

研究室訪問

大阪府立大学 航空宇宙工学課程 講師

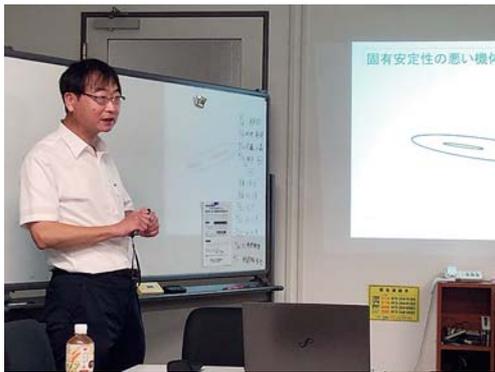
金田 さやか
(2012年度受領者)

7月19日、梅雨が長引きあいにくの雨模様の中、当財団の選考委員である里中忍先生（熊本県立技術短期大学校長、熊本大学名誉教授）と難波啓一先生（大阪大学大学院生命機能研究科特任教授）にご同行いただき、令和初のユネスコ世界文化遺産として先般登録された「百舌鳥・古市古墳群」内に位置する大阪府堺市の大阪府立大学中百舌鳥（なかもず）キャンパスに、金田（かなた）さやか講師を訪問しました。同じ研究室の下村卓教授にもご同席いただきました。

金田先生は、2012年に「環境推定・適応機能を有しオペレータ協調する自律型ロボットのための制御方策の確立」という課題で、1年間で250万円の研究助成を受けていらっしゃいます。

太古に造られた古墳群の一基であり、大阪府立大学に隣接するニサンザイ古墳とキャンパスに繁る木々の深緑が、我々をしっとりと悠久の歴史に包み込み、時間が止まったような感覚さえ覚えました。

- 本日は金田先生だけでなく下村先生にもご同席いただき、ありがとうございます。まずは、研究室について下村先生からご紹介下さい。



下村卓教授

はい、私達の研究室は工学域の中の機械系、さらにその傘下の航空宇宙工学課程に所属しています。航空宇宙工学課程には、航空宇宙学講座と航空宇宙システム講座があります。航空宇宙学講座は、伝統的な要素技術である航空宇宙流体力学、航空宇宙構造工学、航空宇宙推進工学という3つの研究グループから構成されています。もう一つの航空宇宙システム講座は、比較的新しい学問分野も入っていて、先の要素技術を横断的に束ねる役割があり、航空宇宙システム工学、航空宇宙制御工学、宇宙工学という3つの研究グループから構成されています。

私達は航空宇宙制御工学という研究グループに所属しています。制御工学が世の中の様々な分野において重要な位置付けであるように、航空宇宙工学分野でもとても重要な役割を担っています。各研究グループは教員の定員が3名ですが、必ずしも充足しているわけではなく、私達の研究グループも、教授の私と講師の金田先生の2名で担当して「下村・金田研」と呼ばれています。また金田先生は航空宇宙工学課程では唯一の女性教員です。ちなみに工学域全体では10名程度、機械系では3名が女性教員です。

研究グループ内では、私が航空機や宇宙機を対象とした航空宇宙制御工学の先進理論の研究を、金田先生が探査ローバやクアッドロータヘリコプターなどの移動ロボットに関する応用研究としてパラメータ推定など決定系を専門にされています。また今年は学部生が7名配属され、修士1回生が5名、修士2回生が5名で、研究や論文の指導は二人で分担しています。



金田さやか講師

- 金田先生が今の研究の道に入られた動機や経緯についてお聞かせください。

研究対象として航空宇宙分野の道を選んだきっかけは、子供の頃にテレビで見たアメリカの火星探査機マーズ・パスファインダーでした。あんな遠いところなのに勝手に動いていると興味を持ちました。育ちが関東だったので東京大学に入学し航空宇宙工学に進もうとしたのですが、3回生に上がる時に、電気電子系で宇宙探査ローバ（探査車）の制御をやっている研究室があることを知り、推進等の要素技術よりも制御技術が自分の道だと思いそちらに進みました。

従って技術的な専門は制御工学なのですが、最初は電子工学で学部と修士を卒業しました。半年ほど民間企業に勤めたのですが、当時付き合っていた今の夫が、オムロンさんではないのですが京都の企業に就職することになりました。そこで京都または関西で航空宇宙分野の制御の研究に取り組んでいる研究室を探した結果、京都大学工学研究科機械理工学専攻の博士課程に編入学することができました。会社同期で唯一の女性からの「男じゃなく仕事を取れ！」との説得を振り切ったのことで（笑）。

京都大学で博士号を取って、日本学術振興機構の特別研究員を経て、2011年大阪府立大学の下村先生のところに助教として赴任してきました。

- 今まで取り組まれてきた研究を、当財団が助成したテーマと絡めてご説明下さい。

最初に取り組んだのが「宇宙探査ローバ（探査車）の位置同定と誘導」というテーマです。「はやぶさ2」が先週すごいトピックに上がって嬉しかったのですが、私が修士の学生だった2005年に、最初の「はやぶさ」が小惑星イトカワに降り立って撮った画像から、画像処理技術も使わずに手作業で、特徴点を特定・追跡するというアルバイトをしたのがきっかけです。

その後、直系数百メートル級の小天体表面上で移動する探査ローバの位置を、1メートルの精度で同定し、太陽系の生い立ちが分かるような理学的価値の高い試料が採取できそうな様々な目標地点へ誘導するための技術構築を目指し、修士論文を書きました。

京都大学では、位置同定法の構築、推定精度の検証、小天体の自動運動パラメータの同時推定などに取り組み、大阪府立大学に来てからは、その延長でオペレータと自律ロボットの協調を実現するシステムを提案して、立石科学技術振興財団から研究助成をいただきました。

この助成の申請書は確か10月末締め切りでした。実は一人目の子供を出産したのが11月でしたから、大きなお腹で申請書を書き上げたことを覚えています。春に休暇から復帰して、予定通り助成対象の研究を開始し、5月の京都での贈呈式にも出席させていただきました。

- 当財団の助成に対してすごく効率的に事をすすめられましたね。驚きです。助成した研究成果は、その後どのように発展したでしょうか？

この助成は、一連の自律型ロボットに関する最初の研究への支援でした。その知見がその後の研究に広がっていきました。例えば推定アルゴリズムを小天体の歳差運動や探査ローバの運動を考慮したものに拡張していき、「センサベクトル制御」につながり、科研費にも採択されました。

これはセンサ情報を基準とした階層化制御により、環境変動にロバストな振舞いを生成するもので、未知環境での不確かな情報から次の目標を決めて自律的に動き、段々と最終目標の達成に向



里中忍選考委員（左）と難波啓一選考委員



かって行動していくものです。例えば、触覚センサだけでとりあえず動くという最下層のレベルから、次の情報でどちらに動くかを決めて、画像を取得したら次の行動を決めるといった具合に行動や目標の階層を少しずつ上げていく手法です。

この2, 3年で「センサベース制御」を、ルンバのプラットフォームであるアイロボットを使った平面移動ロボットとクアッドロータヘリコプターに適用して、いずれも数値実験で有効性を検証しています。今後も発展させていきたいと思っています。

○ プロフィールを見ると、当財団の助成を含めて、毎年のように補助金や助成金を獲得されていますね。

はい、ありがたいことに、社会人2年目で民間の貴財団から比較的高額の250万円という助成を受けたことが実績として認められたのだと思います。科研費や助成金を切れ目なくいただくきっかけとなりました。この10月からも京都の他の財団の助成を受けることが確定しています。

実はその後も二児の出産、育児で休暇をいただいておりますが、ジャーナル数はあまり多くないのですが、貴財団の助成実績はそれをカバーしてくれたようです。

○ きっかけとしてお役にたてたことは嬉しい限りです。それよりも今のお話しでは、お子様が3人もいらっしゃるようですが、どのように研究と両立されているのでしょうか？

はい、現在7歳の男児、5歳の女児、3歳の女児を育てています。2011年秋からほぼ2年間隔で産前産後休暇と育児休暇を取得させていただき、その後も子供の予定を優先しながらの勤務で、下村先生には多大なるご迷惑をおかけしてきました。もちろん夫も会社勤務しながら協力してくれています。

休暇中も研究のことは考えられるだろうと言う方もいらっしゃいますが、育児休暇中はとにかく寝たい。最初の子の時は、やり方も分からず精神的にも余裕なく大変でした。今から考えるとやらなくていいこともやっていました。さすがに二人目、三人目になると、慣れてきましたが、それでも育児休暇中は研究のことを考える余裕はありません。

両立と言えるかどうかはともかく、復帰したら挽回したいという思いをバネに、下村先生、夫、その他周りの多くの方々のご協力、ご理解でなんとかやっています。また同じ機械系の機械力学講座の教員である中川智皓さんは、同年代のママ友として、いろいろと情報交換しながら互いに励まし合っています。(事務局注：中川智皓様は当財団研究助成を2011年に受領されました。そして2015年に今回のように当財団が取材のために研究室訪問させていただきました。)

○ 最近の研究についても簡単にご紹介下さい。

課題解決型の取り組みとしては、狭い空間の飛行に期待されるマルチロータ型ヘリコプターの急速な普及により近年顕在化してきた課題である、天井や壁面による推力変化、飛行の不安定化、複数ロータ間の干渉などの解決に取り組んでいます。

また技術的な取り組みとしては、LPG (Linear Parameter-Varying) 制御理論に基づく宇宙機の姿勢制御手法を提案し、宇宙機の新しい運動学・動力学表現を考案しています。この理論・手法は従来のLyapunov関数に基づく制御に比べて、制御性能を陽に評価できる点で優れています。

○ 金田先生の研究におけるオリジナリティは何でしょうか？

モデルありきの制御ではなくて、経験ベースの制御に取り組んでいる点です。先にご説明したセンサベース制御のことです。自動車の運転などはモデルがありますが、宇宙機の運転は、未知環境で行われるためにモデルがなく何が起こるかわかりません。センサの観測結果が不確かでモデルが適用できない時でも、より確かな情報を獲得するために自律的に動き、最終的には正確な情報とモデルベースの制御によって目的を達成するかもしれない。つまり経験ベースとモデルベースを



ミックスして目標を達成するようなロボットを究めていきたいと思います。

○ 金田先生の取り組みを当財団の目指す「人間と機械の調和」に関連して説明して下さい。

センサベース制御が今後の AI やロボットに搭載されることで、人間の介在を極小化することになります。また AI やロボットがいずれ人間の仕事を奪うと言われますが、私は杞憂だと思っています。人間は基本的に働き者ですし、これらを動かすためにオペレーションは必要で、人のやるべきこと、やれることがどんどん高度になっていき、人間の能力も向上すると思います。正に貴財団の目指しておられる人間と機械の調和の姿を目指しています。

○ 学生の教育、指導についてどのように考え、取り組まれていますか？

今まで、私が受けてきた教育を次の世代の方へ引き継ぐ、バトンを渡すのが私の義務だと考えています。大学という場所で働けるのは大変有難いことです。学生の意欲を尊重することは、子育てと通じる部分があります。私は、失敗も含めて大事な経験だと考えていて、できるだけ学生主体でまず、やらせてみる、という時間を作るようにしています。失敗しないように、色々先回りして教えるのが大事な場面もあるでしょうが、自分で試行錯誤して得た知識は薄れません。大学だからこそ、思うようにやってみて欲しいなと考えています。

○ 当財団に望まれることはありますか？

率直に申し上げて、今まで通り若手研究者への助成を続けて行って欲しいです。また、助成いただいてから数年たってもこうしてご訪問いただき、大変光栄であるとともに、異分野の方に来訪いただいて、研究内容を説明できるというのは貴重な機会です。学会での発表や審査のためのプレゼンとはまた異なり、単純に興味をもってくださる方と色々とお話できるのはとても刺激になります。こちらの準備が至らない点は多々あったとは思いますが、大変貴重な良い経験でした。ありがとうございました。

○ こちらこそありがとうございました。ではこの後、実験の様子を見せていただきます。

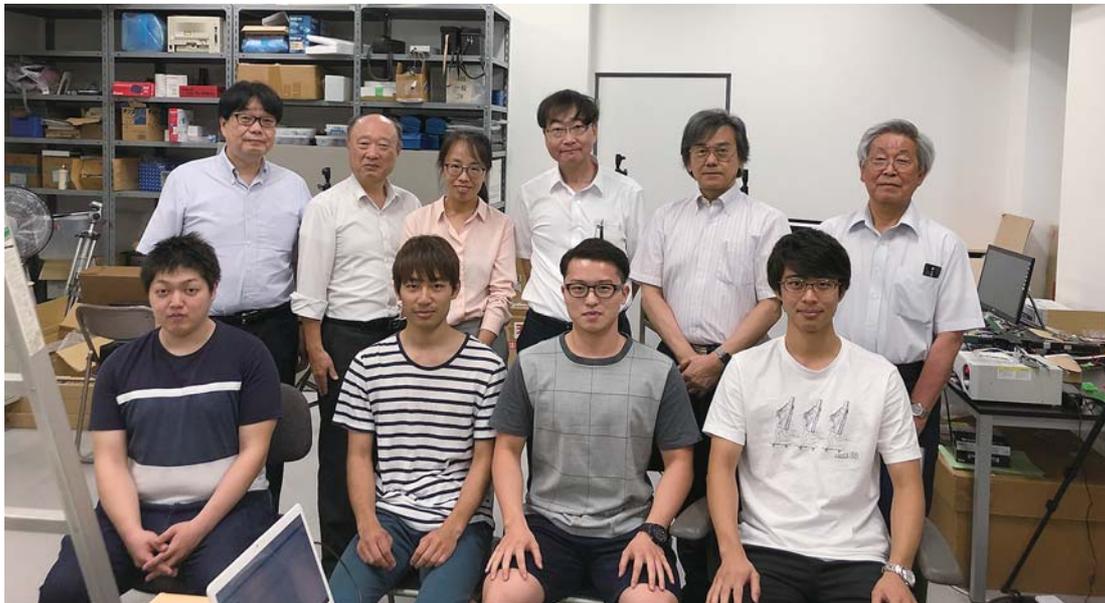


今回の取材訪問で最も印象に残ったことは、ワークライフバランスが、気合いとか努力とか工夫といった構えたスタンスとは別の次元で、当たり前のように実現されていることでした。

もちろん金田先生ご本人の苦勞も、周囲の方々の協力や理解もそれなりにあったでしょう。しかしそんなことを微塵も感じさせず、金田先生は明るく研究内容と成果を説明され、（ここには書かなかったことも含めて）開けっぴろげに結婚前から今に至るまでのプライベートと仕事との関係話を話していただきました。その姿から金田先生は、仕事と人生（生活）を“両立”させようとしているのではなく、日常の中で普通に“バランス”を取っているだけ、周囲も普通にそれを受け入れているだけと感じました。現実的かつ理想的なバランスを垣間見た気がします。

到着時にしっかりと我々を包み込んでくれた悠久の歴史と、その数時間後研究棟を出る時に清々しく我々の心に焼き付いた先進的なワークライフバランスと、二つの対照的な感動のおかげで、激しさを増していた雨もさほど気にならず、我々は帰路につきました。

（リポーター：理事 田中敏文）



後列左より 石原英常務理事 金田さやか講師 難波啓一選考委員
田中敏文理事 下村卓教授 里中忍選考委員
前列左より M1 大林宏次郎さん B4 伊藤駿介さん M1 林田風汰さん M2 熊澤良哉さん

写真撮影：B4 阿戸太志さん