

SG3 for 2023

「生命のダイナミクスを観て(観察)考える(数理)」

高橋淑子	(生物学専攻)	教授 (SG3代表)
國府寛司	(数学・数理解析専攻)	教授
荒木武昭	(物理学・宇宙物理学専攻)	准教授
稲葉真史	(生物学専攻)	助教
平島 剛志	(シンガポール国立大学)	准教授

本スタディグループでは、おもしろい論文をよみながら、**生物**—**物理**—**数学**の間を行ったり来たりする予定です。セミナー形式で行い、スケジュールは参加者間で日程調整します。

昨年度よんだ
おもろい論文

生き物の“かたち”を数理で探る

参加
教員

◎高橋淑子（教授 生物科学専攻）
國府寛司（教授 数学・数理解析専攻）
荒木武昭（准教授 物理学・宇宙物理学専攻）

Nature誌：ハーバード大学より2011年に発表

ARTICLE

4 AUGUST 2011 | VOL 476 | NATURE | 57

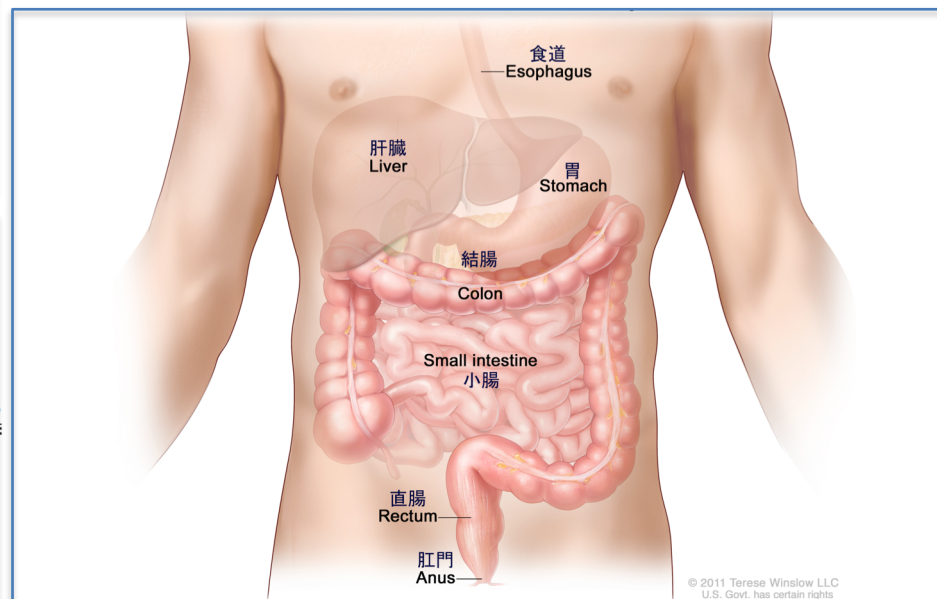
doi:10.1038/nature10277

On the growth and form of the gut

Thierry Savin^{1†*}, Natasza A. Kurpios^{2†*}, Amy E. Shyer^{2*}, Patricia Florescu¹, Haiyi Liang^{1†}, L. Mahadevan^{1,3,4,5,6,7}
& Clifford J. Tabin²

The developing vertebrate gut tube forms a reproducible looped pattern as it grows into the body cavity. Here we use developmental experiments to eliminate alternative models and show that gut looping morphogenesis is driven by the homogeneous and isotropic forces that arise from the relative growth between the gut tube and the anchoring dorsal mesenteric sheet, tissues that grow at different rates. A simple physical mimic, using a differentially strained composite of a pliable rubber tube and a soft latex sheet is consistent with this mechanism and produces similar patterns. We devise a mathematical theory and a computational model for the number, size and shape of intestinal loops based solely on the measurable geometry, elasticity and relative growth of the tissues. The predictions of our theory are quantitatively consistent with observations of intestinal loops at different stages of development in the chick embryo. Our model also accounts for the qualitative and quantitative variation in the distinct gut looping patterns seen in a variety of species including quail, finch and mouse, illuminating how the simple macroscopic mechanics of differential growth drives the morphology of the developing gut.

形作りの謎を解いた
学際研究の金字塔！



https://www.google.co.jp/search?q=%E8%85%B8&client=firefox-b&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKewisu-fpsMrMAhWHFJQKHYNDIUQ_AUIBygB&biw=1811&bih=1183#imgrc=1-2VjIXOns34yM%3A

私たちの腸はグニャグニャしている



このループは一体なんだ？



全く新しい発想を取り入れた
解析を行った

[実験科学]—[物理モデル]—[数理計算]の協働を目指す

腸とその周辺組織の“引っ張り合う力”が釣り合って腸ループが形成される

実験観察



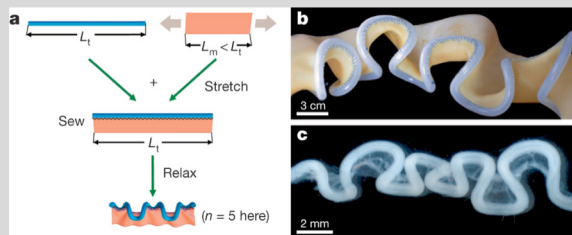
異分野の研究者(院生)が集まって、みんなで読みました。



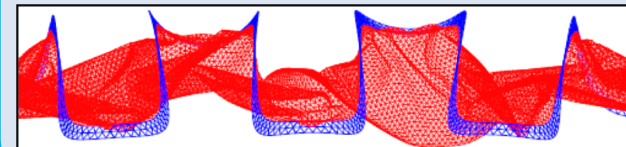
議論することの喜びがありました！

融合研究

物理モデル
ゴム板で腸ループを再現



離散モデルを用いた
数理シミュレーション



MACS実習:「ワイワイとなごやかに」



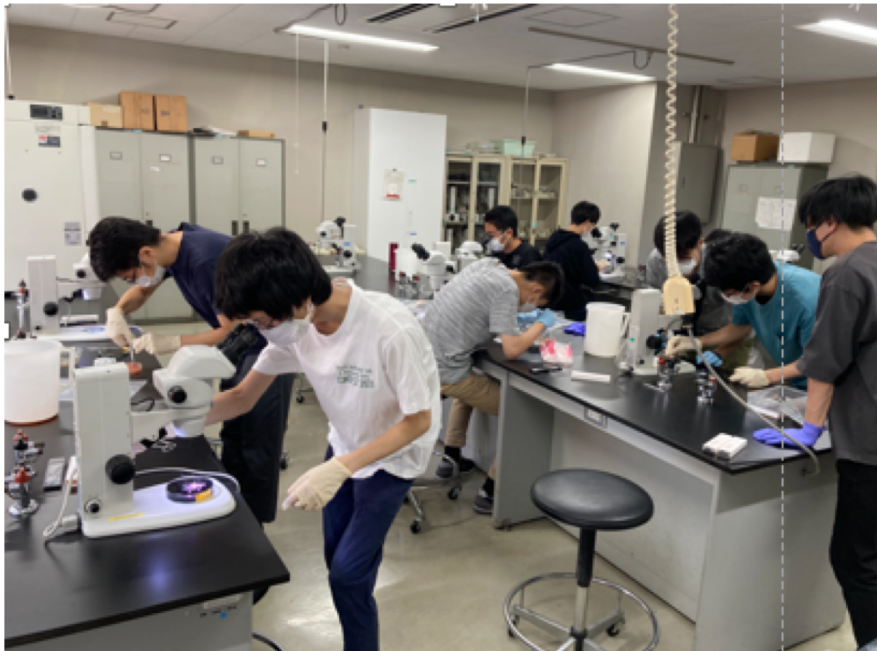
腸ループを実際に作ってみた



ゴムの硬さでいろいろなループができた



ゴムはホームセンターで買ってきた



実際に生き物を見る実習もあります

生きたニワトリ胚を顕微鏡でみて、
「わー、ちっこー！！」

2023年度に読む論文(たとえば)

Cell

Article

A genetically tractable jellyfish model for systems and evolutionary neuroscience

Brandon Weissbourd,^{1,2,3,*} Tsuyoshi Momose,⁴ Aditya Nair,^{1,2,3} Ann Kennedy,^{1,2,3,5} Bridgett Hunt,^{1,2,3} and David J. Anderson^{1,2,3,6,*}

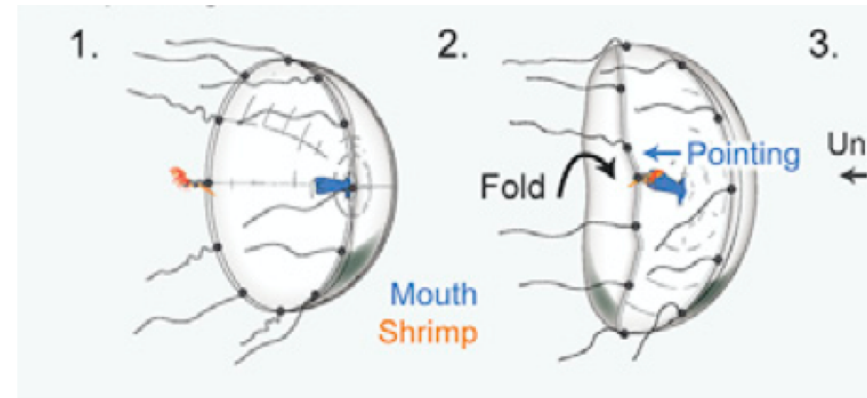
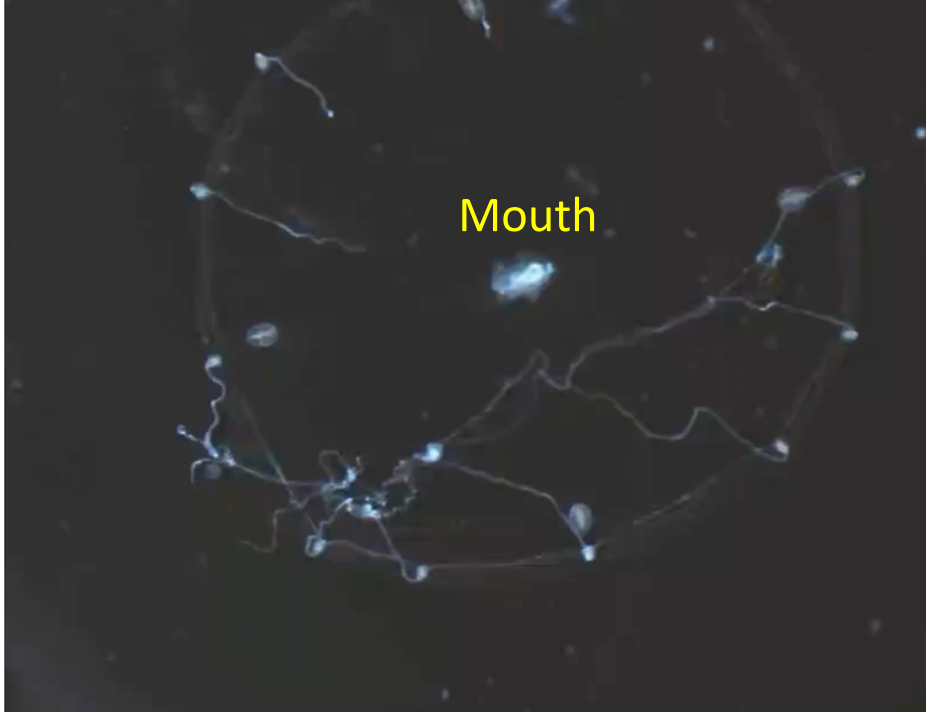
¹Division of Biology and Biological Engineering 140-18, California Institute of Technology, Pasadena, CA 91125, USA

²Howard Hughes Medical Institute, California Institute of Technology, Pasadena, CA 91125, USA

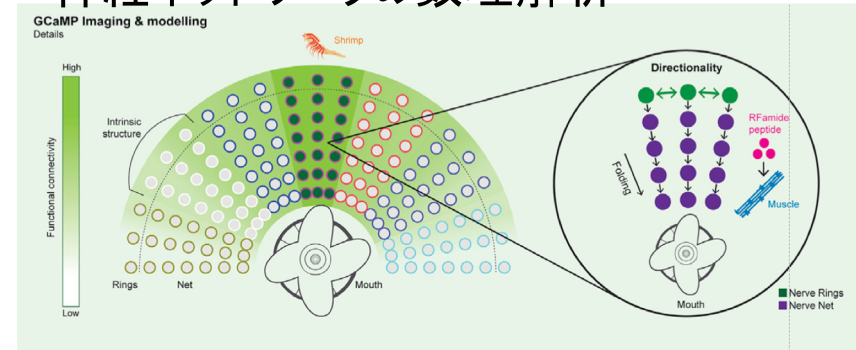
³Tianqiao and Chrissy Chen Institute for Neuroscience, California Institute of Technology, Pasadena, CA 91125, USA

⁴Sorbonne Université, CNRS, Laboratoire de Biologie du Développement de Villefranche-sur-Mer (LBDV), 06230 Villefranche-sur-Mer,

Shrimp passing through a jellyfish's mouth. The jellyfish folds its mouth to catch the shrimp. (Movie)



[餌シグナル→パッと閉じる]を可能にする
神経ネットワークの数理解析



2023年度に読む論文(たとえば)

nature
physics

ARTICLES

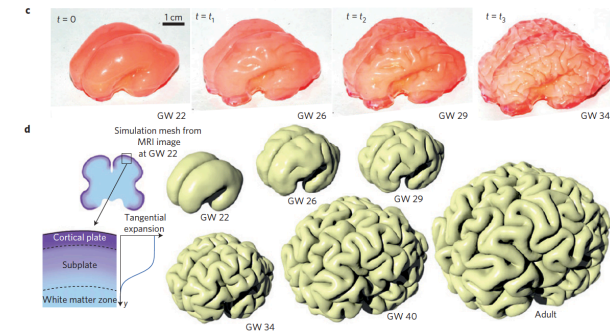
<https://doi.org/10.1038/s41567-018-0046-7>

Human brain organoids on a chip reveal the physics of folding

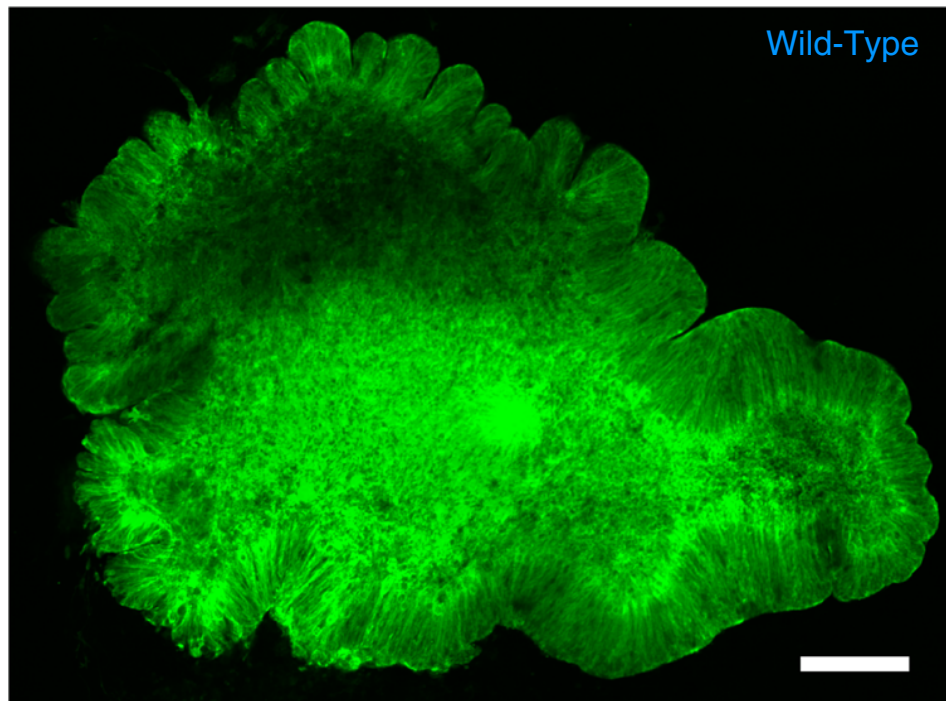
Eyal Karzbrun¹, Aditya Kshirsagar¹, Sidney R. Cohen², Jacob H. Hanna¹ and Orly Reiner^{1*}

NATURE PHYSICS | VOL 14 | MAY 2018 | 515-522 | www.nature.com/naturephysics

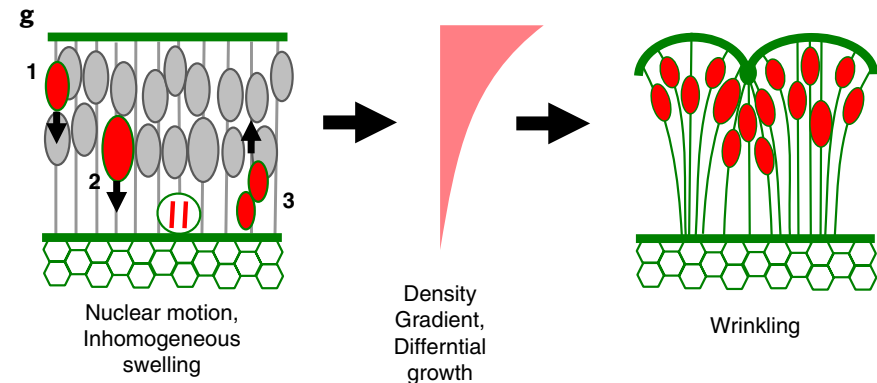
脳の「しわしわ」ってなんなんだ？



(Tallinen et al., 2016)



脳の「しわ」の物理モデルをオルガノイドを使って検証



SG3の進め方

- わりとユルイ感じで進めます。
院生・学部生OK!
- 前期や後期終了後の割と暇なときに
本物のembryoを観ます
- 日程は参加者の都合優先
- 場所は概ね2号館のセミナー室