

ウォーターフロントから海洋空間まで、人間が住み・働き・憩う環境をデザインする。

No.
111
海建

カキケン magazine

特集

海洋開発事業に挑む！



写真提供：深田サルベージ建設株式会社「POSEIDON-1」





海洋開発事業に挑む！

深田サルベージ建設株式会社

写真提供：深田サルベージ建設株式会社 浮体式洋上発電設備「ふくしま未来」曳航（千葉～福島）

海洋を舞台に幅広い事業を手掛け、
培った総合力で海洋開発に進出

●社名の「サルベージ」とは、海難救助や沈没船の引き上げという
意味ですが、この事業が御社の出発点ですか？

そうですね。当社は1910（明治43）年に、軍港の町・広島県呉市で創業し、日露戦争後の旅順港周辺で沈没船の引揚げと解体事業を行いましたから、サルベージには1世紀以上の実績があります。永きにわたるノウハウをもって数々の海難事故の現場に駆け付け、座礁、転覆、沈没などの危機に直面した船舶の救助や、船骸撤去を行ってきました。また記憶に新しいところでは、「平成30年台風第21号」の発生によってタンカーが衝突して損壊した、関西国際空港連絡橋の橋げたの撤去・架設も当社の仕事であり、我国最大級の大型起重機船「武蔵」が出勤しています。

こうした橋梁架設をはじめ、港湾施設の設置などの鉄構工事、海洋土木、大型貨物・船舶の輸送・曳航など、海に関する多様な事業を手掛けているのが当社の特徴です。そして現場に必要な船舶や起重機船がワンストップで揃い、それらを操作できる熟練のエンジニアが多くいることが、当社の大きな強みといえるでしょう。現在、こうした総合力をもって挑んでいるのが「海洋開発事業」であり、海底熱水鉱床やメタンハイドレートなどの海洋資源開発や洋上風力発電事業に注力しています。

時代が求める新領域にチャレンジ！
船舶や深海水ロボットが開発に貢献

●海洋開発事業はどのような背景で行われていますか？

まず海洋政策を一元的・総合的に実施し、日本の排他的経済水域（EEZ）での権益を守ることを目的とした「海洋基本法」が施行されました。そののち経済産業省が、海洋エネルギー・鉱物資源開発計画で、三次元物理探査船「資源」を用いて10年に及ぶ精力

的な調査を行い、JOGMEC（独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構）も海洋資源調査船「白嶺」（はくれい）による鉱物資源調査を実施してきました。しかし日本の排他的経済水域は非常に広大ですから、海洋資源調査は不十分な段階といえるでしょう。

一方で、国の戦略的イノベーション創造プログラムで「次世代海洋資源調査技術（海のジパング計画）」が開始されるなど、海洋資源開発や技術開発が本格化していったのです。当社はこの領域の未来を見据え、事業発展の鍵となるDPS船^{※1}をはじめ、AUVや新型ROVなどの深海水ロボットに積極的な投資を行い、ブルーオーシャン市場に飛び込んだのです。

●海洋資源開発では、どんな取り組みをされていますか？

経済産業省からの委託を受けたJOGMECが実施した2017年の【海底熱水鉱床 採鉱・揚鉱パイロット試験】に、コンソーシアムの1社として参画しました。これは沖縄近海の水深1,600mの海底から掘削した熱水鉱床鉱石を船上まで連続的に揚鉱する取り組みであり、要素試験、事前海域試験を含め、3年の歳月を投じた大型プロジェクトでした。当社はこの事業に臨むため、日本の民間企業初となる海底資源調査を行う掘削調査船を新造し、多目的作業船「POSEIDON-1」（表紙写真参照）と名付け、本プロジェクトの揚鉱母船としました。

DPS船のPOSEIDON-1には、船体中央の開口部に「ムーンプール」があり、掘削リグを使って水中ポンプユニットを揚鉱管を繋いで海底近くまで吊り降ろします。同時に、船団を成すJOGMECの採鉱母船「白嶺」側からは集鉱試験機が下され、この集鉱試験機とPOSEIDON側の水中ポンプユニットを、当社の作業母船「新世丸」のROVが、フレキシブルホースで接合。集鉱と揚鉱が繋がったことで、鉱石をPOSEIDON-1の船上へ連続的に揚げるといって、世界初の取り組みが成功したのです（イラスト参照）。このプロジェクトでは、当社の船舶を総動員する形で貢献でき、確かな足跡を残すことができました。海洋の資源開発は発展途上の段階ですから、今後も当社の船団と深海水ロボットを駆使してこの領域に注力して参ります。

※1 DPS船：ダイナミック・ポジション・システム搭載船＝船舶を長い時間、定位置にとどめておくシステム。

※2 「洋上新法」：「海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律」であり、同法の下に海域利用ルールを用いると、最大30年間の一般海域の占有が認められる。

※3 「エネルギー基本計画」：再生可能エネルギーについて、「確実な主力電源化への布石としての取組を早期に進める」と謳われている。

※4 SEP：自己昇降式作業台船

※5 FC：フローティング・クレーン（大型クレーンが付いた起重機船）

創業 110 周年を迎える深田サルベージ建設（株）は、海洋を舞台にさまざまな事業を展開し、近年では海洋資源開発や洋上風力発電のビジネスシーンで、確固たる存在感を発揮しています。今号では海洋開発事業の取り組みを、技術本部長の木村秀雄氏にお聞きします。記事後半では、カイケンOBの西森拓哉さんと山田瑞熙さんが仕事の魅力を語ってくれました。（取材 2019 年 9 月 12 日）。

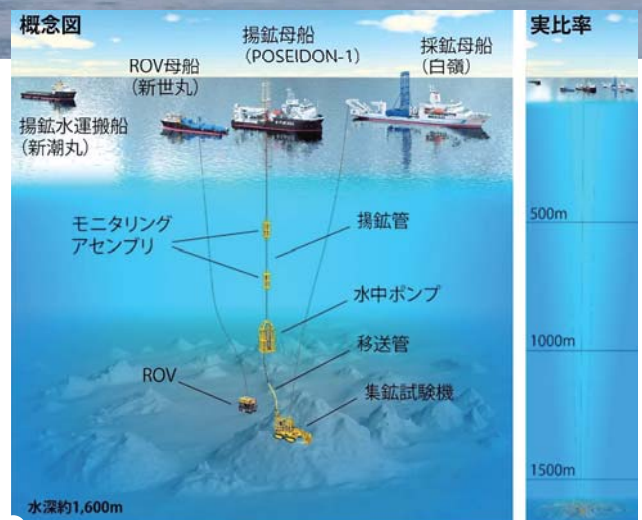
●脱カーボンを目指す再生可能エネルギーの切札、洋上風力発電は、「洋上新法^{*2}」と「エネルギー基本計画^{*3}」が出揃い、ビジネスはまさに好機といえます。御社はどのような取り組みをされていますか？

実績としては、2013 年の「福島沖浮体式洋上風力発電プロジェクト」（本誌バックナンバー 93 号特集記事参照）が最初であり、浮体の曳航と係留するチェーンの敷設などを担当しました。それ以後、国内では北海道や東北、関東などで、海外では台湾において洋上風力を建設するための地盤調査やコアサンプリングなどを行っています。今後は「洋上新法」の下、発電事業者は最大 30 年の海域占用が許可されますから、当社のビジネスも地盤調査 → 風車部品輸送（台船） → 設置工事（SEP^{*4} / FC^{*5}） → サプライ（曳船） → メンテナンス（SEP） → 撤去工事（SEP / 台船）まで、長期にわたるライフサイクル・マーケットになると期待しています。

なおこうした事業は、EPC コントラクターとして、スーパーゼネコンらが元請けとなり、総合海事業者のわれわれが船舶関連を担うことで、洋上風力発電の発展とお客様のビジネスに貢献できるものと確信しております。今日は、洋上風力の地盤調査で頑張っている新入社員の方の山田君がいますので仕事の内容を話してもらいましょう。

●山田さん、まずは現在のお仕事の内容を教えてください。

私は明日（9 月 13 日）から約 1 か月間、東北の日本海側に位置する現場で、洋上風力の風車施工に関する地盤調査に出発する予定です。現場は沖合数キロメートルの海上であり、3,000 トンの新しい DPS 船「Stanford Hobby」に乗って仕事をします。この船がプラットフォームの役割を果たし、船上からドリルパイプを繋いで、現位置試験や海底から地盤試料を採取する作業を行います。実際の掘削は協力会社が行うので、当社は現場監督の立場になります。新人の私は先輩の補佐として、掘削深度を記載して調査実績を作成したり、海底から採取した試料の撮影・記録などの業務を担当します。



揚鉱試験イメージ図

出典：資源エネルギー庁 / JOGMEC（「海底熱水鉱床開発総合評価報告書」2018年12月）



インタビュー風景

左：東京支社 海洋開発事業 常務取締役 技術本部長 技術士（建設部門）
木村 秀雄さん

右：東京支社 海洋開発事業 計画技術部 山田 瑞熙さん（2019年3月卒業）

深田サルベージ建設株式会社

海難救助をはじめ、鉄構工事や海洋土木、輸送・曳航などを行う、総合海事業者の老舗カンパニー。我国最大級の大型起重機船「武蔵」や、日本の民間企業初となる海底資源調査の多目的作業船「POSEIDON-1」の活躍が話題に。ROV（遠隔操作型無人探査機）のオペレーションは 25 年の実績をもち、AUV（自律型無人潜水機）の商業運用をいち早く始めたのも同社であり、海洋開発でも業界をリードしている。

● 海上で仕事をする面白さはどんな点ですか？

面白いのはダイナミックさです。掘削リグは3～4階建てのビルを見上げるような大きさがあり、それが稼動して水深20～30mの海底に穴を掘るわけですから、初めて見た時はその迫力に圧倒されました！自分は観光船しか乗ったことが無かったので（笑）、巨大な作業船のスケールに感動し、それがテクノロジーによって定点保持されていることもスゴイと感じました。採取した試料を、自分の目で見られることもやりがいですね。

作業船には外国人スタッフも多くいるので、英語でのコミュニケーションに少々苦労していますが、言葉に慣れるよう努力して、洋上風力発電の仕事にしっかりと関わっていきたくと思っています。



5月に運航を開始した Stanford Hobby (リグ Gaia-1 を搭載)



Stanford Hobby にて地盤調査中（航海期間は約1ヶ月）



横浜支社の現場便り

「深田」を名乗った時点でプロ！
起重機船を用いた仕事を頑張っています

横浜支店 工事課 西森 拓哉さん（2017年3月卒業）

『カイケンマガジン』の取材に参加予定だった西森さんは、取材直前に発生した大型台風15号による支店管内の対応ため参加不能となりました。急きょ、コラム枠で仕事内容を紹介させていただきます。

私の主な仕事は、起重機船を用いた港湾荷役機械の設置であり、旋回式の起重機船や台船なども扱います。この作業は現場の花形ですから、確かなやりがいを感じます。またこうした業務に関する作業計画～資材手配～現場施工の、一連の計画・段取りも担当しており、船・作業隊との打ち合わせも綿密に行っています。

当社は総合海事業界のリーディング・カンパニーですから、入社2年目の私でさえ「深田」を名乗った時点で、お客様は私をプロと認識します。現場海域の利用者（漁業関係）や保安部なども、構える部分があると思います。当然、下手なことは言えませんから、深田の社員というプライドをもって、真摯な態度で各種の調整に



臨んでいます。

私はまだ新人ですから、完璧な段取りができず現場でミスすることがあります。そういう時は作業隊に相談したり過去の経験や知恵を引き出して、ベストな解決策を導く努力をします。そんな現場が無事に終わった時は、心からホッとするとし、少しずつ成長できていると実感します。この仕事は荒天順延が続くと本当に大変ですが、現場の安全を第一に考え、頑張っていきたいと思っています！

山田さんに学生時代の思い出や、学生へのメッセージを聞きました。

● 卒業論文はどんなことに取り組みましたか？

私は「洋上風力発電基礎杭の設置作業中のクレーン船の波浪中動揺に関する基礎的研究」という卒業論文に取り組み、模型のクレーン船と洋上風車に波を当てて、その動態を見る水槽実験を行いました。これに取り組んだのが真冬だったので、実験室の水はホントに冷たかったですね。凍える体で粘り強くトライ＆エラーで頑張ったことが良い思い出になっています。

● どんな就活でしたか？

将来は海洋と建築の両方を仕事にしたいと考え、「海洋空間利用工学研究室」の居駒教授に相談したところ、当社の存在を教えてくださいました。自分はずっと海洋開発の仕事が一番興味があり、深田の説明会では建設業務の話も聞けたので、当社一択の就活になり、無事に就職できました。自分の卒論の内容もそうですが、学生時代に

ノートを広げて勉強して来たことが、今、目の前の海で繰り広げられていることに感慨を覚えます！

● 学生時代にこれだけはやってほしいと思うことは？

自分がやりたい仕事は何かを、しっかり考えてください。そして何ごとにも興味をもてるよう、柔軟な発想力を育てておくと、生活面や仕事で熱中できることが見つかり、毎日が面白くなると思うので、貪欲に頑張ってください！



学位記授与（居駒教授と握手）

カイケン出身として、特に水辺のまちづくりに積極的に携わりたい!

社会人5年目として、現在、株式会社オリエンタルコンサルタンツに勤務する卒業生 OB の青木秀史さんに現在のお仕事の様子や学生時代の思い出についてうかがいました。

● 現在のお仕事の内容についてお聞かせください。

—私は現在、建設コンサルタントの会社に入社して、5年目になります。建設コンサルタントってどんな業種かと皆さん思いませんでしたか。建設コンサルタントとは、地域活性化やまちづくりを進めるために、技術的課題を明らかにし、計画や設計等の提案を行うことで、社会に新たな価値を生み出す専門家の軍団です。

私は主に都市計画の部署に所属し、全国をフィールドに住民協働のまちづくりや再開発事業の推進に関わる仕事に取り組んでいます。

● お仕事の魅力はどんなことですか？

—建設コンサルタントは自分が培った知恵や技術で進めていく仕事なので、一技術者として、自分自身を磨いていくところが個人的にはとても魅力的に感じます。

また最近では、会社として自ら資金を投じて事業者となり、事業の運営まで行う仕事が多くなってきています。具体的には、一般的なまちづくりの計画を作るだけでなく、まちに存在する施設や公園の運営に事業者として参画し、まちづくりに貢献しています。私の元上司も元は橋の設計をしていましたが、今はあるまちの酒蔵再生と地域活性化に取り組み、自らの手で作った日本酒を世界大会に出品し、世界にそのまちを発信しています(笑)。

このように、最近では建設コンサルタントの仕事は多様化しており、とてもやり

がいのある仕事です!

● お仕事をしていく上で大変な点はどんなことですか？

—コンサルタントの職業は、複数の業務を同時にマネジメントしながら、進めていくことが重要です。決められた工期内で、十分な成果をあげるためには1日1日の行動が影響してくるため、時間管理については入社後とても苦労しました。

● 海洋建築工学科出身で良かったと思えるエピソードはありますか？

—最近では洋上風力発電や海上都市構想・GREEN FROAT など、まさに海洋建築工学科が扱っている分野が世間で注目されています。それらも学科の先生方や関係者方のご尽力・活躍があってこそ感じております。

私自身の仕事でも、東京湾での水辺調査業務や東日本大震災による被災地におけるまちづくり計画の策定業務など、海洋建築工学科出身だからこそ、充実した成果を上げることのできる仕事もありました。今後もそれらの業務を積極的に携わることで、先生方が活躍されているように、私自身も後輩たちの道を築けるように、社会貢献したい想いが募るばかりです。

● 将来の夢を聞かせてください。

—今年、技術士の資格を取得できたので、今後は管理技術者として業務を積み重ね、将来は都市計画分野の専門家として社会で活躍すること。また海洋建築工学科出身として、特に水辺のまちづくりに積極的に携わりたいと考えております。

● 学生へのメッセージをお願いします。

—皆さんが学生時代の終わりに気になるのは就職活動だと思います。進路を選択していく中で、先生から一言に救われた覚えがあります。

「就職することがゴールではない、就職



研究室メンバーとの北海道一周旅行での山登り

した後、人生で何を成し遂げるのが大事だ」その一言に納得し、学生時代と同じようにひとつのことに縛られず、いろいろな経験ができる職業かつ日本各地を回れる職業と考えた時に現在の職業を選びました。

人生100年時代、一社に勤めて定年まで迎えることも少なくなっているのではないのでしょうか。生きていく中で、常にいろいろな選択肢を選ぶように、学生時代は否定することなく、いろいろなこと経験して、自分の糧にしてください。



趣味の建築巡りで訪れた瀬戸内にある「豊島美術館」

プロフィール

青木 秀史

あおき ひでふみ

1991年2月生まれ。神奈川県出身。土浦日本大学高等学校出身。日本大学理工学研究科海洋建築工学専攻修了(畔柳研究室)。株式会社オリエンタルコンサルタンツ 関東支店都市政策・デザイン部所属。



海洋建築の最新トレンド

洋上風力技術開発とそれに期待すること 居駒 知樹 教授

日本においては、海洋の利用や管理等に関する法律が平成19年に始めて施行された。海洋基本法である。この法律が施行されるまで、海を利用するための法律は日本には実質的にはなかった。そのため、国として海という場（空間）を利用したり積極的に管理したりするというモチベーションはほとんどなかったといえる。もちろん、漁業や海運は重要な産業であり日本での食や経済活動を支えていることは間違いない。ただし、漁業・水産業に関してはきちんと水産基本法という法律が定められているから、やるべきことがある程度ははっきりしているといえるのである。日本における海洋開発とか海洋空間利用は水産や海運の分野を除けば、ほとんどなかったといえる。しかしながら一方で、科学調査・探査や観測は積極的に行われており技術的水準は当然世界レベルである。

海底に賦存する鉱物資源については筆者が大学院生の時代から注目され、1990年代後半にはマンガン団塊などが実際に採取されるなどして海底鉱物資源開発について大いに期待が膨らんだ。しかしながら当時は採算性の問題から、1997年ごろには国の研究開発プロジェクトは終了し、資源としての可能性評価は先送りされた。2010年以降に海底および海底下の地質調査が行われた結果、広くかつ大量に鉱物資源が分布していることが分かってきた。

紙面の関係で詳細は省くが、日本は1980年代から波力発電を積極的に研究し、2001年まで複数の実海域実証実験も行われていた。しかし、2011年度から始まるNEDOのプロジェクトまで国レベルの波力発電に関わる研究開発はなくなったこともあり、2000年ごろから2010年ごろまでの10年間は空白期間である。一方で、1997年にCOP3で



採択された京都議定書をきっかけにEU諸国では再生可能エネルギー開発のモチベーションが非常に高くなり、海洋におけるそれも同様に研究開発が一気に進むことになる。洋上風力発電も2000年以降は2次関数的に総発電量が増大する。EUにおいては波力発電や潮流発電の研究開発がEC主導あるいは国レベルのプロジェクトとして推進された。日本でも浮体式洋上風力発電システムの研究がいくつかあったが、商用を前提とした研究の段階ではなかった。

さて、2019年現在の日本において最も開発意欲が盛り上がっている海洋事業は洋上風力発電導入プロジェクトであろう。これについて整理しながら今後の日本の海洋開発と海洋建築、という観点で考えてみる。

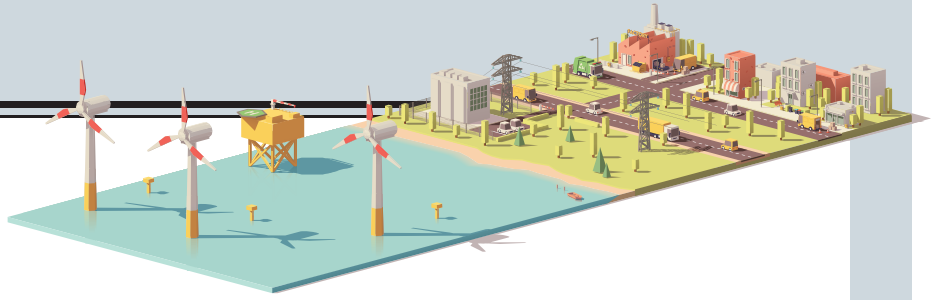
日本において発電用風車が海上に設置された例として、茨城のウインド・パワーかすみ（現第1洋上風力発電所）が2010年から運転されている。2MWの風車が7基である。さらに8基を沖合に設置する第2洋上風力発電所のプロジェクトも進行中である（茨城県Webサイトより）。日本では道路が狭く構造体が標識等にも引っかかってしまう問題から、陸上で4MWクラス以上の風車を建設することは物理的に不可能といわれている。比較的低位で風況の良いところに建てる場合には景観問題や低周波音の問題などがあり、必ずしも導入が容易とはいえない。洋上風力発電のコンセプトが出てきた理由には、場所が広大であること、低周波音などの騒音問題への対処が比較的容易であること、そして陸上よりも圧倒的に風況がよいことが挙げられる。一般的に再生可能エネルギーの発電装置は設備利用率が30%（定格出力での年間発電量に対する実際の年間発電量の割合）以上が採算ラインといわれる。ところが、陸上風車でそれは日本では2011年以降に20%をやっと超えた程度であり、世界平均の31%には及ばない。設備利用率が低下する理由のひとつには利用可能率の低さがあった。風が吹けば装置を稼働できる状態が年間どの程度あるかを利用可能率といい、メンテナンスや修理中で稼働させないときを除いては、いつでも運転できることが望ま

しい。最近の利用可能率は98%を超えるようになった。

日本で浮体式風車が設置されたのは戸田建設が環境省事業として長崎県の五島列島で実施したプロジェクトが最初である。提案された浮体形式はハイブリッド・スパーと呼ばれ、浮体基盤下部にはプレキャスト・プレストレスト・コンクリート(PCaPC)の円筒管が採用され、基盤上部と海上のメインタワーは鋼製で建造された。2009年に1/10スケールのプロトタイプを海上に浮かべての実験を実施した。2010年度から環境省事業となり、2013年に1/2スケールの浮体システムを建造・設置した。環境省事業としては終了したが、2016年には2MWのフルスケール商用モデル「はえんかぜ」が設置され、国内初の浮体式洋上風力による商用運転も開始された。この浮体は全長172mでローター直径が80mほどある。風車としてはダウンウィンド方式（ナセル側から風を受ける）が採用された。2021年の運転開始を目標に戸田建設は22MWの浮体式洋上ウィンドファームの商用プロジェクトの継続を決めている。

日本国内ではNEDOが実施した洋上風力発電実証プロジェクトもある。銚子沖や北九州沖には2MWクラスの着床式風車と海上の風況を計測するための風況観測タワーと一緒に設置された。銚子沖の風車（2.4MW）は2013年より実証試験運転が始まり2019年より東京電力による商用運転に切り替わった。東京電力は将来的に洋上風力発電能力を200~300万kWまで拡大するとしている（2018年11月27日TEPCOプレスリリースより）。

2011年3月の東日本大震災からの復興を目指し、福島洋上風力コンソーシアムは2016年に世界で初めての浮体式洋上ウィンドファームを福島沖に完成させた。まず浮体式洋上変電設備「ふくしま絆」と2MWのセミサブ型風車「ふくしま未来」が2013年に設置された後、当時は世界最大クラスであった7MWのV字型セミサブ型風車「ふくしま新風」が2015年に設置され、最終的に5MWのアドバンスドスパー型の風車「ふくしま浜風」が2016年に設置され、予定して



いた3基の浮体式風力発電システムと浮体式変電設備全てが福島の沖合20km、水深120mの海域に完成した。それぞれの名称は単なる呼称ではなく、非自航船として船舶登録されている船名である。2MWのふくしま未来は稼働率95%以上で設備利用率は31%を超えているとのことである(平成30年度福島沖での浮体式洋上風力発電システム実証研究事業総括委員会報告書より)。

2019年5月にはこれまでとは全く異なるコンセプトで、ポンツーン型でムーンプールを有し、喫水が浅く浅海域への設置が可能な浮体式風車が北九州沖響灘で実証運転を開始した。定格出力は3MWである。今後、欧州で設置されていく最大規模の風車は10MWクラスである。本稿で述べた2MWの風車のローター直径は80mであった。7MWのふくしま新風のハブ(ローターの中央部)までの高さは水面から105m、ローター直径は167mである。欧州で開発が進む10MWクラスとなるとローター直径は193m(Siemens GamesaのSG10.0-193DD)にもなる。

順調に見える日本の洋上風力発電開発・導入の今後はどうようになっていくのだろうか。2018年に第5次エネルギー基本計画が閣議決定された。筆者の関心ごとは、海洋再生可能エネルギーである。このエネルギー基本計画の基本コンセプトに「エネルギーミックス」がある。2030年までに再生可能エネルギーの電源構成比率を22~24%にするのが数値目標であるが、洋上風力発電を除く海洋再生可能エネルギーの比率は見込まれておらず、今後開発が必要な技術にとどまっている。一方、風力発電は1.7%が見込まれている。1.7%の比率は2030年には年間でおよそ17億kWhを風力発電で供給すること意味する。2018年度末時点で日本での風力発電の設備容量はおよそ350万kWである(日本風力発電協会より)。これが設備利用率20%で稼働したとすると、設備容量として約1000万kW(10,000MW=10GW)が必要である計算となる。するとこれから10年余りで650万kWの設備を新規で導入していく必要がある。現在環境アセスメントを

申請中である着床式および浮体式を合わせた洋上風力発電の設備容量は約540万kWである。

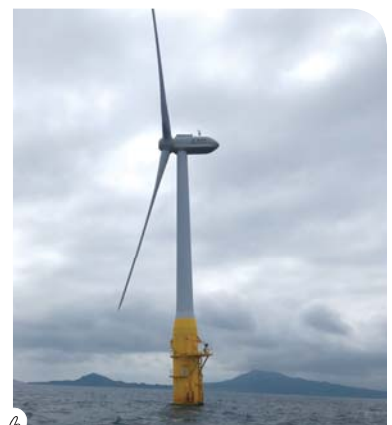
洋上風力発電の導入促進にはいくつかの壁があったが、その中でも海域を長期に占有することそのものが問題であった。これに対する措置として、先ず2016年7月の改正港湾法の施行がある。この改正で「占用公募制度」が導入された。自治体が事業案を妥当だと判断すれば、水域の占用計画を最長20年まで延長できる。後にふれる洋上風力発電開発のための拠点港整備に関連してもやはり港湾法の改正の準備が進められている。2019年4月には「海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律(再エネ海域利用法)」が施行された。これにより港湾区域や漁業権で指定された区域外の一般海域(領海・内水)で促進区域が指定できるようになり、占用公募制度によって、洋上風力発電をはじめとする海洋再生可能エネルギーに関連する設備による海域利用を計画しやすくなった。また、占用期間は最長で30年となっている。

エネルギー基本計画で示された風力発電1.7%という数値目標は関係者のモチベーションを下げるものだった。ところが、ここきて民間企業の開発モチベーションは思った以上に高くなってきたといえるし、起重機船や洋上風力発電設備設置の専用船(SEP船など)の新規導入の状況もそれを反映していると思われる。洋上風力発電の導入促進には、風車技術・構造物設計技術や海上工事技術だけでなく、運用・維持管理(O&M)技術の充実と生産・作業効率を大幅に高くするためにも拠点港が必要である。すでに政府はそのための法整備を進めている。石油・天然ガスの海洋開発であっても漁業であっても、必ず陸の拠点が存在するのである。その陸の拠点は海と深くかわる経済圏を形成してきたし、これからもそうであるに違いない。洋上風力発電開発のために今後は本格的に拠点港が整備される。開発規模を考慮すれば地域への新たな経済効果を期待できるだけでな

く、むしろ新たな経済圏の創出となることも否定できない。風車設備の生産ラインを拠点港の背後に整備するヨーロッパでの事例もある。雇用が生まれ、新規事業の創出も期待される。

日本周辺海域でのメタンハイドレート開発は2030年の商用生産開始を目標に進められている。海底資源開発もしかり、という状況ができつつある。拠点港を中心とした経済圏としての後背地の変化を誰がどう考えていけば、建築系学科の教育を受けて今に至る筆者としては非常に興味深いところである。これまで国内に海洋開発を中心とした海事産業がなかったことを考えれば、洋上風力事業の拡大は海と我々の生活とのかかわりを改めて考え直すきっかけになり得る。また、産業や経済の側面からの海との関わりをもっと現実的にとらえられるようになっていくはずである。海上に構造物を計画・設計してそれを運用・維持管理するための技術の多くは石油・天然ガス開発の技術の転用・応用である。そしてそれだけに留まらず新たな技術開発も行われている。洋上風力開発で初めて海や海洋工学に関わったエンジニアが世界にはたくさんいる。もちろん日本国内にもである。

様々な技術的背景をもったエンジニアが、またプランナーやデザイナーが総合的に関わって成立するのが海洋開発分野であることも容易に想像できると思うのだが、読者はいかがだろうか。



戸田建設の2MWハイブリットスパー型風車(M1の守津颯哉くん撮影)

VOICE vol.12 沿岸域の環境は海沿いの計画や開発を行う際に最も重要な事項である

現在、大学院博士後期課程1年で、環境保全系沿岸域工学研究室で砂浜の保全に関する研究に取り組んでいる横田拓也さんに学生時代の活動や自身の研究についてうかがいました。

●海洋建築工学科へ進学するきっかけはどんなことでしたか？

——もともと海が好きだったこともありましたが、高校生の時に東日本大震災を経験したことが大きなきっかけになりました。被災した海沿いの地域を目にして、とても衝撃を受けたことを今でも覚えています。そして、進路を決めるときに「海洋建築工学科」という名前に興味を持ち、オープンキャンパスに参加した際に津波防災や海の環境のことに加えて、建築についても学べること、さらにオープンキャンパス時の学科の雰囲気の良さに惹かれて海洋建築工学科を志望しました。

●3年生以降に所属する研究室に関して現在の環境保全分野を選んだきっかけはどんなことでしたか？

——研究室選びはとても迷いました。正直当時環境分野の研究室についてはあまり意識していませんでした。そんな中で、環境分野の研究室の説明を聞いて建築や都市計画、海上の利用などすべての基盤となっているのが環境分野であるという

ことを知りとても魅力を感じました。特に沿岸域工学研究室で行っている海岸やその背後の環境についての研究は、沿岸域の開発を行う上で非常に重要な役割を有していると感じて志望しました。また、国内外の海岸での現地調査でいろいろな場所に行けて楽しそう！と思ったことも理由の一つです(笑)。

●所属する研究室ではどんな活動をされていますか？

——研究室では主に砂浜の保全に関する研究を行っています。日本の海岸の多くは侵食が進んでおり、それを防止するために構造物の建設が行われてきましたが、結果として砂浜は守られることなく侵食問題や砂の異常な堆積が生じています。また、海岸背後では風による飛砂や飛塩による問題も存在します。こういった海浜部を含めた沿岸域の環境を適切に保全することを目標に研究活動を行っています。研究にあたり、私たちは実際に海岸に足を運び、海岸の現地状況の確認や地形測量を頻繁に行っています。こういった調査では研究室のメンバーと協力して調査を行うとともに、海浜地形や自然現象に関する新たな疑問や発見があり、我々の研究の醍醐味のひとつであると感じています。また、研究成果は毎年国内外の学会で発表していますが、研究

室で毎年参加しているベトナムの天然資源大学や海洋研究所での研究発表では、現地の方と一緒にベトナムの海岸での現地調査なども行っており、海外の海岸環境や問題を知るうえでの貴重な機会になっています。私も昨年度参加しましたが、とても良い経験となりました。

●修士論文ではどのような研究・提案をされましたか？

——海浜では波の作用による地形変化(砂浜の侵食など)が生じます。さらに、波が作用しない区域では風により海浜砂が飛ぶ現象(飛砂)による地形変化が生じます。飛砂が卓越する海岸では、海浜背後の道路や居住地、港湾内へと海浜砂が侵入・堆積する飛砂被害が発生しています。これらの問題に対して事前予測や適切な対策を講ずるための評価を行うためには、海浜における波による地形変化と風の作用による地形変化を同時に予測する手法が必要となります。しかし、これまで海浜地形変化予測に用いられていた計算モデルは波の作用のみを対象としており、風による砂移動については予測が困難でした。そこで私は修士課程において、波と風の作用を同時に考慮した海浜地形変化予測モデルの開発を行いました。



1



2



3



4



5



6

1 新島での調査風景

2 新島での地形測量風景

3 ベトナム海洋研究所の方との懇親会

4 学会での発表風景

5 ホーチミン天然資源環境大学の先生方との記念写真

6 ベトナム出張にて

●学外の活動で注力していることはどんなことですか？

——学外では主に学会発表への参加に力を入れています。学会は自らの研究成果を発信することももちろん、他大学の学生や企業の方と交流する機会が多く、さまざまな分野の方とつながることができる貴重な場であるため大切にしています。特に、国際会議では自分の研究の世界的な位置づけや、他国の研究者が現在どのような研究に取り組んでいるのか知ることができとても刺激になります。

●環境保全分野・沿岸域工学の「面白い点と難しい点」はどんなことですか？

——環境というのは何事にも切っても切り離せない関係にあります。中でも沿岸域の環境は海沿いの計画や開発を行う際に考慮すべき最も重要な事項であると考えています。そのような中で、今後自分が行っている研究を生かして、地域住民や利用者の意見を踏まえながら環境保全の観点から適切な地域計画の基盤を作り上げることができるのは魅力であり面白い点であると思います。

また、研究においてさまざまな自然現象の予測や評価を行う上で、その現象の根本的な部分を解明、理解することが必要となりますが、これが難しい点であり非常に面白い点でもあります。

●海洋建築工学科で学ぶ意義や面白さはどんなことですか？

——この学科はさまざまなことを幅広く学べるのが魅力であり面白いところだと思います。そんな中で、今まで自分が知らなかった知識や業種を知ることできますし、ある専門分野に進んだとしても幅広い知識を生かして総合的な提案ができたり、多角的な視点から物事を見ることができるのは将来的に大きな武器になると思います。

●「海洋建築工学科」の出身で良かったと思えたことお聞かせください。

——海洋建築工学科では多様な分野を学べ、どの分野でもその幅広い知識を生かすことができるのが魅力です。特に学科内の異なる分野の学生と気軽にコミュニケーションを取ることができ、他分野の先輩や同期の学生から自分とは異なる視点からのアドバイスをもらえるのは非常に有益であり、私も研究を進める上でこれまで多くの意見やアドバイスをもらいこの学科の良さを感じました。

●学生時代の楽しかった思い出を教えてください。

——学生生活では、研究室の同期や先輩とともに過ごした日々が一番の思い出として印象に残っています。夜遅くまで研究室に残って、お互いの研究についてアドバイスをし合ったり、時には悩み相談をしたり、遊んだり…。当時は思い返すと半分以上は遊んでいたような気もします(笑)。

●今後の意気込み・将来の夢をお聞かせください。

——今後、ますます海洋や沿岸域の開発が活発になっていくと思います。そんな中で、私は将来的にこの学科での在学中に培った知識や技術力で沿岸域の計画や環境保全に関わる仕事・研究をして、国内外の発展に大きく貢献できるように技術者・研究者になりたいと考えています。これが私の夢です。

●是非、読者・後輩へのメッセージをお願いします！

——「自分が将来やりたいことが決まらない」、「どの分野に進むか迷っている」という悩みを持っている人もいます。僕もそうでした。ただ、この学科は幅広くいろいろなことが学べる学科なので、いろいろ学んだ上でまずは自分が



海外研修旅行



ベトナムの海岸での調査風景

少しでも面白そうだなと興味を持ったことについて突き詰めてみてはどうでしょう。そして、やりたいことや自分の夢が見つかった人は、その分野の研究室の先輩に話を聞いてみることをおすすめします。いろいろな人と話す中できっと自分の将来の目標が明確になると思います。僕自身、皆さんといろんな話ができたらと思っています。僕も自分の持つ夢に向かって研究・勉強に取り組んでいます。それは皆さんも変わらないと思います。一緒に頑張っていきましょう！

プロフィール

横田 拓也

よこた・たくや

1994年生まれ。茨城県出身。銚田第一高等学校出身。2018年日本大学大学院理工学研究科海洋建築工学専攻博士前期課程修了(小林・野志研究室)修士(工学)。同年4月に博士後期課程進学。研究分野：海岸工学。修士論文：「飛砂による地形変化を考慮した海浜地形変化予測モデルに関する研究」。趣味：野球、野球観戦、旅行



再生可能エネ100%を目指すハワイの挑戦 → 惠藤 浩朗 准教授

平成30年度日本大学海外派遣研究員（長期）として、2018年4月～翌3月（11カ月間）にハワイ大学マノア校ハワイ自然エネルギー研究所（HNEI）で客員研究員として研究生活を送る機会に恵まれました。ここではHNEIの取り組みやHNEIの研究者らとの交流、滞在中に視察・情報交換のため訪問したハワイ島のハワイ州立自然エネルギー研究所（NELHA）について紹介します。

HNEIにおける再生可能エネルギーに対する取り組み

ハワイは電力の約9割を化石燃料に頼り、電気料金はアメリカ本土の約3倍ともいわれ、経済を圧迫する一因となっており、2015年にはハワイ州議会で「2045年までに消費電力を100%再生可能エネルギーでまかなう」という法案も可決されました。そこでHNEIでも研究者や技術者、州政府や連邦機関のエネルギー部門マネージャー経験者が集められ、自然エネルギーや代替燃料、スマートグリッド、エネルギー貯蔵・輸送に関するプロジェクトが進められており、私は海洋再生可能エネルギーから得られた電力を水素に変換し、エネルギーの効率的な輸送や安全なエネルギー貯蔵を実現する検討をハワイ滞在中の研究課題としていたため、HNEIの研究者らとの意見交換や情報交換などの交流はこれからの研究活動の本当に大きな財産になりました。

ここでHNEIのプロジェクトを紹介したいと思います。まず1つ目は“Blue Revolution”と呼ばれるプロジェクトで、ハワイ沖に海洋温度差発電装置（OTEC）を有するプラットフォームを構築し、深海から汲み上げた冷たい海洋深層水をOTECに使用した後、深層水には豊富な栄養分が含まれているため周辺海域に散布し、海洋バイオマスプランテーションや養殖に活用することを考えています。更に深層水の散布により周辺海域は冷やされ、アメリカ本土へ被害を与えるハリケーンの形成の抑制も期待できるというもので、このような複合的な効果を利活用する発想は、新しい海洋建築を創造する上でとても大切なことだと感じました。

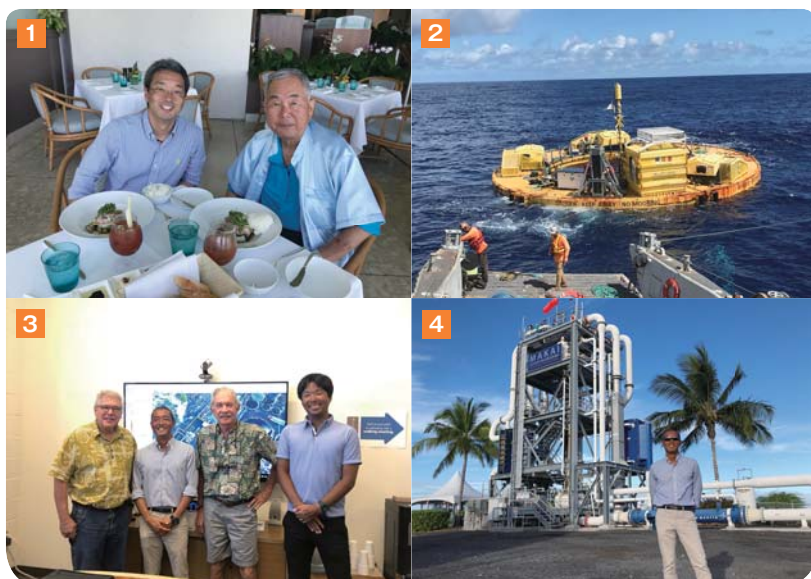
その他のHNEIのプロジェクトとして、Lifesaverと呼ばれる浮体式波力エネルギー変換装置をカネオヘ湾沖に設置し、動揺特性や外部システムへの電源供給能力を実証実験から把握する研究が進められており、その装置を沖合

に据え付ける工事を視察する機会に恵まれたため、2日間の日程で参加してきました。1日目の視察ではLifesaverを海域に設置するブイを海底アンカーに据え付ける工事が行われ、2日目は据え付けられたブイにLifesaverを繋ぎ、更にLifesaverから延びる3本のウインチラインを海底に繋ぐ様子を見てきました。そしてその視察から、大きな浮力を有するブイを海面下に沈めて設置する一連の手順や、海底で作業するダイバーに水中カメラを用いて作業を指示し海底工事を進める方法、係船浮標を利用した作業船の位置保持方法など、講義の中で学生達にも伝えていきたい多くのことが学べました。

NELHAにおける再生可能エネルギー開発と養殖事業

NELHAは海水を利活用する研究開発を目的に設立された施設で、約50社のテナントが水産養殖や水素生産、海洋深層水商品などに関する研究やビジネス展開を進めています。NELHAはそこで得た資金をもとにOTECに関する研究開発を進めているので、私は研究室の大学院生2名と共に、沖合展開を想定したOTECの将来計画や水素生産プラントに関して情報交換してきました。またNELHAで汲み上げられた深層水は、OTECにはもちろんのこと、アワビやアサリ、エビ、ヒラメなどの養殖や、建物の冷房システムにも活用されており、ここでも電力を生産する際に生み出される副次的な効果や生成物を利用する考えが重要であることを改めて認識しました。

HNEIでの客員研究員としての研究活動から得られた貴重な情報や考え方、人的ネットワークは今後の研究活動や講義に大いに生かせると考えています。最後に、このような機会を与えてくださった皆様に深く感謝申し上げます。



- 1 “Blue Revolution”を提案する Patrick 教授とのランチ
- 2 “Lifesaver”のカネオヘ湾沖合への据え付け工事
- 3 NELHAのGregory 所長、Jan 教授、院生の海保君と共に
- 4 NELHAのOTECの前で

1 海外での活躍&学術交流

OMAE2019での研究発表と増田光一特任教授の Appreciation Award の受賞

6月9日(日)～14日(金)の期間、米国機械学会(ASME)のOcean, Offshore and Arctic Engineering Division主催の「OMAE2019」がイギリス・スコットランド・グラスゴーで開催され、居駒知樹教授、恵藤浩朗准教授、相田康洋助教、菅原遼助教、増田光一特任教授と大学院生2名が研究発表を行いました(写真1, 2)。特に、13あるシンポジウムの中から1人ずつ Appreciation Award が表彰され、その1つである Ocean Space Utilization からは増田光一特任教授が表彰されました。この賞は、シンポジウムでの論文・発表依頼や査読手配等、シンポジウムの成立への多大なる貢献をされた方に送られるものであり、参加者1,100名を超える過去最大規模の開催の中で表彰されました(写真3)。



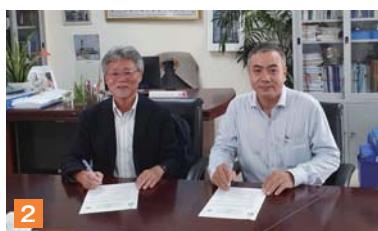
セブ工科大学との学術交流の実施

7月27日(土)～29日(月)の期間、海洋建築工学科との学科間学術交流大学であるセブ工科大学との学術交流が行われました。27日に開催されたセブ工科大学の学生を対象とした「海岸・地震工学セミナー」では、小林昭男教授と北嶋圭二教授が講義を行い、約80名の学生が聴講しました(写真1)。28日には、海岸侵食要因の解明と対策の立案を研究テーマとしているセブ工科大学の学生5名のウバイ海岸での現地踏査に小林昭男教授が同行し、研究指導を行いました(写真2)。29日には、セブ工科大学との学術交流覚書更新の調印式が行われ、今後の双方の大学の発展に寄与する学術交流の推進が確認されました(写真3)。



ベトナム・ハノイでの学術交流および研究発表

9月25日(水)にベトナム・ハノイ市のハノイ天然資源大学で「第5回河口・海岸・大陸棚国際会議(ECSS2019)」が開催され、小林昭男教授が開会挨拶及び基調講演、博士後期課程・横田拓也君が研究発表を行いました(写真1)。ECSSは、海洋建築工学科との学科間学術交流大学であるホーチミン天然資源大学とが共催する国際会議であり、今回の訪問時には同大学との間で更新した学術交流覚書の交換も行われました(写真2)。また、9月25日(水)～28日(土)にベトナム・ハノイ市のトゥイロイ大学で開催された「第10回アジア太平洋国際会議(APEC2019)」において、小林昭男教授が研究発表を行いました。APEC2019では約200編の査読論文の発表が行われ、星上幸良准教授と横田拓也君が同会議に出席・聴講し研究情報収集を行いました(写真3)。



海と建築

vol.
19

運河は、今日その役割を終えて、各地の臨海部から姿を消してきているが、元々は都市の臨海部にあって、河川や用水路と見間違える向きもあるが、運河の水際周辺部を見て回ると土地利用が計画的になされており、まぎれもなく計画的に配された水路であることが分かる。新訂「建築学体系 26 都市計画」(1972年)には、水上運輸施設として交通網計画に運河は位置付けられていた。本書には当時の建設省(現 国土交通省)の運河計画の標準が提示され、運河の配置、幅員と水深、運河と道路の関係等が解説されており、都市計画上の施設のひとつとして扱われていたことが分かる。その後、運河の利用の衰退とともに、教科書からも運河の文字は消えていった。

運河は、わが国では江戸時代に舟運が発達することにより、各地で開削がはじめられた。その後は時代を

経ることで、東京・大阪・名古屋を含めた六大都市や国際貿易港周辺部で開削されるようになった。ただ、明治中期以降に舟運は自動車輸送に取って代られることで、運河は露と消えてゆくことになり、各地で埋立てが進められた。現在、江戸期や明治期を含めて開削されてきた運河は全国で90ヶ所程残されているが、運河の多くは、水環境の再評価がなされることで新たな都市環境としての価値が見出され、保存・活用が図られてきている。

魅力的な水辺を楽しませてくれる運河の代表としては、小樽運河や半田運河、富岩運河などがあげられるが、これらの運河も一度はその役割を終えたものとして埋め立て推進の憂き目に曝された経緯がある。しかし、住民運動などによって埋め立てを免れ、今日では当該地における歴史的な名勝に生まれ変わり、住民や市民、観光客に安らぎの場を提供し、憩いや潤いを与える貴重な水辺となっている。こうした運河は今や地域にとっては無くてはならない親水空間となっている。(特任教授 畔柳昭雄)



歴史的建造物群が並ぶ小樽運河(北海道)



富岩運河の賑わい(富山県)



富岩運河沿いの世界一美しいと称されるスターバックスコーヒー(富山県)

海建

カイケンマガジン No.111

発行者/北嶋圭二 発行日/令和元年11月1日

〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1
 日本大学理工学部海洋建築工学科教室
 Tel : 047-469-5420 (事務室)
 Fax : 047-467-9446

編集委員：居駒知樹、恵藤浩朗、野志保仁、菅原遼、相田康洋
<http://www.ocean.cst.nihon-u.ac.jp>
 デザイン制作 — QB System Co.,LTD.