

2. 志望留学先		
大学院	専攻	希望指導教員（複数可）
Stanford University	Aeronautics and Astronautics	Asst. Professor Simone D'Amico Asst. Professor Mac Schwager
Massachusetts Institute of Technology	Aeronautics and Astronautics	Professor Jonathan P. How Assoc. Professor Kerri Cahoy
California Institute of Technology	Aerospace Engineering	Professor Soon-Jo Chung
University of Michigan, Ann Arbor	Aerospace Engineering	Professor Ella Atkins Professor Ilya Kolmanovsky
University of California, Berkeley	Mechanical Engineering	Professor Francesco Berrelli Asst. Professor Mark W. Mueller

3. もしあれば先方との交渉の進捗状況

記載した先生には全員にメールをお送りしました。
返信をくださった先生からの内容は以下のようになっています。

スタンフォード大学の **Simone D'Amico** 教授とは現在 **DWARF** 衛星の研究開発を共同で行っています。そして、大学院入学後も引き続き研究をしようと言ってくさっています。スタンフォードへの出願の際は推薦書を書いてくださります。

スタンフォード大学の **Mac Schwager** 教授とはメールでやり取りをさせていただいて、**PhD** での出願を強く勧められました。また、奨学金を受給できる見通しが立ったら再度連絡するようにと言われています。

ミシガン大学の **Kolmanovsky** 教授、**Atkins** 教授とは現在も研究をしています。**Atkins** 教授には、奨学金があれば研究室に入れてあげられる可能性はかなり高いとの返事をいただきました。**Kolmanovsky** 教授ともお話をさせていただいて、これまで取り組んできた **Model Predict Control (MPC)** の研究での **PhD** のポジションがあるとのお話をいただいています。

UC バークレーの **Berrelli** 教授と **Mueller** 教授からは、出願時期が近づいたら再度連絡をするよう、頼まれています。また、奨学金を獲得できたらその際も連絡をするようにと返信をいただきました。

枠内に収まらない場合は自由に行数を増やしていただいて結構です。

4. 留学先における学修（・研究）計画

留学先での学修（・研究）テーマを和文、および、英文でご記入下さい。

和文： GMRES による非線形モデル予測制御を用いた小型人工衛星の制御システムの開発 / Geofencing 内での無人航空機の自律飛行制御とその最適化

英文： Nonlinear Model Predictive Control Employing GMRES Method Applied to a Small Satellite / Optimal Path Planning of Unmanned Aerial Vehicles with Geofencing

学修計画：

私が大学院で取り組みたいと考えている研究テーマは、主に以下の2点です。

1点目は、非線形モデル予測制御（NMPC）を用いた劣駆動制御での小型人工衛星の姿勢制御の研究です。小型人工衛星は低コストで製作できることから、宇宙開発・利用の敷居を下げ、宇宙軌道上から人々の暮らしを大きく改善しています。低軌道衛星の応用先としては、これまで用いられてきた通信放送や気象観測に留まらず、多数の人工衛星の軌道上配備による高速度のインターネットサービスを展開するシステムの構築、人の動きや、物資の流れのデータの収集などが挙げられます。そして、これらのデータを用いて、人工衛星は人々の暮らし、産業界に大きく貢献しています。

このような多様な応用先が期待され、人々の暮らしを支える重要なインフラとなる可能性を秘めた小型人工衛星ですが、克服しなければならない制約があります。人工衛星の設計の際には、1機あたりの重量や大きさに厳しい制約があり、いかにしてシステムをコンパクトに、かつ機能を落とさずに構築するかが鍵になっています。この問題に対して、姿勢制御に最適化制御則であるモデル予測制御（MPC）を用いることで、制御アクチュエータを減らし、軽量化されたサイズの小さい機体を開発したいと考えています。これはすなわち、衛星の制御アルゴリズム（ソフトウェア）に改善を施すことで、制御アクチュエータ（ハードウェア）をコンパクトにし、衛星設計の自由度を上げることになります。

MPCのさらなる利点として、衛星設計の際の重量とサイズ制限の克服以外にも、冗長系として用いることができるという点があります。万が一、運用中に機器のトラブルや破損が起こった場合には、通常のアクチュエータが作動せず、少ないアクチュエータで機体を制御する必要があります。このような際に少ない制御アクチュエータで制御する劣駆動制御システムは、冗長系として人工衛星に搭載することができ、これによって人工衛星が機器故障に強くなり、運用上での信頼性を大きく向上させることができます。

私はこれまで、この劣駆動制御システムに着目し、研究を行い、国際学会（AIAA SciTech Forum 含む）での講演発表を行いました。また、現在はジャーナル（AIAA Journal of Guidance, Control, Dynamics）への投稿を目指し論文執筆を行っています。特に、小型人工衛星でよく用いられている磁気トルカを用いた姿勢制御に着目し研究に取り組んできました。

実用化されている人工衛星には磁気トルカ以外の制御アクチュエータ（スラスタ、モーメントホイールなど）も多く用いられています。したがって、大学院では、磁気トルカに加え、さらに多くの制御アクチュエータを用いた人工衛星に対しての姿勢制御の最適化の研究を行いたいと考えています。この研究ができる研究室としては、現在も共同で研究を行っているスタンフォード大学の Simone D'Amico 教授、そして、ミシガン大学の Ilya Kolmanovsky 教授の研究室が挙げられます。D'Amico 教授の Space Rendezvous Laboratory では DWARF 衛星を含む小型衛星の開発が複数個同時進行しているほか、軌道上の運動をシミュレーションする S3 というシミュレーターの構築・開発が進んでおり、非常に魅力的です。また、Kolmanovsky 教授の研究室では MPC を用いた人工衛星の制御に関する研究が盛んで、制御論に関する自身の視野を大きく広げることができると期待しています。

大学院で取り組みたいと考えているもう一つの研究テーマは、定義された空間内での無人航空機の自律飛行の最適化制御です。現在、無人航空機、特に無人小型航空機（ドローン）の実用化は急速に進んでいます。ドローンは物資輸送の速度を画期的に向上させ、自律制御された無人航空機（空飛ぶタクシーなど）は人々の移動手段に革命的な変化をもたらすことが期待されています。しかしながら、その自律飛行の制御は、産業実用化に向けて課題をいくつか残しています。その中でも特に、制限された空間から出ることのない範囲で制御すること、または、ある一定の空間へは侵入せずに目的地に到達させることができるシステムの搭載は、安全性の検証の上で大変重要です。都市部での実用化を考えると、航空機の利用が制限されている区域は多くあります。例えば、政府機関の建物の上空や、高層ビルの付近は飛行が禁じられています。そのような領域を避けながら無人航空機を目的地へ到達させるような制御システムの構築は、実用化に向けて大きく前進させなければなりません。

ミシガン大学への交換留学中に、Ella Atkins 教授と無人航空機の制御に関する研究を始めました。現在も論文の執筆に向け、日々研究に取り組んでいます。具体的には、小型ドローンでも実時間で処理可能な Explicit MPC を用いて、定義された 3D 空間内での自律飛行の制御の実証を行っています。飛行可能な範囲に制約があるだけでなく、速度、姿勢、また、アクチュエータの入力にも制約があり、このような制約を考慮してシステムを設計することで、より安全性の保証された制御システムの構築を目指しています。現状は、この制御システムの検証のための環境シミュレーションを構築しました。このシミュレーションでは外乱（安定風、突風、システムノイズ）などを組み込み、これを用いて、制御システムの検証を行っています。大学

院では、システムの検証がシミュレーションで出来次第、実機にアルゴリズムを搭載し実際に飛行させてみることで、システムの安全性について実環境で検証し、実用化に向けた研究開発をしたいと考えています。この研究ができる研究室としては、共同研究を行っているミシガン大学の Atkins 教授とスタンフォード大学の Mac Schwager 教授の研究室が挙げられます。いずれの研究室でも小型無人航空機（ドローン）の最適化制御に関する研究が盛んで、最適化制御の自身の知見を広げられることを大きく期待しています。

以上で述べた研究とともに、実際に手を動かして人工衛星の開発に取り組むことにも非常に興味があります。九州大学では小型人工衛星開発を行う学生プロジェクト「Q-Li プロジェクト」に取り組みながら、姿勢制御、推定の知識を蓄えてきました。また、現在スタンフォード大学の D'Amico 教授と取り組んでいる DWARF 衛星の開発では、姿勢推定制御システムを設計し、軌道制御とあわせて衛星の運動の検証を行っています。これにより、実際に打ち上げられる衛星の姿勢制御システムの設計とモデリングに深く関わることができています。実際に自分が設計した衛星が宇宙に打ち上げられる。この感動は凄まじいもので、このような経験を大学院ではさらに積みたいと考えています。

枠内に収まらない場合は自由に行数を増やしていただいても結構です。

5. 財団としては、この留学生支援事業は、長期的に見て日本の科学技術の発展のために行っています。支援する奨学生に期待する人物像は、例えば、
①アカデミアに職を得て活動することを目指す者
②起業、あるいは、スタートアップの職に就き、将来事業家を目指す者
③公的な機関の職に就くことを目指す者
等です。あなたは自分の将来像をどのように描いていますか。Ph. D. 取得後の進路について、現時点で考えていることをできるだけ具体的、ていねいに記述して下さい。

私は航空宇宙工学を、人種、国籍、生まれた国に関係なく世界中の人が利用できるようにし、人々の生活を劇的に向上させることを目標にしています。そのために、私は将来、アカデミア、もしくは、公的な機関にて研究者として研究に取り組み、航空宇宙工学の発展に寄与したいと考えています。

現在は宇宙軌道上を人工衛星が多数周回し、無人航空機は目覚ましい発展を遂げています。低軌道衛星は、軌道上に大量に配備されることにより、世界中のあらゆる場所に高速度のインターネットサービスを展開するシステムの構築、人の動きや、物資の流れのデータの収集などを行っています。特に、世界中のあらゆる地域に、インターネットサービスを届けることで、従来の方法ではインターネットにアクセス出来なかった発展途上国の人々に、オンラインでの教育、情報提供ができるようになります。そして、このオンライン教育によって多くの人々に情報と教育を届け、社会格差の解決に迫ることができると考えています。また、無人航空機の技術進歩は、移動・運送を三次元空間に拡張することにより、人々の暮らしにさらなる利便性をもたらそうとしています。航空宇宙産業は今まさに大きな発展の時であり、自分はこのような技術を用いて人々の暮らしを大きく向上させることを目指しています。

将来アカデミア、もしくは、公的機関で研究したい分野は、複数機の小型人工衛星の運用、そして、無人航空機の産業実用化に関する2点を中心に考えています。

人工衛星の利用に関しては、アメリカの民間企業 SpaceX、Blue Origin が大量の衛星を低軌道に配備し、世界中のあらゆる場所で、インターネット接続ができるようなシステムの構築をしようとしています。これは、現在インターネットが使えない人々の暮らしを劇的に変え、格差解消への大きな一歩となる素晴らしい取り組みだと考えています。日本を含む先進国でも、新型コロナウイルスの流行で、従来の教育からオンライン教育への移行や、通勤を必要としないテレワークの導入などにより、インターネットはインフラとして重要度がさらに高まっています。しかし、日本では過去に JAXA の「きずな」という人工衛星が高速インターネットを供給する衛星として運用されていましたが、その運用終了後は、大規模なインターネット供給衛星の計画は活発ではありません。私は、この大規模な複数の衛星によるインターネット供給の実用化に向け、小型人工衛星の運用に関して研究をし、世界、そして、日本のあらゆる場所にインターネットをインフラとして供給することに大きく貢献したいと考えています。

また、無人航空機に関しては、以下のような研究を考えています。現在は、配送に使うことの出来るドローンや、渋滞を回避できる空飛ぶタクシーに関する技術が研究され、近い将来これらは実現されると考えています。そのようなサービスが提供されるような社会が実現した際に、他社同士のドローンや空飛ぶタクシーが衝突しないよう考慮して制御を行う必要があります。東京や大阪などの大都市、人口過密地域では、この無人航空機の安全性を考慮したシステムの構築は大変重要です。高層ビルや進入禁止地区が多くあり、無人航空機の安全な運用は、実用化に向け大きな課題です。私は将来、そのような課題を解決し、安全に無人航空機を運用できるような制御システムを構築したいと考えています。ミシガン大学で取り組んでいた研究の一つはこの将来像を念頭に置いたもので、さらに研究を続けていくことで知識を蓄えたいと考えています。

以上のいずれの研究分野に取り組むにしても、将来研究者として、アカデミア、もしくは公的機関で活動したいと考えている理由があります。私は、九州大学で取り組んでいる小型人工衛星 Q-Li の開発を通して、アカデミックな研究が実用化されるまでの流れを体験し、研究活動が社会に与えるインパクトの可能性に大変な魅力を感じました。上述の「留学先の学修（研究）計画」にも書いたように、私は Q-Li の制御システムの構築の際に出た課題を克服するために、NMPC を用いた研究を始め、論文執筆と国際学会での発表を行いました。この学会参加で、同じ分野を研究している世界中の研究者、学生と交流し多くの刺激を受けました。現在は大規模に打ち上げられているような小型人工衛星も、長年の地道な研究開発から実用化されたものです。また、さらなる衛星の小型化を目指し、現在も研究が進められています。そして、無人航空機に関しては、人を実際に運ぶ大きなサイズのものは、様々なハードルがあり、現在は大規模な実用化に至っておらず多くの研究者が研究開発を行っています。どのような技術も、実用化するためには必ず研究段階を経て技術が発展します。この点で基礎研究は非常に重要です。このことから、私は、より社会的にインパクトのある技術を実用化するために、研究機関で長期的に人工衛星、もしくは、無人航空機の研究開発に取り組み、人々の暮らしに大きく貢献したいと考えています。

以上に述べたように、私は将来、研究者として航空宇宙工学を利用して、人々の暮らしを大きく改善していきたいと考えています。そしてこの目標を達成するためにも、海外大学院に進学し、最先端の技術に触れることの出来る環境で学問を学び、自身の経験と知識を深め、日本と世界の人々の暮らしに大きく貢献したいと強く考えています。

6. 学歴（高校以降から記入）・職歴

学歴

2020年6月—2020年8月 スタンフォード大学 サマーセッション：DWARF 衛星プロジェクト
2019年8月—2020年5月 ミシガン大学 交換留学
2016年4月—2020年9月 九州大学 工学部 機械航空工学科 航空宇宙工学コース
2013年4月—2016年3月 埼玉県 私立武南高等学校

職歴・課外活動

2021年 JAXA ワシントン DC オフィス インターンシップ内定
2020年6月—現在 経済産業省 未踏 IT 人材発掘・育成事業
2020年4月—現在 日本航空宇宙学会学会誌 学生編集委員
2017年10月—現在 小型人工衛星設計プロジェクト Q-Li 姿勢制御系
2019年8月—2020年5月 Apne Aap Women's Collective インターンシップ
2018年3月—2019年3月 U.S.-Japan Council TOMODACHI Alumni Regional Leader
2019年6月—2019年11月 The 6th Asia-Pacific Space Generation Workshop Organizing Team
2017年5月—2018年3月 U.S. Embassy-Keio SFC TOMODACHI Entrepreneurship Seminar
2017年5月—2018年3月 九州大学 アンブレプレナーシップ委員

受賞歴

2019年12月 The James H.M. Sprayregen Scholarship
2019年4月 TOMODACHI 住友商事奨学金プログラム
2019年1月 International Society of Transport Aircraft Trading Foundation Scholarship
2018年11月 千代田財団奨学金
2018年10月 第26回衛星設計コンテスト 日本天文学会賞（Q-Li 衛星プロジェクト）
2017年8月 九州大学山川賞（学長賞）
2017年7月 九州大学基幹教育奨励賞（GPA 上位2%）
2016年3月 武南高等学校 成績優良賞・成績特待生

7. 卒業論文・修士論文

卒業論文題目： Model Predictive Approach for Detumbling an Underactuated Satellite

指導教官（所属、氏名）： 九州大学 工学府 航空宇宙工学専攻 宇宙システム工学 花田俊也教授

修士論文題目：

指導教官（所属、氏名）：

8. 学会発表・論文、成果物等があれば記入

著者（論文等と同一順）、題名、掲載誌名、巻号頁、発表年（または投稿日、投稿予定日）等を記載すること。

ジャーナル

Kondo, K., Yoshimura, Y., Kolmanovsky, I., Bando, M., Nagasaki, S., Hanada, T., “Nonlinear Model Predictive Detumbling of a Small Satellite with a Single-axis Magnetic Actuator,” AIAA Journal of Guidance, Control, and Dynamics. (投稿予定日: 2020 年 10 月 31 日)

学会講演発表・論文

Kondo, K., Yoshimura, Y., Nagasaki, S., Hanada, T., “Pulse Width Modulation Method Applied to Nonlinear Model Predictive Control on Under-actuated Small Satellites,” 2021 AIAA SciTech Forum, Nashville, US, 2021.

Kondo, K., Yoshimura, Y., Bando, M., Nagasaki, S., Hanada, T., “Model Predictive Approach for Detumbling an Underactuated Satellite,” 2020 AIAA SciTech Forum, Florida, US, 2020.

Kondo, K., Yoshimura, Y., Bando, M., Nagasaki, S., Hanada, T., “Detumbling with Model Predictive Control for an Underactuated Small Satellite,” AIAA Region VII – Australia/International Student Conference, Australia, 2019.

学会ポスター

近藤耕太, 吉村康弘, 坂東麻衣, 長崎秀司, 花田俊也, 一軸磁気トルカでの小型人工衛星のデタンプリング, 第 63 回宇宙科学技術連合講演会, 徳島, 2019.

枠内に収まらない場合は自由に行数を増やしていただいて結構です。

9. 語学力 (2 項目のいずれかを記入すること)

- TOEFL iBT スコア (114) / 120 点満点
 IELTS など、TOEFL 以外の語学力の検定試験の結果
試験名 :
スコア : () / () 点満点

10. 評価者 (同封の評価書の執筆者 3 名を記載)

3 名に評価書はお願いしました。ただし個人情報なので非公開とします。

- ・評価者が 3 名未満の場合は、その理由 (どの志望留学先が何通の推薦状を求めているか) :

枠内に収まらない場合は自由に行数を増やしていただいて結構です。