

コンテナ模型による汗濡れ現象の再現と 吸水シートの効果

村上知弘 *・吉田康二 **・池田真吾 *・永本迪隆 **

Reproduction Verification of Sweat Damage in Container Model and Effect of Absorbent Sheet

Tomohiro MURAKAMI * , Koji YOSHIDA ** , Shingo IKEDA *
And Michitaka NAGAMOTO **

Abstract

The container model was made to reproduce missing get wet the sweat in marine transport, and the reproduction experiment was done. We observed the model under three different conditions: with a PNIPA gel absorbent sheet, with a SAP absorbent sheet, and with no absorbent sheet. With no absorbent, there was sweat on the inside walls of the model, and the wood in the model was wet, it is due to the condensation of water in the container model. However, the sweat did not appear when the absorbent sheets were set up in the upper part of the model.

From those results, the effect of the absorbent sheets was able to be confirmed and the reproduction of sweat.

1. 緒言

筆者らは以前よりコンテナ輸送における品質管理用「リユーザブル吸水シート」について開発研究を行ってきた。その中で、吸水シートの乾燥時間の短縮や吸水剤ゲルのイオン濃度変化による用途に合わせたシート作製の可能性、吸水剤ゲルの繰返し特性などの結果が得られ、ポリ N-イソプロピリアクリルアミド(PNIPA)ゲルシートの有用性を確認できた^{[1]・[2]}。しかしながら、吸水剤を被覆するシート材料の再利用化などの問題から実用化に至らなかった。その後、多くの企業が本問題であるコンテナ貨物の結露障害防止に取り組んだが、大きな成果はいまだ得られていない。

汗濡れ損は現在も海上輸送において、解決が望まれている重要問題の一つである。今回日本海事検定協会からコンテナ貨物の損害に関する共同研

究の依頼があり、再度リユーザブル吸水シートの研究に取り組んだ。その中で、吸水剤に高吸水性ポリマー(SAP)を使用した既存の吸水シートでは結露を吸収したシートの重量増加に伴うたるみや固定具の剥落などにより、シートと貨物が接触した場合に吸水剤中の水分が貨物に移動して 2 次被害を起こすという問題が浮上した。図 1 にそのコンテナ断面における 2 次被害イメージを示す。昨年の研究で吸水剤から貨物への水分移動を調査するため、膨潤させた PNIPA ゲルおよび SAP を段ボール片の上に乗せ、簡易的に 2 次被害の発生状況を再現して時間経過に伴う水分の移動を比較した。その結果、PNIPA ゲルは SAP と比較して水分保持に優れ、2 次被害の軽減が示唆された^[3]。

そこで本の研究では、「リユーザブル吸水シート」の実用化を目指し、図 2 に示すようなコンテナ模型を作製し、コンテナ模型内に人工的に結露を発

生させ、その状態を調査した。その実験に伴って吸水シートをコンテナ模型に設置して、結露の発生状況を調査した。シート未設置、PNIPA ゲルシートおよび SAP シートをそれぞれ設置した 3 パターンの実験から PNIPA ゲルシートと SAP シートの性能を比較し、PNIPA ゲルシートの有用性の確認を試みた。

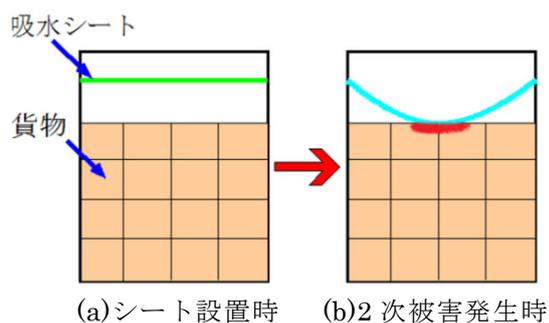


図 1 コンテナ断面における 2 次被害イメージ^[3]

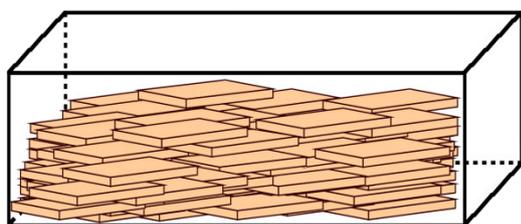


図 2 結露再現実験イメージ

2. 実験

2. 1 PNIPA ゲルシート作製

PNIPA ゲルシートの作製過程を示す。擬似吸水シートの作製方法は以下に示すとおりである。

はじめに PNIPA ゲル以下のように作製した。は主鎖 N-isopropylacrylamide(NIPA)3.883g、架橋剤 N,N'-methylenebisacrylamide(BIS)0.0645g およびイオン化剤 Sodium Acrylate(SA)0.067g を純水中に溶解させ、50ml のプレゲル溶液を作製する。この溶液に反応開始剤 Ammonium peroxodisulfate(AP)0.020g および反応促進剤 N,N,N',N'-tetramethylethylenediamine(TEMED)120 μ l を加えて素早く攪拌し、恒温水槽内で 20 $^{\circ}$ C、24

時間放置して溶液をゲル化させ、試料を得た^[4,5]。

上記で作製した PNIPA ゲルのパウダー化は以下の手順で行った。作製した PNIPA ゲルをピンセットで細かく切り、同時にラバーヒーターとドライヤーで加熱し、ゲル内部の水を取り除く。さらに自然乾燥させ、ゲル内部の水分を十分に取り除く。乾燥させた PNIPA ゲルをサンタリークラッシャー(三庄インダストリー(株))を用いて mm 単位程度の粒径まで粉碎する。それをロータースピードミル(フリッチュ(株))で更に細かく粉碎し、最大 250 μ m 程度の粒径のゲルパウダーとした。

吸水シートはコットンシート(千代田(株))を二枚重ねにしたものを二組用意し、その間に吸水剤を挟み込んで作製した。擬似 SAP シートには粉末状 SAP(ケニス(株))を使用した。同シートは、図 3 に示すように、コンテナ模型の上部内側に設置した。



図 3 コンテナ上部と吸水シート

2. 2 コンテナ模型の結露再現

コンテナ模型を用いてコンテナ輸送中の結露発生状況を人工的に再現し、吸水ゲルシートの性能調査を試みた。図 4 に示すようなコンテナ模型(20 フィートサイズの 1/20 モデル、300mm \times 120mm \times 120mm)を鉄板で作製した。図 5 に示すように、模型中にベニヤ材の木片を十分に詰めた。このときコンテナ上部には吸水シートを取り付けた。コ

ンテナ輸送のモデル条件として、日本が冬の場合の東南アジアから日本への輸送を考えた。このコースは、荷積地が高温多湿であり、荷揚げ地が日本である場合、日本では気温が低ため結露被害の多く発生することが知られている。

よって実験条件として、 $60^{\circ}\text{C} \cdot 90\%RH$ に管理した恒温器(アドバンテック(株))内で 4 時間加熱し、その後冷蔵庫で 12 時間冷却させて人為的に結露を発生させた。実験に使用した恒温器を図 5 に示す。これをシート未設置、PNIPA ゲルシート設置状態及び SAP シート設置状態で行い、吸水シートの性能を調べた。



図 6 恒温槽内のコンテナ模型



図 4 1/20 のコンテナ模型



図 5 コンテナ内部とシート取り付け

3. 結果と考察

図 7 にコンテナ模型上部に吸水シートを設置しなかった場合の状態を示す。コンテナ模型内部に水滴が十分に付着していた。内部のベニヤ材にも水滴が付着していた。

図 8 に SAP シートを設置したコンテナ内部の状態を示す。図 7 に比べ、ほとんど水滴が見られなかった。さらに図 9 に PNIPA ゲルシートを設置した場合の模型内部を示す。全く模型内側壁面に水滴が付着していないことが分かる。ベニヤ材にも全く水滴は見られなかった。

これらの結露実験の状態結果を表 1 に示す。縦軸にコンテナ模型、ベニヤ材、シートの実験前後の重量および変化量をそれぞれ表す。横軸には、シート未設置、各シートを設置した場合を示す。実験前後でコンテナ模型の重量が変化しているが、シートなしは空気中の水分が水滴となってシート及び木片に付着したため重量が増したと考えられる。しかしながら水滴が付着していたにもかかわらず木材の重量に変化がなかった。木材の含まれていた水分が一度蒸発して、水滴となり再び木材に付着して同じになったと考えられる。一方、シートを設置して行った結果では、SAP シートの方が多く吸水した結果となった。これは、SAP の方が PNIPA ゲルに比べ、架橋密度が低いため、吸水しやすいことに起因していると思われる。しかしながら、再利用を考慮すると PNIPA ゲルの方がよ

いという結果があるため、汗濡れが防げたという点で見れば大差がないということになると思われる。

上記の結果から、コンテナ模型内の汗濡れの発生と防止が確認できた。



図 7 吸水シート未設置の模型内部



図 8 SAP シート設置の模型内部



図 9 PNIPA ゲルシートを設置したコンテナ内部

表 1 結露再現実験結果

	シートなし	ゲルシート	SAPシート
模型実験前(g)	1090	1095	1092
模型実験後(g)	1095	1095	1093
模型変化量(g)	5	0	1
木片実験前(g)	745	756	750.6
木片実験後(g)	745	754	750.4
木片変化量(g)	0	-2	-0.2
シート実験前(g)		9.42	9.65
シート実験後(g)		9.50	9.95
シート変化量(g)		0.08	0.30

4. まとめ

コンテナ輸送における汗濡れ損を再現するため、コンテナ模型を作製してベニヤ材を積荷に見立て実験を行った。シート未設置の場合、PNIPA ゲル及び SAP 用いた吸水シートを設置した場合、それぞれの条件下での模型内部の状態を調べた。それらの結果からシートを設置していない場合、模型内部に結露に伴って発生した水滴が内壁に付着し、木材にも水滴の付着が原因とみられる濡れが確認できた。一方、PNIPA ゲルシートまたは SAP シートを設置した場合、模型内部や木材への結露に伴う水滴の付着は見られなかった。

以上のことからコンテナ模型による汗濡れ損の再現は十分に確認できた。また、PNIPA ゲルシー

ト及び SAP シートを設置することによって、その結露は発生しなかったため、同シートがコンテナ貨物の品質管理用吸水シートとして所定の性能を有していると考えられる。今後は、実際のコンテナを使用して、十分な検証を行う必要がある。

参考文献

- [1] 村上,岩本:弓削商船高等専門学校紀要,第 29 号, 2007.
- [2] 村上,赤瀬:弓削商船高等専門学校紀要,第 30 号, 2008.
- [3] 村上,吉田,池田,永本:弓削商船高等専門学校紀要,第 37 号,2015.
- [4] Y. Hirokawa, and T. Tanaka, *J. Chem. Phys.*, 81, 6379, 1980.
- [5] 村上,田窪,安永,吉田:弓削商船高等専門学校紀要,第 36 号,2014.

マルチフェロイック $0.7\text{BaTiO}_3\text{-}0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4$ コア シェル合成と走査型電子顕微鏡による構造解析

柳沢 修実*

Synthesis of multiferroic $0.7\text{BaTiO}_3\text{-}0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4$ core shell and structure study by scanning electron microscopy.

Osami Yanagisawa*

Abstract

Recently the multiferroic have a great interest for industrial device application with new physical property control by external fields. In this study, BaTiO_3 and NiFe_2O_4 are chosen as ferroelectric shell and ferromagnetic core. $0.7\text{BaTiO}_3\text{-}0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4$ core shell are prepared by chemical method. The sample are synthesized at various condition (synthesis temperature, with/without ultrasonic stirring and etc.) then sintered at various temperature and in air. All sample are conformed as compound of BaTiO_3 single phase and NiFe_2O_4 single phase without chemical reaction between tow phase by x-ray diffraction (XRD) at room temperature (RT). The sample cut and polished have NiFe_2O_4 core observed as black in scanning electron microscopy (SEM) image with average particle size of 56 [nm] covered by BaTiO_3 shell observed as gray and homogeneous micro structure conformed by SEM at RT. The sample have good chemical composition as NiFe_2O_4 and BaTiO_3 at black and gray part in SEM image conformed by energy dispersive X-ray spectroscopy (EDS).

1. はじめに

近年、2つ以上の強物性をカップルさせたマルチフェロイックが注目を集めている。例えば、強磁性と強誘電性をカップルさせた物質では、従来から用いられている、磁場で磁化率を、電場で誘電率を制御することに加え、新たに磁場で誘電率を、電場で磁化率を制御するといった新たな物性制御が可能である。例えば、磁気静電メモリーや高感度な磁気静電センサー等への応用が期待できる。

マルチフェロイックは主に単結晶や薄膜により研究が進められてきた。しかし、単結晶は極めて限られた物質系で、かつ液体ヘリウムによる冷却を必要とする低温のみで発見されている。^{[1][2]} 薄膜はレーザーア

ブレーション^[3]やマグネトロンスパッタリング^{[4][5]}等で製造され、非常に高価な装置を必要とする。

クエン酸添加法を用いて、温度750°Cで焼成し NiFe_2O_4 粉末を作製した。X線回折(XRD)を用いて結晶構造解析、試料を切断し研磨し、エネルギー分散型蛍光エックス線分析装置(EDS)を用いて成分分析、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて表面構造解析を行った。結果、自身の磁力によって自己凝集を抑え、粒径がナノサイズの単相高純度微細粉末であることが確認出来た。^[6]

本研究では、コアの強磁性体物質として NiFe_2O_4 をシェルの強誘電体物質として BaTiO_3 を選び、化学方法によりコアシェル構造をもつ $0.7\text{BaTiO}_3\text{-}$

0.3NiFe₂O₄形成しマルチフェロイック物質を作製した。簡易な装置でデバイスを安価に作製する事が特色である。得られた知見を試料作製にフィードバックし、マルチフェロイック・デバイスの実現を目指す。

2. 実験

比較検証の為に、NiFe₂O₄粉末^[6]と固相反応法によるBaTiO₃粉末を自動混合機で混合、錠剤成形、温度1150℃、空気雰囲気下で焼成した固相反応法による0.8BaTiO₃-0.2NiFe₂O₄を作製した。

0.7BaTiO₃-0.3NiFe₂O₄を以下に述べる化学的手法を用いて作製した。(1)Ti(C₄H₉O)₄(和光純薬工業、純度99.8%)アルコール溶液とH₂C₂O₄·2H₂O(和光純薬工業)アルコール・水溶液を白色から透明になるまで常温で攪拌機で混合する。……溶液① (2)溶液①に強磁性体NiFe₂O₄粉末の自己凝集を抑制し均一に拡散させる。……溶液② この時、超音波振動による攪拌の有と無、反応温度が室温、50℃、100℃、150℃の場合を試みた。(3)溶液②にBa(CH₃COO)₂(和光純薬工業、純度99.9%)水溶液を加える。この時、超音波振動による攪拌の有と無の場合を試みた。この様にして如何に均一にかつ薄くBaTiO₃シエルをNiFe₂O₄相コア上に形成するかを試みた。

熱重量測定(TG)を行いTGの変曲点を参考に、焼成プログラム検討を行った。精密に時間軸上でPID温度制御可能な電気炉を用いて空気雰囲気下で焼成を行った。仮焼成温度は750℃、本焼成温度は1050℃、1150℃、1200℃を試みた。上昇と下降温度速度は200℃/hと100℃/hとした。焼成プログラムの一例を図1に示す。

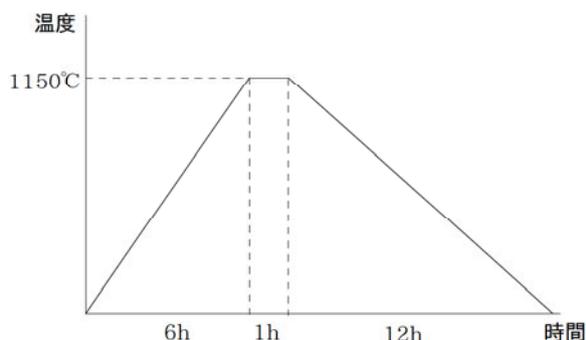


図1 電気炉の焼成プログラム例 焼成温度が1150℃の場合

室温に於いて、XRDを用いて結晶構造解析、試料を切断し研磨し、EDSを用いて成分分析、SEMを

用いて表面構造の観察を行った。

3. 結果

固相反応法を用いて作製された0.8BaTiO₃-0.2NiFe₂O₄のSEMを図2に示す。灰色がBaTiO₃に対応し、黒色がNiFe₂O₄に対応する。NiFe₂O₄の粒径が不均一であり、BaTiO₃の凝集が有る。NiFe₂O₄をBaTiO₃を囲む形では無く、単に混合されているだけで、コアシェル構造は確認出来なかった。

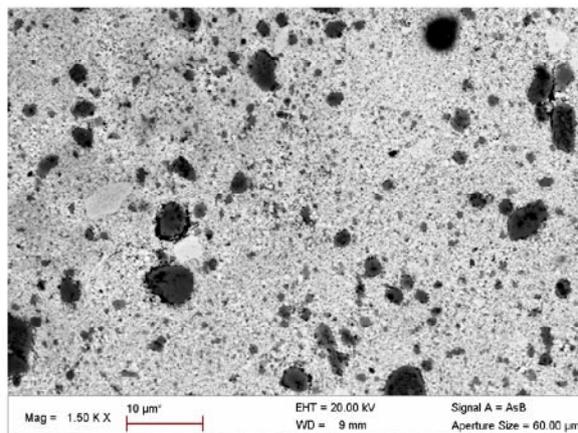


図2 固相反応法を用いて作製された0.8BaTiO₃-0.2NiFe₂O₄のSEM

化学的手法を用いて作製され0.7BaTiO₃-0.3NiFe₂O₄の熱量分析を図3に示す。変曲点が1050℃、1150℃、1200℃に見られ、この温度で何らかの化学的・物理的変化が起きていると考えられる。そこで、焼成温度をこれらの温度に設定し焼成を試みた。

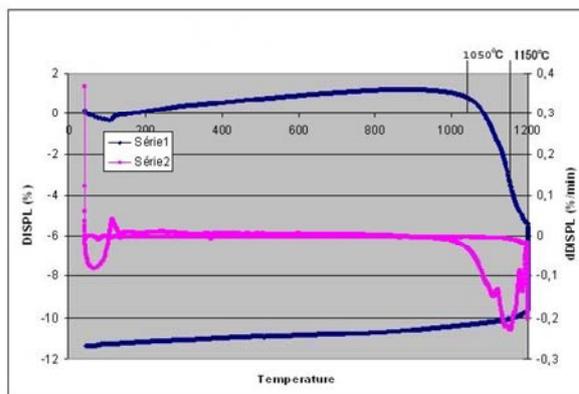


図3 化学的手法を用いて作製された0.7BaTiO₃-0.3NiFe₂O₄の熱量分析

3

マルチフェロイック $0.7\text{BaTiO}_3\text{-}0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4$ コアシェル の合成と走査型電子顕微鏡による構造解析

化学的手法を用いて作製、 1050°C 、 1150°C 、 1200°C の各温度で焼成された $0.7\text{BaTiO}_3\text{-}0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4$ の XRD を図4に示す。焼成温度 1050°C の XRD には焼成温度 1150°C と 1200°C の XRD にある回折角 23° 付近にある鋭いピークが見られず、ブロードな盛り上がりが見られるのみである。従って、焼成温度 1050°C では未だ未反応物質が残っていると考えられる。

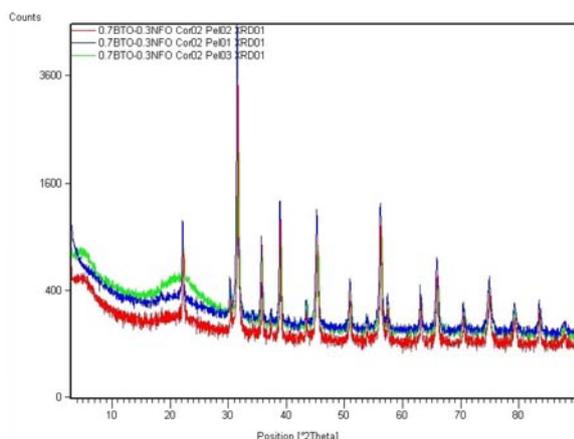


図4 化学的手法を用いて 1050°C 、 1150°C 、 1200°C の各温度で焼成された $0.7\text{BaTiO}_3\text{-}0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4$ の XRD

化学的手法を用いて作製された $0.7\text{BaTiO}_3\text{-}0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4$ 、単相 BaTiO_3 、単相 NiFe_2O_4 の XRD を図5に示す。XRD プロファイルのピークパターンマッチングを行い、結晶構造解析を行った。 $0.7\text{BaTiO}_3\text{-}0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4$ のピークパターンは単相 BaTiO_3 のピークパターンと単相 NiFe_2O_4 のピークパターンの単純な重ね合せかつ新たなピークの出現

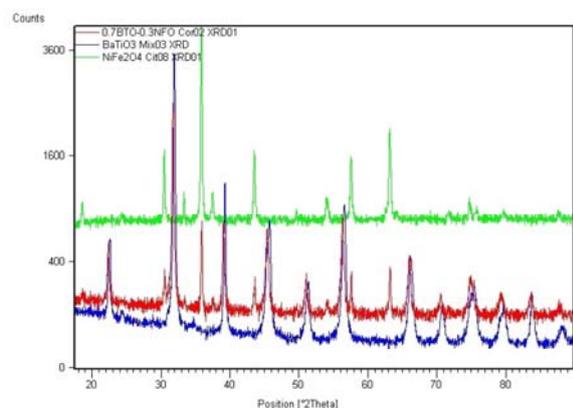


図5 化学的手法を用いて作製された $0.7\text{BaTiO}_3\text{-}0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4$ 、単相 BaTiO_3 、単相 NiFe_2O_4 の XRD

はなかった。従って、試料は良質な単相 BaTiO_3 と単相 NiFe_2O_4 の混合物かつ両相の界面における化学反応が無い事が確認出来た。

化学的手法を用いて作製、 1050°C 、 1150°C 、 1200°C の各温度で焼成された $0.7\text{BaTiO}_3\text{-}0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4$ 断面の SEM を図6、図7、図8に示す。焼成温度 1050°C では粒の部分の一部未反応である。また、焼成温度 1200°C では BaTiO_3 に対応する灰色の部分やや白くなり、 NiFe_2O_4 に対応する白色の部分やや黒くなり、反応が進み過ぎである。従って、 1150°C が最適な焼成温度である。 BaTiO_3 相の中に NiFe_2O_4 相が島状に点在するコアシェル構造を持つ事が確認できた。しかし、 NiFe_2O_4 相の粒径は大小あり不均一、分布状態は密集・疎らであり不均一である事が確認できた。

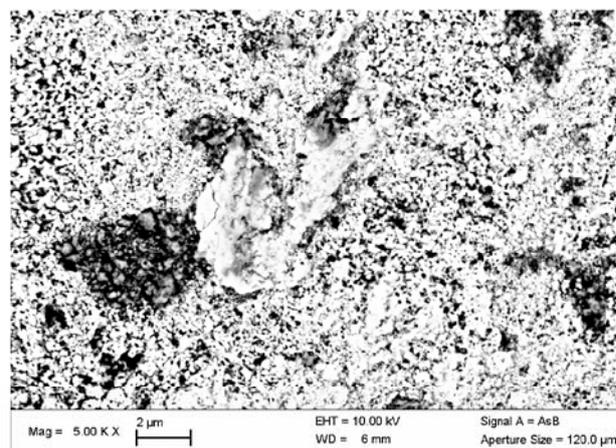


図6 化学的手法を用いて温度 1050°C で焼成された $0.7\text{BaTiO}_3\text{-}0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4$ の SEM

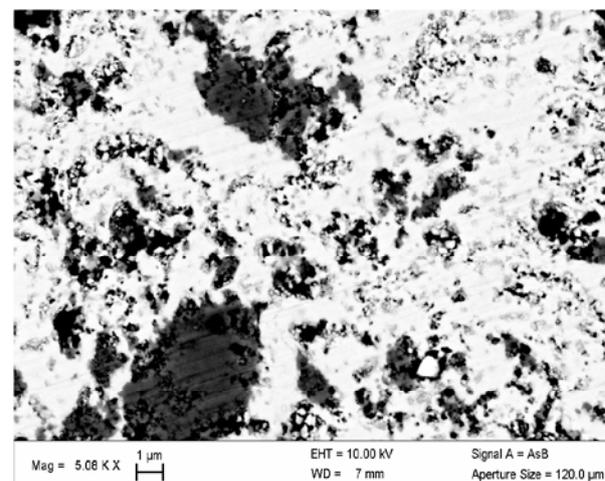


図7 化学的手法を用いて温度 1150°C で焼成された $0.7\text{BaTiO}_3\text{-}0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4$ の SEM

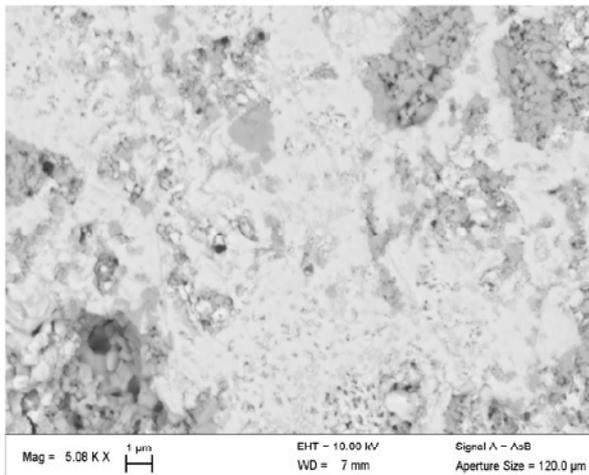


図8 化学的手法を用いて温度 1200°Cで焼成された $0.7\text{BaTiO}_3\text{-}0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4$ の SEM

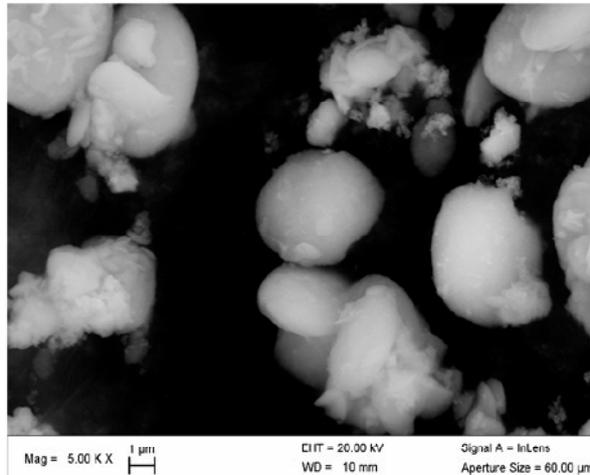


図10 化学的手法を用いて温度 50°Cで合成された未焼成の $0.7\text{BaTiO}_3\text{-}0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4$ の SEM

化学的手法を用いて室温、50°C、100°C、150°Cの各温度で合成した焼成前の $0.7\text{BaTiO}_3\text{-}0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4$ の SEM を図9、図10、図11、図12に示す。合成温度を上げるに従い BaTiO_3 相シェルを薄く均一に NiFe_2O_4 相上に形成する事が出来るようになった。

化学的手法を用いて温度 150°Cで合成し温度 1150°Cで焼成した $0.7\text{BaTiO}_3\text{-}0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4$ の SEM を図13に示す。資料はコアシェル構造を持ち、 NiFe_2O_4 の粒径の均一性、分布状態が向上した。

化学的手法を用いて超音波振動攪拌をしながら室温で合成し温度 1150°Cで焼成した $0.7\text{BaTiO}_3\text{-}0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4$ の SEM を図14に示す。攪拌有と無を比較すると、攪拌有の場合は BaTiO_3 シェルの形成が妨げられると共に試料内に洲が出来てしまう。

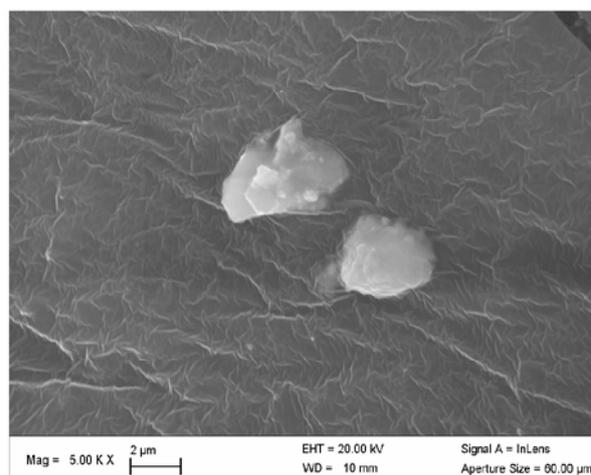


図11 化学的手法を用いて温度 100°Cで合成された未焼成の $0.7\text{BaTiO}_3\text{-}0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4$ の SEM

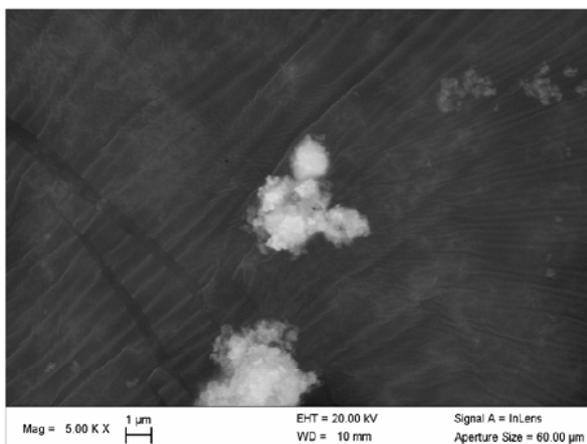


図9 化学的手法を用いて室温で合成された未焼成の $0.7\text{BaTiO}_3\text{-}0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4$ の SEM

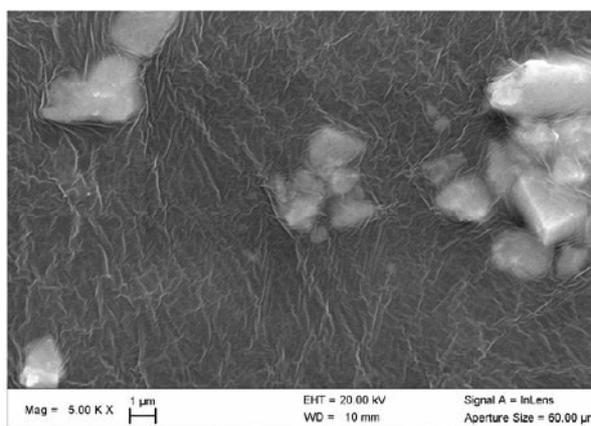


図12 化学的手法を用いて温度 150°Cで合成された未焼成の $0.7\text{BaTiO}_3\text{-}0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4$ の SEM

5

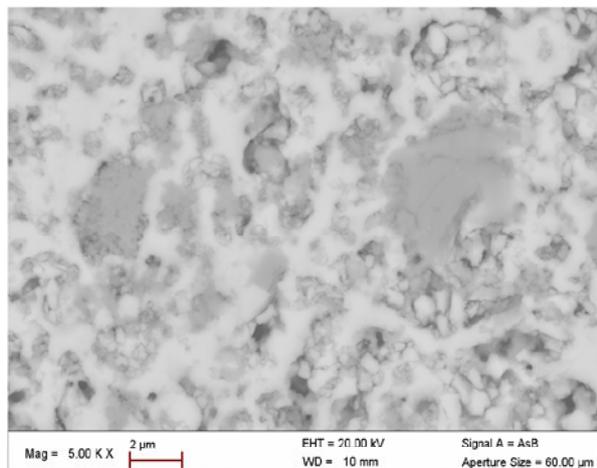
マルチフェロイック $0.7\text{BaTiO}_3\text{-}0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4$ コアシェル の合成と走査型電子顕微鏡による構造解析

図13 化学的手法を用いて温度 150°C で合成し温度 1150°C で焼成した $0.7\text{BaTiO}_3\text{-}0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4$ の SEM

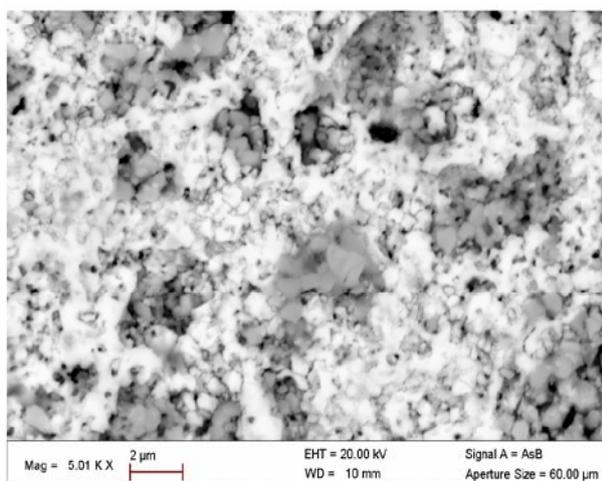


図14 化学的手法を用いて超音波振動攪拌をしながら室温で合成し温度 1150°C で焼成した $0.7\text{BaTiO}_3\text{-}0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4$ の SEM

化学的手法を用いて温度 150°C で合成し温度 1150°C で焼成した $0.7\text{BaTiO}_3\text{-}0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4$ の灰色領域 (BaTiO_3 相) と黒色領域 (NiFe_2O_4 相) の EDS を図15と図16に示す。SEM 画像を観ながら BaTiO_3 相と NiFe_2O_4 相の地点の EDS 測定を行った。 BaTiO_3 相は $\text{Ba}:\text{Ti}:\text{O}=1:1:3$ で BaTiO_3 の組成比と良く一致した。 NiFe_2O_4 相は $\text{Ni}:\text{Fe}:\text{O}=1:2:4$ で NiFe_2O_4 の組成比と良く一致した。両相の界面における化学反応が無い事も確認出来た。焼成時の雰囲気による O の過剰・不足は本物質では見られなかった。

Elem	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F
O K	23.47	63.75	0.0661	1.1983	0.2350	1.0001
BaL	55.34	17.51	0.5045	0.8658	1.0510	1.0018
TiK	17.67	16.03	0.1738	1.0300	0.9534	1.0016
FeK	2.71	2.11	0.0244	1.0373	0.8661	1.0008
NiK	0.81	0.60	0.0078	1.0593	0.9122	1.0000
Total	100.00	100.00				

図15 化学的手法を用いて温度 150°C で合成し温度 1150°C で焼成した $0.7\text{BaTiO}_3\text{-}0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4$ の灰色領域 (BaTiO_3 相) の EDS

Elem	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F
O K	29.76	61.44	0.1137	1.1145	0.3424	1.0014
BaL	9.12	2.19	0.0824	0.7998	1.0753	1.0502
TiK	7.19	4.96	0.0698	0.9525	0.9752	1.0449
FeK	37.00	21.89	0.3533	0.9524	0.9746	1.0286
NiK	16.93	9.52	0.1543	0.9687	0.9409	1.0000
Total	100.00	100.00				

図16 化学的手法を用いて温度 150°C で合成し温度 1150°C で焼成した $0.7\text{BaTiO}_3\text{-}0.3\text{NiFe}_2\text{O}_4$ 黒色領域 (NiFe_2O_4 相) の EDS

4. 謝辞

本研究の実験は在外研究中にフランスカーン大学の研究施設を用いて行われました。受入担当の Christelle Harnois 教授を初め職員の方々に感謝の意を表します。

参考文献

- [1] Observation of the magnetically induced magnetoelectric effect and evidence for antiferromagnetic domains, G. T. Rado and V. J. Folen, Physical Review Letter, 7, Number 8, 310-311 (1961)
- [2] Why are there so few magnetic ferroelectrics?, Nicola A. Hill, J. Phys. Chem. B, 104, 6694-6709 (2000)
- [3] Multiferroic properties of YCrO_3 thin films on glass substrate, Jeongdae Seo et al., Ceramics International 41, 12471-12474 (2015)

- [4] Multiferroic properties of (Bi, Ca)FeO₃ films on glass substrates, H.W. Chang et al., Applied Surface Science 355, 121-126 (2015)
- [5] Grain size and stoichiometry control over RF-sputtered multiferroic BiFeO₃ thin films on silicon substrates, H.W. Chang et al., Thin Solid Films 589, 551-555 (2015)
- [6] NiFe₂O₄パウダーの作成—マルチ・フェロイック・デバイスの開発の一環として—、柳沢修実、弓削商船高等専門学校紀要、37号、135-139頁 (2015)

練習船の実写画像からの3次元再構成

向瀬 紀一郎*・渡邊 智基**・熊川 和真***・五井 和貴***

3D Reconstruction from Photographic Images of Training Ship

Kiichiro Mukose*, Tomoki Watanabe**,
Kazuma Kumagawa*** and Kazuki Goi***

Abstract

The three-dimensional geometry of the main engine of the training ship “Yuge-maru” has been reconstructed from multiple two-dimensional photographic images, for the purposes of maritime education. The three-dimensional reconstruction consists of extraction of key points in images, and statistical optimization of the geometric parameters of the key points and the viewpoints. By using the reconstructed geometric data, anyone can have a view of the engine from any direction on a computer screen.

1. はじめに

弓削商船高等専門学校の商船学科は、外航船の船舶職員として国際的な物流を担うことのできる海事技術者を育成する学科である。本学科では、高度化していく海運業界において活躍し続けることのできる人材を育成すべく、船舶の運航や船用機関の取扱いに関する専門的な知識の教育や、実践的な技術の訓練を実施している。その一環として、教室における授業の進度にあわせて、練習船「弓削丸」を活用した校内練習船実習を実施している。

その練習船実習は航海系実習と機関係実習に分類される。航海系実習においては練習船の操舵室や甲板が活用され、機関係実習においては練習船の機関室や機関制御室が活用される。運航中の練習船内において、低学年次生は導入的な体験によって船舶への興味を喚起され、高学年次生はより実践的な訓練によって航海士や機関士としての資質を涵養することができる。

この実習は学生にとって、キャリア意識の深化のための、そして知識の定着や技術の習熟のための、貴重な機会となっている。ただし、校内練習船実習には多くの準備と費用が必要であるため、その機会は限られたものとなっており、個々の学生の興味や能力のレベルに応じた十分な実習時間を、それぞれの学生に柔軟に与えられるわけではない。現状の練習船実習では、

特別に意欲の高い学生に対して、その興味を満たしきれない実習となってしまう虞がある。また同級生よりも理解の遅い学生に対して、疎外感を持たせる実習となってしまう虞もある。

もし、そのような学生たちが個々の必要に応じて、校内練習船実習の機会の他に、それを補強するものとなる、類似した体験を得ることができれば、校内練習船実習の教育効果はさらに高まるであろう。そのような練習船実習を補強する体験は、例えば模型や、ビデオや、あるいはコンピュータを活用したインタラクティブ（双方向的）なeラーニング教材などによって実現可能であろうと思われる。

これまでに、本校の練習船実習を補強するeラーニング教材の一つとして、機関室ウォークスルーシステムが開発され、WWWにおいて公開された（<http://www.center.yuge.ac.jp/~mukose/yugeER/>）。これは練習船「弓削丸」の機関室内の実写画像を利用し、仮想現実感（Virtual Reality, VR）技術を応用して開発されたシステムである^[1,2]。

この機関室ウォークスルーシステムを活用すると、学生は陸上の校舎内、あるいは寮や自宅に居ながらにして、安価なコンピュータの画面において、練習船機関室の中を自由に歩き回るかのような体験を、いつでも手軽に何度でも得ることができる。またこのシステムには、様々な機器や装置についての説明（アノテー

ションやキャプション)を表示する機能も実装されているため、学生はそれぞれの興味や必要に応じて、自分のペースでじっくりと、自学自習に取り組むことができる。

この機関室ウォークスルーシステムは、「弓削丸」の機関室内で得ることのできる視点を、ほぼ網羅的に、コンピュータの画面上に再現できるものとなっている。ただし、このシステムは、機関室内の通路から撮影した実写画像を利用して開発されており、その通路からの視点からの光景に限って再現するものとなっている。

本論文では、この制限を超える視点から練習船内の機器や装置を自由に見ることのできるeラーニング教材、すなわち、実際の練習船実習においても体験できない視点までも提供できるシステムの開発について報告する。この新しい教材は、3次元再構成技術の応用によって開発された。

2. 3次元再構成の概要

3次元再構成は、3次元の物体の形状を様々な方向から撮影し、その複数の2次元の画像のデータに基づき、コンピュータ処理によって、物体の3次元形状を再現する点群データを構成する手法である¹⁾。

3次元再構成に利用される画像データは、被写体の周囲の様々な方向や距離にある視点に設置されたカメラから撮影した、多数の写真の集合である。被写体が静止している場合には、一台のカメラを移動させながら撮影した画像を利用することも可能である。移動するビデオカメラからの映像を利用することも可能である。それぞれの写真や映像フレームには、その被写体の形状が、様々な視差を持って記録されることになる。一連の画像データはコンピュータに入力され、処理される。

コンピュータにおいては、まず画像データから、SIFT (Scale-Invariant Feature Transform) 法²⁾によって、被写体の特徴点を抽出し、それらの特徴量を算出する。

SIFT法による処理は、2次元の画像データの平滑化を、異なる分散の複数のガウシアン関数について行い、それらの差分から画像データ内のエッジを抽出する。その2次元のエッジデータ内から極値を探索し、それらの特徴点の候補とする。それらの特徴点近傍におけるデータの主曲率を計算し、その2個の固有値の比率から、コーナー上の特徴点とエッジ上の特徴点とを区別し、前者を選択的に抽出する。また特徴点の近傍に対するコントラストも参考とし、さらに特徴点を絞り込む。それぞれの特徴点において、方向成分毎の

特徴量を算出し、ヒストグラムのピークから基準軸を決定し、画像の回転に対しても不変となる特徴量へと換算する。また正規化により、照明の変化に対しても影響されにくい特徴量へと換算する。

次に、SfM (Structure from Motion) 法³⁾によって、画像データに写っている物体の特徴点の3次元座標と、画像データを写したカメラの視点の3次元座標とを、統計的に推定する。

SfM法による処理は、様々な視点からの複数の画像を比較し、それらの中で概ね共通した特徴量を持つ特徴点を探索し、同一の特徴点として対応させる。同一の特徴点への複数の視点からの視線の方向を、画像内の2次元座標から算出し、その視線の交点から特徴点の3次元座標を推定する。同時に、同一の視点からの複数の特徴点への視線の方向を算出し、視点の3次元座標を推定する。これらの推定は誤差を含むものであるが、多くの視点から多くの特徴点を撮影した画像データの集合を用いて、統計的に最適な推定を行う。高速なコンピュータを利用した大規模な処理によって、被写体上の特徴点の座標と、それぞれの画像を撮影したカメラの幾何学的な外部パラメータ (位置や姿勢など) および内部パラメータ (レンズの焦点距離や歪みなど) を、高精度に推定することができる。

推定された特徴点の座標の集合は、点群として被写体の3次元形状を再現するデータとなる。この3次元点群データに基づいてコンピュータで画像を描画することにより、被写体の形状を自由な視点から、インタラクティブに提示する教材が実現する。この点群データの描画の際の視点は、元の画像データの撮影の際の視点に限定されない。

本研究では、このSIFT法による2次元画像内の特徴点の抽出と、SfM法による3次元座標の推定とを、Changchang Wuによって開発され配布されているコンピュータプログラム「VisualSFM」^{4),5)}を利用して実施した。また、SfM法によって推定されたカメラの幾何学的パラメータに基づいて、より高密度に特徴点の3次元座標を推定する処理を、Yasutaka Furukawaによって開発され配布されているコンピュータプログラム「CMVS」⁶⁾を利用して実施した。

3. 機関室の主機の3次元再構成

本研究では、練習船「弓削丸」機関室内の主機 (メインエンジン) を様々な方向から、様々な距離から撮影した2次元画像に基づいて、その主機の3次元形状の再構成に取り組んだ。なお、本校の練習船「弓削丸」の機関室は狭隘であり、主機の周囲には様々な機器 (発電機や制御盤など) や構造物 (タラップや柱など)

が配置されており、主機だけを撮影することは困難である。本研究で撮影した写真も、主機以外の機器や構造物が写りこむものとなっている（図1～2）。

2次元画像データに基づいて再構成された、主機の3次元点群データを用いると、周囲の機器や構造物に妨げられることなく、主機の形状だけをコンピュータの画面上に表示することができる（図3～6）。さらに、遠近による歪みのないオルソ画像を表示することも可能である（図5）。オルソ画像は、あたかも無限遠の位置にあるカメラから、無限大の焦点距離を持つレンズで撮影したかのような、正射投影による画像で

ある。これらのような画像をインタラクティブに表示するコンピュータシステムがあれば、学生は船内では得られない視点からも自由に主機を見ることのできるようになる。

たとえば図5のような画像を見れば、主機が機関室の床に対して斜めに、船尾側が下がるように設置されている様子を、直感的に把握することができる。これは狭隘な現場においては把握の難しいものであるが、船体の構造についての本質的な理解を深めるために重要な視点である。



図1 弓削丸の主機の右舷側の写真（一部）



図2 弓削丸の主機の左舷側の写真（一部）

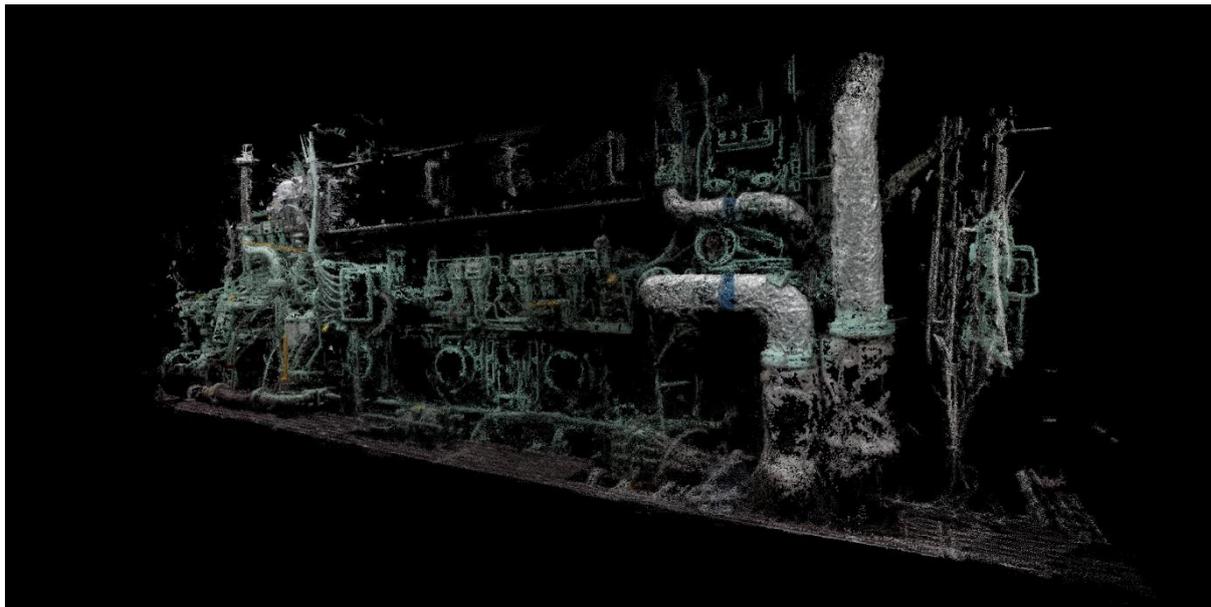


図3 弓削丸の主機の3次元点群データ (右舷船首方向からの視点で描画)

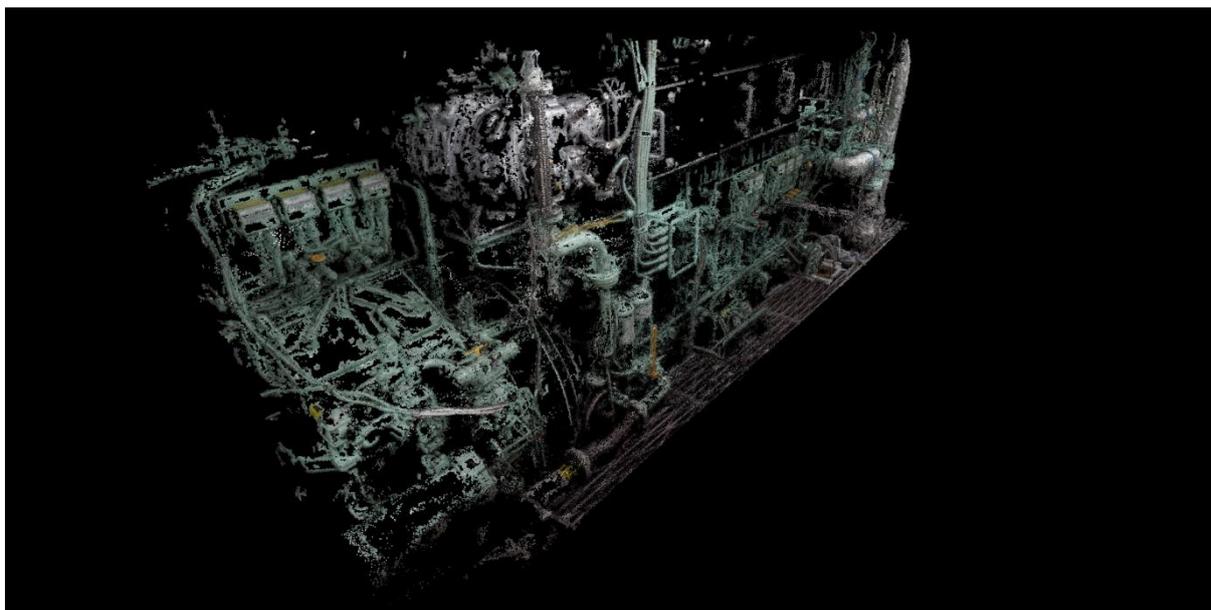


図4 弓削丸の主機の3次元点群データ (右舷船尾方向からの視点で描画)

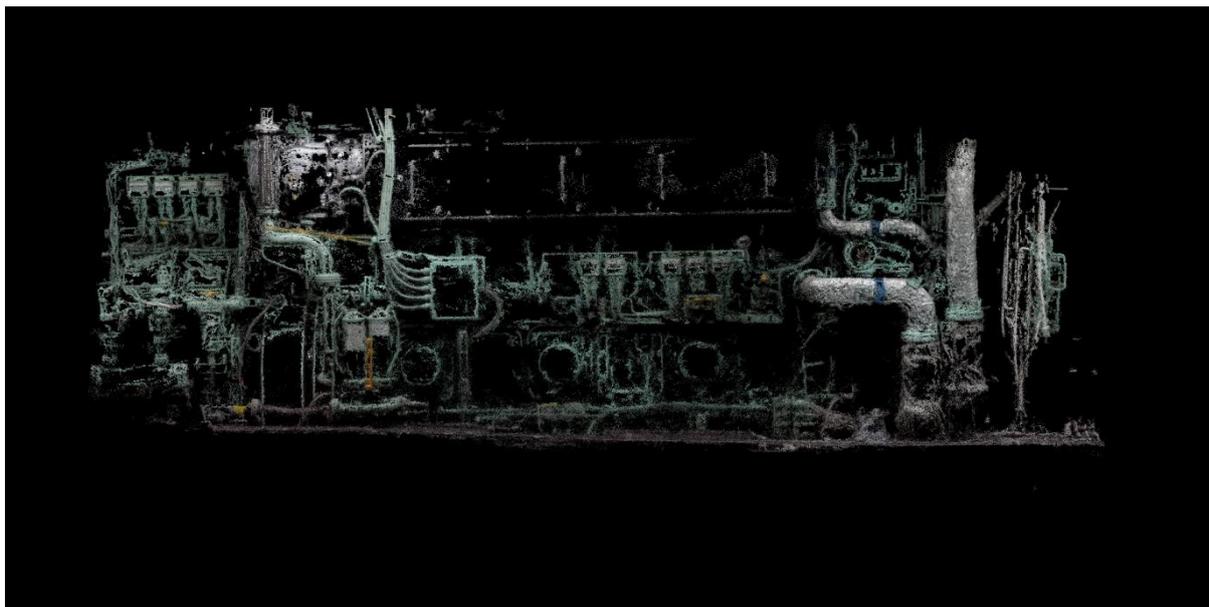


図5 弓削丸の主機の3次元点群データ（右舷正横無限遠からのオルソ画像）

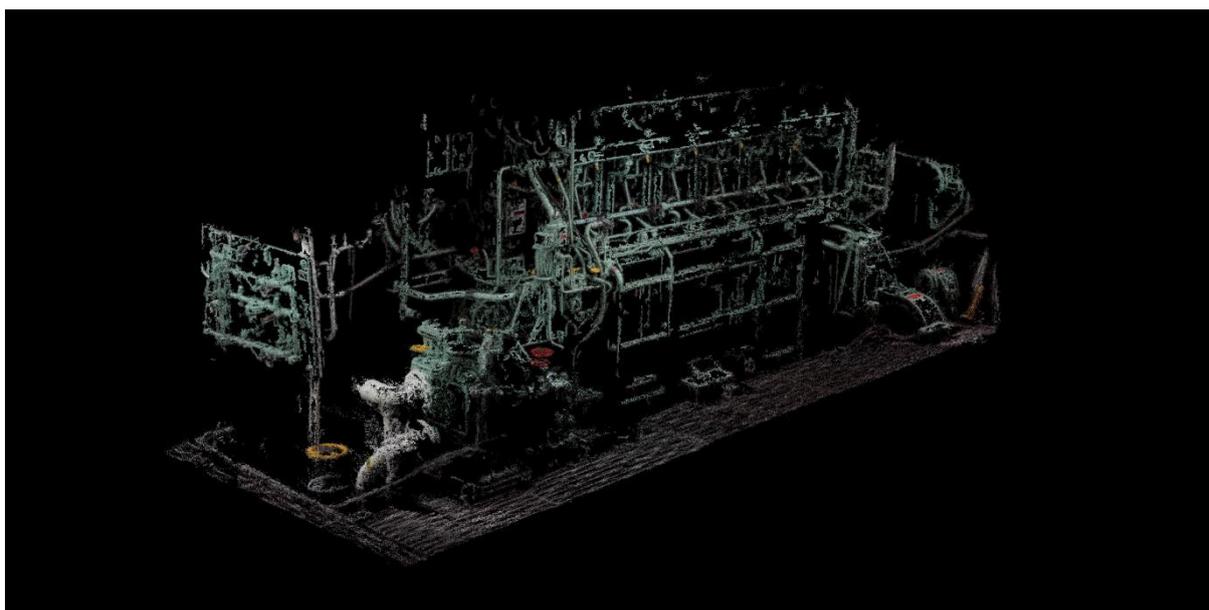


図6 弓削丸の主機の3次元点群データ（右舷船尾方向からの視点で描画）

4. 船首部の甲板機械の3次元再構成

本研究ではさらに、練習船「弓削丸」の船首部の甲板機械（ウィンドラス等）の形状や配置についても、3次元再構成を試みた。

再構成した3次元点群データによって、海上の視点からの画像（図7）や上空無限遠の視点からのオルソ画像（図8）などを、コンピュータの画面に表示することが可能となった。すなわち、通常では得られない視点からも自由に練習船の甲板を見ること

のできるeラーニング教材が実現した。

5. まとめ

練習船「弓削丸」の機関室内の主機と、船首部の甲板機械について、実写画像に基づく3次元再構成によって、3次元点群データを作成した。この3次元点群データをコンピュータにて描画することにより、練習船の主機や甲板機械を様々な角度から、現

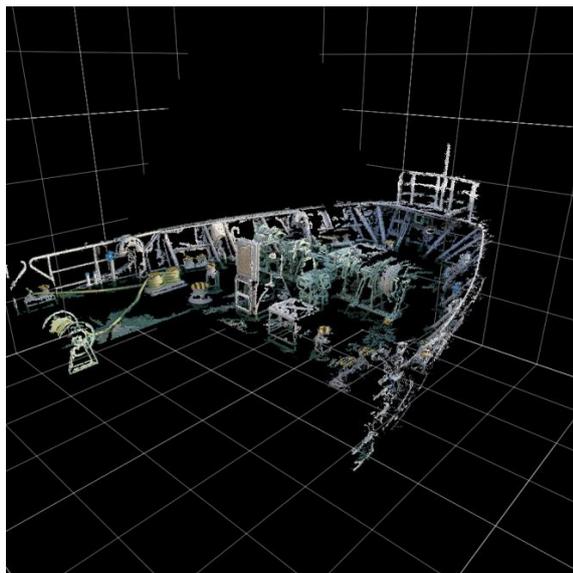


図7 弓削丸の船首部甲板機械の3次元点群データ

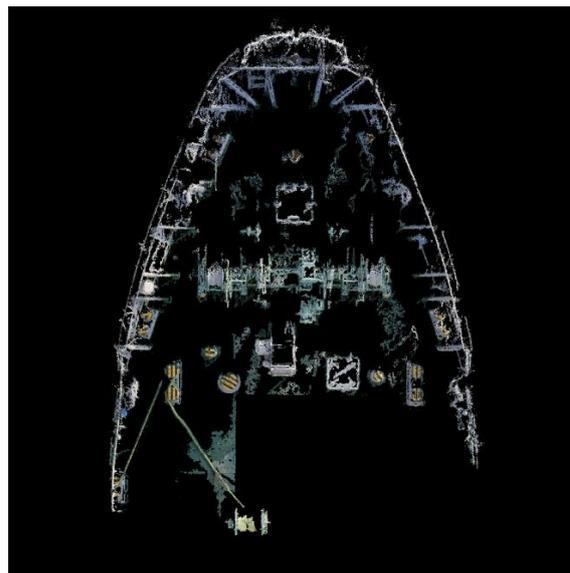


図8 弓削丸の船首部甲板機械のオルソ画像

実では得られない視点からも見ることのできるeラーニング教材が実現した。

この新しいeラーニング教材は、単に練習船実習の一部を再現するにとどまらず、練習船実習を超える視点をも学生に提供し、船舶の構造に関する本質的な理解の深化に寄与するものと期待される。今後、実際の教育現場で活用しながら、データの拡張と充実を進めていくことによって、その教育効果を高めていくことができるものと思われる。

さらに、無人航空機（いわゆるドローン）などを用いて練習船の船体を周囲の海上の様々な視点から撮影し、その画像データを用いて3次元再構成を行えば、練習船「弓削丸」の全体の3次元点群データを作成することも可能であろう。また、3次元点群データを編集し、3次元造形機（いわゆる3Dプリンタ）で出力することにより、精密な模型教材を低コストで作成することも可能であろうと思われる。

謝辞

本研究の実施に際しては、本校商船学科の松永直也准教授と小林一平助教に、多大なご協力をいただいた。また本研究は、JSPS 科研費 25871046 の助成を受けて実施されたものである。ここに謝意を表す。

参考文献

[1] 向瀬紀一郎, 熊川和真, “機関室ウォークスルーシステムによる船員教育,” 高専教育 38, 49-54 (2015)

- [2] 向瀬紀一郎, 市川颯, 熊川和真, “船舶機関士の安全教育における機関室ウォークスルーシステムの応用,” 工学教育 63(5), 40-44 (2015)
- [3] Kenichi Kanatani, “Statistical Optimization for Geometric Computation: Theory and Practice,” Dover Publications, (2005)
- [4] David G. Lowe, “Object recognition from local scale-invariant features,” Proceedings of the International Conference on Computer Vision, 1150-1157 (1999)
- [5] Frank Dellaert, Steven M. Seitz, Charles E. Thorpe, Sebastian Thrun, “Structure from Motion without Correspondence,” Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2000, 557-564 (2000)
- [6] Changchang Wu, “VisualSFM: A Visual Structure from Motion System,” <http://ccwu.me/vsfm/>
- [7] Changchang Wu, “Towards linear-time incremental structure from motion,” Proceedings of the 2013 International Conference on 3D Vision, 127-134 (2013)
- [8] Yasutaka Furukawa, “Clustering Views for Multi-View Stereo (CMVS),” <http://grail.cs.washington.edu/software/cmvs/>

粒子群の認識と触感覚の応答に関する基礎的研究

— 50代後半から60代前半の感性評価（定性的評価） —

大根田 浩久*・片山 英樹**・尾崎 功一***

Fundamental Study of Recognition in Fine Particles and Human Haptic Sensation

— Kansei Evaluation of Tactile Sensing around 60 years old
(Qualitative Evaluation) —

Hirohisa Oneda*, Hideki Katayama** and Koichi Ozaki***

Abstract

This study analyzes the recognition process of examining the texture of fine particles through tactile sensing using human fingers and aims at establishing the structure of texture recognition. Characteristic values of the tactile sensing are studied in order to investigate a relationship between tactile sensing and its verbal response. In this study, the SD method (Semantic Differential method) is used to execute the language estimation (the evaluation value) of fine particles. In this paper, the recognition of tactile sensing in the people somewhere about sixty is shown by the relationship between particle size of fine particles and the evaluation value.

1. 緒言

人間にとって触感覚は日常生活に欠かせない重要な感覚であり、生物の本能と結びつき、感性への影響が大きいもともと原始的な感覚である。生物学的にみると触覚には、体性感覚と呼ばれる皮膚感覚、深部感覚、および平衡感覚があり、一般に我々が感覚と言うのは、温覚、冷覚、触覚、圧覚、痛覚などの皮膚感覚を指す。皮膚感覚は感覚受容器と呼ばれる特定の器官により外部刺激を感じ、刺激を認識する。触覚には触覚、温覚、冷覚などの感覚とそれと対応する受容器が多数多様存在するため（複特異性）、その認識構造が複雑である。本研究では皮膚および粘膜の感覚である皮膚感覚、広義の意味での触感覚を対象とする。

触感覚に関する工学的な研究として、近年のロボット工学の発展に伴い、その重要性が指摘され、触覚センサ開発¹⁾、視覚障害者用触覚ディスプレイの開発などが積極的に行われている²⁾。また、触感覚計測という立場では、食品、化粧品、繊維業界で、触覚、風合いなどの評価が行われている³⁾。

本研究では、普段の能動的な触動作により、認識・判断する触感覚について考える。日常生活での触覚の重要な役割は、身のまわりの対象に触わり、手と指を動かし、認知することにある。これは能動的な知覚過程であり、その意味で能動性は触運動知覚にとって必須である。しかし、触感覚に対して様々な側面から評価する場合、大きな要因であろうと考えられる物体の形状と触感覚を評価した基礎的研究はほとんど行われていない。そこで、比較的粒子径のそろった粒子群を用いて触感覚の計測・評価を行う。著者らは、以前の研究において、粒子群に対する触感覚の評価を行い、主成分分析を用いて、触感覚と言葉の関係について定量的な評価を行い、触感覚のパターンを分類した⁴⁾。この触感覚パターンの分類において、被験者は健康な20代半ばの男女である。触感覚のパターンを工学に応用しようとした場合、被験者の年齢層を広くとり、年齢による差異を明確にすることも大切である。

前報⁵⁾において被験者を10代半ばの学生に焦点をあて、定性的に感性評価（触感覚により得られる感性の評定値）を行った。その結果、20代半ばの

*電子機械工学科

**弓削商船高等専門学校 電子機械工学科5年

***宇都宮大学大学院工学研究科

表 1 Adjective pair

Relative to the tactile sensing	No relative to the tactile sensing
komakai - arai (fine) (coarse)	suki - kirai (like) (dislike)
subesube - zarazara (smooth) (rough)	zatsuna - sensaina (messy) (slender)
kasakasa - shittori (dry) (wet)	omomigaaru - karoyakana (importance) (unimportance)
matomatta - barabara (united) (scatter)	fukuzatsu - tanjyun (complex) (simple)
katai - yawarakai (hard) (soft)	shizukana - nigiyakana (quiet) (lively)
nebaneba - sarasara (sticky) (dry)	anshin - fuan (relief) (anxiety)
	hukai - kai(kaikan) (unpleasant) (pleasure)

感性評価と同じように定性的（粒子径と評定値の関係）に4つに分類できることがわかった⁵⁾。さらに前報⁶⁾において、10代半ばと20代半ばの被験者から得られた感性評価について、両者を比較し、定性的側面より評価を行った。その結果、同じような触感覚の反応を示す場合と異なる反応を示す場合があることがわかった。また、触感覚による感性が変化するところは10代半ば、20代半ば共に同じである可能性も示している。

本報告では、前報告^{5),6)}に引続き、年齢層の幅を広くとるために、50歳代後半から60歳代前半における被験者の触感覚の応答に着目して、その感性評価を行う。

2. 粒子群に対する触感覚の評価方法

本研究では、粒子群に対する人間の触感覚の感性評価を行うため、触感覚のみで試料を触り、触感覚を評価する。本研究で用いる試料は、JIS R6001(1998)に基づいた精密研磨用微粉#240 ~ #8000の18種類、および砥粒#12 ~ #220の代表的な8種類、計26種類のホワイトモランダム(WA)試料(昭和電工製)を用いた。試料の平均粒径は1 μ m ~ 1700 μ mであり、形状は非球形であるが、粒径のばらつきが比較的小さく、多種類の粒径を容易に準備できる特徴がある。

本研究では、言葉と触感覚の関係を論じるため、心理学的な研究でよく用いられるセマンティックデフレンシャル法(SD法)を用いる。SD法とは、もともとOsgoodらによって言葉の意味を分析するために開発された手法であり、感覚や感情などの感性は、言葉で表されることから、感性評価に広く用いられる手法である⁷⁾。この手法は、評価対象に対して、意味的に対になる形容詞対を評価対象に対する「刺激」として複数個用意し、何段階かに分割する。被験者は評価対象から受ける感覚が何段階かに分割された形容詞対の間のどこに位置するのかわ

評定用紙

No. _____
評定値

1 2 3 4 5 6 7

まどまった ぼろぼろ
好き 嫌い
硬い 柔らかい
かさかさ しっとり
すべすべ ざらざら
細かい 粗い
ねばねば さらさら
緩な 繊細な
重みがある 軽やかな
複雑 単純
静かな にぎやかな
安心 不安
不快 快(快感)

図 1 Evaluation sheet

択する。その結果、被験者のそれぞれの評価対象間の類似性を評価、グループ分けなどを行うことが可能となる。

本研究では、表1に示すような形容詞(言葉)対群13対を被験者に提示し、触感覚に関係あると考えられる6対とそうでない7対を用意した。また、図1に示すような評価用紙を用いて、7段階評定尺度で評価してもらった。ただし、本研究は日本語を介して日本人により評価を行ったため、本論文における図表の形容詞対の表記はローマ字表記を主として用い、英語表記は括弧内に表記する。

被験者は健康な50代後半から60代前半(19名)の男である。実験前に視覚により、試料を見てもらい、試料の印象をつかんでもらった。また、試料の提示順はランダムに行い、実験中は被験者と試料の間にブラインドを設置し、実験中は評価に対して視覚による影響をあたえないようにし、さらに、試料を触りながら触感覚を評価できるように、利き手とは逆の手で試料を触ってもらった。また、公正な評価を行うため指及び指紋内に付着した試料を十分に落とし、ワイパー等で指先の湿気を落としてから次の試料を触ってもらった。評定は-3 ~ 3の整数値の重みを与え、それぞれの形容詞対ごとに平均を求め、評定値とした。

3. 粒径と評定値の関係

本節では、本研究の目的である60歳前後の被験者に対して行った触感覚の感性評価について述べる。各形容詞対(13対)に対して、触感覚における粒子群の認識と言葉による評価の関連性を示すために、

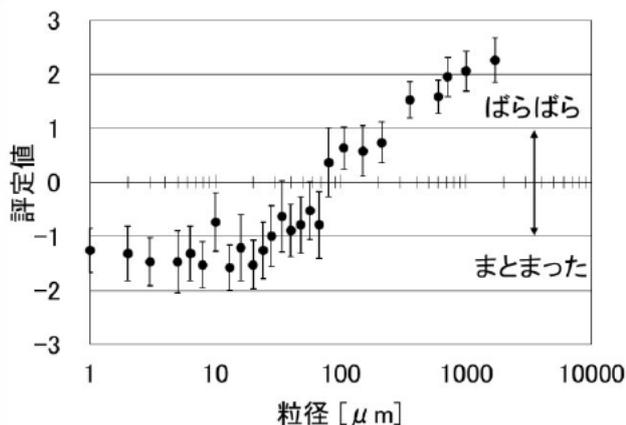


図2 Response I (barabara - matomatta)

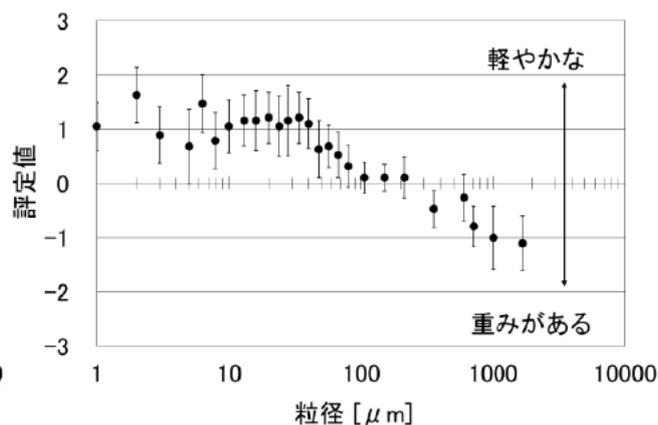


図4 Response III (omomigaaru - karoyakana)

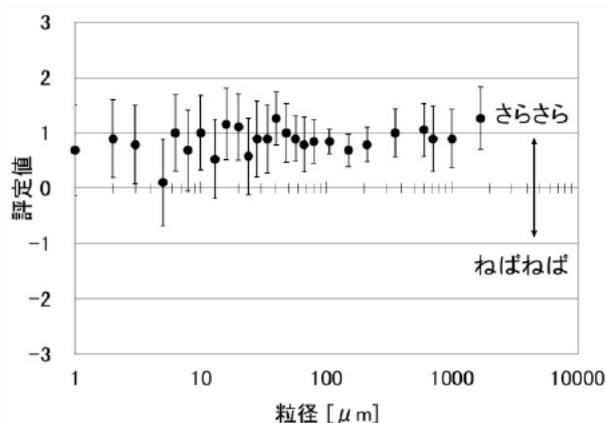


図3 Response II (sarasara - nebaneba)

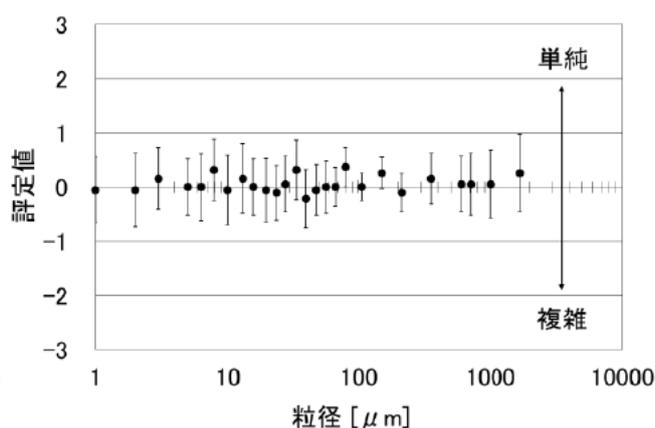


図5 Response IV (tanjyun - fukuzatsu)

粒子群の粒径 (平均粒径) と SD 法により得られた評定値の関係を示す. 本報告では得られた感性評価に対して, 定性的な側面のみを述べる. 緒言で記述したように著者らは以前の研究で, 粒子群に対する触感覚の評価を行い, 触感覚と言葉の関係について定量的な評価を用いて, 触感覚のパターンを分類している⁴⁾. 本研究ではこの分類を参考にし, 定性的な側面での分類を行った. 本報告において, 反応 I, 反応 II, 反応 III, 反応 IV の4つに分類を行った (反応とは, 粒子群 (試料) を触った時に生じる触感覚の応答).

3. 1 反応 I

図2に60歳代前後の触感覚の応答である反応 I における粒径 (平均粒径) と評定値の関係を示す. 図2は代表として, 「まとまった-ばらばら」の触感覚の感性評価を示した. エラーバーは95%信頼区間を表す. また, 縦軸の評定値が0のところでは触感覚の反応が変化する. 図2の場合, 評定値がプラスであれば「ばらばら」と感じ, マイナスであれば「まとまった」と感じている. 反応 I は評定値の変化が大きく, 感覚的に反応の変化が鋭いパターンである.

図2より, 粒径が約80 μm あたりで触感覚の反応が変化していることがわかる. また, 粒径約1 μm ~ 約24 μm では傾きが小さい. 粒径約24 μm ~ 1700 μm での傾きは大きいことがわかった.

このようなグラフの形状となる形容語対は本研究で用いた形容語対の中で最も多くみられ,

- (1) まとまった-ばらばら
- (2) すべすべ-ざらざら
- (3) かさかさ-しっとり
- (4) 細かい-粗い
- (5) 硬い-柔らかい
- (6) 雑な-繊細な
- (7) 静かな-にぎやかな

の計7種類である.

3. 2 反応 II

図3に反応 II における粒径と評定値の関係を示す. 反応 I と比較すると反応 II は評定値の変化は小さいことがわかる. この形容語対における60歳代前後の感性評価 (触感覚の応答) では, 評定値がほぼ1の値となり, 粒径の大きさに依存せず, 「さらさら」と感じていることがわかる. これは, 10

代半ば・20 代半ばの結果^{5),6)}とは異なる触感覚の応答であることがわかった。

この反応が見られる形容詞対は

・ねばねばーさらさら

の 1 種類である。

3. 3 反応 III

図 4 に反応 III に分類した形容詞対の粒径と評定値の関係を示す。図より、粒径が約 80 μm までは、触感覚の反応に大きな変化が生じない。しかし、80 μm を超えると感性評価が「軽やかな」から「重みがある」へ徐々に評定値が下がり始める。約 120 μm で触感覚の応答が「軽やかな」から「重みがある」に変化している。

この反応が見られる形容詞対は

(1) 不快ー快

(2) 好きー嫌い

(3) 安心ー不安

(4) 重みがあるー軽やかな

の 4 種類である。

3. 4 反応 IV

図 5 に反応 IV に分類した形容詞対の粒径と評定値の関係を示す。図 5 より、評定値の変化が小さく、感覚的に反応の変化が少ないことがわかる。反応 I・反応 III とは異なり、粒径の変化に伴い評定値がほぼ直線形状 (指数関数的) に変化していることがわかる。また、本研究の定性的側面での結果において、評定の値は異なるが、反応 II と同じような触感覚の反応を示す傾向であることがわかった。

この反応が見られる形容詞対は

・複雑ー単純

の 1 種類である。

本報告では、従来⁴⁾の結果による分類⁴⁾を参考に行っている。従来⁴⁾の結果⁴⁾では反応 II と反応 IV は、定性的に異なる触感覚の応答である。しかし、本研究の結果において、反応 II と反応 IV は評定値が異なり、感性評価の形状 (触感覚の応答) が類似していることがわかった。

本研究の結果より、60 歳前後の感性評価に対して、多変量解析などを用いて詳細に調査する必要があると考えられる。

4. 結 言

本報告において、60 歳前後の中高年 (アクティブシニア) に対して行った触感覚の感性評価について述べた。本研究では、日常的な人間の動作の一つで

ある手触りに注目し、粒子群を試料として用いて、その手触り感について言葉を媒介として評価し、その認識構造を理解することを試みた。手触り感の評価について平均粒径が異なる 26 種類の WA 砥粒を用いて、13 対の形容詞対について、7 段階評定尺度で評価した。その結果、各反応について、粒径と評定値の関係から次の結果が得られた。

- (1) 60 歳前後の触感覚応答に対して、定性的な側面 (粒径と評定値との関係図) で触感覚の分類を行った。その結果、反応 II・反応 IV に関しては、詳細 (定量的解析) な分類を行う必要はあるが、反応 I・反応 III は感性評価の傾向がことなることがわかった。
- (2) 触感覚の応答が変化 (ある形容詞対の感性評価) する粒径の大きさは、約 80 μm と約 106 μm である。
- (3) 反応 I は他の反応と比較して、触感覚の応答の変化が大きいことがわかった。
- (4) 触感覚の応答があまり変化しないような形容詞対があることがわかった。

本報告では、60 歳前後の触感覚の応答について、定性的な側面より、分類を行った。

粒子群の認識において、触感覚の応答 (感性評価による評定値) が変わる粒径は、本研究の結果と従来^{5),6)}の結果^{5),6)}より 10 歳半ば・20 歳半ばとはほぼ同じであることがわかった。また、各反応において、類似の傾向を示す反応と異なる傾向を示す反応が存在することもわかった。この点について、定量的解析も含めて、詳細に明らかにする必要がある。

本研究の結果より、60 歳前後の感性評価に対して、定量的な側面 (主成分分析など) より、触感覚の応答の分類を行う必要がある。今後、20 歳半ば・10 歳半ばの感性評価の結果と比較し、年齢による触感覚の応答の差異の有無について明らかにする予定である。

最後に、被験者としてご協力いただいた、本学の教職員・非常勤講師の皆様方に謝意を表します。

参考文献

- [1] 前野隆司: ヒト指腹部と触覚受容器の構造と機能, 日本ロボット学会誌, 18, 6, 772, (2000).
- [2] M.Kobayashi, T.Watanabe: A Tactile Display System Equipped with a Pointing Device – MIMIZU–, Computers Helping People with Special Needs, Springer, 527, (2002).

- [3] 官能検査ハンドブック:日科技連出版社, (1973).
- [4] 渡辺信一, 尾崎功一, 山崎友麻, 山本純雄: 触感覚による粒子群の認識と言語評価, 精密工学会誌, 71 巻, 11 号, pp.1421-1425, (2005).
- [5] 大根田浩久, 後藤秀征, 村上誠示, 尾崎功一: 触感覚による粒子群の認識に関する基礎的研究, 弓削商船高等専門学校紀要, 36, pp.60-63, (2014)
- [6] 大根田浩久, 穴見太志, 片山孝二, 尾崎功一: 粒子群の認識と触感覚の応答に関する基礎的研究—年齢の違いが触感覚に与える影響(定性的評価)—, 弓削商船高等専門学校紀要, 37, pp.31-36, (2015)
- [7] Osgood, C.E. et al., Measurement of meaning, Univ. Illinois Press, (1957).

信号制御システムのための交通処理量の解析

梶田 温子*・清水 光**

Analysis of the Net Traffic Flow Rate for Signal Control System

Haruko Masuda*, Hikaru Shimizu**

Abstract

The signal control system is most effective to control congestion lengths along arterials. Then, the net traffic flow rate is the most important values needed to describe the volume balance. In this paper, the net traffic flow rate according to the variation of the traffic conditions is analyzed.

1. はじめに

自動車交通は、ドア・ツ・ドアの輸送や時間の制約がない、高機能化などの特長を有し、我が国の自動車保有台数はほぼ増加の一途をたどってきた。その結果、自動車交通量が増加し、交通渋滞や交通事故、燃料消費、CO₂排出量などの増加をもたらしてきた。

現在まで、交通流の円滑化や安全化、環境負荷の低減化を図るため、道路の整備や交差点の改良、交通規制の実施をはじめ、信号制御システム^{[1]~[4]}や動的経路誘導システム^[5]などについて研究開発が進められてきた。これらの対策の中で、信号制御システムは、信号交差点への流入交通量やリンク走行速度などの時間変動に応じてサイクル長や青信号スプリット、オフセットから構成される3つの信号制御パラメータを評価関数が最適化されるようにオンラインで探索するため、交通渋滞を解消または軽減する最も有効なシステムの一つであると考えられる。

現在我が国で実用化されている MODERATO^[6]や我々が提案しているパラメータ最適化法^[4]では、交通流ダイナミクス^[7]の記述や渋滞のメカニズムの説明に交通容量や交通処理量を用いている。ここで、道路の交通容量には基本交通容量をはじめ可能交通容量や設計交通容量が定義されている^[8]。基本交通容量は、理想的な道路条件・交通条件下において、道路の単位断面を1時間に通過し得る乗用車の台数である。可能交通容量は、現実の対象道路における道路条件・交通条件下の交通容量であり、基本交通容量の値に車線幅員や側方余裕などの補正を行って求める。設計交通容量は、道

路の計画や設計時において、道路が提供すべきサービスの質として交通量の変動に着目した計画水準で代表させ、それに応じた低減率を可能交通容量に乗じて求めるものである。この値は、車線数の算定に使われる設計基準交通量や混雑度による評価の際に使われる評価基準交通量のベースとなるものである。ここで、設計基準交通量は、道路の車線数を決める際に用いられる基準値であり、道路の種級区分ごとに設定された道路条件や交通条件に応じて求められた設計交通容量を日単位に換算したものである。この値と道路を通過すると予想される交通量との比較で車線数が決定される。また、交通処理量は、実際の道路条件と交通条件、信号制御条件が与えられたもとで、単位青時間に道路の単位断面を通過し得る乗用車の台数と定義される。

本稿では、信号制御システムで最も基礎となる交通流ダイナミクスで重要な役割を果たす交通処理量を算定するプログラムを開発するための第一段階として、交通処理量を時間変動する交通状況に応じて解析する。まず、信号制御の対象となる交通流ダイナミクスを車線単位、サイクル長単位で記述し、渋滞のメカニズムを定式化する。そして、車線幅員、側方余裕、大型車混入率、路線バスの運行頻度などの補正率を用いて交通処理量を車線単位、サイクル長単位で解析し、最後に、信号制御システムの開発における交通処理量の位置づけについて述べる。

2. 交通流ダイナミクス

2. 1 交通量収支

図 1 に示される信号交差点の各車線において、時間 ΔT (ここではサイクル長に等しい) で以下の交通量収支が成立する。

$$x_e(k) + x_i(k) = x_o(k) + y(k) \quad (1)$$

$$\begin{cases} x_e(k) \leq \xi(k) \psi_x(k) \\ y(k) \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

ここで、時刻 $k \cdot \Delta T$ ($k = 1, 2, \dots, k_f$) は、表現を簡単にするために単に k と表すことにする。また、 $x_e(k)$, $x_i(k)$, $x_o(k)$ はそれぞれ超過流入交通量, 流入交通量, 捌け交通量を表し、 $\psi_x(k)$ は各流入路の交通処理量, $\xi(k)$ はある交通流のもとで $x_o(k)$ を $\psi_x(k)$ で除した比率で捌け率と呼ぶことにする。(2) 式の $x_e(k)$ に関する制約条件は、物理的な意味に基づいている。

2. 2 渋滞のメカニズム

信号制御システムで基本的な役割を果たす信号交差点の渋滞のメカニズムは、(1)式の交通量収支に基づいて、以下のように定量的に記述される。ここで、渋滞は(1)式において $x_e(k) > 0$ なる状態と定義する。

- i) 渋滞は、超過流入交通量 $x_e(k)$ が零より大きくなる時発生する。すなわち、

$$\begin{aligned} x_e(k-1) &= 0 & \text{and} \\ x_i(k) &> x_o(k) \end{aligned} \quad (3)$$

- ii) 渋滞は、超過流入交通量 $x_e(k)$ が零以下になる時に消滅する。すなわち、

$$\begin{aligned} x_e(k-1) &> 0 & \text{and} \\ x_e(k-1) + x_i(k) &\leq x_o(k) \end{aligned} \quad (4)$$

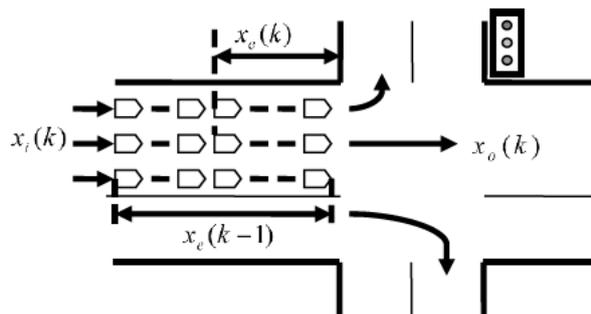


図 1 信号交差点における交通量収支

- iii) 渋滞は、超過流入交通量 $x_e(k)$ が正値を保つ間継続する。すなわち、

$$\begin{aligned} x_e(k-1) &> 0 & \text{and} \\ x_e(k-1) + x_i(k) &> x_o(k) \end{aligned} \quad (5)$$

上式で、流入交通量 $x_i(k)$ が車線単位、サイクル長単位で車両感知器により測定されると仮定すると、信号交差点の信号制御は(4)式の条件を満足するように捌け交通量 $x_o(k)$ を制御する問題に帰着させることができる。

3. 交通処理量の算定

交通処理量は交通量収支の捌け交通量を決める要因であり、前述したように交通流ダイナミクスの記述において欠くことのできないものである。この交通処理量は交通容量に青信号スプリットを乗じて算定されるため、ここでは交通容量の算定方法について述べる。

交通容量算定の最も基礎となる飽和交通流率の基本値は、車線別に表 1 のように与えられる^{[7],[8]}。この飽和交通流率の基本値は、道路と交通の条件が理想的な場合、すなわち、平坦で標準的な道路幅員で構成されている道路において、横断歩行者による影響がなく、同一方向のみからなる乗用車群で構成される場合に、1 車線当たり青 1 時間当たりに通過し得る最大の乗用車換算台数 (PCU : Passenger car unit) を意味する。

つぎに、交通容量に影響を及ぼす諸要因は、道路要因と交通要因、周辺要因の 3 つに大別される。これらの諸要因は、それぞれが複合した状態で作用するものであり、飽和交通流率の基本値の補正は、関連する諸要因の組合せとして行い、それぞれの要因が他の要因に独立して影響すると仮定して、交通容量の算定は、次式により行う。

$$(\text{交通容量}) = (\text{飽和交通流率の基本値})$$

$$\times \alpha_w \times \alpha_{IT} \cdots \times \alpha_B \quad (6)$$

ここで、 α_w , α_{IT} , \dots , α_B は道路要因, 交通要因, 周辺要因等による補正値を表す。

表 1 信号交差点の飽和交通流率の基本値

車線の種類	飽和交通流率 (PCU/青 1 時間)
直進車線	2,000
左折車線	1,800
右折車線	1,800

3. 1 道路要因

交通容量に影響を及ぼす要因として、最初に道路要因について述べる。ここでは、車線幅員と縦断勾配、側方余裕幅による補正について述べる。

車線幅員による補正は、標準車線幅員を 3.0m とし、表 2 の補正係数を用いて行う。なお、右折専用車線については、車線幅員 2.75m 以上で 1.00 と設定する。縦断勾配による補正は、基準縦断勾配を 0% として表 3 の補正率を用いて行う。側方余裕とは、車線端より路側にある障害物（建築物、擁壁、電柱、ガードフェンス、駐車車両など）までの距離をいい、それが 0.75m 未満になると表 4 に示す補正を行う⁶⁾。

3. 2 交通要因

ここでは、大型車混入と左折車混入による交通容量の補正について述べる。

車種構成による交通容量の違いは、大型車によるものが最も顕著であるため、表 5 に示すように大型車のみを対象として補正を行う。

つぎに、直進車線に左折車が混入することによる交通容量の補正は、次式を用いて行う。

$$\alpha_{LR} = \frac{100}{(100 - P_L) + E_{LR} \cdot P_L} \quad (7)$$

ここで、 α_{LR} は左折車混入による補正率を、 E_{LR} は左

折車の直進乗用車換算係数を、 P_L は左折車混入率 (%) をそれぞれ表す。

(7)式で示される左折車の直進乗用車換算係数は、左折車 1 台を捌くのに相当する直進乗用車の処理台数であり、この値は横断歩行者の影響がある場合とない場合で異なる。横断歩行者の影響がない場合の左折車の直進乗用車換算係数は、直進車の飽和交通流率の基本値の左折車の飽和交通流率の基本値に対する比として

$E_{LR} \cong 1.11$ とする。横断歩行者の影響がある場合の左折車は、横断歩行者の間隙を縫って左折することになる。横断歩行者の間隙を縫って左折車が左折し得る確率を f_L とすると、横断歩行者の影響がある場合の左折

車の実 1 時間当たりの処理量 c_L は、次式で与えられる。

$$c_L = s_{L0} \times \frac{G - G_p(1 - f_L)}{C_y} \quad (8)$$

ここで、 s_{L0} 、 G 、 C_y 、 G_p はそれぞれ、左折飽和交通流率の基本値 (台/青 1 時間)、青信号時間 (s)、サ

表 2 車線幅員による補正率

車線幅員 (m)	補正率
2.50~3.00 未満	0.95
3.00~3.50 未満	1.00

表 3 縦断勾配による補正率

縦断勾配 (%)	補正率
-6	0.95
-5	0.96
-4	0.97
-3	0.98
-2	0.99
-1	1.00
0	1.00
1	1.00
2	0.95
3	0.90
4	0.85
5	0.80
6	0.75

表 4 側方余裕の不足による補正率

側方余裕幅(m)	補正率	
	片側だけの不足	両側不足
0.75 以上	1.00	1.00
0.50	0.98	0.95
0.25	0.95	0.91
0.00	0.93	0.86

表 5 大型車混入による補正率

大型車混入率 (%)	補正率	大型車混入率 (%)	補正率
0	1.00	55	0.72
5	0.97	60	0.70
10	0.93	65	0.69
15	0.90	70	0.67
20	0.88	75	0.66
25	0.85	80	0.64
30	0.83	85	0.63
35	0.80	90	0.61
40	0.78	95	0.60
45	0.76	100	0.59
50	0.74		

イクル長 (s), 歩行者用青信号時間と青点滅時間の和 (s) を表す.

したがって, 横断歩行者による影響がある場合の左折車の直進乗用車換算係数 E_{LT} は, 直進乗用車の実 1 時間の処理量と(8)式により算定される c_L との比として次式で与えられる.

$$E_{LT} = 1.11 \times \frac{G}{G - G_p(1 - f_L)} \quad (9)$$

3. 3 周辺要因

交通容量に影響を及ぼす周辺要因として, 路線バスの停留所に関する補正について述べる.

対象信号交差点の流入路に路線バスの停留所があると, バスベイ等のバス以外の車両の通行の妨げにならない施設がある場合を除き, 流入路の外側車線の交通容量は低下する. このような場合の交通容量の低下は, バス停の位置 (停止線からの上流側の距離) とバスの運行頻度, 並びに路線バスのバス停留所での停車時間に関係している. バス停留所の停止線からの位置とバスの運行頻度による補正率を表 6 に示す. この補正率は, 最外側車線の交通容量の算定にのみ使用する.

3. 4 右左折要因

右折と左折の車線における交通容量は, 対向直進車や横断歩行者の影響を考慮して算定する.

3. 4. 1 右折専用車線

右折専用車線における交通容量 c_R の算定は, 右折に影響を与える要因が現示時間帯によって異なるため, 以下の 3 つの時間帯に分け, (10)式を用いて算定する.

- ① 対向直進車が存在する時間帯

- ② 右折専用現示中
- ③ 信号現示の切替時

$$c_R = c_{R1} + c_{R2} + c_{R3} \quad (10)$$

ここで, c_{R1} , c_{R2} , c_{R3} は, それぞれ対向直進車が存在する時間帯における右折処理量 (台/時), 右折専用現示中における右折処理量 (台/時), 信号現示の切替時における右折処理量 (台/時) を表す.

①の時間帯における右折は, 対向直進車の間隙を縫って行われる. この時間帯の右折処理量は次式で与えられる.

$$c_{R1} = s_{R0} \times \alpha \times \frac{s \cdot G - q \cdot C_y}{C_y(s - q)} \times f_R \quad (11)$$

ここで, s_{R0} , α , s , q , f_R は, それぞれ右折飽和交通流率の基本値 (台/青 1 時間), 3 つの要因 (道路要因, 交通要因, 周辺要因) に基づく補正係数, 対向直進車の飽和交通流率 (基本値), 対向直進車間隙を縫って右折できる確率をそれぞれ表す. 対向直進車の間隙を利用して右折車が右折できる確率は, 対向直進交通量が与えられた条件のもとで, 表 7 の f_R の値として与えられる.

②の時間帯における右折は, 対向直進車の影響を受けないので, この時間帯における右折処理量は次式で与えられる.

$$c_{R2} = s_{R0} \times \alpha \times \frac{G_R}{C_y} \quad (12)$$

ここで, G_R は右折専用現示の長さ (s) を表す.

表 6 路線バスについての補正率

バス停の位置	路線バスの運行頻度 (台/時)										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
10m	1.00	0.90	0.79	0.59	0.48	0.44	0.41	0.40	0.38	0.37	0.36
30m	1.00	0.90	0.81	0.64	0.55	0.52	0.49	0.48	0.46	0.45	0.44
50m	1.00	0.90	0.83	0.77	0.74	0.70	0.66	0.63	0.59	0.57	0.54
70m	1.00	0.92	0.87	0.85	0.83	0.81	0.78	0.76	0.74	0.72	0.70

表 7 対向直進交通量と右折確率の関係

対向直進交通量 q (台/時)	0	200	400	600	800	1000
右折確率 f_R	1.00	0.81	0.65	0.54	0.45	0.37

③の時間帯においては、右折専用現示の有無にかかわらず、すでに交差点内に入っていた右折車が捌けることになる。この時間帯における右折処理量は、信号現示の切替回数に依存していることになり、次式で与えられる。

$$c_{R3} = P \times \frac{3600}{C_y} \quad (13)$$

ここで、 P は現示の変わり目に捌ける右折車台数であり、小規模信号交差点では2台、大規模信号交差点では3台が目安である。なお、この台数は、交差点の状況により異なる。

3. 4. 2 左折専用車線

左折専用車線における交通容量 c_L の算定は、左折に影響を与える要因が現示時間帯によって異なるため、以下の3つの時間帯に分け、(14)式を用いて算定する。

- ① 左折専用現示中
- ② 横断歩行者に通行権がある時間帯
- ③ 歩行者赤時間帯

$$c_L = c_{L1} + c_{L2} + c_{L3} \quad (14)$$

ここで、 c_{L1} 、 c_{L2} 、 c_{L3} は、それぞれ左折専用現示中における左折処理量(台/時)、歩行者青時間と青点滅時間帯における左折処理量(台/時)、歩行者赤時間帯における左折処理量(台/時)を表す。

①の時間帯における左折は、横断歩行者の影響を受けないので、この時間帯における左折処理量は次式で与えられる。

$$c_{L1} = s_{L0} \times \alpha \times \frac{G_L}{C_y} \quad (15)$$

ここで、 G_L は左折専用現示の長さ(s)を表す。

②の時間帯における左折は、横断歩行者の間隙を縫って行われるので、左折処理量は次式で与えられる。

$$c_{L2} = s_{L0} \times \alpha \times \frac{G_P}{C_y} \times f_L \quad (16)$$

③の時間帯における左折は、横断歩行者の影響を受けないので、左折処理量は次式で与えられる。

$$c_{L3} = s_{L0} \times \alpha \times \frac{G - G_P}{C_y} \quad (17)$$

4. 信号制御システムの開発

交通流の円滑化と安全化を交通流ダイナミクスのデジタル制御の観点から実現する信号制御システムの開発は、都市道路網の道路条件や交通条件が与えられていると仮定すると、図2に示される手順で行われる。

道路解析では、交通容量解析や信号制御に必要な都市道路網の各リンクのリンク長や車線数、車線幅員、側方余裕、設計速度、交通規制などをはじめ、各信号交差点の交差形状や車線構成などについて調査する。交通解析では、交通量収支や交通容量を解析するために必要な信号交差点の各流入路における流入交通量や待ち車列台数、待ち車列長、大型車混入率、路線バスの運行頻度、捌け交通量、左折率などについて調査する。交通容量解析では、必要な変数や定数の値を求め、前述した算定方法に基づいて交通容量を算出する。

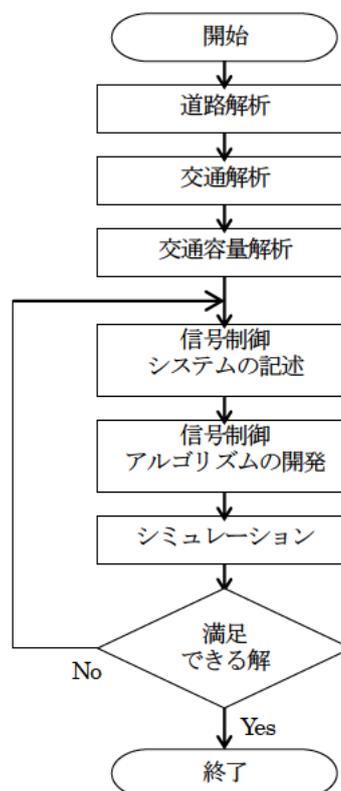


図2 信号制御システムの開発手順

信号制御システムの記述では、システムの記述や評価関数、構成などについて決定する。信号制御アルゴリズムの開発では、都市道路網の各信号交差点における渋滞長の総和を最小にする3つの信号制御パラメータを統一的に探索する計算手順を求める。シミュレーションでは、対象とする道路網の道路条件や交通条件をはじめ、信号制御パラメータの上下限值やきざみ幅、初期値などを入力し、シミュレーションプログラムを用いて3つの信号制御パラメータの最適値や各流入路の渋滞長などを求める。

最後に、求められた解が妥当で満足できるものであればシミュレーションは終了し、そうでなければ信号制御システムの記述に戻って再検討する。

5. まとめ

本稿では、信号制御システムで最も基礎となる交通流ダイナミクスで重要な役割を果たす交通処理量を算定するプログラムを開発するための第一段階として、交通処理量を時間変動する交通状況に応じて解析した。その結果を要約すると以下ようになる。

- i) 信号交差点の各流入路において成立する交通量収支に基づいて、交通流ダイナミクスが車線単位、サイクル長単位で記述された。
- ii) 交通量収支に基づいて渋滞の発生や継続、消滅のメカニズムが定量的に記述された。
- iii) 交通容量の算定で重要な要素となる道路要因や交通要因、周辺要因、右左折要因の補正法について具体的に述べ、その算定方法を記述した。
- iv) 道路解析から交通解析、交通容量解析、信号制御システムの記述、信号制御アルゴリズムの開発、シミュレーションを経て、解の判定に至る信号制御システムの開発手順について、体系的に示した。

今後の課題として、時間変動する交通状況を入力データとした交通処理量算定プログラムを作成し、より精度の高い信号制御システムを開発することが挙げられる。

参考文献

- [1] A. G. Sims and K. W. Dobinson : The Sydney Coordinated Adaptive Traffic (SCAT) System Philosophy and Benefits , IEEE Trans. VT-29, No.2, pp.130-137, (1980)
- [2] P. B. Hunt., D. I. Robertson, R. D. Bretherton and R. I. Winton : SCOOT - A Traffic Responsive Method of Coordinating Signals, TRRL Laboratory Report 1014 (1981)
- [3] K. Hayashi and M. Sugimoto : Signal Control System (MODERATO) in Japan, Proc. of IEEE/ IEEJ/ JSAI International Conference on Intelligent Transportation Systems , pp.988-992 (1999)
- [4] 清水, 真柴, 傍田, 小林 : 幹線道路の渋滞長制御, 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.7, pp.1876-1884 (2001)
- [5] 天目, 山口 : 道路網の動的経路誘導システム, 計測と制御, Vol.41, No.3, pp.211-216 (2002)
- [6] 社団法人 交通工学研究会 : 交通容量データブック 2006 (2007)
- [7] 社団法人 交通工学研究会 : 交通信号の手引 (1994)
- [8] 社団法人 交通工学研究会 : 改訂 交通信号の手引き (2006)

配管検査ロボットに関する研究開発

—第3報：実用化のための試作機設計—

前田 弘文*・伊藤 嘉基**・佐々木 俊一***・後藤 幹雄***

Research and development about a piping inspection robot

—Report 3: Prototype design for practical use—

Hirofumi Maeda* , Yoshiki Ito** , Toshikazu Sasaki*** , Mikio Goto***

Abstract

This paper describes the design about the piping inspection robot of a trial production. Since we had the know-how of the developed rescue robot, we were able to make the small prototype. And carrying became easy. Moreover, this robot has many characteristic, such as a order printed circuit board and an experimental production tire. Furthermore, maintainability etc. are improving by modularizing on an hardware level.

1. 結 言

我国では昭和40年代以降、下水道事業の実施都市が急増し、各地で下水道整備の普及が促進されてきた。これまでに全国の下水道施設は、管路総延長約46万[km]、下水処理場数約2,200ヶ所となっている。そのため、管理施設の増加とともに、長期使用施設の老朽化が顕在化している。下水管渠の標準的耐用年数は50年とされており、すでにこの年数を超える下水管渠の延長は約10,000[km]以上になっている。また、管渠布設後30年が経過すると道路が陥没する箇所が急増する傾向もある。このような背景から、排水管・下水管の維持管理は重要であり、継続的に行っていかなければならない。しかし、実際に管内を調査する作業は人が行うには過酷であり、調査範囲も広大である。そこで、近年ではロボットを用いた調査が活発に行われている。ところが、これらのロボット調査にも問題があり、有線による外部制御・外部電源が主流であることから、ロボットシステム全体が大掛かりなものとなっている。そのため、メンテナンス性が悪く、高価なシステムとなっている。

そこで、本研究ではこれまで研究してきたレスキューロボットのノウハウを活かし^{[1],[2]}、小型で持ち運びが容易な配管検査ロボットの開発を行ってきた^{[3]~[7]}。本論文では、配管検査ロボットを実現する上で必

要となる機能について述べる。また、最新の配管検査ロボットのハードウェアおよびソフトウェアの詳細についても述べる。

2. システム構成

配管検査ロボットを実現する上で、最低限以下の機能を必要とする。

- ・走行のためのモータ制御
- ・配管内を照らすライト調整
- ・状態を示すためのLED表示
- ・遠隔操作のための通信機能

しかし、実際に現場で使用するためには、表2-1に示す機能を実現しなければならない。

次に、表2-1の機能を実現するためのハードウェア構成を図2-1に示す。配管検査ロボットのカメラ制御には組み込みPC、走行制御にはマイクロコンピュータ（以下、駆動系制御用基板）を使用している。また、モータ制御には近藤科学株式会社が開発した通信規格ICS3.5（半二重）を使用している。その他にもA/D変換によるセンサ値の読み取り、I/Oによるスイッチ制御、LED制御、LCD制御、PWMとLEDドライバによるライト調整などの機能も実装している。

また、図 2-1 の配管検査ロボットのハードウェアは、図 2-2 に示すように 3 つのシステムに区分することでそれぞれの制御を分散している。

表 2-1 搭載機能

	走行機能	映像機能
主機能	<ul style="list-style-type: none"> 走行機能 <ul style="list-style-type: none"> - 前進 - 後進 - 直進制御 検知機能 <ul style="list-style-type: none"> - 障害物検知 - 始点終点検知 	<ul style="list-style-type: none"> カメラ制御機能 <ul style="list-style-type: none"> - 動画撮影 - 動画保存 (MJPEG出力) カメラ調整機能 <ul style="list-style-type: none"> - ライト調整
副機能	<ul style="list-style-type: none"> 電源機能 <ul style="list-style-type: none"> - 電源ON - 電源OFF 通信機能 <ul style="list-style-type: none"> - 開始 - 終了 表示機能 <ul style="list-style-type: none"> - バッテリ残量 - 電源 - 通信 回収機能 防水機能 	<ul style="list-style-type: none"> 外部保存機能 (USB出力)

3. ハードウェア部

これまで表 2-1 の機能を実現するために、配管検査ロボットの改良を重ねてきた (図 3-1~図 3-3)。

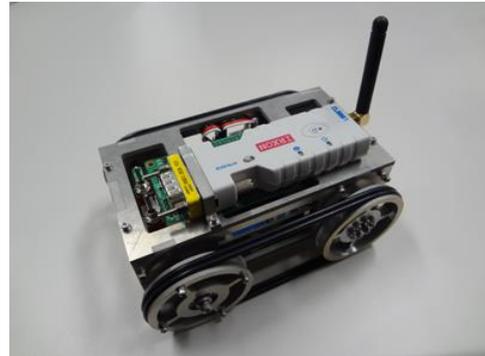


図 3-1 配管検査ロボット Ver.1.00



図 3-2 配管検査ロボット Ver.3.00



図 3-3 配管検査ロボット Ver.3.10

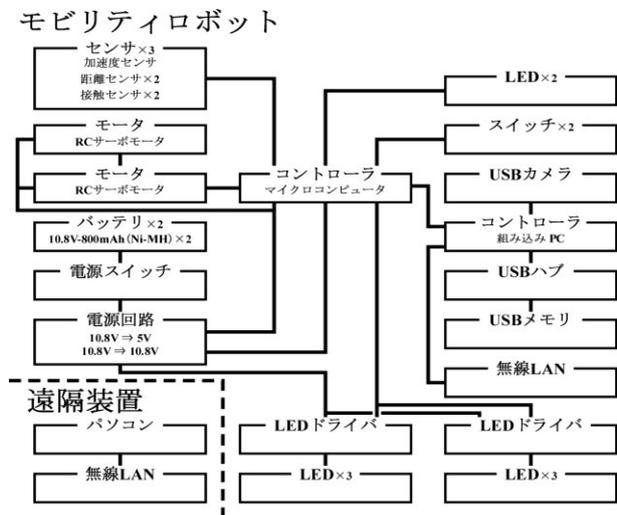


図 2-1 ハードウェア構成

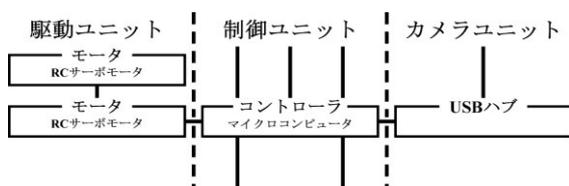


図 2-2 ハードウェアのモジュール化

その結果、表 2-1 の機能を実現した配管検査ロボットの開発に成功した (図 3-4)。



図 3-4 配管検査ロボット Ver.4.00

また、最新の配管検査ロボットでは、メンテナンス性を高めるために、ハードウェアを以下の 8 つに分類し、モジュール化を行った (図 3-5)。

- ・本体ユニット
- ・フロントユニット
- ・リアユニット
- ・カメラ制御ユニット
- ・駆動制御ユニット
- ・ギアユニット
- ・タイヤユニット
- ・バッテリー

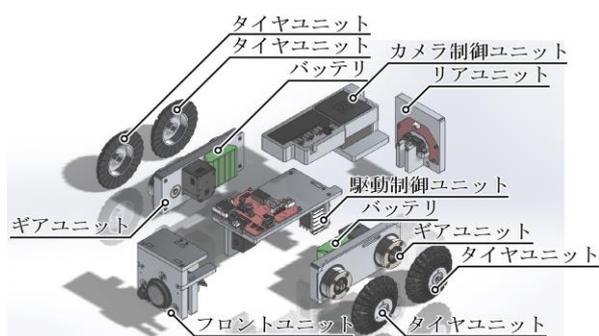


図 3-5 ハードウェアのモジュール化

次に、配管検査ロボットに使用する近藤科学株式会社製 KRS-4034HV ICS を図 3-6 に示す。KRS-4034HV ICS はロボット専用の RC サーボモータで、通信規格 ICS3.5 を使用することで、デジタル通信によるコマンド指令が可能となる。その結果、通信時に発生するノイズをカットすることができるだけでなく、モータパラメータなどの細かい設定を行うこともできる。また、モータの速度フィードバックや位置フィードバックを行うことが可能で、今

回は速度フィードバックに設定することで、車輪の駆動部として使用している。

RC サーボモータは、元々ラジオコントローラに使用される目的で開発されたものである。そのため、モータ内に制御基板やモータドライバが内蔵されたコンパクトな作りとなっており、モータそのものがモジュールとして機能する。また、PC から KRS-4034 HV ICS への速度指令と速度の関係は図 3-7 で示すリミットを含んだ一次式のグラフ (実測値) となっており、非常に扱いやすい。



図 3-6 KRS-4034HV ICS

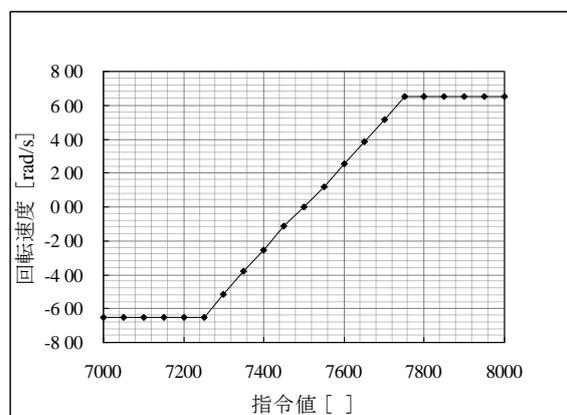


図 3-7 KRS-4034HV ICS のモータ特性

4. ソフトウェア部

駆動系制御用基板についても、これまで多くの改良を重ねてきた (図 4-1~図 4-3)。CPU は、モータのアナログ通信制御 (PWM) からデジタル通信制御 (ICS3.5) への移行にともない、H8/3052F から SH7125F へ変更した。なお、駆動系制御用基板は外部に設けられた組み込み PC からのコマンドによって制御されている。



図 4-1 Ver.1.00 用駆動系制御基板



図 4-2 Ver.3.10 用駆動系制御基板

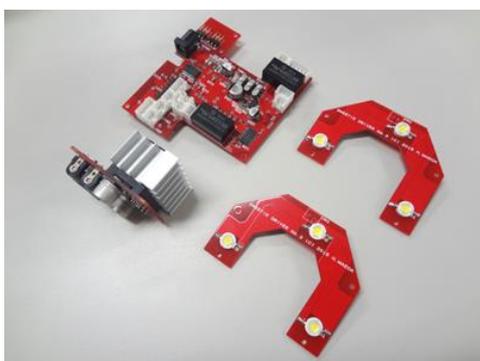


図 4-3 Ver.4.00 用駆動系制御基板

組み込まれた SH7125F は、コマンド命令に应答するために SCI の受信割り込みによって随時監視を行っている。また、コマンド命令を受信した際、コマンド命令に対応した制御を行うとともに、LCD にコマンドデータを表示し(非表示可)、確認データを PC 側へ返信している。

5. 結 言

本論文では、配管検査ロボットを実現する上で必要となる機能を示すとともに、最新の配管検査ロボットのハードウェアおよびソフトウェアについて述べた。今後は、直進制御の評価を正確に行うとともに、その制御方式の改良を行っていく予定である。

参考文献

- [1] 前田 弘文, 五百井 清, 大坪 義一, 小林 滋, 高森 年: レスキューロボットにおけるデバイス管理を容易にするためのミドルウェア開発, 日本機械学会講演論文集 No.115-1, p.123~124, (2011)
- [2] 前田 弘文, 小林 滋, 高森 年: レスキューロボットにおけるデバイス管理を容易にするためのシステム開発, 弓削商船高等専門学校紀要 第 34 号, pp.48~53, (2012)
- [3] 二宮 綾香, 藤田 和友, 佐々木 俊一, 後藤 幹雄, 前田 弘文: 配管検査ロボットのための試作機設計, 日本機械学会第 43 回学生員卒業研究発表講演会講演前刷集, 716, (2013)
- [4] 藤田 和友, 伊藤 嘉基, 前田 弘文: 配管検査ロボットのためのモジュール化, 第 14 回システムインテグレーション部門講演会 (SI2013), pp.1297~1300, (2013)
- [5] 藤田 和友, 佐々木 俊一, 後藤 幹雄, 伊藤 嘉基, 前田 弘文: モジュール化による配管検査ロボットの小型化, 日本機械学会第 44 回学生員卒業研究発表講演会講演前刷集, 613, (2014)
- [6] 前田 弘文, 河村 拓弥, 藤田 和友, 伊藤 嘉基, 佐々木 俊一, 後藤 幹雄: 配管検査ロボットに関する研究開発 -第 1 報: 小型化のための試作機設計-, 弓削商船高等専門学校紀要 第 36 号, pp.79~82, (2014)
- [7] 前田 弘文, 伊藤 嘉基, 佐々木 俊一, 後藤 幹雄: 配管検査ロボットに関する研究開発 -第 2 報: メンテナンス向上のための試作機設計-, 弓削商船高等専門学校紀要 第 37 号, pp.75~79, (2015)

災害探査活動支援用マニピュレータの研究開発

—第2報：ROSを用いたプログラムのモジュール化—

前田 弘文*・伊藤 嘉基**・黒住 亮太***・小林 滋***

Research and development of a rescue manipulator

—Report 2: Modularizing of a program using ROS—

Hirofumi Maeda*, Yoshiki Ito**,
Ryota Kurozumi***, Shigeru Kobayashi***

Abstract

This paper describes the design about the manipulator of a trial production. The perpendicular articulated robot with 6 axis as a general industrial robot was adopted as manipulator's link mechanism. Modularizing of the whole integration for robot group control using ROS is being also described. ROS is an abbreviation of Robot Operating System and is the set of the various software for robotic development.

1. 緒 言

我が国における災害探査活動支援用モバイルロボットの研究は、阪神淡路大震災後の調査研究から始まり、2002年の文部科学省「大都市大震災軽減化特別プロジェクト」によって大きく発展した^{[1]~[4]}。結果、瓦礫内、瓦礫上、上空などから探査するためのロボットの開発、ロボット操作のためのヒューマンインターフェイス、情報網としてのメッシュネット、GISなどを確立した。その後、NEDO「戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト」が立ち上がり、閉鎖空間内での災害における探査を目的としたモバイルロボットの実用化研究により、Quince, UMRS, KOHGAなど日本を代表する探査ロボットが開発された^{[5]~[7]}。

我々はこれらのロボットを用い、消防関係者との実証実験などを通して、災害時に必要となる探査ロボットには「遠隔操縦を基本とした半自律制御系」が最も重要であるという結論に至った。これは災害時における探査で、迅速かつ正確であることに加え、人命が掛かった失敗が許されない過酷な条件下では、環境認識技術等のレベルが低いロボットに全ての判断を委ねることができないことが上げられる。また一方で、ロボットの全行動判断に対して、人間が全てに介在することは大きな負担になることが挙げられる。

さらに災害現場において1台のロボットで探査活動を行うには限界がある。そこで、ロボット群を少数のオペレータにより操作できる探査効率の高いシステム構造へ拡張する必要がある。探査ロボットを群として制御することの利点はこの他にも、ロボット単体での離散的な点としての探査に比べ集団としての戦略的探査が可能なこと、ロボット間メッシュネットが破れにくい隊列を組んでの探査行動が可能であることなどが挙げられる。

この戦略的探査は、レスキューロボットが搭載しているマニピュレータを用いた協調作業によって、瓦礫や危険物の撤去など戦略の幅を広げることができる。そこで我々はこれまでに、各モバイルロボットのための共通マニピュレータの開発を行ってきた^{[8]~[10]}。本論文では、マニピュレータの協調作業において必要となる「ロボット間の相対位置座標を測定するカメラシステムの情報」と、「作業現場の風景を映し出すカメラシステムの情報」の2つの情報を共有するためのROS化について述べる。

2. カメラシステム

2.1 相対位置座標測定システム

システム構成を図2-1に示す。図2-1ではモニタが設置されているが、実際にロボットに搭載した際は、リモート接続によって設定を行う。シス

テムの OS には Windows8.1 pro を使用し、組み込み PC としてはスティック型 PC iiyama Picoretta を採用した。また、カメラには Logicool c920t を用い、その他にも USB ハブなどを使用して機能を拡張している。なお、通信には UDP 通信を使用しており、直接無線 LAN で接続することも、USB 変換ケーブルによる有線 LAN 接続も可能となっている。

次に、実際の動作画面を図 2-2 に示す。図 2-2 は Picoretta の動作画面であり、遠隔操縦の PC 側には計測データのみが送信される。また、計測しているマーカの判別も可能であり、現在は図 2-3 に示すように 8 台のロボットの 4 側面を判別することができる。



図 2-1 相対位置座標測定システム

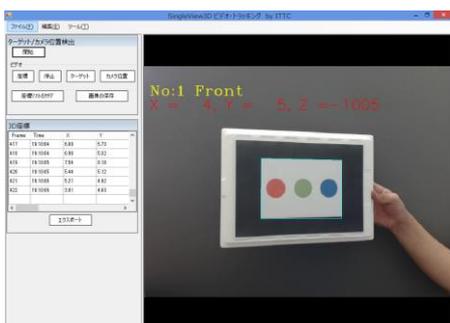


図 2-2 相対位置座標測定の動作画面

robot number	front (1)	right (2)	left (3)	back(4)
kohga3_1 (1)	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
kohga3_2 (2)	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
frigo_1 (3)	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
frigo_2 (4)	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
umrs2009_1 (5)	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
umrs2009_2 (6)	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
umrs2010_1 (7)	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
umrs2010_2 (8)	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○

図 2-3 判別パターン

2. 2 モニタリングシステム

システム構成を図 2-4 に示す。組み込み PC には、SolidRun 社製の CuBox-i4 Pro を使用しており、OS として Ubuntu 14.04 LTS が搭載されている。また、カメラには株式会社バッファローの BSW32KM03BK を使用している。こちらも相対位置座標測定システム同様に UDP 通信によって、無線 LAN、有線 LAN のどちらでも接続が可能となっている。



図 2-4 モニタリングシステム

次に、実際の動作画面を図 2-5 に示す。このシステムは MJPEG を用いており、ヘッダ情報と画像データを分離し、画像データについては分割して送信を行っている。図 2-5 の画像はこれらのデータを受信した後、統合して一枚の JPEG 形式に復元した画像をモニターに表示したものである。図 2-5 の画像サイズは 640×480 [pixel] となっているが、設定ファイルによって容易に変更が可能である。

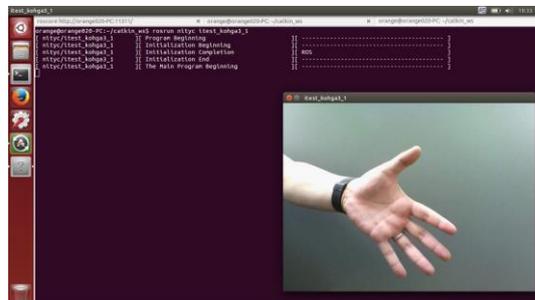


図 2-5 モニター画面

3. ROS 化と情報共有

図 3-1 に ROS 化したリーダ PC の構成図を示す。

4. 最新の災害探査活動支援用マニピュレータ

最後に最新型の災害探査活動支援用マニピュレータを図4-1に示す。前のバージョンとの違いは、高トルクモータへの変更とトルクが必要となる第2ジョイントのダブルモータ化である。現在は更に高トルクなモータへの変更と軽量化を行い、これらの再設計を行っている状況である。

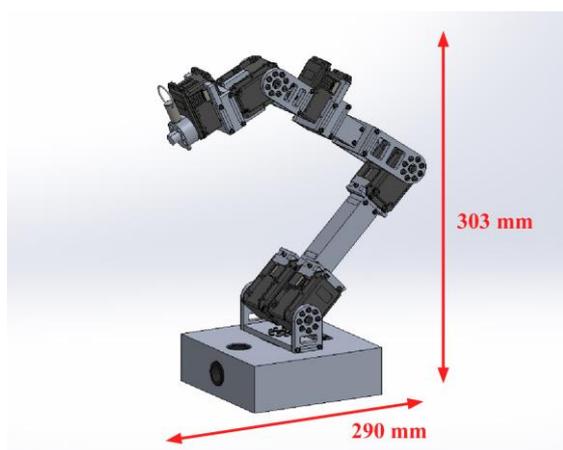


図4-1 最新型災害探査活動支援用マニピュレータ

5. 結 言

本論文では、マニピュレータの協調作業において必要となる"ロボット間の相対位置座標を測定するカメラシステムの情報"と、"作業現場の風景を映し出すカメラシステムの情報"の2つの情報を共有するためのROS化について述べた。今後は、マニピュレータの操作部分についてもROS化を行い、群による協調作業の実証実験を行っていく予定である。

謝辞

本研究は日本学術振興会の科学研究費補助金(基盤研究(B)25282108)の支援により実施された。

参考文献

- [1] 田所 諭：文部科学省大都市大震災軽減化特別プロジェクト：ロボット等次世代防災基盤技術の開発，日本ロボット学会誌，Vol.23，No.5，pp.541~543，(2005)
- [2] 国際レスキューシステム研究機構：レスキューロボット等次世代防災基盤技術の開発 H14~17 報告書，大都市大震災軽減化特別プロジェクト，(2003-2006)
- [3] 文部科学省大都市大震災軽減化特別プロジェクト：レスキューロボット等次世代防災基盤技術の開発，総括成果報告書，(2007)
- [4] 横小路 泰義：レスキューロボットの操縦インタフェース -大大特「ヒューマンインタフェースグループ」の研究紹介-，日本ロボット学会誌，Vol.22，No.5，pp.566-569，(2004)
- [5] 田所 諭：閉鎖空間内高速走行探査群ロボット，日本ロボット学会誌，Vol.27，No.10，pp.1107-1110，(2009)
- [6] 佐藤 徳孝，松野 文俊：レスキューロボット遠隔操縦インタフェース技術，日本ロボット学会誌，Vol.28，No.2，pp.156-159，(2010)
- [7] 大野 和則，城間 直司：レスキューロボットの遠隔操縦支援技術，日本ロボット学会誌，Vol.28，No.2，pp.160-163，(2010)
- [8] 前田 弘文，藤田 和友，伊藤 嘉基，小林 滋，高森 年：遠隔協調作業を目的とした共通マニピュレータの研究開発，第14回システムインテグレーション部門学術講演会(SI2013)，pp.1133-1136，(2013)
- [9] 竹本 怜央，藤田 和友，伊藤 嘉基，前田 弘文：小型制御基板を用いたマニピュレータ制御，日本機械学会中国四国学生会第44回学生員卒業研究発表講演会講演前刷集，613，(2014)
- [10] 前田 弘文，伊藤 嘉基，小林 滋，高森 年：遠隔協調作業を目的とした共通マニピュレータの改良，第15回システムインテグレーション部門学術講演会(SI2014)，pp.238-243，(2014)

一刀切り定理について

—三角形からアルファベットまで—

雙知 延行*・吾藤 秀亮**・尾崎 拓人**・武田 海**
宮地 一瑛**・谷中 友哉**・山根 隆宗**

About the fold-and-cut theorem

—From a triangle to the alphabet—

Nobuyuki SOCHI*, Hideaki GOTO**, Hiroto OSAKI**, Kai TAKEDA**,
Kazusa MIYACHI**, Yuuya TANINAKA** and Takahiro YAMANE**

Abstract

Any shape with line segments can be cut from a sheet of paper by folding it and making a single straight cut. We studied a variety of shapes, starting from a triangle.

1. はじめに

1. 1 一刀切り定理とは

一枚の紙の上の任意の直線描画（直線分のみで構成される描画）は、紙を平坦に折って、直線に沿ってただ一回ハサミを入れるだけで、描画の直線部分だけを正確に切り抜くことができる。

今回、数学同好会のメンバーと様々な図形の一刀切りの設計図を考えた。角の二等分線や垂線を引くことによって、線分を重ねていく。一枚の紙の上に図形が別々に2つ以上あったとしても、それぞれ一直線上に集めたあと、平行を利用してうまく重ねることもできる（1.2.7を参照）。

ほぼ全てのものは直線骨格法で証明できる。完全な証明は、ディスクパッキング法に基づく（[2]を参照）。

図形とアルファベットの一刀切りについて、いくつかの例を挙げる。

1. 2 図形の一刀切り

弓削商船高等専門学校の数学同好会メンバーによって、正三角形から多角形までの一刀切りの設計図を Cinderella によって作図した。いくつかを順に挙げていく。

青の実線は図形の輪郭を表す。赤の実線は山折り、赤の点線は谷折りを意味する。

1. 2. 1 正三角形の場合

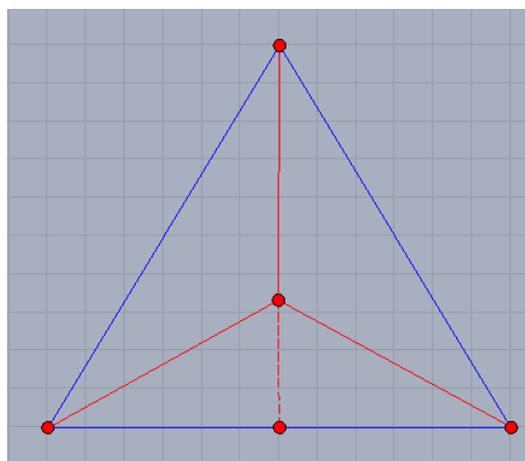


図1 正三角形

1. 2. 2 一般的な三角形の場合

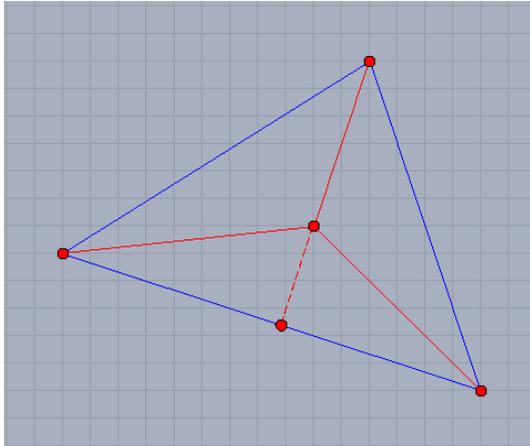


図2 一般的な三角形

1. 2. 4 凸四角形の場合

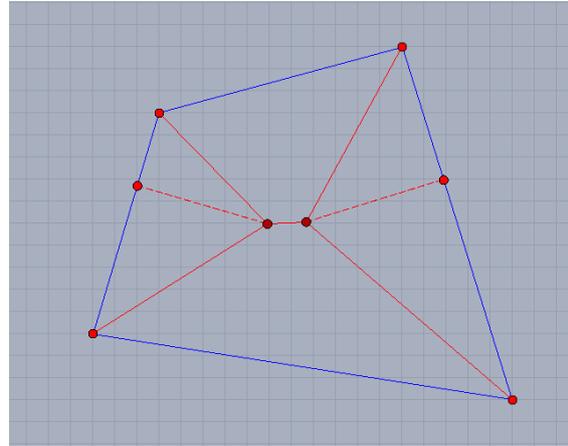


図4 凸四角形

1. 2. 3 長方形の場合

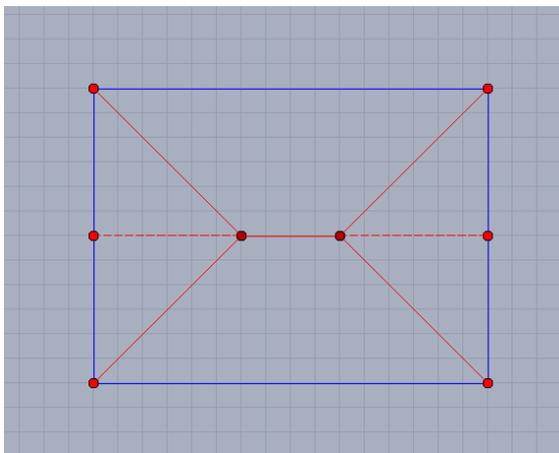


図3 長方形

1. 2. 5 凹四角形の場合

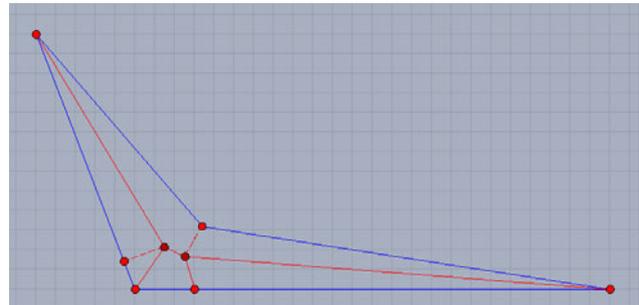


図5 凹四角形

1. 2. 6 六芒星の場合

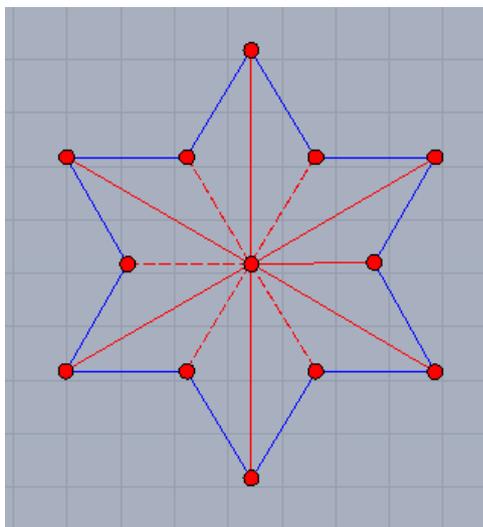


図6 六芒星

1. 3 アルファベットの一刀切り

1. 3. 1 Yの場合

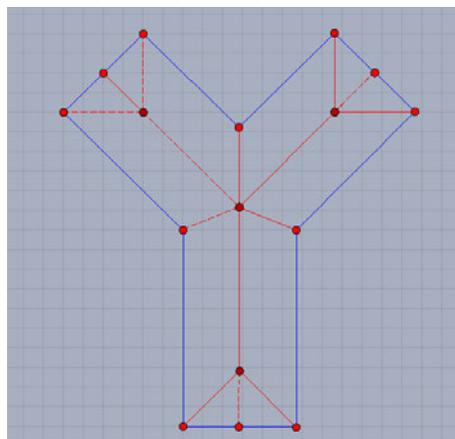


図8 Y

1. 2. 7 三角形と四角形の場合

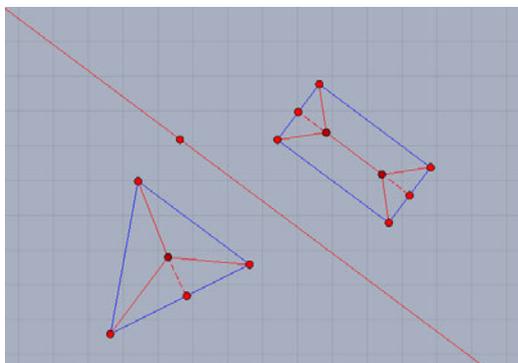


図7 三角形と四角形

1. 3. 2 Uの場合

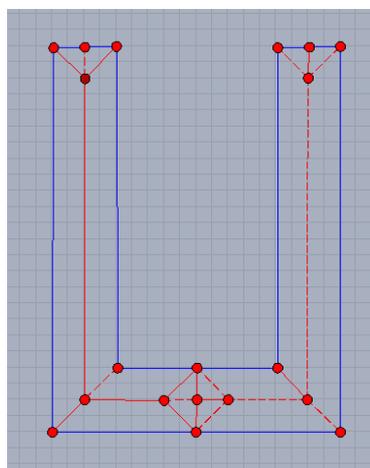


図9 U

1. 3. 3 Gの場合

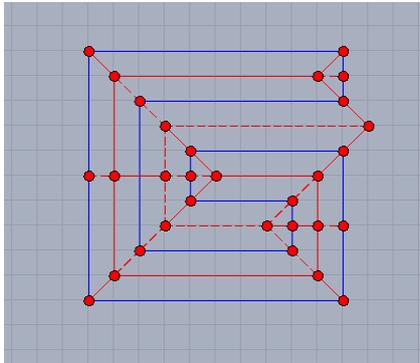


図 10 G

1. 3. 5 Aの場合

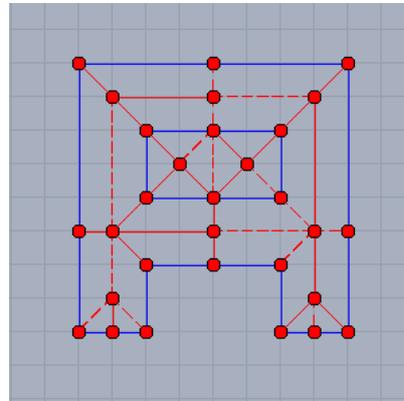


図 12 A

1. 3. 4 Eの場合

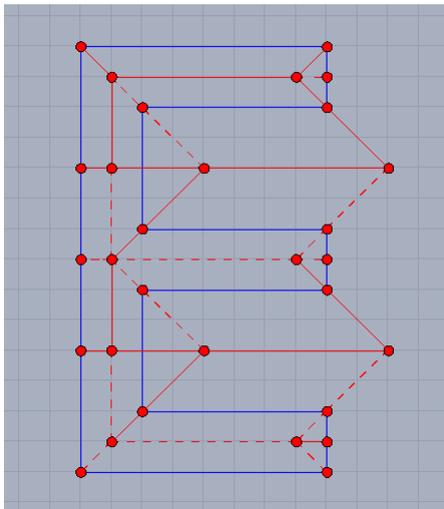


図 11 E

1. 3. 6 Cの場合

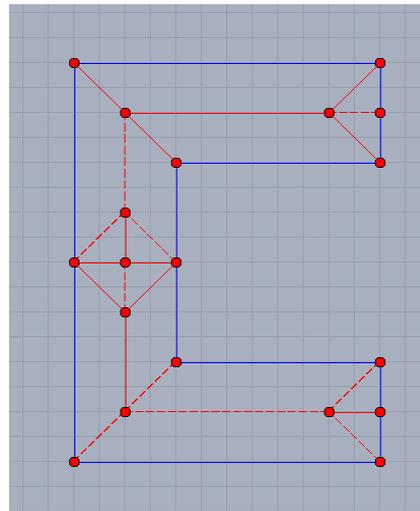


図 13 C

1. 3. 7 Hの場合

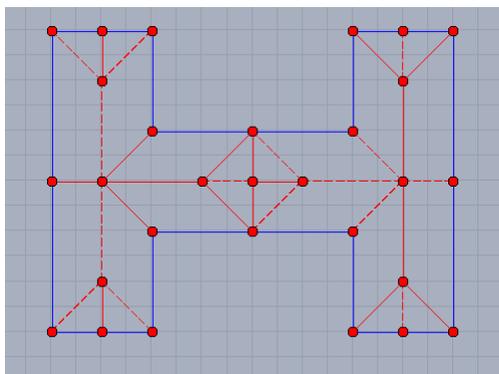


図14 H

1. 3. 9 Lの場合

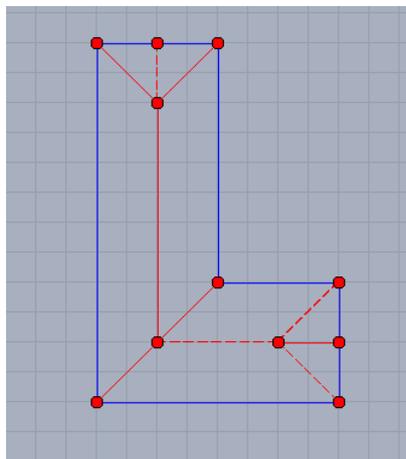


図16 L

1. 3. 8 Iの場合

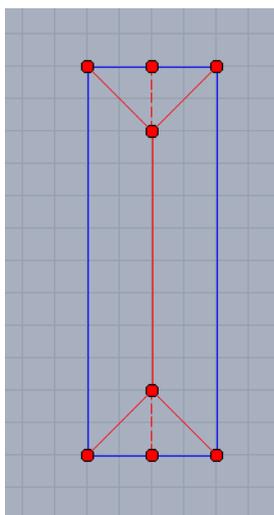


図15 I

1. 3. 10 Tの場合

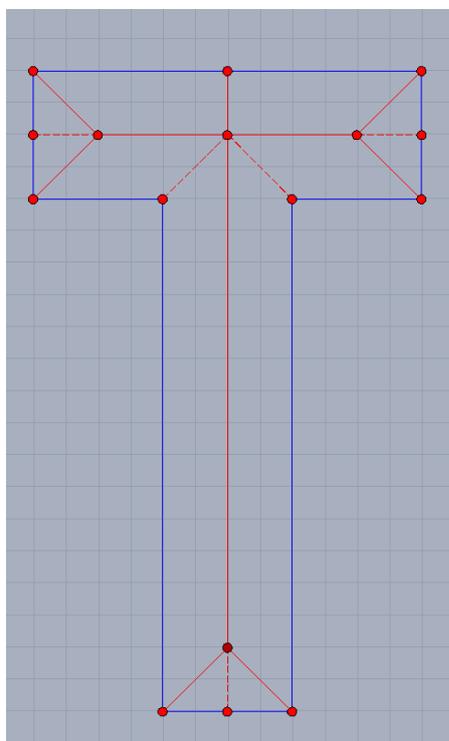


図17 T

2. 公開講座にて

2015年10月25日に、一刀切りをテーマにした公開講座を雙知が行った. 上に挙げた正三角形より始めて, いくつかの図形と参加者のイニシャルを一刀で切り取ることに挑戦した. 数学同好会のメンバーの情報工学科4年の吾藤と電子機械工学科2年の武田が補助をし, 特別参加で情報工学科1年の伊藤清里菜さんに公開講座の手伝いをしていただいた. 数学同好会のメンバー等は参加者がつまずいたときの助言や手助けをした.

3. まとめ

今回, アルファベットの G の一刀切りに苦戦したが, 数学同好会メンバーの不屈の粘りとひらめきによって G の設計図もできた. すべてのアルファベットを一刀切りした訳ではないが, Y, U, G, E (弓削) それぞれを一刀で切るための設計図はすべて完成した.

今後, 図形やアルファベットが同一紙上に二つ以上ある場合の同時切りを研究する. 特に, 一枚の紙上に Y, U, G, E が同時にある場合に一刀切りすることと, H.G や H.O や K.T などの様々なイニシャルを一刀切りすることを更なる目標とし, これらは今後の課題とする.

また, 球面などの定曲率空間に測地線で描かれた図形に一刀切りを拡張し, 鏡像反転を用いた一刀切りの設計図を同様に作成する予定である.

4. 参考文献

- [1] ジョセフ・オルーク : 折り紙のすうり リンケージ・折り紙・多面体の数学, p p. 91-105, 近代科学社, 2012.
- [2] Erik D. Demaine and Joseph O'Rourke : Geometric Folding Algorithms, Linkages, Origami, Polyhedra. Cambridge University Press, July 2007.

因数分解指導における視覚化について

南郷 毅*

Visualization on Teaching Method for Factorization of Polynomials

Tsuyoshi Nango*

Abstract

Factorization of polynomials is related to various fields of the mathematics in upper secondary education. So it is very important for students, but it is not easy to understand. The visualization is effective for understanding of the mathematics. In this study, we consider the visualization on teaching method for factorization of polynomials.

1. はじめに

因数分解は、後期中等教育段階の数学を学ぶための極めて基礎的な技能である。その指導の実態は、中学校の延長として、解法を説明し演習により技能に習熟することが中心となっている。高等専門学校向けの教科書[1][2]や高等学校向けの教科書[3][4][5]を調べても、いずれも、解法の説明、問題演習という構成である。また、「因数分解は展開の逆であるから展開ができればできる」という主張が、学生だけでなく指導者側にも広く信じられているようであり、因数分解は練習さえすればすぐに身につくものとされている。

しかし、後期中等教育段階の因数分解は、展開の単純な逆操作ではなく、複数の手法を問題に応じて使い分けの力が必要な複雑な技能である。そのため、中学校の因数分解指導の延長のような指導では、学力が標準以下の学生(本校の多くの学生が該当する)が因数分解を理解し、実際にできるようになることは困難である。因数分解でつまずくと、その後の数学のありとあらゆる単元でつまずくことになる。因数分解ができないために、数学を投げ出し、さらには専門科目の学習に支障をきたすこととなる。

筆者は、前任校も含めて、因数分解単元の指導を7年担当してきた。その中で、因数分解ができない生徒・学生は、知識として知っている因数分解の手法を問題に応じて使い分けられない、また、因数分

解の手法間の関連が理解できていないという特徴があった。

本研究の目的は、学力が標準以下の学生を対象とし、因数分解の手法の適切な活用方法や関連の理解を促進する教材や表現方法を構築することである。なお、本研究で対象とする因数分解は、高等専門学校や高等学校の1年生の冒頭で学ぶ因数分解である。そのため、因数定理や2次方程式の解を用いた因数分解は含んでいない。

2. 先行研究の検討

因数分解の指導についての先行研究として、因数分解のつまずきを判定するもの、因数分解の公式の構築方法についてのもの、因数分解の公式を視覚化したものなどがある。

中込[6]は、中学生を対象とし、因数分解の計算テストにおける誤答から、その原因となるつまずき事項を判定する誤答分析用のフローチャートを構築した。また、因数分解ができるための必要条件として、公式を覚えていること、展開ができること、公式に問題を適用できること、因数分解のアルゴリズムを習得していることを指摘している。

筆者は、中込[6]の分析は中学校における因数分解を対象としているが、後期中等教育段階の因数分解においても、因数分解ができるための必要条件は共通していると考えられる。後期中等教育段階の因数分解

では、たすき掛けの図式を使えること、ある文字に着目した時の整式の次数を求められること、因数分解の問題に応じた手法を選ぶことができることが必要条件に追加される。

山口[7]は、高校生が因数分解の時期に数学がわからなくなる原因として、「因数分解は乗法公式の逆である」から「乗法公式のように因数分解の公式を暗記しなさい」という教員の授業展開と、その授業展開に合わせた高等学校の教科書の記述や構成をあげている。そのような指導が、因数分解に対する興味関心の喪失につながっていると指摘し、学習者の興味関心を引き出す因数分解の指導として、因数分解の基本公式を、共通因数を作り出し導く方法を示している。

筆者は、山口[7]が問題と指摘する「乗法公式の逆だから覚えなさい」という指導は、中学校の段階では有効であったと考える。中学校の因数分解では4個の公式と1個の手法を用いるだけであり、「乗法公式の逆だから覚えなさい」で十分対応できる。しかし、後期中等教育段階の因数分解では、どこまで深く学ぶのかに応じて異なるが、少なくとも6個の公式と7個の手法を用いることになる。これらをすべて覚えることは可能であっても、覚えるだけでは問題に応じて使い分けることが困難である。そのため、学力が標準以下の学生は、中学校の時に有効であった方法で学習を進めた結果、公式や手法を覚えたにも関わらず因数分解ができない状況に陥っている。学生の「因数分解は展開の逆であるから展開ができればできる」という認識を変換させる指導が必要である。また、どの問題にどの手法を適用するかを判定する方法を指導する必要がある。

そのほかの先行研究として、因数分解の公式を図で表現する指導が多数ある(例えば、日野[8])。これらは、主に日本数学教育学会の全国大会で報告されている。公式の視覚化は、学習者の因数分解に対する認識を変化させることや、学習者の興味関心を振起させることにつながると報告されている。

3. 因数分解指導の改善に向けて

本章では、高等専門学校向けの教科書、高等学校向けの教科書の因数分解単元の取り扱いの現状を調べ、先行研究を踏まえて因数分解指導の改善に必要な事項を検討する。

3.1 教科書における因数分解の取り扱い

高等専門学校向けの教科書2種類[1][2]、高等学校向けの教科書3種類[3][4][5]について、因数分解

単元の学習事項とページ数、練習問題数を調べた。それぞれの結果を表1、表2にまとめる。

表1 因数分解の学習事項の取り扱い

学習事項	高専向け		高校向け		
	A社	B社	C社	D社	E社
共通因数括りだし	○	○	○	○	○
基本公式4種類	○	○	○	○	○
たすき掛け	○	○	○	○	○
置き換え	○	▲	○	○	○
最低次の文字へ着目	○	▲	○	○	○
好きな文字へ着目	○	○	○	○	○
2乗の差の作成	▲	×	○	○	○
複2次式の処理	○	▲	○	△	×
3乗の和の公式	○	○	△	△	×

○：説明や具体例の記述がある。

△：説明や具体例の記述があるが、研究や参考の扱い。

▲：説明や具体例の記述がないが、練習問題で扱われている。

×：扱われていない。

表2 因数分解の取り扱い分量

分量	高専向け		高校向け		
	A社	B社	C社	D社	E社
単元のページ数	6	3	8	8	6
練習問題数	29問	12問	43問	38問	44問

高等専門学校向けの教科書は、因数分解の取り扱いにおいて▲が複数ある。また、説明の記述や練習問題量が高等学校向け教科書と比較して少ない。高等学校向けの教科書には、 Δ や \times が複数ついているが、現状の大学入試を考えた場合、 Δ や \times の事項の学習は必要であることから、実際は授業の中で取り扱われることになる。

高等専門学校、高等学校ともほぼ同様の6個の公式と7個の手法を扱っている。すべての教科書は、「例、例題による公式や手法の説明→練習問題」により構成されている。また、いくつかの教科書では「乗法公式の逆から次の公式が成立する」という旨の記述があり、因数分解は展開の逆であるという認識を与える形になっている。

いずれの教科書においても、どの公式・手法をどの問題に適用すべきかの判定についての説明はない。6個の公式と7個の手法の使い分けは、問題演習を通じて自ら習得することになっている。しかし、この使い分けの習得は容易ではない。従って、学力が

標準以下の学生にとっては、教科書に沿った指導や教科書を用いた自学自習だけでは、因数分解ができるようになることは困難である。

筆者は、このことが、学力が標準以下の高等専門学校や高校生の因数分解の時期に数学がわからなくなる原因と考える。

3. 2 因数分解指導に必要な事項

因数分解の指導では、しばしば、多量の練習問題による演習が用いられる。演習が重要なことは論を待たないが、手法の関連を意識した演習が必要である。例えば、最も低い次数に着目する手法の利用には、置き換えの手法が利用できることが前提となる。従って、置き換えの手法を利用できない学生に、最も低い次数に着目する手法を利用する問題を演習させても、解答できない。どの手法がどの手法を前提としているのかを踏まえた演習が必要である。

筆者は、教科書の記述内容や2章で検討した先行研究を踏まえ、後期中等教育段階の学力が低位の学生の因数分解の指導には、次の点が必要と考える。

- (1) 因数分解ができるための必要条件を、各手法や公式の関係とともに理解させること。
- (2) 「因数分解は展開の逆であるから展開ができればできる」という認識を改めさせること。
- (3) 利用すべき因数分解の公式と手法を判定する方法を開発し、使えるように指導すること。
- (4) 練習問題を追加し、各手法や公式との関係を意識させ演習させること。

本研究では、(1)(2)の指導に必要な教材として、展開の構造と因数分解の構造を図で表現し、公式や手法の関連を視覚化する。この視覚化により、条件や公式のそれぞれの関係の整理ができ、ある手法の前提となる手法や公式が明らかになる。また、展開の構造と因数分解の構造を比較することで、因数分解の構造の複雑さを示し、「因数分解は展開の逆であるから展開ができればできる」という認識を改めさせる。(3)の指導に必要な教材として、因数分解フローチャートを作成する。フローチャートを用いて演習することで、問題に対して用いる手法を意識した演習が可能となり、適切な手法を選択し因数分解ができるようになる。

4. 因数分解指導における視覚化

本章では、展開と因数分解の構成を視覚化する。また、因数分解フローチャートを作成する。

4. 1 視覚化の方法

展開と因数分解は、それぞれ、複数の手法や公式により構成されている。それぞれの手法や公式には、多くの場合に用いられる基礎的なものから特定の場合に用いる応用的なものまでがある。また、応用的なものは、基礎的なものを活用している。

ところで、応用的なものが基礎的なものを利用する関係がある対象を記述する方法として、情報システムの開発におけるソフトウェア構成図がある。ソフトウェア構成図は、情報システムを構成するサーバやクライアント等の機器に実装するソフトウェアの構成を明確にした図である。図1に基本的な書き方を示す。

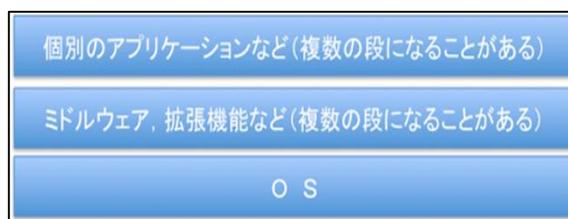


図1 ソフトウェア構成図の基本形

ソフトウェア構成図は、下にあるものほど基礎的なソフトウェアを表し、上にあるほど応用的なソフトウェアを表す。上にある応用的なソフトウェアは、それより下の段のソフトウェアが提供する機能を利用することを表している。

この記述方法は現実の世界においても活用されている。例えば、情報処理技術者試験を実施している情報処理推進機構は、情報処理技術者試験の試験構成を、図2のようなソフトウェア構成図の形式で表現している[9]。



図2 情報処理技術者試験の構成

(出典: 情報処理技術者試験 試験要項 ver2.0 p.1
http://www.jitec.ipa.go.jp/1_13download/youkou_ver2_0.pdf)

図2では、下部に示されている試験ほど基礎的な試験、上部に示されている試験ほど応用的な試験と

なっている。基本情報技術者試験，応用情報技術者試験が土台となり，その上に専門に分化した高度情報技術者試験が設定されているという試験構成が，非常にわかりやすく視覚化されている。この表現手法を，展開と因数分解に適用する。

4.2 展開と因数分解の視覚化

展開の構成を視覚化したものを図3に示す。



図3 展開の構成の視覚化

図3の右半分は，置き換え・順番入れ替えの手法が乘法公式を利用し，乘法公式が分配法則を利用することを示している。左半分は，乘法公式，置き換え，順番入れ替えを使わなくても，分配法則のみで展開が可能であることを表している。

因数分解の構成を視覚化したものを図4に示す。

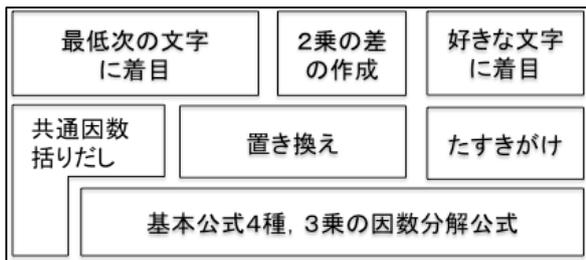


図4 因数分解の構成の視覚化

図3と同様に，上の段にある手法は，下の段にある手法や公式を利用することを示している。因数分解には，展開における分配法則のような，どの場合にも適用可能な手法は無い。図4によって，因数分解の手法と公式の関係や，因数分解ができるための条件が理解できる。図4を参照しながら演習することで，手法や公式の間関係を意識した演習が可能となる。また，図3と図4を比較することにより，因数分解が展開よりもはるかに複雑であることを明確に理解できる。図3と図4を提示することで，学生の「因数分解は展開の逆であるから展開ができれ

ばできる」という認識を改めさせることができる。

4.3 因数分解フローチャート

因数分解を行う時は，最初に，共通因数の有無，公式の適用の可否，たすきがけの検討を行う。これらが不相当である場合に，置き換え，2乗の差の作成，次数の確認へと進み，適用可能な手法を探す。適用可能な手法が見つければその手法を適用する。その後，手法を適用して変形した整式に，再び，共通因数の有無からの検討を行う。この手順を繰り返すことで，最終的に公式や共通因数の括りだしへ帰着させ，因数分解を行う。この一連の手順を，図5のフローチャートに表す。

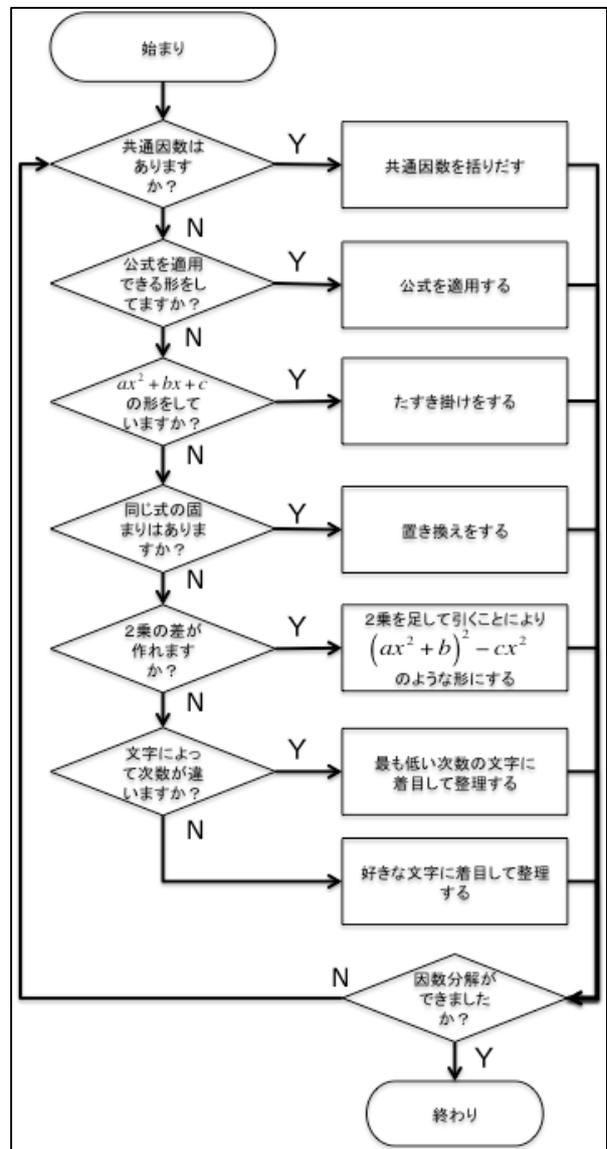


図5 因数分解フローチャート

このフローチャートを用いながら因数分解を演習することで，利用すべき因数分解の公式と手法を判

定する力を身につけることができると考える。

5. まとめ

本研究では、展開と因数分解の構成を図で示し、それぞれの手法や公式の関係性を明らかにした。この図は、展開と因数分解の複雑さの違いを明確に示しており、「因数分解は展開の逆であるから展開ができればできる」という認識を変換させる指導の根拠となる。さらに、因数分解の手法の適用のためのフローチャートを作成した。因数分解のフローチャートは、問題に応じた手法を見つけ出す指導の教材となる。

これらは、3. 2節で述べた因数分解の指導に必要な事項のうち(1)(2)(3)を実現するための教材である。今後、1年生対象の数学1の授業でこれらを活用した指導を行い、その効果を測定する。

本研究のきっかけは、ある学生からの「因数分解は展開の逆のはずなのに、展開ができる自分がなぜできないのですか?」という質問と、数学科教員の打ち合わせ会での因数分解指導についての議論である。教科指導においては、学生からの小さな「なぜ?」を拾うことや、教員が日々感じていることについて議論することの重要性を改めて認識した。

引用・参考文献

- [1] 岡本和夫ほか：新版 基礎数学（実教出版），pp. 14-19，（2012）
- [2] 高藤節夫ほか：新 基礎数学（大日本図書），pp. 7-9，（2011）
- [3] 高橋陽一郎ほか：文部科学省検定済教科書 高等学校数学科用 数学 I（新興出版社啓林館），pp. 17-25，（2011）
- [4] 俣野博，河野俊丈ほか：文部科学省検定済教科書 高等学校数学科用 数学 I（東京書籍），pp. 14-21，（2012）
- [5] 山本慎ほか：文部科学省検定済教科書 高等学校数学科用 最新 数学 I（数研出版），pp. 20-25，（2011）
- [6] 中込幸二：因数分解におけるつまずきの分析的研究（日本数学教育学会誌，第76巻，第9号），pp. 244-249，（1994）
- [7] 山口倬史：因数分解の基本公式の導き方について（鹿児島女子短期大学紀要，第44号），pp. 209-222，（2009）
- [8] 日野朋之：因数分解の指導一図を利用して—（日本数学教育学会誌，第88巻，臨時増刊総

会特集号），p. 373，（2006）

- [9] 情報処理推進機構：情報処理技術者試験 試験要綱 ver2.0，p. 1，（2015）

http://www.jitec.ipa.go.jp/1_13download/youkou_ver2_0.pdf，

2015年11月23日22:34:47 アクセス

商船高等専門学校の女子学生における デート DV に関する意識調査

若松 純子*

Dating Violence among Female Students at National Institute of Technology, Yuge College

Junko WAKAMATSU*

Abstract

This study examined the level of knowledge of dating violence(DV) among Yuge College students. By analyzing questionnaires used to survey student attitudes towards DV, the following three things were highlighted. First, the more misinformed the students were about DV, sexually transmitted diseases and contraception, the less knowledge they had about sex. Second, the level of harm to female students caused by DV was proportionate to their lack of knowledge of sex. Third, student knowledge on DV improved after having taken a lecture on DV. It is necessary to continue such lectures to give students accurate knowledge about DV.

1. はじめに

交際期間におけるパートナー間の暴力であるデート DV (dating violence) が近年社会的に問題となっている。デート DV は、配偶者間の暴力である DV (domestic violence) の予備軍であり、内閣府 (2012) の調査によると 10 代から 20 代の頃に、女性の 13.7%、男性の 5.8% が交際相手から身体的暴行、心理的攻撃、性的強要のいずれかをされた経験があると答えている¹⁾。デート DV に関する知識が乏しいと、どの行為をデート DV と認識するかどうか分からず、加害者や被害者になっても、デート DV であると気付かない可能性がある。そして、親密な関係の中での暴力は軽く考えられたり、原因は被害者にあると判断されるなど、知識が乏しい関係者から理解されず援助の手が差し伸べられない問題が考えられる。また、性行動自体はきわめて個人的なことではあるが、経済的に自立してない学生の性交が特殊なことではなくなっていること、意思の疎通が不十分なままの望まない性交はデート DV につながりやすいことが、われわれに危惧を抱かせる。

そこで、本校 2 年を対象として DV 未然防止講演会を開催した際に、質問票を用いたデート DV に関する調査を実施した。また、女子学生全員を対象として性

やデート DV に関する調査を実施した。本調査では、量的調査から統計的に解析することでその実態を明らかにし、今後、健康教育においてこの問題を取り扱う際の留意点を考察することを目的とした。

2. 調査方法

2. 1 調査対象

デート DV に関する調査は、本校 2 年の学生 115 名 (女子 17 名、男子 98 名) を対象とした。2014 年 6 月 26 日、ホームルームを活用して DV 未然防止講演会を開催し、出席した 2 年に講演会後に調査した。

性やデート DV に関する調査は、航海訓練所実習中の学生等を除く女子全員 102 名を対象に 2014 年 8 月 5 日に実施した。なお、高等専門学校である本校の女子学生の占める割合は 17.9%、内訳は商船学科 8.9%、電子機械工学科 5.3%、情報工学科 37.6% である。

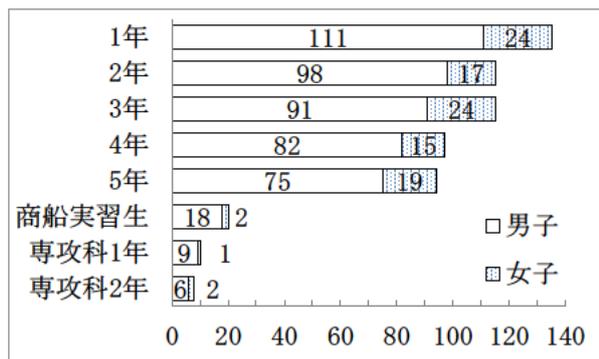


図1 調査対象である全学生の男女別学年別人数

2. 2 主な調査項目

2. 2. 1 2年のDVに関する調査

用語の認知度(DV、デートDVの言葉を知っているか)、DVに関する知識(デートDVの代表的な行為について暴力と捉えているか、講座受講前後のDVについての認知の変化)、DVの経験(加害、被害経験の有無を、具体的な行動から確認)など

2. 2. 2 女子のDVや性に関連する調査

性に関する情報の入手先、性に関して知りたい内容、性交についての考え方、性交の位置づけ、DV・社会的性差についての考え方、性交の状況、デートDV経験の有無、デートDVの内容など

3. 調査結果と考察

3. 1 調査票の回収率

DVに関する調査票の回収数は、対象の2年115名中の112名(男子96名、女子16名)、回収率97.4%であった。

性交に関する調査票の回収数は、対象の女子102名中の51名、回収率50.0%であった。

3. 2 DV、デートDVの用語の認知度

DVは、2年男女の94.6%以上が「知っている」又は「言葉くらいは聞いたことがある」と回答し、「知らない」は5.4%(6名)であった。しかし、デートDVは、「知らない」という回答が61.8%、「知っている」又は「言葉くらいは聞いたことがある」と回答した人が38.2%であった。

横浜市の意識・実態調査(2008, p.6)によれば、高校生の内DVという言葉を知っているのは68.1%であるのに対し、デートDVという言葉になると13.6%と割合がかなり減っており、本調査も同様であった。

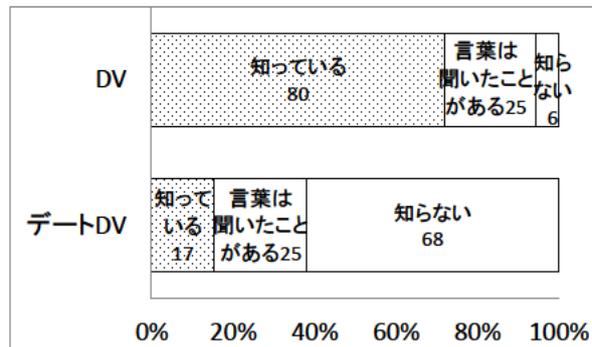


図2 DV、デートDVの言葉を知っているか

3. 3 デートDV行為の認知度

「殴る蹴る、物を投げつける」ことをデートDVと思う2年男女は、講座受講前は72.5%であったが、受講後は84.3%に増加した。「暴言をはいたり、交友関係や携帯電話の内容を細かくチェックする」ことは50.5%から83.3%に、「嫌がっているのに性的な行為を強要する」ことは75.2%から88.9%に、「お金の支払いや高価なプレゼントを強要する」は51.4%から81.3%に増加した。

暴力には、殴るなどの身体的暴力だけでなく、性的、心理的攻撃や、経済的威圧も含まれる。交際中のデートDV行為は、「愛情の証」、「付き合っていれば当然」などと暴力として認識されにくいのが、DV未然防止講演会の受講前と受講後では具体的な各行為の捉え方が変化した。デートDVは愛情表現とは異なるということを含めて、デートDVの各行為についてのより具体的な説明が必要である。

3. 4 デートDVの加害経験・被害経験

2年女子16名中13名(81.2%)、2年男子の96名中34名(35.4%)に交際相手がいる又は過去にいたことがあった。

交際相手がいない者と無回答者を除外した2年男女47名の内、デートDV加害・被害経験の具体的な各行為を1名から4名が経験していた。

全女子学生対象の調査では、51名中6名にデートDV被害経験があり、1名に加害経験があった。

デートDV被害経験の内容は、「自分の携帯電話のメールをチェックされたり、友達との付き合いを止められた」、「ばかにされたり傷つくような暴言をはかれた」が3名、「嫌がっているのに性的な行為を強要された」が2名、「殴る蹴る、物を投げつけられるなどした」が1名だった。

表1 2年男女のデートDV行為の認知度
および被害経験・加害経験

			お金の 支払や 高価なブ レゼント を強要	嫌がっ ているの に、性的 な行為を 強要	暴言、交 友関係、 携帯電 話の 内容 チェック	殴る蹴る ものを投 げつける
それが デート DV だと 思っ て いた か	講座 受講前	思う	56	82	55	79
		思わない	33	10	35	10
		わからない	20	17	19	20
	講座 受講後	思う	87	96	90	91
		思わない	8	4	9	10
		わからない	12	8	9	7
具体的 な内容 ごとの 被害 経験・ 加害 経験	加害 経験	ある	2	2	3	2
		ない	43	43	44	44
		わからない	0	2	2	1
	被害 経験	ある	1	1	4	3
		ない	45	43	42	43
		わからない	0	1	0	0

3. 5 性交についての女子の考え方や価値観

性交に関する価値観を尋ねる問いでは「愛情表現」が女子51名中31名(60.8%)と最も多く、次に「子供を作るための行為」が21名(41.2%)であった。

性交や性交についての情報源を尋ねる問いでは「友達・先輩」が女子51名中35名(68.6%)であり、最も多かった。情報源として学校か親を選択しなかった女子は34名(66.7%)であり、情報源は友人とメディアに偏っていた。

性交について今後知りたいことで多かったのは「男性と女性の心理や行動の違い」女子51名中22名(25%)、「月経や性器など体に関すること」20名(22.7%)、「妊娠や出産について」16名(18.2%)であった。最も少なかったのは、「避妊法」6名(11.8%)であった。

性交の経験がない者及び無回答の者を除いた14名の内、8名(57.1%)が性交時に性感染症の可能性が「非常に気になる」又は「少しは気になる」と回答した。6名(42.8%)が「あまり気にならない」「気にならない」であった。妊娠の可能性については3名(21.4%)が「あまり気にならない」と回答した。判断の基準となる性交に関する正確な情報や知識の未熟さがみてとれる。

性交の時にいつも避妊しない又は避妊したときと避妊しないときがあると答えた女子に理由を尋ねたところ、「避妊を言い出せない」が5名、「準備していないことが多いから」が4名、「相手に断られる」が2名だった。避妊や性感染症について重要性の認識の甘さに加えて、従属的で感情まかせであることが、予防行動を妨げる原因となっていることを示唆していた。性的自己決定ができる力をつけるよう働きかけることが必

要といえる。

表2 性交についての女子の考え方や価値観 (複数回答)

項目	人数	%
あなたにとって性交とは		
愛情表現	31	35.6
コミュニケーション	9	10.3
安らぎ	3	3.4
子どもを作るための行為	21	24.1
快楽	5	5.7
ストレス解消	1	1.1
義務	4	4.6
不快・苦痛	1	1.1
自分とは関係ないもの	12	13.8
性・性交の情報を誰から得るか		
友達・先輩	35	68.6
学校	14	27.5
親	5	9.8
インターネットなど	10	19.6
雑誌	7	13.7
テレビ	5	9.8
特に得たいとは思わない	5	9.8
性について今後知りたいこと		
男女の心理・行動の違い	22	43.1
月経・性器など体に関して	20	39.2
妊娠や出産について	16	31.4
性感染症について	15	29.4
性交の方法	7	13.7
避妊法	6	11.8
その他	2	3.9
避妊しないときがあると回答した6名の理由		
準備していない	4	66.7
多分妊娠しないと思う	2	33.3
避妊を言い出せない	5	83.3
相手に断られる	2	33.3

「高校生が性交すること」を64.7%が受容していた。「愛情がなくても性交すること」「金銭の授受のある性交」「恋人以外の人との性交」に関しては5人に1人受容していた。

表3 女子の性に関する考え方や価値観

	良い	どちらか という 良い	どちらか という 悪い	悪い
高校生の性交	20	13	12	6
愛情がない性交	8	3	9	31
金銭の授受のある性交	2	6	8	34
恋人以外との性交	5	4	3	38

女子の29.4%が「男は外で働き女は家庭を守るべき」、64.7%が「子供が小さい内は母親は仕事を持たず家にいるべき」と考えていた。

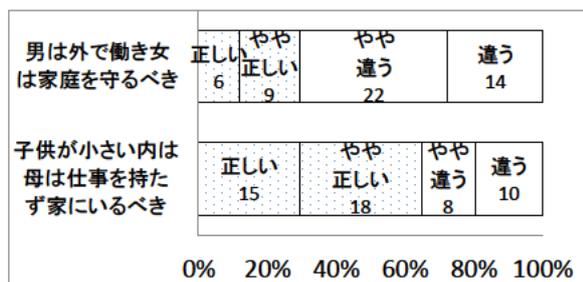


図3 女子の性に関する考え方や価値観

3. 6 デートDVに関する意識

自分や、周囲の学生にデートDVがおきてもデートDVであると自覚できないことや、デートDVをしたりされたりすることにつながる意識を学生がどの程度持っているかを測った。デートDVにつながる危険で間違った意識(考え方や価値観)を容認している学生が一定数いた。

36.0%の女子が「望んでいないのに性交してしまう人なんていない」と考えていた。性交を求められて嫌だったのに応じて傷ついても、自分も望んで性交したのであり強要した相手に問題はないと認識してしまうことが考えられる。

親密な関係での暴力に関する意識について尋ねる問いでは、「好きで付き合っている人から暴力を振るわれる人はいない」が58.5%と特に支持される率が高かった。女子が、恋人間の暴力は起きにくいことだと考えていることを示しており、暴力がおきても暴力であると自覚することが難しいことを示唆している。

暴力容認の意識について尋ねる問いでは、37.3%の女子が「暴力をふるったとしても、謝ったら許してあげべき」と考えていた。一般的に、謝られたら許すのは良いこととして学校や家庭でも教えられている。DV加害者は暴力後に謝っても暴力を繰り返すことが多く、謝ったら許すべきとの考えに付け込んだ行為だと言える。どんなに好きな相手でも暴力は間違っているし、許されない行為であること、暴力をふるっても相手が謝ったら許すべきという考え方が危険であるという情報が必要だろう。

束縛に関する意識について尋ねる問いでは、5人に1人が付き合うようになったら束縛してもよいという、どの項目の考えも支持していた。暴力を受けても、相手の希望に添えなかった自分が悪いと認識することが考えられる。

表4 デートDVに関する意識

女子の社会的性差に関する意識	正しい	やや正しい	やや違う	違う
女性の方から避妊してなんて言ったら嫌われると思う	2	8	13	28
性交を求められたら女性は愛情があるなら少タイヤでも応じるべき	0	5	16	30
男性が暴力的・攻撃的なのは男らしい	0	0	13	37
望んでいないのに性交してしまう人なんていない	5	13	13	19
女子の親密な関係での暴力に関する意識	正しい	やや正しい	やや違う	違う
暴力をふるわれるのはふるわれるほうに理由があるから	1	7	23	20
デート相手からの暴力なんておきたとしてもきっとそのときだけのこと	1	8	21	21
好きで付き合っている人から暴力をふるわれるのはめったにないこと	12	18	11	10
女子の暴力容認の意識	正しい	やや正しい	やや違う	違う
たとえ暴力をふるったとしても、ちゃんと謝ったら許してあげべき	6	13	22	10
ドラマやマンガで恋人が思わず手をあげるのは嫉妬や愛情表現なら暴力ではない	2	6	13	30
相手をおとしめるようなことを言ったりバカにしたりどなったりは暴力に入らない	0	7	19	25
女子の束縛に関する意識	正しい	やや正しい	やや違う	違う
付き合うようになったらふたりの気持ちや考えは同じでなければならない	2	8	24	17
うんと親しくなれば相手が嫌がることをしたり行動をしばってもしかたがない	0	6	14	31
数回デートしたら「相手は自分のものだ」と思っている	0	8	18	24

3. 7 デートDVに関する意識の相関分析

女子の性に関する考え方や価値観の各項目の関係性を調べたところ多くの有意な相関が見られた。「愛情がなくても性交すること」は問題ないとする回答と「お金をもらったりあげたりして性交すること」は問題ないとする回答は有意な正の相関(0.82)があった。「愛情がなくても性交すること」と「恋人がいる人が、恋人以外の人と性交すること」も有意な正の相関(0.83)があった。「お金をもらったりあげたりして性交すること」と「恋人がいる人が、恋人以外の人と性交すること」は有意な正の相関(0.88)があった。

学力下位校の生徒において性経験率が高く、初交年齢が低い¹⁴⁾といわれている。性行動の背後にある女子の性に関する考え方や価値観を分析することで、学業を優先し性行動抑制する取り組みに向けて認識の改善をはかることが望まれる項目が明らかになった。

表5 女子の性・性交に関する考え方

	1	2	3	4
1 高校生が性交すること		0.49	0.43	0.28
2 愛情がなくても性交すること			0.82	0.83
3 金銭の授受のある性交をすること				0.88
4 恋人がいるが、恋人以外の人と性交すること				

DVの要因として考えられる「男らしさ」「女らしさ」や性役割分業へのこだわりなどの意識との関係性が明らかになった。特徴的な質問の結果を以下に示す。

「男は外で働き、女は家庭を守るべき」と有意な正の相関があったのは、「子どもが小さい内は、母親は仕事を持たず家にいるべき」(0.63)、「数回デートしたら相手は自分のものだと思っていい」(0.43)、「暴力をふるわれるのはふるわれるほうに理由があるからだ」

(0.43)、「親しくなれば相手が嫌がることをしたり行動をしばったりはしかたない」(0.46)、「相手をおとしめるようなことを言ったり、バカにしたりどなったりするのは暴力のうちに入らない」(0.42)、「男性に性交を求められたら、女性は愛情があるなら少タイヤでも応じるべき」(0.57)、「女性の方から避妊してと言ったら相手に嫌われると思う」(0.59)であった。

「子どもが小さい内は、母親は仕事を持たずに家にいるべき」と有意な正の相関があったのは、「男は外で働き、女は家庭を守るべき」(0.63)以外では「好きで付き合っている人から暴力をふるわれる人はいない」(0.4)、「数回デートしたら相手は自分のものだと思っていい」(0.44)、「男性に性交を求められたら、女性は愛情があるなら少タイヤでも応じるべき」(0.42)、「女性の方から避妊してと言ったら相手に嫌われると思う」(0.4)であった。

「好きで付き合っている人から暴力をふるわれる人はいない」と有意な正の相関があったのは、「望んでいないのに性交してしまう人はいない」「たとえ暴力をふるったとしても、謝ったら許してあげるべき」であった。

表6 社会的性差とDV容認との相関

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1 男は外で働き、女は家庭を守るべき		0.63	0.35	0.36	0.10	0.43	0.3	0.46	0.38	0.42	0.57	0.30	0.59	0.36	0.31
2 子どもが小さい内は、母親は仕事を持たず家にいるべき			0.40	0.00	0.23	0.44	0.39	0.30	0.5	0.21	0.42	0.20	0.43	0.23	0.08
3 好きで付き合っている人から暴力をふるわれる人なんてめったにない				0.17	1.00	0.13	0.24	0.16	0.39	0.9	0.29	0.33	0.22	0.36	0.41
4 デート相手からの暴力なんておきたとしても、そのときだけのこと					0.18	-0.06	0.04	0.01	0.01	-0.02	0.13	0.02	0.14	0.02	-0.19
5 望んでいないのに性交してしまう人なんていない						0.34	0.41	0.20	0.21	0.40	0.25	0.23	0.24	0.12	0.00
6 数回デートしたら「相手は自分のものだ」と思っている							0.51	0.42	0.45	0.61	0.36	0.53	0.52	0.4	0.13
7 暴力をふるわれるのはふるわれるほうに理由があるからだ								0.62	0.52	.75	0.41	0.52	0.54	0.38	0.05
8 親しくなれば嫌がることをしたり行動をしばったりはしかたない									0.52	0.70	0.38	0.50	0.30	0.2	0.01
9 男性が暴力的・攻撃的なのは男らしい										0.63	0.35	0.49	0.36	0.22	0.09
10 相手をおとしめるようなことを言ったりバカにしたりどなったりは暴力に入らない											0.31	0.64	0.56	0.33	0.17
11 男性に性交を求められたら、女性は愛情があるなら少タイヤでも応じるべき												0.43	0.32	.42	-0.07
12 付き合うようになったら、ふたりの気持ちや考えは同じでなければならぬ													0.37	0.43	0.00
13 女性の方から避妊して言ったら相手に嫌われると思う														0.61	0.34
14 ドラマやマンガで恋人が思わず手をあげるのは、嫉妬や愛情表現なら暴力ではない															0.23
15 たとえ暴力をふるったとしても、ちゃんと謝ったら許してあげるべき															

4. あとがき

デートDVの被害経験のある女子は10人に1人で、冒頭に述べた内閣府の調査結果と一致している。デートDVは一部の学生が抱える問題ではなく、全ての学生に関係のある問題であるということが、当調査結果からも言える。また、デートDVにつながる危険で間違った意識(考え方や価値観)、性・性交に関する間違った意識を高い割合でもっていることが分かった。各項目の関係性を調べたところ、危険で間違った意識や性感染症や避妊についての不適切な知識や考え方を持つ女子ほど、性・性交に関する間違った意識を持っていた。恋愛関係において女性は男性に従属的になる役割があると認識する女子ほどデートDVに対する問題意識が低かった。そして、デートDV被害経験がある女子のほうが、その考えを支持する傾向のあることが

明らかになった。性交は男性にリードされ女性は従うものだという認識のため、避妊して欲しい・性交したくないといった意識意思表示をしないまま DV 被害を受けることが考えられる。

以上のことから、デート DV 未然防止のためには、DV に関する知識だけではなく性や性交に関する正確な知識も含めたデート DV につながる危険で間違った意識を改めるきっかけを提供する必要がある。

性的な DV 被害体験のある女子が確認されたことから、デート DV の加害者にも被害者にもならないように男子は何が性暴力になるのかしっかり自覚できるよう、性的自己決定を尊重することを学ぶ教育が急務であると指摘できる。

性・性交に関する主要な情報源は、身近な同年代の友達・先輩であったが、その内容は必ずしも正確ではない。性情報の氾濫している環境の中で、性に関して適切に理解し、行動できるようにすることを課題とし、相手を思いやり望ましい人間関係を構築することを関連づけて指導する必要がある。2 年男女対象のデート DV 未然防止講演会の実施後には、DV に関する認知度が上昇することが明らかになっていることから、DV 予防啓発教育は一定の効果があったといえる。今後、性に対する理解を深め平等な男女関係の正しい認識をもてるような教育が望まれる。

商船高等専門学校の女子は、学生 6 人中 1 人程度である。今回、少数派である高専女子のデート DV の現状の一端が明らかになった。今後、健康相談においてもより実践的な被害者支援方法や加害者の暴力克服の支援方法、デート DV の認知や防止のための取り組みを推進していく必要があると考え、課題としたい。

参考文献

- [1] 内閣府男女共同参画局：男女間における暴力に関する調査報告書、(2012)
- [2] 横浜市市民活力推進局：デート DV についての意識・実態調査報告書、(2008)
- [3] 広瀬裕子：学校の性教育に対する近年日本における批判動向—「性教育バッシング」に対する政府対応—、専修大学社会科学年報第 48 号、193-211、(2014)
- [4] 北海道学校保健審議会：生徒の性に関するアンケート調査のまとめ、北海道教育委員会健康体育課調査報告、(2008)
- [5] (財)兵庫県ヒューマンケア研究機構家庭問題研究所：青少年の性意識と性行動に関する調査研究報告書、(2002)
- [6] 鈴木佳代：現代高校生の生活と性行動、北海道大

学大学院教育学研究科紀要第 90 号、(2003)

外航船員育成のための練習船における 英語教育の取組み

小林 一平*・山本 皐央**・村上 知弘***

Approach of English education aboard training ship for international mariners

Ippei Kobayashi*, Takahisa Yamamoto** and Tomohiro Murakami***

Abstract

We made an English version of an engineer's checklist for departing and entering port aboard a training ship. We surveyed student's understanding of professional English and maritime training to establish its understandability. We found the checklist improved understanding of training. However, using an English version reduced work efficiency. Overall, skill as international mariners definitely appeared to rise by practicing English aboard the training ship.

1. はじめに

近年、グローバル化が進んでおり多種多様な職業で英語の必要性が増してきている。海運業界においては近年のグローバル化が進む以前から海外での仕事は通常であり、英語の必要性が求められていた。海運業界では、乗組員の大半をフィリピン人等の外国人船員が占め、日本人船員は外国人船員と混乗するケースがほとんどである。仕事上の会話はもちろんのこと、食事中や娯楽中といった普段のコミュニケーションも全て英語でやりとりしなければならず、英語は外航船舶に乗船するにあたり重要な知識の一つであることが窺える。本校では、外航を希望する学生が多いにも関わらず学生の英語力が著しく低いのが実状である。

著者らが勤務する弓削商船高等専門学校は主に外航船員の育成を目的としており、単に船舶に関する知識、経験を積むだけではなく外航船員になるための英語力を向上させる責務がある。英語授業の他に本校が所有する練習船弓削丸では1年次から5年次までの在学中、年に数回行われる航海実習でも英語を使用した実習を行っている。その実習ではこれまで人員報告等の簡単な号令のみ英語で行っており、出入港時の機関室と機関制御室間、船橋と機関制御室間といった各部署間で

のマイクや電話のやりとりは全て日本語で行っている。そのため英語による会話はもちろんのこと、機器名称や操作といった簡単な専門用語が分からない学生も多かった。また、平成24年より海事人材育成プロジェクト1)が商船学科を有する5校で行われており、英語教育にも力を入れている本校では授業単位以外にTOEIC対策や放課後のネイティブティーチャーによる英会話教室等も行われているが参加学生はそれほど多くはない。学生にとってより多くに英語慣れさせることが大切である。

そのような観点から、前回の研究2)で行ったヒューマンエラーの防止に併せ、外航船舶乗船時に即戦力となる人材の育成になるのではないかと機関係出入港作業の英語版チェックリストを新たに作成した。

また、チェックリストの使用前後で学生にアンケートをとり実習前後での英語及び実習に対する理解度の変化やチェックリストの運用効率について考察した。

2. チェックリスト及びアンケート

2.1 チェックリスト

前節で述べたように、ヒューマンエラー防止と外航船舶乗船時に即戦力となる人材の育成を目的として、

実習や英語が苦手な学生でも簡単に扱えるような英語版チェックリストを作成した。実際の外航現場作業では 1 歩間違えれば大事故と隣り合わせとなる。このような重要な作業においては周囲への作業開始とその注意喚起のための指示や復唱のための英語による会話能力が必要となってくる。前回の研究で作成した日本語版のチェックリスト 2) では機関室作業と制御室作業との間にセンターラインを引き、機関室である作業をしている時、制御室ではどのような作業をしているのか理解出来るよう時系列で表記した。それを実習で使用した結果、作業がスムーズに進んだことや、作業確認が出来ていた等の成果が得られた。そこで、まず前回のチェックリストをそのまま英語に翻訳した。しかし、これでは作業の手順が分かったとしてもそれをどのように英語で報告すれば良いのか分からない学生が出てくると考えた。そこで、図 1 及び図 2 に示すように作業手順と報告の際の口頭文句を左右で分けることにより、作業と報告を両立出来るようにした。しかし、いきなり英語での実習を始めると意味が全く分からない学生が大半になることが想定され、今回作成した英語版チェックリストをベースに図 3 及び図 4 に示すような日本語表記のチェックリストも別に作成した。この日本語表記のチェックリストは、あくまで英語版チェックリストの意味を理解するものであり、実際の練習船実習では英語版をメインに使用しアンケートや学生及び乗組員からのアドバイスをもとに、より簡単で見易いものへと改善した。

YUGEMARU Departure Procedure (E/R)	
Port	to _____ Date _____
Name _____	
Warm-up Procedure	
Procedure	Report
<input type="checkbox"/> Check C.F.W. quantity (Expansion TK)	•Water quantity of the Exp TK is _____ L.
<input type="checkbox"/> Check M/E Crankcase L O quantity	•We'll check the L O quantity of the M/E Crankcase
<input type="checkbox"/> M/E L O S/B PP, "Start"	•We'll start the M/E L O S/B PP
<input type="checkbox"/> M/E L O Heater, "Start"	•We'll start the M/E L O Heater
<input type="checkbox"/> M/E C F W S/B PP, "Start"	•We'll start the M/E C F W S/B PP
<input type="checkbox"/> M/e C F W Heater, "Start"	•We'll start the M/E C F W Heater
YUGEMARU Departure Procedure	
<input type="checkbox"/> Check C.F.W. quantity (Expansion TK)	•Water quantity of the Exp TK is _____ L.
<input type="checkbox"/> Check M/E Crankcase L O quantity	•We'll check the L O quantity of the M/E Crankcase
Open Each valves	
<input type="checkbox"/> F O SERVICE TK inlet valve, "Open"	•We'll open the inlet valve of the F O SERVICE TK
<input type="checkbox"/> D/G F O Flow meter Inlet valve, "Open"	•We'll open the Inlet valve of the D/G F O Flow meter
<input type="checkbox"/> M/E F O Flow meter Inlet valve, "Open"	•We'll open the Inlet valve of the M/E F O Flow meter
<input type="checkbox"/> S W Port or S'tb suction valve, "Open"	•We'll open the S W Port or S'tb suction valve of the M/E
<input type="checkbox"/> M/E Overboard discharge valve, "Open"	•We'll open the Overboard discharge valve of the M/E
<input type="checkbox"/> NO 1 and NO 2 D/G Overboard discharge valve, "Open"	•We'll open the NO 1 and NO 2 D/G Overboard discharge valves
<input type="checkbox"/> Stern tube S W inlet valve, "Open"	•We'll open the inlet valve of Stern tube S W
Turning	
<input type="checkbox"/> Engage the Turning Gear	•We'll engage the Turning Gear
<input type="checkbox"/> Turning Motor power, "ON"	•We'll turn on the Turning motor.
<input type="checkbox"/> Turning, "Start" (Check the current value)	•We'll start the turning The current is _____
Start Main Air Compressor	
<input type="checkbox"/> Main Air Reservoir drain discharge	•We'll discharge blow off the drain of the NO 1 or NO 2 Main air reservoir
<input type="checkbox"/> Main stop valve, "Open"	•We'll open the Main stop valve
<input type="checkbox"/> Main Control Air valve, "Open"	•We'll open the Main Control Air valve
<input type="checkbox"/> Charge valve, "Open"	•We'll open the Charge valve
<input type="checkbox"/> Main Air Compressor breaker, "ON"	•We'll start the Main Air Compressor

図 1 機関室出港作業(表)

Start NO.1, NO.2 D/G	
<input type="checkbox"/> Check L.O. SUMP TK quantity	•We'll check the L.O. quantity of the D/G SUMP TK
<input type="checkbox"/> Check Starting Air Motor L.O. quantity	•We'll check the Starting Air Motor.
<input type="checkbox"/> Check C.F.W. TK quantity	•We'll check the C.F.W. TK quantity.
<input type="checkbox"/> Priming	•We'll carry out L.O. Priming for the D/G.
<input type="checkbox"/> D/G "Start"	•We'll start the D/G.
<input type="checkbox"/> CPP Oil PP, "Start"	•We'll start the CPP Oil PP.
<input type="checkbox"/> R/G L.O. PP, "Start"	•We'll start the R/G L.O. PP.
<input type="checkbox"/> M/E S/B F.O. SUPPLY PP, "Start"	•We'll start the M/E S/B F.O. SUPPLY PP.
End Warm-up	
<input type="checkbox"/> M/E L.O. Heater, "Stop"	•We'll stop the M/E L.O. Heater.
<input type="checkbox"/> M/E C.F.W. Heater, "Stop"	•We'll stop the M/E C.F.W. Heater.
<input type="checkbox"/> M/E Turning, "Stop"	•We'll stop turning.
<input type="checkbox"/> Turning Motor power, "OFF"	•We'll turn off the Turning motor.
<input type="checkbox"/> Disengage the Turning Gear	•We'll disengage the Turning Gear.
Air running	
<input type="checkbox"/> Starting Air Inlet valve "Open"	•We'll open the Starting Air Inlet valve.
<input type="checkbox"/> Request to C/R	•Please open the Starting Air Intermediate valve.
<input type="checkbox"/> (Starting Air Intermediate valve, "Open")	•We'll close the Drain valve.
<input type="checkbox"/> Drain valve, "Close"	•We'll check the F.O. handle STOP position
<input type="checkbox"/> Check the F.O. handle STOP position	•We'll carry out air running for the M/E.
<input type="checkbox"/> Air running	•Everything is in order, Sir.
<input type="checkbox"/> Check the abnormality	
Start M/E	
<input type="checkbox"/> Indicator valve, "CLOSE"	•Plase close all indicator valves on the M/E
<input type="checkbox"/> F.O. Handle, "RUN"	•We'll chang position of F.O. control handle STOP to RUN.
<input type="checkbox"/> Report to C/R	•Enginroom all's well.
<input type="checkbox"/> Started the M/E(550rpm), Check the abnormality	•Everything is in order, Sir.
<input type="checkbox"/> M/E S/B F.O. SUPPLY PP, "Stop"	•We'll stop the M/E S/B F.O. SUPPLY PP.
<input type="checkbox"/> M/E L.O. S/B PP, "Stop"	•We'll stop the M/E L.O. S/B PP.
<input type="checkbox"/> M/E C.F.W. S/B PP, "Stop"	•We'll stop the M/E C.F.W. S/B PP.
<input type="checkbox"/> R/G L.O. PP, "Stop"	•We'll stop the R/G L.O. PP.
Engage Clutch	
<input type="checkbox"/> C.S.W. PP "Start" (Check the discharge pressure)	•We'll start the C.S.W. PP.
<input type="checkbox"/> After increase of M/E revotion(~750rpm), Check for abnormality	•Everything is in order, Sir.

図 2 機関室出港作業(裏)

弓削丸 出港手順(機関室)	
寄港地	日付
記入者	
暖機手順	
手順	報告
C F W 残量確認(膨張タンク)	・膨張タンクの水量は _____ Lです。
M/Eサブタンク L O 残量確認	・主機サブタンクの潤滑油量を計ります。
M/E L O S/B P/P 始動	・M/E L O スタンバイポンプを始動します。
M/E L O Heater 始動	・M/E L O ヒーターを始動します。
M/E C F W S/B P/P 始動	・M/E 冷却清水スタンバイポンプを始動します。
M/E C F W Heater 始動	・M/E 冷却清水ヒーターを始動します。
出港手順	
C F W 残量確認(膨張タンク)	・膨張タンクの水量は _____ Lです。
M/Eサブタンク L O 残量確認	・主機サブタンクの潤滑油量を計ります。
諸弁開放	
F O サービスタンク元弁 開放	・F O サービスタンクの元弁を開放します。
D/G F O 流量計 入口弁 開放	・発電機の燃料流量計入口弁を開放します。
M/E F O 流量計 入口弁 開放	・主機の燃料流量計入口弁を開放します。
左舷または右舷 船底弁 開放	・左舷または右舷の船底弁を開放します。
M/E 船外弁 開放	・主機の船外弁を開放します。
NO 1, NO 2 D/G 船外弁 開放	・一号、二号発電機の船外弁を開放します。
船尾管海水入口弁 開放	・船尾管海水入口弁を開放します。
ターニング	
ターニングギア 嵌合	・ターニングギアを嵌合します。
ターニングモーター 電源 ON	・ターニングモーターの電源をONにします。
ターニング開始(電流値確認)	・ターニングを開始します。電流値は _____ Aで
主空気圧縮機始動	
主空気層ドレン 排除	・主空気層ドレンを排除します。
主塞止弁 開放	・主塞止弁を開放します。
制御空気元弁 開放	・制御空気元弁を開放します。
充気弁 開放	・充気弁を開放します。
主空気圧縮機 プレーカー ON	・主空気圧縮機のプレーカーをONにします。

図3 日本語版機関室出港作業(表)

NO.1, NO.2 D/G 始動	
L O サンプタンク 油流確認	・L O サンプタンクの油量を確認します。
始動用 エアモーター リブリケータ 油流確認	・始動用エアモーターリブリケータの油量を確認します。
清水タンク 水量確認	・清水タンクの水量を確認します。
プライミング	・プライミングをします。
D/G 始動	・発電機を始動します。
NO 1, NO 2 D/G 運転状態確認	・(見回りをしてから報告)異常ありません。
CPP Oil P/P 始動	・CPPのオイルポンプを始動します。
R/G L O S/B P/P 始動	・減速機L O スタンバイポンプを始動始動します。
M/E F O SUPPLY P/P 始動	・M/E F O サプライポンプを始動します。
ターニング終了	
L O Heater 停止	・L O ヒーターを停止します。
C F W Heater 停止	・冷却清水ヒーターを停止します。
M/E ターニング 停止	・主機のターニングを停止します。
ターニングモーター 電源 OFF	・ターニングモーターの電源をOFFにします。
ターニングギア 離脱	・ターニングギアを離脱します。
エアランニング	
始動空気入口弁 開放	・始動空気入口弁を開放します。
制御室に始動空気中間弁を開放要請	・制御室、始動空気中間弁を開放して下さい。
ドレン弁 閉鎖	・ドレン弁を閉鎖します。
F O ハンドル STOP 位置確認	・F O ハンドルはSTOPの位置にあります。
エアランニング	・エアランニングをします。
異常がないか確認(異物、水等混入)	・異常ありません。
M/E 始動	
インジケータバルブ 閉鎖	・インジケータバルブを閉鎖します。
F O ハンドル RUNの位置にする	・F O ハンドルをRUNの位置にします。
制御室に報告	・主機始動準備完了しました。
M/E始動後(550rpm)、運転状態確認	・(見回りをしてから報告)異常ありません。
M/E F O S/B P/P 停止	・M/E 燃料スタンバイポンプを停止します。
M/E L O S/B P/P 停止	・M/E L O スタンバイポンプを停止します。
M/E C F W S/B P/P 停止	・M/E 冷却清水スタンバイポンプを停止します。
R/G L O S/B P/P 停止	・減速機L O スタンバイポンプを停止します。
クラッチ嵌合	
海水ポンプ 始動	・(クラッチ嵌合する前に)海水ポンプを始動します。
増速後(〜750rpm)、巡回(機器からの異音、振動、漏れ等がないか)	・(巡回をしてから報告)異常ありません。

図4 日本語版機関室出港作業(裏)

2.2 アンケート

実習前後で学生の出入港作業に対する理解度の変化及び日本語版と英語版チェックリストでどの程度理解度に差があるか調査を行った。出入港作業チェックリスト内の各手順の左枠空白部分に図5に示すように表記し解答者の答弁を図った。「読めない」「読めるけど作業はできない」「できる」の3項目を記入し、英語が読めないため作業が出来ないのか、英語は読めるが作業内容を理解していないため出来ないのか、英語が読めて作業内容も理解しているため出来るのかを調査した。

読めない	<input checked="" type="checkbox"/>
読めるけど、作業できない	<input checked="" type="checkbox"/>
作業できる	<input type="checkbox"/>

図5 アンケート記入方法

また、上記アンケートとは別に英語版チェックリストを用いた際の出入港作業の出来具合、日本語版と比較した場合の作業効率、チェックリスト内の各略語や操作機器名称の理解度、チェックリストの必要性、チェックリストについての意見等を自己評価形式で図6に示すアンケート用紙により調査した。

機関室 出入港作業についてのアンケート					
学年	氏名				
英語版チェックリストについて	よくできた	できた	普通	できなかった	全くできなかった
機関室の出港作業について	5	4	3	2	1
制御室の出港作業について	5	4	3	2	1
機関室の入港作業について	5	4	3	2	1
制御室の入港作業について	5	4	3	2	1
使用している略語について	5	4	3	2	1
操作する機器の名称について	5	4	3	2	1
英語版と日本語版を比べて英語版の作業効率について	大変良い	良い	普通	よくない	大変よくない
機関室の出港作業効率	5	4	3	2	1
制御室の出港作業効率	5	4	3	2	1
機関室の入港作業効率	5	4	3	2	1
制御室の入港作業効率	5	4	3	2	1
今回の実習の目的を達成について	5	4	3	2	1
チェックリストの必要性はあるか	必要	・	・	不要	
将来、海上職希望か	希望する	・	・	希望しない	
前中で「希望する」と答えた人	外航志望	・	・	内航志望	
チェックリストについてご意見があればお願いします。					

図6 アンケート用紙

2. 3 調査対象人数

調査対象人数は商船学科 4 年機関コースが 13 名、商船学科 5 年機関コースが 17 名となっており、両アンケートの回答率は 100%である。

3. 結果及び考察

図 7 に出港時の英語版チェックリストに対する各学年の実習前後での理解度を示す。本校では 1 年次から 5 年次までの間、年に 2 回程度航海実習を行っている。1 年生から 3 年生までは基本的に乗組員の指示のもと実習を行い、4 年次から学生主体の実習となり乗組員は緊急時を除き一切指示を出さないようにしている。そのため実習前の 4 年生では作業が出来ると回答した学生は 30%程度しかいなかった。しかし、実習後のアンケートでは作業が出来ると回答した学生が約 90%となり、理解度の上達が窺える。一方、5 年生では 4 年次の経験もあり実習前のアンケートから作業出来ると回答した学生が 80%を占めた。実習後のアンケートではさらに上達し 100%に近い値となった。図 8 の入港時の理解度の変化についても同様のことが窺えた。

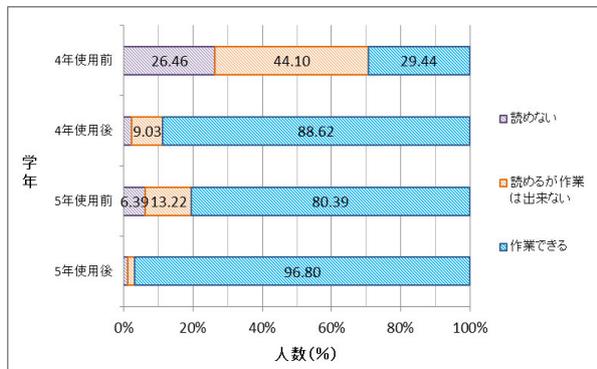


図 7 英語版に対する理解度の変化(出港作業)

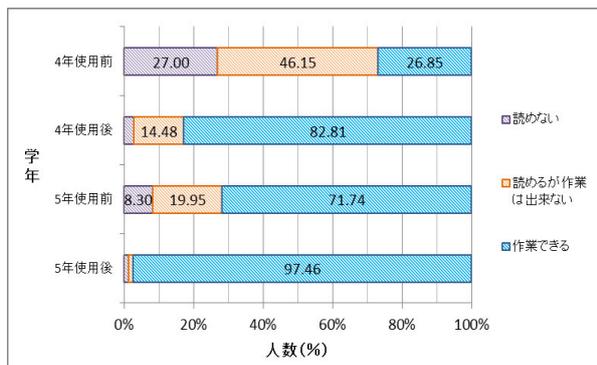


図 8 英語版に対する理解度の変化(入港作業)

次に英語版チェックリストを使用した際の出入港作業の出来具合を図 9 に示す。各学年共に「できた」「普通」という回答が多数を占め、「できなかった」という回答はごく僅かであった。練習船実習は 4 年生では 2 泊 3 日、5 年生では 3 泊 4 日で行うため実習中に英語に慣れたのではないかと考えられる。

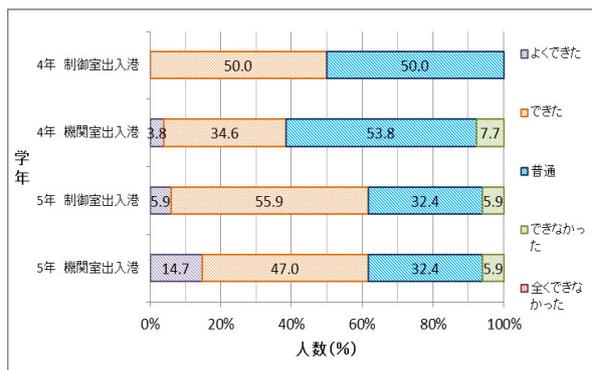


図 9 英語版による作業の状況

また、チェックリスト内の使用している略語や、操作機器名称の理解度については図 10 に示す。略語や操作機器名称においては 1 年次の実習から使用しているため大半の学生が「わかる」「普通」と回答した。

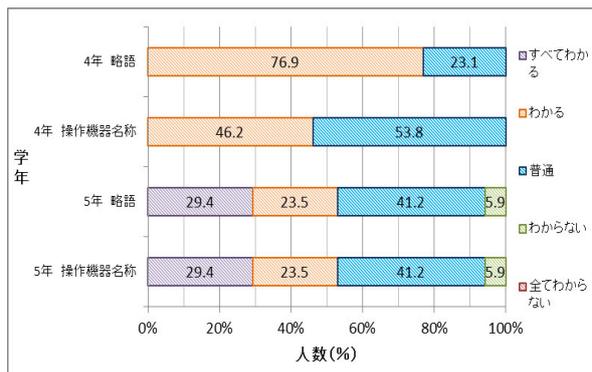


図 10 略語・操作機器名称の理解度

英語版チェックリストの使用とそれに伴い英語による実習を行った結果、作業効率を図 11 に示す。「良い」「普通」という回答が全体の約 7 割を占めているが、「良くない」という回答も 3 割前後見受けられた。これは学生の実習風景を見て著者の一人が感じた事であるが、常に騒音が発生している機関室内において英語でやり取りをするとすると、制御室から機関室への報

告は日本語に比べて聞き取りづらいものがある。また機関室から制御室への報告も騒音が邪魔で発音良く喋ろうとすると逆に聞き取りづらく作業効率としては悪いように感じた。しかしながら、実際の外航船舶ではフィリピン人、インドネシア人、インド人、韓国人及びクロアチア人など多種多様な人々が実際に英語を使用し、作業が成り立っている。英語によるコミュニケーションは経験の積み重ねが重要だと考える。

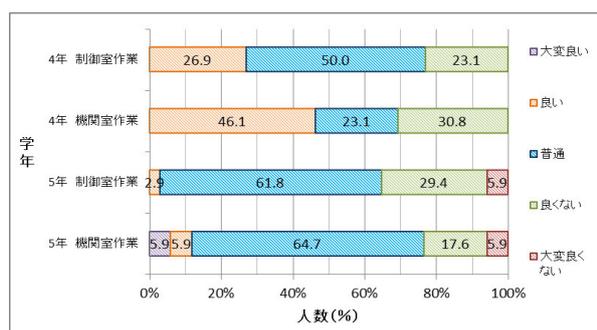


図 11 作業効率

一方、チェックリストの必要性の有無は図 12 に示す。チェックリスト本来の目的であるバルブの開閉、機器の発停忘れ等によるヒューマンエラーの防止、また海難事故発生後の証拠書類にもなるため役割としては非常に重要になる。さらに作業手順が分からない学生にとっては良い教材となるため、以下のような結果になったのではないかと考える。5 年生で不要と回答した学生の意見は、「チェックリストを持ち歩いている学生は作業の流れは分かるが、手が塞がってしまうため実際に作業を出来ず効率が悪くなる」とあった。これはチェックリストを持ち歩きながらの作業は非効率的であるが、上記で述べたようにヒューマンエラーの防止や海難事故発生後の証拠書類としては非常に重要となってくるのが学生の常識にはないことが分かる。そのため、持ち歩くのではなく各部署の決まった箇所にチェックリストを配置するなどすれば、手が塞がらず作業に参加できるのではないかと考える。

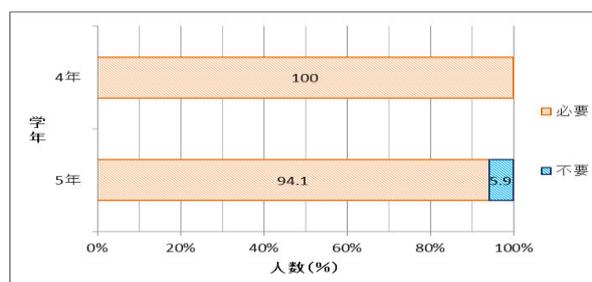


図 12 チェックリストの必要性

図 13 に示すように希望の職種はほぼ全ての学生が海上職を希望した。近年、海運業界において外航のみならず内航においても人手不足に悩まされており、特に機関系に関しては非常に深刻化している。そのため、機関系の募集が増加し海上職に就きやすいというのが要因であると思われる。

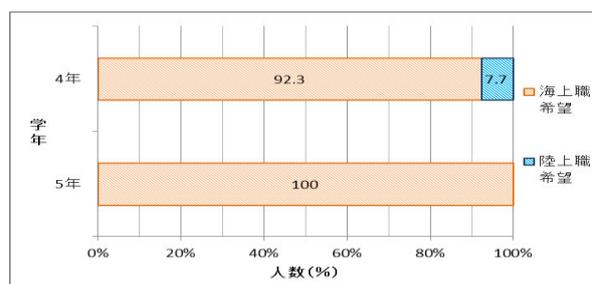


図 13 希望職種

また、海上職希望と答えた学生で外航と内航どちらを希望か調査した結果を図 14 に示す。4 年生は外航志望が約 4 割、5 年生は約 3 割となり外航志望の方が少ない結果となった。高学年になると会社説明会やインターンシップ等の参加で就労条件や所有船舶、所有隻数、採用条件等を調べ自分の能力に適した会社を探し出す。外航船舶では英語能力の有無はもちろんのこと、2 級海技士筆記試験合格等の内航の採用条件にはない厳しい条件も加わってくる。最近では、英語能力の低下に加えて海技士取得者も少なく、外航船舶に乗ろうとする学生が少数派であるのが実状である。外航船員の育成を目的とする本校としては英語力の向上に加えて上級海技士の取得にも力を入れる必要がある。

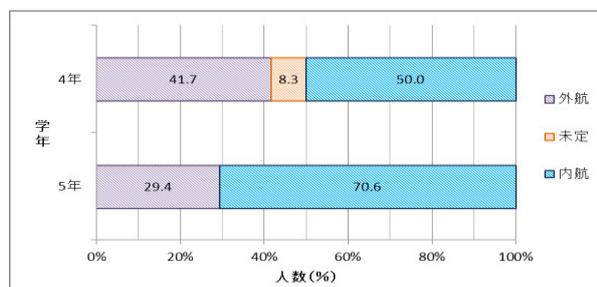


図 14 内航・外航志望の割合

4. まとめ

外航船員育成のための機関係出入港作業の英語版チェックリストを作成した。

更に実習前後のアンケート調査により以下の事が判明した。

実習前後を比較すると英語の理解度は大きく向上した。しかし、英語を聞きなれていない事と騒音問題が重なって部署間でのやりとりに支障が出る場面があった。また、チェックリストを記入する学生が作業に参加出来ない場面もあった。そのため、チェックリストは持ち歩きずどこか決まった一定の場所に配置し作業が終わればそこまで行ってチェックする。また、英語による実習を行うには教室での授業や放課後の英会話教室への参加、TOEIC を受験するなどして発音の改善をする必要がある。そして、英語だけでなく人としてのコミュニケーション能力を高めておく必要があると考える。

希望の職種に関しては、ほぼ全員が海上職希望と答えた。また、その内の 3~4 割は外航志望と回答した。本来の希望は外航であるが、現実的に考えると少なくなるというだけで技能が備わればもっと多くの学生が希望するであろう。近い将来外航志望の方が多くなるよう、そしてその学生たちが実際に外航船員となれるよう、これから更に英語能力の向上に取り組んでいく必要がある。また、本校学生が外航を諦める一番の理由となっている上級海技士国家試験についても試験対策資料を作成、配布する等しているが、より取得率向上に向けた方法を考えていく必要がある。

参考文献

- 1) 海事分野における高専・産業界連携による人材育成システムの開発～平成 26 年度報告 3 年間の活動をまとめて P8 2014
- 2) 小林ら：「練習船実習における機関係出入港作チェックリストの作成とその運用について」；弓削商船

情報工学科 5 年「人工知能 1」における 反転授業の実践

峯脇 さやか*

Practice of the Flipped Classroom on a Class of "Artificial Intelligence 1" of 5th Grader of Information Science and Technology Department

Sayaka Minewaki *

Abstract

In recent years, the flipped classroom approach has been used in various fields of educations. The flipped classroom means that students watch videos as preparation for a lesson in their homes and then use class time to do the harder work of assimilating that knowledge, through problem-solving, discussion, or debates. The author has been having a class of "Artificial Intelligence 1" of 5th grader of information science and technology department, and has been to challenge the flipped classroom this year. In this paper, practice of the flipped classroom is described.

1. はじめに

現在、教育現場において、ICT 技術は必要不可欠なものとなっている。さらに、近年では「反転授業（反転学習; Flipped Classroom）」が特に注目されており、様々な教育現場において、反転授業の取り組みが行われようとしている。反転授業とは、通常の授業で実施するような説明型の講義を e-Learning で予習し、実際の授業（対面授業）では、予習した内容をもとに、演習やプロジェクト学習などのアクティブ・ラーニング（AL; Active Learning）を実施する形態の教育方法である。通常、反転授業では、学生が行う e-Learning での予習を、宿題として義務付けている。反転授業により、成績が向上し、試験の落第者が減少する、授業評価が向上するなどの効果が期待できる。

著者は、自身が担当する科目である「人工知能 1」（情報工学科 5 年生、前期、必修、1 単位）で反転授業を実施している。著者は、2006 年からこの科目を担当しており、当初より、PowerPoint で講義資料を作成し、プレゼンテーション形式の座学を行っている。座学の後は、グループによるプログラミング演習を行っている。2013 年度までは、PC 室で、座学と演習を行っており、昨年度¹⁾は、反転授業をプレトライアルとして取り組み始めた。本年度は、昨年度の反省を踏まえ、反

転授業を本格的に取り組んだ。本稿では、取り組み内容、および、授業アンケートの結果について報告する。

以下、2 では、反転授業について述べる。3 では、著者の担当科目である「人工知能 1」について述べ、4 で、本年度の反転授業の取り組みについて述べる。5 で、授業アンケートの結果を示す。最後に 6 でまとめる。

2. 反転授業（反転学習; Flipped Classroom）²⁾

一般的な授業は、説明型の講義で知識の習得を行い、その後、演習や宿題などで知識を定着させるというような形態である。授業時間の多くを説明に費やし、個別指導、演習、プロジェクト学習などに充てる時間はあまりない。

反転授業とは、通常の授業で実施するような説明型の講義を予習し、実際の授業では、予習した内容をもとに、演習やプロジェクト学習などを実施する形態の教育方法である。反転授業は、2000 年代後半からアメリカで実施されてきており、日本では 2012 年頃から取り入れられるようになってきている。日本においては、比較的新しい教育方法とも言える。

ICT 設備の整備により、学生は、e-Learning を使用した予習を行うことができる。通常、反転授業では、予習を宿題として義務付けており、また、予習の際、

ビデオ教材を視聴するよう指導している場合がほとんどである。ビデオ教材を YouTube に掲載しておくことで、インターネットに接続できる環境ならば、いつでもどこでも学生はビデオ教材を視聴し、予習することができる。また、適宜、一時停止したり、繰り返して再生させたりすることによって、学生個人のペースで知識を習得することが可能である。

反転授業には、予習によって定着させた知識をもとに、演習やプロジェクト学習を実施することにより、学んだ知識を利用する機会を増やすことができるという利点があり、さらなる知識の定着を促すことができる。また、予習では不明だったことを個別指導することで、成績が向上し、試験の落第者が減少する、授業評価が向上するなどの効果が期待できる。さらに、学生の学習時間を実質的に増加させられる、学習の進度を早めることができるという利点もある。

一方、反転授業には、まだまだ多くの課題がある。第1に、ICT設備が整っていない環境では、オンラインに掲載されているビデオ教材用いた予習ができない。一般的に、学校ではICT設備は整っているが、全ての学生の家庭や学寮の居室にICT設備が整っているとは限らない。第2に、実際の授業時間で行う演習やプロジェクト学習への動機づけを行い、これらの活動を円滑に進めるための十分な質と量のビデオ教材を準備しなければならない。準備のために教員に負担がかかり、さらに、ある程度のICTスキルを持つ教員でないと、ビデオ教材を作成するのに容易ではない。第3に、学生は、学外における学習時間を十分に確保しなければならない。学生の家庭にICT設備が整っていない場合、学校でビデオ教材を視聴してから帰宅すればよいが、クラブ活動などにより、その時間が確保できない場合は容易に想定できる。

反転授業には、次の2つのパターンがある。

(1) 完全習得学習型

- 全員が一定の水準に達することを目指す。
- 対面授業では、演習問題に取り組む場合が多い。その際、習熟度の低い学生に対して個別指導がしやすい。また、教え合いなどのアクティブ・ラーニングを取り入れることもできる。
- 全体的な成績向上、落第者の減少などで、反転授業の効果を定量的に明らかにできる。
- 現在の反転学習の多くは、完全習得学習型である。

(2) 高次能力学習型

- 対面授業では、協調・協働学習などの高次のアクティブ・ラーニングに取り組む。
- 現在は広く実践されていないが、高等教育機関では、高次能力学習型の反転授業が求められている。

反転授業で広く取り組まれているのは、完全習得学習

型で、全体的な成績向上、落第者の減少などで、反転授業の効果を定量的に明らかにできる。一方、高次能力学習型は、高次のアクティブ・ラーニングを実践できるような教員の力量が必要であり、反転授業の効果を明らかにしにくいいため、広まりにくい。

3. 担当科目「人工知能1」の概要

本節では著者の担当科目である「人工知能1」の概要について述べる。この科目は、情報工学科5年生対象の専門科目で、1単位の必修科目である。前期のみの開講なので、時間割上は、週2時間の授業を実施している。

人工知能という学問には、多くの要素技術がある。一般的な教科書(専門書)は、大学生向けや、研究者向けの内容で構成されており、教科書通りに授業を進めるのは、高専生にとって難しい内容であり、また、広く浅い知識を提供するだけになってしまうので、適切とは言えない。そこで、著者は、探索、知識表現、テキスト処理、自然言語処理、音声処理、対話システムの6つの要素技術についてのみ授業で扱っている。授業では、これらの要素技術について解説と、プログラミング演習を実施する時間を設けている。この演習では、与えられた問題を解決するプログラムを解析したり、編集したり、また、実行結果を分析したりして、解説で得た知識をさらに深めることを主眼にしている。

4. 本年度の反転授業の取り組み内容

著者が実践している反転授業の授業設計シートを図1に示す。

4.1 事前学習

事前学習では、学生に予習ビデオを視聴しながら予習課題に取り組むよう指導している。ビデオを視聴しただけでは、基礎知識が定着したとは言えず、対面授業で実施するアクティブ・ラーニングを有意義に活動することは難しい。そこで、ビデオ教材で説明した内容をまとめ、かつ、アクティブ・ラーニングに活かせる教材である予習課題を作成している。

予習ビデオは、著者自身が作成し、YouTube¹で限定公開している。予習ビデオは5~15分程度のものを作成しており、毎回1~4本のビデオを視聴することになる(表1参照)。また、予習課題は本校E-Learningサイト2015²で公開しており、学生は各自ダウンロード・印刷し、課題に取り組む。

¹ <https://www.youtube.com/>

² <http://e-class2015.center.yuge.ac.jp/moodle2015/>

	時間	学生の学習活動	指導上の留意点など	学年末評価の要素
事前学習		予習ビデオの視聴(5～10分程度のものを1～4本), および, 予習課題の実施	<ul style="list-style-type: none"> ビデオを視聴しただけでは, 基礎知識が定着したとは言えず, 対面授業で実施するアクティブ・ラーニングを有意義に活動することは難しい. 予習課題とは, ビデオ教材で説明した内容をまとめ, かつ, アクティブ・ラーニングに活かせる教材である. 	
導入	15分	あいさつ		
		予習課題の提出 小テスト	<ul style="list-style-type: none"> 小テストでは, 十分にアクティブ・ラーニングを活動できる基礎知識が定着できているかどうか確認する. 解答終了後は, 解答例を解説し, 回収する. 	予習課題の達成の程度 小テストの正解率
展開	80分	アクティブ・ラーニングにおける課題の実施, および, AL 考察レポートの作成	<ul style="list-style-type: none"> 課題実施前に, 取り組み方などについて説明する. 各グループを巡回する. 進捗状況を尋ね, 適宜アドバイスする. 集中できていないグループに対して, 学習を促す指導を行う. 	AL 考察レポートの達成の程度
まとめ	10分	AL 考察レポート提出	<ul style="list-style-type: none"> 課題の解答例について簡単に解説し, 回収する. 次回の予告を行う. 	

図1 授業設計シート

4. 2 対面授業の流れ

4. 2. 1 対面授業の流れ

対面授業の導入では, まず, 予習課題を回収する. そして, 十分にアクティブ・ラーニングを活動できる基礎知識が定着できているかどうか確認する小テストを実施している. 解答終了後は, 解答例を解説し, 回収する. なお, 予習課題の達成の程度と小テストの正解率は, 学年末評価の要素としている.

小テスト終了後は, アクティブ・ラーニング(協調・協働学習)に取り組む. なお, 1グループ6名までで学生の自由に組むように指導している. 課題実施前に, 取り組み方などについて説明する. 課題の数や難度によって, 当該日の課題を全て達成できない場合があるが, 必要最低限達成すべき箇所も説明している. 課題の遂行に際し, グループ内で分担せず, メンバー全員でディスカッションしながら取り組むよう指導し, 課題の成果は, AL 考察レポートとして提出させる. 学生が課題に取り組んでいる時間は, 各グループを巡回し, 進捗状況を尋ねたり, ヒントを与えたり, 学生の解答について学生と担当教員(著者)でディスカッションしたりしている. 集中できていないグループに対しては, 学習を促す指導を行っている. アクティブ・ラーニングにおける課題の達成の程度(AL 考察レポートの達成の程度)を学年末評価の要素としている.

授業終了前には, 課題の解答例について簡単に解説し, 回収する. 次回の予告を行い, 予習ビデオを使用するよう指導して授業を終了する.

4. 2. 2 全体ディスカッション

全グループで課題の分析結果について発表する全体ディスカッションを実施した. 担当教員である著者が司会者となり, 全学生がその場で体を司会者に向けるような形で行った. 司会者が無作為にグループを指名し, 課題の分析結果について各グループの代表者に簡単にその場で発表してもらった. 発表後は, 司会者が簡単にコメントした.

4. 3 学年末評価の要素

学年末評価の要素を以下に示す.

- (i) 予習課題の達成の程度
- (ii) 小テストの正解率
- (iii) AL 考察レポートの達成の程度
- (iv) AL 以外の課題やレポートの提出

5. 学習効果

5. 1 事前学習に取り組む学生の様子

予習ビデオの視聴状況, および, 予習課題の提出状況について述べる.

表 1 予習ビデオの視聴状況

予習ビデオ	再生時間 (分)	視聴回数 (回)	平均再生率 (%)
2015/4/20 講義用 ; Part1	13:22	49	38%
” Part2	7:29	33	49%
” Part3	8:25	17	62%
2015/4/27 講義用 ; Part1	3:17	28	87%
” Part2	10:59	29	51%
” Part3	12:06	8	21%
” Part4	7:14	9	31%
2015/5/11 講義用 ; Part1	5:33	41	52%
” Part2	3:48	28	56%
” Part3	6:50	28	74%
2015/5/25 講義用 ; Part1	2:21	34	78%
” Part2	5:43	34	80%
2015/6/1 講義用 ; Part1	4:59	23	95%
” Part2	5:50	24	73%
2015/6/22 講義用 ; Part1	7:17	24	88%
2015/6/29 講義用 ; Part1	13:14	30	43%
” Part2	3:26	21	65%
2015/7/6 講義用 ; Part1	5:17	25	58%
平均		26.9	61%

予習ビデオの視聴状況を表1に示す。表1において、再生時間は予習ビデオの長さ(分)である。視聴回数(回)、平均再生率(%)は、YouTubeクリエイターツールのアナリティクスで取得した値である。視聴回数とは、指定した期間、地域、およびその他のフィルタにおける視聴回数の合計である。平均再生率とは、視聴ごとに動画全体の何パーセントが見られているかの平均値である。

視聴回数の平均は26.9回であった。本年度の受講者数(情報工学科5年生)は33名であるが、ある1人の学生が複数回視聴していた場合や、複数人が一緒に視聴していた場合が考えられるため、受講者全員が視聴していたかどうかの確認はできない。

各動画の平均再生率の平均は61%であった。予習課題の範囲外を視聴していなかった場合が考えられる。

予習課題の提出状況について述べる。提出率の平均は83.7%であり、達成率の平均は79.5%であった。ほとんどの受講者がほぼ毎回提出しており、さらに、達成率も高かった。提出率と達成率の関係を図2に示す。図2より、提出率が高い受講者は、課題の達成率も高いことがわかる。

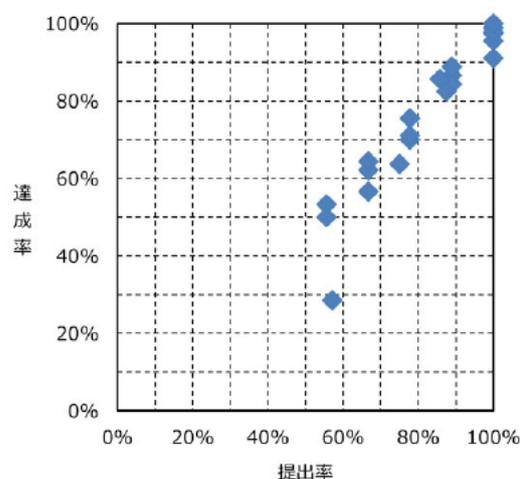


図 2 予習課題の提出率と達成率の関係

5. 3 対面授業中の学生の様子

対面授業では、まず、予習課題を回収し、小テストを実施した。小テストの正解率の分布を図3に示す。正解率の平均は35.3%であった。

学生が課題に取り組んでいる間は、担当教員である著者は、各グループを巡回し、進捗状況を尋ねたり、ヒントを与えたり、学生とディスカッションしたりし

た。集中できていないグループに対しては、学習を促す指導を行った。進度の差はあるが、どのグループも積極的かつ協動的に取り組んでいた。また、考察レポートは、全ての授業日において全グループが提出し、課題の達成率は96.5%であった。

5.3 授業アンケート

本校では、FD活動の一環として、学年末に授業評価アンケートを実施している。これとは別に、著者独自の授業アンケートを2回実施した。

5.3.1 2015/4/27実施分

2015/4/27は、第3回目の授業である。初回はガイダンスから開始したので、予習ビデオを視聴したのは、第2回目と第3回目の2回である。本校において、対象学生が反転授業に取り組むのは初めてであるので、学生が反転授業をどのように受け入れているか調査した。

アンケートの質問内容、および、回答の集計結果を表2に示す。なお、このアンケートでは30名が回答した。表2より、年度当初ということもあるが、学生全員が、好意的に受け入れており、かつ、学習意欲が高いことがわかった。このアンケート結果は、2015/4/27以降の授業計画の参考にした。

5.3.2 2015/10/5実施分

2015/10/5は後期の授業日であり、人工知能1は、すでに講義が終了している。人工知能1で取り組んできた反転授業の総括をするため、学生に適時アンケートに回答するよう依頼した。

アンケートの質問内容、および、回答の集計結果を表3、表4に示す。なお、このアンケートでは25名が回答した。表3、表4より、課題に苦戦した様子だが、2015/4/27実施分の結果と同様、学生全員が、好意的に受け入れており、かつ、学習意欲が高いことがわかった。

6. まとめ

本稿では、著者が取り組んだ本年度の反転授業の取り組みについて述べた。授業中は、学生全員が意欲的に取り組んでいた様子だった。また、授業アンケートより、学生全員が反転授業とアクティブ・ラーニング（協調・協働学習）を好意的に受け入れていたことが分かった。

協調・協働学習のような高次のアクティブ・ラーニングを実施する際、教師は、学生の学びを促進するファシリテーターとしての役割を果たすべきである。授

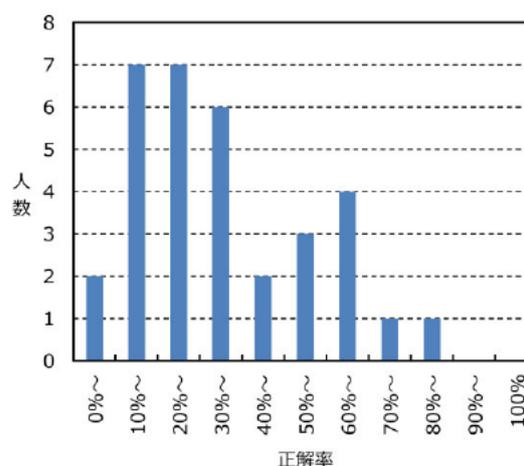


図3 小テストの結果の分布

業中、著者はファシリテーターとして、各グループを巡回し、進捗状況を尋ねたり、ヒントを与えたり、学生とディスカッションしたりし、また、集中できていないグループに対しては、学習を促す指導を行った。授業中の様子や授業アンケートにおいて、学生は活発かつ意欲的に授業に取り組んでいたため、著者はファシリテーターとして学生の学びに十分貢献していたと自己評価している。

次年度以降は、本稿で述べた反転授業と高次のアクティブ・ラーニングの取り組みをブラッシュアップしながら継続するとともに、教師のファシリテーション力を学生が評価するアンケートを実施する予定である。

参考文献

- [1] 峯脇さやか：情報工学科5年「人工知能1」における反転授業の実践，弓削商船高等専門学校 紀要第37号，pp.65-69，2015.
- [2] 重田 勝介：反転授業 ICTによる教育改革の進展，情報管理，Vol.56，No.10，pp.677-684，2013.
- [3] 東京大学大学院情報学環・反転学習社会連携講座：<http://flit.iii.u-tokyo.ac.jp/about/index.html#Flip>

表2 授業アンケート (2015/4/27 実施分)

質問内容	回答の集計結果
(質問1) 対面授業までに予習ビデオは視聴していますか？	<ul style="list-style-type: none"> ● はい 30名 ● いいえ 0名
(質問2) 今日(4/27)の予習ビデオはどのくらい視聴しましたか？(再生回数、視聴時間の合計) ※自由記述、集計結果は集約したもの	<ul style="list-style-type: none"> ● 再生回数：0 ● 1回(※同じ回答が計14名) ● 1回15分 ● 1回25分 ● 各1回ずつの再生で30分~40分ほど ● 再生回数は一度だが、わからない部分のみ巻き戻してみた。50分程度 ● 1回、プリントに記載しなければならぬので1時間ほど ● 再生回数1回、1時間(一時停止込み) ● 1回、予習プリントが理解できるまで。 ● 再生回数1回 動画時間分、一通り目を通した程度 プリントに記入する時は動画を時々戻した ● 途中止めながら、1回お通して見た。 ● 2回 ● 2回 40分くらい ● 2回 時間：60分 ● 3回見ました。 ● 4(回) 20(分) ● 予習課題が達成できる程度。
(質問3) 予習ビデオの再生時間についてどのように感じますか？	<ul style="list-style-type: none"> ● 長くも短くもない(適切) 7名 ● こんなものだと思う 17名 ● 長い 6名 ● その他 0名
(質問4) 1つの予習ビデオ(1コンテンツ)の再生時間は、どのくらいが適切だと思いますか？ ※自由記述、集計結果は集約したもの	<ul style="list-style-type: none"> ● 5分未満 3名 ● 5~10分 21名 ● 10~15分 3名 ● 今ぐらいで丁度良い。 ● 今のままでいいが本数が多い、音量が小さい。 ● 今の長さでいいと思う。
(質問5) 予習教材は、予習ビデオの内容に沿っていますか？	<ul style="list-style-type: none"> ● 適切に沿っている 30名 ● どちらともいえない 0名 ● まったく沿っていない 0名
(質問6) 予習の内容は、アクティブ・ラーニング(グループ課題)に役に立っていますか？	<ul style="list-style-type: none"> ● 役に立っている 25名 ● どちらともいえない 3名 ● 役に立たない 0名 ● わからない 2名
(質問7) アクティブ・ラーニングでは、協調的に課題に取り組んでいますか？	<ul style="list-style-type: none"> ● 取り組んでいる、他 2名 ● 少し協調的に取り組めていないところがある 1名 ● あまり取り組めてない 1名
(質問8) アクティブ・ラーニングにおける、グループ課題の内容は難しいですか？ ※自由記述	<ul style="list-style-type: none"> ● いいえ ● そこまで難しくない。ただ、処理が大きいとフローチャートで書くことがつらくなる。 ● 基本的にビデオ教材を観て予習をしておけばできる範囲なので問題無い。 ● あまり難しいとは思わない。 ●そんなに難しくない ● ふつう ● 難易度はちょうどいい 量が多い ● 時間的に全部取り組むことができないが難易度はちょうどいいと思う。 ● 簡単どころもあるが、難しいところもあると思う。 ● 理解できる部分は難しくないが、理解しにくい部分は難しい。 ● 少し難しい ● 少し難しい ● 少し難しいときもありますが、協力して頑張って取り組むようにしています。 ● 少し難しいと思います。 ● 難しい、ついていけるので精いっぱい ● 難しい。 ● レベルが高い。 ● 一人でやるには困難だがグループワークによってたすかっている面がある。 ● 自分の勉強不足でもあるが、難しいと思う。 ● フローチャートでは、わからないことなどお互いにいけんを出し合ってすすめているので良いと思う。 ● フローチャートを書くのがつらい。 ● フローチャート等の長い内容が多いと難しいというよりも時間不足になりました。 ● 協力しているので、難しくても、わからないところはお互い教え合えているので良いと思います ● 調べて少し考えたら解けそうだけど、時間が足りないです ● 時間をかければ解けるが時間が今回は時間がなかった。 ● 難しいが、みんなで意見を出し合えばわかるものだと思う。 ● 難しいが、自分で調べるのでより理解できていると思う。 ● 難しいと思うが、ためになっていると感じる ● 難しいのですが、いろいろ教えてもらいながら作業を進めているので、非常に助かっています。 ● 友達に教わりながらやっているので分からないところ分かってきたまだ理解できる。

表3 授業アンケート (2015/10/5 実施分)

質問内容	回答の集計結果
(質問1) 全体的に予習ビデオはどのくらい視聴していましたか？	<ul style="list-style-type: none"> ● 毎回 9名 ● 毎回とはいかないがほとんど 9名 ● 半数以上 7名 ● 半数未満 0名 ● 全く見ていない 0名
(質問2) ビデオを視聴した場合、予習教材はどのくらい難しかったですか？	<ul style="list-style-type: none"> ● 易しい 2名 ● どちらかといえば易しい 11名 ● どちらでもない 7名 ● どちらかといえば難しい 4名 ● 難しい 1名 ● ビデオを見たことがないのでわからない 0名
(質問3)	●
(質問4) ビデオを視聴しなかった場合、予習教材は、どのくらい難しかったですか？	<ul style="list-style-type: none"> ● 易しい 1名 ● どちらかといえば易しい 0名 ● どちらでもない 2名 ● どちらかといえば難しい 5名 ● 難しい 12名 ● 毎回ビデオを見ていたのでわからない 5名
(質問5) 予習教材を完了させるのにどれくらいの時間を要しましたか？ ※自由記述、集計結果は集約したもの	<ul style="list-style-type: none"> ● 15分程度 2名 ● 15~30分 1名 ● 20分程度 3名 ● 30分程度 3名 ● 30~40分 1名 ● 40分程度 1名 ● 40~50分 1名 ● 30分~1時間 3名 ● 1時間程度 9名 ● 1~2時間 1名
(質問6) 全体的に予習の内容は、アクティブ・ラーニング(グループ課題)に役に立っていましたか？	<ul style="list-style-type: none"> ● とても役に立っている 11名 ● どちらかといえば役に立っている 12名 ● どちらともいえない 1名 ● どちらかといえば役に立たない 1名 ● 全く役に立たない 0名 ● わからない 0名
(質問7) 全体的にアクティブ・ラーニングでは、協動的に課題に取り組めていましたか？ ※自由記述、集計結果は集約したもの	<ul style="list-style-type: none"> ● 取り組めていた。(※同じ回答が計14名) ● 話に積極的に参加していたので取り組めていたと思う ● グループ全員で協力して課題を進めることができていた ● 取り組めていましたが、人任せなところもありました。 ● 取り組めたが、出来る人に頼っているばかりでやっていない人も何人かいた。 ● まかせ通りの場面が多かったがわかる人に関して理解させてもらっていた。 ● 内容を理解するように努めた ● 自分なりに取り組めていたと思う。 ● 意見を出し合って取り組めていたと思う。 ● できたと思う ● まずまず。あまり協動的ではなかったが、少し協力する程度で参加していた。 ● わからない
(質問8) 全体的にアクティブ・ラーニングにおける、グループ課題の内容は難しかったですか？ ※自由記述、集計結果は集約したもの	<ul style="list-style-type: none"> ● 事前に予習をしている人の割合が多いので、難しくなかった。 ● あまりそうは感じなかった。 ● 1人で課題をすると難しくと思うが、グループ全員で考えることによって、1人よりは難しくないとと思う ● どちらともいえない ● どちらかといえば難しい(※同じ回答が計2名) ● よく考えるときちゃんと理解できるものが多かった。難しいと感じるものもあったが、話し合っただけで進めることができた。 ● 時々難しいものがあつた。 ● 少し難しかった ● 難しかった(※同じ回答が計2名) ● 頭のいい人がいないと厳しいと思った ● 難しいときと簡単なときの差が激しかった。 ● 難しいときもあったが、グループのみんなと協力して取り組むことができた。 ● 難しいものがいくつかはあつたが、基本は易しい課題だった ● 難しいものが多かったが、予習をこなしていれば解けた ● 難しい時とそうでないときがあつた。 ● 難しい時もあれば優しい時もあり全体的に見るとバランスの取れた内容だったと思う。 ● 難しい内容もありましたが、易しい問題もありました。 ● 難しかった。班の人と協力しないとできなかった。 ● 日によって違った。 ● 班で考えられたのでできた。 ● 非常に難しいというわけではありませんでしたが、それなりに大変でした。 ● 量的に難しいと感じたものもあります。内容的にも戸惑ったものが複数ありました。 ● わからない

表4 授業アンケート (2015/10/5 実施分)

質問内容	回答の集計結果
<p>(質問9) 各グループでのアクティブ・ラーニングの後に実施したクラス全体のディスカッションの感想を記述してください。</p> <p>※自由記述</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● いろいろな意見をきけて勉強になった。 ● クラス全体の意見を聞けて良かった。 ● グループによっていろいろな考え方があったことを改めて感じた。 ● それぞれの班の意見を聞くことが出来たのでよかったと思う。 ● ほかのグループの意見を聞いて取り入れることでより深く理解できたのでもよかったと思う。 ● みんないろんな意見を出せていて、考えが広がった。いろんなメリット・デメリットだ出せていてよかったと思う。 ● みんなの考えを聞くと、より良い考えが浮かんだ。 ● もう少し、周りの人に聞いていけば、より良いものにできたのではないかと思う ● わかりやすかった ● 違う意見もあって、ほかの考えがあるので参考になった。 ● 協力して作業ができた。 ● 思いつかなかったアプローチが開けて、感心させられた ● 思いつかなかった考え方を聞くことができたため参考になった。 ● 自分のグループが考えているアイデア違ういろいろなアイデアを聞いてとても役に立ったと思います。 ● 自分のグループ以外の意見も聞くことができ、とても勉強になった ● 新鮮だった。他の授業でも取り入れてほしい ● 積極的に取り組んでいたのが気分いい授業内容でした ● 同じ意見が多く出てきたなと思いました。 ● 内容に集中していた ● 発表は緊張した。自分たちが考えていたことは別のことを考えていることが多かったので面白かった ● 様々な人の意見を聞いて、こんな発想もあるのかと感心しました。 ● 特になし ● よく覚えていない。 ● 覚えていない ● わからない
<p>(質問10) 人工知能1で体験したことで、思い出に残っていることや感想を自由に記述してください。</p> <p>※自由記述</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 1つの課題を1つのグループでこなすグループ学習は、結局できる人に任せになるから個人的にはあまりやりたくない。分からない人は分からないを理由にして積極的に取り組んでくれず、グループ学習はあまり好きではなかった。 ● WAV ファイルを作成する時、最初わからず苦労したがわかると楽しかった ● かなり予習教材の解説動画が役に立った ● クラス全体のディスカッションが一番思い出に残りました。 ● グループディスカッションが楽しかった ● グループでソースコードのロジックを説明しあうのがよかった 理解度が深まった ● グループで協力して課題をやり遂げたときに達成感を感じました。 ● グループワーク ● コンピュータで文章生成したのが楽しかった。 ● 曲を作っていくのが楽しかった。 ● 最後に行った、excel で作成した音楽は難しく、大変だった。だけど、音の長さや音を流さないなどのことがわかるようになって面白いと感じた。 ● 最後に授業で行った WAV ファイル作成が、値を入れるのが大変だったが、とても楽しかった ● 私はあまり頭が回らないうまくはなく、一人だけ理解するのが遅く迷惑をかけることがありました。そこでも丁寧に説明してくれたり一緒に考えてくれる人とグループを組めたので授業を楽しみにできました。 ● 実際に使われている探索などが少し学べたのでよかったです ● 人工知能がどのようなものなのか理解し、面白いものだと感じた。 ● 人工知能は、科目名を聞いたときはよくわからなかったが、ビデオを視聴したり、課題をやったりしていくうちに、少しずつ分かってきた。実際に紙に書いて授業を進めていくことで、より理解ができた。 ● 探索プログラムはとても大変でした。 ● 難しいと受講前は思っていたがとても難しいわけではなく毎回ビデオを見たらどうにか変わった。 ● 難しい課題も協力して達成できた。 ● 文を生成させるための単語を考えるのは面白かった。 ● 文章生成で辞書を作成するときに、変な組み合わせができてしまったとき面白かったことを覚えています。 ● 文章生成の辞書作りについて発表する場で、いろんな手法が知れておもしろかったです。 ● 単位とれてよかった ● 覚えていません・・・ ● 特にありません。
<p>(質問11) 人工知能1で負担だと感じたことを自由に記述してください。</p> <p>※自由記述、集計結果は集約したもの</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 1つの机に集まると1列になるため話し合いが難しかった。 ● グループ学習をしなければならなかったこと。 ● ビデオに予習課題の内容の答えが、まるまる乗っていたとき。 ● プレゼン発表のところが ● 課題 ● 課題の難易度が高い時は負担に感じた。 ● 個人でするのは難易度が高いと感じた ● 授業時間内での課題負担というよりは疲れたというだけかもしれない ● 特に負担だったのが音声合成でした。方法がわかってもエラーが起き、苦労しました。 ● 難しい課題がなかなかできなかったとき。 ● 文章を生成させるプログラムは自分の中で一番苦労した。なかなかうまく文が生成されなかった。 ● 毎回あるテストはあまりできていなくて理解が難しかった。 ● 毎回の課題 ● 毎回の小テストでした ● 予習ビデオ ● 予習ビデオの閲覧ができないこともあった。 ● 特になしですが。授業前の課題がよくわからなかったとかだと授業が難しく感じました。 ● 特になし (※同じ回答が計8名)

情報工学科 1 年特別活動 (HR) における取組報告

ープロジェクト管理による調理実習ー

峯脇 さやか*

Activity Report of Home Room of 1st Grader of Information Science and Technology Department - Cooking Practice Using Project Management -

Sayaka Minewaki *

Abstract

This year, the author is a teacher of 1st grader class of Information Science and Technology Department. And the author is a member of the Gender Equality Office. Career education and enlightenment activities of work-life balance are very important, to realize Gender Equal society. In Home Room, author carried out cooking practice using project management, as one of enlightenment activities of work-life balance. In this paper, Home Room activity is reported.

1. はじめに

本年度、著者は情報工学科第 1 学年 (I1) のクラス担任である。一般的に、特別活動 (HR; 通年, 1 単位, 必修) は、当該クラス担任がする。毎年、各クラス担任が様々な取り組みを実施しているが、クラス担任にとって 1 年間の HR の内容を企画することや、毎回の HR の準備をすることは、非常に手間のかかることである。HR の内容の多くは、定期試験の目標や反省、学生生活の振り返り、夏休みや冬休みの過ごし方、レクリエーション、キャリア教育などであり、時折、3 学科合同の講演会が実施されることがある。学生にとって、HR は通常の授業よりも負荷が少なく、意欲的に取り組んでいるとは言いがたい。著者は、HR の活動内容を計画する際、学生の将来に有益であり、学生が意欲的に活動できる豊かな体験できるものを目指した。

著者は、本校男女共同参画推進室のメンバーでもある。本校男女共同参画推進室は、高専機構の男女共同参画行動計画¹⁾に従い、本校における男女共同参画を推進する立場にある。男女共同参画社会の実現には、キャリア教育とともに、仕事と生活の調和 (ワーク・ライフ・バランス) の啓蒙活動が必要である。HR をはじめ、学校生活の様々な場面で、キャリア教育は行われているが、仕事と生活の調和 (ワーク・ライフ・バランス) の啓蒙活動はあまり行われていない。

そこで、仕事と生活の調和 (ワーク・ライフ・バランス) の啓蒙活動の 1 つとして、HR で調理実習を実施している。調理実習の計画には、プロジェクト管理の手法を利用した。プロジェクト管理 (プロジェクトマネジメント) とは、プロジェクトの実施に際して、期限や予算といった制約の中で、プロジェクトを予定通りに完了するための計画立案や実行管理の手法である。プロジェクト管理の標準的な手法に PMBOK²⁾がある。プロジェクト管理は、将来エンジニアを目指す本校学生にとって必要なスキルであり、プログラミング特論 (情報工学科 4 年, 通年, 2 単位, 必修) においても取り入れられている。

本稿では、プロジェクト管理の手法を用いた調理実習の活動内容について報告する。

2. 男女共同参画とワーク・ライフ・バランス

男女共同参画社会の実現には、「仕事と生活の調和 (ワーク・ライフ・バランス)」「女性のキャリア形成支援」「意識改革」の一体的な取り組みが必要である³⁾。女性が社会に進出し活躍するには、男性が家庭において、家事、子育て、介護の担い手の 1 人となることが重要である。女性の社会での活躍については、女性の職業生活における活躍の推進に関する法律 (女性活躍推進法) をはじめ、様々な場面でポジティブ・アクションを推進されている。男性の家庭での活躍について

は、育児休暇や介護休暇などの制度をはじめ、様々な自治体で子育て支援などの活動、体験講座、交流会、シンポジウムが実施されている。

政府の取り組みの1つである仕事と生活の調和（ワーク・ライフ・バランス）憲章¹では、誰もがやりがいや充実感や責任を持って働き、同時に、家庭での家事や子育てや介護、地域での活動、自己啓発などの時間を持てる健康で豊かな生活ができるよう、社会全体で仕事と生活の調和（ワーク・ライフ・バランス）の実現に向けて、様々な場面で様々な活動に取り組む必要があることを唱えている。

誰もがやりがいや充実感や責任を持って働くには、学生時代のキャリア教育（キャリア形成・キャリアデザイン）が重要である。本校には、多くの高等教育機関で実施されている「キャリア概論」のようなカリキュラムはなく、キャリア教育について明示的に行っていない。しかし、HRなどで将来の自分について考えたり、資格・検定の取得のための対策を行ったり、就職講演会やインターンシップで働く意味を理解したりすることで、キャリア教育を行っている。

一方、仕事をしながら家庭での家事や子育てや介護にどのように関わっていくべきかについては、授業を行ったり、実際に体験したり、講演会等で理解を深めたりする場はほとんどなく、教師自身が積極的な活動をしようという意識を持っていない。ワーク・ライフ・バランスの実現には、講演会の実施やHRなどで家事、子育て、介護の体験をしたりするなど、積極的な啓蒙活動が必要である。学生にとって教師は教壇上の賢人であるだけでなく、身近な人生の先輩であるので、教師が自身の体験談を話すだけでも、学生に少なからず良い影響を与えることができる。

3. PMBOK

PMBOK（Project Management Body of Knowledge）とは、米国プロジェクトマネジメント協会（PMI）が取りまとめたプロジェクト管理の知識体系である。プロジェクトを実施する際の基本的な考え方や手法として利用されており、事実上の国際標準になっている。

PMBOKは、以下の項目で構成されている。(1)～(8)がマネジメント項目で、(9)は(1)～(8)を統合的に管理するものである。

- (1) スコープ管理
- (2) スケジュール管理
- (3) コスト管理
- (4) 品質管理
- (5) 組織管理

- (6) コミュニケーション管理
- (7) リスク管理
- (8) 調達管理
- (9) 統合マネジメント

PMBOKの特徴は、(1)～(8)を「統合」して、マネジメントしながら、計画立案・実施していくことで、「各領域をきちんとやる」のではなく、バランスを取ながら、QCD（quality, cost, delivery；品質、コスト、納期）を保証することを指向している。事前にタイムスケジュールや品質において起こり得るリスクを認識し、何か問題が起こった際のコミュニケーションの方策や対処法などを事前に決めておくことで、トラブルの長期化を防止する。

4. HRの活動内容

調理実習を実施する際、HRの1時間だけでは足りない。そこで、時間割作成において、著者が担当する情報基礎（情報工学科1年、通年、1単位、必修）と連続にしてもらう時間割作成担当者に依頼した。毎週木曜日の6、7時間目が情報基礎とHRの連続なり、調理実習を実施するのに最低限必要な時間が確保できた。

調理実習は、上島町の公共施設であるせとうち交流館¹の水工房Bを利用した。利用予約は著者が行った。利用料は著者の教育研究費から支払う予定である²。

HRの年間計画、および、2015/11/30現在での活動実績を表1に示す。初年度は、新入生用の講演会などが実施されたため、HRは2015/5/14から活動を開始した。

前期は、PMBOKを利用した調理実習計画を行った。PMBOKを利用した調理実習計画の作業一覧を表2に示す。2015/5/14は、HRで実施する調理実習についてガイダンスを行い、グループ分けを行った。男子学生と女子学生がバランスよく組むことができるよう、表3のような制約を設けた。この制約下であれば、学生の自由にグループになってよいこと、グループのリーダーとサブリーダーを決めることを指導した。

2015/5/21～2015/7/16は、表1に従って調理実習計画を行った。まず、授業のはじめに、その日の作業内容について簡単に説明し、各グループに分かれて作業に取り組んだ。学生がグループ活動に取り組んでいる間、著者は各グループを巡回し、話し合いの内容を尋ねたり、相談を受けたりした。集中できていないグループに対しては、積極的にグループ活動に取り組むよ

1 <http://setouchi-k.town.kamijima.ehime.jp/>

2 利用料は利用当日に支払う。すでに契約係に立替払申請書を提出している。本稿執筆時点では、全グループの調理実習が完了していないため、立替払請求書と領収書の提出、および、教育研究費からの支払いも完了していない。

う指導を行った。授業終了前には、その日の成果と感想を報告書として提出させた。

2015/9/24, 2015/10/1 は、前期で取り組んだ内容を振り返りつつ、最終確認を行った。

2015/10/8, 2015/10/22, 2015/11/12 で6グループの調理実習を実施した。なお、残り2グループは2015/12/3 に実施予定である。また、2015/11/12 は、施設の予約ができなかった。調理実習は、1回に2グループ同時に行い、著者がその場で監督する。他のグループは、情報基礎の演習課題を自習するよう指導し、出席確認は副担任に依頼した。実習1週間前には、各グループのリーダーに、購入リストを提出させ、著者が確認しながらブラッシュアップした。また、購入日の確認や、実習時の服装についても指導した。購入費用は学生が支払い、グループ内でなるべく均等に分担すること、レシートを保管しておくことも指導した。調理実習中は、学生の様子を記録するための写真やビデオの撮影を行った。

2015/12/10～2016/1/7 は、報告書を作成する予定である。前期で実施した毎回の調理実習計画における報告書や、調理実習中の様子を撮影した写真やビデオをもとに、以下の内容を記述するよう指導する。

- メニュー
- 作業分解図
- 作業フロー
- スケジュール（ガントチャート）
- 収支報告
- 計画時の話し合いの様子
- 買い出しの様子
- 完成した料理の評価
- 感想・反省
- 将来のワーク・ライフ・バランスについての抱負

2016/1/7～2016/1/21 は、成果発表のためのプレゼンテーション準備を予定している。成果発表会は、2016/2/15、または、2016/2/16（後期期末試験の試験解説、成績周知期間）を検討している。

5. 学生の様子

調理実習計画時は、どのグループも意欲的に活動しており、クラス内は活気に満ちていた。時折、話し合いの途中で脱線するグループがあったり、話し合いに参加できていない学生がいたりしたが、学生は著者の指導に従い、グループ活動に取り組んでいた。

調理実習時においても調理実習計画時と同様であり、各グループが協力して作業を遂行していた。自習終了時には、疲れを見せていた学生が多かったが、どの学生も楽しく実習できていた様子だった。完成した料理

とメンバーの写真を図1～6に示す。なお、本稿執筆時点では、2グループが調理実習を完了していない。

6. まとめ

本稿では、著者が担任を務める情報工学科第1学年のHR活動における調理実習について報告した。調理実習計画は、プロジェクト管理の国際標準の手法であるPMBOKを適用した。調理実習は2グループが同時に実施し、著者がその場で監督し、他のグループは自習とした。どの学生も意欲的に活動しており、協調的なグループ活動ができていた。

この活動は、学生が将来のワーク・ライフ・バランスを考える上で、非常に有意義である。また、将来、ICTエンジニアを目指す情報工学科の学生が身に付けておくべきプロジェクト管理の手法についても、体験することで理解を深めることができ、ICTエンジニア育成のためのキャリア教育を実践できた。この活動は、ワーク・ライフ・バランスの啓蒙活動とキャリア教育を両立しており、かつ、学生が豊かな体験ができる一挙両得の非常に価値のある取り組みである。

今後は、報告書作成の指導、プレゼンテーション準備の指導、成果発表会の実施を行う予定である。

参考文献

- [1] 高専機構 男女共同参画推進 HP
<http://gender.kosen-k.go.jp/>
- [2] 内閣府男女共同参画局 HP
<http://www.gender.go.jp/>
- [3] 内閣府 仕事と生活の調和推進 HP
http://www.cao.go.jp/wlb/government/20barrier_html/20html/charter.html

表1 HRの年間計画, および, 活動実績 (2015/11/30現在)

日付	内容
4/9	※新入生特別日課
4/23	※実施せず
4/30	カウンセラー講演会
5/7	情報モラル講演会
5/14	調理実習計画① ガイダンス, グループ分け
5/21	調理実習計画② プロジェクト管理の解説, (5-1) 役割分担, (1-1) スコープ計画
5/28	調理実習計画③ (6-1) コミュニケーション計画, (4-1) 品質計画, (1-1) スコープ計画
6/4	前期中間試験対策
前期中間試験	
6/18	調理実習計画④ (1-2) 作業分解図の作成
6/25	調理実習計画⑤ (2-1) 作業の定義, (2-2) 所要時間の見積もり, (2-3) 作業順序の設定
7/2	調理実習計画⑥ (2-3) 作業順序の設定, (2-4) スケジュール作成
7/9	調理実習計画⑦ (2-4) スケジュール作成, (7-1) リスクの定義, (7-2) リスク対策の計画
7/16	調理実習計画⑧ (2-4) スケジュール作成, (3-1) コスト見積り, (3-2) 予算設定, (8-1) 購入計画
7/23	前期期末試験対策
前期期末試験	
夏季休業	
9/24	調理実習計画⑨ 前期の内容の振り返り, 最終確認
10/1	調理実習計画⑩ 最終確認
10/8	調理実習 (グループ1, 2), 他のグループは情報基礎の課題の自習
10/22	調理実習 (グループ3, 4), 他のグループは情報基礎の課題の自習
11/5	情報基礎
11/12	調理実習 (グループ5, 6), 他のグループは情報基礎の課題の自習
後期中間試験	
12/3	調理実習 (グループ7, 8), 他のグループは情報基礎の課題の自習
12/10	報告書作成
12/17	報告書作成
12/24	※授業終了のため, 午後の授業はなし
冬季休業	
1/7	報告書作成, プレゼンテーション準備
1/14	プレゼンテーション準備
1/21	プレゼンテーション準備
1/28	キャリア教育
2/4	キャリア教育
後期期末試験	

表2 PMBOK を利用した調理実習計画の作業一覧

(1) スコープ管理	
(1-1) スコープ計画	<ul style="list-style-type: none"> 何をやるか? (メニューの決定) ※プロジェクトの成果は、決めたメニューの完成である。
(1-2) 作業分解図の作成	<ul style="list-style-type: none"> 各メニューについて、作業分解図 (WBS) を作成する。
(2) スケジュール管理	
(2-1) 作業の定義	<ul style="list-style-type: none"> 作業分解図から個々の作業を抽出する。
(2-2) 所要時間の見積もり	<ul style="list-style-type: none"> 個々の作業に要する時間を見積もる。
(2-3) 作業順序の設定	<ul style="list-style-type: none"> 作業時間の見積もりをもとに作業フロー (PERT 図) を作成する。
(2-4) スケジュール作成	<ul style="list-style-type: none"> スケジュール表 (ガントチャート) を作成する。
(3) コスト管理	
(3-1) コスト見積り	<ul style="list-style-type: none"> 自グループのみで購入するものの費用はいくらか? (概算でよい) 他のグループと共同で購入する場合、負担割合をどのようにするか? 個人で持参できるものはあるか? (各家庭の迷惑なることは絶対にしない)
(3-2) 予算設定	<ul style="list-style-type: none"> スーパーなどで、価格を調べ、予算を設定する。
(4) 品質管理	
(4-1) 品質計画	<ul style="list-style-type: none"> このプロジェクトにおけるグループ内のルールを決める。
(4-2) 品質保証	<ul style="list-style-type: none"> 成果物とプロセスが適切な品質かどうか?
(5) 組織管理	
(5-1) 役割分担	<ul style="list-style-type: none"> リーダー、サブリーダーを決定する。 作業分担を決定する。
(6) コミュニケーション管理	
(6-1) コミュニケーション計画	<ul style="list-style-type: none"> ブレインストーミング (話し合いのときの心構え) <ol style="list-style-type: none"> 批判は行わない。提出されたアイデアに対する批判や判断、意見はブレインスト中には排除する。 奔放なアイデアを歓迎する。つまらないアイデア、乱暴なアイデア、見当違いなアイデアを歓迎する。 アイデアの量を求める。アイデアは多いほどよい。 他人のアイデアを修正、改善、発展、結合する。出されたアイデアの改善案や組み合わせなども歓迎する。 意思決定の方法 連絡手段
(7) リスク管理	
(7-1) リスクの定義	<ul style="list-style-type: none"> 調理中に注意すべきことは何か? 費用の管理で注意すべきことはあるか? 他に考えられるリスクを検討する。
(7-2) リスク対策の計画	<ul style="list-style-type: none"> リスクを未然に防止するためにやるべきことは何か?
(8) 調達管理	
(8-1) 購入計画	<ul style="list-style-type: none"> 誰が、いつどこで購入するか? 個人で持参するものはあるか? 他のグループと共同で使用するものはあるか?

表3 グループ編成

グループ	1	2	3	4	5	6	7	8	合計
男子	4	4	4	4	3	3	3	3	28
女子	2	2	2	2	2	2	3	3	18
合計	6	6	6	6	5	5	6	6	46



図1 グループ1のメンバーと完成した料理



図2 グループ2のメンバーと完成した料理



図3 グループ3のメンバーと完成した料理



図4 グループ4のメンバーと完成した料理



図5 グループ5のメンバーと完成した料理



図6 グループ6のメンバーと完成した料理

平成 27 年度ロボットコンテストに関する研究

前田 弘文*・伊藤 嘉基**

Study of robot contest in the fiscal year 2015

Hirofumi Maeda* , Yoshiki Ito**

Abstract

This paper describes the measure to robot contest in the fiscal year 2015. I succeeded in improvement of a cost performance ratio and reduction in working time the current year. We made movement of a robot become stable and it was devised in order to transport. I got 2 points by robot competition and achieved the goal. Yuru-chara was made and it was advertised.

1. 緒 言

1988 年から NHK, NHK エンタープライズ, 高等専門学校連合会主催(高等専門学校連合会については 2000 年より主催)によるアイデア対決・全国高等専門学校ロボットコンテスト(以下, 高専ロボコン)が毎年開催されている。高専ロボコンは, 全国の高等専門学校 57 校 62 キャンパスが参加する全国規模の教育イベントである。各キャンパスは 2 チームをエントリーし, 全国 8 地区(北海道・東北・関東甲信越・東海北陸・近畿・中国・四国・九州沖縄)の地区大会に参加する。最終的には, この地区大会から選抜された 25 チームが全国大会へ進出することとなる。ロボット研究部は A チームとして, この大会に参加している。しかし, 過去に部員の急激な減少, 2 チームをクラブで受け持つなどの過酷な状況が続いたため, 大会本番にてロボットが動かないというアクシデントが続出した。

これとは別に高等専門学校では, 科学技術の高度化や産業構造の変化など社会のニーズにも対応しつつ, 創造的な理工系人材の育成に向けた教育, 実践的なものづくり教育を行っている。本研究室においても, 平成 23 年に"学生による学生のためのものづくり"を推進するプロジェクト(以下, Orange Project)を立ち上げている^{[1]~[4]}。また, 平成 22 年度に学校内でロボコン支援隊が発足されたことをきっかけに, ロボット研究部は体制を立て直すことを目的として, Orange Project に参加することとなった^{[5]~[10]}。

また昨年度までに, 確実に動くロボットの製作が

可能となった。そこで本年度においては, コストパフォーマンスの向上と製作時間の短縮, および大会にて点数を取ることを目標とした。本論文では, 実際に大会に参加した A チームのロボットについて述べる。

2. 高専ロボコン 2015

今年度の高専ロボコンのテーマは"輪花繚乱"で, 輪投げ合戦であった。ルールとしては, 競技時間 3 分以内に, 太さや高さが異なる 9 本のボールに輪を投げ込むというものであった。以下に, 大会に参加した A チームのロボットと今年度から参加することとなったゆるキャラの"メルちゃん"について述べる。

2. 1 参加ロボット

今年度作成した A チームのロボット, およびその特徴部分を図 2-1~図 2-3 に示す。本年度はロボットを製作するにあたって, 先に述べたことも含め, 以下の 6 つについて考慮した。以下に, その詳細について述べる。

- コストパフォーマンスの向上
- 製作時間の短縮
- 機能美の向上
- 弓削商船高等専門学校の PR 強化
- 動作の再現性
- 運搬時の考慮



図 2-1 A チーム大会参加ロボット



図 2-2 輪の押し上げ機構

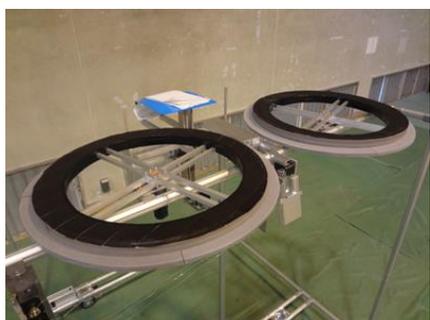


図 2-3 輪の発射機構

2. 1. 1 コストパフォーマンスの向上

コストパフォーマンスの向上を図るために今年度は、昨年度まで使用していた多くの部品を流用した。また、図 2-1 から見て取れるようにロボットのフレームを市販品にすることで、コストを抑えることに成功した。

2. 1. 2 製作時間の短縮

ロボットのフレームを市販品にしたことで、加工時間の短縮はもちろんのこと、フレームの組み換えが容易となったことで、製作時間の大幅な短縮に成功した。

また、足回りの受動輪については、市販品をそのまま使用することで製作の手間をなくした。さらに、能動輪についても追加工を行い、自作のギアを取り付けることで、RC サーボモータと直結することが可能となり、部品点数を大幅に減らすことで、加工時間の短縮を実現した (図 2-4)。

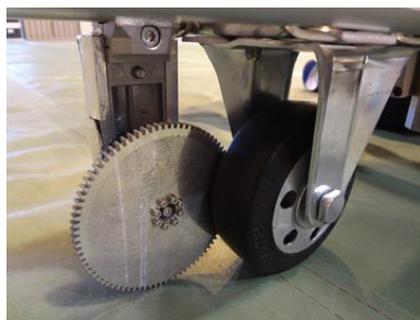


図 2-4 ロボットの能動輪

2. 1. 3 機能美の向上

配線と回路部をパイプやアルミ BOX に格納することで、振動や引っ掛けによる断線のトラブルを軽減させるだけでなく、機能美も追求した (図 2-5)。



図 2-5 ロボットの制御 BOX

2. 1. 4 弓削商船高等専門学校の PR 強化

重量制限が厳しい中、学校 PR を行うために組み込み PC とモニタを取り付けた (約 1.2 [kg])。モニタには、弓削商船高等専門学校の校章を表示するだけでなく (図 2-6)、ゆるキャラ"マーレちゃん"の動画を表示することで、PR 活動に努めた (図 2-7)。



図 2-6 弓削商船高等専門学校の校章表示



図 2-7 ゆるキャラ"マーレちゃん"の動画表示

2. 1. 5 動作の再現性

昨年度までは、製作に時間がかかっていたが、本年度は製作時間の短縮に成功したため、動作の再現性を高めるための練習に強化を入れた。練習場所には第1体育館を使用し、開催年度に譲渡されたロンリウムや仕切り板を使用してフィールドを設置した（図 2-8）。

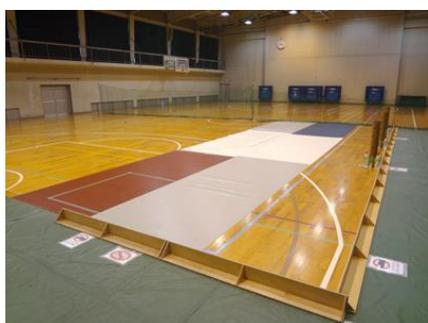


図 2-8 練習用フィールドの設置

また練習だけでなく、本番の緊張時においても、動作の再現性を高めるために、ロボットにカメラを取り付け、ボールの位置を捉える工夫を行った

（図 2-9）。その結果、かなりの高確率で輪をポールに入れることに成功した（図 2-10）。

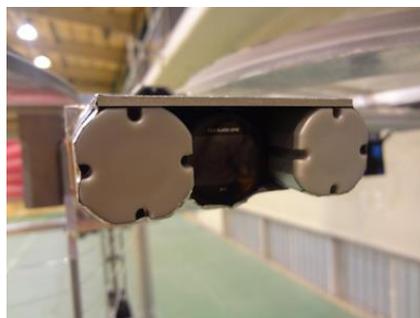


図 2-9 カメラシステム

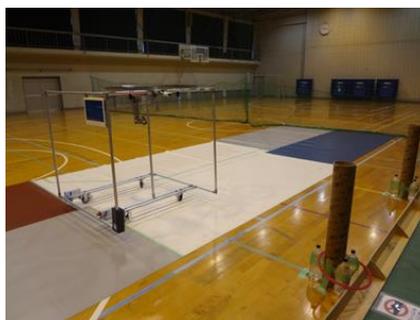


図 2-10 輪投げ動作の再現性確認

2. 1. 6 運搬時の考慮

製作時間の短縮によって生まれた時間で、運搬時における専用のフレームも作成した。その結果、競技で必要とするものをロボットと同時に運搬することが可能となった（図 2-11）。また、トラックで運搬する場合の補強用フレームも作成したことで、コンパクト、かつ安全に運搬する方法を確立した。



図 2-11 ロボットの運搬

2. 2 ゆるキャラ

ゆるキャラ"メルちゃん"は、本研究室より生まれたマスコットキャラクターである(デザインおよび著作権は竹林氏)。本年度は、高専ロボコンに参加だけでなく、みきさんとコラボするなど大活躍した(図 2-12, 図 2-13)。今後も、高専ロボコンはもちろんのこと、いろいろなイベントに参加していく予定である。



図 2-12 高専ロボコン参加風景



図 2-13 みきさんとのコラボ風景

3. 結 言

今回我々は、今後の方向性を確立した。また、大会では 2 点を獲得することに成功した。しかし、他校に勝つためには数多くの課題が残されている。今後は、これらの課題を解決していくために、今年度以上に製作時間の短縮が必要である。また、常に一定のパフォーマンスを発揮していくために、駆動系の自動化を行っていく予定である。

参考文献

- [1] 二宮 綾香 : Orange Project のマネージメントに関する研究 ～第 1 報 : 組織運用に関する改善～, 平成 24 年度情報工学科卒業論文, pp.1~22, (2012)
- [2] 山崎 歩惟 : Web サイト運用に関する研究 ～第 1 報 : Web サイト運用の明確化～, 平成 24 年度情報工学科卒業論文, pp.1~21, (2012)
- [3] 前田 弘文, 二宮 綾香, 山崎 歩惟, 藤田 和友 : 平成 24 年度 Orange Project に対する取り組み, 弓削商船高等専門学校紀要第 35 号, pp.112~115, (2012)
- [4] 前田 弘文, 竹本 怜央, 藤田 和友 : 平成 25 年度 Orange Project に対する取り組み, 弓削商船高等専門学校紀要第 36 号, pp.74~78, (2013)
- [5] 小林 貴史, 藤田 和友 : チェビシェフリンクと平行リンクを用いた歩行シミュレータの構築, 平成 23 年度情報工学科卒業論文, pp.1~28, (2011)
- [6] 藤田 和友, 小林 貴史, 前田 弘文 : チェビシェフ・平行リンク機構を用いた歩行シミュレータの構築, 日本機械学会中国四国学生会第 42 回学生員卒業研究発表講演会講演, 904, (2012)
- [7] 小林 貴史, 藤田 和友, 前田 弘文 : 超信地旋回を用いた昇降機構の開発, 日本機械学会中国四国学生会第 42 回学生員卒業研究発表講演会講演, 1109, (2012)
- [8] 前田 弘文, 小林 貴史, 藤田 和友 : 平成 24 年度ロボットコンテストに関する研究, 弓削商船高等専門学校紀要第 35 号, pp.108~111, (2012)
- [9] 前田 弘文, 小野 匠, 長井 響世, 山上 敏諒, 藤田 和友, 伊藤 嘉基 : 平成 25 年度ロボットコンテストに関する研究, 弓削商船高等専門学校紀要第 36 号, pp.70~73, (2013)
- [10] 前田 弘文, 伊藤 嘉基 : 平成 26 年度ロボットコンテストに関する研究, 弓削商船高等専門学校紀要第 37 号, pp.70~74, (2014)

ドラッグ・アンド・ドロップで $\text{K}_{\text{E}}\text{T}_{\text{C}}\text{Cindy}$

久保 康幸 * · 高遠 節夫 **

$\text{K}_{\text{E}}\text{T}_{\text{C}}\text{Cindy}$ with drag-and-drop

Yasuyuki Kubo *, Setsuo Takato **

Abstract

In this paper, I introduce batch files to make use of $\text{K}_{\text{E}}\text{T}_{\text{C}}\text{Cindy}$ by drag & drop.

1. はじめに

2014年9月5日、 $\text{K}_{\text{E}}\text{T}_{\text{P}}\text{pic}$ と Cinderella のコラボにより $\text{K}_{\text{E}}\text{T}_{\text{C}}\text{Cindy}$ が誕生した。最初のうちは、コンパイルの手順を指定したバッチファイルの内容を扱うファイル名に合わせて書き換えて利用する仕様だったので、 $\text{K}_{\text{E}}\text{T}_{\text{C}}\text{Cindy}$ に初めて接する者が実際のコンパイル内容などを意識せず利用できるよう、ドラッグ・アンド・ドロップに対応するバッチファイルを作成することにした。現在、 $\text{K}_{\text{E}}\text{T}_{\text{C}}\text{Cindy}$ は、ライブラリの変更、ボタンを配置したテンプレートの活用により、利用者が、バッチファイルの書き換えを意識しないで作業できるように進化している。テンプレートに配置されるボタンは、 $\text{K}_{\text{E}}\text{T}_{\text{C}}\text{Cindy}$ 開発の初期は3つ(内容的には1つ)であったが、機能の追加と統合でボタンの数が変化し、作業中に生成される一時的なファイルを意識しなくとも図の確認ができるようになってきている。私の作成したバッチファイルへのドラッグ・アンド・ドロップ方式は、初期のテンプレート cdy ファイルに配置されたボタン1つが使えれば $\text{K}_{\text{E}}\text{T}_{\text{C}}\text{Cindy}$ が体験できる。ただし、現在、コンパイルに利用するプログラム (Scilab 等) もバージョンアップしており、それに対応する必要がある。

以下において、バッチファイルを紹介することにより、進化し続ける $\text{K}_{\text{E}}\text{T}_{\text{C}}\text{Cindy}$ に対応することも明らかとなるに違いない。

2. ドラッグ・アンド・ドロップ方式の概略

$\text{K}_{\text{E}}\text{T}_{\text{C}}\text{Cindy}$ は、次の手順で、図入り $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ 文書を作成している。

- 動的幾何ソフト Cinderella で、図を作成し、ボタンで sci ファイルを作成する。
- CAS ソフト Scilab で、sci ファイルをコンパイルし、図のデータ用 tex ファイルを作成する。
- 用意した文書用 tex ファイルに図のデータ用

tex ファイルを input してコンパイルする。

- $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ コンパイルにより得られた dvi ファイルを pdf ファイルに変換し、図の出来映えを確認する。

ドラッグ・アンド・ドロップ方式による $\text{K}_{\text{E}}\text{T}_{\text{C}}\text{Cindy}$ の利用は、次の手順で $\text{K}_{\text{E}}\text{T}_{\text{C}}\text{Cindy}$ を利用することを指す。

- 任意のフォルダにある cdy ファイルをドラッグ・アンド・ドロップする。
- 図のデータ用 tex ファイルと pdf ファイルが作成され、元のフォルダに追加される。

3. KC_DN というバッチシステム

まず、ドラッグ・アンド・ドロップで作業する内容を記述しただけバッチファイルを作った。まだ、ドラッグ・アンド・ドロップ方式で作業するためのフォルダを指定したり、cdy ファイルを置くフォルダ名に半角空白を使わないなどの制約はあったが、cdy ファイルをドラッグ・アンド・ドロップすれば、コンパイルなどの作業をして、作成された図の確認用 pdf ファイルを cdy ファイルと同じフォルダに保存するものであった。

また、既に開発の進んでいた親子バッチの考え方に合わせるため、ドラッグ・アンド・ドロップ方式のバッチファイルも親子方式にしてある。バッチファイルの記述内容を次に紹介する。

親バッチ (KC_DN.bat) の内容

```
C:\KetCinW\KetCin_DN %~n1 KetCin %~p1
```

子バッチ (KetCin_DN.bat) の内容

```
:NAME_check
If NOT %1==KetCin GOTO NAME_OK
ECHO ファイル名として KetCin を使わないこと。
```

```

pause
GOTO END

:NAME_OK
cd c:\KetCinW\
If EXIST %1.sce GOTO KET_RUN
If EXIST %3%1.sce GOTO KET_COPY

:KET_STOP
ECHO 先に Scishell を実行して下さい。
pause
GOTO END

:KET_COPY
If NOT %3==\KetCinW\ copy %3%1.sce
  \KetCinW\%1.sce
ECHO Scilab ファイルが最新でない可能性があります。
pause

:KET_RUN
"c:\Program Files\scilab-5.5.1\bin
\scilex" -nb -nwni -f %1.sce
If NOT %1==KetCin(G) copy %1.tex
  KetCin(G).tex
"c:\w32tex\bin\platex" %2.tex
Rem "c:\dviout\dviout" %2.dvi
"c:\w32tex\bin\dvipdfmx" %2.dvi
copy KetCin.pdf %1.pdf
del KetCin.pdf
If %3==\KetCinW\ GOTO KET_VIEW
move %1.pdf %3%1.pdf
move %1.tex %3%1.tex
move %1.sce %3%1.sce

:KET_VIEW
"c:\Program Files\SumatraPDF\SumatraPDF"
%3%1.pdf
:END

```

3.1 バッチファイルの作業内容

(0) cindy ファイルの名前が「KetCin」であれば、作業を中断する。

(1) 作業フォルダと m y フォルダでの sce ファイルの存在で条件分岐する。

(1 - 1) 作業フォルダに sce フォルダがあれば、それを利用する。

(1 - 2) 作業フォルダに sce ファイルがなく、m y フォルダに sce にあれば、m y フォルダの sce ファイルを作業フォルダにコピーして利用する。

(1 - 3) 作業フォルダと m y フォルダのどちらにも、sce ファイルがなければ、作業を中断する。

(2) cindy ファイルの名前による影響を避けるため、sce ファイルの作成した tex ファイルを一時的に「KetCin(G).tex」に変更し、pdf ファイルを作成する。

(3) 作業フォルダに作成された、sce ファイルと図形データの tex ファイル、pdf ファイルの3つを m y フォルダに移動して終了する。

3.2 バッチファイルの体験の仕方と注意点

(1) m y フォルダに、cindy ファイルを用意する。
※ エラー防止のため、フォルダの名前に半角空白は使わないことを薦める。

(2) 「c:\KetCinW」を作業フォルダとして cindy ファイルのスクリプトに記述しておく。

(3) cindy ファイルを KC_D.bat ヘドラッグ&ドロップすれば、KETCindy が体験できる。

4. KC_DW というバッチシステム

KC_DN というバッチシステムを改良して、pdf 作成用 tex のファイル名、および、KETCindy の作業フォルダの変更に対応した。

親バッチ (KC_DW.bat) の内容

```

%~dp0KetCin_DW %~n1 %~dp1 KetCin
C:\KetCinW\

```

子バッチ (KetCin_DW.bat) の内容

```

@ECHO off
:work_check
If /i %~dp0==%4 GOTO WORK_OK
echo.
ECHO 作業フォルダに %3.tex コピーし、一時的に %3(G).tex を作成します。
pause

```

ドラッグ・アンド・ドロップで K_ET Cindy (久保)

```

copy %~dp0%3.tex %4%3.tex

:WORK_OK

:NAME_check
If /i NOT %1==%3 GOTO NAME_OK
echo.
ECHO ファイル名として %1 を使わないこと。
pause
GOTO END

:NAME_OK
cd %4
If /i EXIST %1.sce GOTO KET_RUN
If /i EXIST %2%1.sce GOTO KET_COPY

:KET_STOP
echo.
ECHO 先に Scishell を実行して下さい。
pause
GOTO END

:KET_COPY
echo.
ECHO Scilab ファイルが最新でない可能性があります。
ECHO Scilab ファイルを作業フォルダへコピーします。
pause
If /i NOT %2==%4 copy %2%1.sce %4%1.sce

:KET_RUN
"c:\Program Files\scilab-5.5.1\bin
\scclex" -nb -nwni -f %1.sce
If /i NOT %1==%3(G) copy %1.tex
%3(G).tex
"c:\w32tex\bin\platex" %3.tex
Rem "c:\dviout\dviout" %3.dvi
"c:\w32tex\bin\dvipdfmx" %3.dvi

:FILE_MOVE
If /i %2==%4 GOTO KET_REN
move %1.sce %2%1.sce
move %3.pdf %2%1.pdf
move %1.tex %2%1.tex
If /i NOT %1==%3(G) del %3(G).tex
GOTO :KET_VIEW

```

```

:KET_REN
copy %3.pdf %1.pdf
del %3.pdf
pause

:KET_VIEW
"c:\Program Files\SumatraPDF\SumatraPDF"
%2%1.pdf
:END

```

4.1 バッチファイルの作業内容

(0) 説明の準備

作業フォルダが「c:¥KetCinW¥」であるとして概要のみ説明する。

3つのファイル KC_DW.bat, KetCin_DW.bat, KetCin.tex が一つのフォルダ (バッチフォルダ) にある状態で作業する。

cindy ファイルの存在するフォルダを m y フォルダとする。

※ 作業フォルダ、バッチフォルダ、m y フォルダは、互いに同じでも違っていてもよいが、ここでは区別して説明する。

(1) KC_DW.bat へ Cindy ファイルをドラッグ & ドロップすれば、パスやファイル名を読み取って、KetCin_DW.bat へ引数を渡す。

(2) ここから、KetCin_DW.bat の動作です。

作業フォルダ、バッチフォルダ、m y フォルダを比較して、作業に必要なファイルをコピーする場合がある。

(3) 作成された3つのファイル (pdf, sce, tex) を m y フォルダへ追加して pdf を表示する。

なお、m y フォルダへ追加される tex ファイルは、input で指定される tex ファイルの名前を Cindy ファイルに合わせた名前に変更したものである。

4.2 バッチファイルの体験の仕方と注意点

(1) m y フォルダに、cindy ファイルを用意する。

※ エラー防止のため、フォルダの名前に半角空白は使わないことを薦める。

(2) cindy ファイルのスキプトで指定した作業フォルダと、KC_DW.bat の最後の引数 (第4引数) が一致していることを確認する。

(3) cindy ファイルを KC_DW.bat へドラッグ & ドロップすれば、KETCindy が体験できる。

5. KC_DC というバッチシステム

KC_DW というバッチシステムからの改良点は、次の通りである。

(1) 作業フォルダの指定で末尾に ¥ を付けても付けなくてもいいようにした。

(2) 作業フォルダ、my フォルダ、バッチフォルダのパスとファイル名に半角空白を利用できるようにした。

(3) 作業フォルダの指定を間違えたときに、メッセージを出すことにした。

(4) エラーのない準備をした場合は途中でキー入力待ちをしないことにした。

(5) 描画内容によっては、sci ファイルのコンパイル時に時間がかかるため、Scilab 実行前に sce を実行するメッセージを出すことにした。

親バッチ (KC_DC.bat) の内容

```
cd /D "%~dp0"
KetCin_DC "%~n1" "%~dp1" "KetCin"
"C:\KetCin W"
```

子バッチ (KetCin_DC.bat) の内容

```
cd /D %4

@ECHO off
:work_check
echo バッチフォルダと作業フォルダが異なれば、
%~3.tex をコピーする。
If /i "%~dp0"=="%CD%\ " GOTO NAME_check
echo.
ECHO 作業フォルダに %~3.tex をコピーし、一時的に
%~3(G).tex を作成します。
copy "%~dp0%~3.tex" "%~3.tex"

:NAME_check
If /i NOT %1=="%3 GOTO NAME_OK
echo.
ECHO ファイル名として %1 を使わないこと。
pause
GOTO END

:NAME_OK
```

```
If /i EXIST "%~1.sce" GOTO KET_RUN
If /i EXIST "%~2%~1.sce" GOTO KET_COPY
```

```
:KET_STOP
echo.
echo "%~1.sce" が見つかりません。
echo.
ECHO 先に Scishell を実行して下さい。
pause
GOTO END

:KET_COPY
echo.
ECHO "%~1.sce" が最新でない可能性があります。

ECHO "%~1.sce" をフォルダ %4 へコピーします。
pause
If /i NOT %2=="%CD%\ " copy "%~2%~1.sce"
"%~1.sce"
```

```
:KET_RUN
echo sce ファイルを実行します
"c:\Program Files\scilab-5.5.1\bin
\scilex" -nb -nwni -f "%~1.sce"
If /i EXIST "%~1.tex" GOTO :KET_RUN2
echo.
echo.
echo フォルダ %4 に ファイル "%~1.tex" が見
つかりません。
echo.
echo cdy ファイルの指定する作業フォルダまたは
ファイル名を確認して下さい。
echo.
echo 作業を中断します。
echo.
pause
GOTO END
```

```
:KET_RUN2
If /i NOT %1=="%3(G)" copy "%~1.tex"
"%~3(G).tex"
"c:\w32tex\bin\platex" "%~3.tex"
Rem "c:\dviout\dviout" "%~3.dvi"
"c:\w32tex\bin\dvipdfmx" "%~3.dvi"
echo この段階で、フォルダ %4 に
echo "%~1.sce", "%~3.pdf", "%~1.tex",
"%~3(G).tex" が存在する。
```

```

If /i NOT %1=="%3(G)" del "%3(G).tex"
move "%3.pdf" "%1.pdf"
echo "%3.pdf"の名前を"%1.pdf"へ変更

:FILE_MOVE
echo バッチフォルダとmyフォルダが等しければ、ファイル移動なし。
If /i %2=="%CD%\ " GOTO KET_VIEW
move "%1.sce" "%2%1.sce"
move "%1.tex" "%2%1.tex"
move "%1.pdf" "%2%1.pdf"

:KET_VIEW
"c:\Program Files\SumatraPDF\SumatraPDF"
"%2%1.pdf"
:END

```

5.1 バッチファイルの引数などについて

自動で判別する引数が増えたので、整理することにした。

KC_DC.bat は、次の引数を渡して、バッチファイル KetCin_DC.bat を実行している。なお、「% dp0」は、バッチファイル自身のパスである。

第 1 引数 (% n1) : cindy ファイルの名前

第 2 引数 (% dp1) : cindy ファイルのパス

第 3 引数 (KetCin) : pdf 作成用 tex ファイルの名前 (拡張子は付けないこと)

第 4 引数 (c:¥KetCinW¥) : 作業フォルダのパス

※ すべての引数を " と " で囲みんだ。これで半角空白を含むパスやファイル名に対応した。

※ ※ 第 1 引数、第 2 引数は cindy ファイルの cindy script により指定されるので、変更する必要はない。

6. 最後に

現在でも、K_ET_Cindy に利用されている Scilab が、パスとファイル名に日本語が使えないが、バッチファイルは、パスとファイル名の制約が無いように気をつけて作成したつもりである。

K_ET_Cindy は今も発展を続けており、ここで紹介したようなバッチファイルは時代遅れになったかも知れないが、K_ET_Cindy の理解に役立った。

参考文献

[1] CAST_EX 応用研究会「K_ET_pic でらくらく T_EX グラフ」、イーテキスト研究所, 2011.

参考 URL

- [url 1] 「Ketpic.com」
(<http://ketpic.com/>)
- [url 2] 「Scilab ユーザーグループ in Japan」
(<http://scilab.na-inet.jp/>)
- [url 3] 「CinderellaJapan」
(<https://sites.google.com/site/cinderellajapan/>)

TEXによる問と答の表示切替

久保 康幸 * · 亀田 真澄 **

Indication switching of the question and the answer in TEX materials

Yasuyuki Kubo *, Masumi Kameda **

Abstract

We scheme realization of indication switching of the question and the answer in TEX materials. In this paper, We introduce function aiming at realization concretely, and my achievement stage.

1. はじめに

現在、私は教材作成に主として Studyaid D.B. を使っている。しかし Studyaid D.B. は、[1] で紹介した機能と不便さを持っている。

TEX を単独で使用するなら、図の描画が難しくなるため K_{EX}Tpic が開発されているが、そのインターフェースは CUI である。しかし、昨年から開発が進んでいる K_{EX}TCindy では、動的幾何ソフト Cinderella の活用により、TEX でもインタラクティブに描画できる環境が整ってきている。

それでもなお、Studyaid D.B. を使い続ける理由は、問と答の表示切替の機能（レイアウト）を利用したいからである。Studyaid D.B. のスタイル設定によるレイアウトの変更と印刷字における選択肢により、問題・答・解説の必要なものを印刷でき、場合により答のスペースを残したまま答を印字しないこともできる [2]。ただし、Studyaid D.B. の表示切替にも不備があり [2]、また、Studyaid D.B. の表示切替と全く同じものを TEX で実現したいわけではない。そのことを説明するのに、この原稿が役に立つものと思う。

2. 実現したい機能の概略

試験などの印刷教材を利用するとき、印刷されるべき内容は、次のようなものではないだろうか。

- タイトル（表題）や名前欄
- 設問番号
- 設問の問題文
- 答
- 補足説明または説明付きの答など

このうち、タイトルは常に表示し、印刷すべきものである。設問番号も必ず印刷する。模範解答を別

に印刷するときには問題文は必要ない。答は、試験の実施用は印刷しないが、解答スペースは必要である。説明のない答（略解）の場合と説明付きの答の場合に応じて印刷状態を変更したい。また、配布プリントでは、答の解答スペースを詰めて紙を節約したい。もし、試験が問題用紙と解答用紙を分けて印刷するなら解答用紙は、常に印刷する枠と、試験実施時には印刷しない答を選んで印刷したい。

3. 現在の構想

3.1 説明付き答の印刷切替

答を印字せずスペースを詰めるなら、TEX のコメントアウト機能を使えば出来そうである。1 行ずつコメントアウトは大変なので、複数箇所にある複数行のコメントアウトを実現するためのマクロは、倉田久靖 [3] がマクロを開発している。しかし、解答スペースを残したまま印刷するには、1 問ずつ目視で必要な空白を用意することになり、解答スペースを残したまま答を印刷しない場合と解答を表示する場合の問題文の位置のずれが気になる。また、答を印刷するが、問題文と違う色にしたい場合の要求には応えていない。

実は、説明付きの答を色を変えて印刷することにより、解答スペースを残したまま答を見せないことができる。説明を見せたい場合は、見える色にして、解答スペースとしたいときには白色で印刷するのである。これについて、今年 9 月、具体的なコマンドの定義に着手した。

この方法を応用して `\iffalse` および `\fi` と解釈されるコマンドを定義したり、コメントアウト用のスタイルファイル `comment.sty` を利用してみたが、うまくいかない。倉田先生のコメントアウトによる方法と我々の色の変更による方法の切替が両立

* 総合教育科

平成 27 年 11 月 30 日受理

** 山口東京理科大学 准教授

する方法を考えなければならない。

それぞれの方法を両立させる代わりに、 $\text{K}_\text{E}^2\text{Tpic}$ ファミリーにある `ketlayer` で実現出来ないだろうか。レイヤーという言葉のイメージから想像しているだけであり、[4] を見ても詳しくない。

あるいは、`comment.sty` を利用するなら、環境を定義する [5] 方法で色も変更できないだろうか。

3.2 答以外の部分

答の部分について、うまく出来れば、答以外の部分は、その修正だけである。

4. 最後に：実例

4.1 解答用スペース維持のまま印字切替

現在の段階ではコマンド名を仮に定義して、色の変更による答の表示切替を実施してみた。色の変更なので、スペースを詰めることは出来ていない。

なお、既に定義されたコマンドを `\def` で書き換えることによる影響が心配なため、コマンドの定義には、既にコマンドがあればエラーを出して止まる `\newcommand` を使用することにした。

まず、`tex` のドキュメントファイルに読み込むための補助ファイルを作成する。今回は、`hyouji(br).tex` と `hyouji(bw).tex` の2つを用意した。その中は、それぞれ次に2行がある。

`hyouji(br).tex` の内容

```
\newcommand\CLRa{\color{red}} % 開始
\newcommand\CLRb{\color{black}} % 終了
```

`hyouji(bw).tex` の内容

```
\newcommand\CLRa{\color{white}} % 開始
\newcommand\CLRb{\color{black}} % 終了
```

教材を作成するファイルは、補助ファイルのいずれかを `\input` コマンドで利用する。補助ファイルのファイル名は1字のみ違って、答を赤くしたければ `br` を選び、答を非表示（白）にしたければ `bw` を選ぶ。なお、補助ファイルで定義したコマンド `CLRa`、`CLRb` は、新しくシステムが完成したときには、整理して別の名前を考えたい。図1と図2で、実行したものを示す。

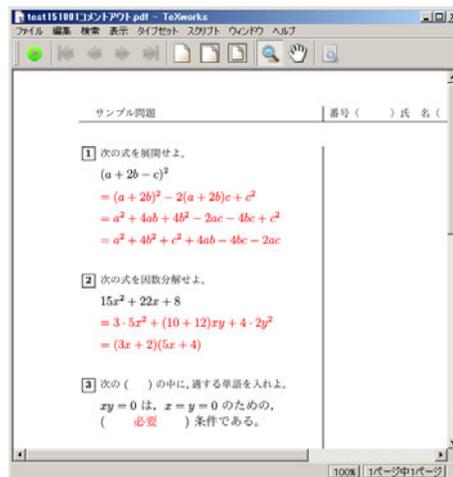


図1 答を赤くした場合

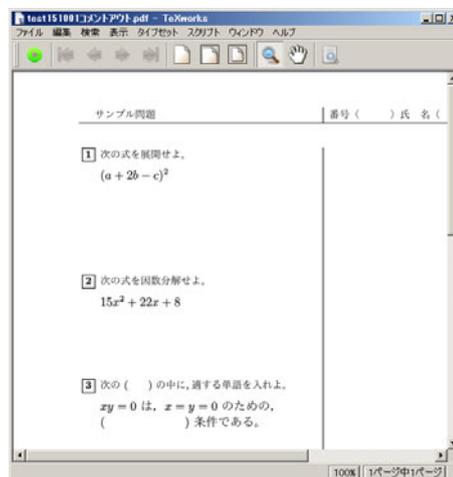


図2 答を非表示にした場合

4.2 解答部分をコメントアウト

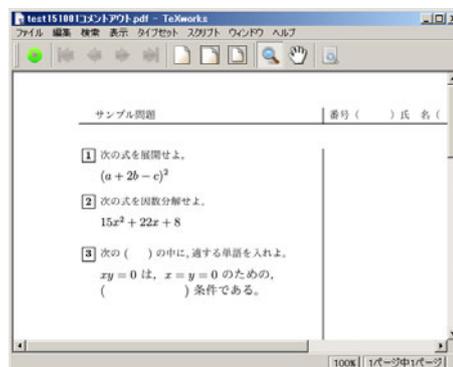


図3 答をコメントアウトした場合

設問毎に解答部分をコメントアウトすればどのようなになるのか図3に示した。現在、目的のものが出来ていないので、設問毎に手作業でコメントアウトしてある。また、コメントアウトしたときの上下の

T_EX による問と答の表示切替 (久保)

間隔と括弧の中のスペースの調整のため、問題作成時に少し工夫をしている。

ここに示した例のように設問毎に手直しするのではなく、プリアンブル部分のわずかな変更で切替えできるのが目標である。

参考文献および参考 URL

- [1] 久保康幸：「Studyaid D.B. の評価」, 京都大学数理解析研究所講究録 (No.1951), 2015.
- [2] 「Studyaid D.B. 取扱説明書」(ver.17 対応), 数研出版株式会社, 2012.
- [3] 倉田久靖：「試験問題作成用 L^AT_EX マクロ」, 米子工業高等専門学校研究報告 (44), 2009.
- [4] CAST_EX 応用研究会「K_ET_pic でらくらく T_EX グラフ」, イーテキスト研究所, 2011.
- [5] 「目的別 L^AT_EX ガイド」
(<http://utsukemononi.gozaru.jp/latex/index.html>)
- [6] 「Ketpic.com」(<http://ketpic.com/>)
- [7] 「Scilab ユーザーグループ in Japan」
(<http://scilab.na-inet.jp/>)
- [8] 「CinderellaJapan」
(<https://sites.google.com/site/cinderellajapan/>)

2015年のアンボン情勢

—ブル島ボタッ金山問題を中心に—

河野 佳春*

Memorandum for Ambon's Situation in 2015.

—Around the mount Botak problem—

Yoshiharu Kawano *

Abstract

November 2015 currently in Ambon, Mt. Botak problem is the most important. This situation has been from 2011. By Gold Rush, a large number of people has come from Indonesia around. Some people, has expected economic effect. But gradually environmental destruction by mining was revealed. So consequently Conflict occurred between miners and local people. Finally at May 2015 President Joko Widodo ordered to close mining area.



地図1 マルク諸島中部南部



地図2 ブル島

1. はじめに

1. 1 本稿の対象地域

本稿は2015年11月現在のインドネシア共和国アンボン地域情勢報告である。筆者は従来、マルク諸島中部のアンボン島、およびそれに隣接するルアシ諸島、さらにこれら小島群の北に位置する大島セラムの西南岸地域を指してアンボン地域としてきたが、今回はこの地域の西約100kmに位置するブル島を含める。(地図1. 2. 参照)

マルク諸島は、北部が丁子の、南部肉荳蔻の原産地で、古くから交易が盛んであったが、アンボンなど中部は香料を産せず、周辺的な地域であった。しかし16世紀ごろ丁子栽培が始まり、その後オランダによる交易拠点として同諸島の政治的経済的中心となった。オランダ支配時代を通じて次第にキリスト教徒が増加し、19世紀末のアチェ戦争で多数のキリスト教徒が植民地軍兵士となり、ためにキリスト教多数地域とみなされている。また、インドネシア共和国独立に際しては、元植民地軍兵士らが親オランダの南マルク共和国建国運動を展開したため、彼らがキリスト教徒の中でも少数派に過ぎなかったにも拘らず、親オランダ地域との誤解を受けている。

しかし実際には「アンボン人」のキリスト教徒とムスリムの人口比は拮抗している。なお土着信仰はアニミズム的なもので、現在もそれを保持する人々は、少数ながら主にセラム島内陸に居住し、アリフルあるいはヌアウル等と呼称される。また、スラウェシ南部および東南部などとの交流も盛んで、マカッサル人ブトン人は早くから往来あるいは移民した。現在はジャワからの出稼ぎや移民も多く、人口に占めるムスリムの比率は高まっている。

1. 2 ブル島と金ブーム

今回特にブル島を含めるのは、同島ボタツ金山違法採掘問題が重大な局面を迎えているためである。同島はマルク諸島中枢のアンボンに近接しながら、ながらく辺境であり続けてきた。スハルト政権時代には政治犯流刑地として利用された。^[1]

今回の金ブームは2011年にはじまり、選鉱に使用するシアン化物や水銀による環境破壊などが社会問題化し、採掘者同士や採掘者と地元民など紛争も引き起こしてきた。当初中央政府地方政府の対応は曖昧で、2012年7月最初の禁止命令が出されたが、その後採掘を容認する傾向も見られ、同年12月以降繰り返し閉鎖命令が出される状況が続いた。しかし2015年5月にジョコ・ウィドド大統領がボタツ金山の全面閉鎖を命令、その後も事態は混沌としていたが11月13日現地部隊指揮官が5日以内の閉鎖退去命令を出し、27日時点ではルフット・ビンサル法律・政治・安全問題調整相が閉鎖完了と発言した。^[2]

今後の展開は予断を許さないが、2015年11月末時点ではこの問題は解決に向かっている。

1. 3 その他の問題

2015年現在同地域における重大問題として、ボタツ金山問題以外に東南マルク県アル島ベンジナ漁業会社によるビルマ人タイ人カンボジア人漁業奴隷問題があるが、本稿では取り上げない。マルク州全体にかかわる国際問題であるが、中心となったベンジナはアンボン地域から約1000km東南に離れている上、現時点で筆者として情報の整理ができていないためである。^[3]

また2015年に特筆すべき問題としては、9月下旬から10月下旬のセラム島などでの森林(果樹園含む)火災である。管見の限りこのような大規模森林火災はアンボン地域では例が無い。スマトラやカリマンタンなどと同様の火災原因＝大規模開発の波及を示すものか、引き続き注視したいが、現時点では詳細は差し控える。^[4]

その他2014年までに引き続き、村落内村落間の小競り合いは間歇的に発生している。同一宗教間であることが、かつての大紛争に比べて特徴的である。この問題については昨年度本紀要拙論で論じたが、現在のところその後の特筆すべき変化は見られないように思う。^[5]

2. ボタツ金山問題

2. 1 2012年

マルク州ブル県ワエアボ郡ダヴァ村ワムサイト集落

ボタッ山地区での金採掘は2011年に始まったらしいが、管見の限り新聞などに取り上げられたのは2012年6月5日以降である。以下時系列に従い新聞記事から状況を紹介する。

(1) 6月5日土砂崩れによりジャワからの出稼ぎ労働者2名が死亡。^[6]

これが初出記事。原因は大雨とされ資本・技術ともに乏しい出稼ぎ労働による採掘が想像される。

(2) 7月11日金鉱地帯で紛争、5名死亡。^[7]

金採掘に関する紛争記事の初出。

(3) 7月16日採掘禁止命令^[8]

最初の禁止命令。

(4) 8月29日警官による採掘者への賄賂要求事件^[9]

金を押収して金を要求。このケースでは賄賂だけ取って金は返さなかった。

(5) 9月10日金採掘者団体が迅速な採掘許可要求を表明^[10]

大企業でない個人採掘者団体による要求。

(6) 9月13日地元紙アンボンエクスプレスが県政府に対応要求記事。人権問題治安問題環境問題地域内対立などが深刻。^[11]

社会問題として取り上げられた最初。

(7) 10月17日ブル県政府採掘者から月10万ルピア徴収方針^[12]

ブル県政府が県外出身者の県内滞在に10万ルピア(およそ千円)月徴収開始。事実上の採掘容認。

(8) 11月8日採掘者団体代表再度迅速な採掘許可を要求^[13]

(9) 11月18日殺人事件発生、採掘者6名が4名の犯人に襲われ2名死亡。^[14]

(10) 11月29日パティムラ軍管区司令官ウィラッモコ少将、行政が決定した場合即座に、ブル島ボタッ金山地域を封鎖出来ると発言。^[15]

後の報道から見て実際に軍が出動している。軍による金採掘地域警備の始まり。

(11) 12月1日金採掘に地域社会が抗議。環境破壊懸念。^[16]

地元社会の抗議行動の始まり。

(12) 12月3,4日インドネシア・マルク州ブル県ボタッ金山採掘地域で紛争、地元住民男性が警官発砲の銃弾を胸に受けてアンボンの病院へ搬送。危険な状態。^[17]

本格的な地域紛争の開始。

(13) 12月5日国軍マルク州ブル県ボタッ金山紛争で治安部隊増強。^[18]

(14) 12月5日マルク州がブル県ボタッ金山閉鎖。紛争の他、環境破壊による健康被害防止も理由に。^[19]

ブル県の採掘容認からマルク州が禁止へ方針を再転

換。

(15) 12月8日アンボン市内ハティープ・クチール村にブル島ボタッ金山から多数金採掘者移動、地元不安。一部採掘者がボタッ金山での採掘を諦め移動。^[20]

2012年は地域外からの採掘者が次第に増加し、環境問題が顕在化しはじめていた。当初地元社会でも、ブル県政府など一部では金による経済発展を期待する動きもあったようだが、環境破壊を懸念した地元住民による抵抗が次第に強まり、採掘者との紛争が顕在化するに及んで、州政府が禁止に乗り出した。一方警察内部では採掘者から賄賂を取る腐敗も存在した。

2. 2 2013年

(1) 1月14日パティムラ軍管区司令官発表。ブル島ボタッ金山から部隊撤退の準備完了。閉鎖解除については行政の判断。^[21]

前年12月7日の閉鎖から1ヶ月あまりでの軍撤退は、州政府方針の曖昧さが伺える。

(2) 1月18日採掘者数十名逮捕。当局によると彼らは何度も逮捕され、再犯しないと誓約して釈放されている。軍管区司令官は兵士の関与を否定。^[22]

軍は否定しているが、警察同様軍にも採掘者に寄生する腐敗行為があることが疑われる。

(3) 2月22日ワエアポ・ペトゥアナン・カイエル慣習法連合が、2週間前から数千人に違法操業を許可。州・県政府と地元とが対立。^[23]

地域社会のどの程度が関わっているかは不明だが、村落支配層の一部に、金採掘から利益を得ようとする動きがあったことがわかる。

(4) 2月25日マルク州副知事ブル県ボタッ金山の永久閉鎖を断言。県当局からの書簡に基づき。環境と治安への不安にも言及。^[24]

(5) 2月26日アンボンエクスプレス記事、地域社会が徴収している採掘権料Rp55万/日・人×1万人；累計Rp2,5億。軍・警察に食費名目でRp10万/日・人×160人。^[25]

前日の州副知事発言にも拘わらず、実態として地域支配層と軍・警察が結託して違法採掘を続けさせている様子がわかる。

(6) 3月21日アンボンエクスプレス記事、19日NGO指導者発言：マルク州ブル県ボタッ金山問題、行政ははっきりと説明すべき。一般住民は金採掘の害を理解しているが、一部に目先の利益に惑わされた人々がいる。^[26]

(7) 3月22日マルク州庁でブル島ボタッ金山違法操業再開について、ブル県知事の責任を追及する学

生らが、州知事に面会求め無許可侵入、警備員らと小競り合い。^[27]

当局の曖昧な態度や軍・警察の腐敗に対し、NGOや学生からの批判が出始めてくる。

(8) 4月20日アンボンエキスプレス記事、県退役軍人警官協議会長が軍と警察に苦言。採掘者や地域社会となれ合わず厳正に任務を！(まっとうな採掘許可を、無理なら禁止。との趣旨)^[28]

軍人警官OBの目にも余る状況だったのかも知れない。

(9) 4月25日アンボンエキスプレス記事、採掘地域警備の下士官が採掘者から頻りに強奪。紛争惹起の危惧広まる。軍は既に当該下士官を県都ナムレアに召還。^[29]

(10) 8月30日インドネシア人権評議会スタッフが30日マルク州ブル島ボタツ山周辺のシアン化物と水銀について警察が捜査すべき、と指摘。住民は飲料水だけでなく魚介類汚染も懸念。^[30]

有害物質による環境破壊について具体的な指摘初出。

2013年は、振り返れば金採掘が急速に拡大したと考えられる。環境破壊を心配する住民・NGO・学生などの反対にも拘わらず、軍や警察、地域支配層は金採掘者を搾取し利権をむさぼった。

2.3 2014年

(1) 3月22日コンパス記事、金山付近の2小学校で、児童数百人が授業受けられず。教員らが職場放棄し金採掘。^[31]

環境破壊が問題になる一方、金採掘利益は非常に魅力的だった。

(2) 4月24日金山地区で採掘者とウィディット村民が衝突、2人死亡。^[32]

(3) 11月6日マルク州議会がブル島ボタツ金山紛争で同県知事喚問要求。副議長によれば協同組合以外の採掘は禁止されていた。^[33]

金採掘権の管理も実際には難しかったことがわかる。

(4) 11月11日コンパス記事、州知事が軍警察責任者と会合。最近2週間のブル島ボタツ金山紛争(3人死亡)について。治安部隊の違法採掘護衛について遺憾の意。^[34]

州知事が硬式に軍・警察と採掘者との結託を非難。

(5) 11月20日ブル島知事採掘者に帰郷要求。^[35] ついに県知事が採掘禁止方針。しかし、採掘者らからの月10万ルピア徴収は、いつまで行われていたか確認できない。採掘者からすれば納得しがたいだろう。

2014年はようやく州知事県知事がそれおって金採掘禁止方針を明確化し、軍と警察に対しても明確に批判。ようやく事態は解決に向かい始めたと言えるかも知れない。

2.4 2015年

(1) 4月4日アンボンエキスプレス記事、地元地権者ら州知事・151連隊長と面会。連隊長は違法採掘者一掃を約束。^[36]

地元地権者というからには村落支配層とみて良さそうに思われる。だとすれば2013年2月以来採掘権料を取り立てていた勢力と考えてよい。彼らもついに採掘禁止に転換したと考えられる。

(2) 5月7日コンパス記事、ジョコ・ウィドド大統領がボタツ金山の全面閉鎖を命令。^[37]

(3) 6月30日州知事、ラマダン後にブル島ボタツ金山閉鎖を発表。紛争や環境破壊が深刻。過去3年繰り返し閉鎖命令してきたが、今回は大統領の直接命令。^[38]

(4) 7月27日マルク州議会議員スタルモ・ビン・ヤシン声明、ブル島ボタツ金山に投資したいならば、正式に州政府を通すべし。現状の採掘禁止は重要。^[39]

この期に及んでもまだ、金採掘の可能性が完全には否定されない。金の魅力は大きいということであろう。

(5) 9月3日アンタラ通信記事、州知事来週にブル島ボタツ金山閉鎖を宣言。民間鉱山会社による環境調査を行う。公式には過去四年間閉鎖は続いているが、実行できず。警備当局収賄も。^[40]

(6) 11月1日インドネシアNGO連合マルク州ブル島支部長談話、11/1ブル島カエリ湾岸で体長約2m鱒5頭死骸発見。その他動植物にも被害。ボタツ金山違法採掘由来シアン化物など汚染によると考えられる。^[41]

鱒の死因が食物由来の水銀中毒ないし青酸中毒であれば、人間も危険である。

(7) 11月18日コンパス記事、マルク州環境団体声明、治安当局と地方政府はただちにブル島ボタツ金山閉鎖を実行せよ。6ヶ月前の大統領命令実行されず。水銀鉱害で水俣病の危機。^[42]

大統領命令にも拘わらず、なかなか閉鎖が実現しない。この問題の難しさが伺われる。

(8) 11月13日地区軍指揮官ファイサル中佐談、ボタツ金山閉鎖に5日間の猶予。^[43]

(9) 11月27日ルフット・ビンサル法律・政治・安全問題調整相、マルク州アンボン市でのアンボン

社会大会議に際し、マルク州政府のブル島ボタッ金山違法採掘禁止支援を強調。同州アッサガティフ知事から既に閉鎖と聞いて喜んでいますが、シアン化物や水銀による水俣病などの公害を防ぐため完全根絶の必要を強調。多数の池沼が汚染し数千本のサゴが枯れるなどの被害が出ている。^[44]

2015年11月末時点で、ブル島ボタッ金山における違法採掘問題はようやく解決したかに見える。過去のいきさつから見て、もちろん事態は楽観できないが、地域住民と NGO や学生の運動が成果を挙げたと言える。

3. むすびにかえて

2015年11月時点でアンボン地域は比較的平穏を取り戻しつつある。この間セラムでの火災とブル島ボタッ金山問題、そしてあいかわらず繰り返す村落での小競り合いと、問題は山積みであったが2011年9.11暴動のような大事件は発生しなかった。

常識的には、今後は村落紛争の減少あるいは消滅が課題となるが、これについては誰もはっきりした見通しを持っていない状況である。引き続き観察を続け、解決のヒントを探りたい。

参考文献

- [1]土屋健治他『インドネシアの事典』同朋舎 1991年、265 ページ。など
- [2]“Menkopolhukam Dukung Tambang Gunung Botak Ditutup”, *seruu.com*, 27 NOVEMBER 2015.
- [3]“Sidang kasus 'perbudakan' di Benjina digelar”, *BBC INDONESIA*, 18 November 2015.
- [4]“Kebakaran Hutan, Kini Maluku Juga Kena Asap”, *viva.co.id*, 18 Oktober 2015.
- [5]河野佳春「2014年のアンボン情勢について—紛争・和解と地域伝統—」『弓削商船高等専門学校紀要』第37号2015年、93~99 ページ。
- [6]“Tambang Emas di Gunung Botak Longsor, 2 Orang Tewas” *detikNews*, 05 Jun 2012.
- [7]“Lima Tewas akibat Bentrok di Buru” *Kompas.com*, 12 Jul. 2012.
- [8] *Ambon Ekspres* 16 Jul. 2012.
- [9] *Ambon Ekspres* 29 Aug. 2012.
- [10] *Ambon Ekspres* 10 sept. 2012.
- [11] *Ambon Ekspres* 13 sept. 2012.
- [12] “Masuk ke Kabupaten Buru Harus Bayar Rp

100 Ribu” *Kompas.com* 17 Oct. 2012.

[13] *thejakartaglobe* 8 Nov. 2012.

[14] *Ambon Ekspres*, 19 Nov. 2012.

[15] *Ambon Ekspres* 30 Nov. 2012.

[16] *Ambon Ekspres* 1 Dec. 2012.

[17] a. Ponco, A., “Petambang Emas Dibunuh” *kompas.com* 4 Des. 2012.

b. Patty, R. R., “Warga Buru Tertembak Pistol Polisi” *kompas.com* 4 Des. 2012.

[18] Patty, R. R., “200 Personel TNI Dikerahkan Amankan Buru” *kompas.com* 5 Des. 2012.

[19] Ponco, A., “Rabu, Tambang Emas Buru Ditutup” *kompas.com* 4 Des. 2012.

[20] *Ambon Ekspres* 8 Dec. 2012.

[21] *Ambon Ekspres* 15 Jan. 2013.

[22] *Ambon Ekspres* 18 Jan. 2013.

[23] *Ambon Ekspres* 21 Feb. 2013.

[24] *Ambon Ekspres* 26 Feb. 2013.

[25] *Ambon Ekspres* 26 Feb. 2013.

[26] *Ambon Ekspres* 21 Mar. 2013.

[27] “Tolak Penambang Emas Ilegal, Mahasiswa di Maluku Bentrok” *liputan6dotcom* 22 Mar. 2013.

[28] *Ambon Ekspres* 20 Apr. 2013.

[29] *Ambon Ekspres* 25 Apr. 2013.

[30] “Polisi Harus Awasi Peredaran Sianida di Gunung Botak” *kompas.com* 30 Aug. 2013.

[31] “Guru Lebih Pilih Jadi Penambang Emas, Ratusan Siswa Putus Sekolah” *Kompas.com* 21 Mar. 2014.

[32] Leonard, D., “Dua orang tewas dalam bentrok di Buru” *ANTARA* 24 Apr. 2014.

[33] “Tiga Penambang Tewas, Bupati Buru Akan Dipanggil DPRD Maluku” *Kompas.com* 6 Nov. 2014.

[34] “Bentrok Gunung Botak, Gubernur Maluku Temui Pangdam dan Kapolda” *Kompas.com* 11 Nov 2014.

[35] “Gunung Botak Ditutup, Bupati Minta Warga Pendatang Segera Pulang” *Kompas.com* 20 Nov 2014.

[36] “Masalah besar di lumbung emas” *Ambon Ekspres* 4 Apr. 2015.

[37] “Gubernur Maluku Jamin Penambangan Emas Liar Gunung Botak Ditutup” *harian terbit* 8 Mai. 2015.

[38] “Tambang Emas Ilegal di Gunung Botak Ditutup Usai Lebaran” *harian terbit.com* 30 Jun.

2015.

[39] “Investasi di Tambang Gunung Botak Harus Lewat Pemerintah” *metrotvnews.com* 27 Jul. 2015.

[40] Ayal, J., “Gubernur Maluku tutup tambang emas ilegal Gunung Botak” *ANTARA* 3 Sep. 2015.

[41] “Kematian Buaya Pulau Buru Diduga Akibat Pencemaran” *Tribun_Maluku* 1 Nov. 2015.

[42] HERIN, F. P., “Pemda Diminta Segera Tutup Penambangan Emas Tradisional di Gunung Botak” *Kompas.com* 7 Nov 2015.

[43] “Penambang Diberi Waktu 5 Hari untuk Kosongkan Gunung Botak” *Kompas.com* 14 November 2015.

[44] “Menkopolkam Dukung Tambang Gunung Botak Ditutup” *Seruu.com* 27 NOV. 2015.

公開講座「手作り入浴剤・キャンドル」講座の効果

伊藤 武志*

Effect of public lectures "homemade bath salts, candles"

Takeshi Ito*

Abstract

Recently away from science of children is a problem. As a countermeasure, public lecture and Delivery classes intended for children have been made.

In this paper, the author reports effect of public lectures "homemade bath salts, candles".

1. はじめに

近年、青少年の理科離れが問題となり、その対策の一環として、小中学生対象とした公開講座や出前授業が、多くの大学・高专で行われてきている。

弓削商船高等専門学校では、理科離れを目的とした小中学生対象の科学分野の公開講座だけでなく、地域の特性やニーズを生かしたあらゆる年齢層を対象とした幅広い公開講座を行ってきた。著者は、より手作り石けん講座を開講しており、参加者より例年高い評価を受け、この講座がきっかけで地元の特産品を用いた石けんの開発に携わっている^[1]。

手作り石けん公開講座のアンケート結果では、入浴・美容に関するグッズ作成や香りに関する講座の開設の希望が多かった。また、弓削商船高等専門学校の所在する上島町は、平安時代より製塩地であり、塩の歴史が長い^[2]。そこで、塩を用いた入浴剤（バスソルト）製作の講座を行った。また、同時に手作りキャンドルの講座を行い、小中学校生だけでなく、幅広い年齢層を対象とした。

本報告では、公開講座「手作り入浴剤・キャンドル」の実践および参加者のアンケート結果について報告する。また、この講座がきっかけで法人・団体に依頼されたオリジナル入浴剤の開発の検討や親子参加型の手作りキャンドル講座についても報告する。

本講座は平成24年度から平成26年度まで合計3回、講座の時期は1月、2月の土曜日に行った。安全面を配慮して、小学生低学年は保護者同伴を条件とした。募集は、小中学校へのパンフレット、広報誌、CATVで行ったところ、定員20名に対し、平成24年度21名、平成24年度33名、平成25年度19名と途中で募集を締切るほどの人気であった（表1）。年齢層は小学校1年生から70代まで幅広く、小学校低学年とその保護者、60代以上の参加が多かった。また、平成24年度はフィリピンの理科系の教員研修正1名も参加した。

表1 公開講座参加人数年齢別

	H24年度	H25年度	H26年度
10歳未満	4 (2)	12 (7)	8(5)
10代	2	5 (1)	1
20代	0	2	0
30代	1	3	2
40代	1	4	4
50代	2	0	0
60代	10	5	3
70代	1	2	1
合計	21(2)	33(8)	19(5)

※（ ）は男

2. 公開講座「手作り入浴剤・キャンドル」講座

2-1 講座の概要

キャンドル作りのおおまかな手順は以下のとおりで

ある。①パラフィン樹脂（キャンドル）を湯煎して溶かす②溶かしたパラフィン樹脂にクレヨンとアロマオイルを入れて色と香りを付ける③耐熱性のプラスチック容器に芯を入れて割り箸で挟んで固定し、②を流し込む④固まったら完成（写真1）。

小学校低学年がキャンドルを溶かたり流し込んだりする場合は、保護者もしくは補助学生の付き添いで行った。また、キャンドルを型に流すときは、容器が変形せず、火傷しない温度で行った。キャンドルの色は1人1色のみだったが、固める際に数人で分けあって、2,3色のキャンドルを作った受講者もいた。



写真1 公開講座の様子と作製したキャンドル

入浴剤制作は、キャンドルが固まる時間を利用して行った。入浴剤は、小学生の実験でも人気のあるバスボムと主婦層に人気であるバスソルト組み合わせたものを作製した。おおまかな手順は以下のとおりである。①重曹大さじ30g、食塩20g、クエン酸15g、クレイ色素少量をビニール袋に入れて混ぜる②アロマオイルを5滴ほど入れる③70%エタノールでスプレーして入浴剤を湿させる④型に入れて、固めて完成（写真）。入浴剤にスプレーする時の目安は、手で握って形が崩れない程度である。

当初は、作業にコツが必要なため、形を固定しないパウダータイプの入浴剤の予定であったが、受講者全員固形タイプの入浴剤作製を希望し、全員が上手作業

を行なった。



写真2 作製した入浴剤

2-2 アンケート結果

本講座について、参加者に行ったアンケート結果を図1に示す。本講座は約90分で全工程を行なった。平成24年度、平成25年度、平成26年度の作業時間に関する結果は85%、78%、91%の受講者が「ちょうどいい」と回答した。また、「短い」「少し短い」と回答した受講者も各年度1~4人おり、作業が楽しくもっとやりたいという意見もあった。

また、講座の満足度については、「充分満足できた」「おおむね満足できた」の回答した受講者がほぼ100%であり、評価が高い講座となった。平成25年度は、「ふつう」と答えた回答者が2人いた。これは、受講者が33名と定員を超える受講者を引き受けたため、著者・補助学生共に、細かいところまで手が回らなかったのが、原因だと思われる。受講希望者が多い場合は2部制にするなどの対応が今後必要だと思わる。

自由記述の感想では「子供も大人も楽しめました。いろいろな発見や作る楽しさを感じる事ができ良かったです。」「2つも作る事ができ色など自分の好みが入れたのでとても良かったです。雰囲気良く最後まで大変楽しく参加させていただきました。」「こうやってキャンドルができるなんて知りませんでした。」など楽しかった、新しく知ることができたという感想が多かった。「こんなに簡単にキャンドルや入浴剤ができるなら、今度は家でも作ってみようと思います。」「実験することは楽しいです。」など、家でやってみようという意見も多く、科学への興味の促進も多少はできたと思われる。また、もっとやりたい、また次回もしたいという意見もあり、実際2,3回参加したりリピーターもあり、毎回楽しんでいる様子であった。リピーターを飽きさせないように、少しずつ変化してい

くことも今後の課題だと思われる。

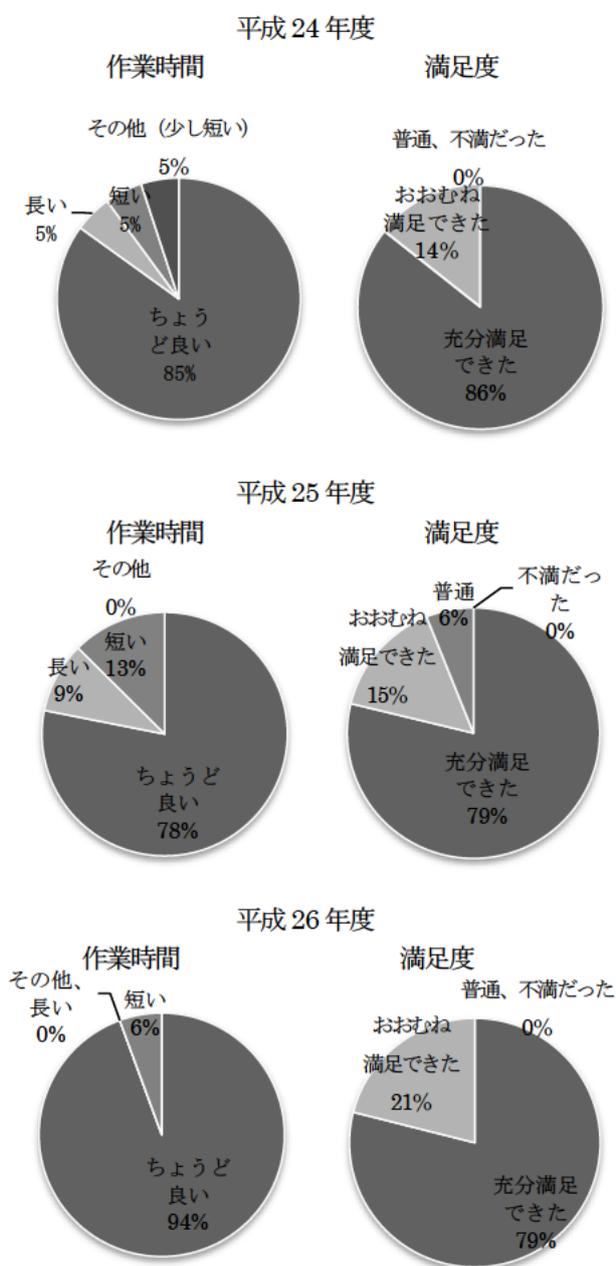


図1 公開講座アンケート結果

3. オリジナル入浴剤製作の検討

平成24年度の公開講座の評判から、上島町の特定非営利活動法人「しまの大学」から、手作り入浴剤の講座と共にオリジナルの入浴剤を製作したいという依頼があった。「しまの大学」とは、地域の人たちの抱える困りごとや夢を、地域の中の人だけではなく、地域の外の人や会社などと協力して、一緒に解決したり、実

現したりしようという取組を行っている組織であり、一般的な大学ではない^[3]。

参加者は、しまの大学を受講している町民の方、先生1名および弓削商船高専科学実験同好会の学生が参加した。入浴剤は基本のバスボムの作製方法を説明後、事前に各自持ち込んだ素材を入れて作製した。基本配合は重曹30g+クエン酸15g+塩20g+素材である。素材が固形や生のものはフードプロセッサーで粉碎したものを入浴剤に入れた。それぞれ作製した入浴剤は、お湯に溶かし、香りや肌触りを参加者全員で評価した。

評価した結果を表2、3に示す。評価は1人5点満点として、参加者13人の平均値を求めた。同じ素材でも乾燥・保存の仕方などで点数に差が付いた。点数が高かったものは、ライム皮(生)、土佐文旦皮(生)、米ぬか+レモン皮(生)であった。固形分を入れているので配管のつまりが気になる意見もあり、お茶パック等容器に入れるなどの工夫が必要である。全体として、生臭い香りのものが目立ち、乾燥したほうがよいという意見や乾燥していない生ものを用いた入浴剤は保存方法等が今後の課題であった。

また、アナアオサ等海藻を用いたものは、磯の香りが強く、試しに試食したところ、味が良く、食品として用いたほうが面白い意見もあった。保存方法や乾燥方法、ほかの素材での検討など、今後の開発に期待がもたれる。

表2 オリジナル入浴剤アンケート結果(点数)

素材	香り・肌触り(平均値)
たまみ皮A(乾燥)	3.69
ライム皮(生)	4.12
たまみB皮(乾燥)	2.85
米ぬか	2.85
においスマレ(生)	2.96
ハーブ(生)	3.04
土佐文旦皮(生)	4.12
米ぬか+レモン皮(生)	4.12
ラベンダー(生)	3.77
ヨモギ(生)	2.92
アナアオサ(乾燥)	3.23
スイセン(生)	3.73

表3 オリジナル入浴剤アンケート結果 (感想)

素材	感想
たまみ皮A (乾燥)	皮が気になるが香りは良い、やさしい香り
ライム皮 (生)	少しベタつくが乾くと気にならない、上品な香り、さわやかな香り
たまみB皮 (乾燥)	におい弱い、皮が薄くベタつきがある、生臭さを感じた
米ぬか	米のにおい、サッパリしているがヌカが手に付くとなかなか取れない、泡が多い
においスマレ (生)	花とのコントラストがきれい、色がきれいなので花を増やすと良い、公園の草の香り
ハーブ (生)	落ち着く香り、あまり香りを感じなかった、商品としては良いと思う
土佐文旦皮 (生)	皮を乾かした方が良い、青臭いのが気になる
米ぬか+レモン皮 (生)	ヌカのにおいが消え、レモンの香りがちょうど良い、商品としては良いと思う
ラベンダー (生)	少しベタつくがそこまで気にならない、葉が手に付く、残さ物が気になる
ヨモギ (生)	サッパリしている、湯に溶かすと香りは弱いので乾燥した方が良い、色が強い、生臭さを感じた
アニアオサ (乾燥)	磯のほのかな香り、しっとり感があるように感じた、食品として活用した方が良い
スイセン (生)	少し香りが強い、スイセンは全体が毒と聞いているので心配、少し青臭さを感じた

4. 出張講演「オリジナルろうそくを作って楽しもう」

上記、公開講座の評判から平成26年8月に、地域団体「ちゅーりっぷぐるーぷ」からキャンドル作り講演の依頼があった。「ちゅーりっぷぐるーぷ」はもともとバリアフリーの育児を目指すボランティアグループであり、親子のふれあい教室や催し物など幅ひろい活動を行っている。例年、夏に有名菓子店のお菓子教室を主宰していたが、この年は、幼児がいて公開講座に参加したくてもできなかった親子の希望が多かったため、弓削商船高専に講演依頼があった。小学生の参加がほとんどだが、乳幼児連れも参加するというので、安全面の協力と理解をお願いして、弓削商船高専・技術振興会の「出張講演」の形で引き受けた。

講演名を「オリジナルろうそくを作って楽しもう」とし、上島町のせとうち交流館で開催した。公開講座で行っているキャンドル作りとは少し異なるものを作ってほしいという依頼があった。また、初めての外校

外での講演であり道具や作業が制限された。そこで、ブロック状に切った色付けしてあるキャンドルを型に入れて、最後に白いキャンドルを流し込むモザイクキャンドルの作製を行った。

小さい年齢の子供は好きな色のブロックキャンドルを型に入れる作業や好きな香りを選ぶのを楽しんでいた(写真3)。約30名の参加者があり、「手軽にオリジナルのろうそくが作れてよかった。」「思い思いの色や香りをつけることができてよかった。」などの感想が聞かれた。今回用いたベースキャンドルが、従来使用していたものより白色が強く、モザイクが見にくいとトラブルもあったが、素材が柔らかいことを利用して、果物屋やハートなどを作成して、参加者が工夫してキャンドルを作製していた。

初めての学校外での作業であったため、道具の運搬や準備・後片付けで不十分であった。また、安全面に気をつけていたが、作業スペースも狭く、もう少し細かい配慮が必要だった。しかし、幼児や保護者の方も満足していただき、地域活性化に貢献できたと思われる。



写真3 出張講演「オリジナルろうそくを作って楽しもう」の様子

5. まとめ

平成24年度から平成26年度に公開講座「手作り入浴剤・キャンドル」を行った。キャンドル製作や入浴剤等お風呂グッズの製作は、成人の女性に人気であり^{[4][5]}、本講座は子供だけでなく、保護者の方も楽しむことができる講座であった。また、公開講座において、参加希望人数が少ないことも多々見られるが、本講座は毎年参加人数が多く、定員以上の応募があったときの対応が今後の課題である。また、キャンドル作りは、準備と片付けに手間が掛かり、安全面を含めた作業のコンパクト化が今後の課題である。受講者のアンケート結果は、満足度が非常に高く、「よ

かった」「楽しかった」「またやりたい」の声が多かった。公開講座は子供の理科離れ対策や地域貢献を目的したものが多く、本講座はその両方を同時に促進させる講座であったと思われる。また、公開講座から新しい講演の依頼もあり、今後の公開講座の発展においても、本講座は大変有意義なものであった。

参考文献

- [1] 伊藤 武志, 宮岡 まこと:「弓削の藻塩を用いた手作り石けんの開発」弓削商船高等専門学校紀要 36号, p117-120, (2014)
- [2] 廣山堯道,「弓削島の塩浜」 雄山閣 (1982)
- [3] しまの大学ホームページ,
<http://www.shimanodaigaku.org>
- [4] 前田 京子,「お風呂の愉しみ」, 飛鳥新社(1999)
- [5] 小幡 有樹子,「キッチンでつくる自然化粧品 和のレシピ」, ブロンズ新社 (2001)