



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Study on the self-growing materials in response to mechanical stimuli using double-network system [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	松田, 昂大
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(生命科学)
Dissertation Number	甲第13827号
Issue Date	2019-12-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/76597
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Takahiro_MATSUDA_review.pdf, 審査の要旨



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（生命科学） 氏 名 松 田 昂 大

審査担当者	主査	教 授 龔 劍 萍
	副査	教 授 小松崎 民 樹（電子科学研究所）
	副査	教 授 黒 川 孝 幸
	副査	准教授 中 島 祐

学 位 論 文 題 名

Study on the self-growing materials in response to mechanical stimuli using double-network system
(ダブルネットワークシステムを用いた力学応答自己成長材料に関する研究)

博士学位論文審査等の結果について（報告）

筋肉などの生体組織は、外的力学負荷を受けることによって強化・成長する機構が内在する興味深い材料である。しかし、材料科学の世界では、このように力学負荷を積極的に利用して機能発現・転化するような人工材料はほとんど知られていない。近年、高分子化学の分野では力学負荷を化学反応に変換するような分子メカニズムが幅広く研究されている。しかし、その多くは分子メカニズムの提案や解明に留まっており、力学負荷に応じて成長する材料そのものは未開拓の分野で今後の発展が待たれている状況にある。

本論文は、このような現況にある「力学負荷に応じて成長する材料」の研究に著しい進展をもたらすものである。著者は、同材料を「自己成長材料(self-growing material)」と呼称してその創製に取り組み、これを達成するに至った。

具体的な研究内容と到達点は以下の通りである。まず筆者は、現行の力学応答システムの研究に関して生命科学分野から化学、材料科学分野までを俯瞰した。この分析から、筆者は力学誘起化学反応の効率の悪さがボトルネックであると考え、それを解決するためにダブルネットワーク(DN)ゲルを用いる戦略を策定した。筆者は、力を印加したDNゲルに観察される内部破壊現象によって大量のラジカル種（メカノラジカル）が発生し、これをラジカル重合に利用することで効率的な力学誘起化学反応を実現できるとの仮説を立てた。本仮説を検証するため、筆者はまず鉄の酸化反応を用いて、DNゲル中で生じるメカノラジカル量の定量評価を行った。これにより、DNゲル中では特異的に大量のメカノラジカルが生じていることを明らかにした。続いて筆者は、このメカノラジカルを用いてDNゲル中で効率的なラジカル重合を誘起できることを実証した。すなわち、DNゲルに力学負荷を与えるとゲル内部で高分子合成を行える、という斬新な結果である。そして、筆者はこのメカノラジカル重合を利用することで、力学負荷に応じて強く・大きく成長するDNゲルを実現した。同材料は生体組織と同様に外界から栄養を取り込み繰り返し成長することが可能な点で非常に革新的な成果であると評価できる。さらに、筆者は同機構をハイドロゲル以外の材料にも展開するため、無溶媒DNエラストマーの創製も達成した。

このように筆者は、現行の課題をよく観察した上で自らの戦略を策定し、最終的に自己成長材料の創製に到達した。本論文では、「序論」にて一般的な見地から導入した上で、「背景」では専門的な先行研究のレビュー並びにその的確な分析を行い、それらに基づき自身の戦略の提案がなされており、本研究の立ち位置と価値を担保するに十分な検討がなされている。「結果及び考察」

の各章では、系統的な実験結果に対する構造的で緻密な分析と議論がなされており、単に材料創製の達成したのみならず、背後にある原理や意義が明確化されている。「結論及び展望」では、複数章に及んだ研究成果を有機的に統合した総括を行った上で、本論文の科学的・社会的意義、および将来展開の可能性やその課題についての的確な言及がなされている。

これを要するに、著者は、力学誘起化学反応を利用した力学応答自己成長材料を世界で初めて達成しその分子的・材料科学的メカニズムに関する深い新知見を得たものであり、力学応答材料科学の分野の発展に貢献するところ大なるものがある。さらに、材料科学界から「自己成長」という新規機能の持つ材料を提案することにより、同コンセプトの材料を用いた新規プロダクト開発を誘発する期待もあり、本成果の貢献は材料科学界に留まらなないと推察できる。学位論文としての論理構成や口頭発表・試問についても申し分ない。

よって著者は、北海道大学博士（生命科学）の学位を授与される資格あるものと認める。