

## <記者用説明文>

### 筋肉のように「鍛えると成長する材料」を開発！

北海道大学大学院先端生命科学研究院 中島祐、松田昂大

☎011-706-9016

学会発表番号 2G10

<研究成果のポイント>

- 「栄養を取り込んで成長する」生物の新陳代謝反応を人工材料で再現！
- 筋肉のように、鍛えると強く大きく成長するポリマー材料を創製！

<研究成果の概要>

生体組織は、外から栄養を取り込んで成長する材料です。例えば筋肉は、プロテインを摂取して鍛えることにより、どんどん強く大きくなります。我々は、このような生物の成長の仕組み（代謝反応）に範を得て、外から栄養を取り込み、力学負荷（引っ張りなど）に応じて強さ、大きさ、機能などがどんどんと成長していく「自己成長材料」を開発しました！本成果を契機に、力学負荷に応じて自発的に強度・機能の向上や最適化を行う機構を持つソフトロボットの創製などの、未来のモノづくりが始まるかもしれません。



図1 鍛えるごとに強く大きく成長する（おもりを高く持ち上げる）ゲル

## <研究成果解説文>

### 筋肉のように力学負荷によって成長するダブルネットワークゲルの創製

Polymer Preprints, Japan 2019, 68

著者名：松田昂大<sup>1</sup>、中島祐<sup>1,2,3\*</sup>、難波遼<sup>4</sup>、龔劍萍<sup>1,2,3</sup>

1. 北海道大学大学院先端生命科学研究院
  2. WPI-ICReDD
  3. 北海道大学国際連携研究教育局
  4. 北海道大学大学院生命科学院
- \* E-mail: tasuku@sci.hokudai.ac.jp

生体組織の構造は不変ではなく、外から取り込んだ栄養を用いた新陳代謝反応によって常に作り変えられています。生体組織はこの機構により、周囲の環境に合わせて成長することや、傷を元通りに回復することなどが出来ます。一方、通常的人工材料では、一度作られた構造が作り変えられることはありません。

生物のように成長する人工材料として、我々は当研究室が開発した強靱なダブルネットワーク（DN）ゲルに着目しました。DNゲルは、生物のように新陳代謝を起こすことが出来る材料です。まずDNゲルは、外から分子（栄養）を取り込むことが可能です。例えば、ゲルにとっての栄養であるモノマー水溶液にDNゲルを浸すと、水に溶けたモノマーがDNゲルに取り込まれます。さらにDNゲルは、その特徴的な二重網目構造から、力学負荷が加わると内部でラジカルと呼ばれる化学種が発生します。このラジカルは、モノマーからポリマー網目を作

る重合反応を引き起こすことが可能です。

そこで我々は、モノマーを取り込ませたDNゲルに力学負荷を加えることで、ポリマー網目が重合されることによるゲルの成長を試みました。結果、力学負荷を加えるとDNゲルの強度は2倍、硬さは23倍、ポリマー重量は3倍に成長しました。さらに、負荷を加えれば加えるほどゲルの強度が増加することも分かりました（説明文図1）。このような、栄養取り込みと力学負荷によるDNゲルの成長は、プロテイン摂取とトレーニングによる筋肉の成長にとってもよく似た現象です。

従来、受けたダメージを回復する自己「修復」材料は報告されていましたが、鍛えることで元よりも強くなる自己「成長」材料はこれまでに例がありません。今後は、負荷が大きい部位が自動的に強くなる長寿命材料、用途に合わせて自身を自発的に高強度、高機能化するソフトロボットなどへの応用が期待されます。