# 令和元年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「空中映像を結像する光学素子の性能改善と生産性向上に 関する研究開発」

研究開発成果等報告書

令和2年5月

担当局 近畿経済産業局 補助事業者 一般財団法人大阪科学技術センター

# 目次

第1章	研究開発の概要	• • •	1
1. 1.	研究開発の背景	• • •	1
1. 2.	研究体制	• • •	4
1. 3.	成果概要	• • •	4
1. 4.	当該研究開発の連絡窓口	• • •	5
第2章	本論	• • •	6
2. 1.	コントラスト向上および高透過率化に関する研究開発	• • •	6
2. 2.	空中映像結像素子の樹脂成形に関する研究開発	• • •	9
2. 3.	空中映像結像素子の樹脂成形用スタンパーの非破壊計測に関する研究開発	• • •	14
第3章	全体総括	• • •	18
3. 1.	研究開発成果の総括	• • •	18
3. 2.	研究開発後の課題・事業化展開	• • •	18
3. 3.	その他成果	• • •	19

#### 1. 研究開発の概要

#### 1. 1. 研究開発の背景

何もない空中に映像が浮かび上がる「空中映像」 は数十年も昔から SF 映画などに登場し、実用化が強く望まれている。既存のアプローチとして、眼鏡を用いた 3Dディスプレイ、プラズマ、ホログラフィなどが挙げられるものの、機能に不満点があり、市場ニーズを満たす製品はまだ現れていない。(図 1 参照)

特殊なメガネが必要



装置が大掛かり

画像が不鮮明

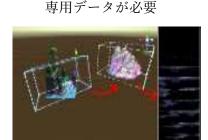


図1 既存のアプローチの一例と不満点

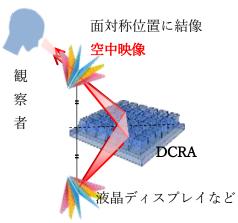
### ○DCRA の開発 (これまでの取組など)

このような中、当社の光学設計技術と協力企業の微細成形技術により、多数の微小な平面鏡で結像させることで機能面において市場ニーズを満たす世界初のデバイス「DCRA (Dihedral Corner Reflector Array: 2面コーナーリフレクターアレイ)」の開発に成功した(図2参照)。また、製品化に対する市場の大きな期待も確認している。

しかし、多数の微細構造(溝幅  $100\,\mu\,\mathrm{m}$  に対して溝深さ  $300\,\mu\,\mathrm{m}$ 、 $100\,\mathrm{mm} \times 100\,\mathrm{mm}$  の中に約  $10\,\mathrm{T}$  個)での乱反射により空中映像のコントラスト比が  $1\,\mathrm{O}:1$  程度と低く、光線透過率も  $1\,\mathrm{C}$  2%程度のため空中映像が暗い。このため照明下では空中映像が観察しにくいという大きな課題を抱えている。また、成形時の離型に問題がある、スタンパーの非破壊計測ができていないなどの課題もある。(図  $3\,\mathrm{参照}$ )

そこで、本計画ではそれらを解決できる遮光マスク成形・精密貼り合わせ技術、スタンパー設計技術、計測技術の開発を行い、**世界初となる空中映像の事業化**を目指す。

# <構成図>



<試作品>



空中映像を触れる

#### <特徴>

- ・メガネや大規模装置の必要なし
- ・既存のデータが使える
- ・映像に歪みが発生せず鮮明
- ・ただ置くだけで使用可能な簡便性
- →市場ニーズを満たす機能

図2 2面コーナーリフレクタアレイ (DCRA) の概要

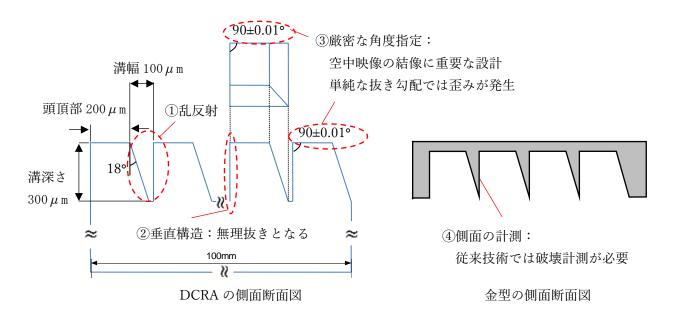


図3 DCRA およびスタンパーの形状(側面断面図)と課題が発生する理由

#### ○従来技術 (DCRA) での課題と新技術 (表1参照)

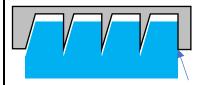
表1 従来技術の課題と新技術開発内容、及び期待される効果

## 従来技術の課題 新技術開発 1. 遮光マスク成形・精密貼り合わせ技術 1. 遮光マスク成形・精密貼り合わせ技術 (微細構造での乱反射、及び微細構造の高さが (微細構造での乱反射を抑制する遮光マスクと、 低いことが主要因と判明) 微細構造を高くする精密貼り合わせ技術) ・溝部分での乱反射により空中映像のコントラ 遮光マスクと精密貼り合わせに関する開発 スト比が10:1と低く、光線の透過率が12% ・溝部分で発生する乱反射を抑える遮光マスクの 程度で空中映像が暗い。 印刷技術、および精密貼り合わせ技術により空中 →暗所での使用に限定されている。 映像のコントラストと輝度を向上。 天井灯などの環境光 天井灯 遮光マスク 乱反射による白ボケ 背景が白ボケ、空中映像が見えにくい 空中映像がくっきり見える ★コントラスト3倍以上(30:1) コントラスト 10:1 ★透過率 1.5 倍以上(18%) 透過率 12%

2. スタンパー設計・成形技術

(垂直構造の離型に問題があると判明)

無理抜きが必要なため成形にバラつきがあり、 面積が増えると離型が困難。しかし垂直壁に抜 き勾配を設けると、空中映像に歪みが発生する。



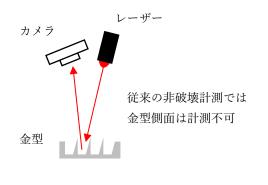
垂直構造での密着と擦れ 離型性悪化、金型への負担大

·最大成形面積 100mm × 100mm

### 3. 計測

(微細構造の側面を非破壊で計測できない)

・従来のレーザー顕微鏡等の測定ではスタンパ 一微細構造の側面を観察することができず、破 壊計測が必要。

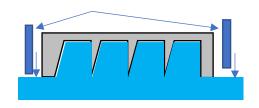


・使用中の金型を計測できない

### 2. スタンパー設計・成形技術 (離型を容易にする工夫や光学設計の技術) 歩留まりと金型寿命を向上させる構造設計に関する 開発

・離型のタイミング工夫等により、垂直壁に抜き 勾配を設けることなく離型を容易にし、成形面積 を向上させる。

各部での離型タイミングを調節する



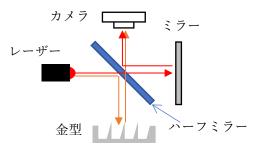
★最大成形面積 200mm × 200mm

#### 3. 計測

(微細構造の側面を非破壊で計測できる技術) 光の干渉を利用するスタンパー計測技術に関する

開発

・カメラで取得した干渉縞を計算機により解析す る "コンピュテーショナルイメージング" により スタンパー微細構造の側面を計測できる新たな手 法を開発する。



★金型を非破壊計測可能

#### ○研究目標(表2参照)

- ・コントラスト比、透過率の向上による用途の拡大
- ・成形面積の向上による用途の拡大と単位面積あたりの低価格化

当初の新技術目標値の内、一部は事業2年度目で達成することができたため、事業3年度目に 挑戦的目標を新たに設定して技術開発を行い、概ねの目標を達成することができた。

表2 従来技術の仕様と新技術による成果の目標値

	従来技術	当初の新技術目標値 (2年度目で達成)	挑戦的目標値(3年度目で実施)
コントラスト比	10 : 1	30:1(3倍)	200mm 角 DCRA を用いて 30:1
透過率	12%	18%(1.5 倍)	200mm 角 DCRA を用いて 18%
成形面積	100mm 角	150mm 角	200mm 角
スタンパー計測	破壊計測が必要	非破壊検査のアルゴリ ズム開発	非破壊でスタンパーの計測が可能

#### ○高度化目標

- (六) 立体造形に係る技術に関する事項
  - (4) 川下分野特有の事項
- 4) その他の川下分野に関する事項
- e. 光学機器分野に関する事項
- ②高度化目標
- ア. 量産技術の向上
- ウ. 肉厚・光学特性の高い超薄物部品等の高度化
- 1. 2. 研究体制 (図4、および表3参照)

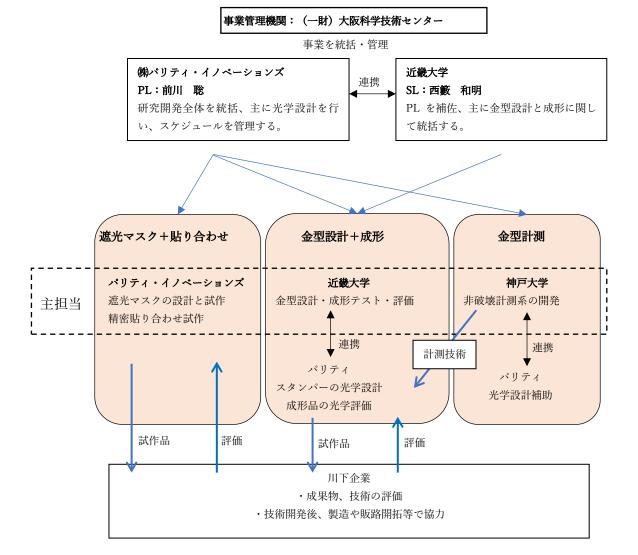


図4 本事業における研究体制図

#### 1. 3. 成果概要

(1) コントラストと透過率を向上させた DCRA

スクリーン印刷技術とカメラによる精密位置合わせ技術をベースとした新たな製造技術を開発した。これにより乱反射を防ぐ遮光マスクを作製することで空中映像のコントラスト比を30:1に向上させ、最大透過率45%を達成した。

#### (2) 200mm 角サイズ DCRA

新規設計したスタンパーを用いた熱転写成形により、200mm 角サイズの DCRA 製造技術を確立した。また、量産性の向上を目的とした射出成形による試作を行った。

#### (3) DCRA 用スタンパーの非破壊計測

干渉計測光学系の設計開発とコンピュテーショナルイメージングにより、金型を非破壊計測できる技術を開発した。

#### 1. 4. 当該研究開発の連絡窓口

所属: 株式会社パリティ・イノベーションズ 研究所

役職: 取締役研究開発部長

氏名: 前田 有希 電話: 06-6753-8244 Fax: 050-3737-1134 E-mail: maeda@piq.co.jp

#### 2. 本論

#### 2. 1. コントラスト向上および高透過率化に関する研究開発

従来の DCRA では、微細構造における溝部分で発生する乱反射が原因となり空中映像のコント ラスト比が低いという課題、および微細構造のアスペクト比が低いため透過率が低いという課 題があった。そこで、遮光マスクを微細構造の溝部分に設けることにより、コントラスト比を向 上させる技術、および精密貼り合わせにより微細構造のアスペクト比を高めて透過率を向上さ せる技術の研究開発を行った。

空中映像のコントラスト比を向上させるための遮光マスク印刷について、手作業での簡易実 験で効果を確かめた後、そのプロセスを自動化するために半自動印刷機と精密貼り合わせ装置 のカスタム品を導入するという手順で研究開発を実施した。半自動印刷機および精密貼り合わ せ装置は付属のカメラによるターゲット認識により、対象物を±5μmの精度で位置合わせでき、 幅 100 μm の DCRA 微細構造に合わせた位置合わせと加工が可能である。導入した2つの装置を 図5に示す。



半自動印刷機

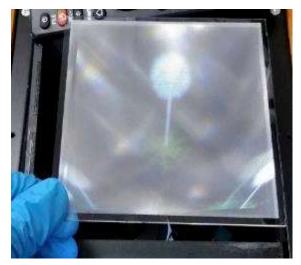


精密貼り合わせ装置

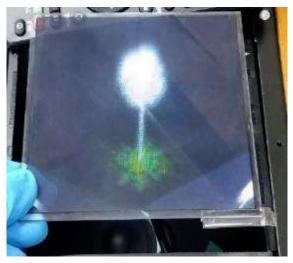
図5 コントラスト向上および高透過率化に使用した装置

遮光マスク用の素材として、光吸収効率の良い黒色の顔料をベースとした特殊インクを開発 した。精密貼り合わせ用の接着剤として、光学性能を落とさないために高透明・低屈折率の2液 性接着剤とマッチングオイルを使用した。100mm 角サイズの DCRA を用いた試作実験を行い、輝 度計 BM-9A (トプコンテクノハウス社) を用いて提案手法の効果を確かめた。

まずコントラスト比について、オフィス照明環境下にて空中映像が表示されていない DCRA 表 面の輝度と空中映像の輝度を計測して求めた。その結果、従来技術では10:1に対して開発技術 では30:1となり、技術目標値を達成することができた。同様に透過率について、LEDを光源と して DCRA で空中映像を表示させておき、輝度計 BM-9A を用いて光源と DCRA の輝度をそれぞれ 測定し、空中映像の輝度/光源の輝度×100=透過率として求めた。その結果、従来技術では約 12%に対して開発技術では約45%となり、技術目標値の約3倍という非常に良好な結果を達成 することができた。コントラスト比向上と透過率向上の結果について、従来技術との比較写真を 図6に示す。



従来技術 (コントラスト比 10:1)



高コントラスト品 (コントラスト比 **30:1**) 目標達成

(a)



従来技術 (透過率:12%)



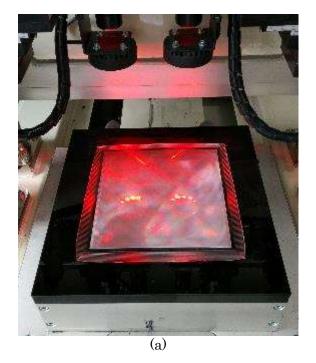
高輝度品(透過率:45%) 目標達成

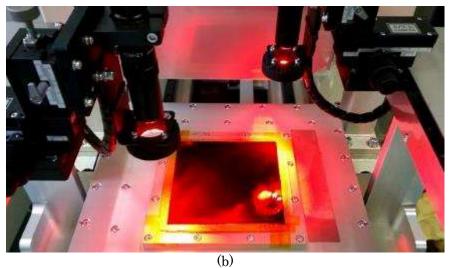
(b)

図6 従来技術と比較した試作実験の結果。 (a) コントラスト向上の結果。(b) 高透過率化の結果。

上記の技術的目標は事業2年度目に達成することができたため、新たにより高度な挑戦的目標を設定し、研究開発を継続させた。具体的には、市場ニーズの高い大面積のDCRAに対する高コントラスト化、高透過率化に挑戦した。まず面積が従来の2.25 倍となる150mm 角のDCRAに対する高コントラスト化・高透過率化の処理実験を行い、どちらも試作に成功した。続いて、面積が従来の4倍となる200mm角サイズに対する高コントラスト化・高透過率化の処理実験を行った。ただし、導入した装置のワークサイズが200mmサイズよりわずかに小さかったため、一部プロセスを手作業で補うことで実施した。その結果、高コントラスト化の処理については全範囲に渡って処理に成功したものの、貼り合わせによる高透過率化はDCRA中央付近の成功に留まった。これは、精密貼り合わせ装置の位置合わせカメラ撮影範囲が200mm角未満であったため、DCRAの微細パターン自体を位置合わせターゲットとして使用したことにより、本来のターゲットマークに比べて誤差が大きくなったためと考えられる。

それぞれの実験風景の写真を図7に示す。また、200mm 角サイズの DCRA を用いたコントラスト向上の試作実験結果と高透過率化の試作実験結果を図8に示す。





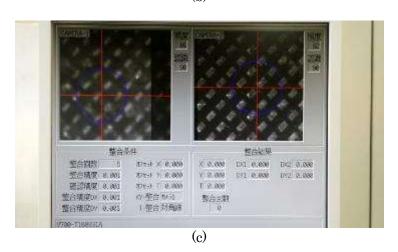


図7 導入装置を用いた実験風景。

(a) 半自動印刷機を用いた高コントラスト化処理に関する実験。(b) 精密貼り合わせ装置を用いた高透過率化に関する実験。(c) カメラによる位置合わせの様子。

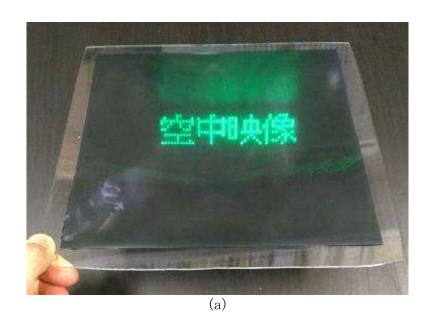




図8 200mm 角サイズ DCRA を用いた実験結果。 (a)高コントラスト処理品。(b)高透過率処理品。

以上をまとめると、本研究開発では DCRA の高コントラスト化処理と高透過率化について、150mm 角サイズ以内の小ロットに対応できる生産技術を得ることができた。今後の課題として、昨今、市場ニーズの高い 200mm 角以上のサイズへの処理が可能で数量の大きいロットにも対応できる製造設備の開発が求められる。

#### 2. 2. 空中映像結像素子の樹脂成形に関する研究開発

従来の DCRA の成形では微細構造における離型製が悪く、一方で離型性の改善のみを目的として微細構造を変形させると光学特性が悪化するという問題があった。そこで、空中映像の表示に影響を与えず、かつ離型性を向上させる設計を微細構造部分と成形手法の両面から検討し、光学シミュレーションと樹脂の流動・接触解析を行った。シミュレーションと解析の結果をもとに、新規に 200mm 角サイズの DCRA 用スタンパー構造を設計し、ナノ加工にて製造した。 200mm 角サイズの DCRA 用スタンパー外観を図 9 に示す。

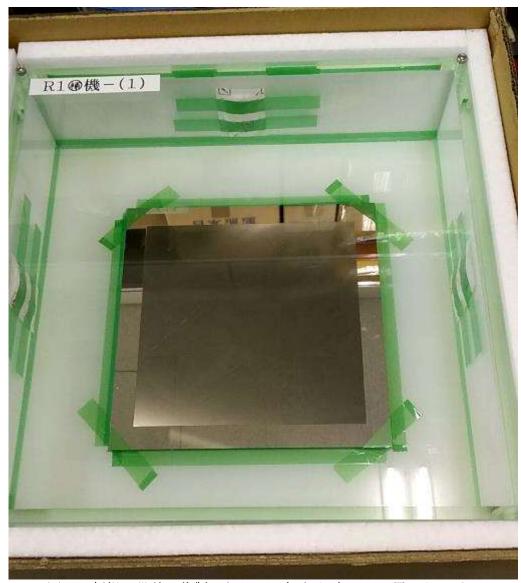


図 9 新規に設計・作製した 200mm 角サイズの DCRA 用スタンパー

新規に作製した 200mm 角スタンパーを用いた熱転写成形により、200mm 角サイズの DCRA を成形した。成形性・離型性と光学特性の高さを考え、成形樹脂は(アクリル樹脂以下: PMMA)を用いた。離型プロセスの工夫等により、全範囲に渡って微細構造を成形することができ、研究開発の目標を達成することができた(図10参照)。

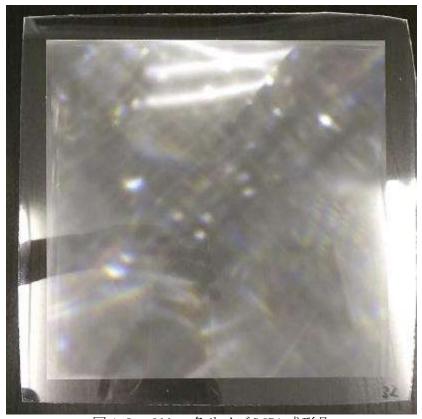


図 1 0 200mm 角サイズ DCRA 成形品

一方、量産性の向上を目的とした射出成形の検討も並行して実施した。本実験を推進するために DCRA 用スタンパーを入れ込むことができる「射出成形用試作型(図11参照)」を作製し、近畿大学 創製加工学研究室に「離型力測定装置(図12参照)」、「プラズマ発生システム(図13参照)」を導入した。「離型力測定装置」は型内温度・型内圧力、および離型力の同時測定を行うために必要であり、射出成形内部に組み込んだ。「プラズマ発生システム」は大気中にて低温でプラズマを発生させ基材を表面改質することにより、微細な構造を持つスタンパー金型に付着した有機物等の汚染物の除去や濡れ性の向上が見込め、射出成形時の樹脂の流動性や成形品の離型性の改善効果の調査に使用できる(図14参照)。



図10 スタンパーを取り付けた状態の射出成形試作型

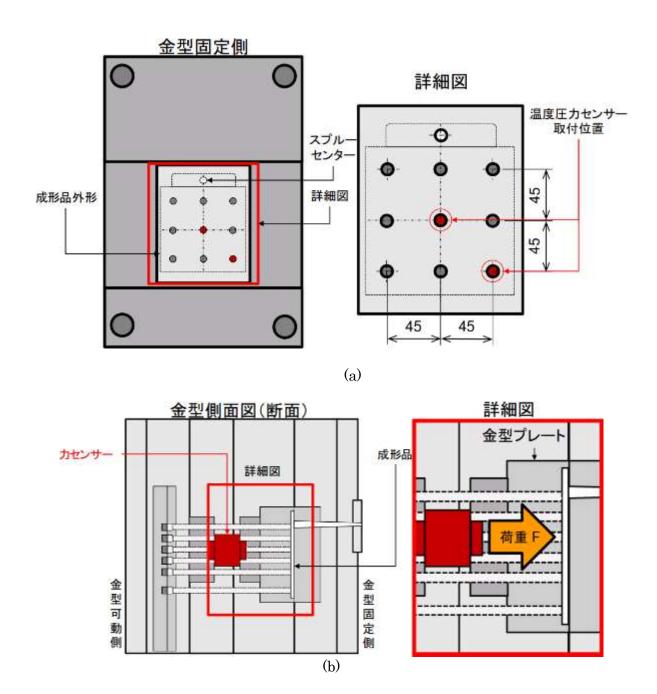


図12 射出成形金型内部の計測系。(a)型内温度・型内圧力の計測系。(b)力センサーによる離型力の測定系。

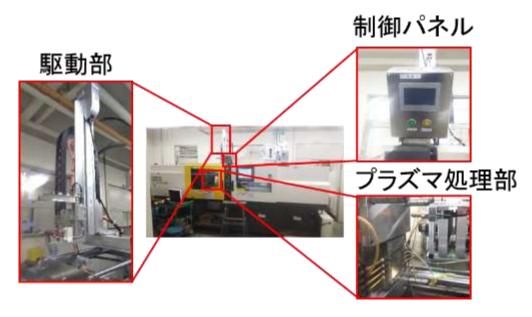


図13 射出成形時に処理可能なプラズマ駆動装置 組み込み時の各部説明



図14 : 射出成形装置への組み込みとプラズマ照射の様子

射出成形実験には、ガラス転移温度が低く成形性が良好で、かつ光学特性に優れる COP (シクロオレフィンポリマー) を使用した。型内温度や保圧等、種々のパラメータを変えながら射出成形実験を行い、離型力等を測定した。射出成形試作品の顕微鏡測定結果を図15に示す。

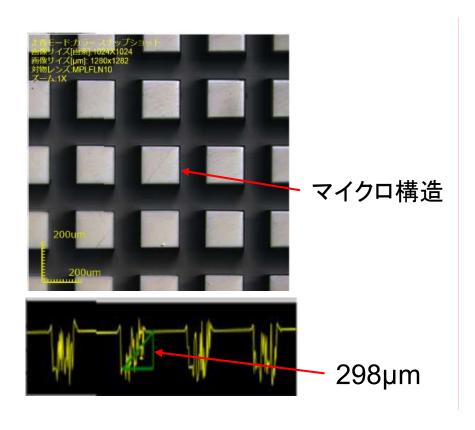
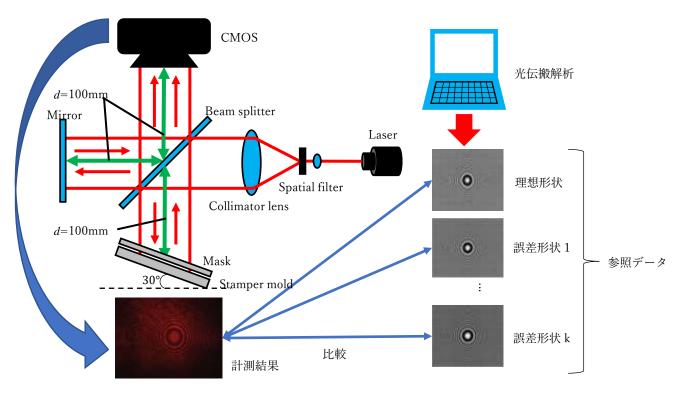


図15 DCRA 射出成形試作品の顕微鏡測定結果

試作した成形品には反りが残る・未充填箇所がある等、まだ製品レベルまでは到達していないものの、良好な成形箇所では空中映像の結像を確認することができた。一連の実験により、射出成形による製造技術確立に向けて有用なデータを取得することができた。本製造手法については引き続き研究開発を推進させていく予定である。

#### 2.3.空中映像結像素子の樹脂成形用スタンパーの非破壊計測に関する研究開発

DCRA 用スタンパーにおいて、微細構造の側壁部分の角度精度が最も重要なパラメータであり、該当箇所の精密測定が求められる。従来の計測技術では、基盤に対してほぼ垂直な側壁部分を直接観察することができず、スタンパーを切断して垂直壁を露出させる破壊検査でなければ計測できないという問題があった。そこで、光の波動性を利用する干渉計測系で得られた信号を計算機で解析するコンピュテーショナルイメージング手法によりスタンパー微細構造の側壁を非破壊で計測する技術の研究開発を行った。計測システムの概要を図16に示す。



光計測と光伝搬解析を比較することで金型の形状を評価

### 図16 DCRA 用スタンパーの非破壊計測システム概略図

DCRA 用スタンパーを光学計測するための干渉光学系を組み立てるため、干渉計光学ユニット (図17参照)、自動水平調整機能つき除震システム (図18参照)、ヘリウムネオン (HeNe) レーザー (図19参照)、小型半導体レーザーモジュール (図20参照)、を導入した。

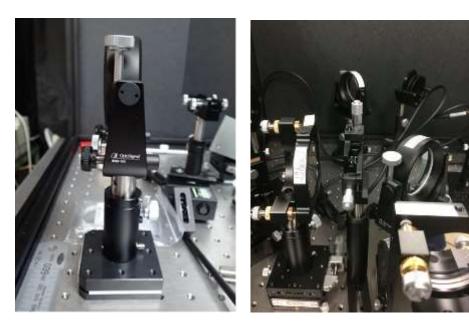


図 1 7 干渉計光学ユニット 左:パーツ 右:干渉計組み込みの様子



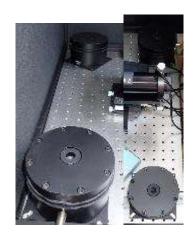


図18 自動水平調整機能つき除振システム 左:コントローラー 右:除振システム本体



図19 HeNe レーザー



図20 小型半導体レーザーモジュール

また、DCRA 用スタンパーの微細構造 1 セル分にのみレーザーを照射して計測するためのマスクを DCRA 用スタンパーの直前に配置した。組み立てた干渉光学系を図 2 1 に、本干渉光学系を用いて得られた干渉縞を図 2 2 に示す。

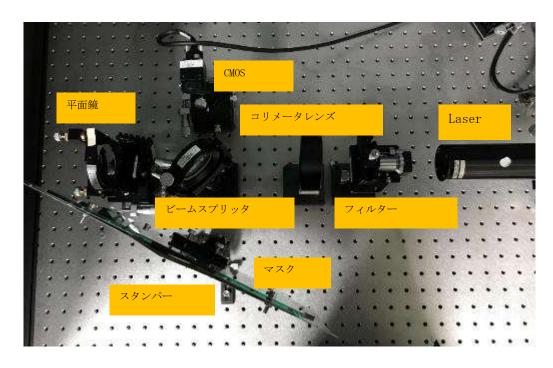


図21 DCRA 用スタンパーの非破壊計測用干渉光学系

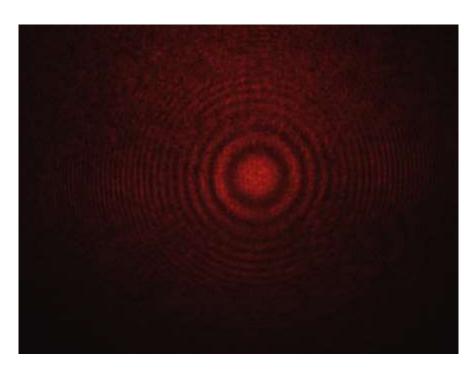


図22 非破壊計測用干渉光学系により得られた干渉縞

この計測結果と光学解析ソフト ASAP によりシミュレーションされた光伝搬解析結果の 2 乗誤差を計算することで、DCRA 用スタンパーの微細構造垂直壁における角度誤差(垂直からのズレ)を求めた。 2 乗誤差の計算結果を図 2 3 に示す。 2 乗誤差の最小値を見ることにより、角度誤差  $0.05^\circ$  を求めることができた。

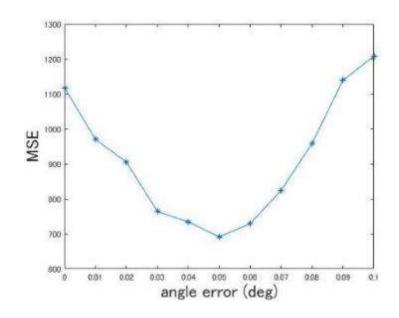


図23 干渉光学系計測結果と光伝搬解析結果の2乗誤差

スタンパーの配置角度を $\pm 0.5$ ° 振って同様の計測をしたところ、0.05°  $\sim 0.08$ ° の精度で角度誤差を計測でき、DCRA 用スタンパーの非破壊計測を実施するという目的を達成した。本技術の実用化を考えると、微細構造複数セルの一括測定を行う必要があり、また、0.02° 以上の高精度まで対応できることが望ましく、今後の課題である。

#### 3. 全体総括

#### 3.1. 研究開発成果の総括

本事業期間中を通じて川下事業者との直接協議や、数多くの展示会・講演会により得られた市場ニーズを反映しつつ、目標達成後の新たな自主目標を見定めて開発を進めてきた。

その結果、本事業により、DCRA を用いた空中映像技術の事業化において市場から求められた 光学性能や成形サイズを満たすことができ、DCRA スタンパーの非破壊計測技術も開発すること ができた。これにより市場へのサンプル供給体制を確立でき、世界初となる空中映像技術の事 業化に向けて大きな一歩を踏み出すことができた。

#### 3.2. 研究開発後の課題・事業化展開

射出成形など、大量生産に適した成形手法の研究開発はまだ確立されておらず、今後も研究開発を推進する必要がある。また、本格的な量産製造体制を構築するためには、DCRA 用スタンパーの供給体制を強化する必要がある。これらの製造体制を強化することにより、生産数の向上とコストの低下を達成し、空中映像表示のための光学性能を満たしつつ、多くの市場で受け入れられる価格帯の製品化を目指す。

また、本格的な事業化展開のためには DCRA を用いた空中映像の応用製品を開発することにより、更に付加価値を向上させていくことが求められると考えている。例えば、DCRA と非接触センサーを組み合わせることで、衛生性・防汚性に優れた空中映像インターフェースを実現できる。これは昨今、国内外ともに喫緊の課題である新型コロナによる接触感染を防ぐ非接触スイッチの手段として大いに有効であると考えられる。このような応用製品を、早期に製品に組み込めるモジュールの形で開発するなど、具体的な製品化を見据えた研究開発を推進し、本格的な事業化展開に繋げていきたい。

## 3.3. その他成果

- 国内特許出願3件
- ・本事業の技術に関連した受賞歴(表3参照)

表 3 受賞実績一覧

年月日	内容
2017/10/30	第 18 回「ニュービジネス助成金」 地域創生賞受賞
2018/11/16	新価値創造展 2018 新価値創造賞特別賞 受賞

## ・国内外展示会での成果発表(表4参照)

表 4 成果発表実績一覧

# 月日 内容		- X 4 以术先权夫限 見 
2017/10/23-25 第5回イノベーションリーダーズサミット 出展 2017/11/8,9 デクノメッセ東大阪 2017 出展 2017/11/8,9 ビジネス・エンカレッジ・フェア 2017 出展 2017/11/9,10 情報通信研究機構オープンハウス 出展 2017/11/16,17 CHINA HI-TECH FAIR 出展 2017/11/28-30 新ものづくり・新サービス展 2017 出展 2018/1/17-19 半導体・センサ パッケージング技術展 2018 凸版印刷ブース内出展 2018/2/15,16 京都ビジネス交流フェア 2018 出展 2018/2/17 Hack Osaka 2018 Startup Showcase 出展 2018/2/27 Hack Osaka 2018 Startup Showcase 出展 2018/3/22 IoT H/W BIZDAY 5 出展 2018/6/1 URCF シンポジウム 2018 出展 2018/10/22 イノベーションリーダーズサミット 2018 出展 2018/10/16-19 CEATEC JAPAN 2018 出展 2018/11/14-16 新価値創造展 2018 出展 2018/11/21 OSAKA ビジネスフェア ものづくり展 + 2018 出展 2018/11/21 OSAKA ビジネスフェア ものづくり展 + 2018 出展 2018/11/21 URCF シンポジウム 2018 出展 2018/11/21 URCF シンポジウム 2018 出展 2018/11/21 URCF シンポンマステートのづくり展 + 2018 出展 2018/11/28-30 新ものづくり・新サービス展 2018 出展 2019/03/13 Hack Osaka 2019 Startup Showcase 出展 2019/06/27 URCF シンポジウム 2019 出展 2019/10/02-04 第 2 2 回関西機械要素技術展 出展 2019/10/15-18 CEATEC 2019 出展	年月日	内容
2017/11/8,9 デクノメッセ東大阪 2017 出展 2017/11/8,9 ビジネス・エンカレッジ・フェア 2017 出展 2017/11/9,10 情報通信研究機構オープンハウス 出展 2017/11/16,17 CHINA HI-TECH FAIR 出展 2017/11/28-30 新ものづくり・新サービス展 2017 出展 2018/1/17-19 半導体・センサ パッケージング技術展 2018 凸版印刷プース 内出展 2018/2/15,16 京都ビジネス交流フェア 2018 出展 2018/2/15,16 京都ビジネス交流フェア 2018 出展 2018/2/27 Hack Osaka 2018 Startup Showcase 出展 2018/3/1 ナントマッチングフェア 2018 出展 2018/3/2 IoT H/W BIZDAY 5 出展 2018/6/1 URCF シンポジウム 2018 出展 2018/10/22 イノベーションリーダーズサミット 2018 出展 2018/10/16-19 CEATEC JAPAN 2018 出展 2018/11/21 OSAKA ビジネスフェア ものづくり展+ 2018 出展 2018/11/21 OSAKA ビジネスフェア ものづくり展+ 2018 出展 2018/11/21 DSAKA ビジネスフェア ものづくり展+ 2018 出展 2018/11/21 URCF シンポンウム 2018 出展 2018/12/12-14 セミコンジャパン 2018 出展 2019/03/13 Hack Osaka 2019 Startup Showcase 出展 2019/06/27 URCF シンポジウム 2019 出展 2019/10/02-04 第 2 2 回関西機械要素技術展 出展 2019/10/15-18 CEATEC 2019 出展	2017/10/5, 6	CEATEC JAPAN 2017 出展
2017/11/8,9 ビジネス・エンカレッジ・フェア 2017 出展 2017/11/9,10 情報通信研究機構オープンハウス 出展 2017/11/16,17 CHINA HI-TECH FAIR 出展 2017/11/28-30 新ものづくり・新サービス展 2017 出展 2018/1/17-19 半導体・センサ パッケージング技術展 2018 凸版印刷ブース 内出展 2018/2/15,16 京都ビジネス交流フェア 2018 出展 2018/3/1 ナントマッチングフェア 2018 出展 2018/3/2 Hack Osaka 2018 Startup Showcase 出展 2018/6/1 URCF シンポジウム 2018 出展 2018/8/21 YouGoEx 出展(情報通信研究機構ブース) 2018/10/22 イノベーションリーダーズサミット 2018 出展 2018/11/14-16 新価値創造展 2018 出展 2018/11/21 OSAKA ビジネスフェア ものづくり展+ 2018 出展 2018/11/21 USAKA ビジネスフェア ものづくり展+ 2018 出展 2018/12/12-14 セミコンジャパン 2018 出展 2019/03/13 Hack Osaka 2019 Startup Showcase 出展 2019/06/27 URCF シンポジウム 2019 出展 2019/10/02-04 第 2 2 回関西機械要素技術展 出展 2019/10/15-18 CEATEC 2019 出展	2017/10/23-25	第5回イノベーションリーダーズサミット 出展
2017/11/9,10 情報通信研究機構オープンハウス 出展 2017/11/16,17 CHINA HI-TECH FAIR 出展 2017/11/28-30 新ものづくり・新サービス展 2017 出展 2017/12/13-15 セミコンジャパン 2017 出展 2018/1/17-19 半導体・センサ パッケージング技術展 2018 凸版印刷ブース 内出展 2018/2/15,16 京都ビジネス交流フェア 2018 出展 2018/3/1 ナントマッチングフェア 2018 出展 2018/3/2 Hack Osaka 2018 Startup Showcase 出展 2018/3/22 IoT H/W BIZDAY 5 出展 2018/6/1 URCF シンポジウム 2018 出展 2018/8/21 YouGoEx 出展(情報通信研究機構ブース) 2018/10/22 イノベーションリーダーズサミット 2018 出展 2018/11/14-16 新価値創造展 2018 出展 2018/11/14-16 新価値創造展 2018 出展 2018/11/28-30 新ものづくり・新サービス展 2018 出展 2018/12/12-14 セミコンジャパン 2018 出展 2019/03/13 Hack Osaka 2019 Startup Showcase 出展 2019/06/27 URCF シンポジウム 2019 出展 2019/10/02-04 第 2 2 回関西機械要素技術展 出展 2019/10/15-18 CEATEC 2019 出展	2017/11/8, 9	テクノメッセ東大阪 2017 出展
2017/11/16, 17 CHINA HI-TECH FAIR 出展 2017/11/28-30 新ものづくり・新サービス展 2017 出展 2017/12/13-15 セミコンジャパン 2017 出展 2018/1/17-19 半導体・センサ パッケージング技術展 2018 凸版印刷ブース内出展 2018/2/15, 16 京都ビジネス交流フェア 2018 出展 2018/3/1 ナントマッチングフェア 2018 出展 2018/2/27 Hack Osaka 2018 Startup Showcase 出展 2018/3/22 IoT H/W BIZDAY 5 出展 2018/6/1 URCF シンポジウム 2018 出展 2018/8/21 YouGoEx 出展(情報通信研究機構ブース) 2018/10/22 イノベーションリーダーズサミット 2018 出展 2018/10/16-19 CEATEC JAPAN 2018 出展 2018/11/14-16 新価値創造展 2018 出展 2018/11/24	2017/11/8, 9	ビジネス・エンカレッジ・フェア 2017 出展
2017/11/28-30   新ものづくり・新サービス展 2017   出展   2017/12/13-15   セミコンジャパン 2017   出展   半導体・センサ パッケージング技術展 2018   凸版印刷ブース 内出展   半導体・センサ パッケージング技術展 2018   凸版印刷ブース 内出展   2018/2/15, 16   京都ビジネス交流フェア 2018   出展   2018/3/1   ナントマッチングフェア 2018   出展   2018/2/27   Hack Osaka 2018   Startup Showcase   出展   2018/3/22   IoT H/W BIZDAY 5   出展   2018/6/1   URCF シンポジウム 2018   出展   2018/8/21   YouGoEx 出展 (情報通信研究機構ブース)   2018/10/22   イノベーションリーダーズサミット 2018   出展   2018/10/16-19   CEATEC JAPAN 2018   出展   2018/11/14-16   新価値創造展 2018   出展   2018/11/21   OSAKA ビジネスフェア ものづくり展 + 2018   出展   2018/11/28-30   新ものづくり・新サービス展 2018   出展   2019/03/13   Hack Osaka 2019   Startup Showcase   出展   2019/06/27   URCF シンポジウム 2019   出展   2019/10/15-18   CEATEC 2019   出展   2018/11/10/10/10/10/10/10/10/10/10/10/10/10/	2017/11/9, 10	情報通信研究機構オープンハウス 出展
2017/12/13-15   セミコンジャパン 2017 出展   2018/1/17-19   半導体・センサ パッケージング技術展 2018 凸版印刷ブース 内出展   2018/2/15,16   京都ビジネス交流フェア 2018 出展   2018/3/1   ナントマッチングフェア 2018 出展   2018/2/27   Hack Osaka 2018 Startup Showcase 出展   2018/3/22   IoT H/W BIZDAY 5 出展   2018/6/1   URCF シンポジウム 2018 出展   2018/8/21   YouGoEx 出展 (情報通信研究機構ブース)   2018/10/22   イノベーションリーダーズサミット 2018 出展   2018/10/16-19   CEATEC JAPAN 2018 出展   2018/11/14-16   新価値創造展 2018 出展   2018/11/21   OSAKA ビジネスフェア ものづくり展+ 2018 出展   2018/11/28-30   新ものづくり・新サービス展 2018 出展   2018/12/12-14   セミコンジャパン 2018 出展   2019/03/13   Hack Osaka 2019 Startup Showcase 出展   2019/10/02-04   第 2 2 回関西機械要素技術展 出展   2019/10/15-18   CEATEC 2019 出展   2019/10/15-18   2019/10/16/16   2019/10/15-18   2019/10/10/15-18   2019/10/10/15-18   2019/10/10/15-18   2019/10/10/15-18   2019/10/10/10/10/10/10/10/10/10/10/10/10/10/	2017/11/16, 17	CHINA HI-TECH FAIR 出展
2018/1/17-19 半導体・センサ パッケージング技術展 2018 凸版印刷ブース 内出展 2018/2/15,16 京都ビジネス交流フェア 2018 出展 2018/3/1 ナントマッチングフェア 2018 出展 2018/2/27 Hack Osaka 2018 Startup Showcase 出展 2018/3/22 IoT H/W BIZDAY 5 出展 2018/6/1 URCF シンポジウム 2018 出展 2018/6/1 VrouGoEx 出展(情報通信研究機構ブース) 2018/10/22 イノベーションリーダーズサミット 2018 出展 2018/10/16-19 CEATEC JAPAN 2018 出展 2018/11/14-16 新価値創造展 2018 出展 2018/11/21 OSAKA ビジネスフェア ものづくり展+ 2018 出展 2018/11/22 があるがくり・新サービス展 2018 出展 2018/11/21 VrouGoEx 出展 出展 2018/11/21 VrouGoEx 出展 2018/11/21 OSAKA ビジネスフェア ものづくり展+ 2018 出展 2018/11/21 OSAKA ビジネスフェア ものづくり展+ 2018 出展 2019/10/02-04 第 2 回関西機械要素技術展 出展 2019/10/02-04 第 2 回関西機械要素技術展 出展 2019/10/15-18 CEATEC 2019 出展	2017/11/28-30	新ものづくり・新サービス展 2017 出展
内出展	2017/12/13-15	セミコンジャパン 2017 出展
2018/2/15, 16 京都ビジネス交流フェア 2018 出展   2018/3/1	2018/1/17-19	
2018/3/1	2018/2/15, 16	京都ビジネス交流フェア 2018 出展
2018/3/22		
2018/6/1 URCF シンポジウム 2018 出展 2018/8/21 YouGoEx 出展(情報通信研究機構ブース) 2018/10/22 イノベーションリーダーズサミット 2018 出展 2018/10/16-19 CEATEC JAPAN 2018 出展 2018/11/14-16 新価値創造展 2018 出展 2018/11/21 OSAKA ビジネスフェア ものづくり展+ 2018 出展 2018/11/28-30 新ものづくり・新サービス展 2018 出展 2018/12/12-14 セミコンジャパン 2018 出展 2019/03/13 Hack Osaka 2019 Startup Showcase 出展 2019/06/27 URCF シンポジウム 2019 出展 2019/10/02-04 第 2 2 回関西機械要素技術展 出展 2019/10/15-18 CEATEC 2019 出展	2018/2/27	Hack Osaka 2018 Startup Showcase 出展
2018/8/21 YouGoEx 出展(情報通信研究機構ブース) 2018/10/22 イノベーションリーダーズサミット 2018 出展 2018/10/16-19 CEATEC JAPAN 2018 出展 2018/11/14-16 新価値創造展 2018 出展 2018/11/21 OSAKA ビジネスフェア ものづくり展+ 2018 出展 2018/11/28-30 新ものづくり・新サービス展 2018 出展 2018/12/12-14 セミコンジャパン 2018 出展 2019/03/13 Hack Osaka 2019 Startup Showcase 出展 2019/06/27 URCF シンポジウム 2019 出展 2019/10/02-04 第 2 2 回関西機械要素技術展 出展 2019/10/15-18 CEATEC 2019 出展	2018/3/22	IoT H/W BIZDAY 5 出展
2018/10/22 イノベーションリーダーズサミット 2018 出展 2018/10/16-19 CEATEC JAPAN 2018 出展 2018/11/14-16 新価値創造展 2018 出展 2018/11/21 OSAKA ビジネスフェア ものづくり展+ 2018 出展 2018/11/28-30 新ものづくり・新サービス展 2018 出展 2018/12/12-14 セミコンジャパン 2018 出展 2019/03/13 Hack Osaka 2019 Startup Showcase 出展 2019/06/27 URCF シンポジウム 2019 出展 2019/10/02-04 第 2 2 回関西機械要素技術展 出展 2019/10/15-18 CEATEC 2019 出展	2018/6/1	URCF シンポジウム 2018 出展
2018/10/16-19 CEATEC JAPAN 2018 出展 2018/11/14-16 新価値創造展 2018 出展 2018/11/21 OSAKA ビジネスフェア ものづくり展+ 2018 出展 2018/11/28-30 新ものづくり・新サービス展 2018 出展 2018/12/12-14 セミコンジャパン 2018 出展 2019/03/13 Hack Osaka 2019 Startup Showcase 出展 2019/06/27 URCF シンポジウム 2019 出展 2019/10/02-04 第 2 2 回関西機械要素技術展 出展 2019/10/15-18 CEATEC 2019 出展	2018/8/21	YouGoEx 出展(情報通信研究機構ブース)
2018/11/14-16新価値創造展 2018 出展2018/11/210SAKA ビジネスフェア ものづくり展+ 2018 出展2018/11/28-30新ものづくり・新サービス展 2018 出展2018/12/12-14セミコンジャパン 2018 出展2019/03/13Hack Osaka 2019 Startup Showcase 出展2019/06/27URCF シンポジウム 2019 出展2019/10/02-04第 2 2回関西機械要素技術展 出展2019/10/15-18CEATEC 2019 出展	2018/10/22	イノベーションリーダーズサミット 2018 出展
2018/11/21OSAKA ビジネスフェア ものづくり展+ 2018 出展2018/11/28-30新ものづくり・新サービス展 2018 出展2018/12/12-14セミコンジャパン 2018 出展2019/03/13Hack Osaka 2019 Startup Showcase 出展2019/06/27URCF シンポジウム 2019 出展2019/10/02-04第22回関西機械要素技術展 出展2019/10/15-18CEATEC 2019 出展	2018/10/16-19	CEATEC JAPAN 2018 出展
2018/11/28-30新ものづくり・新サービス展 2018 出展2018/12/12-14セミコンジャパン 2018 出展2019/03/13Hack Osaka 2019 Startup Showcase 出展2019/06/27URCF シンポジウム 2019 出展2019/10/02-04第 2 2 回関西機械要素技術展 出展2019/10/15-18CEATEC 2019 出展	2018/11/14-16	新価値創造展 2018 出展
2018/12/12-14セミコンジャパン 2018 出展2019/03/13Hack Osaka 2019 Startup Showcase 出展2019/06/27URCF シンポジウム 2019 出展2019/10/02-04第22回関西機械要素技術展 出展2019/10/15-18CEATEC 2019 出展	2018/11/21	OSAKA ビジネスフェア ものづくり展+ 2018 出展
2019/03/13Hack Osaka 2019 Startup Showcase 出展2019/06/27URCF シンポジウム 2019 出展2019/10/02-04第22回関西機械要素技術展 出展2019/10/15-18CEATEC 2019 出展	2018/11/28-30	
2019/06/27URCF シンポジウム 2019 出展2019/10/02-04第 2 2 回関西機械要素技術展 出展2019/10/15-18CEATEC 2019 出展	2018/12/12-14	セミコンジャパン 2018 出展
2019/10/02-04       第22回関西機械要素技術展 出展         2019/10/15-18       CEATEC 2019 出展	2019/03/13	Hack Osaka 2019 Startup Showcase 出展
2019/10/15-18 CEATEC 2019 出展	2019/06/27	URCF シンポジウム 2019 出展
	2019/10/02-04	第22回関西機械要素技術展 出展
2019/11/06-08   新ものづくり・新サービス展 2019 出展	2019/10/15-18	
	2019/11/06-08	新ものづくり・新サービス展 2019 出展
2019/11/13-15 デジタルコンテンツ EXPO 出展	2019/11/13-15	デジタルコンテンツ EXPO 出展
2019/11/27-29 新価値創造展 2019 出展	2019/11/27-29	新価値創造展 2019 出展
2020/1/7-10 CES2020 出展	2020/1/7-10	CES2020 出展

・研究開発に関連した空中映像技術のセミナー等での講演 (表5参照)

表 5 講演実績一覧

年月日	内容
2017/11/20	技術情報協会セミナー 講演
2018/4/24	Laser Display and Lighting Conference 2018 講演
2018/7/9	技術情報協会セミナー 講演
2018/11/6	シーエムシー出版セミナー 講演
2020/2/14	第 26 回レーザーディスプレイ技術研究会
2020/2/28	月刊 OPTRONICS 特集連動セミナー

・関連技術のメディア掲載(表6参照)

表6 メディア掲載実績一覧

年月日	内容
2017/10/12	日刊工業新聞 掲載
2017/11/28	テレビ大阪 ニュースリアル 放送
2017/11/30	読売テレビ す・またん! 放送
2019/2/15	日本経済新聞 関西経済面 掲載
2019/7/24	SankeiBiz 掲載