

令和 4 年 6 月 9 日現在

機関番号：12501

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K22905

研究課題名（和文）多ビーム合成開口レーダによる環境リモートセンシング画像の高解像度化

研究課題名（英文）Improvement on High Resolution of Environmental Remote Sensed Imagery using Multi Beam Synthetic Aperture Radar

研究代表者

ヨサファット・テトコ S・S (Josaphat Tetuko, Sri Sumantyo)

千葉大学・環境リモートセンシング研究センター・教授

研究者番号：40396693

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,800,000円

研究成果の概要（和文）：合成開口レーダ（SAR）センサは全天候型で、昼夜を通じた観測が可能な環境観測用のセンサである。本研究では、SARのマルチビームによるSAR画像の高解像度化をする目指である。ここで、マイクロストリップアレーと広帯域なアレー統合共用RF送受信機による多ビーム合成開口レーダ（MB-SAR）システムを開発した。2019年度～2021年度に概念設計、MB-SARシステムの構築、送信機用の30dBm増幅器、-43.8dBmの受信信号LNA、マイクロストリップアレーアンテナを実現した。このシステムが実際に電波無響室内の送受信実験で性能確認ができた。この研究成果がIEEE TAP、JSTARS等に掲載された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、多ビームの高解像度合成開口レーダ（SAR）システムを実現するため、アレー統合共用RF送受信機による多ビームSAR（MB-SAR）を提案した。研究期間内に4チャンネルのMB-SARで4つ（当初3つ）のビームを実現して、4つの方向からSAR画像信号処理で取得されたSARセンサの生データ（バイナリデータ）を統合させた。また、仮想的に合成開口幅を拡大ならびにSAR画像の高解像度化に挑戦した。将来、このビーム数を増やし、アジマス方向とレンジ方向の高解像度化と観測幅の拡大により詳細かつ高精度に環境観測や災害監視が可能になることから、この研究は大きな要素を含む試みの芽生え期にある。

研究成果の概要（英文）：Synthetic Aperture Radar (SAR) sensor is all-weather sensor for environmental observation that can be observed day and night. In this study, we aim to increase the resolution of SAR images by proposing the multibeam of SAR. Here, we developed a multi-beam synthetic aperture radar (MB-SAR) system using a microstrip array and a wideband array integrated shared RF transmitter and receiver. From FY 2019 to FY2021, we held the study on the conceptual design, construction of MB-SAR system, 30 dBm amplifier for transmitter, -43.8 dBm reception signal low noise amplifier (LNA), and microstrip array antenna. This system was actually able to confirm the performance by the transmitting and receiving experiment in the radio wave anechoic chamber. The results of this research were published in IEEE TAP, IEEE JSTARS, etc.

研究分野：マイクロ波リモートセンシング

キーワード：合成開口レーダ マイクロ波リモートセンシング マルチビーム SAR画像信号処理 アレーアンテナ
マイクロストリップアンテナ

1. 研究開始当初の背景

合成開口レーダ (SAR) の既存概念では、解像度がアンテナの半値幅に比例するもしくは合成開口幅 (L_s) に反比例するが、同システムで解像度を向上できるかという学問的問いも含んでいる。既存の概念を使用する場合、アンテナ幅の小型化及び需要電力の大電力化において限界がある。この問題を解決するため、アンテナの仮想幅でアンテナの観測幅の拡大およびアンテナの小型化による電力の減少による電力安定化が可能なシステムが必要である。そのため、図 1 に示すように前方・後方ビームを追加してアンテナの観測幅を拡大することによりアンテナを仮想的に小型化でき、解像度を向上することにつながる。現在に至るまで、当研究室が円偏波 SAR を開発した[1]-[2]。また、この SAR センサの性能向上を目的として、本研究では、SAR 画像の高解像度化またはアンテナのビーム幅を拡大するため、マイクロストリップアレイによる SAR アンテナの多ビームの実現とともに、安価かつ広帯域なアレイ統合共用 RF 送受信機による円偏波多ビーム合成開口レーダ (Multi Beam Synthetic Aperture Radar : MB-SAR) システムを提案した。本研究では、SAR システムの多ビーム化により、従来の SAR システムと比べて空間分解能の約十倍の向上に挑戦する。将来、この MB-SAR により高解像度の環境観測・災害監視用の SAR 画像を提供できることを期待している。

2. 研究の目的

人工衛星及び航空機に搭載している地球環境観測用の SAR センサは全天候型で、昼夜を通じた観測が可能な環境リモートセンシング用のセンサである。既存の SAR センサの場合、その地表解像度を決定するのは、アンテナのアジマス方向の半値幅またはアンテナから射出されるビームの幅である。そのため、高解像度化を図るには、アジマス方向のアンテナ幅を小さくするか、ビーム幅を拡大する必要がある。しかし、アンテナを小型化すると利得が低下し、SAR システムは大電力が必要になる。本研究では、前方・後方ビームを追加してアンテナのビーム幅を拡大して SAR 画像を高解像度化することを目指し、マイクロストリップアレイによる SAR アンテナの多ビーム動作を実現するとともに、安価かつ広帯域なアレイ統合共用 RF 送受信機による円偏波 MB-SAR システムを開発する。

3. 研究の方法

本研究では、MB-SAR を実現するために、2019 年度に概念設計を行い、2020 年度に ADRV9026 と ADS9 による RF 送受信系 (TX/RX) でパルス発生器・画像処理システム、増幅器・フロントエンド、マイクロストリップアレイアンテナの開発を行った。2021 年度に MB-SAR システムの性能確認を行った。

4. 研究成果

4.1. 理論開発

本研究の提案である図 1 を理論的に証明するために、アンテナの放射角度を制御して、ビーム幅を拡大方法 (合成開口による解説) を示す。ただし、ここで前方、中央、後方に特定の角度に向くように、アンテナのビーム方向を電子的または機械的に制御する。例えば、文献[2]で使用されたアンテナの長さを半分にして 3 枚 (図 2 の構成) にした。この前方と後方のアンテナのビーム方向が図 1 のように中央アンテナのビーム方向よりそれぞれ $\pm\beta$ で調整する。そして、この 3 つのアンテナの入力端子を分配器に合成させる。図 1 に示すように対象物体 P の照射長も $8L_s$ になったので、この合成開口アンテナによる解像度 ρ_{az} が

$$\rho_{az} = \beta_s R = \frac{R\lambda}{8L_s} = R\lambda/(8R\lambda/L) = L/8 \quad (1)$$

になった。合成開口アンテナによる解像度 ρ_{az} が 8 分の 1 になったことが分かった。前方と後方のアンテナをさらに $\pm 3\beta/2$ に制御するとこの合成開口アンテナによる解像度 ρ_{az} が

$$\rho_{az} = \beta_s R = \frac{R\lambda}{10L_s} = R\lambda/(10R\lambda/L) = L/10 \quad (2)$$

になり、本研究の目標で解像度を約 10 倍にした。

4.2. システム開発

本研究では、MB-SAR システムを実現するために、下記に RF システムとアンテナの開発に関する内容を述べる。

RF 開発

本研究では、理論開発の結果をもとにして、MB-SAR システムを構築した。図 1 のようにこのシステムが前方、中央、後方に SAR のアンテナビームを送信できるよう各 3 チャンネルの送受

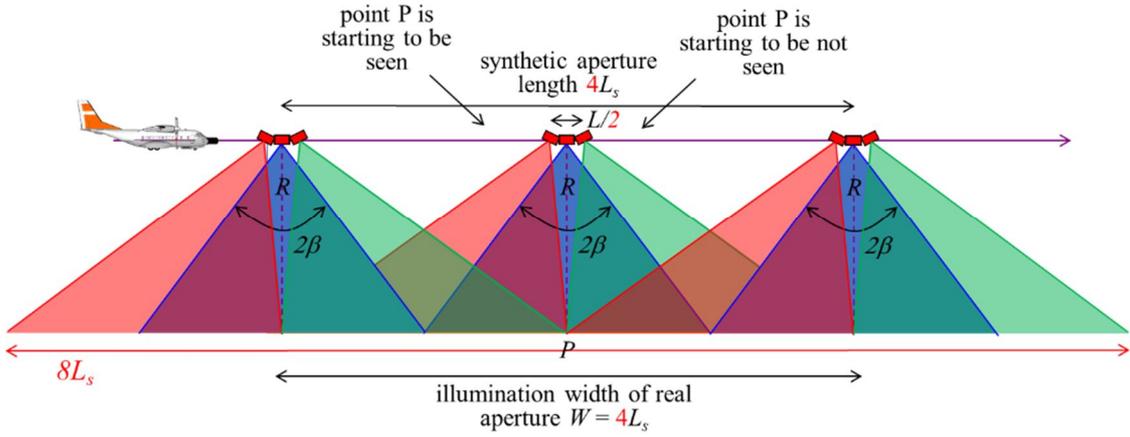


図 1.放射角度制御によるビーム幅の拡大方法（合成開口による解説）

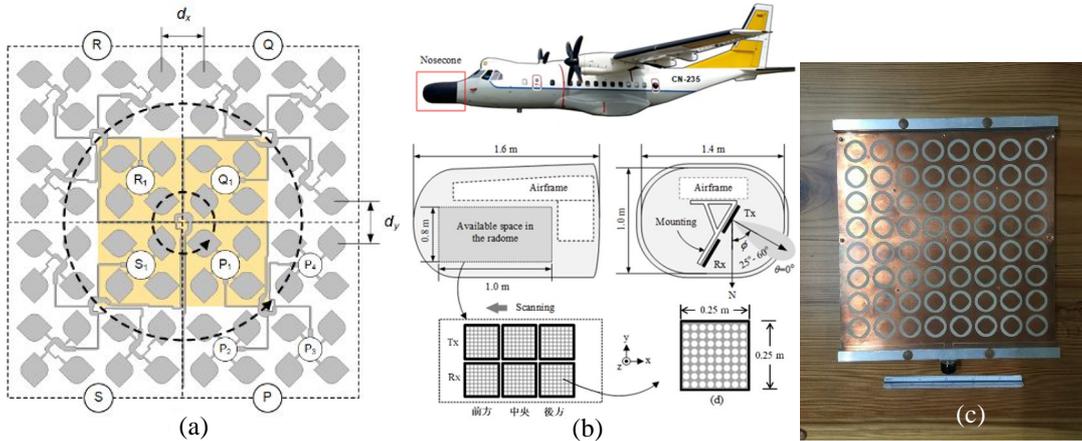


図 2. (a) 8 × 8 サブアレイ (b) CN235MPA に搭載 MB-SAR アンテナ (c) 8 × 8 アンテナ実物

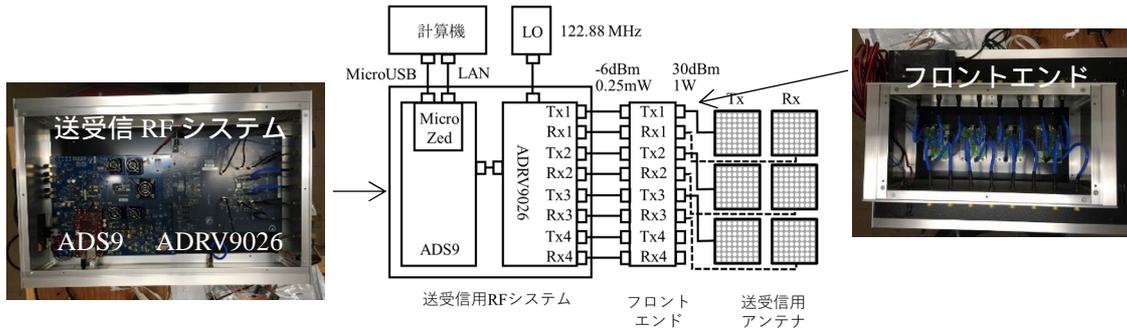
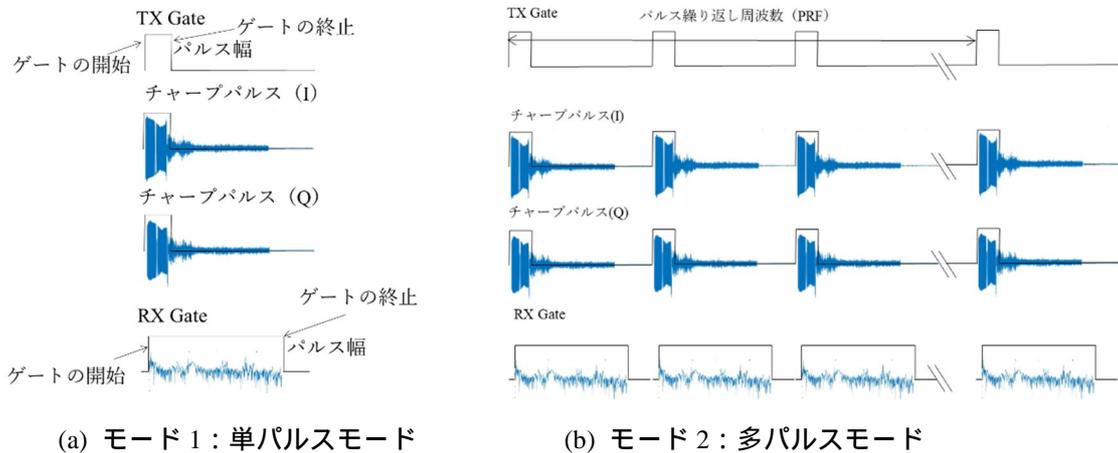


図 3. MB-SAR システムの構成



(a) モード 1：単パルスモード

(b) モード 2：多パルスモード

図 4 . MB-SAR のパルス制御

信器を実現する必要である。また、本装置で回線などによる減衰を考慮して、本装置は 5.3 GHz 帯で動作でき、1 W 出力送受信モジュールとして実現する必要である。まず、図 3 に示すように、本研究では MB-SAR が送受信系である ADRV9026 (送受信 4 チャンネルの入出力) パルス発生器と制御系である ADS9、増幅器 (フロントエンド) から構成された。当初、3 チャンネルを計画したが、冗長部を考慮して、モジュール 4 系統を並列運用できるように実現した。特に、フロントエンドについて、送信系は、可変アッテネータ、増幅器、バンドパスフィルタによって構成される。また、受信系は、増幅器とバンドパスフィルタによって構成される。

ADRV9026 が Matlab で制御し、チャープパルスを発生させる。ADRV9026 の出力が -6 dB でフロントエンドによって、最終出力を 1W (30 dBm) になった。また、回線設計により、受信側にフロントエンドの入力では -76.76 dBm に受信され、ここで増幅させて、同軸ケーブルの減衰を考慮して、ADRV9026 に -43.76 dBm に増幅させる。図 3 がフロントエンドの装置が 4 台をカスカードで接続した。

アンテナの開発

この航空機搭載 MB-SAR ミッションは、図 2 (b) のように CN235MPA 航空機に搭載された地表観測と災害監視のための C バンド航空機搭載 MB-SAR システムの飛行実証実験である。このシステムが、中心周波数 5.3 GHz、最大動作帯域幅 400MHz で動作する。図 2 (b) は、CN235MPA 航空機のレドーム (radome または nose cone) 内のアンテナの概念的な構造を示す。設計された SAR システムは、55° のオフナディア角度のストリップマップスキャンモードで動作する。送信機アンテナ (Tx) と受信機アンテナ (Rx) を備えた 6 枚のアンテナを備えた。これらは、送信または受信のために、RHCP と LHCP の組合せで設置でき、例えば図 2 (c) が LHCP のアンテナを示す。Tx アンテナはアンテナ設置の上側に取り付けられ、Rx アンテナは下側に取り付けられている。Tx と Rx の組み合わせにより、フル偏波画像が生成される。

円偏波 (CP) アンテナは、同じ振幅、互いに垂直方向または直交の 2 つの線形電界電磁波を放射し、90° の位相差をもつ。結果として生じる電界は、その伝播方向に円回転波を生成する [3]-[5]。CP アンテナの機能は、直線偏波 (LP) アンテナと比較していくつかの利点を提供する。衛星プラットフォームなどの宇宙搭載 SAR の運用では、アンテナからの送信信号と対象物による散乱信号が伝播され、電離層を通過する。しかし、LP マイクロ波はファラデー回転効果に敏感である。ファラデー回転効果は、低周波数で動作する SAR システムではかなり影響されるものである。LP マイクロ波の傾斜角が変化し、偏波の不一致により電力が低下する可能性がある。CP アンテナは、不整合な偏波による電力損失を克服することが期待される。航空機 SAR の運用では、信号伝搬に対するファラデー回転の影響は考慮されていない。航空機 SAR は通常、電離層でのファラデー効果を見逃して、地表近くを飛行する。無線通信における CP アンテナのもう 1 つの利点は、交差偏波干渉の可能性が少ないことである。反射信号からの偏波は、入射信号の反転である。右旋円偏波 (RHCP) の入射信号は、地上によって左旋円偏波 (LHCP) 信号に反射される。その逆も同様である。これらの RHCP アンテナは、反射された LHCP 信号を拒否する。

本研究では、航空機搭載用円偏波 SAR 用の円形偏波マイクロストリップアレイアンテナの設計について説明する。議論には、いくつかのアンテナパラメータに関する既存の制限を解決して対処する方法が含まれる。

マイクロストリップアンテナは、裏面に接地面層を備えた誘電体基板シート上の薄い銅層に印刷されたアンテナである。一般的に、マイクロストリップアンテナは点給電、ストリップラインフィード、電磁結合型などの方式で給電される。これは、動作周波数が低く、軽量で、製造が容易で、実現コストが低い応用でのコンパクトな寸法など、いくつかの魅力的な機能を備えた優れたアレイアンテナを開発するための妥当なものである。誘電体基板は、マイクロストリップアンテナの寸法と要件の間の妥協と調整に利点を提供する。ただし、誘電率と基板の厚さは、低利得、低効率、狭帯域幅などのアンテナパラメータの劣化に影響する。

マイクロストリップアンテナ設計の最初のステップとして、MB-SAR 用のアンテナの要件と応用を満足するために、商用市場で適切な誘電体基板を選択することである。おそらく、優れたパフォーマンスですべてのアンテナパラメータを満たすのに適した基板を探す際にコストを節約することを検討するのが賢明だと考慮した。マイクロストリップアンテナのインピーダンス帯域幅、利得、および効率は、厚さと誘電体基板の特性に依存することが証明されている。それらの間でトレードオフをしなければならない。アンテナのインピーダンス帯域幅は増加するが、基板の厚さが増加し、誘電率が減少する。基板の誘電率を下げると、アンテナの寸法変更さらにさらに大きな影響を与える。アンテナの効率は、誘電率と厚みの増加に比例して低下する。

4.3. MB-SAR システムの動作方法

図 3 の MB-SAR を制御するために、まず周波数発生器 (LO) である CS-ERASYNTH-06 を USB を通して電源を ON にする。そして、ADRV9026-HB/PCBZ のコネクタに接続して、周波数 122,880,000 Hz と入力電圧 +3 dBm に設定する。計算機と ADS9 の AVNET MicroZed の間に LAN ケーブルで接続する、ただし、firewall とその他のウィルスフィルターソフトを解除する必要である。そして、計算機のインターネット設定 (TCP/IPv4) で IP Address 192.168.1.2 と Subnet Mask: 255.255.255.0 にする。計算機と AVNET MicroZed の間に MicroUSB で接続して、Serial ポートの

設定をして、COM#: Silicon Labs (P210X USB to UART)と通信速度 115200 (baudrate)に再設定する。計算機の画面に“root@analog:#”が表示するまで待つ。そして、画面のコマンドプロンプトに Ping 192.168.1.10 (ADS9-V1EBS and ADS9-V2EBS)をして、通信速度の情報が表示すれば成功する。

ADRV9026-HB/PCBZ の電源を On にして、コマンドプロンプトに“launching ADRV9026 Server”が表示すれば、次の GUI ADRVTRX Transceiver Evaluation Software を起動させる。ADRV9026 を制御するために、ADRV9026 Transceiver Evaluation Software_x64_FULL のソフトを起動して、“Connected”が表示すれば、Program をクリックして、“Finished”が表示すれば、プログラムを終了させるために、Disconnect をクリックする。Matlab によって、LoadLib でライブラリを読み込み、Connect で ADRV9026 に接続して、Program でソフトを開始して、Transmit で既に用意した波形（チャープパルス、CW など、例えば txsample1.mat）を生成して、-6 dBm で出力させる。この信号をフロントエンドで 1 W に増幅させて、前方、中央、後方に 3 枚のマルチビーム送信 Tx アンテナに入力させて放射させる。本研究では、対象物が 100 ~ 200m にあると想定して、散乱はの強度が-76.76 dBm に受信されると計算した。フロントエンドで同軸ケーブルの減衰を含めて考慮すると、ADRV9026 に-43.76 dBm に入力する。対象物に散乱されてから、前方、中央、後方に 3 枚のマルチビーム受信 Rx アンテナで受信して、フロントエンドで LNA で増幅させて ADRV9026 に受信する。ADRV9026 に、Capture と LoopCap のコマンドで散乱波を受信して、保存する。

本研究では、MB-SAR のポイントターゲット実験と飛行実証実験のために、図 4 に示すように、単パルスモードと多パルスモードでパルスの送受信を制御することができた。今後、このパルスを利用して、電波無響室内、野外実験、飛行実証実験に活用する予定である。

4.4. 今後の課題

本研究では、解像度の向上のために、無人航空機と航空機に搭載できる多ビーム合成開口レーダ (MB-SAR) の開発をした。ここで、理論開発をはじめ、送受信の 4 つのビームを生成するための RF システム、1 W の出力電力の増幅器またはフロントエンド、LHCP と RHCP の円偏波マイクロストリップアレイアンテナ、制御用ソフトウェア、信号コード、電波無響室内の送受信実験をした。2019 年に入り、コロナの蔓延によって、半導体材料の不足になり、ADRV9026 と ADS9 の入手が大変遅れて、研究計画通りに研究を進めなかったが、MB-SAR システムがほとんど完成した。今後の研究では、この MB-SAR システムを使用して、電波無響室内における Back Propagation Algorithm による電磁波散乱実験をはじめ、ポイントターゲット実験、フル偏波(LL、LR、RL、RR)による MB-SAR 性能評価、キャリブレーションと検証法の開発をする。また、野外実験と飛行実証実験では、ポイントターゲット実験とフル偏波の性能評価をする予定である。現在、50 kg 搭載可能な無人航空機が市場に出たので、この無人航空機を利用して、MB-SAR の飛行実証実験をする予定である。

参考文献

- [1] Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Koo Voon Chet, Lim Tien Sze, Takafumi Kawai, Takuji Ebinuma, Yuta Izumi, Mohd Zafri Baharuddin, Steven Gao and Koichi Ito, "Development of circularly polarized synthetic aperture radar onboard UAV JX-1," International Journal of Remote Sensing, Special Issue Papers on Drones, UAVs, RPASs for Environmental Research, Vol.38, No.8-10, pp.2745-2756, Online: December 2016, Printed: July 2017, DOI:10.1080/01431161.2016.1275057.
- [2] Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Chua Ming Yam, Cahya Edi Santosa, Good Fried Panggabean, Tomoro Watanabe, Bambang Setiadi, Franciscus Dwi Sri Sumantyo, Kengo Tsushima, Karna Sasmita, Agus Mardiyanto, Edi Supartono, Eko Tjipto Rahardjo, Gunawan Wibisono, Muhammad Aris Marfai, Retnadi Heru Jatmiko, Sudaryatno, Taufik Hery Purwanto, Barandi Sapta Widartono, Muhammad Kamal, Daniel Perissin, Steven Gao, and Koichi Ito, "Airborne Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar," IEEE Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing (JSTARS), Vol.14, pp.1676-1692, January 2021, DOI:10.1109/JSTARS.2020.3045032.
- [3] Cahya Edi Santosa, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Steven Gao, and Koichi Ito, "Broadband Circularly Polarized Microstrip Array Antenna with Curved-Truncation and Circle-Slotted Parasitic", IEEE Transactions on Antennas and Propagation (TAP), Vol.69, No.9, pp.5524-5533, September 2021 DOI: 10.1109/TAP.2021.3060122.
- [4] Cahya Edi Santosa, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Chua Ming Yam, Katia Urata Nagamine, Koichi Ito, and Steven Gao, "Subarray Design for C-Band Circularly-Polarized Synthetic Aperture Radar Antenna onboard Airborne," Progress In Electromagnetics Research, Vol.163, pp.107-117, September 2018, DOI:10.2528/PIER18060602.
- [5] Cahya Edi Santosa, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Katia Urata, Chua Ming Yam, Koichi Ito, and Steven Gao, "Development of a Low Profile Wide-Bandwidth Circularly Polarized Microstrip Antenna for C-Band Airborne CP-SAR Sensor," Progress In Electromagnetics Research C, Vol.81, pp.77-88, January 2018, DOI:10.2528/PIERC17110901.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 7件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Xu Rui, Steven Gao, Jie Liu, Jian-Ying Li, Shi-Gang Zhou, Kun Wei, Xuexia Yang, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo	4. 巻 68
2. 論文標題 Analysis and Design of Ultrawideband Circularly Polarized Antenna and Array	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Antennas and Propagation	6. 最初と最後の頁 7842-7853
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TAP.2020.2998922	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Chua Ming Yam, Cahya Edi Santosa, Good Fried Panggabean, Tomoro Watanabe, Bambang Setiadi, Franciscus Dwi Sri Sumantyo, Kengo Tsushima, Karna Sasmita, Agus Mardiyanto, Edi Supartono, Eko Tjipto Rahardjo, Gunawan Wibisono, et.al	4. 巻 14
2. 論文標題 Airborne Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing (JSTARS)	6. 最初と最後の頁 1676-1692
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/JSTARS.2020.3045032	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Cahya Edi Santosa, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Steven Gao, and Koichi Ito	4. 巻 -
2. 論文標題 Broadband Circularly Polarized Microstrip Array Antenna with Curved-Truncation and Circle-Slotted Parasitic	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Antennas and Propagation (TAP)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TAP.2021.3060122	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Nasucha Mohammad, Sri Sumantyo Josaphat T., Santosa Cahya E., Sitompul Peberlin, Wahyudi Agus H., Yu Yang, Widodo Joko	4. 巻 7
2. 論文標題 Computation and Experiment on Linearly and Circularly Polarized Electromagnetic Wave Backscattering by Corner Reflectors in an Anechoic Chamber	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Computation	6. 最初と最後の頁 55 ~ 55
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/computation7040055	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 Chua Ming Yam, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Cahya Edi Santosa etal	4. 巻 34
2. 論文標題 The Maiden Flight of Hinotori-C: The First C Band Full Polarimetric Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar in the World	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine	6. 最初と最後の頁 24-35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/MAES.2019.180120	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Qi Luo, Steven Gao, Mohammed Sobhy, Xue Xia Yang, Zhiqun Cheng, Youlin Geng, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo	4. 巻 67
2. 論文標題 A hybrid design method for thin-panel transmitarray	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Antennas and Propagation	6. 最初と最後の頁 6473-6483
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TAP.2019.2923076	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Liu Xuekang, Gao Steven, Hu Wei, Wen Lehu, Luo Qi, Sanz-Izquierdo Benito, Chen Xiaodong, Qian Long, Sumantyo Josaphat Tetuko Sri, Yang Xue-Xia	4. 巻 70
2. 論文標題 A Compact Dual-Polarized Filtering Antenna with Steep Cut-Off for Base-Station Applications	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Antennas and Propagation	6. 最初と最後の頁 1~1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TAP.2022.3161280	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計25件 (うち招待講演 18件 / うち国際学会 23件)

1. 発表者名 Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
2. 発表標題 Remote Sensing Technology for Geospatial Mapping
3. 学会等名 Remote Sensing untuk Informasi Geopasial Webinar Indonesia Remote Sensing Society (MAPIN) #Seri 10 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
2. 発表標題 Pengamanan Kekayaan Laut dengan Teknologi Informasi : Synthetic Aperture Radar (SAR) untuk Pengawasan Laut Indonesia
3. 学会等名 Seminar Online Global Information System and Kekayaan SDA Kelautan Indonesia, Universitas Diponegoro and Kopertip (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
2. 発表標題 Perlindungan dan Pengawasan Sumber Daya Alam Kelautan Indonesia menggunakan Teknologi Microwave Remote Sensing
3. 学会等名 Seminar Online : Perlindungan dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam Kelautan Indonesia, Universitas Diponegoro and Kopertip (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
2. 発表標題 Geography 2020 for A Sustainable Future, UGMtalks
3. 学会等名 Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
2. 発表標題 Remote Sensing for Land Deformation Monitoring, Plate Tectonic and The Ring of Fire, Pusat Penelitian Mitigasi Kebencanaan dan Perubahan Iklim
3. 学会等名 Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya, Indonesia (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
2. 発表標題 Remote Sensing for Topographical Mapping
3. 学会等名 Indonesian Geospatial Agency, Jakarta, Indonesia (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
2. 発表標題 Innovation on Microwave Remote Sensing Technology for Environmental and Disaster Monitoring
3. 学会等名 The 2nd International Conference on Engineering, Technology and Innovative Researches (ICETIR 2020), Universitas Soedirman, Banjarnegara, Indonesia (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
2. 発表標題 Disaster Monitoring using Spaceborne Synthetic Aperture Radar
3. 学会等名 The 6th International Conference on Science and Technology Universitas Gadjah Mada (UGM) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
2. 発表標題 Satellite for Better Life
3. 学会等名 Festival Science Antariksa 2020 Indonesian Aerospace Agency (LAPAN) Webinar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
2. 発表標題 Remote Sensing Technology for Geospatial Mapping
3. 学会等名 Seminar Nasional Geomatika 2020 BIG (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
2. 発表標題 Innovation on Microwave Remote Sensing and Applications for Disaster Monitoring
3. 学会等名 The 2020 IEEE Asia-Pacific Conference on Geosciences, Electronics and Remote Sensing (AGERS) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
2. 発表標題 Development of Advanced Microwave Remote Sensing Technology and Applications for Disaster
3. 学会等名 Webinar Seminar Online SIG Pengelolaan SDA Berbasis DAS (PSPDAS1), Gadjah Mada University (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
2. 発表標題 Creating Research and Innovation on Remote Sensing to Contribute to International Community
3. 学会等名 Super Science High School 大阪府立天王寺高等学校 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Cahya Edi Santosa and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
2. 発表標題 Conformal Subarray Antenna for Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar (CP-SAR) onboard UAV
3. 学会等名 The 2020 International Symposium on Antenna and Propagations (ISAP 2020) (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
2. 発表標題 SAR Image Processing and Applications
3. 学会等名 IEEE GRSS Pre Conference of Asia Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2021) Online Tutorial Series (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Hiroaki Kuze, and Nobuyoshi Imura
2. 発表標題 In-orbit Payload Demonstration of Circularly Polarized SAR
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting (JPGU) 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takahiro Goto, Kengo Tsushima, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
2. 発表標題 Synthetic Aperture Radar Imaging with Frequency Scanning in Azimuth Direction
3. 学会等名 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS) 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Chua Ming Yam, Cahya Edi Santosa etal
2. 発表標題 Hinotori-C2 Mission : CN235MPA Aircraft onboard Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar (CP-SAR)
3. 学会等名 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS) 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Chua Ming Yam, Cahya Edi Santosa etal
2. 発表標題 Aircraft onboard Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar : Flight Test and Results
3. 学会等名 The 4th International Polarimetric SAR Workshop in Tokyo 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Cahya Edi Santosa, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Indra Riyanto, and Vehtasvili
2. 発表標題 The design of an 2×2 Subarray Microstrip Antenna for Airborne X Band Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar
3. 学会等名 The 9th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium (IJSS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Noboru Hamaguchi, Kazuteru Namba, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
2. 発表標題 CP-SAR Image Processing System using TCP/IP with Kintex-7 FPGA Board
3. 学会等名 The 9th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium (IJSS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
2. 発表標題 Development of Aircraft onboard Synthetic Aperture Radar for Earth Monitoring
3. 学会等名 The 2nd Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
2. 発表標題 Development of Airborne and Spaceborne Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar
3. 学会等名 The Fifth International Conferences of Indonesian Society for Remote Sensing (IC0IRS) and Indonesian Society for Remote Sensing Congress (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
2. 発表標題 Advanced Microwave Remote Sensing Technology and Applications for Disaster Monitoring
3. 学会等名 2019 6th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
2. 発表標題 円偏波合成開口レーダによる高分解能災害監視
3. 学会等名 2019 Microwave Workshops & Exhibition (MWE 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 Jay Guo and Richard ZioIklinski Editors (Chapter 3. Steven Gao, Qi Luo, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, and Yang)	4. 発行年 2021年
2. 出版社 IEEE Press and John Wiley & Sons	5. 総ページ数 350
3. 書名 Antenna and Array Technologies for Future Wireless Ecosystems	

1. 著者名 Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Chua Ming Yam, Cahya Edi Santosa, and Yuta Izumi	4. 発行年 2022年
2. 出版社 CRC Publisher	5. 総ページ数 300
3. 書名 Airborne Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar	

〔産業財産権〕

〔その他〕

千葉大学環境リモートセンシング研究センター・ヨサファット研究室 http://www.cr.chiba-u.jp/lab/Josaphat-laboratory/index.html
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	難波 一輝 (Namba Kazuteru) (60359594)	千葉大学・大学院工学研究院・准教授 (12501)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計4件

国際研究集会 IEEE GRSS Pre Conference of Asia Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (AP SAR 2021) Online Tutorial Series : Indonesian Remote Sensing - Bunga Rampai	開催年 2021年～2021年
国際研究集会 IEEE GRSS Pre Conference of Asia Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (AP SAR 2021) Online Tutorial Series : Tutorial 1	開催年 2021年～2021年
国際研究集会 IEEE GRSS Pre Conference of Asia Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (AP SAR 2021) Online Tutorial Series : Tutorial 2	開催年 2021年～2021年
国際研究集会 The 3rd Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2020)	開催年 2020年～2020年

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------