

令和2年3月19日

報道機関 各位

東北大学多元物質科学研究所  
東北大学大学院歯学研究科  
公立大学法人首都大学東京  
高島製作所株式会社

## X線により硬さを高解像度で可視化

### 【発表のポイント】

- 腫瘍、肝硬変、動脈硬化など、生体内の病変部位は、正常組織に比べて硬くなることが知られている。
- 本研究では、X線イメージングを用いて50  $\mu\text{m}$  程度の高解像度で硬さの分布を可視化する技術の原理実証に世界ではじめて成功した。
- 超音波診断、MRIなど、硬さを可視化できる従来の技術に比べてはるかに高い解像度で病変が識別できる革新的な医療診断法に発展すると期待される。

### 【概要】

東北大学多元物質科学研究所の矢代航准教授、同大学院歯学研究科の金高弘恭准教授、首都大学東京（2020年4月より東京都立大学に名称変更）大学院人間健康科学研究科の沼野智一准教授、高島製作所株式会社の川畑義彦取締役代表らの共同研究グループは、X線イメージングを用いて硬さの分布を可視化することに世界ではじめて成功しました。本研究成果は、MRI、超音波診断など、硬さを可視化できる従来の技術に比べてはるかに高い解像度で病変が識別できるような革新的な医療診断法に発展すると期待されます。

本研究成果は、学術誌「Applied Physics Express」に2020年3月19日付（英国時間）でオンライン公開される予定です。

本研究は、国立研究開発法人日本医療研究開発機構（AMED）先端計測分析技術・機器開発プログラム（要素技術開発タイプ）（課題番号：JP17hm0102054）の支援のもとに行われました。

## 【詳細な説明】

### 1. 研究の背景

腫瘍、肝硬変、動脈硬化など、多くの病変部位は正常時組織よりも硬くなることが経験的にも病理学的にも知られています。硬さを調べる方法として、医者が患者の体表に手で触れて診断する触診は古くから知られていて、現在でも乳がん検査などで用いられています。しかしながら、体表の奥深くの病変の硬さを非侵襲で調べる方法は比較的最近までありませんでした。1990年代に入って、超音波診断、MRIを利用して硬さを画像化する方法が提案され、現在では肝硬変など、特定の病変に対する診断が保険適用の対象になっています。ところが両者とも、一般的な医療診断機器での解像度は mm オーダーに留まっており、高精細な硬さ分布の可視化は困難でした。

### 2. 研究成果

矢代准教授らの共同研究グループは、レントゲン撮像に代表される X線イメージング技術を用いて、50  $\mu\text{m}$  程度の解像度で硬さの分布を可視化する技術の原理検証に世界ではじめて成功しました。矢代准教授らは、試料内を音響波が伝播する様子から硬さを求める動的エラストグラフィという方法に着目しました。まず、試料に一定周波数の音響波を与え、音響波の周波数と同期させて X線イメージングを行うことにより、音響波の伝播に伴う試料内のわずかな変位の分布（変位マップ）を求めました。試料としてはゼリー食品と同程度の硬さの粘弾性体であるポリアクリルアミドゲルを用いました。動画 1、2 に、試料内の硬さがほぼ均一な場合（動画 1）、試料内にわずかに硬い領域が内包されている場合（動画 2）の音響波の伝播の様子を示します。後者では硬さが異なる領域で音響波の伝播速度がわずかに変化しているのがみられます。このような変位マップから音響波の局所的な伝播速度を求め、図のような硬さマップを 50  $\mu\text{m}$  程度の解像度で可視化することに世界ではじめて成功しました。

動画 1： X線イメージングにより求められた試料（ポリアクリルアミドゲル）内の水平方向の変位マップの例 1（試料内の硬さがほぼ均一な場合）。

[https://youtu.be/QGhzilz\\_X-k](https://youtu.be/QGhzilz_X-k)（東北大学多元物質科学研究所 YouTube）

動画 2： X線イメージングにより求められた試料内の水平方向の変位マップの例 2（試料内にわずかに硬い領域が内包されている場合）。

<https://youtu.be/bcIWZjcRB7I>（東北大学多元物質科学研究所 YouTube）

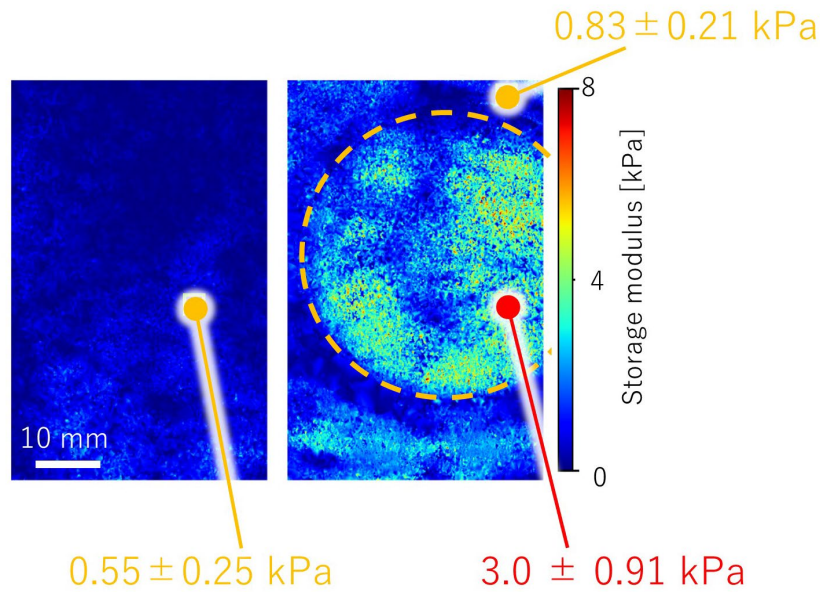


図. 本研究で提案された新しい方法によって求められた硬さ（貯蔵弾性率）マップ（左：硬さがほぼ均一な試料；右：硬い領域が内包されている試料）。右の試料においては、硬い領域（破線内）とそのまわりの領域の濃度差はわずかで、通常のレントゲン撮影では識別することができないが、硬さマップでははっきり識別できているのが分かる。

### 3. 今後の展望

図の硬さマップは実験室レベルの強度の弱いX線源により取得されたもので、今回の成果によって三次元的な硬さマップを求めることも原理的に可能であることが示されました。画質（S/N比、アーティファクト除去）については今後さらに改善される余地があり、既存のCTスキャナなどに安価に組み込むことも可能であることから、病変部位を高精度で特定する強力な医療診断ツールに発展すると期待されます。

論文情報：

タイトル：X-ray elastography by visualizing propagating shear waves

著者：Chika Kamezawa, Tomokazu Numano, Yoshihiko Kawabata, Hiroyasu Kanetaka, Maiko Furuya, Kotone Yokota, Hidemi Kato, Akio Yoneyama, Kazuyuki Hyodo, and Wataru Yashiro

掲載誌：Applied Physics Express

DOI：10.35848/1882-0786/ab7e06

**【お問い合わせ先】**

(研究に関すること)

東北大学多元物質科学研究所  
准教授 矢代 航(やしろ わたる)  
電話:022-217-5184  
E-mail:wyashiro@tohoku.ac.jp

東北大学大学院歯学研究科  
准教授 金高 弘恭(かねたか ひろやす)  
電話:022-717-8419  
E-mail:kanetaka@dent.tohoku.ac.jp

公立大学法人首都大学東京 大学院人間健康科学研究科  
准教授 沼野 智一(ぬまの ともかず)  
電話:03-3819-1211  
E-mail:t-numano@tmu.ac.jp

(研究および報道に関すること)

高島製作所 株式会社  
取締役代表 川畑 義彦(かわばた よしひこ)  
TEL: 042-589-1266  
E-mail:ykawabata@takashima-ss.net

(報道に関すること)

東北大学多元物質科学研究所 広報情報室(担当:伊藤)  
電話:022-217-5198  
E-mail:press.tagen@grp.tohoku.ac.jp

公立大学法人首都大学東京 首都大学東京管理部企画広報課広報係  
電話:042-677-1806  
E-mail:info@jmj.tmu.ac.jp