



# Annual Report

## 2017

## 所長のご挨拶

### 世界に貢献する技術をめざして

港湾空港技術研究所は、2016年4月に、海上技術安全研究所、電子航法研究所との統合によって発足した国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所において、港湾及び空港の整備等に関する調査、研究及び技術の開発等を担う研究所として再スタートしました。前身である運輸省港湾技術研究所の1962年の誕生以来、我々は、鹿島港開発や関西国際空港建設などの数々の港湾・空港プロジェクトを技術的に支援し、世界的にも評価される研究成果をあげてまいりましたが、今後は、他の二つの研究所を含む異なる分野の研究者の連携、融合をさらに拡大、深化させ、研究開発成果の最大化を図ってまいります。

さて、本年次報告は第一期中長期計画(2016年度～2022年度)の初年度である2016年度の実績を取りまとめたものです。第一期中長期計画においては、「沿岸域における災害の軽減と復旧」、「産業と国民生活を支えるストックの形成」、「海洋権益の保全と海洋の利活用」、「海域環境の形成と活用」の4つの研究開発課題に重点的に取り組むこととしております。

2016年度の具体的な取り組みとしては、「沿岸域における災害の軽減と復旧」では、大規模実験結果を活用した石油コンビナートの耐震対策工法の開発や、津波による海上火災数値シミュレーションモデルの構築を行うとともに、「産業と国民生活を支えるストックの形成」では、実験に使用する材料の屈折率を調整することにより注入薬液の地盤への浸透状況を可視化しました。さらに、「海洋権益の保全と海洋の利活用」では、音響ビデオカメラの映像呈示システムを改良し、「海域環境の形成と活用」では、ブルーカーボンによる気候変動の緩和効果と適応効果の研究を推進しました。

上記研究の遂行に当たっては、当研究所の二大モットーである、「研究水準が世界最高レベルであること」と「研究成果が実際のプロジェクトで役立つこと」を追い求めつつ、国が進めるインフラの海外展開への貢献や海外諸国への技術支援など、戦略的な国際活動についても、推進することができたと考えております。

また、2016年4月に発生した熊本地震では、広範囲にわたって大きな被害が発生しました。被災された方々に衷心よりお見舞い申し上げますとともに、被災地が一日も早く復旧・復興することを心から願っております。当研究所は、地震発生翌日から現地に研究者を派遣し、空港・港湾施設の被災調査及び二次災害防止、被災施設の復旧等に関する高度技術指導を実施し、早期の復旧に向けた支援に尽力しました。今後も、当研究所が我が国独自の厳しい自然条件の下、現場に密着した実践的な研究開発を行っている研究機関であるという独自性に鑑み、当研究所が持つ知見、人材等を活用し、防災に係る啓蒙、地震、津波等災害発生時の応急対応及び復旧に対する支援等を実施したいと考えております。

引き続き、皆様のご理解とご支援をお願い申し上げます。



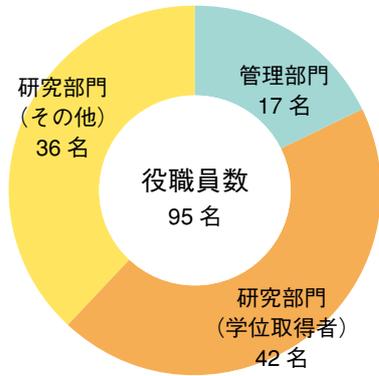
所長 (理事) 栗山 善昭

## CONTENTS

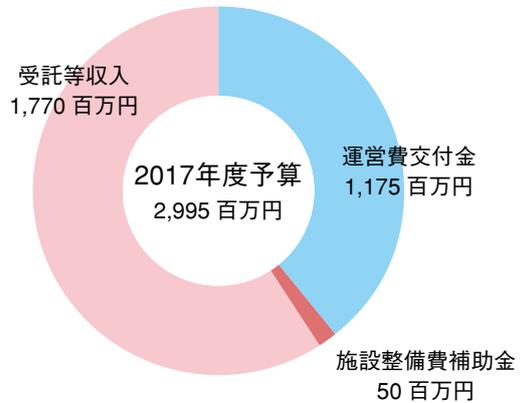
1 組織等の概要	・・・02p	6 研究成果の公表	・・・19p
2 研究所運営の基本方針	・・・03p	7 開かれた研究所	・・・20p
3 2016年度の研究体系	・・・04p	8 高い外部評価	・・・21p
4 各研究テーマの概要及び2016年度の活動	・・・05p	9 研究所の出来事	・・・22p
5 基礎研究と萌芽的研究	・・・14p		

# 組織等の概要

## 役職員及び予算

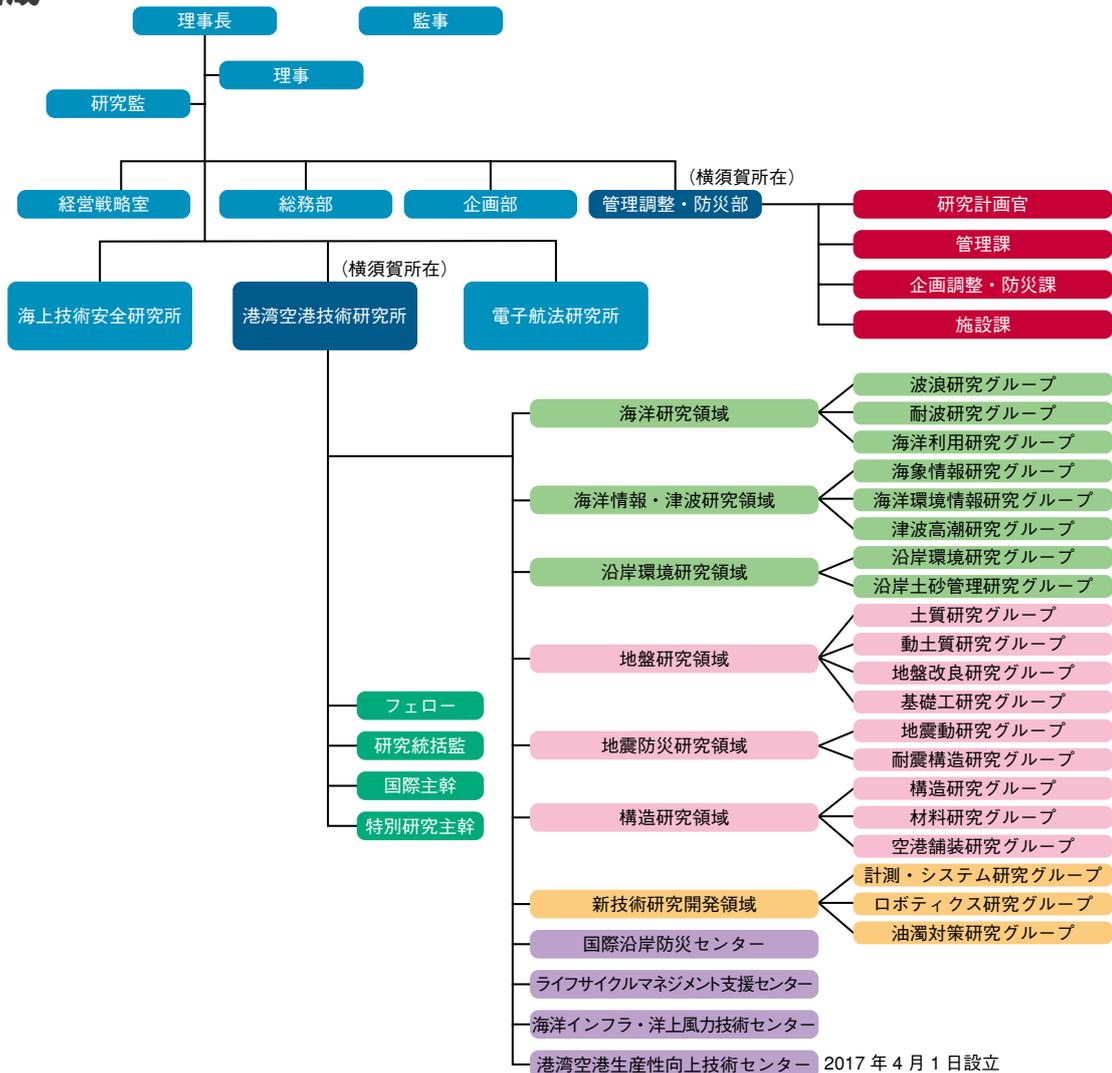


2017年4月1日時点  
(横須賀所在)



※ 港湾、航路、海岸及び飛行場等に  
係る技術分野に関する予算を示す

## 組織構成



2017年10月1日時点

# 研究所運営の基本方針

## 中長期目標 (2016 年度～ 2022 年度)

国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所が達成すべき業務運営に関する目標として、国土交通大臣により中長期目標が定められており、同目標において、以下のとおりその活動が明記されている。

独立行政法人改革等に関する基本的な方針(平成25年12月24日閣議決定。以下「改革の基本的な方針」という。)を踏まえ、その政策実施機能の強化を図るべく、今般、国土交通省が所管する国立研究開発法人海上技術安全研究所、国立研究開発法人港湾空港技術研究所及び国立研究開発法人電子航法研究所を統合し、国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所(以下「研究所」という。)を設立した。通則法第2条第1項に規定されているとおり、研究所は、国民生活及び社会経済の安定等の公共上の見地から確実に実施されることが必要な事務及び事業であって、国が自ら主体となって直接に実施する必要のないものうち、民間の主体に委ねた場合には必ずしも実施されないおそれがあるものを効果的かつ効率的に行うために設立されている法人である。

各研究所それぞれが担ってきた役割の大きさに鑑みれば、研究所は、「改革の基本的な方針」に沿って、従前より培ってきた豊富な知見やプレゼンスを今後も十分に活かし研究開発を進めることが必要である。さらに、社会環境の変化に対応して研究内容の見直しと重点化を不断に行うとともに、新たな萌芽の研究に取り組むなど、各分野における政策課題の解決に向けた研究開発をより一層積極的に実施していく。

また、研究所は、このような各分野における研究開発の推進によって、技術シーズを磨き、専門的な知見を蓄積してきたからこそ、それを活用した分野横断的な研究の実施が可能となっている。このことを踏まえ、分野横断的な研究を効率的かつ効果的に実施し、例えば、国土形成計画に位置付けられた「海洋権益の保全及び海洋資源・海洋再生エネルギーの開発等の利活用の推進」等、我が国の政策の実現に貢献していく。

さらに、これらの研究開発の成果を社会に還元させるとともに、外部機関との連携、研究成果の広範な普及に努めることが重要である。加えて、国際的な基準・標準策定への積極的な参画や、国際協力を通じて我が国の技術やシステムの国際的な普及を図る等の国際活動を戦略的に実施していくことも重要である。

以上のように、我が国が直面する多様かつ重大な課題の解決のため、国土交通省技術基本計画に基づき、国土交通省が推進する政策の実現に貢献していくことが研究所のミッションである。

## 中長期計画 (2016 年度～ 2022 年度)

国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所は、国土交通大臣が定めた中長期目標を受け、それを達成するための中長期計画を策定している。そのうち、研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項のポイントは、次のとおりである。

### 1) 分野横断的な研究の推進等

旧3研究所の研究領域にまたがる分野横断的な研究を効率のかつ効果的に実施し、海洋の利用促進、産業の国際競争力強化等の政策の実現に貢献する。

### 2) 港湾、航路、海岸及び飛行場等に係る技術に関する研究開発等

国土交通省で推進する港湾・空港施設等の防災及び減災対策、既存構造物の老朽化対策、海洋開発の拠点整備等の課題へ対応するため、次頁の研究体系に示す研究開発課題に重点的に取り組む。

また、基礎的な研究のうち、波浪や海浜変形等に係るメカニズムや地盤及び構造物の力学的挙動等の原理や現象の解明に向けて積極的に取り組む。

併せて、新たな研究成果を創出する可能性を有する萌芽的研究に対し、先見性と機動性を持つて的確に対応する。

### 3) 研究開発成果の社会への還元

技術的政策課題の解決に向けた対応、災害及び事故への対応、橋渡し機能の強化、知的財産権の普及活用、情報発信や広報の充実に取り組む。

### 4) 戦略的な国際活動の推進

国際基準化・国際標準化への貢献、海外機関等との連携強化に取り組む。

## 研究所の運営

迅速な意思決定に努め、戦略的な研究所運営に取り組む。また運営に係る多様な事項について、幅広い視点から多角的な検討を行うため、以下に示す各会議等を開催する。

- 1) 経営戦略会議：研究所の運営の根幹に係る重要な事項について審議する意思決定会議
- 2) 幹部会：部長級以上の全役職員と管理調整・防災部3課長で構成する毎週の定例会議
- 3) 評議員会：外部有識者の広くかつ高い見識から答申を得ることを目的として設置している会議
- 4) 外部評価委員会：研究所が行う研究について第三者による客観的及び専門的視点から評価を行う外部機関

# 2016 年度の研究体系

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9

2016年度の研究体系

研究開発課題	研究テーマ	研究サブテーマ	研究の種別	研究実施項目 (☆は特別研究)		
1 沿岸域における災害の軽減と復旧	1A 地震災害の軽減や復旧に関する研究開発	①最大級の地震による波形予測と被害予測に関する研究	基礎研究	港湾地域および空港における強震観測と記録の整理解析 (2A ②)		
			基礎研究	地震災害および被災要因調査 (2A ②)		
			基礎研究	大都市直下で発生する大地震に対する強震動予測手法の開発		
			基礎研究	地震動の連成作用下の液状化機構と評価予測に関する研究		
			応用研究	既存係留施設の簡易耐震性能評価手法の研究 (2A ②)		
			応用研究	多種多様な施設で構成されるコンビナートの防災性向上に関する診断・対策技術開発		
			基礎研究	海底地盤流動のダイナミクスと防波堤・護岸の安定性評価に関する研究		
			1B 津波災害の軽減や復旧に関する研究開発	①ICTによる意思決定支援システムに関する研究	開発研究	港湾における津波火災の数値計算モデルの開発
					基礎研究	海洋-地球結合津波モデルの開発
	応用研究	三次元高精度津波遡上シミュレータの高度化				
	②耐津波強化港湾の形成に関する研究	基礎研究	津波による構造物周辺の局所洗掘量の推定手法の構築			
		1C 高潮・高波災害の軽減や復旧に関する研究開発	①高潮・高波の予測と最大級の被害想定に関する研究	基礎研究	海象観測データの集中処理・解析に基づく海象特性の解明	
				基礎研究	うねり性波浪の波浪推算精度向上に向けた提案	
	開発研究	港内の強風による波や航走波の造波・静穏度解析手法の開発				
	応用研究	異常波浪による設計外力とその低減策に関する検討				
基礎研究	日本の内湾における超強大台風の風・高潮・波浪特性の究明					
基礎研究	メソスケール気象モデルを用いた沿岸の海象・海洋環境予測モデルの開発					
応用研究	設計潮位を超える津波・高潮時の風波による波力と越流・越波に関する研究 (1B ②)					
2 産業と国民生活を支えるストックの形成	2A 国際競争力確保のための港湾や空港機能の強化に関する研究開発	①国際競争力確保のための港湾や空港機能の強化に関する研究	応用研究	連続コンテナターミナルの有効活用方策やターミナル作業の自動化等の効率化方策の開発		
			応用研究	コンテナターミナルのパッケージ輸出を目指したターミナルシステムの研究		
			応用研究	CIMの活用による省力化・工期短縮・コスト削減の研究		
			応用研究	地盤改良工法や埋立材料の違いを考慮した空港埋立地盤の性能評価手法の開発 (2C ①)		
	2B インフラのライフサイクルマネジメントに関する研究開発	①インフラの長寿命化技術に関する研究	基礎研究	暴露試験によるコンクリート、鋼材及び各種材料の長期耐久性の評価		
			基礎研究	土質特性を考慮した海洋鋼構造物の電気防食設計の高度化		
			基礎研究	海洋構造物の被覆防食工法の耐久性評価に関する研究		
			基礎研究	過酷環境下における各種材料の耐久性に関する研究		
			応用研究	港湾・空港施設等の戦略的維持管理に関する技術データベースの整備とその有効利用		
			開発研究	空港アスファルト舗装の剝離抵抗性の向上および評価手法の開発 (2A ②)		
			応用研究	空港アスファルト舗装の長寿命化に資する舗装材料の改良に関する提案 (2A ②)		
			開発研究	維持管理を考慮した構造設計手法の開発		
			開発研究	港湾構造物のヘルスマonitoringの導入に関する検討		
	②インフラの点検診断システムに関する研究	開発研究	栈橋上部点検のためのROVの機能拡充			
		③インフラのマネジメントシステムに関する研究	開発研究	港湾構造物のライフサイクルシミュレーションモデルの開発		
基礎研究			不均質地盤に対する地盤改良仕様の提案 (2A ②)			
2C インフラの有効活用に関する研究開発	①既存施設の改良・更新技術に関する研究	基礎研究	港湾・空港施設更新・改良のための杭の支持力評価手法に関する研究 (2A ②)			
		基礎研究	転炉系製鋼スラグの海域利用条件下における耐久性に関する研究			
		基礎研究	微視構造を考慮した複合地盤材料の力学特性評価の高精度化			
		開発研究	海面処分場の高度土地利用のための構造物基礎構築技術の評価			
3 海洋の利活用	3A 海洋の開発と利用に関する研究開発	①遠隔離島での港湾整備に関する研究	開発研究	海洋上の孤立リーフ海域に建設される係留施設の利活用に関する技術開発		
			開発研究	港湾内の船舶の新型係留装置に関する技術開発		
			開発研究	遠隔離島における港湾施設等の点検・調査技術に関する研究		
			開発研究	次世代音響画像システムの開発		
			開発研究	海洋エネルギーの港湾への実用的利活用に関する研究		
			基礎研究	☆ 離島における炭酸カルシウム地盤の形成と安定性に関する現地調査と情報解析		
			4 海域環境の形成と活用	4A 沿岸生態系の保全や活用に関する研究開発	①沿岸生態系の活用に関する研究	基礎研究
基礎研究	沿岸底生生態-地盤環境動態の統合評価予測技術の開発					
基礎研究	閉鎖性内湾における環境の常時連続観測とその統計解析					
応用研究	詳細な底質解析に基づく内湾環境動態予測システムの確立					
基礎研究	沿岸域における場の規模を考慮した生物多様性評価手法の開発					
基礎研究	データ同化による沿岸域の流動及び水質環境の解明					
②内湾域の水環境リアルタイム予測技術に関する研究	開発研究	自然災害等を含めた流出油防除に向けた新技術の研究開発				
	③海上流出油への対応技術に関する研究	基礎研究		平均海面上昇に伴う海岸地形変化の実測と将来予測手法の汎用化		
		基礎研究		☆ 河口域周辺での土砂輸送および航路・泊地への集積機構の解明		

# 各研究テーマの概要及び 2016 年度の活動

## 1A 地震災害の軽減や復旧に関する研究開発

1  
2  
3  
4 各研究テーマの概要及び 2016 年度の活動  
5  
6  
7  
8  
9

### 研究の目的・背景

- ・南海トラフ巨大地震や首都直下地震をはじめとする大規模災害に対して、地震後の早い段階からの所要の幹線貨物輸送機能の確保、また、復旧復興の拠点としての必要最小限の緊急物資輸送機能の早期確保が必要とされている。さらには地震・津波・高波と地盤の相互作用による沿岸災害が懸念され、その軽減が必要とされている。
- ・そこで、本研究テーマでは、海溝型大規模地震発生時に予測されている長周期・長継続時間の地震動特性や、局所的な地盤特性による地震動特性に対応した施設の耐震性診断・耐震性能照査に基づく耐震性向上と工費縮減を両立させる研究開発を行う。特に、高度経済成長期に整備され設計寿命を迎えつつある施設を供用しながら、耐震性の調査や診断を可能とする手法や、耐震性向上対策の実施を可能とする工法等の研究開発を行う。

### 研究の概要

次の3つのサブテーマを設け研究開発を行う。

#### i) 最大級の地震による波形予測と被害予測に関する研究

海溝型巨大地震がもたらすことが懸念される最大級かつ継続時間の長い地震動の予測技術の開発を行う。また、最大級かつ継続時間の長い地震動に対する液状化予測および構造物の被害予測技術の開発などを行う。

#### ii) 最大級の地震に対する被害軽減技術に関する研究

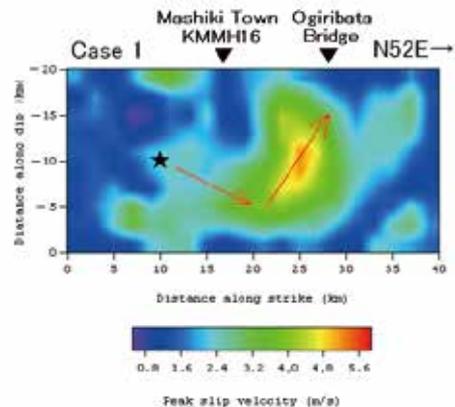
既存構造物の耐震補強を効果的に進めるため、与えられた制約の下で最も効果的な対策を提案していく。その際、新たな素材や構造・工法を用いた被害軽減・強靱化技術を積極的に用いていく。特に、コンビナートなどの耐震性向上策として、施設全体の機能維持並びにコスト縮減の視点に立ち、供用制限を少なくした調査・診断・対策技術を開発する。また、災害直後に被害の程度を現地で迅速に評価する簡易判定法の開発や応急復旧技術の開発などを行う。

#### iii) 地震・津波・高波と地盤ダイナミクスの相互作用に関する研究

地震時、波浪作用時の海底地盤の液状化や、津波作用時の防波堤基礎マウンドの支持力低下機構など、地震、波浪と地盤の相互作用に関する研究を進める。また地震による海底地盤の発生やこれに起因する津波現象、さらに津波、高波作用時の地盤の動態、変形破壊機構およびその対策についての検討を、数値シミュレーションモデルや模型実験（津波発生装置付き遠心載荷装置や大規模波動水槽）等を用いて進める。

### 2016 年度の活動

- ・2015年1月～12月の期間で2488個の強震記録を得た。これらの記録を整理・解析し、港湾空港技術研究所資料として刊行した。
- ・2016年4月に発生した熊本地震に対して、4月15日～18日に調査団を、熊本港、熊本空港、別府港、八代港に派遣し、被災状況・要因の調査を行い、復旧等の技術支援に反映させた。また、東日本大震災での矢板岸壁の大規模な被災要因に対する対策法を見いだした。
- ・4月の熊本地震の発生を受け、震源断層の破壊過程の推定、震源近傍の強震記録の分析、強震記録が得られなかった港湾・空港での地震動を推定するための震源モデルの開発などを行った。
- ・地震動の連成作用下の液状化に関する各種実験及び解析を進め、当該連成作用による液状化特性・機構と評価予測についてとりまとめた。また、液状化の発生に及ぼす地震波の不規則性と継続時間の影響を同時に考慮する方法を海外の液状化予測判定法にも適用できるよう拡張・一般化した。
- ・栈橋を対象として構造の地震変状後の全体安定性に関する残存性能を検討し、鋼管の板厚や降伏強度の変化を定量的に評価するモデルを提案するなど、既存栈橋の耐震性能評価に関するとりまとめを行った。
- ・防災科学技術研究所の大型振動台「E-ディフェンス」を用いて、実在するコンビナート施設の石油タンク、栈橋、護岸を1/8に縮小して再現した模型振動台試験を行った。試験では耐震対策を施した断面と施さない断面の2つの模型を作成し比較検討を行った。
- ・海底地すべり・重力流の発達過程に関する提案モデルによる予測結果を最新の海底地盤流動事例に照らして検証しその有効性を明らかにした。また、津波越流一浸透連成作用による防波堤・マウンド・基礎地盤の不安定化機構を解明すると共に、津波浸透を受ける防波堤基礎の安定性評価手法を構築した。



熊本地震の断層面を挟む両側の岩盤の相対速度のコンター（単位：m/s）  
色の濃い部分は相対速度の大きかった部分（＝特に強い地震波を生成した部分）  
★は破壊の始まり、矢印は破壊の順序を示す

## 各研究テーマの概要及び 2016 年度の活動

## 1B 津波災害の軽減や復旧に関する研究開発

## 研究の目的・背景

- 2011年の東日本大震災以降、越流を伴う津波に対しても安定な構造物の開発や、構造物が破壊されて生ずるガレキの漂流などを予測する数値シミュレーションモデルの開発等を行ってきた。しかし、陸上部を遡上する複雑な津波の挙動やそれに伴う被害は十分に明らかにされておらず、その推定方法も未開発である。また、避難等に活用が期待される浸水リアルタイム予測技術に関しても、利用しているデータはGPS波浪計のデータのみであり、他の貴重なデータは活用しきれていない。
- そこで、本研究テーマでは、防災・減災対策を被害先行型から対策先行型へ切り替えていくため、最大級の津波に対しても強靱な(レジリエントな)沿岸域の構築、すなわち、最大級の津波に対しても人命を守り、社会経済に対して壊滅的な被害を発生させず、早期復旧復興を可能とするための研究を行う。

## 研究の概要

次の2つのサブテーマを設け研究開発を行う。

## i) ICTによる意思決定支援システムに関する研究

信頼性の高い津波予測のために、これまでに開発してきたGPS波浪計による沖合津波観測情報を利用した即時浸水予測システムをさらに発展させ、陸上GPSによる地殻変動情報、海洋短波レーダー等リモートセンシング情報の活用により信頼性を一層向上させる。また、安全な避難場所の配置のためには、津波による浸水の評価だけでなく、構造物の耐津波性を評価するための津波の流速や漂流物の評価、さらに漂流物にともなう津波火災の評価等が必要であり、これらリスクの評価を可能にする総合シミュレーション・システムを構築する。

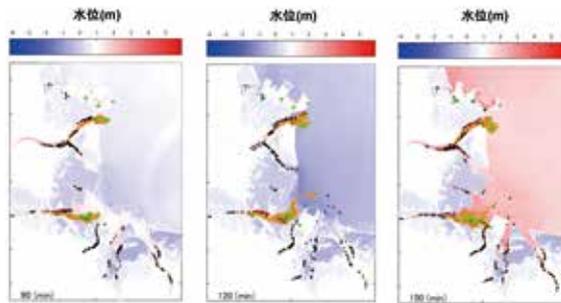
## ii) 耐津波強化港湾の形成に関する研究

強い流れの発生場所、大規模越流等による構造物周りの洗掘、船舶等漂流物の衝突力等を明らかにし、耐津波防波堤等の設計法や耐津波強化港湾の計画手法を開発する。設計や計画のためのツールとして、これまでに開発した数値計算モデルに加え、流体一物体を一体として解くような粒子法等新たな計算手法を取り入れた3次元マルチフィジックス数値計算モデルの研究開発を実施する。さらに、大縮尺の模型実験を実施して、計算モデルの妥当性や精度の検証を行うとともに、港湾都市における津波の複雑現象を解明する。

## 2016 年度の活動

- 港湾における津波火災の数値計算モデルの開発では、東日本大震災で気仙沼湾に発生した海上火災をモデル化し、三重県津松阪港を例に津波による自動車・漁船の漂流、流出油の拡散、がれきの発火・燃焼・鎮火の計算を試みた。今後は市街地の火災についても検討する。従来の津波計

算モデルも、海水と漂流物の動きを表現し、溺死者を減らす避難計画に有効なツールであったが、このモデルは火災も考慮した防災計画に役立つものと期待される。



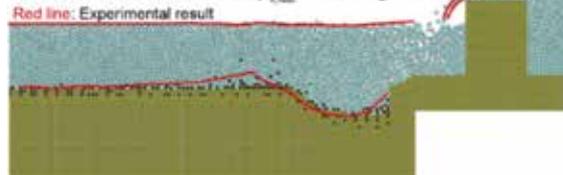
津波火災の数値計算(黄緑・濃緑: 漂流中・漂流停止した自動車や漁船、橙: 流出油、黒・赤・青: 未発火・燃焼状態・鎮火後のがれき)

- 海洋-地球結合津波モデルの開発では、従来の津波伝播計算モデルに、波の分散性、海水の圧縮性と地球の弾性、地球の自己重力の効果を考慮することで、遠地津波の再現性を非常に高めることができた。今後、この新たな計算モデルを用いれば、遠地津波の伝播の予測精度が高まるだけでなく、既存の津波シミュレータSTOCに組み込むことで、沿岸部の浸水の予測にも役立つ。
- 三次元高精度津波遡上シミュレータの高度化では、津波の発生から沿岸への伝播、防護施設の変形、後背地への遡上を一貫して計算するシミュレータを構築した。これを用いると、一つの都市において防護施設の変形のタイミングや浸水域の広がり方を詳しく見ることが出来る。今後は、計算の効率化を図りつつ、ケーススタディを積み重ね、プログラム公開に向けた準備にも取り組む。
- 津波による構造物周辺の局所洗掘量の推定手法の構築では、越流水深のみをパラメータとした従来の最大洗掘深の算定式に、模型実験の結果を踏まえて時間項を加えた。また、粒子法の数値計算モデルで、洗掘の現象を再現できるようになった。今後は防波堤の堤頭部や護岸の隅角部の洗掘についても検討を行う。

A) Experiment with  $\rho_{\text{sed}} = 2,650 \text{ kg/m}^3$



B) Numerical simulation with  $\rho_{\text{sed}} = 1,100 \text{ kg/m}^3$



洗掘の実験と粒子法による再現

# 各研究テーマの概要及び 2016 年度の活動

## 1C

### 高潮・高波災害の軽減や復旧に関する研究開発

#### 研究の目的・背景

- わが国では、1959年9月の伊勢湾台風以降、高潮・高波による甚大な被害は受けていないが、アメリカでは2005年9月のハリケーンカトリーナ、フィリピンでは2013年11月の台風ハイヤンなどで大きな被害が発生している。今後は、地球温暖化の影響により、わが国でもこれまでの想定を超える高潮・高波の発生が懸念される。
- そこで、本研究テーマでは、防災・減災対策を被害先行型から対策先行型へ切り替えていくため、最大級の高潮・高波に対する被害をいかに軽減し、そこから迅速な復旧・復興を図るかということに重点を置いて、ハード・ソフトの対策につながる研究を行う。具体的には、最大級の高潮・高波の予測および被害想定のためのモデル開発を行うとともに、被害軽減のための粘り強い構造物の設計手法を開発する。

#### 研究の概要

次の2つのサブテーマを設け研究開発を行う。

##### i) 高潮・高波の予測と最大級の被害想定に関する研究

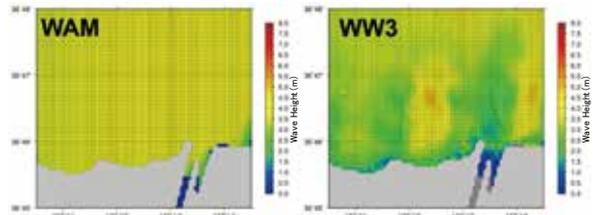
気象モデルを取り入れた高精度な高潮浸水モデルを開発するとともに、高潮・高波のリアルタイム予測モデルを開発する。また、開発したモデルや波浪観測データを活用し、地球温暖化の進行で発生が懸念される巨大台風による沿岸各地の波浪特性や高潮特性を解明する。

##### ii) 最大級の高潮・高波の被害軽減技術に関する研究

高潮等による想定を超える高潮位と高波が複合する複雑な状況下での構造物の安定性を明らかにし、高潮と高波複合作用時における防波堤や護岸の設計手法を確立する。

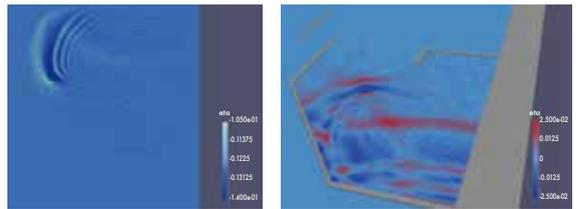
#### 2016 年度の活動

- 海象観測データの集中処理・解析に基づく海象特性の解明では、2015年の全国の波浪観測データの統計解析を年報にまとめた。6地点の沿岸波浪計と3地点のGPS波浪計で既往最大有義波を更新した。今後も2016年以降のデータ解析を継続する。方向スペクトル推定法については、収束計算を回避して短時間の演算で安定した解が得られるように改良し、これまで苦手とした「うねり性波浪」への適用性を高めた。さざ波の物理過程を究明するために、平塚沖海洋観測タワーで観測された風と波浪の解析も行った。
- うねり性波浪の波浪推算精度向上に向けた提案では、2008年の富山湾の「寄り回り波」をWAMとWW3で推算し、WW3がWAMよりも富山湾の波高や周期をよく再現することを示した。さらに、「あいがめ」と呼ばれる独特な海底地形を有する沿岸部を、WAMやWW3で得たスペクトルを入力したブシネスクモデルで計算し、スペクトルの推定誤差の要因についても考察した。今後も、日本沿岸の波浪推算を行って、うねり性波浪の精度を検証する。



富山周辺の波向・波高の分布

- 港内の強風による波や航走波の造波・静穏度解析手法の開発では、港内を航行する船舶の航走波の計算において、船がかき分ける横方向の流量や船型の違いを考慮できるようにした。船舶が旋回するときの航走波や、航走波の防波堤による反射も表現できる。この計算モデルは、外洋から進入する波浪と航走波の両方を考慮した港内の静穏度の評価への活用が期待される。今後は、強風下で発生する港内発生波を考慮した荷役稼働率の算定手法を検討する。



旋回する船舶による航走波(左図)と防波堤による反射も生じた航走波(右図)

- 異常波浪による設計外力とその低減策に関する検討では、気象擾乱時の波浪と碎波による平均水位上昇量を計算し、港ごとに潮位によらず波高と平均水位上昇量に相関があることを確認した。そこで、検潮所での潮位偏差に占める「吸い上げ・吹き寄せによる高潮の偏差」と「波浪の碎波による平均水位上昇量」とを推定し、様々な再現期間に対する波高と高潮偏差の関係をこれらの極値分布から考察した。
- 日本の内湾における超強大台風の風・高潮・波浪特性の究明では、鹿児島湾内において最大クラスの台風により3m以上の高潮偏差が生じることを明らかにした。この高潮偏差は既往最大を上回るものである。
- メソスケール気象モデルを用いた沿岸の海象・海洋環境予測モデルの開発では、海象・海洋環境予測モデルを概ね構築することができ、様々な検証計算やケーススタディを実施できる段階に到達した。
- 設計潮位を超える津波・高潮時の風波による波力と越流・越波に関する研究では、被災調査などを通じて全国各地の防潮堤や護岸の事例を収集した。また、津波や高潮によって潮位が高い時に波浪が作用すると、水圧は潮位が高いことによる静水圧の増加と波圧を足し合わせたものとなり、波圧が波高と波長の積の平方根に比例する傾向があることを、模型実験によって明らかにした。今後は、護岸のマウンド透過波とマウンド粒径についての実験を行うとともに、設計で用いる波力式を提案する。

## 各研究テーマの概要及び 2016 年度の活動

## 2A 国際競争力確保のための港湾や空港機能の強化に関する研究開発

## 研究の目的・背景

- 人口減少が進み高齢化社会が進んでいく一方で、過去に蓄積されたインフラの老朽化が進む中、国の活力の源である我が国産業の国際競争力、国民生活を支える港湾・空港の機能をいかに確保していくか、また限られた財源や人員の下、既存インフラの有効活用や施設自体の長寿命化にも留意しつつ、インフラの維持、更新及び修繕をいかに効率的かつ効果的に実施していくかに重点を置いた取組が求められている。
- このため港湾・空港の機能強化に関する研究開発等に取り組むこととし、国際戦略港湾政策、羽田空港整備、インフラ輸出力など、国際競争力に関連するサブテーマについて研究所全体で包括的に研究開発を進めている。
- 本研究テーマでは、自動化荷役、情報化施工(CIM)、インフラ輸出力など、国際競争力に関連する特定の技術開発に取り組んでいる。なお、大規模施設の整備、施設の耐震性向上、施設建設後の維持管理、既存施設の改良など、港湾・空港施設の整備を効率的・効果的に行う技術開発については他の研究テーマ(1A、2B、2C)において取り組まれている。

## 研究の概要

## i) 連続コンテナターミナルの有効活用方策やターミナル作業の自動化等の効率化方策の開発

横浜港南本牧埠頭MC1-4を対象として、オフドックデポの効果、オペレーションの効率化による環境負荷低減効果やゲート前渋滞の防止について、シミュレーションによる定量的な評価をもとに、一体的なコンテナターミナルの有効活用方策を確立する。

在来型オペレーション手法や在来型荷役機械に対して、ターミナルの生産性向上を進めるシステムを確立する。

## ii) コンテナターミナルのパッケージ輸出を目指したターミナルシステムの研究

コンテナターミナルの効率化を進めることの可能な荷役設備、オペレーションシステム、設計及び計画手法を確立する。

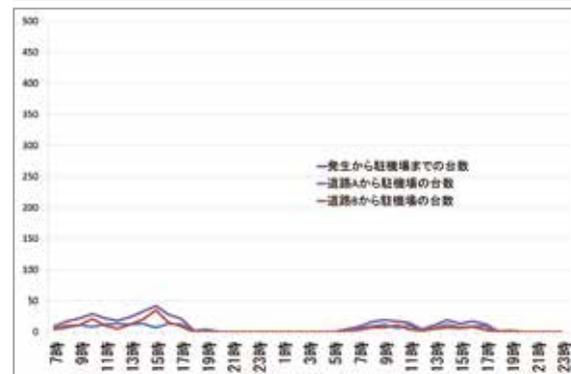
## iii) CIMの活用による省力化・工期短縮・コスト縮減の実現

CIM(Construction Information Modeling)の活用の一環として、マルチビームソナーによる施工管理データを用いた工事検査方法を確立し、施工管理検査の省力化・国際標準化を目指すとともにCIMの活用により遅れている海洋工事の無人化施工の確立を目指す。

## 2016 年度の活動

- 横浜港南本牧埠頭MC1-4を対象として、ゲート条件、配置、取扱数量のいくつかの想定に対するゲート前待機数について、AutoModを用いた数値シミュレーションによる定量的な評価を実施した。

- 海外事例調査により、コンテナターミナルの荷役方式を在来型から自動化に変更した場合の件数費、メンテナンス費、燃料費、IT投資及び減価償却費等について定量的な分析を行い、ターミナル面積、全体コスト及び利益にかかる効果が明らかとなった。
- マルチビームソナーの導入にあたり検討が必要となる、出来高検査基準を満足するデータの精度、操作方法の確立、出来高検査基準への追記及び海上保安庁との調整の事項について行政支援を行った。



MC1-4の将来の取扱数増に対して、ゲートのレーン数を極力増やさない場合(上図)と大幅に増やした場合(下図)でゲート前のトラックの待機数(縦軸)の比較。交通量の多い日(グラフ内左側)で大きな差になる。



Kalmar社のAutomated Stacking Crane。トレーラからコンテナを吊り上げる様子(ロサンゼルス港TraPacターミナル)



Kalmar社のAutomated Straddle Carrier。ガントリークレーンが降ろしたコンテナを自動的に積み取り運搬する。(ロサンゼルス港TraPacターミナル)

# 各研究テーマの概要及び 2016 年度の活動

## 2B インフラのライフサイクルマネジメントに関する研究開発

### 研究の目的・背景

- ・ 長期間供用された港湾・空港・海岸インフラが増加するなか、施設の維持管理を行うための財源および技術者数は限られていることから、今後、維持すべき港湾・空港・海岸インフラの機能の維持を図るとともに、戦略的な維持管理・更新等を行っていくことが強く求められている。
- ・ そこで、維持管理性に優れた構造や材料を適用するための設計手法の構築や、維持管理段階における各種対策に関する技術開発を行う。

### 研究の概要

次の3つのサブテーマを設け研究開発を行う。

#### i) インフラの長寿命化技術に関する研究

海洋環境下での各種建設材料の長期耐久性の評価および劣化メカニズムの解明、鋼構造物の防食工法の防食効果などについて検討を進める。特に、海外、国内遠隔離島を想定し、過酷環境・低品質材料条件下での材料特性および耐久性の向上、環境負荷低減、高耐久化、環境共生などについての検討を行う。また、空港滑走路に関して、骨材とアスファルト剥離の検出法、剥離の対策方法、空港舗装の荷重支持性能の向上、短時間で施工可能な補修技術などを検討する。

#### ii) インフラの点検診断システムに関する研究

非破壊・微破壊試験法およびセンサを利用した点検診断技術、ROV等無人調査装置、非接触式肉厚計測法等の研究開発を行う。特に、非破壊試験法や微破壊試験法を活用したヘルスマonitoringシステム、構造物種別ごとのモニタリング手法の提案を行う。さらに、栈橋を対象として、評価したい性能と期待する出力の精度に対応した点検診断方法の選定スキームの構築を行う。

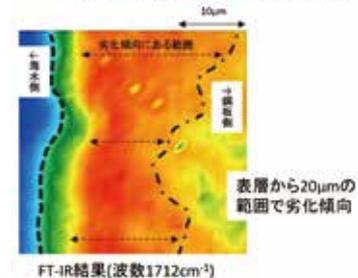
#### iii) インフラのマネジメントシステムに関する研究

港湾構造物の構成部材の劣化促進実験等を行い、ライフサイクルを通じた性能低下モデルを検討し、実環境下における暴露実験や現地調査によりモデルの妥当性を検証する。また、特に、個々の構造物の要求性能や利用、予算等、各種制約条件を踏まえて、港湾単位あるいは地区単位で港湾構造物群をマネジメントしていくための計画策定手法を提案する。

### 2016 年度の活動

- ・ 長期暴露施設を用いて、コンクリートの塩害劣化予測、各種木質材料の耐久性などに関するデータを取得した。
- ・ 実環境における鋼材の電気防食工法の防食効果について、多数のテストピースより得られた結果の再整理を行った。
- ・ 被覆防食工法の劣化予測手法の確立を目的として、長期間供用された実港湾構造物から採取されたサンプル分析を行った。また、促進劣化試験により、ペトロラタム被覆工法の劣化メカニズムの解明を進めた。
- ・ 低品質骨材(サンゴ質)および練混ぜ水に海水を用いたコンクリートの耐久性の評価を行い、また海水によるコンクリート養生技術開発のための暴露試験を開始した。さらに、高耐久性鉄筋(ステンレス鉄筋等)の耐久性の評価を暴露試験体の調査により行った。
- ・ 各地方整備局および管理者等からの維持管理技術に関する問い合わせに対応した。
- ・ 新設アスファルト舗装設計時の剝離抵抗性評価のための試験を行い、はく離防止策の整理を行い、とりまとめた。
- ・ 骨材配合、中温化材について、空港アスファルト舗装に求められる要求性能とその性能の試験・評価方法について検討・整理を行い、予備実験を行った。
- ・ 維持管理の省力化のための構造形式や構造細目の事例収集、設計時における維持への配慮事項、施工時における維持への配慮事項の抽出、整理を行った。
- ・ マルチコプターの活用、防食効果確認センサの開発、港湾構造物の点検診断システム、RC部材の適切なセンサ配置検討のための腐食モニタリング、維持管理の効率化に向けた地球統計学の適用可能性、タイロッドの腐食診断技術、コンクリート中の鋼材腐食センサの開発などの検討を進めた。
- ・ 栈橋上部工点検用ROVおよび非接触肉厚測定装置の改良を行い、現地試験を実施して課題等の抽出を行った。
- ・ 係留施設の変状連鎖の再構築、空洞を有するエプロン舗装の健全性評価手法、コンクリート構造物の耐久性評価・予測、既存施設の延命化・改良検討の課題、栈橋上部工の維持管理シナリオとLCC、栈橋の対策工法選定フロー、港湾施設の維持管理計画の策定・修正方法などについてとりまとめた。

ウレタンエラストマー(20年) = 重防食



被覆防食(ウレタンエラストマー)の調査結果  
(被覆材の劣化進行速度は非常に遅い)

## 各研究テーマの概要及び 2016 年度の活動

## 2C インフラの有効活用に関する研究開発

## 研究の目的・背景

- ・ 物流量の増大や船舶の大型化への対応、空港機能の拡張、また外力増大などによる既存不適格施設への対応など、既存インフラを機能向上させて積極的に有効活用する要請が強くなっている。また、産業廃棄物や一般廃棄物を受け入れる海面廃棄物処分場などについて、高度有効利用を図ることが社会要請となっている。一方、航路浚渫土砂を受け入れる土砂処分場の用地確保が困難になっており、土砂処分場の長寿命化が求められている。
- ・ そこで、既存インフラの機能向上、更新や用途変更を効率的に実施できる技術、建設発生土などを減容化や有効利用できる技術、海面廃棄物処分場を有効活用できる技術を開発する。

## 研究の概要

次の3つのサブテーマを設け研究開発を行う。

## i) 既存施設の改良・更新技術に関する研究

既に、既存岸壁の増深など、既存施設の改良に関する研究開発を行ってきたが、新設構造物のための技術を援用したものである。今後は、施工履歴や近接構造物の影響等を考慮した既存施設改良更新のための地盤特性の評価手法、設計法や地盤調査法を検討する。また、施設の長期的な維持管理を目的に残留沈下などの地盤の評価手法や地盤のデータベースなどを検討する。

## ii) 建設副産物等の有効活用・処理技術に関する研究

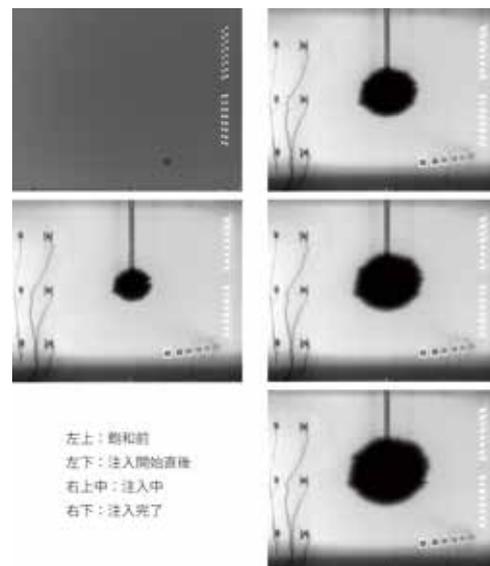
浚渫土を、底生生物の棲息場を提供する混合土、高透水性の固化処理土など、高付加価値のある材料に改良する技術や新たな減容化技術などを検討する。固化処理土やスラグ混合土を海域利用した際の耐久性、種々の副産物や破砕性材料などを含む複合的な地盤材料の力学特性を調べ、これら材料の評価手法や品質管理手法なども検討する。

## iii) 海面廃棄物処分場の管理と利用に関する研究

海面処分場については、造成のための遮水工の技術開発は行われてきたが、造成後の利用等については研究が進んでおらず利用のために必要な基礎工法、施工方法、遮水層への影響など、また、保有水の水位管理を低コストで実施する工法、廃棄物を埋立て前に無害化する技術、固化処理土の中長期に亘る強度特性と溶出特性などについて検討する。

## 2016 年度の活動

- ・ 埋立地盤の不同沈下の計測事例を基に、要素試験による個別現象の評価と、事例を対象とした数値シミュレーションによる全体挙動の検討を行い、沈下量の予測を行った。
- ・ 遠心場において薬液注入実験-加振実験の一連のプロセスを再現する実験システムを開発した。屈折率整合技術を用いた地盤の可視化を行い、注入薬液の浸透状況を直接観察する技術を開発した。
- ・ 杭の支持力に影響を与える地盤の範囲や構造物の施工等が周辺地盤に与える影響に関する模型実験を継続実施した他、施工履歴を考慮した地盤特性を数値解析により評価する方法の検討に着手した。また、研究の過程で既設組杭の改良工法(杭間地盤改良)を開発した。
- ・ 転炉系製鋼スラグ混合土に対する侵食試験を実施し、耐久性に関するとりまとめを行った。特に、これまで検討が進んでいなかった水流による侵食特性を定量的に評価する小型試験装置を開発し、試験データの蓄積を行い、圧密粘土・セメント固化処理土・製鋼スラグ混合土侵食区分図を提案した。
- ・ X線CT装置及び三次元造形装置(3Dプリンタ)を用いた各種試験を実施し、個別要素法による数値解析結果との比較を行った。圧縮試験の再現解析では粒子接触点の再現性が重要な影響因子であることがわかった他、透水問題では粒径および粒子配置が等しい場合、ほぼ同様の透水係数が解析によって得られることがわかった。
- ・ 2014年度に未焼却廃棄物で埋め立てられた処分場に打設された杭の周面遮水特性についての評価を継続した。また、焼却灰を埋め立てた処分場における杭打設実験に参画した。



遠心模型実験での薬液注入の注入過程の可視化例

# 各研究テーマの概要及び 2016 年度の活動

## 3A 海洋の開発と利用に関する研究開発

1  
2  
3  
4 各研究テーマの概要及び 2016 年度の活動  
5  
6  
7  
8  
9

### 研究の目的・背景

- 海洋の利用や開発については、1960年代からその重要性が指摘され、様々な取り組みが行われてきたが、その進展は必ずしも十分ではない。その原因の1つは、海洋には拠点となるインフラがほとんどないことである。そのため、南鳥島や沖ノ鳥島等の遠隔離島に海洋拠点港湾を整備し、海洋の利用・開発を促進する必要がある。
- しかしながら、これらの離島は通常の港湾とは異なる厳しい波浪環境や施工環境にあり、船の接岸や荷役、施工を円滑に行うにはさらなる技術開発が必要になる。
- そこで、本研究テーマでは、これまでに蓄積してきた波浪、海底地盤、港湾構造物や港湾工事等に関する知見を最大限に活用し、遠隔離島の港湾整備を推進するとともに、海洋の利用・開発を促進する。具体的には、孤立リーフ海域の波浪場を解明するとともに、新たな係留システムを開発する。また、音響ビデオカメラの小型軽量化、海洋の利用開発に関する技術開発を行う。

### 研究の概要

次の2つのサブテーマを設け研究開発を行う。

#### i) 遠隔離島での港湾整備に関する研究

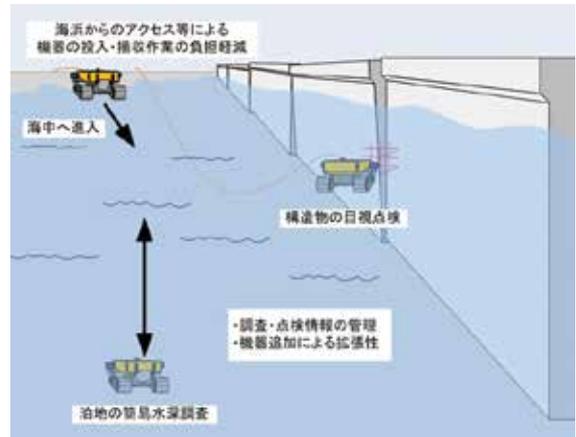
大陸棚境界および孤立諸島周辺の波浪状況を再現する波浪計算モデルを開発する。また、孤立リーフ周辺の沿い波や長周期波に対する静穏域創出技術を提案するとともに、遠隔離島に対応した新たな係留システムを開発し、船舶の荷役稼働率向上を図る。

#### ii) 海洋の利用・開発を支援するインフラ技術に関する研究

音響ビデオカメラの小型軽量化を図るとともに、海洋インフラ整備のための無人水中施工システムを開発する。さらに、構造物への石灰化生物付着による環境保全技術を提案する。

### 2016 年度の活動

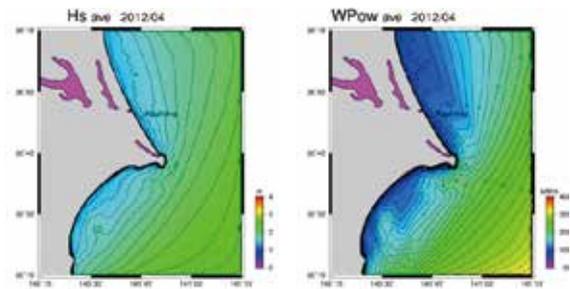
- 海洋上の孤立リーフ海域に建設される係留施設の利活用に関する技術開発では、流体直接解析法に浮体境界を導入し、複雑な波浪外力特性を考慮可能な係留船舶・浮体の動揺解析法を新たに開発した。また、一様水深場における浮体動揺実験を行い、従来及び新たな動揺解析法の精度検証を行った。
- 港湾内の船舶の新型係留装置に関する技術開発では、離島のような海象条件が厳しい港湾施設における船舶の新しい係留装置を開発するため、通常の係留索と防舷材を用いた係留方法とは異なった船舶の係留技術について情



遠隔離島における港湾施設の調査・点検システム全体のイメージ

報収集・整理を行い、その適用性について評価・検討を実施した。

- 遠隔離島における港湾施設等の点検調査技術に関する研究では、点検・調査における、投入・揚収作業の負担軽減を考慮した作業プラットフォームの検討を行い、離島における使用を想定した作業プラットフォームを開発するとともに、小型クローラによる走行等に関する基礎実験を実施し、性能を確認した。
- 次世代音響画像システムの開発では、深海用ROV搭載用音響ビデオカメラを製作し、水槽実験等を実施して、カメラの性能を確認するとともに、音響ビデオカメラの音響映像呈示ソフト開発のためのデータを取得した。
- 海洋エネルギーの港湾への実用的利活用に関する研究では、銑子沖海域を対象として海洋エネルギー（波力）のポテンシャルマップを提示した。また、多重共振型波力発電システムと洋上風況観測システムの現地実証実験の成果をもとに、波力発電および洋上風力発電を今後展開していくための実用的なシステムを提示した。
- 離島における炭酸カルシウム地盤の形成と安定性に関する現地調査と情報解析では、南鳥島において、地形・生物相調査およびサンゴや底質の採取等を行った。また、サブサイトのルカン礁、西表島、石垣島での現地調査も実施した。



銑子沖海域を対象とした海洋エネルギー（波力）のポテンシャルマップ  
左:特徴的波高(月平均) 右:全方向波パワー(月平均)

## 各研究テーマの概要及び 2016 年度の活動

## 4A 沿岸生態系の保全や活用に関する研究開発

## 研究の目的・背景

- 干潟やアマモ場、サンゴ礁に代表される沿岸域には豊かな生態系が形成されており、沿岸域は地球環境にとって貴重な場となっている。しかしながら、高度経済成長期には、活発な経済社会活動に伴い、沿岸域の閉鎖性内湾において水質が悪化して、生態系が劣化した。その後の対策により、水質が徐々に改善している沿岸域があるものの、生態系を含めた沿岸域環境の修復は依然として大きな課題である。
- 一方、新たな課題として、沿岸域の機能を気候変動の緩和に役立てることが求められるとともに、臨海コンビナートなどからの大規模油流出に対する対応も必要となっている。
- そこで、本研究テーマでは、沿岸域環境のさらなる修復と気候変動の緩和への活用、及び大規模油流出への対応技術の確立を目標とした研究開発を行う。

## 研究の概要

次の3つのサブテーマを設け研究開発を行う。

## i) 沿岸生態系の活用に関する研究

生態系を活用した気候変動影響への対応については、生態系(ブルーカーボン)による炭素隔離貯留や大気中CO<sub>2</sub>の吸収といった気候変動の緩和に関する研究を南鳥島などの離島を含む様々な条件下で実施するとともに、技術開発の世界展開を図る。さらに、生態系サービスを持続的に活用するために、地震、津波による損傷が少なく、また、回復が早い沿岸生態系の創出技術を開発する。

## ii) 内湾域の水環境リアルタイム予測技術に関する研究

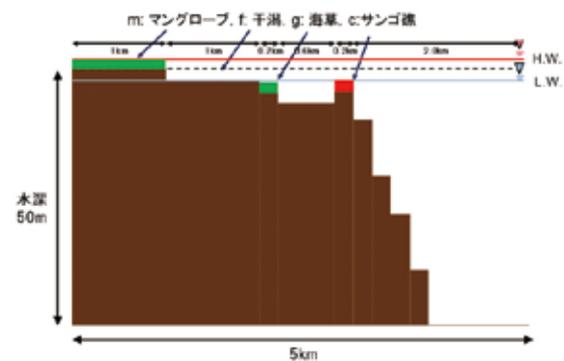
環境観測データの取得や活用について、現在運用中のフェリーやモニタリングポストなど海洋モニタリングデータの新しい解析手法開発や、常用される手法では十分な結果が得られない項目に関する新たな観測手法の開発などを行う。また、十分には活用されていない既存の環境データの再解析や、GPS波浪ブイの多機能化などによる環境データ空白水域での連続観測も行う。さらに、気象・海象・生態系モデルの統合や前述の環境観測データをリアルタイムで利用することにより、赤潮、青潮、貧酸素水塊等内湾で頻発する問題を総合的に予測するシステムを開発する。

## iii) 海上流出油への対応技術に関する研究

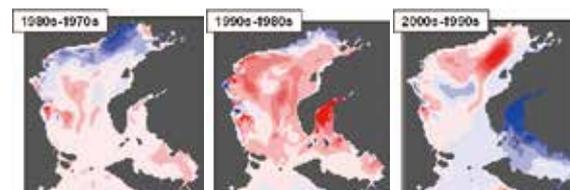
流出油への対応技術に関しては、従来の現場の抱える課題を解決するための技術開発に加えて、新たに次世代型油回収船搭載油回収装置の研究開発、大規模油流出事故に対応できる一括油回収あるいは処理システムの研究開発を行う。さらに、シミュレーション技術をコアとした油濁対応危機管理情報システムの構築、地震や津波など自然災害における臨海部の危険物施設からの流出油の挙動やメカニズムの解明とリスクの定量的予測技術、ミチゲーション技術の研究開発などを実施し、油濁対応技術の革新と油濁対応能力を向上させる。

## 2016 年度の活動

- ブルーカーボンによる気候変動の緩和効果と適応効果の全球推計に関しては、これまで開発しつつある炭素動態に関連する計測手法を活用し、海外の沿岸域(インド・ガンジス川河口域)を対象とする現地調査に着手した。また、気候変動に伴う沿岸域環境の変化に及ぼす、沿岸生態系の機能を評価するための数値モデルを構築した。
- 沿岸底生生態-地盤環境動態の統合評価予測技術に関する研究では、干潟・砂浜海岸の潮上帯～潮間帯～潮下帯にかけた広域地盤環境動態の一体計測・調査システムを構築し、現地での実用化試験を行った。
- 内湾域の水環境リアルタイム予測技術に関する研究では、内湾域の沿岸部利用状況の変遷などを考慮した内湾水質環境の変化を、数値シミュレーションにより評価した。また、沿岸域生態系の生物多様性の評価手法の検討や、観測データをシミュレーション結果に反映させ、より高精度な予測システムを構築するためのデータ同化解析手法を検討した。
- 自然災害等を含む多様な流出油防除に向けた新技術の研究開発では、港湾施設から流出した油の津波による移流及び拡散範囲の検討、流出油の漂着抑制技術の港湾施設への適用可能性の検討、油流出リアルタイムハザードマップの設計等を進め、ネットワーク対応型(サーバークライアント方式)による油漂流シミュレーションとハザードの常時提供システムのβ版を開発した。



サンゴ礁海域を想定した地形変形予測モデル



伊勢湾における底層溶存酸素濃度の評価(赤:低下、青:増大)

# 各研究テーマの概要及び 2016 年度の活動

## 4B 沿岸地形の形成や維持に関する研究開発

### 研究の目的・背景

- ・ 港空研における漂砂研究は航路埋没を防ぐための移動限界水深の研究から始まり、現在では、砂のみならずシルトを対象とした航路埋没対策工法が示されている。しかし、国内においても依然として埋没の進行している港湾があり、また、インフラの海外展開を図ろうとしている国には、日本に比べてはるかに多くの量の土砂の堆積が想定されている港湾があり、そのような埋没に対応する技術は十分とはいえない。
- ・ 一方、防護、環境、利用の機能をもつ貴重な砂浜は、高度経済成長期より失われ始め、現在でも毎年1.6km<sup>2</sup>の砂浜が失われている。このような海岸侵食に対して、様々な対策が実施され、砂浜が回復している海岸がある一方で、近年は、地球温暖化によるさらなる海岸侵食が想定されている。さらに、遠隔離島や海外に目を向けた場合、砂浜だけでなく、サンゴ礁海岸などの保全も重要になってきている。
- ・ そこで、本研究テーマでは、砂浜、マングローブ海岸、サンゴ礁海岸などの自然な沿岸地形や物流を支える航路・泊地などの人工の沿岸地形を今後の気候変動のもとにおいても維持することを目標として、地球温暖化が進行した場合の海岸侵食現象の変化、航路や泊地の埋没現象の変化を予想し、その対策を提案する。また、アジアの大河川河口部、マングローブ、干潟等における埋没現象の解明とその対策を提案する。

### 研究の概要

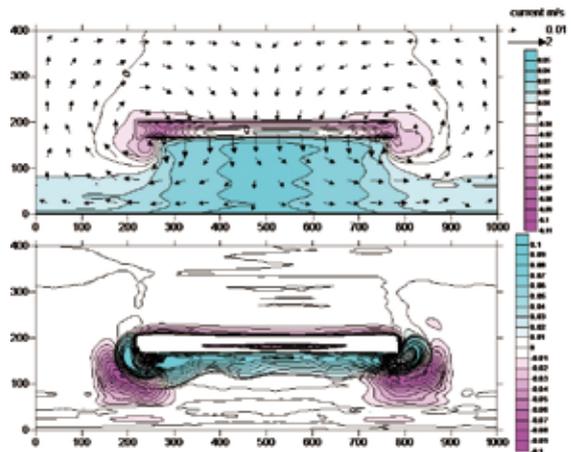
海岸保全と航路・泊地維持に関する研究として、以下のような研究開発を行う。

波崎海岸における長期データの解析と海水面位置と砂浜の応答に関する短期間集中現地観測により、海面上昇に対する砂浜の応答メカニズムを明らかにするとともに、将来の砂浜変形の予測手法を開発する。また、波崎海岸のみならず地球規模での空間スケールも視野に入れた様々な海浜(自然砂浜海岸、構造物で防護されている砂浜海浜、サンゴ礁海岸、砂利海岸など)の長期変動の予測、それに伴う沿岸災害リスクの変動の予測、さらに、構造物の量を最小化しサンドバイパスを積極的に導入するハイブリット型海浜維持手法の開発、災害リスクを考慮した効果的な海浜の管理手法の提案などを行う。

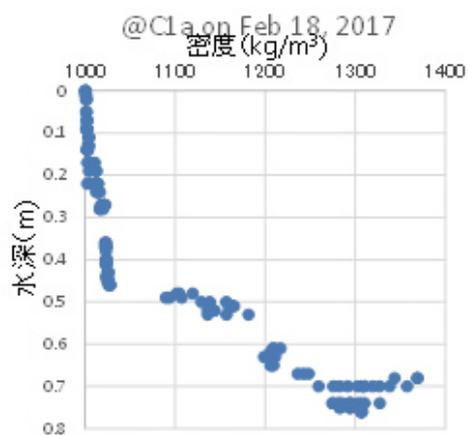
また、港湾の利用に付随する土砂輸送に関しても、国内のみならず、海外での大河川河口域やマングローブ・干潟などにも研究対象を展開し、地域特性に応じた地形変化モニタリング手法の開発や、地形変化動態の解明を行う。さらに、シルテーションなどによる埋没土砂の軽減策や、効率的な航路・泊地の維持管理のほか、港湾施設周辺の地形環境の保全に資する技術開発を行う。

### 2016 年度の活動

- ・ 平均海面上昇等に伴う海岸地形変化の実測と将来予測手法の汎用化に関して、波崎海洋研究施設での現地データの取得を継続的に実施した。また、現地データを基にした長期海浜変化の実態を明らかとする解析等を行い、砂浜海岸における数値シミュレーションによる構造物周りの地形変化シミュレーションモデルを構築するとともに、大規模な浚渫土砂の投棄が過去に行われた砂浜海岸を対象に、現地データに基づく長期的な汀線変動特性を明らかにした。
- ・ 河口域周辺での土砂輸送および航路・泊地への集積機構の解明に関しては、国内では熊本港周辺の河口干潟を対象に浮泥輸送に関する現地調査および現地底泥の移動実験を実施した。国外では、東南アジア域の河口域で特徴的である微細泥の輸送過程を把握するため、インドネシアにおける共同研究機関と調査計画の協議を行い、ジャワ島東部のパティンバン海岸周辺の河口域にて河川濁水拡散に関する現地調査を実施し、底泥密度の分布特性を評価するためのデータ取得に成功した。



潜堤周りの地形変化予測シミュレーション結果の例



パティンバンでの現地調査における密度鉛直分布の測定データ例

# 基礎研究と萌芽的研究

## 2016 年度に実施した基礎研究

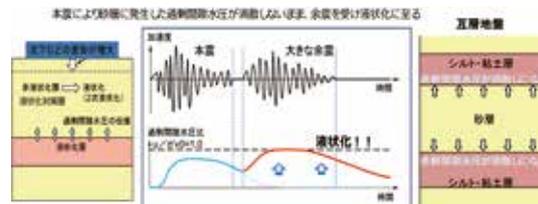
波浪・海浜・地盤・地震・環境等に関する基礎研究は研究所が取り組むあらゆる研究の基盤であることから、自然現象のメカニズムや地盤・構造物の力学的挙動等の原理・現象の解明に向けて積極的に取り組んでいる。

研究実施項目名 (基礎研究)	
1	港湾地域および空港における強震観測と記録の整理解析
2	地震災害および被災要因調査
3	大都市直下で発生する大地震に対する強震動予測手法の開発
4	地震動の連成作用下の液状化機構と評価予測に関する研究
5	海底地盤流動のダイナミクスと防波堤・護岸の安定性評価に関する研究
6	海洋-地球結合津波モデルの開発
7	津波による構造物周辺の局所洗掘量の推定手法の構築
8	海象観測データの集中処理・解析に基づく海象特性の解明
9	うねり性波浪の波浪推算精度向上に向けた提案
10	日本の内湾における超強大台風の風・高潮・波浪特性の究明
11	メソスケール気象モデルを用いた沿岸の海象・海洋環境予測モデルの開発
12	暴露試験によるコンクリート、鋼材及び各種材料の長期耐久性の評価
13	土質特性を考慮した海洋鋼構造物の電気防食設計の高度化
14	海洋構造物の被覆防食工法の耐久性評価に関する研究
15	過酷環境下における各種材料の耐久性に関する研究
16	不均質地盤に対する地盤改良仕様の提案
17	転炉系製鋼スラグの海域利用条件下における耐久性に関する研究
18	微視構造を考慮した複合地盤材料の力学特性評価の高精度化
19	離島における炭酸カルシウム地盤の形成と安定性に関する現地調査と情報解析
20	ブルーカーボンによる気候変動の緩和効果と適応効果の全球推計
21	沿岸底生態-地盤環境動態の統合評価予測技術の開発
22	閉鎖性内湾における環境の常時連続観測とその統計解析
23	沿岸域における場の規模を考慮した生物多様性評価手法の開発
24	データ同化による沿岸域の流動及び水質環境の解明
25	平均海面上昇等に伴う海岸地形変化の実測と将来予測手法の汎用化
26	河口域周辺での土砂輸送および航路・泊地への集積機構の解明

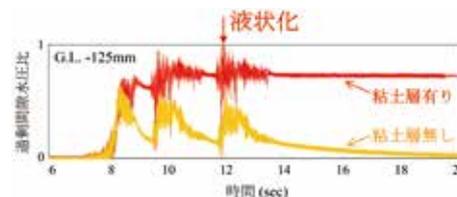
## 基礎研究の事例

### 地震動の連成作用下の液状化機構と評価予測に関する研究

- 東日本大震災では、マグニチュード9の本震後、マグニチュード5以上の余震が本震当日に132回発生し、特に本震後30分余りの間にマグニチュード7以上の大きな余震が3度にわたり発生した。又、熊本地震では、前震、本震などの連続地震の重要性が顕在化した。本震後の余震による液状化事例は数多く、我が国の沿岸域には液状化層が非液状化層に挟まれた互層地盤が多く存在する。しかし、その液状化評価予測技術は確立されておらず検討が必要であった。
- 本研究では、このような地震動の連成作用下の液状化特性・メカニズムを体系的に解明すると共に、液状化層が非液状化層に挟まれた互層地盤の液状化機構並びに対策効果の検証を行いそれらの有効性を明らかにした。さらに、世界共通で活用できる新たな液状化予測判定法を開発・提示した。
- この新たな液状化予測判定法は、従来は困難であった地震動波形の不規則性と継続時間の影響評価及び予測を同時に実現した実用的な手法であり、世界各国で用いられている地盤N値、コーン貫入抵抗値、表面波探査によるせん断波速度値などを採用した多様なタイプの液状化予測判定チャートに活用できるように一般化したものである。
- 東日本大震災や熊本地震のような最近の大規模で継続時間の長い地震動を受けて、より適切で合理的な液状化評価予測に対する社会的要請とその重要性は、国内はもとより国際的に益々高まっており、開発した新たな液状化予測判定法は、今後、地震液状化災害の軽減に向けて国際的に幅広く活用されることが期待される。



地震動の連成作用による液状化機構の体系的解明：概念図



地震動の連成作用下の互層地盤の液状化特性

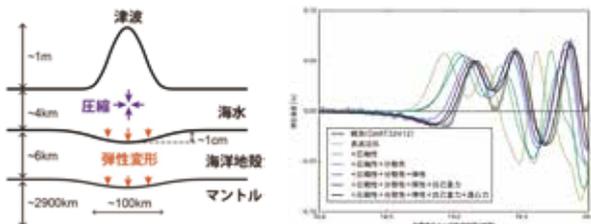
### 海洋-地球結合津波モデルの開発

- 地球上の津波伝播を正確に再現するためには、短波長成分の伝播速度が遅くなる波の分散性の影響と、すべての波長成分が遅くなる海水の圧縮性の影響と、長波長成分が遅くなる地球の弾性の影響を考慮する必要がある。これらを考慮できる汎用的な数値モデルの枠組みは既に提案されているが、全球で実用的に使える数値計算モデルは未だ存在していない。

1  
2  
3  
4  
5 基礎研究と萌芽的研究  
6  
7  
8  
9

# 基礎研究

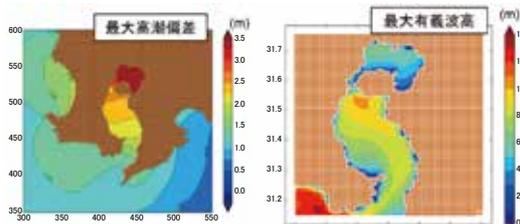
- そこで、本研究では、津波伝播に特化した流体・固体モデルを選択し、両者をカップリングさせることで、実用に供する新たな津波伝播数値モデルを構築する。
- 2016年度は、それまでに個別に開発してきた波の分散性、海水の圧縮性、地球の弾性、さらに地球の自己重力の効果を考慮できる計算コードを統合し、これらを同時に考慮できる球面での津波伝播モデルとして構築した。2011年東北地方太平洋沖地震津波のペルー沖での波形について検討したところ、従来のモデルでは引き波の初動や第1波から第3波のピークを十分に再現できなかったが、新たなモデルでは非常によく再現できた。
- 今後は、格子間隔を細かくし、急勾配の海底地形にも適した差分式を導入することで、さらなる再現性の向上を図る。また、既存の津波シミュレータSTOCにも組み込むことで、遠地津波による沿岸部の浸水の予測にも役立てる。



海水の圧縮性と地球の弾性が津波に及ぼす影響  
東北地方太平洋沖地震津波のペルー沖での波形(長波近似が従来のモデル)

## 日本の内湾における超強大台風の風・高潮・波浪特性の究明

- 台風ハイヤンは、中心気圧895hPaという猛烈な勢力でフィリピンに上陸し、甚大な風・高潮・波浪災害をもたらした。日本にも室戸台風が911hPaで上陸したことがあり、将来の気候変動も踏まえると、ハイヤン級のの上陸も全く非現実的なものとは言えない。
- そこで、本研究では、既往の台風や高潮について整理するとともに、鹿児島湾を例に、ハイヤン級の台風が来襲した場合の波浪・高潮・風の特徴を明らかにする。
- 2016年度は、国交省等の「高潮浸水想定区域図作成の手引き」に基づくモデル台風に加え、最大クラスの台風としてハイヤン級のモデル台風も設定し、波浪と高潮の推算を行った。その結果、鹿児島湾において3m以上の高潮偏差が生じることを明らかにした。この高潮偏差は既往最大を上回るものである。また、湾央付近にある鹿児島港において、波浪と高潮偏差が最大となるモデル台風のコースは同じであるとともに、波高、風速、高潮偏差の順にピークが現れた。
- この成果は、港湾施設的设计基準への導入も目指している、シナリオ台風による設計波と設計潮位の設定のための基礎的な知見となる。



ハイヤン級の台風による高潮と波浪の推算値

## 土質特性を考慮した海洋鋼構造物の電気防食設計の高度化

- 我が国のほとんどの港湾鋼構造物には、防食のために平均干潮面(M.L.W.L.)以下の海中および海底土中部に流電陽極方式による電気防食が適用されている。しかしながら、海中の電気防食特性については多くの知見が得られているが、海底土中部に対しては調査が難しく、実態が十分に把握されていないのが現状である。
- 本研究では、特に海底土中部の電気防食特性について着目し、現地試験での調査結果を基に海底土中部に対しての防食電流密度の評価を試みた。この現地試験においては、根入れ長が約60mと非常に長い羽田空港D滑走路連絡誘導路部の単杭部において、海底土中部の電気防食特性について調査を行った。また、現地試験の近隣で採取されたボーリング試料から求めた土壌の電気抵抗率(土壌抵抗率)と電気防食の関係について検討を行った。さらには、有限要素法による杭の電位・電流密度分布解析を行い、土壌抵抗率を考慮した電気防食設計手法に関する検討を行った。
- 本研究で得られた結果を以下にまとめる。
- 海底面からの深さ-55mまでの範囲でも約120日程度の期間で防食管理電位に達しており、電気防食によって海底土中部においても十分な防食効果が得られていることが確認された。
- 地盤調査で採取された試料に対して計測した土壌抵抗率と、鋼材へ流入する防食電流との間には相関性が認められた(図1、図2)。
- 今回の調査対象杭に対し、海底土中部の土壌抵抗率を考慮した有限要素法による電気防食適用時の電位・電流密度分布解析を行った結果、比較的実測値に近い傾向を示した。海底土中部の土壌抵抗率を設定し、有限要素解析等の手法を用いることで、より合理的な電気防食設計となる可能性が示唆された。

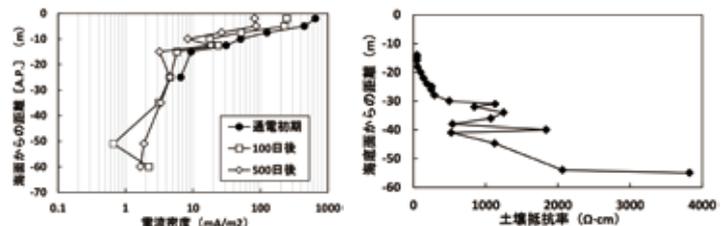


図1 流入電流密度の深度分布

図2 土壌抵抗率の深度分布

## 離島における炭酸カルシウム地盤の形成と安定性に関する現地調査と情報解析

- 離島を活動拠点とした海洋開発・利用の重要性は増している。また、遠隔離島の低潮線は排他的経済水域の基線となることから、遠隔離島の国土保全においては、領土のみならず低潮線を保全することが要請される。
- 沖ノ鳥島や南鳥島など日本の南部に位置する遠隔離島は、珪酸を母材とする本州等の地盤とは異なり、サンゴや有孔虫といった生物(石灰化生物)が生成した炭酸カルシウムを母材とする地盤や堆積物によって形成されている。したがって、国土保全は、石灰化生物による国土地盤形成の速度が、海面上昇と侵食速度を上回るかに依存している。
- 一方、気候変動、水底質変化、環境改変といった外部ス

## 基礎研究

トレスは、石灰化生物にとって脅威であるとともに、国土保全の観点からも脅威となる。

- そこで、本研究では、石灰化生物による地盤形成速度の規定要因と土砂移動堆積侵食過程を解明し、領土、低潮線、港湾施設地形の3つの保全に関する、学術と技術の基盤創出を目的としている。
- 今年度は、南鳥島や国内離島のサブサイト(ルカン礁、西表島、石垣島)においてマルチコプターによる空撮、地形測量、測器類による連続観測、水底質やサンゴの採集などを実施し、採取試料を分析した。



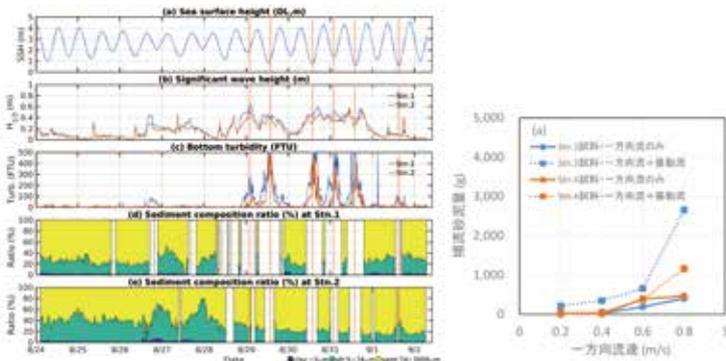
整備がすすむ南鳥島の港湾施設周辺における地形解析



サブサイト(ルカン礁)において取得したサンゴの柱状試料

### 河口域周辺での土砂輸送および航路・泊地への集積機構の解明

- 河口域周辺の港湾においては、河川からの流下土砂の堆積による航路・泊地の埋没対策が必須となる。埋没対策は、今般の浚渫土砂処分場不足および維持浚渫費用削減の課題を解決するために重要な研究課題である。また、東南アジアをはじめとする、大河川河口域に発達した都市に隣接する多くの港湾において、航路・泊地の維持管理の問題は、より深刻な状況にある。
- 本研究では、国内のみならず東南アジア等の海外を含めた河口域を対象として、高濃度な浮泥輸送現象や季節変動など、地域特性を考慮した河川供給土砂の輸送動態を把握するとともに、河口域周辺の沿岸域を対象とした底質輸送シミュレーションモデルを構築する。
- インドネシアのパティンパン海岸周辺の現地観測において、河口濁度分布の計測を実施し、高濃度浮泥の分布特性を明らかにした。
- 熊本港周辺での現地調査において、底質条件の差異に依存する浮遊土砂の粒径変化を観測し、また、水路実験によって現地底泥の波流れによる輸送量を検討し、含泥率等の底質パラメータによる土砂輸送量の変化を定量的に評価した。



## 萌芽的研究

### 2016年度に実施した萌芽的研究

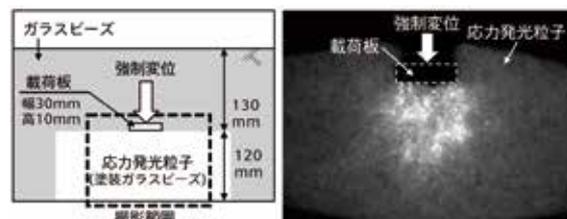
独創的な発想、先進的な発想に基づく研究であって、かつ将来の研究所の新たな研究分野を切り開く可能性を有する萌芽的研究は、先見性と機動性をもって的確に推進する。

	研究実施項目名 (萌芽的研究)
1	地盤内の応力状態の可視化による液状化発生機構の検討
2	維持管理の効率化に向けた地球統計学の適用可能性について
3	内湾における波数スペクトルと海面粗度
4	鉄筋コンクリート構造物に適用可能なセンサの開発
5	比重マッチング技術を応用した液状化地盤変形特性の解明
6	電気化学的手法を用いた土中タイロッドの腐食診断技術の開発

### 萌芽的研究の事例

#### 地盤内の応力状態の可視化による液状化発生機構の検討

- 本研究では、液状化発生過程を粒子単位の力の変化から解明することを目的として、応力発光現象による力の可視化技術を地盤工学に応用し、これまで可視化することが出来なかった粒子単位の動的な力の可視化手法の開発を行った。
- 応力発光は、材料の力の増分と発光強度が比例する現象である。この発光材料を粒子表面に塗布することで、粒子自体が力の作用状態に応じて発光するセンサーとした。
- 実験では、まず発光粒子のキャリブレーションを行い、発光粒子が定量的に作用力を可視化できることを確認した。その上で、実用化へ向けた最初の段階として、粒状体としての挙動の検証のために、遠心模型実験装置を用いて実スケールレベルの拘束圧条件における深基礎の載荷実験を行った。これにより、図に示すような載荷板下部での集中的な発光が確認され、定性的に地盤内の応力場が可視化出来ることを示した。また、乾燥状態での加振実験を行い、発光の推移を観察した。
- 今後、遠心場での加振実験を継続的に実施し、地盤内の応力状態の推移を定量的に可視化することで、液状化現象の更なる理解に向けた研究を行う予定である。



# 萌芽的研究

## 維持管理の効率化に向けた地球統計学の適用可能性について

- ・ 港湾コンクリート構造物の維持管理において、塩化物イオンの浸透状況を把握するためにコア採取および塩化物イオン濃度測定が行われることがある。しかし作業環境が厳しいことに加え、港湾構造物は延長が長いため十分な数量の調査を実施することが難しく、構造物全体の劣化状況の判定が難しい状況にある。
- ・ そのため限られた調査箇所から部材や構造物全体における塩化物イオンの浸透状況を把握できれば、重点的に点検すべき箇所を把握できると考えられる。本研究では、棧橋床板における表面塩化物イオン濃度分布推定に必要な測定点数について、まずは部材レベルにおいて検討した。
- ・ 供用開始から約30年が経過した棧橋床板において、63箇所の塩化物イオン濃度を測定し、表面塩化物イオン濃度(C<sub>0</sub>)および見かけの拡散係数(D<sub>ap</sub>)を求めた。得られたC<sub>0</sub>に対して、地球統計学の手法の一つであるクリギングを用いて床板全体におけるC<sub>0</sub>の分布を推定した。また、63箇所の測定データからランダムに抽出したN箇所(N=5、10、15、…、45)のデータに対して、クリギングを用いてC<sub>0</sub>の分布を推定し、全てのデータを用いて推定したC<sub>0</sub>の分布(図1)との平均二乗誤差(MSE)を計算した。これをNごとに2,000回繰り返して、測定点数ごとの分布推定精度について検討した。
- ・ その結果、データ数が多いほど推定値の平均二乗誤差(MSE)は小さくなることが分かったが(図2)、C<sub>0</sub>の分布推定に必要な測定点数を明らかにするには至らなかった。今後は他の床板において同様の検討をすることで実データを増やすとともに、C<sub>0</sub>の分布推定に必要な測定点数についてシミュレーションによる検討も行っていく予定である。

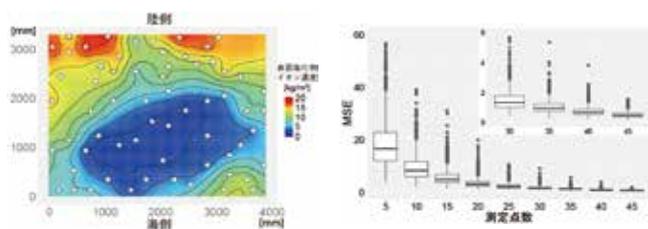


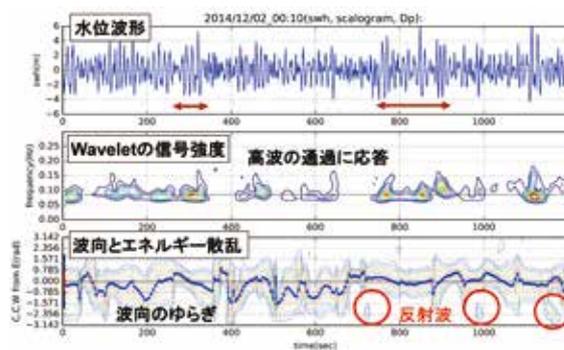
図1 表面塩化物イオン濃度分布の推定結果(全データ、白丸は測定箇所)

図2 測定点数ごとの推定誤差

## 内湾における波数スペクトルと海面粗度

- ・ これまでの高潮推算では、海面粗度を波浪の状態にかかわらず風速のみの関数によって与えることが多かった。波浪の状態と海面粗度の関係を定量化するためには、波数スペクトルの推定手法を開発する必要がある。
- ・ そこで、本研究では、全国港湾海洋波浪情報網NOWPHASで一般的な観測方法であるADCP(Acoustic Doppler Current Profiler)のデータ活用を想定し、ウェーブレット解析を基本に波数スペクトルを推定する手法の開発を試みた。
- ・ まず、マイアミ大学のM.Donelan博士の助言を受け、観

- 測した水位・流速の時系列データから波数スペクトルを直接推定する方法を検討したところ、ADCPの持つ特性によってその方法が困難であるという結論に至った。次に、Krogstadら(2006)の研究を参考に、方向スペクトルを推定した後に波数スペクトルの推定を行う、二段階の方法を検討した。方向スペクトルの推定にはロバストかつ高分解能な推定が可能なベイズ法、波数スペクトルの推定には線形分散関係を初期値とした格子探索法を採用した。この一連の推定方法の妥当性は、波数スペクトルから水位・流速の時系列を作り、その時系列から逆に波数スペクトルを求める、数値シミュレーションによって検証した。
- ・ さらに、スペクトルの解析にウェーブレット解析を導入することで、フーリエ解析ではできなかった、時間領域で変動する現象、例えばうねり中に現れる波群の変化も、解析できるようになった。欠測やノイズに解析が妨げられることも少ない。
- ・ NOWPHASで観測したデータを上記の方法でいくつか解析した結果、風波とうねりで方向スペクトルの時間変動が異なる可能性のあることが分かった。陸からの反射波が生じるタイミングや頻度を知ることもできた。



波数スペクトルの推定の例

- ・ 今後は、従来からの観測機器と解析方法では十分に把握し得なかった波浪現象の解析を行うことで、その発生機構の解明や沿岸への影響評価に役立てたい。例えば、富山湾の「寄り廻り波」、NOWPHASのいくつかの観測地点で見られる陸からの反射波の頻度や発生条件、日本沿岸のうねりの時間変化である。さらに、NOWPHASのルーチンワークへの導入、海面粗度を通じて高潮を含む海洋流動モデルへの活用についても検討して行きたい。

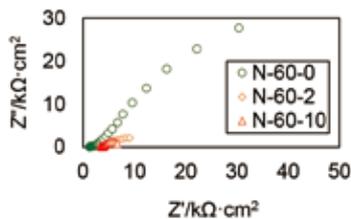
## 鉄筋コンクリート構造物に適用可能なセンサの開発

- ・ 鉄筋コンクリート構造物の効率的・効果的な維持管理のためには、対象とする構造物の鋼材腐食の状態を正しく診断し、評価することが必要である。鉄筋コンクリート構造物の鋼材腐食の評価として電気化学的測定手法を用いた非破壊検査が実施されており、電気化学的測定手法を応用した常時モニタリング技術が目目されている。
- ・ コンクリート中の鋼材の自然電位、分極抵抗測定用センサには、一般に、貴金属系照合電極が用いられているが、コンクリート中の構成要素や内部環境の不均一性によ

# 萌芽的研究

り、正確な自然電位や分極抵抗の測定は難しい。このため、本研究では内部溶液系照合電極を用いて自然電位、分極抵抗の正確な測定を可能とする埋設型の3電極センサを開発することを目的とした。

- センサを開発するため①センサ材料の選定、センサ形状や配置の検討を実施した後に、②配合の異なるコンクリート試験体による1)塩化物イオン濃度の影響、2)組織の緻密さの影響(セメント種類、水粉体比)、3)乾燥の影響を評価した。
- 電気化学インピーダンス法を用いたインピーダンススペクトルの測定結果から、塩化物イオン濃度がインピーダンススペクトルに与える影響を下図に示す。図の凡例は、セメント種類-コンクリートの水セメント比-コンクリート中の塩化物イオン濃度を示している。インピーダンススペクトルの大きさはN-60-0>N-60-2>N-60-10となったことから、塩化物イオンを含むことで鋼材の分極抵抗が小さくなる傾向を把握できた。
- 本研究で検討した3電極センサを用いることで、電気化学的測定手法を応用した常時モニタリング技術実用化の可能性が示唆された。



塩化物イオン濃度が測定結果に与える影響  
(凡例：セメント種類-水セメント比-塩化物イオン濃度)

## 比重マッチング技術を応用した液状化地盤変形特性の解明

- 既往の研究では、液状化した地盤は粘性流体に近い振舞いを示すことが指摘されているが、粘性の推定方法に関する統一的な見解は得られていない。そこで本研究では、比重マッチング技術を利用した実験を通じて、液状化した砂地盤の変形特性を微視的な視点、すなわち地盤を形成する砂粒子と間隙水の相互作用から液状化地盤の変形特性を解明することを目的とした。
- 比重の異なる5種類の樹脂(ポリプロピレン、ポリスチレン、ナイロン、デルリン、テフロン:比重0.90~2.15)を選定し、直径1~2mmの球状に成形して砂の代替材料とした。材料の比重を変化させることで、液状化現象の最中における粒子間力の消失を擬似的に再現した。
- 上記の材料を対象に、レオメーターによってせん断抵抗を測定し、せん断抵抗の変形速度依存性(粘性)を定量的に評価した結果、比重の大きな粒子がより強い速度依存性を示すことが明らかになった。(図1、図2)
- 同時に、ハイスピードカメラを用いた画像解析による変形場の観察を行った結果、ベーン回転速度の上昇に応じて変形領域が拡大し、せん断抵抗が増加する機構が観察された。今後、より広範囲の試料を対象として実験を行い、現象の体系的な解明に繋げたい。



図1 レオメーターによる粘性測定。ベーンが回転し、抵抗を測定する

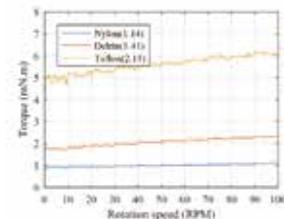


図2 ベーンの回転速度に対する材料の抵抗。比重の大きな粒子(テフロン)では回転速度の上昇に対する抵抗の増加が大きい(見かけの粘性が大きい)

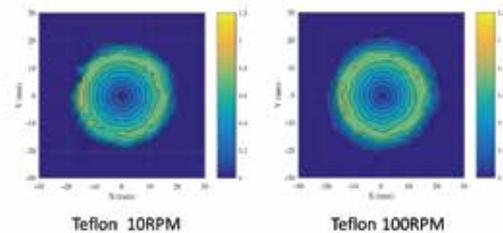
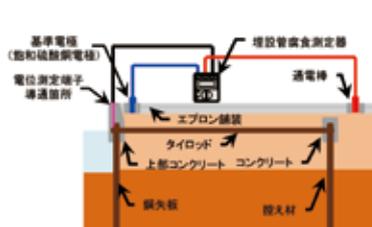


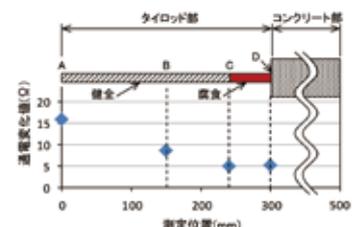
図3 変形速度の分布(ベーン先端の回転速度で正規化)。ベーンの回転が速くなると変形範囲が広がっている(右図)

## 電気化学的手法を用いた土中タイロッドの腐食診断技術の開発

- 矢板式係船岸のタイロッドの点検は、現状では、施設の利用を停止してエプロン部を開削する以外に手段はないが、調査の実施に労力と時間を要することから、これまでタイロッドの点検が実施された例はほとんどない。このため本研究は、エプロン部の開削を伴わずにタイロッドを点検するための非破壊検査手法を提案することを目的とした。
- 地中に埋設されているLPガス管の点検では、腐食の有無を判定するための電気化学的な非破壊検査が行われている。本研究では、この手法がタイロッドに適用できる可能性があるか、模型試験体による室内実験および矢板式係船岸での現場実験により検証した。
- 室内実験の結果、LPガス管と同様に、測定対象箇所間の通電変化値を比較することによって、タイロッドの腐食発生箇所を推定できる可能性が示された。しかし、現場実験においては、土被り部の地盤条件や湿潤状態によって測定対象箇所の通電変化値が大きく変化することや、測定対象のタイロッド以外への通電電流の分散によって通電変化値が正しく測定できないことが確認された。
- LPガス管の点検手法をタイロッドに適用するにあたっては、土被り部の電気抵抗の評価方法や、通電電流の分散を考慮した測定対象箇所の通電変化値の評価方法、またタイロッドの腐食判定のための通電変化値の閾値の提案など、多くの課題が残された。



タイロッドの点検イメージ



模擬試験体の通電変化値

1  
2  
3  
4  
5 基礎研究と萌芽的研究  
6  
7  
8  
9

# 研究成果の公表

## 査読付発表論文数 (2016年度)

和文論文数	外国語論文数	合計	外国語論文比率
62 (50)	70 (23)	132 (73)	53% (32%)

※要旨査読のみのプロシーディングスも含む(括弧内はジャーナル数)。

## 2016年度に刊行された港空研報告

番号	表題	著者	和/英	刊行
55-2-1	高潮津波シミュレータ (STOC) による津波被害解析手法	富田孝史・本田和彦・千田優	日本語	2016年6月
55-2-2	浅海域において植生が流動に与える効果の解析	茂木博匡・中川康之・渡辺謙太・所立樹・門谷茂・桑江朝比呂	日本語	2016年6月
55-2-3	サンゴ礫混じり土の力学特性(人工配合による再構成試料を使ったパラメトリックスタディ)	渡部要一・金子崇・佐々真志	日本語	2016年6月
55-2-4	海底液状化土砂流動のダイナミクスと解析法及び実験・現地検証	佐々真志	日本語	2016年6月
55-3-1	サンゴ礫混じり土の力学特性—高品質試料のせん断特性に対する支配パラメーター	渡部要一・金子崇・佐々真志	日本語	2016年9月
55-4-1	Research Perspectives for Improving the Productivity and the Sustainability of Port Management	高橋浩二	英語	2016年12月
56-1-1	波力による防砂板の変形モデルと設計手法の検討	鈴木高二朗・武部悠一郎・堀井一樹・西野好生	日本語	2017年3月
56-1-2	津波越流時に混成防波堤ケーソンに働く波力に関する検討	鶴田修己・鈴木高二朗・喜多司・宮田正史・竹信正寛	日本語	2017年3月

## 2016年度に刊行された港空研資料

番号	表題	著者	和/英	刊行
No.1319	全国港湾海洋波浪観測年報 (NOWPHAS2014)	川口浩二・櫻庭敏・藤木俊	日本語	2016年6月
No.1320	Sediment transport and near-bed dynamics by currents and waves in muddy environments of inner bay	中川康之	英語	2016年6月
No.1321	海面処分場における杭基礎の適用性—原位置における打設実験と杭周面透水試験—	渡部要一・水谷崇亮・金子崇・増田孝一	日本語	2016年6月
No.1322	港湾地域地震観測年報 (2014)	野津厚・長坂陽介	日本語	2016年6月
No.1323	疑似点震源モデルのスラブ内地震への適用性に関する検討—2005年千葉県中部の地震を例に—	長坂陽介・野津厚	日本語	2016年9月
No.1324	長期海洋暴露試験に基づく鋼管杭の防食工法の耐久性評価に関する研究(30年経過時の報告)	山路徹・与那嶺一秀・審良善和・阿部正美・原田典佳・田中隆太・角野隆・香田一哉・金杉賢・後藤宏明・松田英樹・江口宏幸・松井良典・岸慶一郎・久保田一男・永尾直也・星野雅彦・川瀬義行・小泉文人・小林裕・増田和広・吉川幸雄・中村聡志	日本語	2016年9月
No.1325	マルチコプターを利用した港湾施設・海岸保全施設の点検に関する検討	野上周嗣・山本幸治・加藤絵万・田中豊	日本語	2016年9月
No.1326	杭式改良体による液状化地盤の側方流動抑制工法の開発	森川嘉之・高橋英紀・津田和夏希・高橋直樹・戸村豪治・東畑郁生	日本語	2016年9月
No.1327	津波による油流出に関する数値計算法の開発	松崎義孝・藤田勇	日本語	2016年9月
No.1328	係留施設の変状連鎖と点検診断に関する一考察	加藤絵万・川端雄一郎・岩波光保・横田弘・山路徹・藤井敦・内藤英晴・北澤壮介・井上博士・柏原裕彦・末岡英二・吉田倫夫・山本修司・中野則夫・稲田勉	日本語	2016年12月
No.1329	防波堤ケーソンにおける部材設計の合理化に関する一考察	宇野健司・加藤絵万・川端雄一郎	日本語	2016年12月
No.1330	群集の補完性の解析手法の開発と既存の底生生物データへの適用	細川真也	日本語	2016年12月
No.1331	港湾地域強震観測年報 (2015)	野津厚・長坂陽介	日本語	2017年3月
No.1332	アマモ場の保全と再生についての考察	細川真也	日本語	2017年3月

# 開かれた研究所

## 年次報告・技術情報誌・メルマガ

年次報告は、2015年度分の活動内容を簡潔にとりまとめた「年次報告2016」（日本語版）並びに「PARI Annual Report 2016」（英語版）を作成し、関係機関へ配布するとともに、研究所のホームページで公開した。

技術情報誌「PARI」については、毎号ごとに各研究テーマの特集記事を選定し、研究成果が実際に活用されている状況、研究所の実験施設および現地観測施設などを紹介した。1,700カ所へ約1,800部を送付している。

ホームページにおいて、研究所の概要、研究成果、研究施設、セミナー・シンポジウム等のイベントやニュース等の様々な情報の発信を引き続きリアルタイムに行い、今年度は約26万回のアクセスがあった。メールマガジンは概ね2カ月に一回程度の頻度で配信することを目標とし、配信を希望する約1,300名に6回の配信を行った。



技術情報誌「PARI」

## 一般国民向け講演会の実施

### 港湾空港技術講演会

研究所が実施している調査、研究及び技術開発の成果を公表し、その普及に努めることを目的に、2016年12月9日に東京都内において、国土技術政策総合研究所と協力し港湾空港技術講演会を開催し、約230名の聴講者があった。

### 港湾空港技術地域特別講演会

研究所の研究活動や成果についての情報を幅広く提供するとともに、研究ニーズなど各地域における情報を収集することを目的として、国土技術政策総合研究所および地方整備局等との共催で、全国6地域において開催し、延べで約800名の聴講者があった。

### 港湾空港研究シンポジウム

2017年1月13日に横須賀市内において、国土技術政策総合研究所と合同で、港湾空港研究シンポジウムを開催し61名の聴講者があった。

## 研究所施設の一般公開

### 夏の一般公開

「夏の一般公開」（2016年7月23日（土）開催）では、「巨大津波を体感しよう」、「コンクリートを作ろう」等の公開実験の実施、「干潟にいる生き物に手で触れてみよう!」、「建設機械シミュレーター体験!」、「水中カメラで海の中をのぞいてみよう!」などの体験コーナーの設置や、「ジャンボジェット機のタイヤを見よう!」などの展示を実施し、1,271人の来所があった。



夏の一般公開

### 一般公開以外の施設見学

夏の一般公開に加えて、年間90件、1,358人に対し研究所の施設見学を実施した。民間企業に加え、政府、自治体、教育機関関係者等に対し、施設や施設に関連した研究を紹介することを通して、研究所の活動内容や研究者の社会的位置付けを広く理解してもらうよう努めるとともに、地震や津波に係る各種情報を伝えるなど、防災に係る啓蒙も進めた。

## その他のアウトリーチ活動

### 横須賀市子ども防災大学への協力

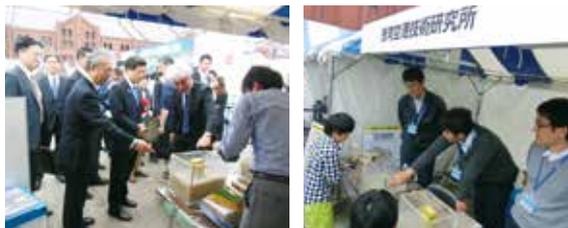
横須賀市内の小学5年生の夏期の防災教育活動「横須賀市子ども防災大学」の開催に協力し、2グループ（59名）を受け入れ、模型などを用いた体験学習を実施した。

### スーパーサイエンスハイスクール（SSH）事業への協力

文部科学省においてSSHに指定した神奈川県立横須賀高等学校の1年生を対象に、研究内容の説明、研究所の施設見学を行い、理数への関心の向上を図った。

### 東京湾大感謝祭 2016 への出展

2016年10月に、横浜赤レンガ倉庫とその周辺で開催された東京湾大感謝祭2016において展示ブースを設け、子供連れの家族など多くの来場者に研究所の活動内容のPRを行った。



東京湾大感謝祭2016

### メディアを通じた情報発信

メディアを通じた情報発信に努め、大型振動台を用いた模型実験等を紹介した番組が放映された。また研究所の諸活動について新聞や専門誌等に延べ64回の記事掲載があった。



NHKニュース7 大型振動台を用いた模型実験の紹介  
(2017年2月25日放映)

# 高い外部評価

## 2016年度の論文賞等の受賞実績

	氏名	表彰名	表彰機関名	日付	備考
1	川端 雄一郎 他3名 構造研究グループ主任研究官	セメントコンクリート論文集 論文賞	(一社)セメント協会	2016/5/11	長期室内試験に基づく DEF 膨張 の影響要因の評価
2	水谷 崇亮 基礎工研究グループ長	平成 28 年度日本港湾協会 論文賞	(公社)日本港湾協会	2016/5/26	多数の杭の衝撃載荷試験結果の ばらつきの評価
3	三好 英一 沿岸環境研究グループ専門研究員	平成 28 年度日本港湾協会 港湾功労者表彰	(公社)日本港湾協会	2016/5/26	
4	下迫 健一郎 特別研究主幹	日本港湾協会技術賞表彰	(公社)日本港湾協会	2016/5/26	津波・高潮用のフラップゲート式陸 間の開発 (日立造船(株)・沿岸技術研究C・ 四国地整と共同で受賞)
5	川端 雄一郎 構造研究グループ主任研究官	2016 年度日本コンクリート 工学会協会賞 論文賞	(公社)日本コンクリ ート工学会	2016/6/20	
6	高野 大樹 地盤改良研究グループ主任研究官	H27 年度地盤工学会賞研究 奨励賞	(公社)地盤工学会	2016/6/8	
7	高野 大樹 他3名 地盤改良研究グループ主任研究官	2016 Hogentogler Award (BEST PAPER published in ASTM Geotechnical Testing Journal)	ASTM International (アメリカ材料試験 協会)	2016/7/3	
8	染谷 望 構造研究グループ研究官	2016 年度年次論文奨励賞	(公社)日本コンク リート工学会	2016/7/8	
9	下迫 健一郎 特別研究主幹	国土技術開発賞 優秀賞	国土技術研究セン ター	2016/7/26	フラップゲート式陸間の開発
10	染谷 望 構造研究グループ研究官	第 70 回セメント技術大会 優秀講演賞	(一社)セメント協会	2016/8/1	
11	近藤 明彦 耐震構造研究グループ研究官	第 51 回地盤工学研究発表会 優秀論文発表者賞	(公社)地盤工学会	2016/9/13	土粒子配列構造の復元と透水問題 への適用
12	高川 智博 津波高潮研究グループ長	Coastal Engineering Journal Citation Award of 2015	土木学会	2016/11/16	2011 年東北津波の浸水特性に関 する研究
13	鶴田 修己 耐波研究グループ研究官	平成 28 年度水路技術奨励賞	日本水路協会	2017/3/6	

## 研究所の出来事

### 国際会議やワークショップ等への積極的な取り組み

2015年12月の国連総会において、日本の津波防災の日である11月5日が「世界津波の日」に制定された。これを受け、津波防災をはじめとする沿岸防災技術分野で顕著な功績を挙げた方を対象とした「濱口梧陵国際賞(国土交通大臣賞)」を創設し、2016年10月に、首藤伸夫東北大学名誉教授、Eddie Bernard前アメリカ海洋大気庁太平洋環境研究所長及びチリ共和国内務省国家緊急対策室(ONEMI)の2名1団体を表彰した。



濱口梧陵国際賞授賞式及び記念講演会  
(2016年10月31日 東京)

2016年6月に、韓国沿岸技術院(KIOST)及び中国交通運輸部水運科学研究院(WTI)から研究者7名が来日し、港湾空港技術研究所で「海洋環境国際シンポジウム」を開催した。

また2016年10月には、日韓沿岸技術研究ワークショップを開催し、沿岸防災、沿岸管理、沿岸環境、技術開発の4つのテクニカルセッションにおいて発表を行った。

### 国内外の研究機関との幅広い交流

研究の質の向上と研究の効率的な実施を目指して国内外の研究機関との連携をより積極的に進めるため、2003年度以降2016年度までに、国内9件、海外26件、合計35件の研究協力協定を締結してきている。2016年度においては、中国交通運輸部水運科学研究院(WTI)及びインドのジャダプール大学とそれぞれ研究協力協定を締結した。また2015年度にインドネシア技術評価応用庁(BPPT)と締結した共同研究協定では、研究者の交流だけでなく、シルテーションや漂砂の分野を中心にインドネシアにおける港湾、海岸を対象とした共同研究の実施を定めており、2017年2月に、インドネシアにおいて当研究所の研究者が海岸の地形変化や航路埋没の現地調査を実施した。



インド ジャダプール大学と研究協力協定を締結(2017年1月29日 コルカタ)

国内では2016年9月に、研究連携に関する協定を締結している琉球大学と共催で、近年の被害地震及び巨大津波の特徴及び課題についての特別講演並びに沖縄地域等の過酷環境下における諸研究の報告会を開催し、142名の聴講があった。

### 教育・研究連携協定の締結

研究所と国公立大学が協定を締結し、研究所の研究者が大学院の教授等に就任し、研究所等で大学院生の指導を行う「連携大学院制度」に基づき、東京工業大学、名古屋大学等11の大学と連携協定を締結している。2016年度においては講師として11名を派遣した。連携大学院制度以外には、愛媛大学、筑波大学等にのべ4名を派遣した。

### 行政支援の推進

#### 港空研 TEC-FORCE の派遣

2016年4月14日及び16日と2度にわたり震度7を記録した熊本地震において、港湾、空港、道路、鉄道等交通インフラにおいて多大な被害が発生した。港湾空港技術研究所は、地震発生翌日から港湾及び空港施設の被害状況の確認、早期復旧のための技術支援を目的とする調査団を被災地に派遣し、早期復旧に貢献した。

#### 各種技術委員会等への委員の派遣

国、地方自治体の行う港湾・海岸・空港等の公共事業の実施に関連した技術課題解決のため国等が開催する各種技術委員会等の委員として研究所の研究者のべ196名を派遣した。また、様々な機関が設置した港湾・海岸・空港整備に関連する技術委員会を含めれば研究所の研究者のべ390名を派遣しており、国等が抱える技術課題解決のため精力的に対応した。

#### 国の技術者に対する研修への講師の派遣

国土技術政策総合研究所が実施する国等の技術者に対する研修について、研修計画の企画段階から積極的に参画し、研究者のべ38名を14の研修コースに講師として派遣した。

#### 港湾等の技術基準に関する業務支援

港湾の施設の技術基準に関しては、2016年度においても、引き続き、国土交通省港湾局等が設置した委員会等に研究所の研究者が委員として参加して協力した。また、国土技術政策総合研究所をはじめ学会、関係機関が開催する講習会等において、技術基準の普及等に協力した。空港施設については、空港土木施設に関する技術基準等の円滑な普及、運用に向けた各種検討委員会等に、研究所の研究者が協力した。

#### 新技術の評価業務支援

2016年度においても、引き続き、国土交通省(地方整備局等を含む)の要請に応じて、有用な新技術の活用促進を図るために「公共工事等における新技術活用システム(通称「NETIS」)」に登録する技術の現場への適用性等を評価することを目的に各機関が設置している「新技術活用評価会議」に研究者を派遣し、技術支援を行った。

2017年10月

—世界に貢献する技術をめざして—

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所

港湾空港技術研究所

Port and Airport Research Institute

〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1 TEL : 046 (844) 5040 / FAX : 046 (844) 5072 URL : <http://www.pari.go.jp>