

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 Beyond 5G網におけるホログラフィ通信のための高効率圧縮伝送技術の研究開発

◆受託者 (株) KDDI 総合研究所、(大) 北海道大学、(大) 東海国立大学機構 名古屋大学、(学) 関西大学、
(大) 公立諏訪東京理科大学、(株) クレセント

◆研究開発期間 令和4年度～令和7年度(4年間)

◆研究開発予算(契約額) 令和4年度から令和6年度までの総額1,403百万円(令和6年度500百万円)

2. 研究開発の目標

・電波の有効利用と、Beyond 5Gを特徴づける視聴体験創出に寄与するため、ホログラフィを含む高度マルチモーダル(五感のうち視覚・聴覚・触覚)の情報を高効率に通信するための圧縮伝送技術を確立する。アウトプット目標は次の通り。① ホログラフィ圧縮において、既存技術比で2023年度に2倍、2025年度に8倍の圧縮性能を達成し、Beyond 5G網を想定した1.5Gbps以下のビットレートで十分な品質を達成。② ホログラフィ伝送、マルチモーダル情報伝送、広域3Dデータ取得の技術をそれぞれ確立し、2025年度にホログラフィを含むマルチモーダル情報のEnd-to-End伝送を実現(世界初)

3. 研究開発の成果

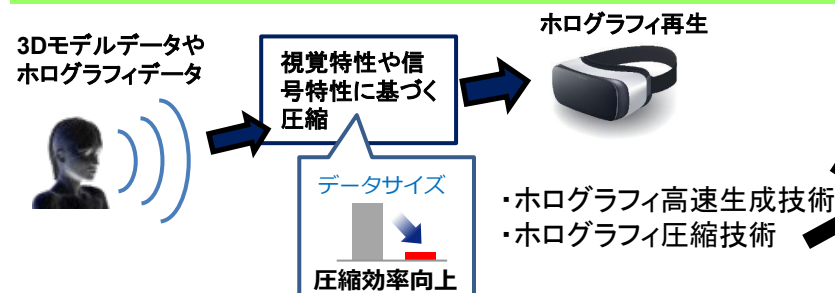
①ホログラフィ圧縮技術

研究開発目標

※赤字は世界初または世界最高の項目

研究開発成果

ユーザの視覚特性やホログラフィの信号特性の解析による新たなホログラフィデータ圧縮基盤の確立



研究開発成果 1-a:ホログラフィ高速生成技術

リアリスティックなホログラフィデータ生成は膨大な処理量を伴い、リアルタイム処理が困難

- リアリスティックなレンダリング(自由曲面を持つ鏡面への周囲の映り込み)を実現するホログラフィデータの生成に成功(世界初)
- 3Dモデルからのリアルタイム(30fps)ホログラフィデータ生成システムの開発を完了(世界初)。また当該システムを利用したリアルタイムデータ圧縮システムの構築を完了
- ホログラフィックHMD再生システムを開発し、6DoFの立体映像再生を実現

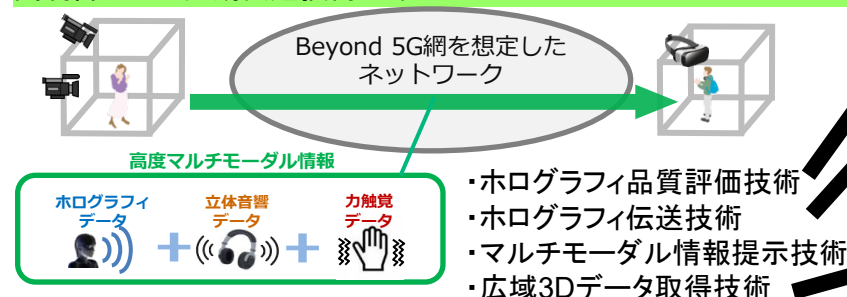
研究開発成果 1-a, 1-b, 1-c:ホログラフィ圧縮技術

Beyond 5G網においても現状の圧縮技術ではホログラフィデータの安定的な伝送は困難

- ホログラフィデータの空間変換の洗練化により従来比1.4倍の圧縮性能を達成(A)
- ニューラルネットワークによるホログラフィ圧縮基盤により従来比2倍の圧縮性能達成(B)
- 上記(A)(B)および周辺領域符号化技術(2023年度成果)の連携により既存圧縮方式と比較して圧縮性能5倍のホログラフィ圧縮の達成(世界最高)

②高度マルチモーダル情報伝送技術

一対多通信を想定した、再生像品質やマルチモーダル連携を考慮した品質制御および同期伝送技術の確立



研究開発成果 2-a:ホログラフィ品質評価技術

高品質かつ大型のホログラフィデータを肉眼で観察・評価する手段が存在しない

- 肉眼での評価のための写実的映像表現を可能とする透明物体の計算法を考案(世界初)

研究開発成果 2-b:ホログラフィ伝送技術

ホログラフィの伝送を想定した検討が存在しない

- シミュレーション/実環境下での、研究開発項目1の高効率圧縮技術を使用し圧縮したホログラフィデータの伝送、およびネットワーク特性と再生像の品質評価を実施

研究開発成果 2-c:マルチモーダル情報提示技術

より豊かな体験を実現する聴覚・触覚提示技術についての検討がなされていない

- 手指への力触覚提示を含む3モーダルの同時・同期提示システムの開発完了(世界初)

研究開発成果 2-d:広域3Dデータ取得技術

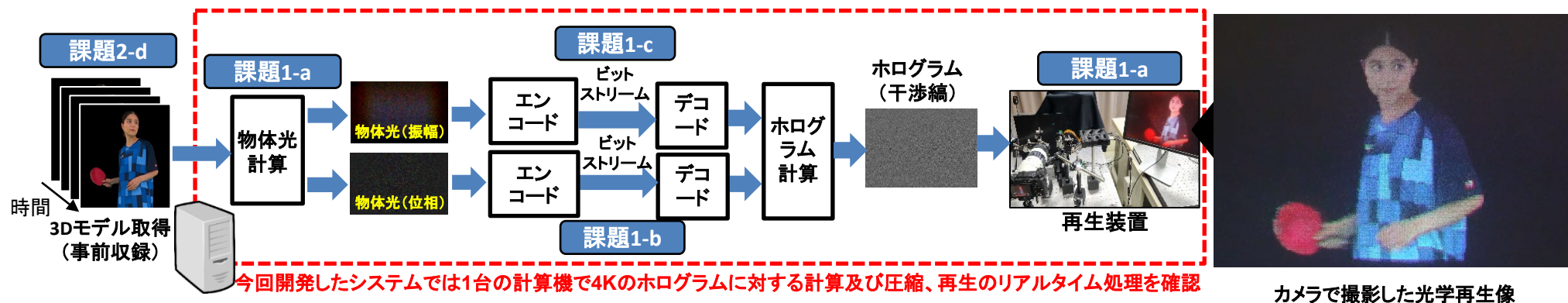
ホログラフィ通信のユースケースに適した広域の3Dデータを取得する技術が確立されていない

- 被写体2名の同時撮影において3Dモデルを高速生成するシステムを開発

3.1 主要な研究開発成果の詳細

(1) リアルタイムホログラフィ圧縮伝送システムの開発

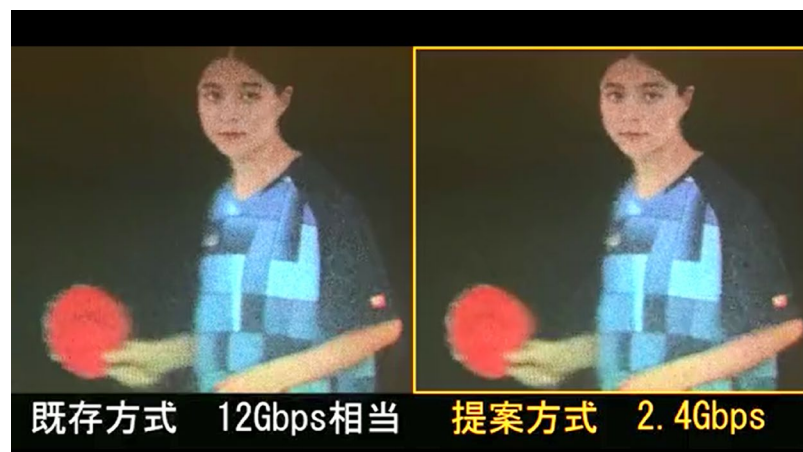
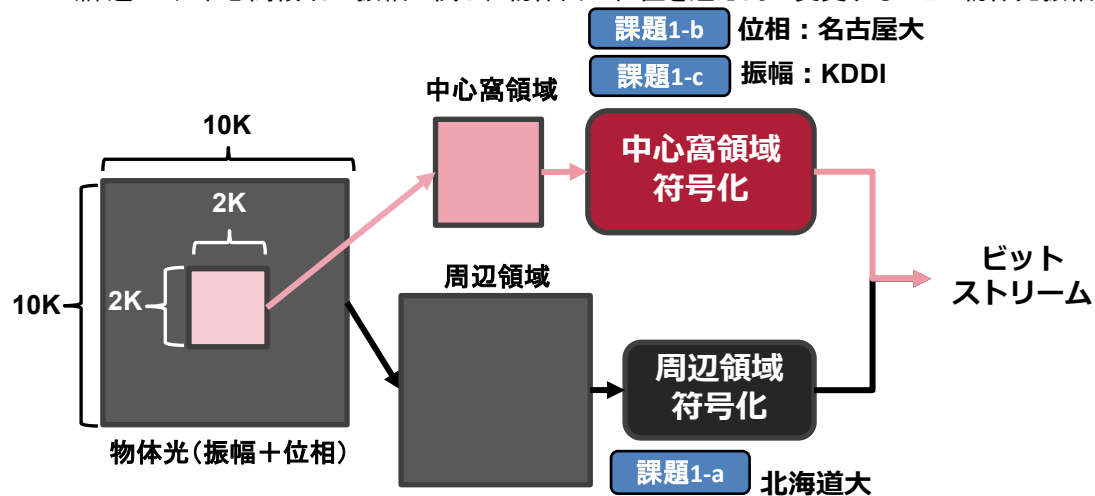
- 課題2-dで生成した3Dモデル(メッシュ)から課題1-a, 1-b, 1-cの成果を統合し、物体光の計算から圧縮、再生までを一気通貫かつリアルタイムで行うシステムを開発
- ホログラフィ通信の将来のユースケースを想定し、人物の3Dモデル入力に対し、さまざまな角度からホログラフィをリアルタイムで視聴可能なことを実証
想定ユースケース: エンタメ(スポーツ配信等)、働き方改革(遠隔コミュニケーション)、遠隔医療、遠隔教育など



(2) ホログラフィ圧縮技術:ホログラムデータの圧縮に関して既存方式の5倍の圧縮性能を達成(10K×10K換算で既存方式12Gbps→提案方式2.4Gbps)

中心窩領域と周辺領域、振幅成分と位相成分とで特性が大きく異なるホログラフィデータの信号特性を踏まえた圧縮アプローチを採用

- (課題1-a) 周辺領域の劣化については検知しにくいという人間の視覚特性に基づき、周辺領域の再生像の解像度を制御することで圧縮性能を高める手法を提案
- (課題1-b) 中心窩領域の位相に関し、ニューラルネットワークによる物体光の圧縮や位相を滑らかな2次元信号に変換することで圧縮性能を高める手法を提案
- (課題1-c) 中心窩領域の振幅に関し、物体面の位置を適応的に変更することで物体光振幅の圧縮性能を向上させる手法を提案



提案方式による中心窩領域の再生像品質
(カメラで光学再生像を撮影し比較)

3.2 主要な研究開発成果の詳細

- ・ 2024年度の目標2件を大幅に超える18件の成果発信(プレスリリース・展示会出展)を実施
- ・ 一般向け技術展から学会・標準会合併設の展示会などの多様な展示会に出展。一般ユーザーから学術領域関係者、標準化会合関係者といった幅広いターゲットに向けて本受託研究の成果および先進性をアピール。来場者からは「ホログラフィを実用化するための要素技術の着実な進化を感じる」などの期待のコメントが寄せられた

展示会名	開催日程	会議種別	課題
ワイヤレスジャパン 2024×ワイヤレス・テクノロジー・パーク(WTP) 2024	2024/5/29-5/31	一般向け技術展	課題2-b(ホログラフィ伝送システム)
空間メディアコンファレンス・シンポジウム(SMCシンポジウム)	2024/7/26	学術領域	課題2-a(評価向けディスプレイ技術)
大学見本市2024 イノベーション・ジャパン	2024/8/22	学術領域	課題2-a(評価向けディスプレイ技術)
“URCF(超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム)シンポジウム2024 ~ 超臨場感コミュニケーションの先端技術に関するデモ展示 ~”	2024/9/4	学術領域	課題2-a(評価向けディスプレイ技術)
ITU-T SG9 meeting	2024/9/6	標準化会合	課題1-c(圧縮・伝送技術の標準化)
電子情報通信学会 ソサイエティ大会	2024/9/10	学術領域	課題2-c(音響シミュレーション技術)
諏訪圏工業メッセ 2024	2024/10/17-19	一般向け技術展	課題2-b(ホログラフィ伝送システム)
International Display Workshops 2024	2024/12/4-12/6	学術領域	課題1-a, 1-b, 2-a, 2-b
SIGGRAPH ASIA展示	2024/12/4-12/6	学術領域	課題2-d(3Dモデル生成技術)

展示会出展の様子(抜粋)

学術領域



SMCシンポジウム

超高解像度計算機合成
ホログラム生成技術



大学見本市

裸眼3Dディスプレイ技術



ソサイエティ大会

音響シミュレーション技術

標準化会合



ITU-T SG9 meeting

圧縮・伝送技術の標準化の紹介
およびホログラフィ映像視聴体験

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
43 (16)	13 (12)	17 (14)	147 (83)	71 (42)	11 (6)	18 (12)	12 (6)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

(1) 研究論文および査読付収録論文で目標を上回る成果

上記のすべての項目において今年度目標しており、なかでも研究論文およびその他研究発表に含まれる査読付き収録論文に関して、特筆すべき成果を上げている。具体的には以下の通りである。

- ・研究論文: 今年度目標7件に対して14件以上の発表
- ・査読付き収録論文: 今年度目標13件に対して25件の発表

上記の内訳は研究開発項目1(ホログラフィ圧縮技術)で研究論文が9件、査読付き収録論文が16件、研究開発項目2(高度マルチモーダル情報伝送)で研究論文が5件、査読付き収録論文が9件であり、双方の研究開発項目にて、難関学術誌や難関国際会議を中心とした多数の論文採録を果たしている。これらの研究成果は、本研究の先進性を裏付けるものである。

(2) 目標を大きく上回る国際標準化提案の実施

国際標準化提案に関して、今年度の目標4件に対して42件の提案を実施し、目標を大きく上回る成果を達成している。具体的には以下の通り。

- ・映像符号化に関する国際標準化団体(MPEG/JVET): 3Dモデル圧縮のバックボーンとなるビデオベース圧縮技術の提案を計27件、ホログラフィデータ圧縮技術の要求条件や市場ニーズに関する提案を計11件
- ・広帯域網とTV関連の国際標準化団体(ITU-T SG9): ケーブルテレビ網におけるホログラフィ伝送の技術要求条件に関する提案を計4件

上記の中でも、MPEGにおけるホログラフィ圧縮技術の市場ニーズについて、受託者がMPEG内外からのニーズ表明募集を主導の上、国内外の10社(企業・大学)から関心を収集し、レポートの出力に貢献した。当該関心収集において、本受託研究として大学から4件の標準化提案を行っている。また、ITU-T SG9において、伝送技術要件をまとめた標準である ITU-T Recommendation J.1318 “Requirements of E2E Network Platform for Cloud-based Object Wave Transmissions” の勧告化を完了した。本成果はホログラフィ通信の社会実装に向けた国際的な基盤構築につながるものである。

5. 今後の研究開発計画

最終目標①の圧縮性能8倍の達成に向けて、ホログラフィデータの信号特性を踏まえた圧縮のアプローチ(p. 3 (2))にて、研究開発項目1-a/1-b/1-cが各領域・各成分の圧縮効率の向上に継続的に取り組むことで、2025年度に現状の5倍から8倍への性能向上を果たし、達成を目指す計画である。最終目標②の高度マルチモーダル情報圧縮伝送については、二段階での達成を計画している。第一段階として、研究開発項目2-bにてホログラフィ伝送技術を確立する。ここで、ホログラフィの生成には研究開発項目1-aの高速ホログラフィデータ計算技術を、伝送品質の評価には研究開発項目2-aのホログラフィ品質評価技術をそれぞれ活用し、2025年度にリアルタイムのホログラフィ圧縮伝送を実現する。その成果をもとに、第二段階として、研究開発項目2-cにて2025年度に世界初となる高度マルチモーダル情報の伝送を実現する計画である。ここでは、研究開発項目2-dの研究成果を活用して、3Dデータや音響データの取得からユーザへの提示までのEnd-to-Endの伝送を行うことを計画している。研究開発項目1-aの高速ホログラフィデータ計算技術の開発や、研究開発項目2-bのホログラフィ伝送技術の研究開発で用いるホログラフィデータの元データとなる3Dデータについては、2024年度は研究開発項目2-dにて生成したオフラインコンテンツを用いているが、2025年度はインターネット経由でリアルタイム配信し、End-to-Endの伝送を実現する計画である。なお、2-cの実証は、NICTのBeyond 5G共用研究開発テストベッド(モバイルアプリケーション実証環境)を活用し、Beyond 5Gネットワークを想定した無線伝送で実施することを想定している。