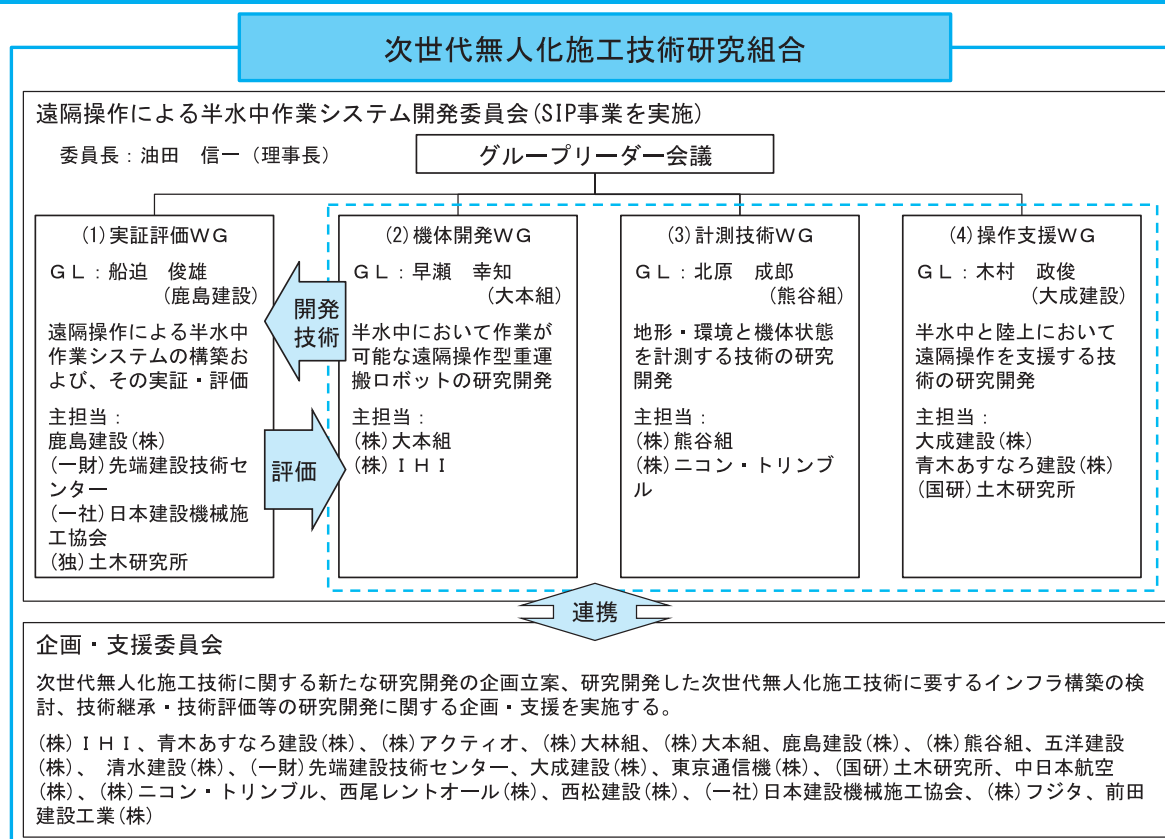
中から陸上までの数百メートルの安定した資機材の運搬を実現。

- ・作業・走行支援センシング技術：安定した遠隔走行および作業のため、地形情報と地盤情報を正確に把握する。
- ・操作支援システム技術：遠隔操作を容易にするために必要な技術開発、例えば安定した通信システムによる容易な操作支援を実現。

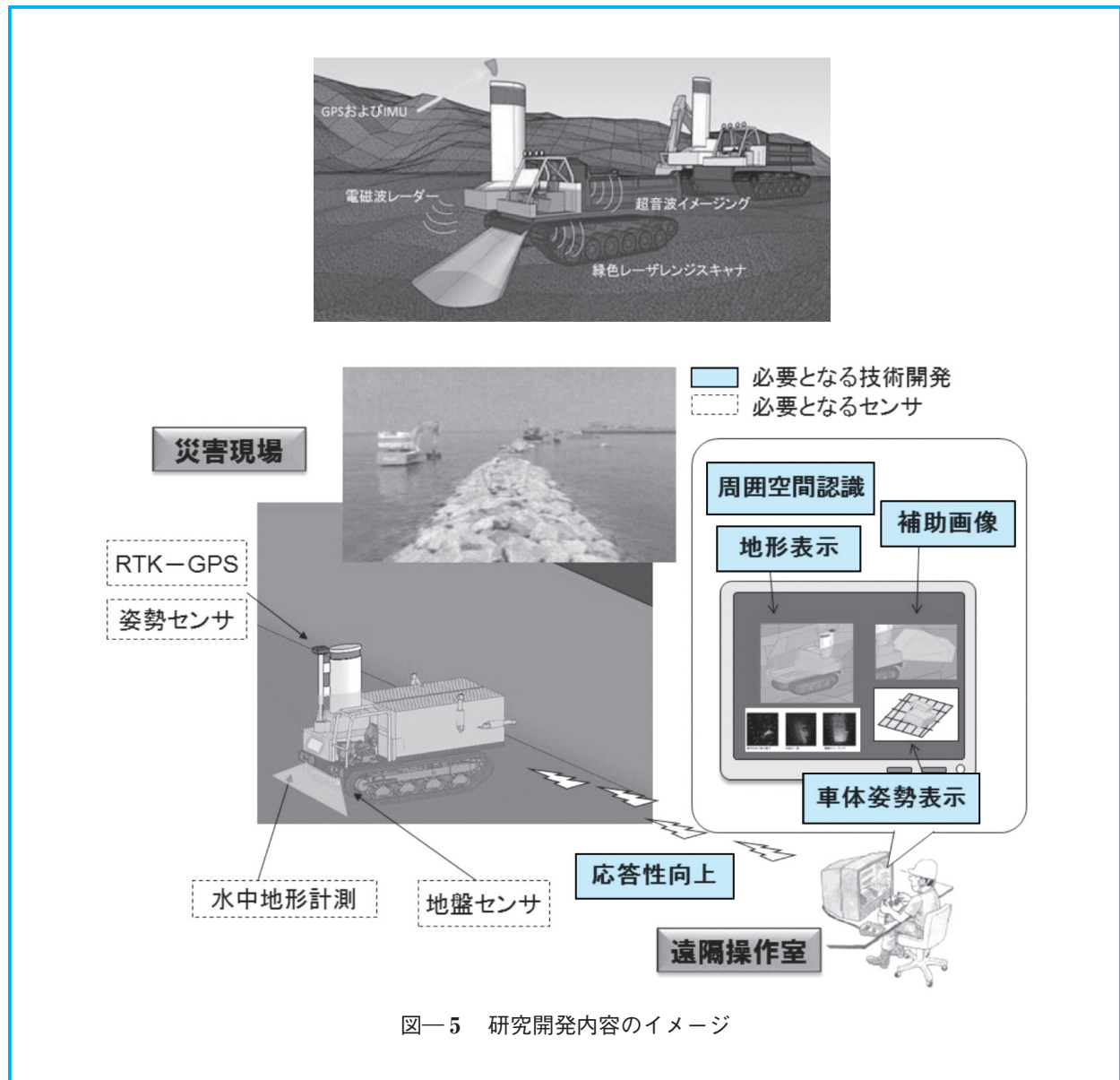
これらを半水中作業システムと構築し、建設工事全体システムとして実証および評価を行っている。

研究開発内容の紹介は、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」各研究開発課題の概要（<http://www.jst.go.jp/sip/dl/k07/kadai/k07-53.pdf>）を参照されたい。

●研究開発体制



図－４ 次世代無人化施工技術研究組合の組織体制



6. おわりに

UC-Tecでは、今後、雲仙普賢岳の災害対策工事から本格化した無人化施工技術の実用性をより高めるための研究・技術開発活動を行っていく。その周辺技術を含め、実用的なロボット関連技術

との融合および高度化を目指し、産官学連携のもとに、研究開発と普及に積極的に取り組んでいく予定である。また、建設産業においては、国土交通省の「i-Construction」施策の推進により、ICT技術寄与増大やIoTなどネットワーク連携高度化が期待されている。これらにUC-Tecも対応し、無人化施工技術の発展に寄与していきたい。