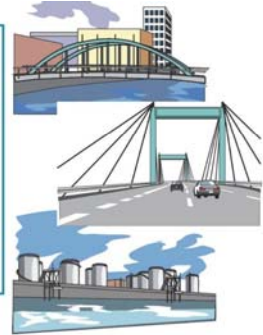


## 光と色による 構造物の劣化検出センサ

独立行政法人 土木研究所  
 国立大学法人 東京工業大学  
 独立行政法人 物質・材料研究機構  
 国立大学法人 広島大学

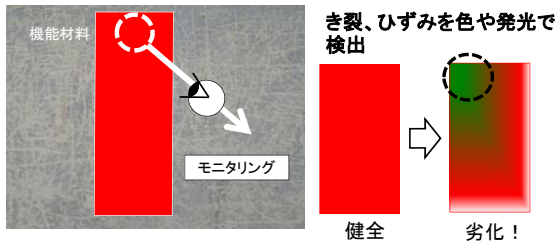
## 機能材料を用いたひび割れ・ひずみの可視化

- ▶ 近年、高度経済成長期に作られた多数の構造物が耐用年数に近づいており、安全な使用のためにも応力・ひずみ計測は重要である。
- ▶ また、地震などによる大きな外荷重を受けたあとの構造物の状態を把握することは、構造物の倒壊を未然に防ぐ上で重要である。
- ▶ 日常点検では、構造物の状態を把握するために、主に目視検査が適用される。
- ▶ 目視検査時に経年劣化状態や大きな塑性ひずみが発生した箇所を容易に発見できれば、保全上で有益であると考えられる。

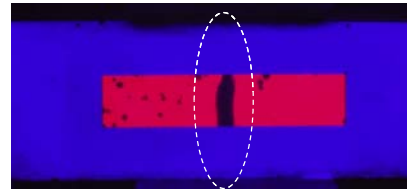


### 特別な装置を使わずに①ひび割れ や②ひずみを可視化する機能材料。

目視、従来法では判断が難しい劣化の面情報

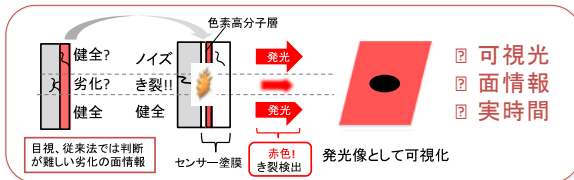


### ① 発光を用いたひび割れの検出



Collaboration with Tokyo Institute of Technology

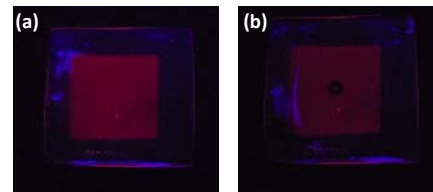
### ① 発光を用いたひび割れの検出



#### 発光強度の変化でひび割れを検出:

酸素応答色素を塗装の中に分散させて、ひび割れによる塗膜破壊(酸素侵入)を検出している。

### センサー塗膜の破壊応答



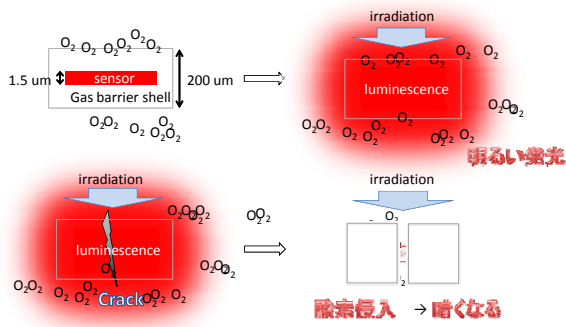
センサー塗膜の発光像 (a) 破壊前, (b) 破壊(中央に針傷)後



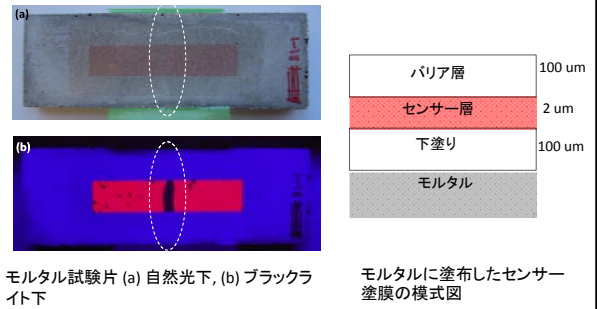
センサー層に酸素が入ると暗くなる

センサー塗膜の断面図

## 発光ひび割れ検出のメカニズム



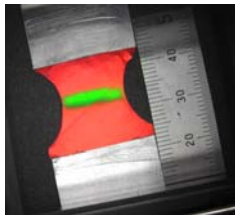
## 発光を用いたひび割れの検出例



モルタル試験片 (a) 自然光下, (b) ブラックライト下  
モルタルに塗布したセンサー塗膜の模式図

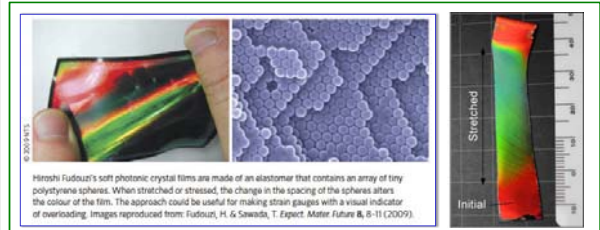
ひび割れ部位がはっきりと検出された。

## ② 構造色を用いたひずみの可視化



Collaboration with NIMS and Hiroshima University

## ② 構造色を用いたひずみの可視化

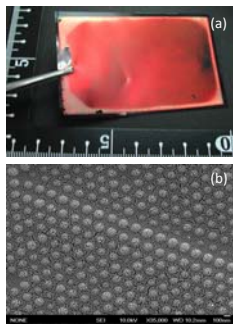


ゴムシートに成膜した場合の弾性変化と構造色の対応 [D. Graham-Rowe, *Nature Photonics*, 3, p.532, 2009], PVCフィルム上に貼りつけた場合の塑性変形と構造色の対応 [H. Fudouzi, *Adv. Powder Tech.*, 2009, 20, 507]

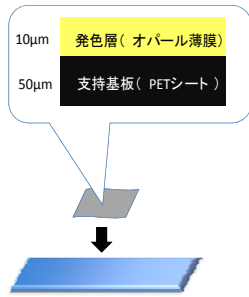
### 色の変化でひずみを可視化:

変形によって色が変化するオパール薄膜を貼り付けることでひずみを検出する

## オパール薄膜の特徴と設置方法



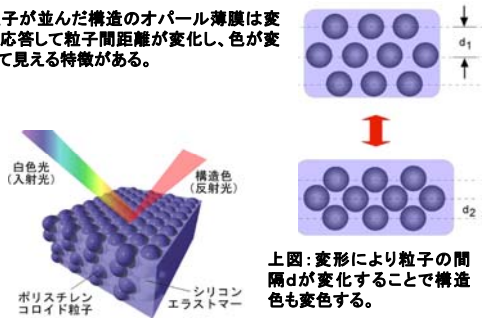
(a) PETシート上に形成したオパール薄膜, (b)オパール薄膜のSEM写真



切断・接着により任意の検査対象物への実装可能

## オパール薄膜の発色メカニズム

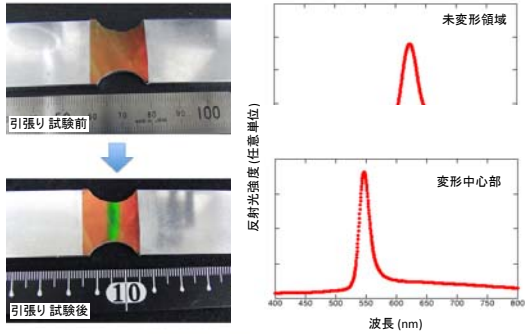
微粒子が並んだ構造のオパール薄膜は変形に応じて粒子間距離が変化し、色が変わって見える特徴がある。



上図: 変形により粒子の間隔dが変化することで構造色も変色する。

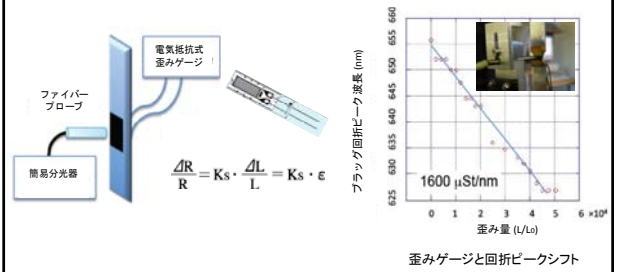
NIMS応用フォトニック材料グループ

## 金属材料のひずみを視覚化



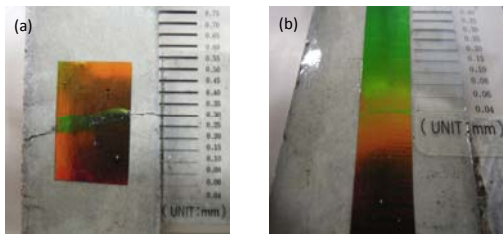
金属のひずみを色の変化として可視化出来る。

## 構造色ひずみゲージとしての利用



色の変化量(波長シフト)からひずみ量を推定できる。

## コンクリートのひび割れへの適用



ひび割れの形状に沿った変色が目視できた。

## 機能材料を用いたひずみ可視化の利点

1. 非接触非破壊で二次元可視化
2. 塗布や貼り付けで簡単に設置可能
3. 点検用途には目視やカメラで十分な検出能
4. 電源不要で災害時にすぐ用いることができる



コスト(例)  
市販品を利用できるので現状1 m<sup>2</sup>あたり数千円。

## 謝辞



早稲田大学  
西出宏之教授グループ



独立行政法人宇宙航空研究開発機構  
坂上博隆博士グループ

本研究は一部、科研費若手(B)(2010-2011), 前田記念工学振興財団(2011), A-STEP(FS)(2011-2012), 科研費若手(A)(2013-)の助成を受けたものである。