

超音波による物体内部温度センシング法と 高性能超音波プローブ

長岡技術科学大学大学院 教授 井原郁夫

高温場での材料加工

焼結

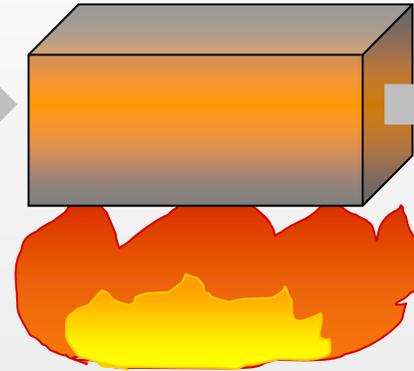


Ceramics
& metals

素材



加工

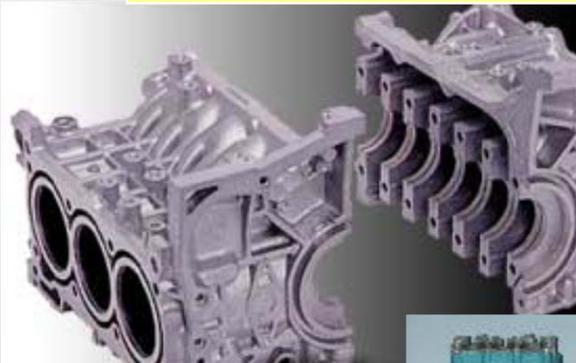


製品



温度 は高温材料加工における重要パラメータ

ダイカスティング



Metals



射出成型



Plastics
& rubbers



温度計測と超音波

温度計測法:

点 → 熱電対

表面 → 赤外線 (サーモグラフィ)

内部・温度分布・加熱面 →



赤外線

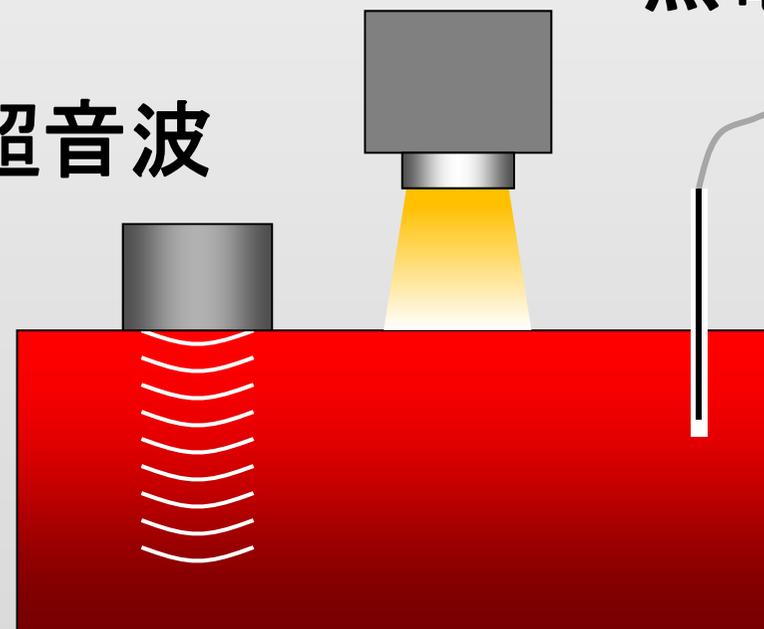
熱電対

超音波:

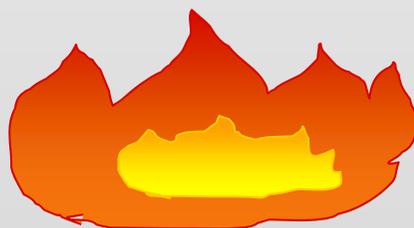
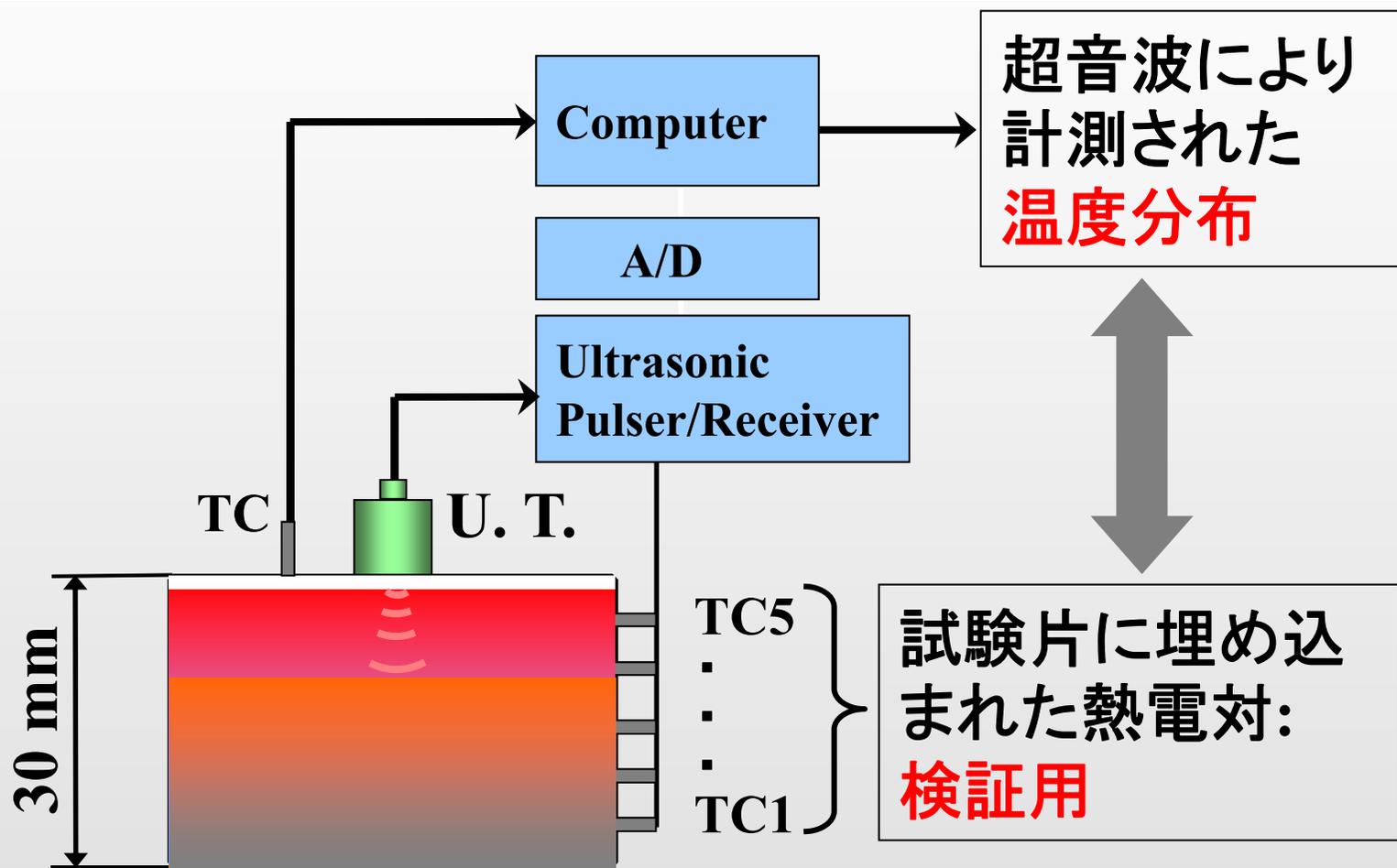
- ・物体内部を伝播
- ・伝播速度が温度に依存

熱電対、赤外線を補完する第3番目の手法として期待

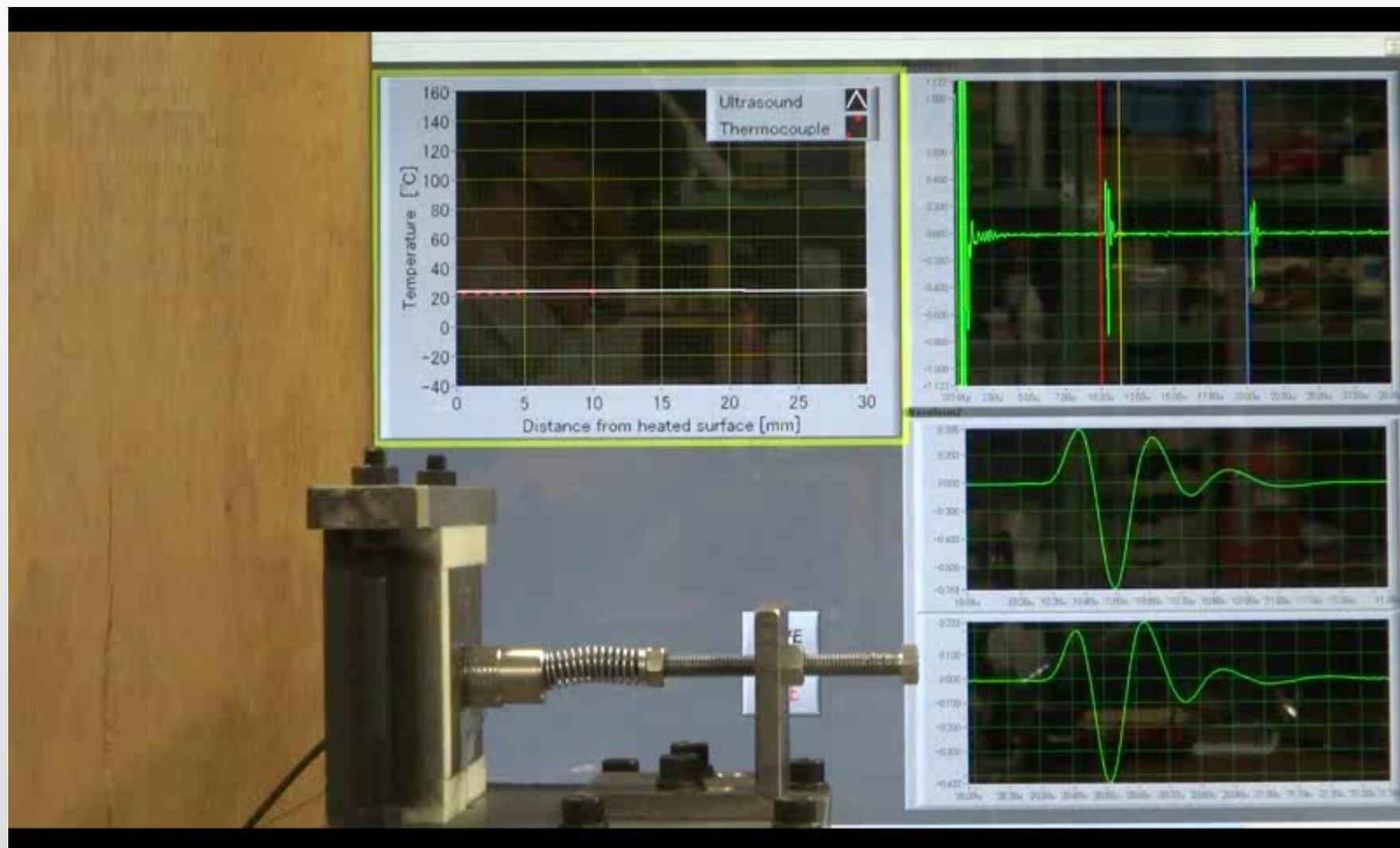
超音波



検証実験： 鋼の加熱・冷却時の内部温度分布モニタリング



鋼厚板内部の温度分布のリアルタイムモニタリング



新技術の特徴・従来技術との比較

	超音波	熱電対	赤外線
内部温度	○	△	×
温度プロファイル	○	△	×
時間応答性	○	△	○
非破壊	○	△	○
非接触	○	×	○
簡便・安全	○	○	○
価格	?	○	△

超音波法：

物体内部の温度分布を高い時間分解能で計測可能！

想定される用途と業界

内部温度プロファイルの非破壊・リアルタイム計測

- 高温加工・製造プロセスのオンラインモニタリングへの適用

Ex. 固相・液相成型加工プロセスの最適制御

- 新しい温度計測手法・データを提供

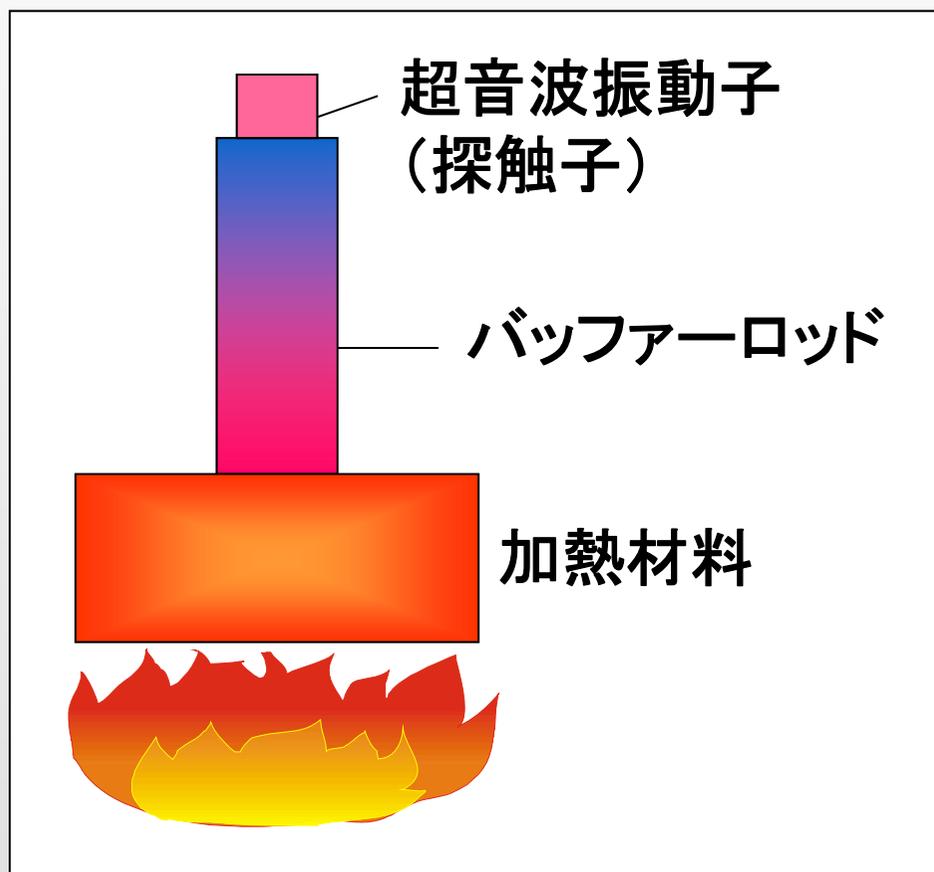
Ex. 難温度計測場・分野での活用

熱伝導・熱伝達の未解決問題の解決に向けた情報提供

想定されるユーザー

- ・各種材料の製造・加工メーカー
- ・各種高温環境（火力・原子力プラント）
- ・難温度計測場・分野に携わる技術者、研究者

バッファロッド法（導波棒法）



長所:

- 既存の探触子の利用
- 縦波・横波
- 反射法・ピッチキャッチ法
- 安価
- 簡便、ロバスト

短所:

- 擬似エコー、遅れエコー、ノイズ
- 思いのほか厄介！

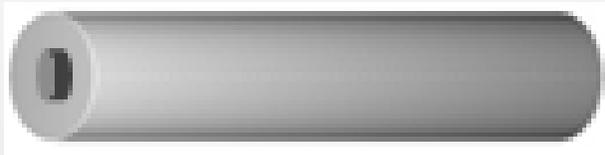
各種の高温超音波法の比較

項目	レーザー超音波	EMAT	空気超音波	高温超音波	バッファローロッド
非接触	◎	○	◎	×	×
周波数	低～高	低～中	低	低～中	低～中
温度 (°C)	～2000	～1000	～500	～800	～1500
SN比	medium	low?	low?	medium	medium
測定面の損傷	△	○	○	○	○
簡便性	△	△	○	○	○
安全性	×	○	○	○	○
コスト	×	△	△	△	○

古い手法だが捨て難い魅力！

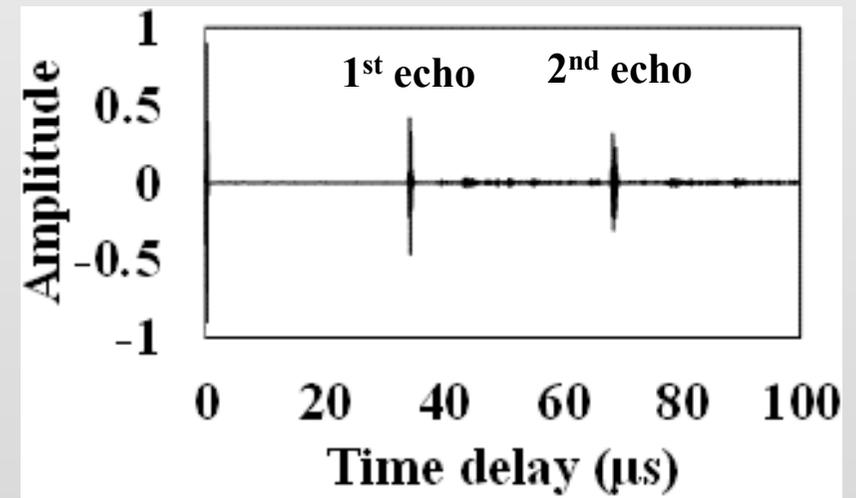
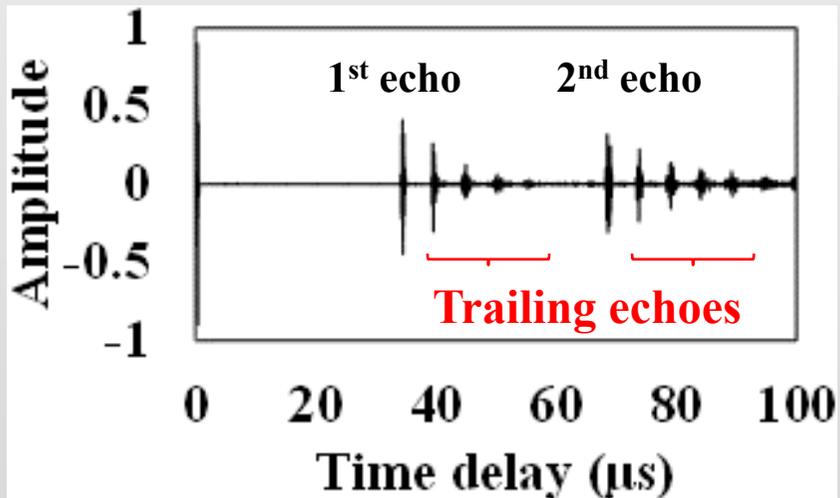
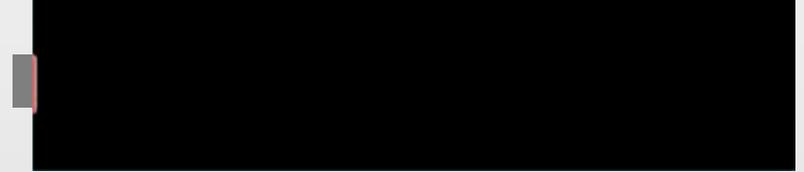
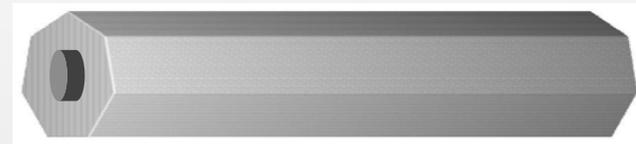
多角形ロッド（本発明）の効果： 数値シミュレーション（3次元）

円柱プローブ（従来）



長さ: 100mm
直径: 20mm

多角形プローブ（本発明）



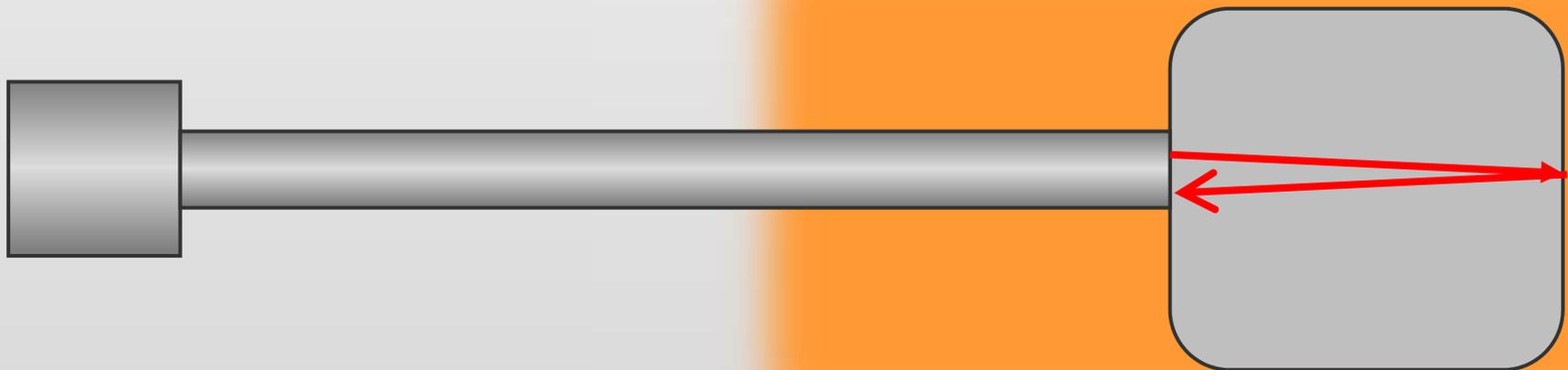
新技術の特徴

➤ 導波棒の断面形状が多角形

⇒ 加工、導波棒の保持、試験体への設置が容易

➤ 細長い超音波プローブが容易に実現

⇒ 高温環境、狭小空間、遠隔場などでの超音波計測が可能となる



応用が期待される分野

材料と加工

- ・新素材研究、開発
 - ・新プロセス開発
- ⇒ ラボまたは試験機内での *In-situ* モニタリング
- ・鋳造、鍛造
 - ・射出成形、焼結
 - ・切削、旋削、切断
 - ・接合、溶接、FSW
- ⇒ 加工プロセスのオンラインモニタリング
過渡現象のリアルタイムモニタリング

駆動機械

- ・モータ
 - ・タービン
 - ・各種エンジン
 - ・輸送機器
- ⇒ 状態監視センシング
高時間分解モニタリング

食品、農産物

- ・育成環境モニタリング
- ・素材加工・成形モニタリング
- ・調理プロセスモニタリング

プラント・インフラストラクチャー

- ・原発、火力、化学
 - ・苛酷環境の構造物
- ⇒ 熱履歴のインラインモニタリング

その他

- ・医療応用
- ・宇宙開発