

令和２年度地球観測技術等調査研究委託事業

「超小型衛星による民間宇宙利用拡大を推進する
国際連携人材育成プログラム」

委託業務成果報告書

令和３年５月

国立大学法人東海国立大学機構

本報告書は、文部科学省の地球観測技術等調査研究
委託事業による委託業務として、東海国立大学機構
が実施した令和2年度「超小型衛星による民間宇宙
利用拡大を推進する国際連携人材育成プログラム」
の成果を取りまとめたものです。

内容

委託業務の目的	1
実施内容	2
1. カリキュラムの検討、準備	2
1-a. アンケート調査結果分析	2
1-b. 2 週間コースカリキュラム改善	2
1-c. 4 週間コースカリキュラム改善	5
新型コロナウイルス対応	8
オンライン化	9
2. 広報活動	10
2-a. 名古屋大学内の学生を対象とした広報活動	10
2-b. 東海地方の大学や高等専門学校を対象とした広報活動	10
2-c. 民間企業を対象とした広報活動	10
3. 宇宙利用 2 週間コースの実施	11
受講生内訳	11
4. 宇宙利用 4 週間コースの実施	12
受講生内訳	12
基礎コース実施内容	15
上級コース実施内容	26
アンケート集計結果	35
今年度のまとめ	53
三年間のまとめ	53
添付資料	55

委託業務の目的

日本の宇宙産業の健全な発展には、民間の宇宙利用拡大が不可欠であり、超小型衛星によって参入障壁を下げることに超小型衛星を活用できる人材を育成することが肝要である。本課題では、宇宙利用のリテラシーを持った人材を広く産業界に輩出し、宇宙利用の潜在的ニーズを掘り起こすことを目的とする。そのために、航空宇宙工学を必ずしも専門としない文系を含む大学院生、大学生、高等専門学校生も履修可能な2週間および4週間の実践型超小型衛星利用プログラムを提供する。本提案課題は、海外の大学とも連携して実施するものであり、宇宙利用に必要な基礎を学ぶ講義や実習のほか、超小型衛星を活用するミッションを検討するグループワーク、超小型衛星に関連する検証試験を実践するコースなどを提供し、学修した基礎を実践することで比較的短期間で宇宙利用リテラシーを修得できるコースとする。

実施内容

1. カリキュラムの検討、準備

1-a. アンケート調査結果分析

2019 年度に実施したコースにおけるアンケート結果を分析した。理解度や満足度は、概ね 80%～90%が十分理解できて満足していると回答している。この結果から、カリキュラムは概ね好評であったと判断し、それをベースとしてアンケートでの意見を反映させることでカリキュラムを改善した。グループワークでは、演習時間や発表準備時間が不足している等の受講生からの指摘に基づいて時間の追加を検討した。また、グループワークでの人数を少なくして欲しいという指摘を反映してグループあたり人数を適正化した。その他、初心者向けの講義の要望があったため、講義の内容についても講師と調整することとした。上級コースのアンケートにおいて、データ解析演習では、時間内での理解が難しかった、演習する時間が少なかったとの受講生からの指摘あったため、演習内容、時間について講師と調整をすることとした。

1-b. 2 週間コースカリキュラム改善

カリキュラム編成に際しては、2020 年 5 月より毎週水曜日にスタッフ会議をオンラインで実施した。

新型コロナウイルス感染防止のために、講義・演習はオンラインとし、オンラインでは実施困難な実習のみを現地で実施する方針とした。(オンライン化に関連する事項やカリキュラム改善に関してはまとめて後述)

アンケートで初心者に配慮した講義の要望があったため、講師に基礎的な内容から講義を開始するように依頼した。また、基礎的な講義を初めの方にスケジュールすることで、その後のより専門的な講義を理解しやすいように配慮した。

衛星データ利用実習及び超小型衛星利用提案演習での検討時間不足の意見を反映して超小型衛星演習検討時間を 2 コマ追加した。オンライン講義、演習では前回で実施した経験を活かして、より受講生が積極的参加できるように質疑応答時間を増やす等の工夫をした。また、これまではグループ内で複数の提案をグループに分かれて検討できるように 10 名程度のグループとしていたが、アンケートでより少人数のグループを要望する意見があったため、5 名程度のグループとした。

現地で実施する実習、見学は人数制限などの感染防止策をとった。小型衛星キット実習は、実施において十分なスペース、間隔を保持して新型コロナウイルス感染防止処置をした上で実施した。

これらの検討の結果、次のようなカリキュラムおよび講師担当で 2 週間コースを実施することとした。カリキュラム編成に際しては、各講師と次の通り調整を実施した。

スケジュール（第4回基礎コース：2020年8月20日～9月2日）

宇宙航空人材育成プログラムカリキュラム					
	8/20	8/21	8/24	8/25	8/26
	Thursday	Friday	Monday	Tuesday	Wednesday
1030-1200			超小型衛星の基礎	超小型衛星利用提案演習	超小型衛星利用提案演習
1300-1430	オリエンテーション	人工衛星プロジェクトの進め方	衛星データ利用演習	超小型衛星開発国際動向 および将来展望	超小型衛星利用提案演習 中間発表会
1445-1645	国際宇宙開発の現状と未来	衛星データ利用の実例 衛星データ利用演習	衛星データ利用演習 (発表会)		
1630-1730				意見交換会	
	8/27	8/28	8/31	9/1	9/2
	Thursday	Friday	Monday	Tuesday	Wednesday
900-1015		小型衛星キット 実習	超小型衛星利用 提案演習/ 衛星通信実習		
1030-1200	超小型衛星利用提案演習			超小型衛星利用提案演習	超小型衛星利用提案演習
1300-1430	かかみがはら航空宇宙博物館 見学	超小型衛星利用 提案演習/ 衛星通信実習	小型衛星キット 実習	超小型衛星利用提案演習 プレゼン準備	超小型衛星利用提案演習 最終発表会
1445-1615			超小型衛星利用提案演習		修了式
1445-1615		NASA宇宙開発利用計画			

講師担当表（第4回基礎コース）

講義	日時	講師名	演習	日時	講師名
1. 国際的宇宙開発の現状と未来	2020/8/20 1445-1645	田中秀孝 (名大)	A. 衛星データ利用演習	2020 8/21 1630-1730 8/24 1300-1730	高橋暢宏 (名大)
2. 人工衛星プロジェクトの進め方	2020/8/21 1300-1430	田中秀孝 (名大)	B. 超小型衛星利用提案演習	2020 8/25 1030-1200 8/26 1030-1615 8/27 1000-1200 8/31 1300-1615 9/1 1030-1615 9/2 1030-1430	田中秀孝 山岡和貴 (名大)
3. 衛星データ利用の実例	2020/8/21 1445-1615	高橋暢宏 (名大)	C. かかみがはら航空宇宙 博物館見学	2020/8/27 1300-1800	田中秀孝 山岡和貴 (名大)
4. 超小型衛星の基礎	2020/8/24 1030-1200	稲守孝哉 (名大)	D. 小型衛星キット実習 /衛星通信実習	2020/8/28 900-1615	宮田喜久子 (名城大) 山岡和貴 (名大)
5. 超小型衛星開発国際動向および将来展望	2020/8/25 1300-1615	金岡充晃 (SP Japan)			

講師との調整表（第4回基礎コース）

講師名（敬称略）	日時	調整内容
高橋 暢宏	2020/6/5, 6/6	講義・演習の依頼、日程調整
	2020/8/6	日程最終確認、オンライン実施方法調整、確認
	2020/8/11	申込み状況、演習の進め方確認、接続テスト、内容調整
	2020/8/16	衛星データ利用演習のチーム分け確認
	2020/8/22、8/24	衛星データ利用演習発表会時間調整
金岡 充晃	2020/6/3	講義依頼、日程調整
	2020/6/11	講義日程設定
	2020/6/17	オンライン調整、
	2020/7/21	接続テスト
	2020/8/16	受講生確認

稲守 孝哉	2020/6/3	講義依頼
	2020/6/5、6/9	日程調整
	2020/7/18	内容調整
	2020/8/5	接続テスト
宮田 喜久子	2020/6/10	講師依頼し、承諾
	2020/7/6	日程調整。
	2020/8/18、8/19	実習方法調整
かかみがはら航空宇宙博物館	2020/6/21	日程調整(現地見学日、オフラインビデオ撮影日程、方法)
	2020/7/13	ミニ講義(オフラインビデオ撮影)
	2020/8/21	現地見学調整(手続き)

スケジュール(第5回基礎コース:2021年2月12日~2月26日)

宇宙航空人材育成プログラムカリキュラム(第5回基礎コース)						
	2/12	2/15	2/16		2/17	2/18
	金	月	火		水	木
1030-1200	オリエンテーション	人工衛星プロジェクトの進め方			超小型衛星利用提案演習	超小型衛星利用提案演習
1300-1430	超小型衛星開発国際動向 および将来展望	衛星データ利用の実例	国際的宇宙開発の現状 と未来		衛星データ利用演習 (発表会含む)	超小型衛星利用提案演習 (中間発表含む)
1445-1615		衛星データ利用演習				
1630-1730		意見交換会	超小型衛星利用提案演習			
	2/19	2/22	2/24		2/25	2/26
	金	月	水		木	金
900-1015			衛星開発 実験室見学 通信実習	小型衛星 キット実習		
1030-1200	超小型衛星利用提案演習	超小型衛星の基礎				超小型衛星利用提案演習
1300-1430	超小型衛星利用提案演習	超小型衛星利用提案演習	小型衛星 キット実習	衛星開発 実験室見学 通信実習	かかみがはら航空宇宙 博物館見学	超小型衛星利用提案演習 プレゼン準備
1445-1615						超小型衛星利用提案演習 最終発表会

講師担当表(第5回基礎コース)

講義	日時	講師名	演習	日時	講師名
1. 超小型衛星開発国際動向 および将来展望	2021/2/12 1300-1615	金岡充晃 (SP Japan)	A. 衛星データ利用演習	2021 2/15 1445-1615 2/17 1300-1615	高橋暢宏(名大)
2. 人工衛星プロジェクトの進め方	2021/2/15 1030-1200	田中秀孝(名大)	B. 超小型衛星利用提案演習	2021 2/16 1515-1645 2/17 1030-1200 2/18 1030-1615 2/19 1030-1615 2/22 1300-1615 2/26 1030-1615	田中秀孝 山岡和貴 (名大)
3. 衛星データ利用の実例	2021/2/15 1300-1430	高橋暢宏(名大)	C. かかみがはら航空宇宙 博物館見学	2021/2/25 1300-1800	田中秀孝 山岡和貴 (名大)
4. 国際的宇宙開発の現状と未来	2021/2/16 1300-1500	田中秀孝(名大)	D. 小型衛星キット実習 /衛星通信実習	2021/2/24 900-1615	宮田喜久子 (名城大) 山岡和貴(名大)
5. 超小型衛星の基礎	2021/2/22 1030-1200	稲守孝哉(名大)			

講師との調整表（第5回基礎コース）

講師名（敬称略）	日時	調整内容
高橋 暢宏	2020/11/17	講義・演習の依頼、都合伺い
	2020/11/24	日程調整
	2020/12/8	カリキュラム日程確認
	2020/12/11	日程確認決定
	2021/2/3、2/4、2/5、2/10	グループ分け、演習実施方法、衛星データ利用演習発表会時間調整
	2021/2/24	超小型衛星利用提案発表会審査依頼
金岡 充晃	2020/11/16	講義依頼、コース期間連絡
	2020/11/24	講義日程都合伺い、候補日設定
	2020/11/30	日程設定、連絡
	2020/12/3	日程確認決定
	2021/1/29	日程、内容確認
	2021/2/6	オンライン接続方法連絡、資料/録画開示可否調整
	2021/2/9	オンライン接続調整
	2021/2/13	受講生質問調整
稲守 孝哉	2020/11/16	コース期間連絡
	2020/12/8、12/9	講義日程調整
	2021/2/16	資料公開/録画公開可否調整
	2021/2/22	最終確認
宮田 喜久子	2020/11/19	講師依頼、承諾
	2020/12/8	実習日程調整
	2021/1/4、7	実習部屋調整
	2021/2/12、13、15、19、21	実習準備調整
	2021/2/22	実習準備
かかみがはら航空宇宙博物館	2020/11/19	コース期間連絡
	2020/12/4、12/9	休館日確認、見学日設定
	2021/2/20	緊急事態宣言発令中の対応検討調整
	2021/2/8、2/17	緊急事態宣言発令中のため、現地見学中止を連絡

1-c. 4週間コースカリキュラム改善

4週間コースは、2週間の基礎コースと2週間の上級コースから編成されており、基礎コースは2週間コースと同一とすることで、2週間コースの受講生が効率よく4週間コースを修了できる。（以降、2週間コース、4週間コースではなく、基礎コース、上級コースの呼称を用いる。）

上級コースの編成にあたっては、2020年3月に実施した第1回上級コース実施時のアンケートの結果において、演習時間が少なかったとの指摘を考慮して、リモートセンシング解析講義を0.5コマ、データ解析演習を2コマ追加した。

スケジュール（第2回上級コース：2020年9月7日～9月18日）

宇宙航空人材育成プログラム 第2回上級コース カリキュラム

	9/7 月	9/8 火	9/9 水	9/10 木	9/11 金
10:30-12:00	オリエンテーション				
13:00-14:30	宇宙ビジネスが拓く 新たな市場（大貫）	リモートセンシングデータ 解析講義 （石坂）	リモートセンシングデータ 解析演習 （石坂）	国際宇宙プロジェクト管理・ システムズエンジニアリング （田中）	リモートセンシングデータ 解析演習 （石坂）
14:45-16:15				熱真空試験/振動試験 講義 （山岡）	
16:30-17:30	意見交換会				
	9/14 月	9/15 火	9/16 水	9/17 木	9/18 金
8:45-10:15				国際宇宙法の最前線 （青木）	
10:30-12:00		リモートセンシングデータ 解析演習 最終発表会 （石坂）			
13:00-14:30	リモートセンシングデータ 解析演習+プレゼン準備 （石坂）	熱真空試験 実習 理学B館112 Aチーム （宮田、富岡）	振動試験 実習 理学B館110 Bチーム （山岡、山口）	熱真空試験 実習 理学B館112 Aチーム （宮田、富岡）	振動試験 実習 理学B館110 Aチーム （山岡、山口）
14:45-16:15					
16:30-17:30					修了式 （田島）

講師担当表（第2回上級コース）

講義	日時	講師名	演習	日時	講師名
1. 宇宙ビジネスが拓く 新たな市場	2020/9/7 13:00-16:15	大貫美鈴（スパークス・ イノベーション・フォー ・フューチャー(株)）	A. リモートセンシング データ解析演習	2020 9/9 13:00-16:15 9/11 13:00-16:15 9/14 10:30-16:15 9/15 10:30-12:00	石坂丞二 相木秀則 （名大）
2. リモートセンシング データ解析講義	2020/9/8 13:00-16:15	石坂丞二（名大）	B. 熱真空試験	2020 9/15 13:00-16:15 9/16 13:00-16:15 9/17 13:00-16:45 9/18 13:00-16:15	宮田喜久子（名城大） 富岡孝太（名大）
3. 国際宇宙プロジェ クト管理・システム ズエンジニアリング	2020/9/10 13:00-14:30	田中秀孝（名大）	C. 振動試験	2020 9/15 13:00-16:15 9/16 13:00-16:15 9/17 13:00-16:45 9/18 13:00-16:15	山岡和貴 山口隆正 （名大）
4. 熱真空試験/振動試験	2020/9/10 14:45-16:15	山岡和貴（名大）			
5. 国際宇宙法の最前線	2020/9/17 8:45-12:00	青木節子 （慶應義塾大学）			

講師との調整表（第2回上級コース）

講師名（敬称略）	日時	調整内容
石坂 丞二	2020/6/5	講義・実習依頼
	2020/6/12-13	日程調整
	2020/8/3	オンラインでの実習のやり方についての会議日程調整
	2020/8/6	基礎コース高橋先生も交えた、演習のやり方について の Teams オンライン会議
	2020/8/8	受講者への事前アンケート内容確認
	2020/8/25. 27	アンケート結果および演習グループ分け送付、確認
	2020/9/3, 6, 7	情報送付、最終確認
大貫 美鈴	2020/6/3	講義依頼
	2020/6/6, 11	講義日程調整

	2020/7/17	日程確認、オンライン方法調整、資料取り扱い確認
	2020/8/31	接続チェック日程調整
	2020/9/2	接続先連絡
	2020/9/4	オンライン接続確認
青木 節子	2020/6/4	講義依頼
	2020/6/5, 10	講義日程調整
	2020/7/19	日程確認、オンライン方法調整、資料取り扱い確認、 接続チェック日程調整
	2020/8/12	接続チェック
	2020/9/7	接続先連絡
宮田 喜久子 /富岡 孝太	2020/6/5	講義依頼
	2020/6/12, 16, 17	講義日程調整
	2020/7/17	打ち合わせ日程調整
	2020/7/21	打ち合わせ
	2020/8/26	最終確認日程調整
	2020/8/31	最終確認
	2020/9/5	実験リハーサル、ビデオ撮影

スケジュール（第3回上級コース：2021年3月1日～3月12日）

宇宙航空人材育成プログラム 第3回上級コース カリキュラム					
	3/1	3/2	3/3	3/4	3/5
	月	火	水	木	金
1030-1200	オリエンテーション				
1300-1430	リモートセンシングデータ 解析講義 (石坂)	リモートセンシングデータ 解析演習 (石坂)	国際宇宙プロジェクト管理・ システムズエンジニアリング (田中)	宇宙ビジネスが拓く 新たな市場 (大貫)	リモートセンシングデータ 解析演習 (石坂)
1445-1615			熱真空試験/振動試験 講義 (山岡)		
1630-1730				意見交換会	
	3/8	3/9	3/10	3/11	3/12
	月	火	水	木	金
845-1015		国際宇宙法の最前線 (青木)			リモートセンシングデータ 解析演習 最終発表会 (石坂)
1030-1200			リモートセンシングデータ 解析演習 プレゼン準備 (石坂)		
1300-1430	リモートセンシングデータ 解析演習 (石坂)	熱真空試験 実習 理学B館112 Aチーム 宮田、富岡	振動試験 実習 理学B館110 Bチーム 山岡、山口	熱真空試験 実習 理学B館112 Bチーム 宮田、富岡	振動試験 実習 理学B館110 Aチーム 山岡、山口
1445-1615				振動試験 実習 オンライン A/B チーム 山岡、山口	熱真空試験 実習 オンライン A/B チーム 宮田、富岡
1630-1730					

講師担当表（第3回上級コース）

	日時	講師名	演習	日時	講師名
1. リモートセンシング データ解析講義	2021/3/1 13:00-16:15	石坂丞二 (名大)	A. リモートセンシング データ利用解析演習	2021 3/2 14:45-16:15 3/5 13:00-16:15 3/8 10:30-16:15 3/10 10:30-12:00 3/12 9:30-11:30	石坂丞二 相木秀則 (名大)
2. 国際宇宙プロジェクト 管理・システムズエ ンジニアリング	2021/3/3 13:00-14:30	田中秀孝 (名大)	B. 熱真空試験実習	2021 3/9 13:00-16:15 (現地) 3/10 13:00-16:15 (現地) 3/12 13:00-16:15 (オンライン)	宮田喜久子 (名城大) 富岡孝太 (名大)
3. 熱真空試験/ 振動試験講義	2021/3/3 13:00-14:30	山岡和貴 (名大)	C. 振動試験実習	2021 3/9 13:00-16:15 (現地) 3/10 13:00-16:15 (現地) 3/11 13:00-16:15 (オンライン)	山岡和貴 山口隆正 (名大)
4. 宇宙ビジネスが拓く 新たな市場	2021/3/4 13:00-16:15	大貫美鈴 (ス パークス・イノベ ション・フォー・フ ューチャー(株))			
5. 国際宇宙法の最前線	2021/3/9 8:45-12:00	青木節子 (慶応義塾大学)			

講師との調整表（第3回上級コース）

講師名（敬称略）	日時	調整内容、確認
石坂 丞二	2020/11/19	講義・演習講師依頼、承諾
	2020/11/30, 12/1, 2, 8	コース日程説明、日程調整
	2021/2/3, 4	事前アンケート調整
	2021/2/17, 18, 22	アンケート確認、実習グループ分け調整
	2021/2/25, 28	詳細実施方法調整、録画開示可否確認
大貫 美鈴	2020/11/16	講義依頼、コース日程説明、都合伺い
	2020/12/1	日程調整
	2021/2/16	オンラインアクセス調整
	2021/2/23, 27	資料/録画開示可否確認
青木 節子	2020/11/16	講義依頼、コース日程説明、都合伺い
	2020/12/1	講義日程調整
	2021/2/16	日程・オンラインアクセス確認、資料/録画開示可否確認
宮田 喜久子 富岡 孝太	2020/11/19, 20	講義依頼、承諾
	2020/11/30, 12/2	コース日程説明
	2021/2/4, 8, 12, 15	事前アンケート調整、実習物品確認
	2021/2/6	グループ分け連絡
	2021/3/2, 3, 5, 6, 8, 9	最終詳細調整、事前物品準備

新型コロナウイルス対応

新型コロナウイルスに対しては、内閣官房のウェブページ「新型コロナウイルス感染症に備えて」の感染拡大防止の留意点に基づいて、次の感染拡大防止対策を実施した。

- 風邪のような症状がある場合の参加中止の呼びかけ
- 咳エチケット励行の呼びかけ
- 手洗い、消毒励行の呼びかけ（除菌液の配布）
- 換気を行う
- 2021年2～3月にもコースがあることを周知して受講生の集中を避けるようところがけた

また、名古屋大学においても2020年4月17日に「新型コロナウイルス感染症（COVID-19）における名古屋大学の活動指針」が出された。この指針を遵守する考え方で、講義演習はオンラインで実施し、大学でしかできない実験は部屋あたりの人数を制限するとともに感染防止対策を行ったうえで実施した。実験に関する説明も通常より多めに部屋を準備し、受講生を分散して実施した。

以上の変更を実施したことで、大学に来る受講生人数、日数を最小にしつつ、前回のスケジュールと同等のコース内容を維持したカリキュラムとした。

オンライン化

新型コロナウイルス感染防止と宇宙に興味のある全国の受講者に対象を広げるという観点から、2020年度は講義・演習を全面的にオンライン化し、実物で体感することを目的とするかかみがはら博物館見学、小型衛星キット実習、振動・熱真空試験実習を名古屋大学など現地で行う方針とした。これによりコースのうちの大部分がオンライン化された。オンラインツールとしては、名古屋大学がサイトライセンスしているMicrosoft Teamsを使用した。接続のトラブルを回避するため、コースが始まる前に個別にTeamsの接続テストをする機会を提供した。また、オンラインでの講義・演習の受け方は、コースが始まる前に資料を配布するとともに、オリエンテーションでも再度説明した。講義に寄らず接続URLも共通化することで混乱を回避した。これらの対策により、コースが始まってからはオンライン化に関連したトラブルなどはなく円滑に進められた。

グループワークにおける共同作業では、Google Driveを使って、アイデアやファイルの共有、プレゼンテーション資料の作成などを行った。Google Driveの内容をモニターすることで各グループの進捗状況を確認できるというメリットがある。教員やTAは、各グループのオンラインミーティングやチャットでアドバイスを与えたり、質問に対応したりした。

2021年2～3月では、将来の実験も含めた完全オンライン化に向けた試行として、上級コースの熱真空試験/振動試験実習についても実験準備部分のオンライン化を行った。受講生はこれまで少なくとも4日名古屋大学に来る必要があったが、この部分オンライン化によって2日だけですむようになり、学外からの受講生の負担を低減できたと考えている。

2. 広報活動

広報活動はチラシ・ポスター掲示の紙媒体とメールや SNS などの電子媒体を併用しておこなった。

2-a. 名古屋大学内の学生を対象とした広報活動

ポスター、チラシの作成にあたり、前年度に買い取ったデザインを使って作成し、低コストの印刷業者に発注することで費用を低減した。ポスターを各部局の掲示板に掲示するとともに、チラシを各部局の事務で配布したほか、教養科目の講義がある建物の付近で学生に直接配布するなど、できる限り多くの学生の目に留まるようにした。コロナウィルスの影響で学生は学内に少ない状況ではあったものの、アンケート結果を見ると効果があった。(全体の 20%がポスターで情報を取得)

ポスター、チラシ配布・掲示以外にも、電子メール、大学のウェブサイトや SNS (Facebook や Twitter)、地下鉄名古屋大学駅の電子掲示板による広報活動も実施した。学内においては、各部局の事務を通して学生に開講通知のメール配信を依頼した。

2-b. 東海地方の大学や高等専門学校を対象とした広報活動

前年度から学外からの受講生も積極的に受け入れており、通学可能な中部地区の大学、航空宇宙関連の博物館、科学館にポスター、チラシを郵送して掲示を依頼した。また、日本天文学会のメーリングリストを通じてイベント周知を行った。天文学会は教員が主体であるが、教員から各研究室の学生へ展開されており、天文学会に配信してまもなく申し込みがあったことから、効果的であったと思われる。さらに、2020 年 8～9 月に実施した短期コースでは、前年度に引き続いて、名古屋地下鉄主要駅(名古屋駅、金山、栄、千種)でポスターを 1 週間掲示した。しかし、アンケート結果では費用に対する効果が十分ではないと判断されたため、2021 年 2～3 月のコースでは地下鉄主要駅でのポスター掲示は行わなかった。

その他、過去に基礎コース・上級コースに参加した受講生に、コース開催について連絡し、部分履修生に受講を呼びかけるとともに知人等が開催案内の周知を依頼した。これまで本コースは複数回開催され、認知されてきたこともあり、開催アナウンスが民間の衛星開発プロジェクトなど宇宙関連の様々なグループに展開されていると分かった。

2-c. 民間企業を対象とした広報活動

愛知県の産業労働部・産業振興課を通して宇宙利用に関心のある企業に本コースの内容、日時を広報した。その他、本課題の参加教員からの個別の企業への開催案内周知などの広報活動も実施した。さらに、2021 年 2 月 10 日に S-NET セミナー 2021 in 愛知の中で本プログラムを含めた宇宙人材育成について田島が講演を行い、本コースについて周知した。その結果、イベント参加企業から締め切り後にもかかわらず問い合わせがあり、受講にいたった。

3. 宇宙利用 2 週間コースの実施

受講生内訳

第 4 回基礎コース

次の表に示す通り、第 4 回基礎コース（2020 年 8 月 20 日～9 月 2 日）は 52 名の受講申請があった。そのうち、4 割以上の 23 名が学外（14 名が他大学、9 名が社会人）からの参加であった。また、文系学生、さらに、1 名の留学生と 6 名の女性、海外の大学生 1 名が受講しており、多様な受講生構成となった。他大学からの参加は中部地区だけでなく、東京、九州等の遠隔地からの参加があった。これまでの成果、学外での広報活動及びオンラインで実施による参加可能性の拡大によるものと考えられる。特に、宇宙利用に興味を持っている人材が全国に多数おり、オンライン化で受講しやすくなったことが、受講生の増加につながったと考えられる。52 名のうち、全ての科目を履修し修了した受講生は 14 名であった。コロナウィルス感染防止のために、実習、見学を人数制限したために修了できなかった受講生も多数いた。本課題では、受講記録を保存することで、複数のコースにわたって必要科目を履修した場合の修了を認定できるため、今回修了しなかった受講生の一部は今後修了すると期待できる。

第4回 基礎コース受講生内訳

	所属	申請者	修了者
名古屋大学 学部生	工学部	16	4
	理学部	3	0
	経済学部	1 (1)	0
小計		20 (1)	4
名古屋大学 大学院生	理学研究科	3 [1] (1)	0
	工学研究科	3	0
	情報学研究科	3	1
小計		9 [1] (1)	1
学外学部生	名古屋市大(生命理学)、慶応義塾大(文)、東京大(工)、東北大(工)、尾道市大(芸、経済情報)、海外の大学(工)	8 [1] (1)	4
学外大学院生	京都大、青山学院大、東京電機大、立教大、金沢工大	6 (2)	2
小計		14 [1] (3)	6
社会人	公的機関、教育関係	1 (1)	1
	企業	8 (2)	2
小計		9 (3)	3
総計		52 [2] (7)	14

*[]は留学生、()は女性の内訳を示す。

第5回基礎コース

第5回基礎コース（2021年2月12日～2月26日）は59名の受講申請があった。そのうち、8割以上の49名が学外（40名が他大学、19名が社会人）からの参加であった。また、公的機関や教育関係、さらに16名の女性が受講しており、多様性が拡大した。オンライン化が、受講生の増加や多様性の拡大につながったと考えられる。59名のうち、全ての科目を履修し修了した受講生は15名であった。

第5回 基礎コース受講生内訳

	所属	申請者	修了者
名古屋大学 学部生	工学部	3	2
	理学部	3	1
	経済学部	2	0
小計		8	3
名古屋大学 大学院生	理学研究科	1	0
	情報学研究科	1	0
小計		2	3
学外学部生	横浜国立大、会津大、九州大、室蘭工大、東北大、新潟大、東大、東工大、電気通信大、慶応義塾大、東京都市大、東京理科大、奈良女子大、尾道市立大、立教大、法政大、呉高专	21(8)	7(3)
学外大学院生	金沢工大、東大、東北大、京大、筑波大、名古屋市立大	9	0
小計		30(8)	7(3)
社会人	公的機関、教育関係	5(3)	0
	企業	14(5)	5(1)
小計		19(8)	5(1)
総計		59(16)	15(4)

4. 宇宙利用4週間コースの実施

受講生内訳

第2回上級コース

4週間コースの後半となる上級コースを2020年9月7日～9月18日に実施した。44名の応募があったが、24名が名古屋大学以外からの受講であり、内9名は、社会人であった。基礎コース同様で実習以外のオンライン化により遠方から受講しやすくなったことによると考えられる。

第2回上級コース受講生内訳

	所属	申請者	修了者
名古屋大学 学部生	工学部	10	2
	法学部	1(1)	1(1)
小計		11(1)	3(1)
名古屋大学 大学院生	工学研究科	41	2(1)
	理学研究科	3	2
	情報学研究科	2	0
小計		91	4(1)
学外学部生	名古屋工業大学(工)、名古屋市大 (生命理学)、芝浦工大(工)、慶応義 塾大(文)、東京大(工)、東京理科大 (工)、東北大(工)、尾道市大(芸、 経済情報)、海外の大学(工)	8<1>	5
学外大学院生	金沢工大、東大、東北大、京大、筑 波大、名古屋市立大	7<1>(2)	0
小計		15<2>(2)	5
社会人	公的機関、教育関係	2(2)	0
	企業	7(1)	1
小計		9(3)	1
総計		44[1]<2>(7)	13(1)

*[]は留学生、<>は海外、()は女性の内訳を示す。

第3回上級コース

第3回上級コースを2021年3月1日～3月12日に実施した。48名の応募があり、そのうち8割以上の24名が名古屋大学以外からの受講であり、内19名は、社会人であった。オンライン化により名古屋大学以外の受講が飛躍的に増加したと考えられる。

第3回上級コース受講生内訳

	所属	申請者	修了者
名古屋大学 学部生	工学部	2	2
	理学部	2	1
小計		4	3
名古屋大学 大学院生	工学研究科	1[1]	0
	理学研究科	1	0
	情報学研究科	1	0
	環境学研究科	1	0
小計		4	0

学外学部生	横浜国立大、会津大、九州大、室蘭工大、東北大、新潟大、東大、東工大、電気通信大、慶応義塾大、東京都市大、東京理科大、奈良女子大、尾道市立大、立教大、法政大、呉高専	15(5)	4(2)
学外大学院生	金沢工大、東大、東北大、京大、筑波大、名古屋市立大	6	2
小計		21(5)	6(2)
社会人	公的機関、教育関係	3(1)	0
	企業	16(4)	4(2)
小計		19(5)	4(2)
総計		48[1](10)	13(4)

基礎コース実施内容

オリエンテーション

本コースの目的が民間における宇宙利用の潜在ニーズの人材を育成することにあることを説明し、受講生が目的を理解した上で受講できるようにした。また、コース体系を受講生に説明し、それぞれの科目の目的や位置づけの理解の一助とした。

講義・演習はオンラインで実施するため、オンラインによる講義・実習の受け方を説明した。現地での実習についても状況を理解できるように説明した。履修生の簡単な自己紹介も実施した。

講義

(1) 国際的宇宙開発の現状と未来

本講義では、無人（人工衛星・ロケット等）・有人（宇宙船・国際宇宙ステーション等）の宇宙開発背景を含めた過去から将来の宇宙開発・探査までの概要を学ぶことを目的とした。国際的観点から宇宙開発・利用における基礎知識を習得し、宇宙開発技術の利用（社会への還元）およびこれからの宇宙開発・利用において必要となる宇宙関連法案の状況の理解を促す講義とした。また、これからの社会（第四次産業革命）にも目を向けて多様な宇宙利用による社会的発展構想できる素養を涵養し、国際的観点から将来への宇宙利用への思いを馳せるように、超小型衛星による宇宙利用の最新情報、将来展望に関する講義を実施した。

(2) 衛星データ利用の実例・実習

人工衛星により取得されたデータが人類の活動にとのよう利用されているか具体例を挙げて示し、衛星データ利用実習の導入として、名古屋大学宇宙地球環境研究所で実施している衛星による大気観測に関する講義を行った。

また地球観測衛星のデータ（二周波降水レーダー）の読み方を習得し、地球環境をグローバルな視点で考えることに意義を見出させるとともに人工衛星ができることを考察する実習を行った。

(3) 人工衛星プロジェクトの進め方

本講義では、人工衛星等の宇宙開発・利用プロジェクトを進める上で重要となる、チームビルディング、プロジェクトマネジメント、議論、開発プロセス上での主要な基本的知識を習得することを目的とし、プロジェクト成功のための考え方を紹介した。

また、衛星のシステム設計と解析では、実際にこれまで適用されている衛星のシステム設計のプロセスや技術解析の内容を紹介した。

(4) 超小型衛星の国際的開発動向及び将来の展望

これまでの超小型衛星の開発・利用の日本及び世界の動向を目的、市場、戦略等の幅広い分野からの分析をもとに概観し、超小型衛星で切り開かれる未来について学び、宇宙利用のリテラシーを持った人材としての必要な知識を習得することを目的とした講義を実施した。

8月に実施したコースでは、国際的なセンスにより活躍できる宇宙利用のリテラシーを持った人材育成のため、超小型衛星における最新の状況を取り入れた国際動

向に重心を置いた講義を実施した。新型コロナウイルスの影響についても言及した。

実施した講義の概要を以下に示す。

2020年6月までの1kg～300kgにおける打上げ数は526機であり、2020年半期だけで前年を上回る状況であった。打上げ数が多くなった背景には、通信衛星コンステレーションであるONEWEBとStarlinkの打上げ回数の増加によるところが大きかった。また、2019年には10cm四方のキューブサット規格衛星は0.25U～16Uサイズまで191機が軌道投入されている。これらキューブサットは実用レベルへ到達しており、民間では事業開始している光学衛星サービスのPLANET社が32機、AIS/ADS-B/気象データを提供するSPIRE社が18機打上げた。

2019年は通信コンステ元年の一方、中国の民間キューブサットの打上げが数多く見られている。具体例として、Guodian Gaoke社、Laser Fleet社、SPACETY社、MinoSpace Technology社であり、各々6Uサイズの光学・IoT衛星等が13機打ち上げられた。

また米国以外の民間衛星も参入が相次いでいる。フランスでは民間Unseenlabs社が実証機を打ち上げ、スペインのAISTECH SPACE社、スイスASTROCAST社、イスラエルElbit社、ポーランドSatRevolution社、リトアニアNanoavionics社らが事業化を目的に光学やIoT衛星を打ち上げた。これら動向から、2019年はIoT衛星打上げラッシュともいえる。

サイエンスミッションでも打上げや打上げ計画が発表されている。特にキューブサットミッションでは最も困難とされている宇宙物理ミッションとしてNASAが年間500万ドル(約5億円)の予算を準備し、5ミッション計画を発表し、ESAもキューブサット探査機やフォーメーションフライトミッションという、次世代の商用及び探査ミッションの基盤技術開発を実施している。

2021年2月には、前回での講義に加えて、新型コロナウイルス状況下での世界の超小型衛星の開発動向を説明した。日本の宇宙開発の位置や世界でリードする宇宙民間企業の現状を認識させた。講義後、ビジネスとしての観点からの活発な質問等があった。

(5) 超小型衛星の基礎

超小型衛星のシステム構成とその応用について実例を通して紹介した。

前年度、文系、理系から幅広いバックグラウンドを持つ参加者が多かったことを考慮して、今年度は人工衛星の知識がない文系の学生でも理解が容易なように構成を工夫した。本講義では最初に通常サイズ衛星から導入し衛星システム構成の基本的な考え方を示し、さらに超小型衛星と通常サイズ衛星との相違点について説明した。特に衛星システムの特徴や姿勢・軌道ダイナミクスでの相違点について実例を通して解説した。講義では超小型衛星の単純な知識伝達だけではなく、衛星の姿勢や軌道運動とそれに伴う衛星コンフィグレーションとの関連など理由や原理から説明し、受講生の理解と興味が得られるように心がけた。これにより、受講生自身が超小型衛星利用について自由で発展的な発想を得られるように配慮した。

(6) NASA 宇宙開発利用計画 (第4回基礎コース オプション科目)

NASAの国際共同プロジェクトを紹介し、国際化する衛星プロジェクトに関連する課題等を英語で説明する講義を(本講義を履修しない場合でも修了と認定する)第4

回基礎コースのオプション科目としてオンラインで実施した。これからの NASA の宇宙開発利用計画（アルテミス計画、宇宙ロケット、衛星利用計画）について概要及び国際協力の必要性を強調した内容だった。講義後には活発な質問、丁寧な回答があった。

実習・演習

(1) 衛星データ利用演習

衛星データ利用の実例講義で知識を深めた上で、衛星データ利用演習を行った。大学生・大学院生・社会人、文系・理系などのバランスを考慮してグループ分けを行った。グループ毎にテーマを決め、NASA や JAXA の人工衛星から得られた大気観測の実データをもとにパソコンによる解析演習を行い、人工衛星データの実践的活用方法を学んだ。各グループでの演習成果発表を行い、受講生間及び教員との活発な意見交換を行った。

衛星データ利用実習における学生発表内容の概要は次の通りであった。

第4回基礎コース（2020年8月20日～2020年9月2日）

・チーム A（4名）：農業、降水や乾燥との関係を調べる

野菜の生産高・価格と雨量の関係を調べた。具体的には、ジャガイモの値段と降水量の関係、大根の値段と降水量の関係、トマトの値段と降水量の関係を調べた。その結果、野菜の価格と降水量の有意な関係は見つからなかった。2019年の台風・大雨・降雪等による農作物への被害量を調査した。

・チーム B（5名）：衛星データ×虹×散歩道

虹の発生条件を考慮して、降水データから虹・豪雨の発生を予測することを実施した。ゲリラ豪雨後に発生しやすいので、降雨量からゲリラ豪雨を発見し雲の分布から虹の発生を予測することを実施した。地表面の温度や雨量を可視化して、人にもペットにも快適な散歩道の判断を行った。熱中症患者の減少にもつながると考えた。

・チーム C（4名）：雨天を考慮した列車遅延予報の提案

雨天時は乗客が多く乗降の時間がかかることで列車の遅延が起きると考えた。人工衛星データなどを用いて過去の天候データ・遅延のデータを集め、それらを分析し遅延を予測するサービスを作ると考えた。

・チーム D（6名）：北海道における降雨と地表面温度の関係

近年、熱中症患者数が上昇傾向にあるため、衛星データにより細かく気温を予測できないかを考えた。北海道を例にとり、降雨量と地表面温度の関係があることがわかった。過去の降水量と地表面温度データを集めて機械学習すれば、降雨量の予測から地表面温度の予想ができ、より細かな気温予報が実現すると考えた。利用方法としては、ペットの散歩の参考、熱中症予防、地域ごとの細かなマーケティング（アイス等）による経営の効率化、農業の効率化ができると考えた。

・チーム E（4名）：雨天時の野球場の最適化

プロ野球において雨天時に予定されていた球場ではなく、別の近くの球場で試合が行えるかどうかをGSMapのデータから降雨量を分析し、試合を行うのに最適な球場を考えた。関東地方の5球場の降水量を調査し、その時点での最適な球場を割り出した。プロ野球以外にも適用可能、選手に最適環境で実施できると考えた。

- ・チームF（4名）：アフリカ地域におけるサバクトビバッタの大繁殖問題に関する衛星の活用

サバクトビバッタは世界で最も破壊的な移動性害虫であり、繁殖は雨後、餌のあるところで繁殖する。衛星からの植生データや気象データを活用してサバクトビバッタの経路を予測した。予測により事前に対策を講じることができると考えた。

- ・チームG（5名）：リアルタイム虹予報

虹の発生条件を調査した。それを元に天気ツールの使用方法を調査した。名古屋を例にして太陽高度データと虹の関係、その他の気象データ（地表風向・風速、雨分布、地表水蒸気量）との関係を調査し、虹予測の実例検討を実施した。虹予測サービスが可能であるとわかった。

- ・チームH（5名）：衛星データと天気予報の関係

温暖化のゲリラ豪雨への影響を調べた。その結果、温暖化とともにゲリラ豪雨の発生が増加しており、今後2倍以上になるとの予測もあることがわかった。

ゲリラ豪雨が発生した球磨川と最上川の被害状況を検討した。球磨川ゲリラ豪雨では、多くの人がなくなり、最上川ゲリラ豪雨では死者が0人であった。衛星からの地形データ、気象データから被害の違いを分析した。被害を少なくするには早目の対応が必要であることがわかった。ゲリラ豪雨の発生条件、予兆を割り出すことができれば、早期の予報につなげることができると考えた。

第5回基礎コース（2021年2月12日～2021年2月26日）

- ・チームA（7名）：シードル用リンゴの代替生産地のサービス

世界規模で急成長している市場であるが、需要はあるが地球温暖化で生産が難しくなってくることが考えられるシードル用リンゴの代替生産地の選出を提案した。選出するために必要とされるパラメータと判断材料の検討をし、衛星から得られるデータとして光合成に必要なパラメータ（日射量、降水量）、地球温暖化による影響として平均気温、土壤水分量、天候の傾向をパラメータとして選んだ。今回はフランス北部地方のカブルメールについて調べた。日射量と光合成有効放射がりんごに与える影響、光合成有効放射、地質との関係、土壤水分量の観点から調べた。

- ・チームB（6名）：衛星データを活用したコロナ禍前後での自動車・貨物による人々の流動性の解析

JAXAのALOS-2及び欧州のセンチネル1搭載の合成開口レーダー（SAR）から得られたデータを用いて、港の貨物埠頭におけるコンテナ、車の状況変化を観測した。観測点として、日本での輸出入量の多い名古屋港、豊橋港について調べた。ALOS-2による2019年11月と2020年5月のデータ比較、2009年11月～2020年10月までの自動車及びコンテナの密度変化を調べた。衛星画像解析では3月頃から自動車やコンテナの密度は減少傾向になり、8月から上昇傾向に転じていることがわかった。名古屋港の活動が10月頃に回復の可能性があることがわかった。このような衛星デ

ータ解析結果から、日本の自動車生産量、貨物量を時系列的に比較でき一定業界の企業収益が予測できることや投資家に利用のニーズがあるという結果がわかった。

・チームC（5名）：自動車画像とCO₂分布によるEV普及率の把握

自動車画像とCO₂分布を組み合わせてEVの普及率をチェックすることにより、充電スタンドの需要チェックに役立つと考え、このテーマを選んだ。東京都と愛知県のCO₂濃度分布の衛星画像では、分解能が荒すぎて比較ができなかった。NASAの衛星データによる日本近辺のCO₂分布は表示ができなかった。CO₂分布の画像表示も荒すぎて比較することができなかった。ドローンによるCO₂データや自動車の渋滞情報や断面交通量データの使用も考えたが、結論付けに至らなかった。今回の演習から、EV普及率を調べ都市計画に活かすには、より細かくCO₂分布を測定する高性能センサによるデータや既存のデータの応用利用は難しく視点を変えてみることが重要であることを認識した。

・チームD（5名）：気象データと人間のパフォーマンスに相関は？

宇宙ビジネスで利益を出すには、衛星データと地上データを上手くコンビネーションし、地上へ展開することが肝要であると考え、気象と人間動態の相関を検討した。ビジネス展開としてのマーケットは、オリンピック組織・競技団体、スタジアムやアリーナの経営企業、コンサルティング、心理学者が考えられた。必要となるデータとしては、人流、気象、大気汚染、雨量、人間工学とした。データ解析例として、気象データと人間の活動データに焦点を当てて検討した。2020年7月の湿度と野球でのホームラン数の分析では、空気が乾燥している方がホームランが多いという結論を導き出した。心理面からの検討として、東京都での交通事故死者数、自殺者数と空気の乾燥との相関を調査した。その結果、空気が乾燥している時が交通事故死者数及び自殺者も多いことがわかった。

・チームE（6名）：星空観光

コロナ禍で外出できない状況からアウトドアへの需要が高まっているので、星空が綺麗に見えるスポットを提案した。過去に星空観光への参加者は850万人、今後参加を希望する人は約4000万人であり、将来的に観光需要が見込まれる対象と考えた。解決策として、天気を見る、晴天率、夜間光を見る、エアロゾルを見るという4項目を検討した。天気を見るでは、衛星観測データ、数値予想データ、気象観測データから現在の雲の有無の確認、未来の雲の有無の確認をして、雲の少ない場所と時間を勧める。30年間の気象データから全国各地の市町村レベルでの晴天率のデータを用いた。衛星からの夜間光データを調べた。これらの4項目の検討から星空が綺麗に見える星空観光スポットを提供できると考えた。今後の課題としては、人口流入データ、地理情報と重ね合わせてアクセス情報も提供できると考えた。

・チームF（6名）：金融市場への包括的なサービス提供

金融市場に及ぼす衛星データをより早く入手・予測し提供することは、ビジネス需要があると考え、どのような衛星データが有効であるか調べた。夜間光データは、経済活動と関連があり、インドの夜間光データ（2012年-2016年）や別の衛星による日本の夜間光データ（2010年-2018年）を調べた。景気の判断材料として、衛星からのデータ活用では、住宅投資の分析に際して、新設住宅着工戸数やマンションの

販売統計とともに、人口動態といったマクロ変数によって景気判断の一助になると考えた。人流と物流のデータにより、地方創生を戦略的に進める事業促進にも利用できると考えた。衛星データを如何にして経済戦略に組み込むかを時期に応じて考えることにより、「金融市場への包括的なサービス」が完成されるのではないかという結論となった。

(2) 超小型衛星利用提案演習

人工衛星で得られたデータを利用してどのようなサービスが可能か、もしくは、超小型衛星でできるミッションを自ら考え、グループでアイディアを出し合い、検討を深めて提案をまとめた。グループは、専門分野、男女、学年、学生・社会人のバランスをとった6チームに分けた。本提案利用演習活動の中でアイディアの創出法、チーム活動方法、プロジェクトマネジメント活動を実践習得する。ブレインストーミングで出した提案内容を、チームで内容検討を進めた。オンラインの為、チームによっては戸惑いも見られたが、教員及びチュータが各チーム活動状況を見守り助言を与えるとともに、チーム内でチャット機能を有効活用することにより、検討を進めることができた。これらのチーム活動を通して、異分野間でのコミュニケーション能力を養うとともにプレゼンテーション能力も培うことができる。

中間発表及び最終発表のプレゼンテーションを行い、学生及び教員からの活発な質疑応答がなされた。中間発表でのコメントは、最終発表へ反映されてより充実した内容になった。受講生増加に起因するチーム数増加もあり質疑応答時間が短くなったことが今後の課題である。

最終発表会における発表内容は次の通りであった。

第4回基礎コース（2020年8月20日～2020年9月2日）

- ・ チームA（黒い三連星）（5名）：超小型衛星群を用いた小惑星の金属資源マッピング～「ガイア・オルテガ・マッシュ」によるジェットストリーム計画～

地球資源がいつか枯渇する時代に備え、小惑星の金属利用を考え、どこに小惑星にどの程度の金属資源が埋蔵されているのかを観測した。小惑星内部の鉄の分布を把握し、金属資源マップを作成した。マップ情報を次世代の人工衛星企業に提供し、資源開拓を行った。金属マッピング方法として、どうやって行くか、どこに行くのか、観測方法、何を観測するのか（1機目、2機目、3機目）を検討しマップを作成した。

使用する超小型衛星の各機（1番機ガイア、2番機オルテガ、3番機マッシュ）のミッションを設定した。この計画をジェットストリーム計画と名付けて、3機編隊の超小型衛星を利用して、小惑星内部に鉄が存在するかどうかを調査し、小惑星帯の金属資源マッピングを行った。

ビジネス化構想として、地球からの輸送ではなく惑星資源を活用することを考えた。年間40個の小惑星を観測し、80個の小惑星マッピングで2023年にサービスインする予定とした。小惑星観測データの販売、3Dモデリングマップの提供、マッピングデータのプラットフォーム化等を進めると共に、地上局のシステム、人工衛星の製造/データの共有し、必要な資源量を採掘/輸送の受注をすること提案した。そのための前提条件、構想、収益を検討した。

チームB（4名）：電磁石による微小スペースデブリ除去

デブリは増加傾向にあり、デブリ除去は重要な課題であるので、これまでに考えられている除去方法を調査した。導電性テザー、レーザー照射、網による捕獲、磁力によるドッキング、ロボットアームによる捕獲が考えられてきた。これまでの除去方法は、大型デブリ除去を対象としており、ここでは小型デブリ（＜1 cm）を対象に除去する超小型衛星利用（3U）の提案をした。電磁石による磁気力で大量に集める方法を提案した。デブリ検知の仕組み、吸引力、回収できるデブリ数の推定、コスト評価を行った。回収できるデブリは高度 850 km で衛星寿命を 3 年とすると、1 機の衛星で約 1200 個回収できる結果となった。総コストとしては、約 1 億円となった。

・チーム C（6 名）：新輸送システムの提案

宇宙での活動領域の拡大とともに、輸送システム確立の重要性が高まってくることに伴うには、効率化された輸送システムが不可欠であると考えた。ゲートウェイ開発を視野にいれ、小型ロケットでの打ち上げ、超小型衛星の新ステーション構想を提案した。新ステーションでの各部材、推進剤、結合方法を検討した。実利用化として、「宇宙への宅急便」としての構想検討をした。

・チーム D（7 名）：超小型衛星群による宇宙太陽光発電を利用した地上送電の提案

超小型衛星 1000 機を宇宙でドッキングするテザー方式 SSPS を提案した。テザー方式 SSPS は、バス部分に対する太陽光パネルの比が大きい、重力傾斜安定により、姿勢制御、送電方法としてはマイクロ波送電といった特徴を持つ。目標の発電量は 1 MW とした。必要なソーラーパネルの面積は 6240 m²となった。超小型衛星利用により、熱輸送が容易、実証実験から実用がスムーズにいける、大量生産でのコスト減少、メンテナンスが楽であるというメリットがある。国内でも検討されており、将来的に実現は可能と考えた。

・チーム E（6 名）：森林伐採の観測と摘発

超小型衛星コンステレーションによりアマゾンに 1 日周期で観測し、森林の違法伐採を見つけ、現地に知らせて取り締まることで、森林減少の食い止め及び違法業者の摘発をすることを提案した。背景としては、アマゾンは CO₂ の吸収源であるが、違法伐採業者の活動等により 1988 年から 2-18 年の間に日本の国土面積を超える森林が失われた。急激な森林消滅は地球規模の気候変動に影響があるので、違法伐採業者を摘発する必要がある。その監視、摘発に超小型衛星利用が可能である。コンステレーションに必要な超小型衛星数は故障も考慮すると 50 機となった。超小型衛星コンステレーションと大型衛星（だいち 2 号）との比較検討により、次に利点があると考えた。

- ・広範囲の土地について、より短いスパンでデータを入手できる。
- ・複数機での運用によって故障した機体の保管を行いやすい。
- ・低コストで生産・打ち上げができる。

この利点により、低コスト広範囲高頻度で森林監視ができ、違法森林伐採を取り締まるシステムができる、森林を守ることで生物の多様性が保たれると考えた。

- ・チームF (6名) : MANTA (Marine, which is origins of All Nature, is kept clean and beautiful by the Throng of the Artificial satellites)

海洋ゴミの課題解決に超小型衛星利用を提案した。超小型衛星で海上に漂うプラスチックごみを監視し経路を特定することを提案した。海洋プラスチックゴミの排出国の検出し、ゴミ回収業者に情報を提供することによる作業の効率化をはかることを目的とした。海流のシミュレーション結果はあるが、正確な把握のためには人工衛星を利用した観測を行い、衛星データと地上データを融合することが必要と考えた。海洋プラスチックゴミ観測する小型人工衛星「MANTA」の概略仕様を検討した。「MANTA」はハイパースペクトルカメラを搭載した3Uレベルのものとした。

AIの活用として、海洋プラスチックゴミの検知、ゴミ漂流予測、衛星データと地上データの掛け合わせを考えた。コスト見積もり結果は、約50億円となった。スケジュール検討結果は、第1期、第2期、第3期と分け、全体で45機の超小型衛星の開発運用を検討した。資金調達方法としては、官民ファンドからの供給や助成金を用いることを考えた。

第5回基礎コース (2021年2月12日～2021年2月26日)

超小型衛星利用提案演習では検討時間がもっと欲しいとの意見を取り入れて前回より1コマ増やした。最終発表会では、審査員及び受講生による最優秀賞、優秀賞の選定の審査を行うこととし、受講生の検討、発表の活性化をはかった。最優秀賞はチームD、優秀賞はチームAが選ばれた。

最終発表会における発表内容は次のとおりであった。

- ・チームA (5名) : 超小型人工衛星ドッキング技術を持った大型人工衛星の運用

大型人工衛星と超小型人工衛星のそれぞれのメリット、デメリットを把握して、互いのメリットを活かす仕組みを検討した。各種ミッション機能を備えた複数の超小型人工衛星を大型人工衛星にドッキングさせることで衛星の機能拡張をすることができることを提案し超小型衛星を合体させることのメリットは、故障した部分の修理・交換、機器を物理的にアップデート可能、超小型人工衛星の機能の拡張、燃料補給が可能といったことがあると考えた。超小型人工衛星と大型人工衛星での機能分担を検討した。

本提案での重要な技術項目であるドッキング技術は、二つの方法を検討した。親機に搭載した把持引き込み型ドッキングシステムを使用する方法と他の方法は、名古屋大学で開発を進めている磁気ドッキング技術を利用する方法を検討した。その他にも、将来的には結合・分離が容易なスライ型衛星や捕虫の仕組みを利用した方法も考えた。

実利用化時の想定顧客についての検討の結果、大学でも研究室、企業の小規模研究、ロケット・人工衛星部品の実証試験、超小型人工衛星規格のオープンソース化などが考えられた。サービス提供時の想定価格を設定した。

- ・チームB (5名) : 超小型衛星を利用したフォーメーションフライトによる巨大電波望遠鏡形成の提案

複数の超小型衛星のフォーメーションフライトにより、天の川を中心部のいて座A*近くのブラックホール周辺のガスを観測する宇宙電波望遠鏡を形成することを考

えた。ミッションの達成方法としては、親機、中継機、子機3台をラグランジュポイント2に配置し、フォーメーションフライトにより、干渉計を用いて観測することとした。実現性の検討を行った結果、フォーメーションフライト/干渉計との技術課題では、長距離通信の技術課題があることがわかった。電波観測では、検知性能は1 Jy 以上が必要であることがわかった。技術課題はあるが、実現性はあると判断し、コスト評価も行った。地上ではフォーメーションフライト誘導制御技術はドローンの姿勢安定システムへの応用、位置計測センサの利用により、工場内での無人搬送台車トラッキングに活用できると考えた。

・チームC（5名）：衛星画像のエンタメ利用

地上で一時的に行われるイベントやランドアートをリアルタイムで衛星から観測、撮影するサービスの提案をした。ドローンでは撮れず、一時的に行われるイベントの撮影を考えた。エンタメと技術課題が掛け合わされている点がオリジナリティであり、社会への貢献やビジネス性も有した提案とした。サービスの内容例として、巨大田んぼアート、ミステリーサークル、衛星写真アート、五山送り火、お祭り・カーニバル、植物で作った絵文字、地上からは見ることが困難な衛星写真アート（万里の長城、チベット山岳地帯）を考えた。衛星機数も1機、5機、10機と段階的に拡張していくこととした。ドローンでのサービス内容と比較して、ドローンで賄えないサービスができればと良いと考えた。

・チームD（4名）：超小型衛星のオープンソース化とプラットフォームの開発

高校生以上の学生を対象にして衛星に搭載したカメラ等ミッション部のプログラミングコードを可変にして、学生がプログラミングを競い合うことのできるプラットフォームの提供及びそのようなサービスに特化した人工衛星の開発、また利用の活性化のためにコンテストも年一回開催することを提案した。コンテストは

「SatCoder」と名付け、参加費無料とし、与えられた課題に対し衛星データを利用した解決方法の提案をし、データを得るためにプログラミングコードを変更し、実際にデータ取得する。そこからわかったことを考察し発表する内容とした。製作する人工衛星は、6Uサイズとした。搭載機器の変更可能性を識別し、またコスト面、法的な整合性及びSDGsとの親和性観点から実現性の検討を行った。

チームE（4名）：社会課題解決型プロジェクト「難民支援を超小型衛星を利用して実現する」

既存の大型衛星による難民支援状況を調査し、超小型衛星による難民支援の可能性を検討した。超小型衛星を利用して実現したい難民支援の内容は、避難民への最適な移動ルートの選択、提示、避難のサポート、避難民の集合場所、移動中の情報共有、難民キャンプ設営地計画のために情報提供等を考えた。実証実験の一つとして超小型衛星からのデータにより難民キャンプの人口に応じた最適な医療活動支援でのコンセプトを検討した。社会課題を解決することを目的とする超小型衛星の利用のビジネスプランを作成した。更に具体的な構想として、名大発の社会課題を解決する超小型衛星利用のアクションプランを作成した。

・チームF（5名）：衛星撮影サービス “Space Eye”

現在宇宙空間で稼働している構造物のプロモーション画像のほとんどはCGであるので、実際の写真を撮影、販売するサービスを提案した。イメージ画像ではなく、実際の映像は、企業のプロモーション、宇宙への関心、宇宙教育へ寄与できると考えた。超小型衛星利用でのメリットを検討し、超小型衛星の概念について検討した。サイズは3Uとし、カメラ性能として画素数、観測範囲、分解能等を設定した。対象人工衛星との距離を500 m以内として撮影を実施することとした。また、コスト試算、マーケットサイズ、社会インパクトを考慮した中・長期のロードマップの作成検討を行った。

(3) かかみがはら航空宇宙博物館見学

宇宙機器実物大モデルを体感することにより、受講生が講義群での内容をより身近に感じてもらうことを目的として、かかみがはら航空宇宙博物館において、宇宙ステーションモジュールおよび超小型衛星の実物模型等を見学した。さらに施設内にて、開発関係者によるミニ講義を実施した。実物大モデルを身近に見て、多くの活発な質問があり、通常では説明が困難な事柄でも、実物を見ながら口頭で説明したため、受講生は深く理解が得られたのではないかと考えている。

現地見学ができなかった受講生には、見学案内及びミニ講義のビデオを事前に作成し、オフラインで履修できるようにした。オフライン用のビデオ撮影には博物館のご協力をいただいた。

実物を実際に見学又は映像を見ることにより、多くの受講生からその開発の素晴らしさとこれからの宇宙開発に希望を持って携わっていききたいとの感想を得ることができた。



日本実験モジュール前での集合写真



博物館前集合写真

第5回の基礎コースでも、かかみがはら航空宇宙博物館見学を予定していたが、岐阜県で新型コロナウイルス感染防止の緊急事態宣言が発令され、見学予定日に解除されなかったため、オンラインのビデオによる履修に切り替えて実施した。ビデオ講義に続いて、名古屋大教員による説明及び意見交換会をオンラインで実施し、活発な質疑応答を実施した。

(4) 宇宙開発実験室見学

受講生の理解を深めるため、名古屋大学工学部にある、超小型衛星（キューブサット）の実際の開発環境を対象に見学会を行った。第4回はコロナ感染拡大防止のために現地見学は中止した。その代替措置として、宇宙開発実験室を担当教員がオンラインで紹介した。第5回は予定通り行うことができ、キューブサットの要素試作モデルを提示しながら説明した。衛星について活発な質疑応答が交わされた。合

わせて、衛星通信実習前後に上級コースの実習で使用する熱真空試験設備と振動試験設備の見学と紹介も行った。ChubuSat-2 衛星に搭載した放射線センサのエンジニアリングモデルの紹介や、振動試験設備では実際にロケットの振動レベルを体感してもらうことも行い、上級コースで実施される振動試験実習への導入とした。

(5) 小型衛星キット実習/衛星通信実習

超小型衛星キットを用いてサブシステムの基礎（構成、機能）を体感することで、超小型衛星に関する幅広い知識や技術を修得する演習を実施した。超小型衛星の組立方法も実践した。

また、衛星通信実習では、実際に飛行している人工衛星からのデータを受信し、どのようなデータがどのような方法で取得できるかを理解することを目的とした。今回は、気象衛星 NOAA が日本上空を約 10 分間程度の間に通過する際の電波を受信するため、理学部の屋上にあがり、簡易なアンテナと受信機とパソコンを使って、衛星電波をとらえ日本付近の雲の状態の画像を取得した。これにより、地球周回衛星の軌道やデータのダウンリンクなどを実感することができたと思われる。



小型衛星キット実習（第4回基礎コース） 小型衛星キット実習（第4回基礎コース）



屋上で衛星通信実習



取り込んだ衛星データに見入る受講生

修了式

第4回基礎コースでは、最終日の9月2日に修了式をオンラインで実施し、全科目を履修し合格した受講生に修了証書をオンラインで表示し授与の代替とした（修了証書は後日送付した）。また、受講生が本コースに対する感想、意見を発表し

た。第5回基礎コースの修了式は3月23日にオンラインで上級コースと合同で実施した(修了証書はあらかじめ郵送した)。

上級コース実施内容

オリエンテーション

上級コースのオリエンテーションはオンラインで行い、特に基礎コースと上級コースの違いや関係を説明した。基礎コースのオリエンテーションと同様、受講生一人一人から本コースへの志望動機や抱負を話してもらい、各自が様々なモチベーションで意欲をもって臨んでいることが分かった。

講義

(1) リモートセンシングデータ解析講義 (オンライン講義)

本講義は、リモートセンシングデータ解析演習の導入となるもので、衛星リモートセンシングの概要にはじまり、特に講師の専門とする海洋リモートセンシングについて述べ、JAXAの衛星データを紹介し、どのように衛星データが得られるか、解析できるかということについて紹介した。

衛星リモートセンシングの概要では、衛星での空間・時間分解能や観測する波長によっても長所短所があり、地上観測やモデルと合わせて取り組んでいることや、人工衛星の軌道や小型・大型衛星の利点を組み合わせることで多角的に理解しようとしていることが述べられた。海洋では、可視・赤外、マイクロ波などで海面高度、温度、海流、塩分、プランクトンなどが人工衛星で監視されている。海面高度が年々増加していることや、北極海の氷が年々少なくなっていることなどを紹介した。また、JAXAの衛星「しきさい」や「ひまわり」のセンサデータについて、WEBサイトを示しながら、どのような波長・分解能・形式で得られているかを紹介した。WEBサイトで簡単な解析ができるツールやTellusのように解析環境を提供しているものはあるものの、より発展的にはPythonを使用してデータ解析が行われていることも示した。講義終了後には、すぐにグループに分かれて演習へと移行した。

(2) 宇宙ビジネスが拓く新たな市場 (オンライン講義)

本講義では、国内外の民間宇宙ビジネスの現状と今後の展望について紹介するとともに、宇宙開発や利用が持続可能な開発目標(SDGs)の17の目標にいかに関与しているかを説明した。コロナウィルス感染拡大の中での、宇宙ビジネス、利用についても言及した。

商業宇宙開発や利用の進展にともない、現在、宇宙経済圏は低軌道から深宇宙へと広がろうとしている。小型衛星の多数コンステレーションにより製造革命や規模の経済が宇宙産業に持ち込まれ、衛星で取得する宇宙ベースの情報利用はさまざまなデータと結びついて新たな価値を生み、宇宙を利用したプロダクトやサービスは宇宙産業市場を創出・拡大している。さらに、宇宙3Dプリンティングで宇宙製造や軌道上組み立てが始まり、月や小惑星における宇宙資源利用や経済開発、有人火星探査まで拓かれようとしている。世界の宇宙産業の売り上げは2007年の17兆円から、現在は2倍以上の40兆円になり、2040年代には300兆円を越えると展望されている。

15年あまりの宇宙商業化の中で生まれた数々の宇宙ベンチャーは、世界で1500社を超え、2030年には1万社を超えるという予測もある。宇宙ベンチャーは、米国や欧州のみならず、宇宙新興国にも広がってきた。米国をはじめ世界における商業

宇宙の新潮流の中、日本でも新たなビジネスモデルによる市場の開拓が促進されている。日本には現在 50 社以上の宇宙ベンチャー企業があり、ロケットや小型衛星から月面輸送やエンターテインメントにいたるまで宇宙機器産業から宇宙利用・サービス産業まで事業領域はさまざまであり、100 億円を越える資金を調達する企業が複数出ている。また、ソニーやキャノン、ANA や JAL、トヨタなどの異業種企業の宇宙参入も活発であり、さらに従来の大手宇宙企業も政府以外の新たな市場を獲得するための取り組みを始めるなど多彩な展開が加速している。

宇宙開発はもともと資源の枯渇、人口爆発、食糧不足、環境破壊など地球の問題を解決するために始まり、これまでは各国の政府が地球の問題解決に貢献してきた。今後は民間の宇宙ビジネスによる貢献も期待されている。

(3) 熱真空試験/振動試験講義（オンライン講義）

本講義では、熱真空試験実習や振動試験実習を行う上で重要となる知識を座学で導入として提供し、実習をスムーズに進めることを目標とした。まずは冷暗黒・放射線・原子状酸素・ロケット振動衝撃など宇宙環境の特有の厳しさを述べ、衛星打ち上げに向けてどのように開発を進めていくかを説明し、衛星試験の中で熱真空試験と振動試験が最もトラブルが多い重要な試験であることを強調した。

続いて振動試験に移り、まずは目的について触れた後、ロケットのもつ固有振動数に共鳴を避けるため、衛星やコンポーネントは剛性要求を満たす必要があること、また、ロケットの振動や衝撃、準静的加速度による荷重を模擬するための、正弦波振動、ランダム振動、サインバースト試験を突破する必要があることを述べた。その試験手法について H-IIA ロケットやイプシロンロケットの具体例を出しながら、実験システムやパワースペクトルなどとともに解説した。

3 つ目に、熱真空試験について述べた。宇宙では熱伝達の 3 要素（伝導、対流、輻射）のうち、対流が効かず、排熱は衛星内を伝導で運んだ後、宇宙空間に向けて輻射で行うことしかないと述べ、受動素子ではその表面状態によって大きく温度が異なることや、熱デバイスとしてラジエータ、ヒートパイプや MLI (多層断熱材) などが使用されることを説明した。その後、熱真空試験の目的や進め方、その大変さ、熱設計の方針について ChubuSat-2 衛星の開発経験とともにふれた。最後に次週に行う実習の内容やグループ分けを含む進め方を説明した。

(4) 国際宇宙法の最前線（オンライン講義）

本講義は、現在国際宇宙法で最も注目されている宇宙資源採掘およびスペースデブリ積極的除去ビジネスについての国際法上の問題点を扱った。

天体の土地を国家が領有することや私人が所有することは、宇宙条約 2 条により禁止されているが、宇宙資源自体の採掘について、すべての宇宙活動国が批准している宇宙条約には規定がない。そこで、禁止されていないことは自由という解釈に基づき、米国やルクセンブルクは国内法で私人の宇宙資源所有を認めた。他方、国際法が規定しないことは国際社会で行為規範を作り上げなければならないと考える西欧諸国や途上国もあり、両者の対立を解消するために 2017 年以降、国連宇宙空間平和利用委員会（COPUOS）法律小委員会での議論が開始された。本講義では、宇宙条約や月協定の解釈、COPUOS 法小委での議論、地球上の類似の制度としての深海底の開発制度などを説明し、対立するそれぞれの立場の論理構成について説明した。受講生からは、衛星の運航による一定の軌道位置の長期の占有は事実上の所有とならないのか、科学探査による資源採取と地球への持ち帰りは、合法なのかという点

など、条約解釈についての興味深い質問がなされた。前者については、排他的使用権と所有の相違、後者については、批准数は少ないが COPUOS で全会一致採択された月協定の規定から、科学探査には適量の試料採取と所有が認められている点などを説明した。

2つめの主題としてのスペースデブリについては、その急激な増加が安全で長期的に持続可能な宇宙活動に対して最大の脅威であることから、軌道上にあるデブリを除去するビジネスが実験段階にある。企業間でデブリ除去契約を結ぶ場合には、衛星に管轄権を行使する登録国の同意が必要であるが、未登録衛星が3割程度あり、必ずしもその条件を満たせないこと、また、複数ある打上げ国が除去失敗の賠償につき連帯責任を負うが、必ずしも打上げ国が明らかでない場合があることなど、衛星運用についての条約上の問題点とそれを乗り越えるために契約に盛り込むべき事項等について説明した。受講生からは、同意なきデブリ除去が合法とされる場合、デブリ除去の失敗からの多数の衛星衝突の連鎖反応により大事故になった場合の賠償問題など、興味深い質問があり、それぞれについて回答した。

(5) 国際宇宙プロジェクト管理・システムズエンジニアリング（オンライン講義）

近年の宇宙開発での衛星利用は、これまでになく多くの国が興味を持ち、超小型衛星のコンステレーション計画等の検討がされており、次世代社会への活用が望まれている。また、月面周回ステーション、月面基地計画、火星探査等の国際宇宙開発プロジェクトも検討されている。衛星利用及び宇宙開発計画では、国際化は必然のことになってくる。このような背景をもとに、本講義を実施した。

本講義は、国際宇宙プロジェクトで進められてきたプロジェクト管理・システムズエンジニアリングについて、理系・文系を問わず理解できるように紹介するとともに、宇宙プロジェクトのみならず、多分野の多くのプロジェクトに考え方が応用できることを理解させることを目的とした。これまで、プロジェクト管理に対して理解の難しさ、適用によるコスト・ロードの増加があると懸念されていた傾向がある。しかし、プロジェクト管理の適切な適用法を見直す動きが近年のあらゆる業種において取り組まれており、また研究課題としても進められている状況である。これらの背景を考慮して、これまでの国際宇宙プロジェクトにおけるプロジェクト管理・システムズエンジニアリングを紹介した。システムズエンジニアリングの考え方、重要性を解説し、定義、必要性、手法、ツール等のプロジェクト実施に際して必要最小限の知識を紹介する。履修生は、各自 PERT というプロジェクト完了までの最適計画設定及びクリティカル・パスを見つける手法を実践演習として行った。ガント・チャート、リスク管理、技術成熟度評価、プロジェクトを成功させる秘訣等の内容を講師の実務経験から理解できるように紹介した。

システムズエンジニアリングでは、プロジェクトを実際に具体的に実行していく上での考え方、手法を紹介した。これらの考え方は、宇宙プロジェクトだけでなく、履修生の現在、将来の研究、業務等にいかされるものと考ええる。受講生からのレポートでは、「演習は良かった。もっと他の演習もして欲しい」という意見があった。また、本講義の内容は、履修生の「これからの研究、業務、人生で適用したい」との意見が多くあり、本講義の意図を理解しており、成果があったと考える。

実習・演習

(1) リモートセンシングデータ解析演習（オンライン演習）

第2回上級コース（2020年9月7日～2020年9月18日）

リモートセンシングデータ解析講義で得た知識・手法をもとに5グループに分かれてテーマを決定し、そのテーマに関する衛星からのデータをPython等の解析ツールを用いたデータ解析の演習を実施した。オンラインでの活動状況を把握するため、出欠をとり、毎日各グループの状況報告をしてもらった。特にチームのテーマが決まらないうちに先に進まないため、その方向付けのために演習1日目に中間発表を行った。そして、2日間にわたって計5コマの演習を行った後、4日目に各グループ15分の最終報告会を行った。演習としては全7コマ分ではあったが、その他時間外でも議論されていた。最終発表では教員を含めて全員で投票を行い、最優秀賞を選定した。その結果、衛星データから森林火災のリスクマップ構築を提案したB班が選ばれたが、教員の中で評価が高かったのが海底活火山を衛星データを用いて発見するという提案をしたE班だった。演習終了後にオンラインでの演習についてアンケートをとった。その結果、全ての人々が満足しているものの、Tellusの具体的な方法を知りたいなどもっと解析について教えてほしいという声が聞かれた。また、キャンセルがありメンバーに偏りができてしまったこと、グループが多くなったことにより最終発表会での議論に時間がさけなかったことも課題として残った。

以下に各グループで取り組んだテーマとその内容を示す。どのグループも短い期間で面白い提案にまとめている。

・A班（5名）：宇宙線雲仮説検証に向けた衛星データと機械学習を活用する新たな解析手法の開発

宇宙線強度と雲の発生量に相関があると言われているが、そのメカニズムは未解明である。その相関を検証するため、Convolutional Neural Networkという機械学習の手法により、衛星「ひまわり」の名古屋市上空の雲の光学的厚さ(CLOT)と気象庁が発表している名古屋市の雲量(0+, 0-10, 10-の13段階評価)を教師データに用い、回帰モデルから衛星データだけで雲量を推定するモデルの構築を目指した。学習回数を増やすことで正答率が増加したが、正解を知らないデータについては過学習のため正答率がわずかに低下した。確かに雲量の予測でも明らかに間違った答えを与えているものがあり、正常な予測ができなかった。この要因は、教師データの不足によるタスクの複雑さに対応できない、陸上から海上のデータを推測するのは難しい、雲量0, 10が多く教師データにかたよりが存在、衛星データと地上の観測地点のずれなどが考えられる。

・B班（5名）：Green Earth Project

地球の緑を守ることは、地球温暖化抑制・土砂災害防止・ヒートアイランド現象緩和・快適性を維持する心理的效果など大きな意味があると考えられる。衛星データを用いてグリーンインフラの推進と森林火災アラートシステム構築という2つのテーマで解析した。グリーンインフラについてはNDVI(正規化植生指数)を指標して名古屋地域の緑の活性度や量をモデル化し、このマップをモニタして今後の都市開発に生かしていく。一方、森林火災については枯葉同士の摩擦を想定し、森林火災危険指数(FFDI)でリスクマップを作成した。今回は大規模な森林火災がおきているオーストラリアに着目し、FFDIの計算に必要な湿度は「しずく」衛星の積算水蒸気量を使ってモデル化し湿度に変換した。このマップによりリスクが高いエリアに事前にアラートを発令し、集中的に放水するなどの効率的な対策をとることが可能に

なる。今後風速や気温のデータで精度向上を目指し、データ欠損を減らすため数値モデルとの同化、他の世界の地域への適用を行う。

・C班（4名）：Volunteer From Space

東京オリンピックのマラソンの開催地が東京か札幌か議論され、国際オリンピック委員会（IOC）は札幌を選んだ。確かに気温が低いという点で確かに有利であることは言うまでもないが、今回あらためて衛星データと地上データの面からどちらがいか多角的に検証した。評価したのは、気温・湿度・日射量・植生・土壌・道路幅・新型コロナウイルス感染者数・勾配のパラメータである。植生・土壌については Landsat8 衛星のデータから Tellus 開発環境を用いて NDVI や NDSI を指標に評価した。その結果、気温、植生、コロナウイルス感染者数で札幌が、道路幅で東京が有利となった。全てのパラメータを点数化して評価したところ、札幌が妥当であるという IOC の決断を支持する結果になった。

・D班（7名）：衛星データから見る感染症

新型コロナウイルス感染拡大により、人々の感染症への関心が高まっている。ここでは感染症の中でコレラや川崎病の感染者数が、衛星データからわかる情報と相関があるかどうかを調べることにした。コレラについてはハイチとイエメンについて、海面温度とクロロフィル濃度の相関を調べた。海水温度上昇直後にクロロフィル濃度が上昇し、その後感染者数が増大していることが分かった。そのことから、日照時間の増加で海水温度が増え、クロロフィルの光合成が活発化して増殖し、海水汚染が進行し、汚染された海産物を食べることによって感染者が増えたと考察する。もう一つの川崎病については、エアロゾル、温度、湿度との関連を調べた。風で菌が運ばれたのだとすると、エアロゾルと感染者数が相関すると思われるが、2002-2004 年と 2015-2017 年で、エアロゾル量は春から夏にかけてピークとなるのに対して、むしろエアロゾルの少ない冬に患者数が増えていることが分かった。また、2000-2002 に比べて 2015-2017 の方が患者数が増えているが、エアロゾル量には変化がなかった。このことからエアロゾルの変化が患者数増加の要因ではないと考えられ、全体的に衛生環境が良くなったため、逆に免疫力が低下している可能性がある。

・E班（5名）：Submarine Volcano × Satellite

衛星データを用いて海底活火山の位置を推定し、その後、海上の船舶により超音波センシングで特定することを目的とする。海底火山がどこにあるのかわからないため、人工衛星で宇宙から効率よく広範囲をカバーし、海水温や海色を継続的に観測する。今回検証のため、水深が 20 m と浅く頻繁に活動がみられる、ソロモン諸島の Kavachi という海底火山に着目した。火山活動と同期して GRACE による海水温データや Sentinel-2 による可視光画像の海色に変化が見られ、OCEAN-WEB による火山の位置の海面高度に盛り上がりが見られた。このことから衛星データで海底火山を発見することは可能であると思われる。火山による海底熱水鉱床にレアメタルなどの海底資源が含まれる可能性がある、また早期発見により防災（火山形成による地震、船舶の航行）に役立てられるなど利用価値がある。

第3回上級コース（2021年3月1日～2021年3月12日）

第3回上級コースではリモートセンシングデータ解析演習は4グループに分け、演習時間を全8コマとした。また、最終発表会の時間を1コマ90分ではなく2時間とし、各班15分発表+5分質疑応答として議論できる時間を十分確保した。第2回同様に最後に受講者・審査員全員で投票を行い、データ解析の質が高くグローバルな視点で検討したD班が最優秀賞に選ばれた。以下に各グループの演習成果をまとめる。

・A班（6名）：ベストな再生可能エネルギーの提案

我が国の化石燃料に頼る、低いエネルギー自給率があり、かつ、原子力発電に代わる代替エネルギーを模索する中で今回は、洋上と地上における風力発電、潮汐発電、波力発電の3つに着目し、地域に応じた最適な手段を見つけることを目的とした。今回、地域としては工業地帯にある鹿島・銚子を選んだ。それぞれの発電に必要な風速、満潮と干潮での水位の差、波の高低差を衛星データやモデルから求め、面積1 km²あたりの年間発電量を見積もった。最も高く見積もられたのは潮汐発電の年間約50 MWhであり、他2つは1 MWh未満であった。潮汐の場合1 km²を仮定しており、それが本当に可能なのか、また、風力発電は高度による依存性や1 km²あたりの基数を16からさらに増やすことで増やす、波力については様々な方式を考えるなどが今後の検討である。

・B班（5名）：衛星データを利用した野菜の価格予想

農作物の価格予想は様々な要因が考えられるとはいえ、人工衛星から得られる情報をもとに価格予想を行い、農作物の生産効率を上げる、また、取引価格予想を行うことでビジネス展開できる可能性がある。今回は、愛知県渥美半島地域(豊橋市や田原市)のキャベツに着目し、2016年から2020年の5年間分の名古屋市中央卸売市場のキャベツの価格、渥美半島周辺での降水量(GSMapを利用)、気温(JASMESを利用)を比較した。降水量については、100~300 mm/月で価格との弱い相関がみられ、演習の行われた3月の降水量は低く、前年度に比べて安くなりそうだと分かる。一方、気温については季節変動による変動が大きく有意な相関は見られなかった。気候との関連にタイムラグがあるのかもしれないため、今後日射量などの物理量も試してみる必要がある。

・C班（5名）：衛星データを用いた不動産コンサル

新型コロナウイルスによる生活の変化により、リモートワークが推奨され、居住地の重要性が高まっている。衛星データと地上データを組み合わせて、不動産屋は個人に合ったおすすめの街を提案することができないかと考えた。衛星データからは、エアロゾル(=空気の綺麗さ)、夜間光(=夜の活発度合)、植生指数(=緑の多さ)を用い、地上データからは気候の安定性(降水量、日照時間など)、事故発生件数や人口統計情報(若い世代(18から22歳)の人口)を用いた。比較のため、受講生の出身大学(法政大(東京都調布市)、電通大(東京都小金井市)、名古屋大(愛知県名古屋市))周辺を調べたところ、いずれも比較的都会のため、あまり大きな差がでなかったが、今後様々な土地に応用が期待できる。

・D班（6名）：開発途上国の発電に適切な土地を探せ！

発展途上国では道路・水・電気などのインフラ設備が不足、また、停電も頻発するという状況があり、一方で国土が広く、土地もあるため、発電所を多数設置でき、需要が高い。世界的に見るとアフリカ大陸のサハラ砂漠以南、特にタンザニアの電力普及率が低い。2030年のタンザニア電力需要(5000 MW)を満たすことを目標として、本解析により発電所(太陽光、風力、水力の3つ)が設置可能な土地を探すこととした。太陽光発電は日射量の多い場所を抽出し、開拓地であることを条件に課して見積もったところ、112.7 MWとなった。風力発電については風速の大きい海岸線に近い部分で大都市のダルエスサラーム近郊の海岸浅瀬に設置することを考えたところ、1454 MWとなった。水力発電所はすでにある、もしくは計画されているため、追加としてマイクロ水力発電や海洋温度差、海流エネルギー発電を検討し、実現可能であるという結果は得られたが、具体的な数値の見積もりまで至らなかった。全体を通して一部の地域に限って検討したにも関わらず目標 5000 MWh の 30%まで確保できる見通しを得た。今後国土全域のデータを扱うことで電力需要を満たすことができると考える。

(2) 熱真空試験実習・振動試験実習(第2回現地/第3回現地+オンライン)

本試験実習は実機を使って体感してもらうことが目的のため、オンラインではなく名古屋大学内設備を用いた現地開催を基本とした。ただし、設備の関係や密な状態をさけるため、1度に参加できる受講生の数を制限し、受講生を2グループ(各グループ10名)に分け、1回の実習を2日間4コマとして2回(4日間連続で全8コマ)行い、どちらのグループも熱真空試験と振動試験を交代で実習できるようにした。また、振動試験装置や熱真空試験装置は一つしかないため、その前に集まると密な時間が増えてしまう。したがって、説明は別の部屋で行い、実験を行う時だけ実験室に移動した。最終的にキャンセルがあり、第2回の参加者は熱真空試験15名、振動試験16名、第3回の参加者は熱真空試験、振動試験ともに17名であった。文系の大学生から社会人、留学生まで幅広い背景をもつ受講者が参加した。

第3回ではさらなるオンライン化を進め、どちらの実習も、2日間のうち1日を名古屋大学の現地実習とし、もう1日はオンラインとした。これにより、平日4日間名古屋大学に来る必要はなく、社会人などへの門戸が広がったと思われる。オンライン実習では実習で取得したデータを自分で確認してもらい、評価することで理解を深めることとした。グループごとに評価結果を発表し、議論・解説した。

(2)-1 熱真空試験実習

本プログラムでは、宇宙機熱設計および検証試験の特性を実感・理解することを目的とし、宇宙機熱設計の特徴である輻射に焦点をあて、受講生が主体的に試験を行うプログラムを提供した。内容は名古屋大学が所有する熱真空試験装置を用いた、特性の異なる複数の熱制御材の熱光学特性評価試験である。加えて、座学よりも詳細に、宇宙空間での熱伝達特性、熱設計方針および最新の熱制御材料の紹介を行った。熱光学特性評価試験では、3種類(銀蒸着テフロン、アルミ、MLI)のサンプルを受講生に作成してもらった。その後、サンプルを真空チャンバー内にセットアップし、十分にシュラウド(サンプル周囲の空間)が冷却された後で、既知の熱量をヒーターで加え、輻射で冷却すると両者がバランスして平衡に達した温度を熱電対で測定することにより、全半球放射率を測定するという流れである(カロリメータ法)。しかし今回は、熱真空試験装置が一つしかなく作業が密な状況となるのを避け

るため、真空チャンバーを含む熱真空試験装置を短時間で説明するにとどめ、各自が作成したサンプルを測定するのではなく、あらかじめ測定したデータを用いて、熱光学特性を評価してもらうこととした。名古屋大学が所有するポータブル測定器による垂直放射率および太陽光吸収率測定は実施し、カロリメータ法の結果と合わせて議論した。事後の受講生アンケートでは全受講生が非常に有意義な講習だったと回答した。



熱光学特性サンプル製作



実験スケジュールについての説明

(2)-2 振動試験実習

本実習では、SOLID WORKS を用いた有限要素法による単純はりなどの固有振動数の計算手法と名古屋大学が所有する振動試験機を用いて振動試験手法について学ぶことを主眼として行った。1 日目は、単純な構造でシミュレーションによる固有振動数計算と実験から得られた固有振動数を比較することを目的とした。前回行った単純はりとは今回新たに作成したリブ構造ありなしのサンプルを加えて、どちらかを選択してもらう形としたが、どちらのグループもリブ構造を選択した。計算は、SOLID WORKS によりアルミ合金で再現し、固有振動数を計算した後に、その実物の振動試験を行い、固有値が一致するかどうかを確認した。同じ重さでもリブ構造にすることで確かに剛性が上がり、固有振動数が高くなることがシミュレーションと実験から確認できた。2 日目は 1U キューブサットと同様な形状の衛星モデルを用いて、振動試験を行った。まずは CAD データを与えて、SOLID WORKS で固有振動数を確認した後で、衛星モデルを簡易的に組み立ててもらい、振動試験を行った。振動試験については、正弦波振動やランダム振動といった重要な試験を、実際に超小型衛星が搭載されるであろう H-IIA やイプシロンロケットと同じ振動レベルを体感しながら行った。CAD や振動試験を体験できて有意義だったという意見がある一方で CAD にもう少し時間が欲しい、振動試験で逆に失敗を体験したいなどの意見があった。



振動試験を見守る受講生



振動試験前の準備

修了式

第2回上級コースの修了式は、最終日である9月18日(金)に実施した振動試験・熱真空試験実習に引き続いて、名古屋大学理学南館セミナー室で実施した。第1回の際には、各受講生から感想を述べてもらっていたが、新型コロナウイルス感染防止の観点から時間をかけず修了証書授与をメインとして簡素なものとした。全科目を履修、合格した13名の受講生に一人一人修了証を授与した。第3回は修了者13名に対して、基礎コースの受講生と合同で3月23日(火)にオンラインで行った。修了証はオンラインで電子版を提示し、読み上げるとともに、実物を別途郵送した。



第2回修了式挨拶



第2回修了式最後の全体集合写真

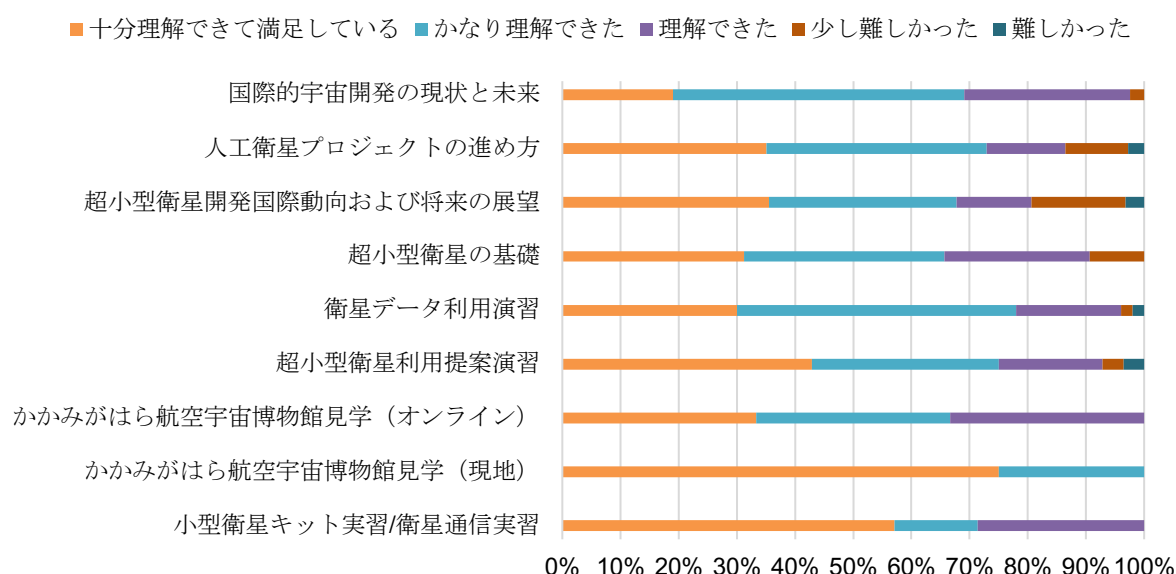
アンケート集計結果

実習を除いて、講義、演習はオンラインで実施したので、科目毎に理解度や満足度のアンケートをとった。

第4回基礎コース

1. 科目毎理解度/満足度：第4回基礎コースを受講し、あなたの理解度/満足度はどの程度でしたか？

基礎コース 科目別 理解度/満足度



2. 各科目に対する意見（改善点を含む）

アンケート及びレポートからの各科目への主要な意見（改善点を含む）を以下に示した。

(1) 国際的宇宙開発の現状と未来

- 宇宙開発は宇宙そのものではなく、様々な技術に応用されるといった事が興味深かったです。また、衛星の利用は裾野が広く、アイデア次第ではさらなる利用ができると思い可能性を感じました。
- 衛星の利用について私は歴史に関してはある程度知識はあったが、実際にどのように使用されているかは知識がなかった。宇宙にある衛星からの計測といっても、静止気象衛星、グローバル光学放射計、合成開口レーダー、高解像度光学放射計、温室効果ガスセンサ、降水レーダー・雲レーダー、マイクロ波サウンダ、マイクロ波放射計と様々な種類があることは知らず、今後新しい宇宙利用を考えていく上で、参考になった。
- 衛星データを民間人に利用できるように様々な取り組みを行ってきたことに気づき、人類の生活を快適にしようとする意識を得た。
- このプログラムで色々なことを学んでこれからに生かしたいという意欲が一層強くなった気がします。
- 前例のないオンラインでの開催になってしまったからだとは思いますが、もう

少しスムーズに講義が進めばより理解しやすいだろうなと感じました。

- 宇宙開発に興味のある人ならば、宇宙開発の大まかな流れが包括的に理解できる本講義を興味津々に聞くだらうという一方、興味のない人には 2 時間の講義は長すぎると思う。

(2) 人工衛星プロジェクトの進め方

- 普段仕事をする中での重要なポイントを改めて勉強し確認ができたと思います。
- 有期性、独自性をもち段階的詳細化されたものがプロジェクトであるという考えは今までにない考え方であり、目から鱗であった。この考えでプロジェクトを自分が立案・遂行する際には大いに参考したいと感じた。
- 重要で中身が濃かった講義であったため、途中で休憩が欲しかったです。集中力が切れてしまった時間があり、その部分のノートがあまりとれませんでした。内容は本当にこれから必要になってくる技術や考え方であったと思います。
- 人工衛星のみならずプロジェクトの進め方がわかりとても良かったです。
- 今回の講義は非常に難しく感じました。理解できなかった点が多く、悔しく思います。プロジェクトを進めるにあたり、そのステップの多さや考慮しなければならないことの多さを漠然と感じることはできました。またそれらの多さに驚きました。過去に、ステップを経るうちに却下となってしまったプロジェクトにどのようなものがあったのか気になりました。
- 今回の講義でプロジェクト自体やチームワークについては理解できたように感じますが、プロジェクトの進め方については少し難しく感じました。
- 個人的に人工衛星の技術そのものに対して興味があるため、そのための参考書などが提示されていればなお嬉しかったと思う。

(3) 超小型衛星国際開発動向及び将来の展望

- 専門用語が多く講演内容がかなり専門的だと感じました。まだまだ知識不足で大学の勉強以外にも外にアンテナを向けなければならないと思いました。
- 講義の性質上仕方ないのかもしれないが、超小型人工衛星の技術そのもの（利用ではなく）についても詳しく知りたいと感じた。
- とても情報量が多く、すべてを理解することは出来ませんでした。衛星に関する知識を増やすことが出来たと思います。

(4) 超小型衛星の基礎

- 数多くの具体例を交えた説明がわかりやすく、超小型衛星の設計思想などの理解に役立つ知識を学ぶことができた。
- 衛星というと国家プロジェクトで行っているイメージがあった。そのため学生には遠い話だと思っていたが、先生の話聞き、学生でも 10 年以上前から参加できるものだとは思わなく、意外にも身近なもので驚いた。
- 「人工衛星」というざっくりとしたものが、構造とシステムから理解することで少し身近に感じることができた。コロナがなかったら実際に研究室を見学したかった。
- 講義の性質上仕方ないが、超小型衛星の技術についてもっと工学的な解説が欲しかった。しかし、この分野への興味はとても増した。
- 超小型衛星の作成方法に関して学ぶことができた。今後何かしらのプロジェク

トで超小型衛星を作成したいと感じた。

(5) 衛星データ利用演習

- 年齢や専門の垣根を越えてコミュニケーションを取りながら、自らの出来ることを組み合わせて1つの作品を作り上げる行為はネット上でも対面の時と変わらないレベルで達成感あふれるものであった。
- 私は今までロボットを作ったり、学生ロケットを作ったりと、ハードウェア作製ばかりに興味を持っていました。しかし、人工衛星によって得られるデータをどのように利用していくかを具体的に教えてもらうことで、データ利用というソフトウェア的面にも興味がわいてきました。
- 宇宙で検出したデータを我々人類の課題解決にどう役立てるかという、文理や学問の壁を超えたテーマでの演習は新鮮でした。アイデアを決めるのに時間を要してしまったのが反省点です。学生さんも今の時期は長期休暇中であると思いますので、演習に向けての予習用教材を参加者にオープンにしていだけると、より面白い利用案や実際の解析例が出てくるのではないのかなと思いました。
- 衛星データがどのようにして使われているか、幅広く知ることができて良かった。色々な種類のセンサーやレーダーを用いることで、様々なものを見ることが出来るが、雲がかかっているところなどは、見えないものもあることが分かった。
- この演習での最終アウトプットのイメージを全員が持てていなかったのもので、その都度質問ができる状況だと議論や意見出しの方向修正が適切になされと感じたので、オンライン MTG の課題かもしれません。
- 時間があまり無かったので、満足のいく提案をすることが出来なかった。
- 様々な企業が、どのような衛星データをどのように利用して、どんなサービスを提供しているか、具体的な実例を参照できればとても助かったと思う。
- オンラインでのコミュニケーションは難しさも感じたが、最終的には納得のいく発表ができたと思う。
- 一つ思うところとして、この講義で得られた知識が、後の演習に十分生かされていないと感じたので、もっとサイエンスを深掘りして、時間を取って行っても良かったのではないかなと思う。
- ネット上での開催であったためにやりにくい部分はあったが、対面ならば更に有意義なものになると思った。
- 様々なバックグラウンドの人と協力して **GSMaP** について学べる。オンラインなのでコミュニケーションがとりづらかったり、先生に質問しづらかったりという課題はあった。

(6) 超小型衛星利用提案演習

- 衛星データ利用演習よりも長い制限時間の中で、よりグループ内で深い議論を行うことが可能になったことにより、自分がある程度の達成感を得られるくらい作品を作り上げることが出来たと思う。
- 質問対応にも構えていたので、答える時間がなかったのは残念だった。
- とても有意義な時間だった。
- オンラインを利用したグループワークが学べ、いい経験になった。衛星につい

でも分担して調べることで一人の時よりも多くのことが学べ、衛星についてより理解が深まった。全体的に大変だったが、発表のスライドが完成し、発表練習もうまくいき、最後はとても達成感があり、参加してよかったと思った。

- 今回はあまりメンバーの背景を生かすことが出来なかったように感じます。次回からは、メンバーの強みを理解し、適材適所に人員を配置できるように頑張りたいです。

(7) かかみがはら航空宇宙博物館見学（現地、オンライン）

【現地】

- 実際に現物(に近いもの)を見て、専門家の方のお話を聞いたのはとても貴重な体験だったと思う。開発の裏話や意図、考え方など、どの書籍にも載っていないような知識が得られた。
- 現地でのミニ講義はとても面白くためになるものでありました。
- 実物を見るからこそ生まれる疑問にもその場で答えてもらうことができ、とても良かったです。

【オンライン】

- この博物館は必ず実際に見に行った方がワクワクすると感じているため、時間を作って今後自分でじっくり見て回りたいと思う。
- ISS のモジュールの細かい部分まで知れて良かったです。
- 自身が CubeSat の開発しか携わったことがなく知見がない部分だったので、知らないことが多かったです。
- 展示内容がどのようなものであったかは、HP で見るより詳細に実感することができたが、その場で気になったことを質問できないのが残念であった。
- 日本の宇宙探査ユニット「きぼう」の内部の構造を見て、イメージがわきました。トイレのバキュームや太陽中性子観測の意義を知ることができ、大変勉強になったと思います。今度は実際に行って、もっとイメージを膨らめたいと思います。
- 動画でも有益な情報だったが、それだけに、現地参加でないためにその場で田中先生や山岡先生、学芸員の方々に生質問できるという貴重な機会を失ったのは惜しいとも思う。その点は次の機会に期待したい。

(8) 小型衛星キット実習/衛星通信実習

- 座学では得られない非常に素晴らしい体験だったと思います。
- 前半の衛星通信実習は衛星からの電波の受け取り方や人工衛星を作るときの試験の一部などを実際に目で見て体験することで、頭で考えるよりも遥かに人工衛星の製造や運営へのイメージがわいた。後半の小型衛星キット実習では、かなり簡素ではあると思うが人工衛星の作りを自分の手と目で知る機会になり、人工衛星を飛ばそうとしたときに考えることを少しでも理解できた気がする。もう一つ感じたのはただの主観的な感想に過ぎないが、実際に触れることができると考えるだけより何倍も楽しい。そこから教育には実験、実習は欠いてはいけないものではないかと感じた。
- 衛星通信実習は、受信したデータをその後、もう少し閲覧・解析できる時間があるとなお良かったと思います。
- 小型衛星キット実習は、とにかく手を動かしてみることは楽しいですし、半日

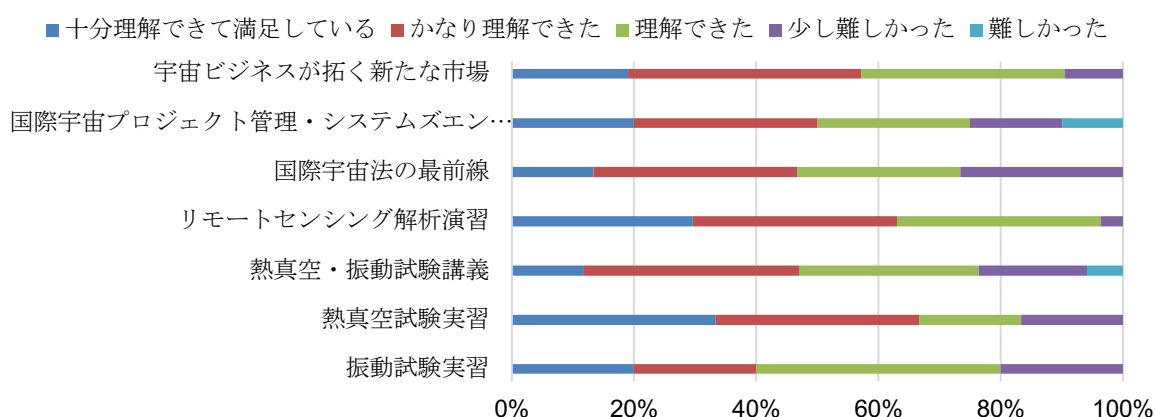
ではもったいない実習内容でした。

- 理系の知識がほぼ無いまま参加したので、衛星キット実習では人より分からないことが多く難しかったです。ですが、同じチームの人に教えてもらいながらどの太陽電池が動いていないのか考えていくのはとても楽しかったです。通信実習では、一瞬でも衛星からの画像を見る事が出来てよかったです。本当に宇宙に衛星があり、そこから情報を得ていることを実感しました。

第2回上級コース

1. 科目毎理解度/満足度：第2回上級コースを受講し、あなたの理解度/満足度はどの程度でしたか？

上級コース 科目別 理解度/満足度



2. 各科目に対する意見（改善点を含む）

アンケート及びレポートからの各科目への主要な意見（改善点を含む）を以下に示した。

(1) 宇宙ビジネスが拓く新たな市場

- 長い時間をじっくりかけて宇宙ビジネスについて知ることができて興味深かったです。一見関係ないようなトヨタ、ソニー、ZOZO などと言う会社の宇宙への関わり方を聞いたことで、いろんなアイディアを知ることになったのでよかったです。
- 宇宙開発技術のビジネス利用について、こんなに広い視点からいろんなインプットが得られる機会はなかなかないので、とてもためになりました。
- これからも宇宙産業は盛り上がっていくものであることが分かり、少し不安を持っていた自分にとっては良い情報を手に入れられて満足であった。
- 今後の宇宙ビジネスの展望について理解を深めることができた。中でも、宇宙データ利用の拡大が産業の幅を広げていくという内容は、まさに衛星利用解析演習をする際にその有用性を改めて感じていたこともあったため、まさにその通りになっていくのだと感じた。私は将来宇宙産業に携わりたいと思っているため、ここで宇宙ビジネスが今後拓いていく新たな市場について知れたことは、大変有意義であった。

(2) 国際宇宙プロジェクト管理・システムズエンジニアリング

- 基礎コースのほうでもマネジメントを学べたが、こちらではより具体的な手法について学べてよかった。
- 演習でやった PERT というものは知らなかったため、とても勉強になりました。
- エンジニアとして働くには、技術や知識だけでなくプロジェクトを企画し成功させるまでの道筋を立てる能力も必要だということを実感させられました。まだ机の上で知識を蓄える段階ではありますが、このような講義と今回の上級コースで多くの刺激を得て、将来の現場につなぎたいと思います。
- 基礎コースでも同じようなテーマについて学んだので、理解できるかと思ったが、難しかった。
- 非常に有益であったが、非常に難しい内容だった。内容が濃すぎて頭が追いつかなかったのが悔やまれる。また、教えてもらったことを実行に移すことが難しい。演習の中でできるだけ活用しようと考えているが、どうやって使えばいいのか、どこにどれを当てはめればいいのか、考えるのが非常に難しい。
- 国際宇宙プロジェクト管理はとても複雑だが、今回の講義では考え方を理解することの重要性を学んだ。
- 本講義は 3 月の時にも聞いていたが、現在大きなプロジェクトの責任者を務めていることもあり、もう一度本内容を学習したいと考えていたために履修させていただきました。前回聞いていたこともあり大変期待していたが、その期待を上回る内容でした。
- 講義のペースが早かったので、かなりの基礎の部分が身に着くのが難しい。

(3) 国際宇宙法の最前線

- 衛星の国籍登録や民間の進出に伴い徐々に浮き上がってくる法律的な問題について知ることができ、具体的にどういうことを考えながら衛星開発やプロジェクトの考案、実行をするべきか想像でき良かった。
- 規制緩和などにより宇宙への進出が容易になりつつある昨今において、一つの国の法律のみならず、国際宇宙法について学び、それを遵守することは必要不可欠であると感じた。
- 国際法のウィークポイントでもある強制力の弱さ・是正方法の不確立が特に印象深く感じた。衛星プロジェクトを進める身として他人ごとでは済まないもので、さらなる追求をしていきたいとおもえる機会になった。
- 法律関連については全くの素人でしたので専門用語などは難しいかなと思っていましたが、分かりやすく事例も提示されながら重要な国際法などの成り立ちや実情などについてもご説明があり非常に勉強になりました。
- 国際法が国連でどのように作られ、それぞれのカテゴリーの法が各国にどの程度の効力をもたらすかという国際法の基礎を学べた。この講義を通して、法律分野の重要性がよくわかった。

(4) リモートセンシング解析演習

- 非常に沢山ある衛星データの中から自分たちの実現したい計画にとっての大切な要素を必要十分に抜き出してどのように結びつけてゆくかをしっかりと見極めるのが最もリモートセンシングで重要になってくるのだということを本講義

で学んだ。

- リモートセンシング衛星によってどのようなデータが観測可能で、どのようなデータが取得されているかを体系的に学ぶことができた。
- 段々と演習についていけなくなってきた。文理の壁を感じる。出来る限りの努力はするが発表に参加するのは難しそうである。
- 衛星データを読み込んで機械学習を使用することによって仮説を実証しようとするなど、提案することが主であった基礎コースとは異なってかなりレベルが上がっており、非常にやりがいを感じたと共に自分以外のメンバーにも知識の豊富さであったりプログラミングスキルの高さであったりチームをまとめ上げる能力であったりと様々な点で刺激を受けた他のチームとは異なりかなりサイエンス要素を含んだテーマを自分たちは選択したが、最終的にそこまで完璧には行き着くことが出来なかった。このようなテーマは 1 週間のグループ活動で目標達成するには極めてチャレンジングである。
- 演習の日数が少なめなこともあって、プラン作りからデータ収集、分析までにあまり十分に時間を取れなかったところもありましたので、可能なら事前に課題をアナウンスしておいて頂いて、アイディアは事前に少し考えておくとか、何かしら準備ができるとよいのではないかと思います。
- 対面の場合と違い、時間通りに集まり、すぐワークを開始し、時間がきたらすぐにログアウトしがちになり、会話が減ることに気づいた。そのため、ワーク以外の時間をあえて確保した雑談する時間を設けた。その結果、チームメンバーとより親密になることができ、皆の発言が増えたと思う。このようにオンライン特有の課題を発見できたという学びを得られた。

(5) 熱真空・振動試験講義

- 熱真空・振動試験を行う意義やその要求などについて把握することができた。また、こういったパラメーターに注目すべきかなど、実際の試験に向けた良い予習になった。
- 宇宙環境の基礎知識と、その過酷な宇宙環境で動作しなければならない衛星の試験、特に熱真空試験と振動試験について学んだ。熱に関しては黒体放射を記述するプランクの公式やシュテファンボルツマンの公式、振動に関しては一次元のバネ問題など、基礎物理学の知識から衛星の熱や振動をある程度理解できることが興味深いと感じた。一方で、実際の衛星は複雑な多体系であり、数値解析には構造数学モデルが必要という。実習では、その数学モデルにどのような物理が入っていて、実際の衛星試験データとどの程度一致し、ずれるとしたらそのずれはなぜ生じるかなどについて理解を深めたい。
- 基礎コースでも実験を行っている様子は見られましたが、今回は実際に自分で作ったものを実験で使えるということで、より実践的な経験ができるのだと楽しみになりました。共振の話の中で、フーリエ変換や固有振動数など、最近習った知識が現場で活かされているのを実感して今後の学習へのモチベーションにもなりました。
- 理系で知識が既に少し蓄積された状態では理解しやすいが、文系の方や知識がない方も受講する講義であることを考えると、理論的な説明を行う際はもう少し説明に時間を割いても良いのではないかと感じた。
- 「試験概要」としては、振動試験、熱真空試験ともにも目的や、試験のしくみ、

試験の種類等体系的に説明していただき、とても理解しやすかったです。しかし、聞きなれない単語などあり、試験としては難しそうなイメージがありました。

- 今回は実習に参加できないので、次回はぜひ参加したい。
- 演習の前に講座をやるより、演習の最中にすべきではないだろうか？情報量が多すぎてついていけなかったということと同時に、あまりイメージがわかなかった。演習で興味がわいてから聞いた方が絶対に吸収量が多くなったと思う。

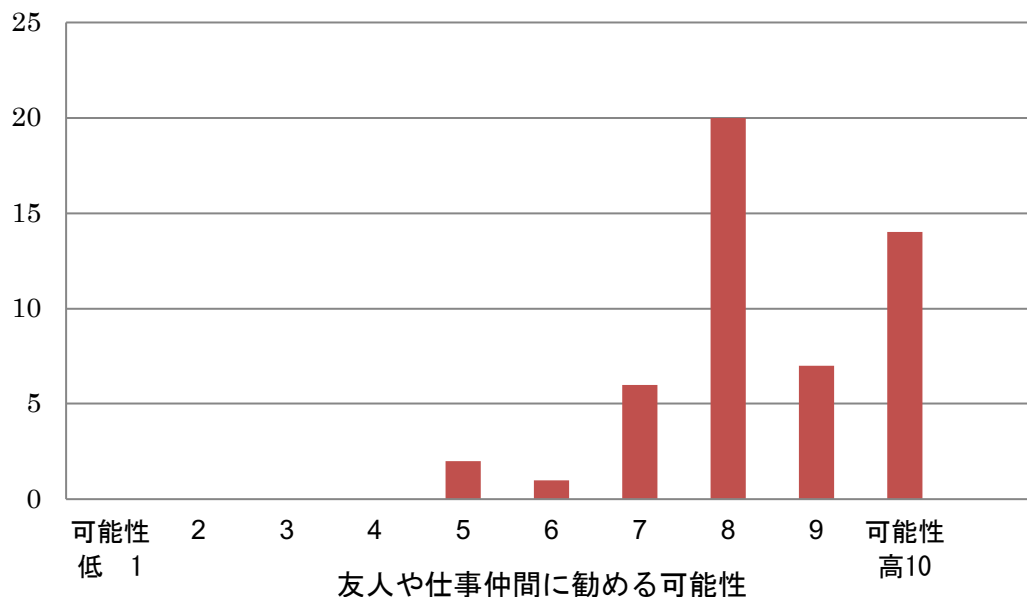
(6) 振動試験実習

- 振動試験の重要性、それに耐えうる構造の作成の必要性を学んだ。
- 私が大学で使用している **SOLIDWORKS** でものづくりから始まり、振動実験に載せる 1U の人工衛星も組み立てがあり、実践的な知識もかなりつきました。特に **SOLIDWORKS** での解析が面白く、今後かなり使える知識が得られたと思います。

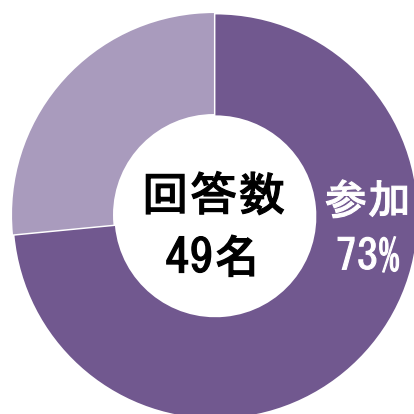
(7) 熱真空試験実習

- 非常に興味深い内容だった。
- 振動試験実習の時とは違う人と 2 人組になり、交流も増えました。真空にする方法や機械のグラフの読み方、サーマルブランケットの仕組みや銀テフ作りなど知りたいことがたくさん知れて本当に楽しかったです。新たな素材の紹介もしていただいて、私も将来は人工衛星づくりに携わりたいと強く思いました。
- 熱真空試験については、動画での説明だったので実際に行いたかったです。動画での説明と実際に経験するのでは理解度はちがうので、現地での実習を行うならば、実際に行うべきと考えます。

3. 友人や仕事仲間に勧める可能性はどの程度ありますか？



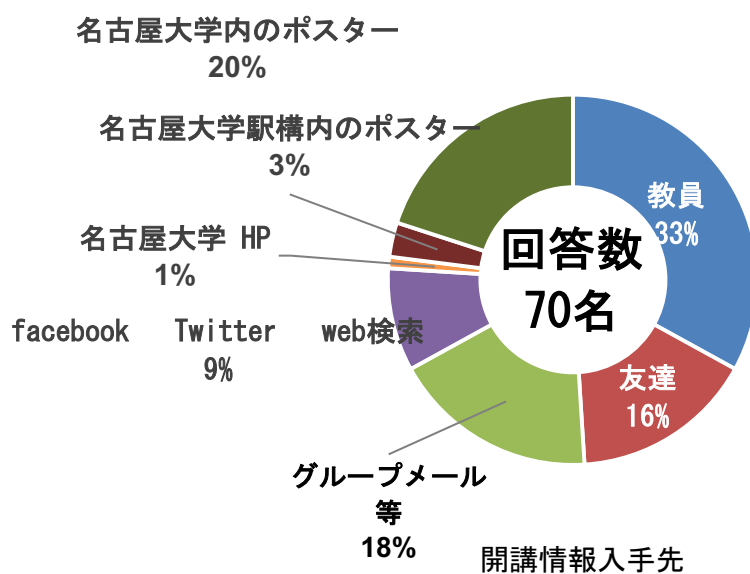
4. 本コースが有料だった場合に参加しますか？



有料だった場合の参加意思

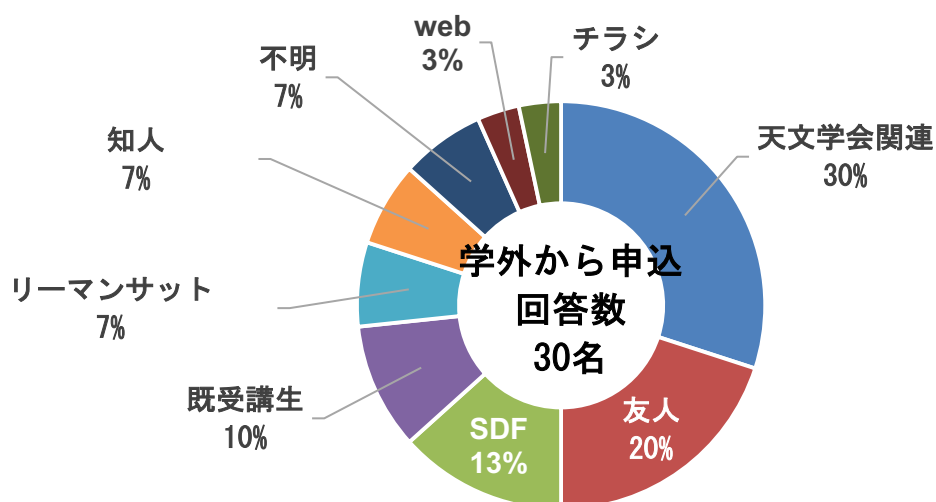
5. あなたはこのプログラムを何で知りましたか？

申込者 70 名 全員からの回答



名古屋大学 学外からの申込者 30 名からの回答

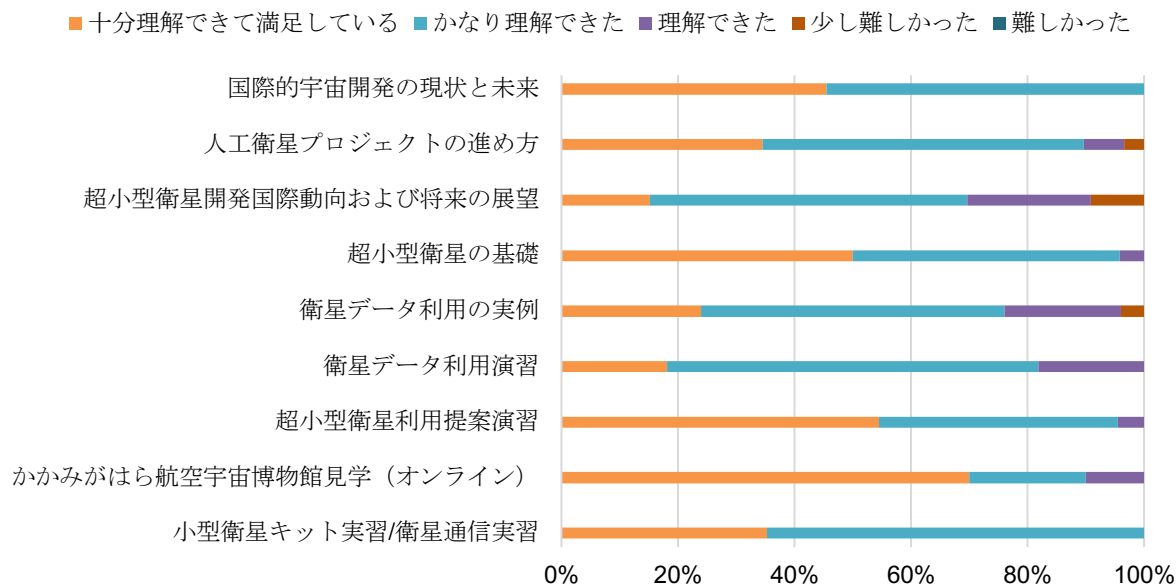
この講習をどのような紹介で知りましたか？



第5回基礎コース

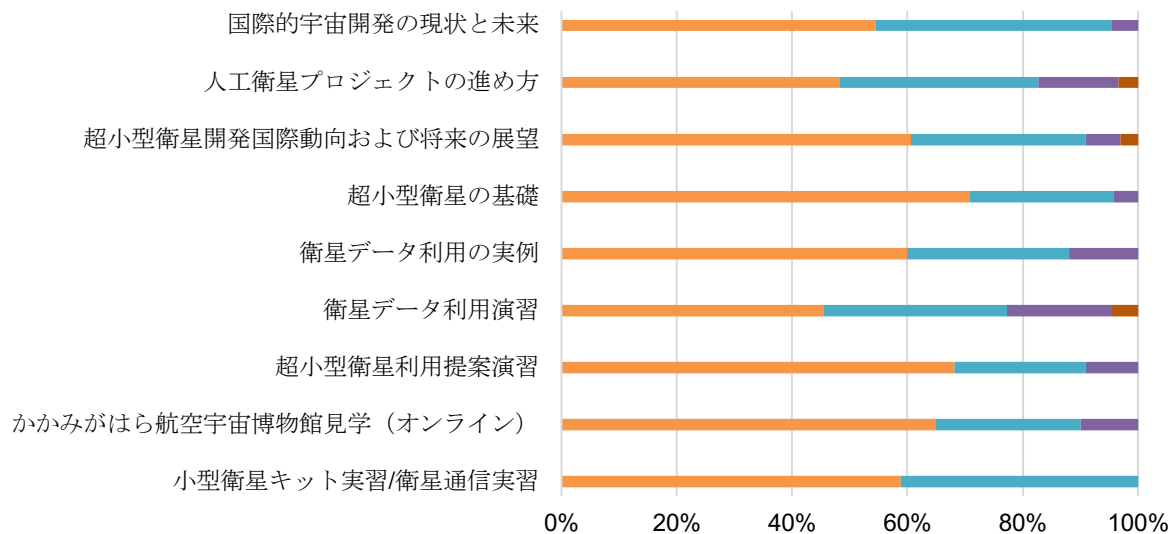
1. 科目毎理解度/満足度： 第5回基礎コースを受講し、あなたの理解度と満足度はどの程度でしたか？（今回は、理解度と満足度を、更に別々に回答を得た。）

基礎コース 科目別 理解度



基礎コース 科目別 満足度

■大変役に立って大満足 ■かなり役に立ち満足 ■役に立つ内容だったが、まだ完全には満足できない ■ある程度役に立つ



2. 各科目に対する意見（改善点を含む）

アンケート及びレポートからの各科目への主要な意見（改善点を含む）を以下に示した。

(1) 国際的宇宙開発の現状と未来

- 国際的宇宙開発の現状がここまで進んでいることに驚きと興奮を覚えました。
- 馴染み深い話だった。一度カラーポスターでロケットや人工衛星の変遷を図解でみてみたい。
- 事情が許せば対面形式での講義が良かったと思います。オンライン形式でやるにしても、受講生もカメラ、マイクを出来ればONにして、質疑応答の時などはフリーディスカッション形式でやればよかったかなと思います。
- ISS の開発や運用を通して得られた技術や経験が民間人の生活において非常に役に立っていることがわかりました。民間が宇宙開発に関わることで宇宙開発で得た技術や知識が今以上に民間に還元されるのではないかと思います。
- 宇宙開発の技術が身近なものに应用されていることを初めて知り、とても驚きました。特にスニーカーやサングラスなど、当たり前になっているものにも宇宙技術が応用されているのが驚きでした。
- 宇宙開発で得た技術が医学に使われた例が興味深かった。レーシック手術に生かされているのは初めて知った。宇宙開発といっても、地上に還元されて初めて役に立つものなのだと思うので、そのように技術の応用がこれからはなされるとよいと考えた。
- 宇宙開発によって発達した技術が、より身近な医療や環境問題や建築などに应用されていることを知り、宇宙開発の重要性を感じた。講義では、宇宙関連の法案についても扱われていたが、これから民間や多くの国々が宇宙開発に乗り出す可能性が高いので、より一層宇宙開発に関する法整備も必要となると考える。そのためには理学者や工学者だけでなく、文系分野の宇宙専門家人材の育成も急務であると思う。

(2) 人工衛星プロジェクトの進め方

- 違う意見だった時にどう落とし所を見つけるかなど、具体的な方法があればぜひ伺いたいです。
- プロジェクトの進め方を本講義で学ぶことができたが、実行してみないとわからないことが多いので、今度は実際にプロジェクトを進めて学んでみたい。
- 人工衛星の事を知るにあたり、プロジェクトやチームワークという話が始まったことに驚きましたが、仕事全般につながる内容であり、特に「いきづまりからの脱出」については非常に勉強になりました。衛星軌道についても詳しく知れてよかったです。
- 今までの学生生活で、何か意識的にプロジェクトとして行ってきたものがなかったので、大変勉強になるお話で、宇宙に関わらず、これからの研究や社会に出て行く上で、参考になったと感じます。
- 人工衛星が未来に発展方針をもっと紹介していただければ幸いです。
- 実際のプロジェクト管理の泥臭いエピソードをお聞かせ頂けると嬉しいです。
- PDCA サイクルなどの具体的な提案が挙げられていて良かった。
- ベンチャーにおける開発で最低限抑えておくべき開発プロセスのポイント等（項目の優先順位等）の説明もして欲しかった。アイデアの仮説や検証についてあまり言及がなかったのでその話もあるともっとよかったと思う。
- 実際のプロジェクトの失敗例、成功例の説明を聞いてみたいと思いました。

(3) 超小型衛星開発国際動向および将来の展望

- 大変有意義な内容でした。もっと聞きたい内容です。また講演会の情報あれば教えてください。
- 録画視聴可能でしたら、そうさせていただければありがたいです。
- 自分に馴染みのない話の時には、お話についていくのが大変な部分もあったので、可能であればもう少しスローダウンしてお話してくださればと思いました。
- 可能であれば、海外の大学、研究機関における宇宙産業に関わる人材育成の動向や我が国にも参考となる取組があればご紹介いただけると助かります。大学院や学部生が実際にアプライできるプログラムなどがあるとさらに興味深く、関心を持つ学生も出てくると思います。私自身はそうした内容を学生に広く知らせていきたいと考えています。

(4) 超小型衛星の基礎

- 午後にも開口レーダーなどの最近の情報の講義が続きであるとよかった。
- 超小型衛星を使った演習に入る前、または早い段階で受講できていれば、超小型衛星に関する技術的な制約条件を理解することができ、演習発表でもその内容を踏まえたより現実的な内容をプレゼンできたのではないかと思います。
- 分かりやすい資料、説明で良かったです。
- スケール依存性の観点がとても興味深かったです。
- 自分は人工衛星については構造部分に関わらせてもらったことがあるが、そのほかの分野（電気系や熱制御系など）でも関わってみたいと思った。
- 小型の衛星は他の衛星と相乗りで宇宙に行くことは知っていましたが、どのよ

うと一緒に積まれるのかを初めて知ることができて、とても興味深かった。

- 人工衛星の打ち上げや飛ぶ原理など、非常に基礎的な内容から取り扱っていただき大変勉強になりました。特に、印象に残っていることとしては、通常の衛星と超小型衛星の金額の比較についてのお話で、ミニカーと実物の自動車と同じくらいの価格比であるというお話です。

(5) 衛星データ利用の実例

- 今回紹介された、Lidar は最近のスマホに搭載されている LiDAR とはどう違うのかが気になりました。
- どのような人でも、大雑把にどのようなデータかを理解することはできると思いますが、物理を理解している人でなければ、データの厳密な特性を理解した上での利用は難しい印象を受けました。(赤外線吸収帯など)
- Tellusなどで衛星データ解析にトライしてみたいと思います。
- 気象関係には興味があって、夏頃から気象予報士試験の勉強をしており、今回の講義ではその知識が生かせる内容があったので自身の進路に新たな選択肢が開けることを感じた。
- 2回くらいに分けて解説していただけたらもう少し理解度が上がったかな？と思います。

(6) 衛星データ利用演習

- データ利用から考察まで時間もなくて難しかったです。
- 今年はしょうがない部分ではありますが、オンラインでの実施というのは少々やりにくさを感じる部分でした。
- 演習の時間をあと1コマほど増やして頂けると良いと思います。
- 大学生なのですが、実際に社会人の方と連絡を取り合い、議論するのは初めての経験でした。貴重な体験をすることができました。
- 演習時間が短かったので、テーマ選定や検討をする時間がもう少し欲しい。
- アイディアを出す段階では、自分の専門とは違うテーマを考えねばならず大変苦労したが、多様な知識を持つ方々とのブレインストーミングは非常に面白く、様々な視点の捉え方は大変勉強になった。
- 自身が会話の流れの調節感を掌握してない中で、タイミングを窺って目上の人に対して発言することは難しい。今後より社会人の方と関わる機会を探さないといけないと思った次第である。

(7) 超小型衛星利用提案演習

- 今後は、より具体的に人工衛星を活用するためにはどうしたらいいのか、技術的な部分を含めて学んでみたいと感じた。
- オンラインでの話し合いという面で最初は非常に難しく、議論の進め方がわかりませんでした。方向性が定まってからは意見もたくさん出てくるようになり、良い話し合いができたと思います。社会人・学生、理系・文系と様々な立場の人がいる中で、少しずつ班内の自分の役割が見えてきて、最後はうまくチームがまとまったと思います。
- 班員の方が、私以外は社会人の方、さらには日本在住ではない方とも、作業を進めるという非常に貴重な経験をできたことに感謝致します。

- 改めてチームで分担して協力することの大切さがよくわかった。一人の知識だけではカバーしきれないほど、人工衛星の開発には多くの専門知識が必要となることが分かった。また、多数の意見を交えることでより良いアイデアが生まれることも体感することができて良かった。
- 演習の期間中にキット実習を挟むことで、想定する衛星の大きさや機能をイメージしやすくなりとても参考になった。
- 演習に関して、TAの久富さんや田中先生等のフォローも頂き、提案資料の作成過程において非常に心強く感じた。このようなサポートはぜひ、次回以降も必要だと思います。
- 当初のチーム分けよりも参加メンバーが大きく減った場合は、他チームからメンバーを割愛させていただくか、他チームへの合併もお願いできればと思います。1 チームあたりのブレストや作業を手分けする上では、最低 5 名程度は必要であったと思いました。
- 今後も、社会人と学生の混合チームでの演習活動になれば良いと思います。
- 学生のうちから、社会人の方となにかする機会というのは、なかなかないので、非常に良い経験となりました。
- 仕事と並行しながら実習用の作業時間を確保するのは大変でしたが、仕事と違って失敗しても致命的ではない場でのプレゼンやリーダーシップを勉強でき、個人的にもとても役に立った科目でした。中間発表を経ての最終発表ができたのも良かったです。

(8) かかみがはら航空宇宙博物館見学（オンライン）

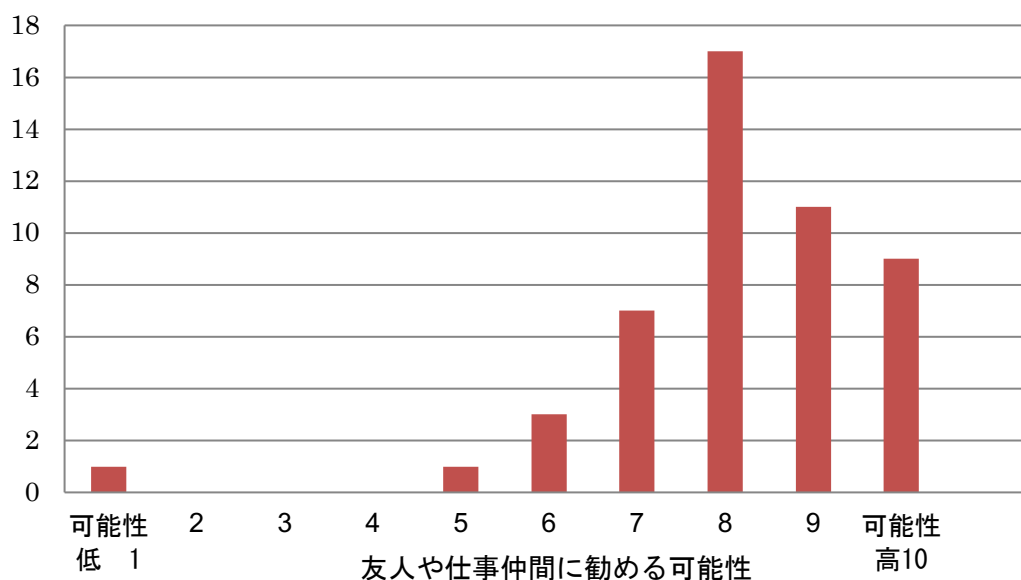
- 見学中止でしたが、質疑応答もオンラインできたので全く問題ありませんでした。逆に音声がよく聞こえて動画で何度かみることができるので有意義です。講義以外に博物館見学があるのも現地現物でいいと思います。
- ぜひ、次回機会があったら現地参加したい。
- 基礎コースの一環として見学する事は出来ませんでしたが、緊急事態宣言もおそらく3月中には解除されることと思いますし、先生方のご都合が付くようでしたら、是非この見学会だけ別途実施していただければ嬉しく思います！
- 宇宙パートでもっといろんな衛星、ロケットをご紹介頂けると、より嬉しいと思いました。
- 現地で見学したかったです！
- 現地見学が叶わなかったものの、ビデオでも十分に勉強になりました。工夫して下さりありがとうございました。
- この博物館には数年前に水ロケットのイベントもかねて見学にいきましたが、先生方の説明を聞いたうえで行くのとは雲泥の差でした。また家族で見学に行く際はこの動画を再度みて行きたいし、周囲の人にも紹介したいと思います。山岡先生の説明も最新の情報を追加して院生の取り組みや要望を取り入れた分かりやすい内容でした。百聞は一見にしかずですが、今回はオンラインで見学することができて大変感謝いたします。
- 実際に開発に携わった先生方が直々に現地で解説、案内動画を出してくれていると思うと、なんだかすごい動画を拝聴している気分になった。今回現地見学ができなくて大変残念ではあったが、このような動画でより一層、直接見に行きたいと思うようになったので、この春休みの空いている時間を見つけて実際

にいいと思う。このようなきっかけを作ってくださり、大変感謝している。

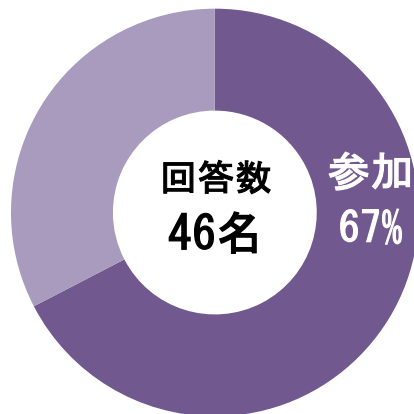
(9) 小型衛星キット実習/衛星通信実習

- 実際に触りながら人工衛星の機能を分解できたのがとても面白かったです。本で見るよりはるかに記憶に残りやすく「百聞は一見に如かず」を実感しました。特に本では相関関係は簡潔な図でしか描かれておらず初心者にとって分かりにくかったのでこのような実習はとても有難かったです。欲を言えば、これが VR で様々なパターンの仮想実験ができるようになれば、より宇宙教育の効率が良くなり民間の参入もしやすくなると思います。僕は工学系の学生なので電子回路についてこれからもっと知らなければなりません、今回の実習のお陰で全体の基盤の俯瞰をすることができました。
- 今までにはなんとなくでしか想像できなかった小型衛星内部のシステムが実習でより深く理解できた。特に、小型衛星の活動中に、プログラミング言語が上から順に表示されているものが少し理解できるようになったことが大きな成果だと感じた。
- 実際の基盤に触れたり、衛星を分解し組み立て直したり、コマンドを送って動作確認をしたりと、とてもいろいろなことができて非常に楽しかったです。
- 実習講義資料は前日までにあるとダウンロードできていいです。実習をすることでチームのメンバーに合うことができ、今後の活動にもよかったです。人工衛星キットの実習は電流の図り方やコマンドの与え方をしなかったのが基礎が大切だと思いました。
- 本日のキットのようなものでお勧めがありましたら教えていただきたいです。

3. 友人や仕事仲間に勧める可能性はどの程度ありますか？

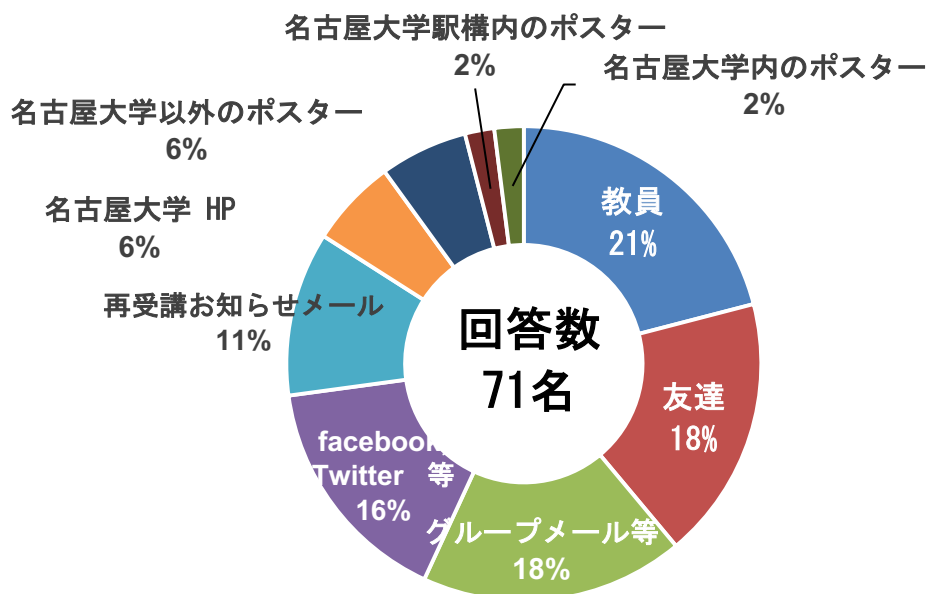


4. 本コースが有料だった場合に参加しますか？



有料だった場合の参加意思

5. あなたはこのプログラムを何で知りましたか？



開講情報入手先

第5回基礎コース、第3回上級コース終了後における、本コース全体に対する意見

- オンラインは講師へ反応が伝わりにくいので、講義の最後に、マイクをオンにして拍手をするというのが良かったと思う。
- 私は25年前に大学生だったのですが、当時と比べオンラインだと生徒同士の横のつながりが持ちにくいと思いました。
- 参加のハードルが下がりました。オンラインで大変ありがたいです。
- 非常に興味深い講義をありがとうございました。今後対面で講義を受けられる

ようになったら是非受けてみたいです。

- ESA が行っているような様々な大学の学生と共同で実際の衛星をつくるという教育プロジェクトもやってほしいです！
- もう少し技術的なこと、例えば小型化のためにこのような技術が使われているなども聞いてみたいです。
- ここまで短期集中でなく、週に1、2回ずつ、長い期間に渡って開催していただいた方が、社会人は参加しやすいと思います。また、知識の定着度も上がるのではないのでしょうか？
- 衛星の軌道設計の講義を受けてみたいです。
- ズームの発表もデータ共有もスムーズにできていいと思う。移動時間がない分、時間が効率化できるし、コロナのリスクも避けられるので、今後もオンラインを希望します。またデータを共有しておけば運営側も講義をデータのみ提供できると思う。質疑応答だけライブでもいいかもしれない。
- 次回も実習を受講可能であれば是非受講したい内容です。実習でやることをオンラインでも流してもらえるといいです。
- 質疑応答の時間がもう少しあればよかったかなと思いました。
- 密になることなくオンラインで安心して受講できました。動画の後に質疑応答があったので定着率が高いと思います。バスの手配など大変だと思うのでオンラインでも問題ないと思います。前半のデータを全員でみることでの不具合があったのですが、ネットトラブルはあることなので、次回から対応できればいいと思います。
- オンラインについて、一部、もたついた所もあったとは思いますが、全体として、円滑に進むように進行してくださり、ありがとうございました。
- オンラインでの開催ということで、幅広い地域の方、年代の方の参加がより進んだのではないかと思いますので、このやり方もひとついいものだと思います。
- 超小型衛星で、実現できることの知識が足りず、演習でも苦労した場面です。民間での事業といった日に日に進歩する現状や超小型衛星の拘束条件について、もっと詳しく掘り下げて教えていただく授業があっても良いと思います。
- テキストの内容だけではイメージがつかめないものもあるので、動画を使って内容を解説するなど、より理解を促進させる工夫もあると良いと思います。
- もう少し、スケジュールに余裕を設けて（例えば週1～2回ずつ1～2カ月の期間で）やっていただければ、より理解が深まるかなと言う気がします。また、社会人の参加もしやすくなると思います。
- 内容の濃い授業を数時間で聞けました。また忘れたところに講義を再度閲覧したので、期間限定でかまわないので今後も上級コースが視聴可能にお願いします。
- オンラインであるからこそ聞ける内容です。声量もよく画像の乱れもなく最も完璧な授業でした。また機会があれば来年も受講したく思います。
- 講義は全てオンラインだったので受講することができました。やはり、2週間名古屋に滞在することは難しいので次回からもオンラインで開催してほしいです(実習やかかみやはら航空宇宙博物館の見学は現地がベストです)。
- 次回もオンラインで実施してほしいです。
- 講義で動画を使うのは回線的にちょっと厳しいのかなと思いました。動画の公開は復習に役立ち良かったが容量が重いので軽くしてほしい。

- 将来的に完全オフラインで行いたいということだったが、現地で手を動かし、開発環境を生で見ることに大きな意味があると感じたので、実習は出来るだけ対面で行って欲しいと感じた。
- 動画をアップしていただけているので、繰り返し視聴できることは、とても有難い。
- 配信側 PC のモニターを 2 台体制で行うと、常に Teams の画面だけを選択して録画できるのではないかと思います。

今年度のまとめ

1. 本プログラムの特徴は、民間（利用者）の潜在的ニーズを発掘できる人材育成によって宇宙利用の裾野拡大に寄与することであり、潜在的に宇宙利用に関心のある学生、社会人を対象として募集した。2020年8月20日～9月18日まで、2021年2月12日～3月12日まで2週間コースおよび4週間コースを2回ずつ実施した。それぞれの実施に際しては、前回のアンケート結果等を分析し、募集、講義及び実習・演習内容に反映させた。新型コロナウイルス感染防止の為、講義・演習はオンラインとし、幅広い広報活動を実施した。その結果、2020年8月～9月の4週間コースでは、基礎コースには募集人員20名をはるかに上回る52名、上級コース44名の応募があった。2021年2月～3月の基礎コースでは、前回は上回る59名、上級コースは48名の応募があった。講義・演習のオンライン化によって東海地方に限らず広い領域から受講可能になったことで、幅広い広報活動の効果が現れ、応募が飛躍的に増加したと考えられる。
2. 本人材育成プログラムの応募者の内訳を見ると、学部生では、法学部、経済学部、工学部、理学部、大学院生では、情報学研究科、環境学研究科、工学研究科、理学研究科と多分野にわたっている。また、学生は、仙台、新潟、東京、京都、奈良、尾道、福岡、大分と全国からの受講があった。海外の大学生、大学院生からも応募があり、応募者の約4割が学外の学生であった。また、社会人も官公庁、教育機関、企業から幅広い受講者があり、今年度は3割近くまで増加しており、オンライン化の効果が強く表れている。この様に幅広い分野、職業、地域からの応募があったことは、宇宙利用の潜在的な需要拡大に大きく寄与していると考えられる。
3. コース終了後でのアンケート及びレポートの結果では、殆どの科目で80～90%以上の受講生から理解できた、および満足しているとの回答を得た。また、基礎コースの講義では8月と比較して2月の方が理解度の向上が見られることから、アンケート結果のフィードバックによるカリキュラム改善の効果があらわれている。以上より、カリキュラムが文系を含む想定される受講生に適した内容に設定できていると考えられる。

三年間のまとめ

1. 本プロジェクトの特徴である基礎コースの衛星データ利用演習や超小型衛星利用提案演習、上級コースのリモートセンシングデータ解析演習では、プロジェクト形式のチーム活動で、受講生自らテーマを設定して検討するアクティブ・ラーニングの手法を採用している。設定テーマは、社会状況を反映したテーマが多く、宇宙利用によるこれからの社会の課題解決への意欲にあふれるものであり、受講生に宇宙利用に関する強いモチベーションを提供したと考えられる。
2. アンケートのフィードバックから、受講生は各講義、実習に意欲的に取り組み、通常の講義・実習では得られない能力を醸成したものと考えられる。
3. 以下のグラフで示す通り、アンケート結果を適切にフィードバックすることでカリキュラムを継続的に改善したことや、広報範囲を徐々に拡大したことにより、他大学の学生や社会人の応募が着実に増加している。特に2020年度のオンライン講義・演習の導入で飛躍的に増加した。また、文系の受講者も一定数を確保している。本課題の主目的である民間の潜在的ニーズを発掘できる人材育成に必須で

ある多様な受講生を達成できたと考えられる。

