

連載

研究機関紹介

富山高等専門学校 船舶職員養成教育・研究機関

西井 典子・保前 友高 富山高等専門学校 商船学科

富山高等専門学校商船学科は、船の学校として100年以上の歴史があり、数々の船員を世に送り出してきた。元々は富山商船高等専門学校であったが、平成21年10月の国立高等専門学校の高度化再編により、富山工業高等専門学校と統合して現在の富山高等専門学校となり、6年目を迎えようとしている。本学科は、第一種船舶職員養成施設を持つ高等専門学校として、全国5商船高等専門学校(富山、鳥羽、弓削、広島、大島)の北のエリアをカバーする重要な役割を果たしている。北は北海道、南は沖縄から学生が集まっている。

平成27年3月には、北陸電力のLNGプラント建設のため、射水市堀岡地区にあった臨海実習場が移転となり射水市堀江地区に新臨海実習場として生まれ変わった。これにより実習の充実も図られ、船員教育を行なう拠点としてより良い環境が整った。

本学科は、航海コースと機関コースに分かれ、各20名の定員から成る複合学科である。航海コースは、船舶職員(船長、航海士)の育成、さらに海運や関連海事産業の各分野において総合職として管理業務を遂行できる人材の育成を目指している。船内秩序を守る重要な役割を果たす航海士のリーダーシップ論は各分野において注目されている。

機関コースは、船舶職員(機関長、機関士)の育成、さらに機械工学および電気の知識、コンピュータ、自動制御など幅広い専門知識をもったエンジニアの育成を目指している。船

内のほとんどの機器を把握し管理を行う船舶機関士の特色を生かし、海事、陸企業問わず貴重な人材を育成している。

校内練習船練習船「若潮丸」(総トン数231トン、全長53.59m、幅10m)では、年に2回の乗船実習が行われている。乗船実習は、「百聞は一見にしかず」の言葉どおり、座学で学んだ基礎知識を経験により技術に変える大切な時間となっている。また7月には、「救命講習」として、着衣の上に救命胴衣を身につけ海に飛び込み、泳いで救命筏に乗り込むサバイバル実習も同練習船にて行われている。この実習は、万が一海上で遭難した場合であっても、生き残るためにどうすれば良いか、知恵と技術のほかにチームワークの大切さや命の重みを学ぶものであり、貴重な経験となっている。

本学科の特徴として、本科では4年半の席上課程と1年間の乗船実習を終えて卒業となる。現在では、乗船実習の分割化が行われ、席上課程中に1か月、5か月、席上課程修了後に6か月の乗船実習が行われている。船舶職員養成施設として船員を育成するにあたり、必要な「技術」、「知識」、「精神」の基礎を5年半で築き上げる。

卒業により、三級海技士(航海)または、三級海技士(機関・内燃限定)の筆記試験免除の資格を得ることができる。また、希望者は学内において一級小型船舶操縦士の免許を取得することもできる。そのほか、上級海技士、無線通信士など、各種国家試験に向けたゼミナールも開講している。

長期実習の海上生活で身に付く技術、知識は基より、団体生活を通して身に付く「協調性」と「精神力」は、卒業し社会に



機関実習風景



サバイバル実習風景

出てからも高く評価されている。昔から受け継がれる海技の伝承には、船の知識や技術力だけでなく、船員としての資質も同時に引き継いだ歴史が現在も変わりなく受け継がれている。その教育の場が船にあり、長期実習の成果は他の科にはない特別なものとなっている。商船学科が築き上げる伝統は、学生時代だけでなく、企業においては、先輩が活躍し、後輩がその道を繋ぐ就職にも引き継がれている。

船舶は時代に沿って近代化が進み、航海計器、機関制御も複雑化している。これに対応するために、授業には新しい内容も加えられている。最新のものは、昨年より開始されたECDIS講習の導入である。航海コースでは、SOLAS条約により、かつての紙海図が電子化された電子海図(ENC)を表示させ、航海を支援する電子海図情報表示装置(ECDIS)の搭載が義務化された。本校ではSTCW条約に定められた40時間の技能講習のうち、31時間分の実施を担当している。これに伴い、RADAR/ARPAシミュレーターの新替、ECDISワークステーションの新設、若潮丸のECDIS機器の更新を行い、新制度に対応している。機関コースでは、機械や電気の基礎を学ぶほか、エンジンシミュレーターの導入により、最新の船舶機関制御システムに対応するための実習を行っている。



RADAR/ARPAシミュレーター

現在の商船学科では、船員として活躍するだけでなく、陸上企業へ就職する者も多く存在する。船では、全ての作業を乗組員で行う自己完結を必要とする。この船員の中にある幅広い知識は総合職として受け入れられ何でもできる人材として評価され、活躍の場は、海陸を問わない。

現在、外航船、内航船ともにグローバル化が進み、陸上企業においても、英語能力を必要としている。本校ではTOEIC受験に向けた講習を積極的に行い、学生の英語力の向上にも努めている。最近では年度ごとにTOEICの得点が上昇しており、成果として顕著に表れている。

学生はインターンシップ制度を利用した短期留学なども積極的に参加し、英語力の向上に向け努力している。そのなかで商船学科の学生が積極的に参加している国際インターンシップについて紹介したい。

米国ハワイ州にあるハワイ大学カウアイコミュニティカレッジ(Kauai Community College, 以下KCC)では、ポリネシアの伝統航海術を主なテーマとした20日間程度の国際イン

ターンシップを実施している。第1回は、富山高専が単独で2010年3月に実施した。このインターンシップは、教育効果が高いと考えられたため、2010年秋に全国に5校(富山高専、鳥羽商船高専、弓削商船高専、広島商船高専、大島商船高専)ある商船学科を持つ高専とKCCの間で包括的な交流協定が締結された。この協定を基礎として、2011年3月からは、5校の高専から参加学生を募る形に拡充され、毎年3月に実施されている。2015年3月に6回目を実施された。例年、5校の高専商船学科生3年生、4年生(高校3年生、大学1年生に相当する学齢の学生)、合計10名程度が参加している。

ポリネシアの伝統航海術は、かつてのポリネシア人(ハワイ人を含む)が、近代航海計器を使用せずに大型の航海力ヌーを縦横無尽に繰り、太平洋を航海していた際の航海術である。太陽や星の動き、風や波の方向、鳥の飛ぶ方向など周囲の自然の情報からナビゲーターが自船の位置を把握し、針路を指示して航海するものである。1970年代のハワイアン・ルネッサンスの高まりとともにこの航海術が再興され、その象徴である「ホクレア号」は、1976年にハワイータヒチ間の航海を伝統的な航海術を用いて成功させた。ホクレア号は、2007年に日本にも来航している。

このインターンシッププログラムでは、ハワイの風土・歴史と共にある航海力ヌーの伝統航海術をKCCの現地の学生と共に学ぶことで、いわゆる異文化、それを大切にしている人々の価値観に触れる。この経験を通じて、現代航海技術への理解を深め、自然を感じ取る力を身につけることを目的としている。また、プログラムは主に英語で実施されることから、英語によるコミュニケーション能力の重要性を認識する。本プログラムでの経験が、将来、参加学生の異文化、外国語に対する抵抗感のハードルを下げ、外航船員、海外勤務に果敢に挑戦する人材となる下地となることを期待している。

はじめの2週間は、KCCに通学する。午前中は、主に教室での授業や実習を行う。伝統航海術の授業に現地の学生とともに参加する。現地の学生を交えた小グループに分かれ、基礎を学ぶとともに、海図を用いた航海計画の策定を行う。当然のことだが、現地の授業は英語で行われ、また、実習で現地学生とコミュニケーションをとる手段は英語である。ここでは、教えあいを大切にしている。英語が得意な参加学生は、わからない学生に教える、海図の取扱が得意な学生は、そうでない学生に教える、など、KCCの学生までを交えた学生間での教えあいを大切にしている。もちろん、KCCの教職員、高専の引率教員も、輪に加わる。また、日本人学生向けの伝統航海術に関する補習授業や英語の授業も行われる。この他、フラやタロイモなど、ハワイの伝統文化に関係する実習を行ったり、現地学生向けの日本語クラスに参加して交流を深めたりしている。

午後は、野外での実習も行う。カウアイ島で建造している伝統的航海力ヌー「ナマホエ」の建造作業へ参加する。地元の方がボランティアとして建造を続けてこられ、建造を始めてから15年にもなるそうで、気が遠くなるような話である。前述の通り、私たちも参加を始めて6年となるが、この間にもだいぶ形ができてきた。ハワイでは、力ヌーの建造に、より多くの人々が作業すると、その人びとの心が船に宿ると言わ

れているようで、私たちもその一員となる責任を感じて作業をしている。基本的には、伝統的な建造方法に従い、木とロープで組み上げていく作業であるが、作業者の息が合わないと作業が進まない。簡単ではない作業であるが、担当した箇所がうまく組み上がると、他では得がたい達成感がある。

オーシャントレーニングも行う。これは、航海中にトラブルに巻き込まれ、海に漂流せざるを得なくなった場合を想定し、速く泳ぐのではなく、長い間浮いている方法を実習する。全員が助かるためのチームワーク、合図の仕方や心構えについても学ぶ。

週末は、2泊3日で現地のご家庭でホームステイをする。島内各所に連れて行ってもらったり、各ご家庭の暖かい雰囲気や食事をしたりする楽しい時間のようなのである。カウアイ島の現代の文化に触れる時間でもある。

この間の宿泊は、男女別2～3人の相部屋で団体生活を行う。夕食は、食事当番を決め、自炊している。学生はもとより、引率教員やKCCの関係教職員も含め、皆で揃っていただき、その日の経験や出会いを振り返る時間にもなっている。

3週間目は、ハワイ諸島の高等教育機関の学生を対象とした伝統航海術のクルートレーニングに参加する。はじめの2週間で学んだことを実践する場である。毎年、ハワイ諸島の各島持ち回りで実施場所が変わるが、約100人の現地の伝統航海術に関心がある若者とともに、合宿形式で3泊ないし4



KCCの伝統航海術の実習風景

注：伝統航海術による航海計画を現地学生とともに策定している。



3週間目のクルートレーニング

注：小型のカヌーで帆走し、取扱を学ぶ。

泊のトレーニングを行う。ワッチと呼ばれるグループごとに別れ、実習や当番などを行う。内容は、プロトコルと呼ばれる祈りや歌の習得、スターラインと呼ばれる星の並びの覚え方の練習(夜間航海に必要)、小型の帆走カヌーを用いた実習、カヌーのメンテナンス作業など多岐に渡る。これまでの伝統航海術の再興に尽力された、いわゆる長老の方々のお話を聞く機会が多く設けられているのも、ハワイらしいのではないかと思う。体力的、精神的に大変ではあるが、ハワイの志ある若者とともに活動する時間は、貴重な経験となっている。

インターンシッププログラムに参加した学生は、視野が広がった、外国(英語・異文化)に対する抵抗感が薄まった、もっと勉強しようと思った、伝統航海術に関係する方々の情熱を感じることができた、などの感想を寄せている。参加する学生のこれからの人生の1つのきっかけとなることを願っている。

商船学科では、海や船に関する研究も盛んに行われている。航海系、機関系の研究を以下に紹介する。

寄り回り波について

富山湾沿岸では、例年10月から3月にかけて、周期10秒以上、波高数m程度のうねり性波浪が押し寄せる。この波は、しばしば大きな波浪災害を引き起こすため、地域の住民から「寄り回り波」と呼ばれて警戒されてきた。「寄廻り高波」という用語が、江戸時代(1864年)に自ら北前船を所有していた藤井家の古文書の中で初めて登場し、幕末の頃に既に寄廻り高波という言葉が一般的に使われていたことが分かる。この名称の由来はよく分かっていないが、北前船の船乗りが、海岸に波向を変えて波高が高くなるうねりの性質に気付き、それを波の名称にしたと考えるのが自然である。

本校では、波浪災害を防止するために1967年以来、この波の研究を続けている。吉田清三氏は、1981年12月16日に富山湾に押し寄せた寄り回り波を航空機から観測していた時に、魚津から富山へかけての沖合で、寄り回り波よりもはるかに周期が長く沖合へ向かう長周期波動が、沿岸部に存在していることを発見した。また、石森繁樹氏は、1993年3月18日、ヨーロッパリモートセンシング衛星1号の合成開口レーダーを用いて寄り回り波を観測し、寄り回り波が北北東と北東の二方向から富山湾に侵入していることを発見した。さらに、河合雅司氏は、北海道西方海域から伝搬してくるうねり性波浪が、対馬海流の影響で能登半島と佐渡島間の海域で波向きを右に変えて富山湾に侵入することを指摘した。そして、能登半島先端海域に波浪計を設置し、富山湾沿岸に寄り回り波が到達する数時間前に捉えて、観測に基づく直前予報を行うための研究を行うとともに、吉田氏が発見した寄り回



寄り回り波

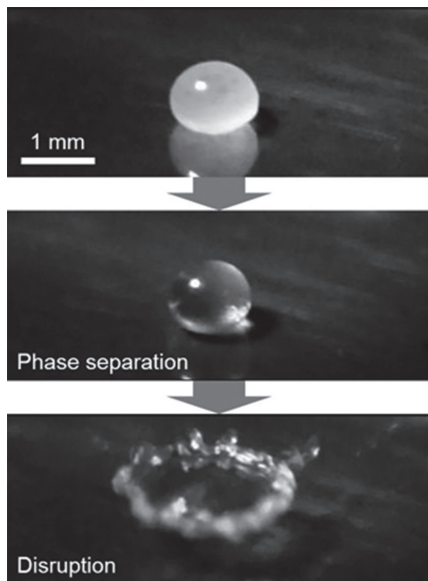
注：2013年4月8日12時40分、富山高等専門学校屋上で撮影

り波の侵入に伴い沿岸部で生じる長周期波動の発生メカニズムについても、これが副振動ではないかという視点から研究している。

エマルジョン燃焼法に関する基礎研究

燃料油に対し水を乳化したエマルジョン燃料を利用する燃焼法は、燃焼効率の向上や環境負荷物質の排出低減効果がある。これは燃焼過程においてエマルジョン液滴のマイクロ爆発が発生すると、さらに微細な液滴となって飛散するため燃焼性が高められることと、水の潜熱により燃焼温度が低下し Thermal NO_x の生成が抑えられるといったエマルジョン燃料の燃焼特性によるもので、船用ディーゼル機関やボイラなど低質油を用いる熱機関・燃焼機器での利用が期待されている。

実機においてエマルジョン燃焼法の効果を発揮するには、マイクロ爆発特性を把握することが重要である。エマルジョン液滴を加熱した場合、乳化のタイプ（油中水滴型または水中油滴型）によってマイクロ爆発挙動に様々な相違が見られる。このメカニズムを解明するための基礎研究として、ライデンフロスト点以上の高温壁面に直径1～2 mm程度のエマルジョンを滴下し、液滴の蒸発およびマイクロ爆発挙動の詳細な観察、統計解析を行っている。液滴中の水分の凝集進行度がマイクロ爆発の発生時期や発生確率に対する重要な影響因子であることが明らかになったが、他の影響因子についても解明を進め、エマルジョン燃焼法における燃料設計の指針の確立を目指す。



Evaporation behavior of emulsion droplet

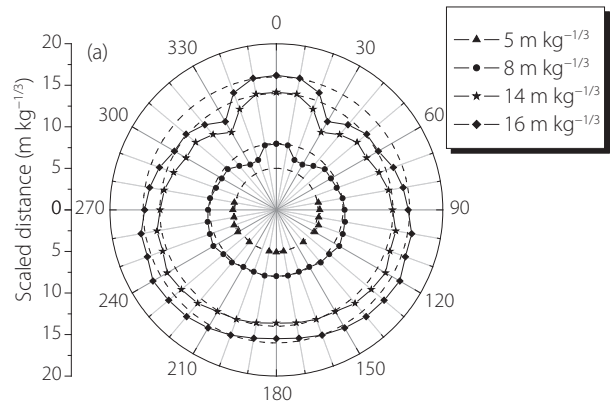
火薬類の爆発影響評価

火薬類が意図せず爆発した際、火球、爆風、飛散物による周囲への影響（被害）が生じる。このうち火球による影響は、爆点近傍に限られるが、爆風、飛散物による影響は、遠方まで及ぶ可能性があり、影響評価を行ったうえで、被害を低減化するための方法が求められている。これらの影響について実験的手法により評価を行う研究を国立研究開発法人産業

技術総合研究所との共同研究により実施している。

爆風による影響として、ある地点に爆風が到達すると、急激に圧力が増加し、ピーク過圧に達する。その後、圧力は低下し、負圧の時間を経て大気圧に戻る。この圧力値の時間積分（インパルス）と、ピーク過圧が周囲への影響（被害）と関係があることが知られている。爆風による影響を評価するためには、爆点からの距離とピーク過圧、インパルスの関係を明らかにすることが必要となる。これまでに、種々の質量の爆薬による爆風に応じた方法で、爆点周囲における圧力の時間履歴を計測し、ピーク過圧、インパルスを解析する方法を検討してきた。また、被害を低減化するための手法として、爆薬をゲル化水で覆う、砂で覆う、生分解性プラスチックで覆う、防爆壁を用いるなどの方法を提案し、周囲の爆風圧を計測して報告してきた。このうち、1枚の防爆壁周囲の爆風圧を評価した研究では、ペンスリットという種類の爆薬の1.4 gのペレットを用いて室内で縮小したモデルの爆発実験を行った。解析結果の例を下図に示す。図の中心が爆点、防爆壁がある方向を0度方向としています。防爆壁がない場合の5, 8, 14, 16 m・kg^{-1/3}（火薬類取締法に対応）におけるピーク過圧の値を、防爆壁がある場合に各方向でとる距離を結んだ等圧線を描いている。ピーク過圧は、防爆壁の縁より少し内側の30度方向で低減化されることを明らかにした。

飛散物による影響を評価するためには、爆発による飛散物の速度が必要な情報である。そこで、爆薬と模擬飛散物の距離、模擬飛散物の形状をパラメーターとして飛散物速度を評価する研究も行っている。これらの知見は、火薬類のより安全な利用のために役立てられている。



防爆壁周囲の等ピーク過圧線

注：点線が防爆壁のないときの距離。これに比べ、防爆壁があると30度方向で等ピーク過圧線が爆点に近づく（＝爆風圧が低くなっている）ことがわかる。

「ECDIS」による航行支援の効果と安全性

SOLAS条約（The International Convention for the Safety of Life at Sea）の2009年改正により、外航船およびタンカーに対してECDIS（Electronic Chart Display and Information System）の搭載が義務付けられた。これに伴いECDISを搭載する船舶で航海当直業務を行う航海士は、ECDISに関する知識と能力を有することが資格の要件に加えられ、航海コースの学生に

は船舶職員養成施設でのECDIS講習の受講、現役航海士には技能訓練機関によるECDIS講習の受講が必要となった。この条件をクリアしていなければ、ECDISを搭載した船舶で業務を行うことができない。この全世界共通の新制度の動きを受けて最近では、義務でなくてもECDISを搭載する船舶が増加している。

ECDISは本来、水深と自船位置情報の表示により船舶の座礁を予防することを目的として開発されたもので、我が国では20年ほど前から、ECS（Electronic Chart System）が実在していた。現在は、性能および付加機能の向上もあり、ECDISの普及は一部においては船舶運航上の衝突予防にも貢献するものと期待されている。

従来の紙海図を用いた航海からECDISのみによる航海へと時代が切り替わろうとしている中で、ECDISが従来では実現できなかった部分も補い、航行支援として機能を果たしているのか、実務現場での使用状況や発生したトラブルについて、現状調査を実施している。

調査結果から、すでに船舶運航において効果が発揮されているのは、航跡表示の機能であることがわかった。頻繁に出入港を繰り返す内航船では、入港時のアプローチの確認や、危険予知などを考えるための情報として実際に利用されている。

また、近年の各港湾における強制水先の対象となる船舶の基準緩和措置に伴い、「土地勘がない」、「出入港経験が少ない」などの理由で不慣れな外国船や、強制水先の対象ではない船舶の出入港に関し、海難事故が起こる危険性が今後も拭えない。これを回避するための手段として、各船舶から航跡などの情報を取捨選択し、交換することができるようになることを一つの対策として提案している。ほかにも、ECDISを航行支援として有効活用し、船舶運航の安全を導くための課題と対策について研究している。

以上に紹介した内容のほか、商船学科では以下のような研究が行われている。

<研究テーマ>

- ・ 移動体形状の体系的な最適設計
- ・ 動揺を軽減しながら航海する自動操舵装置の開発
- ・ 船用ディーゼル主機関の動特性解析と最適制御に関する研究
- ・ 品質工学を用いた材料強度評価に関する研究
- ・ 火薬類の爆発による被害の低減化
- ・ 燃料噴射圧力の低下による排気ガス成分の変化