（ 様式D－２ ）
（ 別　　紙 ）

# 令和７年度　海外派遣研究員研究報告書〔研究実績〕

令和７年１１月２５日

日本大学理事長　　殿
日 本 大 学 学 長　　殿

所　　属　　短期大学部　（理工学研究所）
資格・氏名　　教授・小林　一彦

令和７年度海外派遣研究員（　短期Ｂ　）の研究実績を，下記のとおり報告いたします。

記

１　区　　分　　短期Ｂ

２　研 究 課 題

| |
|---|
| マイクロ波，ミリ波帯向けGaNデバイスを適用した高効率線形電力増幅器の技術に関する調査 |

３　派 遣 期 間　　西暦２０２５年9月２１日　～　２０２５年１０月５日

４　派　遣　先　　○オランダ，スイス

５　研 究 目 的

本研究の先行研究では，半導体デバイスにCMOSを選択し，WiFiシステムへの適用を目的に高効率線形電力増幅器の研究を進め，その成果は国際会議で論文発表を行うと共に，特許申請を行い特許として認められた。この先行研究での成果を基に，本研究では半導体デバイスにGaNを選択し，想定する適用システムは次世代移動体通信システムである6Gの基地局向け高効率線形電力増幅器の実現としている。この研究を今後更に進めていく上で，現状の技術動向を把握することは不可欠である。このため，この分野における現状の技術動向調査には，半導体デバイス，高周波回路，そして無線通信システムに関する全ての分野を網羅した国際会議で聴講することが最適である。さらに，本先行研究で共同研究を進めたスイス連邦工科大学ローザンヌ校の担当者と議論することで，本研究の方向性の確認をすることが必要である。

この条件を満たす国際会議の一つであり，本年9月21日からオランダ・ユトレヒトで開催されるEuropean Microwave Conferenceに出席，聴講することを選択した。また，本研究の方向性を確認するために，スイス連邦工科大学ローザンヌ校の担当者との議論及びCSEM（Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique），スイスの電子・マイクロテクノロジー分野における研究開発を行う非営利の技術革新センターとも議論を行うことで，今後の方向性を明確にし，

更なる特性改善を目指す。最終的に実用化を目指した基礎的な研究を進め，企業との共同研究へと繋げ発展させることが，本派遣の目的となる。

（ 様式D-２ ）

6　研 究 概 要

① 研究の方法

・本研究の分野，領域である半導体デバイス，高周波回路及び無線通信システムに関する全ての分野を網羅した国際会議である European Microwave Conference に出席，聴講して，最先端の技術動向を調査する。

・本研究内容に関して，将来性を見据えた議論をスイス連邦工科大学ローザンヌ校とスイスの電子・マイクロテクノロジー分野における研究開発を行う非営利の技術革新センターである CSEM のメンバーと議論することで，研究内容の方向性に関する確認と修正を行い，ニーズに合った研究を見出す。

② 渡航先での活動内容

9 月 22 日より，オランダ・ユトレヒトで開催された European Microwave Conference2025 に参加し，関連する会議を聴講し，最新技術動向を入手した。

9 月 29 日より，スイス連邦工科大学ローザンヌ校で研究内容のプレゼンを行った。それを基に，Anja Skrivervik 教授，Andreas Peter Burg 准教授と研究テーマである GaN デバイスを適用した高効率線形電力増幅器の今後に関して議論を行い，研究施設の見学もさせていただいた。

10 月 2 日から CSEM を訪問して，研究内容に関するプレゼンと Philippe Dallemagne Senior Export，Paulo Augusto Group Leader，Nussbaum Pascal Group Leader の 3 名と議論を行い，EPFL の場合と同様に研究施設の見学もさせていただいた。さらに帰国後，Pascal 氏とそのメンバーとオンラインミーテイングを行い，引き続き打合せを行うことで合意を得た。今後，将来に向けて共同研究も視野に入れた打合せを実施していく予定である。

7　研究結果・成果

オランダ・アムステルダム到着後翌日 9 月 22 日から European Microwave Conference に出席して，下記の Workshop，Conference を聴講した。

9 月 22 日に NTN（Non-Terrestrial Network，非地上系ネットワーク）が６G システムに適用される新たなネットワークシステムであることから，将来の本研究成果である高効率線形電力増幅器の適用を見据え，最新の技術動向を把握するために聴講した。その結果，既に国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）から入手しているシステム情報と差異が無いことを確認できた。今後，変更無く NTN システムへの適用を視野に入れて研究を進めていきたいと考える。

聴講したセッション名は下記のとおりである。

Architecture and Applications for Emerging SATCOM and NTN Communication Networks

9 月 23 日から電力増幅器関連のセッションを中心に聴講した。聴講したセッション名は，下記のとおりである。

・Load-Modulated High-Efficiency Power Amplifiers
・Doherty Amplifiers and Linearizers for Communication Systems
・Microwave and mm-Wave Integrated Power Amplifiers
・GaN Amplifiers from VHF to V-band
・mmWave Amplifiers and Components
・RF and Millimeter-Wave Devices
・mm-Wave GaN Technology
・Wideband and mm-Wave Building Blocks
・Power Amplifier Design and Linearisation Techniques
・EuMIC/EuMC Interactive Poster Session

上記セッションを聴講した結果，研究課題である電力増幅器に関連する発表件数は 33 件であり，その中でデバイスとして GaN デバイスを適用した電力増幅器は 19 件で，全体の 58%程であった。多くの研究機関がデバイスとして，GaN デバイスを適用している傾向を確認した。他のデバイスは，GaAs，CMOS，SiGe，InP であった。このことから，本研究で選択したデバイスが GaN であり，この選択に間違いがないことを確認できた。次に，発表内容に関して，多くの発表がマイクロ波，ミリ波を想定しているが，高効率又は線形性を中心とした発表で特に，高効率に関しては 80%を示した発表があったが，線形性に関しては不十分で，現状の通信システムへの適用は難しいと感じた。本研究課題である高効率と線形を両立する発表は無かった。これらの特性は相反する特性であるため，実現するには非常にハードルが高い課題となる。本研究で実現できれば非常に意義深いと感じ，この国際会議の聴講を通じ，本研究の方向性が正しいことを再確認できた。

〔７研究結果・成果（つづき)〕

次に，9 月 28 日にスイスへ移動して，スイス連邦工科大学ローザンヌ校（EPFL）と CSEM で研究内容に関して議論を行った。

先ず，EPFL では研究内容に関して説明し，この内容に関して議論を行った。EPFL 側よりデバイスの選択に関して，GaN でなく CMOS を選択する方が良いのではとのコメントをいただき，想定している適用周波数，特性に関して再度説明し議論した結果，最終的に GaN デバイスの選択が最適であることとなった。次に，高効率線形性を実現する手法として，以前 EPFL と共同研究をした Dynamic Supply 方式を適用する事に関し，最適とのコメントをいただいた。

CSEM との打合せでも研究内容に関して説明し，議論を行った。現在，回路シミュレータを使用し，構成方法を検討していることに関して，GaN デバイスのシミュレーションモデルとデバイス提供が可能なメーカーを紹介していただき，非常に有益な情報を得ることが出来た。帰国後も継続してオンラインによる議論をしていただくことになった。

今後は，国際会議での聴講内容に関して，さらに精査した内容を確認していき，更なる特性改善へ繋げ，EPFL と CSEM で議論する中で得られたコメント，アドバイスを生かし，高効率線形電力増幅器の研究を進めていく予定である。

以　　上