

NIT, Suzuka College



Technology Newsletter

鈴鹿高専技術便り

第17号

今連携の時

鈴鹿工業高等専門学校 研究主事
材料工学科 教授 兼松秀行



高専システムがスタートしてすでに半世紀以上が経過した。高専は高等教育機関の一つであるがゆえに、教育と研究が重要なミッションであることは言うまでもない。さて、その高専の教育と研究であるが、特に後者の”研究”について、我々は大きな転換点に来ていると言える。高専スタート時点では、法的に定められた設置基準の関係もあり、大学との差異を強調するためもあって、教育機関としての役割が強調されていたように思う。学校である限り、教育の重要性は今も同じであることはもちろんであるが、そこに加わる研究の意義について見直しがなされて来ているのが現状である。それはなぜだろうか。

目次

今連携の時 (兼松 秀行)	1
社会ニーズを踏まえたロボット人材の育成事業 -2年目を終えて- (藤松 孝裕・江崎 尚和)	3
「情報セキュリティ人材育成事業」の取り組み (箕浦 弘人・江崎 尚和)	5
鈴鹿高専テクノプラザの展望および企業プレートの紹介 (澤田 善秋)	7
研究者紹介 溶解現象を利用した表面改質の研究 (西村 高志)	8
研究者紹介 コンピュータが見て、考える (岡 芳樹)	10
研究者紹介 細胞の中で細胞をつくる ~分裂酵母における孢子形成~ (今田 一姫)	12
お知らせ, 行事予定, 編集後記	14

一つは高専教育によって産業界のリーダとなるべき人材を育成することを強く意識するようになったことが挙げられると思う。そのためには、高専教員には、完成教育としての専門科目を教える教員として、当該専門科目の研究者としての資質が備わっていることが求められる。この観点から、教育と研究を切り離れた議論というのは、焦点がブレてしまったものになることがお分かりいただけると思う。リーダーとなるべき人材を教育するためには、教員自らが研究のフロントラインに常に身を置くことが要求される。これは研究に打ち込み、自らを磨き上げる努力を続けないと、得られないことではないだろうか。

二番目に挙げられるのは、高専が社会に対して持つ使命である。平成 28 年 4 月 5 日付の「高等専門学校を考えるプロジェクトチーム提言」(自由民主党政務調査会から)においては、「高専は技術相談や受託研究、共同研究等の産学官連携による教育研究活動を通じて地方の産業界に等に貢献しており、地方創生の核となり得ることから、これをさらに推し進める。」とされている。産学連携による地域貢献が私たちの重要な使命の一つとなっていることがお分かりいただけると思う。

さて、こうした背景の中で、研究の重要性が増している現在、私たちはどのように“教育と研究”を進めていけば良いのだろうか。教育の重要性はこれまでと同様である。これなくして教育機関は成立しない。学校の存続のためには、学生数の確保は欠かせない。少子化の流れの中で、入試倍率の向上あるいは維持を図りたい。その目的と地域貢献のために、出前授業や公開講座、オープンキャンパスなどをさらに充実していきたいところである。質の向上のためには、授業の質も上げていきたい。あれもこれもやりたいのだが、一体その予算はあるのか、またそのための時間と余裕があるのだろうか。これらすべてを可能にするためには、スーパーマンならぬスーパー教員を次々と輩出しなければ、乗り切っていけないのではないか。そう思うと、これはとても超えることのできない大きな山なのではと感じられて、気持ちが暗くなるのは私だけではないと思う。

このような大上段にふりかぶった議論の影に隠れて、もう一つの重要なポイント、外部資金導入の必要性があることを申し上げたいと思う。私たちが学校を運営していく予算は毎年大きく削られていつている。個人ベースの研究費から学校全体の規模での予算まで、自力で補っていくために、研究活動は欠かせない重要なミッションとなっているのが現状である。

こうした現状にあって、問題解決の鍵は“連携”ではないだろうか？ 予算も乏しく、時間もない環境の中で実績を上げていくには、連携していくことがなんといっても一番の解決法であるというのは、私個人の 4 半世紀以上に及んだ高専教員としての経験からも明言できる。教育研究費が削減を余儀なくされている現状において、研究資金を、科研費をはじめとする様々な外部資金に頼りたいところであるが、それを可能にすることはたやすいことではない。また常に潤沢な外部資金が獲得できれば良いが、それは余程の実績と力のある研究者でないと難しいことであろう。幸運であることも必要である。しかし、連携を組めば、それも可能となる。研究テーマに行き詰まったりすることも少なくなるであろう。自分個人では、なかなか外部資金の導入が難しくても、グループの中では誰かが外部資金の導入に成功しているはずである。また仲間がいるんだという気持ちが、安定感をもたらしたり、また義務感を掻き立てたりするような精神的な側面もあろうかと思う。幸い、三重県工業研究所と協定が結ばれた。また国内外の高等教育機関との協力関係も打ち立てられようとしている。いや、何よりも企業協力会のテクノプラザがあるのはありがたい。“今まさに連携の時”なのではないだろうか？

「社会ニーズを踏まえたロボット人材の育成事業 ー2年目を終えてー」

鈴鹿工業高等専門学校 副校長
運営統括責任者
材料工学科 教授
江崎 尚和



鈴鹿工業高等専門学校
運営統括副責任者
機械工学科 教授
藤松 孝裕



「社会ニーズを踏まえたロボット人材の育成事業」に、全国高専の拠点校として本校が採択（平成 27～29 年度）され、平成 27 年度は函館、釧路、東京、舞鶴、奈良、和歌山、松江、北九州の 8 高専、28、29 年度には、東京と松江の代わりに仙台と徳山が加わり 8 高専が協力して事業展開をしてきました。今後、ロボット技術は、情報通信技術（ICT）同様、工学の全領域において必須となる知識の一つになると考えられており、本事業では、ロボット技術を活用した製品やサービス開発ができる技術者を育成する教育プログラムや教材（自学自習も可能な講義資料と校内コンテストや実験実習などのノウハウ）を開発することを主な目的としています。

本誌では、昨年の紹介に続き、平成 28 年度に実施した事業について紹介させていただきます。はじめに、教育プログラムの改善については、平成 27 年度にはアンケート結果をもとに教育プログラム第 1 案を作成しましたが、その第 1 案をもとに、平成 22～26 年度の 5 年間で全国高専の学生が多く就職している企業および平成 25～27 年度の 3 年間で各連携校から学生が就職している企業を選定し、アンケートを実施・整理しました。その結果から、ロボット技術の活用に必要な知識や技術は何かを明確にし、それを効果的に身に付けられる教育プログラム第 2 案を作成しました。さらに、そのプログラムを構成するいくつかの座学系および実験・実習系コンテンツを作成し、全国立高専に対して Blackboard 上で公開しています。

一方、本事業では、各種コンテンツの実践を行う必要もあります。本校では、平成 28 年度、第 3 学年前期に「ロボットデザイン論」、第 4 学年後期に「電気電子要素」（電気電子工学科と電子情報工学科を除く）および「機械要素」（機械工学科を除く）、第 5 学年前期に「基礎メカトロニクス」（機械工学科を除く）および「基礎組み込みシステム」（電子情報工学科を除く）を実施しました。また、実験・実習系については、釧路高専が提供した「自律移動ロボット製作」を第 4 学年創造工学の一部で実施しました。さらに、平成 27 年度に本校第 3 学年全学生を対象に行った「校内のロボット化」に関するニーズ調査結果に基づいて、機械工学科第 4 学年の「創造工学」において、プロジェクトを除く学生を 6 チームに分けて図 1 に示す銀杏回収、階段や机上清掃などの校内掃除ロボットやトイレトーパー自動供給装置等の開発を行い、高専祭で紹介しました。なお、本校が提供した実験・実習系のコンテンツ（第 3 学年機械工学科で実施）は、北九州高専で実践されました（第 4 学年後期に実施）。

つぎに、学生自身の積極性・協調性・思考力向上を目的とする「他高専学生との共同教育」については、本校イノベーション交流プラザを合宿所として、夏季休業中の連続する 5 日間を用いて実施（図 2）

しました。参加学生は15名であり、NAOのプログラミング、自律移動ロボット製作（釧路高専提供コンテンツ）、教育用FAラインとPLCおよびアーム型ロボットを用いた生産技術といった3テーマの演習を実施しました。

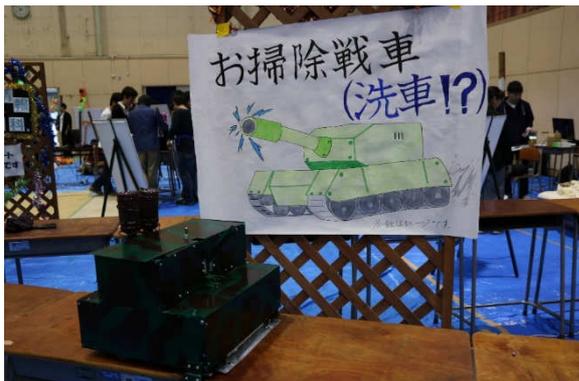
最後に、本校のロボットテクノロジー教育の基盤となる「社会ニーズを踏まえたロボット人材の育成事業」も残すところ1年になりました。今後は、専攻科改組に伴い新設されたロボットテクノロジーコースを充実させ、多くのコース終了学生が地域社会に役立つことを期待しています。



(a) 銀杏回収ロボット



(b) 階段清掃ロボット



(c) 机清掃ロボット



(d) トイレトペーパー自動供給装置

図1 校内ロボット化



(a) NAOのプログラミング演習



(b) 自律移動ロボット製作

図2 他高専学生との共同教育

「情報セキュリティ人材育成事業」の取り組み

鈴鹿工業高等専門学校 副校長

実施責任者

材料工学科 教授

江崎 尚和



鈴鹿工業高等専門学校

事業推進部会長

電子情報工学科 准教授

箕浦 弘人



【本事業の背景】

近年では誰もが当たり前のようにインターネットを利用するようになってきていますし、会社の業務でもインターネットなしには成り立たないほど、インターネットは社会の重要インフラになっています。それに伴い、インターネット利用による被害が身近なものになってきました。攻撃者の目的は、初めは自己顕示でしたが、現在では金銭目的になり、さらには社会インフラや国家への攻撃にまで至っています。このようにインターネット犯罪が社会的な脅威になっているにも関わらず、国内の情報セキュリティ技術者は大変不足しています。独立行政法人情報処理推進機構(IPA)の推計によると、国内の企業において情報セキュリティに従事する技術者は約23万人おり、そのうち約14万人はスキル不足であり、さらに約2万人の人材が必要とされています。一方、高等教育機関等で情報セキュリティの専門的な教育を受け社会に輩出される人材は、約1100人/年であり、著しい供給不足になっています。

このような状況を改善すべく、政府は国策として情報セキュリティ人材の育成に力を入れるようになりました。その中で、高専は、平成27年度に高知高専を中核拠点校として全国6高専で情報セキュリティ人材育成事業を立ち上げました。NISC（内閣サイバーセキュリティセンター）サイバーセキュリティ戦略本部の資料においても、高専の取り組みについて述べられています。

【事業の内容について】

鈴鹿高専は平成28年度に実践校として事業を開始し、現在は事業2年目になります。鈴鹿高専の本事業の取り組みを経て、

- ・情報セキュリティインシデントを引き起こさないスキルとモラルを備える技術者
- ・企業の情報セキュリティ部門を担うことができる高度情報セキュリティ技術者

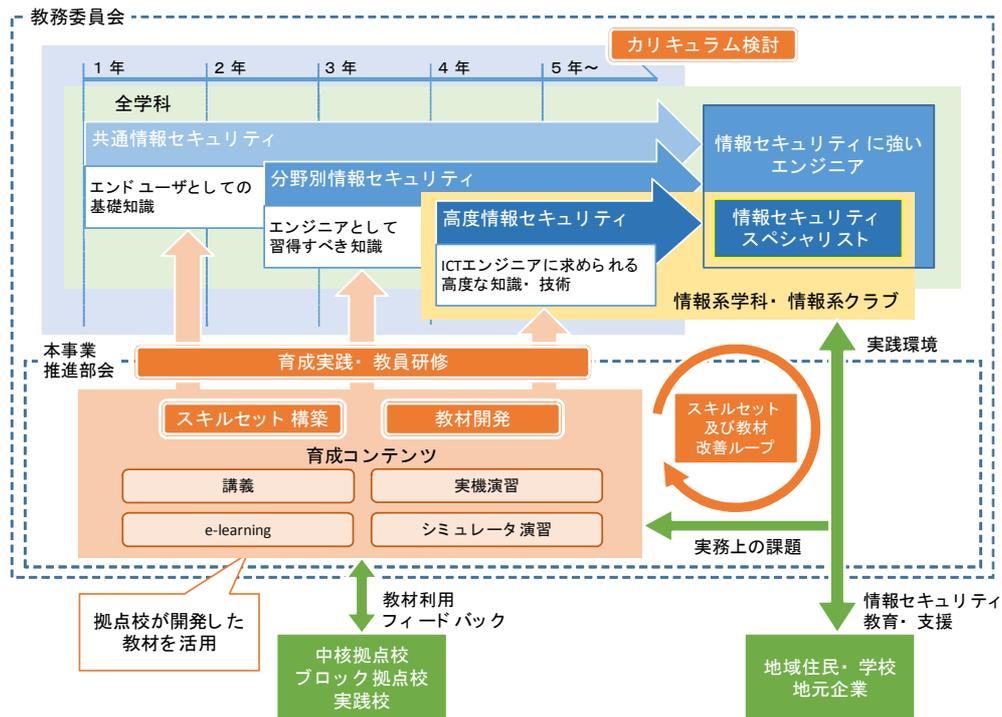
を育成することを目的としています。そのために、情報セキュリティ人材育成の学内体制を整え、次の事柄を実施します。

人材育成 中核拠点校を中心に開発された教材や本校で開発する教材を活用して、全学生に情報セキュリティスキルとモラルの教育を行います。

教材開発 本校の教育に沿ったカリキュラムを構築します。そして、情報セキュリティ技術者の育成を目指した本校独自の実践的な教材を開発するとともに、開発済み教材の改善を行います。

教員研修 人材育成に必要な知識・技術を獲得するため、また進歩が著しい情報セキュリティ分野において最新情報を収集し情報セキュリティ教育に反映するため、定期的に研修会に参加します。

地域連携 公開講座や出前授業などで地域の住民・学校・企業への情報セキュリティ教育・支援を行うとともに、地元企業の協力の下、実務上の課題を収集します。



本校の情報セキュリティ人材育成事業概略図

【これまでの活動】

平成 28 年度の事業開始直後から様々な活動を行ってきました。ここでは、メインテーマである学生への情報セキュリティ教育についてご紹介いたします。

中核拠点校を中心に開発された教材は、低学年共通・高学年共通・高学年分野別に分類されています。低学年共通教材は情報処理 I（全学科 1 年）に取り入れ、高学年共通教材は新設した情報セキュリティ概論（全学科 4・5 年）の e-learning 教材として利用します。高学年分野別教材は卒業研究（全学科 5 年）で利用することにしました。これにより、全学生が情報セキュリティ教育を受けることができるようになりました。さらに、高度情報セキュリティ教材を開発し、電子情報工学科 5 年の工学実験に取り入れられました。

また、ブロック拠点校の石川高専主催の夏季・春季情報セキュリティ合宿への学生派遣、本校学生による学内情報セキュリティハンズオン開催など、情報セキュリティに特に興味を持つ学生をより伸ばす取り組みも行いました。

地域連携の一環として、本校の情報セキュリティ教育で教授すべき内容を確認するために、小中学校や地元企業へのアンケートを行いました。また、ICT 企業による情報セキュリティ講義を電子情報工学科 5 年生に対して開講したり、中学生向け公開講座を開催したりしました。



夏季情報セキュリティ合宿の様子

【おわりに】

情報セキュリティのスキル・モラルは、一度身に付ければずっと通用するというものではありません。変化が著しいこの分野において継続的に学ぶことの重要性を理解し、日本・世界の情報セキュリティレベル向上に貢献できる技術者として卒業してもらえることを期待しています。

溶解現象を利用した表面改質の研究

西村 高志 (Nishimura Takashi) 研究分野

所属学会：応用物理学会
日本表面科学会



使用・応用分野

1. 半導体プロセス
2. 金型表面改質

キーワード

荷電粒子ビーム工学, 超高真空, 電気化学
表面改質, 微細構造

1. はじめに

水道の蛇口を完全に締め切らないとポタポタと水滴が形成し落ちますが、この現象は、初め表面張力で支えられていた水滴がある体積になると、重力による自重が強くなり落下する現象であることが理解できます。このように、材料表面を溶解させると一般に、重力と表面張力が支配的になり、表面自由エネルギーを下げるように安定な構造(丸い構造など)が出現します。しかしこのとき、局所的に強い電場や応力場を加えると対流や膨張作用により鋭い構造が形成できたり、結晶規則性を利用すれば規則的な構造も形成できます。本研究では材料が溶解する場へ局所的に物理刺激を加えて自己組織的に表面微細構造を形成し、表面電子物性を制御する手法を開発しています。

これまで、表面微細構造制御では高温熔融を初めとする溶解現象の利用は表面構造が荒れるために避けられてきました。例えば半導体プロセスではシリコン(Si)の化学反応を利用したエッチングプロセスにより加工し、半導体表面を不安定な溶解状態にすることはありません。一方、表面全体を溶解状態にすれば、全体を一度に加工できる可能性があり、加工プロセスの簡略化を期待できます。また、溶解現象特有の構造体の形成も期待しています。

もともと著者は超高真空下での走査型プローブ顕微鏡による一原子・一分子の物性評価を行っていました。この研究分野は 2016 年にノーベル化学賞「分子機械の設計および合成」を受賞しています。その後、高精細電子ビーム溶接機の開発に関わってきました。これらの研究の中で、溶解現象と局所物理刺激場を利用すれば表面微細構造制御ができるのではないかと

着想を得て、鈴鹿高専着任後に思い切ってこれまでの分野から離れて研究を進めてきました。そして昨年ようやく論文を投稿できた段階です。これまで電子ビーム加熱と通電加熱、電気化学¹を用いて実験を行ってきましたが本稿では、一部の成果をご紹介します。

2. 大電流高精細電子ビームによる表面改質²

電子ビーム(加速電圧 30 kV、ビーム電流 200 μA)を Si(100)表面へスポット照射または面照射した。電子ビームのスポット照射ではコーンが形成された。照射時間 0.05 sec で形成したコーンを側面から観察した結果を Fig. 1 に示す。コーンの Si 表面からの高さは 4.1 μm 、直径は 19.7 μm 、先端曲率半径は 59 nm であった。電子ビームを Si 表面へスポット照射すると局所的に熔融 Si の対流・膨張、Si のイオン化などの現象により Si が大きく変化し鋭いコーン形状が形成できたと推測している。熔融現象を用いて先端曲率半径は 59 nm の極めて鋭利な構造が形成できたのは注目すべき結果である。次に、電子ビームを面照射すると V 溝と隆起構造が形成された。Top View の SEM 像を Fig. 2(a)に、断面 A-A' と断面 B-B' の SEM 像を Fig. 2(b)と Fig. 2(c)に示す。V 溝部で熔融した Si が流動して隆起部が形成されたと推測される。V 溝の斜面は Fig.2 に示すように $\langle 011 \rangle$ と $\langle 0\bar{1}1 \rangle$ に沿ってあり、角度は Si 表面に対して 50°程度であった。Si(100)表面を異方性エッチングすると表面に対して 54.7°の傾きで $\langle 011 \rangle$ と $\langle 0\bar{1}1 \rangle$ に沿って Si(111)表面が表れる事が知られており、今回形成された V 溝の斜面の角度と方向がほぼ一致した。Si の結晶異方性の影響を受けながら熔融現象を進むのは興味深い結果であった。

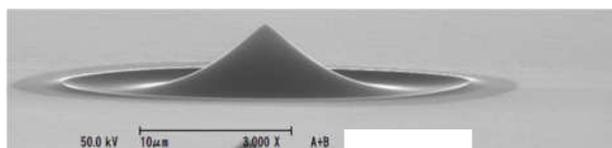


Figure 1. SEM image of the Si cone fabricated by spot electron beam irradiation

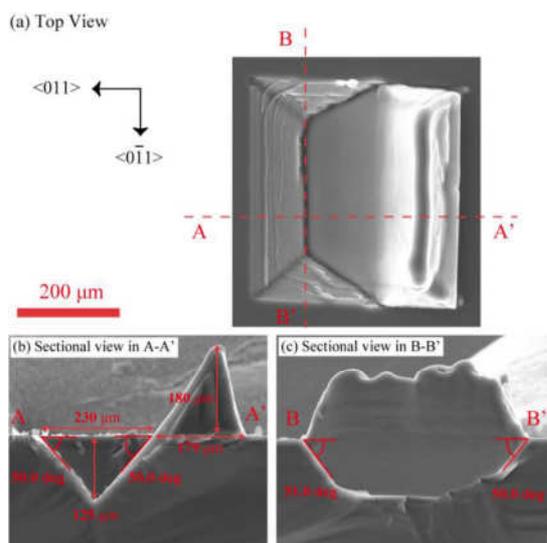


Figure 2. SEM image of the V-groove and protuberance fabricated

3. 加熱・加圧処理による Si 表面の改質³

Si(111)ウェハ (12×1×0.5 mm) の両端をタンタル (Ta) 製ホルダに固定し、中央部裏側にプランジャー先端 (アルミナ) を当ててウェハを加圧した。加圧力は 3.0 N であった。加圧した Si ウェハを真空中で通電加熱 (直流電流) した。Si ウェハの表面温度を通電加熱により約 1400 °C にすると加圧部分の表面側左右 1 mm の辺りに突起構造が現れた。突起の径は 200 μm、高さは 100 μm 程度であった (Fig. 3(a))。組成を AES で分析したところ、突起先端部分 (Fig. 3(b)の矢印 b) には Si, Ni が、突起根元部分(矢印 B) には Si が検出された。突起先端部分に Si の合金が形成された可能性がある。Ni は Si ウェハを固定しているホルダの材料であり、通電加熱によって溶融し、ウェハ表面へ拡散したと推測される。加圧力は 0.1 N 程度では突起構造は形成されないことから、突起形成には Si ウェハ表面の一軸方向引張り応力が影響していると推測される。Si ウェハに引張り応力が加わるとピエゾ抵抗効果により表面抵抗率が局所的に変化する。このためジュール加熱による温度分布が表面に形成され局所的に Si が高温になり溶融し、さらにエレクトロマイグレーションの効果により流動し低温部分で隆起したと推測される。また、溶融 Si が凝固する際、微量金属による凝固点降下に

より純度の高い Si から凝固するため、突起先端部分に金属キャップが形成したと推測している。AES 検出分解能以下の Ti を微量に蒸着し Si 突起先端に担持することも成功している。

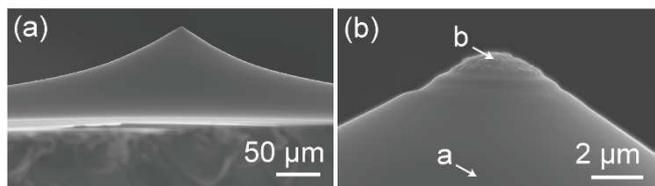


Figure 3. SEM images of the Si protrusions.

4. まとめと今後の展望

これまで紹介したように、表面溶融した Si ウェハへ応力や高電界などの物理刺激を加えると特異な表面形状が形成できることを実験的に確認することができました。応用を考えた場合にさらに形状の制御性を向上する必要があるため今後の課題と考えています。現在、エレクトロマイグレーションによる溶融原子の輸送現象と表面エッジ構造のエネルギー不安定性を組み合わせた研究を進めています。さらに、薄膜が溶融する際の脱濡れ現象を利用した研究も進めており、Fig.4(a)に示すような Cu と Pd の二層配線構造の形成にも成功しています⁴。また、電気化学を利用したナノ構造の研究にも取り組んでおり、液体金属電極で金属線の力学的歪みを減らしナノワイヤを形成する手法を開発しました (Fig.4(b))¹。今後は表面溶解現象を深く理解し、大面積に高精細な表面構造を高スループットで形成できる技術に取り組むと考えています。

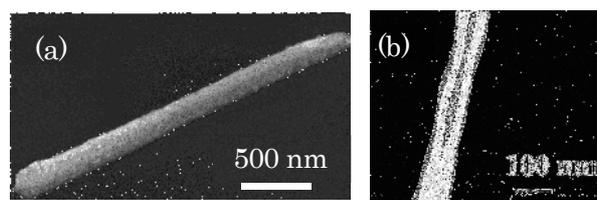


Figure 4. SEM image of the nano wires.

4. 参考文献

- 1) T.Nishimura, et al.; Appl.Suf.Sci. **284** (2013)715.
- 2) 西村高志;精密工学会春季大会学術講演会講演論文集(2015) 843.
- 3) T.Nishimura, et al.; Appl.Phys.lett. **109**(2016) 121601.
- 4)西村高志;第 64 回応用物理学会春季学術講演会 (2017)

コンピュータが見て、考える

岡 芳樹 (OKA Yoshiki)

電子情報工学科 助教

所属学会：電子情報通信学会

ACM(アメリカ計算機学会)

研究分野

コンピュータビジョン

画像処理



使用・応用分野

1. インタラクティブシステム
2. 個人認証
3. 表情認識・表情表出訓練

キーワード

表情認識, 感情識別, 文字認識

1. はじめに

近年、情報を活用した技術やシステム、サービスは多数開発され、普及している。中でもコンピュータが取得した情報の活用についての開発はとても盛んに行われており、研究と言う位置づけで開発を行う者も少なくない。

そこで、この鈴鹿高専技術便りの場を利用して、私が行っている研究について紹介をする。内容としては、大学修士時代から行っている人の表情に関する研究と去年度の卒業研究から取り組みを始めた個人の筆記特性を利用した文字に関する研究である。

2. 演者の表情をベースとした着ぐるみ

テーマパークやテレビ番組、イベントなどでは度々着ぐるみが利用され、大衆の興味関心を引いている。また、近年は「ゆるキャラ」ブームの影響もあって、より着ぐるみの利用が盛んとなっている。しかし、着ぐるみを着ている演者にとっては多くの問題がある。その1つに演者の演技訓練にかかる負担がある。着ぐるみは場の雰囲気や自身の感情を全て動作で表現しなければならない。なので、相手と円滑なコミュニケーションが取れるようになる為には、演者はそれなりの訓練を積み重ねて、動作を習得しなければならない。

そこで、私は着ぐるみの表情に着目し、動作のみではなく、表情も含めたコミュニケーションが行えないか研究を行い、表情表出が可能な着ぐるみを作成した。¹⁾

2-1. 表情を持つ着ぐるみシステム

着ぐるみを着ている演者の表情を Web カメラで取得し、演者の表情と着ぐるみのキャラに合わせた顔画像をディスプレイ等の出力装置で投影を行うシステムを開発した。動作の様子を図 1 に示す。このシステムは演者と着ぐるみの表情をシンクロできるようになっており、相手とのコミュニケーション時に演者がその場の流れや雰囲気合った表情を着ぐるみに表出させられるようになっている。動作実験のアンケート結果では、システムを使用した表情持つ着ぐるみの方が、従来の表情を固定している着ぐるみよりも対話の内容が覚えやすかったり、理解しやすかったりしたと出ている。

さらに、このシステムは現在、着ぐるみをベースとしているが、人(演者)から人(相手)へ情報を伝える時では伝わりにくかった事をコンピュータの仲介で加工や変化が加え、情報を伝わりやすくしていける技術が含まれている。ベースを変化させていけば、表情に関する訓練や医療、リハビリ分野へと多くの他分野への応用へ臨める。

3. 筆記特性に基づいた文字に関する研究

筆者識別とは筆跡を分析し、その筆跡の筆者は誰なのか識別するものであるが、この筆者識別に関する研究は古くから行われており、現在でも研究は盛んに行われている。多くの研究者が多様な視点で手法を組み上げているが、多くの手法で類似した問題がある。それは、研究の検証に使用している文字の種類が少ない所である。技術の構成上、どのような文字が入力されても耐

性を持っている手法なのであろうが、実際は検証されていない。もしかすると検証で使った文字のみがたまたま手法に適合しただけの可能性も含まれている。しかし、その使用している文字の種類を補う為に、筆者から多くの文字を作成してもらっていきくと、それはそれで筆者へ大きな負担を与える事となり現実的ではない。

そこで、新しい視点からのアシストを含めた筆者識別手法を確立しつつ、手法の検証に用いる文字の種類を増やす手法について研究を行った。²⁾

3-1. 筆記特性の抽出と筆者識別

デジタイザペンを用いて、デジタル情報となっている文字を筆者に書いてもらい、これを研究の題材として使用する。取得した文字は、にじみやノイズと邪魔な情報が多く含まれているので、膨張収縮や二値化、細線化等の正規化処理を加えて統一した表現へ変換する。この変換で得られた情報は筆者の「文字の書き方」(筆記特性)となり、内容は筆者によって大きく変化する。そして、得られた筆記特性同士を R-transform と位相限定相関法による類似度算出で取得した文字は誰が書いたものか識別を行う。

ここでの従来手法との大きな違いは文字情報や筆記特性を R-transform で変換し、類似度算出へ繋げている所である。R-transform により、文字情報や筆記特性の形状だけを着目し、比較を行っている。そして、実験からこの比較の仕方は筆者識別には有効である事と出ている。

3-2. 筆記特性からテンプレート文字生成

手法に用いる文字の種類を増やす為に、抽出した筆記特性を部分的に組み合わせていき、筆者から得られていないテンプレート文字を生成した。実験から筆者が同じ場合での文字とテンプレート文字間の類似度は筆者が異なる場合での文字とテンプレート文字間の類似度より高い傾向が出たので、筆記特性を利用して、取得されていない文字をテンプレート文字として生成して、筆者識別へ使用できそうであると結果が出た。なぜ、「使用できそうである」とあいまいな

表現を使ったと言うと、テンプレート文字に関する実験に使用した文字の数が、まだ少数であるので、傾向を掴んでいると述べたいからこのような表現を使った。また、ここまでで使用したり、算出されたりした文字情報やデータたちを図2に示す。

4. さいごに

今回は、最近の私が行っている研究の様子や成果等を紹介した。コンピュータが得た情報を異なる種類に変えさせて出力させたり、情報の受け取り方や情報の見方を変えさせたりして、新しい情報の利用方法の確立に取り組んでいる事を示した。



図1. 着ぐるみシステム

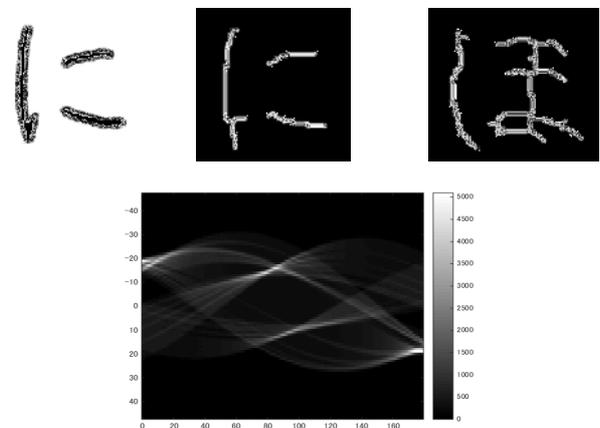


図2. 上段左：文字情報 上段中：筆記特性
 上段右：テンプレート文字
 下段：R-transform ドメイン画像

4. 参考文献

- 1) 岡芳樹, 山本正信. “表情が変化する着ぐるみ頭部システム.” 映像情報メディア学会誌 68.2 (2014): J72-J77.
- 2) 杉田拓巳, 岡芳樹. “筆記特性に基づいたテンプレート文字生成と R-transform を用いた評価手法の研究.” 鈴鹿工業高等専門学校 卒業論文(2017).

細胞の中で細胞をつくる ～分裂酵母における胞子形成～

今田 一姫 (IMADA Kazuki)

生物応用化学科 助教

所属学会：酵母遺伝学フォーラム

日本農芸化学会

日本分子生物学会

日本細胞生物学会

研究分野

分子遺伝学

分子細胞生物学



使用・応用分野

1. 酵母の交配と遺伝
2. 膜構造の形成
3. 酵母の胞子

キーワード

酵母、胞子、膜の輸送

1. はじめに

酵母と聞くと、何を思い浮かべるだろうか。普段食べるパンだろうか。晩酌が好きな人はお酒かもしれない。昨年ノーベル医学生理学賞に輝いたオートファジーに関する研究を思い浮かべる人もいるだろう。近年では、工業的な物質生産に酵母が使われる例もある。このように、酵母は普段の生活から科学・工業の発展まで、人と親密に付き合ってきた微生物の代表格である。

酵母は、私たちと似た細胞構造を持つ微生物で、単細胞で生活している。私の研究対象である分裂酵母は、パンやお酒づくりに使われる出芽酵母とは増殖様式が異なり、高等生物に比較的近いことから、主に研究に使われる酵母である。栄養が豊富な時、分裂酵母はその名の通り半分に分れて増える。しかし栄養が少なくなると増殖を止め、厳しい環境に耐えうる胞子を作って休眠する。再び栄養が豊富になると、胞子は発芽して分裂のサイクルに戻る。すべての酵母において、胞子形成は細胞核の減数分裂を伴っており、高等生物の配偶子形成にあたる重要な現象である。また、酵母の胞子形成は母細胞の“中”に胞子という娘細胞を作る、生物学的に不思議な現象でもある(図1, 2)。本稿では、明らかになってきた分裂酵母の胞子細胞をつくる分子メカニズムと胞子の特徴について、私の研究成果を交えて紹介する。

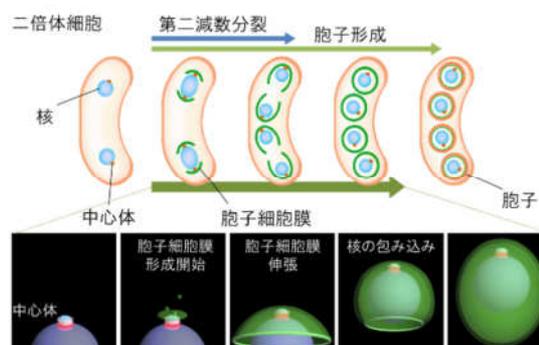


図1 分裂酵母の胞子が形成されるプロセス

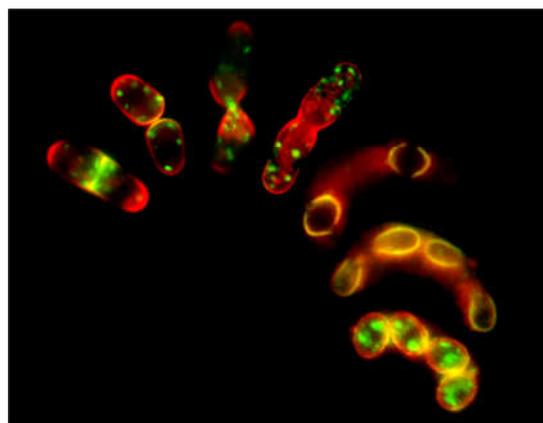


図2 分裂から胞子形成へ

細胞膜を赤色で、分泌される膜小胞を緑色で示す。

2. 細胞膜の新生メカニズム

胞子形成の中で最もダイナミックな現象は、胞子の細胞膜が新しく形成され、娘核を包み込む点である(図1, 2)。過去の電子顕微鏡観察から、減数分裂時には巨大なタンパク質構造物である中心体の片側に付加構造が形成され、それを起点

に孢子細胞膜が形成され始めることが分かっている。この細胞膜となる最初の膜はどこから来るのだろうか？何名もの酵母研究者のノーベル賞受賞に示されるように、酵母の遺伝学は生命現象を引き起こす役者を決定するのに非常に有用である。孢子形成研究においても例外ではなく、孢子形成に関わる遺伝子のほとんどは遺伝学的に発見・解析されてきた。私は孢子形成に関わる新奇因子の探索によって、細胞外への膜小胞の分泌経路を調節する Ypt3 というタンパク質が、孢子細胞膜の新生に関わることを発見した。膜小胞を細胞外に分泌する経路において、Ypt3 は下流の活性化因子 Sec2 を膜小胞に局在させ、Sec2 はさらに下流の調節因子 Ypt2 を活性化し、膜小胞に局在させる (図 3)。興味深いことに、孢子細胞膜形成の足場となる中心体付加構造の構成因子 Spo13 は、Sec2 の Ypt2 を活性化する部位と構造が類似しており、Spo13 も Ypt2 を活性化しうることが知られていた。そこで、Ypt2 および Ypt3 を蛍光タンパク質で標識し、細胞内局在の観察を行った。その結果、孢子形成時には先に下流の Ypt2 が、続いて上流の Ypt3 が中心体に局在した。これらの中心体局在は、Spo13 を欠失させると完全に消失した。すなわち、Spo13 が足場となり、Ypt2 および Ypt3 を介して分泌される膜小胞を中心体上に係留していることが示唆された (図 3)。

しかしながら、分泌小胞の集積だけでは細胞膜形成には至らないようである。分泌経路の逆の経路、細胞膜の細胞内への取り込みも必要であることが分かってきた。孢子細胞膜が形成され始める直前に、細胞膜の分泌小胞を受け取る膜ドメインだけが一挙に細胞内に取り込まれ、形成され始めたばかりの孢子細胞膜に移るのが観察されている (図 2, 赤色)。また、分泌小胞を細胞膜に融合させるのに必要な因子が孢子細胞膜の新生に必要なであった。これらの事実から、中心体に係留されている分泌小胞に取り込まれた細胞膜の一部が融合することで、孢子細胞膜が形成され始めるというモデルが見出された¹⁾ (図 3)。

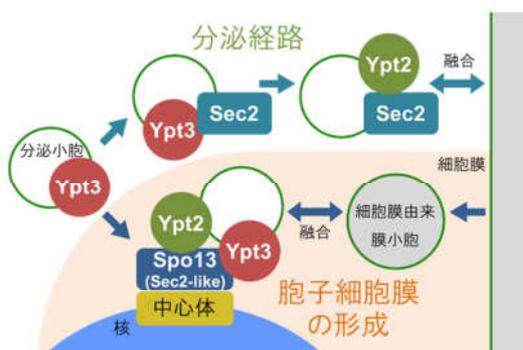


図 3 分泌経路と孢子細胞膜の形成メカニズム

3. 孢子の形成と構造

新たに形成され始めた孢子細胞膜の端には、巾着の“口”のようなリング構造が形成される。この孢子細胞膜の端のリング構造は、伸張していく孢子細胞膜が確実に核を包み込むためのガイドの役割をする。袋状になった孢子細胞膜は、第二減数分裂の終了とともに端が閉じ、二重膜となる。この内膜と外膜の間に細胞壁が形成され、やがて外膜は消失し、内膜が孢子細胞の細胞膜となる²⁾ (図 1)。

孢子の細胞壁は孢子壁と呼ばれ、増殖している際の細胞壁に比べて非常に強固で、凹凸のある形をしている (図 4)。分裂酵母の孢子壁の主成分は多糖類だが、最外層はタンパク質からなり、孢子細胞の熱や有機溶媒への耐性に寄与している³⁾。孢子表層タンパク質はびっしりと並んでシート構造を形成し、これが重なり合って孢子を覆っていることが、電子顕微鏡観察により明らかになってきた (図 4)。現在、この興味深い性質を持つ孢子表層タンパク質を使って何かしてみようかと思案中である。ここでは研究を紹介する立場ではあるが、ぜひ皆様からアイデアや示唆をいただきたい。

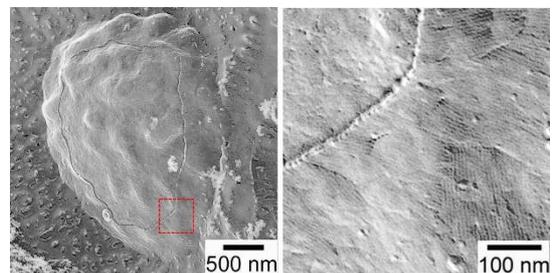


図 4 分裂酵母孢子表層の電子顕微鏡写真

孢子壁最外層の一部をはがして観察した。右は拡大図。最外層には約 5 nm 幅のスジが見られる。

(大阪市立大学 田原悠平氏 提供)

4. 参考文献

- 1) Imada and Nakamura (2016) Mol Biol Cell. 27(21), 3317-3328
- 2) Shimoda (2004) J Cell Sci. 117, 389-396
- 3) Fukunishi *et al.* (2014) Mol Biol Cell. 25(10), 1549-1559

◆ お知らせ ◆

平成 29 年度 産学官連携活動実績報告

◆ 鈴鹿高専テクノプラザ総会

(平成 29 年 5 月 16 日、本校)

- ・【基調講演】次世代水素エネルギー社会を支える材料技術と鈴鹿高専の研究環境
材料工学科 教授 南部 智憲 氏
- ・情報セキュリティ人材育成事業の取り組み
電子情報工学科 准教授 箕浦 弘人 氏
- ・電池の基礎的評価装置の紹介とそれらを用いた共同研究事例
生物応用化学科 准教授 平井 信充 氏
- ・椅子組立ラインにおける作業者動線の測定
電子情報工学科 教授 伊藤 明 氏
- ・抗生物付着性を有する高可視光透過性コーティング剤の研究開発
材料工学科 講師 幸後 健 氏

◆ 2017 NEW環境展

(平成 29 年 5 月 23 日～5 月 26 日、東京ビッグサイト)

- ・バイオフィルムを用いた環境浄化 (バイオレメディエーション)
材料工学科 教授 兼松 秀行 氏

◆ 鈴鹿市ものづくり産業支援センター人材育成「リーダー研修」

(平成 29 年 7 月 1 日、本校)

- ・金属と熱処理の基礎と演習
材料工学科 准教授 黒田 大介 氏
- ・自動搬送等の次世代生産技術にみる機械の知能化とは
機械工学科 准教授 白井 達也 氏
- ・鈴鹿高専 OB の苦労話 (企業経験者として、リーダシップ, チームワーク等)
教育研究支援センター 技術職員 真伏 利史 氏

◆ 化学・プロセス産業基礎講座

(平成 29 年 8 月～10 月 4 回開催、三重県産業支援センター)

- ・化学工学理論
生物応用化学科 教授 澤田 善秋 氏

◆ 第 1 回 SUMS-NITS 医工連携研究会

(平成 29 年 6 月 16 日、本校)

- ・バイオフィルムと感染
材料工学科 教授 兼松 秀行 氏

◆ 第 2 回 SUMS-NITS 医工連携研究会

(平成 29 年 8 月 28 日、本校)

- ・医用診断技術と非破壊検査の新展開～渦電流探傷法の視点から～
電子情報工学科 准教授 板谷 年也 氏

◆イノベーション・ジャパン 2017—大学見本市

(平成 29 年 8 月 31 日～9 月 1 日、東京ビッグサイト)

- ・次世代エネルギーキャリアからの水素分離・精製用金属膜の開発

材料工学科 教授 南部 智憲 氏

- ・バイオフィルム形成抑制を有した可視光透過性膜の防汚性効果

材料工学科 講師 幸後 健 氏

- ・低環境負荷の下水汚泥高温可溶化-メタン発酵技術

生物応用化学科 准教授 甲斐 穂高 氏

◆アグリビジネス創出フェア 2017

(平成 29 年 10 月 4 日～10 月 6 日、東京ビッグサイト)

- ・Web サーバ制御による普及型農作物収穫ロボットシステムの開発

電子情報工学科 准教授 板谷 年也 氏

◆三重県戦略産業雇用創造プロジェクト平成 29 年度技術開発創出事業第 2 回「水素・燃料電池技術研究会(次世代自動車に寄与する水素エネルギー技術研究会)(平成 29 年 10 月 24 日、本校)

- ・次世代水素エネルギー社会を支える材料技術

材料工学科 教授 南部 智憲 氏

◆みえリーディング産業展 2017

(平成 29 年 10 月 27 日～28 日、四日市ドーム)

本校教員の研究紹介他

◆第 3 回 SUMS-NITS 医工連携研究会

(平成 29 年 11 月 14 日、本校)

- ・リハビリと計測制御

機械工学科 准教授 打田 正樹 氏

◆鈴鹿高専テクノプラザ企業交流会

(平成 29 年 11 月 24 日、本校)

- ・分裂酵母の胞子形成：細胞の“中”で細胞ができる過程

生物応用化学科 助教 今田 一姫 氏

- ・IoT について

電子情報工学科 教授 飯塚 昇 氏

◆三重県戦略産業雇用創造プロジェクト『次世代自動車・航空機に学ぶ高度製造技術基礎講座(ものづくり技術基礎講座)』

(平成 29 年 12 月 6 日、本校)

- ・航空機産業に学ぶ新素材と加工技術講座 ～軽金属材料(難削材)の加工技術

材料工学科 准教授 万谷 義和 氏

◆第 1 回鈴鹿高専 R T ・水素・情報セキュリティサロン

(平成 29 年 12 月 7 日、本校)

- ・昨今の情報セキュリティ事情

電子情報工学科 准教授 箕浦 弘人 氏

◆第 2 回鈴鹿高専 R T ・水素・情報セキュリティサロン

(平成 30 年 1 月 18 日、見学会)

- ・水素をテーマとした講義と「岩谷産業(株)中央研究所・イワタニ水素ステーション尼崎」見学

◆鈴鹿市ものづくり企業交流会

(平成 30 年 1 月 21 日、鈴鹿ハンター)

本校教員の研究紹介他

◆第 47 回産学官交流フォーラム 鈴鹿工業高等専門学校産学官交流フォーラム

(平成 30 年 2 月 26 日、本校)

・ドローンを用いたロボット人材育成のための教材に関する研究

電子情報工学科 准教授 板谷 年也 氏

行事予定

2 月 26 日 (月)

第 47 回産学官交流フォーラム

鈴鹿工業高等専門学校産学官交流フォーラム

5 月 予定

鈴鹿高専テクノプラザ 総会

お問い合わせ・ご質問・ご要望は下記までお願いします。

〒510-0294 三重県鈴鹿市白子町

独立行政法人国立高等専門学校機構 鈴鹿工業高等専門学校 総務課

TEL 059-368-1717 FAX 059-387-0338 E-mail:sangaku@jim.suzuka-ct.ac.jp

編集後記

平成 29 年度「“KOSEN (高専) 4.0” イニシアティブ」において、本校の「卓越したグローバルエンジニア育成事業」と「産業界が求めるロボット技術者を育成するためのロボット工学教育」の計 2 件の事業が採択されました。加えて、情報セキュリティ人材育成事業について、実践校として取り組んでいます。「鈴鹿高専技術便り」第 17 号では、その中で「ロボット」と「情報セキュリティ」についてご案内しました。「鈴鹿高専テクノプラザ」は、発足から 4 年が経ち、会員様も順調に増加しております。今後の新しい取り組みについても、ご報告しました。「研究者紹介」は、近年に着任しました 3 名の若手教員に現在遂行している研究について執筆をお願いしました。それぞれ、電気系・情報系・生物系の研究者で、これを機に連携をご検討頂けますと幸いです。

今後とも皆様へ、鈴鹿高専の教育研究活動を発信していくとともに産学官の連携推進の一助になれば幸いです。ご意見やご相談がございましたら、上記問い合わせ先までご連絡下さい。

(板谷年也、電子情報工学科 准教授)

NIT, Suzuka College Technology Newsletter 第 17 号 平成 30 年 1 月印刷 平成 30 年 2 月発行

編集 独立行政法人国立高等専門学校機構 鈴鹿工業高等専門学校 研究活動推進委員会

産学官連携外部資金部会

発行 独立行政法人国立高等専門学校機構 鈴鹿工業高等専門学校

三重県鈴鹿市白子町 (〒510-0294) TEL 059-368-1717 FAX 059-387-0338