

名古屋大学宇宙地球環境研究所 2020 年度研究集会

第 21 回

ミリ波サブミリ波受信機ワークショップ

日時：2021 年 3 月 8 日(月)～9 日(火)

場所：オンライン

「第 21 回ミリ波サブミリ波受信機ワークショップ」集録目次

集録目次	… i
集会の概要	… iii
参加者名簿	… iv
集合写真	… v
プログラム	… vi
はじめに	小川 英夫 … 1
[セッション 1 (口頭講演)]	… 2
超広帯域サブミリ波分光計 DESHIMA: 科学観測に向けた開発	竹腰 達哉
Band10 2SB ミキサ	藤井 泰範
Demonstration of a Millimeter-wave Multibeam Receiver Implemented with Superconducting MMICs	Wenlei Shan
テラヘルツ干渉計に用いる SIS 光子検出器の開発	黒澤 里沙
[セッション 2 (口頭講演)]	… 66
スカルミキサ校正法を用いた SIS アップ・ダウンコンバータのオンウエハ特性評価	小嶋 崇文
【招待】高感度テラヘルツパラメトリック検出および分光イメージングに関して	川瀬 晃道&村手 宏輔
[セッション 3 (口頭講演)]	… 163
150 GHz 帯 SIS ミキサを用いたマイクロ波増幅特性の実験的評価	鶴澤 佳徳
THz 帯 SIS 受信機の実現に向けた Nb3Ge 薄膜の作製と評価	山下 弘基
2 THz 帯導波管型ホットエレクトロンポロメータミキサ開発の進捗	入交 芳久
2 THz 帯導波管型ホットエレクトロンポロメータミキサの作製	川上 彰
[セッション 4-1 (ポスター講演)]	… 266
200GHz 帯広帯域広ダイナミックレンジ超伝導ミキサの開発	溝口 玄真
光束分離近似法によるスマートアンテナの不確定性伝播解析	鈴木 優希
茨城観測局の現状と今後	米倉 覚則
多色サブミリ波カメラ用多段型多孔質膜赤外線フィルターの開発	長沼 桐葉
SIS 受信機に付加される LO 系起因の過剰雑音の原因調査	横山 航希
ミリ波大気ラジオメータにおける機械式冷却電波吸収体を用いた較正系の開発	齊藤 善治
45m 鏡 新 7 ビーム両偏波 3 帯域同時観測受信機 - 導波管 Triplexer の開発-	川下 紗奈
45m 鏡 新 7 ビーム両偏波 3 帯域同時観測受信機 - 直交偏波分離器の開発	米山 翔
茨城 32m 電波望遠鏡搭載用 6-9GHz 帯広帯域受信機用ポーラライザーの開発	上地 康仁
LMT50m 望遠鏡搭載 2mm 帯 SIS 受信機 B4R による観測結果の紹介	米津 鉄平
シグナルフローグラフを用いた 2SB ミキサの RF 部を要因とする IRR 低下の解析	河上 瑛
低熱収縮率シリコンアルミ合金を用いたホーンアンテナアレイの開発	竹腰 達哉
超伝導体を用いた 90 度ハイブリッドカップラの評価・解析	有馬 海里

FPGA 評価ボード PYNQ-Z1 にソフトコア実装した 600 MSa/s リアルタイム分光計の性能評価と試験観測	中尾 優花	
広帯域ミリ波サブミリ波検出器のための平面 Magic T の開発	井上 修平	
THz オシロスコープの実現を目指した要素技術の開発	齋藤 伸吾	
マイクロ波用低温フレキシブルケーブルの開発	丹羽 佑果	
茨城 32m 電波望遠鏡搭載用サイドバンド分離型ミキサを用いた周波数変換器の開発	小関 知宏	
南極/北極における中層大気環境計測のための広帯域ミリ波分光ラジオメータの開発研究	中島 拓	
 [セッション 4-2 (企業ブース展示紹介)]		… 286
株式会社川島製作所	小林 勝	
アルバック・クライオ株式会社	和田 充丘	
サンインスツルメント株式会社	五味 大樹	
アンリツ株式会社	黒岩 祥浩	
アンリツ株式会社	佐藤 英之	
 [セッション 5 (口頭講演)]		… 292
1.85m 鏡搭載 210-375 GHz 広帯域伝送系及びコルゲートホーンの開発	山崎 康正	
サブミリ波帯多色カメラ用光学バンドパスフィルタの開発	宇野 慎介	
サブミリ波帯反射防止構造の開発	江崎 翔平	
3D プリンタ型を用いた電波吸収体の開発	安達 俊介	
 [セッション 6 (口頭講演)]		… 358
平面波展開を応用したビーム伝播の逆問題についての考察	今田 大皓	
【招待】 小型, 高集積, 高周波数化時代に求められる平面フィルタ設計技術	小野 哲	
 [セッション 7 (口頭講演)]		… 412
信号処理機能付きダイレクト RF サンプラー DRS4 シリーズ	原田 健一	
FPGA のみで実現するシングルチップ電波分光計: 概要と展望	西村 淳	
FPGA 評価ボード PYNQ-Z1 への 60GSa/s, 1bit ADC の試験的な実装	松本 健	
 [セッション 8 (口頭講演)]		… 460
ケーブルの曲げ伸ばしによる振幅周波数特性変動量の測定方法の提案	黒岩 祥浩	
南極テラヘルツ干渉計の実現に向けて	松尾 宏	
放射型分子分光装置 SUMIRE の開発	渡邊 祥正	
 [セッション 9 (口頭講演)]		… 517
1.85m 鏡に搭載 新広帯域受信機 -ファーストライト-	増井 翔	
45m 鏡 新 7 ビーム両偏波 3 帯域同時観測受信機の開発	長谷川 豊	
次世代大型サブミリ波望遠鏡の分光観測に向けたデータ科学の応用	谷口 暁星	
 おわりに	鶴澤 佳徳	… 568

■集会の目的

本研究集会は、ミリ波・サブミリ波・テラヘルツ波の超高感度受信機に関わる最先端テクノロジーの創出・革新的応用・基礎技術の拡充を目指し、研究者、大学院生、民間企業が産官学の壁を越えて集い、最新の情報を自由闊達に幅広く議論する場を提供することを目的としている。これまでに本研究集会で講演・議論された技術の多くが実用化され、ミリ-テラヘルツ帯での受信機技術は、ますます重要な役割を迎えようとしている。本研究集会を通して、我国の国際競争力・推進力のさらなる向上と、開発の効率化・基礎技術力の裾野拡充/継承を目指す。

■集会の内容

本研究集会では、最先端の受信機及びその関連技術や研究の進捗・成果、今後の展開について報告・議論を行う。形式は口頭およびポスター講演の形式で行う。テーマとしては、(1)検出器、(2)局部発振器、(3)低雑音増幅器、(4)冷却低温技術、(5)分光計、(6)受信機評価システム、(7)アンテナ・伝送光学系、(8)プロジェクト(地上観測装置、衛星ミッション)の進捗、(9)観測成果など、基礎技術の開発からサイエンスの応用まで、関連トピックスを幅広く取り上げる。

■日程・実施形態・講演形式

2021年3月8日(月) - 3月9日(火) オンライン開催

1. 口頭講演：Zoom meeting
2. ポスター講演：VRプラットフォーム (Hubs Cloud)
3. 企業ブース出展：VRプラットフォーム (Hubs Cloud)
4. リアルタイム Q&A スペース：Slack

■世話人 (五十音順)

鶴澤 佳徳 (国立天文台)
小川 英夫 (大阪府立大学)
小嶋 崇文 (国立天文台)
酒井 剛 (電気通信大学)
瀬田 益道 (関西学院大学)
中島 拓 (名古屋大学)
前澤 裕之 (大阪府立大学)
米倉 覚則 (茨城大学)

■主催 (五十音順)

大阪府立大学
関西学院大学
国立天文台
電気通信大学
名古屋大学宇宙地球環境研究所

■助成

名古屋大学宇宙地球環境研究所 2020 年度研究集会

■参加者名簿（参加登録者数：32 機関・96 名）

大学：18

茨城大学	上地 康仁, 小関 知宏, 米倉 覚則
京都大学	安達 俊介, 末野 慶徳, 田島 治
九州大学	佐藤 亜紗子
慶應義塾大学	岩田 悠平, 河上 瑛
芝浦工業大学	渡邊 祥正
総合研究大学院大学	政井 崇帆
大阪府立大学	大西 利和, 小川 英夫, 川下 紗奈, 鈴木 優希, 中尾 優花, 長谷川 豊, 増井 翔, 松本 健, 山崎 康正, 横山 航希, 米津 鉄平, 米山 翔
筑波大学	久野 成夫, 新田 冬夢, 村山 洋佑
電気通信大学	有馬 海里, 小野 哲, 酒井 剛, 長沼 桐葉, 野口 卓, 桃井 菜穂子, 山下 弘基,
東京工業大学	丹羽 佑果
東京大学	井上 修平, 宇野 慎介, 康 浩然, 西村 淳, 李 建鋒
東邦大学	黒澤 里沙
日本大学	高野 秀路
法政大学	春日 隆
北見工業大学	竹腰 達哉
名古屋大学	川瀬 晃道, 小林 和宏, 齊藤 善治, 谷口 暁星, 田村 陽一, 中島 拓, 堀 裕一, 松英 裕大, 水野 亮, 溝口 玄真, 山本 宏昭
関西学院大学	瀬田 益道
Delft University of Technology	遠藤 光

研究機関：5

宇宙航空研究開発機構	岡田 望
高エネルギー加速器研究機構	長崎 岳人
情報通信研究機構	入交 芳久, 落合 啓, 川上 彰, 齋藤 伸吾
理化学研究所	縄田 耕二
国立天文台	泉 拓磨, 伊藤 哲也, 今田 大皓, 鶴澤 佳徳, 江崎 翔平, 江澤 元, 大島 泰, 大田原 一成, 金子 慶子, 鎌崎 剛, 小嶋 崇文, 坂井 了, 永井 誠, 藤井 泰範, 牧瀬 圭正, 松尾 宏, 宮澤 千栄子, 宮本 祐介, Alvaro Gonzalez, Wenlei Shan

企業：9

アルバック・クライオ株式会社	和田 充丘
アンリツ株式会社	黒岩 祥浩, 佐藤 英之
エレックス工業株式会社	小関 研介, 原田 健一
サンインストルメント株式会社	五味 大樹
株式会社潤工社	石川 正倫
株式会社川島製作所	川原 祐紀, 小林 勝
株式会社東陽テクニカ	熊沢 寿樹
住友重機械工業株式会社	香東 麻衣子, 下川 裕理
富士通株式会社	芝 祥一

■集合写真（Zoom のギャラリービューをキャプチャしました。）



第21回ミリ波サブミリ波受信機ワークショッププログラム

3月8日		担当/座長	講演者	所属	タイトル
9:20	9:25	中島			アナウンス
9:25	9:30	小川			Opening Remarks
9:30	9:50	新田	竹腰 達哉	北見工業大学	超広帯域サブミリ波分光計DESHIMA: 科学観測に向けた開発
9:50	10:10		藤井 泰範	国立天文台	Band10 2SBミキサ
10:10	10:30		Wenlei Shan	国立天文台	Demonstration of a Millimeter-wave Multibeam Receiver Implemented with Superconducting MMICs
10:30	10:50		黒澤 里沙	東邦大学	テラヘルツ干渉計に用いるSIS光子検出器の開発
10:50	11:00				休憩
11:00	11:20	中島	小嶋 崇文	国立天文台	スカラミキサ校正法を用いたSISアップ・ダウンコンバータのオンウエハ特性評価
11:20	12:00		川瀬 晃道 & 村手 宏輔	名古屋大学	高感度テラヘルツパラメトリック検出および分光イメージングに関して
12:00	13:00				昼休み
13:00	13:20	小嶋	鶴澤 佳徳	国立天文台	150 GHz帯SISミキサを用いたマイクロ波増幅特性の実験的評価
13:20	13:40		山下 弘基	電気通信大学	THz帯SIS受信機の実現に向けたNb3Ge薄膜の作製と評価
13:40	14:00		入交 芳久	情報通信研究機構	2 THz帯導波管型ホットエレクトロノボロメータミキサ開発の進捗
14:00	14:20		川上 彰	情報通信研究機構	2 THz帯導波管型ホットエレクトロノボロメータミキサの作製
14:20	14:30				休憩
14:30	15:00	中島			アナウンス/写真
15:00	15:30	西村			ポスター口頭講演
15:30	16:00	中島			アナウンス-->移動
16:00	18:00				ポスターセッション
18:00					Close(流れ解散)

3月9日		担当/座長	講演者	所属	タイトル
9:25	9:30	中島			アナウンス
9:30	9:50	瀬田	山崎 康正	大阪府立大学	1.85m鏡搭載 210-375 GHz 広帯域伝送系及びコルゲートホーンの開発
9:50	10:10		宇野 慎介	東京大学	サブミリ波帯多色カメラ用光学バンドパスフィルターの開発
10:10	10:30		江崎 翔平	国立天文台	サブミリ波帯反射防止構造の開発
10:30	10:50		安達 俊介	京都大学/東京大学カブリIPMU	3Dプリンタ型を用いた電波吸収体の開発
10:50	11:00				休憩
11:00	11:20	酒井	今田 大皓	国立天文台	平面波展開を応用したビーム伝播の逆問題についての考察
11:20	12:00		小野 哲	電気通信大学	小型、高集積、高周波数化時代に求められる平面フィルタ設計技術
12:00	13:00				昼休み
13:00	13:20	田村	原田 健一	エレックス工業株式会社	信号処理機能付きダイレクトRFサンプラー DRS4シリーズ
13:20	13:40		西村 淳	大阪府立大学	FPGAのみで実現するシングルチップ電波分光計: 概要と展望
13:40	14:00		木本 健	大阪府立大学	FPGA 評価ボード PYNQ-Z1 への 60GSa/s, 1bit ADC の試験的な実装
14:00	14:10				休憩
14:10	14:30	竹腰	黒岩 祥浩	アンリツ株式会社	ケーブルの曲げ伸ばしによる振幅周波数特性変動量の測定方法の提案
14:30	14:50		松尾 宏	国立天文台	南極テラヘルツ干渉計の実現に向けて
14:50	15:10		渡邊 祥正	芝浦工業大学	放射型分子分光装置SUMIREの開発
15:10	15:20				休憩
15:20	15:40	松尾	増井 翔	大阪府立大学	1.85m鏡に搭載 新広帯域受信機 -ファーストライト-
15:40	16:00		長谷川 豊	大阪府立大学	45m鏡 新7ビーム両偏波3帯域同時観測受信機の開発
16:00	16:20		谷口 暁星	名古屋大学	次世代大型サブミリ波望遠鏡の分光観測に向けたデータ科学の応用
16:20	16:30	鶴澤			Closing Remarks
16:30	16:40	中島			アナウンス
16:40					Close

ポスター

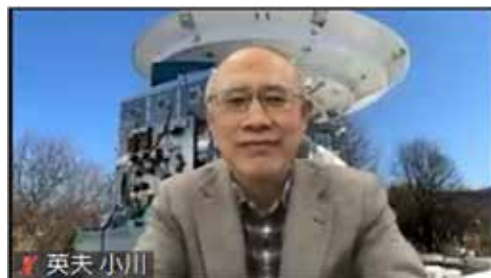
room1_1	P1	溝口 玄真	名古屋大学	200GHz帯広帯域ダイナミックレンジ超伝導ミキサの開発
room1_2	P2	鈴木 優希	大阪府立大学	光束分離近似法によるスマートアンテナの非線形伝播解析
room1_3	P3	米倉 覚則	茨城大学	茨城観測所の現状と今後
room1_4	P4	長沼 桐葉	電気通信大学	多色サブミリ波カメラ用多段型多孔質膜赤外線フィルターの開発
room1_5	P5	横山 航希	大阪府立大学	SIS受信機に付加されるLO系起因の過剰雑音の原因調査
room2_1	P6	齊藤 善治	名古屋大学	ミリ波大気ラジオメータにおける機械式冷却電波吸収体を用いた校正系の開発
room2_2	P7	川下 紗奈	大阪府立大学	45m鏡 新7ビーム両偏波3帯域同時観測受信機 - 導波管Triplexerの開発-
room2_3	P8	米山 翔	大阪府立大学	45m鏡 新7ビーム両偏波3帯域同時観測受信機 - 直交偏波分離器の開発
room2_4	P9	上地 康仁	茨城大学	茨城32m電波望遠鏡搭載用 6-9GHz帯広帯域受信機用ポーライザの開発
room2_5	P10	米津 鉄平	大阪府立大学	LMT50m望遠鏡搭載2mm帯SIS受信機B4Rによる観測結果の紹介
room3_1	P11	河上 瑛	慶應義塾大学	シグナルフローグラフを用いた2SBミキサのRF帯を要因とするIRR低下の解析
room3_2	P12	竹腰 達哉	北見工業大学	低熱収縮率シリコンアルミ合金を用いたホーンアンテナアレイの開発
room3_3	P13	有馬 海里	電気通信大学	超伝導体を用いた90度ハイブリッドカプラの評価・解析
room3_4	P14	中尾 優花	大阪府立大学	FPGA 評価ボード PYNQ-Z1 にソフトコア実装した 600 MSa/s リアルタイム分光計の性能評価と試験観測
room3_5	P15	井上 修平	東京大学	広帯域ミリ波サブミリ波検出器のための平面 Magic T の開発
room4_1	P16	齋藤 伸吾	情報通信研究機構	THzオンロスコープの実現を目指した要素技術の開発
room4_2	P17	丹羽 佑果	東京工業大学	マイクロ波用低温フレキシブルケーブルの開発
room4_3	P18	小関 知宏	茨城大学	茨城32m電波望遠鏡搭載用サイドバンド分離型ミキサを用いた周波数変換器の開発
room4_4	P19	中島 拓	名古屋大学	南極/北極における中層大気環境計測のための広帯域ミリ波分光ラジオメータの開発研究

展示

room1_6	B1	小林 勝	株式会社川島製作所	
room2_6	B2	和田 充丘	アルバック・クライオ (株)	
room3_6	B3	五味 大樹	サインズシステム株式会社	
room4_5	B4	黒岩 祥浩	アンリツ株式会社	ケーブル(DUT)内で定在波を発生させ測定するCaPE-Kケーブルパフォーマンスエバリュエータ(ベクトルネットワークアナライザ)の紹介
room4_6	B5	佐藤 英之	アンリツ株式会社	超広帯域(70 k~220 GHz)シングル挿引可能なベクトルネットワークアナライザの紹介

はじめに

思 い起こせば、約 20 年前の 2000 年の 12 月に、本研究会の第 1 回目を大阪府立大学で行いました。その時の時代背景ですけれども、ALMA が開幕前夜という形で、特に受信機に



ついて言うならば、立ち上げ時の 7 周波のうちアメリカ・カナダ勢が 2 周波、ヨーロッパ勢が 2 周波、日本がなんと 3 周波を受け持つという方向で話が進んでおり、それをいかにバックアップするかということに関係者で色々と話をして、こういう研究会を立ち上げようということになりました。その後の ALMA の隆盛は、皆さんよくご存じだと思います。敢えて言わせて頂くならば、成功裡に進められたと、着実に縁の下の力持ち的な役割を果たせたと思っております。

さて、これからどうするか？ということだと思いますけれども、ALMA についても ALMA2 とか ALMA2030 というような計画が進み、さらに超低雑音を目指すのだというような話も進んでおります。それから各大学、各研究機関等においても、色々な計画が進み、もちろん 20 年前とは全く違った背景を持っている今の時代です。そこでこのような研究会が果たす役割というのは、非常に大きいのではないかと、また益々大きくなっているのではないかと思っております。特に研究分野間での交流、それから若手のエンカレッジなど、本当に大きな役割を占めてきているのではないかと思っております。

長くない二日間ですが、ぜひ皆様方の積極的な参加により、成功を収めて頂くということを念願して、私の挨拶とさせていただきます。

小川 英夫（大阪府立大学）

[セッション 1 (口頭講演)]

超広帯域サブミリ波分光計 DESHIMA: 科学観測に向けた開発

竹腰 達哉

Band10 2SB ミクサ

藤井 泰範

Demonstration of a Millimeter-wave Multibeam Receiver Implemented with
Superconducting MMICs

Wenlei Shan

テラヘルツ干渉計に用いる SIS 光子検出器の開発

黒澤 里沙

[セッション 2 (口頭講演)]

スカラミキサ校正法を用いた SIS アップ・ダウンコンバータのオンウエハ特性評価
小嶋 崇文

【招待】高感度テラヘルツパラメトリック検出および分光イメージングに関して
川瀬 晃道&村手 宏輔

[セッション3 (口頭講演)]

150 GHz 帯 SIS ミキサを用いたマイクロ波増幅特性の実験的評価	鶴澤 佳徳
THz 帯 SIS 受信機の実現に向けた Nb ₃ Ge 薄膜の作製と評価	山下 弘基
2 THz 帯導波管型ホットエレクトロンボロメータミキサ開発の進捗	入交 芳久
2 THz 帯導波管型ホットエレクトロンボロメータミキサの作製	川上 彰

[セッション 4-1 (ポスター講演)]

200GHz 帯広帯域広ダイナミックレンジ超伝導ミキサの開発	溝口 玄真
光束分離近似法によるスマートアンテナの不確定性伝播解析	鈴木 優希
茨城観測局の現状と今後	米倉 寛則
多色サブミリ波カメラ用多段型多孔質膜赤外線フィルターの開発	長沼 桐葉
SIS 受信機に付加される LO 系起因の過剰雑音の原因調査	横山 航希
ミリ波大気ラジオメータにおける機械式冷却電波吸収体を用いた較正系の開発	齊藤 善治
45m 鏡 新 7 ビーム両偏波 3 帯域同時観測受信機 - 導波管 Triplexer の開発-	川下 紗奈
45m 鏡 新 7 ビーム両偏波 3 帯域同時観測受信機 - 直交偏波分離器の開発	米山 翔
茨城 32m 電波望遠鏡搭載用 6-9GHz 帯広帯域受信機用ポーライザーの開発	上地 康仁
LMT50m 望遠鏡搭載 2mm 帯 SIS 受信機 B4R による観測結果の紹介	米津 鉄平
シグナルフローグラフを用いた 2SB ミキサの RF 部を要因とする IRR 低下の解析	河上 瑛
低熱収縮率シリコンアルミ合金を用いたホーンアンテナアレイの開発	竹腰 達哉
超伝導体を用いた 90 度ハイブリッドカップラの評価・解析	有馬 海里
FPGA 評価ボード PYNQ-Z1 にソフトコア実装した 600 MSa/s リアルタイム分光計の性能評価と試験観測	中尾 優花
広帯域ミリ波サブミリ波検出器のための平面 Magic T の開発	井上 修平
THz オシロスコープの実現を目指した要素技術の開発	齋藤 伸吾
マイクロ波用低温フレキシブルケーブルの開発	丹羽 佑果
茨城 32m 電波望遠鏡搭載用サイドバンド分離型ミキサーを用いた周波数変換器の開発	小関 知宏
南極/北極における中層大気環境計測のための広帯域ミリ波分光ラジオメータの開発研究	中島 拓

[セッション 4-2 (企業ブース展示紹介)]

株式会社川島製作所
アルバック・クライオ株式会社
サンインスツルメント株式会社
アンリツ株式会社
アンリツ株式会社

小林 勝
和田 充丘
五味 大樹
黒岩 祥浩
佐藤 英之

[セッション5 (口頭講演)]

1.85m 鏡搭載 210–375 GHz 広帯域伝送系及びコルゲートホーンの開発
サブミリ波帯多色カメラ用光学バンドパスフィルターの開発
サブミリ波帯反射防止構造の開発
3D プリント型を用いた電波吸収体の開発

山崎 康正
宇野 慎介
江崎 翔平
安達 俊介

[セッション6 (口頭講演)]

平面波展開を応用したビーム伝播の逆問題についての考察

今田 大皓

【招待】 小型, 高集積, 高周波数化時代に求められる平面フィルタ設計技術

小野 哲

[セッション7 (口頭講演)]

信号処理機能付きダイレクト RF サンプラー DRS4 シリーズ
FPGA のみで実現するシングルチップ電波分光計：概要と展望
FPGA 評価ボード PYNQ-Z1 への 60GSa/s, 1bit ADC の試験的な実装

原田 健一
西村 淳
松本 健

[セッション 8 (口頭講演)]

ケーブルの曲げ伸ばしによる振幅周波数特性変動量の測定方法の提案	黒岩 祥浩
南極テラヘルツ干渉計の実現に向けて	松尾 宏
放射型分子分光装置 SUMIRE の開発	渡邊 祥正

[セッション9 (口頭講演)]

1.85m 鏡に搭載 新広帯域受信機 -ファーストライト-

45m 鏡 新7ビーム両偏波3帯域同時観測受信機の開発

次世代大型サブミリ波望遠鏡の分光観測に向けたデータ科学の応用

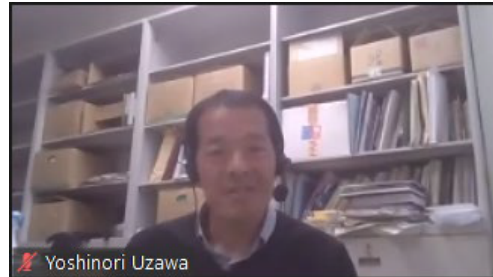
増井 翔

長谷川 豊

谷口 暁星

おわりに

皆 様、二日間お疲れ様でした。第21回目のミリ波サブミリ波受信機ワークショップでしたが、登録者を数えてみると96名、そのうち学生さんは30名登録して頂きました。口



頭発表が招待講演を含めて25件、ポスターが19件、展示が5件ということです。このうち学生さんの発表がとても多くて21件あり、学生さんにとっては練習の機会であるし、若手が成長する良い機会になっているのではないかと思います。数年前までNICT、理研と一緒にやっていたので参加人数が多かったのですが、単独の開催としては私の記憶では今までになく最多で、これはリモートのおかげなのかなと思っています。参加機関・企業は全部で23機関、9社もあり、非常に多くの方々に参加して頂いたということでありました。

講演は、チャレンジングなものとか、色々なことを考えてやられており、面白い発表ばかりでした。小川先生が初めにおっしゃったように、2000年にこの研究会が始まったときはALMA一色だったのですが、今はそれが終わって、次の大きな計画に持って行くためのフィジビリティスタディーをされているのだなと思いました。

招待講演として、川瀬先生と小野先生に発表して頂きました。川瀬先生は、我々とは少し違う光の技術で、技術的にも面白かったのですが、私が特に面白いなと思ったのは、他の分野の技術を導入しているということで、例えばマイクロチップレーザーを導入して一気に実用化に手が届いているということ、それから学生さんの仕事が非常に良くて、学生さんが一生懸命努力をしたおかげでハイパワーになったり、感度が良くなったりということが挙げられており、これは我々も見習うべきだなと思いました。小野先生は、我々に分かりやす

いように、フィルタを実際に設計してそれがどう動いているかという実証まで示して頂いたのですが、色々な可能性を考えて設計されており、あそこまでしないと良いものが出来ないのだなと感動した次第です。

研究集会の目的を達成したかというところですが、これは研究会のホームページにある通り、とにかく受信機に関わる最先端のテクノロジーの拡充を目指しているということです。学生さん、民間企業、それから研究者と、今回は非常に多くの方が参加してくださって、この会が非常に重要なものとなっていることを私は感じました。また、基礎技術力の裾野拡充/継承ということでは、参加者が多くなっているということは、裾野が広がっていることと思っています。一方で、私は目的としてはもう一個あるのではないかと考えていまして、それは「社会貢献」ではないかと思っています。

例えば国が提唱する Society 5.0 では、無線通信技術が大きな役割を果たすことが期待されております。現行の 5G では、ALMA でいうと Band 2 ぐらいの 70 数 GHz の周波数まで使う可能性がありますし、その先の Beyond 5G・6G では、WRC19 という世界無線会議において 450 GHz まで無線に使う周波数帯が特定されており、研究開発が進んでいるという状況です。我々の電波天文学では、例えば ALMA で言えば 1 THz ぐらいまで色々な高周波の技術があるわけですから、こういう技術が Beyond 5G・6G などに大きく貢献できるチャンスがあるということです。皆さんも、自分たちの持っている技術がどこかに応用できないかというのを考えられると良いのではないかと考えています。

今回は単独開催だったのですが、NICT、理研との合同ワークショップというのも、来年度からもう一度再開したいと思っていますので、皆様には参加をぜひよろしくお願ひしたいと思っています。

鵜澤 佳徳（国立天文台）