

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.
114
海建

カイケン magazine

特集

海洋建築ビジョン2050 策定に向けて -30年後の都市・生活環境を支える海洋建築の在り方-





海洋建築ビジョン2050 策定に向けて

30年後の都市・生活環境を支える海洋建築の在り方

はじめに ～ 2050年の海洋空間利用と海洋建築の役割～

▶ 2050年に予測されている社会情勢のポイント

- ・世界人口の爆発的な増加：約78億人（2020年）から約100億人まで増加する。
- ・世界的な高齢化社会への突入：世界人口の6人に1人（約16%）が65歳以上となる。
- ・日本のさらなる人口減少：日本の総人口は9,515万人まで減少する。
- ・海面上昇の進行：世界平均海面水位は約20～40cm上昇する。

日本大学理工学部海洋建築工学科は、2018年4月に学科創設40周年を迎えました。海洋建築工学分野が構築されてきたこの40年間には、私たちを取り巻く社会・生活環境は大きく変化し、世界人口の爆発的な増加や地球環境との共存の必要性等を背景に海洋空間利用の重要性が世界各国で掲げられるようになり、今後の持続的な社会の構築において海洋空間の存在はとても重要なものとなってきています。こうした海洋空間利用の潮流は、今後も加速度的に高まっていくことが予想されます。世界人口が約100億人まで膨れ上がることが予測されている2050年には、海上・海中・海底等の未開拓の海洋空間への生活領域の拡張や海洋資源の開発および利用・活用、海洋環境との共存が必然となるでしょう。また、日本をはじめとした少子高齢化が進行する国家では、都市規模のコンパクト化や建築活動の最小限化、価値観の多様化に伴うライフスタイルの質的向上等に応じた新たな海洋空間利用の在り方が求められていくことになります。

こうした中で、昨今の海洋空間利用の動向を着目してみると、諸外国では、都市・社会問題の解決に向けた数々の海洋建築物が建設され始めており、デンマークの浮体式学生寮「Urban Rigger」

やオランダの浮体式イベント施設「Floating pavilion」等、私たちの日常生活と関連する身近な施設も建設されています。さらに、2019年4月には、国連により将来的な持続可能な社会を支える都市モデルとして海上都市「OCEANIX CITY」が提案されており、今後の海洋空間利用は、地球環境の様々な課題を解決する重要なテーマとして扱われていくことは必然となります。そこで本稿では、こうした社会構造の変化に対応するかたちで人と海との係わり方が大きく変容することが予想される2050年を視野に入れ、そこでの海洋建築の役割を示す「海洋建築ビジョン2050」の策定に向けた糸口を示していきます。

変容する都市・建築・生活を支える海洋建築の役割

●ビジョン1 海面に浮かぶ都市「海上都市」の建設による海洋空間への新たな生活領域の拡張

世界人口の爆発的な増加が予測されている2050年には、過密化した陸域における都市開発の限界を背景に、海洋空間のもつ空間資源が再評価されることで、人びとの生活領域は沿岸地域や海上へと拡張していくこととなります。また、地球温暖化の影響による海面上昇の進行や自然災害の頻発化への対応も相まって、「海上に浮かぶ都市」を展開していく社会的意義は高まっていくことになるでしょう。こうした社会においては、都市や建築の在り方は、海洋建築のもつ移動性、可変性、柔軟性の重要性が再認識されることで、数々の海上都市が建設されていきます。海上都市は、複数の浮体式のユニットの集合によって構成され、こうした浮体式ユニットの付け替えが適宜行われ、海上都市自体の拡張・縮小を可能とすることで、社会の変化に応じた海洋空間利用とそれに合った海上都市が形成されていきます。

●ビジョン2 海洋建築の移動性により実現する海洋空間の柔軟的利用と環境保全

海上都市の建設に連動するかたちで、沿岸地域や海上には、業務施設や宿泊施設、生産施設、エネルギー施設等の海洋再生エネルギーを最大限に活用した各種施設が建設され、海上のコンパクトシティが世界中に展開されるようになります。こうした各種施設は、浮体式施設として建設されるため、海洋建築のもつ移動性を活かすことで曳航・移動することが可能となり、機能が不要となった場合は、次なる海洋開発が求められる地域（水域）へと移動していきます。それにより、海洋環境への負荷を最大限軽減しつつ海洋空間利用が各地で展開される海洋空間利用モデルが一般化していくでしょう。オリンピックや万博等の祝祭性を帯びた一時的なイベントの舞台は海上開催が一般的となり、競技・イベント施設は勿論、観客用の宿泊施設等も浮体式にて建造されます。開催終了後は、各種施設は海上を移動することで、次なる開催地や試海上施設のニーズが高い地域へと運ばれていきます。

●ビジョン3 多拠点居住型ライフスタイルの発展に資する海洋建築の建設

2020年に全世界で猛威を振ったCOVID-19によって、期せずして、私たちのライフスタイル（住う、働く、憩う）は大きく変化し始めました。今後は、日常生活を取り巻く人びとの暮らし方も大きく変化、多様化していくことが予想され、特定の地域での居住に固定化されず、複数の地域（水域）を移動しながら暮らす「多拠点居住」は一般化し、都市主要部への人口集中から、地方都市や農村漁村などの自然環境が豊かな地域、さらには川や海の水上への生活領域の拡張が進展することでしょう。こうした柔軟性を帯びたライフスタイルに呼応するかたちで重要となるのが海洋建築のもつ「移動性」です。川や湖、海上に浮かぶ水上住居の存在は、水域と陸域の生活拠点間の移動を容易にさせ、生活領域としての水域の存在価値の再認識へと繋がる機会となります。従来、欧米諸国では、漁民や港湾労働者の住居として形成されてきた水上住居群ですが、今後、一般化していく移動型社会においては、柔軟な移動を支える住居の典型として水上住居コミュニティ（画像1）が市民権を得て発展していくことでしょう。

●ビジョン4 日常的移動手段としての水上モビリティの発展と普及

新たなライフスタイルが浸透・定着していく中で、それに応じた都市空間における交通インフラの再編においても水辺環境の存在は重要となります。海洋空間利用の進展に伴い、沿岸地域および海洋空間における次世代モビリティ開発が進展し、水上移動用パーソナルモビリティや小型無人ボートなどの水上モビリティを駆使した移動手段が普及することで、人・モノの水上移動が活発化します。それにより、海上都市や沿岸都市を繋ぐ海上・海中交通ネットワークとしての海中トンネル（画像2）や水路網が形成されていきます。陸域の都市空間においては、自動車社会の象徴として全国各地に毛細血管状に整備されてきた道路網は撤廃され、歩行者およびパーソナルモビリティ専用通路として再整備されるとともに、水上モビリティが行き来する水路へと開渠・開削されることで、都市空間における水辺環境の再編・復活が進展します。

水上モビリティが行き来する水路沿いには、水辺環境を活かした親水性の高い建築物が設計・建設され、水辺環境との親和性の高い環境共存都市モデルが世界各地で誕生します。

未開拓の海洋空間の領域への進出と海洋建築の必要性

●ビジョン5 自然環境豊かな沿岸部の未利用地域（水域）を舞台とした最先端都市の開発

近現代における陸域の都市発展モデルは、大・中都市を核として同心円状に市街地が拡張（スプロール化）していく形成過程が多くを占めていました。こうした都市では、自動車や電車が主な移動手段となり、都市生活者は特定の生活圏の中での移動が前提となっていました。しかしながら、今後のライフスタイルの変化に伴い、川や海などの豊かな水辺環境を有した沿岸地域を対象とした新たな最先端都市の開発が進展していくことが予想されます。また、港湾地域の外港化に伴い、都市近郊に残った比較的穏やかな水面をもつ未利用水面の空間活用も進展していくことで、水辺立地および水面保有の都市の付加価値が向上します。こうした水辺環境を活かした新たな都市開発では、海洋再生可能エネルギーを駆使することで持続可能な都市を目指した環境共生都市（エコシティ）や最先端の技術開発・研究を展開する研究都市（画像3）など、沿岸地域のコンパクトシティの高度化が展開されていきます。さらに、沿岸地域では、浮体式の海上都市や洋上風力発電などの海洋建築の自動施工を前提とした生産ラインが確立され、沿岸地域の新たな生産拠点が順次整備開発されることで、沿岸地域を拠点とした海洋建築のローカルネットワークが形成されていきます。

●ビジョン6 地球の海の約7割を占める公海利用の発展

開発が進展するのは沿岸地域だけではありません。地球の約7割を占める海洋空間も新たな都市や拠点整備の舞台となります。特に、どの国の主権にも属していない海域である「公海」は、居住、産業、資源開発等の新たな海洋空間利用の進展において重要な開発領域となります。こうした公海の海洋空間利用に際しては、排他的経済水域に代表されるような主権的権利に基づく空間利用・管理ではなく、国家の枠組みを超えた海洋空間の「ボーダレス化」を前提とした新たな仕組みを構築した上で、共同利用管理による海上の各種施設が建設されることとなります。そこでは、世界各国の大型客船や貿易船、海上輸送ドローンなどが行き来する海上交通ターミナルや、国家間の共有資源としての浮体式の漁業・水産施設、国家にとられない多様な人びとが生活する海上都市など、海洋空間を中心としたグローバリズムの発信拠点が実現します。

●ビジョン7 海中・海底利用の開拓と海中・海底特有の空間利用の進展

地球の海面の約8割が深海（水深約200m以下）であり、深海には多くの資源が眠っています。今後は、空間・エネルギー資源の宝庫である深海の領域の利用・活用に向けた調査研究が加速度的に進み、海洋空間の水平方向の開発に加え、垂直方向の深度に応じた開発も進展していきます。深海では、膨大な資源やエネルギーが期待され、また、周辺環境からの閉鎖性が非常に高い領域となるため、資源産業やエネルギー産業、最先端研究拠点、



各種資源の貯蔵保管施設などの各種海底拠点施設（画像4）が建設され、海底都市としての重要性が高まっていきます。

●ビジョン8 宇宙と地球を繋ぐ海上中継拠点としての海洋建築の役割

2050年の海洋空間は、陸域と海域を繋ぐだけでなく、地球と宇宙を繋ぐ宇宙エレベーターの発着ターミナル施設が海上に建設されることで、海上交通や地球と宇宙間移動の結節点となる拠点施設（画像5）が建設されます。こうした海上の拠点施設では、交通拠点ターミナルに加え、居住、物流、研究開発施設も集約され、2050年以降の産業構造を支える重要拠点として位置付けられます。

●ビジョン9 海洋資源を活かした持続可能な都市・建築システムの構築

沿岸・海上・海中の開発においては、海洋再生可能エネルギーを活用した持続的な仕組みが必要となります。環境共生型社会を考慮した都市づくりが前提となる2050年では、海、川、湖沼などの水環境における様々な現象を資源として利活用し、私たちの生活環境を支えるエネルギーへと効率的に転換する動きは一般的となり、特に、海洋空間における海風、波、潮汐などの海象条件により発生する力をエネルギーに転換することで、沿岸・海上・海中都市における都市環境の稼働エネルギーの大幅軽減が実現化します。また、都市近郊部の未利用水面の活用と連動するカタチで、水上の漁業・農業・酪農等の各種生産施設や発電施設が建設されることで、従来までの都市部の地方都市からの資源エネルギー依存から脱却し、沿岸・海上・海中都市特有のコンパクトシティ化に向けた仕組みが構築されます。

自然災害と共存する都市、地域、建築設計と海洋建築の関わり

●ビジョン10 海上都市建設の進展による「水害を感じない」暮らしの確立

昨今、地球規模の気候変動に伴い、世界各地では豪雨や津波・高潮などの都市型水害による被害が頻発化してきています。こうした地球規模の環境課題に対して、浮体式の海上都市は、地震や津波の影響を受けず、持続可能な都市として全世界の重要拠点として機能することが可能となります。津波・高潮による多大な被害が想定されている沿岸都市と比較して、浮体式の海上都市（画像6）は、津波・高潮による影響を下部構造のゆるやかな上下運動のみに抑え、水害に対する都市環境の安全性を確保します。また、「浮かぶ都市」の存在は、地球温暖化の進行に伴い進行する海面上昇の課題解決策としてもみることができ、ベネチアやキリバスなどの都市水没の問題が顕在化し始めている諸都市では、浮体式の海上都市への段階的な移住や都市機能の移転が進み、「水害を感じない都市」として国家および都市存続のための方策として位置付けられるでしょう。

●ビジョン11 減災力と親水性を兼ね合わせた「水害順応型都市」の進展

沿岸地域に着目すると、海岸では「防護」、河川では「治水」を前提とした水辺環境整備が展開され、背後都市と水辺空間が物理的に断絶された水辺空間が形成されてきました。こうした中で、2050年には、水辺空間の日常利用と水害対策の両側面を考慮した水辺環境整備として「水害順応型都市」の確立に向けた都市・地

域整備が進展していく必要があります。沿岸地域では、津波・高潮から背後地を防護する防潮堤などの各種構造物と沿岸利用との空間的融和による新たな海岸線整備が展開されることで、沿岸域整備における「土木分野」と「建築分野」の融合が進みます。また、世界各国には、海拔ゼロメートル地域や水害常襲地域に立地している都市も数多く存在することから、「水害時に街自体を浮かせる」という発想のもと、街区自体の浮体構造物化が進むことで、水害時には、海水や河川水、雨水などを活かし街区そのものが浮かぶことによって浸水被害を軽減するといった新たな水害対策が展開されていきます。さらに、河川流域では、外水・内水氾濫による市街地の浸水被害を完全に抑制するのではなく、段階的な浸水を前提とした河川流域圏の水害まちづくりが進みます。こうした「水害をいなく地域づくり」は、環境共生型社会における重要な都市モデルとなり、海洋建築を駆使した水害対応のための都市・地域・建築計画が重要となります。

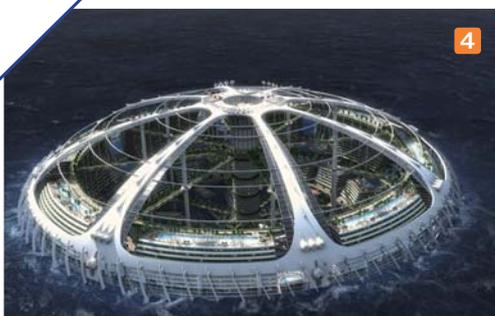
●ビジョン12 水害対応型建築の確立と移動型社会への価値観のパラダイムシフト

建築単体においても水害との向き合い方が大きく変容します。本来、建築物は「土地に定着」していることが一般的とされていますが、今後は、頻発する都市型水害への建築的対応から、建築物の「耐水害化」に向けた技術開発および実装化が進展していきます。2050年には、沿岸地域および河川流域に建設される建築物の大半は、地中に埋設された浮体構造物を基礎とし、浸水時には建築物自体が浮かび上がることで建物内部の浸水被害を軽減する「浮上式建築物」や、浮体式と杭式によるハイブリッドな下部構造形式を有した「水陸移動式建築物」など、水害対応のための建築物の可動性、移動性が必須となるでしょう。これにより、所有物に対する価値観が「不動産」的思考から「動産」的思考へとシフトし、水害対応のための建築物の計画・設計指針が確立していきます。

おわりに ～海洋建築の発展を支える社会制度や仕組み構築の必要性～

2050年の海洋空間利用を支える海洋建築の発展に際しては、設計・施工技術の進展・高度化は勿論、海洋空間利用に特化した法制度の策定や各種制度の確立も大切です。また、海洋建築の発展に資する建築家の役割としては、従来までの建築家の職能がもつ都市・地域、建築計画や意匠デザイン、構造工学、設備などに関する技術力だけでなく、浮体工学や流体力学、防災安全工学など、海洋空間利用に関連した技術・ノウハウとの連携が必須となります。そのため、海洋建築に関連した分野横断的な技術・知識を修得した専門的職能としての「海洋建築家」の存在とその社会的役割の確立が重要となります。2020年現在、世界各国において海洋建築の提案・設計を展開している建築家が勢力を増してきており、海洋空間利用の進展を支える建築家の存在が日に日に増してきているといえます。海洋建築工学は、こうした海洋建築家の専門的職能を構築する重要な分野であり、今後の海洋空間利用の進展を契機とした社会環境の発展を支える重要な分野として成長していく必要があるでしょう。

海洋建築ビジョン2050検討メンバー
野志保仁 相田康洋 菅原遠 寺口敬秀



建築意匠設計から地域計画へ - 建築意匠の視点からみたまちづくり -

社会人8年目として、現在、株式会社長大に勤務する卒業生OBの杉山洋太さんに現在のお仕事の様子や学生時代の思い出など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。

— 建設コンサルタントとして、公共事業の案件形成、事業化支援、まちづくりの上位関連計画策定支援、公共事業の発注支援及び事業モニタリングまで幅広く担当しています。現在では運河や港の再生等、水辺の空間利用や建築について検討を行う仕事にも関わっています。

● お仕事の魅力はどんなことですか？

— 建築を考えながら、その前後に関われることです。

建設コンサルタントはその土地の課題を都市計画レベルから地域レベルまで網羅的に調査・検討し、解決策として必要と考えられる導入機能・サービスを地方自治体等の発注者に対し提案します。また、当該機能・サービスについて市場性や実現可能性を調査するとともに、どんな建築にすべきか、設計者や運営者には何を求めるか、対象とする施設の持続向上性を獲得するためには何が必要かを調査・分析手法も含め発注者に提案し、事業実現までの支援を行います。

また、基本的には日本全国の地方自治体を対象に業務を行うため、行ったことのない・知らなかった地域から、所謂観光地まで全国各地に出張することも魅力です。

● 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？

— ひとつは水辺空間に対する知見ですね。海洋環境や浮体構造物、水辺空間の魅力に関するキーワードや事例等の知識、課題設計、卒業設計、コンペ、

修士設計で考えたことは地方自治体への提案や実務の基盤になっています。

もうひとつには、凝り固まった思考に陥りにくいことかな。海洋建築工学科は1年生から海洋環境・建築環境、浮体構造物等、建築構造、建築計画、設計等、社会背景と共に幅広い分野に触れることになります。また意匠系においては特定の研究対象に縛られることなく、先生方の指導の下、独自の情報収集アンテナや思考プロセス(感性の幅を広げる努力)を自分が望めば身に付けられる環境にあると思います。

実務においてはより多くの知識や技術を吸収することになるので、前述の情報収集アンテナや思考プロセスが役に立たなくなることもあります。学生時代の経験は、それを乗り越えることに対するある種の耐性にも繋がっていたなと感じます。

● 学生へのメッセージをお願いします。

— 3点ほど。一つは先程も言いましたが、感性の幅を広げる努力、これは学生の時間にしかできないことです。企業に所属してからでももちろん可能ですが、実務におけるセンスは磨かれる一方で、意識しなければ多角的な視点・思考はどんどん劣化していきます。自分の好きな分野、少し苦手なこと、興味のなかった分野等に気の赴くままチャレンジしてみてください。

2点目、もし、どのような職種に携わろうか悩んでいるのであれば試しに「どう生きたいか」を想像してみてください。具体的に、例えば「30代前半はバリバリ仕事に打ち込む、一人で案件をまわせるようになる、そのために20代は研鑽を積む」、「色々な業種に関わりたいため、20代は基礎技術を身に付け、30代前で転職する」、「20代後半には結婚したいから、それまでに技術のペースをつくり、



仕事のついでに奈良県みたらい溪谷



M1インターン北京にて

結婚後は特定の勤務地で長く働きたい」等々、何十年先を考えることは難しいですが、自分の生き方にあった「建築」や広くは「建設業界」との距離感、付き合い方を考えてみると、なにかのヒントになると思います。

3点目、これは意匠・計画系の学生へのお誘いです。課題設計、卒業設計、アイデアコンペ、研究室活動において「実現したい」、「アイデアで終わらせたくない」と考えたことのある方、建設業界には実現できるフィールドが存在します。

建設コンサルタントの仕事は先程言った通りですが、言い換えればコンペ等の実現可能性を地方自治体や地域の意向を踏まえ、実務の中で模索し、事業の枠組みを組み立て、建築の実現及びその後の姿まで関わることになる業種といえます。

そのため、私は意匠・計画系の学生にこそ、まちづくりの分野に進出していただきたいと考えています。学生時代に培った感性を、思う存分発揮してください。

プロフィール

杉山 洋太

すぎやま・ようた

1987年生まれ。埼玉県出身。2013年日本大学理工学研究科海洋海洋建築工学専攻修了(佐藤研究室)。同年4月ミサワホーム株式会社入社 商品開発部配属、10月ミサワホーム西関東株式会社出向 設計部配属。2015年10月株式会社長大入社 PPP 推進部配属、現在に至る。専門: PPP、建築。資格: RCCM(都市計画及び地方計画)。



海洋建築の最新トレンド

デジタルファブリケーション技術による 海洋建築・建築への新たな動向

小林 直明 教授

全ての「ものづくり」に革新をもたらす可能性を秘めているのがデジタルファブリケーション技術です。海洋建築および建築においても設計から施工、さらに運用までの新しい手法としてデジタルファブリケーション化が世界的な大きなムーブメントになりつつあります。

昨今の3Dプリンター、レーザーカッター等を駆使して建築材料を製造できる時代ですが、設計段階において様々な設計ソフトウェアを連携させ、条件および数値を操作するパラメトリックデザインによって様々なバリエーションを創り出すことで、ユーザーの要望に沿ったものづくりが可能となります。この技術を活用すれば発展途上国の地産地消での材料活用と製造が可能となり、現地の諸条件に添った設計も可能となります。今までの専門職における閉鎖的ナレッジ(知識)がデジタルファブリケーションの活用を社会に開放することで、効率的な建設促進、さらには現地に合った住環境創造に繋げることが可能となります。

海洋建築においては清水建設が提案しているグリーンフロートのような遠洋の海洋居住空間において、建設からリノベーションに至るまでデジタルファブリケーション技術を活用すれば施工の効率化の他に、さらには使い勝手変更による住環境向上のためのセルフビルドによるカスタマイズも可能となり、居住者自身が建築空間を早期に創造できます。

これらの研究および技術において日本はドイツ、スイス、アメリカ等の後塵を拝しています。特に日本においては少子高齢化、人手不足、生産性向上が喫緊の課題と認識され、総務省の情報通信白書においても4IR(ビックデータ・IoT・

AI・ロボット)技術におけるデジタルファブリケーションについて将来の有望性を提言しています。

設計および施工の専門家の職能領域を奪ってしまうという懸念を抱く人もいます。少子高齢化、人手不足のなか、建設の単なるロボット化とは異なりサービスも提供できる社会システム、それは建築専門家の新しい職能領域と認識されているのです。

1900年に起こった産業革命では主にハードウェアでの革命と言われていて、1980年にはハードウェア+エレクトロニクス、2005年にはソフトウェアが加わりデジタルコンピュータの時代に突入しました。昨今ではネットワーク+サービスが加わり、それらの全てを網羅する技術としてデジタルファブリケーション(ハードウェア+エレクトロニクス+ソフトウェア+ネットワーク+サービス)の活用は海洋建築および建築においても必須と言えるでしょう。

日本は「オーシャンイノベーションコンソーシアム」を設立し、海洋開発技術者の育成体制の構築を目指しています。海洋開発促進により人が海上生活する上での住環境向上にデジタルファブリケーション技術は大きい期待されます。

地方創生に繋がる社会のニーズの一例として、既存ストックである空き家の再活用が目視されています。国も、地域創生の施策として運営・活用までも含めた補助金制度を推進していて、昨今のようなウイルス共存社会においてもデジタルファブリケーションの活用が、オンラインによる情報共有だけでなく遠隔によるものづくりにも推進されることで、新しい社会システム構築の創生と、様々な

リスク回避に繋がることも期待されています。このように遠隔によるものづくりは先にも述べた海洋建築の遠洋における居住空間の設計から建設、さらにはリノベーションに至るまでマッチングする手法と言えます。

日本においてもベンチャー企業が建築におけるデジタルファブリケーションによる事業の推進を始めました。しかしながら現時点では既成の在来設計手法および施工方法と大きく変ることなくデジタルファブリケーションの利点が活かされていると言えます。

今回は津波復興も含めた海洋建築工学にも関係がある3つの特徴について紹介します。それらを活用することで適正な社会ニーズ、新しい社会システム構築に繋げることが出来るのです。

1. カスタマイズ性を目的とした汎用性・可変性

東日本大震災被災地において、建築および土木の専門家が好評価する復興された街さえも住民が戻ってこないという現実があります。当時はワークショップおよびクライアントとの情報共有を充分に行なっていても、被災住民の意向と必ずしも完全一致が出来なかったことが一つの懸念と考えられます。デジタルファブリケーションのカスタマイズ性を重視することで、地域住民自身の更なる参画に依って、真の意味でのユーザー視点でのものづくりに繋げることが出来るのです。

2. 専門職だけに頼らないセルフビルド性

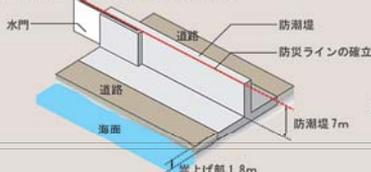
設計を行う時に汎用性と可変性をあらかじめ考慮することで、施工においてもセルフビルドを可能とします。少子高齢化、人手不足の地方においてもデジタルファブリケーション技術を通して活性化

気仙沼提案 防潮堤の建築化 デジタルファブリケーションのセルフビルド活用による早期復旧(津波被災でStep2次に戻った時のデジファブ対応)

■ 防潮堤建築のダイアグラム

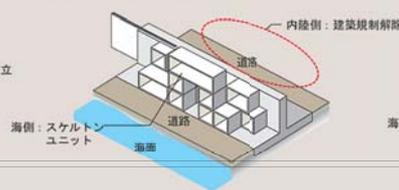
STEP1: 防災ラインの確立

- 防潮堤整備範囲(街から1ブロックセットバック)は地区外移転希望者所有地と換地して市が復興用地として取得。
- 公共事業による土木工事で防潮堤を築きH=7mの防災ラインを確立し、安心安全を早期に担保する。
- 防潮堤の底盤自体が嵩上げTP+1.8mに相当する。



STEP2: 防潮堤の建築化

- 高強度コンクリートのスケルトンユニットを防潮堤に架結する。
- 海側のスケルトンユニット架結までは公共事業で行う。
- 防災ラインが確立された内陸側は建築規制を解除。
- スケルトンが防潮堤の補強材となる。



STEP3: にぎわい風水とレトロモダンの街並みの整備

- 海側のコンクリートスケルトンユニットに建物外壁と内装・設備を施し、にぎわいのある風水まちづくりとする。
- 内陸側は民間によるレトロモダンの街並みなどを整備。



に繋がられます。先に述べた東日本大震災被災地において、被災住民が戻ってこないという理由に、与えられた仮設住宅に長年に亘り居住しなければならない、本来の住居に戻るまでに時間がかかってしまう等の要因もあると言われております。デジタルファブリケーション技術のセルフビルド性能を駆使し、仮設住居、自身の生業である仮設店舗など早期に対応できる可能性を秘めています。時間の経過とともに被災地に再び元住民による活性化に導くことが出来るのです。

3. 全行程におけるサステナブル（持続可能な環境配慮）性

建築においてZEB（ネット・ゼロエネルギービル）は建物の使用期間中だけのゼロ・エネルギーの概念です。しかしながら他業種では設計から製造さらにリサイクルまでの全フェーズにおける環境配慮が求められているなか、建築分野においてもデジタルファブリケーション設計手法を使うことで全てのフェーズにおける環境配慮に近づけることが出来ます。

ZEBであっても、それに使用されている環境配慮型設備等を製造する過程でエネルギーがより多く消費されている、二酸化炭素がより多く発生しているのでは意味がありません。現在では、製造から稼働中（使用中）、最後の解体（廃棄）までが環境の配慮が求められています。遠洋の大規模な居住空間建設においては、専門領域での設計をBIM（デジタルインフォメーションモデリング）で行ないます。例えばBIMデータを建設現場の製作機器に転送し、遠洋上で材料製作加工組立まで行なえる他、使用期間中に使い勝手変更および自身にあったリノベーションをセルフビルドで行えば、設計者および施工者の移動および材料搬入による二酸化炭素発生削減に繋がります。

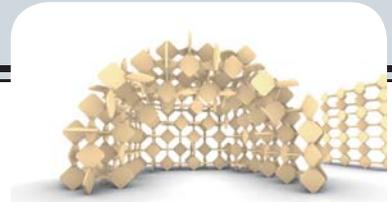
海洋建築・建築デザイン研究室にて現在計画中の2つのモデルケースについて紹介します。

ケース1として疲弊した地方過疎の温泉地に現存する空き家を用い、調査（実測）～設計～施工（セルフビルド）をまで一貫したデジタルファブリケーション技術を利用するケースです。地産地消の考え方で材料と人材を用いて内装改修を行うデジタルファブリケーション設計手法です。

島根県江津市の有福温泉地における空家について、江津青年会議所とポリテクカレッジ島根・島根職業能力開発短期大学校と現地にて打合せを行ないました。過去には専門職の職能領域を奪われる懸念を感じていたこともありましたが、既成の手法では地方活性化が一向に進まない現状を鑑みて、現在デジタルファブリケーション技術の活用に理解を示しており、同時に江津市役所の行政も同じ認識でした。また、地方活性化の手掛かりとして、江津市および青年会議所自らSDG sの持続可能性をテーマに掲げており、Local Smart Cityと命名しています。サステナブル性の確保においても具体的な要求も満たしていると言えます。

ケース2（前ページ下段図）として東日本大震災で甚大な津波被害を受けた宮城県気仙沼に、被災直後に復興の提案を行ないました。その中でデジタルファブリケーション技術を利用出来ないか検討中です。気仙沼は過去の津波においては、湾の地形の形態によって大きな被害から逃れることが出来ました。しかし今回の3.11東日本大震災の津波においては、甚大な被害を受けました。過去の歴史から防潮堤は無くても観光および生業としての漁業、歴史的街並みが継承されてきました。被災住民から「防潮堤無しでの津波災害防御の両立」の提案が求められました。海洋建築工学科と大成建設（株）設計本部との産学連携で「防潮堤の建築空間化」という提案をしました。その考え方を採用した復興計画が一部実現されています。防潮堤を街並みの中に取り込もうという設計提案です。土木の防潮堤と建築による街並み計画の両立が乖離してしまう復興計画が散見されるなか、建築と土木の融合まさに海洋建築工学の領域での提案でした。このような考え方は、アメリカマンハッタンにおける高潮対策BIG U計画としても提案されています。設計はデンマークのBIG (Bjarke Ingels Group) です。

通常は海岸直近沿いに防潮堤を設置しますが、気仙沼の提案では一街区陸側に防潮堤を設置することで街並みに取り込み、普段は海を眺められる遊歩道として活用します。かつ、周辺の山に繋がる避難路としても使えるユニバーサル使用



デジタルファブリケーションによるCGおよびモックアップシミュレーション 上から：プライベート空間・本棚・シースルーウォール

可能なデザインで計画しています。ただし津波襲来時は、海側の建築は被災してしまうので居住施設は設定しません。商業施設等のみを設置する提案としています。防潮堤海側の建築物の構造は鉄筋コンクリート造とすることで被災時に壊れなかった躯体を再利用できます。そこでデジタルファブリケーション活用によって仮設商業施設等をセルフビルドするという考え方です。このような手法が実現された暁には、地域住民の自らの参画に依って真の意味でのユーザー視点での建築づくりに繋がり今後の災害の復興過程において被災住民が戻ってこないという現実を少しでも回避できるのではないかと考えています。



デジタルファブリケーションによる島根県有福温泉空家再生案（学生提案）

VOICE vol.13 社会人ドクターを通じた研究活動と研究テーマの視点

現在、大学院博士後期課程3年で、ウォーターフロント都市工学研究室で研究に取り組みながら、日本工営株式会社の都市開発室に所属し活躍する社会人大学院生の鷹島充寿さんに、学生時代や社会人としての活動、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？

——高校生の時に将来の夢を考え、住宅設計に関わる仕事がしたいと思ったことが一番大きなきっかけです。

しかし、実際に進学し建築設計の授業を受けてみると、賞を総なめしていく同級生達を横目に、自分には建築に対するこだわりやセンスが足りないんだなと気づきました。自分の好きなことを職にするには、努力を苦に思わないで他人よりもこだわり抜き、勝ち取らなければいけないのだと、社会の厳しさみたいなものを学んだ3年間でした。

●所属する研究室に関して現在の計画分野を選んだきっかけはどんなことでしたか？

——住宅設計の夢は途絶えましたが、デザインに関することはやりたいという気持ちが残っており、計画分野を選ぶには迷いませんでした。しかし、計画分野の中のどの研究室にしたいかまでは、具体的に考えていませんでした。

何となく漠然と計画分野の研究室的

説明会を聞いていたところ、先輩(当時の寺口助手)のとんでもなく上手なプレゼンテーションに心を奪われ、桜井研究室(ウォーターフロント都市工学研究室)に所属することに決めました。

●所属する研究室ではどんな活動をされていますか？

——桜井研究室では、学部3年生時に“ゼミ論”を作成します。年によって違いますが、私の時は先生からテーマを与えられ、試行錯誤しながら作成する過程で、研究や論文とは何かということ学びました。4年生の卒論では、初めて研究テーマを発掘する作業に触れ、社会をより良くすること自体に興味を持ちました。この頃から、自分の夢が「住宅設計」から「都市・地域計画」に変化していったのだと思います。修士課程に進学してからは、自身の研究だけでなく後輩の研究も指導する中で社会に対する視野が一層広がっていき、全国の都市の課題を解決する職業(建設コンサルタント業界)に就くことが目標になりました。

●博士学位論文ではどのような研究・提案をされましたか？

——博士論文は、卒論や修士論文と同じテーマである「調整池の多目的利用」です。

調整池とは、近年多発する集中豪雨などの際に都市が氾濫しないよう、一時的に雨水を貯留しておく池のことで、一定

規模の開発行為(宅地開発等)をする際には必ず整備しなければならないと法律で定められているものです。全国にある調整池の大半は、雨水を貯めるだけの機能しか持っていませんが、一部のものは、親水公園などとして上手に活用されています。

海洋建築の計画分野において「親水空間」は絶対的なテーマですが、海や河川といった周辺環境に大きく頼る面があります。これに対し調整池は、「①人工物である」、「②整備する理由(法律)と目的(防災)がある」という特徴があり、環境に左右されずに、どんな地域にも親水空間を取り入れられるポテンシャルを有していると考えています。

●学外の活動で注力していることはどんなことですか？

——私は現在、建設コンサルタント業界である日本工営株式会社に勤めながら博士後期課程に在籍している、いわゆる社会人大学院生です。建設コンサルタントは、国や自治体といった行政などの事業者を中心に、技術的な知見から支援することがメインの仕事ですが、私が所属する部署では、民間事業者による都市再開発事業もターゲットにする方針で営業活動等も行っています。

自治体の担当者と一緒に、その地域の悩みや課題を解決していく「従来の仕事」にも当然やりがいを感じますが、AIを活用するスーパーシティなどといった新



1 調整池_アクアテラス(柏市)



2 調整池_創造の杜(千葉市)



3 日本沿岸域学会論文賞の受賞



4 仕事仲間との登山(2017年に登った標高2017mの雲取山)

しい都市の在り方が提唱されている昨今では、民間事業者の力に頼る「新しい仕事の形」の模索もとても大事であり、また違った面白さがあります。

●ウォーターフロント都市工学の「面白い点・難しい点」はどんなことですか？

——他の分野と比較した場合に突出して面白い点は、研究の自由度の高さにあると思います。何をテーマにし、どのような調査手法を採用するか、得られた結果を持ってどう結論付けるか。これらに明確な答えはなく、自分自身が考え悩み、選んで決めることになります。そのため、計画分野の学生の研究は、たとえ同じ研究室でも全く違う、とても個性的なものに仕上がります。それらのパーツを論理的に組み立て、分かりやすい文章やプレゼンテーションとして構成するテクニックには共通点がありますが、この技術を習得するのが最も重要で、難しいことだと思います。私の場合は、前述の「先輩のとんでもなく上手なプレゼンテーション」をとにかく何度も見て、解読して、自分のものにしました。

●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？

——「海洋」と「建築」という言葉は、ある意味で相反していますが、この二つの言葉を冠しているということは、地球上のすべての資源を対象とした学問とも言えます。この門戸の広い学科で4年間学んでいると、段々と自分のやりたいことが見えてくるはずですが。入学したときには同じ顔つきの学生達が、卒業する時にはコンクリート構造の専門家になっていたりと、砂浜保全のスペシャリストになっていたりと、都市計画のコンサルタントになっていたりするのですが、海洋建築工学科の良いところだと思います。

●学生時代の楽しかった思い出を教えてください。

——修士の2年間は本当に楽しかったです。研究や後輩への指導の大変さを感じつつも、同期とともに一定の裁量権をもって自由にやらせてもらえたので、とても充実感がありました。

卒業から6年経った今では、反省や後悔はなく、楽しかった思い出しかありません。

●海洋建築工学科出身で良かったと思えたことを是非お聞かせください。

——海洋建築の良さは前述のとおりで、学んだことは社会人になってからも活かしています。

また、研究室発表会に参加し、後輩のプレゼンテーションが上手だった時や、会社のインターンシップに参加してくれた海洋建築の学生が優秀だった時にはとても誇らしく、嬉しい気持ちになります。

●是非、読者・後輩へのメッセージをお願いいたします！

——多分、人が成長する方法は昔から変わっていません。「師匠の技を受け継ぐ」これに尽きます。コロナ禍で遠隔授業が主流ですが、ぜひ色々な方と積極的に交流し、技を継ぎたいと思える師匠を見つけてください。私の場合は「先輩のとんでもなく上手なプレゼンテーション」でした。これに心を奪われたことが、コンサルタントである今の私の原点です。

プロフィール

鷹島 充寿

たかしま・みつひさ

1991年生まれ。静岡県出身。富士東高等学校出身。2015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(桜井研究室)修士(工学)。同年4月に日本工営株式会社に就職、現在、都市開発室に所属。専門分野:都市計画、地域計画・設計。修士論文:「市民が望む調整池の親水公園化整備に関する研究」。趣味:音楽鑑賞、登山、スキー



メディア授業について

令和2年度は学生にとって、特に新1年生にとっては一生忘れることができない年になるはずです。コロナ禍となりすでに後学期も4週目に入る頃に本稿を執筆しています。学生には不自由をかけたままとなっていますが、それでもなんとか授業が成立してここまでできているのは、海洋建築工学科の学生たちがメディア授業への理解と協力を惜しまなかったからであることを記し、まずは学生諸君への感謝の意を表します。

前学期の開始延期が確定した3月には、海洋建築工学科ではメディア授業の実施方法についてすでに検討を始めていました。そのおかげもあり、学部決定により4月20日から試験的に開始されたメディア授業（主にオンデマンド型）に、一部を除きほぼ全ての科目が対応できました。講義動画によるオンデマンド方式が基本でありましたが、大学院講義の一部では同時双方向型も導入されました。また1年生科目の一部でも同時双方向授業が試され、カメラ越しに新たな友人達と会話できる機会も設けられました。使用されたシステムは Google Meet や Zoom であり、オンデマンド用の講義動画の作成についてもこれらのネット会議システムの録画機能が有効活用されました。

オンデマンド方式の授業では、学生の反応が分からないため、リアクションペーパー形式で学生の反応を見ていた科目が多く、当学科は3週間の講義期間終了後に学科独自のメディア授業に関する一斉アンケートも実施しました。その結果から、講義ビデオの「仕上がり」で学生が気にするところは第一に「音質」・「音量」、そして第二に「動画の解像度」・「映像の明瞭さ」であることが分かりました。

5月11日からは実験・実習科目を含めた全ての前学期科目がメディア授業で実施されることが正式に決まり、実験科目と製図系科目であるデザイン演習の実施には不安が残ったのが事実ではありますが、結果としては相応の成果は残せたと考えています。

海洋建築実験では、実験目的や実験法などは座学と同様に行われ、実験はビデオ撮影されました。このビデオが編集され学生に公開されました。もちろん、LIVE で実験を見るとき実際に自分で計測機器を動かすという体験はできなかったものの、実験の様子そのものについてはむしろ詳細な動画によってしっかりと観察することができたことも事実です。海洋実習に至っては個々の観測装置・計測器の取り扱いなどの詳細が動画で提供されました。

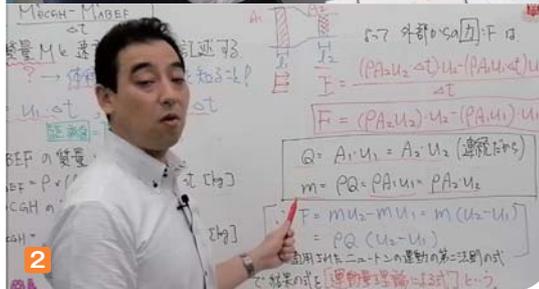
製図関連科目として2年次と3年次にデザイン演習がそれぞれ設置されていました。さすがに最上級生です。2年次のデザイン演習IIでは前半のオンデマンド方式と課題提出、そしてそれへの指導が実施され、後半のエスキスについては Zoom を利用した同時双方向型授業で実施されました。非常勤講師の先生方にもご対応いただきました。講義では Google Jamboard（オンライン描画アプリ）を使い、PC画面越しに Jamboard 上に描きながらの直接指導が個別に行われました。学生からの評判も良かったようです。ただし、指導中は他の学生にもその様子が見られるので「指導

居駒 知樹 教授

されるのを見られるのが恥ずかしい」という感想があったようです。しかしながら、少人数クラスの小教室で実施してもそれは全く同じことになるのですが…。

Power Point (PPT) のスライドを用いた講義でも、動画で解説する際にペンを使うと学修効果が高い科目もありました。液晶タブレットを使ってペンで説明箇所を指し示したり、あるいは図や式を直接 PC 上で書きながら説明する科目もありました。実験や製図系科目以外でも、力学系科目で図解や数式での解説が必要となる科目では、PPT の作り方や講義動画の作り方に様々な工夫がなされました。トラス内の力の伝達を解説するために、きれいな図を描いたものをスキャンして、それを PPT 上で分割して図解して動画を作った科目もあります。また、例年では板書を行っていた私の海洋流体力学Iでは、中盤からホワイトボードを使っての板書動画形式で実施しました。学生にとっては新鮮な講義動画だったようで、自画自賛とはなるが「目の前で講義を受けているようだ」という感想も複数見られました。

試行錯誤で開始された前学期のメディア授業に対しては冒頭で述べたとおり、学生たちの理解にも非常に助けられました。彼らもメディア授業とならざるを得ない状況を理解してくれており、慣れない動画を作っている教員のことを気遣ってくれもしました。だからこそ、講義方法や動画については誹謗中傷ではなく、客観的かつ発展的な意見がもらえたと思っています。これから後学期中盤に向かって、教員の力量が本当に試されることにもなります。それを認識したうえで、海洋建築工学科では学生の学修機会とその質を担保しながら学生と向き合っていきます。最後に、このような状況下で惜しむことなくご協力いただいている非常勤講師の先生方にも深く謝意を表します。



1 液晶タブレットを利用した講義動画の録画

2 ホワイトボードを使った講義動画

PICK
UP**恵藤浩朗准教授らの研究グループが「日本沿岸域学会賞」「JAMSTEC 中西賞」を受賞！**

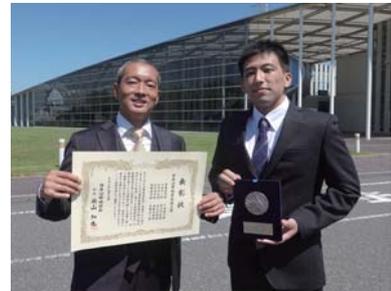
恵藤浩朗准教授や大学院2年生の下本瀬夏さんが執筆し「沿岸域学会誌 第32巻 第1号」に掲載された論文「GISによる災害時医療支援浮体の適地選定および規模に関する基礎的研究」が、日本沿岸域学会の「日本沿岸域学会賞」および「JAMSTEC 中西賞」を受賞しました。

当論文は、医療支援浮体の利用方法にとどまらず、沿岸域を核とした沿岸域の新たな活用に関して有用な示唆に富んでおり、学術の進捗に寄与する優れたものとして評価されました。

受賞論文名：GISによる災害時医療支援浮体の適地選定および規模に関する基礎的研究

受賞者：恵藤浩朗、下本瀬夏、北島佑一、登川幸生、山本守和、宮沢信太郎、山口順子、居駒知樹、相田康洋、増田光一

論文の概要：東日本大震災や阪神淡路大震災では医療施設も甚大な被害を受け、その多くが機能不全に陥ったことから、私たちは、自身被害を受けず被災地で医療支援可能な医療支援浮体を提案してきました。しかし、どの程度の規模の浮体をどこに配置したら良いかという点が明らかでないことから、首都直下地震を対象として、GISを活用し東京都の町丁目ごとの負傷者の分布を把握し、医療支援浮体の適地選定や規模に関する検討を実施しました。

**大学院1年生・山本陸人さんが日本建築学会「優秀卒業論文賞」を受賞！**

大学院1年生の山本陸人さんが執筆した卒業論文が、一般社団法人日本建築学会の「2020年度優秀卒業論文賞」を受賞しました。本賞は、学部卒業論文の優れた論文を表彰するものであり、2020年度は、選考対象論文87編の応募があり、山本さんの論文を含む15編が受賞しました。

山本さんの論文に対しては、テーマと内容に適時性があり、論旨展開も明快であり、研究から得られた知見は、江東5区に限らず、他の海拔ゼロメートル地域での避難のあり方を検討する上で有用な示唆を与える点が評価されました。



受賞論文名：海拔ゼロメートル地域における大規模水害を想定した施設の整備方策に関する調査研究 - 東京都江東5区における域内垂直避難を想定した避難所の整備動向と浸水リスク -

受賞者：山本陸人（海洋建築工学専攻博士前期課程1年生・親水工学研究室）

論文の概要：近年の都市型水害の頻発を踏まえ、本論文では、海拔ゼロメートル地域を有する東京都江東5区を対象に、区内の行政による水害対策及び避難避難の整備実態を把握しました。その結果、区内の避難施設811棟の立地分布や機能用途を整理した上で、水害時の想定浸水深の関係から各避難施設の浸水リスクを捉えました。

総合演習（計画デザイン演習）における学生グループの設計作品を船橋市役所に展示

海洋建築工学科では、学部4年生の計画系研究室所属の学生を対象としたグループ設計による地域・建築計画および設計演習として「総合演習（計画デザイン演習）」を実施しています。特に船橋市の水辺空間を対象とした提案を継続的に実施しており、毎年、最終成果物は、船橋市役所の1階ロビーに展示し、多くの船橋市民の皆さまにご覧いただき、多くの感想をいただいております。2020年度は、「船橋港親水公園を中心とした隣接商業施設との回遊性および賑わい空間・施設の提案」と題し、コロナ禍の中、オンライン形式によるグループ設計が進められ、5組の設計提案作品が船橋市役所に展示されました。

【船橋市を対象とした設計課題テーマと船橋市役所での作品展示の経緯】

- 2014年度 船橋駅から臨海部への回遊性の向上 ——（第1回展示：2014年9月22日～10月3日）
- 2015年度 海老川調整池の多目的利用 ——（第2回展示：2015年9月14日～9月18日）
- 2016年度 船橋漁港の船溜まり周辺再開発 ——（第3回展示：2016年9月12日～9月16日）
- 2018年度 海老川調整池と東葉高速鉄道新駅周辺開発 ——（第4回展示：2018年9月13日～9月20日）
- 2020年度 船橋漁港隣接の浜町市有地の活用 ——（第5回展示：2020年9月7日～9月10日）



海と建築

vol. 22

平 清盛が1168年に厳島神社を大造営したことについては広く知られています。現在の神社は厳島の北側の有浦湾奥の御笠浜に建立されています。平安時代にこうした建築を海の上に建てることを可能にしたのは、当時既に驚くべき建築技術があったからだと思います。

こ の厳島神社の建立よりも少し前の1162年に、平清盛は現在の兵庫県の神戸市で大輪田泊(港)の修築を行っています。現在神戸にはポートアイランドや六甲アイランドがありますが、この頃は摂津国福原と呼ばれており、港修築のために築島が建設されました。

わ が国初の築島すなわち人工島になります。この建設のために、近くにあった塩樋山を削り、その土砂を延べ390万人の手で運搬し埋め立てることで30haの人工島がつくられました。六甲アイランドの規模は596ha程ですから、わずか1/20程度にしかありませんが、当時は海を埋めて島をつくることなど誰も考えませんでしたので前代未聞の大工事でした。

そ の埋め立てに使われたものが「石椋(イシクラ)」と呼ばれる巨石です。残念ながら大輪田泊のあった正確な位置は見つかっていませんが、使われていた巨石が見つかっており、当時の技術力の高さが分かります。次いで鎌倉幕府の時代には、相模湾東部の現在は材木座海岸付近に和賀江島と呼ばれる人工島がつくられました。こちらは波間に石積みを見ることができ、今は国の史跡に指定されています。

(特任教授 畔柳 昭雄)



平清盛による築島の建設に使われた「石椋」

海建

カイケンマガジン No.114

発行者/北嶋圭二 発行日/令和2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
<https://www.ocean.cst.nihon-u.ac.jp>
 デザイン制作 — QB System Co.,LTD.