

# 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

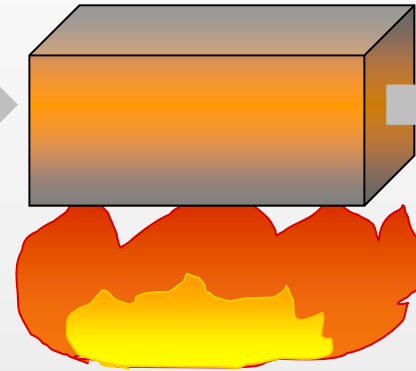


Ceramics  
& metals

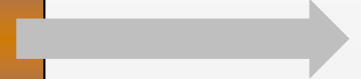
素材



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asting



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

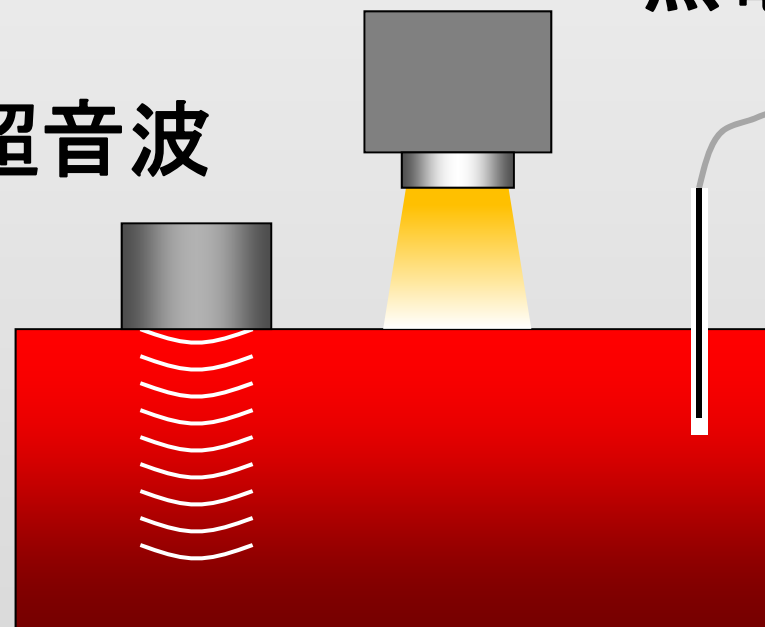
熱電対

## 超音波:

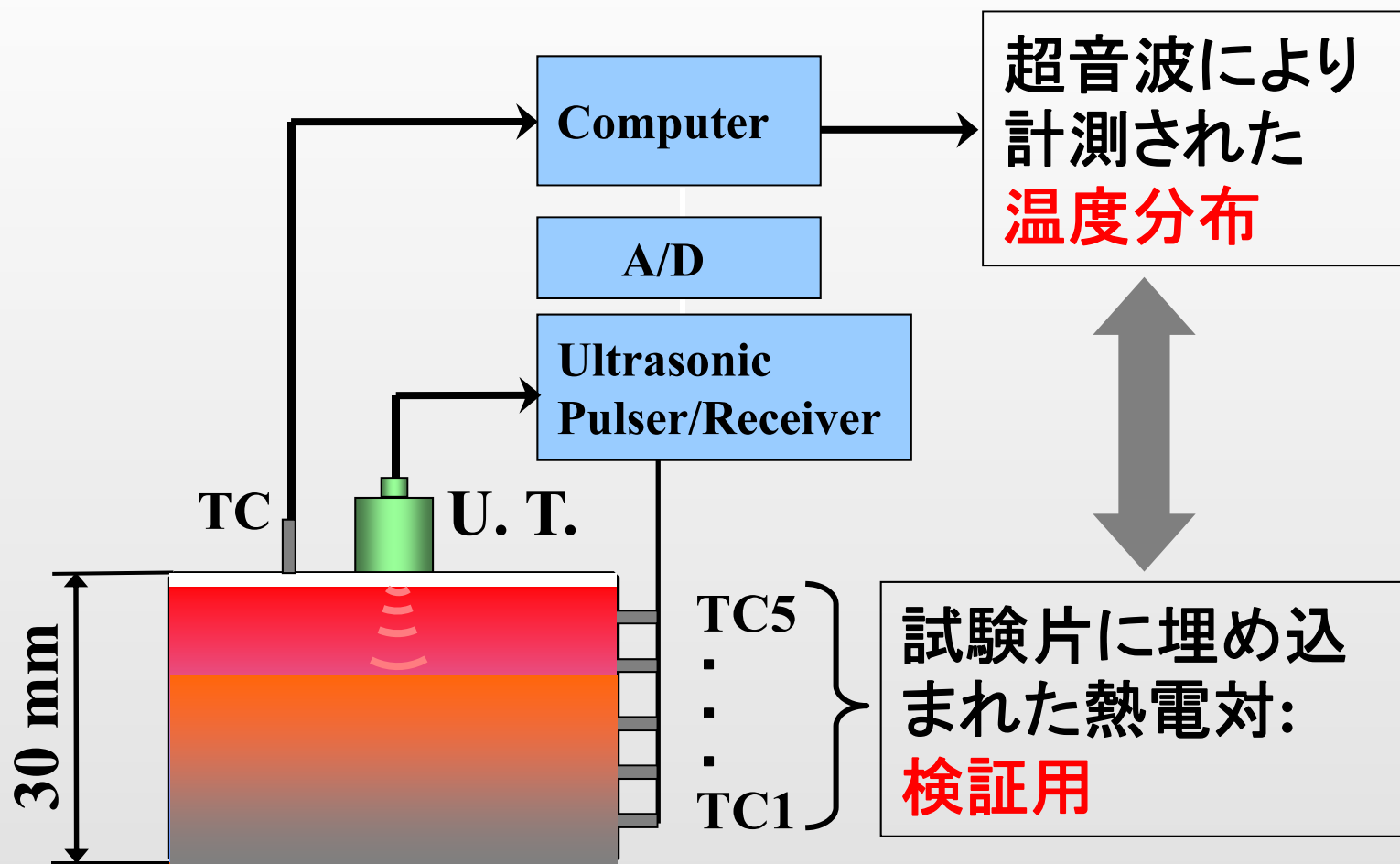
- ・物体内部を伝播
- ・伝播速度が温度に依存

熱電対、赤外線を補完する第3番目の手法として期待

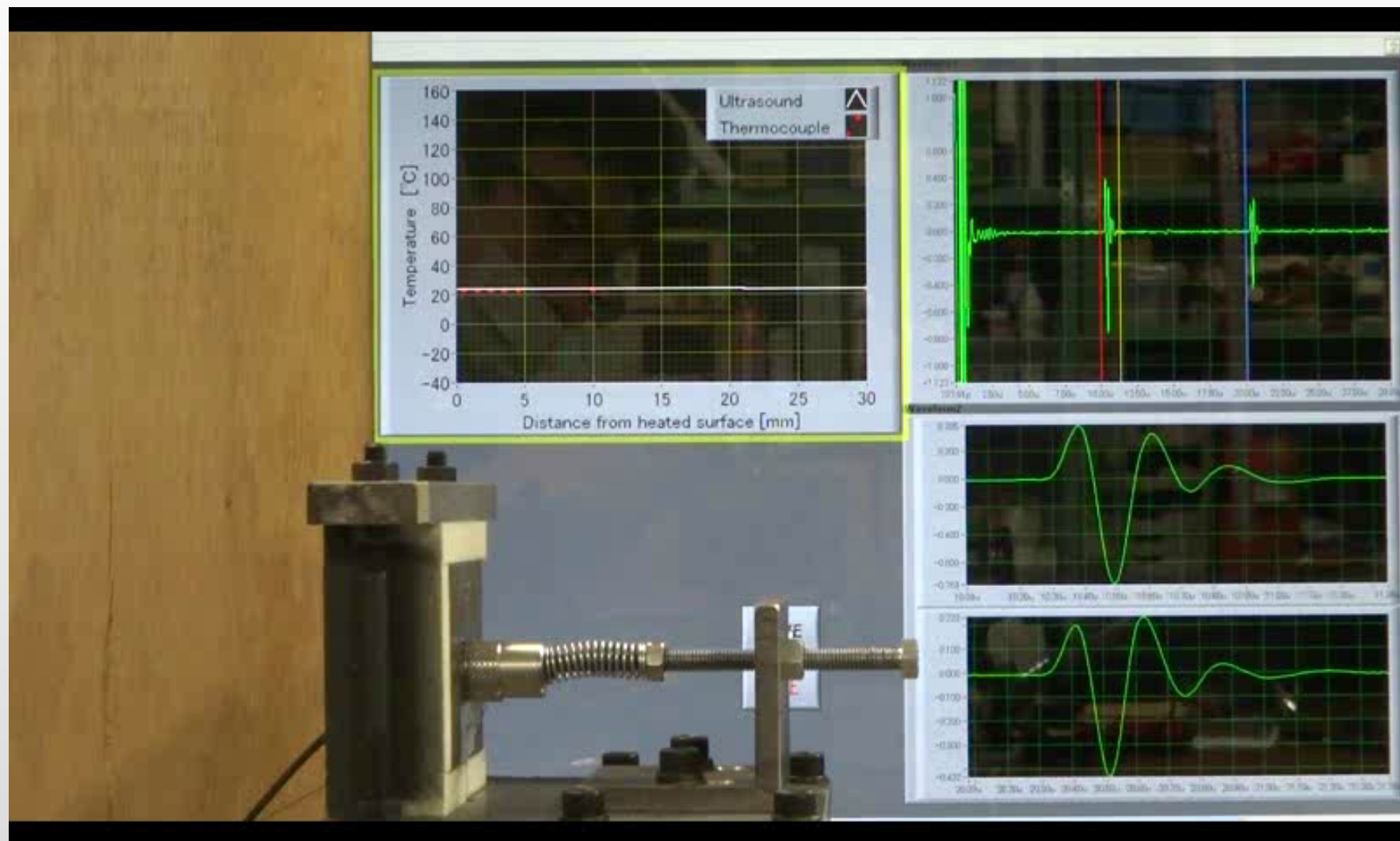
超音波



# 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

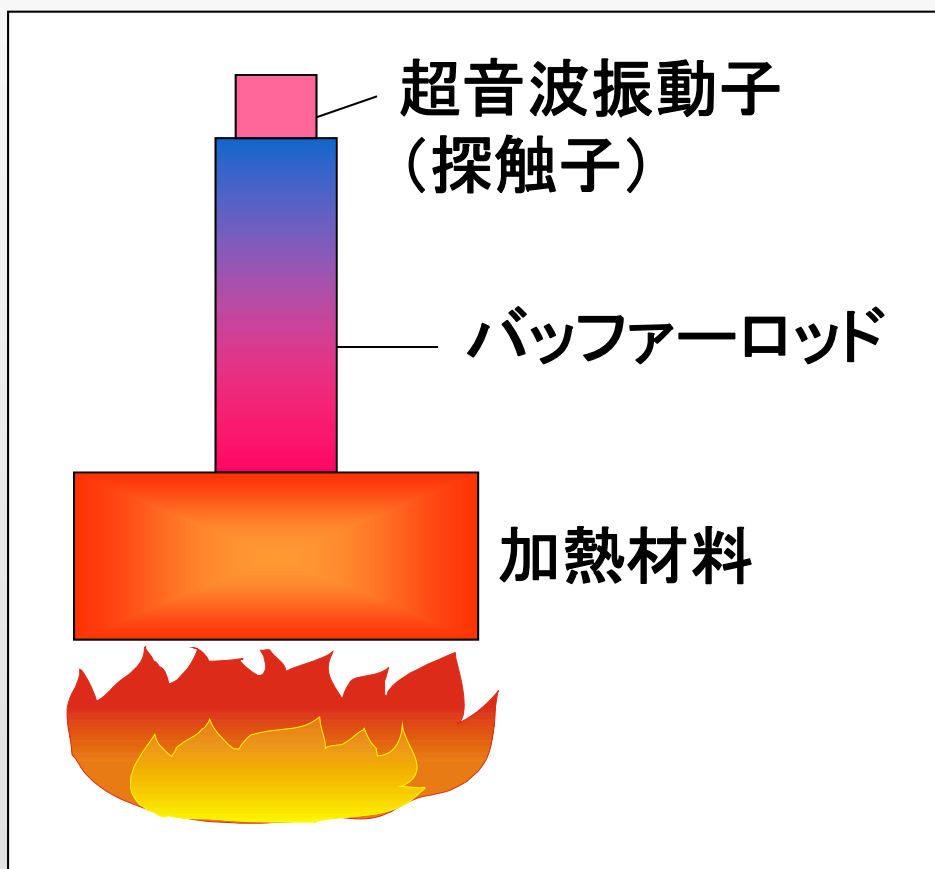
*Ex.* 難温度計測場・分野での活用

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！



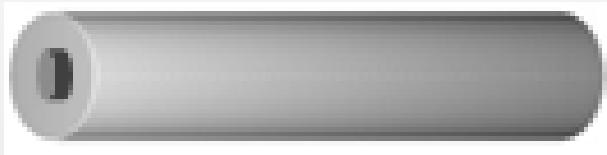
# 各種の高温超音波法の比較

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！

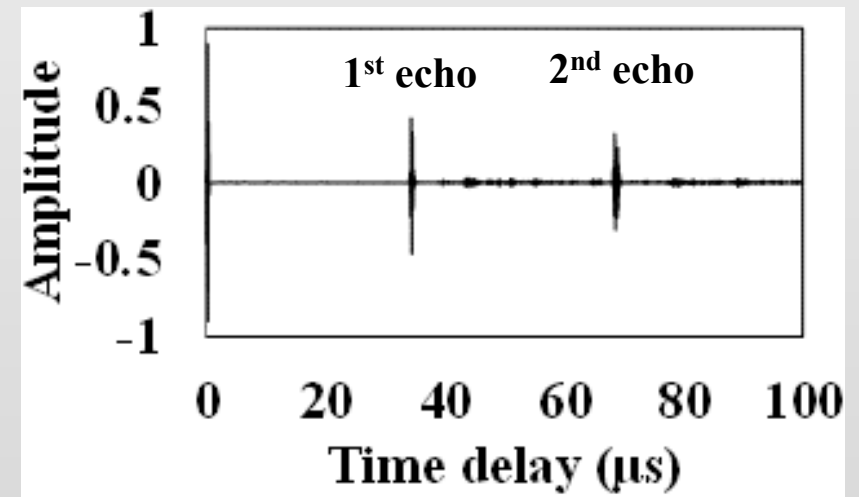
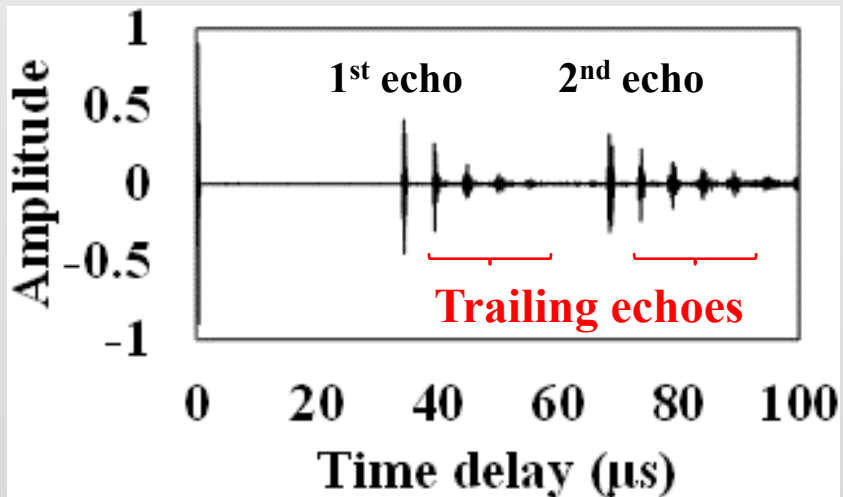
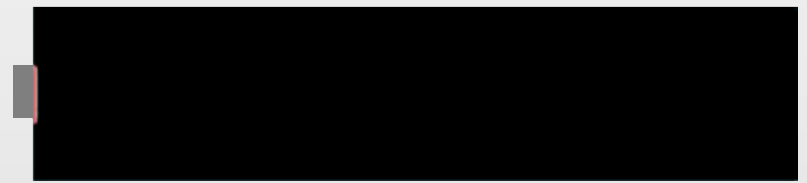
# 多角形ロッド（本発明）の効果： 数値シミュレーション（3次元）

## 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