サステナブルインフラ研究ラボの
研究概要紹介

サステナブルインフラ研究ラボ
津田　浩

第5期中長期計画の基本方針

➤領域融合により以下の社会課題の解決に貢献する戦略的研究開発の推進

（１）エネルギー･環境制約への対応
（２）少子高齢化の対策
（３）強靭な国土･防災への貢献

老朽化する社会インフラの現状

築50年超のインフラ将来予測(国交省白書2018年)		
	2023年	2033年
トンネル(1.1万本)	27%	42 %
道路橋(73万橋)	39%	63 % **46万橋**

社会インフラ維持管理の将来推計(国交省白書2018年)

予防保全：定期検査を行う維持管理法
事後保全：損傷が検出された毎に修復する維持管理法

	20年後(2038年)	30年後(2048年)
予防保全を基本	6.0 ~ 6.6 兆円	5.9 ~ 6.5 兆円
事後保全を基本	8.6 ~ 9.8 兆円	10.9 ~ 12.3 兆円
経費削減率	32 %	47 % **半減**

今後、急増する老朽化したインフラの健全性を保証するため
- 予防保全に資する検査の**新規要素技術**
- 検査の省力化・自動化のための**IT活用技術**
- 構造の**長寿命化技術**

の開発が必要

研究実施体制

サステナブルインフラ研究ラボ：７６名

計量標準総合センター

新規要素技術

診断技術研究チーム：２８名

予防保全に資する要素技術開発

長寿命化技術

長寿命化技術研究チーム：２６名

コーティング材料開発
材料評価、損傷シミュレーション

IT活用技術

診断省力化技術研究チーム：２１名

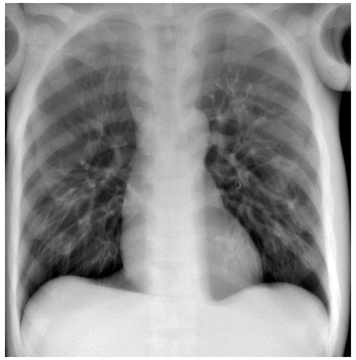
AI、ロボット･ドローン

講演で紹介する技術

- **新規要素技術**
  - **3次元像取得によるX線検査の信頼性向上**
  - **近赤外分光を利用した非破壊遠隔コンクリート劣化診断**
- **IT活用技術**
  - **下水道音響のAI解析による雨水浸入箇所の検知**
- **長寿命化技術**
  - **耐侯・防汚コーティング**

新規要素技術：３次元X線画像による容易な構造物検査

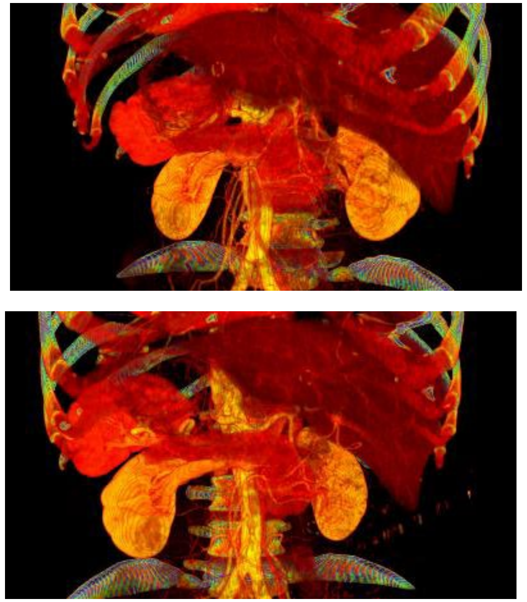
医療診断分野で発展



2D

多方向撮影画像から
３次元画像を構成

CT



3D

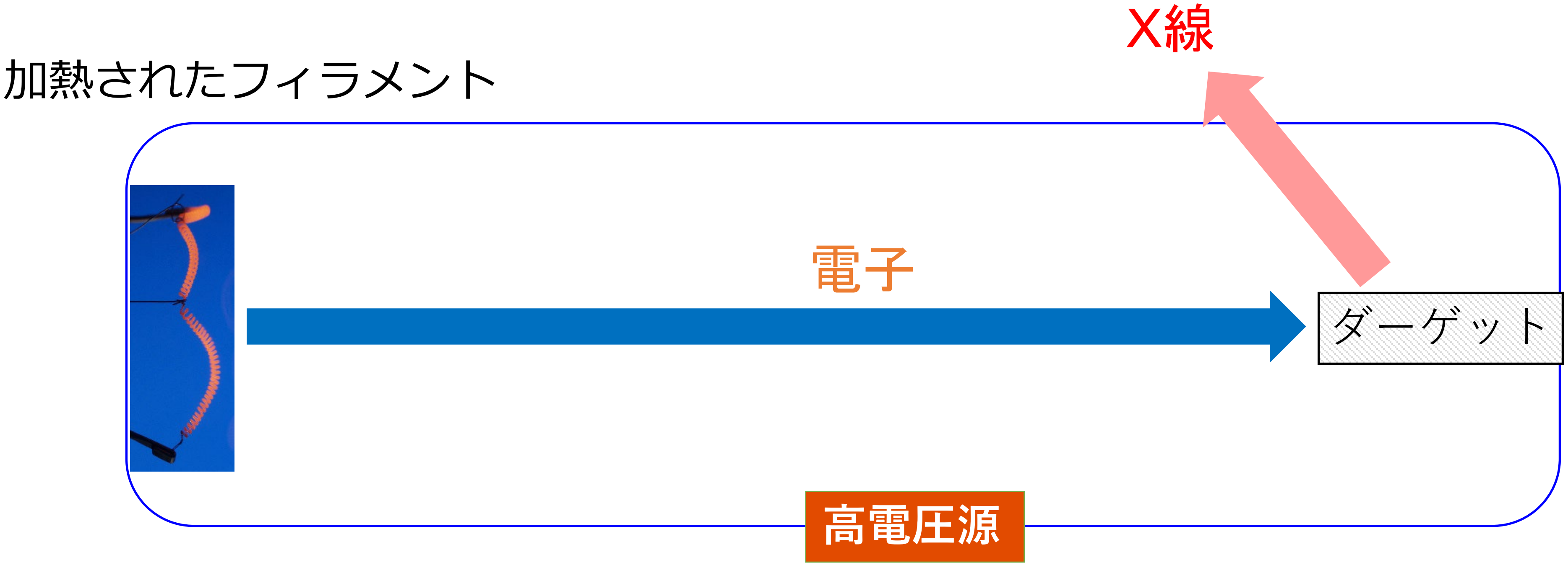
インフラ検査はまだこのレベル

読影技術・経験が必要

動かない構造物の多方向撮影には
撮影システムの小型化が不可欠

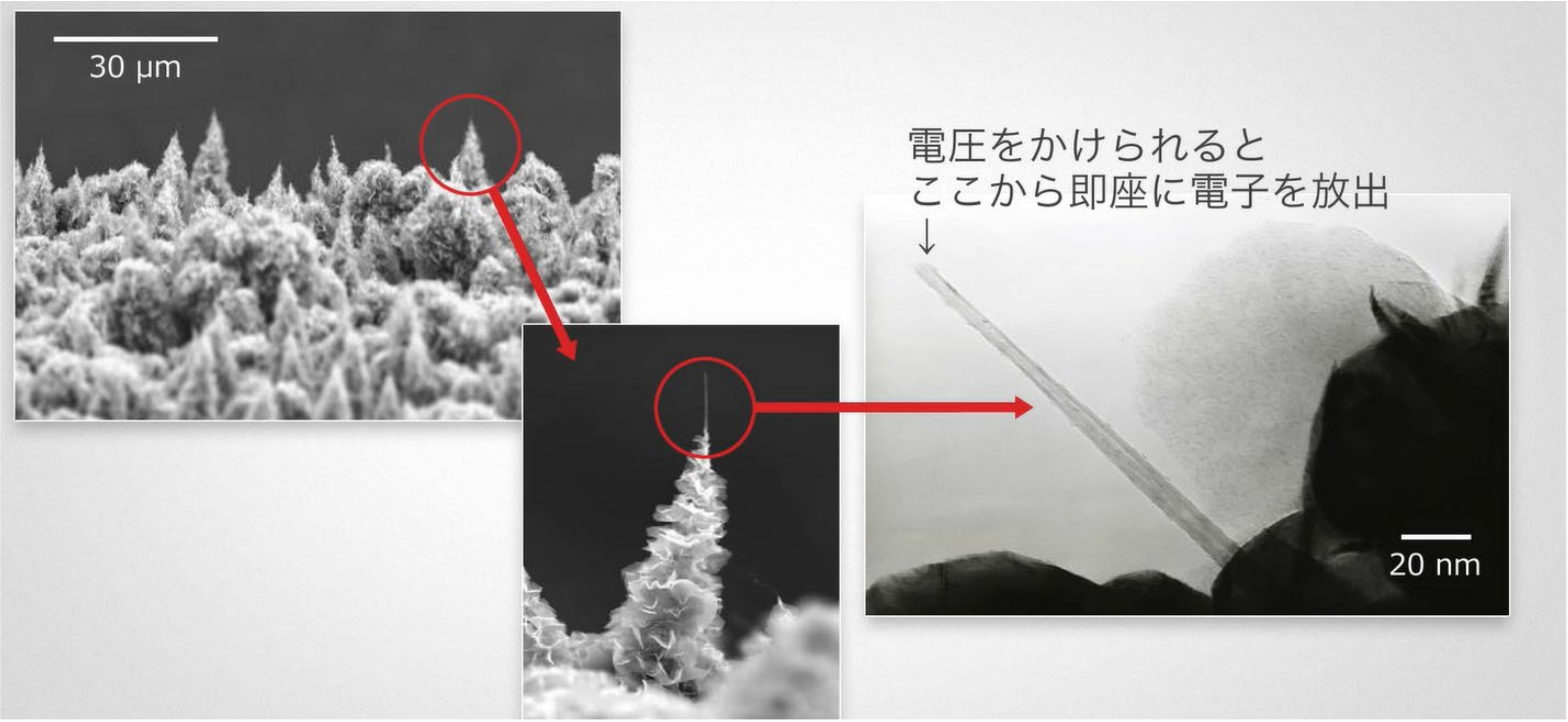
医療分野
CTによる3次元画像を利用して
診断の信頼性が飛躍的に向上

X線発生の原理



加熱部、高電圧のためのトランスなどで重いシステムになる

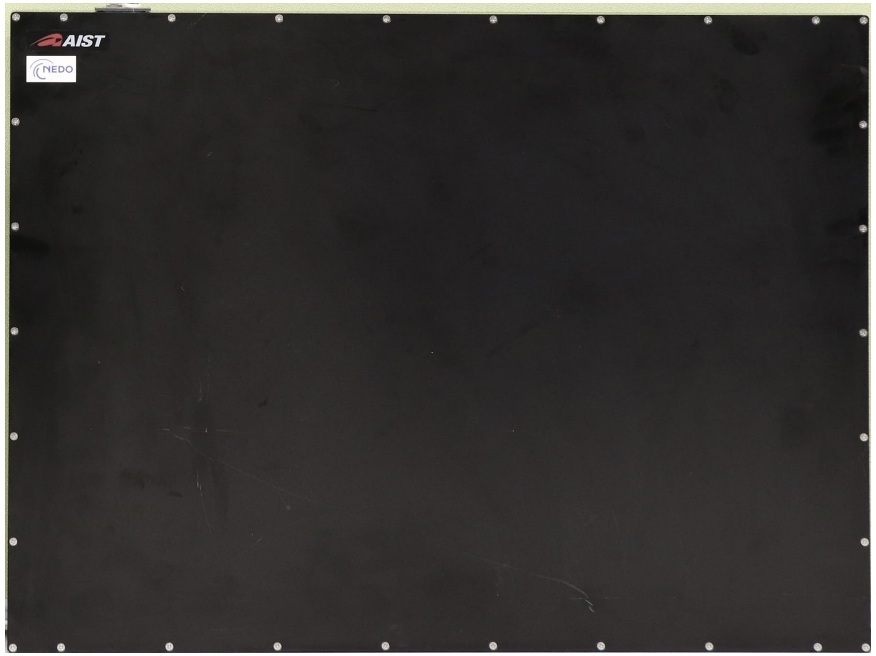
カーボンナノ構造体



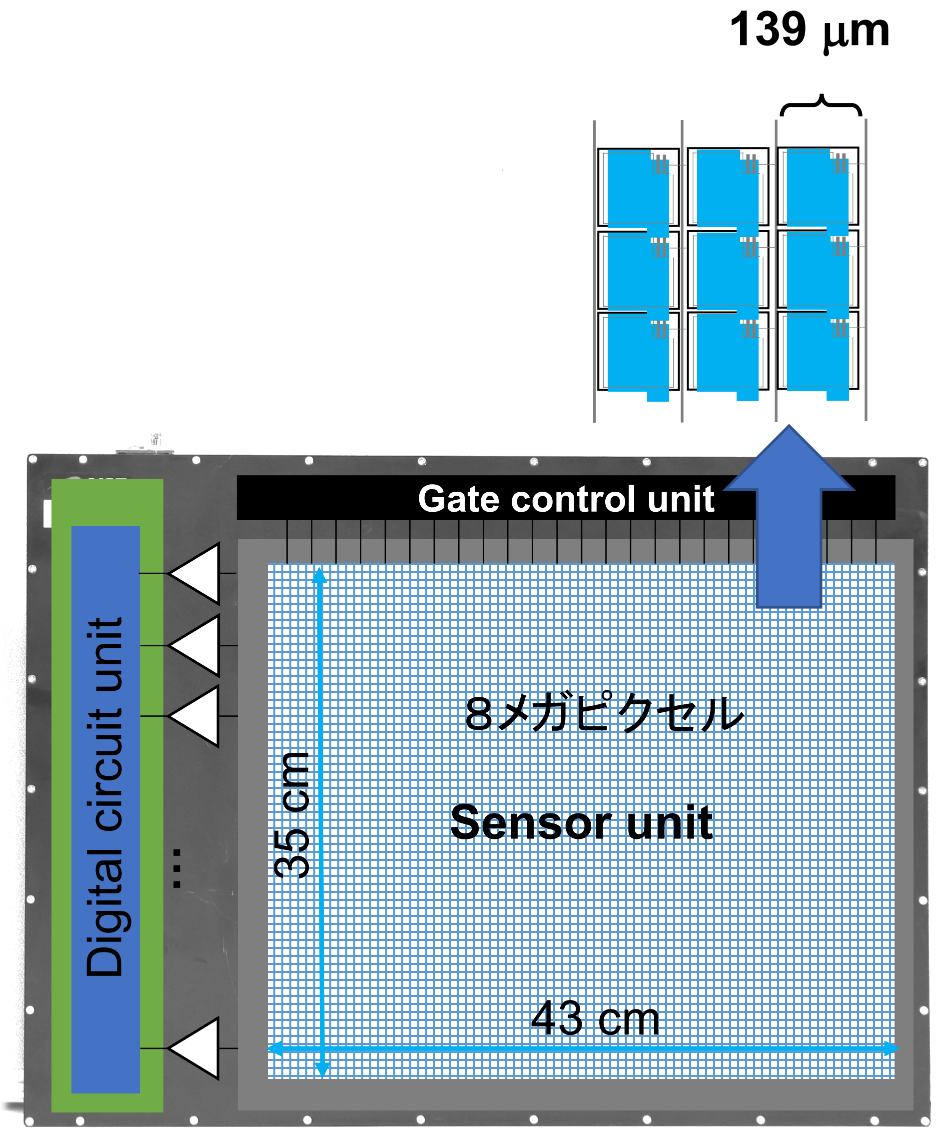
電子線源に利用することでX線発生源の大幅な小型化・省力化を実現

既存のX線源
200 kV型X線源
ロボット搭載用
200 kV X線源・検出器ユニット
小型X線源

大面積フラットパネル型X線イメージセンサの開発



- ピクセルサイズ：139 μm
- 大面積パネル：43 cm X 35 cm
- 高精細：8 メガピクセル
- 低ノイズ化：センサ、ゲート制御部回路を分離



ロボット搭載用
200 kV X線源・検出器

講演で紹介する技術

- **新規要素技術**
  - **3次元像取得によるX線検査の信頼性向上**
  - **近赤外分光を利用した非破壊遠隔コンクリート劣化診断**
- **IT活用技術**
  - **下水道音響のAI解析による雨水浸入箇所の検知**
- **長寿命化技術**
  - **耐侯・防汚コーティング**

新規要素技術：近赤外分光を利用したコンクリート劣化診断

塩害による鉄筋腐食の発生

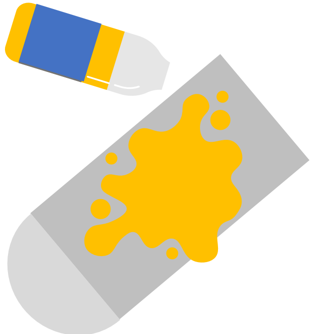
鉄筋腐食に伴う膨張で、クラック発生

アルカリ骨材反応

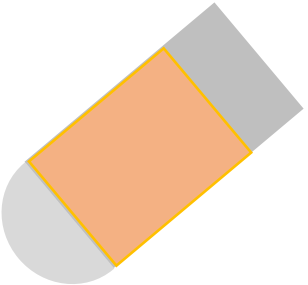
アルカリ溶液との反応で骨材が膨張

コア抜き取り試験

コア切断面に薬剤塗布

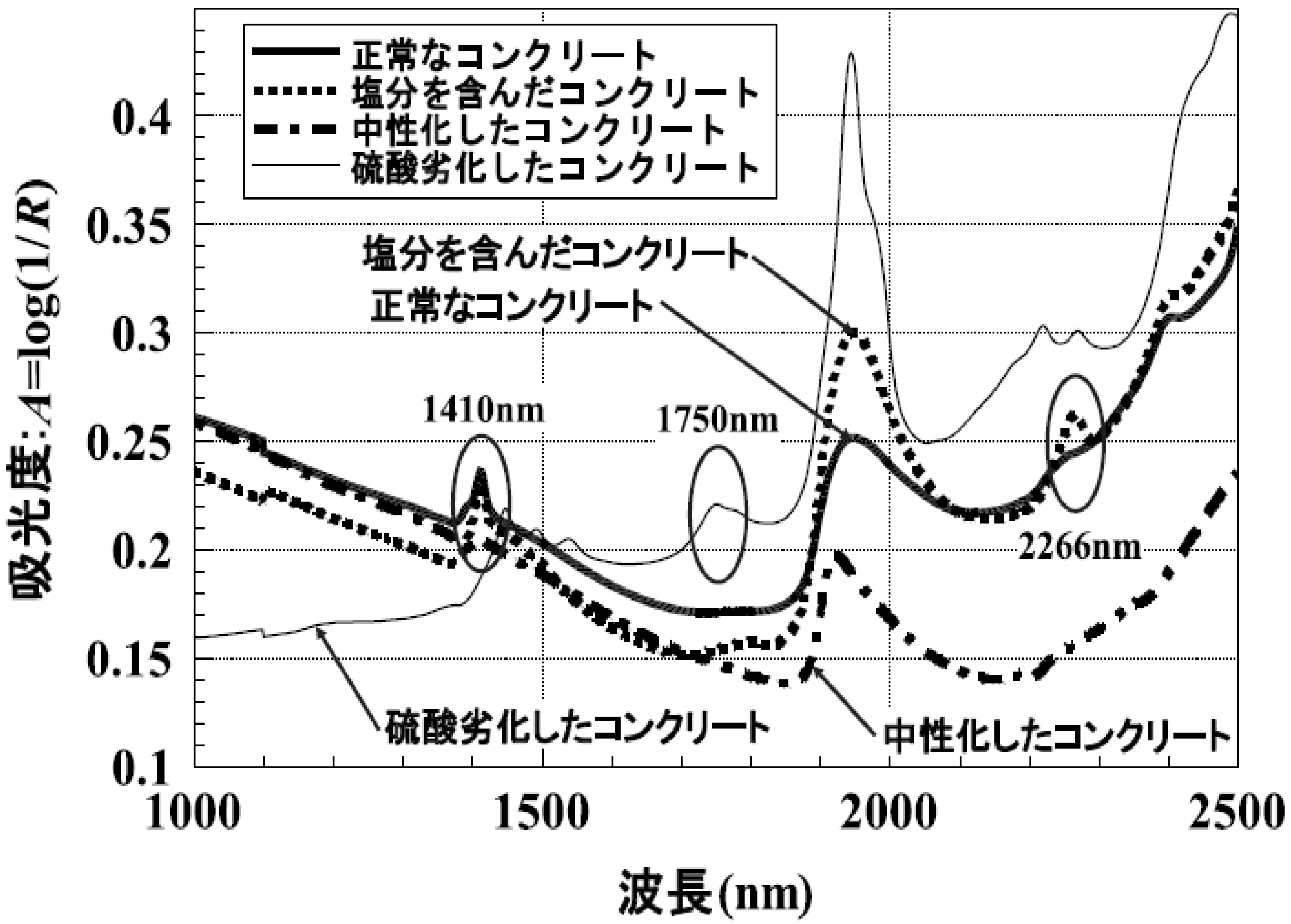


劣化因子があると染色される



劣化因子の侵入具合を評価

近赤外光域における各種コンクリートの吸光スペクトル



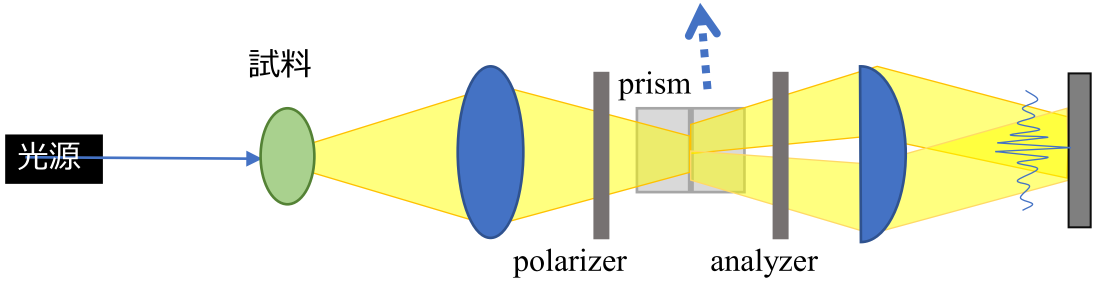
高感度分光技術の開発

従来の近赤外分光測定
（商品化されたカタログから抜粋）

近赤外域は検出感度が低い

２光束干渉計

プリズムで光を２つに分け、
干渉波を検出する



従来分光器より1000倍以上高感度

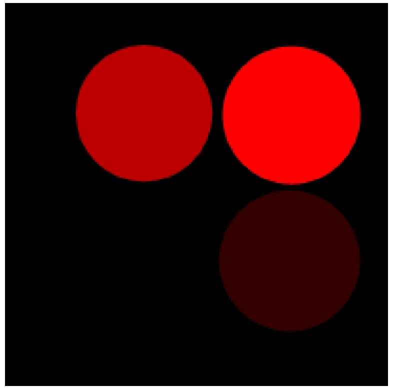
近赤外分光コンクリート劣化診断技術

近赤外分光コンクリート分析装置

コンクリートから反射される近赤外光の成分分析からコンクリートの劣化状況が分かる

観察結果イメージ

20 kg/m^3　40 kg/m^3



0 kg/m^3　10 kg/m^3

コンクリート塩害濃度の可視化が可能

塩害、アルカリ骨材反応の評価システム構築

従来技術の問題点：足場の設置⇒不要
点計測⇒面計測

講演で紹介する技術

- **新規要素技術**
  - **3次元像取得によるX線検査の信頼性向上**
  - **近赤外分光を利用した非破壊遠隔コンクリート劣化診断**
- **IT活用技術**
  - **下水道音響のAI解析による雨水浸入箇所の検知**
- **長寿命化技術**
  - **耐侯・防汚コーティング**

IT活用技術：音響AI解析による下水道雨水浸入箇所の検出

令和元年　B-DASHプロジェクト

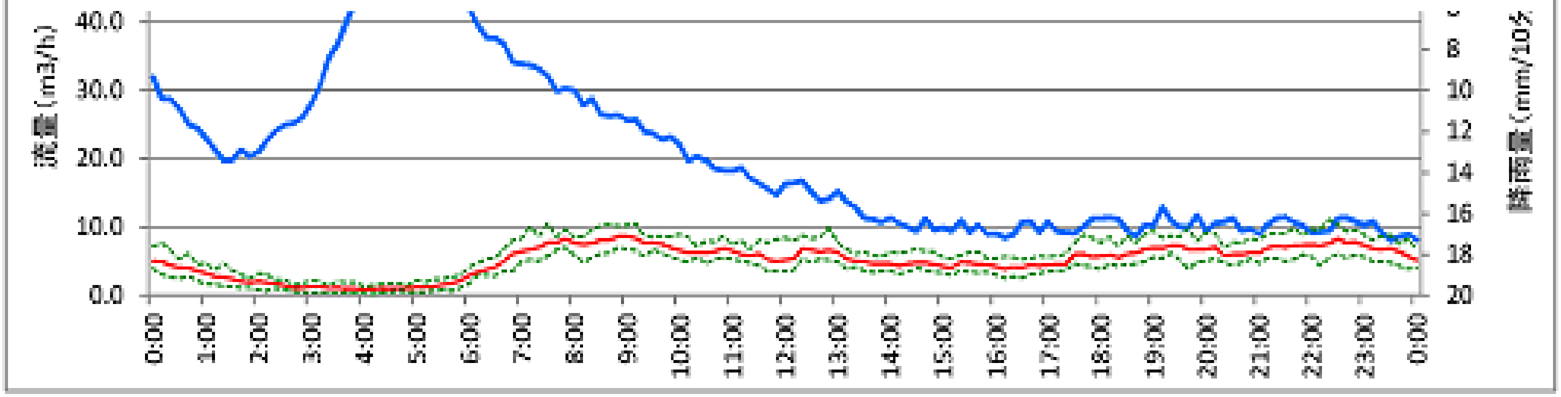
雨天時に雨水が下水道に浸入し、下水処理施設がパンク

下水道の雨天時浸入水

従来技術：マンホール下に流量計を設置

降雨量
雨天日における流量
一ケ月間の晴天日平均流量
晴天日における最大・最小流量

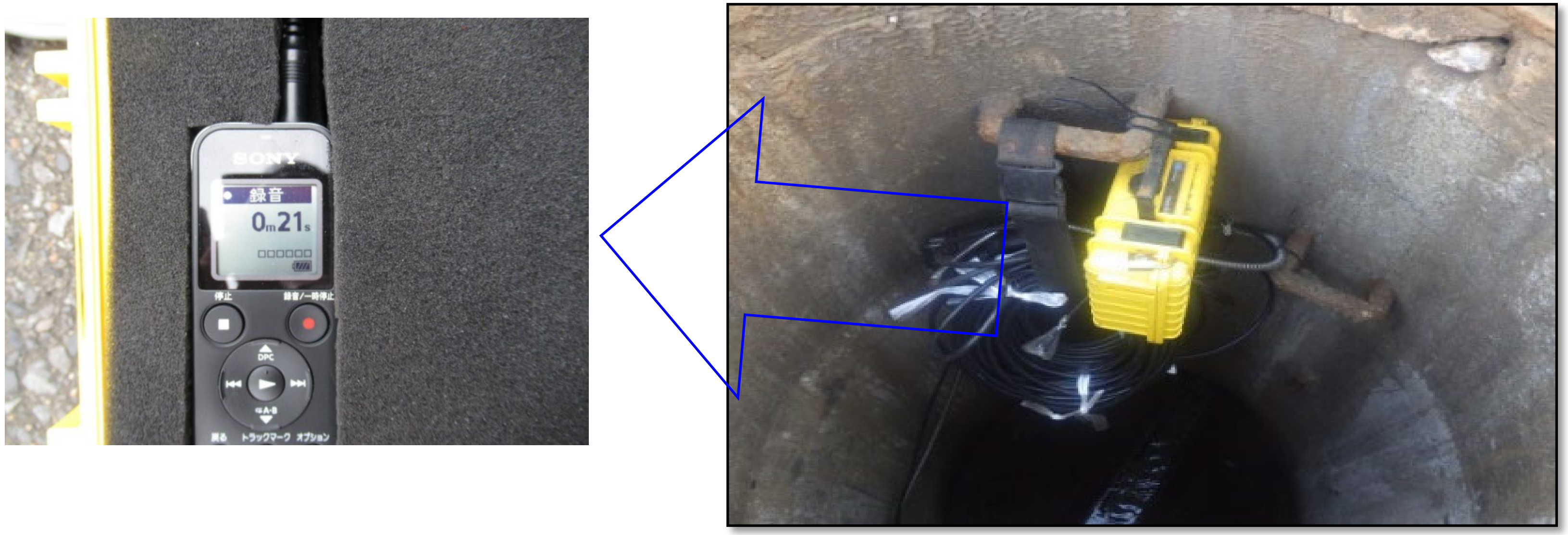
流量計は高価なことから、設置箇所が限られる
⇒雨天時流入水箇所の特定に時間と費用がかかる



晴天時の流量パターンは24時間周期を持つ

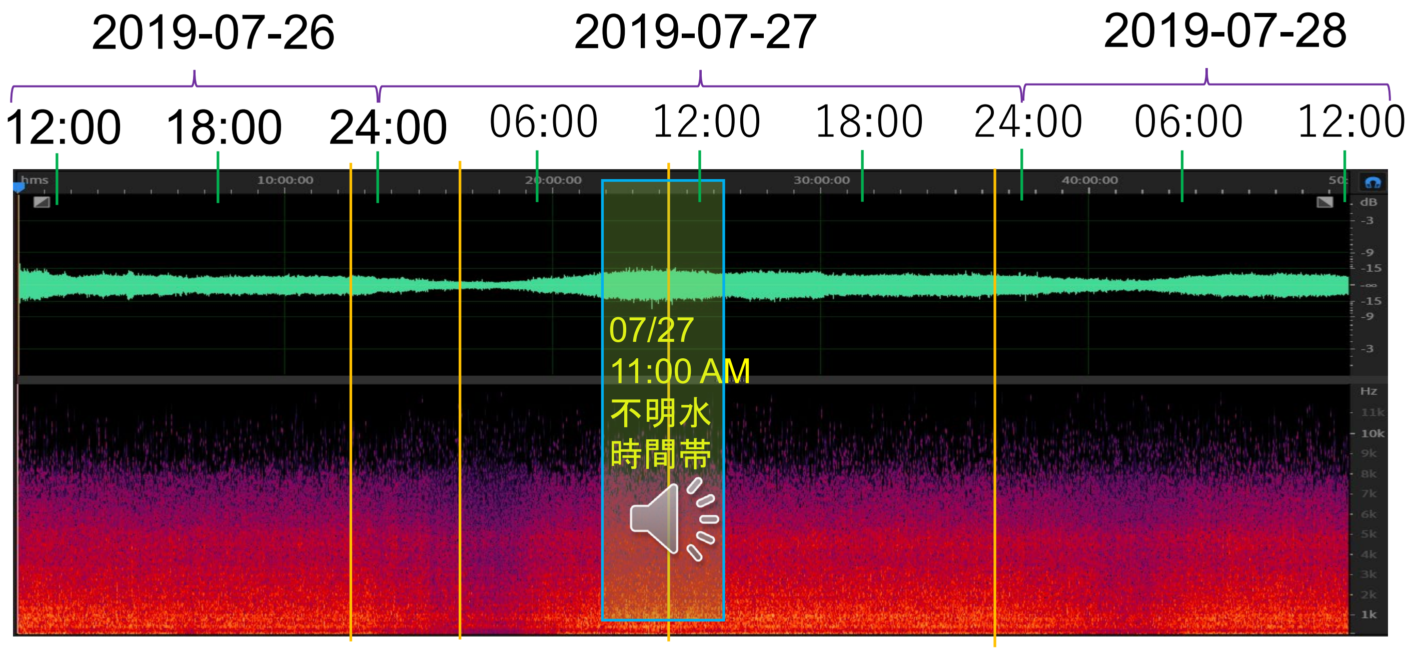
マンホール内の流水音のAI解析から雨天時浸入水を検出

雨天時浸入水があると、晴天時とは異なる流水音特徴パターンが現れるはず



- 雨天時浸入水があるマンホールで降雨時を含む１ヵ月間の流水音をボイスレコーダーで収録
- 雨天時浸入水の有無による音響データの特徴の相違を定式化したAI特徴量評価式を構築

- 5都市400か所で収録された下水道流水音のAI特徴量を評価して、雨天時浸入水検知を試みた
- 流量計から得られた結果と比較した

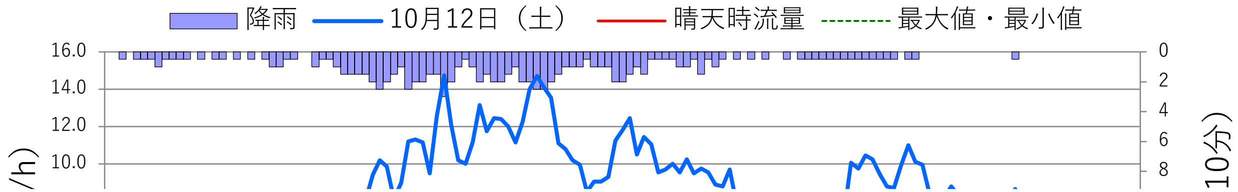


降雨時間:
2019/07/27
午前中

産総研

SiRL

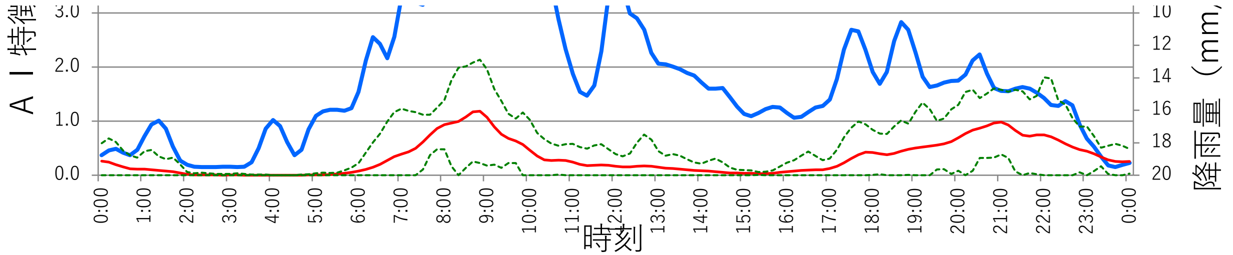
従来の流量計測結果



<u>従来の流量計測と本音響計測の比較</u>

作業日数とコストは音響計測が半分

流水音のAI解析により、流量計と同じ検出能を有する経済的な雨天時浸入水検出が可能



AIが雨天時浸入水を検知した時間帯は流量計の結果と一致

講演で紹介する技術

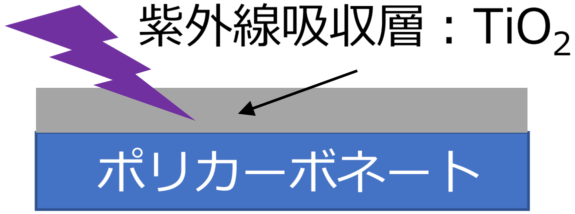
- **新規要素技術**
  - **3次元像取得によるX線検査の信頼性向上**
  - **近赤外分光を利用した非破壊遠隔コンクリート劣化診断**
- **IT活用技術**
  - **下水道音響のAI解析による雨水浸入箇所の検知**
- **長寿命化技術**
  - **耐侯・防汚コーティング**

防風壁に用いられるポリカーボネート板

紫外線

当初、透明だったポリカーボネートが紫外線照射の影響で着色してくる問題

紫外線吸収層となる酸化チタンを表面にコーティングする



道路防風壁における別の問題

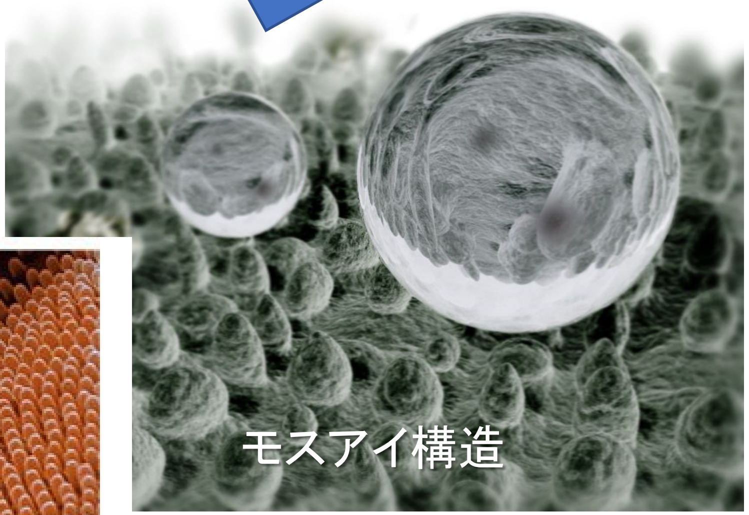
防風壁が車両からの排ガスで汚れる

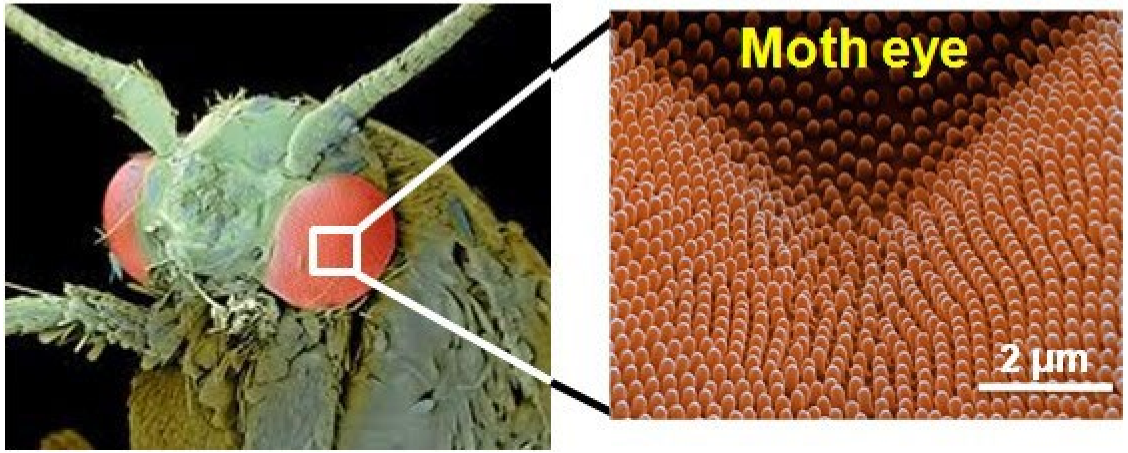
紫外線吸収と防汚機能を兼備するコーティング層を開発

生体模倣：蓮に学ぶ防汚機構

沼にある蓮の葉には泥がつかない

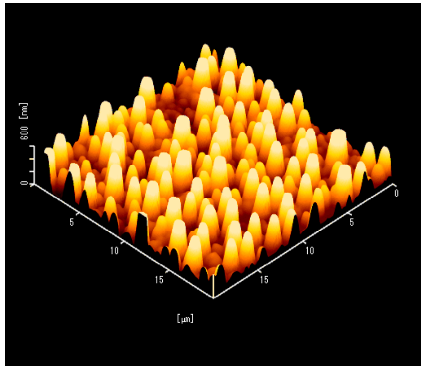
蓮の葉は微小な凹凸構造を持つ

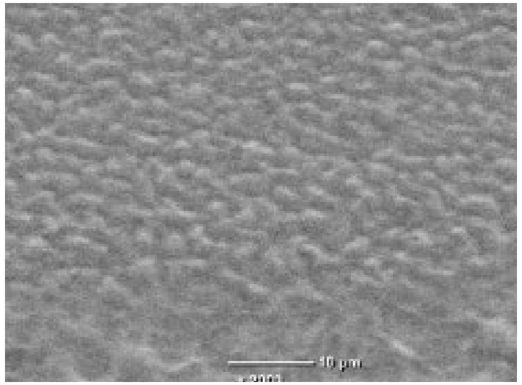




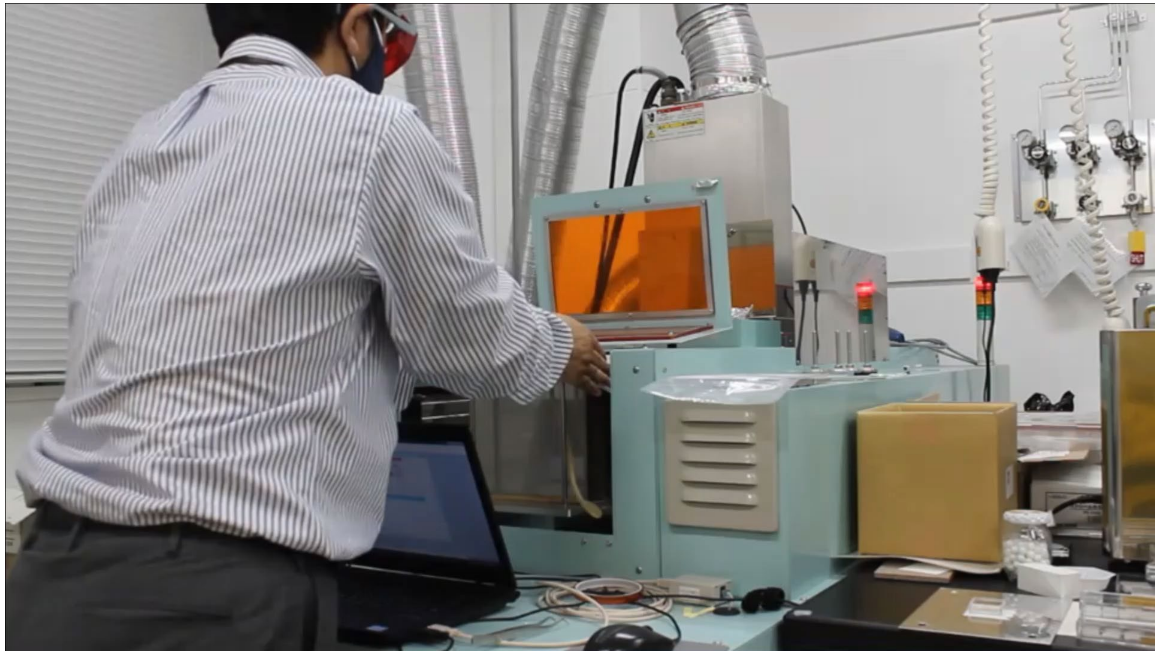
TiO_2コーティング層の表面形状制御

製造条件を調整することでモスアイ構造の表面を有するコーティング層を作成





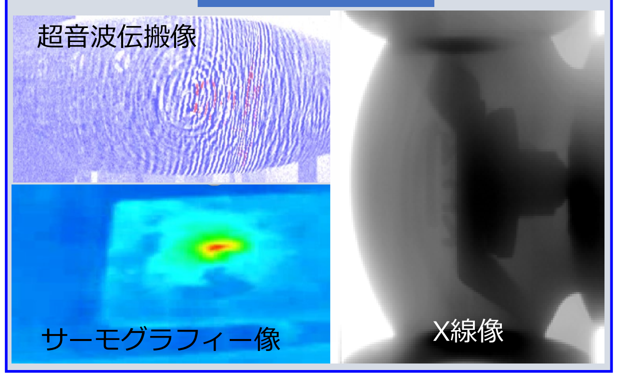
紫外線吸収と防汚性を兼備した膜生成に成功



ラボが目指している研究展開

健全性検査とIT技術の融合

AI診断検査

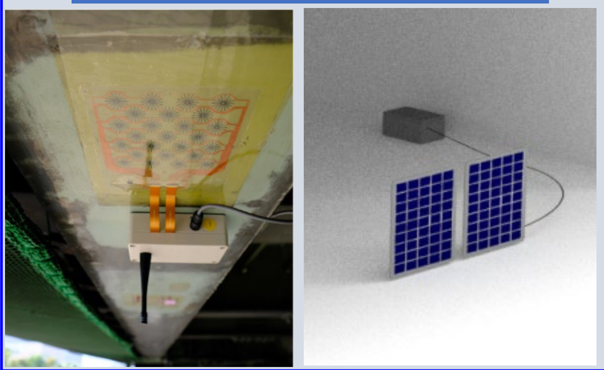


精度の高い自動検査

ドローン・ロボット利用検査

人が入れない場所の検査

無線通信・自立電源計測



電源のない屋外での長期計測

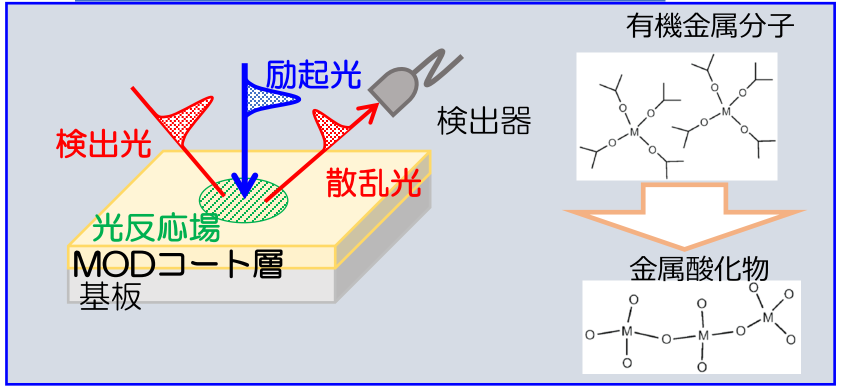
対候性コーティングと物性計測技術の融合

対候性コーティング技術

防汚性に優れた膜

優れた特性の成膜プロセス
の開発を加速

過渡分光法による光反応過程解明



成膜条件が膜化過程に及ぼす影響の解明