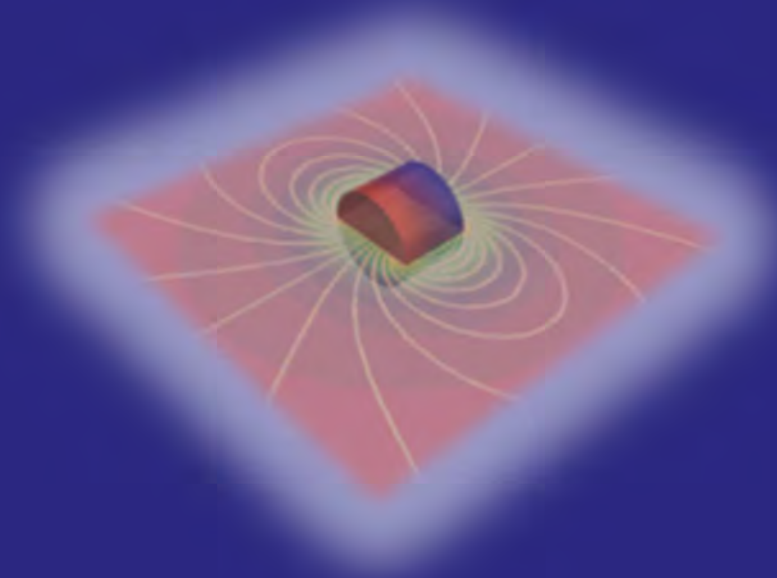


# 永久磁石と磁気センサを用いた 非破壊鉄筋計測システム



動画資料も是非ご覧ください ▶

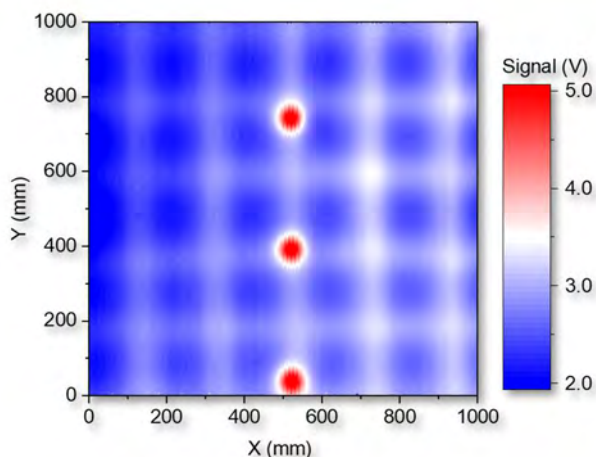
<https://vimeo.com/701966748/2de7cad65f>



# 鉄筋の非破壊探査を もっと手軽に より正確に



## ●配筋状況を瞬時に可視化

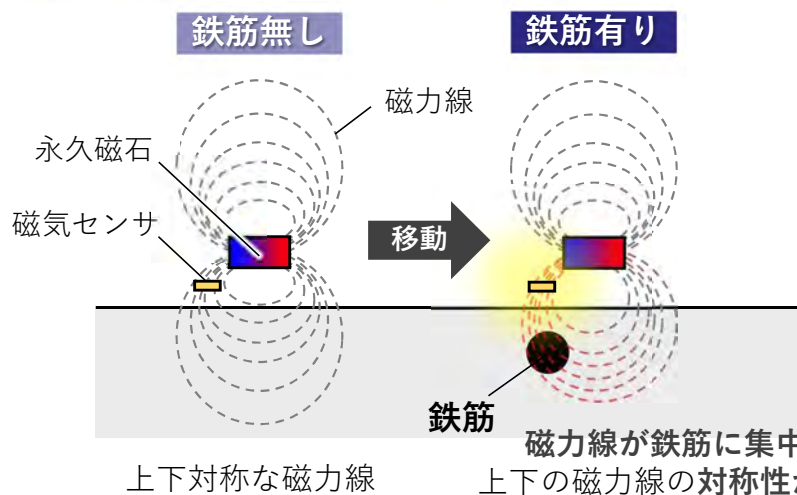


コンクリート壁内に埋設された  
格子状鉄筋の探査例

## ◀ コンクリートの湿潤状態や内部の 空洞などに結果が左右されません

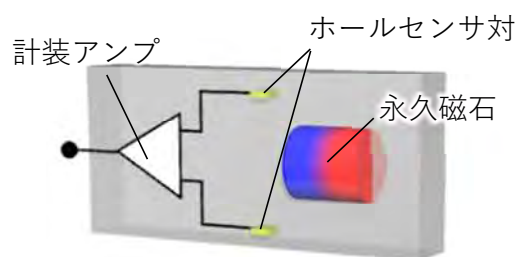
電磁波レーダーや電磁誘導を利用した既存探査機に対する本手法の優位性でもあります。埋設鉄筋の場所、かぶり深さ、太さも瞬時に知ることができます。

## ●「永久磁石法」～シンプルな原理と構造が生む高感度なセンシング法～



上下対称な磁力線

磁力線が鉄筋に集中し、  
上下の磁力線の対称性が破れる

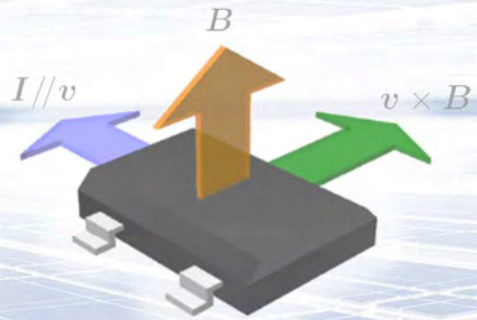


センサモジュールの概要

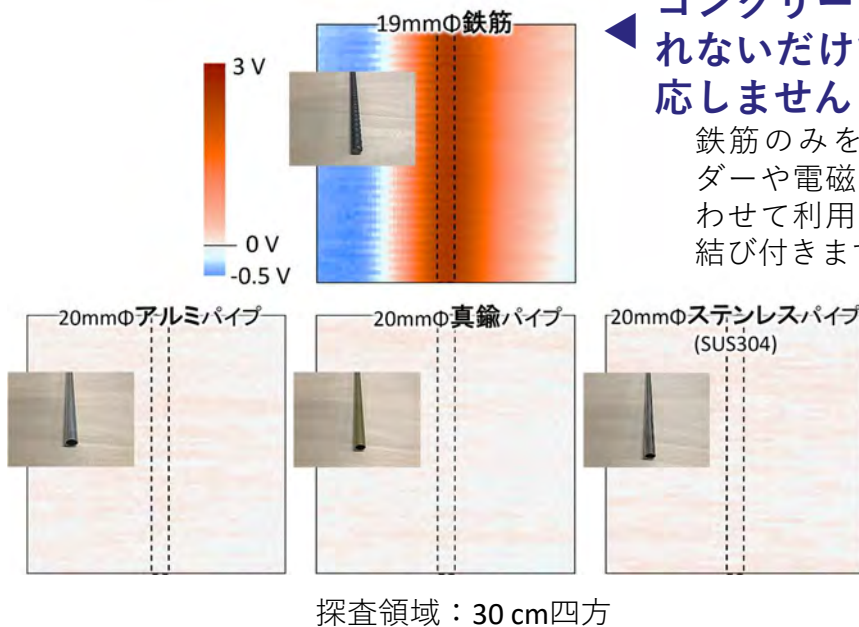
## 永久磁石

$$B(r) = \frac{\mu_0}{4\pi} \left\{ \frac{3(m \cdot r)r}{r^5} - \frac{m}{r^3} \right\}$$

## 磁気センサ



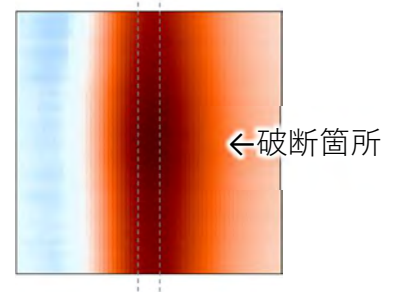
### ●鉄筋のみを狙って計測、破断状況も把握可能



### ◀ コンクリートの状態や空洞などに左右されないだけでなく、非磁性の金属にも反応しません

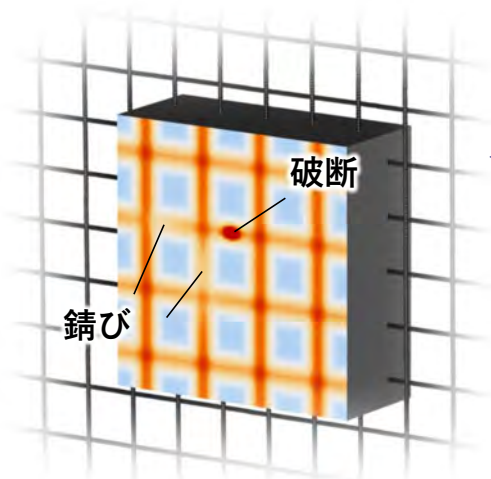
鉄筋のみを狙って探査できます。電磁波レーダーや電磁誘導を利用した既存探査機と組み合わせて利用することで、より正確な鉄筋探査に結び付きます。

探査領域：30 cm四方



### ▲ 破断箇所の異常シグナルも検知可能です

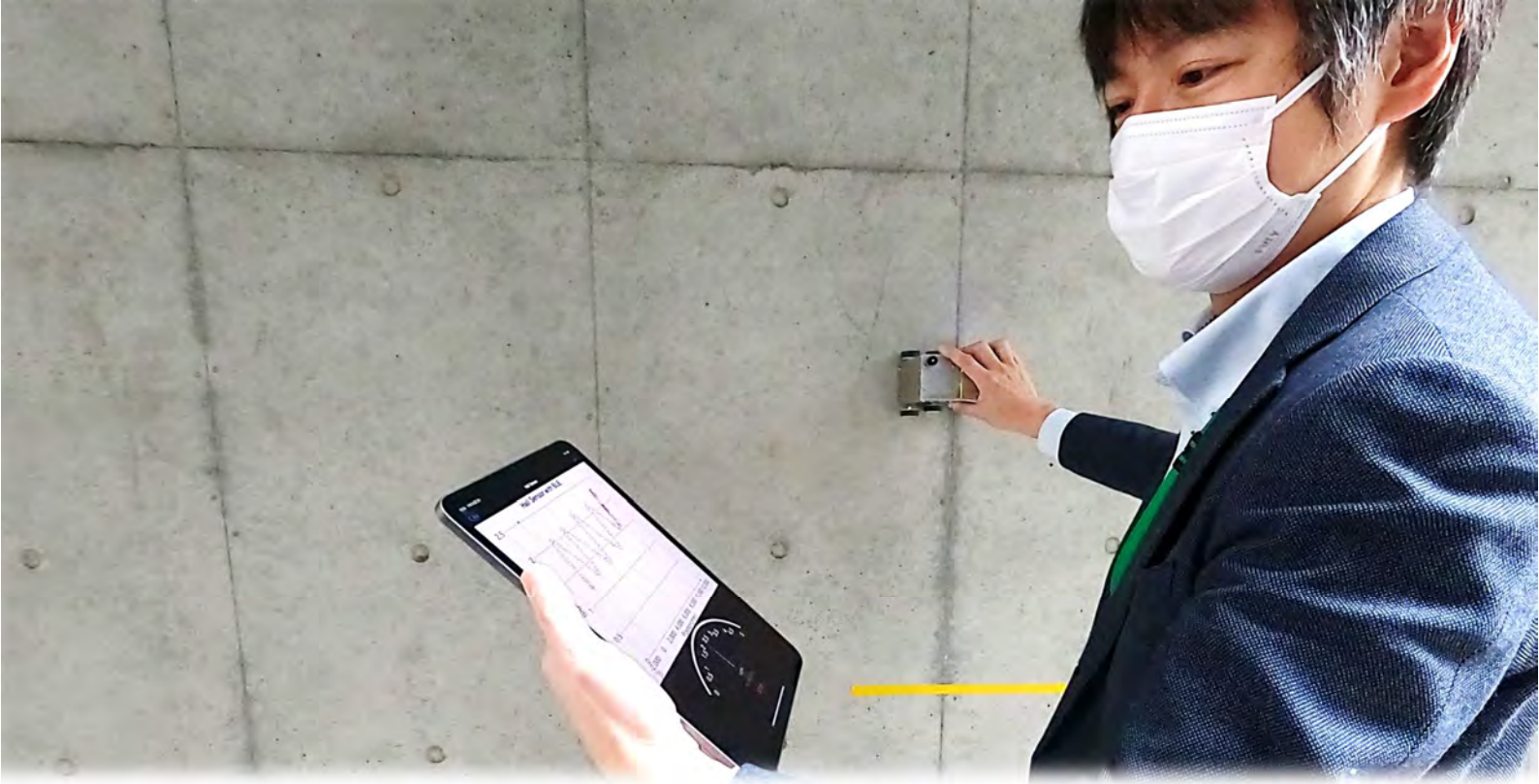
### ●診断技術の高度化に向けて



診断のイメージ図

### ◀ 他の箇所とは違うシグナルを確実に検知し、点検・診断に役立てます

破断箇所や腐食箇所は、他の部分とは異なるシグナルが得られます。腐食についてはAI診断を併用する可能性を検討していきます。



## ●様々な場面で活躍可能なセンサラインナップ

2D壁面スキャンロボ



自動ロボが正確に壁面等の2Dスキャンを行います

ワイヤレス  
ハンディスキャナ



iPad/iPhoneアプリ

手軽に手動でのラインスキャンを行える小型スキャナです



制作中

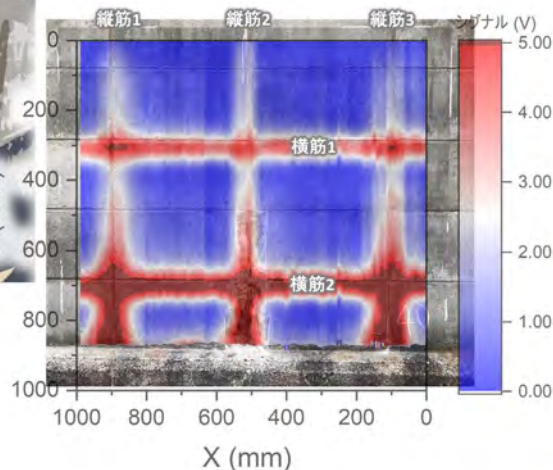
モップ式2Dスキャナ

ロボットが設置できない壁面等の面スキャンをモップ掛けの手順で一発で行えます

## ●様々な現場でのデータを蓄積中です

### 現場の様々な埋設鉄筋を 可視化します

様々な現場での結果の蓄積と解析を通して、より正確な診断へ結び付けたいと考えております。かぶりが浅く錆びやすい箇所の洗い出し、古い建造物の配筋調査、電磁波レーダーでうまく計測できない建造物や複雑な配筋や水漏れなどがある箇所など、様々な場面でお役立ていただきたい技術です。現場調査の機会などございましたら、是非お声がけください。



コンクリートブロック塀の調査結果例

協力：全日本コンサルタント株式会社様



## ●他の手法との比較

### ▼「永久磁石法」の尖った特徴を是非ご活用ください

電磁波レーダーと違い、コンクリートの状況に左右されません。電磁誘導法を用いた探査より、深い場所にある鉄筋も検知できます。破断検知、腐食箇所の同定技術も開発中です。既存の手法と組み合わせることで、より強力な鉄筋診断を可能にします。

	永久磁石法 (本研究開発技術)	電磁誘導法	電磁波 レーダ法	レントゲン 法	漏洩磁束法	自然電位法
原理	鉄筋接近による永久磁石の周囲の磁界の対称性の破れを磁気センサーで差動検出	電磁誘導	電磁波の反射	X線の透過	予め着磁した鉄筋の破断箇所からの漏洩磁界を検出	鉄筋表面電位を計測し腐食の程度を評価
探査深度	< ~200 mm <sup>**</sup>	< ~100 mm	< ~300 mm	< ~500 mm	< ~150 mm	—
かぶり厚さ推定	○ (< ~200 mm <sup>**</sup> )	○ (< ~100 mm)	○ (< ~300 mm)	×	×	×
鉄筋径推定	○	○	×	○	×	×
破断・腐食診断	破断(腐食 <sup>*</sup> )○	×	×	破断○	破断○	腐食○
その他の特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉄筋のみ感知</li> <li>瞬時に鉄筋パラメータ推定が可能</li> <li>コンクリートの状態に影響されない</li> <li>安価に製造可能<sup>*</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ハンディな装置が市販</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ハンディな装置が市販</li> <li>鉄筋以外のパイプや空洞も検出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉄筋配筋状況や空洞、埋設管の正確な把握が可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉄筋の破断状況の診断が可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉄筋腐食の進行を推定可能</li> </ul>
欠点	<ul style="list-style-type: none"> <li>非磁性金属配管や空洞を知りたい場合は用いることができない</li> <li>腐食速度や腐食量などの定量的評価は困難</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>非磁性金属も感知し、鉄筋との区別が困難</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリートの湿潤状態の影響を受ける</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>放射線防護の安全対策が必要</li> <li>検査コストが割高</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉄筋の破断のみの検査に特化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>はつり工事が必要</li> <li>腐食検査のみに特化</li> </ul>

注：\*は本研究開発の最終的な目標として期待されることや、これから検証を行う項目である

## ●お気軽にお問い合わせください

これまで、多数の企業様や現場で作業されておられる方々との対話を行って参りました。また、実際にいくつかの企業様のご協力もいただきました。それらのお声を反映し、診断性能向上だけでなく、使い勝手の向上にも努めております。

- 「電磁波レーダーだけでは、結局はつり工事をせねばならないことが多い」
- 「膨大な点検箇所をもっとスピーディーに調査して重点点検箇所を即座に洗い出したい」
- 「なるべく経験に頼らずに探査できる体制にしたい」

など、皆様の中にもお困りごとがあるのではないかと考えております。検査用途、検査箇所に応じて新たなセンサラインナップを検討することもできます。かぶり深さと鉄筋径の同定精度向上だけでなく、腐食箇所の診断やコンクリート状況の把握などの技術開発も進めております。是非お気軽にお声がけいただけましたら幸いです。

## ●研究開発者紹介



千葉 大地 Daichi Chiba

大阪大学・産業科学研究所 教授  
大阪大学・名誉教授

千葉 大地

### 研究領域 Field of Research

✓ナノテク ✓マテリアルサイエンス ✓磁気計測 ✓スピントロニクス

#### 研究・教育歴

- 2019~ 大阪大学 産業科学研究所 教授 / 大阪大学 名誉教授(現在)
- 2013~19 東京大学 工学系研究科 物理工学専攻 准教授
- 2012 京都大学 化学研究所 准教授
- 2010~14 独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造推進事業さきがけ「ナノシステムと機能創発」 兼任
- 2009 京都大学 化学研究所 助教
- 2008 京都大学 化学研究所 特定助教
- 2004 独立行政法人科学技術振興機構 ERATO大野半導体スピントロニクスプロジェクト 研究員
- 2004 東北大学 工学研究科 博士後期課程修了 博士(工学)の学位取得(東北大学)

#### 受賞

- 2021 第39回 大阪科学賞
- 2020 令和2年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞・研究部門
- 2017 科学技術への顕著な貢献2017 ナイスステップな研究者
- 2017 第13回 日本学術振興会賞
- 2016 平成27年度 船井学術賞(船井哲良特別賞)
- 2015 平成26年度 第18回 丸文学術賞
- 2012 第14回 サー・マーティン・ウッド賞

他、多数

私は磁性体を用いたナノテクやマテリアルサイエンスを中心とした基礎研究を行って参りました。そこで培った計測技術を活かせればと思い、「永久磁石法」の開発につながりました。この手法が少しでも皆様のお役に立つ技術へと育てばと願っております。

本研究の一部はNEDOの支援を受けて行われました。



国立研究開発法人  
新エネルギー・産業技術総合開発機構

官民による若手研究者発掘支援事業(マッチングサポートフェーズ)  
「永久磁石と磁気センサを用いた新規非破壊鉄筋計測システムの創出」

## ●本件に関するお問い合わせ

大阪大学産業科学研究所・千葉大地  
Tel: 06-6879-8410  
E-mail: dchiba@sanken.osaka-u.ac.jp

