

先端ロボティクス財団と「先端ロボティクスチャレンジ」について

一般財団法人先端ロボティクス財団 野波健蔵

1. 一般財団法人先端ロボティクス財団（ARF）の目的

2019年6月3日に一般財団法人先端ロボティクス財団(Advanced Robotics Foundation、以下、ARF)が発足した。ARF設立の目的は次の通りである。『日本はロボット大国と言われて久しいが、これは産業用ロボット、とりわけ量産型モノづくりの製造関連ロボット分野に限定されたものである。一方、サービスロボットや近年の「空の産業革命」と呼ばれる飛行ロボット・小型無人航空機（ドローン）の分野では、世界との競争においてかなり苦戦を強いられている。その理由はいろいろ考えられるが、重要な理由の1つにこの分野の若手人材が育っていないことである。

本財団は、先端ロボティクス分野における若手人材育成に照準を当て、競技会（コンペ）形式の評価法によりロボティクス技術の高度化の水準を競うことで、人材育成を図ることを目的としている。具体的にはドローン関連コンペを毎年開催して優れたチームには研究助成や賞金を授与して、高く評価するとともに今後の更なる発展を醸成する。よって、ドローン産業分野・先端的ロボティクス産業分野の発展に資する。』とした。

本稿では、ARFの目的に続いて、ARF設立の経緯、ARFの目玉となる活動の先端ロボティクスチャレンジ（ARC、または、ワールド・ドローンコンペ）、現在行っている諸活動について紹介する。なお、ARFの詳細についてはホームページ⁽¹⁾をご参照頂ければ幸いである。

2. ARF 設立の経緯

筆者は1998年から千葉大学で実施してきた飛行ロボット（ドローン）の研究成果を基礎に2013年に大学発ベンチャーの株式会社自律制御システム研究所(以下、ACSL)を創業し、2018年に東証マザーズに上場を果たした。日本のドローン産業としては最初の上場であった。

実は会社を創業する1年前の2012年にミニサーベイヤークンソーシアムを約50社で設立した。このコンソーシアムでは千葉大で誕生した純国産ドローンのミニサーベイヤ（機体の名称で、野波研の機体のこと）を産学官共同事業体下で、オープンイノベーションで育てて行こうという純粋な想いがあった。しかし、実際にコンソーシアム活動を推進していく中で、オープンイノベーションの難しさを切に痛感した。この結果起業を決意して、オートパイロットや飛行制御技術はACSLが担い、量産化や販売、メンテナンス、スクールなどはコンソーシアム企業で役割分担していこうということになった。なお、ミニサーベイヤークンソーシアムは2017年に改組して、一般社団法人日本ドローンコンソーシアム（JDC）となり、中立的な立場でドローンメーカー、ユーザー、ベンダー等約300法人を束ねるドローン産業全般に関する共同事業体の全国組織となっている⁽²⁾。

ACSL 起業の段階から、ドローン産業はまだ未熟であり、これから産業を育成していくために

は、少なくとも数社のドローン上場企業がないと産業とは言えないという想いで、最初の上場企業になることを目標とした。過熱気味のドローンへの期待も背景にあったものの、創業精神とは相容れない外圧等があったが、創業時の第一目標は創業5年で無事達成し初心貫徹した。

会社経営をして分かったことは新人採用活動において、若い優秀な人材が少ないということであった。「ものづくり」は「人づくり」とは昔から言われているが、スタートアップほどこの意味は重要である。ドローン市場は日進月歩の技術革新の真ただ中で、激的なグローバル競争の中にある。生き残り戦略とはまだ世界に存在しない先進的な技術を実装したドローンを市場に提供していくことである。ロボット全般がそうであるように、ドローンも高度な自律化へ向かっているが、別の言葉で表現すると小脳型（運動能力）ドローンから大脳型（知的能力）ドローンに進化しようとしている^{(3),(4)}。このためにはこの関連の優秀な技術者の採用が不可欠である。実際募集をかけると、外国人の応募は多々あっても日本人の応募が少ないという現実直面した。日本的な「寄らば大樹」という大企業志向が強い風潮を差し引いても、こうした求めている分野の若い技術者が育っていないということが次第に分かってきた。10年後の日本のサービスロボティクスは世界の二流国になるという危機感をもち、いま私が出来る「若手ドローン人材育成」からやろうと財団設立を決意した。

このARF設立の構想を東日本大震災と原発事故からの復興関連プロジェクトで一緒させて頂いていた、東大名誉教授の佐藤知正先生や東大の浅間一教授、ドローン関連の様々な国の会議でいつも同席し、日本のドローン産業振興に尽力されている東大の鈴木真二教授、私も飛行ロボット分科会座長を務めた、国プロのImPACT「タフロボティクス・チャレンジ（TRC）」のPMをされた東北大の田所論教授、同じくTRCの太索状分科会座長であった京大の松野文俊教授、制御理論はもちろんドローンの研究もされており、制御に強い修士修了生をACSLに送って頂いた東工大の三平満司教授にご相談をしたところ、皆様から強いご賛同を得たので、この先生方と私でARFの理事会を構成することとした。さらに、ワールド・ドローンコンペに成長させるためには、海外の著名な先生方のご支援が不可欠であるため、米国からヘリコプタの先端的研究や画像処理で著名なCMUの金出武雄教授、制御理論と応用分野では大変有名なUCBの富塚誠義教授、欧州では30年以上の親交をもち、自律ロボットで際立った業績を有するETHのRoland Siegwart教授の3名を名誉顧問として迎え入れた。3名の先生方も喜んでお手伝いしますとご快諾頂いた。

評議員会は飛行ロボット・ドローンの研究で日本を代表する成果や先駆的な研究実績をあげておられる先生方にご就任頂いた。さらに、飛行ロボットやその周辺技術で、第一線でご活躍されている若手の大学の先生方で、コンペにチームリーダーとして競技頂けそうな先生を中心にコンペ企画委員会・審査委員会を構成した。財団の運営資金は当面筆者の寄付金で賄い、目的に賛同する会員企業を募って、会費および企業からの寄付金で運営を徐々に拡大していく計画である。

3. 先端ロボティクスチャレンジ(ARC、ワールド・ドローンコンペ)

3.1 時代を切り開いたコンペティションの例

1927 年、ニューヨークのホテル経営者で富豪オルティエグが大西洋横断飛行のコンペを呼びかけ、25 歳の無名パイロットだったチャールズ・リンドバーグが「スピリットオブセントルイス号」でニューヨーク・パリ間の大西洋無着陸横断飛行に成功し、「オルティエグ賞」を獲得した。これにより航空機時代の幕開けとなった。2005 年には当時スタンフォード大学准教授だったセバスチャン・スランはスタンフォード大チームのリーダーとして DARPA Ground Challenge を制覇して新しい自動運転の時代を開いた。スランはその後、Google から副総裁で引き抜かれて、自動運転の Google Car で世界の先頭を進んでいたが、スラン自身は空飛ぶクルマに興味をもち、Kitty Hawk 社を創業して CEO となっている。2012 年、ジェフリー・ヒント教授が率いるトロント大学チームが世界的な物体画像認識コンペである「ILSVRC」で圧倒的な成績を収め、現在の AI ブーム、AI・ディープラーニング時代の幕を開いた。

これらはコンペが世界を変えた突出した例であるが、技術の歴史を紐解けばこうした例は無数にありそうである。要は、限られた時間と資金、そして、メンバーという制限の中で、あるミッションや目的を達成しなければならない環境に置かれた場合、極限環境の中で人間が異常なまでに集中すると、突然閃くという摩訶不思議が起こることがある。とくに、他チームも同様な状況にあり激しい競争が背景にあるとすればなおさらである。技術コンペという競技は、こうしたある種の極限状態におくことで不連続的なイノベーションを期待し、満たされない環境にあえて身を置くことで時として革新的技術が誕生する瞬間でもある。

筆者も 2008 年にインドで開催された小型ドローンの世界コンペに参加して、同様な経験をしたことを鮮明に覚えている。当時、約 8 名のポスドク研究者、ドクター・マスターの院生メンバーと一緒に、1 週間ほどインドに滞在しコンペに臨んだ。欧米豪州にアジアから選抜された強豪 12 チームで競技を行ったが、最初から苦戦続きで機体のトラブルが続発した。千葉大チームは、私以外はインドは始めてで水が合わず下痢の連続で、極端に体調が悪い中で夜を徹してソフトの書き換えなどを行った。しかし、どうしても無線機器の不具合で茫然としていたところ、コンペ本番直前で MIT チームから無線機器の提供を受け、無事飛行に成功した。コンペミッションシナリオの詳細は現地入りして始めて知られるという過酷さ、その意味で未知の環境でのコンペは何が起こるか分からないが、そこで得られる問題解決能力は計り知れない。人材育成はこうした過酷さが求められるということを体感した。余談になるが、無線機器を快く提供してくれた人は MIT 出身のドイツ人で、ドイツではドローントップ企業となる Ascending Technologies (ASTEC) という企業を創業し CEO であった。その後、ASTEC とは親しくなり、ASTEC 商品を購入したり研究開発での技術的相談をしたりしたが、2016 年に米国半導体大手の Intel 社に買収された。しかし、技術者魂は鋭く世界の最先端に行くドローンを現在も開発している。

3.2 第 1 回 ARC と本戦参加確定チーム

本財団主催の先端ロボティクスチャレンジ、ARC（ワールド・ドローンコンペ）は、上述し

た趣旨を背景に、協力団体として一般社団法人日本ドローンコンソーシアム、後援団体としては、文科省、経産省、国交省、総務省、農水省、復興庁、内閣府の国の機関、福島県、神奈川県、南相馬市、千葉市等の地方行政機関、NEDO、AIST、NICT、JAXA 等の国研、日本ロボット学会、日本機械学会、計測自動制御学会、人工知能学会、システム制御情報学会等のアカデミア、福島イノベーション・コースト構想推進機構、新経済連盟ほかドローン関連産業団体の合計 26 機関である。文字通り産学官連携による大きなイベントとなっている。本チャレンジの目的は、先端ロボティクスの未来を拓く人材の発掘と育成、および先端ロボティクス産業の振興である。

これまで万全の準備を行って来ており、本年 6 月末～7 月上旬に第 1 回 ARC は開催される予定であった。しかし、不本意ながら新型コロナウイルス感染の世界的拡大で、延期を余儀なくされている。とくに、本コンペではインドチーム（英国、米国を含む）やオーストラリア、あるいは、阪大チームにシンガポール、香港からの大学メンバーが加わった国際チームの応募があり、審査の結果、本戦出場を果たしているのも、海外チームが参加できるまで延期せざるを得ない状況である。

ARC では以下のような 10 テーマを当面、取り上げていく計画であり、2020 年（恐らく 2021 年開催か？）の第 1 回は 1 と 2 のテーマを複合させた「大規模地震発生にともなう、救援隊のルート策定と、生存者の発見と物資搬送、さらに、倒壊建屋内のドローン等によるサーベイで生存者発見」というミッションである。図 1 は ARC のシンボルマークで、図 2 は 2019 年 11 月 29 日に開催した第 1 回 ARC 説明会の様子である。

1. 数十km長距離飛行（固定翼、回転翼、VTOL 機、エンジン発電、燃料電池、他）
2. 次世代災害対応型情報収集等ミッション
3. 次世代物流ドローン（UAV と UGV との併用による次世代物流）
4. GPS/非 GPS で障害物回避ドローン（森林内高速飛行など）
5. 空中・水中両用ドローンによる海底マッピング
6. AI・5G・クラウド支援を受ける脳型ドローン
7. 大型ペイロードを有するドローン（空飛ぶクルマに類似したパイロットレス飛行）
8. 多数機によるフォーメーション飛行（知能型リーダー・フォロワー飛行）
9. ワイヤレス給電による長時間飛行
10. ロボットアーム搭載型空中作業用飛行ロボット

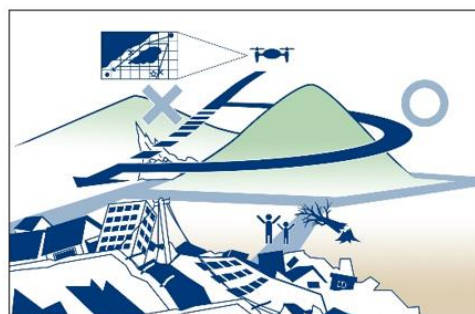


図 1 ARC のシンボルイラスト



図 2 第 1 回 ARC 説明会

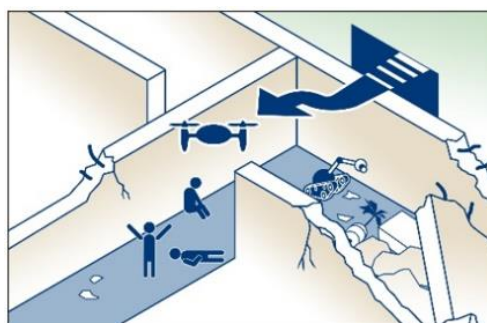
ARC は具体的には3つのフェーズがある。フェーズ1は、図3(a)に示すように上空から被災地現場の広域エリア（福島ロボットテストフィールド周辺地域の南北約5 km×東西約3 kmエリア）をドローンにより広域探索して、倒壊家屋のある集落まで救援車両が走行可能なルートを機敏に作成することである。この場合、救援車両通行可能マップの作製時間や正確さがポイントとなる。第2フェーズは、図3(b)に示すように広域エリアにおいて要救助者を発見すること、そして、要救助者が求める救援物資を、地上に書かれた文字から判読して要救助者に安全に物資搬送を行い要救助者近くに着陸などして物資を届けることである。この場合、要救助者から遠ければポイントは少なく、近すぎても減点となる。上空からの文字判読も困難さがともなう。第3フェーズは、図3(c)のように、最終目的地の倒壊施設内の生存者の人数、場所、状態を確認することである。(c)の場合は、もちろん屋内であり非GPS環境下であるため、ナビゲーションはSLAMなどの技術が要求される。なお、(c)では飛行ロボットに限らず、UGVなどの利用も可能としている。この場合、階段等の飛行や踏破、障害物回避を小型ドローンやUGVが着実に行って時間を競うということである。このように第1回ARCはかなり高い難易度であると思われる。



(a) フェーズ1 救援車両ルート探索



(b) フェーズ2 要救助者発見と物資搬送



(c) フェーズ3 倒壊家屋内の人の探索

図3 第1回ARCの概要

表1 第1回ARC本戦参加確定チーム一覧

No.	代表者所属	チーム構成
1	旭川工業高等専門学校	旭川工業高等専門学校
2	大阪大学	大阪大学・シンガポール大学・香港城市大学 (日本・シンガポール・香港)
3	防衛大学校	防衛大学校
4	慶應義塾大学	慶應義塾大学
5	Emesent 社	Emesent 社 (オーストラリア)
6	神戸大学	神戸大学・立命館大学・エアロセンス株式会社

7	千葉大学	千葉大学・国立情報科学研究所・株式会社 Liberaware
8	Team ArduPilot JAPAN	Team ArduPilot JAPAN
9	株式会社 mm ガード	株式会社 mm ガード、株式会社 On And On、株式会社富士空撮サービス、株式会社コアライン
10	株式会社四門	株式会社四門、熊本大学、株式会社スカイリモート
11	大阪大学チーム	大阪大学・北九州工業高等専門学校、合同会社 Next Technology
12	インド工科大学	インド工科大学、ディーキン大学、テキサス大学、エディンバラ大学（インド、オーストラリア、アメリカ、イギリス）
13	㈱worldLink&Company	京都大学、徳島大学、名古屋工業大学、㈱worldLink&Company
14	大同大学	大同大学

なお、大変重要な事であるが、ARC 会場の GPS データ等の詳細は、ARC 前日の本戦順番くじ引き会終了後に、恐らく前日の午後に周知する計画で、この段階ではじめて本戦参加チームは飛行可能エリア、飛行禁止エリア（住宅が点在し、高圧送電線がある普通の生活圏で、こうした場所は飛行禁止となる）、飛行エリアの3次元地図、飛行目的地等の GPS データや、詳細なミッションシナリオが知らされることになる。飛行の諸注意として、飛行エリアが生活圏であるため、道路は車両が通行している可能性がある。このため、必ず飛行中に車両の上空を飛行しないようドローン搭載カメラから監視することを義務付けている。このように、この緊張状態がコンペ特有の環境であり、一切のリハーサルは出来ないという過酷さの中で若手人材育成を行っていかうということである。

このコンペには世界から 20 チームの応募があった。応募人数は 161 人、国地域は 7 か国、所属機関は大学（23 校）大学共同利用機関法人（1 機関）、高専（3 校）企業（20 社）その他（3）であった。審査の結果、表 1 に示す 14 チームが本戦参加確定チームとして残った。

本コンペの特徴としては、大学と企業とが連携してチームを作ることを推奨していること、新しいソフトウェア等は大学が、モノづくりは企業が担うなど責任を明確にすること、第 1 次審査はプレゼン等により選考し、第 1 次審査にパスしたチームには財団から研究助成を行うこと、本戦まで約 6 か月程度をかけて、完成度を高めてコンペに出場すること、本戦では優勝チームには賞金を授与すること、毎年開催してハードルを上げていき、先端ロボティクス技術の高度化を目指すこと、コンペ会場としては、福島ロボットテストフィールドや離島・山間部等で実施すること、賞金の規模を除けば、ほぼ DARPA チャレンジに類似したワールドコンペを想定していることなどである。

3.3 これまでに開催された国際ドローンコンペティション

世界で開催されている代表的な飛行ロボットのワールドコンペティションを紹介する。国内

大会的なドローンコンペは幾つかあるが、国際コンペは数少ない。

(1)IARC (The International Aerial Robotics Competition、米国)⁽⁵⁾

1991年にジョージア工科大学で開始された世界でもっとも長い歴史を持つエアリアル・ロボット競技会。4年を一区切りとして、毎回異なる先進的なミッションを課している。2020年に開始されるMission 9の課題は「AIが支配する不審艦に低空飛行で接近、複雑な条件を克服して通信モジュールを設置し、こちらで制御できるようにする」というもの。

(2) AUVSI SUAS (AUVSI Student Unmanned Aerial Systems Competition、米国)⁽⁶⁾

2002年から毎年開催されている無人航空機システム(UAS)の国際競技会。そのミッションは実社会の問題とリンクしている。2020年6月に開催される第18回大会は、アメリカを中心に世界の学生78チームが参加。複数の無人機が飛び交う中で、互いの衝突を回避し、建物を避けながら、安全かつ正確に荷物を届ける技術を問われる。

(3) MBZIRC (MBZ International Robotics Challenge、アラブ首長国連邦)⁽⁷⁾

アラブ首長国連邦の王族が出資・設立した、賞金の高額さでも知られる国際ロボティクス競技会。2017年に第1回が行われている。2020年2月の第2回大会のミッションは「UAVを使い、アリーナ内に侵入した無人機を追跡するChallenge 1」「UAVとUGVの連携により屋外でオブジェクト構築を行うChallenge 2」「UAVとUGVの連携により屋内で消火活動を行うChallenge 3」という3つの課題で構成される。

4. ARC 以外に ARF として現在取り組んでいる活動

ARC以外の取組としては、以下のような活動を行っている。

(1) 学生・院生・若手研究者が参加する研究会や講演会の活動

2019年度は今後ドローンの進化の方向である大脳型ドローンの基礎となる、AIやディープラーニングをどのようにドローンに実装するかという観点^{(3),(4)}から、図4に示すように毎月1回「ドローン×AI」研究会を実施してきた。大変好評で、毎回約50名の参加者があった。



図4 「ドローン×AI」研究会

(2) 千葉大学インテリジェント飛行センターへの寄付と支援活動

2019年10月に発足した、千葉大学インテリジェント飛行センターへ、財団から寄付を行いっている。このセンターは千葉大学として設立した飛行ロボット・ドローン研究の拠点センターであり、研究費のほかにドローン教育研究に特化したプログラムが実施されている。このプログラム履修者の博士課程在籍者には研究助成金が支給されている。

(3) 東京湾縦断飛行プロジェクトの支援

千葉市は首都圏国家戦略特区に指定されており、とくに、千葉市ドローン宅配等分科会技術検討会が設置されている。座長を務める筆者は、2022 年から解禁となる物流を念頭に置いた第三者上空飛行の先駆けとなるプロジェクトを企画している。それが東京湾縦断飛行プロジェクトで、横浜市から千葉市までの約 50 km を東京湾上空の縦断飛行を行って、B to C の新しい空中物流システムの構築を目指している。このプロジェクトの支援を行っている。

(4) 日本ドローン年鑑と、ワールドドローンカタログについて

日本のドローン産業の全貌を理解するうえで、ドローンプラットフォームメーカー、ドローンソフトウェアメーカー、ドローンパーツメーカー、ドローンサービスプロバイダー、ドローンソリューションエンドユーザーなどがどの程度存在しているか、実体調査を行っている。これらを日本ドローン年鑑として刊行していく計画である。さらに、これの世界版も企画している。

(5) 100[km]クラスの長距離飛行用新型機体の研究開発

2022 年頃から第三者上空飛行が解禁されるのに伴い、物流や災害対応を念頭に置いた長距離飛行可能な新型機体の研究開発を行っている。とくに、都市部のような人口密集地はもちろん、離島山間部でも飛行可能な小型で垂直離着陸できる新しい純国産機体の開発を進めている。

5. まとめ

本稿では先端ロボティクス財団（ARF）の活動を俯瞰的に概説した。要は、ARF は ARC（コンペティション）という厳しい環境にあえて身を置いて、ドローン関連をはじめ先端ロボティクス分野の若手人材育成を図る仕掛けづくりを行っているということである。この場が、企業のリクルート、スカウトや、スタートアップの布石になればと願っている次第である。ご賛同頂ける企業の皆様をお待ちしております。

文献

- (1) <https://arf.or.jp/>
- (2) <https://jdc.or.jp/>
- (3) 野波健蔵編著、続・ドローン産業応用のすべて、オーム社、2020 年 8 月
- (4) 野波健蔵、ドローン工学入門、コロナ社、2020 年 8 月
- (5) <http://www.aerialroboticscompetition.org/>
- (6) <https://www.auvsi-suas.org/competitions/>
- (7) <https://www.mbzirc.com/>