

海洋 IT コース開設に向けて

Towards the establishment of Marine IT Course

久保田 英司, 山崎 聡

(京都コンピュータ学院)

Eiji Kubota, Satoshi Yamazaki

(Kyoto Computer Gakuin)

Abstract

As our approach to marine IT education, we report on the current status of ship structure understanding and IT through maintenance of the practical training ship.

1. はじめに

IT は様々な産業において必要不可欠な存在になっているが、わが国発展のための礎ともいえる第一次産業ではその普及が特に求められ、研究開発が急がれている。海洋・水産部門では魚群探知機開発のほか、効率的で持続的な漁業の実現に向け、人工衛星を活用したトレーサビリティ機能を持つ海洋資源と環境に関するデータ収集システム導入などが模索されている。さらには、船舶の省エネ、安全運航、温室効果ガス削減、海洋汚染防止、海洋自然エネルギー利用などに向けた船舶の IT 化も迫られている。本学では、これら海洋 IT をリードする人材を育成するため、京都コンピュータ学院 (KCG) に応用情報学科を、京都情報大学院大学 (KCGI) には次世代産業コースを新設し、その中に「海洋 IT」のジャンルを設けて教育活動を始めることにした。

現在、世界中の大多数の漁船には、魚群探知機、海洋 GPS、レーダー、ソナーが搭載されている。しかし、それらはシリアル通信やイーサネットでネットワーク化されているとは言え、メーカーが異なるとデータの互換性がない場合が多い。NMEA フォーマット¹⁾などの国際的な標準化は進んでいるが、まだまだこれからである。そして、各機器にお

いても、他の IT 分野と違わず、日進月歩ならぬ秒進分歩のスピードで進化発展している。

KCG グループは専門課程において、2005 年に自動車制御学科を設置し、組込みシステムを主眼とした、自動車と IT の両方に精通したエンジニアを育成してきた。設置後 10 年間、卒業生はトヨタやヤマハの IT 部門などの著名企業に就職しており、就職率は 100% である。その後、自動車整備学校である京都自動車専門学校の吸収合併に至ったことは記憶に新しい。自動車産業界では、2004 年頃に、環境と安全を主眼とした IT 化が急速に進み始め、その後のハイブリッド化や EV (電気自動車) の発売に至った。現在、船舶の世界では同様の状態が起こっていて、エンジン制御から操舵システム、そして魚群探知などの急速な発展が始まっている。

それら海洋分野における IT の進歩について、船舶用電子機器などの製造販売大手の古野電気株式会社 (本社：兵庫県西宮市芦原町 9-52, 古野幸男社長、東証一部上場) を訪ね質問したところ、相互に海洋 IT 分野の教育・研究を推進していこうと話が進み、同社と KCG グループとの間で包括的協力関係を結ぶに至った。2015 年 1 月 29 日、同社で、産学連携に関する協定書を締結し、両者の学術交流、協力関係の構築をもとに▽教員・学生と研究者の交流▽共同研究および研究会の実施▽学術上の情報・刊行物および資料の交換—などを進めていこうと手を取り合った。

福井県小浜市は若狭湾を望む京都市内から最も近

1) NMEA フォーマット: NMEA (National Marine Electronics Association) は米国海洋電子機器協会が定めた規格で、航海計器間の通信に使用されるプロトコル。

い海の一つである。大阪湾内はあまり海水がきれいではないので、海洋 IT コースの実習の場として小浜を選んだ。プレジャーボートのマリーナだと年間の保管料も高額なので、漁協や漁師さんに紹介・指導していただいて漁船を購入し、漁港の中でも奥の方の、波風の影響を受けない場所に係留することが可能となった。船名は、新しい分野を構築するにあたり、青雲の志を持っていこうという意味で、「青雲丸」とした。これは KCG 初代学院長の長谷川繁雄先生が、かつて学生寮に名付けた「青雲寮」にもちなんでいる。青雲丸は船齢 30 年以上の古い漁船であるが、バックでも舵が効くなど、船としての性能は良い。エンジンはかなり古いが、エンジンだけを積み替えることも可能であるから、日本の一般的な和船の漁船であることを重視して、一般的な漁師の船と同じように実習できるようにと、これを選んだ。ところが、何度か海に出る練習を重ねていると、舳先の FRP²⁾ の芯材の木材が腐敗していることが分かった。錨台も釘が錆び、木材が腐敗して、使用に耐えなくなっていた。そこで、教職員や卒業生有志が集まり、修理しながら船の構造を勉強し、エンジンと電気配線を引き直して、レストアしたのである。



図 2 搭載エンジン

総トン数：9t

木材を芯材に構築し、FRP にてカバーリング処理をしている日本的な漁船である。

主機エンジン（図 2）[2]

製造：ヤンマー

機種：6GX-GT

形式：直列 6 気筒、水冷 4 サイクルディーゼルエンジン

出力：600 馬力

青雲丸には 1 基搭載している。

2. 船体について

船体（図 1）[1]

製造年月：1981 年 5 月新造進水

製造：ヤマハ発動機

全長：15m

幅：2m

深さ：1m



図 1 青雲丸船体

3. 2015 年 10 月～12 月に実施した舳先修理

船首部分の傷み具合が特に酷く、アンカー（錨）台は木材が腐敗し錆びたボルト一本で留まっている状態でグラグラして、アンカーを上下するたびに落ちそうである。さらに船首デッキの床板は腐り落ち、FRP でカバーリング処理している芯材の木材も腐敗していると思われる。

まずは状況を確認するために、傷み具合の酷い船首部分の解体作業を行った。（図 3）



図 3 腐敗した内部の木材

2) FRP：繊維強化プラスチック（Fiber Reinforced Plastics）はガラス繊維を不飽和ポリエステル樹脂の中に入れて強度を向上させたプラスチック素材。



図4 腐敗した木材を除去

アンカー台を分解すると、船体の縁の部分まで腐敗していた。船首の床材と FRP でカバーリングした内側の木材もアブのような虫が数ヶ所に巣を作るほど腐敗しており、全て掻き出すと、表面上はまともに見えても、内側のかかなりの範囲で木材が腐敗していた。(図4)

腐敗部分を全て取り除くと原型を留めないで、修復ではなく、新たに船首デッキを施工することにした。しかし、我々はコンピュータ(電気電子、車、バイクなど)については専門家であるが、船舶については素人同然である。業者に依頼すれば簡単だが、船舶の内部構造の掌握や信頼できる船にするためにも、パイオニアスピリットで自主製作することにした。

3-1 施工計画

- ・アンカー台を新たにステンレスで製作して、右舷側から舳先に移設する。
- ・船首はキャストイングができるパウデッキ³⁾ 風にする。

文献などを参考にして施工計画案を作成したが、アンカー台の設置に際してリブ⁴⁾、柱、キール⁵⁾などを含めて強度的に問題はないか不安があったので船大工の意見を聞くことにした。

船大工の回答では、「この船は FRP で補強されており、リブの数が他の船と比べて多いので強度は大きい。年数の割には床(デッキ)もしっかりとしている。また、船首は FRP 一体成型になっており天

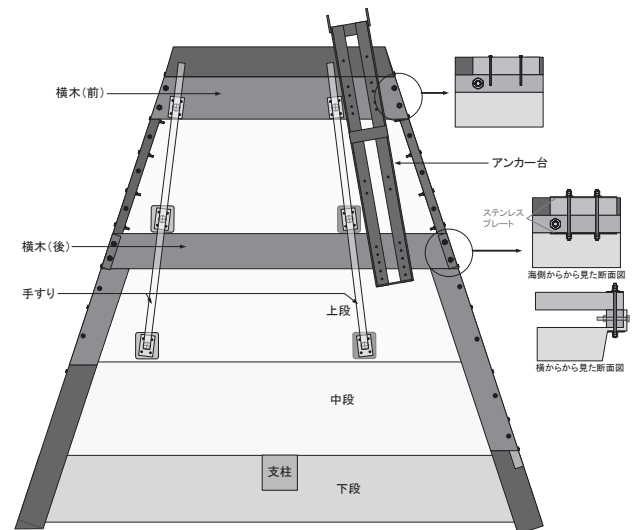


図5 船首の改修設計図

板部分で左右のハル⁶⁾を引っ張っているなのでハルが広がらず強度は問題ない」。アンカー台を船首に設置することについては、「船の縁(ハルの上部)との接続を強固にすれば問題ないが、アンカー台が乗る後側の横木には特に上向きの力が掛かるので注意する。前側の横木は上から押さえる力が掛かるので、後ろほど強固に接続する必要はないが、横ぶれの力を注意する」とのことだった。

船大工からの意見を参考に、図5のような構成で施工することにした。

- ・アンカー台を固定している横木の端は船体のハルとボルトで固定する。
- ・後側の横木は上下に 3mm 厚のステンレスプレートを入れ、M12 ボルトで材木と船体の梁をサンドして固定する。これにより材木と梁に掛かる力が分散する。
- ・前側の横木は M10 コーチスクリューボルトで船体の梁に固定する。
- ・横木の高さを均一にしてアンカー台を付けたときに余計な力が掛からないようにする。
- ・追加や補修した木材にはガラスマットやガラスクロスを貼り付け、FRP 樹脂⁷⁾を塗布して補強と防水をする。
※ガラスマット：積層用に厚みを持たせて強度を出す。ぶつけると切れやすい。
ガラスクロス：引っ張りに対しての強度が出る。引き裂いても切れない。
- ・アンカー台は M12 ボルトで横木に固定する。さ

3) パウデッキ (bow: 舳先, deck: 甲板): 舳先のハル上縁に位置する床面。

4) リブ: キールと直角に付けられた骨格。

5) キール: 船体の背骨に当たる主要な構造体で船底中央を船首から船尾まで一貫して通る貫通材。

6) ハル: 船体

7) FRP 樹脂: FRP の不飽和ポリエステル樹脂のみ。

らに横ぶれ防止のために先端を M10 コーチスク
リューボルトで船体に固定する。

3-2 作業レポート

この船には通常の走行用エンジンの他に発電専用
のエンジン（補機）が搭載されており，それにより
100V 電源が利用可能となっている。電動のこぎり
やグラインダーなどの電動工具が利用でき，船の上
でも十分な作業効率を発揮できる。

〈初日〉

- ・取り付け場所を加工して整える施工を行う。
- ・腐敗して取り除いた梁の代わりにガラスマットを
巻きつけ，FRP 樹脂を塗布して補強した木材を
埋め込み，サイドのボルトを締め込む。
- ・船首に立っている FRP の撤去と，船首にある木材
と船体の間に隙間と腐敗で欠けているところ(図 6)
があったので，ほぐしたガラスマットに FRP 樹
脂を染み込ませて埋める。
- ・新たに付ける横木に予めガラスマットを 3
回巻いて FRP 樹脂を塗布し補強する。船体に横
木を取り付けた後，さらにガラスクロスを 1～2
回巻いて FRP 樹脂を塗布する予定である。
- ・後側の横木は模型を作成し，想定される状況をい
ろいろ試してどこに最も力が掛かるのか，どの向
きに力が掛かるのかを検証した。その結果，上向
きの強い力が掛かることが分かったので，留意し
て強固に取り付ける必要がある。船体と一体化さ
せるために横木と梁に貫通穴を開け，上下に厚さ
3mm のステンレスプレートで座金として入れて



図 6 船首の木材と船体の隙間

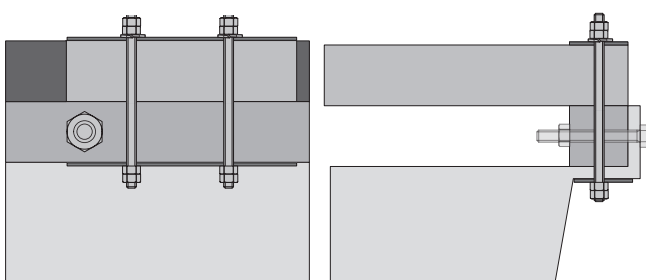


図 7 海側から見た断面図

図 8 横から見た断面

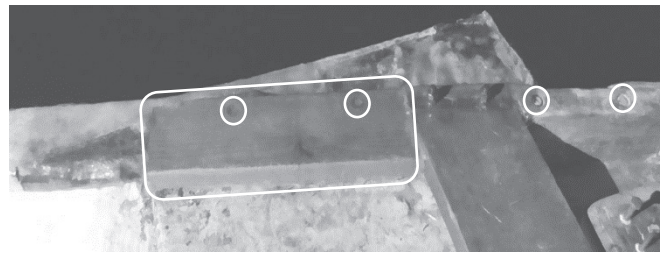


図 9 船縁の角材とボルト固定箇所

- ボルトから掛かる力が分散するようにして固定す
る。さらに，緩み防止のためにナットを共締めして，
念のためにネジロック材を塗布する。(図 7，図 8)
- ・前側の横木にも貫通穴を開けると船体の内側に開
いてしまう恐れがあるが，この横木には押し下げ
る力が主に掛かるのでコーチスクリューボルトで
船体に固定する。
 - ・船縁の一部は腐敗して取り除いたので角材から切
り出して取り付ける。
 - ・船体への取り付けにはコーチスクリューボルトを
使用するが，ボルトの頭を隠すために M25 の穴
を木材に開けて埋め込むようにする。(図 9)

〈2 日目〉

- ・船縁に開けたコーチスクリューボルトの取付け穴
などの凹を全て FRP パテで埋める。(図 10)
- ・さらに船縁，横木などの一体化と船体の強度を高
めるためにガラスマットやガラスクロスを丁寧に
貼り付け，FRP 樹脂を塗布する。(図 11)



図 10 ボルトの凹を埋める



図 11 FRP で船縁などを一体化

- ・横木の上に乗ると思いのほか挠るので補強のために FRP を巻いた角材を横木の下にはめ込んで固定する。

〈3 日目〉

- ・塗布した FRP 樹脂をサンディングして表面を平坦にし、水の流れが悪そうな箇所は FRP パテで滑らかにする。(図 12)
- ・船首外部分に見つかった FRP の亀裂や穴、さらに繊維が十分でない場所はガラスクロスを部分的に貼り付けて補強する。(図 13)



図 12 FRP のサンディングとパテ埋め



図 13 亀裂や穴をガラスクロスで補強

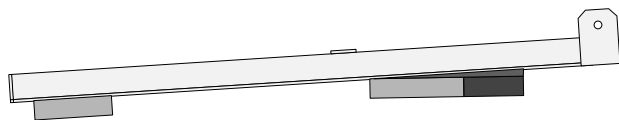


図 14 船縁の角材とボルト固定箇所

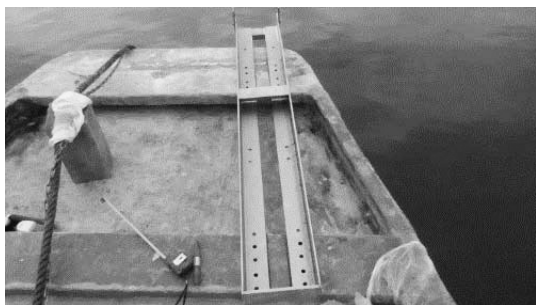


図 15 アンカー台の設置場所

- ・アンカー台を設置する前後の横木の傾斜角度が異なるため木材を加工して隙間を埋め、FRP とスリムビスで固定した。(図 14, 図 15, 図 16)
- ・トップコート⁸⁾ のノリが良くなるように塗布する箇所をグラインダーでサンディングする。(図 17)
- ・紫外線などで劣化する FRP に保護や防水の役割があるトップコートを塗布する。(図 18, 図 19)



図 16 アンカー台に傾斜をつける木材



図 17 グラインダーでサンディング



図 18 トップコート塗布



図 19 隙間や裏側にトップコート塗布

8) トップコート：FRP の繊維露出や劣化を保護する樹脂。

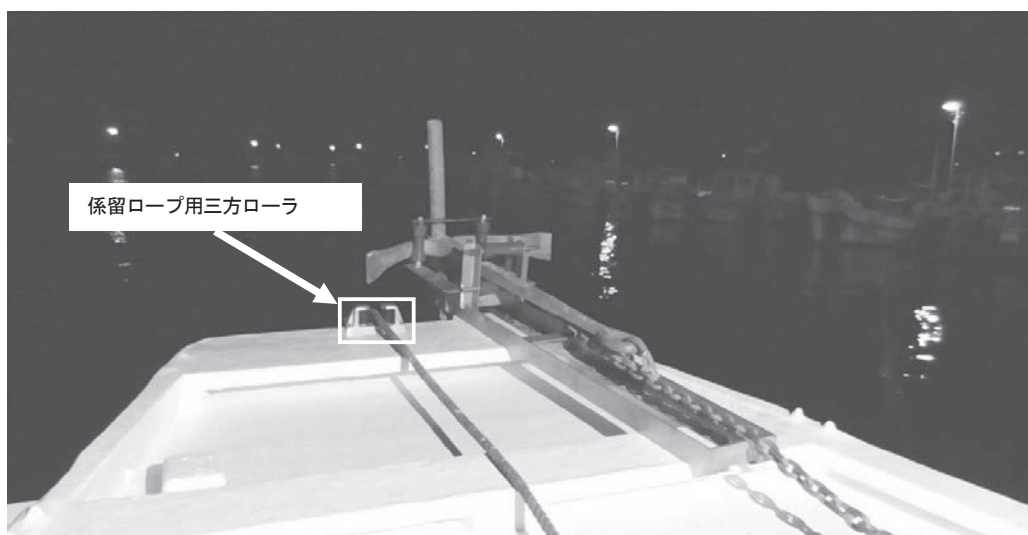


図 20 係留ロープ用三方ローラ

- ・アンカー台は M10 ボルトと M9 スクリューボルトで横木に固定して設置する。
- ・係留ロープ用三方ローラを M8 ハンガーボルトで船首中央に固定する。(図 20)

取り付けたアンカー台は市販品ではなく教職員が設計したものである。

青雲丸のアンカーはかなりの重量があり、成人男性 4 人で何とか持ち上げ、装着できた。

- ・アンカーの設置場所を変更したのでアンカー用油圧ドラムウインチの位置変更が必要になる。この作業には重機が必要なので業者に依頼することにした。

〈4 日目〉

- ・アンカー用油圧ドラムウインチの位置変更が完了したので引取りをした。
- ・また、アンカー台の後部にアンカーの鎖が接触するので、ローラとガイドとアンカーがスムーズに上下できるようにヘッド部分の追加加工も依頼した。(図 21)

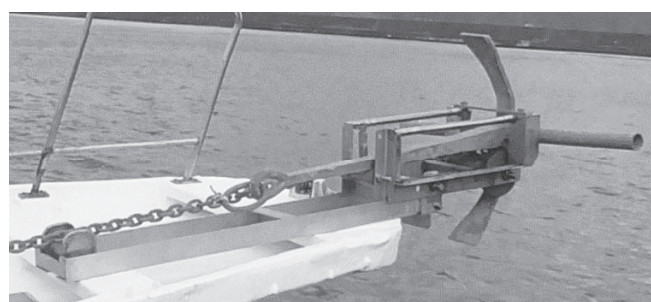


図 21 追加加工したアンカー台

- ・左舷側のステンレス製手すりを設置する。(図 22)
- ・トップコートを塗布した船首デッキが非常に滑りやすいので滑り止めテープを貼り付けた。
- ・この日の海は少し荒れていたもので、アンカー台の強度確認とアンカーの動作確認も兼ねて沖合に出て係留した。(図 23)



図 22 左舷側手すりと滑り止めテープ



図 23 アンカーの動作確認



図 24 釣り

せっかく沖に出たので釣りも少々嗜む。(図 24)

当初の目標であった「アンカー台の設置」「バウデッキ設置」は完了したが、作業を進めていく中で他にも補修や改善の必要がある箇所が見つかった。

- ・ 以前から船倉に水が少し溜まっていたが、水の浸入原因が不明だった。油圧ドラムウインチの土台の FRP が割れている部分から船倉内に水が浸入していると考えられる。
- ・ 水の浸入を防ぐために、割れている箇所の FRP を除去し、除去した部分をガラスマットと FRP 樹脂で補強する。(図 25)



図 25 ドラムウインチの土台の FRP の割れを補修

改善課題はまだ多くあるが、これからの季節は天候が不安定で気温が低くなり FRP 樹脂の硬化不良が起きるので、作業を一旦中断した。再開は春からになるが、航海計器の設置、デッキ塗装など安全で快適な実習が実施できるように改善する予定である。

3-3 参考：定期検査について

- ・ 自動車と同じように小型船舶も定期検査（6 年ごと）と中間検査（3 年ごと）を受検しなければ航行することはできない。[3]
- ・ 12 月が中間検査の時期になるので点検準備をして受検する。
- ・ 船の用途や航行区域により異なるが、青雲丸は以下の項目を満たせばよい。

・ 船舶法定備品

- ・ 係船索（ロープ）：2 本
- ・ アンカー（いかり）：1 個
- ・ アンカーチェン又は索（ロープ）：1 本
- ・ 小型船舶用救命胴衣：8 個
- ・ 小型船舶用救命浮輪：2 個
- ・ 小型船舶用信号紅炎：1 セット（2 個入り）
- ・ 小型船舶用粉末消火器：1 個
- ・ 赤バケツ：1 個
- ・ あかくみ：1 個
- ・ 国際 VHF 無線機（出力 5W）：1 台

・ 航海用具

- ・ 汽笛：1 個
- ・ 船灯
 - ・ マスト灯：1 個
 - ・ 両色灯：1 個
 - ・ 船尾灯：1 個
 - ・ 停泊灯：1 個
 - ・ 紅灯：2 個
- ・ 形象物
 - ・ 黒色球形形象物：3 個

- ・一般備品
 - ・ドライバー：1組
 - ・レンチ：1組
 - ・プライヤー：1個

- ・設備の確認
 - ・エンジン始動はスムーズに行えるか。
 - ・エンジン室の換気は十分か。
 - ・ビルジはビルジポンプにより排出できるか。
 - ・船体の傾きや損傷はないか。

検査は一人の検査官が行ったが、約 30 分の検査で一発合格した。

4. 船の IT 化のための事前調査

船の状況を調査・修理していく過程で、船体の防水などの構造を細かく見る機会ができた。船での防水はどのような注意点や工夫が必要なのかが分かってきた。

なぜか鉄製のボルトが使われている箇所があり、激しく腐食しぼろぼろになって使い物にならなくなっていた。鉄製のボルトが使われているのは問題ではあったが、これを見ても、船で使う電子機器に強力な防水加工が必要なのは当然理解できる。しかし、船室自体はそれほど嚴重な防水加工がされていなかった。船室から外へ伸びる電気配線は、シーリングなどで塞ぐわけではなく、必ず外で下向きになっているパイプから船室外へ配線されていた。その部分の防水はどうなっているかという点、ケーブルをいったん下向きに回すことで水がケーブルを伝って船室内に入らないようにしているのと、海水や雨水は真上から真横までしか掛からないので下向きのパイプの穴を通しておくだけで船室内へは水が入って来ないという構造だった。密封されていないので、空気は自由に入出力できるのだ。船室から外への配線部分の穴は完全防水で密封するものではない込んでいたので、この方法には驚いた。

船室から船外への配線は、下向きのパイプから外へ配線してケーブルを少しだけ垂らすことで、船室内への水の浸入を防ぐ。配線を増やしたり引き直したりすることが容易にできる構造である。(図 26)

つまり、電子機器の部品は船室に置く場合でも、ある程度潮風にさらされるため、錆対策として防水加工をし、配線は、配線自体を伝って雨水や海水が



図 26 船室から船外への配線穴

電子機器につかないように工夫すればよいということが分かった。船室から船外への配線を増やす場合も、船体に穴を開けて加工や防水の対策を別途考えなくても、この配線穴がいくつもあるため、それを利用すればよいことも分かった。

さらに電源で興味深かった点は、釣りの電動リール用電源で、電源端子がプラスマイナスともにむき出しのネジにワニ口クリップで結線するという方法が一般的であることだった。当然電極には海水が直接掛かることもあり、漏電していてもおかしくない構造だったので、驚いた。しかも、電動リールの電源には 12V 用と 24V 用があるが、一般的には 12V の電動リールが主流である。しかし、ディーゼル船の主電源は 24V が基本となっているので、12V 電源を別途用意してある [4]。

一般に、海上では陸が見えるところでは携帯電話が通じるとされるが、電話会社によって通信状況は異なるので、小浜湾内(図 27)と若狭湾、各場所でテストを行う予定である。携帯電話回線を利用してインターネットに接続できれば、船で取得したセンサー情報をリアルタイムでクラウドサーバへ送信可能なと、特別な通信機器なしに船舶間通信にも利用できそうである。別途通信のためには新たに無線機が必要となる場合もあり、その無線機を使うための免許や申請、許可などが必要なケースがある。しかし、携帯電話回線が利用できれば、すぐに通信の実験や研究が可能となる。

る。船舶や観測機器からのデータを収集するシステムが構築できるエンジニア。

- ・生産者と消費者とを Web で結ぶ（産直支援＝CRM）システムや生産物を安全・安心かつ効率良く流通させるシステム（SCM）を構築できるエンジニア。

謝 辞

施工の検討に当たり、竹原造船様、有限会社松井兄弟社様をはじめ、多くの方々にご助力いただきましたことを、心より感謝申し上げます。

【参考文献】

- [1] ヤマハ発動機株式会社 <http://www.yamaha-motor.co.jp/>
- [2] ヤンマー株式会社 <https://www.yanmar.com/jp/>
- [3] 日本小型船舶検査機構（JCI）
<http://www.jci.go.jp/jci/index.html>
- [4] 小川淳「電装系大研究—電気に強いプレジャーボートオーナーになろう！」舵社（2008/02）
- [5] 国土地理院地図 電子国土 Web <http://maps.gsi.go.jp/>

◆著者紹介

久保田 英司 Eiji Kubota

現在、京都コンピュータ学院洛北校教頭。

山 寄 聡 Satoshi Yamazaki

現在、京都コンピュータ学院教職員および、京都情報大学院大学講師。