

Tsukuba Mini Maker Faire, 2020年2月15日

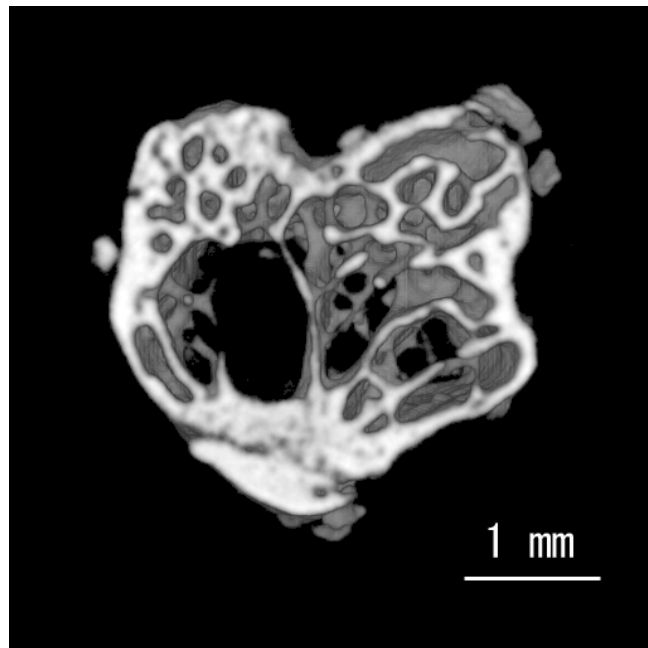
学びを変えるオープンソースな もの作り

藏田耕作

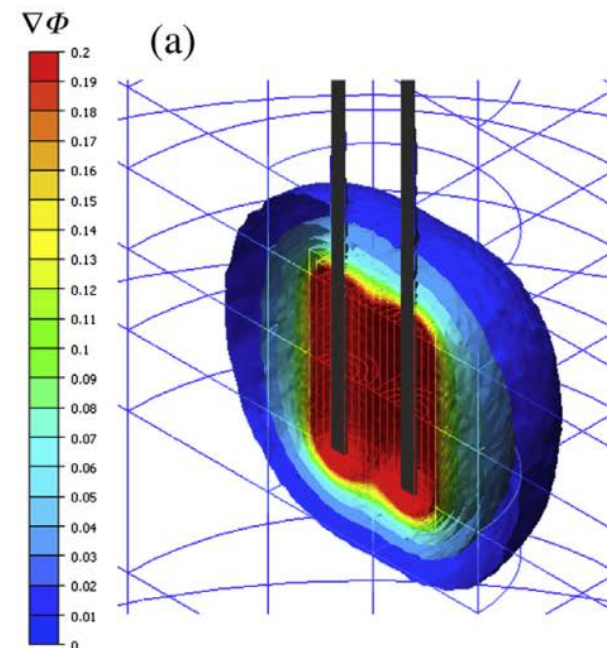
オープンソースバイウェアプロジェクト
九州大学 大学院工学研究院 機械工学部門

バックグラウンド

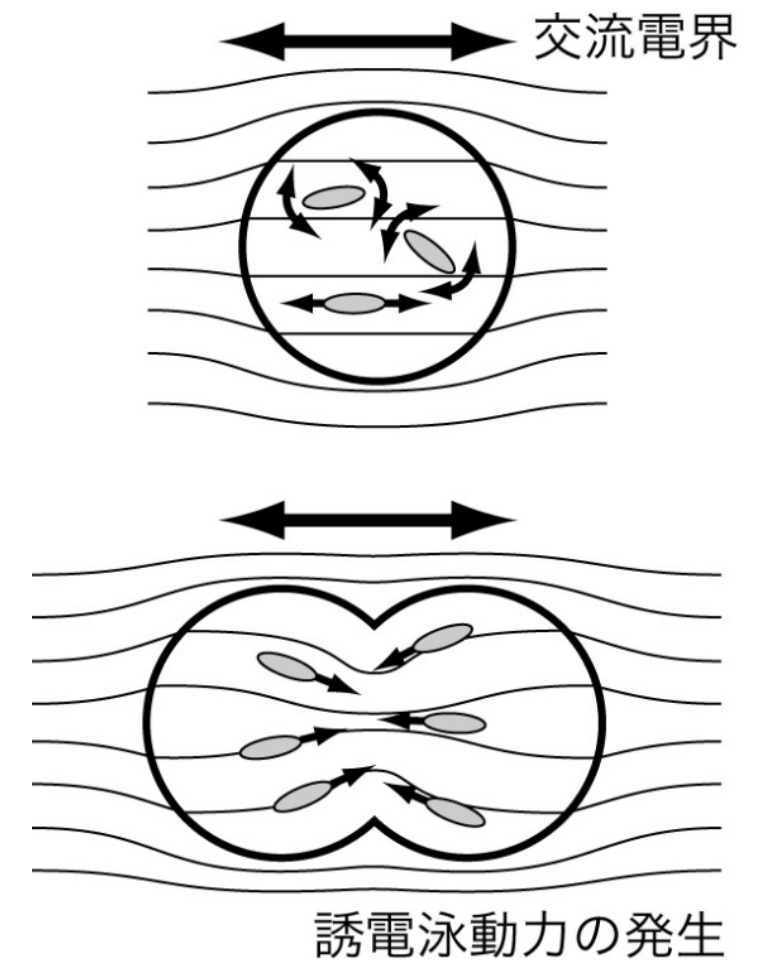
専門: 生体工学, 生体熱工学



力学刺激で
骨粗鬆症を
予防

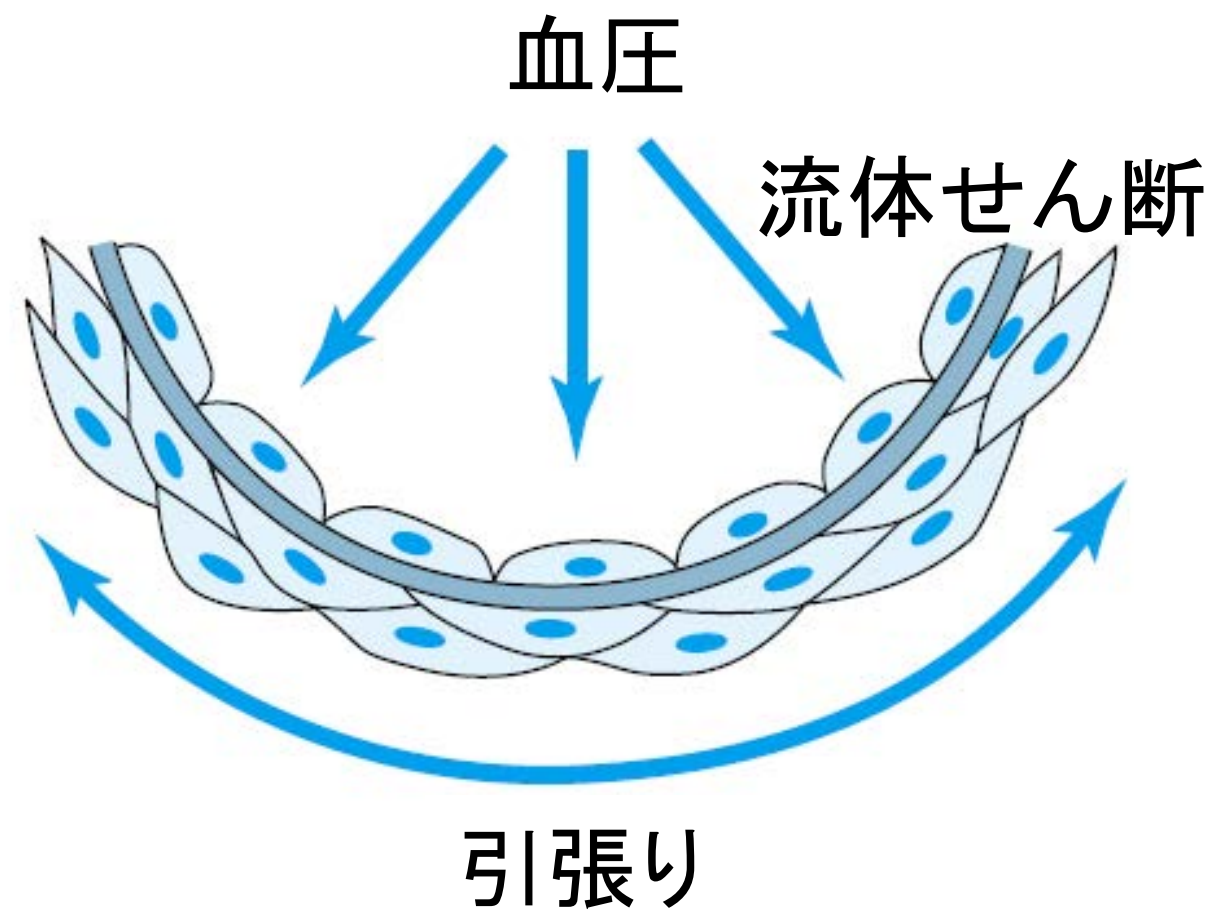


電気パルス
でがん治療

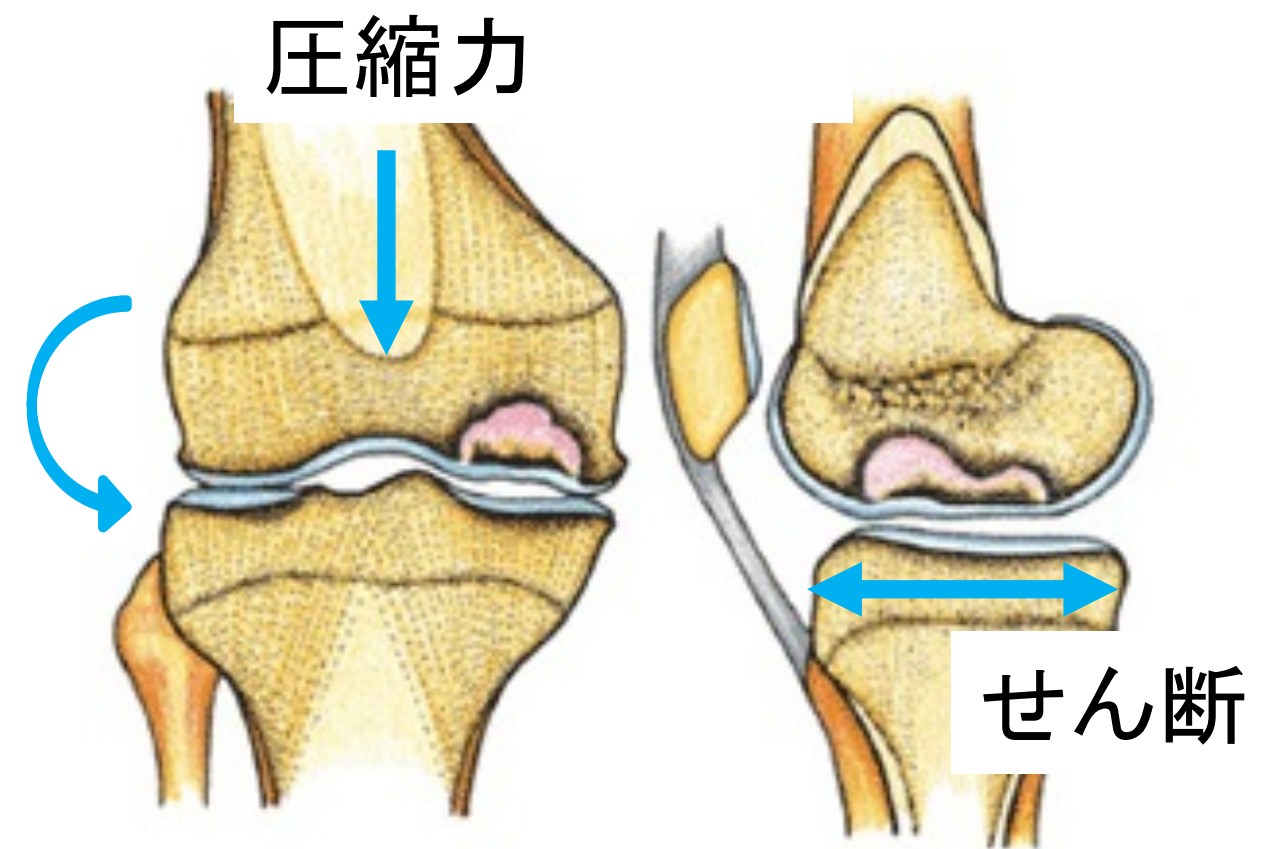


弱い電界で
がん治療

細胞にはいつも力が働いている



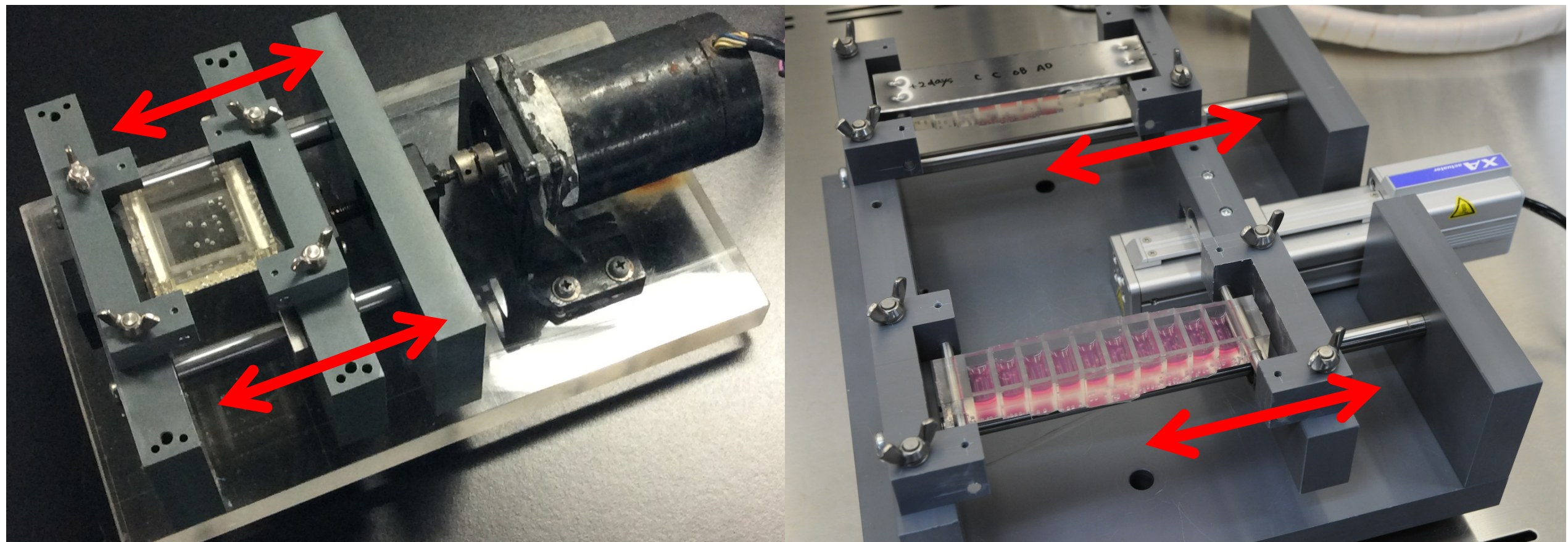
血管壁



膝関節

細胞に伸展刺激を与えるオリジナル装置

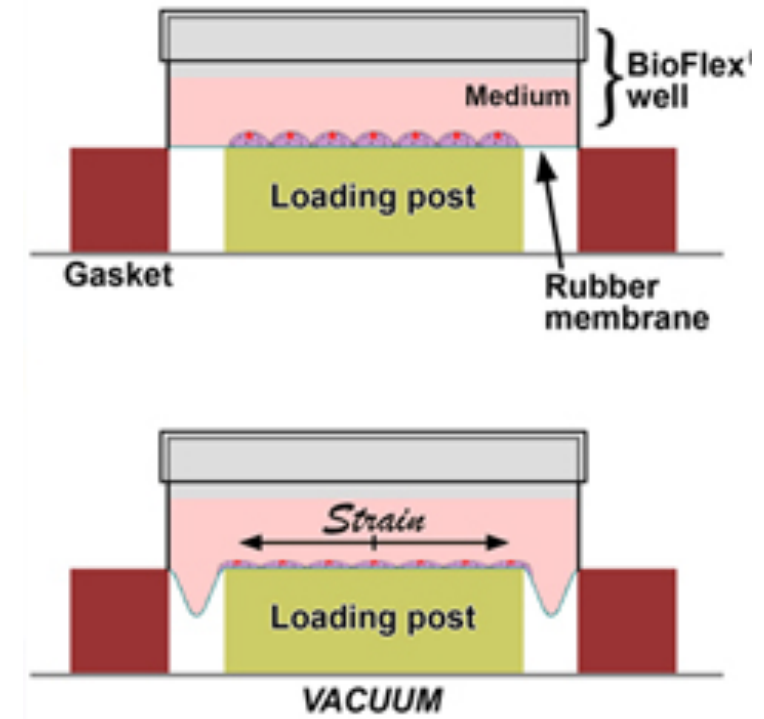
- シリコン容器に細胞を播いて引っ張る.
- ステッピングモーターとボールネジを使う.



市販製品

Flexcell system

Dr. A.J. Banes
1985年開発



Strex system

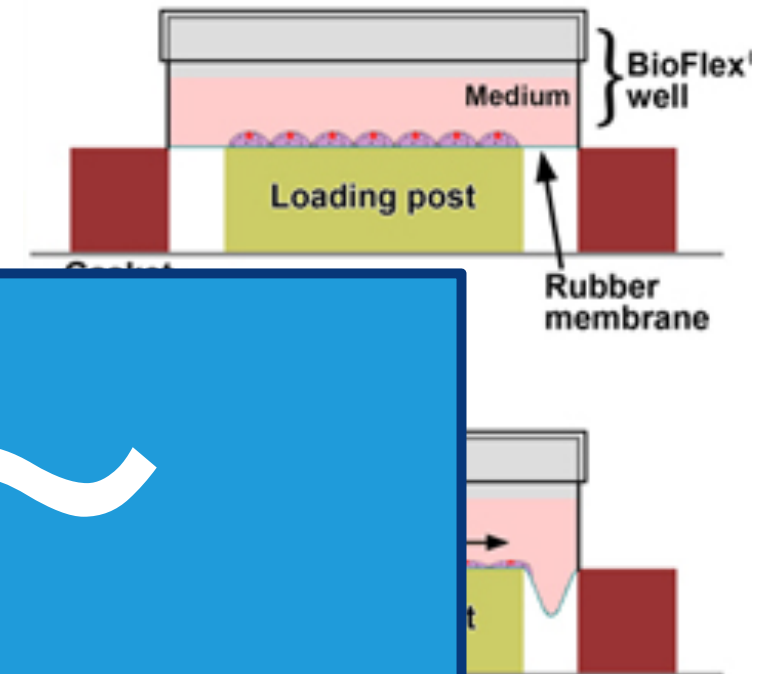
Dr. K. Naruse
1997年開発



市販製品

Flexcell system

Dr. A. J. Banes
1985



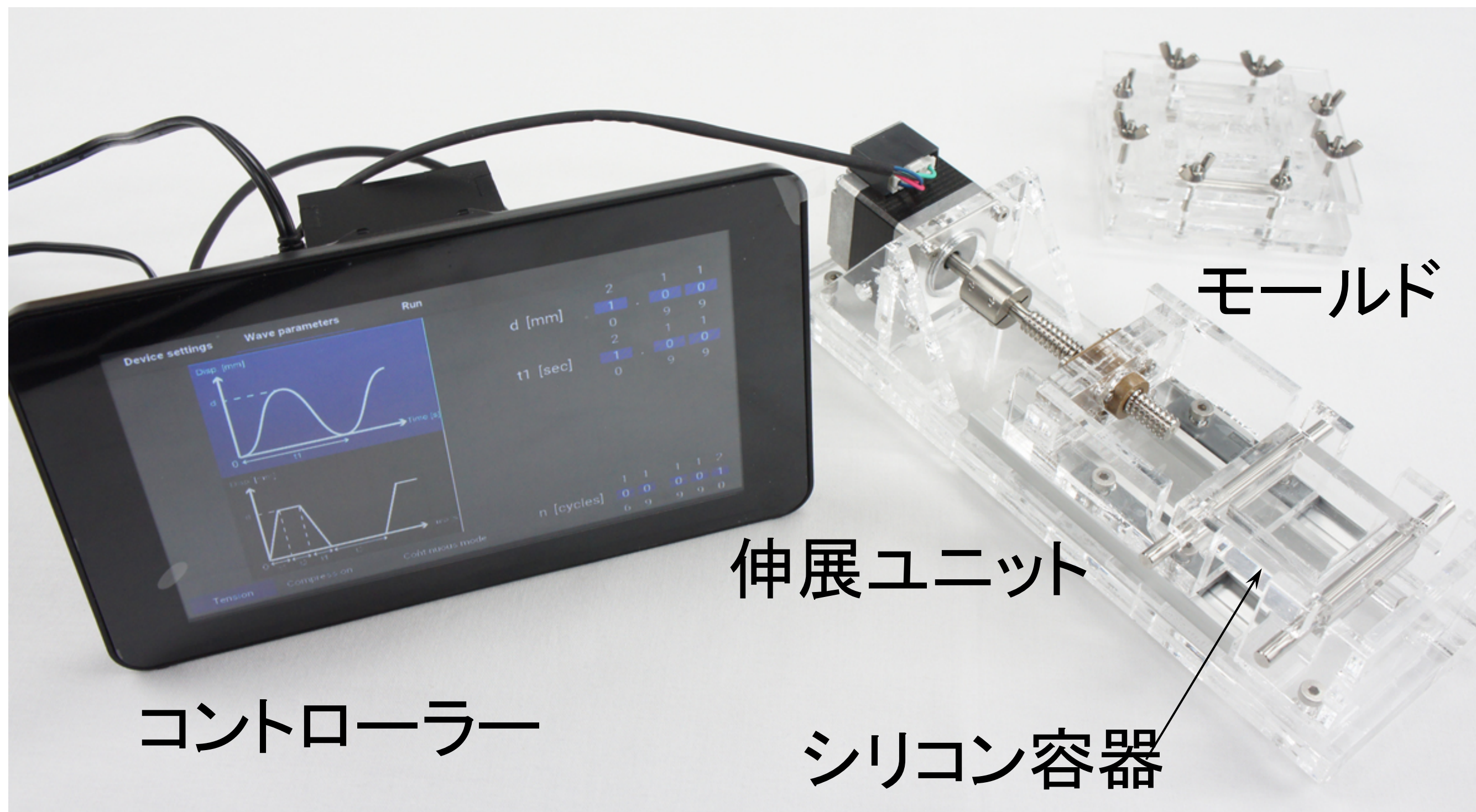
100万円～
1000万円

Strex

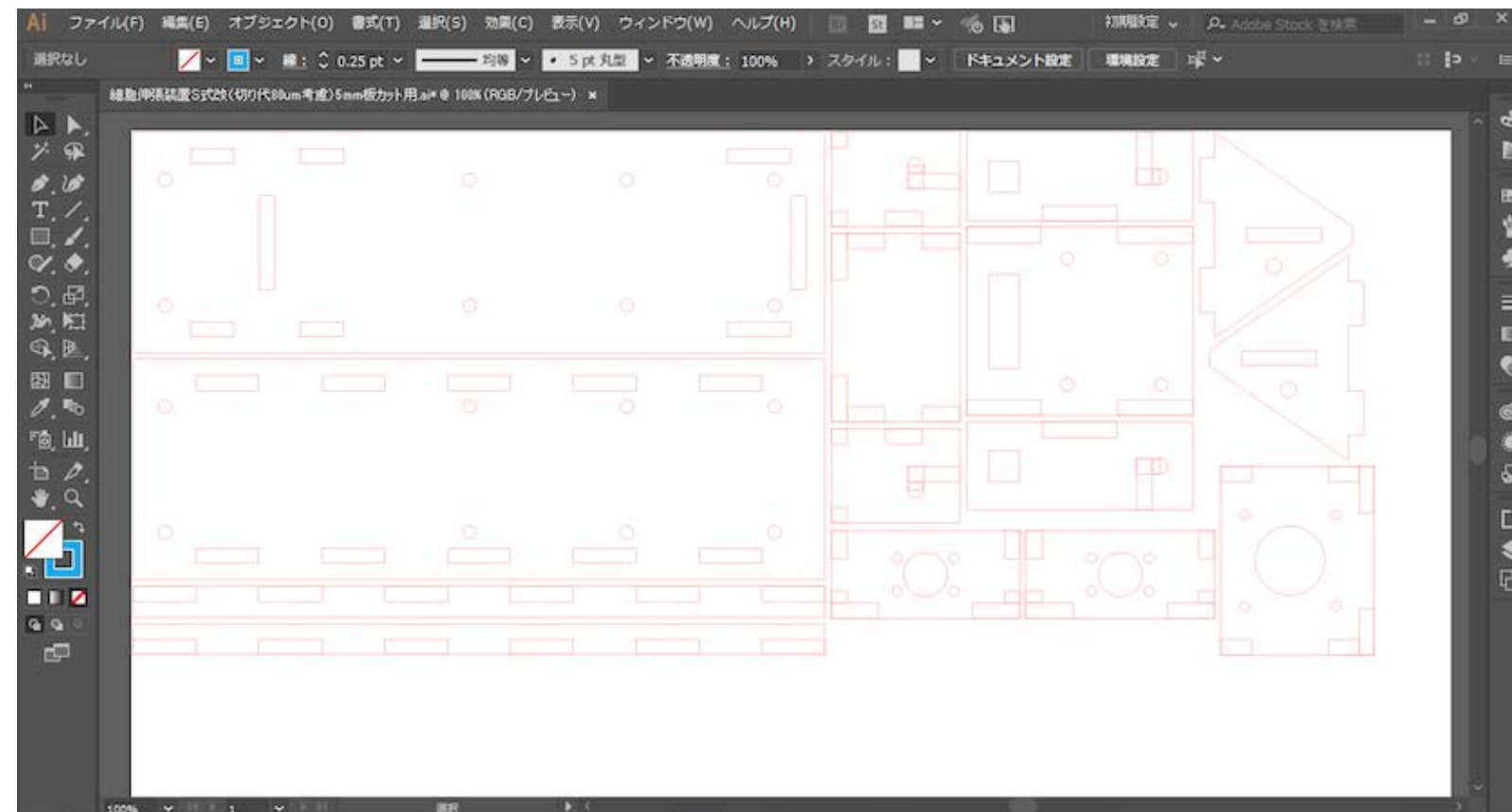
Dr. K. Naruse
1997年開発



オープンソースな細胞伸展システム

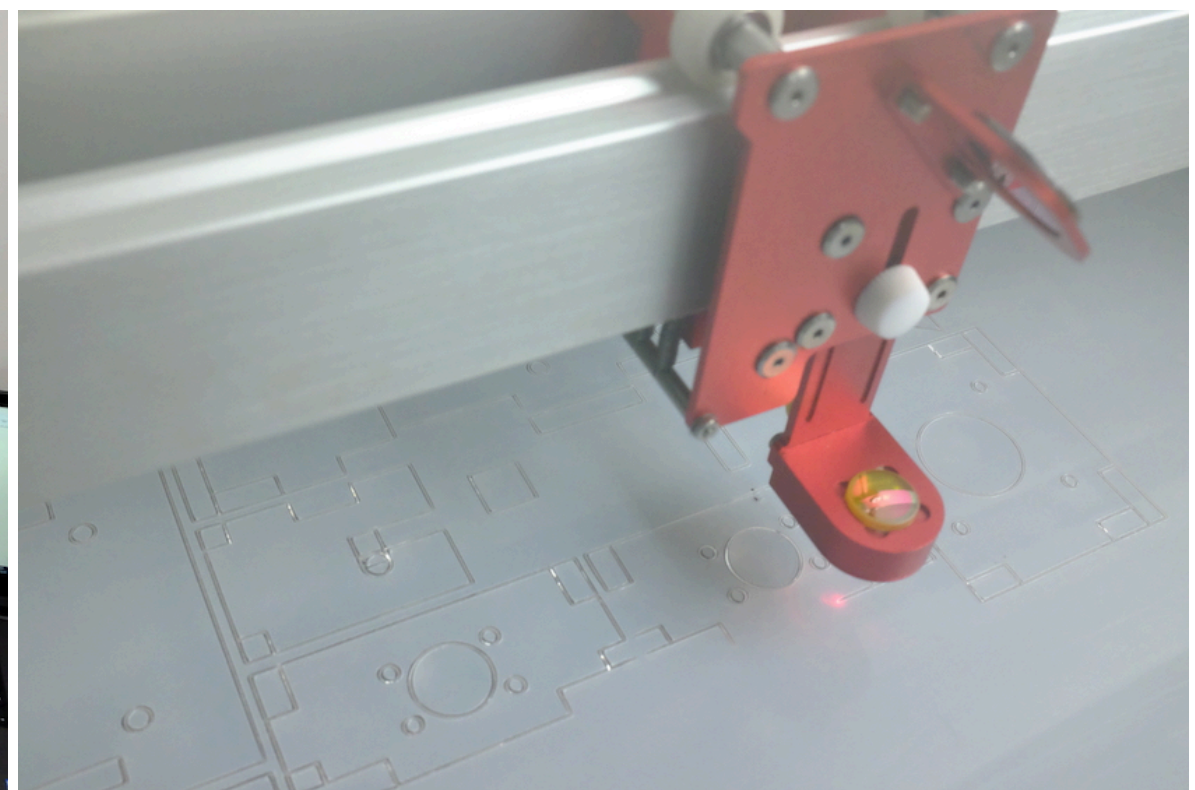
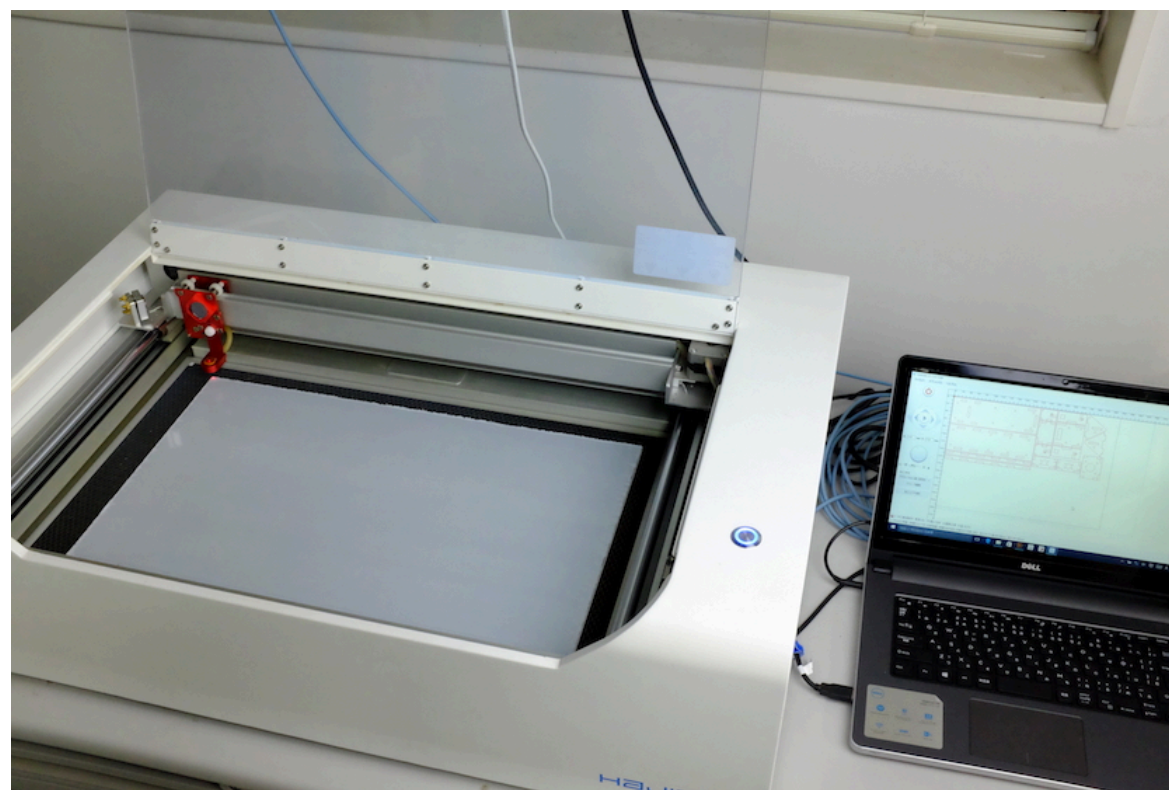


オープンソースな細胞伸展システム

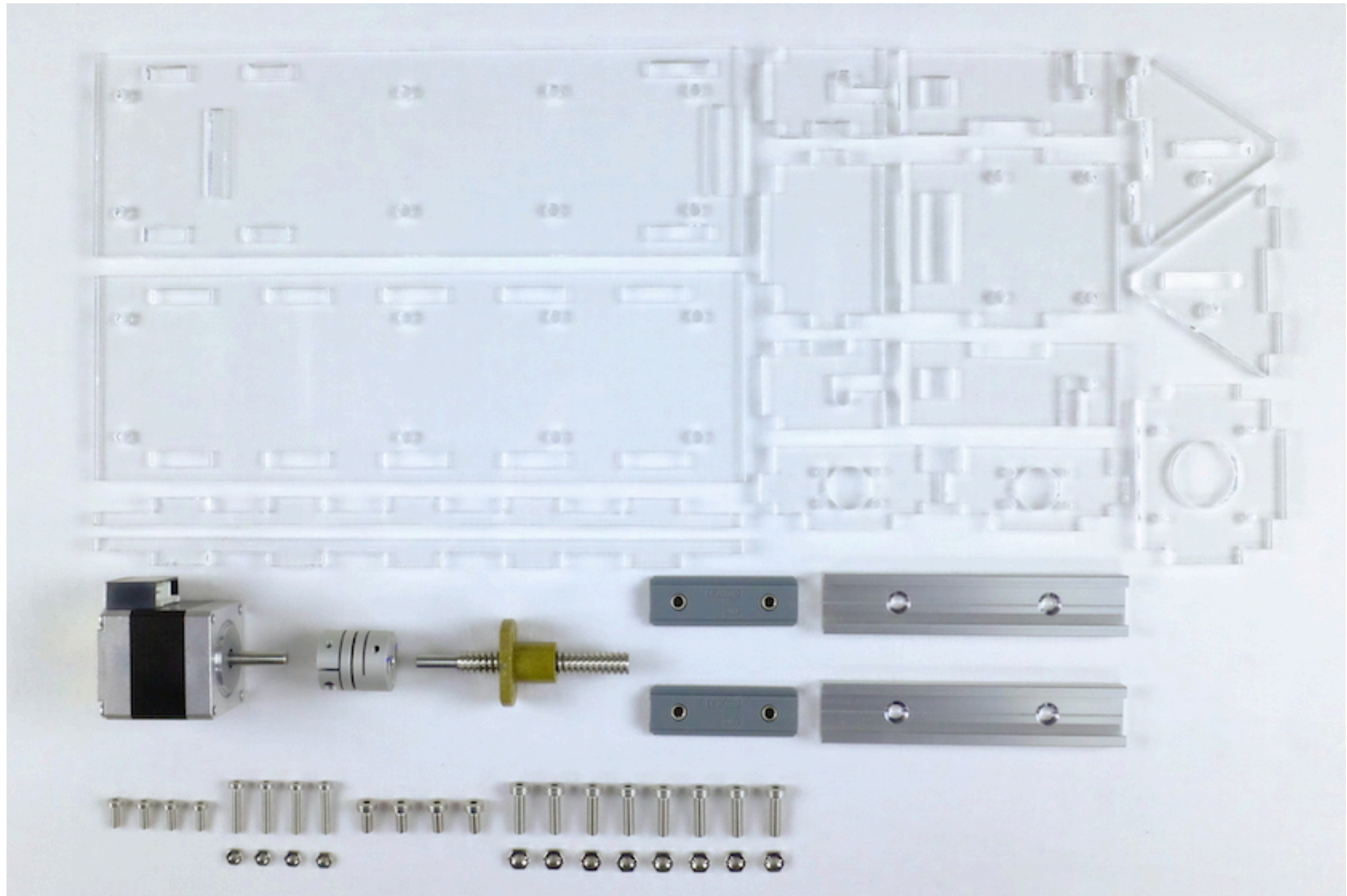


イラストレーターで
部材設計

加工に用いるのは
レーザーカッターだけ



オープンソースな細胞伸展システム

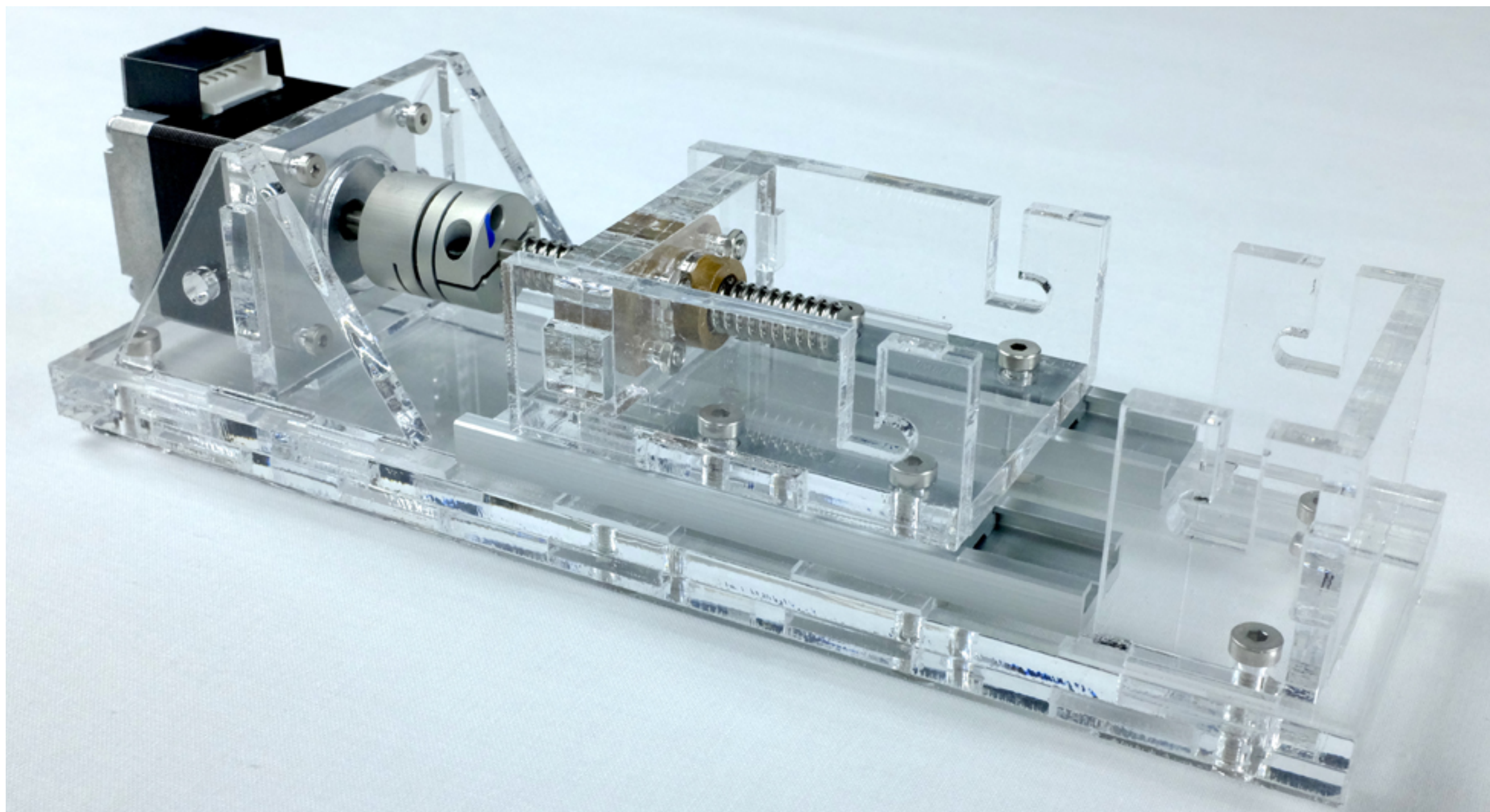


オープンソースな細胞伸展システム



ホゾをホゾ穴に差し込むだけで組み立てられる。

オープンソースな細胞伸展システム

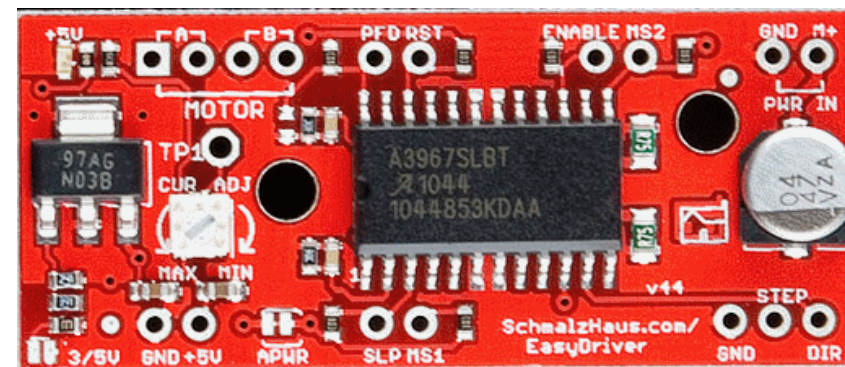


オープンソースな細胞伸展システム

タッチパネル

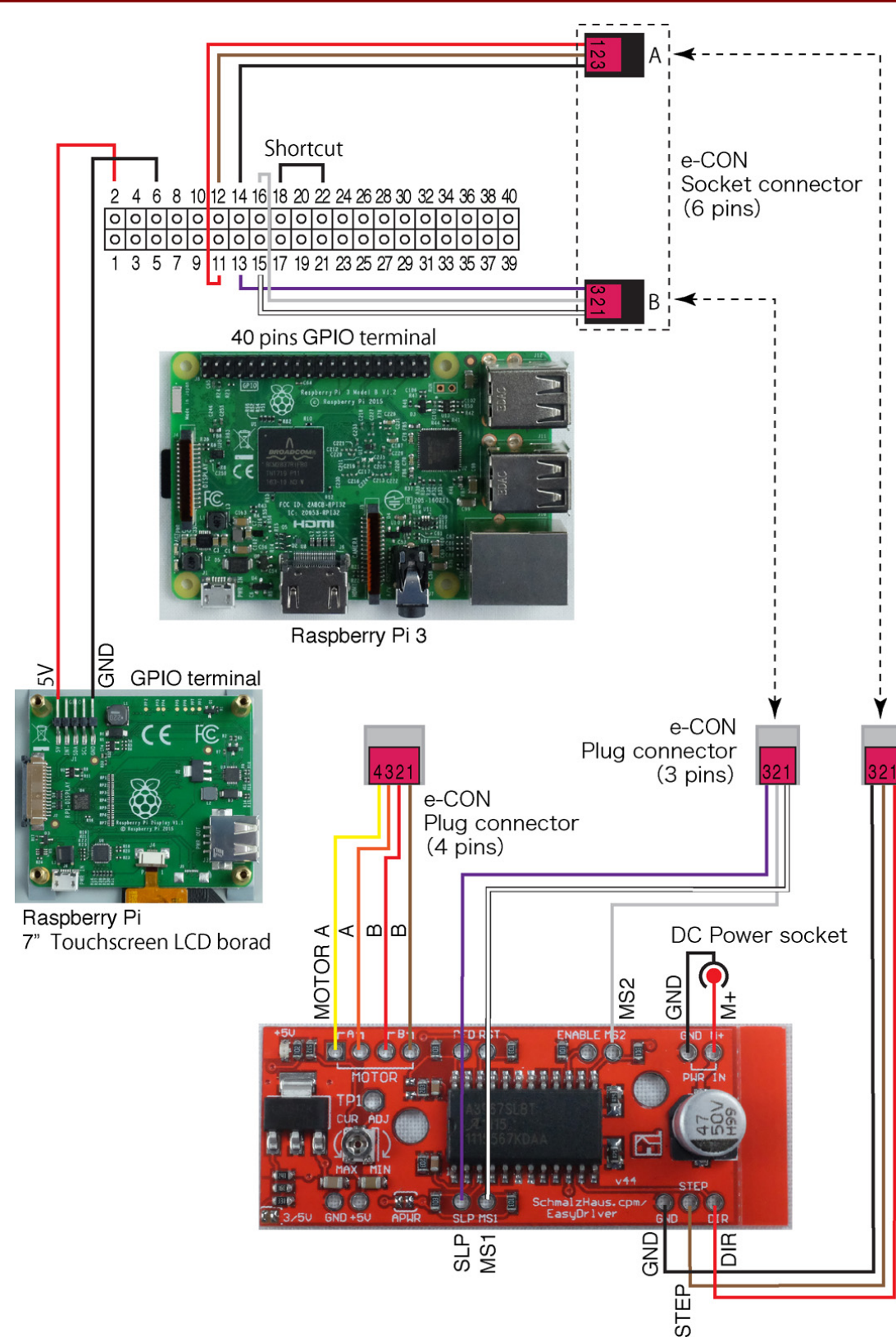


Raspberry Pi



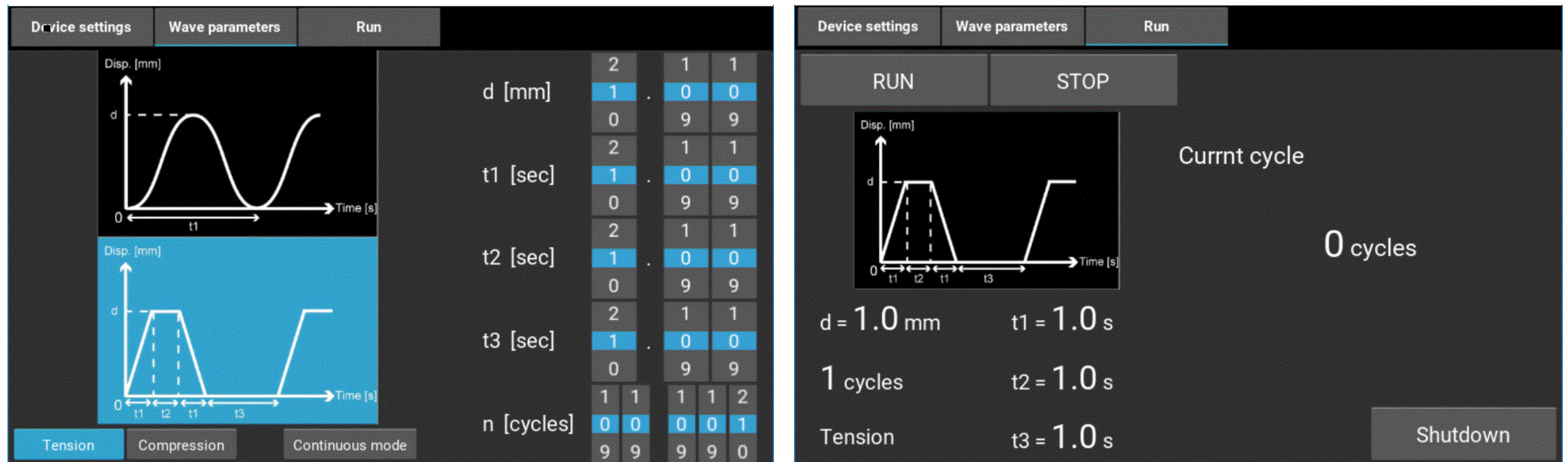
Easy Driver

オープンソースな細胞伸展システム



オープンソースな細胞伸展システム

Raspberry Pi上のRaspbian OSで動くソフトを開発



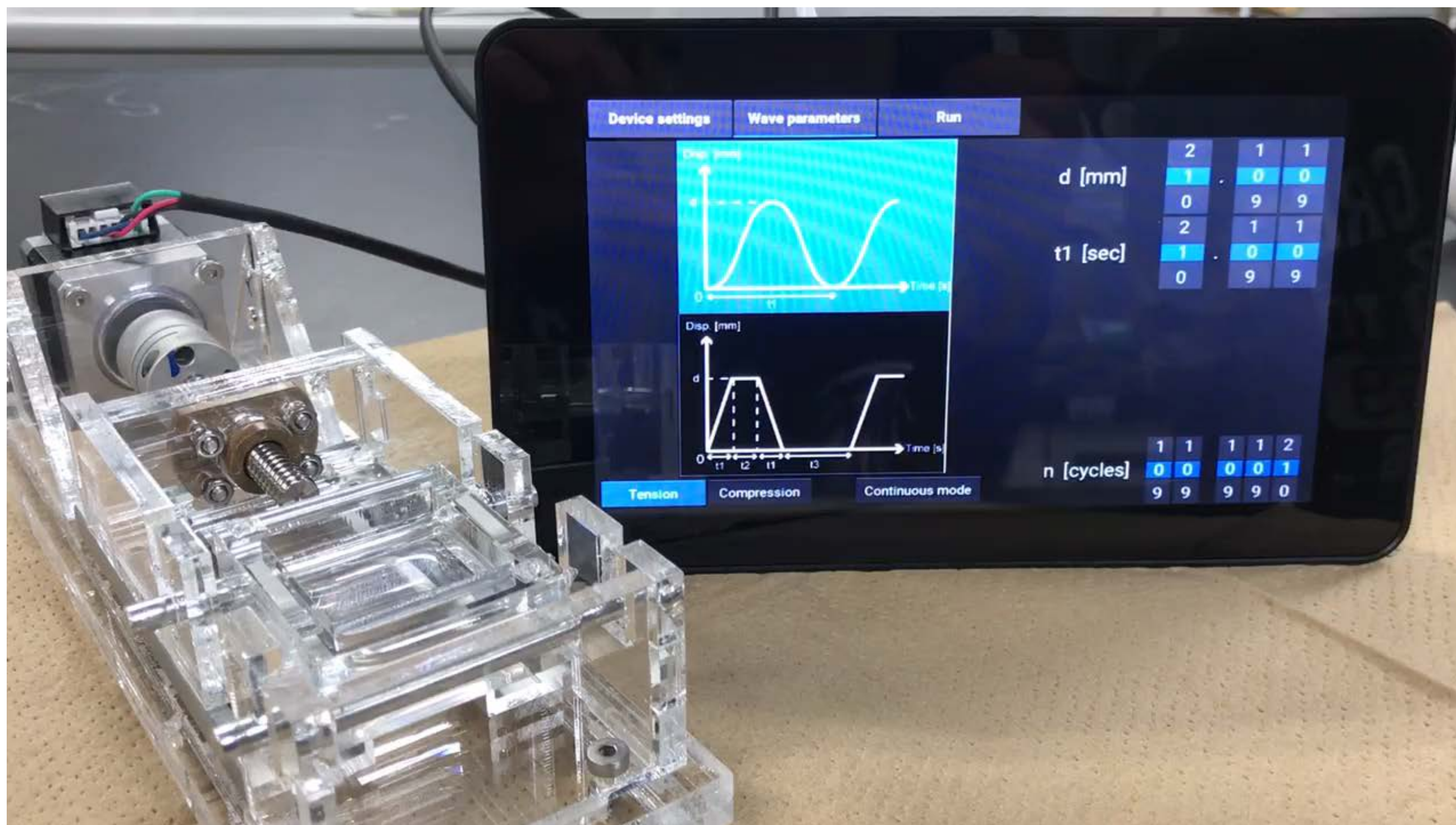
動作モード:

正弦波, 矩形波, 三角波

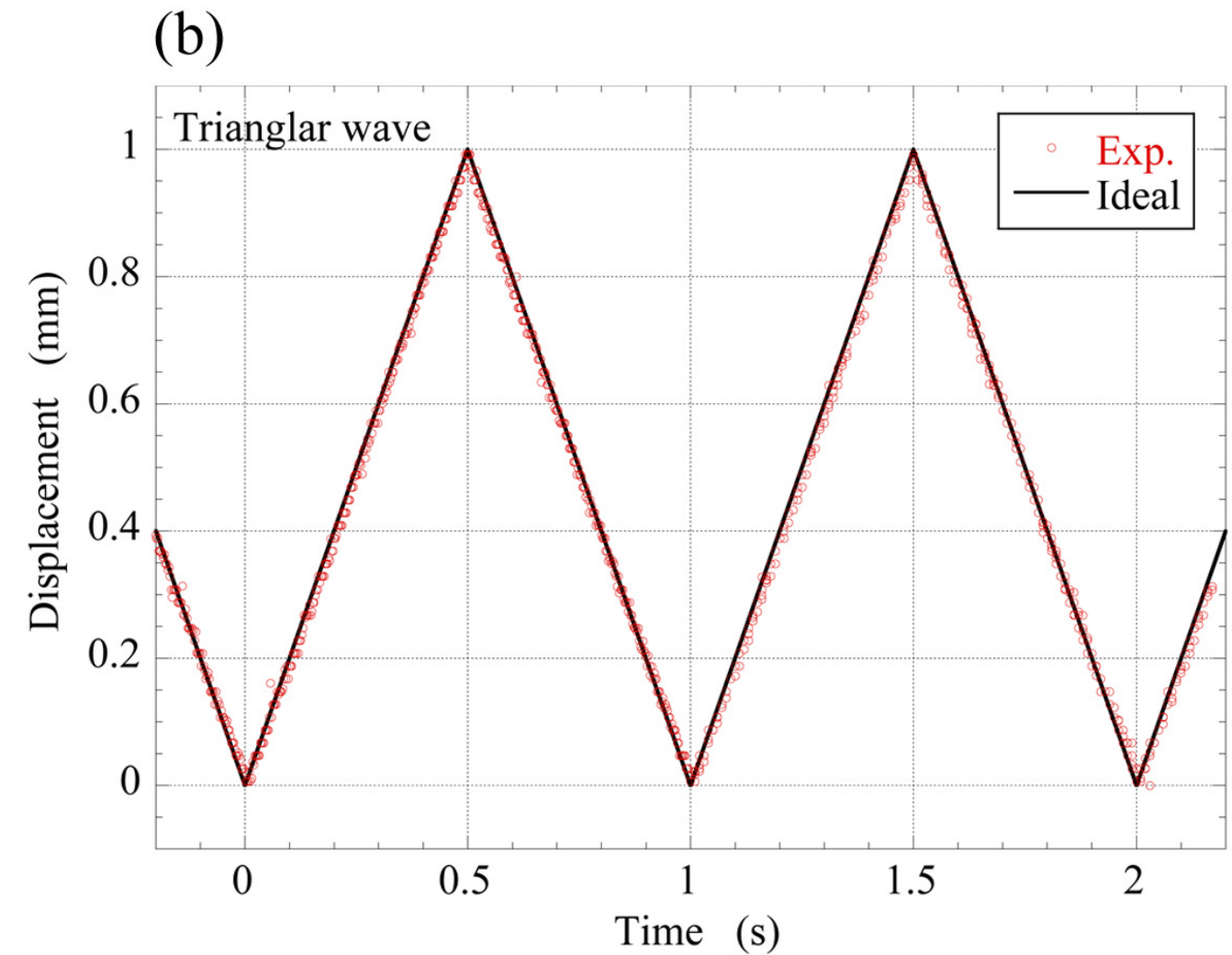
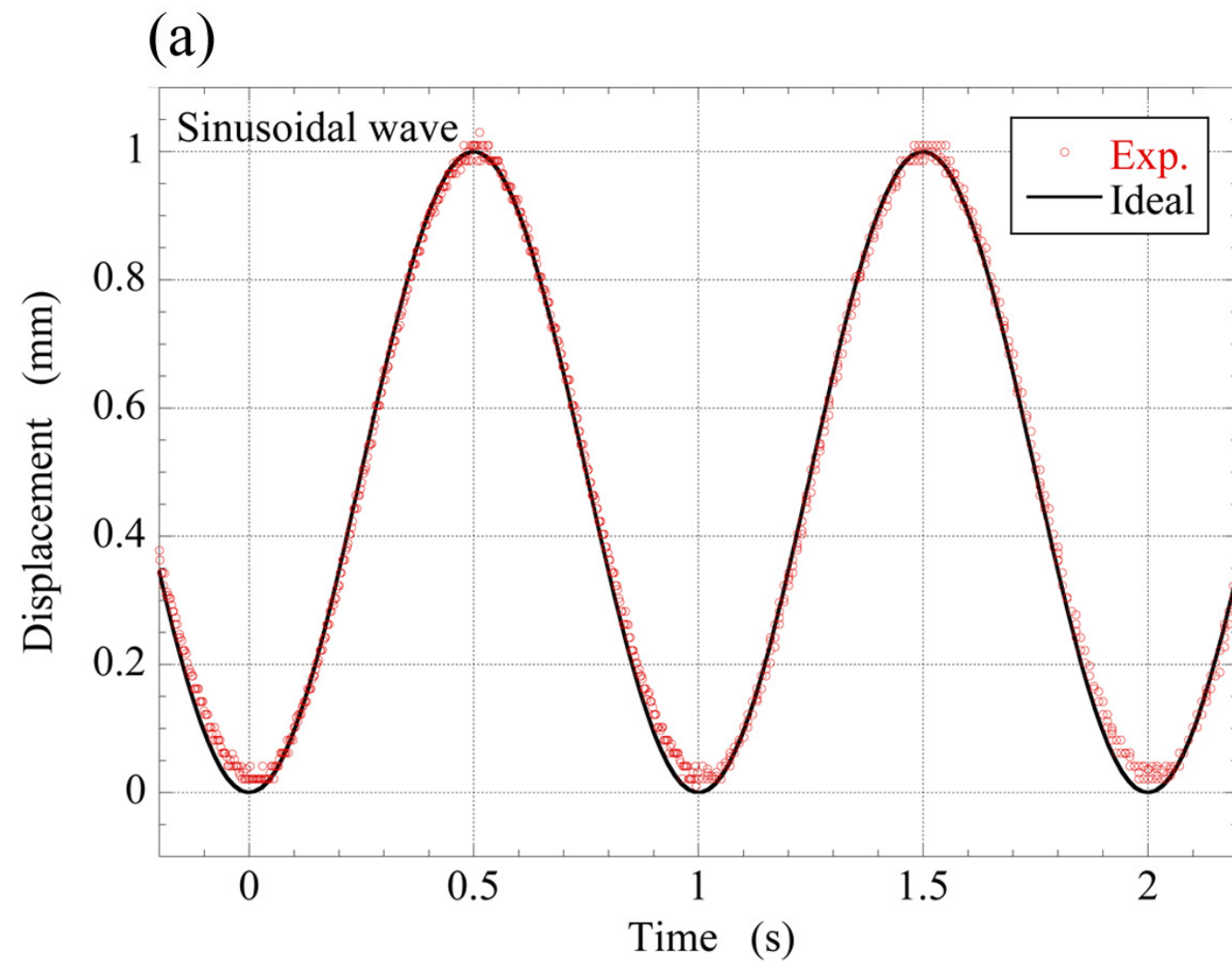
設定項目:

変位量, 周期, 繰り返し数

オープンソースな細胞伸展システム

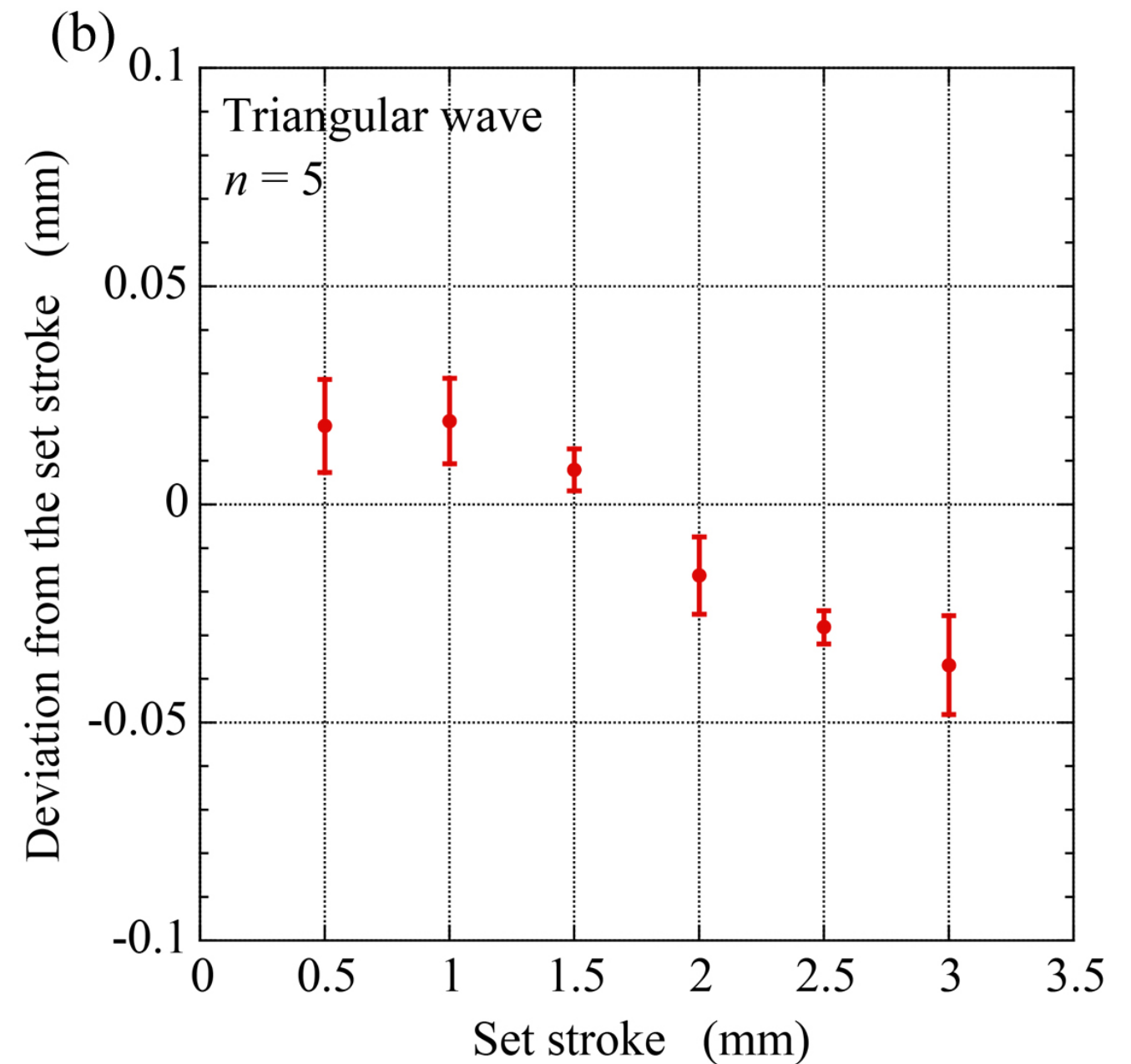
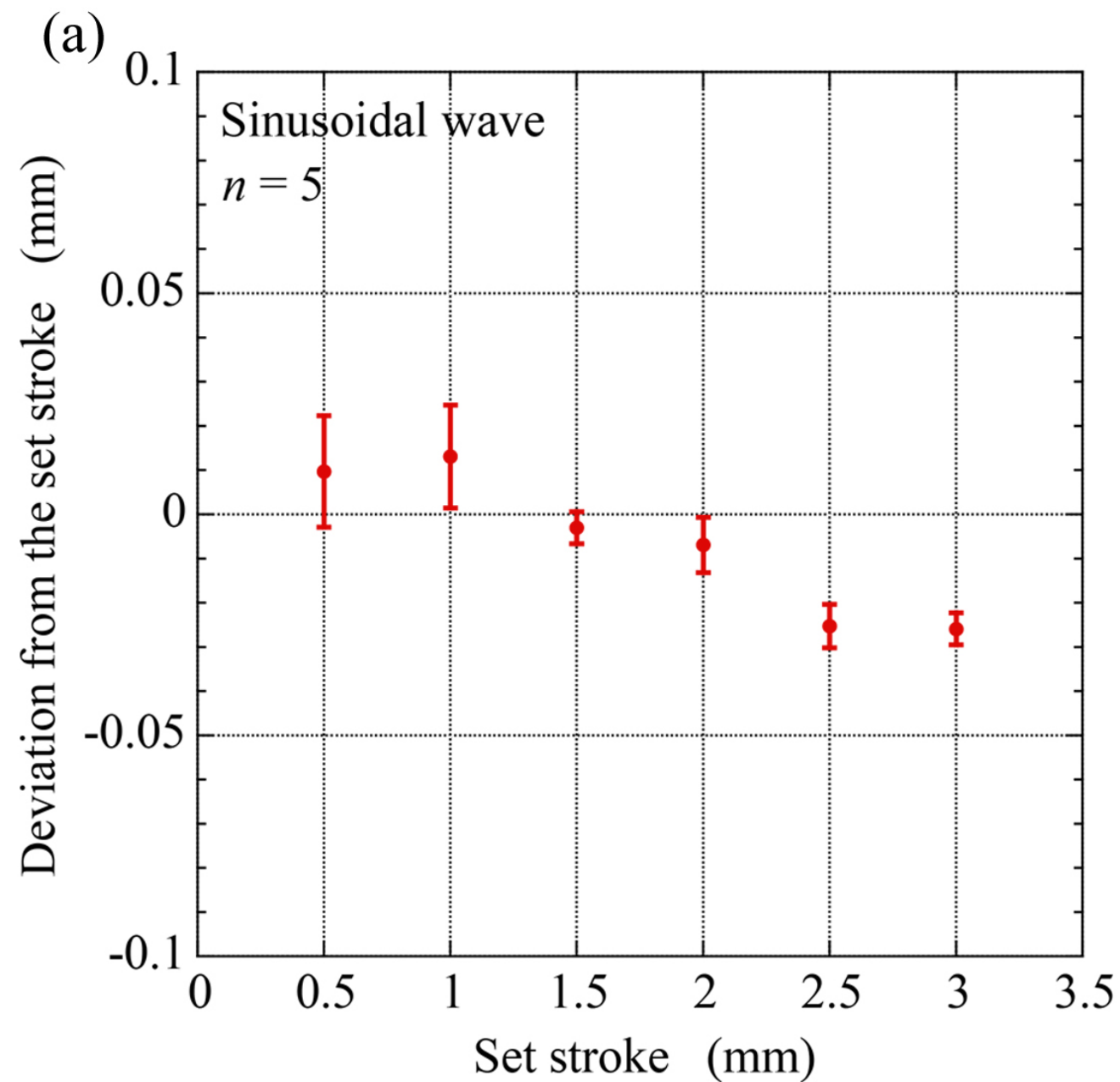


動きの追従性



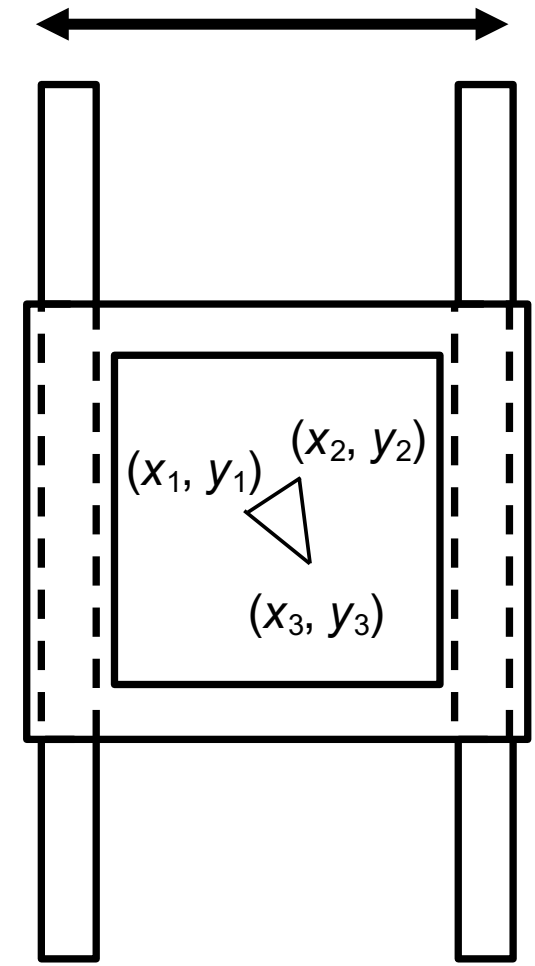
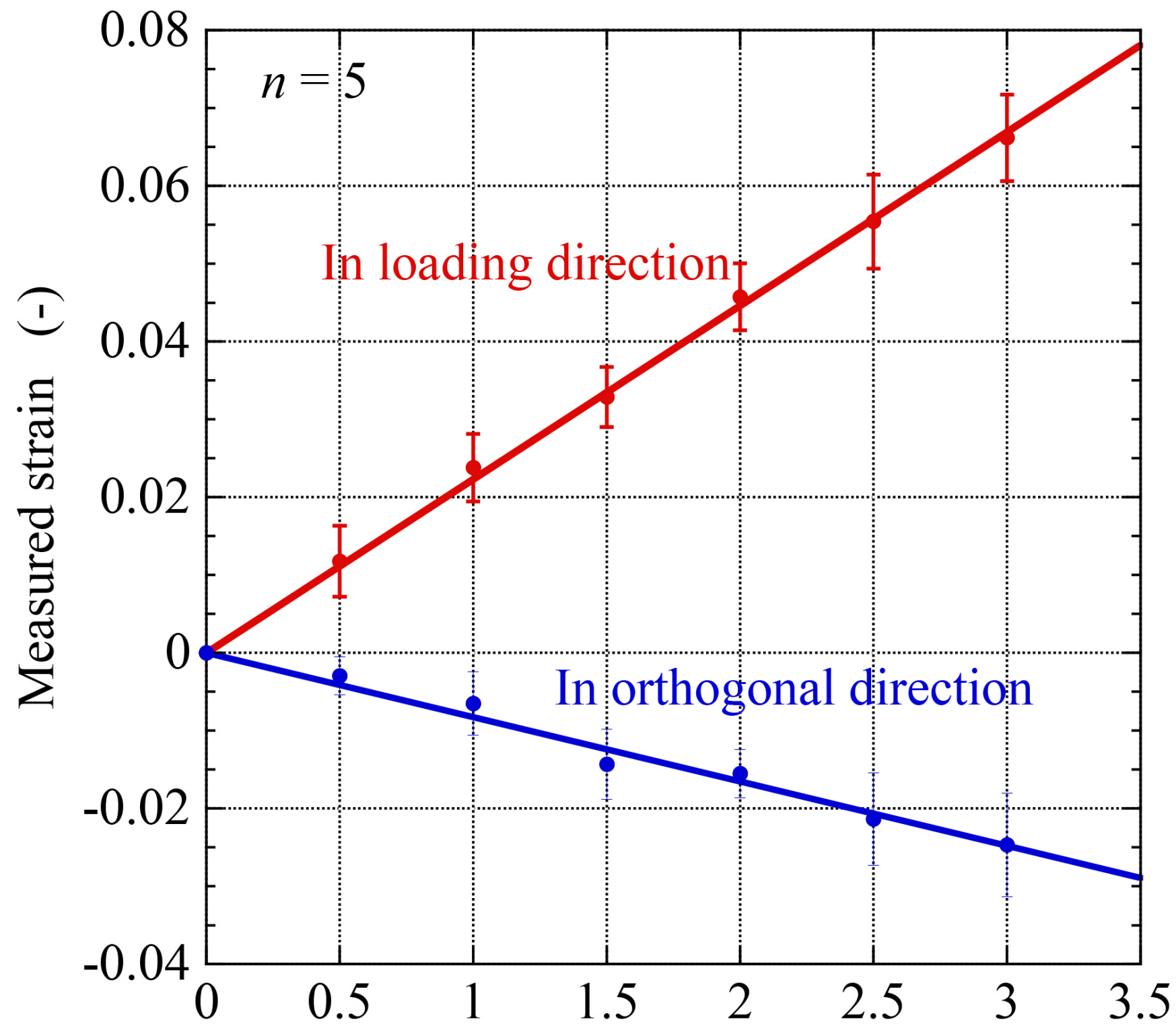
Ref. K. Kurata et al., HardwareX, 2019

目標とする変位からのずれ



Ref. K. Kurata et al., HardwareX, 2019

変位とひずみの関係



Set stroke (mm) Ref. K. Kurata et al., HardwareX, 2019

	オープンソース
サイズ	A4用紙半分程度
培養面積	9 cm ²
波形	正弦波, 矩形波, 三角波
ひずみ量	0 ~ 5 %
周波数	0 ~ 2 Hz
価格	~ ¥ 45,000

Open-Source Bioware Project
<https://bioware.sakura.ne.jp/>



RECOMMEND

注目のアイテム



Kukkaketo
チューブラック

レーザー加工機で木質板を切ってはめ込むだけで完成。立てられるチューブの大きさ、数、位置を自由に変えられるチューブラックです。



Espoo-loading unit-
細胞伸展装置-往復動ユニット-

細胞に伸展刺激を与える装置です。ステッピングモータとすべりネジで往復動作を生み出します。レーザー加工機でアクリル板を切ってはめ込むだけで完成します。



Espoo-touchscreen controller-
細胞伸展装置-タッチコントローラ-

ステッピングモータを駆動させるためのコントローラです。Raspberry Piとタッチスクリーンで、細胞伸展装置を簡単に制御できるようになります。



Espoo-connection-
細胞伸展装置-接続-

細胞伸展装置の往復動ユニットとタッチコントローラを接続する方法について紹介します。



Espoo-silicone culture well-
細胞伸展装置-シリコン培養容器-

シリコン樹脂製の培養容器です。アクリル板で鑄型を作り、シリコン樹脂を流し込んで固めます。



Espoo-software-
細胞伸展装置-ソフトウェア-

細胞伸展装置を駆動するソフトウェアをダウンロードできます。microSDカードにコピーし、Raspberry Piに差し込んで起動すると、タッチスクリーンで条件を設定して細胞伸展装置を動かすことができます。

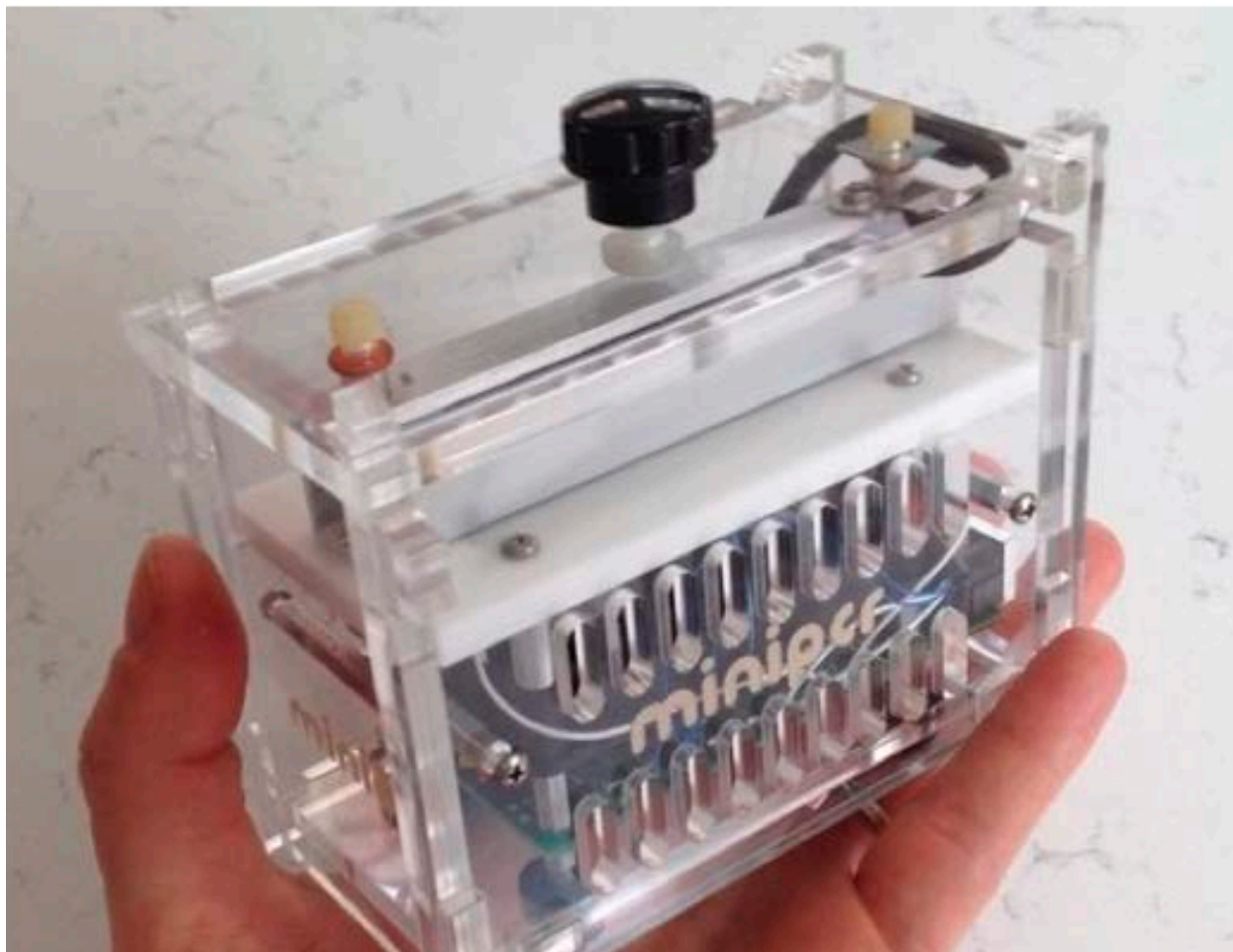
DIY Bio

自作PCR装置

2014/12/17

遺伝子チェックに必要な機器を安価に提供するプロジェクト「miniPCR.com」がKickStarterで資金調達に成功。599ドルでPCR装置を販売開始

Small PCR machine "miniPCR" is launched at USD599

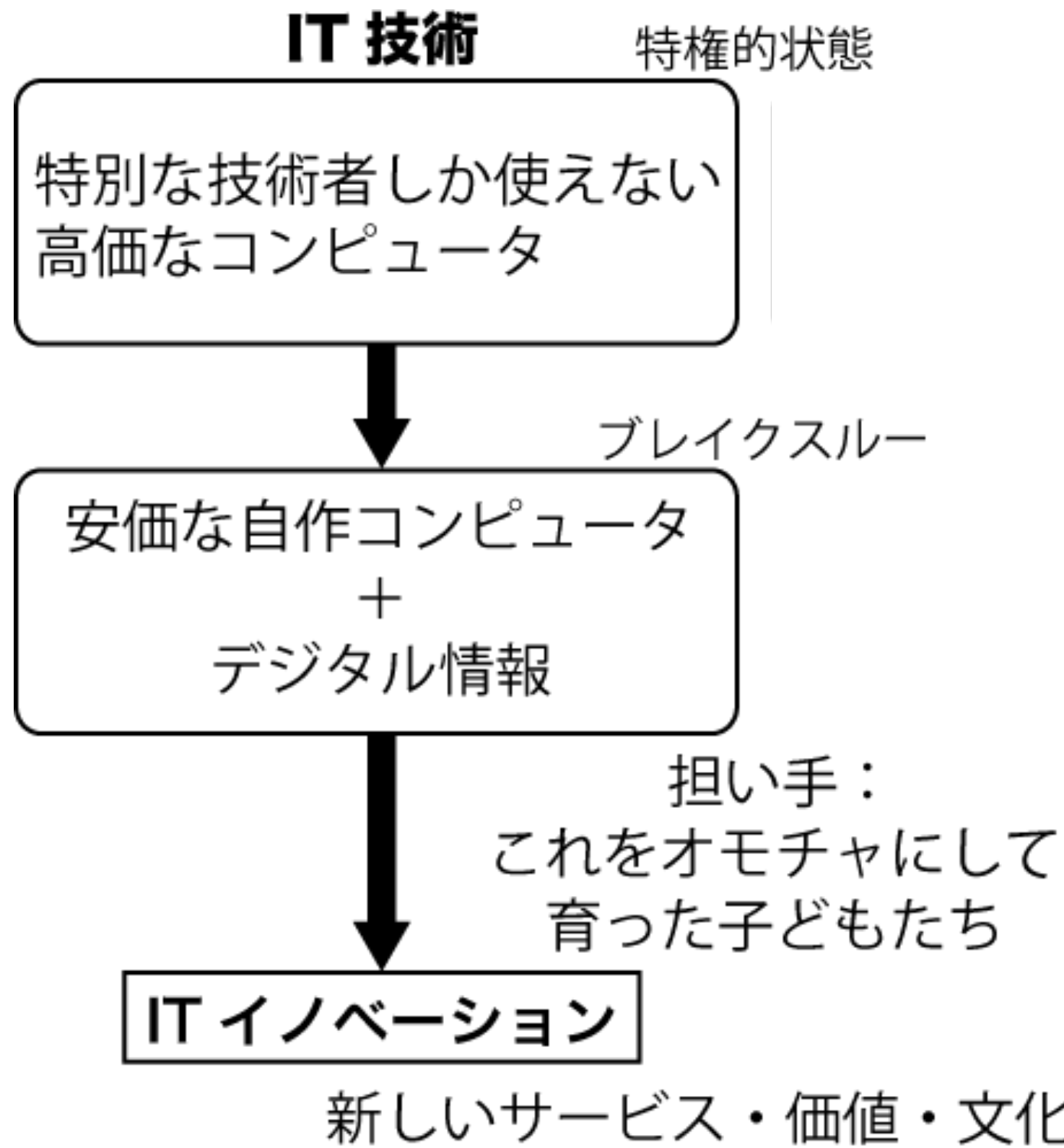


「miniPCR」という8本のチューブを同時にPCR可能な小型のサーマルサイクラー(PCR装置)に加えて、DNAを取り扱うマイクロピペット、増幅したPCRを確認するための電気泳動装置を合わせて「DNA Discovery System」としています。KickStarterではサーマルサイクラーのみを399ドル～、全てセットになったDNA Discovery Systemを549ドル～で購入出来る権利で出資を募集していましたが資金調達に成功しオフィシャルページでPCR装置を599ドルで販売開始しています。FAQを見ると海外にも発送可能のようですが送料等は[問い合わせてください](#)とのことです。

また機械を制御するWindows用とMac OS用のソフトウェアが無料ダウンロード出来ます。Android版のアプリケーションも公開間近とのことです。サーマルサイクラー(PCR装置)は色々な選択肢が揃ってきましたね。

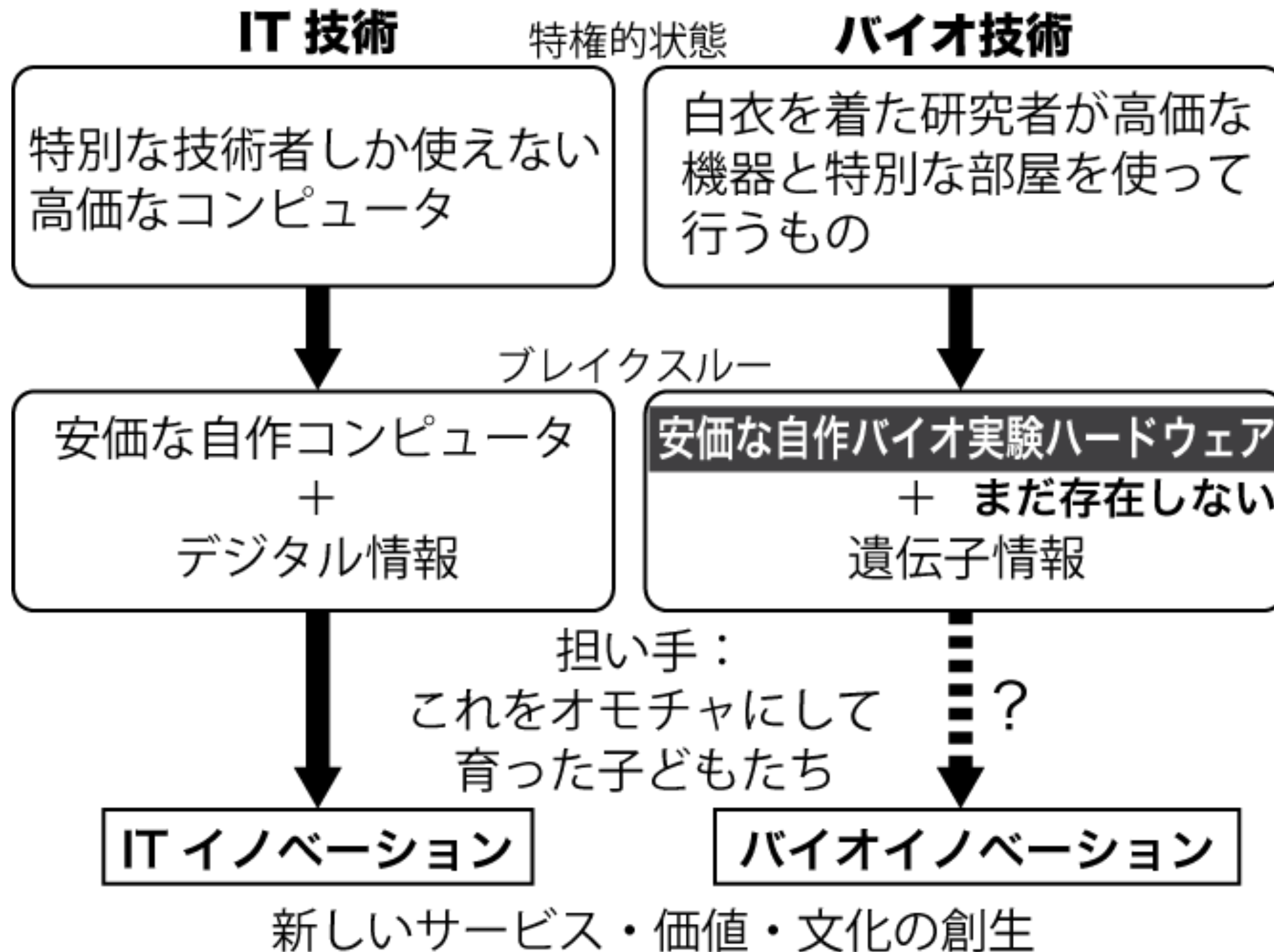
Ref. <http://biohacker.jp/c/BH79.html>

ITとバイオの類似性



「バイオパンク」
マーカス・ウォール
セン

ITとバイオの類似性



バイオ技術教育ハードウェア (バイオウェア)

(1) 生徒が自分で製作できる

→ 原理の理解が深まる

(2) すべて無償公開

→ 加工図面や製作手順をダウンロード

(3) 改変可能

→ 大きさ, 形を変えられる

→ より優れた教材に進化していく

アンケートの実施

全国2,000校の高等学校で生物科目を担当している教諭

「生物教育における教材利用についての全国アンケート」ご協力をお願い

拝啓 盛夏の候、ますますご清祥のこととお慶び申し上げます。
 この度、私たちは高校生物教育にかかわる教材について全国アンケートを実施する運びとなりました。このアンケートは、文部科学省 科学研究費助成事業に採択されました研究課題「バイオフィン・オープンソース・バイオ技術教材の開発とその評価」を進めるための調査です。
 高校で生物教育に携わっておられる先生方のご意見を、だれでも作れる、だれでも使える「無償のオープンソース教材を開発することを目的としています。ご協力くださいますようお願い申し上げます。

敬具
 2018年7月
 研究代表 九州大学大学院工学研究院 准教授 蔵田耕作

■調査の対象
 全国の高校から2,000校を選び、生物をご担当の先生に依頼しています。

■調査の方法
 アンケート・回答用紙にご回答していただき、返信用封筒でご返送ください。切手を貼る必要はありません。2週間程度を目安にご返送いただけましたら幸いです。

■回答の取り扱い
 アンケートの回答は無記名で結構です。将来、調査結果を公表する場合には統計的な数字となります。どの高校の先生がどのように回答したかは絶対に分かりません。

■研究成果のフィードバック
 みなさまの声を集めて開発した教材はホームページで無償公開いたします。どなたでもダウンロードしてご利用いただけます。こちらのウェブサイトでご公開していく予定です。
 「オープンソース バイオウェア プロジェクト」
<http://bioware.sakura.ne.jp/>



調査に関するお問い合わせ先
 九州大学大学院工学研究院 機械工部門 准教授 蔵田耕作
 〒819-0395 福岡市西区元岡 744 Tel: 092-802-3124
 E-mail: kurata@mech.kyushu-u.ac.jp

アンケート・回答用紙（質問数8問、目安5分）
 Q1. 先生の生物授業では、1学級当たりどの程度、観察や実験を行っていますか？
 いずれか1つをチェックしてください。
 ほぼ毎時間 週1~2回 月1~3回
 数か月に1~2回 年に数回以下

Q2. 先生が授業中に観察や実験を行うにあたり、障害となっていることは何ですか？
 当てはまるものすべてをチェックしてください。
 設備・備品の不足 消耗品の不足 授業時間の不足
 準備・片付け時間の不足 生徒数が多すぎる 生徒の授業態度の問題
 実験室の不足
 その他（ ）

Q3. 先生は観察や実験を行う際に、どのような教材を使っていますか？
 当てはまるものすべてをチェックしてください。
 市販品をそのまま 市販品を改造 オリジナルを自作

Q4. どのような学習分野で観察や実験を行っていますか？ また、具体的にどのような教材をお使いですか？

学習内容	Q4 観察や実験を行っている	Q4-1 具体的にどのような教材をお使いですか？
(1) 生命現象と物質	当てはまるものにチェック	自由に記述
ア 細胞と分子	<input type="checkbox"/>	
イ 代謝	<input type="checkbox"/>	
ウ 遺伝情報の発現	<input type="checkbox"/>	
エ (1)に関する探求活動	<input type="checkbox"/>	
(2) 生殖と発生	当てはまるものにチェック	自由に記述
ア 有性生殖	<input type="checkbox"/>	
イ 動物の発生	<input type="checkbox"/>	
ウ 植物の発生	<input type="checkbox"/>	
エ (2)に関する探求活動	<input type="checkbox"/>	
(3) 生物の環境応答	当てはまるものにチェック	自由に記述
ア 動物の反応と行動	<input type="checkbox"/>	
イ 植物の環境応答	<input type="checkbox"/>	
ウ (3)に関する探求活動	<input type="checkbox"/>	

裏面へ続く

(4) 生態と環境	当てはまるものにチェック	自由に記述
ア 個体群と生物群集	<input type="checkbox"/>	
イ 生態系	<input type="checkbox"/>	
ウ (4)に関する探求活動	<input type="checkbox"/>	
(5) 生物の進化と系統	当てはまるものにチェック	自由に記述
ア 生物の進化の仕組み	<input type="checkbox"/>	
イ 生物の系統	<input type="checkbox"/>	
ウ (5)に関する探求活動	<input type="checkbox"/>	

Q5. どのような学習分野の教材があれば使ってみたいですか？ また、どのような教材があればいいと思いますか？

学習内容	Q5 教材があれば使ってみたい	Q5-1 どのような教材があればいいと思いますか？
(1) 生命現象と物質	当てはまるものにチェック	自由に記述
ア 細胞と分子	<input type="checkbox"/>	
イ 代謝	<input type="checkbox"/>	
ウ 遺伝情報の発現	<input type="checkbox"/>	
エ (1)に関する探求活動	<input type="checkbox"/>	
(2) 生殖と発生	当てはまるものにチェック	自由に記述
ア 有性生殖	<input type="checkbox"/>	
イ 動物の発生	<input type="checkbox"/>	
ウ 植物の発生	<input type="checkbox"/>	
エ (2)に関する探求活動	<input type="checkbox"/>	
(3) 生物の環境応答	当てはまるものにチェック	自由に記述
ア 動物の反応と行動	<input type="checkbox"/>	
イ 植物の環境応答	<input type="checkbox"/>	
ウ (3)に関する探求活動	<input type="checkbox"/>	
(4) 生態と環境	当てはまるものにチェック	自由に記述
ア 個体群と生物群集	<input type="checkbox"/>	
イ 生態系	<input type="checkbox"/>	
ウ (4)に関する探求活動	<input type="checkbox"/>	
(5) 生物の進化と系統	当てはまるものにチェック	自由に記述
ア 生物の進化の仕組み	<input type="checkbox"/>	
イ 生物の系統	<input type="checkbox"/>	
ウ (5)に関する探求活動	<input type="checkbox"/>	

Q6. 生徒や教員が自分で設計図をダウンロードして製作できる教材（無償）がウェブサイトに掲載されたら、利用したいと思いませんか？ いずれか1つをチェックしてください。
 積極的に利用したい ある程度利用したい
 ほとんど利用したくない 全く利用したくない

Q7. 先生がご自身で製作したいと考えているけれども、技術的な問題から製作を諦めている教材のアイデアはありますか？ いずれか1つをチェックしてください。
 ある ない

Q7-1
 それはどのような教材ですか？ 差し障りがなければ教えてください。一緒に製作ができるかもしれません。ご希望の場合は、回答用紙の最後の欄に連絡先をご記入下さい。
 ()

Q8. 先生について教えてください。調査結果を公表する場合には統計的な数字となります。どの高校の先生がどのように回答したかは絶対に分かりません。
 高校の所在都道府県 ()
 高校の種別 (国立 ・ 公立 ・ 私立)
 教職経験 (5年未満 ・ 5年以上~10年未満 ・ 10年以上~20年未満
 20年以上~30年未満 ・ 30年以上)

「だれでも作れる、だれでも使える」無償のオープンソース教材の開発にご興味をお持ちの方で、先生の教材アイデアをこの取り組みの中で形にしたいとお考えでしたら、ぜひご連絡先を教えてください。こちらからご連絡させていただきます。

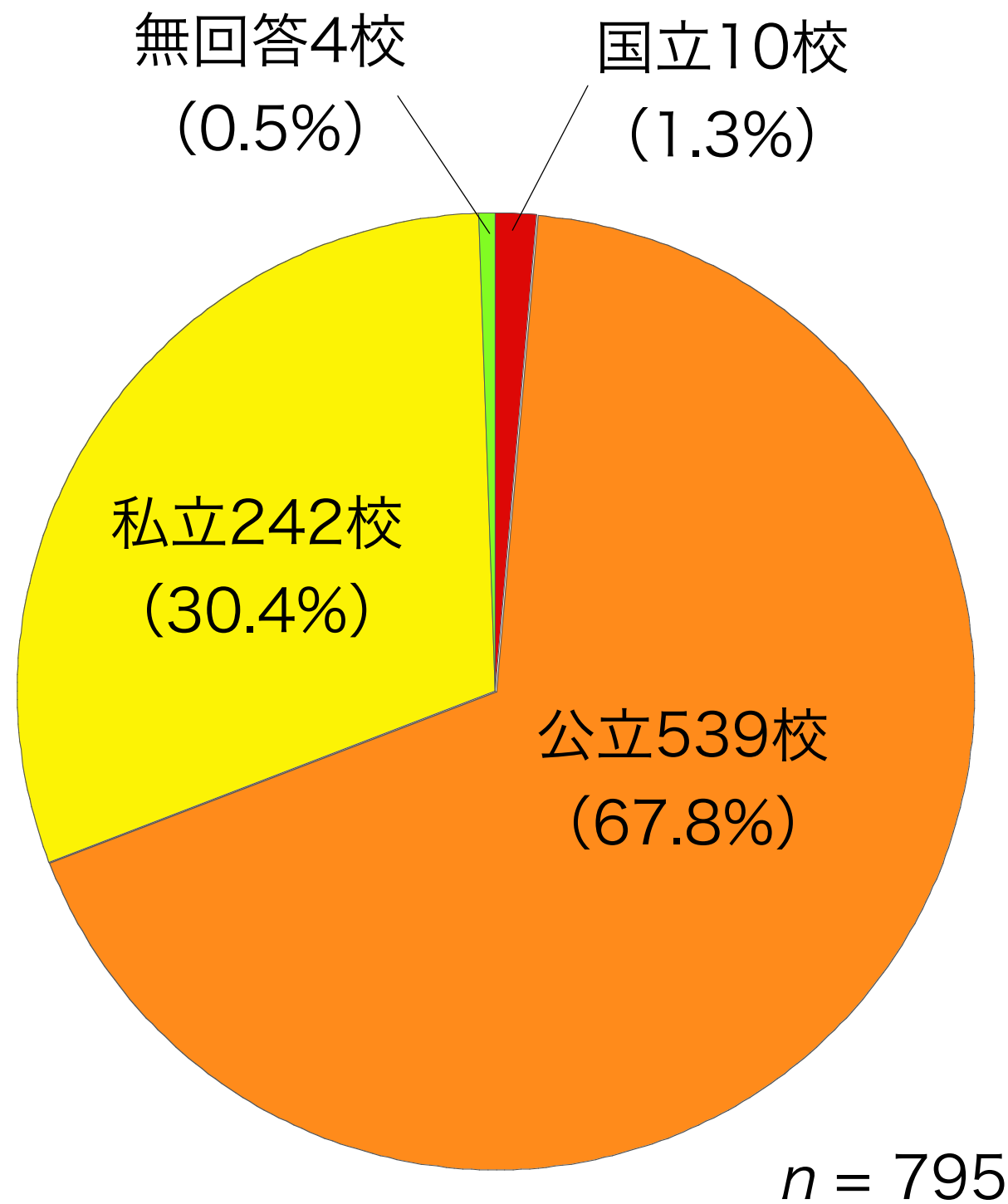
高校名		ご氏名	
ご連絡先メールアドレス			

ご協力ありがとうございます。

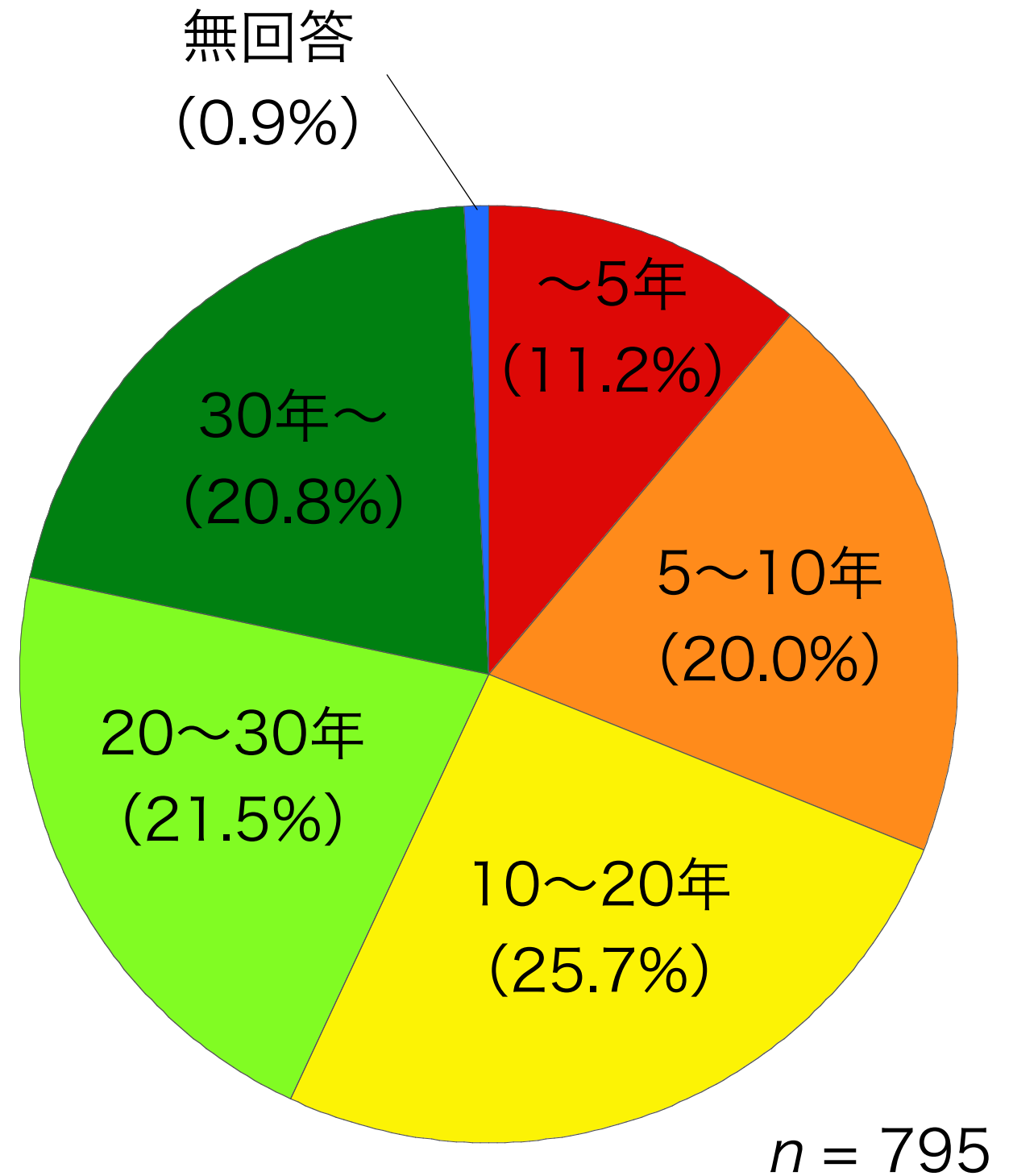


結果

高校種別

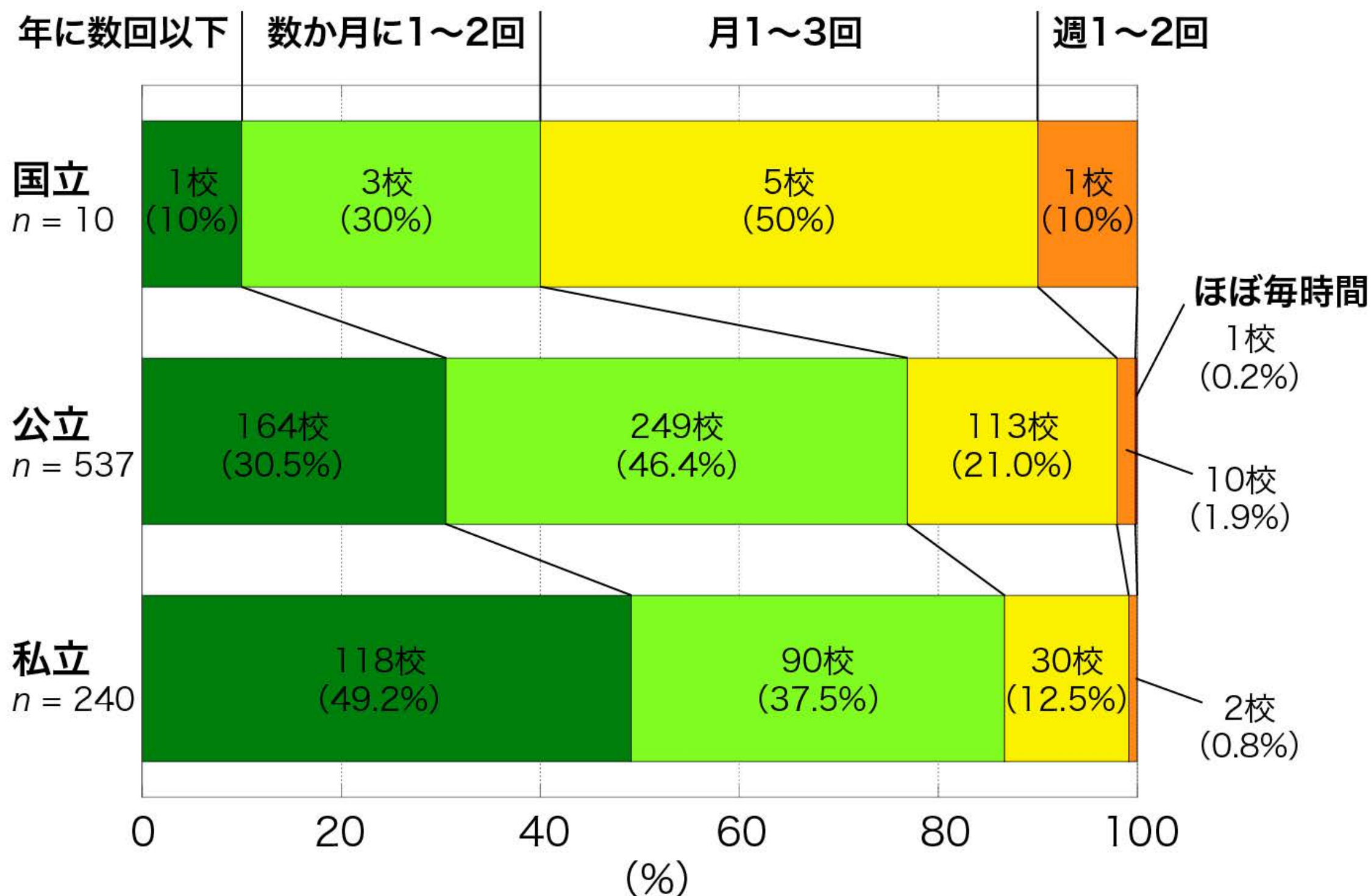


教職経験年数



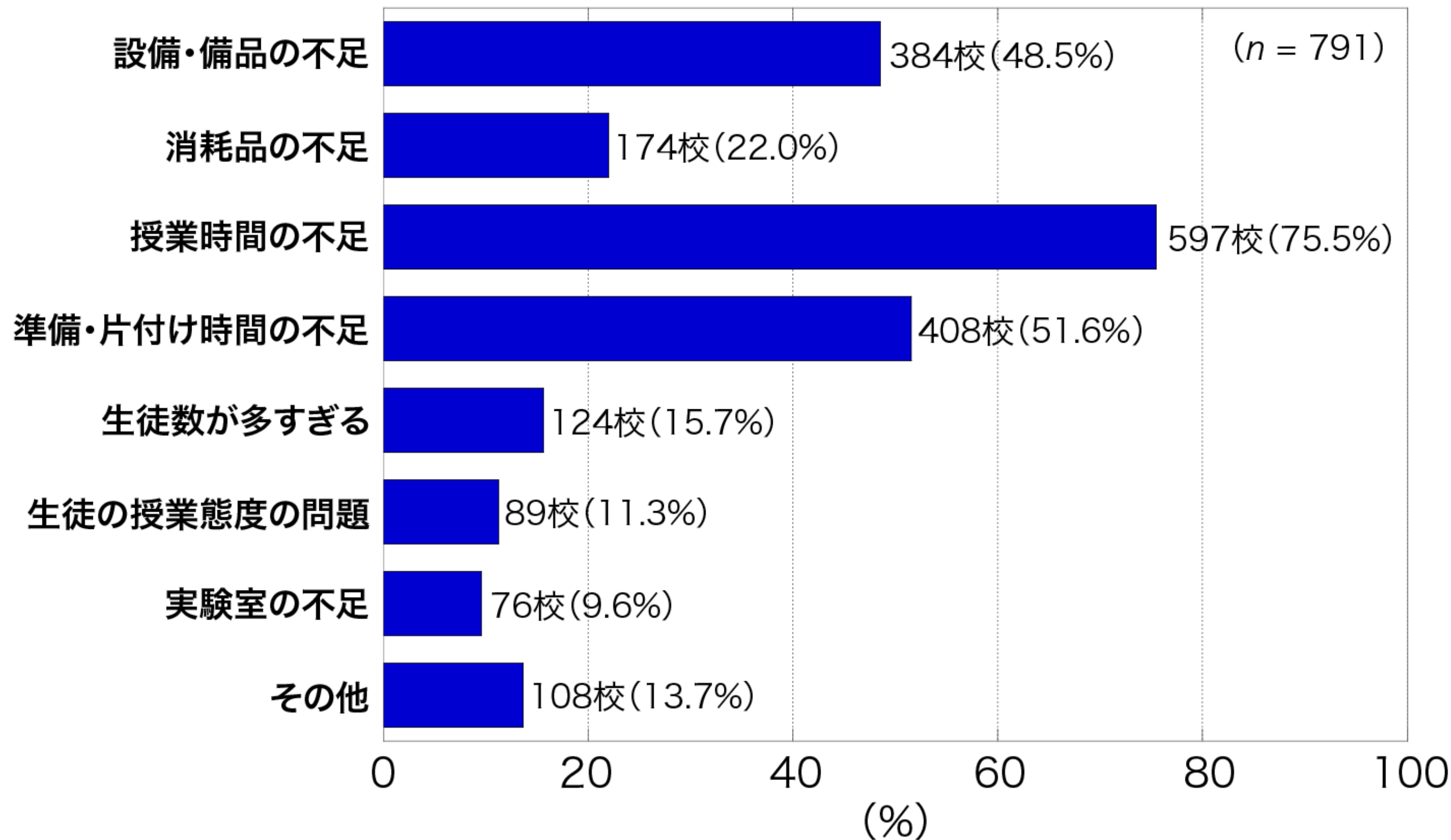
結果

1学級あたりどの程度、観察や実験を行っているか？（高校種別）



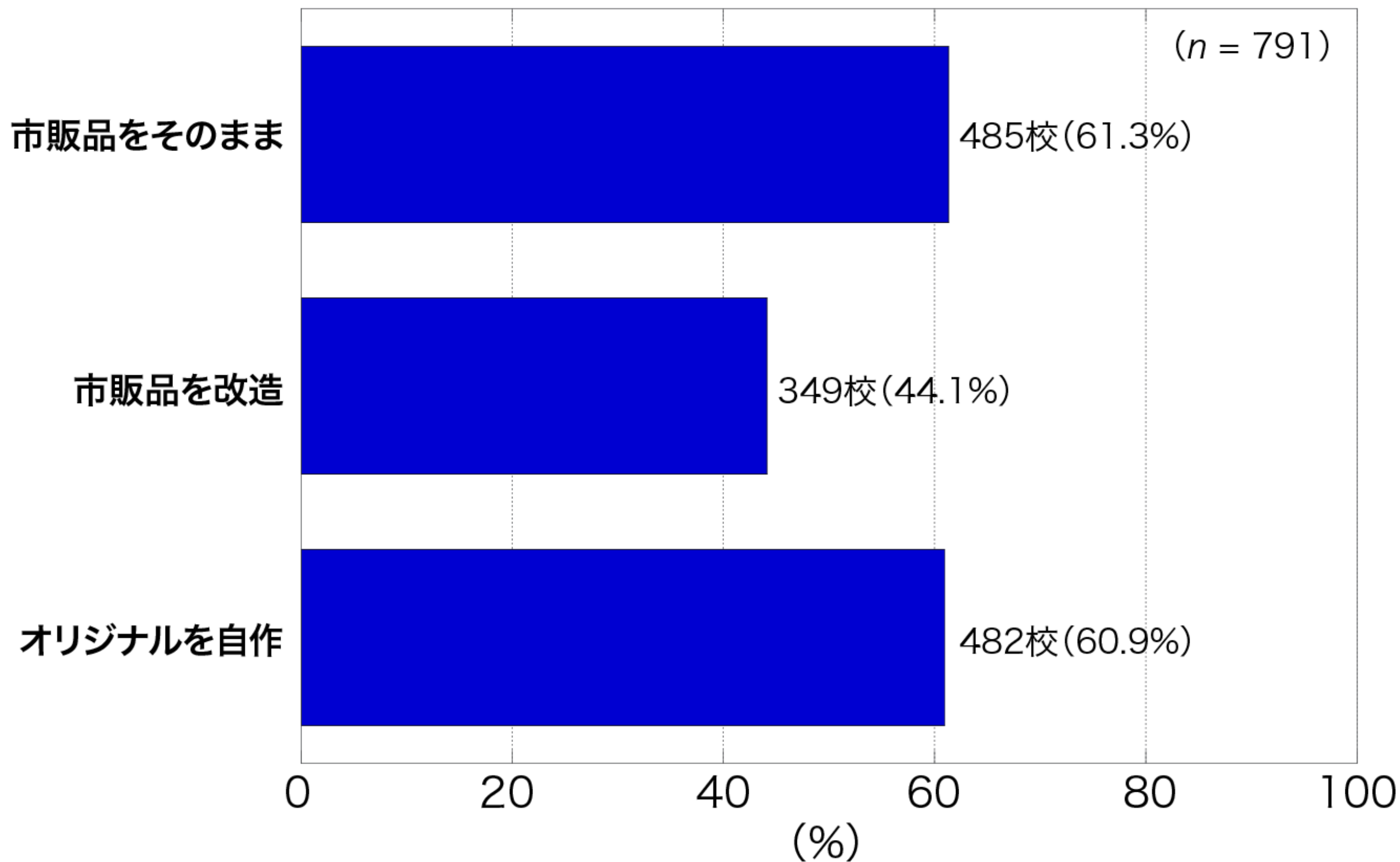
結果

観察や実験の障害になっていることは？



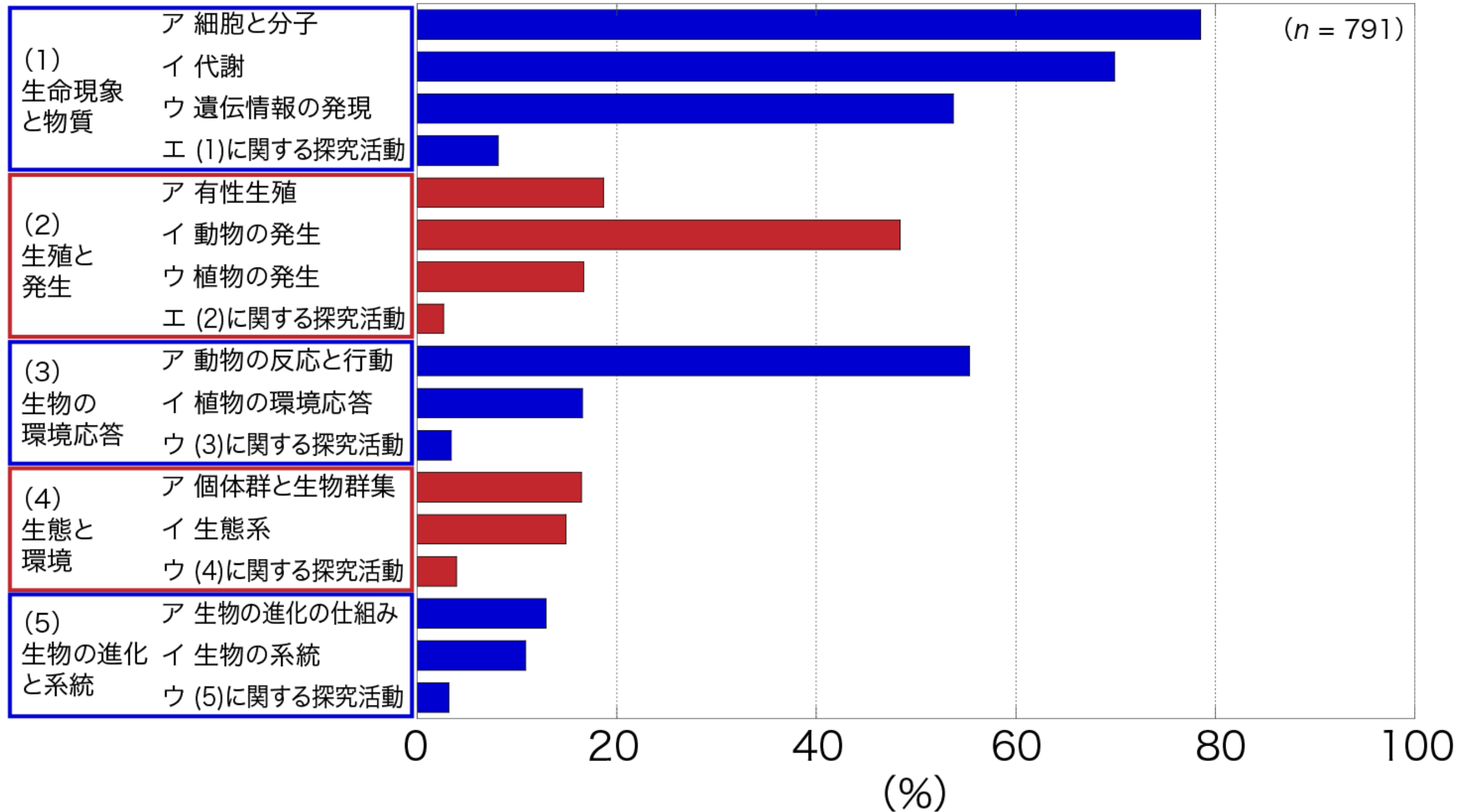
結果

どのような教材を使っているか？



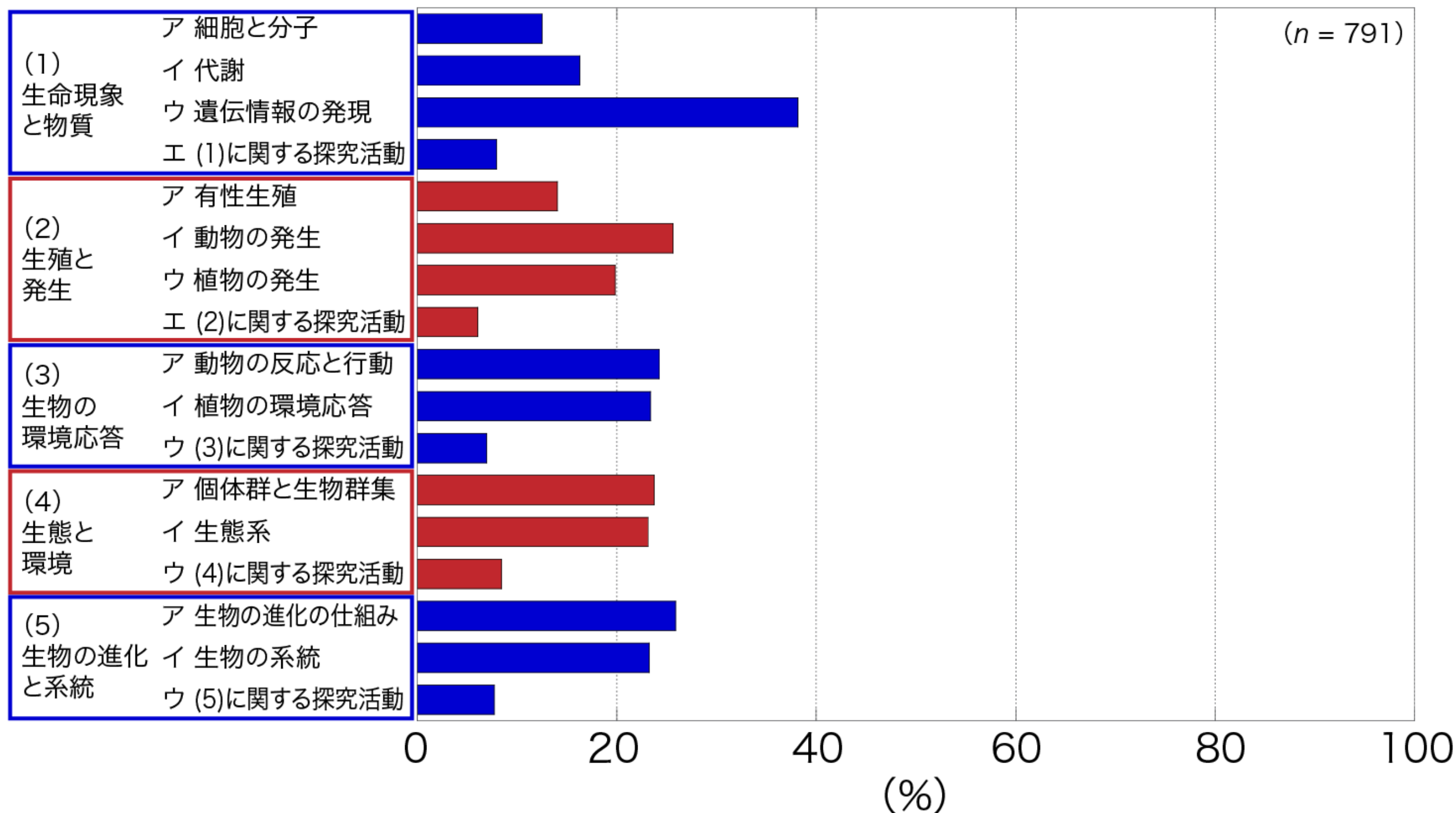
結果

どのような学習分野で観察や実験を行っているか？



結果

どのような学習分野の教材があれば使ってみたいか？



結果

どのような学習分野の教材があれば使ってみたいか？

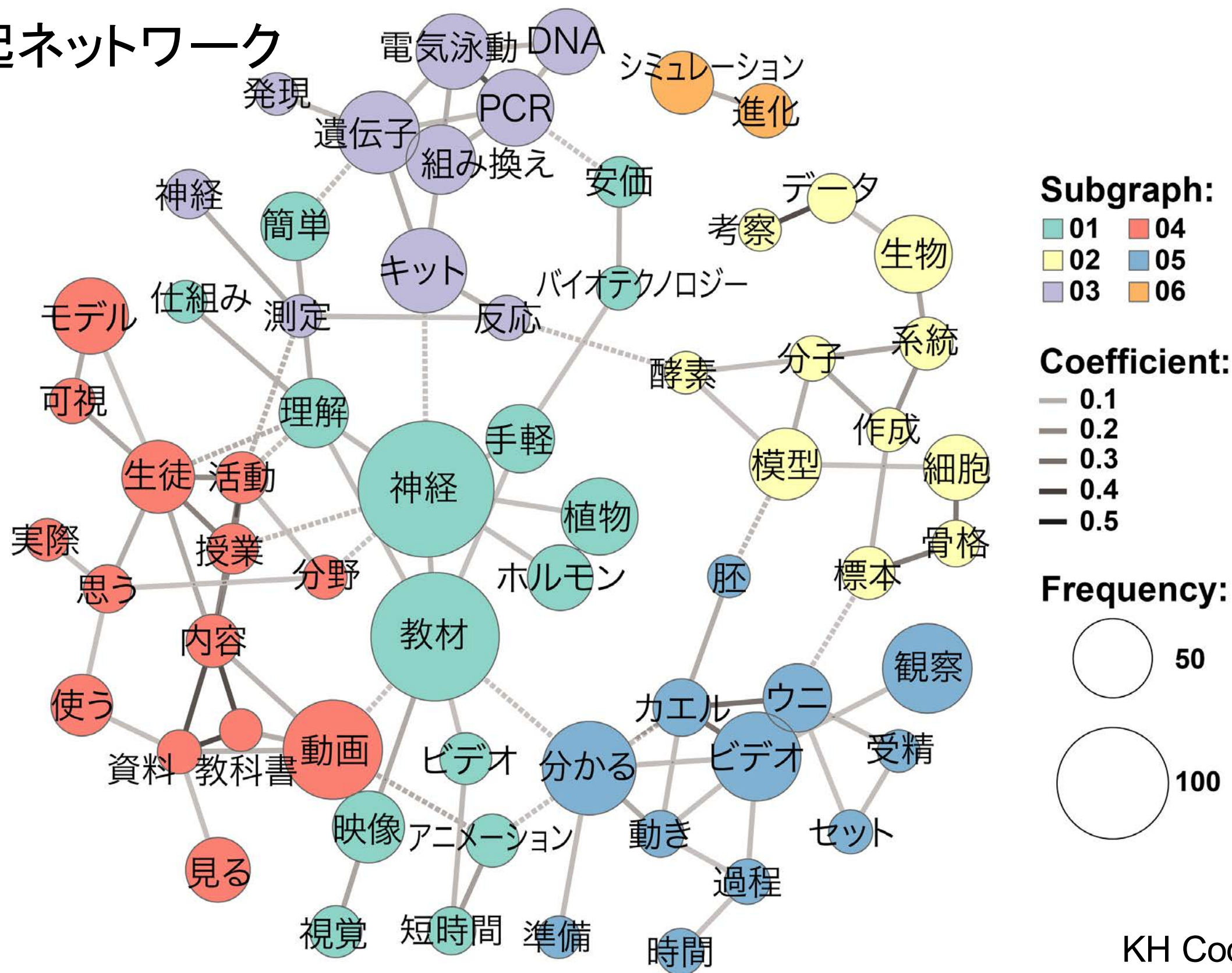
	(1) 生命現象と物質		(2) 生殖と発生		(3) 生物の環境応答		(4) 生態と環境		(5) 生物の進化と系統	
	抽出語	出現数	抽出語	出現数	抽出語	出現数	抽出語	出現数	抽出語	出現数
1	実験	52	発生	61	実験	28	教材	33	教材	44
2	遺伝子	49	ウニ	37	植物ホルモン	23	実験	29	生物	24
3	PCR	47	観察	28	動画	21	シミュレーション	17	進化	22
4	電気泳動	45	カエル	24	神経	19	生徒	15	系統	21
5	組み換え	36	分かる	23	教材	17	生物	14	実験	21
6	キット	33	実験	19	収縮	13	映像	12	生徒	15
7	DNA	31	教材	18	キット	11	動画	12	分かる	14
8	細胞	26	動画	18	観察	11	理解	12	標本	13
9	教材	21	モデル	14	筋肉	9	個体	10	映像	12
10	模型	20	受精	14	筋	8	手軽	9	動画	12
11	分かる	19	植物	14	モデル	7	データ	8	理解	12
12	簡単	18	胚	14	光屈性	7	バイオーム	8	活動	9
13	モデル	17	キット	12	使う	7	観察	8	見る	9
14	手軽	17	卵	12	植物	7	活動	7	骨格	9
15	動画	16	過程	11	測定	7	授業	7	作成	9

KH Coderにて解析

結果

どのような学習分野の教材があれば使ってみたいか？

共起ネットワーク



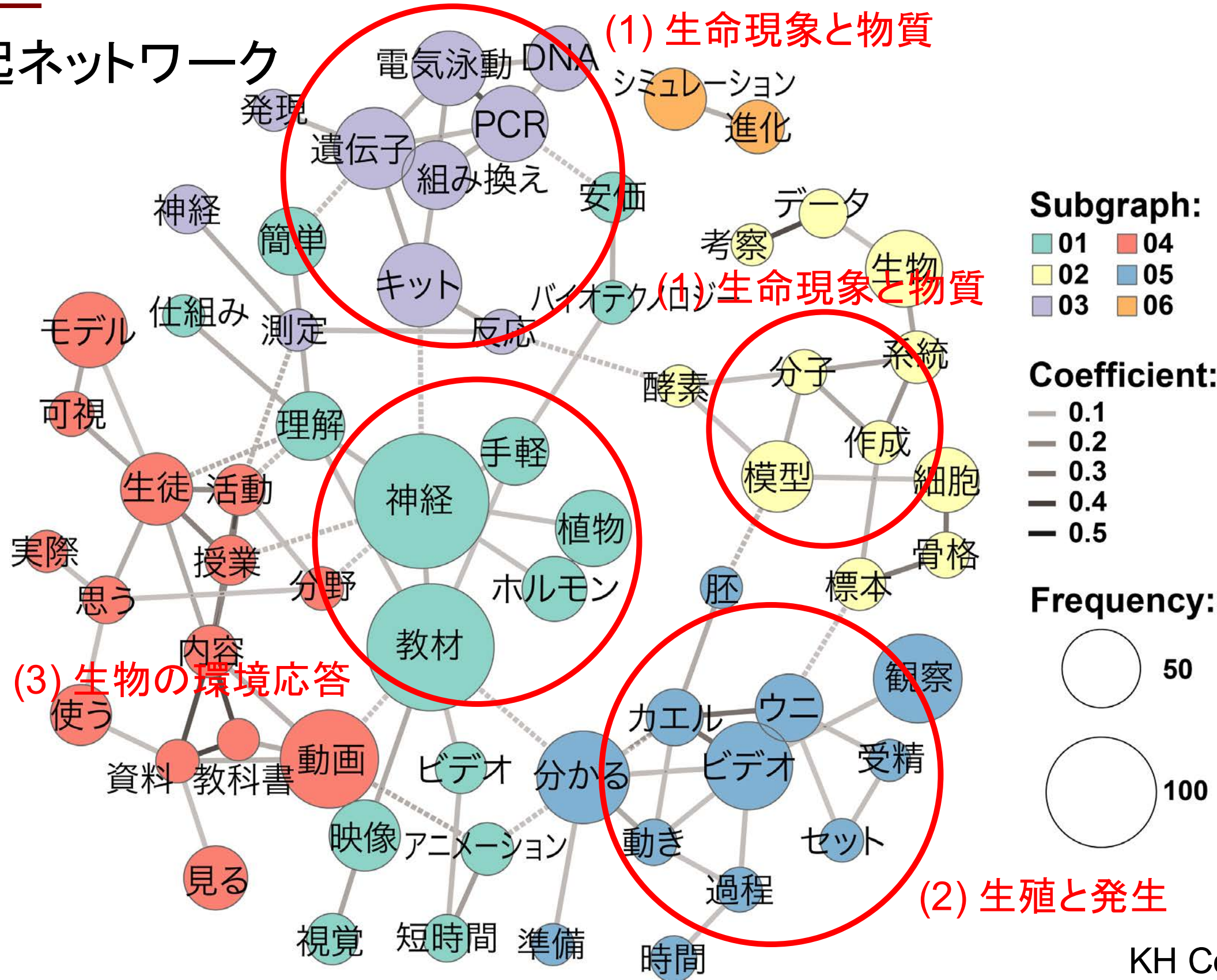
KH Coderにて解析



結果

どのような学習分野の教材があれば使ってみたいか？

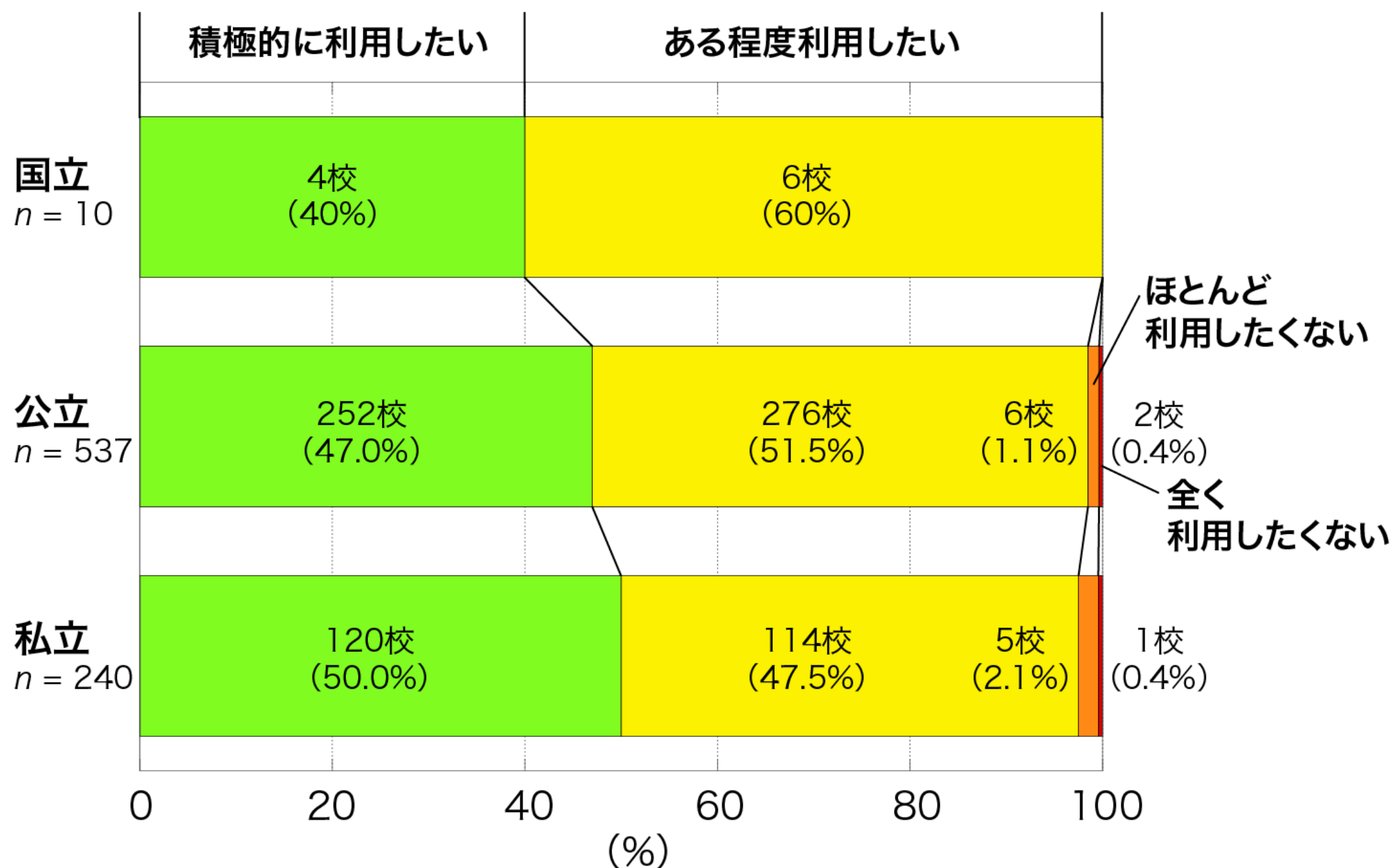
共起ネットワーク



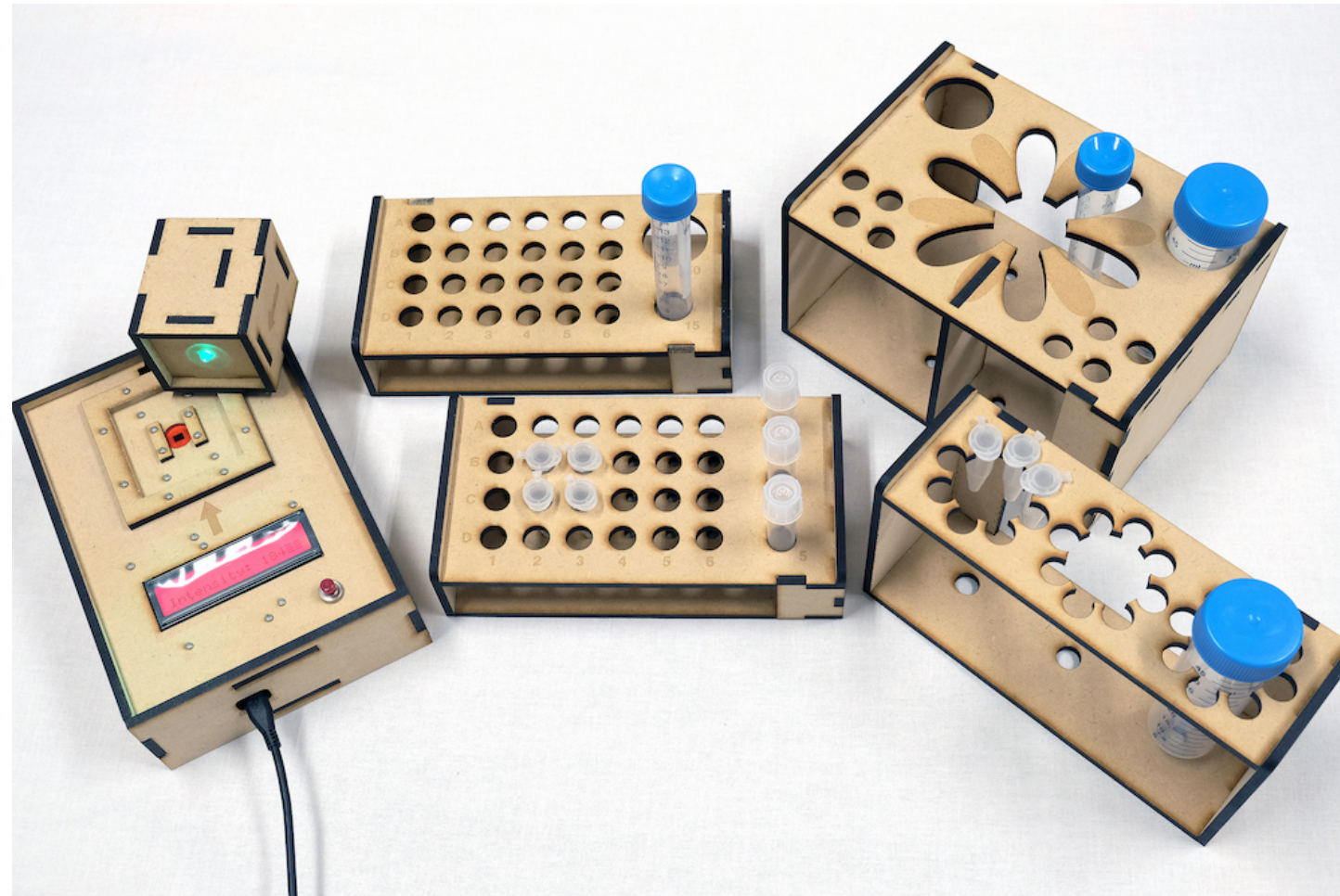
KH Coderにて解析

結果

自分で設計図をダウンロードして製作できる教材がウェブサイトに掲載されたら、利用してみたいか？（高校種別）



オープンソース生物教育教材(バイオウェア)



分光光度計

チューブラック



スライドガラス収納ボックス



メダカ観察ケース

まとめ

オープンソース バイウェアプロジェクト

- (1) 生徒が自分で製作できる
- (2) すべて無償公開
- (3) 改変可能

自分で作れる。
自分で学べる。

Open-Source Bioware Project
<https://bioware.sakura.ne.jp/>

本研究はJSPS科研費JP17K18652(挑戦的研究(萌芽))の助成を受けたものです。



RECOMMEND

注目のアイテム

 Kukkaketo チューブラック レーザー加工機で木質板を切ってはめ込みだけで完成、立てられるチューブの大きさ、数、位置を自由に変えられるチューブラックです。	 Espoo -loading unit- 細胞伸展装置 -往復動ユニット- 細胞に伸展刺激を与える装置です。ステッピングモータとすべりネジで往復動作を生み出します。レーザー加工機でアクリル板を切ってはめ込みだけで完成します。	 Espoo -touchscreen controller- 細胞伸展装置 -タッチコントローラ- ステッピングモータを駆動させるためのコントローラです。Raspberry Piとタッチスクリーンで、細胞伸展装置を簡単に制御できるようになります。
 Espoo -connection- 細胞伸展装置 -接続- 細胞伸展装置の往復動ユニットとタッチコントローラを接続する方法について紹介します。	 Espoo -silicone culture well- 細胞伸展装置 -シリコン培養容器- シリコン樹脂製の培養容器です。アクリル板で枠型を作り、シリコン樹脂を流し込んで固めます。	 Espoo -software- 細胞伸展装置を駆動するソフトウェアをダウンロードできます。microSDカードにコピーし、Raspberry Piに差し込んで起動すると、タッチスクリーンで条件を設定して細胞伸展装置を動かすことができます。