

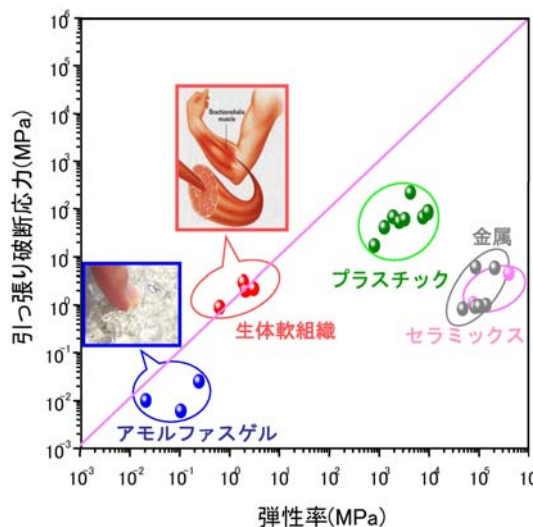
ディビジョン番号	15
ディビジョン名	コロイド・界面化学

大項目	3. 分子集合体
中項目	3-2. 液晶・ゲル
小項目	3-2-3. 生体機能性ヒドロゲル

概要（200字以内）

豊かな医療・福祉社会を目指す上では、生体軟組織に代替するソフト&ウェット材料を創製することは、重要な課題である。

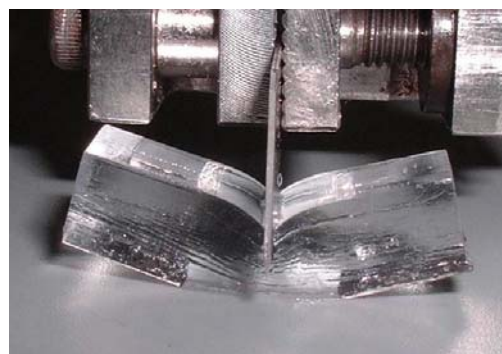
生体軟組織に代替するソフト&ウェット材料として、①力学機能（しなやかさ、優れた力学強度、衝撃吸収能）、②界面機能（低滑り摩擦、細胞、骨などとの接着性）、③物質輸送機能などを併せ持たなければならない。このような機能を併せ持つ生体機能性ヒドロゲルがまだにないことが現状である。



これまでの材料と生体軟組織との力学物性比較。図中の直線は弾性率と引張り破壊強度が等しいものであり、100%の大変形まで耐えられる材料を意味する。生体軟組織がその直線上にあることは特徴的である。固体材料や従来の合成高分子ゲルは直線の下にあり、脆い材料である。

現状と最前線

架橋点が可動なゲル (Okumura, et al., Adv. Mat. 2001)、粘土で架橋するゲル (Haraguchi, et al., Adv. Mat. 2002) など均一網目を持つゲルを作る。これらのゲルは、大変形に耐えて、ゲルが弱いという従来の概念を覆している。硬・軟2種の網目構造(DNゲル)を導入することで、MPaオーダーの高弾性を持ちながら、90%以上の圧縮変形にも耐え、40MPa (400kg/cm²) の破断強度を示すゲルの創製に成功した (Gong, et al., Adv. Mat. 2003)。



90wt%の水を含んでいながら、カッターを使っても切れない高強度DNゲル(文献J. P. Gong, Y. Katsuyama, T. Kurokawa, Y. Osada, Adv. Mater., 15, 1155-1158 (2003)より)。

DN ゲルは、生体軟組織のような高弾性と高靱性を併せ持つものであり、人類が初めて手に入れた生体軟骨に匹敵する人工含水材料であり、医療や材料分野において、世界中で大きな反響を引き起こしている。

近年では、高分子ブラシを導入することで極低摩擦性を示すゲルの創製にも成功している。これらの一連の新発見は、ゲルの内部構造をさまざまなスケールで意図的に制御するという従来とは全く異なったアプローチによって、合成ゲルに生体軟組織に匹敵する高機能を付加できることを示唆している。

上で述べた力学強度のみならず、ゲルに μm オーダーな構造を導入することにより、輸送特性や、接着・摩擦などの界面特性も大きな影響を受け、これによって新たな機能を持った材料を開発できる可能性が大いに期待できるが、このような研究は手付かず状態にある。

1) Yoshimi Tanaka, Gong Jian Ping, Yoshihito Osada, Progress in Polymer Sci., 30, 1-9 (2005).

2) Jian Ping Gong, Soft Matter, 2, 544-552(2006).

各項目の概要

生体軟組織に代替するソフト&ウェットマテリアルとして、しなやかさで高力学強度、衝撃吸収性、かつ低滑り摩擦、または、細胞、骨などとの接着性などをもつ人工材料が必要である。高分子ゲルは、このような材料の候補となりうる材料である。21世紀福祉社会において、高強度・高機能のゲル材料の開発が急務である。

将来予測と方向性

・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

生体機能性ヒドロゲルと固体との接着、固定技術

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

高強度・低摩擦による人工軟骨、直径3mm以下の人工血管

キーワード

ソフト&ウェットマテリアル、ヒドロゲル、高強度、低摩擦、人工軟骨

(執筆者：龔劍萍)