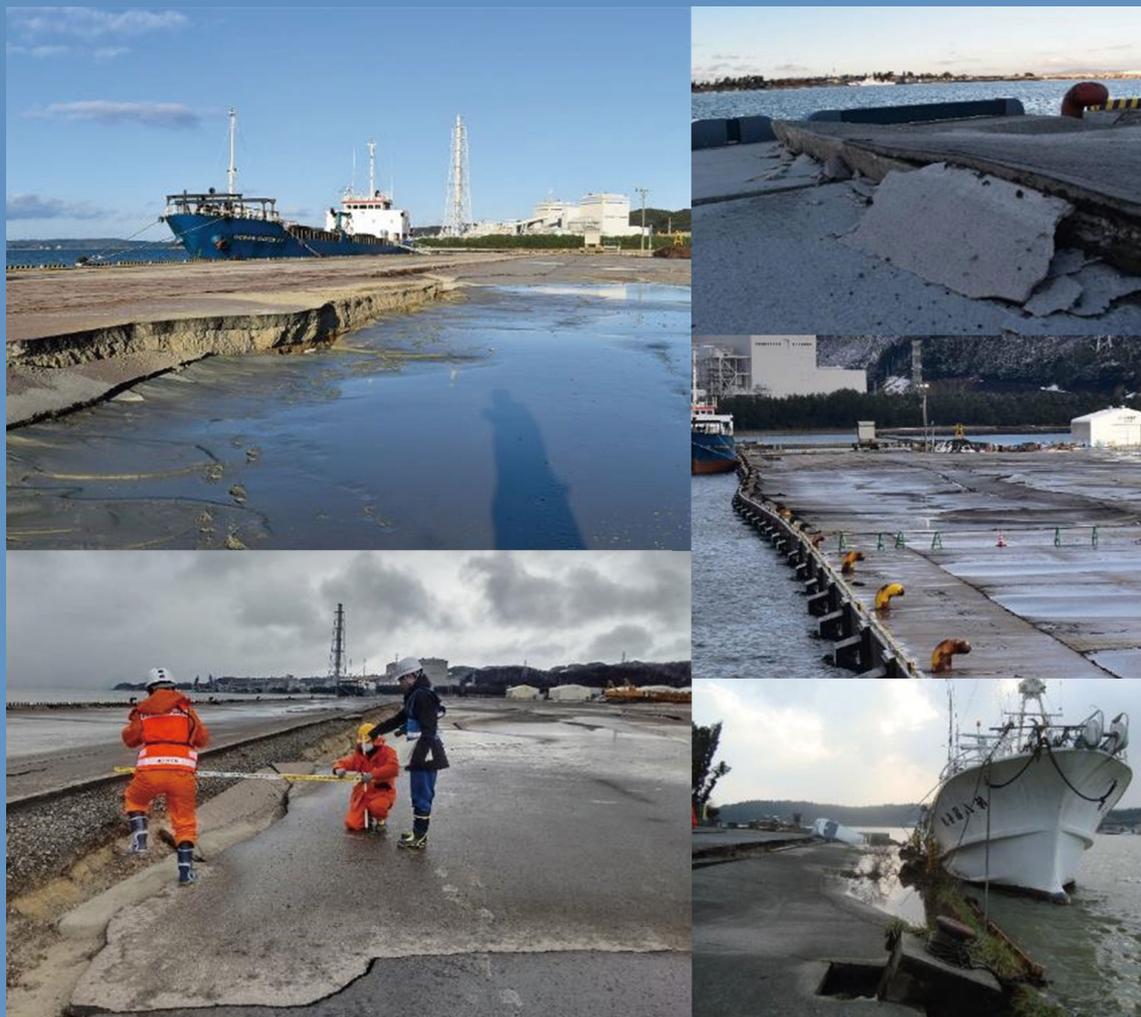


# 防災・減災に関連した 技術研究開発への取り組み



国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所（うみそら研）



## 防災・減災への取り組み

我が国は、その地理的特性から海山や四季の恵み、四方の海を通じた世界との交流について恩恵に浴する一方、地震・津波、台風、高潮、豪雨、豪雪、これらに伴う土砂災害、火山噴火などの多種多様な災害が発生しやすい国土となっており、これらの災害から国民の生命・身体・財産を守ることは、国にとって最重要課題のひとつとして取り組むべきものとなっています。

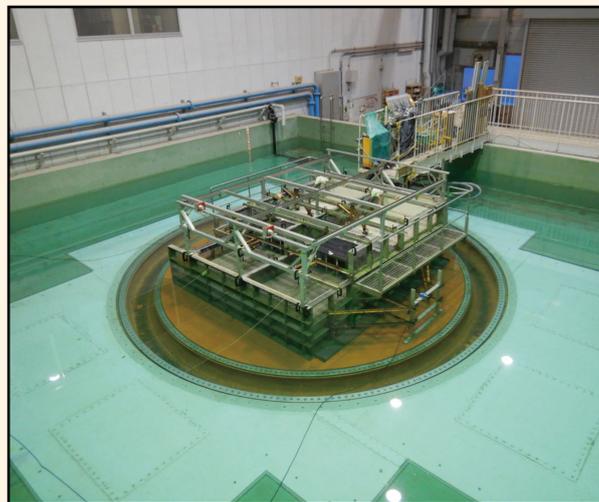
このためには不断の技術研究開発が必要であり、うみそら研では港湾や空港での防災・減災、海上・航空輸送を活用した災害対応・復旧、洋上での効率的な油回収技術、実験施設を利用した評価・検証など、幅広く災害対応に応用可能なテーマに取り組んでいます。

この冊子では、うみそら研が取り組んでいる代表的な技術研究開発として

- ・係留施設の利用可否判断
- ・防災・減災現場でのドローンの安全な活用
- ・災害シミュレータの開発

を取り上げて紹介します。

防災・減災に関連した技術研究開発への取り組みを紹介することで、防災・減災意識の向上とともに、技術が広く普及すること及び防災業務計画等に基づく迅速な災害対応に寄与することを目的としています。

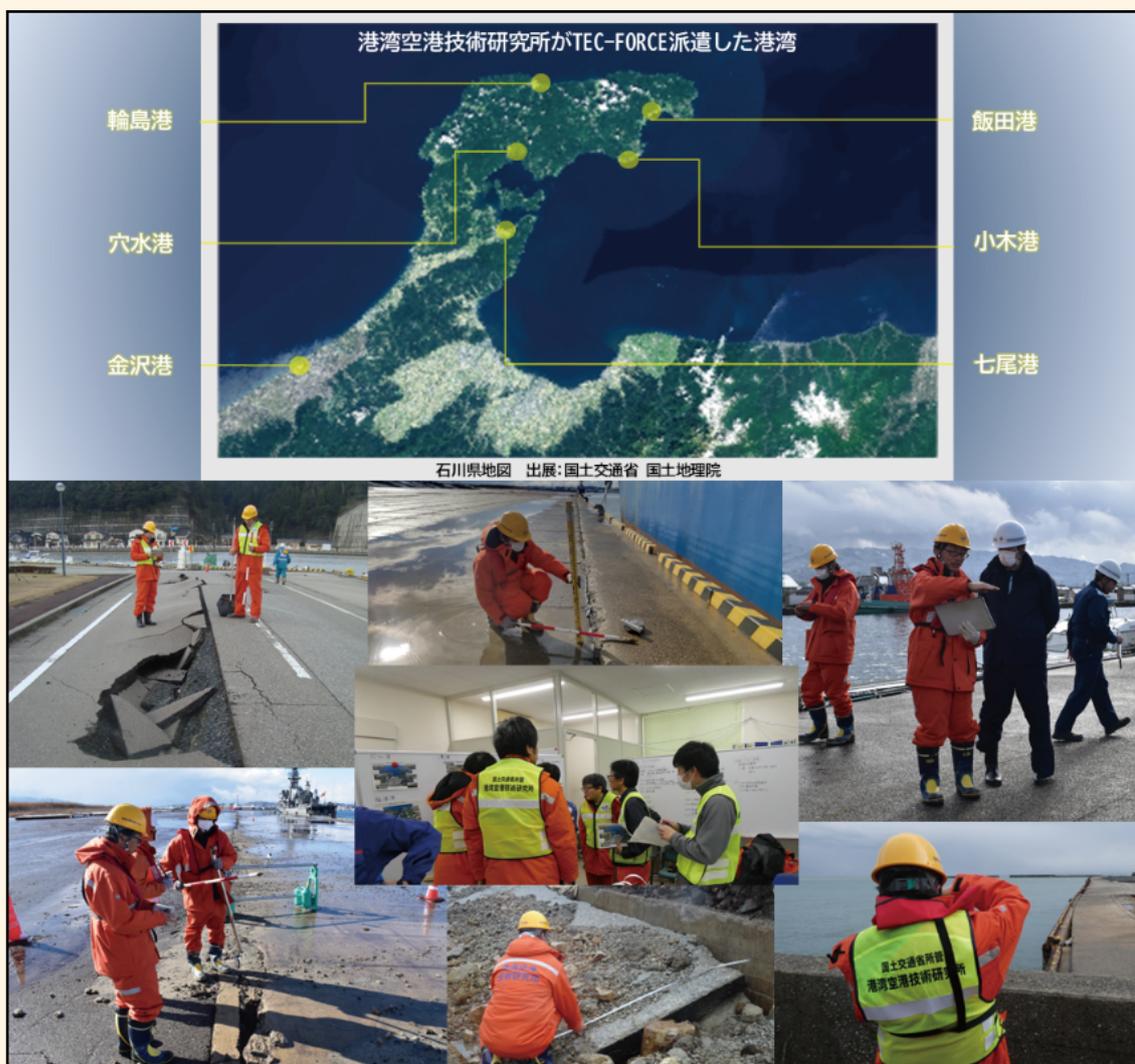


港湾施設の地震時挙動を評価する三次元水中振動台  
(三次元水中振動台に設置した模型に地震力を作用させ水中での地震の影響を評価します)

# 係留施設の利用可否判断

## 令和6年能登半島地震に伴う緊急災害対策派遣隊 (TEC-FORCE) の派遣

- ❑ 令和6年1月1日16時10分、石川県能登地方で最大震度7の地震が発生し、大津波警報が発令、石川県内の港湾で多数の被害が発生しました。
- ❑ 国による港湾施設の管理代行※1に伴う係留施設の利用可否判断に協力するため、港湾構造物の専門職員で構成される複数チームを TEC-FORCE※2 として発災直後から派遣しました。
- ❑ 船舶の早期着岸の実現に向けて迅速な利用可否判断が求められる中、TEC-FORCE 派遣の職員が現地調査や利用可否に係る助言を行うなどの技術支援を実施しました。



- ※1：港湾法55条の3の3に基づく制度で、非常災害時に、港湾管理者からの要請に基づいて国が港湾施設の利用調整等の管理業務を実施できます。
- ※2：緊急災害対策派遣隊「TEC-FORCE」(Technical Emergency Control Force) は、大規模な自然災害時に、被害状況の迅速な把握、被害の発生及び拡大の防止、被災地の早期復旧などに取り組み、地方公共団体を支援する組織で、平成20年4月25日改正の国土交通省防災業務計画で規定されました。

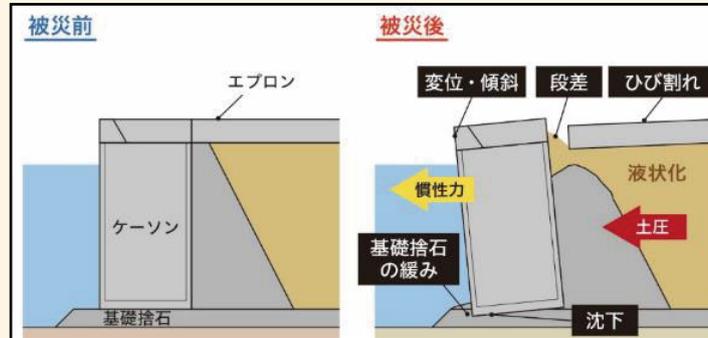
## 係留施設の地震被害の特徴

### 構造形式ごとの被災メカニズムと復旧設計

- 係留施設の復旧においては構造形式（重力式、矢板式、栈橋式）と被災の程度に応じて、復旧設計の考え方を定めています。

#### 重力式

被災メカニズム

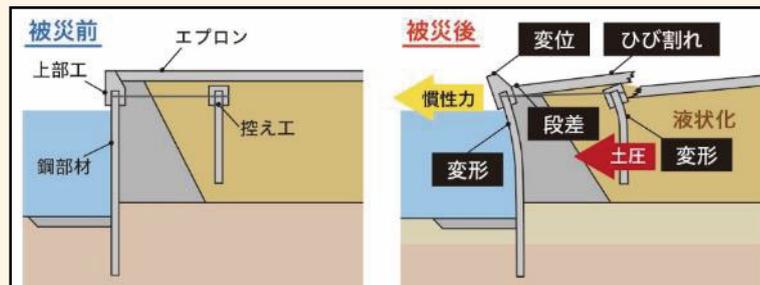


復旧設計の考え方

施設の安定性を満足させるため、背面土圧の軽減やケーソンなどの再設置等により被災前の機能へ復旧します。

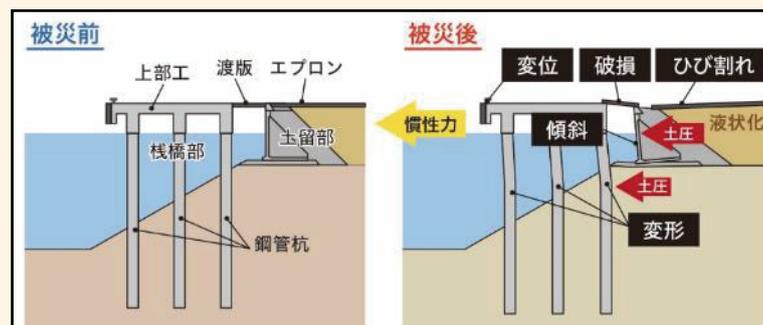
#### 矢板式

被災メカニズム



#### 栈橋式

被災メカニズム



復旧設計の考え方

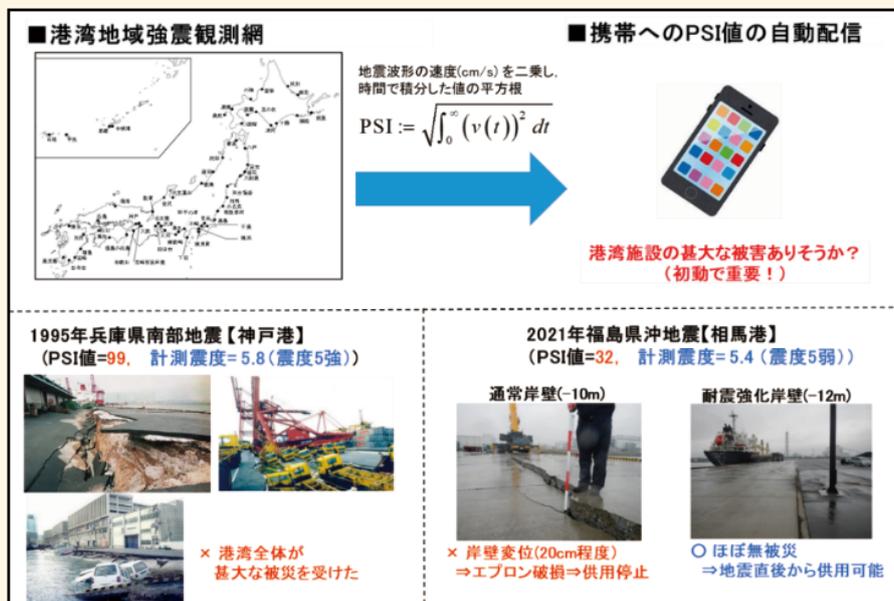
矢板式・栈橋式とも、被災履歴を踏まえた部材の応力評価を行い、必要に応じて部材の補強や新たな鋼部材の設置等により被災前の機能へ復旧します。

- いずれの構造形式でも、軽微な損傷の施設については修復等で対応します。

## 今後の係留施設の大地震発生後の対応への取り組み

### PSI※1 値による概略評価（現地確認前の強震動情報による評価）

- 係留施設の地震被害を即時に推定するために、速度 PSI 値を活用します。
- 地表面の速度 PSI 値が 50 以上の場合、係留施設に甚大な被害が発生している可能性が高いと言えます。



### 係留施設利用可否判断支援装置 Berth Surveyor（現地調査実施後の評価）

- スマートフォンアプリにより簡単に GNSS※2 受信機を操作し、1 人でも計測可能な岸壁変形量計測・利用可否判断支援ツールです。
- 地震前の座標情報と地震後の測定座標との差分により地震時変位量を即時に確認でき、事前に数値解析により算出した変形量—部材損傷関係から供用可否判定結果を表示します。



※1：PSI (Power Spectral Intensity) 値とは、地震波形の速度 (cm/s) を二乗して時間で積分した値の平方根で表され、地震動の強さを評価する指標の一つです。

※2：GNSS とは、人工衛星を利用して地上の現在位置を計測するための衛星測位システムの総称 (Global Navigation Satellite System (全球測位衛星システム)) です。

# 防災・減災現場でのドローンの安全な活用

## 無人機による海上・沿岸の自動監視観測

□ 災害時はヘリコプターや船舶による災害救助・被害状況の確認が行われてきましたが、近年はドローン等が被害状況の確認に使われるようになってきました。今後、多くのドローンが飛行する環境において、ヘリコプターや船舶などの安全な運航を実現するためには、操縦者や利用者がそれぞれの位置を把握する必要があります。そこで、上空や海上における無人機の運航の安全性を高めるため、有人機（ヘリコプター等）、船舶（AIS※<sup>1</sup>搭載）、無人機（ドローン等）を同時にモニタするシステムを開発しました。



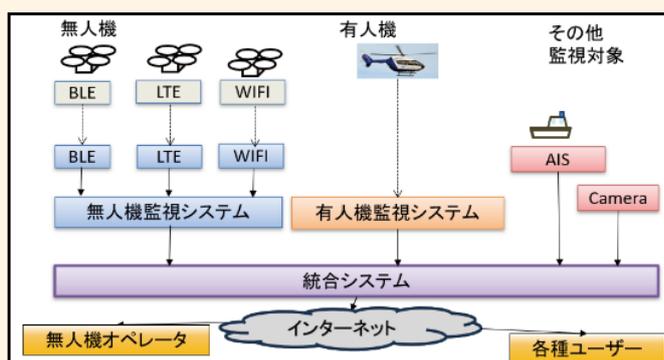
無人機の受信装置

有人機（ヘリコプター等）に対しては航空機義務搭載無線装置（トランスポンダ）の電波を受信し測位するほか、航空機位置を発信する新たな装置（ADS-B※<sup>2</sup>）により検知も行います。

船舶に対しては、船舶の位置等が発信する装置（AIS）を検知します。

無人機に対してはリモート ID(BLE)※<sup>3</sup> の電波を検知します。この受信装置は単体でも測位可能ですし、複数並べれば広い範囲を測位できます。また太陽光発電による蓄電池を電源としているため停電時でも使用できます。

これらの位置情報の取得により、災害救助・被害状況の確認で使用する無人機の運航の安全性を高めることができます。



システム構成図



情報共有イメージ

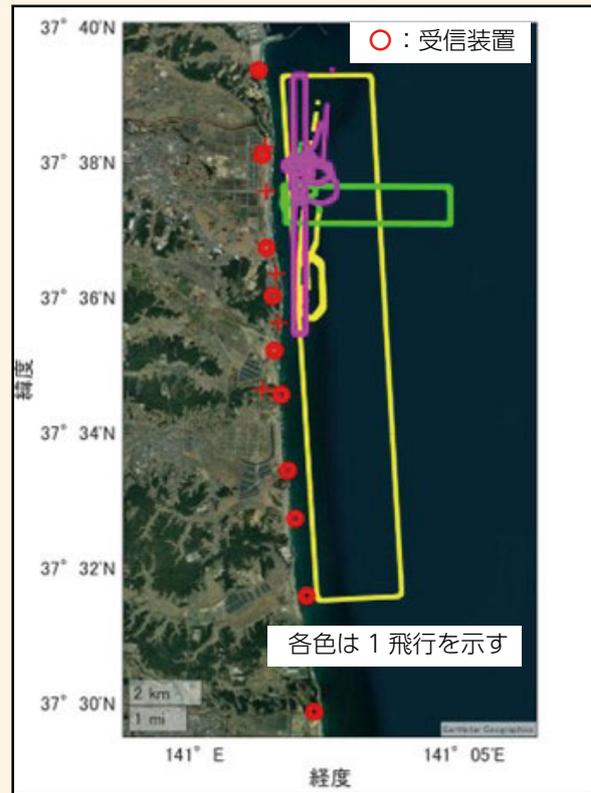
- ※ 1 : AIS とは、船舶自動識別装置 (Automatic Identification System) のことで、船舶の識別符号、位置、針路、速力等の情報を自動的に送受信して、相互に情報を交換するための装置です。
- ※ 2 : ADS-B とは、放送型自動従属監視 (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) のことで、航空機の識別符号、位置、針路、速度等の情報を自動的に送信する装置です。
- ※ 3 : リモート ID とは、無人機の登録記号や、位置、速度、操縦者の位置等の情報を発信する装置で、BLE とは、通信規格が Bluetooth で発信されるものです。

## 無人機による海上・沿岸の自動監視観測

- 航続距離の長い無人飛行艇を使用し海上実験を実施し、受信装置単体では装置から 1.5km～3km 程度の範囲まで検知できることを確認しました。また、10 の受信装置を海岸線に配置することで、海上で南北 14km、東西 5km の範囲で無人機を連続監視できることを確認しました。



実験で使用した無人飛行艇



実験結果（無人飛行艇の航跡）

- 無人機を用いることにより、より解像度の高い画像を取得でき、災害現場の状況をより詳細に把握することが可能となります。



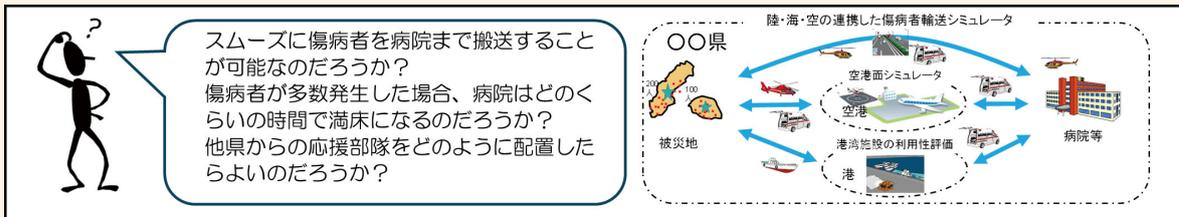
無人飛行艇で取得した画像

# 災害シミュレータの開発

## 傷病者輸送シミュレータの開発

### 傷病者輸送シミュレータとは

- ❑ 地震や水害などの大規模災害発生時に、都市の傷病者輸送の能力について、救急車両や病院などの情報を基にシミュレーションできます。
- ❑ 様々な条件でのシミュレーションを通じて、潜在リスク（ボトルネック）を見える化でき、都市の防災計画に反映することが可能です。

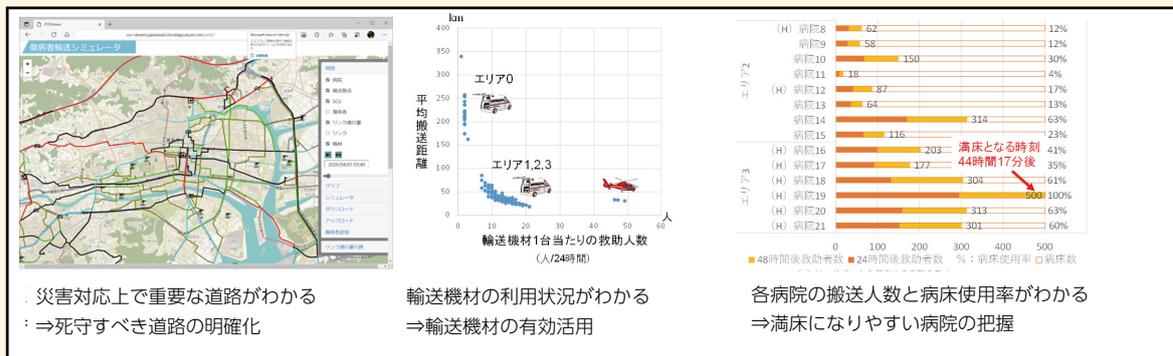


### シミュレータの概要

- ❑ 被災地域にいる要救助者をヘリコプターや救急車等を利用し、病院まで搬送する一連の流れをシミュレーションします。
- ❑ 自治体の被災想定を基にシミュレーションを実施することができます。



### シミュレータからわかること



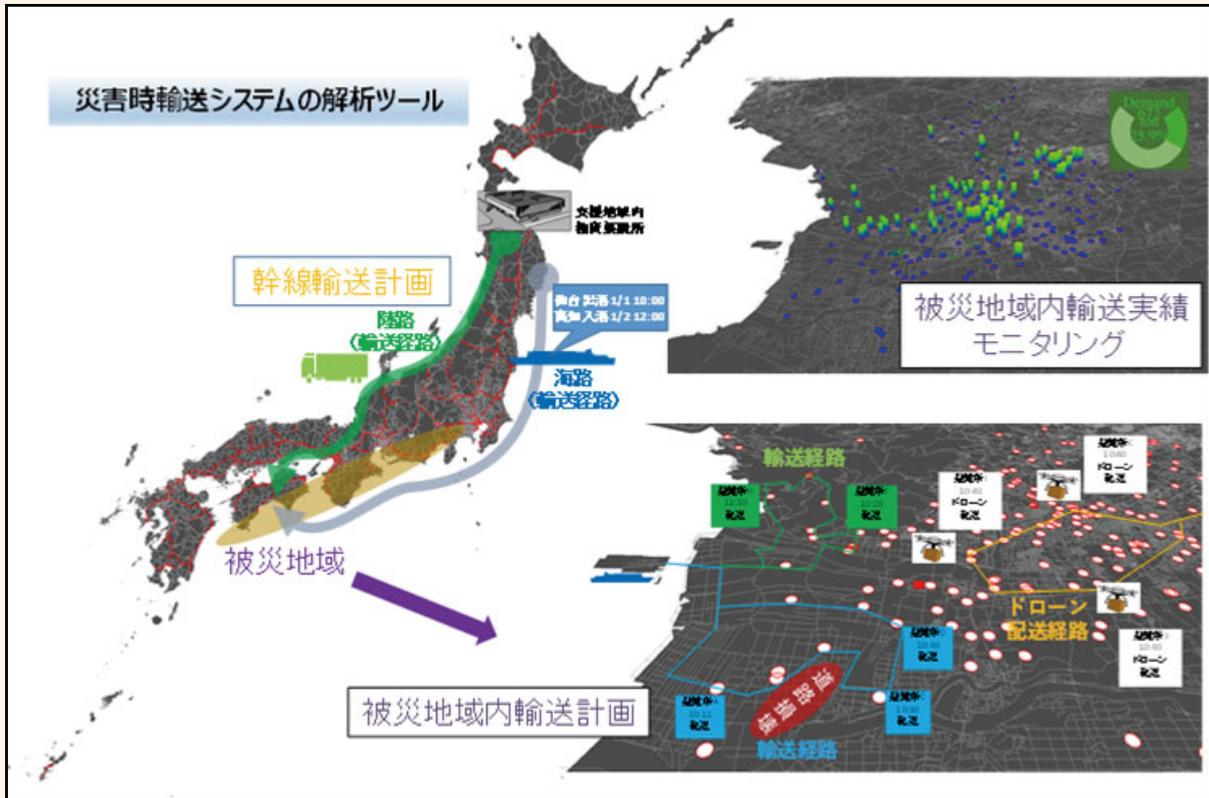
- ❑ 開発したシミュレータを活用して、自治体等における被災想定に基づき、輸送機材ごとの救助人数や病床使用率、重要な道路ネットワーク等の観点から分析することで国土強靱化に寄与できます。

\* 本研究は国土交通省の交通運輸技術開発推進制度（JPJ002223）の助成により実施されたものです。

## 災害時輸送システムの解析ツール

### 災害時輸送システムとは

- ❑ 物資の供給可能量と避難所毎の必要量を一元管理します。
- ❑ 支援物資の輸送実施を見える化し、被災状況を踏まえた輸送経路、到着予定時刻を管理・分析・共有します。



### 自治体での訓練での活用

- ❑ 本システムを活用することで、航空機・船・トラック等の輸送計画や現在位置等を共有することができます。
- ❑ 本システムは、自治体での訓練で活用されています。





災害時物資輸送救助訓練

