交通運輸技術開発推進制度

令和７年度業務実績説明書

研究成果報告書 ダイジェスト版

中型エジェクターを搭載した
災害対応車両の研究開発

令和８年３月

研究代表機関　株式会社 鳥取クリエイティブ研究所
共同研究機関　株式会社 吉田組
国立大学法人　鳥取大学

研究開発成果の要約

項目	内容
作成年月	令和８年３月
研究課題名	中型エジェクターを搭載した災害対応車両の研究開発
研究代表者名	松原 雄平　株式会社 鳥取クリエイティブ研究所
研究期間	令和７年１０月２１日～令和８年３月３１日
研究の目的	水害後に家屋等へ流入した濁水・土砂を吸引、除去、搬送し、洗浄作業を支援する。人力中心の復旧作業の負担軽減と早期復旧を目指し、汎用車両に積載可能な可搬式機材を開発する。
研究成果の要旨	国内の行政関係者等、台湾の行政関係者、留学生への調査を通じ、狭隘な場所の土砂除去を支援する機材の必要性と運用条件を整理した。既存試作機を基に防音、操作性、燃料容量等を改良した中型エンジンポンプ１台とエジェクター資機材一式を整備した。試作機による吸引試験では、乾燥砂の加水・流動化と吸引口形状の工夫が有効であることを確認した。改良機では騒音低減と１時間の連続運転を確認し、汎用トラックへの積載及び模擬家屋基礎での公開実演を行った。
知的財産権取得状況	関連特許１件　特許第 7454162 号「堆積土砂除去のためのシステム」。 令和６年３月１３日取得。 本研究開始前に取得した技術基盤である。
研究成果発表実績	論文発表：国内０件、海外０件 口頭発表：国内１件、海外０件 令和８年３月２４日に公開試験を実施し、報道関係者等へ成果を紹介した。

本ダイジェストは、令和７年度研究成果報告書の内容を要約したものであり、研究終了時点の成果と今後の課題を示す。

研究開発の目的と実施体制

研究開発の目的

河川災害や土砂災害の後には、家屋の床上・床下に流入した泥水や土砂の搬出、洗浄が必要となる。大型機械が入れない場所では被災者や災害ボランティアによる人力作業が中心となり、早期復旧の隘路となっている。本研究は、これらの作業を機械化して負担軽減を図る災害対応機材の開発を目的とした。

高圧水で負圧を発生させるエジェクターを利用し、濁水・土砂の吸引から搬送までを連続的に行う。機材を専用車に固定せず、平時は建設工事等に利用し、災害時には汎用車両に積載して現地へ運搬できる方式を採用した。

研究実施体制

株式会社鳥取クリエイティブ研究所を総括研究機関とし、株式会社吉田組、国立大学法人鳥取大学と共同で実施した。製作・実証には株式会社吉谷機械製作所、三国屋建設株式会社、美保テクノス株式会社等の協力を得た。

個別課題	担当機関及び担当者	主な研究内容
既存技術のフィージビリティスタディ	鳥取クリエイティブ研究所 松原雄平、濵﨑隆詞	国内外の災害対応車両、現場処理の課題、既存技術の調査
中型エジェクターシステムの実用化	吉田組 枝光桂資、木山茂勝	平時利用を考慮した改良、操作性、周辺資材及び運用方法の検討
災害対応車の設計製作	鳥取クリエイティブ研究所　松原雄平 鳥取大学　小野勇一	汎用車両の調査、専用車両化の検討、改良機及び資材の設計製作

研究は、現場ニーズの把握、機材の改良、車両搭載・運用の検討を相互に反映しながら進めた。本文に記載された採択後の準備協議等も開発経緯として参照した。

研究開発の成果　１　序論

人力による復旧作業を支援する技術

災害初期の道路啓開や救助、生活支援には多様な車両が用いられる。一方、住宅の床下など局所的で狭隘な場所の土砂除去は人力に頼る部分が大きい。本研究では、この復旧段階に着目し、汎用車両と可搬式機材の組合せを「災害対応車両」と位置付けた。

エジェクターによる吸引と搬送

エジェクターに高圧水を送り、内部の流れにより生じる負圧で別の吸引口から土砂や泥水を取り込み、駆動水とともに搬送する。土砂がポンプの羽根を直接通る方式と異なり、吸引対象物による機械部の損傷を抑える構成である。吐出先を開放するため、吸引タンクの容量により作業が中断される方式ではない。ただし、水源、排出先、流路の確保は必要となる。

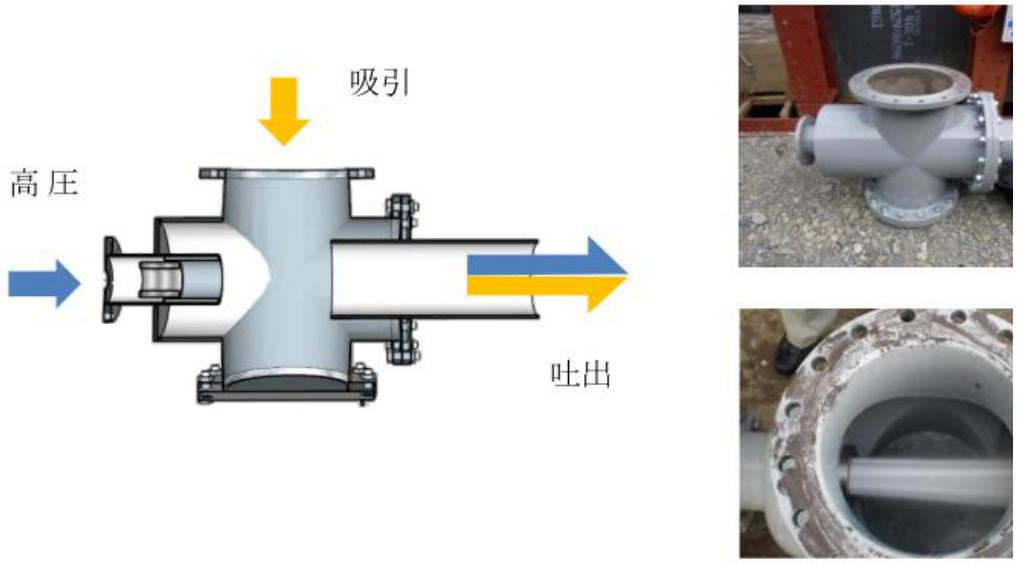


図:エジェクター構造図

図１　エジェクターの構造と吸引搬送の概念　本文４ページより

開発の技術基盤

開発チームは、南西諸島に漂着した軽石、ダム取水口の堆積土砂、中小漁港の局所的な堆積土砂の除去等に本工法を適用してきた。有明海３か所、日本海３か所での実証など、機動性が求められる現場で経験を蓄積し、令和６年３月に関連特許を取得した。本研究では、その技術を家屋等の災害復旧用途へ展開した。

２ 国内の既存技術と復旧ニーズ

国内の調査では、災害対応を発災初期から復興までの段階に分け、使用される車両と作業を整理した。行政の消防関連車両、建設会社の建設機械等が中心的な役割を担い、災害の内容や経過に応じて配置されることを確認した。

段階	主な活動と車両	本研究との関係
発災初期	道路・港湾の啓開、瓦礫除去 建設機械等	現地への進入路確保が先行条件
発災直後	指揮、医療、給水、生活支援 指揮車・支援車両等	対応機関との連携が必要
災害経過時	家屋の片付け、土砂搬出 ボランティア等の支援	床下等の人力作業の機械化が主対象
復興時	道路・家屋・ライフライン復旧 通常の建設工事車両	平時の建設用途にも活用

調査活動と得られた知見

鳥取県西部地震２５年シンポジウム、防災士講習会、建設技術フォーラム、防災産業展等に参加した。宮古市の防災施設、高知県危機管理部、中国地方整備局中国技術事務所、熊本市震災土木施設対策課、能登町復興推進課等への訪問・意見交換を通じ、復旧の現場条件と官民連携のあり方を把握した。

被災家屋の初期復旧では、行政による個々の民地への対応には限界があり、被災者や支援団体の活動を補う機材の意義が示された。調査対象の範囲では、局所的な土砂除去を支援する専用機材が十分とはいえないことが開発上の着眼点となった。既存機材の不存在を網羅的に証明したものではない。

開発チームから防災士１名を輩出した。今後の普及では、機械の提供だけでなく、現場で活動する建設会社・支援団体と使用方法や配置方法を共有することが重要である。

３ 海外調査と適用可能性

留学生との意見交換

鳥取大学の留学生４名、日本人学生通訳２名及び開発チーム３名の計９名で、自国の災害と開発機材について意見交換を行った。本文に記載された対象国はキューバ、トリニダード・トバゴ、ケニア、タイである。以下は参加者の発言の要旨であり、各国全体の実態や市場規模を示す統計調査ではない。

対象	主な発言と開発への示唆
キューバ	洪水、停電・断水等が課題。保管機材を緊急時に汎用車両へ積載できる点を評価。
トリニダード・トバゴ	豪雨等の災害後の復旧には支援が必要。油回収への用途拡張の提案があったが、本研究で性能は検証していない。
ケニア	洪水等への対応や水輸送への関心。電源を確保せず運転できるエンジン式と汎用車両への搭載を評価。
タイ	洪水後の流入土砂やごみを人力で処理する負担があり、土砂吸引・長距離送水への期待が示された。

台湾の行政関係者への調査

吉田組台北支店の協力の下、顧問及び職員計５名が台湾で調査した。経済部水利署の関係者との面談では、中央・地方・自治体の対応、資機材を保有する建設会社等への依頼、民間団体と行政による日常的な訓練・連携について情報を得た。開発機材への需要を期待する発言もあった。

開発方針への反映

調査は、電源不要、可搬式、汎用車両利用という方針の有用性を示した。海外展開では、現地で普及している燃料への対応、維持管理、価格等の検討が必要である。本文ではディーゼル等への対応が今後の検討事項として挙げられている。購入意向に関する発言は、受注や需要量の確定を意味しない。

４ 中型エジェクターシステムの開発方針

保有試作機を基に、災害用途と建設工事での平時利用を両立する改良を進めた。機材を平時から利用できれば、使用経験の蓄積と販路の拡大につながり、災害時の活用基盤も形成できると考えた。

改良項目	検討及び実施内容
騒音	外装内への吸音材の配置、開口部・扉構造の見直し。冷却・排熱との両立を検討。
寸法と重量	汎用トラックへの積載を前提に、幅 2,100 ㎜以下、重量２ｔ以下を製作依頼上の条件とした。
操作性	配管接続口、操作スイッチ、計器類を正面に集約し、操作・監視をしやすくした。
連続作業	燃料タンクを大型化し、防油堤を取り付けた。長時間作業への対応を図った。
組合せ	周辺資材に JIS 規格・消防規格の汎用品を用い、異規格の接続には変換金具を準備した。

ポンプ能力と機材の大きさの調整

エンジンポンプユニットは、送水量毎分２㎥、送水圧力１．５MPa を基準として製作する方針とした。高圧・大水量だけを追求すると本体が大型化して取扱いが難しくなるため、人力による周辺機器の配置と操作を前提に組合せを検討した。この数値は製作方針上の基準であり、本ダイジェストに示す動作試験の測定値とは区別する。

主要な適用対象

第一の対象は、水害後の家屋床下に堆積した土砂である。吸引対象の含水状態、粒径、異物混入等が処理のしやすさに影響するため、機械本体の改良に加え、吸引口形状、ホース、分岐管等の資材を一体として検討した。

低騒音型建設機械の指定機種には該当しないものの、建設現場での使用に配慮して騒音低減を図った。今回の騒音測定結果は、認証取得や指定基準への適合を示すものではない。

５ 周辺資材の標準化と作業方式

迅速な現地展開と取扱いの容易さを重視し、最低限の副資材をパッケージ化する方針とした。規格品を組み合わせることで接続・交換の自由度と調達性を高め、必要に応じて予備品を追加する。

資材	本文の規格案	数量案
エジェクター本体	ノズル 27A、内装管 50A～80A	１台
送水用ホース	消防規格 65A×20 m	５本
分岐管	消防規格　１→２分岐	１台
吸引用ホース	JIS 規格 65A～80A× ５m	１本
輸送用ホース	JIS 規格 80A～100A×10 m	３本
消火銃又は筒	消防規格、先端開閉式	２本
接続金具	変換アタッチメントを含む	１式
雑材料	ロープ、番線、バケツ等	１式

上表は副資材の標準構成案である。実際の試験用構成では、輸送管 100A、内装管 50A、ノズル 65A-25A、吸引管 80A-65A 等を用いた。対象土砂や搬送条件に合わせて組合せを選ぶ。

直接吸引とホッパー投入

床下等の土砂を吸引ホースで直接取り込む方式に加え、人力で集積した土砂を吸引部のホッパーへ投入して遠方へ搬送する方式も検討した。吸引口を対象に接近させにくい場合や、土砂の集積後に搬出経路が長い場合の選択肢となる。

省力化の考え方

本文の調査例では、床上浸水で土砂が流入した家屋の片付けに３日程度、延べ 20～30 人程度、水のみの場合に１日程度、延べ５～６人程度を要すると整理している。機材は特に床下土砂搬出の負担を軽減することを狙う。これらは従来作業の参考値であり、開発機材導入後の必要人数や短縮率を比較実証した結果ではない。

６ 給水と排出を含む現場運用

エジェクターによる土砂除去では、駆動水の供給と吸引後の濁水・土砂の受入先を同時に確保する必要がある。機材単体の性能だけでなく水源と作業場所と排出先の配置が、現場での作業効率を左右する。

給水方法

河川等に近い場合には、水源の近くへエンジンポンプユニットを配置する。河川・海の水を利用できない場合は、大型水槽と給水車等を組み合わせる。掘削して簡易なプールを設ける方法や可搬式水槽の利用も候補となる。本文には消火栓からの供給案も記載されているが、実際の利用に当たっては管理者との調整を前提とする。水害直後の河川水等には塵芥や泥土が混入し得るため、給水口の籠等による異物対策を準備する。簡易水槽は設置しやすい一方、耐久性等を考慮した配置・使用が必要である。

排出と土砂の集積

吸引した土砂と駆動水は所定の箇所に集積し、適切に処理する。本文では釜場や水槽を設ける方式を挙げている。河川や側溝への排出可否は、本研究によって確認されたものではないため、現場ごとの処理計画と関係者との調整が必要となる。



写真１：朝倉の三連水車 - ClubTwinHut

写真３：工法紹介 - 株式会社本久 基礎建設事業部 基礎土木部

写真２：屋外消火栓の種類や設置基準を解説！費用についても - カメガイ防災設備株式会社

写真４；61XnRcitR4L._AC_SL1500_.jpg (1500×1054)

図２ 水源条件に応じた給水配置の検討例　本文 27 ページより

公開実演では、吸引した土砂を受入用のプールへ排出した。給水・吸引・搬送・受入を一連の系として準備することが、実用化の基本条件である。

７ 試作機による吸引試験

令和８年３月２日～６日、改良機の製作と並行して、保有試作機と改良機用に設計したエジェクターを組み合わせて実用化試験を行った。試作機のポンプ能力は本文上、開発機と同等とされ、周辺資材の組合せと操作性の確認に用いた。

準備と配置

４ｔ車ベースの車両に資材を積み込み、現地で荷卸し・組立・配置を行った。ポンプを車上に搭載したまま使用する場合、その他の資材は人力で配置できることを確認した。エジェクターはボルト接合による組立構造とした。

乾燥砂の吸引で確認した事項

乾燥した砂では、吸引口を密着させないと取り込みが難しいことを確認した。対策として対象砂へ加水して流動化させると吸引しやすくなった。さらに、吸引口の形状を変え、吸引力の働く流路へ土砂を誘導する方法を検討した。



図３ 加水した砂の吸引と吸引口への直接投入　本文 32 ページより

本試験は、土砂の状態と取り込み方の関係を明確にした。乾燥土砂をそのまま吸引できることを前提とせず、加水・流動化と吸引口の工夫を作業手順に反映する必要がある。ホッパー投入は別の搬送方式として有効性を検討した。

８ 車両搭載と運搬方式の検討

本研究では、車両を専用化すると平時の利用が制限されるため、汎用車両に機材を積載する方式を採用した。ポンプの想定重量は 1.5t 前後として調査し、積載可能な貨物車両や揚重設備を備えたトラック等の使用を検討した。

運搬方式	利点	運用上の検討点
１台へ一括搭載	必要資材が揃い、単独で現地へ展開しやすい。	大型化による進入性、広範囲の資材配置に要する手間。
複数車両へ分散	比較的小型の車両を用い、小回りを確保できる。	積載量の制約と車両間の連携、必要資材の到着管理。
積替えを伴う運搬	現地条件に合わせて別の運搬手段へ移し替える構想。	揚重・固定方法、機材重量、積替え先との整合。

トラックの荷台寸法・積載能力と、自動車の法令上の区分を調査した。実運用では車両ごとの最大積載量、積載状態、運転資格等との整合を確認する必要があり、「４ｔ車」という呼称だけで搭載可否を判断するものではない。



図４ 汎用トラックに機材を搭載した状態　本文 47 ページより

将来の専用車両案は 10t 車を基礎に、ポンプ、資材、発電機、通信・衛生・燃料関係機材、揚重設備等を搭載する初期構想として整理した。本研究期間内に専用車両を詳細設計・製作したものではない。今回確認した成果は、汎用トラックへの搭載と運転である。

９ 改良機の製作と動作確認

いすゞ自動車エンジン販売の「パワーユニット」と吉谷機械製作所製「F-5」ポンプを組み合わせ、可搬式の改良機を１台製作した。吸音対策、外装構造、燃料タンク、配管接続部及び操作・計器類の配置を見直した。





図５ エンジンとポンプの連結及び外装取付　本文 40 ページより

改良機の動作試験

令和８年２月２５日に動作確認を行った。吸水管は並列２本、吸水高さは目視で０～0.5m 以下、ノズル径φ26 を２本とし、２線放水状態で確認した。エンジン回転数は 2,200 rpm、ポンプ回転数は 2,650 rpm、ポンプ圧力は 0.9 MPa であった。

項目	本文に記載された結果
連続運転	２線放水状態で１時間の運転を実施
ポンプ側面上側内面の温度	10 分 29.6℃、20 分 31.5℃、30 分 32.4℃、 40 分 32.1℃、50 分 32.1℃、60 分 32.1℃
燃費実測	15 L/h
残る振動	アイドリング時、特にボールコック側で振動が大きく、回転数を上げると小さくなることを観察

温度は 30 分以降おおむね安定した。燃料タンクの大型化により長時間作業への対応を図ったが、今回の動作確認として示された連続運転時間は１時間である。長期耐久性や長時間の土砂吸引性能までを確認したものではない。

10 騒音低減の確認

試作機と改良機の騒音を、側面・後方・前方の測定位置で比較した。測定器はシンワ 78588、屋外、小雨、気温 12℃、無風の条件で測定した。運転条件はエンジン 2,200 rpm、ポンプ 2,650 rpm、圧力 0.9 MPa である。

位置	距離	試作機 dB	改良機 dB	低減量 dB
左側	1 m	99.0	92.0	7.0
左側	3 m	94.0	91.3	2.7
左側	6 m	91.5	89.6	1.9
左側	9 m	89.8	87.5	2.3
後方	1 m	97.5	94.7	2.8
後方	3 m	92.5	89.3	3.2
後方	6 m	88.7	86.4	2.3
後方	9 m	86.7	84.5	2.2
右側	1 m	100.4	92.9	7.5
右側	3 m	95.0	88.8	6.2
右側	6 m	90.8	88.0	2.8
前方	1 m	97.0	91.8	5.2

結果の評価

比較可能な測定点では 1.9〜7.5 dB の低減が確認された。1 m 位置では左側 7.0 dB、右側 7.5 dB、前方 5.2 dB の低減となり、吸音材と外装構造の改良効果が認められた。後方 1 m では低減量が 2.8 dB であり、位置によって効果が異なった。

右側 9 m は改良機のみ 84.0 dB の記載であるため比較表から除外した。前方の 3〜9 m は屋外騒音により比較できなかった。測定値は本試験条件下の結果であり、騒音の指定・認証や、すべての現場で同じ低減量となることを示すものではない。

11 公開試験と成果の共有

令和８年３月 24 日、改良機とエジェクター資材一式を用いた公開試験を実施した。一般的な家屋の床基礎を模擬し、床下に堆積した土砂の吸引、搬送、別のプールへの排出を実演した。汎用トラックに機材を搭載した状態での運転も確認した。



図６ 車載状態のポンプと模擬家屋基礎での土砂除去　本文 48 ページより

土砂除去と別系統の放水による洗浄を組み合わせる方式について、被災地で活動した参加者から、土砂と汚れが除去される様子が分かりやすい点を評価する意見があった。吸引と洗浄を同じ現場で実施できる点は、復旧作業への適用を検討する上で重要な成果である。

NHK、中海テレビ放送、新日本海新聞社、日刊建設工業新聞等の報道関係者に公開し、行政関係者等とも意見交換した。本文には３月 24 日・ 25 日の NHK 鳥取の報道記録が掲載されている。実演は模擬現場での確認であり、被災家屋での施工実績とは区別する。

12 結論と実用化に向けた課題

研究開発で得られた成果

国内外調査により、災害後の狭隘な場所における土砂除去を支援する機材の必要性と、行政・建設会社・支援団体の連携の重要性を整理した。平時利用と災害時利用を両立する可搬式の開発方針に対し、関係者から有用性を認める意見を得た。

改良した中型エンジンポンプ１台、吸引除去用のエジェクターシステム一式、資材を保管する倉庫を整えた。汎用トラックへの搭載と公開試験での動作を確認し、要請時に運搬して展開できる機材一式を保有するに至った。

吸引試験では乾燥砂への加水・流動化、吸引口形状の工夫、直接投入等の作業方式を検討した。改良機では騒音低減と１時間の連続運転を確認し、公開実演によって土砂除去と洗浄を組み合わせた運用を示した。

処理能力の記載と適用範囲

本文の結論には「１時間当たり５ｔの土砂を除去できる」と記載されている。ただし、この数値に対応する土質、含水状態、搬送距離、高低差、測定方法等の詳細は本文に示されていない。そのため、研究報告上の能力値として扱い、被災現場で常に達成できる保証値や、人員削減率の根拠とはしない。

今後の課題と普及方針

今後は、対象土砂や搬送条件ごとの処理能力の確認、給水・排出を含む運用方法の整備、操作性と振動の改善を進める。現場条件に適した資材構成と手順を明確にし、実際の災害復旧に適用できる範囲を広げる必要がある。

建設会社との連携による平時利用の拡大、工法の開発、業界団体への情報発信、NETIS 登録の検討、展示会等への参加を普及方針として挙げた。

知的財産権取得状況と研究成果発表実績

知的財産権取得状況

本研究の技術基盤となる関連特許は次のとおりである。本文の「特許出願１件」と要約の特許番号・取得日を整理して記載したものである。

項目	内容
発明の名称	堆積土砂除去のためのシステム
特許番号	特許第 7454162 号
出願日及び取得日	出願：令和３年 12 月６日 取得：令和６年３月 13 日
発明者	松原雄平、濱崎隆詞、枝光桂資、吉谷勇一郎、中村敦、清水健、大塩浩次

研究成果発表実績

論文発表は国内０件、海外０件。口頭発表は国内１件、海外０件であり、第 77 回 令和７年度 土木学会中国支部研究発表会で「小型エジェクターによる土砂除去・搬送技術の開発について」を発表した。

その他の成果発信として、令和８年３月２４日に報道関係者等を招いた公開試験を実施した。NHK、中海テレビ放送、新日本海新聞社、日刊建設工業新聞等が取材した。

参考文献

１　令和７年度 交通運輸技術開発推進制度 研究成果報告書「中型エジェクターを搭載した災害対応車両の研究開発」令和８年３月。本ダイジェストの記述・図写真・数値の出典。

２　国土交通省 道路啓開計画ガイドライン 地震・津波編、令和７年７月。

３　国土交通省 漂流軽石回収に関する技術・アイデア集、91～94 ページ。本文参考文献欄の記載による。

４　国土交通省 マスプロダクツ型排水ポンプの開発・導入。本文参考文献欄の記載による。

図１～６は原報告書の図・写真を抜粋した。制度や海外事情の記述は原報告書の調査時点に基づく。参考文献の軽石資料は本文内で年月の記載に差があるため、ここでは年月を省略した。