

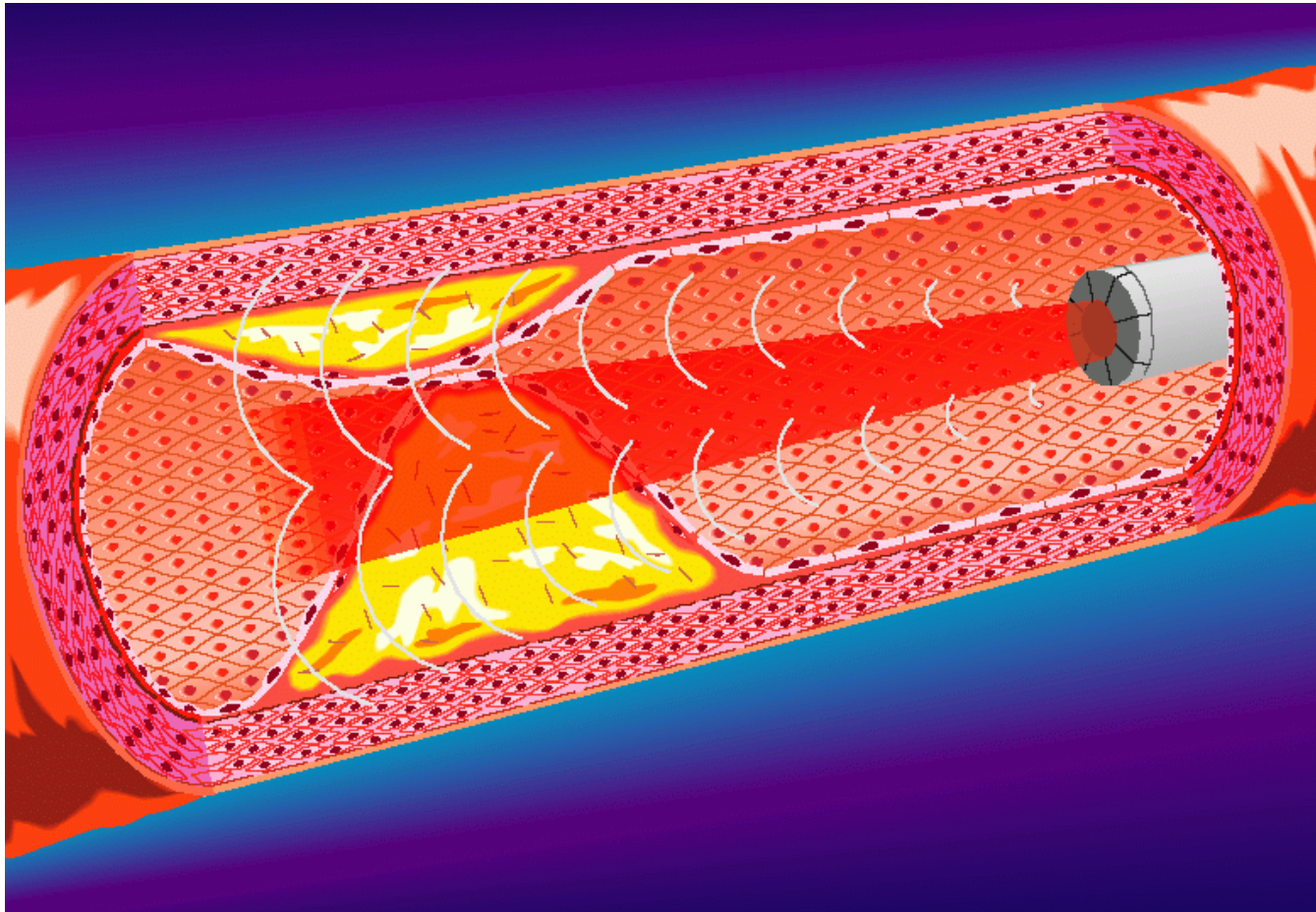
レーザーで発生させた超音波パルスによる 三次元イメージング法

研究者: 奈良先端科学技術大学院大学
情報科学研究科
杉浦忠男 准教授

開発コンセプト - 血管内視鏡-

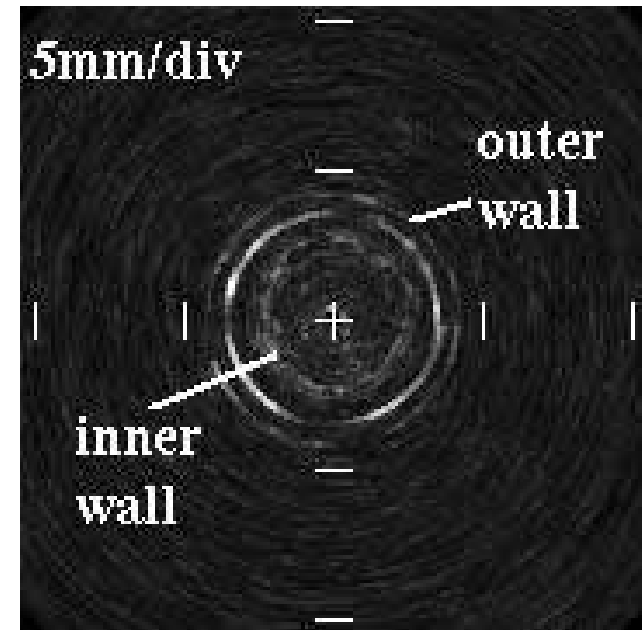
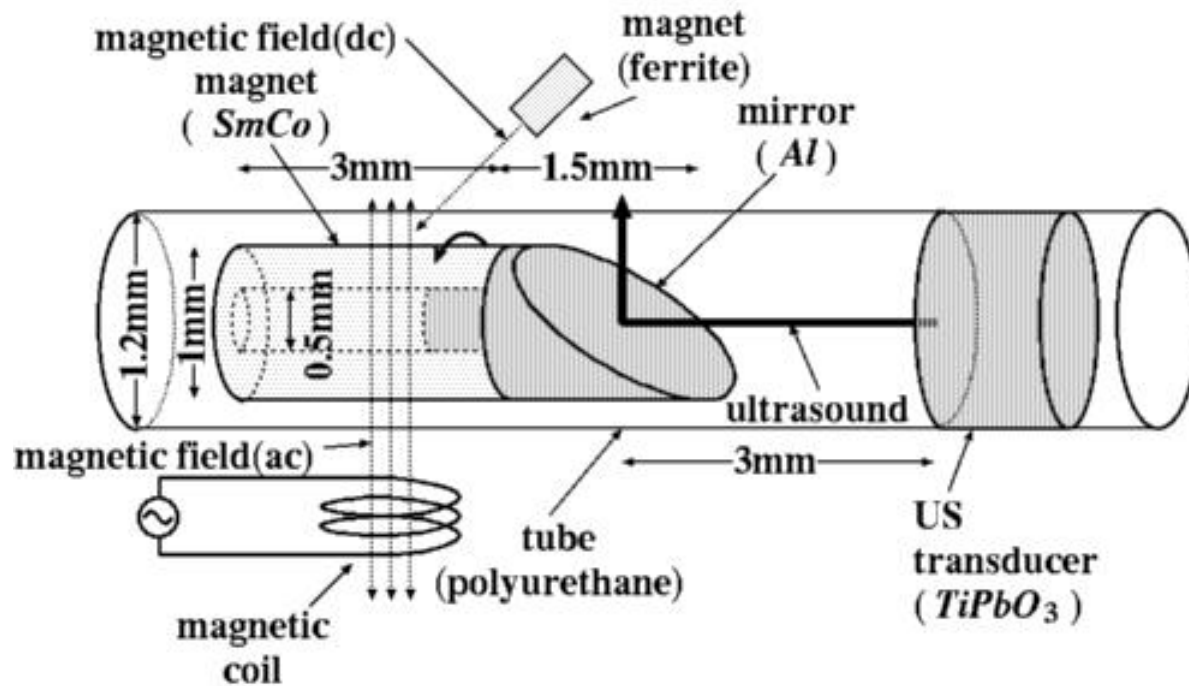
× 血管内では光で前を見ることはできない ×

前方をスナップショット的に3次元イメージングできる超音波内視鏡



血管内視鏡の従来技術

従来法: サイドルッキング型超音波内視鏡



血管壁の断層像

従来法:

・超音波ビームをスキャンする機構が必要

新技術(開口合成法):

・スキャンなしに3次元像が得られる

従来技術とその問題点

従来の超音波内視鏡ではサイドルッキング型のものがあるが、前方視するのは困難であった。これは次の問題による。

- Time-of-flight 法を用いるには超音波パルスを走査する必要があり、それに時間を要する
- 開口合成法を用いるには球面波状に広がる超音波が必要であるが従来は発生困難であった


新技術では、レーザー誘起ブレイクダウン現象によって球面波状に広がる超音波を得て、開口合成法によるイメージングを実現する

新技術の特徴・従来技術との比較

- (従来技術) 超音波パルスを走査する必要があり、時間を要する
(新技術) スキャニングなしにイメージングできる
現状 1 boxel/sec程度
- (従来技術) 球面波状に広がる超音波は発生困難であった
(新技術) 球面波状に広がる超音波パルスが得られる
単一の振動からなる超音波パルス
- (新技術) 光ファイバーでエネルギー伝送
- (新技術) 超音波ヘッドの小型化が可能
- (新技術) 前方の状態を観察する超音波内視鏡を実現可能

期待される用途

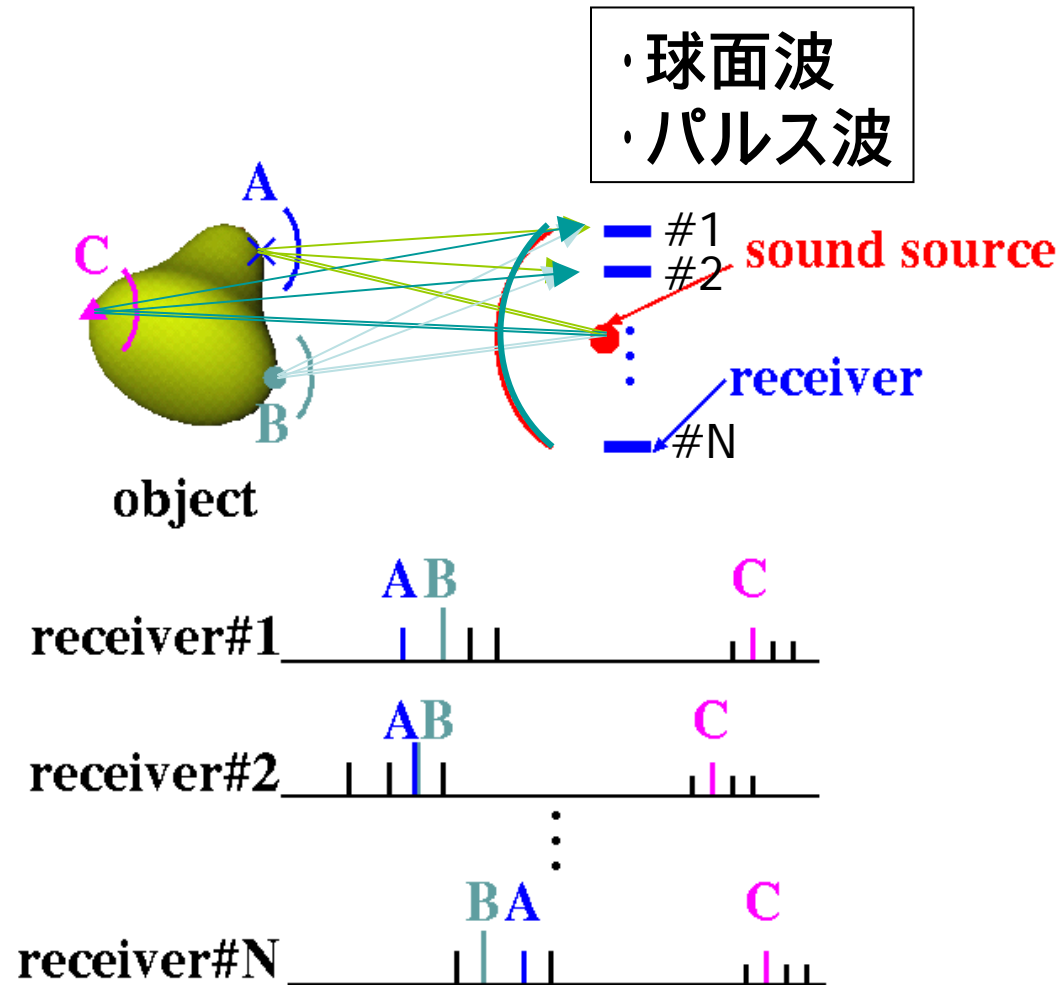
- 医療診断分野に適用することで、本技術の特徴である実時間観察のメリットが大きく利くと考えられる。
 - 超音波イメージング装置、超音波内視鏡、血管内視鏡
- これ以外に、全方向に超音波を発生できることを利用して、配管等の超音波探深検査に用いられることも期待される。
- また、他の方法では得ることが困難な球面波状に広がる超音波の音源として利用することも可能。



レーザーで発生させた超音波パルスによる 三次元イメージング法

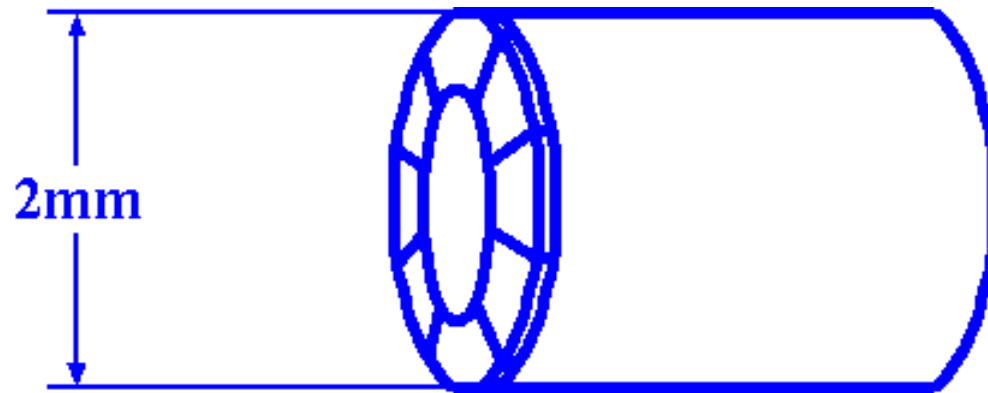
1. 開発コンセプト
2. 技術的特長
3. 見込まれるアプリケーション
4. 開口合成法
5. レーザー誘起ブレイクダウン音源の開発
6. 超音波プローブヘッドの開発
7. イメージング実験
8. マッチング情報

開口合成法による瞬時イメージング

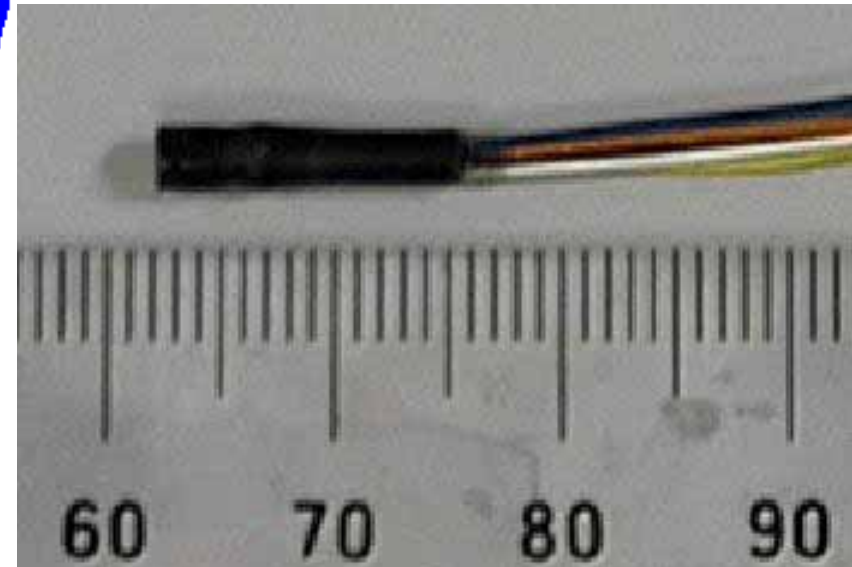


それぞれの受波素子で受けた信号を元に3次元再構成する

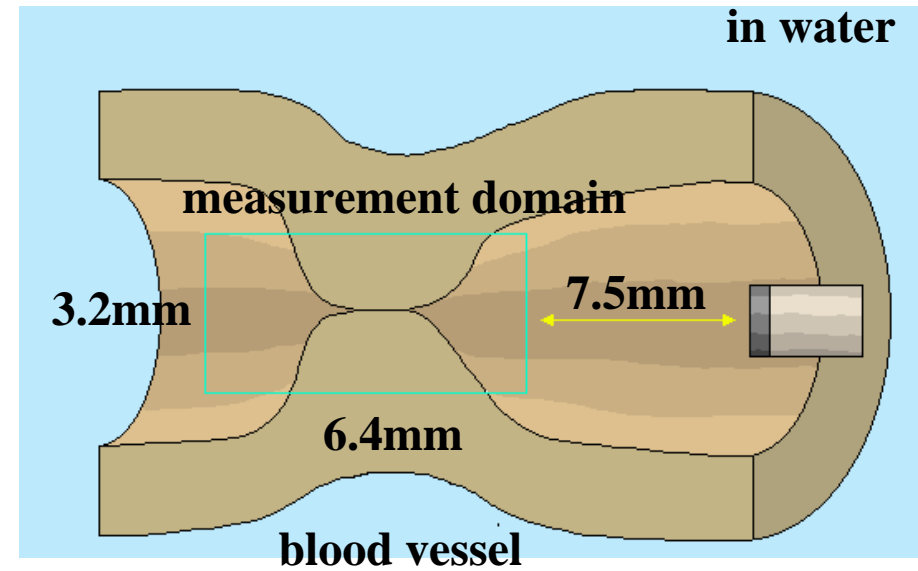
超音波リングアレイプローブ



8素子の受波素子からなるプローブ

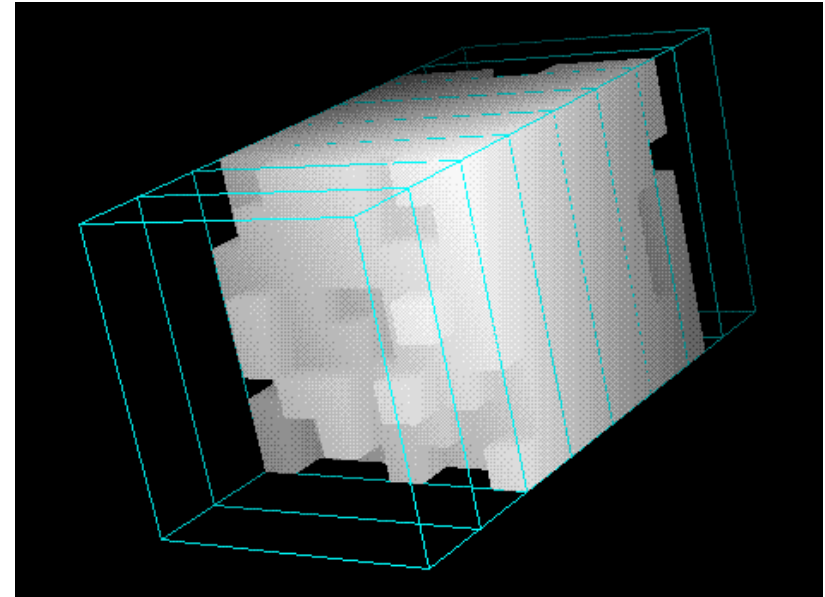
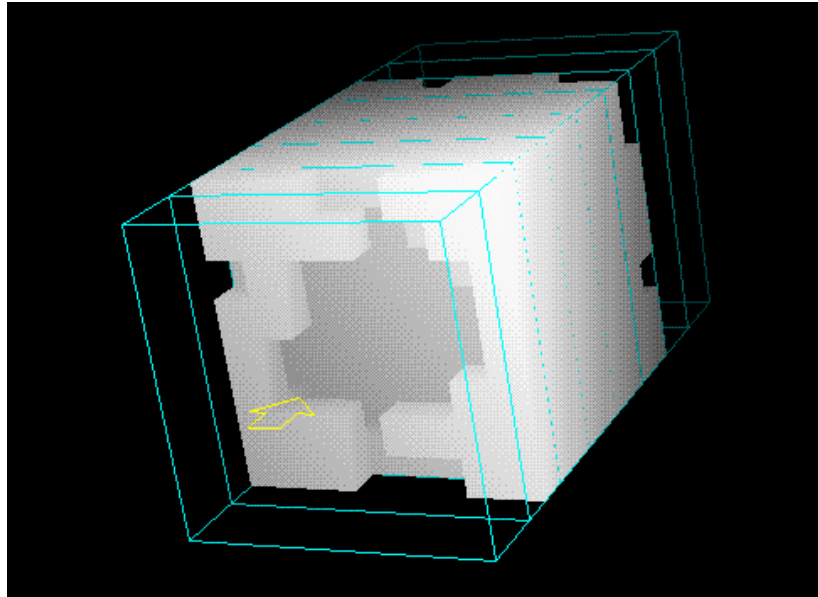


計測対象



試料提供：国立大阪病院

再構成結果




開口合成法でスナップショット的に3次元イメージングできる

音源に関する技術課題

従来技術(音源)では、

- 超音波の指向性が高い 小型化困難
 - 球面波状にパルスが広がってほしい
- 超音波パルスが単一波ではない
 - 反射面の位置が正確には決められない
 - 多数の反射波が重なったとき識別困難
- 波源の大きさがトランスデューサーの大きさ
 - 小さくならない、小さくすると超音波パルスが弱すぎる
 - 三次元再構成時のエラーが大きい

レーザー誘起ブレイクダウン音源を開発



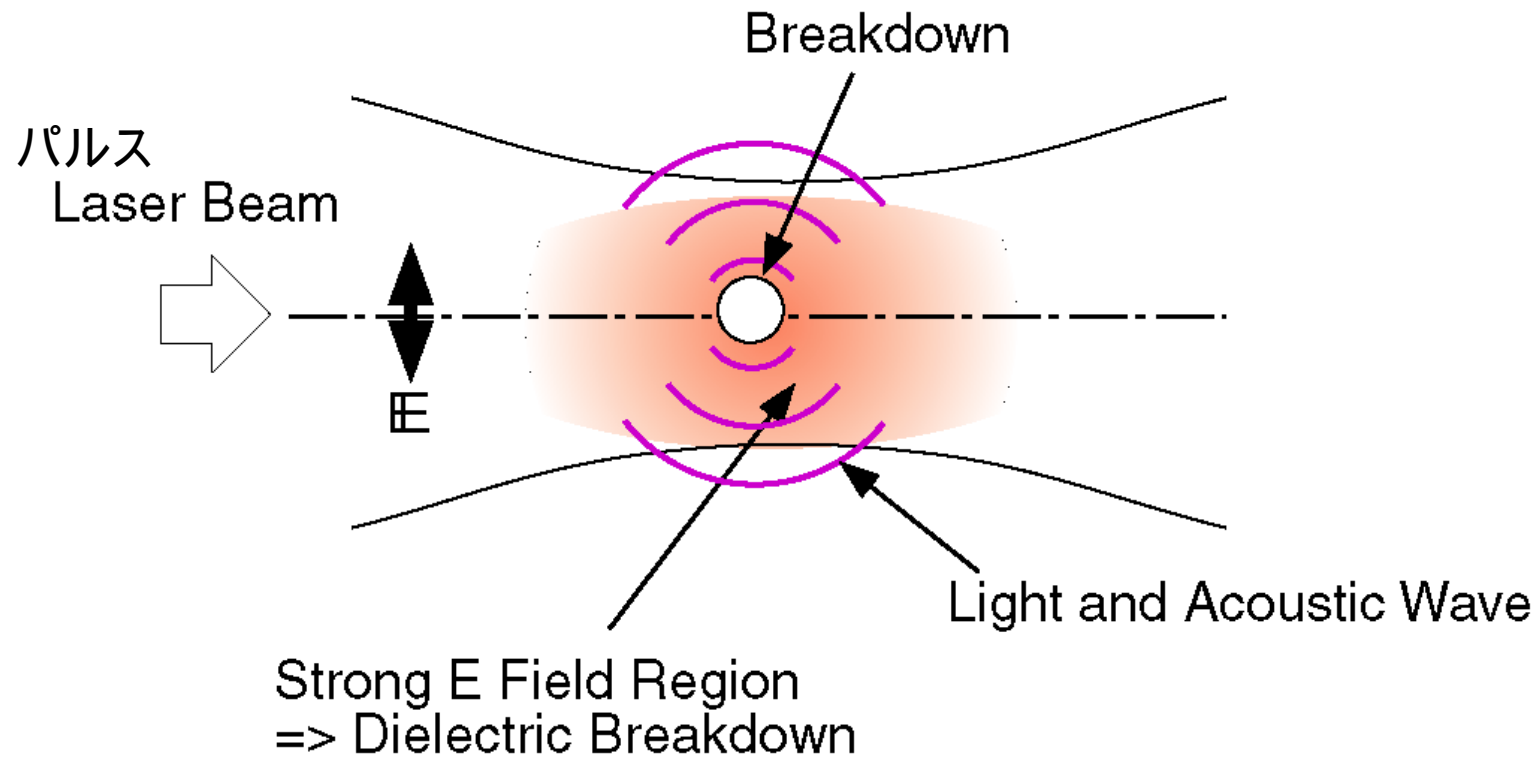
レーザーで発生させた超音波パルスによる 三次元イメージング法

1. 開発コンセプト
2. 技術的特長
3. 見込まれるアプリケーション
4. 開口合成法
5. レーザー誘起ブレイクダウン音源の開発
6. 超音波プローブヘッドの開発
7. イメージング実験
8. マッチング情報

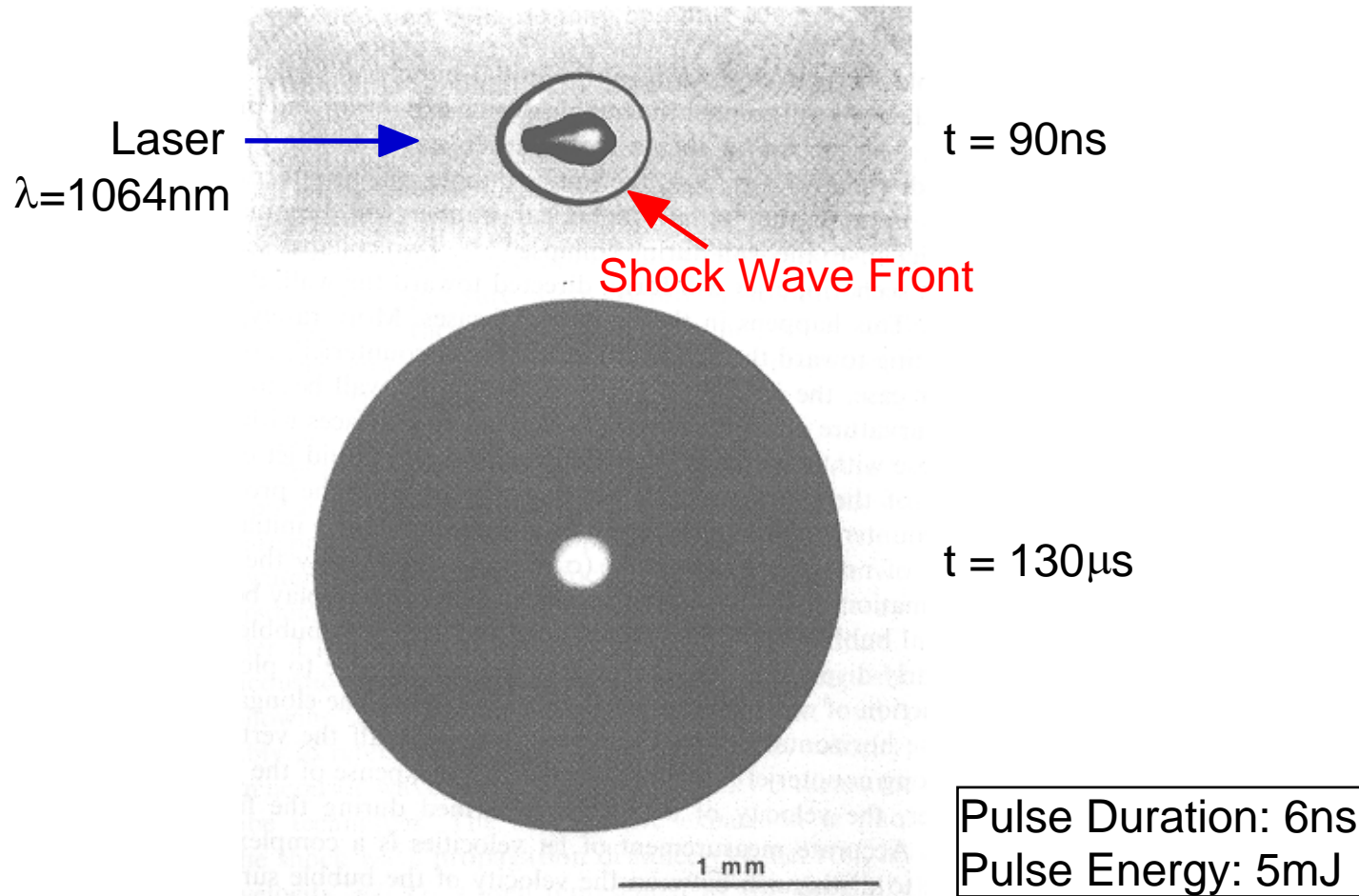
Laser Induced Breakdown (LIB)

レーザー誘起ブレイクダウン

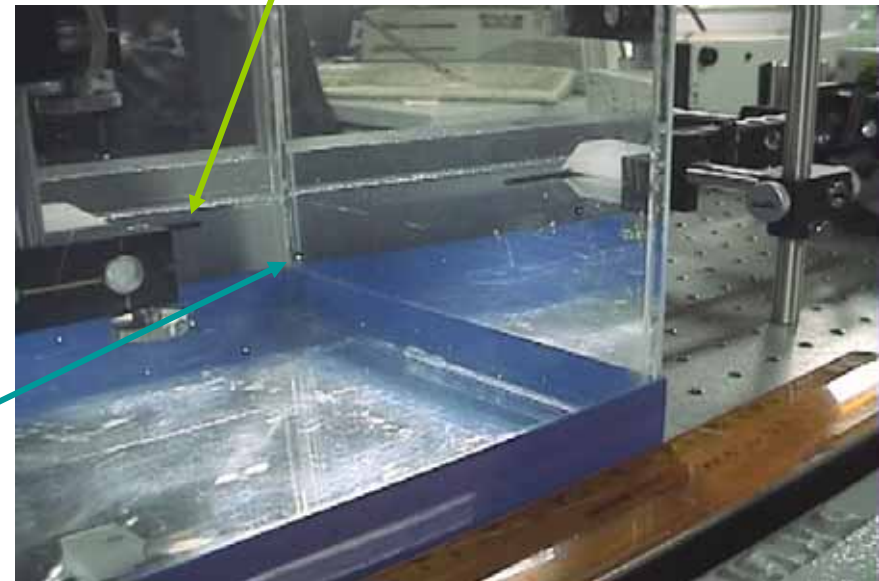
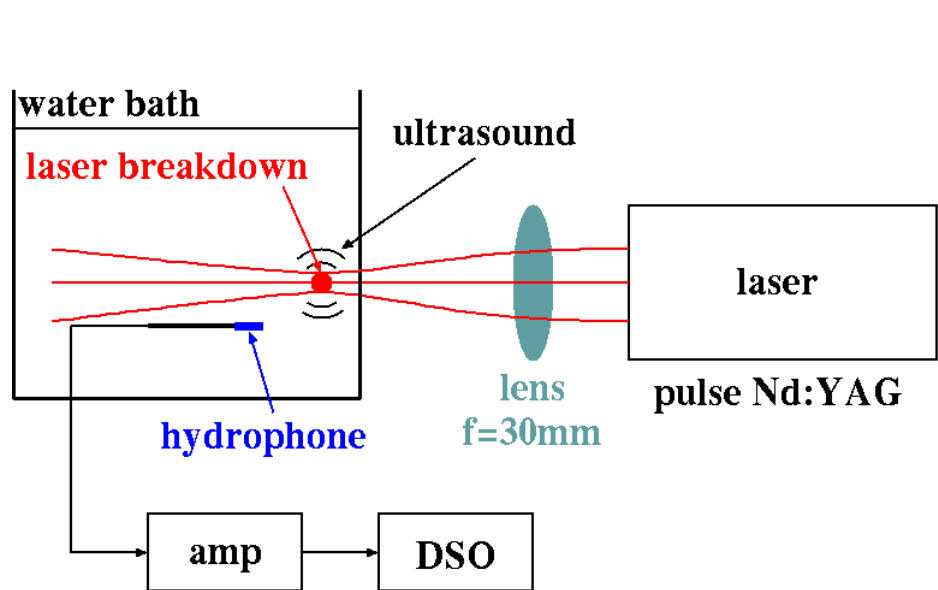
ブレイクダウン：誘電破壊現象



Shock Wave Generation from LIB Point



レーザー誘起ブレイクダウンの基礎実験



laser breakdown

hydrophone

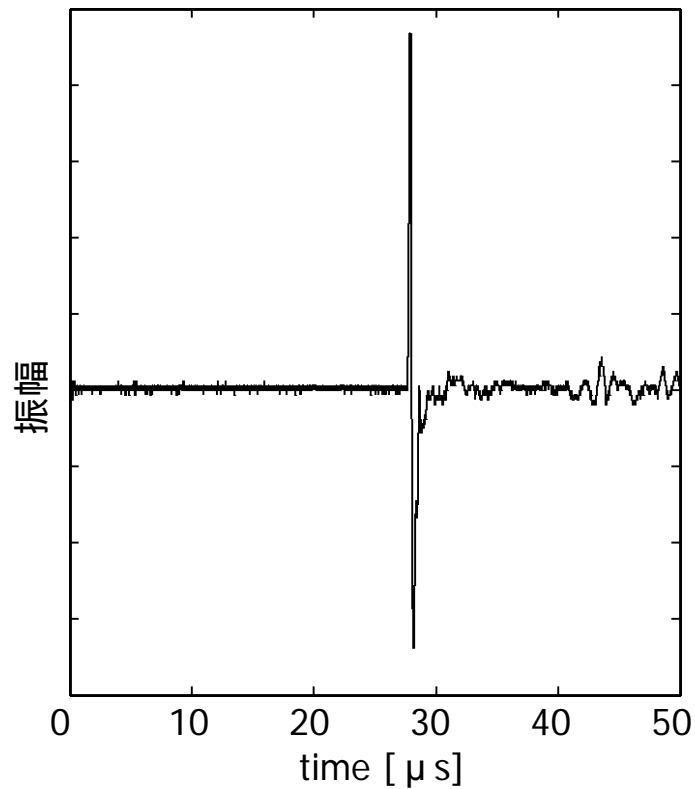
大阪大学 河田研究室

レーザー誘起ブレイクダウン

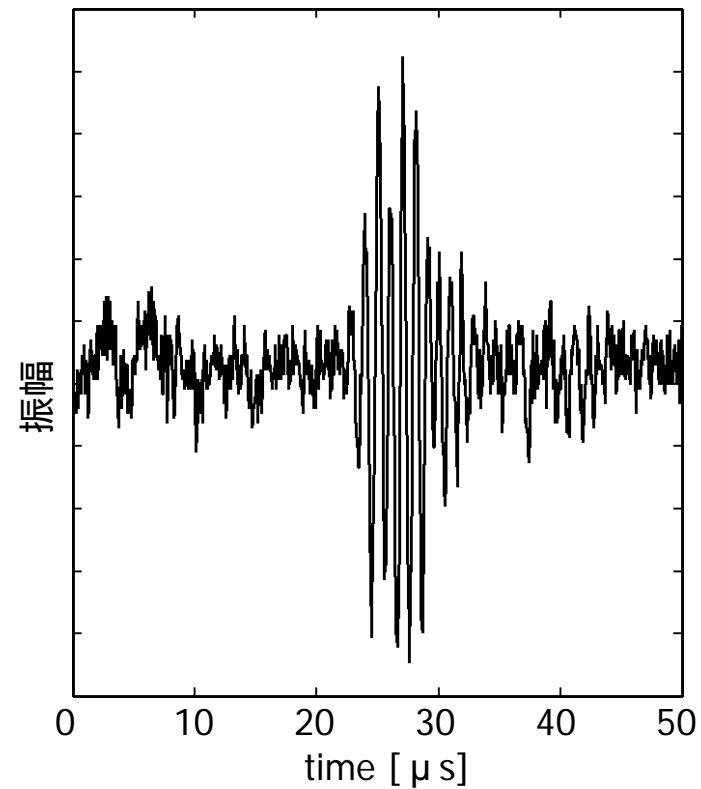


発生した超音波パルスの波形

パルスの半値全幅: <100ns

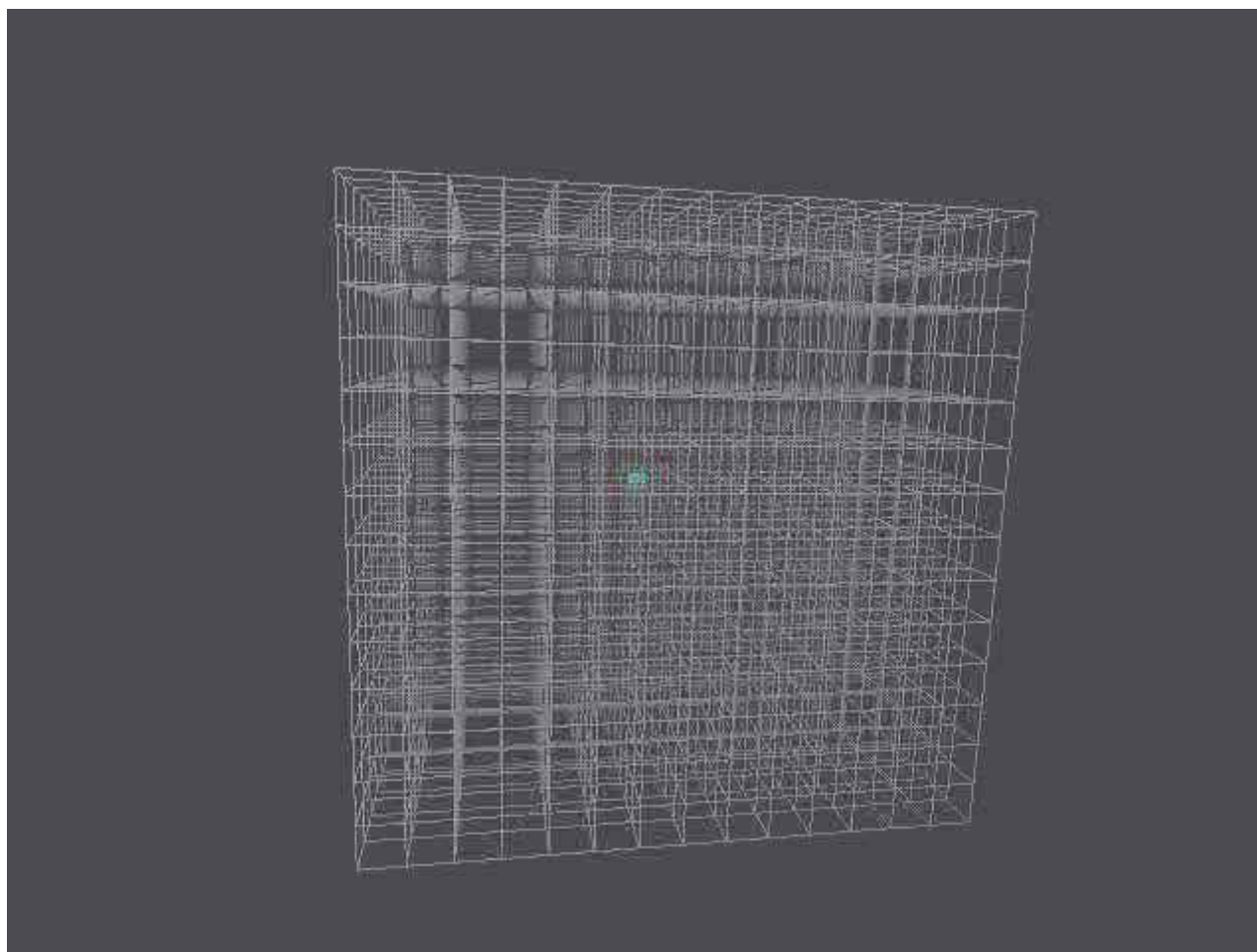


音源：レーザブレイクダウン



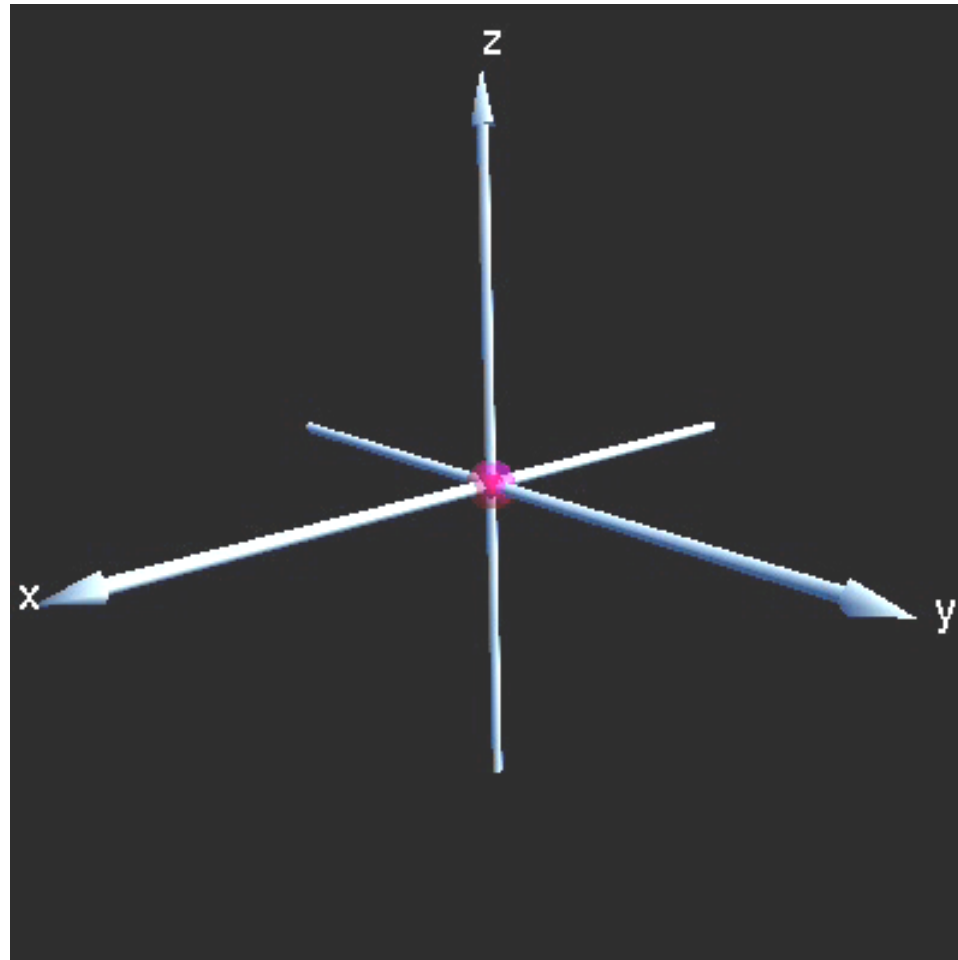
音源：圧電体

超音波パルスの指向性の測定結果




grid size
10mm

超音波パルスの指向性の測定結果



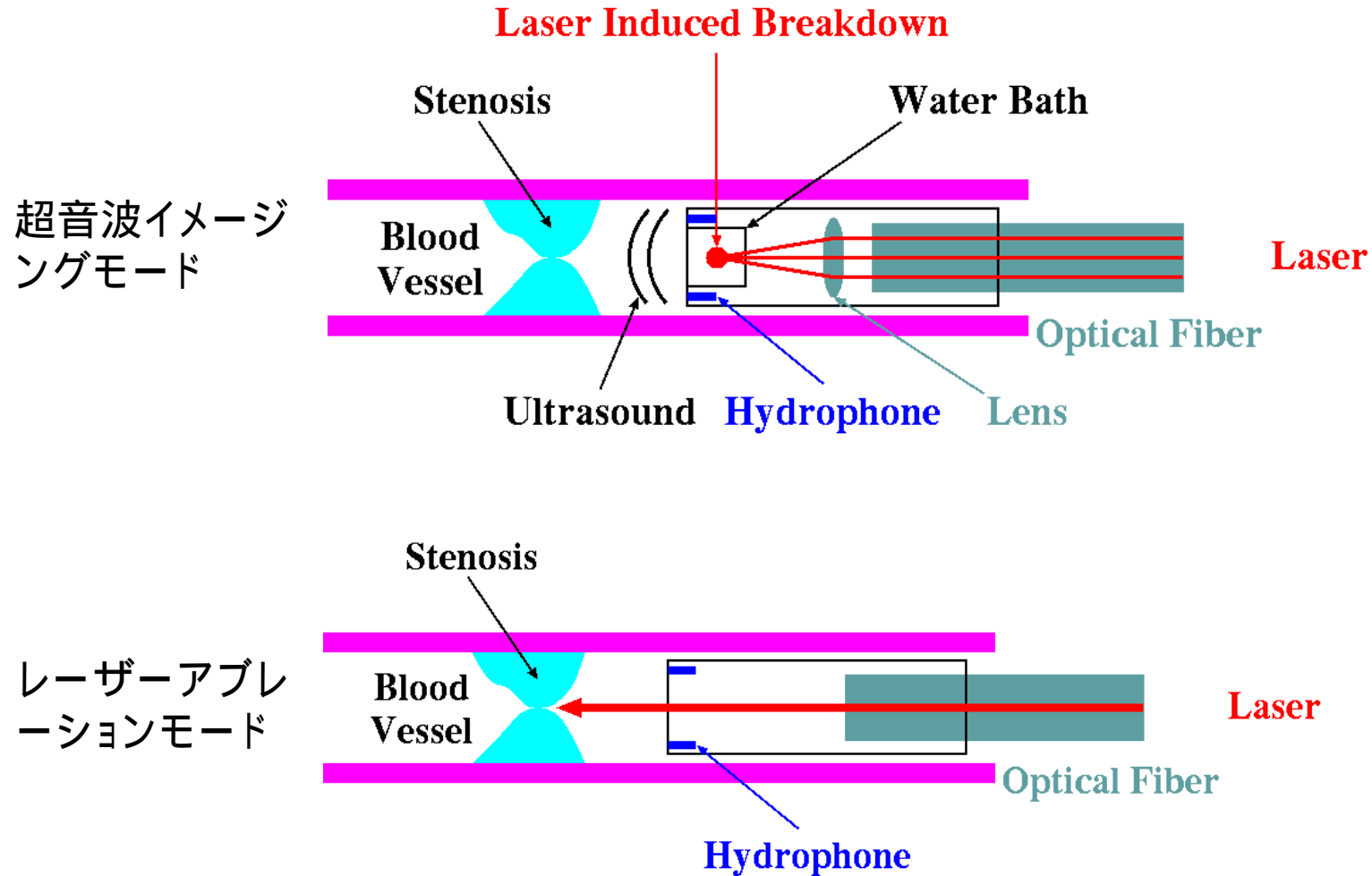
CG by *M.Imura*



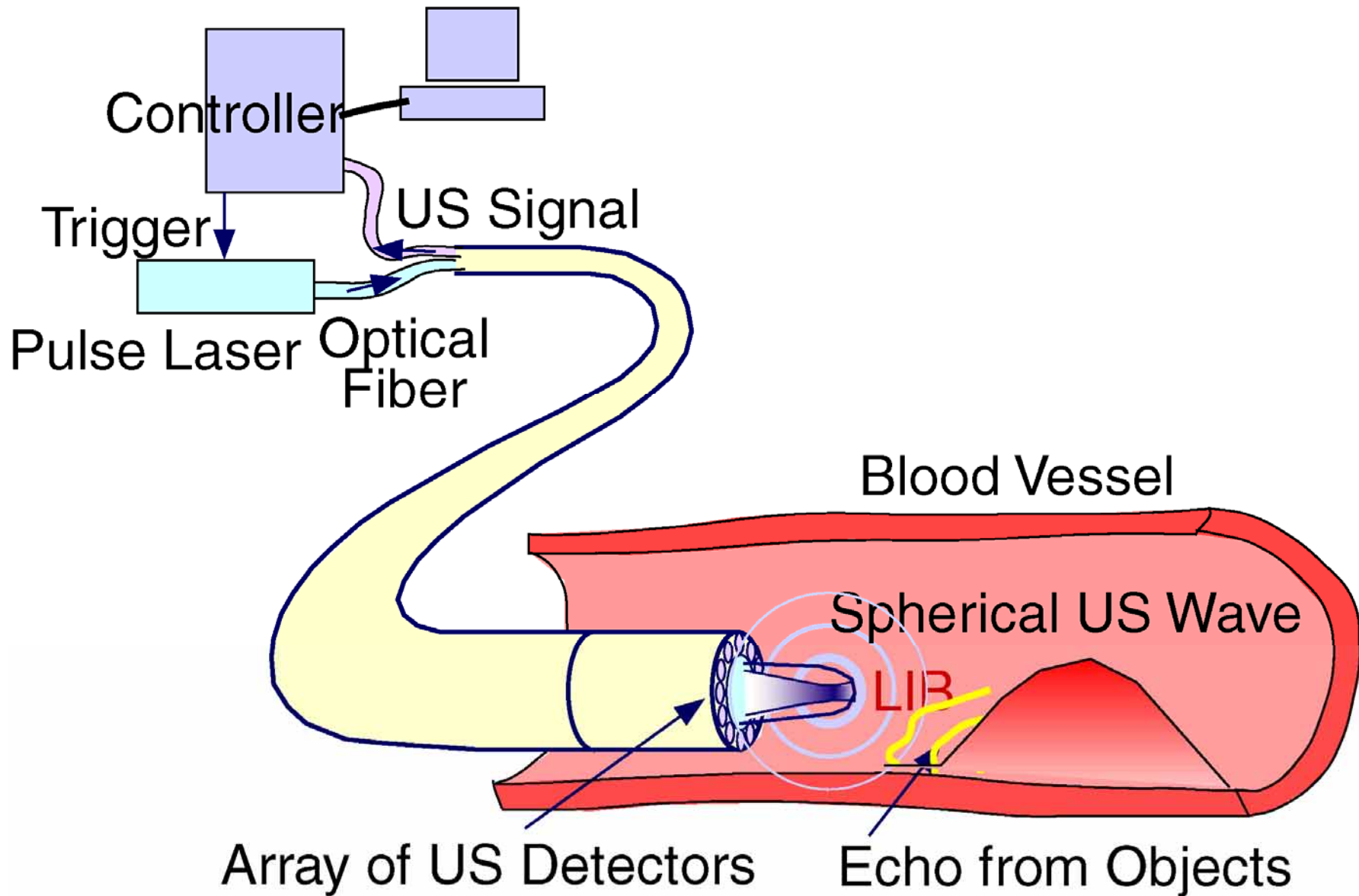
レーザーで発生させた超音波パルスによる 三次元イメージング法

1. 開発コンセプト
2. 技術的特長
3. 見込まれるアプリケーション
4. 開口合成法
5. レーザー誘起ブレイクダウン音源の開発
6. 超音波プローブヘッドの開発
7. イメージング実験
8. マッチング情報

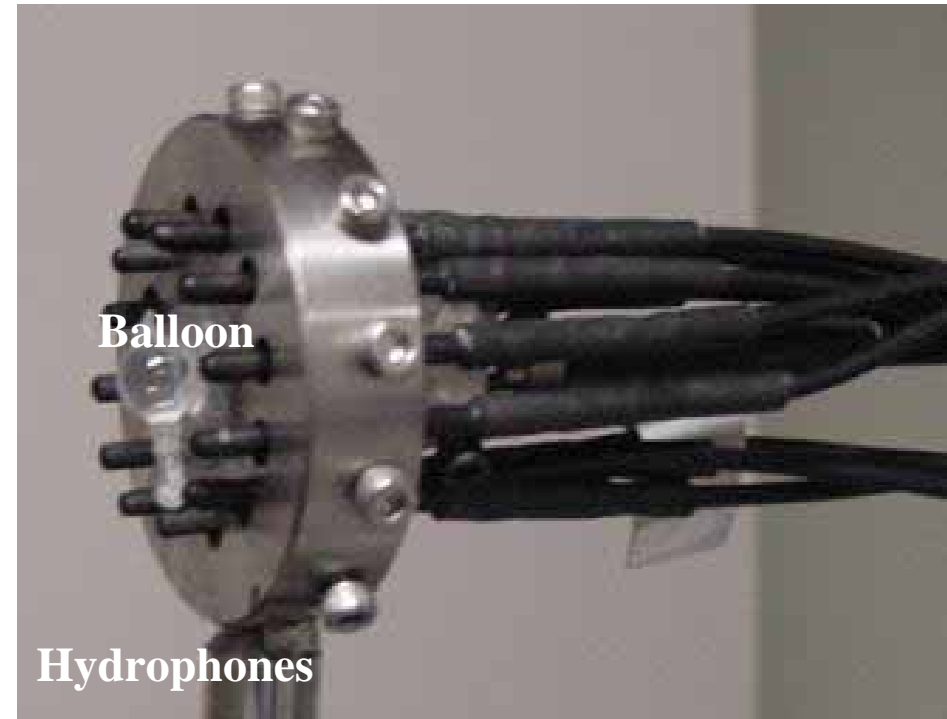
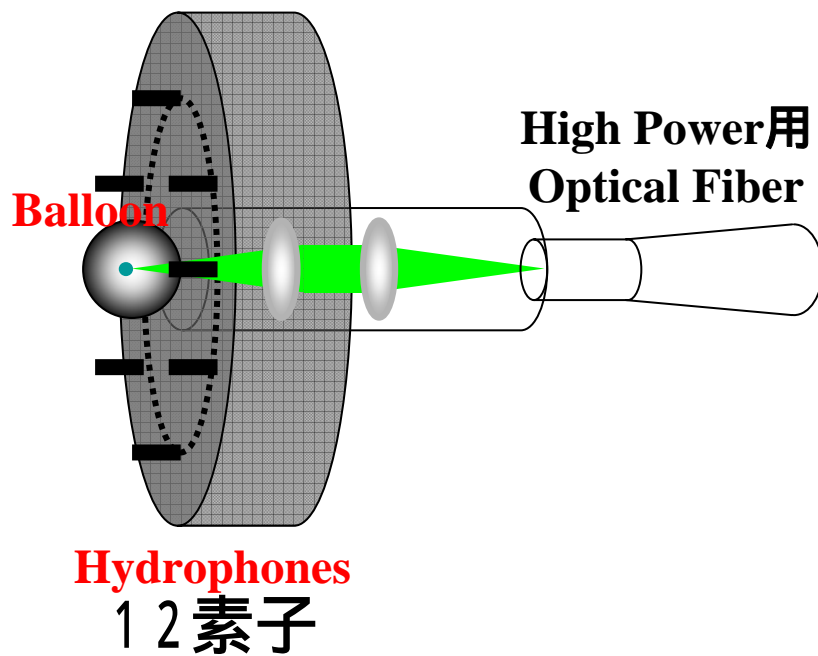
超音波内視鏡ヘッドの開発



US Endoscope with LIB US Source



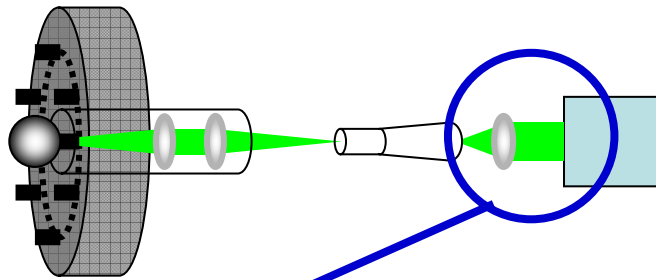
試作した超音波内視鏡ヘッド



超音波内視鏡ヘッド構成

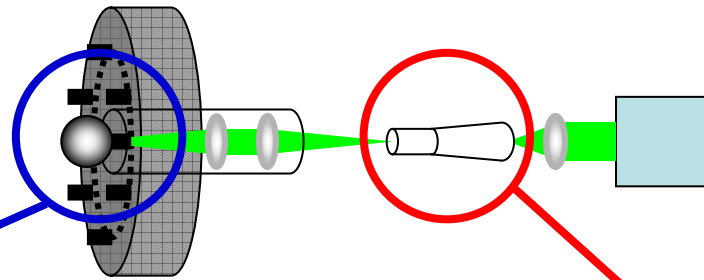


超音波内視鏡ヘッド構成 レーザー光源部

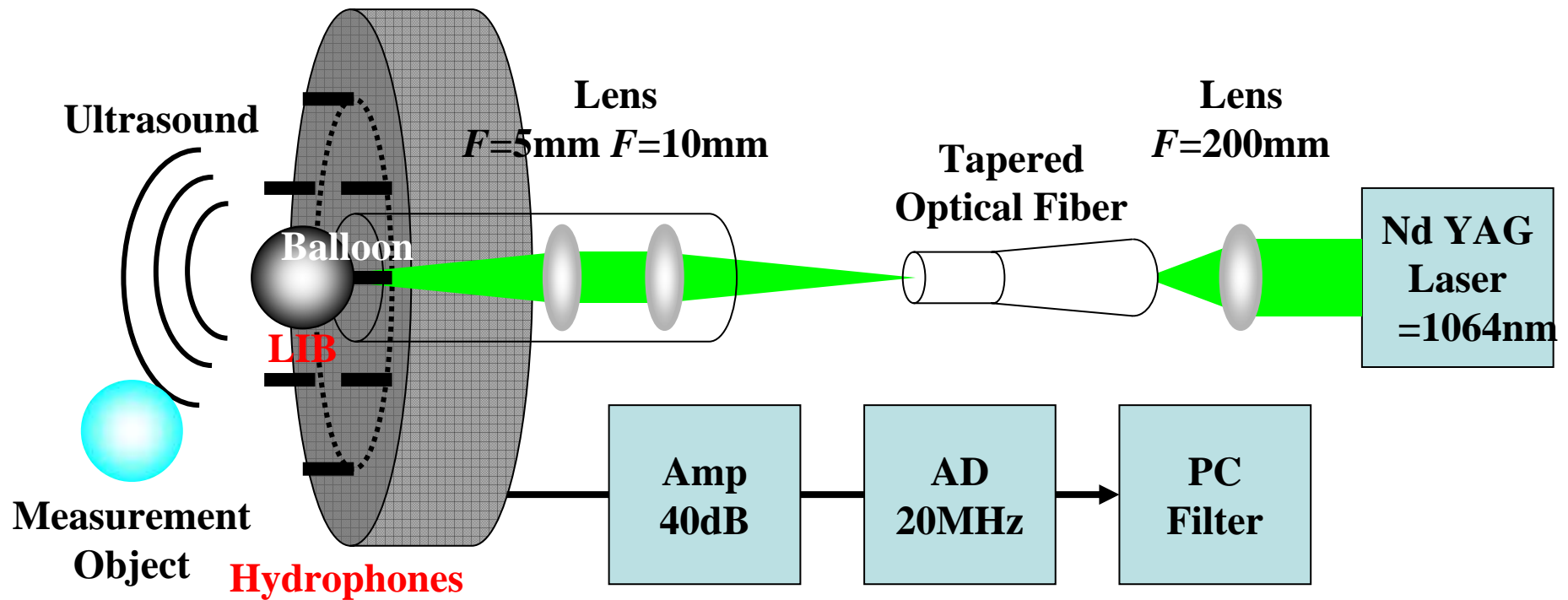


Spectron Laser Systems: SL281

超音波内視鏡ヘッド構成 ヘッド部

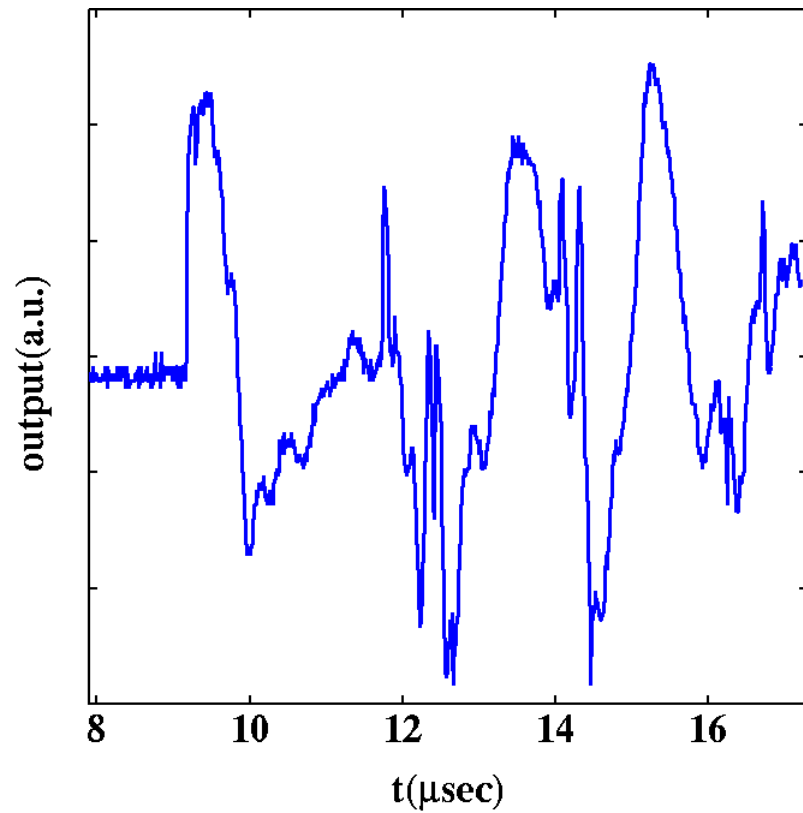


超音波内視鏡ヘッド構成 信号処理系

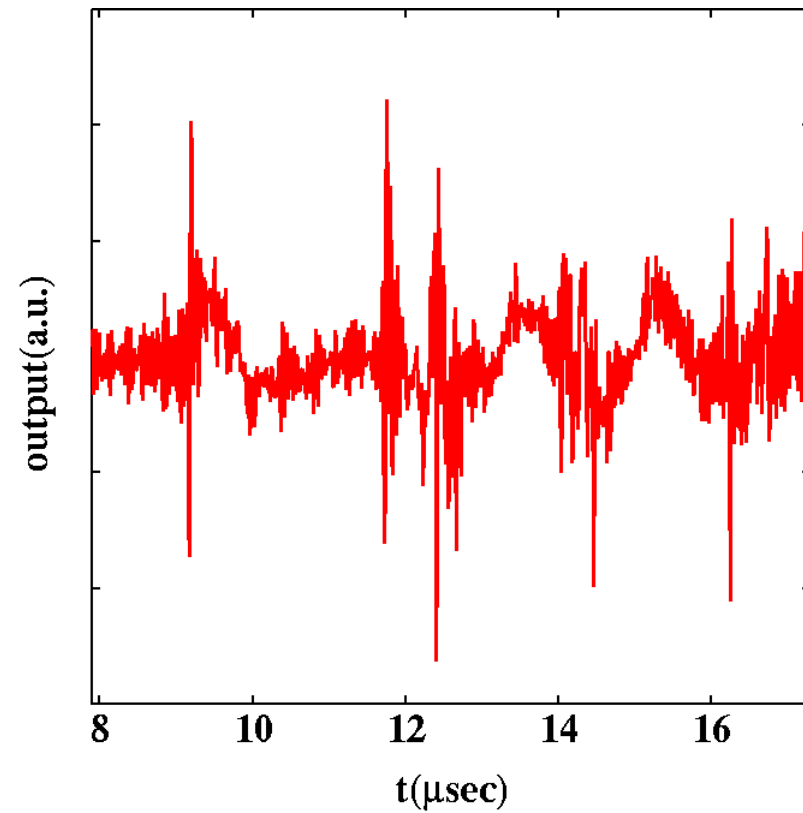


検出信号波形

検出原波形



フィルターリング処理後波形



計測結果 ビデオ

ポリスチレン球：直径20mm



立体前方視

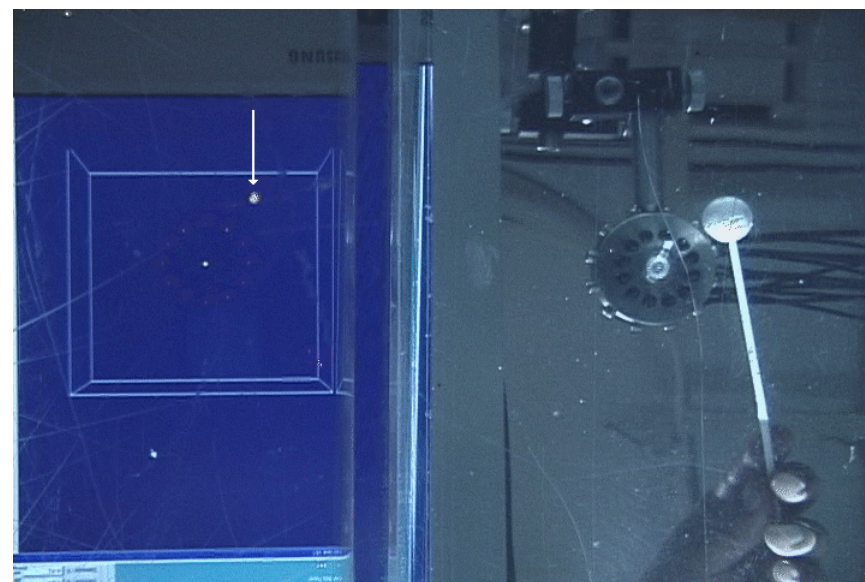
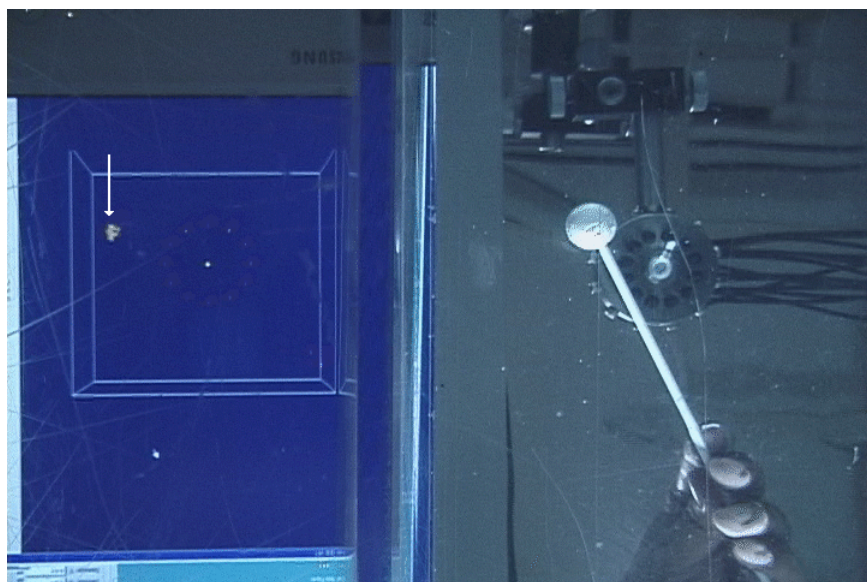
ポリスチレン球：直径20mm





立体前方視

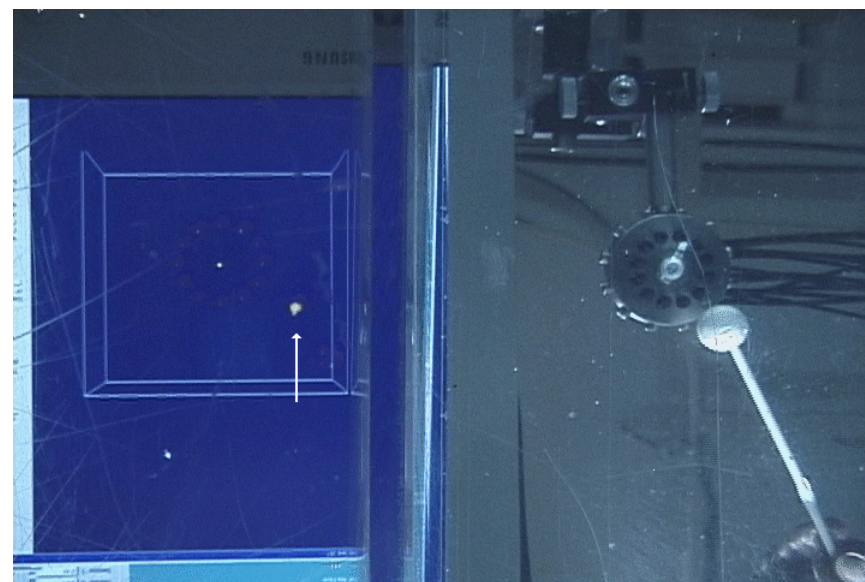
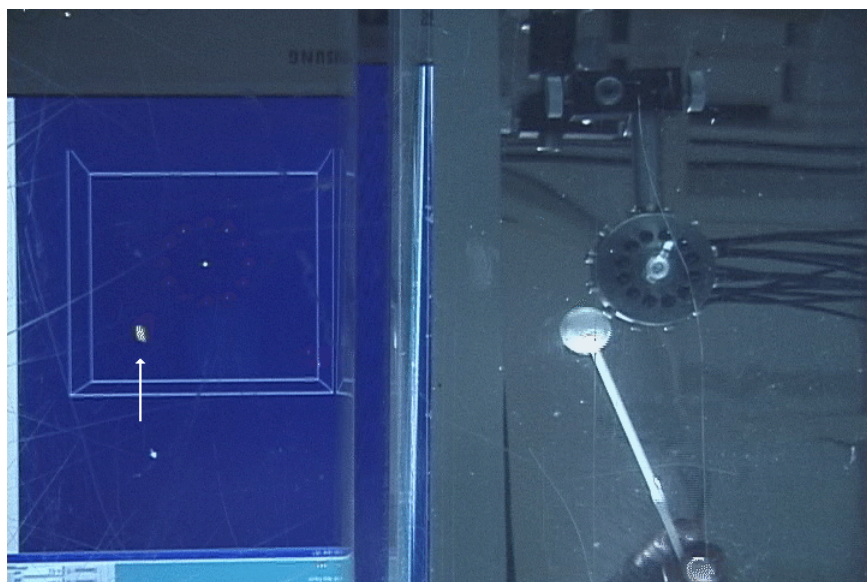
ポリスチレン球：直径20mm





立体前方視

ポリスチレン球：直径20mm



新技術の特徴

1) スナップショット的に3次元イメージング可能

- ・超音波ビームの**走査は不要**で、ある瞬間の3次元形状を観察可能

2) 超音波ヘッドが小型化可能

- ・**前方**の3次元形状を観察する**小型超音波内視鏡ヘッド**を実現可能

3) 球面波状に広がる超音波パルス

- ・広い角度範囲をイメージング可能


4) 単一の振動からなる超音波パルス

- ・物体までの距離を精密に測定可能

5) 波源の大きさが超音波の波長に比べて小さい

- ・再構成時のエラーが少ない

キーワード: 開口合成法、レーザー誘起ブレイクダウン



レーザーで発生させた超音波パルスによる 三次元イメージング法

1. 開発コンセプト
2. 技術的特長
3. 見込まれるアプリケーション
4. 開口合成法
5. レーザー誘起ブレイクダウン音源の開発
6. 超音波プローブヘッドの開発
7. イメージング実験
8. マッチング情報

マッチングが想定される業界

- 想定されるアプリケーション、ユーザー
 - 医療検査 血管内視鏡、超音波内視鏡
 - ・心臓外科、脳外科等
 - 配管検査
 - ・水道管等配管
 - ・原子炉配管
 - 研究用途
 - 想定される市場規模
 - 医療検査 全国医療機関へ販売、1台4～6百万 想定
 - 配管検査 自治体、検査会社、1台2～4百万 想定
- 計 数百億円の世界規模

実用化に向けた課題

- 現在、原理確認実験まで終了。複雑な形状を持つ物体のイメージング、分解能の評価は未着手。
- 今後、実際のアプリケーションに合わせたプロトタイプ装置を開発していく。
- 実用化に向けては、残余光エネルギーの吸収、バブル発生への対処、光ファイバーと超音波検出器アレイのデバイス化、について技術確立する必要あり。
- 共同研究を希望される企業様を募集しております。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称：超音波血管内視鏡システム
- 特許番号：第3868724号
- 出願日：平成12年7月18日
- 出願人：科学技術振興事業団
(現：独立行政法人 科学技術振興機構)
- 発明者：河田聡、杉浦忠男、大城理、千原國宏

発明者現所属：

河田聡：大阪大学 大学院工学研究科 教授
杉浦忠男：奈良先端大 情報科学研究科 助教授
大城理：大阪大学 大学院基礎工学研究科 教授
千原國宏：奈良先端大 情報科学研究科 教授



本技術に関する問合せ先

奈良先端科学技術大学院大学

情報科学研究科

生命機能計測学分野

杉浦 忠男

TEL: 0743-72-5321 FAX: 0743-72-5329

Email: sugiura@is.naist.jp

URL: <http://kotaro.naist.jp/>

または、産官学連携推進本部

Email: k-sangaku@ad.naist.jp (or) ip-3f@ip.naist.jp