

学生活動支援の試みと活動内容紹介（2018年度）

福井大学 大学院工学研究科 機械工学専攻
永井二郎

例年、北陸信越工学教育協会福井県支部の部門別研究補助費については、福井工業大学・福井工業高等専門学校・福井大学の3校に会員数に応じて配分されている。その内、福井大学に配分される約9万円の研究補助費の活用方法について、昨年度（平成29年度）より、「学生支援活動」の補助に利用することになった。この「学生支援活動」の実施要項の主な項目を以下に示す。

1. 目的：意欲はあるが実績はまだ無いような立ち上げ期の学生活動に支援を行い、新しい芽を伸ばす。
2. 対象とする活動：学生が中心になって行っている工学に関係する立ち上げ期の活動で、例えば以下のようなものを対象とする。
 - ・ 工学教育に関係する活動（語学や経営、起業なども含む）
 - ・ コンクールへの応募
 - ・ 科学イベント、科学教室、サイエンスカフェ等の参加や開催
 - ・ 工学に関わる大学・高専間の学生の連携をするような交流イベント
 - ・ 学外での調査・視察・見学
3. 対象者：数名以上の学生グループ（他大学の学生との混成も可）
4. 応募方法：所定の様式の申請書を提出。申請書には世話教員名を記載。
5. 予算の使途：消耗品（材料費、資料代など）、イベント開催費（会場代、保険代など）、交通費など。配分額の上限は3万円。

昨年度は6件の申請があり、全てが採択され様々な活動を行ってもらった。今年度は3件の申請があり、本学工学系部門教授・藤垣元治先生を中心に、事業企画委員を務めている私と本学工学系部門准教授・小川泉先生の3名で評価・検討を行い、3件全てを採択した。

昨年度の会誌には、原稿締切の都合上、6件の内、3件の活動報告書を掲載した。今年度の会誌には、昨年度採択になった活動2件の報告書と、今年度の2件の活動報告書を掲載する。これらの活動報告書から分かるとおり、本研究補助費の活用方法として、立

ち上げ期の学生活動支援に有効に機能していると思われる、今後も「学生支援活動」への補助は継続されることを期待する。

～以下、学生からの活動報告～

Asia Bridge Competition 2017

飯田 侑希

私たちは Asia Steel Bridge Competition 2017（アジアブリコン）に参加いたしました。私たちのチームは、M2：4人、M1：3人、B3：4人の計11人で構成されたチームです。この大会は、アジアの各大学が4mの橋梁を決められたルールの中で製作します。そして、大会時にプレゼンテーション、架設、美観審査、載荷試験等の各項目から競い合う大会です。今大会では、中国、インドネシア、日本、モンゴル、台湾、タイ、ベトナムの7か国から17チームが集まり、台湾の National Central University という大学で行われました。まず、大会1日目に橋梁のプレゼンテーションがありました。このプレゼンテーションでは、自分たちの橋梁の工夫した点や魅力などを発表しましたが、思わぬトラブルにより思って成績を収めることが出来ませんでした。悔しいですが、本番には何が起こるかわからないという貴重な経験できました。その後、架設練習やリーダーミーティングを行い、ルールの確認をしました。その夜にウェルカムパーティを開いてもらい、各大学との交流を深めました。このウェルカムパーティでは、台湾の伝統的な料理や家庭料理などを食しました。大会2日目には午前中に架設を行いました。架設では15位という低い成績になってしまいました。これは設計の段階で部材の数を少なくする意識をしすぎた結果、部材の結合部が架設のしにくい場所と重なってしまったことが原因であると考えられる。その為、次回では、架設のしやすさを考慮した設計を意識していきたいです。午後には載荷試験をしました。載荷試験では予想するたわみと実際のたわみが近いほど点数が高いというものでした。この結果は、なかなかの好成績を収めたものの、部材の一部がルールを違反してしまっていたためペナルティとして+10kg加算されてしまったため、8位という悔しい結果になりました。

最後項目の美観では、日本の富士山を意識した構想と色合いにより 6 位という結果になりました。最後に総合して 9 位という結果でした。自分たちでは納得していない順位であったので次回の大会ではより良い成績を収めたいと考えています。大会後はセレモニー、ディナーパーティがあり、そこで成績発表と表彰がありました。その後は夕食を食べながら各大学とお酒を飲みながら交流を深めました。さらにアジアブリコンのもう 1 つの行事として、各大学が出し物を 1 つ皆の前で披露するというものがあります。これは、各国の伝統的なダンスや流行の歌など様々な出し物から異文化を知るといえるものです。私たちは“ひげダンス”を披露し盛り上げました。その後の日程では、テクニカルツアーなどにより、タイの観光名所やダム、地震博物館などに行き知識を深めました。こういった経験は、実際に海外へ行き、その空気に触れないと感じることの出来ないものだと思感しました。



ディナーパーティ

グループ名：Team S

伊藤 拓, 武田 尚志, 角田 貴也, 五藤 高弘,
金子 宏隆, 富中 大暉, 宮本 幸亮, 真柄 雄一、
生越 季理、三田村 佳弥、山口 結理奈

九頭竜 (JSBC2017) 活動レポート

五藤 高弘



チーム集合写真

私たちチーム「九頭竜」は、2017年8月31日～9月1日に岐阜大学にて行われたジャパンスティールブリッジコンペティション2017 (JSBC2017) に参加いたしました。ここにその活動内容や結果を報告させていただきます。

メンバー：青木 有希, 牛田 考政, 岡垣 昌樹,
五藤 高弘, 杉本 涼太, 玉村 知哉, 畑 千晴,
村瀬 治希

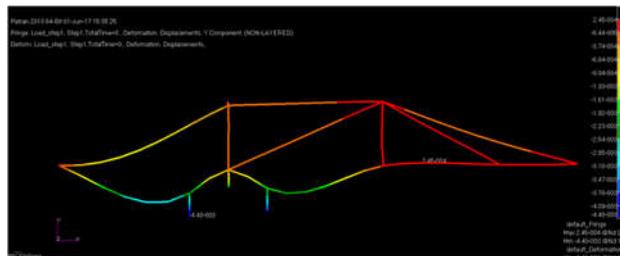
指導教員：鈴木 啓悟准教授

1. 設計

設計作業は 5 月中旬頃から始まりました。まずは概略設計として載荷条件に対する曲げモーメント図を描き、それに応ずるよう概略の構造形状を決定しました。



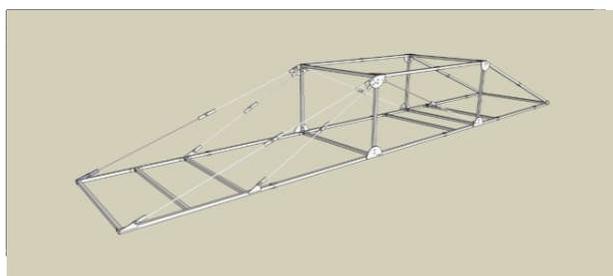
架設作業



解析

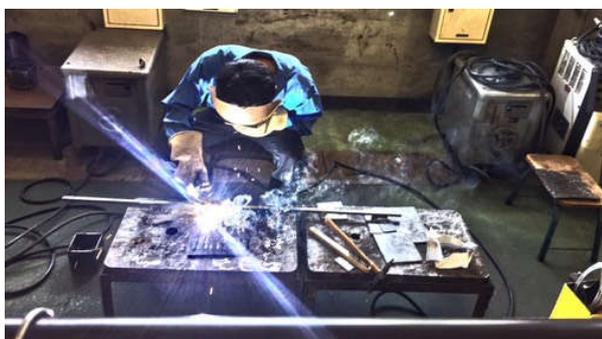
JSBC には規定の変位量やおもりを載荷する位置などがルールとして決められているため、解析によってその位置に何 kg の荷重がかかった際にどのよ

うな変形をするのかを明らかにしていきます。
 JSBC2017 では中央径間部に 150kgf の錘を載荷 (STEP1) した後、最大 30 秒のインターバルを設けて、橋梁が安定していることを確認します。そして、張出し部に 150kgf の錘を載荷 (STEP2) します。支点条件はヒンジとローラーの静定構造です。実際には溶接精度や接合条件などの違いにより解析よりも大きなたわみが発生してしまいます。経験則に基づき、目標たわみの約 10 分の 1 になるように断面を決定しました。解析は Patran というソフトウェアを使用し、玉村が担当しました。そしてその解析結果より橋の大まかなデザインを決定します。



部材の決定・発注

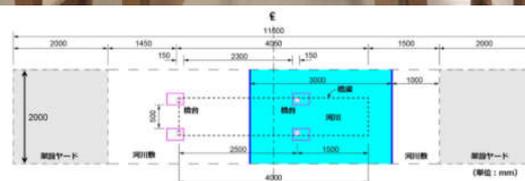
概略設計の次は、詳細な部分を決めるため設計図を作成していきます。それぞれの部材の材質や寸法、溶接の箇所を決めていきます。設計図の作成は牛田が担当しました。部材の接合部は溶接とボルト接合の 2 種類がありますが、ボルト接合が多すぎると架設に時間がかかってしまい、逆に溶接部が多すぎると橋自体が歪むリスクが高くなってしまいます。圧縮の部位ではボルト 2 本をジョイントに配することで、ジョイント部がヒンジに状態にならないように配慮しました。引張部材で 1 ジョイントあたり 1 本のボルトとし、ボルト本数を可能な限り低減しました。そして設計図が完成したら必要な材料を発注していきます。



溶接・部品の生成

発注した材料が届いたら設計図を基に必要な部品の生成や溶接作業を行っていきます。

部品の生成は主に村瀬、青木、畑、岡垣、溶接は五藤、杉本が担当しました。これらの作業は主に先端科学技術センター内の工業の機械を使わせていただきました。また、工場の機械を使用するにあたってメンバー全員が事前に機械の使い方の講習を受けました。溶接の際には白内障などの危険性があるアーク光や溶接棒の粉塵が発生するので、作業中は遮光面と防塵マスクの着用を必ず行いました。溶接では溶接箇所と溶接棒がくっついてしまうことや溶接する部品同士を動かないよう固定しておくことに苦労しました。また、溶接した箇所は軽量化という面や他の部材の接合の妨げとならないよう、最後にやすりで表面を磨きました。



架設練習

こうして 8 月の中旬には橋が完成しました。完成してから本番まではひたすら架設練習を行い、架設時間の短縮を目指していきます。架設競技においても JSBC のルールにより、橋の下を流れる河川の

位置や架設に参加できる最大人数が決められています。規定では架設作業者は最大 6 人ですが、私たちは 5 人で行いそのうち 1 人を河川内に配置しました。架設競技中に工具などを落としてしまうとペナルティとして時間がプラスされてしまうので、そういったミスも起こらないよう練習を行いました。また、架設練習を行っているとき溶接した際の熱で歪んでしまったりうまく接合しない部材が出てくるので、このような箇所の微調整も並行して行っています。また本番前には橋の塗装も行いました。私たちの橋は北陸新幹線のカラーをイメージし、白・青・茶色で統一しました。塗装は架設練習を繰り返すと剥げてしまうので本番の 2,3 日前に行いました。

2. JSBC2017 当日

JSBC は 2 日間にて行われました。1 日目は昼間に橋の架設時間を競い、夜は他大学の出場者の方たちとの交流会を行いました。2 日目は各チームの橋のプレゼンテーションを行い、その後橋自体の重量やデザイン性を競い、最後に実際に橋に載荷を行い、変位量を計測しました。



プレゼンテーション

メンバーの杉本が PowerPoint で発表しました。北陸新幹線カラーのデザインや橋の軽量化のために行ったこと、作業の中で大変だったことなどを審査員の方々にプレゼンテーションしました。質疑応答では作業はどのように分担していたかという質問を受けました。私たちは週ごとにシフト表を作成し、作業後は日報を書いて次の日作業する人が何をすればよいか分かるようにしていました。



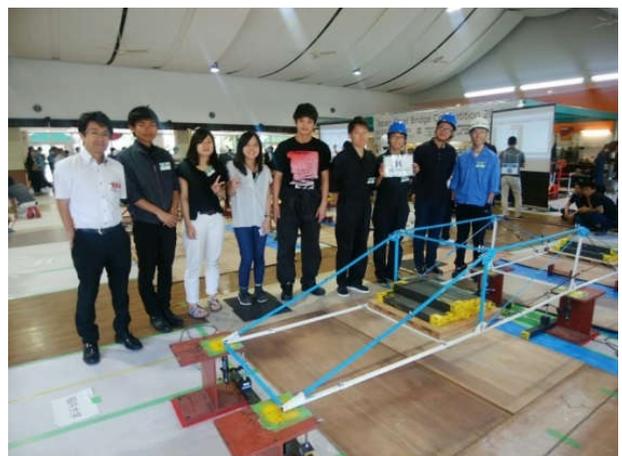
載荷試験

イベントの最後に橋におもりを載荷している様子です。橋には中央と張り出し部に合計 300kgf の重りを載せます。橋自体の重量は 20.9(kgf)で全大学中 1 位でしたが、あまりに軽量化しすぎたためか載荷した際に規定のたわみ量(変位量)である 20mm を超えてしまい、残念ながら失格という結果になりました。

3. 最終結果

		順位 (全21校中)
架設時間(分)	21.07	8位
美観ポイント	0	14位タイ
プレゼンポイント	80	12位
橋梁重量(kgf)	20.9	1位
たわみ(mm)	20	失格

架設時間では 8 位、橋梁の重量ではどの大学より最も軽いという結果でしたが、載荷の部門で規定のたわみ量(変位量)を超えてしまい、失格になってしまいました。この結果を反省し、来年度は規定の変位量を超えないような設計を行い再度挑戦したいと考えています。



共振を視覚的に学習する共振模型の製作

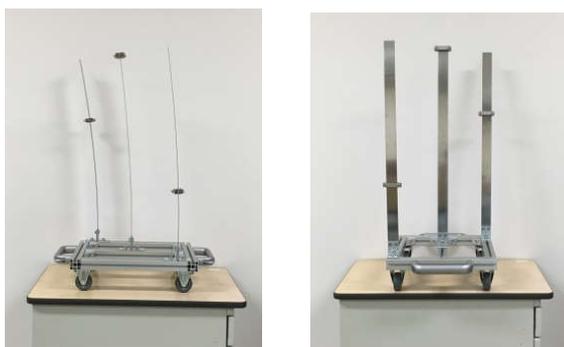
鞍谷・吉田研究室所属 伊藤 拓矢, 宮野 竣介
森川 大河, 山本 匠悟
指導教員 鞍谷 文保, 吉田 達哉

本研究室では振動についての研究を行っており、学部生向けの研究室紹介や一般者向けの講義を行うことがある。振動について学ぶ上で共振は基礎的な知識であるが、聴講者の中には知らない方も含まれる。また、学生の中にも講義で共振について学びはしたが、理解していない学生もいる。そこで、共振現象を容易に理解するためには、共振を視覚的に学べる模型を利用することが有効と考えた。

■共振模型

共振とは、物体が持つ固有振動数と同じ振動数の振動を外部から受けることで物体が大きく振動する現象である。

共振模型は、重りを取り付けた 3 枚の板ばねを台座に固定した構造になっている。完成した共振模型を図 1 に示す。3 枚の板ばねは重りの位置が異なり、それぞれ固有振動数が異なる振動系を構成している。台座を揺らす振動数を変化させることで振幅が大きくなる振動系(板ばね)が変わり、共振を視覚的に学習することができる。



(a)正面 (b)側面
図 1 共振模型 (完成品)

■共振模型の設計

共振模型は持ち運ぶ場合もあるため、板ばねの長さを 600mm、重りの質量を 118g とした。共振模型は人が揺らすため、各振動系の固有振動

数が 1~3Hz の範囲に収まるように設計する。

各振動系の固有振動数は重りの質量 m と板ばねの等価ばね定数 k から次式で求まる。

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (1)$$

各振動系の等価ばね定数は、図 2 に示す共振模型の簡略図の重り設置高さに荷重 F を加えたときのその高さでのたわみ δ から次式となる。

$$k = \frac{F}{\delta} = \frac{3EI}{l^3} \quad (2)$$

E : ヤング率

I : 断面二次モーメント

l : 重り設置高さ

式(2)を式(1)に代入すれば、各振動系の固有振動数 f は次式となる。

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{3EI}{ml^3}} \quad (3)$$

板ばねには SUS304CSP、重りには SS400 を用いた。表 1 に板ばねと重りの材料特性を示す。式(3)から各振動系の固有振動数が 1~3Hz になるように板ばねの寸法を決定する。重り設置高さを 350mm、450mm、550mm にしたときの各振動系の固有振動数は、板ばねの幅が 20mm、板厚が 1mm の時に 2.7Hz、1.8Hz、1.3Hz となり、1~3Hz の範囲に収まっていた。

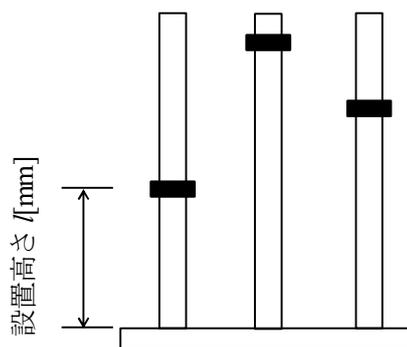


図 2 共振模型 (簡略図)

式(3)は簡略式であるので、有限要素解析で固有振動数の確認を行う。解析ソフトには ANSYS を使用した。一例として重り設置高さ 550mm の振動系(図 2 中央)の FE モデルとモード形状を図 3 と図 4 に示す。有限要素解析から得られた各振動系の固有振動数を表 2 に示す。式(3)と有限要素解析で差異が生じた要因として、式(3)では板ばねの質量を考慮していない点が挙げられる。表 2 より、各振動系の固有

振動数は1~3Hzの範囲に収まっているので、板ばねの寸法と重り設置高さは妥当だと確認できた。

表1 材料特性

	ρ [kg/m ³]	E [GPa]
SUS304CSP	7930	186
SS400	7860	206

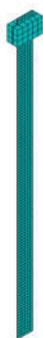


図3 FEモデル



(a)1次モード



(b)2次モード

図4 モード形状

表2 振動系の固有振動数

設置高さ [mm]	350	450	550
1次モード[Hz]	1.6	1.2	0.9
2次モード[Hz]	11.9	15.5	12.2

■活動成果

一般者向けの講義において共振模型を用いた共振の説明を行った。本講義では、身の回りの音や振動を科学的に説明し、ものづくりにおいて振動の知識がどのような場面で活用されているのかを説明した。聴講者には振動について詳しくない一般の方が含まれている。そこで、共振模型を用いて振動についての知識を学べるようにした。具体的には、共振模型を揺する振動数を徐々に上げていくことで、振幅が大きくなる振動系が変わっていく様子を確認してもらう。その結果、共振について視覚的に学んでもらうこと

ができ、講義内容の理解につながった。

また、機械系の学生への研究紹介で共振模型を用いた。共振模型を用いて共振について説明することで振動の基礎知識の理解を深めることができ、研究内容の理解の助けになったと考えられる。研究紹介の様子を図5に示す。



図5 研究紹介の様子

■今後の予定

共振模型を用いることで共振を視覚的に学ぶことができ、振動についての理解を深められることが分かった。今後、学生や一般者向けに振動の説明する際に共振模型を用いて解説を行う。

iGEM Fukui 活動レポート

山岡 莉沙

研究目的

研究において、マクロファージがもつ酵素の遺伝子を酵母に取り込ませ、酵母内でその遺伝子を発現させるという実験を行う。実験を経て、マクロファージの細菌を分解するという機能をもった酵母をつくることを目的としている。

期待される成果としては、酵母に新たな免疫機能を付加し、酵母内で免疫酵素の分泌を可能にすることである。

研究過程

平成29年

5月:遺伝子MMP12の発見と入手,MMP12の配列解析

6月:MMP12をPCRで増やすためのプライマーを設計

7月:MMP12をPCRで増幅

- 8月:電気泳動で増やした MMP12 を確認
- 10月: MMP12 の PCR 産物精製,その後,電気泳動で確認
PCR 産物精製済み MMP12,Fit 1 プラスミド(ベクター)を同じ制限酵素で切り出した.
- 11月: 電気泳動を行い,その後ゲル切り出し精製
ゲル切り出し精製後,再び電気泳動で確認
試薬不足のため新たな DNA ポリメラーゼを用いて,MMP12 を PCR で増幅
LB+Amp 培地作成
ライゲーション (MMP12 と Fit 1 プラスミドの結合)
- 12月:プラスミド抽出
平成 30 年
- 1月:DNA 配列解析
- 2月:コロニー植え替え
- 3月:コロニー植え替え
- 4月:MMP12 の cDNA の PCR 産物精製
DNA 配列解析,確認成功
- 5月:MMP12 が入った Fit1 の一点での切断
電気泳動で確認
- 6,7,8,9,10月:形質転換を 3 回行った.3 度目に成功した.
今後の予定:ウェスタンブロット解析

研究成果

以下,行った研究から得られた成果を図や写真を用いて説明する.

平成 29 年に我々は,マクロファージの溶菌酵素の遺伝子(MMP12)を Fit I プラスミド(ベクター)に導入することに成功し,大腸菌で培養していたハイブリッドプラスミドを抽出した.



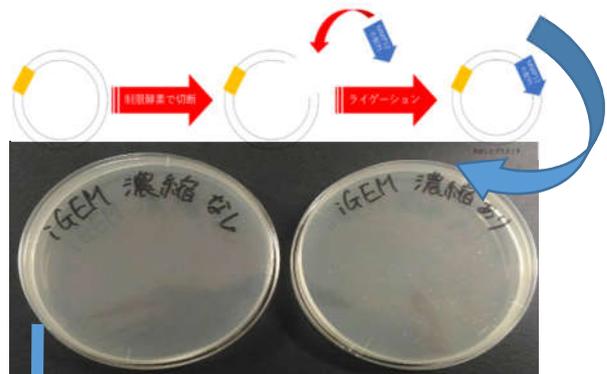
Fit I プラスミドと MMP12 の cDNA を大腸菌内でつなぐライゲーションで用いた培地は LB+Amp 培地である.原理を以下に示す.

アンピシリンは抗生物質である.大腸菌は,抗生物質が含まれる培地では生育出来ない.しかし,大腸菌体内でアンピシリン耐性遺伝子が発現されたとき大

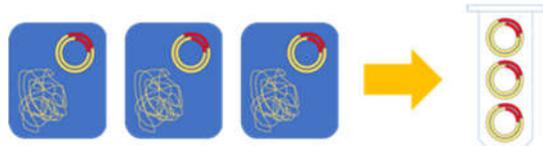
腸菌は生育できる.

そこで,アンピシリン耐性遺伝子が含まれる Fit I プラスミドが MMP12 の cDNA と結合されると,大腸菌は生育することができ,培地上にコロニーとして現れる.プロモーター遺伝子も Fit I プラスミド内にあるため,MMP12 が Fit I プラスミドに結合しなければ,コロニーは現れない.

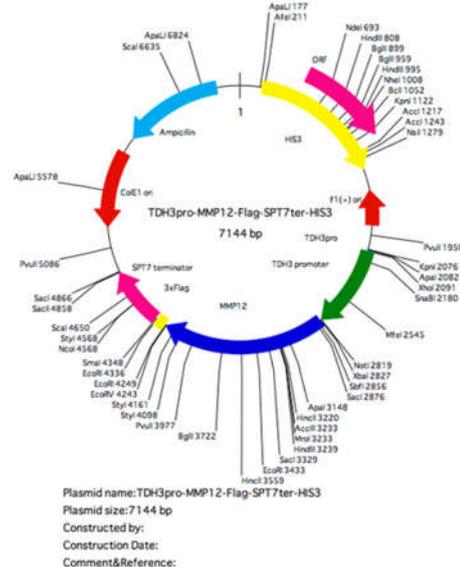
従って,LB+Amp 培地上に現れるコロニーが Fit I への遺伝子導入が成功した大腸菌であることが分かる.ここで,Fit I プラスミドと MMP12 は同じ制限酵素で切断しているため相補的な断片どうし結合できる.



上の写真のように,大腸菌を培地上で培養することで,大腸菌が大量に増殖し,ハイブリッドプラスミドを増幅することができた.



上の図は,大腸菌からハイブリッドプラスミドを抽出する様子である.また,右の図は我々が作製したハイブリッドプラスミドである.

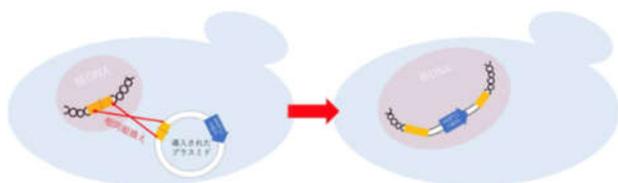


その後、我々は作製したハイブリッドプラスミドを酵母に導入する操作(形質転換)を行った。以下の図に、その様子を示す。

平成 30 年 6~10 月、形質転換を 3 回行った。うち 2 回は失敗した。

培地は、作成時に YPD 培地に必須アミノ酸を加えるがヒスチジンだけは加えていない。従って、この培地上では酵母は自分でヒスチジンを合成できなければ、生育できない。

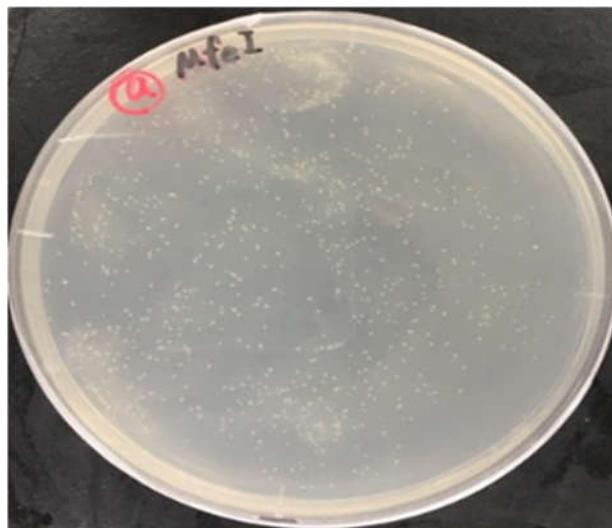
そこで、ハイブリッドプラスミド内にヒスチジン合成遺伝子があることでハイブリッドプラスミドは、相同組み換えが成功し、プロモーターが働き、ヒスチジンが合成されることで生育でき、培地上にコロニーを確認できる。



上の図のように、ハイブリッドプラスミドと出芽酵母の染色体上で似ている配列(hisTerminator)の部分で相同組み換えを起こし形質転換を行った。



10 月 23 日に形質転換を行って 2 日後の培地を確認した。培地の様子を下記に示す。



形質転換後、上記の培地上にコロニーが確認できた。従って、酵母内で MMP12 が発現できたことが分かる。コロニーが確認できたのは、酵母@タイプに Mfe I で切断したハイブリッドプラスミドを導入したものである。従って、酵母内の染色体上の TDH 3 promoter 配列で相同組み換えが起こりプロモーターも正常に動いたことが分かる。

+ここで、私たちは、マクロファージがつくる免疫酵素の遺伝子を酵母に持たせることに成功した。つまり、高度な免疫系の遺伝子を持つ新たな酵母を作り出した。

新たにに見出された課題

Fig12 の培地上で得られたコロニーを用いて、タンパク質解析を行う必要がある。そこで、ウエスタンブロットティング解析を行い、酵母内で遺伝子導入の前後、生体内で合成されたタンパク質を解析できれば、酵母内で新たな溶菌酵素の合成を確認できる。

今後の予定

我々は、これらの実験成果をまとめ、2019 年に開催される第 8 回サイエンスインカレにエントリーをした。もし、出場が決まれば、我々は今までの実験成果をポスターにまとめ、全国の大学生に向けて発表を行う予定だ。

メンバー

三浦 翔太郎、梁取 由佳子、山口 楓香、
二川 由梨