

## 第5回高専生サミット（オンライン）

【日時】 2020年3月24日（水）10:00～12:00  
オンライン会場オープン 9:30～

### 【プログラム】

- 9:45～10:00 開会式  
10:00～11:30 研究発表
- 10:00～10:12 八戸高専  
「下水処理水の農業への再利用の可能性」  
○内城 辰稀
- 10:13～10:25 一関高専  
「飲む点滴“甘酒”の成分を分析してみよう！」  
「地域資源由来のナノファイバーを活用したデジタルファブリケーションによるマイクロ流体デバイスの設計と細胞接着制御」  
○太田 空良, 加藤 千寛, 鈴木 麻紘, 千葉 泉, 山火 瑞生, 千田 洸弥
- 10:26～10:38 鶴岡高専  
「ダイヤモンド状炭素膜の大気圧プラズマ合成装置の開発」  
○大滝 琉詠, 五十嵐 渚
- 10:39～10:51 長岡高専  
「寒冷地におけるミミズ養殖及び代替資料の開発」  
○坂上 響, 櫻井 凜, 櫻井 風歌, 赤澤真一
- 10:52～11:04 米子高専  
「卵殻/と石膏を用いた機能性材料開発と社会人生活について」  
○井田 彩音, 谷藤 尚貴
- 11:05～11:17 沖縄高専  
「オキナワキョウチクトウ (*Cerebera Maghas*) の強心配糖体 NerifolinによるNrf2発現抑制とアポトーシス誘導による抗腫瘍活性作用」  
○津田 隆志
- ～ 休 憩～
- 11:40～12:00 パネルディスカッション  
12:00～12:15 閉会式（第6回高専生サミットへ向けて）

## 下水処理水の農業への再利用の可能性

### Reuse of treated wastewater in agriculture

○内城 辰稀

八戸高専 マテリアル・バイオ工学コース

2050年には世界的な水不足とそれに伴う食糧危機の到来が予測されている。そこで、限りある水資源を有効に活用するため、下水処理水を農業に再利用する方法を検討した。

本研究では先ず、下水処理水に含まれるリンおよび窒素量を測定した。その結果、下水処理水に含まれるリンおよび窒素は、河川の水より最大100倍以上多いことが確認された。このことから下水処理水を使用して、作物を効率よく育てることができるのではないかと考えた。

次に、実際に下水処理水を利用した小松菜の栽培実験を行った。下水処理水の比較対象として、水道水と肥料を含む水道水を用いた。栽培は、風や天気、日照時間などの外的要因を排除するために、段ボールとLEDライトを用いて作製した簡易温室により実施した。また、土壌には無菌、無栄養のパーミキュライトを使用した。生育した小松菜の重量や総葉数などを比較すると、概ね、肥料を含む水道水 > 下水処理水 > 水道水の順であった。しかし、根長を比較すると、下水処理水が圧倒的に長かった。また、育成期間中のパーミキュライト中の大腸菌数を測定したが、大腸菌は検出されなかった。

以上のことから、下水処理水を農業に再利用することが可能だと結論付けた。

## 地域資源由来のナノファイバーを活用したデジタルファブリケーションによるマイクロ流体デバイスの設計と細胞接着制御

### Design of microfluidic devices and control of cell adhesion by digital fabrication using a nanofiber derived from a local resource

○太田 空良<sup>1</sup>, 加藤 千寛<sup>1</sup>, 鈴木 麻紘<sup>1</sup>, 千葉 泉<sup>2</sup>, 山火 瑞生<sup>2</sup>, 千田 洸弥<sup>3</sup>

<sup>1</sup>—関高専 未来創造工学科 化学・バイオ系, <sup>2</sup>—関高専 物質化学工学科, <sup>3</sup>—関高専 物質化学工学専攻

【はじめに】我々は、デジタルファブリケーション技術を活用してマイクロ流体デバイスを設計・試作し、マイクロ流路に地域資源由来のナノファイバーをコートすることで細胞接着制御ができるかを検討している。2019年は機器分析（NMR、LC-MS）を学び、2020年は機器分析（GC-MS）や細胞工学を学んだ。これらの機器分析とマテリアルにデジタルファブリケーションをブレンドして、卒業研究ではDxをベースとした細胞工学を行いたいと考えている。

【方法】3D CADでマイクロ流路を設計し、光硬化性のポリジェット3Dプリンタで樹脂型モールドを試作した。このモールドにPDMS（ポリジメチルシロキサン）樹脂を流し込み、硬化したら剥がして細胞培養用35 mmポリスチレンディッシュに圧着しマイクロ流路を形成させた。その後、HeLa細胞を灌流培養し流路に接着増殖させた。次に、地域資源イカ由来のβ-キチンナノファ

イバーなどをスプレコートし、細胞接着性の細胞外マトリクスを重層し乾燥させたポリスチレンディッシュを使用した同様のマイクロ流路でも細胞を循環させ、細胞接着性を観察した。

【結果】 $\beta$ -キチンナノファイバーは細胞接着性がなく、細胞は凝集塊(スフェロイド)となって浮遊増殖したが、細胞外マトリクスにより細胞接着性が回復し、細胞接着制御が可能であった。

## ダイヤモンド状炭素膜の大気圧プラズマ合成装置の開発

### Development of an atmospheric-pressure plasma device for diamond-like carbon film synthesis

○大滝 琉詠, 五十嵐 渚

鶴岡高専 創造工学科 機械コース 4年

#### 背景と目的

ダイヤモンド状炭素膜(DLC膜)は高硬度,高耐摩耗,高潤滑,低摩擦係数などの性質を持つ材料であるが,減圧成膜では時間がかかり,かつ高価な真空装置を必要とする.そこで大気圧プラズマ成膜を提案しているが,従来の装置では成膜する際にブレが生じた為,平面上の成膜に応用した際に不均一性が生じる.上記問題解決の為,DLCの直線状成膜におけるブレを解消する装置改良と膜質向上に取り組む.

#### 実験方法

装置改良では,マイクロメーターをモーターで駆動することでステージを前後左右に移動する.また,膜質改善では $sp^3CH_2/sp^3CH_3$ 比率の基盤依存性を確認するため,基板温度を100, 200, 300°CとしてSEM,金属顕微鏡で表面を観察し,FT-IRで $sp^3CH_2/sp^3CH_3$ 比率を調査する.

#### 実験結果

1. マイクロメーターを電氣的に制御して前後左右に駆動することで,ブレを低減して直線状成膜が可能になり膜の幅が広がる結果を得た.
2. 金属顕微鏡,SEMの表面観察から,基板温度が300°Cでは白い斑点がほとんど見られず,縞模様の数が減少して表面の均一性が向上した.また,FT-IR分析から基板温度上昇により $sp^3CH_2/sp^3CH_3$ 比率が増加して300°Cで最も比率が増加した.この事から基板温度上昇で膜中の脱水素化によるC-Cネットワークの成長が示唆された.

## 寒冷地におけるミミズ養殖及び代替飼料の開発

### Investigation of earthworm breeding conditions in snowy cold regions and their application as alternative feedstuffs

○坂上 響, 櫻井 凜, 櫻井 風歌, 赤澤真一

長岡高専 物質工学科

世界的な課題としてタンパク質不足が叫ばれており,代替タンパク質の開発が急務となっている.そこで,我々は代替タンパク質原料として「ミミズ」に着目した.しかしながら,寒冷地での野外でミミズ養殖を行った報告はほとんどない.そこで本研究では,寒冷地でのミミズの生育

について調査すると共に、ミミズが魚の市販飼料の代替飼料として用いる事が可能か調査した。

ミミズ養殖試験は、養殖箱にココヤシ繊維土とEisenia andrei Sagamiを投入し飼育を開始した。その結果、土壌温度は外気温と比較し1日の温度変化が小さく、冬期の寒さによるミミズの大きな減少は見られなかった。次に、市販飼料とミミズ含有飼料を用いた錦鯉、ヒラメの成育試験を行った。まずミミズ粉末の成分解析を行ったところ、市販飼料の約1.5倍タンパク質を多く含んでいることが明らかになった。体重増加量は錦鯉及びヒラメのミミズ飼料群全てにおいて、ミミズ飼料群は市販飼料群と比較し劣っていたが、十分飼育可能であった。本研究により、寒冷地でのミミズの養殖は可能であること、ミミズ含有飼料はタンパク質源としてのみ利用が可能であることが明らかになった。今後も双方ともに継続的に詳細な調査を行っていく予定である。

## 卵殻/石膏を用いた機能性材料開発と社会人生活について

Development of functional materials using eggshell/plastar and working life in this year.

○井田 彩音, 谷藤 尚貴

米子高専 物質工学科

### 1. 緒言

現在、壁材として広く利用されている建築用材料のひとつに石膏がある。石膏は硫酸カルシウムを主成分とし、強度、耐火性、遮音性、施工性に優れており、非常に有用な建築用材料である。私たちのグループでは、食品廃棄物である卵殻及び卵殻膜（以下卵殻と表記）がもつ多様な性質の用途先について検討する研究を進めてきた。卵殻が優れた天然吸着材料となることが多くの報告によって知られており[1]、この機能を石膏に組み込むことができれば、新しい機能性を有する建材の創製が期待できる。新築の建物の内部で問題となっている「シックハウス症候群」は新しい建材・家具を取り入れた際にめまいや頭痛などの体調不良を引き起こす症状であるが、この問題はいまだに改善されていない。そこで本研究では、症状を引き起こす原因物質であるホルムアルデヒドを低減させる技術として、食品廃棄物の卵殻を石膏に導入することで、症状の発生源となる物質等の吸着を示す、新しい建築用材料の提案を試みることにした。

### 2. 結果

石膏に卵殻を添加したボード試料（200 mm×70 mm×9.5 mm）を作製して、耐火性、曲げ特性、ホルムアルデヒド吸着試験を行った。耐火性試験ではボードの炎を照射した部分に、卵殻の有機成分の炭化に由来する黒変が見られた。しかしながら、卵殻含有率を80%まで高めても、試料が燃焼することはなく、資料の形状もおおよそ保たれることが分かった。次に、建材の強度を三点曲げ強度試験で評価したところ、石膏のスラリーを型に入れて固化させ、後処理をしなかった石膏を評価したところ測定強度にはばらつきがみられた。これは石膏の含水率のばらつきに由来すると予想して、乾熱機中50℃条件で5日間乾燥させたところ、同一体積でほぼ同じ重量の試料板にすることができ、この試料を評価したところ、卵殻含有

率を1~8%までは、純粋な石膏とほぼ同じ強度を示すことが明らかとなった。(Fig.1) すなわち、従来の石膏ボードと代替可能なリサイクルボードになることが分かった。この試料について、0.20 ppmにホルムアルデヒドを調整したガラス容器内に強度試験を行ったサイズの石膏板一枚を24時間静置してホルムアルデヒド吸着試験 (Fig.2) を行ったところ、卵殻含有率5%以上の石膏では、厚生労働省が定める建築基準[2]の0.08 ppm以下の状態に低減できた。

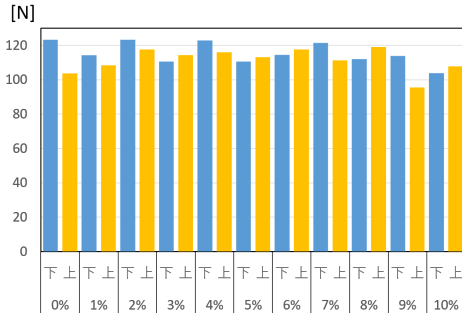


Fig. 1 三点曲げ強度試験の結果

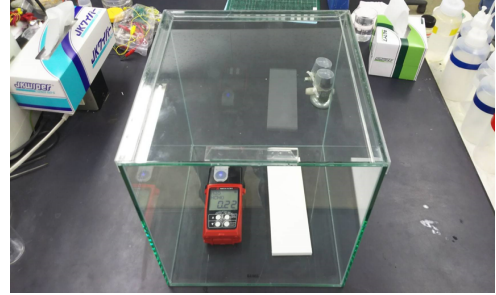


Fig. 2 ホルムアルデヒド吸着試験の様子

### 3. 今年度の社会生活について

私は3年修了後に地元の化粧品メーカーの研究職に就職して、現在は会社の中で様々な業務を行っている。今回は、高専生活で役立ったことや、会社で学んだこと等についても触れたいと思う。

[1]吉野石膏株式会社, 石膏ボードの製造方法. 特開2006-082487

[2]国土交通省 (2003) 「建築: 建築基準法に基づくシックハウス症候群について」

[http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/jutakukentiku\\_house\\_tk\\_000043.html](http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/jutakukentiku_house_tk_000043.html)(2018.9.2閲覧)

キーワード: 石こう, 卵殻, 硫酸カルシウム, 炭酸カルシウム, シックハウス症候群

オキナワキョウチクトウ (*Cerbera Maghas*) の強心配糖体Neriifolinによる  
Nrf2発現抑制とアポトーシス誘導による抗腫瘍活性作用

Antitumor activity of cardiac glycoside, neriifolin from *Cerbera Maghas*  
through Nrf2 suppression and apoptotic induction.

○津田 隆志

沖縄高専 生物資源工学科

【背景・目的】

オキナワキョウチクトウ（キョウチクトウ科、*C. Maghas*）は、沖縄県の街路樹に見かける植物で毒性植物としても知られている。沖縄県ではその毒性を漁獲に利用してきた。本研究ではオキナワキョウチクトウ葉の毒性成分に着目し、抗腫瘍活性物質の探索と作用機序の解明を目的に研究を進めた。

### 【実験方法】

オキナワキョウチクトウ葉の凍結乾燥粉末のエタノール抽出物を試験試料とした。細胞致死試験は、大腸癌由来のHCT116細胞及び子宮頸癌由来のHela細胞の培養細胞を用いてMTT法で評価した。アポトーシスによる細胞死の判定は、アポトーシス誘導酵素のカスパーゼ3/7の活性評価で検証した。Nrf2-AREシグナル活性は、ARE領域とルシフェラーゼ配列を持つプラスミド(pGL4.37)のトランスフェクションによるレポーターアッセイ法で行った。各種タンパク質の発現はSDS-pageでタンパク質を分離して、ウエスタンブロット法で検出した。活性物質の分離はLCで繰り返し分取を行い、精製物は<sup>13</sup>C-NMRで構造解析、LC/MSによる質量分析及び旋光度の測定結果に基づき同定した。

### 【実験結果・考察】

オキナワキョウチクトウ葉のEtOH抽出物のHCT116細胞におけるIC<sub>50</sub>値は1.56 ng/ml、またHela細胞に6.0 ng/mlの高い致死作用を示した。葉抽出物から分離した活性物質は、分子量534.7 g/molの強心配糖体のNeriifolin (Nf) と同定した。NfのHCT116細胞のIC<sub>50</sub>値は1.25 nMで強い抗腫瘍活性を示した。また、癌細胞に高く発現する細胞増殖や薬物耐性に働くNrf2-AREシグナル活性と、同シグナル活性に伴う抗酸化タンパク質HO-1とその転写因子Nrf2の発現を濃度依存的に抑制

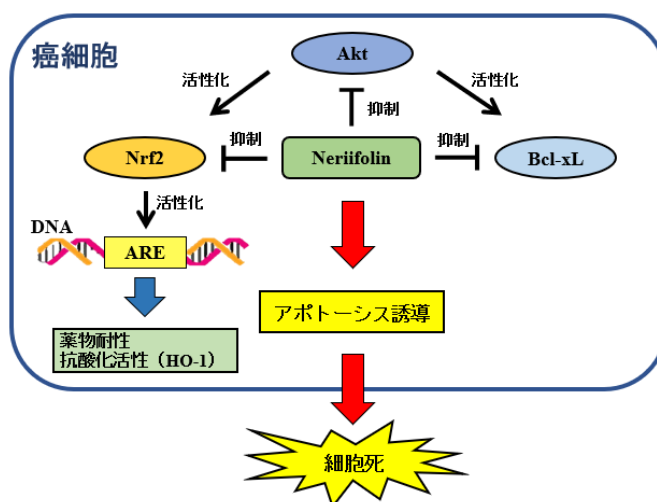


図1. Neriifolin のアポトーシス促進作用による癌細胞の死滅機構

した。さらに抗アポトーシス調節因子でNrf2活性化因子でもあるAkt及び抗アポトーシスタンパク質Bcl-xLの発現を抑制した。以上の結果より、強心配糖体のNfがAkt阻害とNrf2発現抑制を介したアポトーシス促進により癌細胞を致死させていることを分子レベルで初めて明らかにした(図1)。