

1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名 低コスト・高品質なミリ波・テラヘルツ帯へのB5G対応高周波数移行技術の研究開発
- ◆受託者 (国)大阪大学、三菱電機(株)
- ◆研究開発期間 令和3年度～令和5年度(3年間)
- ◆研究開発予算(契約額) 令和3年度から令和4年度までの総額100百万円(令和3年度44百万円)

2. 研究開発の目標

低周波領域の信号を高周波領域に品質を保持したまま移行する低コストな技術を開発し、高い周波数帯において顕在化してきているコスト・精度・消費電力間のトレードオフの課題を日本が優位性を持っている光技術の広帯域特性を活かして解決する技術基盤を確立することを目標としている。

3. 研究開発の成果

研究開発項目1:光キャリアの広帯域性を用いた低周波-高周波変換

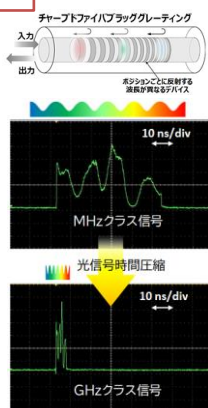
1-a) 低周波-高周波変換のための光キャリアの検討

コスト・精度・消費電力における優位性

コスト・精度・消費電力間のトレードオフの課題



1-b) 光キャリア重畳信号の低周波-高周波変換の検討



研究開発成果1-a: 低周波-高周波変換のための光キャリアの検討

メガヘルツ級の低い周波数信号を重畳するための光キャリアとして、サブマイクロ秒長の時変スペクトル光の生成方法が必要。

●チャープドファイバブラッググレーティングが原理的に所望の性能が得られることを確認した。一方で、既存の製品には所望の仕様のものがなく、検討結果をもとにしたカスタム設計による新規デバイスの設計を完了。

研究開発成果1-b: 光キャリア重畳信号の低周波-高周波変換の検討

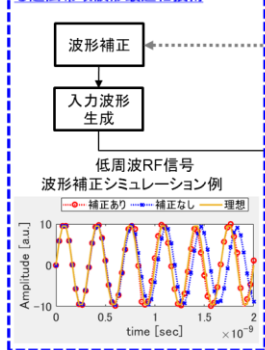
本研究開発課題で使用する低周波-高周波変換には、時間圧縮時に発生する歪に加え、研究開発項目2におけるメディア変換装置の影響を考慮した分散制御技術の最適化が必要。

●既存のデバイス群により構成される基礎実験を通じた実現アプローチの最適化の検討を行い、10倍程度の圧縮比とサブナノ秒長までの時間圧縮に成功した。

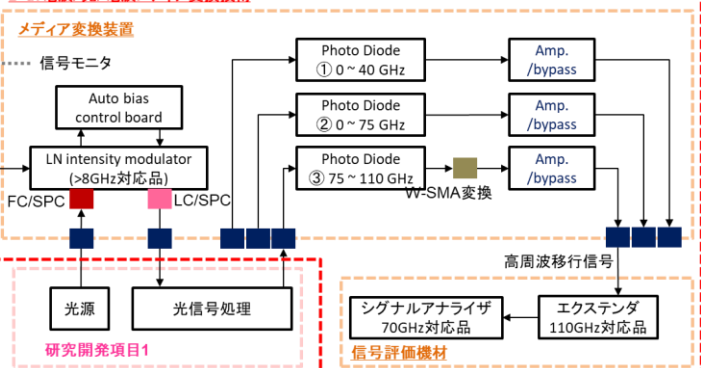
●種々の光変調器を用いて研究開発項目2におけるメディア変換装置に必要な性能等の課題を抽出し、最終目標達成におけるその重要性を確認した。

研究開発項目2:電波/光信号処理インタフェース技術

2-b: 低い周波数領域における超広帯域波形最適化技術



2-a: 電波/光/電波メディア変換技術



研究開発成果2-a: 電波/光/電波メディア変換技術

光信号処理による低周波-高周波変換技術を用いた研究開発においては、光領域と電波領域の信号を相互変換するメディア変換技術が必要。

●ミリ波、サブミリ波、テラヘルツ波に対応したメディア変換装置の構成を検討。最大周波数約110 GHzに対応した信号評価系の初期設計を完了。

研究開発成果2-b: 低い周波数領域における超広帯域波形最適化技術

光信号処理による低周波-高周波変換技術においては、光領域における波形圧縮過程で未知の歪が生じる懸念があり、当該歪の特性把握と補正技術の開発が必要。

●短パルス光源と波長分散伝搬路を想定し、伝搬シミュレーションを実施。均一な波形圧縮が達成されない可能性が示唆された。

●理論検討により導出した波形圧縮関数を用いて波形圧縮シミュレーションを実施。モニタ信号のフィードバックによる補正が可能であることを確認した。

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案・採択	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

※ 成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

- (1) 研究開発マネジメントのための受託者間調整会議を開催 (3回)
 プロジェクト関係者が一同に会し、内部のスタートアップミーティングとして集中的に内外の動向分析と戦略立案を議論。特に、11月のプロジェクト開始直後に開催された国際会議(関連分野で最も権威のある国際会議の一つであるMWP2021)において、本プロジェクトの原理提案を中心とした発表を行い、参加者からの意見やコメントを通した内外の動向を共有し、その分析結果を今後のプロジェクトの研究開発計画にフィードバック。また、最新の研究成果を紹介するとともに、成果紹介は守秘義務対象とし、学会ではできない徹底した議論を推進。
- (2) 「テラヘルツ無線のB5G/6Gに向けての取り組み」講演会にて講演 (主催:テラヘルツシステム応用推進協議会、NICTテラヘルツ研究センター)
 開催日時:2022年3月1日(火)13:00~17:40
 会合概要:本講演会では、テラヘルツシステム応用推進協議会が策定した6Gユースケースの議論を念頭に、NICT Beyond 5G研究開発促進事業での研究開発プログラムの中で、テラヘルツ通信に関するプログラムを受託した研究開発機関から実施する研究開発事業の一つとして招待を受け、本プロジェクトの内容について講演。今後の日本におけるテラヘルツ通信に係る研究開発に取って大きな意味を持つことになると期待。さらにシンポジウムでは研究開発課題実施者間で互いに認識することで、実施者間交流の機会を積極的に利用した。
- (3) 特許出願状況
 本プロジェクトの採択が後押しとなり、本プロジェクトの中核技術に関するPCT出願の指定国移行に関して、大学の産学共創本部の支援が決定した。本プロジェクトの開始が比較的遅かったために、その手続き完了時期はR4年度の第一四半期となる予定であるが、外国出願の準備を順調に進めている。

5. 今後の研究開発計画

- 1-a 低周波-高周波変換のための光キャリアの検討:次年度以降に予定する接続実証に向けて、メガヘルツ級の信号を重畳させるために数十ナノ秒以上に時間伸長された時変スペクトル光を生成するチャープドファイバブラッググレーティングの試作を行い、研究開発項目2-aの電波/光メディア変換技術との連携を考慮する。
- 1-b 光キャリア重畳信号の低周波-高周波変換の検討:実現要素デバイスの試作・検証において、R3年度に実施した方式検討結果に基づき試作を行い、研究開発項目2-aで検討を行う光/電波メディア変換技術との連携を考慮した基本データの取得および研究開発項目3のための連携実験系の構築を行う。
- 2-a 電波/光/電波メディア変換技術:次年度は、今年度の構成検討に基づき電波/光/電波メディア変換装置および評価系の試作評価を行う。試作器の性能から、光信号処理により生成するミリ波帯信号を6bit以上の分解能で検出可能な根拠を示す。
- 2-b 低い周波数領域における超広帯域波形最適化技術:次年度に計画している試作検証では、本年度の方式検討結果に基づき、デバイスなどによる信号劣化を補正するデジタル回路の試作を進め、試作回路を用いた検証により本方式の実証完了を目指す。
- 3 B5G対応高周波数移行技術:研究開発項目1および2の情報・進捗状況を受託者間会議により整理し、ステージゲート後の2023年度の接続実証に向けた効果的な構成の検討および初期接続実験を実施する。