

電磁波応用の可能性を広げる研究開発と社会展開

■概要

電磁波応用総合研究室は、社会インフラや文化財の効率的な維持管理等への貢献を目指して、電磁波を用いた非破壊・非接触の診断が可能となる技術やフィールド試験用装置に関する研究開発を行い、観測データの解析技術及び可視化技術の研究開発を行うことを目的としている。また電磁波を応用した技術に関する萌芽的な研究も推進している。「非破壊センシング」と「センシングデータビジュアルインターフェース (SVI)」の2つプロジェクトから構成され、併せて電磁波研究所のアウトリーチに関連する活動も行っている。

「非破壊センシングプロジェクト」では、マイクロ波から赤外線までの電磁波を用いて、目では見えない物体の内部構造を観測する技術を開発している。周波数が低い（波長の長い）マイクロ波は、物体の内部に深く伝搬できるため、コンクリート建造物内部の鉄筋分布等の調査に広く用いられている。NICTではマイクロ波の中でも周波数の高い、5 GHz及び20 GHzを利用して木造建造物やコンクリートの表面付近の調査を進めている。ミリ波、THz（テラヘルツ）波と周波数が高くなるにつれて、分解能は高くなるが、物体内部への伝搬距離が短くなる。NICTでは約10年前より、世界に先駆けてTHz波によるイメージング技術を絵画等文化財の非破壊調査に応用し、現在ではヨーロッパを中心に広く用いられている。一方、赤外線は熱で検出する手法のため、内部の層構造は得られないが、鋼管内部等、電磁波が全反射されてしまう金属製の物体内部の調査も可能である。

一方、「センシングデータビジュアルインターフェース (SVI) プロジェクト」では、ホログラフィの研究開発を実施している。ホログラフィは光の情報を“波面”として正確に記録・再生する技術であり、ホログラフィによって製作されたメディアをホログラムと呼ぶ。ホログラムは、特定の波長にのみ作用する、フィルム状であるため軽いつつといった特徴を有するため光学素子 (Holographic Optical Element : HOE) として活用されており、例えばヘッドマウントディスプレイ内部の光学素子として使われている。また、両眼視差や運動視差・輻輳・調節といった奥行きを知覚するすべての手がかり（生理的要因）を

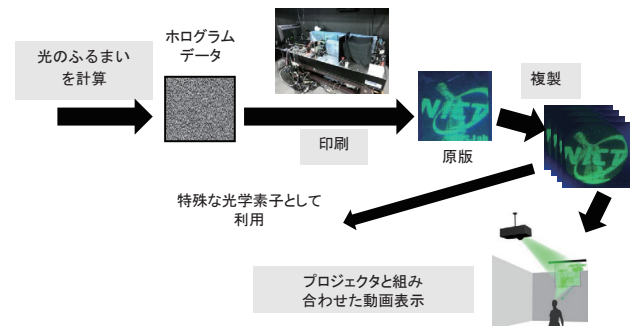


図1 ホログラムプリント技術 (Hologram Printing Technology : HOPTEC)

再現できるため、立体画像表示などにも使われている。

このようにホログラフィは既に社会で使われているが、「所望の光を実現するホログラムを作るには、まずはその所望の光を別手段で作ってホログラム記録材料に記録する」という記録工程が必要であり、この記録工程が必ずしも容易ではないという課題がある。例えば、複雑な光を実現するHOEのためにはその光を別手段で作る必要がある、などである。NICTでは上記の課題に対して、電子ホログラフィを活用してホログラム記録材料に印刷する技術を研究している。この技術での記録装置は、「電子ホログラフィで作り出した数mm×数mm程度のサイズの光を記録する」という工程をホログラム記録材料の位置を変えながら順次記録する（印刷する）装置であるため、ホログラムプリンタと呼んでいる。電子ホログラフィなので、ホログラムデータを計算することで複雑な光の状態や立体表示を実現できるという特徴がある。当然、実現する光に応じて装置を組み替えるという必要もない。また、記録工程（印刷工程）で製作したホログラムを原版として複数品を作る複製技術や、様々な用途に応用する技術も合わせて研究しており、これらを総称してホログラムプリント技術 (Hologram Printing Technology : HOPTEC) と呼んでいる。技術の概要を図1に示す。

■平成28年度の成果

1. 非破壊センシング技術

汎用の地中レーダーは2 GHz帯以下の周波数を用いて

地中埋蔵物の探査に用いられているが、アスファルト層等、コンクリート建造物の表面付近や木造建造物にはより高い周波数が必要となる。NICTでは委託研究「電磁波を用いた建造物非破壊センシング技術の研究開発（平成24年度～平成28年9月）」により開発した20 GHzのマイクロ波イメージング装置を用いて実際の木造家屋及び代表的な壁モデル16種類を計測しデータを公開した（図2）。また、ミリ波帯イメージャーの開発にも着手し、THz波帯については技術移転を促進した。さらに、アクティブ赤外線イメージング技術を鋼管内部の劣化調査に応用し、電力会社の協力を得て撤去された電力鉄塔用鋼管内部の減肉を外部から検出できることを実証した（図3）。

2. Hologram Printing Technology (HOPTEC) 技術

図4 (a) に示したように前年度までは単色であったホログラムのカラー化を行った。RGBの3原色が再生できていることからカラー化できていることがわかる。前年度までのホログラムプリンタは緑のレーザー光源のみであったが、赤と青のレーザー光源を加えてカラー化した。印刷したホログラムのサイズは10 cm×10 cmである。また、図4 (b) に示したように単色のホログラムの複製を行った。サイズは3 cm×3 cmであり、コンタクトコピーと呼ばれる複製手法を用いた。さらに、ホログラム投影型プロジェクタと、HOEのスクリーンとを用いる新しいプロジェクタ方式を開発した。この技術はNature Communications誌に採録された。

3. 国際標準化活動

臨場感ある映像を提供できる技術として多視点映像技術が期待されている。各種学会だけでなく動画の符号化フォーマットの国際標準化を議論しているMPEG会合も多視点映像を高く評価しており、国際標準化を進めてきている。NICTではこの国際標準化活動に参画しており、平成28年度は、多視点映像の圧縮符号化に重要である奥行き推定技術及び視点補間技術の改良提案を行った。また、前年度までに提案していた圧縮符号化方式を知らせるSEIメッセージがITU-T Rec.264及びISO/IEC14496-10 AMD3 (AVCの3D拡張) に採択された。

4. アウトリーチ活動

リモートセンシング研究室と協力して開発したマルチレイヤー画像表示システムを用いた展示手法を多摩六都科学館の企画展「キトラ古墳が語るもの」に提案し、多くの来場者の理解に活用された。

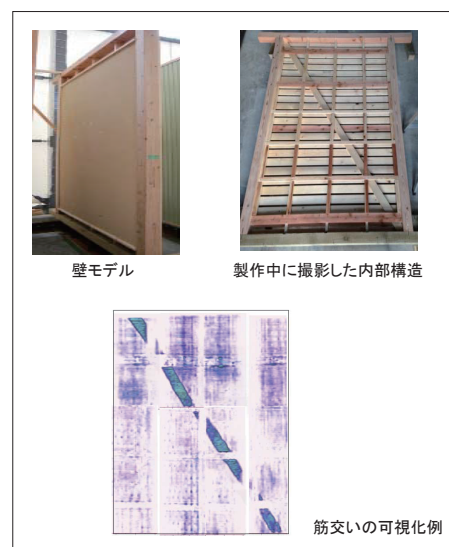


図2 木造建造物モデルの内部構造イメージング例

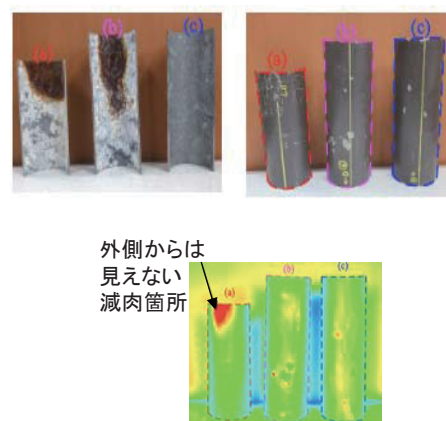


図3 鋼管内部の減肉検出例

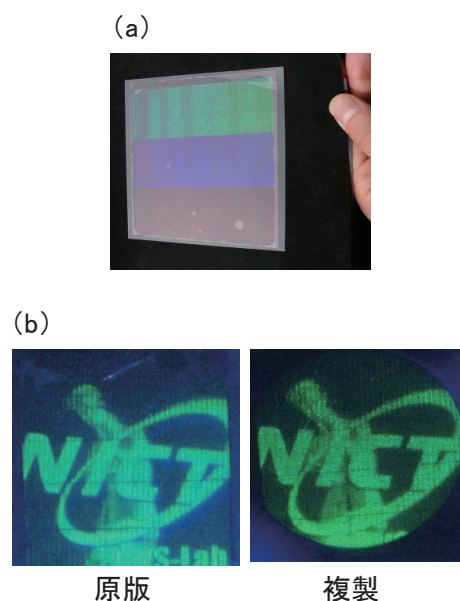


図4 (a) カラーホログラム例 (b) ホログラムの複製例