

2021年度トランスコスモス財団調査研究助成成果報告書

令和4年5月9日

研究者所属：琉球大学大学院理工学研究科博士後期課程

研究者氏名：大城 史帆

研究機関：2021年4月1日～2022年3月31日

助成金額：1000千円

研究テーマ：水中音響通信による水中ドローンの群制御システム

1 はじめに

近年国内外で海底資源の探索や水中ドローンを用いた海中の生態調査が盛んになってきている。現段階では水中音響通信の技術も進歩してきているが、まだ課題も多く安定的な通信を可能にする事は難しいとされている。そして水中ドローンも有線接続で使用する機体が多く、使用できる範囲もケーブルの長さにどうしても制限が掛かってしまう。そのため、水中音響通信技術を使用した無線の水中ドローンを提案する。後に機体を複数機使用した群集合の開発に取り組む予定である。

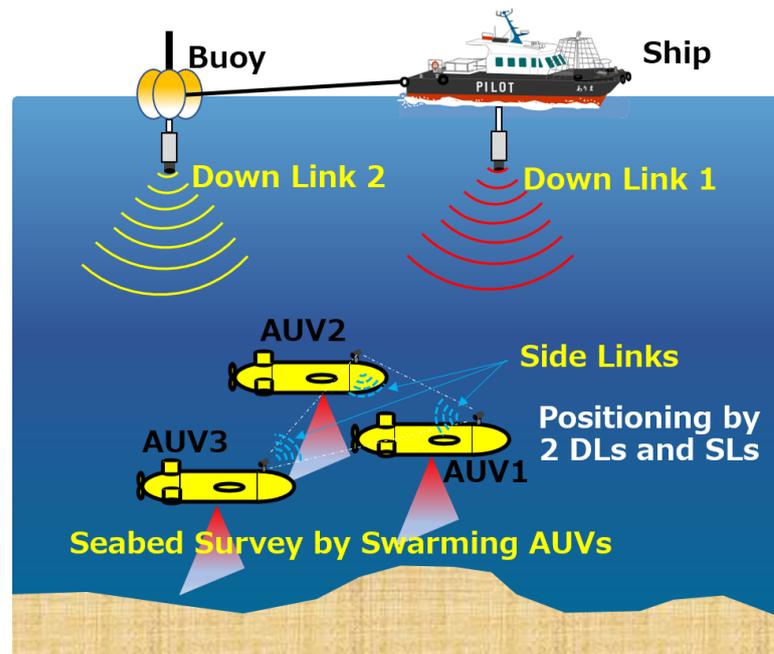


図1：水中音響通信及び群集合のイメージ図

2 水中ドローンの群制御システム

2.1 ドローンエンジニア養成塾第11期を受講

水中ドローンはまだ未発達の部分が多く参考になる学習資料が少ないが、多くの空のドローンが採用している ArduPilot を応用した水中ドローン用の ArduSub を使用する。ArduSub は空のドローンのプログラムが基になっており、フライトモードを作成するにはまず空のドローンから学ぶ方が良いとされている。そこで5月22日から7月17日までの約2ヶ月間、ドローン・ジャパン株式会社が主催しているドローンエンジニア養成塾第11期を受講した。

講義内容は主にドローンの使用方法や機体内部の回路構造、フライトモードの作成方法の解説等であり、チーム活動の一貫で新しいフライトモードを作成した。私のグループは私以外にも共同研究している沖縄工業高等専門学校（国専）の学生がおり、ドローンエンジニア養成塾初の水中ドローンをテーマにしたチーム開発を行った。

2.2 chura marine チームでのチーム活動内容

私たちのチーム名は水中ドローンをテーマにしており、沖縄の美しい海をイメージして、chura (美ら) marine (海) というチーム名になった。主に最初は ArduPilot のプログラム解読から行い、専用のシミュレーターを使用しながら手探りの開発だった。ドローンエンジニア養成塾の受講期間の内、最初の1ヶ月目時点でメンバーそれぞれフライトモードを作成し、私は五角形で自動操縦するフライトモードを作成した。

本来ならフライトモード作成のみで課題は終了なのだが、私たちグループは私と高専の研究で生徒と次に目標としている群集合について取り組むこととなった。実際時間は掛かったが群集合のプログラムを全員で作成し、シミュレーターで動かすことが可能となった。

最終成果発表会で発表した際他グループの方々も水中ドローンに興味を持ってくれた。元々の課題の他に追加で作成した群集合のフライトモードも作成したことで講師の方々からの反響も良かった。そして、私たち chura marine チームは講師の方々からの要望でできたドローンエンジニア養成塾第11期のベストチーム賞に選ばれ無事修了することができた。図2は受け取った認定証である。



図2：ドローンエンジニア養成塾の認定証

2.3 シミュレーション

実際に作成したシミュレーション内容を説明する。まず、課題となっていた通常のフライトモード作成。私が作った五角形に動くフライトモードを図3に示す。五角形にした理由として、常にコントローラーで操縦しているよりも指定した場所でフライトモードを作成すれば自動で指定した形で動かすことができるため作成した。

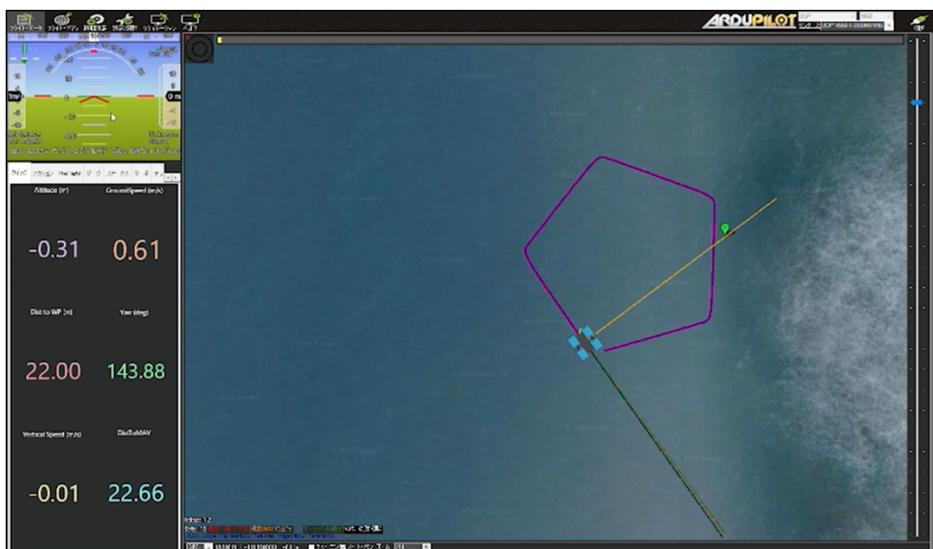


図3：五角形のフライトモード

追加課題としてチームで作成した群集合はひし形で動くようにした。図3で示したシミュレーションでは機体は1機表示されているが、群集合の開発に成功した時点でシミュレーション上の画面では期待が複数台表示されている。そのシミュレーション画面を図4に示す。

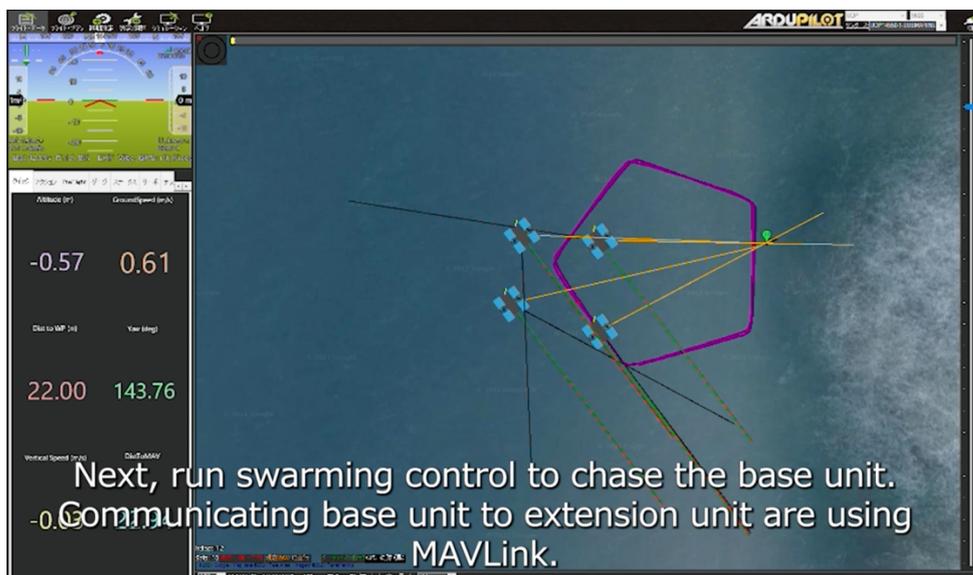


図4：群集合でのシミュレーション画像

3 水中ドローン BlueROV2 の組み立て及び実験

3.1 BlueROV2 の組み立て

BlueROV2 はアメリカの Blue Robotics 社が出している製品で、以前参加した IEEE の国際学会 OCEANS2018 にて実際にお会いし、製品説明を受けた会社の水中ドローンである。水中ドローンは世界的にもまだ開発途中にあるもので、その中でも BlueROV2 は研究や調査に特化した水中ドローン業界でもトップの製品である。そのドローンを実験に必要なため購入し、図3～図6に示すように組み立てを自ら行った。

実際に組み立てる際注意が必要な点が3つある。1つ目はネジの緩みは水漏れの原因となるためネジロック剤を使用し装着する必要があること。2つ目はスラスターの向きにはクロックワイズ（時計回り）、カウンタークロックワイズ（反時計回り）があり、装着の方向を間違えるとドローンの誤作動や故障の原因になること。3つ目は接続後にルーメン（ライト）やスラスターの配線はスラスターに巻き込まれると断線する可能性がある為きちんとまとめること。これらに注意しながら作業を行った。



図 3 : BlueROV2 組み立て前

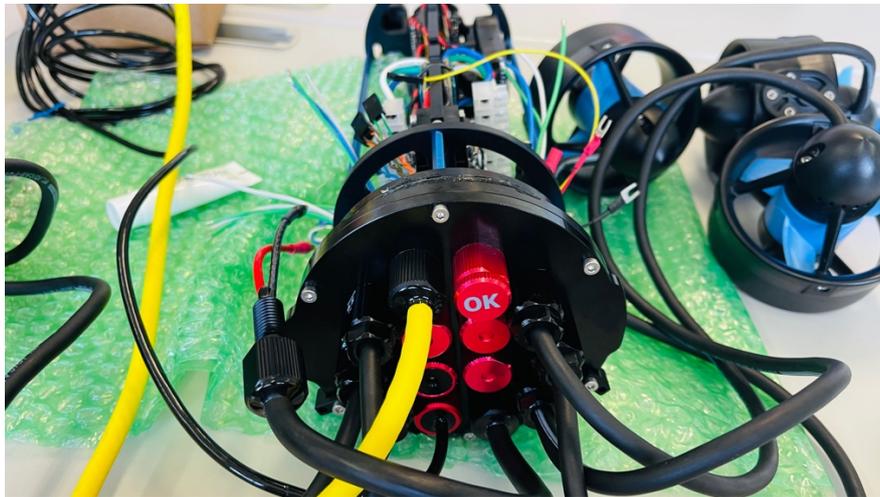


図 4 : BlueROV2 内部の回路組立



図 5 : BlueROV2 のフレーム組立後



図6：BlueROV2の完成後

3.2 BlueROV2 を使用しての海上実験

完成した BlueROV2 を使用して実際に海での実験を行った。まずは着水し水漏れしていないか、スラスターの装着向きが正しいか等の確認を行う。問題なかった場合はそのまま操縦が可能となる。

新たにフライトモードを作成し、プログラムを組んで実行したかったがシミュレーション上と実機での操作は機体が処理できない等の問題が起こっている為現段階ではまだ実行に移せていない。



図7：BlueROV2の海上実験の様子

4 他研究の海上実験

水中ドローンの内容とは別の学部生から博士1年にかけて行なっていた研究の応用で、移動しながら水中で安定的な通信を可能とする研究も同時進行で行っている。その実験内容を3月上旬に静岡県沼津市にある駿河湾にて共同研究を行っている会社と共に海上実験を行った。企業案件で守秘義務がある為詳しく説明はできないが、船を2隻使用し片方が送信機、片方が受信機を搭載し双方の送受信をうまくできているか確認する実験で、この実験も無事年度内に成功することができた。その時の写真は図5に示す。



図5：静岡県沼津市で行われた実験の様子

5 おわりに

トランスコスモス財団様から頂いた助成金のおかげで水中音響通信分野の発展にとっても貢献することができた。実際に水中ドローンの購入や開発に関する講座受講、旅費等の資金を頂いたことで今まで実現できなかった実験や、これから行う群集合の開発に向けての第一歩になった。水中音響通信の分野は現在まだ知られていないが、20年後には皆が日常で疑問に思わず、今の電波と同じように使用している技術の1つになっていると言われているため、その開発に今現在携われていることに喜びを感じている。今後より一層研究に励んでいく。

最後にトランスコスモス財団からの支援に対し心からの感謝の意を表す。

文献

- I. Tomohisa Wada, Shigeo Nakagawa, Akiyoshi Kawamori, Taisaku Suzuki, Hajime Toma, "Two Reference points Underwater Positioning System for Swarming AUVs Team Operation," MTS/IEEE OCEANS 2021 San Diego – Porto In-Person & Virtual: September 20–23, 2021.