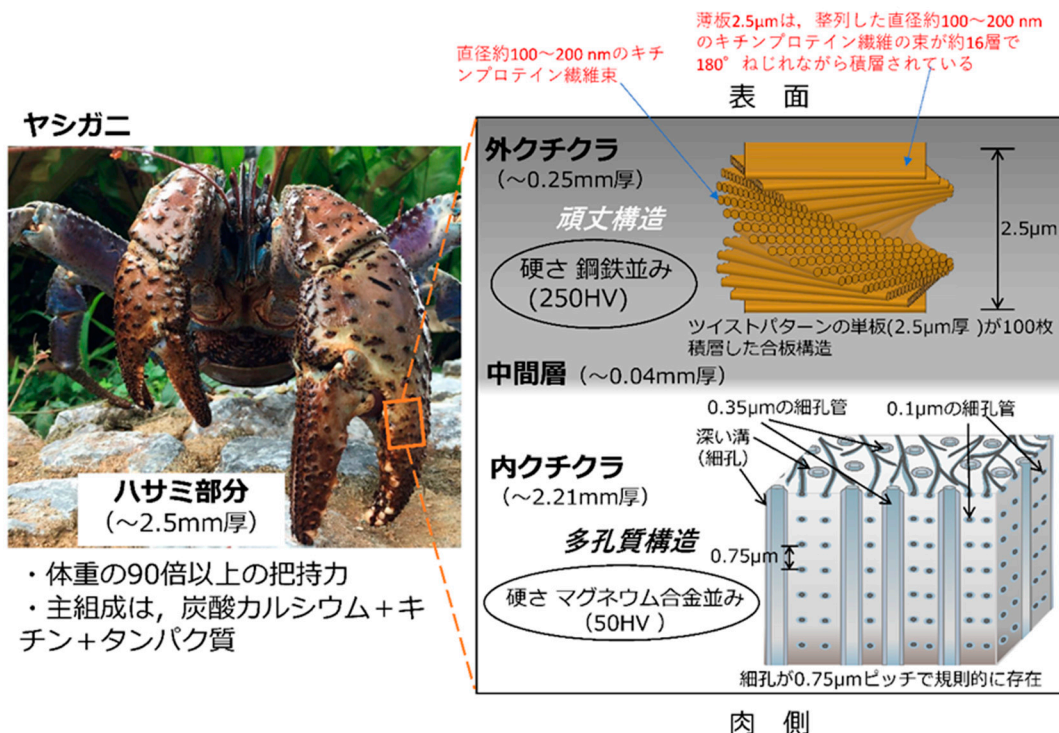


【目的】 手術患者への負担軽減や安全性向上を目的とした低侵襲手術の推進により、医療機器（超音波生検針、呼吸器内視鏡鉗子など）の一層の小型化が叫ばれている。今後の小型化における最大のネックは、使用素材の特性と安全性である。しかし、素材を薄肉化・小径化した場合、結晶組織に関連した加工性の低下や表面粗さ・破損確率の向上が顕在化することは知られていない。その上、材料は高強度化することで脆くなるため、結晶粒の単なる微細化だけでは素材・部材の安全性は担保できない。よって、“超微細結晶粒+ α （アルファ）”の考えが、今後の医療機器小型化へのニーズに応えるための必要条件である。しかしながら、 α のアイデアも希薄であり、医療機器を素材開発から見据えた検討は皆無である。本研究では、今後の極細径鉗子などの小型医療機器への展開を見据え、陸生甲殻類最大種で、生物界最強の把持力を有する「ヤシガニ」のハサミの微視組織と構造および成分を観察・分析し、かつ硬度試験を通して、その強靱化発現機構を解明することを目的とした。

【方法】 本研究は、①検体の抽出、②組織解析・分析、③ビッカース硬さ・ナノインデンテーション硬さ試験、④まとめからなり、これらを順次実施した。特に、組織解析においては、材料科学分野における最先端の装置を活用し、微視組織の3次元可視化を実施した。

【結果】 堅牢なハサミの外骨格は、硬い外クチクラ層と軟らかい内クチクラ層、そして両層の間の中間層で大別されていた。外クチクラでキチン繊維とプロテインの細長い束が、厚さ方向にねじれながら積み重なって1枚のねじれパターンの薄板を形成し、これらが数百枚積層した合板構造で非常に密に強く石灰化されていた。一方、内クチクラでは石灰化したマトリックスに数百ナノの細孔が規則的に存在する多孔質構造で有機相（キチン、タンパク質）が多く存在していた。これらの石灰化と組織構造の相違によって、ビッカース硬さは中間層を境に5倍ほど変化した。すなわち、硬いヤシガニのハサミは250 HVの高強度鋼並みの2.5 μ m厚の薄い層とそれより1/5倍の硬さと10倍弱厚いクッションのような役割を担う多孔質層による「剛」と「柔」の複合構造であり、軽さと強靱さを兼ね備えていることがわかった。

ヤシガニのハサミの内部組織構造の模式図



- ・体重の90倍以上の把持力
- ・主組成は、炭酸カルシウム+キチン+タンパク質