

京都大学教育研究振興財団助成事業  
成 果 報 告 書

平成29年 8月 10日

公益財団法人京都大学教育研究振興財団  
会 長 辻 井 昭 雄 様

所属部局・研究科 工学研究科

職 名・学 年 修士課程2年

氏 名 竹 田 宏 典

助 成 の 種 類	平成 29 年度 ・ 国際研究集会発表助成		
研 究 集 会 名	第26回国際バイオメカニクス会議 The 26th Congress of the International Society of Biomechanics		
発 表 形 式	口頭発表		
発 表 題 目	眼杯形成における組織の成長と収縮の力学的作用の有限要素解析 Finite element investigation of mechanical roles of tissue growth and constriction during optic-cup morphogenesis		
開 催 場 所	オーストラリア, ブリスベーン コンベンション・エキシビジョンセンター		
渡 航 期 間	平成29年 7月22日 ~ 平成29年 7月28日		
成 果 の 概 要	タイトルは「成果の概要／報告者名」として、A4版2000字程度・和文で作成し、添付し て下さい。「成果の概要」以外に添付する資料 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有( )		
会 計 報 告	交付を受けた助成金額	200,000円	
	使用した助成金額	200,000円	
	返納すべき助成金額	0円	
	助 成 金 の 使 途 内 訳	学会参加登録費	44,276円
		宿泊費	28,812円
		ETAS申請料	972円
航空賃・交通費(一部)		125,940円	
当財団の助成についで	(今回の助成に対する感想、今後の助成に望むこと等お書き下さい。助成事業の参考にさせていただきます。) 国際会議への参加を支援頂き感謝いたします。貴財団の助成を頂いて国際会議で発表を行い、国内外の研究者と交流できたことは、非常に良い経験となりました。また、本プログラムでは、出発前に振込を行って頂けたことと、簡便な手続きで申請から成果報告まで行えたことを大変有難く思います。		

## 成果の概要／竹田宏典

会議名： The 26th Congress of International Society of Biomechanics  
(ISB2017, 第26回国際バイオメカニクス会議)

開催地： Brisbane Convention & Exhibition Centre, Brisbane, Australia

会期： 2017年7月23日～27日

### 1. 会議の概要

2017年7月23日～27日にかけて、オーストラリア、ブリスベンのBrisbane Convention & Exhibition Centreで行われたThe 26th Congress of International Society of Biomechanicsは、バイオメカニクス(生体力学)研究分野に携わる世界の研究者が一堂に会する国際会議である。バイオメカニクスは、生体の構造や運動を力学的な観点から探求し、そこから得られる知見の応用を目指す学問である。本国際会議は、International Society of Biomechanicsの年次大会であり、太平洋周辺諸国を中心とした国際会議The 9th Asian-Pacific Conference on Biomechanics(AP Biomech2017)との共同開催であった。主要なテーマは、筋骨格系のバイオメカニクス、臨床バイオメカニクス、コンピュータとシミュレーション、損傷とリハビリテーション、手・手首のバイオメカニクス、スポーツバイオメカニクス、歩行と姿勢、実験技術、ロボティクス・義肢であり、全460件のポスター発表と、600件を超える口頭発表が行われた。

### 2. 研究報告の概要

“Finite element investigation of mechanical roles of tissue growth and constriction during optic-cup morphogenesis”というタイトルで口頭発表を行った。

生体の眼などの器官が形成される形態形成の過程では、生体組織を構成する細胞が協調的に活動することにより進行する。その過程で、細胞が周囲に及ぼす力学的な作用が組織変形の駆動力となる。眼の初期発生過程で見られるカップ状組織の眼杯の形成は、細胞活動から生じる組織の成長と収縮により進行することが先行研究から示唆されている。球殻形状の眼胞の一部の領域が、成長にともなって球殻の内側へ陥入し、眼杯が形成される。このとき、眼胞内側の面には、収縮力が働いているが、陥入する領域では、その収縮力が緩和する。近年、機能的な器官の再生を目指す再生医療などの分野において、器官が形成されるメカニズムの解明が望まれているが、その形成の駆動力となる細胞活動が、組織変形に対して担っている役割の理解には至っていない。そこで、本研究では、組織の成長と収縮を表現する連続体力学に基づく数理モデルを用いて、計算機シミュレーションを行った。眼杯形成の再現シミュレーションを通じて、組織の成長の不均一性と組織内の残留応力が形成過程に影響を与えることを明らかにした。

連続体力学の枠組みにおいて、先行研究にて、成長と収縮を表現する数理モデルがそれぞれ提案されている。本研究では、生体組織の成長と収縮を表現するため、これらのモデルに基づいて、細胞活動から生じる組織変形のシミュレーション手法を構築した。

構築したシミュレーション手法を用いて眼杯形成を再現した。実際の眼杯形成において、成長する領域は、球殻の内側ほど大きく成長することが観察されていることから、本研究では、

組織成長の不均一性を考慮し、陥入現象を再現した。これに対して、組織を均一に成長させた場合、陥入に失敗した。その原因として、組織内部の応力分布を可視化することにより、内部に残留する応力が陥入を妨げることを明らかにした。実際、この残留応力を取り除いた後、組織を均一に成長させると、組織は陥入した。以上の結果から、成長の不均一性と組織内部の残留応力が眼杯形成過程における陥入現象の成否に影響を与えることが明らかになった。先行研究にて観察されている細胞核の移動や眼胞外側に存在する細胞外基質が、成長の不均一性を生み、陥入を進行させると考えられる。また、生体組織の材料的な性質である粘性により内部の応力が緩和し、陥入を容易にしていると考えられる。

発表では、研究内容について様々な研究者から意見をいただくことができた。特に、本研究で着目した細胞活動のよりミクロなメカニズムとして、生化学反応を考慮してはどうか、とのアイデアをいただいた。報告者の発表に関する示唆や、他の研究者の発表から得た知識を今後の研究に生かしていきたい。

### 3. 参加の意義

本会議では、数多くの口頭発表とポスター発表が行われた。バイオメカニクス研究領域において研究されている主要なテーマについて、様々な研究を知ることにより、研究領域の全体像を把握することができた。また、本会議のテーマの中でも、マクロな筋骨格系の研究が多い印象を受け、そのテーマを持つ研究者に、自身の研究をどのように説明すべきかを考える必要性に気付くことができた。

世界のトップレベルの研究者の発表を直接聴くことにより、将来到達すべき発表技術を確認することができた。特に、本会議は、AP Biomech2017 との共同開催ということもあり、英語を第2学国語とするアジアの国々から参加している研究者が多かったため、報告者自身が目指す英語レベルを知ることができた。

本会議に参加したことにより、今後の研究や発表技術において取り組むべき目標が明確となり、非常に意義があったと考える。

### 4. 謝辞

貴財団から助成を頂けたことで、本国際会議に参加し研究発表を行うことができ、貴重な経験を得ました。ここに心より感謝申し上げます。今回の発表経験と獲得した知見を糧に、自身の研究に邁進して参ります。