

2. 1 回転2重らせん把持機構による枝伝い移動ロボット

生産システム工学科 助教 袴田 翔

1. 概要

近年、農業従事者数の高齢化が問題になっている。農林水産省によると、農業従事者は2023年時点で約116万人とされているが、20年後には約30万人まで減少することが見込まれている。加えて、従来の生産方式を前提とした農業生産では持続的な発展や食料の安定供給を確保できないことが問題となっている。これらの問題を解決するため、ロボット・AI・IoT等を活用したスマート農業が注目されており、農作業の効率化や作業の負担軽減、生産性の向上が期待されている。特に、農作業における収穫に着目すると、自動化されたトラクターによる一斉収穫や、ハウス作物の成熟具合を確認しながら1つ1つロボットで収穫する手法が取られている。

一方、果樹の収穫に着目すると、ロボットハンドを備えたロボットや、吸引装置を有するドローンで移動しながら収穫するロボットが開発されている。また、これらの収穫ロボットを用いるため、樹園地は省力樹形に新植・改植されている。省力樹形[1]は1列状に密植され、枝や樹高、結実範囲が狭まるように品種改良されている。そのため、収穫ロボットは、省力樹形の樹園地を一直線上に移動しながら果実を収穫できるため、作業効率が大幅に上がることが報告されている。しかしながら、樹園地の省力化は拡大途中であり、未だ従来の樹形で果樹を育てる樹園地が多く残ると考える。省力樹形に対し、従来の樹形は慣行樹形と呼ばれており、果樹の背が高く、結実範囲が全方位に広がっている。このような樹形では、果樹が列状に密植されていないため、ロボットハンドやドローンによる収穫は適さない。また、樹園地を省力樹形に新植・改植するには地形や面積の拡大が必要となり、基盤整備にかかる初期コストが大きいと考える。

そこで、本研究では、慣行樹形の果樹に利用可能な、収穫を効率化するロボットを開発する。



図1.慣行樹形(上)と省力樹形(下)[1]

2. 研究内容

果樹の収穫に向けた移動を考えると、幹と枝を伝い、枝の末端にある果実へ近づく必要がある。そこで、特に枝を伝う移動手法に焦点を当てた。枝は細長く、枝分かれによる分岐点が多く存在する。また、枝表面は葉や樹皮の凹凸が存在し、しなることから非常に揺れやすい。これらの環境条件から、枝に接触する箇所を選択でき、ボディを安定して維持できる移動機構が望ましいと考える。そこで、ソフトメカニズムに着目し、2重らせんによって枝を挟み込む機構を提案する。具体的には、柔らかい弾性棒を2本用意し、棒によって枝を挟み込む。そして、2本の弾性棒が360度すべての角度で対抗するように変形させる。この形状を満たすものを検討し、2重らせん構造が有効であると考えた。実際、2重らせんで囲まれた枝は、枝の軸方向以外に動かすと、必ずらせんと干渉するため外れない。

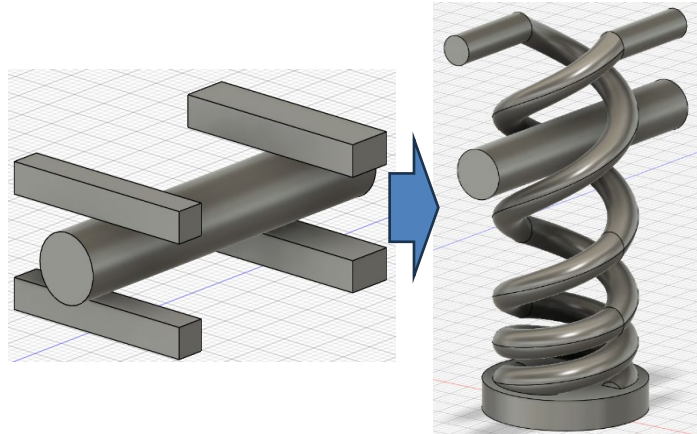


図2.弾性棒の把持をもとに、2重らせん把持へ変形

以上から、本研究では、2重らせん機構をもとに、枝を挟み込むための設計パラメータの定量化、枝伝い移動を可能にするロボット機構の設計を行い、収穫への有効性を検証する。

3. 研究成果

2重らせん機構を設計するため、小動物の齧り木から枝の太さを調査した。齧り木は細枝と中枝に分かれており、細枝は $\phi 4[\text{mm}] \sim \phi 9[\text{mm}]$ を指し、中枝は $\phi 9[\text{mm}] \sim \phi 19[\text{mm}]$ を指していた。これらの計測結果から、2重らせん機構にて把持する枝太さを最大 $\phi 20[\text{mm}]$ として反映した。

また、枝太さの計測結果をもとに設計した2重らせん機構を図3に示す。機構全長は $62[\text{mm}]$ で、外径は $\phi 21[\text{mm}]$ 、らせん太さは $\phi 6[\text{mm}]$ である。また、らせんの開口径は $16[\text{mm}]$ とし、枝を挟み込むため、らせんピッチを $20[\text{mm}]$ 、 $14[\text{mm}]$ 、 $8[\text{mm}]$ と徐々に狭めている。2重らせん機構はPLA樹脂にて出力するため、樹脂の柔軟性を利用して開口径よりも太い枝を把持することを想定している。らせんピッチも同様に、中枝から細枝までを把持できるパラメータとなっている。本2重らせん機構は、ロボット機構とした際の最小パラメータとしている。例えば、らせんが大きすぎる場合には機構同士が接触することや、周囲の葉や枝を余計に把持することを考慮している。

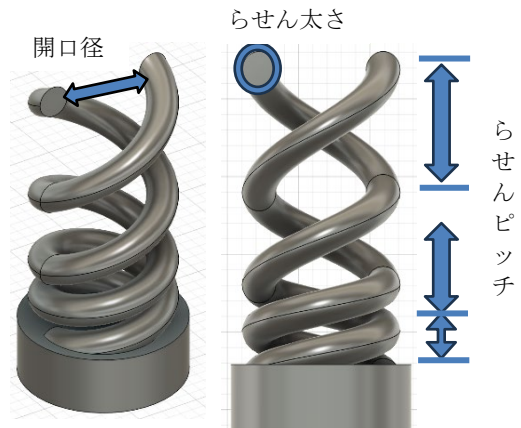


図3. 2重らせん機構(プロトタイプ)

果樹の枝太さから2重らせん機構のプロトタイプを設計したが、開口径よりも太い枝を巻き込めないことが確認された。そこで、らせん機構に枝が接触した際、 $\phi 20[\text{mm}]$ までの枝を巻き込める設計パラメータを平面図から定量化した。らせん機構の開口部に枝を接触させると、枝に対して水平に接触する点と垂直に接触する点がそれぞれ確認された。これらを、水平接触点(図4中の赤い点)と垂直接触点(図4中の黄色い点)とし、各接触点の距離から開口部に必要な高さを導出した。2重らせん機構が枝を巻き込める条件は、開口径よりも大きい枝を巻き込む際、水平接触点を一直線で繋いだ線上に垂直接触点から伸ばした垂線の長さが、枝の半径よりも大きい場合と仮定した。この条件を、2重らせんが枝を巻き込める設計パラメータとしてらせん断面から定量化した。図5にらせん断面を基準とした水平接触点と垂直接触点の垂線 l (以下、開口深さ)を示す。開口深さに加えて、枝の半径 r 、らせん太さ x 、らせん断面の最下点(図5中の青い点)と垂直接触点の距離 z を与え、枝を巻き込める計算式を求めた。結果、らせん断面の最下点と垂直接触点の距離 z が $7[\text{mm}]$ 以上あれば、 $\phi 20[\text{mm}]$ までの枝を巻き込むことが可能になると示された。

2重らせん機構に設計パラメータを反映し、枝の巻き込み実験を行った。実験では、設計パラメータを反映した2重らせん機構と、反映する前の2重らせん機構で枝の巻き込み実験を行った。また、本実験で使用する枝の太さは $\phi 18[\text{mm}]$ 、枝の凹凸込みで $20[\text{mm}]$ である。実験方法は、枝を開口部に接触後、手回しで回転させた際の巻き込み状態を確認した。結果、設計パラメータを反映する前のらせんでは、枝の側面に接触後、巻き込むことができなかった。一方で、設計パラメータを反映したらせんは、枝の側面をなぞり、枝を巻き込むことができた。以上から、らせん断面から求めた設計パラメータの有効性が示された。今後は、らせんの中心に枝を集めやすい形状と、ロボット機構を開発する。なお、本研究は2026年6月に行われるロボティクス系国内会議にて発表を予定している。

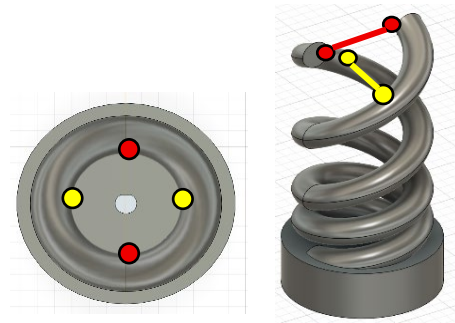


図4.枝の接触点

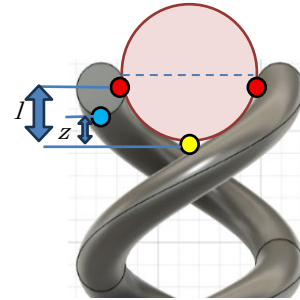


図5.枝の接触点と開口部の高さパラメータ



図6.枝の巻き込み実験
設計パラメータを反映する前のらせん(上)
設計パラメータを反映したらせん(下)

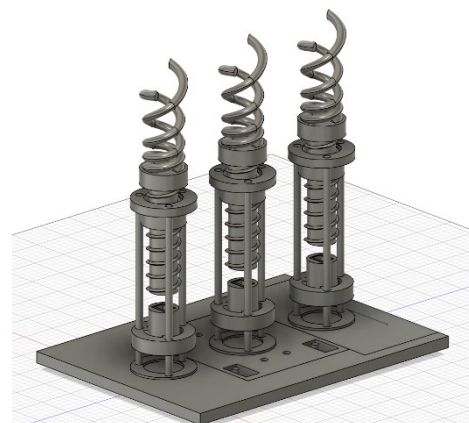


図7.ロボット機構の設計

参考文献

- [1]. 農林水産省”果樹農業の現状と課題について”.農林水産省.2024.10.https://www.maff.go.jp/j/council/seisaku/kazyu/r06_01_kazyubukai/attach/pdf/241016-12.pdf (2026.02.14 アクセス).

2. 2 地方都市中心部における戦後建築ストックの“しまい方”

社会基盤工学科 助教 小暮 悠

1. 概要

本研究は、地方都市中心部に多く残る1950～70年代の建築群（防火建築帯・防災建築街区など）を「戦後建築ストック」と捉え（表1）、その活用や更新、さらには解体に至るまでのプロセスを「しまい方」という視点から再整理するものである。これらの建築は高度経済成長期に都市の不燃化や商業機能の近代化を目的として整備されたが、現在は老朽化や耐震性能不足、所有者の高齢化、複雑な権利関係など多くの課題を抱えている。一方で、近年は小規模事業者による暫定的な活用が各地で見られ、都市の新たな可能性を示している。本研究は、活用事例の分析と制度的課題の検討を通じて、戦後建築ストックの持続的かつ創造的な活用手法や更新のあり方を探ることを目的としている。

類型	防火建築帯	防災建築街区
建設時期	1952-1961	1961-1970年代
根拠法	耐火建築促進法	防災建築街区造成法
配置	沿道型（帯状）	沿道型（帯状）/ 街区型
補助対象条件	耐火建築物・3階建以上 奥行11m以内	耐火建築物
構成	町屋型	共同ビル型
外観	町屋型	共同ビル型

表1 研究対象の概要

2. 研究内容

これまで約25都市を対象に、防火建築帯や防災建築街区を中心とした戦後建築ストックの実態調査を行ってきた。まず、戦後の社会構造や建築関連制度の変化を整理し、空間需要の変化と建築的課題を分析した。その上で、実際に行われた改修事例を収集し、木造と非木造の可変性の違いを踏まえながら改修方法を類型化した（図1）。これにより、複数の改修手法の組み合わせにより、多様な建築的課題に対応し得る可能性を示した。

さらに、富山県氷見市をはじめとする事例では、小規模事業者による空き店舗活用の実態をヒアリング調査し、活用の動機や改修内容、用途の特徴を明らかにした。特に、古い建物に対する評価がネガティブなものからポジティブなものへと転換している点に着目し、その集積が中心市街地の機能再編の一段階として位置付けられる可能性を検討した。また、活用の広がりには、公共事業やイベントなどの契機が影響していることも確認された。

一方で、これらの建築は耐用年数を迎つつあり、解体や再開発の選択も現実的な課題となっている。そこで本研究では、暫定的活用、継続使用、建替え、解体、跡地活用、記憶の保存などを含めた「しまい方」の仮モデルを構築し、建築の終末を単なる消失ではなく、地域との関係性の再編として捉える枠組みを提示している。

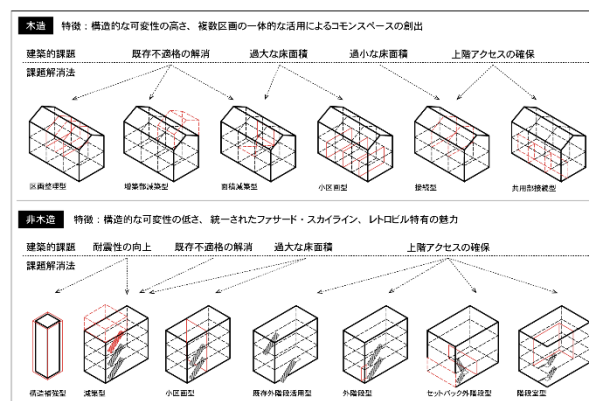


図1 改修方法の類型化

3. 今後の展望

調査を通じて、戦後建築ストックは単なる老朽建築ではなく、使い方次第で都市に新たな価値を生み出す可能性を持つ存在であることが明らかとなった（図2）。一方で、大規模改修や根本的課題の解決は所有者の意思や費用負担に大きく依存し、制度的・経済的制約が大きいことも確認された。特に氷見市では、能登半島地震による被災を契機に公費解体が決定されるなど、活用の流れが急転する事例も生じている。

今後は、解体後の跡地利用や地域の記憶の継承も含めた「しまい方」のプロセスを継続的に追跡し、意思決定過程の分析を進める。また、文化財的評価の枠組みや海外事例との比較をふまえ、匿名性の高い戦後建築をどのように価値付け得るかを検討する。最終的には、日本の防火建築帯・防災建築街区の特殊性を明らかにし、既存ストック活用の新たなモデルを提示することを目指している。



図2 活用事例(静岡県富士市)

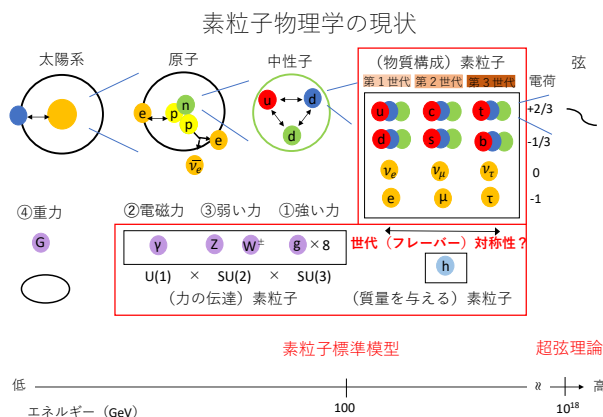
2. 3 コンパクト空間の幾何学的性質から探る素粒子現象論的性質の解明

一般系 講師 内田 光

1. 概要

宇宙に存在する物質は、素粒子間で相互作用することで構成される。素粒子物理学では、その相互作用を電荷など素粒子が持つ性質を用いて説明している。また、素粒子が持つ性質は、対称性によって特徴づけられている。今日の宇宙は、4種類の相互作用で説明されるが、高エネルギーの宇宙創成期は同じ相互作用であったと考えられている（統一理論）。

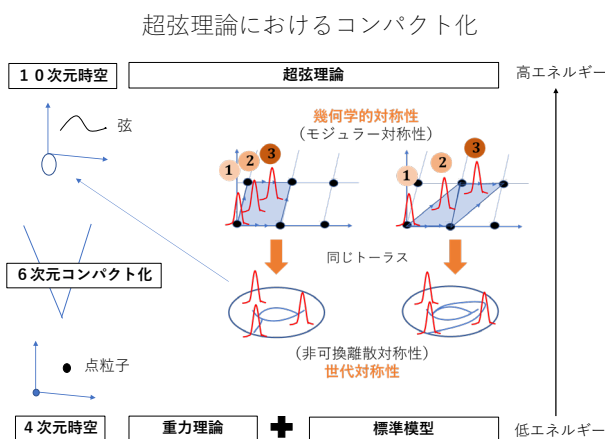
その究極的な統一理論として、素粒子を弦と見なす超弦理論がある。超弦理論では、我々が観測している4次元時空に加えて、観測されないほど小さく丸められた（コンパクト化された）6次元空間の存在が必要である。そこで私は、どのような幾何学的性質を持つコンパクト空間からどのような性質を持つ素粒子が得られ、それらの相互作用からどのような現象が起こるかを探究している。



2. 研究内容

物質を構成する素粒子には、電荷などの性質が同じで質量のみ階層的に異なる3つ（3世代）の素粒子が存在するが、それら世代間の対称性については明らかになっておらず、様々な対称性を仮定したモデルが提唱されている。私は、どのようなコンパクト化によってどのような世代対称性が導かれるかを探究している。

具体的には、トーラスなどのモジュラー対称性と呼ばれる幾何学的対称性を持つ幾何に着目し、コンパクト空間方向に背景磁場の入ったコンパクト化を考える。なお、そのコンパクト化では、背景磁場の大きさと曲率から決まる世代数分の素粒子が現れることが知られている。私は、そのコンパクト空間の幾何学的変換（モジュラー変換）によって誘導される、複数世代素粒子間の変換の代数構造を調べることで、導かれる世代対称性やその表現論の解明を行っている。



3. 研究成果

現在までに、モジュラー変換に伴って誘導される素粒子の変換がモジュラー形式の構造を持ち、複数世代素粒子間に背景磁場の大きさで決まる特定の非可換離散対称性（例：背景磁場 M （偶数）が入った2次元トーラスコンパクト化から得られる3世代素粒子間に $\tilde{\Delta}(6M^2)$ 対称性）が現れることが明らかになった。また、それら複数世代素粒子が全体としてどの程度モジュラー変換の影響を受けるかを決定するモジュラーウェイトが、質量固有値レベル（上記の例：第 n 励起状態のモジュラーウェイトは $n + 1/2$ ）に等しいことが明らかになった。

幾何学的変換（モジュラー変換）に伴う素粒子の変換
= モジュラー形式の構造

$$\begin{aligned} & \text{変換後} \quad \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix} = (-\tau)^{n+1/2} \begin{pmatrix} \frac{e^{\pi i/4}}{2} & -\frac{e^{\pi i/4}}{\sqrt{2}} & -\frac{e^{\pi i/4}}{2} \\ -\frac{e^{\pi i/4}}{2} & 0 & \frac{e^{\pi i/4}}{2} \\ \frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{e^{\pi i/4}}{\sqrt{2}} & \frac{\sqrt{2}}{2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix} \quad \text{変換前} \\ & \text{モジュラーウェイト} = \text{質量固有値レベル} \quad (\text{例: } n + 1/2) \\ & \text{世代対称性} \quad (\text{例: } \tilde{\Delta}(6M^2) \text{ 対称性}) \end{aligned}$$

2. 4 細胞治療を指向した機能性分子材料の開発

一般系 准教授 高嶋 一平

1. 概要

細胞治療は機能不全に陥った組織の再生医療の一つとして注目される技術であり、2006年山中教授の報告したiPS細胞は細胞治療に用いる移植細胞の供給源として期待されてきた。本研究領域「iPS細胞由来の細胞治療」での初期標的設定として、特に肝細胞・膵β細胞・心筋細胞・神経細胞を用いた細胞治療が考えられている [S. Yamanaka, *Cell*, 2009]。そして、遂に本年度2026年3月6日には、リハート（心筋細胞シート）とアムシェプリ（神経細胞移植剤）が条件・期限付きで製造販売を承認されたという記事が公示された。

ところで本治療では、初期化によるiPS細胞の調製、iPS細胞の増殖、機能性細胞への分化、iPS細胞の選別除去、生体への細胞移植の5ステップを有し、特に移植では低酸素等の厳しい環境に曝されて、移植細胞の多くが生着せずに細胞死する問題を有してきた。よって細胞治療では、大量の細胞を何度も調製して患者へ移植し続けることが必要であり、患者の精神的負担が大きだけでなく1回数千万円になる治療を繰り返すことによる莫大な費用負担が患者には強いられる。

筆者らは、この課題に対して合成・開発した機能性分子によって細胞移植での生着効率を高める検討を行っている。これら機能性分子は、細胞内外で蛋白質に配位して細胞機能を高める化合物であり、本稿では、筆者の過去研究 [I. Takashima, et al. *ACS Chem. Biol.* 2019]、細胞外蛋白質に結合しながら会合体形成することで特異な機能を発現する分子の開発を報告するとともに、函館高専への赴任時にスタートした新たな技術開発として細胞内組織間接触による細胞活性化についても簡略に紹介させていただく。

2. 研究内容

約3万種の化合物ライブラリでのフェノタイプスクリーニング（細胞接着状態を向上する分子探索）により、ジスピロトリピペラジン化合物を見出した。本分子は細胞接着（adhesion）を増すことからアドヘサミン（Adhesamine）と命名し（図1左）、その細胞への作用機序を生化学実験により検討した。その結果、このアドヘサミンは静電相互作用等を介して細胞表面のヘパラン硫酸（シンデカンと呼ばれる蛋白質に翻訳後修飾した糖鎖）に結合すると、ヘパラン硫酸上で複数のアドヘサミンが配列しながら芳香族部位の π - π スタッキングで連結されて、ヘパラン硫酸に沿って会合体を形成することが判明した（図1右）。

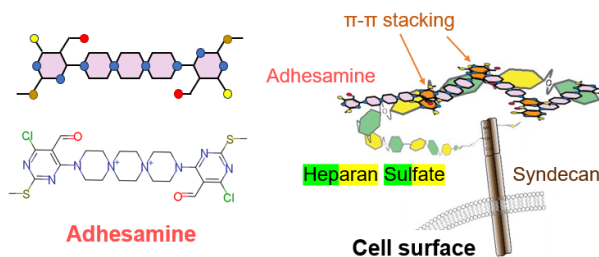


図1. アドヘサミンの構造(左)と細胞表面での会合体形成(右)

そこで筆者は、このアドヘサミン分子間での連結の結合力を上昇させると、さらに機能向上できるのではないかと考えて、アドヘサミン構造に自己集合性のあるフェニルアラニンペプチドを導入した分子Adh-SFFを設計・合成した(図2a)。この構造変換によってヘパラン硫酸への結合力は3～4倍程度しか上昇しないが、ヘパラン硫酸と共に会合しながらサブミクロンサイズの顆粒

を形成する (図 2 b)。そして特筆すべきは、この顆粒形成を介して細胞生存活性が飛躍的に高まることが確認された。本機能発現における機構解明のため、電子顕微鏡(SEM)での顆粒構造の観察、免疫染色での蛋白質局在解析、免疫ブロットによるシグナル経路の検証を行い、細胞表面で本分子がシンデカンと共に顆粒状の会合体を形成すると、PKCαを細胞表面へ局在化させて、ERK経路やJNK経路による細胞活性化を生じることを明らかにした(図 2 c)。

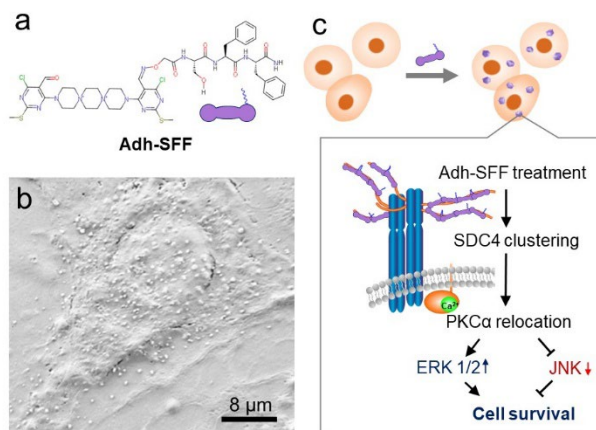


図 2. a) Adh-SFF の構造、b) 細胞表面の顆粒形成 (FE-SEM 画像、C) Adh-SFF による作用機序の説明図

次に本分子にHalo-tagリガンドを導入した化合物**adh-3.0**を用いて、細胞表面の凝集体にHalo-tag を介してMMP2 (細胞外マトリックスの分解で細胞浸潤能を高める酵素)を修飾する技術を開発した(図 3)。本手法で処理したNIH3T3細胞は生存活性と浸潤能を同時に高めることができるため、動物への細胞移植においても細胞が浸潤しながら広範囲に生着できることを明らかにした。本手法を用いてiPS細胞から分化した心筋細胞をラット心筋梗塞モデルへ移植する検討も実施したところ、ある程度の効果は確認されたが既存のマウス肉腫由来マトリゲルに比べると有効性は高くなかった。しかし、マトリゲルは感染症の危険性から臨床応用でのハードルが高く、細胞治療での生着効率の向上に向けて本技術の臨床応用が今後は期待できる結果でもあった。

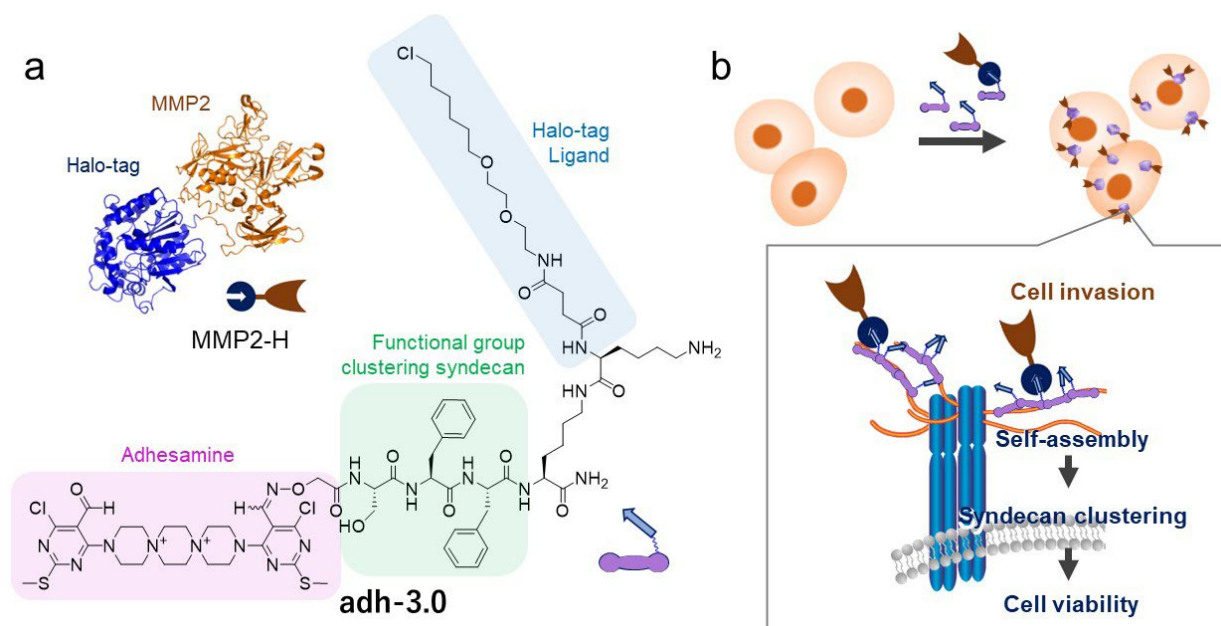


図 3. a) 開発した自己集合性分子**adh-3.0**と自己集合体に修飾可能な融合タンパク質の構造、b) 本手法による細胞の多機能化についての機構説明図。

3. 結論と今後の方針

これまでに細胞表面修飾による機能化は検討されたものの、すべての手法で細胞毒性が問題となっていた。本技術は逆に細胞生存活性を高めながら細胞表面修飾が可能である特長を持つ。この特長を活かして、MMP2以外にもPD-L1やVEGFを細胞表面に修飾することにも成功し、遺伝子操作なく細胞の多機能化が可能な新しい手法として着目されている [I. Takashima, et al. *Chem. Commun.* **2022**]。一方で、上記の手法単独ではマトリゲルに匹敵する効果は確認できていない。マトリゲルは成長因子や細胞接着分子を多数含む機能性材料であり、筆者の開発した技術単独では、細胞活性化の能力が不十分であったと考えられる。

ところで、ミトコンドリア (Mt) と小胞体 (ER) の細胞内接触は、細胞移植時の過酷な環境下において細胞活性の維持に有効であることが報告されている [J. Ren, et al. *Nat. Commun.* **2021**]。筆者はこの知見に着目し、東北大学にて開発したクリック反応の制御法 [基盤C, 23K06066] を応用することで、Mt-ER間接触を適度に制御することによる細胞活性化技術の開発に着想した。本技術が確立できれば、細胞外ではadh-3.0による細胞表面修飾を介して細胞を多機能化しつつ、細胞内ではクリック反応の制御技術によってMt-ER間接触を適度に誘導することで細胞機能を活性化させることが可能となる。今後の研究開発を精力的に実施することで、この二つの技術の併用による細胞移植での高い生着効率の実現を目指していく。

2. 5 災害知識を避難行動に反映させる津波防災教育の構築

一般系 講師 森 康平

1. はじめに

2011年3月に発生した東日本大震災では、多くの児童・生徒が犠牲になった（東日本大震災を受けた防災教育・防災管理等に関する有識者会議、2011）。そのうちの多くの子どもは、放課後帰宅した後に被害を受けている。この状況を踏まえて、文部科学省（2013）は、防災教育において、災害から自ら危険を予測し回避するために、習得した知識に基づいて的確に判断し、行動できる能力を養うことを指摘している。

三橋（2013）は、災害に関する基礎的な知識を学習することは、災害がどうしても危険なのか、なぜ避難する必要があるのかについて理解することにつながると述べている。このように、災害時において、主体的な判断をして行動をとるためには、災害に関する知識が必要となる。しかし、森・山縣（2025）は、津波常襲地域の児童を対象に、主体的に避難する上で必要な知識の獲得状況について明らかにした。その結果、多くの児童は、教科書に書かれている一般的な災害に関する知識は獲得しているものの、地域固有の災害に関する知識は獲得していないことを指摘した上で、児童の発達段階に応じて、災害事象の発生から避難完了までのプロセスをたどりながら、児童が主体的に避難できる防災教育を構築する上で、シミュレーション活動を取り入れた防災教育を行なうことが必要と指摘した。そこで本研究では、徳島県海陽町穴喰浦地区にある小学校4～5年生の児童を対象に災害や地域条件に関する知識を活用した津波避難シミュレーションを通して災害時の判断能力を育成する津波防災教育を実施した。

2. 研究方法

本研究は、次の手順に沿って進める。①児童の地震災害に関する知識の獲得状況について確認するために、小学校4年生および小学校5年生の児童（4年生18名・5年生11名計29名）に対して質問紙調査を実施した。なお、質問紙調査は、令和6年11月にかけて小学校の担任教諭から児童へ配布して実施した。②児童の避難行動における課題を確認するため、地図上の指定場所から任意の津波避難場所までの避難経路を描いてもらった。③これらの結果を基に、津波防災教育を構築し、実践を行う。④授業実践後、児童に授業に関する質問紙調査を実施した。

3. 作成した授業教材

実践授業は、2コマ連続で行った。1コマ目の授業は、座学を中心に、2コマ目は、建物倒壊による道路閉塞を考慮した逃げ地図（ある場所から逃げる場所までの道と避難時間を調べることができる地図）作成に関する授業を行った。

1コマ目の実践授業では、導入場面において、近いうちに発生する確率が高い南海トラフ地震が発生した場合、穴喰浦地区では、どのような被害が起きるかを考えさせた。その上で、津波、建物倒壊、火事、液状化、土砂崩れが発生する可能性があることを説明した。次に展開場面では、海陽町が作成発行している「防災のしおり」を用いて、ハザードマップの説明を行った。具体的には、①近い将来に発生すると想定されている南海トラフ地震が発生した場合、穴喰浦の海岸には津波の第1波が6分で襲来すること、②近い将来に発生すると想定されている南海トラフ地震が発生した場合、穴喰浦周辺は、津波浸水深が最大で20m程度の想定がなされていること、③近い将来に発生すると想定されている南海トラフ地震が発生した場合、小学校周辺は津波浸水深が最大12mの想定がされていること、④津波の高さを想像させるために、2階建建物の図を用いて、0.3mの津波で大人が流される可能性があることを紹介した、⑤最後にまとめとして、ハザードマップの評価ポイント（避難場所がわかる、自分の家が被害想定区域ではないので、安心してしまう可能性がある）について説明した。

2コマ目の授業実践では、導入場面において、学校の周辺には、南海トラフ地震が発生した場

合、避難行動に悪影響を及ぼす可能性があるものとして、コンクリート塀、あわえ（車が通ることができない狭い道）（第1図）があることを説明した。また、穴喰浦には、築年数が長い建物が多くあるので、地震の揺れによって、建物が倒壊し、道路閉塞を引き起こす可能性があることも説明した。展開場面では、上記の課題を踏まえ、建物倒壊による道路閉塞を考慮した逃げ地図を作成した。逃げ地図作成の手順は、避難開始場所から任意の避難場所（町が指定の避難場所）までの経路を鉛筆で線を引かせ、30秒間隔で目盛りを付けた紐（30秒で55m避難できると想定）を用いて、避難するまで所要時間を確認させた。その後、班を作成し、各々で作成した逃げ地図を発表させる工夫をした。



第1図 あわえ
(著者撮影)

4. 授業実践の効果と課題

授業を実施する前の小学校4年生及び小学校5年生の児童の多くは、建物倒壊による道路閉塞が発生する知識や津波の第1波が襲来する時間に関する知識が獲得していなかった。しかし、授業後の質問紙調査の結果を見ると、小学校周辺で建物倒壊による道路閉塞が発生するとは考えている児童は少ないが、津波から避難する際にどんなことに気を付けるかという問いに対して、狭い道を避ける、倒れてきそうな建物を確認しておくという児童の記述がみられた。また、津波の第1波の襲来時間についても正確な時間を回答していた。したがって、児童は地域の災害に関する知識を獲得したと考えられる。

児童が作成した道路閉塞を考慮した逃げ地図を見ると1回目と異なる避難経路を選択した児童は僅かであったが、1回目より道幅が広い道を選択するようになった（第2図、第3図）。したがって、建物倒壊による道路閉塞を意識して避難するといった判断能力が養われた。しかし、避難経路を変更しなかった生徒の意見を見ると「自分が知らない道に行くのは怖い」・「そもそもここへ行く道がわからない」といった意見があった。そのため、児童における地域の環境が不十分の場合は、地図上での適切な経路を選択できない可能性がある。



第2図 5年生授業前の避難行動



第3図 5年生授業後の避難行動

参考文献

- 東日本大震災を受けた防災教育・防災管理等に関する有識者会議 2011. 東日本大震災を受けた防災教育・防災管理等に関する有識者会議中間とりまとめ.
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/sports/012/toushin/_icsFiles/afieldfile/2011/10/05/1311688_01_1.pdf (最終閲覧日：2024年7月22日)
 三橋浩志2013. 防災教育と社会科教育の関係 - 防災教育を巡る最近の動向を踏まえて - 社会科教育研究119：3 - 10.
 森康平・山縣耕太郎2025. 津波常襲地域の児童における地震災害に関する知識獲得状況の課題. 上越教育大学教職大学院紀要12：175 - 185.
 文部科学省2013. 学校防災のための参考資料「生きる力」を育む防災教育の展開. 文部科学省.