

3. 寄 稿



寄稿

以下では、平成 27 年度に採択された奨励研究の紹介とひらめき☆ときめきサイエンスの寄稿を掲載します。

3.1 奨励研究紹介

- ・視覚研究のための多原色光源表示装置の開発（再掲載）

松元 明子

- ・空気圧技術修得のためのコンパクト且つ改良自在な体験型空気圧キット教材の開発

奈良 大作

- ・片麻痺肩・肘関節の各運動自由度選択拘束機構を有する促通刺激協調リハビリ装置の開発（再掲載）

谷口 康太郎

- ・ヒメツリガネゴケ遺伝子ノックアウトによる植物キチナーゼの生理的機能の解明

稲嶺 咲紀

3.2 平成 27 年度ひらめき☆ときめきサイエンス事業報告

谷口 康太郎

視覚研究のための多原色光源表示装置の開発

システム情報技術系

松元 明子

1. 背景

自然界における太陽光は、短波長から長波長まで連続的なスペクトルを持っている(図1参照)。この連続性のために、優れた色の再現性を持つ。これは自然光の大きな特色であるといえる。一方、人工光は使用されているLEDに応じて離散的に波長のピークを持つ。例えば赤緑青のLEDから生成された白色LEDでは赤緑青の3つの波長にピークを持ち、青色LEDに黄色を加えて生成した白色LEDでは青と黄に波長のピークを持つ(図2参照)。人工光の光源として使用するLEDの色数を増やすとスペクトルはより連続的になり、自然光のスペクトルに近づく。視覚研究で使用する実験装置には人工光が用いられているが、自然光のような連続的なスペクトルを実現することができれば、自然光を模した疑似自然光を用いた視覚研究を行うことができる。自然光と人工光のスペクトルの形の違いが重要であると考え、人工光の離散的なスペクトルを自然光のように連続的なものにすればよいと考えられる。しかしながら、スペクトルを全く一致させることはエネルギー効率の観点からも困難であり、どの程度まで連続的であればよいのか判断することは難しい。どのようなスペクトルを持つ光であっても、網膜の光受容器への刺激量が同じであれば人間に与える影響は同じであると考え、光受容器への刺激量が自然光と同じであるような疑似自然光を発生させる多原色光源表示装置を開発した。

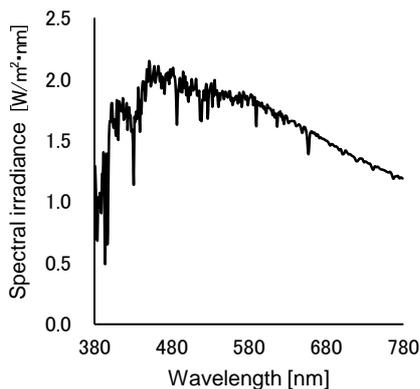


図1 太陽光のスペクトルイメージ
連続的なスペクトルを持つ。(The National Renewable Energy Laboratory http://redc.nrel.gov/solar/spectra/am0/E490_00a_AM0.xls より作成)

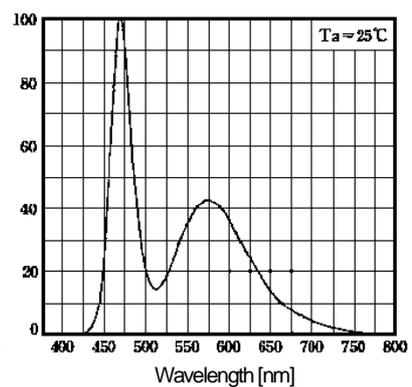
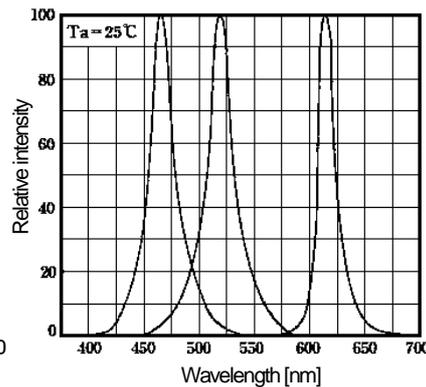


図2 白色LEDのスペクトルイメージ(左:赤・緑・青色LEDで生成されたもの、右:青色LED+黄色蛍光体で生成されたもの)
同じ白色でも、使用されているLEDの種類によりスペクトルが異なる。(特定非営利活動法人LED照明推進協議会「LED照明ハンドブック」<http://www.led.or.jp/publication/handbook.htm> より)

2. 多原色光源表示装置の仕組み

ヒトの網膜の光受容器は、3種類の錐体細胞、桿体細胞、メラノプシン神経節細胞の5種類から成る。錐体細胞はそれぞれ特定の範囲の波長に感度のピークを持ち、この刺激量によって人は色を認識している。桿体細胞は暗所で働く。メラノプシン神経節細胞は生体リズムの調節や瞳孔反応等に寄与していると言われる。また、明るさ知覚にも影響を及ぼすことが報告されている。多原色光源表示装置は十分に明るいため桿体細胞については

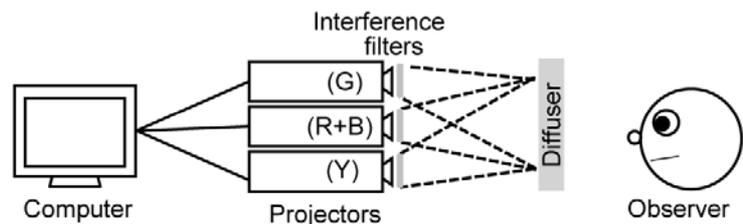


図3 多原色光源表示装置の概要図

3台のプロジェクターと干渉フィルターを組み合わせることにより、赤、緑、青、黄の4チャンネルとし、この出力を重ね合わせて投影して4原色を実現した。

考慮せず、3種類の錐体細胞とメラノプシン神経節細胞に着目する。これらの光受容器の分光感度を考慮すれば、4色の光源を用いてそれぞれの光受容器の刺激量を独立に制御することができる。

多原色光源表示装置の概要を図3に示す。3台の高輝度プロジェクターの光を、干渉フィルターを用いて特定の波長のみ透過することにより、4色の光源を実現した。フィルターは、赤と青のみを透過するもの、緑のみを透過するもの、黄のみを透過するものの3種類を用い、この4色の光を重ね合わせて1つの面に投影する。コンピュータでそれぞれのプロジェクターの輝度を制御することにより、光受容器の刺激量を制御したさまざまなスペクトルの光を作り出すことができる。

3. ガンマ補正

パソコンのディスプレイ等は赤緑青の3色の組み合わせで色を表現している。表示装置への入力信号の割合をデジット(0から1の値)で表す。最大出力の半分の輝度を表示したい場合、入力デジットを0.5とすればよさそうである。しかし表示装置への入力デジットを0.5としても、出力輝度は半分とはならない。これはディスプレイ等表示装置の特徴によるものである。多原色光源表示装置におけるプロジェクターの入力についても同様である。意図した刺激を出力するにはプロジェクターの入力デジットと出力輝度の割合は $y = x$ で表される関係となることが望ましい。そこで、分光放射輝度計(CS-1000A, Konica Minolta)を用い、プロジェクターの入力デジットに対する出力輝度の割合を測定し、これが線形となるよう補正を行った。赤について、補正前後の測定結果を図4に示す。全4色とも、 $y = x$ で表される直線と高い相関を示す結果となった。補正後のスペクトルを確認すると、予測値との二乗誤差が3.18%、輝度誤差が1.87%となり、予測値とほぼ一致した(図5参照)。

4. おわりに

3種類の錐体細胞とメラノプシン神経節細胞の分光感度を考慮して、多原色光源表示装置を開発した。この装置を用いれば、光受容器への刺激量が自然光と同じであるような疑似自然光を発生させることができる。疑似自然光と人工光との違いが解明されれば、眼精疲労を引き起こしにくい人に優しい人工照明や表示装置など、自然光のメリットを生かした装置の開発につながると期待される。

謝辞

本研究の遂行にあたり、終始適切なご助言を賜り、また丁寧に指導いただいた辻村誠一准教授に深く感謝します。なお、本研究はJSPS 科研費 奨励研究(15H00384)(松元)および基盤B(26280103)、挑戦的萌芽(26540146)(辻村)の部分的な助成を受けたものです。

参考文献

- O. Packer et al., Characterization and use of a digital light projector for vision research, *Vision Research* 41 (2001) 427-439.
- S. Tsujimura et al., Contribution of human melanopsin retinal ganglion cells to steady-state pupil responses, *Proc. R. Soc. B* (2010) doi:10.1098/rspb. 2010.0330.
- T. M. Brown, S. Tsujimura et al., Melanopsin-Based Brightness Discrimination in Mice and Humans, *Current Biology* 22 (2012) 1134-1141.

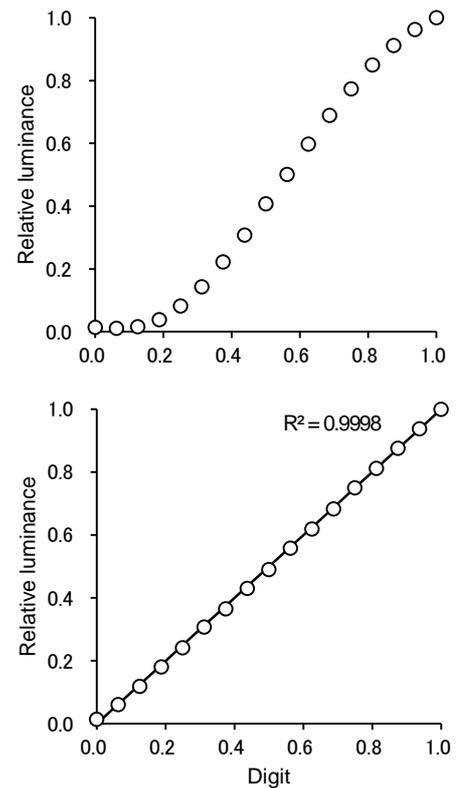


図4 プロジェクターの入力デジットに対する出力輝度の割合の例(赤)(上:補正前、下:補正後)

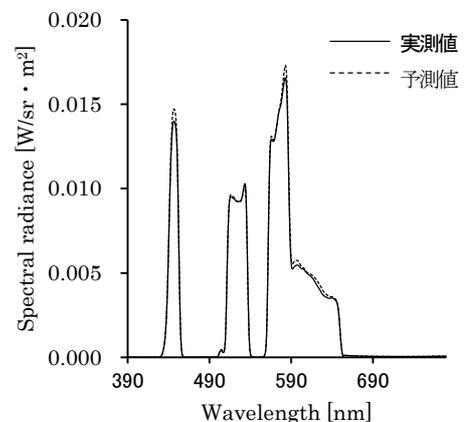


図5 補正後の背景のスペクトル

空気圧技術修得のためのコンパクト且つ改良自在な

体験型空気圧キット教材の開発

生産技術系
奈良 大作

1. はじめに

平成 27 年度科学研究費補助金 奨励研究に申請し、採択された上記テーマの内容について紹介する。

2. 研究背景

空気圧機器は自動化や省力化機器などの機械系産業にとどまらず、医療や福祉関係など様々な分野で利用されている。空気圧を利用することにより、電気や油圧などの他のアクチュエータと比べ、ランニングコストの削減、構造が簡単で保守管理が容易であるなど多くの利点をもつ。環境面においても、駆動に用いる媒体が圧縮空気のため、エア－漏れを起こした場合でも環境汚染の影響がなく、安全に使用することができることも大きな利点の一つである。

このように一般に広く利用されている空気圧機器ではあるが、大学などの教育・研究機関で空気圧を利用した機器や装置について詳しく学べる環境や教材が少ないため、工学系の学生の多くは卒業後、空気圧機器を取り扱う職に就いてから、必要に迫られて学ばざるを得ない。そこで、学生が空気圧機器の原理や機器の種類・用途、組み立て・保守などの空気圧の基礎を修得できることを目的とし、気軽に学べる学習教材の試作を行った。

3. 空気圧回路及び使用機器

試作する空気圧教材は、コンプレッサからのエア－を一次側とし、教材装置のフィルターレギュレータを介してソレノイドバルブ、流量制御弁にエア－を流し、アクチュエータ（複動形ペンシリンダ）を動作させる構造となっている。ソレノイドバルブはそれぞれ特徴の違う 5 種類を用い、配管を繋ぎ換えることでアクチュエータの動作を観察し各ソレノイドバルブの特性を学ぶことができる。図 1 に空気圧回路図を示す。

4. まとめ

今回、試作した教材（図 2 参照）は、初歩からスタートする学生のために、必要最低限のシンプルな回路、機器で構成し、コンパクト且つ低予算で製作することができた。また、自製の装置であることから、学生自身での分解、組立てが容易なため、この教材を通じて空気圧装置の組立てや設備保全教育の面でも役立てると考えている。今後は実際に学習キット教材を使い圧力・流量調整に伴うアクチュエータ挙動変化の体験を通じて、基礎的な空気圧技術の修得を目指していきたい。

最後に、本研究を進めるにあたり、池田稔技術専門員には多大なるご協力及びご助言を頂き感謝致すとともに、厚くお礼申し上げます

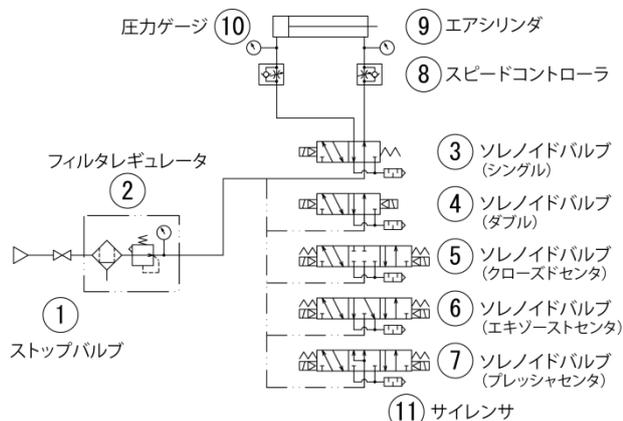


図 1 空気圧回路図

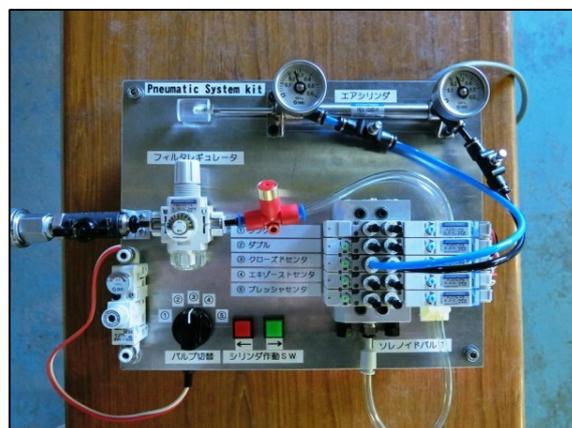


図 2 製作した空気圧学習キット

片麻痺肩・肘関節の各運動自由度選択拘束機構を有する

促通刺激協調リハビリ装置の開発

生産技術系
谷口 康太郎

1. はじめに

筆者は平成 25 年度より吉永前総括技術長が関わっていた鹿児島大学霧島リハビリテーションセンターとの医工連携の取り組みを引き継ぎ、脳卒中片麻痺患者のリハビリテーションに関する研究について科研費（奨励研究）の申請を行ってきた。この取り組みの成果として、平成 26 年度に科研費への申請が採択され、本年度も前年度の研究を発展させた研究テーマにて申請したところ採択され、機械工学専攻の余准教授の指導を受けながら本研究を進めてきた。本稿ではその研究内容を紹介する。

2. 研究背景

脳卒中片麻痺患者の上肢機能回復訓練は、特に脳卒中急性期治療を終えた頃の亜急性期リハビリテーションにおいて最重要課題であり、肘と肩関節を使用した上肢の挙上とリーチング能力の向上は洗顔や更衣等の日常生活動作を改善するリハビリとして非常に重要である。片麻痺を改善するためには麻痺肢の訓練量を増やす必要があり、近年リハビリロボットが盛んに研究されているが、モータや人工ゴム筋等のアクチュエータによる他動運動によるものが多く見受けられる。しかし、脳卒中片麻痺患者のリハビリでは患者自らの随意運動を促す訓練が効果的であり、他動運動の訓練ではなく、随意運動を促通刺激によって促す訓練が近年研究されている。片麻痺患者は十分に麻痺肢の筋肉を収縮できないが、NMES（神経筋電気刺激）や、100 [Hz] 程度の振動刺激を目的筋に与えることで筋収縮を促すことができる。また、脳卒中後の片麻痺患者は、関連する関節が一緒に動いてしまう共同運動が出現するが、この共同運動から個々の関節の随意運動に分離することが必要であり、分離運動訓練を行わなければ、脳が誤った学習をしてしまう。

3. 研究目的

筆者の従来の研究では、片麻痺の肩と肘の屈伸運動の共同運動を分離するための上肢各運動自由度選択拘束機構を開発した。この介助装置を用いて手動介入による NMES を併用した肘と肩の屈曲・伸展訓練の臨床試験を鹿児島大学病院の霧島リハビリテーションセンターにおいて 15 人の慢性期脳卒中患者に対して二週間の訓練を行ったところ、UE-FMA サブスコアの肩・肘に関する項目が有意に向上した[1]。これらの研究によって、本装置による NMES を併用した訓練の有用性が示されたが、患者による促通刺激の手動介入では適正なタイミングで NMES を介入することは難しく、NMES の最適な強度もまだ明確になっていない。最適な NMES のタイミングと強度を調べるためには、各関節の動きを測定するシステムを開発する必要がある。そして、FMA や FIM、ARAT 等のリハビリ効果の評価方法は物理的な比例尺度データによる定量的評価ではなく、訓練前後の即時的な僅かな効果の評価は難しい。また、電気や振動等の促通刺激を自動的に介入できれば、セラピストに負荷をかけずに最適な条件で高頻度の反復訓練が可能となり、患者の自主訓練も可能となる。したがって、本研究の目的は訓練関節の角度及び角速度を計測するための肘と肩の屈伸運動の計測機能と電気と振動による促通刺激制御システムを有するリハビリ装置を開発し、その有用性を臨床実験で評価することである。

4. リハビリ装置のシステム構成について

開発したリハビリ装置の構成を図 1 に示し、制御システムの構成については図 2 に示す。制御はノート PC を用いることで可搬性を持たせ、インターフェースは USB 接続とした。各関節の回転軸に設けたロータリエンコーダのカウンタ値をコンテック製カウンタモジュールで計測し、PC の訓練プログラムによって角度・角速度・角加速度を記録する。サンプリングタイムは 10 [ms] である。そして、リレースイッチの駆動を D/A モ

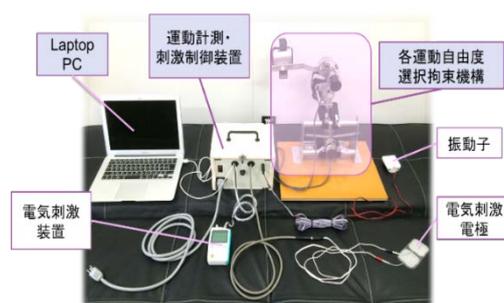


図 1 リハビリ装置の構成

ジュールによって行い、計測した各関節の回転角度によって促通刺激をリレーによって自動的にスイッチングできるようにした。電気刺激装置は比較的安価な伊藤超短波製のTRIO300を用いるが、霧島リハビリテーションセンターで使用されている同社製ハイエンド機種ES-530にも対応させるため、回路の切り替えスイッチを設けた。ES-530はトリガー入力によるスイッチング機能を有するが、TRIO300はその機能がないため、電気刺激出力の下流側回路にリレースイッチが必要である。この場合、回路切断時にTRIO300の安全装置によるシャットダウンを防止するため、人体の電気抵抗と同等の可変抵抗へ刺激電流を流すことで、電気刺激装置のシャットダウンを防ぐよう工夫した。

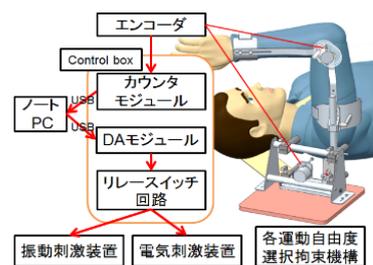


図2 制御システム構成

5. 健常者による実験

健常者 10 人に対して装置の検証実験を行った。訓練の方法は 1 セット 10 回の訓練運動で構成され、これを 5 セット行う。訓練の効果を比較するため、訓練前後で促通刺激を介入せずに、1 セットの訓練を実施した。各訓練セットの最大角速度の測定結果例を図 3、図 4 に示す[2]。NMES の刺激強度（電流値）を上げると、殆どの被験者において NMES を介入しない訓練前後の結果において訓練後に運動速度が向上し、有意差が確認された。ただし、一部の被験者においては電流値を上げて訓練運動速度が遅くなる例もあり、電気刺激強度の設定を対象者毎に適切に合わせる必要があることも分かった。本システムは訓練後に訓練結果が即時に PC 画面上に表示されるため、刺激強度の最適値を調べることも容易である。

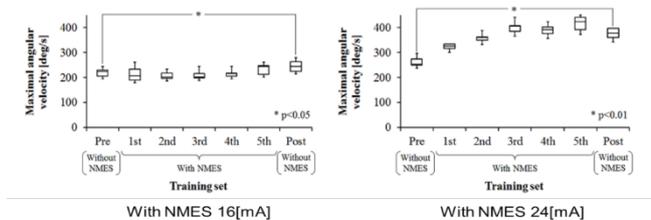


図3 健常者肘関節の電気刺激による実験結果例

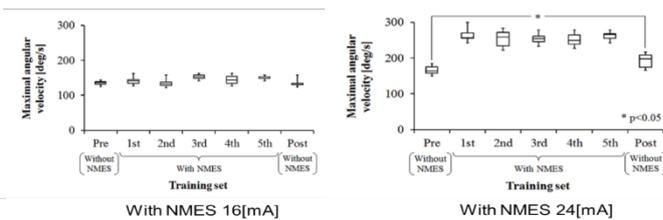


図4 健常者肩関節の電気刺激による実験結果例

6. おわりに

本研究では本装置を使用して訓練前後の訓練関節の最大角速度を比較することにより定量的な評価が即時に可能となった。そして、リアルタイムに計測される関節角度や角速度データに基づいて、振動刺激と NMES による促通刺激を訓練動作に自動的に協調させ、刺激タイミングを制御することができるようになった。本装置は単一の装置で複数の訓練運動を実現でき、アクチュエータも持たないため低コストであり、実現性が高い。現在、片麻痺患者による臨床研究を進めており、企業との共同研究による製品化も視野に入れ研究を継続する。なお、国際会議 2 件[2]と九州地区総合技術研究会において研究成果を発表した。

7. 参考文献

- [1] T. Noma, S. Matsumoto, M. Shimodozono, Y. Iwase, K. Kawahira : "Novel neuromuscular electrical stimulation system for the upper limbs in chronic stroke patients: A feasibility study ", Am.J.Phys.Med.Rehabil, Vol.93, No.3, 2014.
- [2] Koutaro Taniguchi, Yong Yu, Tomokazu Noma, Ryota Hayashi, Shuji Matsumoto, Megumi Shimodozono, Kazumi Kawahira : "Research of Rehabilitation Aid System by DOF Constraintable Mechanism and NMES for Hemiplegic Upper Limbs ", Proceedings of the 2015 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics, pp.139-144, 2015.

謝辞

本研究は平成 27 年度 JSPS 科研費（奨励研究：15H00331）の助成を受けたものであり、ご指導頂いた機械工学専攻の余永准教授、林良太准教授、そして、本研究への助言並びに臨床実験のご協力を頂いた霧島リハビリテーションセンターの野間知一作業療法士と厚地リハビリテーション病院の山中弘子医師、福田勇理学療法士、またその他被験者になって頂いた方々へここに感謝申し上げます。

ヒメツリガネゴケ遺伝子ノックアウトによる

植物キチナーゼの生理的機能の解明

システム情報技術系
稲嶺 咲紀

1. はじめに

キチナーゼ（キチン分解酵素）は広く陸上植物に存在しているが、その基質であるキチンは植物体内には存在しない。そのため、植物キチナーゼは病原性真菌の細胞壁キチンを分解することにより、その生育や感染を抑制する生体防御タンパク質であると考えられている。さらに、共生、分化誘導、胚形成、ストレス耐性など様々な生理機能に関係することが報告されているが、解明には至っていない。このようなタンパク質の生理機能は、植物の進化とともに多様化してきたと考えられる。そこで、陸上植物における進化の基部に位置するコケ植物のキチナーゼについて解析を行うことにより、その根源的な役割についての知見が得られることを期待して研究を行っている。

2. 目的

この研究では、様々なキチナーゼの生理機能の中でも、生体防御に関わる機能に着目した。これまでに、イネやシロイヌナズナなどの高等植物にはキチナーゼに関わる生体防御機構が存在することが報告されている。しかし、高等植物にはキチナーゼの種類とそれに類似した遺伝子の数が多く、機能解析を行うのが困難である。そこで、高等植物と比較してキチナーゼの遺伝子数が少なく、解析を行う上で有利であるコケ植物を利用し、キチナーゼの植物生体内における役割について明らかにするため、発現解析や大腸菌による発現系の構築、機能解析を行った。

3. 方法・結果

a) サンプルとなるコケ植物の選定

本研究では、コケ植物蘚類のヒメツリガネゴケ (*Physcomitrella patens subsp. patens*) を使用した (図1)。ヒメツリガネゴケを扱う理由として、

- ・ 小さいため培養が容易
 - ・ ライフサイクルが短い
 - ・ ゲノム解読が完了している
 - ・ 形質転換体を比較的容易に得られる
- といった点が挙げられ、モデル生物としても利用されている。

A



B



図1. ヒメツリガネゴケ

A: 継代後 8 日目 (原糸体) B: 継代後 30 日目 (茎葉体)

b) キチナーゼ候補遺伝子の検索

植物キチナーゼは、その一次構造の違いによって糖質加水分解酵素ファミリー19 および 18 に分類される。さらに、ファミリー19 のキチナーゼはクラス I、クラス II、クラス IV、クラス IIL に、ファミリー18 のキチナーゼはクラス III、クラス IIIb、クラス V に分類される。NCBI (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) のヒメツリガネゴケデータベースにおける遺伝子検索、BLAST (<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>) による配列比較、酵素活性部位の保存性により、クラス I キチナーゼが 3 種類、クラス II キチナーゼが 3 種類、クラス IV キチナーゼが 1 種類、クラス IIL キチナーゼが 1 種類、クラス V キチナーゼが 2 種類、合計 10 種類のキチナーゼ (PpChi) 候補遺伝子を選抜した。さらにリアルタイム PCR による遺伝子発現解析の結果、6 種類のキチナーゼについて有意な発現が確認された。

c) 組換え PpChi の作製

候補遺伝子の発現解析の結果、有意な発現が認められた6種類のキチナーゼについて、大腸菌による発現系の構築を行った。発現用ベクターpET22bに目的PpChiコード領域を連結し、タンパク質発現用大腸菌BL21 (DE3)に導入後、IPTG誘導することで6種類のうち3種類の組換えキチナーゼを得た。分子量はそれぞれPpChi-Iaが29,000、PpChi-IVが34,000、PpChi-Vbが38,000となっていた(図2)。

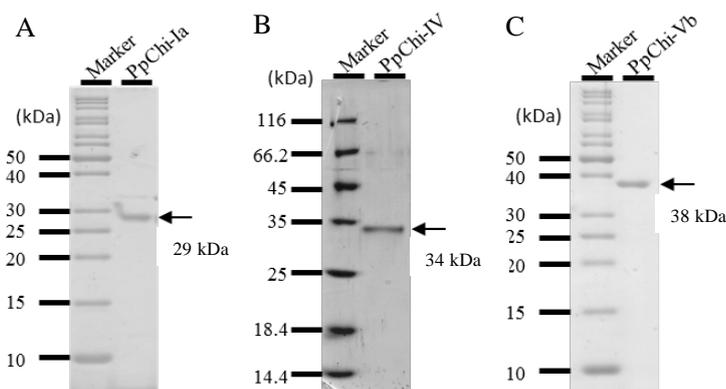


図2. SDS-PAGEによる分子量測定

A: PpChi-Ia B: PpChi-IV C: PpChi-Vb

d) キチンオリゴ糖分解パターン

キチナーゼと重合度の異なる基質(キチンオリゴ糖)を反応させた際に生じる分解産物の量を経時的に測定し、分解パターンの違いについて調べた。PpChi-Vbにおいて、キチンオリゴ糖6量体の分解により2、3、4、5糖を生成したが、単糖は検出されなかった。詳しい解析の結果、2~5糖の他に8糖の生成が認められたことから、PpChi-Vbはキチンオリゴ糖の加水分解反応と同時に、糖転移反応が起こっていることがわかった(図3)。糖転移活性を持つ植物キチナーゼの報告はソテツ由来キチナーゼに続き、2例目となる。

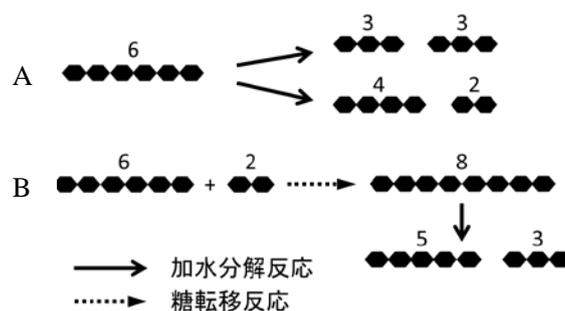


図3. PpChi-Vbの糖転移活性

A: 加水分解反応 B: 糖転移反応

e) 抗真菌活性

抗真菌活性の有無について調べた。抗真菌活性測定はPDA培地に*Trichoderma viride*を培養し、試料を添加したウェル周辺の菌糸の伸長阻害を観察することで行った。その結果、PpChi-Iaは300 pmolで糸状性真菌である*T. viride*菌糸の成長抑制効果が認められたが、PpChi-IVおよびVbには認められなかった。

f) 遺伝子ノックアウト変異体の作製

- ・ 遺伝子破壊用コンストラクトの構築

ヒメツリガネゴケ遺伝子破壊用プラスミドpTN182は、基礎生物学研究所より分与していただいたものを使用した。pTN182に目的キチナーゼ遺伝子上流および下流部分と相同的な配列を組み込むことで、遺伝子破壊用コンストラクトを構築した。

- ・ キチナーゼ遺伝子ノックアウト

ポリエチレングリコール(PEG)法にて、ヒメツリガネゴケへ破壊用コンストラクトを導入する。原系体細胞のプロトプラスト調製、プロトプラストの形質転換、薬剤耐性形質転換体の選抜の3つのステップによりキチナーゼ遺伝子ノックアウト変異体を作製している。

4. まとめ

これらの結果から、コケ植物においても高等植物と同様にキチナーゼに関わる生体防御システムが存在し、生体内においてクラス毎に異なる役割を果たしていることが示唆された。現在、キチナーゼ遺伝子ノックアウトによる機能解析を行っているところである。

5. 謝辞

本研究の一部は平成27年度JSPS科研費(15H00436)の助成を受けたものである。

平成27年度 ひらめき☆ときめきサイエンス事業報告

生産技術系
谷口 康太郎

1. はじめに

「ひらめき☆ときめきサイエンス～ようこそ大学の研究室へ～KAKENHI（研究成果の社会還元・普及事業）」は、科学研究費助成事業による研究成果を子供たちが直に見て、聞いて、触れることで、科学の面白さを感じさせ、研究成果の社会還元や普及の推進を目的に、日本学術振興会から委託を受けて実施している事業である。本技術部では平成26年度から本事業への参画に取り組んでおり、平成26年度に1件、本年度は3件採択された。今年度は例年中学生を対象にして開催していた「ものづくり体験教室」を本事業に振り替え、夏休み期間に小・中学生に対して3件のプログラムを合同開催した。

2. 実施概要

・実施プログラム及び実施代表者

- ① 「社会で使われるマイクロカプセルを見て、さわって、作ってみよう」（大角 義浩）
- ② 「さまざまなロボットの役割と仕組みを知ろう！～介護支援・リハビリロボット～」(谷口 康太郎)
- ③ 「目の不思議を体験しよう～あなたが見ているものは本当に正しいものですか？～」(松元 明子)

・日時：平成27年8月25日（火）10：30～17：00

・場所：工学部講義棟講義室、応用化学工学科実験室、機械工学科実験室、学術情報基盤センター

・参加者：小・中学生 合計52名（内訳：①16名、②19名、③17名）

今年度は合同開催のため、受講生募集や連絡、受付等を地域連携WGでまとめて行い、効率良く実施できた。当日は開講式、オリエンテーション等を合同で行った後、各プログラムに分かれて実施した。

当日は天候に恵まれず、台風15号接近のため、開催日前日に開始時刻を1時間半遅らせ、内容を短縮して実施した。受講生にはメール・FAX・電話で直接連絡をとり、ホームページにもその旨を掲載したが、当日朝は交通機関がストップしたため、10名ほどの欠席者が出た。

3. 各プログラム実施内容

詳細報告は、日本学術振興会ウェブサイトの「[過去の実施プログラム\(平成27年度\)](#)」から閲覧できる。

3.1. 「社会で使われるマイクロカプセルを見て、さわって、作ってみよう」

マイクロカプセルはどのように社会で活用されているかを理解するとともに、受講生が作ったマイクロカプセルを利用してオイル式万華鏡を製作することで「ものづくり」への関心を高めてもらうことを目的として行った。主な内容は、①講義「マイクロカプセルの化学（講師：吉田昌弘教授）」、②実習「人工イクラの作成」、③研究室や分析機器の見学、④実習「万華鏡の製作」とした。

講義「マイクロカプセルの化学」では、社会で使われているマイクロカプセルの実例（医薬品、機能性材料、接着剤、蓄熱材料）とその作り方をわかりやすく説明して頂いた。体験実習として、染色した人工イクラを作成してもらうことで化学系の器具の使い方を学び、研究室や分析機器の見学を通して、参加者に大学の教育研究環境を実感してもらった。また、染色した人工イクラをグリセリン水溶液で満たした試験管に具材として入れ、試験管を反転することで落ちる様子を万華鏡で見ることで動画のような動きのある非常に美しい像が見られる万華鏡をつくった。



3.2. 「さまざまなロボットの役割と仕組みを知ろう！～介護支援・リハビリロボットについて」

本プログラムは日常で触れることの少ない介護支援・リハビリロボットについてその役割や仕組み等を講義や研究室見学、ロボットプログラミング実習を通して体験的に楽しく学んでもらった。

まず初めに大学での授業の雰囲気を経験してもらい趣旨も含め、機械工学専攻の余永准教授による講義を行い、ロボット工学の入門から本学で研究しているリハビリロボットや介護支援ロボットまで分かりやすく説明してもらった。その後、楽しみながら理解してもらえるように、座学だけでなく研究室見学の時間も設け、大学の研究室の雰囲気を体験してもらいと同時に、実際に研究を担当している大学院生らにロボットの動きや仕組みを間近に見ながら説明してもらい、理解を深めてもらった。

最後には実習としてレゴ社の教材マインドストーム®を使い、実際にロボットを動かしながら、ロボット制御のプログラミング実習を行った。最後には製作したプログラムによるロボットのラインレース（ラインに沿って走行する）大会を行い、ロボットがコースを一周する速さを競ってプログラムの優劣を競わせた。競技形式にしたことで受講生らはプログラム製作に白熱し、子供の好奇心や創意工夫する能力を最大限に引き出すことができ、非常に活発で有意義な実習となった。



3.3. 「目の不思議を体験しよう～あなたが見ているものは本当に正しいものですか？～」

「見る」ということは強烈なインパクトがあり、正しいものかと思ひ込みがちである。しかし、だまし絵の例にも見られるように、実は私たちの見ているものにはたくさんの「うそ」が含まれている。本プログラムでは、普段気が付かない目の不思議を、講義やバーサライタ作成を通して体験してもらうことを目的とした。

まず、情報生体システム工学専攻の大塚作一教授による講義を通して、人の目がいかにかうまくだまされるかを体験してもらった。昼食をはさみ、後半の演習では、受講生自身に色を塗ってもらい、塗った色と見える色の違いを実感してもらった。台風のため時間を短縮しての実施となったため、考察の時間が十分にとれなかったが、「なぜだろう？」と考えるきっかけとなったのではないかと考える。

その後、人の目の残像効果を利用して、一列に並んだLEDを少しずつずらしながら光らせることにより、文字や絵を表示するバーサライタを製作した。はんだづけは初めてという受講生がほとんどだったが、技術職員の指導のもと次第にコツをつかみ、できあがったバーサライタを自分の手で回転させて喜んでいった。次に、表示するメッセージを変更するため、プログラミングを体験した。受講生は文字が見える仕組みを理解し、絵文字やひらがな、カタカナなど、自分でLEDの光るパターンを考えて作成した文字を組み入れて、それぞれオリジナルのメッセージが表示されるバーサライタを完成させた。



4. アンケート結果

受講生の大多数が「おもしろかった」、「わかりやすかった」、「科学に興味があった」と回答し、参加した実施者（教員、技術職員、TA）にも「有意義であった」、「今後も実施したい」と、こちらも全員から肯定的評価を受け、参加者、実施者双方から評価されたプログラムとなった。