■研究開発項目　：点検・モニタリング・診断技術の研究開発
■研究開発テーマ　：レーザーを活用した高性能・非破壊劣化インフラ診断技術の研究開発
■研究責任者　：理化学研究所　光量子工学研究領域　領域長　緑川　克美
■共同研究グループ：量研機構、原子力機構、レーザー総研

研究開発の目的・内容

研究開発の目的

高度経済成長期に建設されたトンネルなどのインフラは老朽化し、その維持管理は大きな社会問題となっている。技術者の目視確認や手作業（触診・打音・叩き落とし）による現状の保守保全作業は、非常に時間がかかるばかりでなく大きな危険が伴っている。そこで本研究では、レーザー技術を用いて老朽化したインフラの診断・保守保全作業を安全かつ高速そして効率化する手法を開発する。

研究開発の内容

- レーザーによるトンネル内壁面の3次元形状計測技術の開発
- レーザーの反射光の分光分析による漏水の検出
- レーザー打音によるトンネル壁面の高速内部構造の診断技術の開発
- レーザーを用いた脆弱部除去に向けた照射技術
- トンネル保守支援連携システムの開発

実証実験使用の車両に搭載される計測機器群

既存技術の製品・システム：

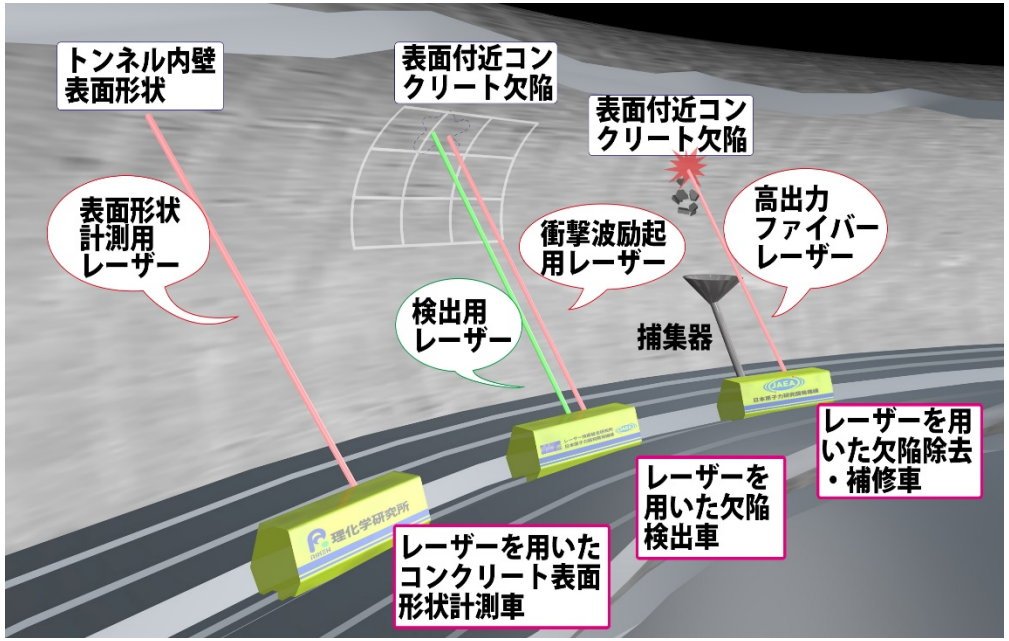
a. マッピング　b. リモート近接目視

新規開発技術の製品化

c. レーザー表面実測　d. レーザー打音検査

新規技術の機能試作

e. レーザー溶融補修



現状の成果 レーザーを用いてコンクリート表面の3次元形状計測と脆弱部除去をおこないます

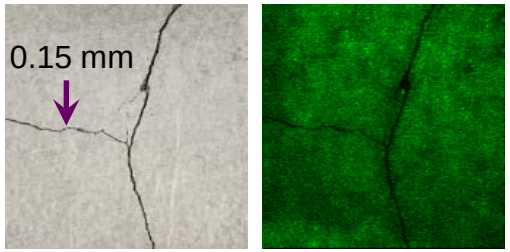
レーザーを用いたトンネル内壁の3次元形状計測と分光分析

目標 (1) 0.2 mmひび割れ検出　(2) 0.1 mm凹凸計測　(3) 漏水検出など分光計測

0.15 mm幅のひび割れ計測が実現

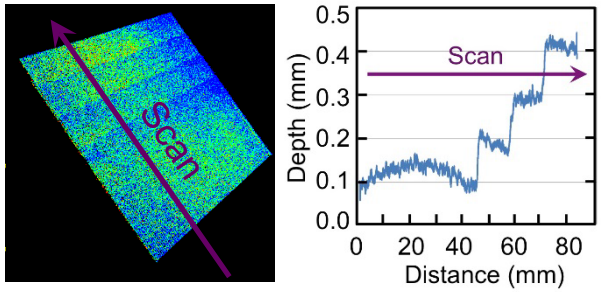
方法:ライダー計測 + 散乱計測法

近接撮影写真　レーザー計測



0.1 mm の凹凸計測が実現

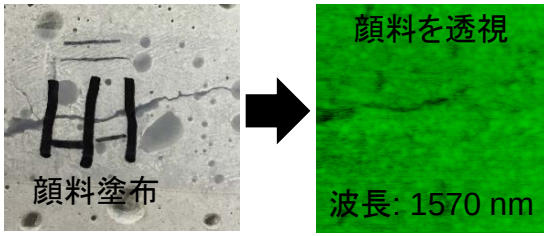
方法:ライダー計測 + 干渉計測法



分光分析による汚れの透視が実現

方法:ライダー計測 + 分光計測法

照射波長の適切な選定により、
汚れている表面でもひび割れの検出が可能

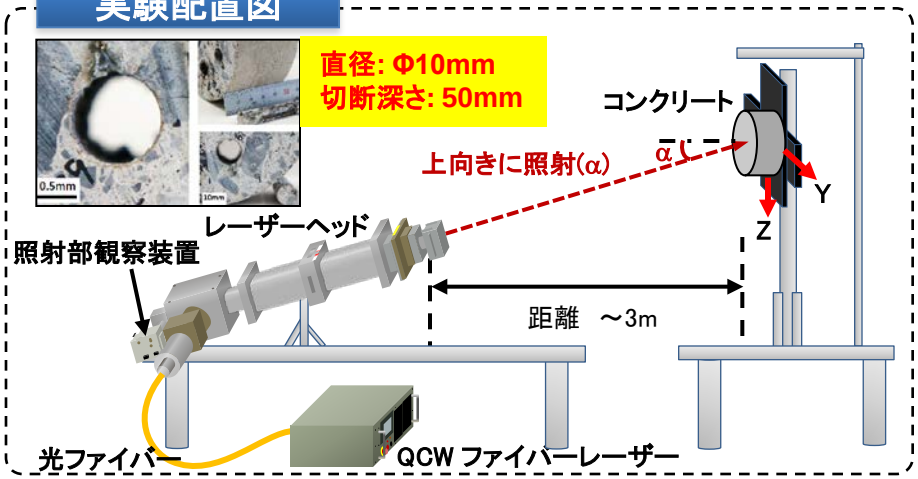


レーザーを用いたトンネル内壁の脆弱分除去

QCWファイバーレーザーを用いたコンクリート穿孔、切断除去の特徴(データベース化進行中)

1. 遠隔、非接触で脆弱部の穿孔及び切断が可能。
2. 準連続照射(QCW)により、レーザー光の重なり(オーバーラップ)を制御することで、熱影響の抑制及び加工効率の向上が可能。
3. レーザー照射条件の最適化により、高速でのコンクリート穿孔が可能。

実験配置図

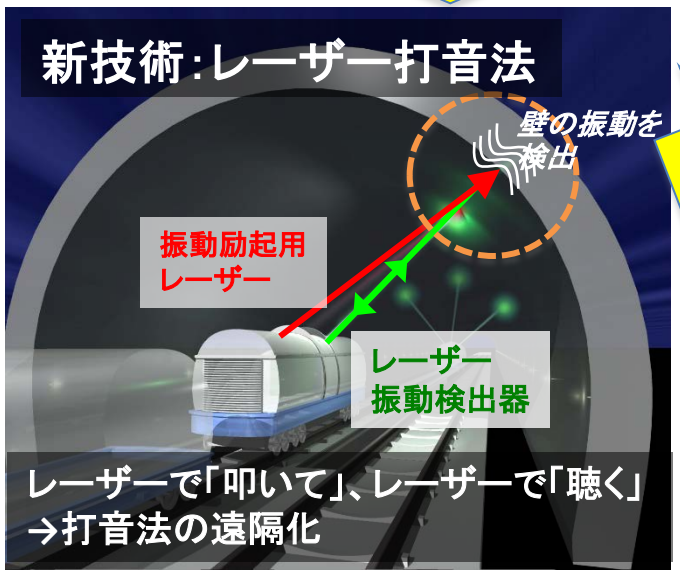


現状の成果②

トンネルコンクリート内部の
検査の遠隔・高速化を行います。

SIP

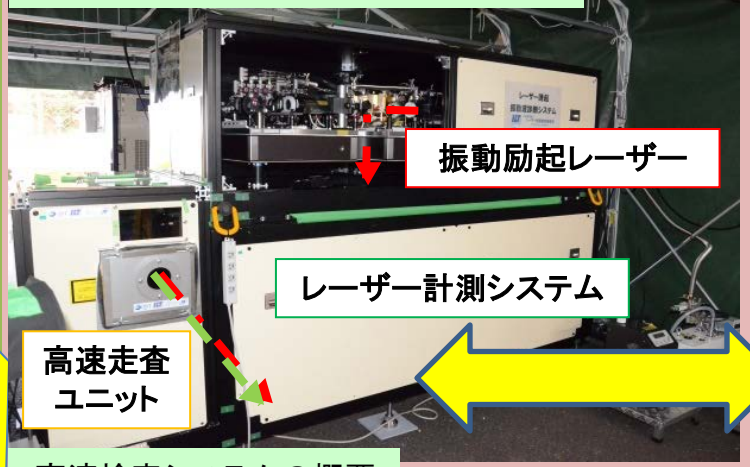
目標: 現在主流の打音法に代わる、遠隔かつ高速な検査法を開発。



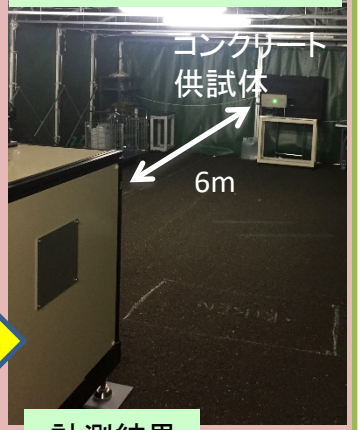
【成果】
・冷却系の改良・独自の光学配置により、小型高繰り返し・高出力YAGレーザーを開発
・軽量、高剛性ガルバノミラーを用いた50ヶ所/秒の検査速度を達成
・レーザー打音高速検査システム屋外用試作機を開発

屋外用高速レーザー打音検査システムを開発

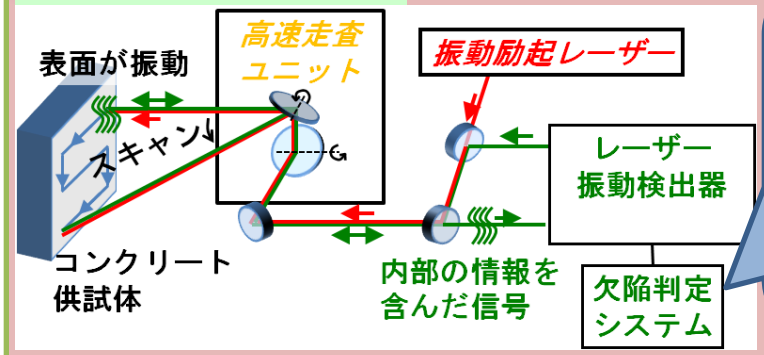
屋外用高速レーザー打音検査システム



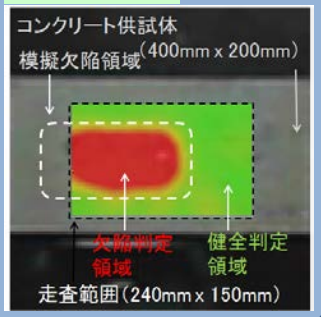
屋外実験場における実験配置



高速検査システムの概要



計測結果



6m先のコンクリート供試体の50Hz検査と、内部欠陥の可視化に成功

最終目標　社会実装に向けたビジネススキーム

SIP研究開発終了時の到達目標は次のとおりです。

①研究開発の技術的最終数値目標

a.レーザー表面計測システム：（距離5m）0.2mm幅のひび割れ、深さ0.1mmの溝の図示化、発見

b.レーザー打音計測システム：（距離5m）人手による打音検査に相当する剥離・内部空洞の検出

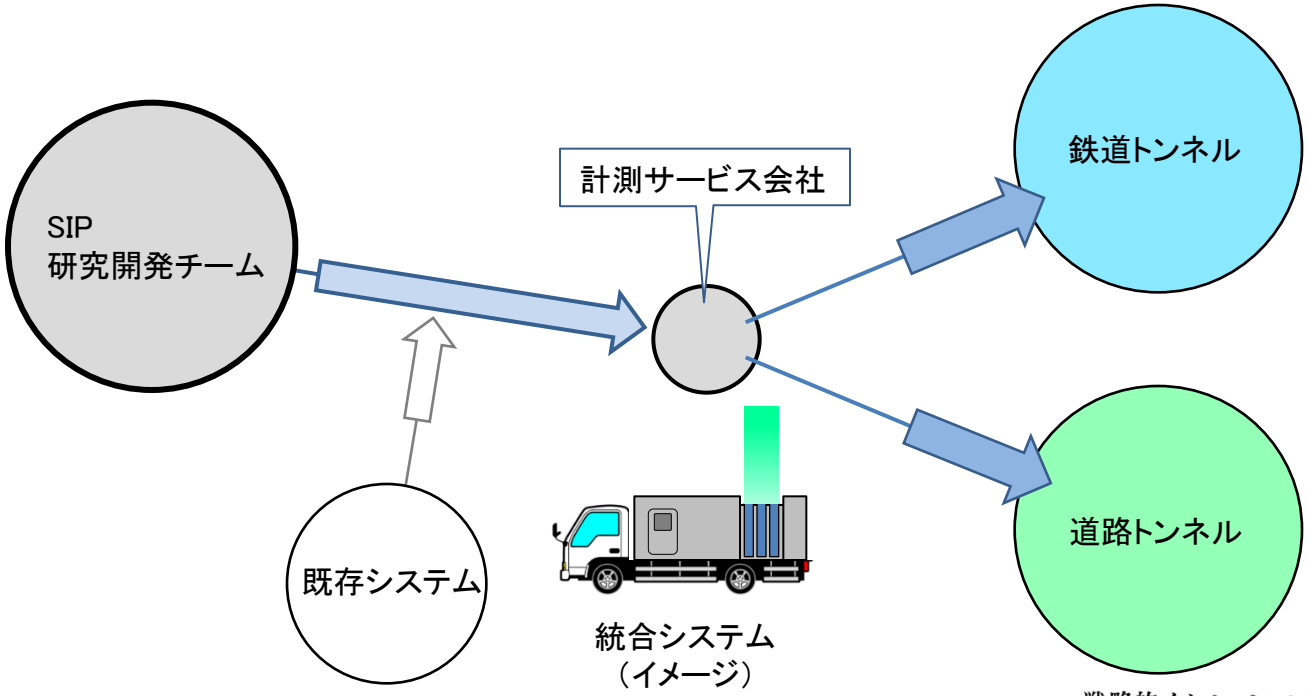
c.レーザーによる脆弱部除去：コンクリートの破壊試験データベースの構築

②製品・サービスの概要

a.製品・商品：　研究開発成果と既存システムを組み合わせた統合システムを作製し、計測サービスを商品化する。

③社会実装

a.ユーザー：　鉄道会社　および　地方自治体の道路保全部署

b.使用場所：　鉄道トンネル　および　地方自治体の管理する道路トンネル

c.調達・製造・販売：　トンネル計測サービスを統合的に受託する。