## 弾性波散乱場断層映像化技術の開発 Development of elastic-wave scattering field imaging

神戸大院理<sup>1</sup>, 神戸大数理データ<sup>2</sup>, Integral Geometry Science<sup>3</sup>, JAXA 広域未踏峰型探査技術<sup>4</sup>, JAXA<sup>5</sup>

○薮本 海 1.4, 弓井 孝佳 3.4, 木村 憲明 3.4, 木村 建次郎 1.2.3.4, 上野 宗孝 5

E-mail: kimura@gold.kobe-u.ac.jp

我々は、波動散乱の逆問題を解析的に解き、空間内部の3次元映像化を実現する散乱場理論、映像化理論を研究し[1]、マイクロ波散乱場断層映像化技術の実用化・普及を進めてきた[2]. 散乱場断層映像化では、物体表面において複数の送信機より波動を照射し、複数の受信機により多重経路の散乱信号を取得、これを境界条件として多次元空間の散乱場方程式を解析的に解き、物体内で仮想的に設定された送信点と受信点を極限的に接近させることで、映像化関数を得る. 本研究では、本理論を応用し、物体内部の弾性率分布を3次元映像化することを目的として、弾性波散乱場断層映像化技術の開発を進めた.

本講演では、3次元弾性率分布を導く過程における、散乱場方程式の境界条件となる多重経路弾性波散乱データを取得するための、弾性波計測装置の試作を行った結果について報告する. 試作した弾性波計測装置は、制御信号に応じて弾性波を出力する信号源と、弾性波を検出するマトリクスアレイ、マイクロコントローラ、検波回路、RF スイッチング回路、データ記録及び計算機で構成されている(Fig. 1 (a)). マトリクスアレイは、送信/受信それぞれ 256 個の空中超音波センサー直径 10 mm、中心周波数 40 kHz、指向性80 deg、送信機出力音圧 120 dB(サイン波、40 kHz、10  $V_{rms}$ ,0 dB = 20  $\mu$ Pa)、受信機感度-63 dB(0 dB = 10 V/Pa)の圧電素子一が  $16\times16$  の 2次元かつ細密構造となるように配列されている(Fig. 1 (b)). また、送信/受信の各素子は列ごとに一次元的に接続されており、マイクロコントローラで制御された RF スイッチによってアクティブな素子列が切り替えられる。指定のタイミングでアクティブな受信機列から得た弾性波信号は、弾性波信号源で生成した参照信号を用いて検波され、16 bit の A/D 変換機を介して汎用計算機のメモリに保存される。この計測動作を送受信列全ての組み合わせにおいて実行することで、全点における弾性波の多重経路データを測定できる.

本計測装置を用いた弾性波測定実験では、センサ表面から任意の高さに固定した発泡材料からの反射信号のタイムドメイン波形を測定し、素子位置に対応するようにマッピングして強度を比較した.講演では、弾性波散乱場断層映像化の原理に加え、試作した装置について議論する.

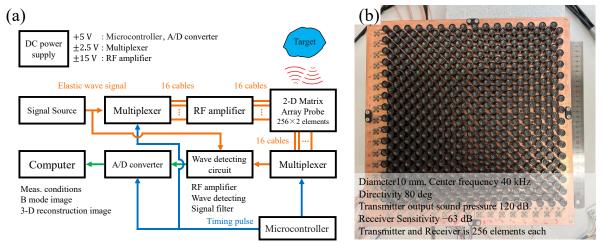


Fig. 1 (a) Principle diagram of the elastic wave measurement system, (b) Appearance of the 2-D Matrix Array Probe

- 1. Kenjiro Kimura, Noriaki Kimura. Inverse Scattering field theory. Research Institute of Mathematical Sciences, Inverse Problem with Partial Differential Equation, its Application and Further Development. Kyoto University RIMS Kokyuroku. 2021; 2186: 75-86.
- Kenjiro Kimura, Ayaka Hirai, Akari Inagaki, Yoshiharu Nakashima, Takayoshi Yumii, Noriaki Kimura. Development of multistatic scattering field theory and actualization of microwave mammography. JSMI Report. 2022; 15(2): 17-24.