
長野県南信工科短期大学校

紀 要

第 5 号

2021



長野県南信工科短期大学校

NAGANO PREFECTURE NANSHIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

長野県南信工科短期大学校紀要

第5号 2021

目 次

巻頭言

紀要第5号の発刊	荒川 進	1
----------	------	---

解説

黒鉛単結晶膜の鉄フラックス成長	大石修治	2
-----------------	------	---

論文

構造最適化手法を用いたマレットゴルフ用スティックの設計 矢崎美彦, 小森惇太, 原 朋輝, 藤崎 聖, 土橋美博, 湯本一彦		8
---	--	---

技術資料

オンラインツールを用いた授業と成績評価	松原洋一	14
アスパラガス収穫期の茎径および立茎間隔の調査	荒川 進, 吉澤拓真	20

事例紹介

SOLIDWORKS 認定試験のカリキュラムへの導入 -CSWA, CSWP 試験の取り組み-	中島一雄	25
コロナ禍におけるグループ課題 -機械系総合課題「迷路盤の設計製作課題」について-	中島一雄	28
YouTube 公式チャンネルの開設	鮎沢俊輔	31
就職支援活動のオンライン化への取り組み	荒川 進	33
正常データのみで学習する1クラスサポートベクトルマシンの事例紹介	武久泰夫	37

研究・教育・社会活動の概要		41
---------------	--	----

編集後記		50
------	--	----

**JOURNAL OF
THE NAGANO PREFECTURE NANSHIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY**

No.5 2021

CONTENTS

Preface	Susumu ARAKAWA	1
Review		
Growth of Graphite Single Crystal Films from Iron Flux	Shuji OISHI	2
Paper		
Design of Mallet Golf Sticks using Structural Optimization Method Yoshihiko YAZAKI, Junta KOMORI, Tomoki HARA Satoshi FUJISAKI, Yoshihiro DOBASHI, Kazuhiko YUMOTO		8
Technical Report		
Teaching and Grading using Online Tools	Yoichi MATSUBARA	14
Investigation of Stem Diameter and Stem Spacing of Asparagus at Harvest Seasons Susumu ARAKAWA, Takuma YOSHIZAWA		20
Case Study		
Introduction of SOLIDWORKS Certification Examination to Curriculum Kazuo NAKAJIMA		25
Group Assignment under COVID-19 Crisis — Design and Production of Maze Board in Machinery Department—	Kazuo NAKAJIMA	28
Opening YouTube Official Channel	Shunsuke AYUZAWA	31
A Report on Online Job-Hunting Support	Susumu ARAKAWA	33
An Example of One Class Support Vector Machine	Yasuo TAKEHISA	37
Research, Education and Social Activities		41
Editor's Note		50

巻頭言

紀要第 5 号の発刊

長野県南信工科短期大学校 機械・生産技術科 学科長 荒川 進

長野県南信工科短期大学校の「紀要」は、第 5 号を発刊しました。

私が「紀要」に出会ったのは、ちょうど 30 年前になります。学部の 3 年生で研究室に配属され、最初の指導教官からの指示が「紀要」に投稿する論文用のデータの整理と文章起こしでした。指導教官は、工学部で教鞭をとったのち、縁あって教育学部へ赴任した先生でした。内容は、工学分野を専門とする研究者が技術・職業教育の専門学会へ投稿した論文の題目に含まれるキーワードを抽出し、研究内容（教育手法の開発、教材開発など）の傾向性を解析したものです。

当時、教育学系「紀要」は多様性に満ち、心理学、理学、工学、スポーツ医学、芸術までバラエティーに富む内容が一冊にまとめられていました。分野は多様性を示していますが、大学教員の専門研究分野を基礎に据えて、教育を科学的に探究した成果に特化した報告書として成立していました。

本校の「紀要」は、専門分野を極める“研究論文”に始まり、“技術資料”、“事例紹介”、“教職員による社会活動報告”まで続きます。学術研究成果に加え、人材育成、地域貢献活動の成果が網羅されています。それらの成果報告は、教職員の考え方、視点、観点でテーマが設定され、それぞれの工学的専門性を活かした切り口で論じられているほか、地域企業の要望により進められ、科学的解析に基づいた技術開発の成果も掲載されています。

本校は、工学的基礎素養を身につけ、地域産業を支える人材の育成に特化した学校です。そして「紀要」は、地域を含む社会に学術研究を中心とした活動成果を報告する媒体です。本校の活動を多くの方々に知ってもらい、将来、地域で活躍できる技術者を目指す若者が集う魅力を発信できる「紀要」であることを願っています。

【解説】

黒鉛単結晶膜の鉄フラックス成長

大石修治

Growth of Graphite Single Crystal Films from Iron Flux

Shuji OISHI

あらまし 育成が難しいとされていた黒鉛単結晶膜を鉄フラックスから育成した（住吉・野田ら，1968年）。鉄フラックスの選択は，鑄鉄製造の際にキッシュ黒鉛が晶出する現象を参考にした。溶質を兼ねた容器として使用した黒鉛るつぼに鉄粉を入れ，1800～1900℃まで加熱し，約5℃/minの速度で1500℃以下まで冷却した。黒色で金属光沢を持った円形薄板状の黒鉛単結晶膜が成長した。その単結晶膜の径は約30mm，厚さは約0.06mmであった。同様の方法で育成された黒鉛単結晶膜が住吉から著者に寄贈された。単結晶膜の表面や裏表面には多数の小さな六角薄板状黒鉛単結晶（一辺：約150μm以下）が観察できた。単結晶膜は，小さな黒鉛単結晶が積み重なって成長した。

Summary Graphite is widely used in daily life in pencils and so on. Many difficulties arise in the crystal growth of graphite because it has a triple point of excessive high-temperature and high-pressure. The principal advantage of flux method is that crystal growth occurs at a lower temperature than that required for the growth from pure melt. In 1968, Sumiyoshi and Noda *et al.* grew the single crystal films of graphite from iron flux. Iron was empirically chosen as a flux. The temperature of the solution was raised to 1800-1900°C, it was then lowered to 1500°C with a cooling rate of 5°C/min. A single crystal film of graphite (about 30 mm across) was grown on the surface of the iron solution. Another single crystal film of graphite grown by them was gifted to the author. And, it was observed. The form of this film was thin-discoid. The color of the film was black, and it had a metallic luster. Many tiny hexagonal plate-like single crystals were present on the surface and the back surface of film. The side of hexagon was up to about 150 μm long. The film of graphite single crystal was formed by stacking many tiny single crystals.

Key Words : Flux Growth, Graphite, Single Crystal Film, Iron Flux, Black and Metallic Luster, Tiny Hexagonal Single Crystal

1. はじめに

黒鉛（グラファイトや石墨ともいう）は，六角平面網目構造の層の積み重ねからなる炭素（C）の結晶であり，六方晶系に属する。層間の化学結合力が弱いために，黒鉛は容易に劈開し，モース硬度が1～2の柔らかい結晶である¹⁾。天然での黒鉛は，微粉末，土状，塊状などとして産出する²⁾。天然産黒鉛単結晶の大きさはせいぜい2～3mmである³⁾。結晶の形態は，結晶構造からも推し測れる通り，薄板状である。黒鉛の工業的用途は，炉材，潤滑剤，ペンキ，電極や鉛筆の芯などである。

黒鉛の物性や結晶成長の機構を詳細に調べるためにも，黒鉛単結晶はぜひとも必要であった。高品質の結晶を求め，人工での黒鉛単結晶の育成が始まった。単結晶の育成には，融液からの育成，溶液からの育成，気体からの育成や固体からの育成がある。炭素の三重点は，温度が約3700℃で，圧力が約10MPaである⁴⁾。融液からの育成では，三重点を超える温度と圧力の炭素融液から，μmサイズの黒鉛単結晶が成長した⁵⁻⁸⁾。溶液からの育成では，常圧下で鉄（Fe）をフラックスとして選択し，約1900℃の高温溶液からcmにも達するサイズの黒鉛単結晶膜を育成した⁶⁻¹¹⁾。最も大きな単結晶膜の径は約40mm，厚さは約1mmであった⁹⁾。フラックス法は，融点よりもはるかに低い温度で自形を持った単結晶が成長するという特長を持つ¹²⁻¹⁴⁾。気体に関与する方法では，アルゴン雰囲気下で合成した炭化アルミニウム（Al₄C₃）を減圧下の2200～2400℃で熱分解させて，2～3mmサイズの黒鉛単結晶を得た

受理 2021年 9月 13日

採択 2021年 11月 26日

長野県南信工科短期大学校 南箕輪村
Nagano Prefecture Nanshin Institute of Technology,
8304-190 Minamiminowa, Nagano, 399-4511 Japan

^{6-8,15})。人工での黒鉛単結晶の育成には、高い温度、高い圧力や雰囲気制御が必要であった。それらの条件を制御することは容易ではない。また、固体からの育成では、例えば塩化ビニルコークスを高圧下で 2600°C まで加熱すると、温度が高くなるほどコークスの構造は黒鉛単結晶のそれに近づいた ^{7,8,16})。

黒鉛はごく身近な物質である。小さいながらも天然で単結晶として産するにもかかわらず、ダイヤモンド単結晶の場合と同様に、人工の黒鉛単結晶の育成は難しかった。本稿では、炭素材料についての広範囲な開発研究を推し進めていた当時の名古屋大学工学部野田研究室に属した Sumiyoshi ら ¹⁰) と Noda ら ¹¹) が発表した黒鉛単結晶膜の鉄フラックス育成実験を振り返り、若干の考察を試みる。さらに、住吉から寄贈された鉄フラックス成長した黒鉛単結晶膜を実際に観察し、その結果を書き加える。

2. 鉄溶液からの黒鉛単結晶の育成

鉄をフラックスとした高温溶液から、黒色で金属光沢を持った黒鉛単結晶膜が成長した ^{10,11})。得られた黒鉛単結晶膜は円形薄板状であり、その径は約 30 mm、厚さは約 0.06 mm であった ^{10,11})。

2.1 鉄フラックスの選択

フラックス法による単結晶育成実験では、フラックスの選択が最も重要であり、最も難しい ¹²⁻¹⁴)。フラックス選択の一般的な指針はなく、文献 ¹⁷)などを参考にした知的経験に基づいて選択している場合が多い。酸化物結晶については、フラックスの選択指針が提案されている ^{12,18})。

黒鉛単結晶育成のフラックスとして鉄を選択した。鉄は、固体の金属材料としてきわめて多く使用されて、人類の日常生活を便利にしている。鉄は高温で炭素を溶解する。金属材料としての鉄の性質は、炭素の固溶量によって異なる。その鉄を黒鉛単結晶育成のフラックスとして使用するというイメージはほとんどないであろう。

鑄鉄製造の際、炭素を含む鉄の溶液から、過飽和になった炭素がキッシュ黒鉛として晶出する現象は古くから知られている ^{6,19})。鑄鉄側から見れば、キッシュ黒鉛は鑄鉄の内部や外部に集積する欠陥である ¹⁹)。一方、ブレーキディスク材料に使用されるように、そのキッシュ黒鉛が鑄鉄の優れた機械的性質を生みだしていることもある。いずれにしても、キッシュ黒鉛が生成するという事実は、鉄が炭素を溶解し晶出させる能

力を持つことを示す。これをヒントとし、黒鉛単結晶の育成用フラックスとして鉄を選択したと考えられる。鑄鉄製造の際に生成するキッシュ黒鉛の成長条件をコントロールすれば、大きな黒鉛単結晶を育成できることを期待したのであろう。

宝石の代表格であるダイヤモンドも炭素の結晶であることが分かって以来、約 150 年間にわたる人工ダイヤモンド単結晶育成実験が繰り返された ²⁰)。ついに 1955 年に、ダイヤモンド単結晶が高温高圧の条件下で鉄などの金属フラックスから晶出することが見いだされた ²¹)。また、触媒気相成長法でカーボンファイバーを育成する際に、ファイバーの先端に微細な鉄球があり、そこが成長の起点になっていることが見いだされた ²²)。この研究 ²²)は、その後のカーボン科学の発展に大きく寄与した。その結果、ナノチューブやナノファイバーの科学が大きく展開した。

以上のように、黒鉛とそれ以外の炭素材料も鉄との近い縁を保ってきた。炭素と鉄の長年にわたる共同作業は、たがいの科学技術を力強く推し進めてきた。鉄フラックスは黒鉛単結晶の成長に大きな役割を演ずることが期待できる。

2.2 黒鉛単結晶の育成実験 ^{10,11})

溶質を兼ねた容器として使用した黒鉛るつぼ (外径 80 mm, 内径 40 mm, 高さ 130 mm) の配置の模式を Fig.1 に示す。黒鉛るつぼの上部に黒鉛の蓋を置き、黒鉛単結晶の成長状況を上部から観察できるようにしてある。黒鉛るつぼ全体を黒鉛粉末で囲んだ。誘導加熱によって、鉄溶液の温度を制御した。温度の測定には、光高温計を用いた。以上の配置は、生成した黒鉛単結晶が酸化されることを防ぐために、還元雰囲気下での結晶成長ができるように工夫してある。

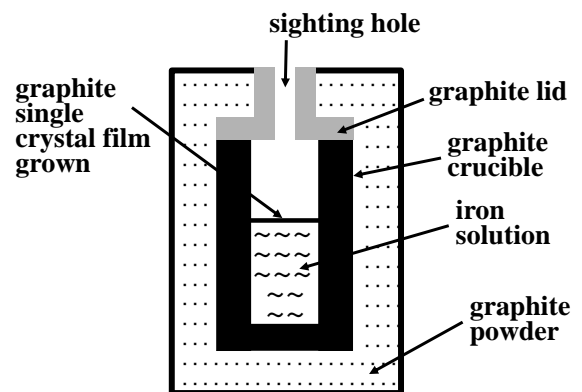


Fig.1 Schematic diagram of graphite crucible containing iron solution.

黒鉛るつぼの中に、鉄粉を入れた。少量のケイ素を加えた。そのるつぼをいったん 1800~1900°Cまで加熱し、約 5°C/min の速度で 1500°C以下まで冷却した。黒色で金属光沢を持った円形薄板状の黒鉛単結晶膜が溶液表面に成長した。単結晶膜の径は約 30 mm で、厚さは約 0.06 mm であった。膜の表面には、多くの小さな六角薄板状単結晶があり、成長ステップを観察することができた。

黒鉛るつぼは、鉄溶液を保持した。鉄フラックスに溶解する溶質である炭素は、黒鉛るつぼ表面から供給された。黒鉛るつぼは、容器と溶質供給の二つの役割を果たしている。

目的結晶と同一の化学組成のるつぼからの結晶育成は、黒鉛単結晶膜のフラックス育成と同じ著者がフッ素金雲母 ($\text{KMg}_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}\text{F}_2$) 単結晶を育成する²³⁾際に経験している。すなわち、大きな鋼鉄製容器の中にフッ素金雲母の化学組成になるように混合した粉末(数 10 トン)を入れ、黒鉛電極に通電加熱して融液をつくった。フッ素金雲母組成の粉末が保持しているその融液を徐々に冷却し、フッ素金雲母の結晶塊を得た。その結晶塊から、無色透明のフッ素金雲母薄板状単結晶(約 20 mm)を取り出すことができた²³⁾。

2. 3 成長した黒鉛単結晶膜

住吉から提供された黒鉛単結晶膜の写真を Fig.2 に示す。長い年月の保存期間中に、単結晶膜の一部分が欠損した。鉄フラックスから育成したこの単結晶膜の径は約 38 mm であり、厚さは約 0.07 mm であった。径は、文献 10 や 11 に記載の値と異なる。論文を執筆した後に改めて行った実験で成長した単結晶膜であろう。

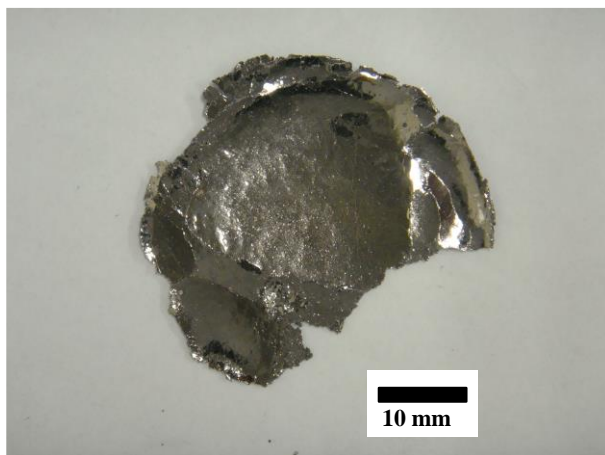


Fig.2 Single crystal film of graphite grown on the surface of iron solution. A part of the as-grown crystal film was lost.

単結晶膜の径は、黒鉛るつぼの内径の約 95%に相当する。鉄溶液表面のほぼ全面にわたって黒鉛単結晶膜が成長したと推し測れる。

黒鉛単結晶膜は、主に溶液表面付近で成長した。黒鉛の密度(20°Cで 2.26 g/cm³)²⁴⁾は、鉄のそれ(20°Cで 7.874 g/cm³)²⁵⁾よりも著しく小さいために、鉄溶液の表面に単結晶膜が浮いて成長した。単結晶の成長位置を密度差が規定している。鉄溶液の中で結晶核生成が起こり、結晶成長が続く手法があれば、ひとつの大きな黒鉛単結晶が育成できるであろう。

黒鉛単結晶膜の表面の光学顕微鏡写真を Fig.3 に示す。表面は、ほぼフラットであった。その表面には、結晶構造を反映した六角薄板状結晶(一辺の大きさ:約 150 μm 以下)が認められる。六角薄板状結晶の面指数は {0001} である。単結晶膜は、小さな六角薄板状単結晶が方位を揃えて成長し、積み重なった結果である。

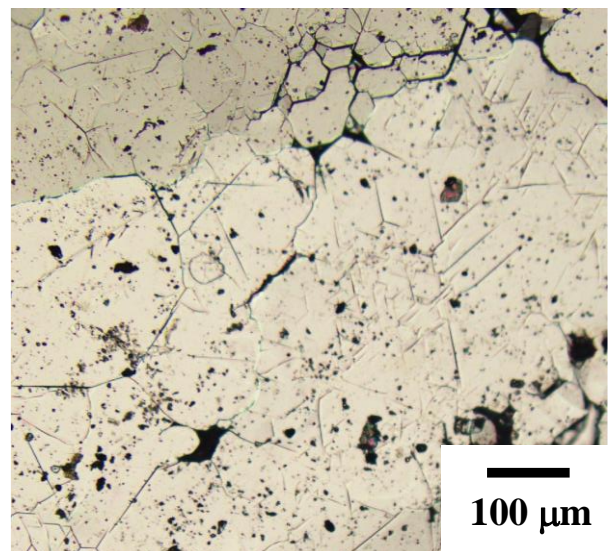


Fig.3 Photomicrograph of the surface of grown graphite single crystal film shown in Fig.2.

鉄溶液と接していた黒鉛単結晶膜の裏表面の光学顕微鏡写真を Fig.4 に示す。六角薄板状単結晶(一辺の大きさ:約 150 μm 以下)が積み重なっている様子を見ることができる。鉄溶液中で過飽和になった炭素がまず層方向に成長し、続いて厚さ方向に成長した状態がわかる。鉄溶液との境界付近で黒鉛単結晶膜が成長し続け、単結晶膜は鉄溶液の表面に向かって {0001} 面を揃えて浮き、結晶膜の厚さが増加する。

黒鉛単結晶膜は、小さな黒鉛六角薄板状単結晶が積み重なってできている。

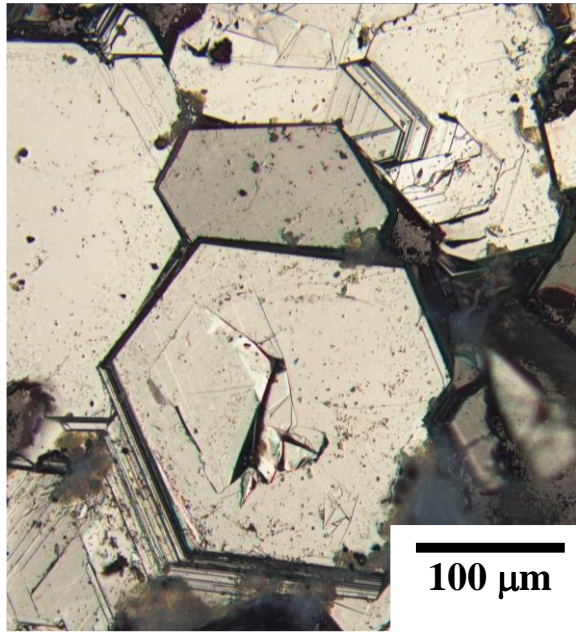


Fig.4 Photomicrograph of the back surface of grown graphite single crystal film shown in Fig.2. The back surface was in contact with the iron solution.

3. 黒鉛単結晶膜のフラックス育成の周辺

鉄フラックスからの黒鉛単結晶膜成長の実験^{10,11)}は、鑄鉄製造の際のキッシュ黒鉛の生成現象^{6,19)}を踏まえてフラックスを選択し、育成装置に工夫が加えられた。育成が難しいといわれた黒鉛単結晶の育成にチャレンジした新たな一歩となる研究であった。

3.1 黒鉛単結晶膜の鉄フラックス育成のオリジナリティー

鉄フラックスから黒鉛単結晶膜を育成し、成長した単結晶膜を評価した^{10,11)}。文献10と11(1968年)は、文献9(Austermanら, 1967年)よりも1年遅れての発表であった。両論文の内容は、よく似ている。住吉と野田らは、黒鉛単結晶膜の鉄フラックス成長の研究成果を1967年の日本物理学会で口頭発表したままにしておいた⁷⁾。Austermanらは、1967年夏のCarbon Conferenceで口頭発表し、すぐにCarbon誌に論文として発表した⁷⁾。両グループはほぼ同じころ全く独立に研究を推進していたのであろうが、Austermanらの論文が1年はやい発表となってしまった⁷⁾。野田は、研究室の優れた成果が二番煎じになってしまった⁷⁾と述べている。

後年に、黒鉛単結晶膜の鉄フラックス成長におよぼす徐冷の影響²⁶⁾やるつぼ内の温度勾配の影響²⁷⁾がさらに詳しく検討された。

3.2 ルビー ($\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Cr}$) 単結晶のフラックス育成

酸化物単結晶の育成に通常用いられる白金るつぼを使用して、酸化モリブデン (MoO_3) フラックスの蒸発法でルビー単結晶 (約 1.8 mm) を育成した²⁸⁾。成長したルビー単結晶は、赤紫色透明で六方両錐状であった。

ルビーの主要成分である酸化アルミニウム (Al_2O_3) るつぼを用いると、溶質がるつぼ表面から供給され、溶液と接するるつぼ表面全体にルビーの単結晶膜が成長した^{29,30)}。単結晶膜は、小さな六方両錐状のルビー単結晶がランダムな方位で積み重なっていた。単結晶は、溶液中の均一核生成よりもエネルギー的に有利であるるつぼ表面に成長した (不均一核生成)。るつぼの役割は、溶質の供給と溶液を保持する容器に加え、結晶核発生位置の提供であった。黒鉛単結晶膜では黒鉛るつぼを用い^{10,11)}、ルビー単結晶膜では酸化アルミニウムるつぼを使用した^{29,30)}。両者の共通点は、るつぼが溶質の供給源と高温溶液を保持する容器を兼ねていることである。

さらに、別の手法で育成した酸化アルミニウム単結晶を白金るつぼ内に入れて種子とした実験では、酸化モリブデンフラックスが種子結晶の表面を溶解し、その後のフラックス蒸発でルビー単結晶がエピタキシャル成長した³¹⁾。種子結晶と同一の方位で数 mm サイズのルビー単結晶が得られた。種子結晶は、溶質供給と基板の役割を兼ねていた。この実験を応用し、蒸発の激しい酸化モリブデンフラックスに対する酸化アルミニウムの溶解度を測定するという全く新たな方法を見いだした³¹⁾。

3.3 還元雰囲気

黒鉛単結晶膜の育成中、単結晶膜は空気と接していた (Fig.1)。しかし、周囲を黒鉛の粉末、るつぼやふたで覆っているために、還元雰囲気は保たれ、黒鉛単結晶膜は酸化されずに成長し続けた。一般に、非酸化物の金属フラックス単結晶育成では、アルゴンガスなどでの雰囲気制御が必要である¹²⁾。ところが、黒鉛単結晶膜の鉄フラックス育成では、成長する黒鉛単結晶膜や鉄溶液に特別な雰囲気制御をする必要はなかった。これは、アルゴンガスなどによる雰囲気制御に比べると、はるかに簡便である。

類似の雰囲気調整法は、成形型の製造でも見られる。3Dプリンター技術で金型と逆形状の樹脂造形物をつくり、その造形物に鉄粉を入れて圧縮成形した。その圧粉体を炭素顆粒で覆って、加熱して鉄焼結体金型を

つくることができた。炭素顆粒を配置することで、雰囲気制御をしないでも、鉄の酸化をほぼ防ぐことができた³²⁻³⁴⁾。これは、雰囲気制御をした焼結方法よりも、はるかに簡便である。

4. おわりに

育成が難しいといわれた黒鉛単結晶膜を1968年にSumiyoshiとNodaらが鉄フラックスから育成した^{10,11)}。鑄鉄製造の際にキッシュ黒鉛が晶出する現象を参考に、鉄フラックスを選択した。目的の単結晶と同じ化学組成の黒鉛るつぼを溶質兼容器として使用した。フラックスとなる鉄粉をるつぼに入れ、1800~1900°Cまで加熱し、約5°C/minの速度で1500°C以下まで冷却した。黒色で金属光沢を持った円形薄板状の黒鉛単結晶膜(径:約30mm)が成長した。黒鉛単結晶膜の表面や裏表面には多数の六角薄板状の黒鉛単結晶(一辺:約150µm以下)が観察できた。単結晶膜は、小さな黒鉛単結晶が同じ方位を持って積み重なって成長した。SumiyoshiとNodaら^{10,11)}は、豊かな経験に新たな技術を盛り込み、フラックス法の特長を巧みに活用して黒鉛単結晶膜の成長に成功した。

謝 辞

(故)住吉義博群馬大学名誉教授からは、鉄フラックス成長した黒鉛単結晶膜(Fig.2)をご恵贈いただいた。長野県南信工科短期大学校講師の鮎沢俊輔博士にはFig.3とFig.4の光学顕微鏡写真を撮影いただいた。長野県南信工科短期大学校准教授中島一雄先生には成形型の製造法についての教示をいただいた。長野県南信工科短期大学校講師の岡本謙先生には鑄鉄についての教示をいただいた。記して謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) 桐山良一, “構造無機化学III(第2版)”, 共立出版, 13-14(1978).
- 2) 森本信男, 砂川一郎, 都城秋穂, “鉱物学”, 岩波書店, 399(1975).
- 3) 石井敏彦: 単結晶状黒鉛の生成, 電気化学, **35**, 688-691(1967).
- 4) 橋本謙一, “一・二成分系状態図”, 窯業協会, 16(1951).
- 5) 野田稲吉, 松岡宏: 炭素の熔融と生成黒鉛結晶, 工業化学雑誌, **63**, 465-467(1960).
- 6) 稲垣道夫: 黒鉛, “結晶工学ハンドブック”; 結晶工学ハンドブック編集委員会編, 共立出版, 1078-1081(1971).
- 7) 野田稲吉: 私と結晶成長, 日本結晶成長学会誌, **6**, 25-30(1979).
- 8) 野田稲吉: 結晶成長と黒鉛化, 炭素, No.100, 7-16(1980).
- 9) S. B. Austerman, S. M. Myron, J. W. Wagner: Growth and characterization of graphite single crystals, *Carbon*, **5**, 549-557(1967).
- 10) Y. Sumiyoshi, N. Ito, T. Noda: Growth of single crystals of graphite from a carbon-iron melt, *J. Cryst. Growth*, **3/4**, 327(1968).
- 11) T. Noda, Y. Sumiyoshi, N. Ito: Growth of single crystals of graphite from a carbon-iron melt, *Carbon*, **6**, 813-816(1968).
- 12) 大石修治, 宍戸統悦, 手嶋勝弥: “フラックス結晶成長のはなし”, 日刊工業新聞社, (2010).
- 13) S. Oishi, L. Joseph, S. Suzuki, K. Teshima: Growth of oxide single crystals by flux method; *J. Nagano Prefecture Nanshin Institute of Technology*, **2**, 2-7(2018).
- 14) 大石修治, 鈴木清香, 鮎沢俊輔, 手嶋勝弥: フラックス法を見直すきっかけとなった実験—BaTiO₃ バタフライ型双晶のKFフラックス育成—; 長野県南信工科短期大学校紀要, **4**, 2-6(2020).
- 15) 稲垣道夫, 田岡啓子, 野田稲吉: 炭化アルミニウムを原料とした黒鉛結晶の育成, 工業化学雑誌, **73**, 2401-2404(1970).
- 16) T. Noda: Graphitization of carbon under high pressure, *Carbon*, **6**, 125-133(1968).
- 17) D. Elwell, H. J. Scheel: “Crystal Growth from High-Temperature Solutions”, Academic Press, 558-622(1975).
- 18) 大石修治, 楯 功, 平野真一, 中 重治: 高温溶液法による酸化物単結晶の育成におけるフラックスの選択, 日本化学会誌, **1984**, 685-690(1984).
- 19) 金属材料技術研究所編: “図解 金属材料技術用語辞典—第2版—”, 日刊工業新聞社, 96(2000).
- 20) D. Elwell, “Man-Made Gemstones”, Ellis Horwood Limited, 70-99(1979).
- 21) F. P. Bundy, H. T. Hall, H. M. Strong, R. H. Wentorf, Jun.: Man-made diamonds, *Nature*, **176**, 51-55(1955).
- 22) A. Oberlin, M. Endo, T. Koyama: Filamentous growth of carbon through benzene decomposition, *J. Cryst. Growth*, **32**, 335-349(1976).
- 23) 野田稲吉, 住吉義博, 大門信利: 合成雲母, “結晶工学ハンドブック”; 結晶工学ハンドブック編集委員会

- 編, 共立出版, 1059-1068 (1971).
- 24) 日本化学会編, “化学便覧 基礎編 改定 5 版”, 丸善出版, I-32 (2004).
- 25) 日本化学会編, “化学便覧 基礎編 改定 5 版”, 丸善出版, I-34 (2004).
- 26) Y. Sumiyoshi, M. Ushio, S. Suzuki: Formation of graphite single crystal from iron solution by the slow cooling method, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **61**, 1577-1585 (1988).
- 27) Y. Sumiyoshi, M. Ushio, S. Suzuki: Preparation of graphite single-crystal from an iron solution by a temperature-gradient method, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **63**, 2318-2322 (1990).
- 28) S. Oishi, K. Teshima, H. Kondo: Flux growth of hexagonal bipyramidal ruby crystals, *J. Amer. Chem. Soc.*, **126**, 4768-4769 (2004).
- 29) K. Teshima, A. Takano, T. Suzuki, S. Oishi: Unique coating of ruby crystals on an aluminum oxide wall by flux evaporation, *Chem. Lett.*, **34**, 1620-1621 (2005).
- 30) 手嶋勝弥: 知究学 結晶が変わるミライ 新手法は身近に, 信濃毎日新聞, 2021年8月30日.
- 31) S. Ayuzawa, S. Suzuki, M. Hidaka, S. Oishi, K. Teshima; Epitaxial growth of ruby films on sapphire crystal substrates and solubility of aluminum oxide in molybdenum trioxide flux, *Cryst. Growth Des.*, **19**, 4095-4100 (2019).
- 32) 橋爪良博, 鈴木隆, 中島一雄: 成形型の製造法, 特願 2021-026432.
- 33) 日本経済新聞: 金型製造 短期間・低コスト 3Dプリンター・粉末冶金技術で, 2021年4月22日.
- 34) 長野日報: 金型製造の新技术開発 スワニー, ナパック, 南信工科短大が連携 3Dプリンターと粉末冶金を融合 3者連名で特許出願中, 2021年5月4日.

【論文】

構造最適化手法を用いたマレットゴルフ用スティックの設計

矢崎美彦*・小森惇太*・原 朋輝*・藤崎 聖**・土橋美博***・湯本一彦****

Design of Mallet Golf Sticks using Structural Optimization Method

Yoshihiko YAZAKI, Junta KOMORI, Tomoki HARA, Satoshi FUJISAKI, Yoshihiro DOBASHI, Kazuhiko YUMOTO

あらまし マレットゴルフとは、樹脂製のボールとマレットと呼ばれるスティックを使い、できるだけ少ない打数でホールにボールを入れる競技である。長野県では、中高年を中心に盛んに行われている。マレットゴルフ用品を製造するメーカーも長野県内に集中する。本研究では、マレットゴルフ用スティック設計に構造最適化手法を用いた。トポロジー最適化や形状最適化により、ヘッド部に穴の開いた今までにない斬新な形状を設計することができた。設計したスティックを試作し、市販品との飛距離や打撃音の比較を行なった。その結果、試作品は市販品よりも飛距離が長く、高い打撃音が発生した。

Summary Mallet golf is a sport in which a plastic ball and a stick called a mallet are used to put the ball into the hole with a small number of strokes. It is the sport performed by the middle-aged and elderly extensively in Nagano prefecture. Manufacturers of a mallet golf supply are collected in Nagano prefecture. In this study, mallet golf sticks were designed using structural optimization techniques. An unprecedented novel shape stick with a hole in the head part was designed by topology optimization and shape optimization. The prototype stick was compared with a commercial stick about hitting distance and hitting sound. The prototype had a longer hitting distance than the commercial product and produced a high hitting sound.

Key Words : Mallet Golf, Structural Optimization, Topology optimization, Shape optimization, CAE

1. まえがき

マレットゴルフとは、樹脂製のボールとマレットと呼ばれるスティックを使い、決められた打ち出し地点からできるだけ少ない打数でボールをホールに入れる競技である。福井市の運動公園指導普及課職員が昭和52年に考案し、当初はゲートボール用のスティックとボールを使って行われた。昭和56年以降、長野県体育

センターの専門主事により講習会等が行われ長野県各地に普及していった。このような経緯から、長野県は他県に比べ競技人口が多い。中高年を中心に盛んに行われている長野県特有のスポーツである。マレットゴルフ用品を製造しているメーカーも長野県内に集中している。著者らは、その中の一つである辰野町の有限会社フジ精密工業より協力依頼があり、2018年より共同でマレットゴルフ用スティックの設計を行ってきた。

マレットゴルフ場には統一した規定や基準はなく、林間、山間、河川敷、公園敷地内など地域の地形、広さ、自然状況などに合わせて造られている。コースも芝生、土、砂などの種類がある。そのため、スティックに対して飛距離、方向性、耐久性など様々な性能が要求される。また、近年スポーツ用品は打撃音も重要視されている¹⁻³⁾。マレットゴルフ用スティックにおいても、打撃音は消費者が重要視する要素であり、高い金属音が好まれる。さらには、打感(振り心地)やデザイン性なども求められる。このように、物理的な性能だけでなく感性的な性能も考慮した設計が必要となる。

受理 2021年 9月 30日

採択 2021年 11月 26日

*長野県南信工科短期大学校 機械・生産技術科、南箕輪村

Department of Machinery and Production Engineering,
Nagano Prefecture Nanshin Institute of Technology,
8304-190 Minamiminowa, Nagano, 399-4511 Japan

**有限会社フジ精密工業, 辰野町

Fuji Seimitsu Kogyo Inc.,
7391-3 Tatsuno, Nagano, 399-0428 Japan

***株式会社飯沼ゲージ製作所, 茅野市

Iinuma Gauge Manufacturing Co., Ltd.,
11400-1078 Tamagawa, Chino, Nagano, 391-8550
Japan

****長野技術専門学校, 長野市

Nagano Technological Professional School
3537 Shinonoifusegomyo, Nagano, 388-8011 Japan

そこで、本研究では構造最適化手法を用いて、従来に無い形状のマレットゴルフ用スティックの設計を試みた。設計したスティックを試作し、市販品との飛距離や打撃音の比較を行なった。

2. 構造最適化

構造最適化とは、工業製品や建築物に対し、数学的根拠に基づき決められた条件下で設計上の狙いを満たす最適な形状・形態を導き出す手法である。専用のソフトウェアの開発により、設計要件を満たしながら軽量化や高剛性化などの目的を達する最適で斬新な形状を容易に自動作成することが可能となっている。次世代の設計支援ツールとして、近年注目を集めている技術である。

構造最適化は、寸法最適化、形状最適化、トポロジー最適化に大別できる⁴⁶⁾。また、寸法最適化は、パラメトリック最適化に、形状最適化とトポロジー最適化は、ノンパラメトリック最適化にそれぞれ分類される。寸法最適化 (Fig.1(a)) は、既に製品の設計において定義されている寸法を設計変数として最適化を行う。形状最適化 (Fig.1(b)) は、対象とする構造の外形形状 (輪郭や表面) を設計変数として最適化を行う。有限要素法を用いた表現では、要素を構成している節点座標を移動させて最適化形状を得る。元形状より膨らんだり縮んだりした形状を生成することができる。寸法最適化に比べはるかに自由度は高いが、構造の中に穴を設けるなどの構造の形態を変更することはできない。これに対し、トポロジー最適化 (Fig.1(c)) は、外形形状だけでなく形状形態の変更をも考慮した最適化が可能で、最も設計自由度が高い。しかし、中空構造や複雑な構造になり過ぎ、実現不可能な形状が生成される可能性があるため、条件の設定には注意が必要である。構造最適化を用いて設計を行う際には、目的に応じてこれらの手法の使い分けや組み合わせをすることが重要である。

3. マレットゴルフ用スティックの設計

Fig.2 に、市販のマレットゴルフ用スティック (㈱フジ精密工業製) の構造を示す。ヘッド部本体は、アルミニウム合金製が主流で、冷間鍛造材や押出材 (パイプ材) で作製されている。フェイス部は、ジュラルミン、ステンレス、チタンなどが使用されている。ヘッド部とシャフトを、ホーゼルで接合している。シャフトは金属製や FRP 製などがある。長野県マレットゴルフ

連盟の競技規則では、フェイス部は直径が 45~50mm でヘッドの中心線に対し垂直な平面であること、ヘッド部の長さは 240mm 以内であることが規定されている。スティックの材質、重量に対する規定はない。これらを参考に、構造最適化の手法を用いてスティック (ヘッド部) の設計を以下の手順で試みた。

なお、設計には構造最適設計ソフトウェア (㈱くいと製 HiramekiWorks) を使用した。このソフトウェアは、3次元 CAD ソフトウェアの SOLIDWORKS (㈱ダッソー・システムズ) のアドイン製品として「トポロジー最適化機能」と「形状最適化機能」の両方を備えた構造最適設計ソフトウェアである。最適化解析実行から結果モデルの取込みまで、すべての作業を SOLIDWORKS 内で行うことが可能である。

3.1 初期形状

Fig.2 の市販品は、パイプ材の本体両側面にフェイスを圧入して作られているが、このヘッド部を一体造形することを考えた。そこで、SOLIDWORKS を用いて Fig.3(a) に示す初期形状の 3次元 CAD モデルを作成した。

本体は市販品と同サイズの $\phi 50\text{mm} \times 130\text{mm}$ の中実丸棒とし、中央にホーゼルが挿入される穴 ($\phi 20\text{mm}$

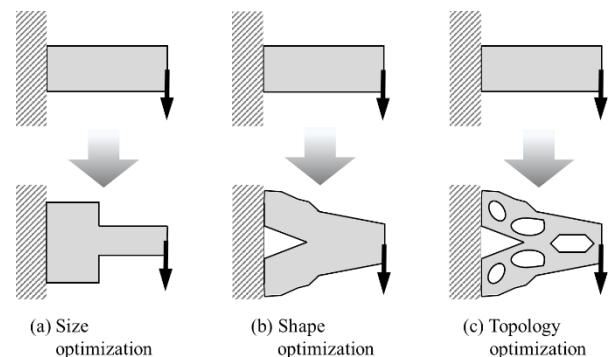


Fig.1 Types of structural optimization method.



Fig.2 Structure of mallet golf stick.

×45mm) を設けた。その両端に、 $\phi 50\text{mm} \times 10\text{mm}$ のフェイスを付けた。材質は、本体およびフェイスともにアルミニウム合金 (A2018) を選択した。

3. 2 トポロジー最適化

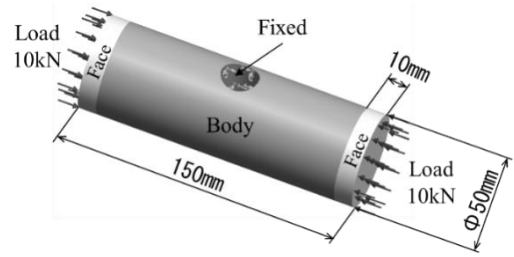
大まかな設計案を得るために、Fig.3(a)のモデルに対しトポロジー最適化 (密度法) を行った。フェイス部は、円形形状かつ垂直な平面を保持するため非設計領域とし、本体のみを設計領域とした。拘束条件は、Fig.3(a)に示すように本体中央のホーゼル挿入部内面を拘束した。メーカーによると、打撃時のフェイスの平面には最大 10kN の荷重が想定され、市販のスティックもこの荷重に基づいて設計されている。よって、荷重条件は、フェイスの平面に 10kN の荷重を設定した。両方向から荷重を加えているのは、形状に対称性を持たせるためである。マレットゴルフのボールは硬く重い (材質: 合成樹脂 直径: 74.5~75.5mm 質量 210~230g) ため、剛性の大きいフェイスやヘッドスピードに合ったヘッド重量が飛距離に関係してくる。市販品の本体は肉厚 5mm のパイプ形状であり、質量は中実丸棒の約 36% である。そこで、質量を 36% に制約した場合で剛性が最大となる形状を求めた。また、上下・左右対称な形状となるように制限をした。Fig.3(b) に、トポロジー最適化後に自動生成された形状を示す。トポロジー最適化では、本体正面にホーゼル挿入部下が最も高く、両側に向かい高さが段階的に低くなる貫通穴が生成された。この貫通穴は、フェイス付近まで広がる。このままでは形状がいびつなため、SOLIDWORKS を用いて Fig.3(c) に示す平滑な形状のソリッドモデルを再度モデリングした。

3. 3 形状最適化

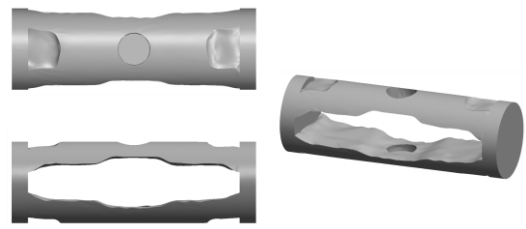
表面形状を変化させ、より実用的な形状を導き出すために、Fig.3(c)のモデルに対し形状最適化 (H1 勾配法) を行った。拘束および荷重条件は、トポロジー最適化と同じである。飛距離を維持するためには軽量化の必要はないので、質量は維持したままで剛性が最大となるような形状を求めた。また、肉厚の下限を 5mm に制限をした。Fig.3(d) に、形状最適化後に自動生成された形状を示す。トポロジー最適化モデルに比べ表面が滑らかな曲線となり、フェイス部の外形も削られ、本体とより一体感のある形状が生成された。この形状を機械加工で作製可能な形状となるよう、アンダーカット部を修正した。Fig.3(e) に修正後のソリッドモデルを示す。

3. 4 線形静解析

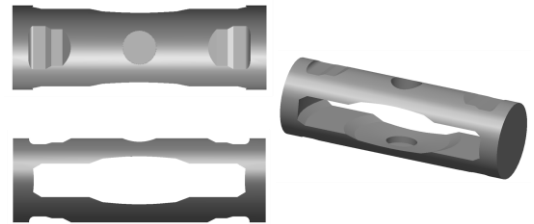
Fig.3(e) のモデルの実用性を検討するため、SOLIDWORKS の CAE の機能を用いて線形静解析を行



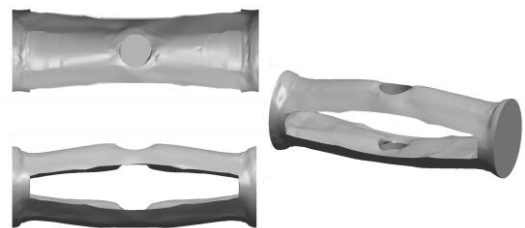
(a) Initial shape



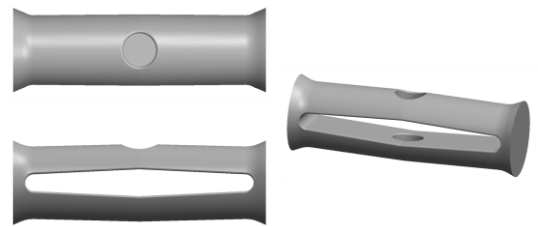
(b) Optimized shape (Topology optimization).



(c) Solid model (Topology optimization).



(d) Optimized shape (Shape optimization).



(e) Solid model (Shape optimization).

Fig.3 Procedure of structural optimization.

った。解析条件は、最適化設計時と同様に本体中央のホーゼル挿入部内面を拘束し、フェイス面（片面）に10kNの荷重を設定した。Fig.4に結果を示す。SOLIDWORKSの材料リストでは、A2018合金は、縦弾性係数74GPa、降伏強さ317MPaである。最大応力は、28.8MPaで、降伏強さの約1/11となった。最大変位は、0.0129mmであり、実用上問題のない値であった。

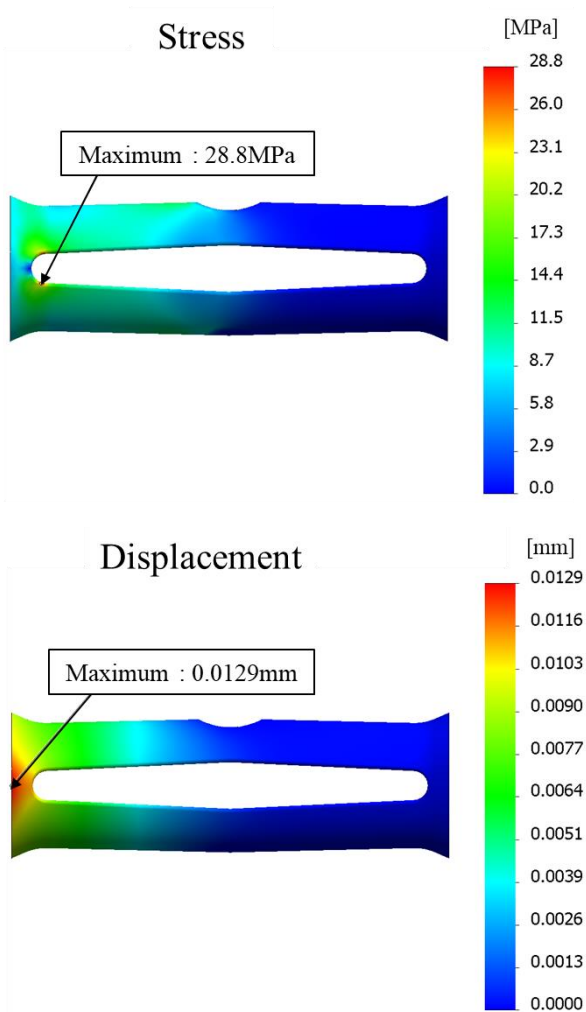


Fig.4 Result of linear static analysis



Fig.5 Prototype stick.

4. 打撃音および飛距離の測定

Fig.3(e)に示すモデルを、NC旋盤とマシニングセンタにより加工し、試作品を作製した。素材を市販スティックのジュラルミン製フェイス部と同組成のA2017とし、フェイス部と本体部を一体加工成形した。これに、ホーゼルとシャフトを取付けた。シャフトは市販の電気柵（φ14mm FRP製）で代用した。作製したスティックをFig.5に示す。試作品のヘッド部質量は約425g（総質量約580g）、市販品のヘッド部質量は約430g（総重量約620g）である。最適化設計により、市販品と同程度の質量で斬新な形状のスティックが試作できた。

試作品の飛距離や打撃音について、以下の方法でFig.2の市販品のスティックと比較した。

4.1 反発係数および打撃音の測定

飛距離に影響する反発係数の測定を行なった。Fig.6に示すように、マレットゴルフボールを高さ h_0 から自由落下させ、スティックのフェイス面に当てはね返らせる。その様子を高速度カメラ（㈱フォトロン製FASTCAM Mini AX100）で撮影（撮影速度：250fps）し、はね上がった最高点の高さ h_{max} を付属のソフトウェアにより画像計測する。これらから、式(1)により反発係数 e を求める。測定は10回行い、平均値を求めた。

$$e = \sqrt{\frac{h_{max}}{h_0}} \quad (1)$$

さらに、この時の打撃音を騒音計（リオン㈱製NL-42A）で測定した。周波数重み付け特性は、A特性とした。測定したデータは、付属のソフトウェアにより1/3オクターブバンド分析を行なった。

4.2 加速度および飛距離の測定

実際にボールを打った時の飛距離を客観的で再現性のある測定を行うために、Fig.7に示す打撃装置を作製した。ステッピングモータにより、スティックの振上げ角度や回転速度（打出し速度）の制御が可能である。この装置を用いて、スティックの加速度およびボールの飛距離の測定を行った。スティックの加速度が大きければ、打撃時の衝撃力が大きく、ボールの飛距離は大きくなると考えられる。スティックのヘッド部に加速度センサ（㈱スポーツセンシング製SS-MS-HMA200G60）を取付けた。振上げ角度 30° 、スティックの回転速度 0.25s^{-1} でボールを打出し、打撃時のスイ

ング方向の加速度を測定した（サンプリング周波数：1kHz）。また、ボールの飛距離の実測も行った。飛距離は、打出し位置からの直線距離を巻尺で測定した。測定環境は、風などの影響が無く平坦な面とするため、体育館の床にビニールシートを引いた状態とした。測定は10回行い、平均値を求めた。

5. 結果および考察

反発係数、飛距離および加速度の測定結果を、Table 1 に示す。試作品の反発係数や加速度のいずれも市販品より大きな値を示す。これにより、飛距離も試作品のほうが長くなると考えられる。しかし、ホールやシャフトが市販品とは異なるため、これらが飛距離に影響していることが考えられる。また、今回は飛距離を直線距離としたが、試作品は市販品に比べボールが左右へずれて飛ぶことが多く、直進性は悪かった。

Fig.8 に打撃音の 1/3 オクターブバンド分析の結果を示す。低周波領域（0~20Hz 未満）は、市販品と試作品に大きな差はなく、人間の可聴領域外のため、グラフからは除いた。市販品と試作品を比較すると、1250~3150Hz 付近の音圧レベルが試作品のほうが高い。最適化設計の適用によって、市販品よりも高い打撃音を得ることができた。

ボールを打撃する際に生じる衝撃力の値は、競技者が感受する打感と相関があることが報告されている⁷⁾。このように、物理量と人間の感覚量には相関があることは知られているが、今回の研究では反発係数や加速度と打感との関連性、音圧レベルと快適な打撃音との関連性は明らかになっていない。これらの解明のためには、筋電位や脳波の測定、心理音響技術を用いた音質評価なども必要である。

6. むすび

構造最適化手法を用いて、マレットゴルフ用スティックの設計を試みた。トポロジー最適化や形状最適化により、ヘッド部に貫通穴の開いた従来にない斬新な形状を設計することができた。

最適化設計で得たモデルを試作し、飛距離や打撃音を市販品と比較した。その結果、試作品のほうが市販品よりも、飛距離、打撃音ともに良好な結果となった。しかし、打撃時のボールの直進性は試作品のほうが悪かった。今回の研究では1種類の市販品との比較であり、その有用性の実証までには至っていない。今後より多くの市販品との比較をし、ボールの直進性につい

ても検討を行なう必要がある。

最適化設計に関しても、実際のスティック使用状態を考えると、拘束条件や荷重条件については不十分な点が多い。圧縮だけでなく、ねじりや曲げといった状態も考慮する必要がある。さらに、強度についてもCAEによる解析しか行っておらず、今後、実試験による検証が必要である。また、打感などの感性的な性能の評価までには至らなかった。物理量と感覚量との関連性が解明できれば、感性的な性能を考慮した設計が可能となる。これらについては今後の課題である。

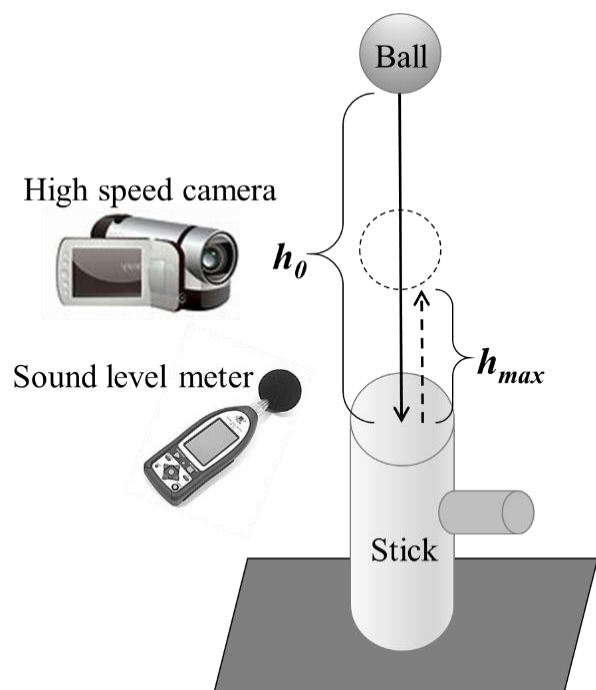


Fig.6 Measurement of coefficient of restitution and hitting sound.

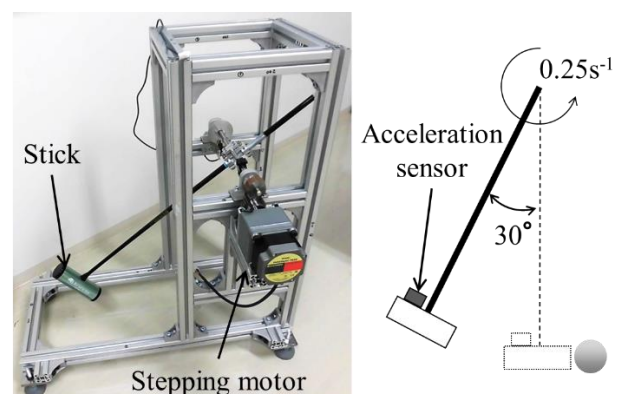


Fig.7 Hitting device.

Table 1 Result of measurement.

Evaluation item	Commercial stick	Prototype stick
Coefficient of restitution	0.828	0.846
Acceleration [m/s ²]	549.3	661.1
Hitting distance [m]	10.61	11.38

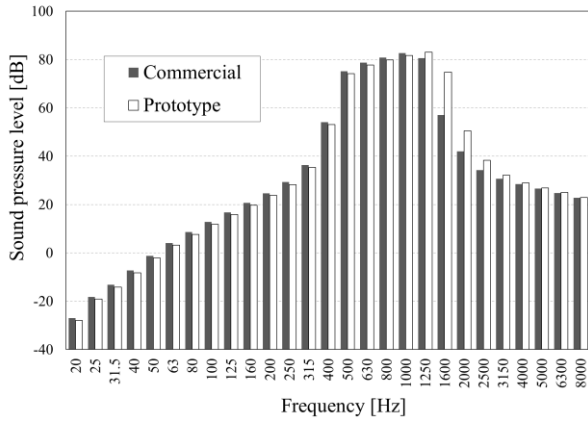


Fig.8 1/3 octave band analysis.

謝 辞

本研究は、令和元年度南信工科短大振興会研究補助金により実施された。

参 考 文 献

- 1) 有光哲彦, 渡辺大貴, 戸井武司: ゴルフクラブの打振動を考慮した打球音の快音化評価; 日本機械学会論文集, 82, 844 (2016).
- 2) 宇津野秀夫, 松久寛, 藤井聡: 金属バットの打撃音と反発特性の評価と設計; 日本機械学会ジョイント・シンポジウム 2007 講演論文集, No.07-24, 17-22 (2007).
- 3) 張点雨, 横山慶子, 山本裕二: テニスサービス打球音にみられる特徴—世界のトップ選手を対象として—; 総合保健体育科学, 40, 1, 37-43 (2017).
- 4) 山崎慎太郎: トポロジー最適化の概要と新展開; システム/制御/情報, 61, 1, 29-34 (2017).
- 5) 西脇眞二: 平成の構造最適化を振り返る～形状最適化・トポロジー最適化の発展～; 精密工学会誌, 86, 1, 4-7 (2020).
- 6) 石坂尚也: トポロジー最適化の活用を加速させるために—商用ソフトウェア開発者の視点から—; 精密工学会誌, 86, 6, 409-412 (2020).
- 7) 長坂明彦, 岡田拓真, 池田隼人, 小林豊, 小林裕介, 渡辺誠一: 車椅子用マレットゴルフスティックの特性; 長野工業高等専門学校紀要, 45, 2-1 (2011).

【技術資料】

オンラインツールを用いた授業と成績評価

松原洋一*

Teaching and Grading using Online Tools

Yoichi MATSUBARA

1. まえがき

昨年からの COVID-19 の影響により、本校においても、Zoom を用いたリモート授業が行われた。また、オンラインツールを用いた授業も試験的に実施した。通常授業を行っている本年においても、オンラインツールを積極的に使用して、授業の理解度の向上を目指している。

本稿では、電気・制御技術科で導入した Google Classroom を用いた授業と、プログラミング授業で導入した Bit Arrow を用いた授業について、授業の内容とオンラインツールのメリットなどについて成果報告を行う。

2. Google Classroom

2.1 Google Classroom の概要

Google Classroom は Google (Google LLC) が提供する Google Workspace for Education (旧名称 G Suite for Education) というサービスに含まれる 1 ツールである。教育機関であれば、基本機能は無償で利用できる。本校では、電気・制御技術科の全学生および教員に Google Workspace for Education 用のアカウントを付与している。これにより、オンラインストレージ・Classroom・Meet などが利用できる。ただし、本校サーバーの制限で、メール機能は利用できない。

2.2 Classroom を使用した授業

2.2.1 クラスの作成と参加

Classroom では授業ごとに“クラス”を作成できる。

クラスを通して教員から課題を与えたり、学生が課題の提出を行うことができる。

図 1 は Classroom のメイン画面である。教員、学生とも web ブラウザに Google アカウントでログインし Classroom アプリを開くとこの画面となる。図 1 の + ボタンを押すことで、新たなクラスを作成したり、クラスに参加することができる。クラスにはクラスコードが割り当てられており、学生がクラスコードを入力することで参加可能となる。最初はパソコン操作に不慣れな学生もいるため、クラスに全員が参加するまで 10 分ほどの作業を要するが、二度目からは数分あれば新しいクラスを開くことが可能となる。

2.2.2 クラスの機能

クラスでは以下の機能を利用できる。

- (1) 授業資料・課題の提示
- (2) 課題の提出
- (3) Meet による画面共有
- (4) テスト

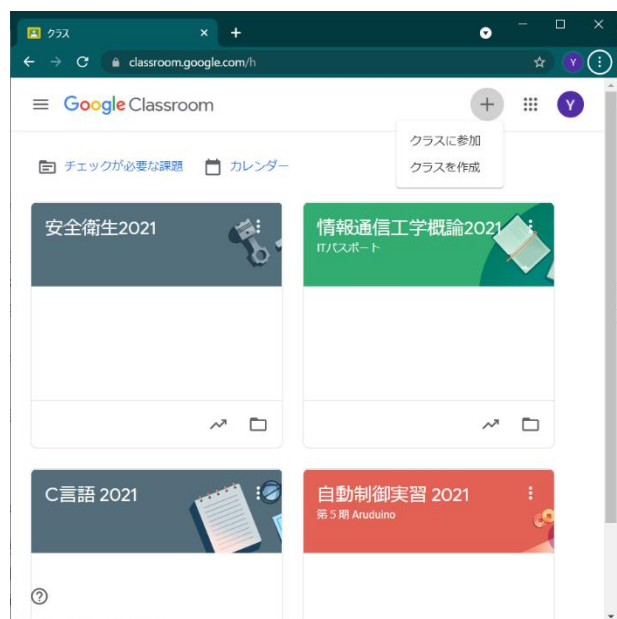


図 1 Classroom メイン画面

受理 2020年 8月 23日

採択 2020年 11月 26日

*長野県南信工科短期大学校 電気・制御技術科,
南箕輪村

Department of Electricity and Control Engineering,
Nagano Prefecture Nanshin Institute of Technology,
8304-190 Minamiminowa, Nagano, 399-4511 Japan

(1)授業資料・課題の提示は、従来でも共有 NAS を利用することで可能であった。しかし、共有NASでは保存フォルダの階層が深くなると学生へ伝えるのに時間がかかる場合もあった。また、資料が書き換え可能なファイルの場合、誤って編集されてしまうリスクもあった。クラスから配布する場合、クラスのトップページのストリーム内に分かりやすい形で配置することが出来、また、オンラインからダウンロードすることとなり誤って編集される恐れも無い。

(2)課題の提出でも、従来は共有 NAS に各学生がファイル保存することで提出できた。しかし、ファイル名の付け方に問題があり、誰のファイルか分からない場合も発生する。また、他の学生のファイルを見ることが出来るため、先に提出したファイル内容を後から出す学生が参考にしたりする可能性もあった。クラスから提出する場合は、ファイル名に自動的にアカウント名が追加されるため、誰のファイルか分からなくなることはあり得ない。また、学生は、他の学生のファイルを見ることが出来ないため、カンニングの恐れもない。課題の提出画面は、図 2 の画面から適切な項目を選択し、ファイルをアップロードすることで実行出来る。提出は何度でも出来、全てのファイルを教員は見ることが出来る。また、1回のみファイル提出に限定するよう設定することも可能である。提出されたファイルは教員がダウンロードし見ることが出来る。欠点と言えば、ファイルを開く前にダウンロードの手間がかかると言うことである。教員の負担が若干増えるが、許容出来る範囲であると考える。

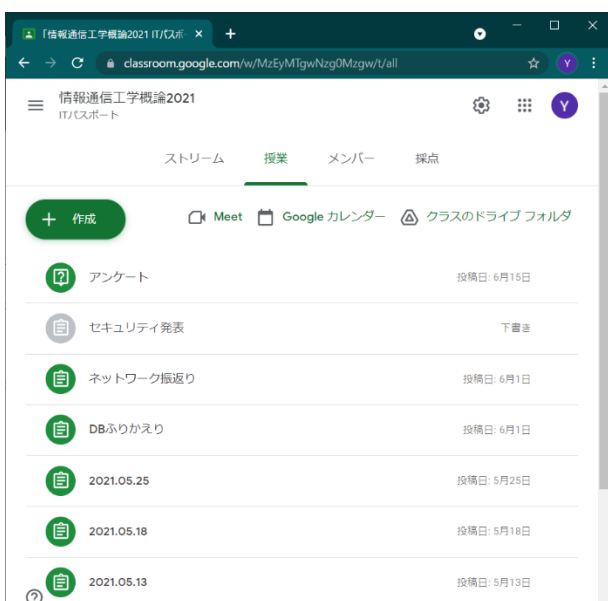


図 2 課題・テスト提出画面

(3)Meet による画面共有を行うことが出来る。Meet は Zoom と同じような機能を持つコミュニケーションツールである。図 2 の画面にもあるように、クラス画面から Meet が起動できるようになっており、他のツールを使うよりも簡単に使用することが出来る。対面での授業で Meet を使う場面はそれほど多くないが、例えば、資料を画面共有したい場合などには便利である。プロジェクトで表示しても良いが、教室の座席によっては見えにくい場合もあり、画面共有の方が見やすいという意見も多かった。

(4)テストの実施については、次章にて述べる。

ネットワークに関する次の記述中のa~cに入れる字句の適切な組合せはどれか。建物内などに設置される比較的狭いエリアのネットワークを(a)といい、地理的に離れた地点に設置されている(a)間を結ぶネットワークを(b)という。一般に、(a)に接続する機器に設定するIPアドレスには、組織内などに閉じたネットワークであれば自由に使うことができる(c)が使われる。 10ポイント

	LAN	WAN	グローバルIPアドレス	プライベートIPアドレス
a	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
b	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
c	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

IoT機器からのデータ収集などを行う際の通信に用いられる、数十kmまでの範囲で無線通信が可能な広域性と省電力性を備えるものはどれか* 10ポイント

- BLE
- LPWA
- MDM
- NFC

図 3 テスト例 1

下記のプログラムを実行し表示される文字として正しいものはどれか* 10ポイント

```
#include <stdio.h>
int main(void)
{
    int a = 15 ;
    if ( a % 5 ) {
        printf("A");
    } else {
        printf("B") ;
    }
    return 0;
}
```

- A
- B
- AB
- 何も表示されない

図 4 テスト例 2

2.3 Classroomを使用したテストと評価

Classroom で最も利用価値があると考えるのがテストである。テストでは選択問題や、記述問題を作ることが出来る。あらかじめ正解を登録しておくことで、解答後すぐに得点を見ることが出来る。教員は、全学生の個々得点や正答率などを見ることが出来る、学生は自分の得点と正答を確認することが出来る。

2.3.1 テストの作成

図3と図4はテストの例である。いずれも選択式の問題である。図3のように問題文は改行が出来ないという制約があるが、通常の文章問題であれば支障は無い。一方で、改行が必須のプログラムコードを入力することは難しく、数式は入力することは出来ない。この場合は図4に示すように、問題文の一部を図として挿入することで対応できる。

選択式のテストの他に、複数選択可能なチェックボックス、記述式の入力も作成することが出来る。

テストの画面には、図2の画面から入ることが出来る。“下書き”と灰色で表示された項目があるが、これは教員画面であり学生には見えない。テスト画面を早く公開しておくこと、講義の最中に解答を始める学生も出てくるため、公開するのはテストを開始直前にするのが望ましい。あらかじめ公開する日時を指定しておくことも出来るが、講義の進捗にも左右されるため、私はテストを行うタイミングで手動にて公開設定にしている。

2.3.2 テストの解答

テストには、あらかじめ正答や配点を設定することが出来る。こうすることで、自動採点を行うことが出来る。図5のように、学生はテストを解答した直後に、自分の得点や誤った箇所と正解を確認することが出来る。

また、設定により学生には結果を表示しないようにすることもできる。早く解答した学生が周りの解答中

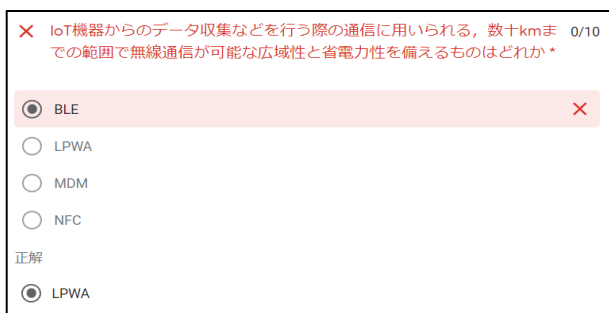


図5 学生が見るテスト結果例

の学生に話しかけることもあるため、解答が見えるようにするかどうかは、テストの位置付け等により検討すべきであろう。私の場合は、その日の講義の振り返りという位置付けで、資料を見て解答して良いとしたテストでは解答を公開し、実力テスト的な位置づけでは非公開とした。

なお、記述式の場合は、表記揺れもあるために、正答を設定しにくいいため、教員が後から評価点を入力することとなる。

教員は、全学生の解答を即座に確認出来ると同時に、図6のような分析情報を確認することが出来る。得点の分布や、各問題の正答・誤答率である。この分析結果を見ながら、その日の講義の振り返りを行うことが出来ると共に、誤答が多かった項目については、以後の授業で再度フォローするなどといったことも可能となる。

2.3.2 テストと評価

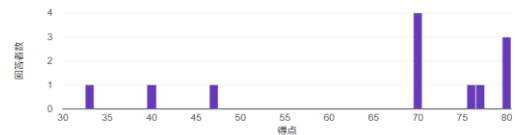
Classroom のテストは、選択問題が中心となるため、簡易的なテストになる。短時間で実施できるため、毎授業に取り込むことも可能である。得点の低かった学生もすぐに分かり、学生の理解度・得意・苦手な項目が素早く把握でき、以後の授業の進行に生かすことが出来るという利点がある。

一方で簡易的なテストであるため、紙で行う従来のテストによる成績評価を置き換えることは出来ないのでは無いだろうかという危惧もある。そこで、情報通信工学概論において、Classroomでの小テストを6回実

分析情報

平均	中央値	範囲
66.08/80 ポイント	70/80 ポイント	33~80 ポイント

合計点の分布



IoT機器からのデータ収集などを行う際の通信に用いられる、数十kmまでの範囲で無線通信が可能な広域性と省電力性を備えるものはどれか？

正解 11/12 件

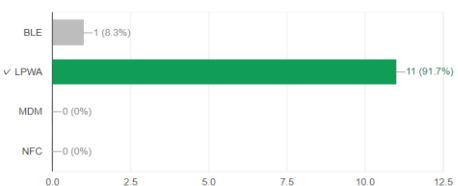


図6 テストの分析情報

施し、また、紙による従来型の期末テストを1回実施した。Classroomでの小テストは、その日に行った講義についての振り返りテストであり、資料等は閲覧可能としてテスト時間も厳密には制限していない。この二通りのテストを比較した結果を図7に示す。横軸は従来型の紙による期末テストの結果、縦軸はClassroomの小テスト6回の結果である。対象は電気・制御技術科1年生12名である。どちらも100点満点に正規化して表示した。期末テストで90点以上の上位グループは、小テストでも80点以上に分類できる。また期末テストで70~90点の中位グループは、小テストで60~80点のグループである。下位の学生においては、どちらのテスト結果もほぼ同じとなった。サンプル数が多くないが、この結果から、Classroomのテストは、成績評価のツールとしても使用できそうである。

Classroomのテストについての学生アンケートを実施しその問いと回答を図8に示す。複数回答可能とし、各項目の選択率を棒グラフで表した。多かった意見は、「授業の振り返りとして、有効だと思う」「答え合わせが直ぐ出来るので良いと思う」「教科書や資料は見て行った方が良い(現状通り)」であった。7割以上の

学生が、授業の振り返りとして有効だととらえており、その1つの理由として答え合わせがすぐ出来るという方が良いという回答が多かったが、見ない方が良いという回答も一定数あった。この点に関しては改善の余地もあると思われ、一部の問題は、授業では扱うが教科書や資料には載せていない内容とするのも良いと思われる。また、自由記載の意見として次回の振り返りに前回の授業内容を含めるのも良いのではという意見もあり、傾聴に値すると感じた。ちなみに、アンケート理由があることが伺える。教科書や資料を見て行ったのは紙の期末テストを行った後にとったが、紙のテストの方が良いという意見はゼロであった。

このように、Classroomを用いた授業後の振り返りテストは学生にも好評であり、また、成績評価としても使用できそうである。授業内容によって適す授業と適さない授業があるだろうが、積極的に使用していき、より知見を蓄えていきたい。

2.4 Google Workspace for Educationの他の機能

Google Workspace for Educationの機能としてClassroomについて述べてきたが、もう1つの大きな機能としてGoogleドライブの利用が挙げられる。これは、オンラインストレージ機能であり、組織全体で100TByteまで使用できる。本校の専門課程の全員と教員に割り当てたとして、1人あたりの容量は約2TByte弱となる。非常に大きな容量であり、在学中のデータ類は全てこのストレージに保管可能であろう。本校では、各学生に32GByte程度のUSBメモリを貸与している。ただし、校内だけの使用に限定しているため、家庭学習を行いたい場合には不便であった。Googleドライブを使用することで、この問題が一定程度解消していると考えている。

その他、Google Workspace for Educationの機能として、ドキュメントやスプレッドシート(Google版のWord, Excel)の機能もある。こちらについては、現状では有効利用が出来ていない。本校のパソコンには全てMicrosoft Officeが入っているため、使用する機会が無いためである。しかし、自宅のパソコンにMicrosoft Officeが入っていない学生にとっては、ドキュメントやスプレッドシートを利用してレポート作成をすることは便利であると考えられ、今後使用する機会を増やしていくことも必要であろうと考える。また、複数人での共同編集については、ドキュメントやスプレッドシートの方が優れており、この機能を利用した演習等ができるのと良いと考えている。

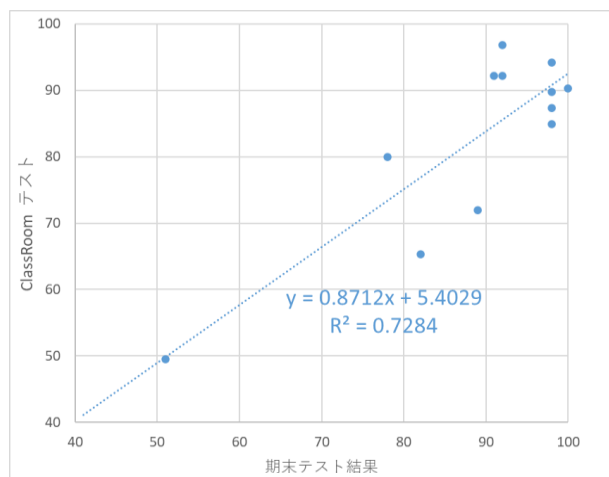


図7 Classroomテストと期末テストの比較

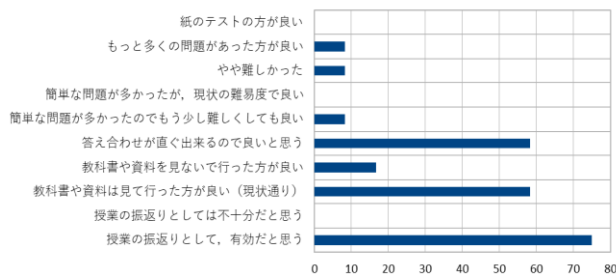


図8 Classroomテストについての学生アンケート

3. Bit Arrow

3.1 Bit Arrow の概要

本年度導入したもう1つのオンラインツールは、Bit Arrow (<https://bitarrow.eplang.jp/>) である。大阪電気通信大学・東京農工大学・明星大学の3大学で共同開発されたオンラインプログラミングツール¹⁾であり、授業ではC言語の学習に使用した。C言語の他にJavaScript, Pythonなども学習できる。

導入に当たっては教員用アカウントを取得する必要があるが、学生自身がID等を取得する必要は無い。アカウントを取得した教員がクラスIDを作成し、各学生用のIDを設定して配布することで、学生のログインが可能となる。Bit ArrowはWebブラウザ上で実行できるプログラム学習環境であるため、ログインができれば別途プログラムのインストール無しにすぐ使用できる。このように、導入が非常に簡単である(特に学生側の負担が少ない)ことが特徴である。

3.2 Bit Arrow の導入理由

昨年度までのC言語の学習には、“苦しんで覚えるC言語”を利用しており、その開発環境を使用していた(https://9cguide.appspot.com/p_9cguide.html)。しかし、配布されている最新バージョンが動作しないため、少し古いバージョンを継続利用していた。また、校内のパソコンにはVisual Studio2017 Communityも導入されており、こちらを使用することも出来た。

どちらの開発環境においても、C言語の学習に不便な点があった。それは、プロジェクトを作成するという手間である。学習において、コードの記述を出来るだけ多く行いたいところであるが、これらのツールでは新しいプログラムを書くに当たっては、プロジェクトの作成を行う必要がある。これは、main関数のみ使用する初学者にとっては、無駄な作業であり、次々とコードを書く上での支障となっていた。

Bit Arrowでは、Cファイルを新規作成し、コードを記述してすぐ実行することができる。学習に特化して作られているために、少ない手順でコード作成と実行が出来るため、多くのコードを書くという学習に最適であると考えた。

また、教師が手元のPCで学生のコーディング状況を閲覧することも魅力的な機能である。学生が実行した時点のログがとられ、それを教員が閲覧できるため、どのようなコードを記述しているか、どこまで進

んでいるかを学生の所に行かなくてもおおよそ把握できる。

このような従来の開発ツールにない優れた学習用機能を有していることから、Bit Arrowを導入した。

3.3 Bit Arrow を使用した授業

本年度の授業では昨年度と比べて学生がコードを記述する量を大幅に増やした。Bit Arrowの操作が簡単であること、またエラーメッセージが比較的分かりやすいことから、学生自身がトライアンドエラーでコード記述を進めることが出来た。図9に(a)Bit arrowでのエラー画面と(b)昨年度の開発環境でのエラー画面を示す。コードは(a)の上段に記載の通りでありエラーは4行目のセミコロンが無いことである。Bit arrowではエラーの場所を赤い!記号で的確に表示している。従来の環境では、コードとは別の画面に切り替えないとエラーを見ることが出来ず、また、エラーの位置も5行目と表示されており、混乱の元となる。このため、エラー発生たびに教員のフォローが必要になることが非常に多かった。

一方で、Bit arrowの限界も散見された。Bit arrowはJavaScriptで開発されており、C言語のプログラムも一旦JavaScriptに変換してからWeb上で実行される。このため、C言語の全ての機能は実装されておらず、細かな動作もC言語ネイティブコンパイラとは異なってくる。本授業では、Bit arrowで対応していない機能や、

```

1 #include <stdio.h>
2 int main(void)
3 {
4     int a = 100
5     printf("%d\\n", a);
6     return 0;
7 }

```

エラー

文法エラーがあります。場所: kiyo.c:4:16

```

#include <stdio.h>
int main(void)
{
    int a = 100 !
    printf("%d\\n", a);
    return 0;
}

```

(a) Bit arrow でのエラー画面

プロジェクト プログラム コンパイルエラー 実行結果

ファイル「E:/EasyIDEC/project/test20210823/main.c」の「5行目」で記述エラーを発見しました。「;」を付け忘れていました。

(b) 従来ツールでのエラー画面

図9 エラー画面

挙動が異なる機能については、Visual Studio 2017 community を使用した。補助的な活用のため、1回の授業でいくつかのサンプルコードを記述する程度の利用であったため、プロジェクトを作成しなければならないと言った使い勝手の悪さは問題にならなかった。むしろ、ネイティブコンパイラでの動作を体験したり、Bit arrow にはないブレークポイントを使ったデバッグ機能も体験できたことは有意義だったと感じる。

授業では、主として、教科書にあるサンプルプログラムを学生が記述し、その内容について教員が解説しながらすすめるという方法をとった。また、教科書の演習問題にも取り組んだ。多くのコードを見て、自分で書くことで、多くの学生が基本的な C 言語について習得できつつあると感じている。その為のツールとして、Bit arrow は非常に良いツールであった。

Bit arrow には紹介した機能の他に、独自のグラフィック画面をプログラミングできる。簡単な関数が用意されており、画面上に線や円を描いたり移動させたりするプログラムを作成できる。本年度は授業において少しだけ扱うのみであったが、興味を持って休み中に簡単なゲーム作成にチャレンジする学生も出てきた。来年度からは、グラフィック画面でのプログラミングをより有効に取り入れていけたらと考えている。

4. むすび

本年度から本格的に授業に取り入れたオンラインツールについて紹介し、その有効性についても示した。

Google Classroom では授業の振り返りテストを通じて、その日の授業を振り返ることが出来、学生に高評価であった。また、このテストを積み重ねることで、学生の成績評価にも使えることを示した。

プログラミングツールの Bit arrow について、コードを書いて実行するという流れを非常に簡単に実現できるため、コードを書く量を大幅に増やすことができ、結果として学生の理解度も上がっていると感じている。

いずれのツールも、機能をまだ十分に使えていない面もある。ツールの特性を生かしながら、学生の理解度を向上できるように、引き続き研究して行きたいと考えている。

参 考 文 献

- 1) 長島和平, 長慎也, 間辺広樹, 兼宗進, 並木美太郎 : Web ブラウザを用いたプログラミング学習支援環境 Bit Arrow の設計と評価 ; 情報処理学会論文誌 教育とコンピュータ, Vol.4, No.1, 57-69 (2018).

【技術資料】

アスパラガス収穫期の茎径および立茎間隔の調査

荒川 進*・吉澤拓真*

Investigation of Stem Diameter and Stem Spacing of Asparagus at Harvest Seasons

Susumu ARAKAWA, Takuma YOSHIZAWA

1. はじめに

長野県は、アスパラガスの栽培が盛んな地域である。アスパラガスの収穫は、選定箇所が地表表面にごく近いため露地栽培では低姿勢での作業となり、身体に負担の大きい作業である。収穫期のアスパラガスは、収穫基準（地表からの高さ）に達するまでの成長が速く、定期的な作業時間当たりに対して多くの収穫が求められる。そのため、収穫作業の省力化道具や自動収穫機の開発が各地で進められている¹⁾。

本校がある上伊那地域でも伊那市を中心としたスマート農業の推進プロジェクトの一つにアスパラガスの自動収穫機の開発が令和2年度より進められている²⁾。

自動収穫機の開発のために着手したのは、現状のアスパラガス圃場の観察である。自動収穫機は、その設計に当たり全体のサイズから圃場環境に即した機構要素の集積が必要となる。例えば、自律走行をさせる場合、圃場の走行可能幅や走行路の状況などにより車台のサイズや走行輪が制約を受けることになる。

本資料は、自動収穫機の構成要素である収穫部（アーム部、把持切断部）設計の基本仕様であるサイズ決定のために、収穫期のアスパラガスの立茎状態を調査した結果を報告する。特に、収穫対象となるアスパラガスの茎径と収穫期における立茎間隔を調査した。

2. アスパラガス圃場観察および立茎状態解析法

2.1 アスパラガス圃場観察

アスパラガスは、多年性の作物で育成期間を含め数



Fig.1 Observation of Asparagus stems in each harvest season

年間（長いもので10年以上）にわたり収穫ができる。定植した株は、収穫期に若芽の一部を残し、次年度の収穫のために養成茎と呼ばれる親茎（英文では Rootstock stem と表記する）に成長させる³⁾。養成茎は地中の株を育成し、地下茎が成長し、伸長した地下茎から次年度に収穫が可能な若茎と呼ばれる若芽が出芽するサイクルを繰り返す。上伊那地域で栽培されるアスパラガスは、3～5月の春季と6～8月の夏季の年2回の収穫ができる。

アスパラガスの立茎状況の調査は、JA菜園（上伊那郡南箕輪村）の協力を得て、収穫期の圃場（ビニールハウス内）で実施した。観察時期は、2020年6月、2020年8月、2021年3月である。

Fig.1に春季から夏季にかけてのアスパラガスの立茎状況を示す。春季収穫が始まる3月は、収穫対象となるアスパラガスのみが出芽している。一方、夏季は、春季に意図的に取り残したアスパラガスが成長し親茎として林立する。特に、8月の親茎は1mを超え、茎葉が繁茂する。立位では収穫対象となるアスパラガスの視認性が悪く、低い姿勢で地表面に比較的近い（作業路面から300～500mm）ところでの観察となった。これは、収穫姿勢も同じ状況となる。

2.2 アスパラガス立茎状態の解析

アスパラガスの茎径および立茎間隔の解析は、春季収穫時期（3月）と夏季収穫時期（8月）の観察結果について行った。

Fig.2にアスパラガスの圃場における畝を模式的に（Fig.2は片側のみを示す）、二条の畝と一本の作業路

受理 2021年9月30日

採択 2021年11月26日

*長野県南信工科短期大学校 機械・生産技術科、南箕輪村

Department of Machinery and Production Engineering,
Nagano Prefecture Nanshin Institute of Technology,
8304-190 Minamiminowa, Nagano, 399-4511 Japan

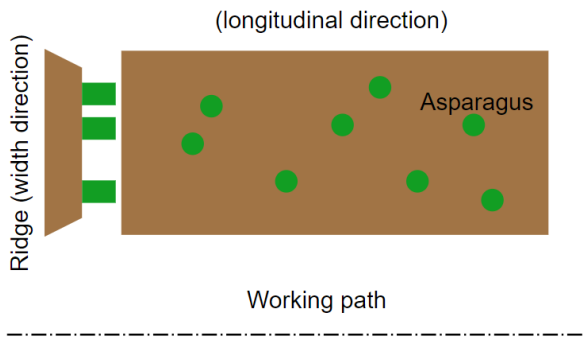


Fig.2 Schematic illustration of Asparagus field

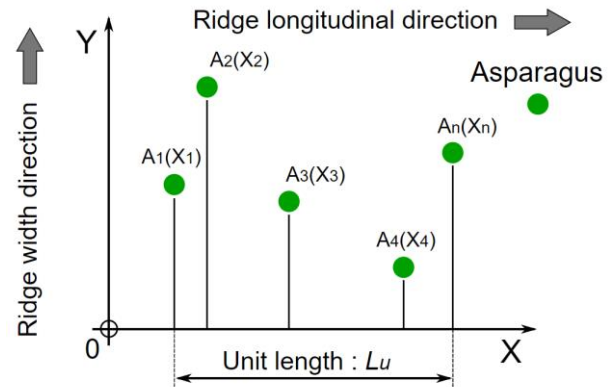


Fig.5 Analysis method for stem spacing in Asparagus field



Fig.3 Coordinate system set in ridge of Asparagus field

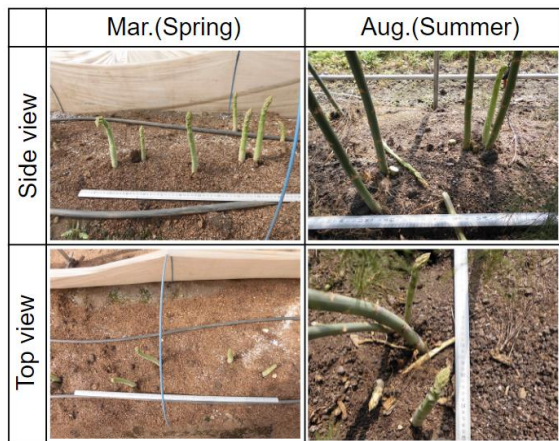


Fig.4 Observation of harvestable Asparagus stems (Young stem)

でビニールハウス一棟を構成する。

アスパラガスの茎径および立茎間隔の解析のために、Fig.3に示すように畝長手方向をX、畝幅方向をYとする座標系を設定した。茎径および立茎間隔の解析には、作業路から立茎の状況を撮影した写真を用いた。Fig.4に収穫対象となるアスパラガス（若茎）を近影したときの出茎状況を示す。3月の収穫期は、若茎のみが出茎し、作業路からと畝上方からの両方向からの撮影が可能であった。8月の収穫期は、親茎と近接して収

穫対象となる若茎が出茎し、畝上方からの撮影が難しい。この状況からアスパラガスの茎径と立茎間隔の解析は、主に作業路から撮影した画像（Side view）に基づいて行った。

写真撮影は、デジタルカメラを用い、1フレームの画質は4608×3456ピクセルで統一した。写真中には、土壌表面にスケールを設置した。このスケールの目盛りを基準にアスパラガスの茎径および立茎間隔を算出した。

アスパラガスの茎径の計測は、撮影画像の地表面から30mmの高さ範囲で行った。各撮影画像中に設置したスケールの50mm（基準長さ）に相当するピクセル数から1ピクセル当たりの寸法（mm/px）を算出し基準とした。この基準に基づき、画像中の測定対象の茎径のピクセル数を実際の茎径寸法に換算した。

アスパラガスの立茎間隔は、Fig.5に示すように1写真中のX軸に投影される両端立茎（図中A₁とA_n）の中心間距離を基準長さLuとし、基準長さ中に投影される本数（投影本数An-1）で除して算出した。立茎間隔（S_{asp}）の算出式を式1に示す。

$$S_{asp} = Lu / (L_n - 1) \quad (1)$$

この時の立茎間隔は、アスパラガスの芯間距離となる。

立茎間隔の評価には、隣接する茎間の距離を直接測定する方法と植木算として直線上に並ぶ本数で平均隣接間隔を求める方法が検討される。露地野菜は一般的に畝に列状に植栽される。本報告では、自動収穫機の把持切断部およびアーム部が作業路から畝外側への直進する動作を想定している。この想定に基づきY方向の立茎分布を加味せずX軸への投影立茎では、茎の重なりも出現し直接隣接距離の測定が困難となる場合がある。これらの理由により、立茎間隔の算出に畝長手方向（X軸）に投影された立茎について式1に示す植

Table 1 Quantity of Asparagus for statistical analysis

Harvest seasons	Mar.	Aug.
Photos (frames)	47	28
Total measurement length [mm]	27000	11000
Number of samples (stems)	254	257

木算を基本とした評価法を採用した。

Table 1 にアスパラガスの茎径および立茎間隔の解析に供した撮影写真数、畝長手方向 (Fig.3 X 軸方向) の撮影距離範囲および標本数を示す。

3. 調査結果

3. 1 収穫対象となるアスパラガス径の解析

Fig.6 に各収穫期で観察したアスパラガスの地表部付近の茎径分布を示す。縦軸の度数は、標本数が異なるため相対度数 (%) で表している。アスパラガスの収穫時の剪定位置は、ほぼ地表面とされている。Fig.6(a) は、収穫対象となるアスパラガス (若茎: 英文では Young stem と表記する) について、収穫期 3 月と 8 月の茎径分布を示す。また、Fig.6(b) は、8 月における親茎と若茎の分布を示す。これらアスパラガスの径分布から求めた茎径の特徴を Table 2 に示す。

Fig.6(a) より収穫期 3 月に観察されるアスパラガスは、8 月に比べ比較的大きい径に広がりを見せる。8 月は 10~14mm の茎径の割合が高く比較的茎径がそろっている。これら収穫対象となる若茎の平均径は Table 1 より 3 月で 13.9mm, 8 月で 12.6mm であった。この時の茎径の標準偏差は 3 月で ± 5.2 mm, 8 月で ± 3.7 mm と Fig.6(a) の分布状態を反映した結果となる。また、各収穫期のアスパラガス茎径の平均径と最大径から市場に出荷されるアスパラガスの茎径は春収穫品で大きく、夏収穫品で小さいことを示す。一方、出芽する最小径は 3~4mm となり市場出荷に適さない若茎も一定数含まれる。

Fig.6(b) に示す親茎では、若茎に観察されない 24mm 以上の茎径が認められる。Table 2 でも親茎の平均径が 13.3mm と若茎 12.6mm に比べ大きい。これは、親茎が 3 月から収穫期を迎えたアスパラガスの養成茎であることを示す。

3. 2 アスパラガスの立茎間隔

Fig.7 は、3 月 (春季) と 8 月 (夏季) の各収穫期での立茎間隔の分布を示す。また、8 月 (夏季) の立茎間隔は、親茎と若茎を含めた値である。1 フレームごとの平均立茎間隔は、親茎と若茎の両方を含む 8 月で

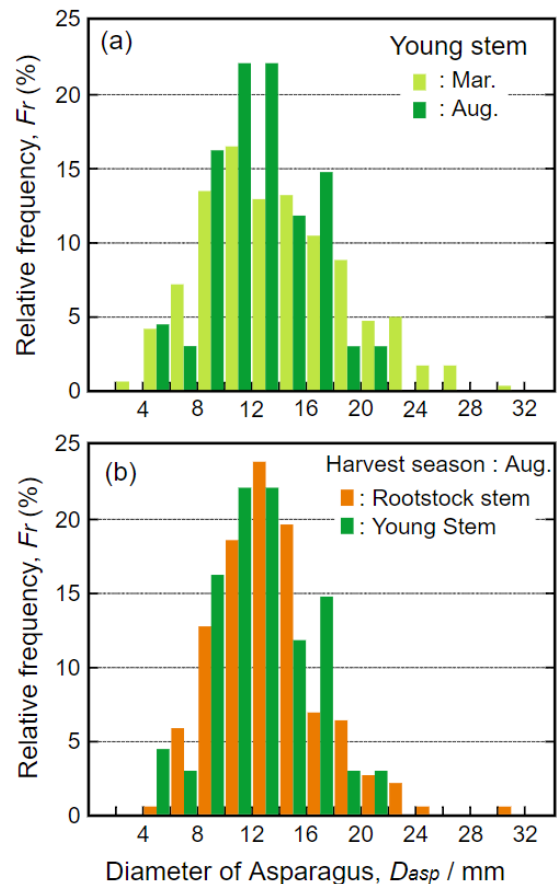


Fig.6 Histogram of Asparagus diameter at pruning position. (a) is a comparison at season of harvest, and (b) is a comparison between rootstock and young stems.

Table 2 Characteristics of Asparagus stem diameter at each harvest seasons

Harvest season	Stem	Diameter of Asparagus			
		Ave.	S.D.	Max.	Min.
Mar. (2021)	Young	13.9 mm	5.2	30.4	2.8
	Rootstock	non			
	All	13.9 mm	5.2	30.4	2.8
Aug. (2020)	Young	12.6 mm	3.7	21.9	4.0
	Rootstock	13.3 mm	3.9	30.7	4.6
	All	13.1 mm	3.9	30.7	4.0

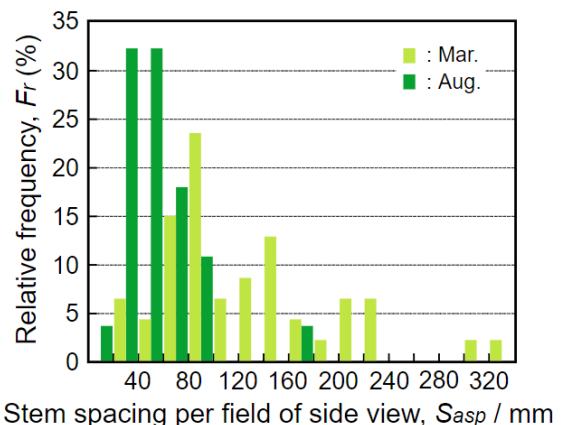


Fig.7 Histogram of Asparagus stem spacing at each harvest season

Table 3 Characteristics of Asparagus stem spacing at each harvest season

Harvest season	Stem spacing			
	Ave.	S.D.	Max.	Min.
Mar.	126.1 mm	69.8	328.2	30.0
Aug.	54.2 mm	30.5	172.3	18.0

比較的小さく、若茎のみを測定した3月の立茎間隔は、60~100mmまでの間隔の割合が多く、また300mmを超える立茎間隔も確認される。これらの特徴をまとめた結果をTable 3に示す。3月は126.1mm、8月は54.2mmの平均立茎間隔を示す。8月の収穫期には、収穫対象となるアスパラガスに加え親茎の林立により立茎間隔が極端に狭くなる。

3. 3 アスパラガスの出茎状況の平面解析

Fig.7 および Table 3 では、作業路側から撮影した画像に存在する投影本数から立茎間隔を算出した。Fig.8 は、3月の収穫期で畝上方からの撮影した画像である。画像には、収穫対象となるアスパラガスの出茎と近日内で収穫されたアスパラガスの切り株も確認できる。撮影の方法にもよるが、畝側面からの撮影画像に比べ、畝上方からの画像の方が情報量は豊富である。

Fig.9に収穫対象となるアスパラガスとすでに収穫されたアスパラガスの切り株の出茎位置を総合して立茎間隔を計測した結果を示す。切り株まで含む畝上方からの画像 (Top view) は、側面からの観察に比べ狭い間隔側の割合が高い。この結果から得られる立茎間隔の特徴をTable 4に示す。3月におけるアスパラガスの立茎間隔は、切り株まで含む状態で126mmから82mmまで低下する。

4. まとめ

長野県で栽培の盛んなアスパラガスの自動収穫機開発に向けた取り組みの中で、アスパラガスの収穫期における立茎状態を調査した。調査の対象は、収穫対象となるアスパラガス若茎の剪定位置での茎径と各収穫期における若茎、親茎および切り株を含む隣接 (立茎) 間隔である。茎径は、自動収穫機の切断部設計の資料として、また、立茎間隔は、収穫対象までのアプローチ部材 (アーム部) のサイズ設計の資料として活用が期待される。

収穫対象となるアスパラガス (若茎) の剪定位置での茎径は、3月と8月の収穫期を総合して、最小で2.8mm、最大30.4mmとなる。切断部の切断機能とし

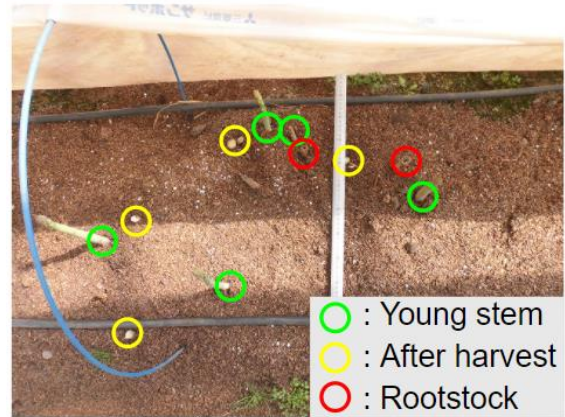


Fig.8 State of Asparagus contained in photo image taken from above a ridge

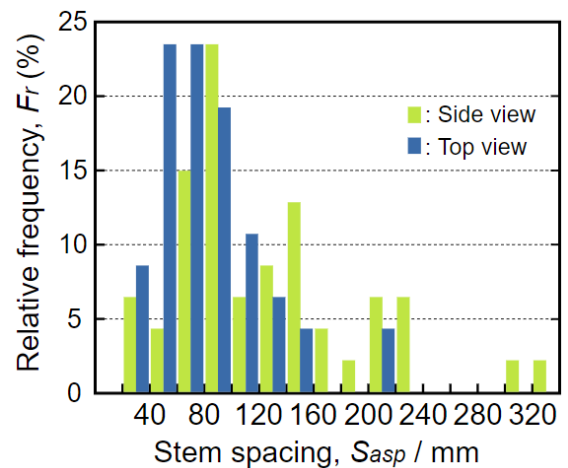


Fig.9 Asparagus stem spacing obtained from side and top views in March (harvest season)

Table 4 Characteristics of Asparagus stem spacing in March (harvest season)

Harvest season	Stem spacing			
	Ave.	S.D.	Max.	Min.
Mar. Side view	126.1 mm	69.8	328.2	30.0
Mar. Top view	82.0 mm	42.4	219.7	20.1

て最小径および最大径が安定して切断する能力が求められる。

一方、アスパラガスの平均立茎間隔は、収穫対象となる若茎のみが出茎する3月 (春季) と若茎と親茎が林立する8月 (夏季) の収穫期で大きく異なる。調査結果では、3月が82mm、8月が54mmとなる。これらは、茎芯間隔であり茎径を考慮すると投影間隔 (奥行情報を考慮しない) はこれよりも狭くなる。切断部とアーム部には、これらの間隔を考慮したサイズ設計が求められる。

謝 辞

本資料作成は、「露地野菜コンソーシアム」（伊那市，（公益）上伊那産業振興会，(株)JA 菜園他）のアスパラガス自動収穫機の開発活動の一環として行った。伊那市，上伊那産業振興会，JA 菜園の皆様の支援に深く感謝します。また，データ解析に協力いただいた本校卒業生 岩崎千洋君，山上佑大君に感謝します。

参 考 文 献

- 1) 例えば，田口喜祥，入江直樹，堀江貴雄：アスパラガス用有索式収穫ロボットの開発，日本機械学会，ロボティクス・メカトロニクス講演会概要集，1A2-C05，(2009).
- 2) 伊那市 HP（2021 年 2 月 3 日）<<https://www.inacity.jp/smph/shisei/inashiseisakusesaku/shinsangyougijutu/smartnougyou/20200831.html>>
- 3) 長野県・JA 全農長野：アスパラガス収量性向上マニュアル（2018 年 3 月改訂版），(2018) <<https://www.pref.nagano.lg.jp/enchiku/sangyo/nogyo/engei-suisan/yasa/documents/aspragusmanual.pdf>>

【事例紹介】

SOLIDWORKS 認定試験のカリキュラムへの導入 —CSWA, CSWP 試験の取り組み—

機械・生産技術科 中島一雄

1. ま え が き

製造業においても DX (Digital transformation) 化が加速する中、3次元 CAD はもはや機械設計技術者が身に付けておかななくてはならない必須技術となっている。南信工科短期大学の機械・生産技術科においては、2年間のカリキュラムの中でも初期から3次元 CAD の基本操作を習得できるようにしている。入学後 2 か月目から基本操作の習得を始めている。これは、従来の機械系の教育のように 3 次元 CAD を、応用技術としてではなく、製造現場における 3 次元モデルから始まる様々なデジタル技術を活用するための基本技術として位置付けているためである。イメージとしては、文章を書くために鉛筆の正しい持ち方を覚える位置付けである。この基本技術を学生が明確な目標をもって習得できるように SOLIDWORKS 認定試験である Certified SOLIDWORKS Associate¹⁾ (以降 CSWA) の受験を 2018 年から、さらにその上位試験である Certified SOLIDWORKS Professional²⁾ (以降 CSWP) の受験に 2020 年に取り組んだ。なお、CSWP をカリキュラムに取り入れている教育機関は国内ではまだ例が無い。これらの取り組みと効果について報告する。

2. SOLIDWORKS 認定試験について

SOLIDWORKS は機械系 3 次元 CAD として、世界的に大きなシェアを持っており、国内外の教育機関での導入実績も非常に多い CAD である。SOLIDWORKS 認定試験とは、そのメーカーであるダッソーシステム社が SOLIDWORKS ユーザーのスキルを評価するために実施している認定試験で、様々な分野とレベルに応じて試験が設定されている。教育機関においては、所有するライセンス数等の一定の条件を満たせば、無償で数種類の試験を受験することができる。また、WEB 上で受験することができ、学校の設備を活用し、通常のカリキュラム内でも実施しやすい。この取り組みはその制度を活用したものである。仮に学生は試験に落ちたととしても、一定期間を経た上で在校中に学校が所有

するライセンス数等の制限内であれば、再度受験に挑戦することができる。

2. 1 Certified SOLIDWORKS Associate (CSWA)

CSWA とは、メーカーによれば最低 6~9 か月の SOLIDWORKS の使用経験と、工学の基礎と実践的な知識を持つ人を対象としている。「学生の持つ SOLIDWORKS, 3D ソリッドモデリング技法のみならず、設計に関する専門知識はもちろん、企業でのプロフェッショナルな開発業務へ実践的に取り組む能力を証明する試験」として実施されている。

2. 2 Certified SOLIDWORKS Professional (CSWP)

CSWP とは、最低 1~2 年間の SOLIDWORKS の使用経験と、実務的な高度な工学知識を有することを証明する試験である。CSWP を受験するには初級試験である CSWA に合格していることが必要である。「SOLIDWORKS の複雑多様なフィーチャーを使用して、パラメトリック部品や可動アセンブリの設計など、企業現場で必要とされる技術を持つことが証明される試験」として実施されている。

3. カリキュラムへの導入のきっかけ

SOLIDWORKS 認定試験のカリキュラムへの導入の提案は、南信工科短期大学校で SOLIDWORKS の授業の講師を担当していただいている (株) 飯沼ゲージ製作所の土橋美博先生によるものであった。2018 年度に初めて教育機関で学生全員が CSWA 受験に取り組み (図 1)、最初の試験では合格者は 3 名 (図 2) であったが、年度内には受験者 19 名全員が合格した。この取り組みが SOLIDWORKS Japan ブログ³⁾で全国に紹介された。

4. 上位試験の CSWP 受験の試み

2019 年度に 1 年次に CSWA 試験に合格した 18 名の学生のうち希望者 14 名から、さらに上位試験に挑戦したいという要望が出され、2020 年度の 2 年次に CSWP の受験に挑戦した。これは、学生が CSWA に合格した際に、その達成感から更なる向上心が芽生えた



図1 CSWAを受験している学生

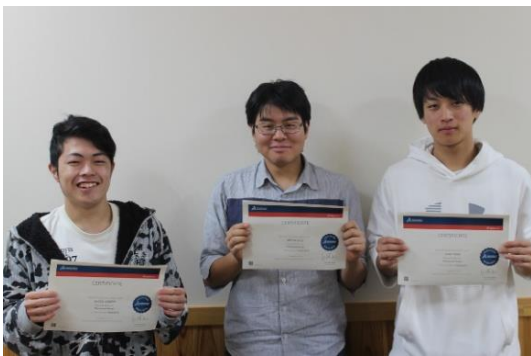


図2 CSWA (2018) に合格した最初の学生3名



図3 CSWP (2020) に合格した最初の学生2名と土橋講師 (中央)



図4 CSWP (2020) に合格した学生

表1 CSWA と CSWP の受験結果

年度	試験内容	受験者	合格者	合格率
2018	CSWA (1年次)	19名	19名	100%
2019	CSWA (1年次)	18名	18名	100%
2020	CSWA (1年次)	13名	13名	100%
	CSWP (2年次)	14名	11名	79%

結果である。一般的な SOLIDWORKS のレクチャーと課題をこなす通常の授業では得られない効果であったと考える。最終的には11名の学生がCSWPに合格できた。企業の第1線で活躍する設計技術者が挑戦するCSWPに、在校中に学生が挑戦し、かつ11名が合格できたことは教育機関では画期的なことである。

2018年度から2020年度までに取り組んだCSWAとCSWPの試験結果を表1に示す。

5. 認定試験の導入効果とカリキュラム上の工夫

2018年度より機械・生産技術科ではSOLIDWORKS認定試験のカリキュラムへの導入を試みてきた。これまでCSWA受験に関しては、全員必須受験として実施している。全員で取り組むことにより、不合格になった学生もお互いに励ましあい、または合格した者がアドバイスをするなど協力し合いながら、再度合格を目指してポジティブに取り組む姿勢が随所に見られた。結果としてCSWAにはこれまで3年の間、1年次のうちに全員が合格をしている。また、前述のとおり上位試験であるCSWPを学生自身から受験希望が出るまでモチベーションが上がり、学校でその環境を整えて実施に取り組んだところ、多くの合格者が輩出でき、取り組んだ学生達も満足して自信がついた様子であった。この授業後に実施される設計課題や卒業研究等においても、学生は3次元CADをツールとして使用し、様々な場面で当然のように活用している。ただ、この取り組みの陥りやすい欠点として、資格取得に没頭するあまり、「製図の基礎」や「設計技術に必要な知識全般」がおろそかになる懸念があったため、それらを十分に身に付けられるための別メニューを整備してカリキュラム全般を刷新しながら取り組んできている。それらの詳細は、別途紹介することとする。

謝辞

授業の講師をご担当いただいている株式会社飯沼ゲ

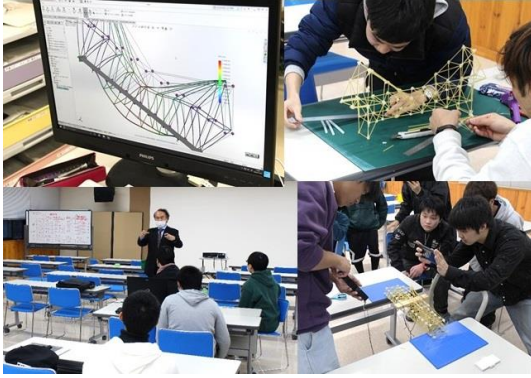


図5 CADとCAEを用いたパスタブリッジの製作

ージ製作所の土橋美博先生には、今回紹介したSOLIDWORKS 認定試験以外にも、CAEを活用したパスタブリッジ製作課題（図5）や卒業研究への御協力等、数々の御提案と御助力をいただいています。教員一同、心より御礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) CSWA : https://www.solidworks.co.jp/sw/support/796_JPN_HTML.htm
- 2) CSWP : https://www.solidworks.co.jp/sw/support/797_JPN_HTML.htm
- 3) SOLIDWORKS Japan ブログ
長野県南信工科短期大学校における取り組み（前半）
<https://blogs.solidworks.com/japan/solidworks-blog/cswpcswe/nanshinkotan/>
長野県南信工科短期大学校における取り組み（後半）
<https://blogs.solidworks.com/japan/solidworks-blog/solidworks-japan/cswpcswe-nanshinkotan2/>
SOLIDWORKS 認定試験 CSWA を活用したカリキュラムについて
<https://blogs.solidworks.com/japan/solidworks-blog/solidworks-japan/200120/>

【事例紹介】

コロナ禍におけるグループ課題 —機械系総合課題「迷路盤の設計製作課題」について—

機械・生産技術科 中島一雄

1. ま え が き

令和 2 年度は、本校の運営から授業の内容まで、コロナ禍における対応を考えながら進めてきた最初の年である。令和元年度までは、機械・生産技術科のカリキュラム内の 2 年次に、地域との関わりが深い本校の特色を活かし、企業からテーマを提案していただいてグループで設計試作を行う「地域との共同実習」を実施していた。しかし、コロナ禍において、学生と外部との接触をできるだけ控えるために、令和 2 年度はこの「地域との共同実習」を中止し、新しい実習に取り組む必要があった。これを機会に、機械・生産技術科のカリキュラム全体を確認して、改善点や注力すべき点を見直した。新型コロナウイルスの感染対策のために、教育機関では対面で直接に話をする機会が減る。学生はコミュニケーション能力が身に付かないまま就職し、入社後に会社に馴染めない等のトラブルが増えることが懸念される。社会的に必要なコミュニケーション能力を身に付けるためにも「グループで目標に取り組む」という特長を保ちながら、校内で授業が完結する「迷路盤の設計製作課題」を実施した。これについて報告する。

2. コロナ禍のグループ設計課題について

令和 2 年度は授業のオンライン化をはじめ、様々な課題が出た年であった。幸いにして、本校所在地である長野県の南部に位置する南信地域は、令和 2 年度中に新型コロナウイルスの感染者が発生することがあったが、甚大な感染拡大には至らなかった。

しかし、企業も含め、外部との接触を厳しく規制する中、校内で実習が完結し、かつできるだけ学生間の接触も最小限にできるように工夫が必要であった。そこで、今回実施した「迷路盤の設計製作課題」はグループメンバーを固定し、クラス内においても必要以上の接触が無いようにした。また、他グループ間の情報伝達を 3 次元モデルデータ、図面、仕様書、電気回路図に制限し、授業内での学生間の接触の機会をできる

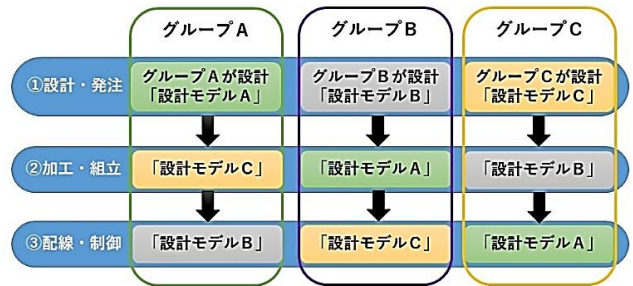


図 1 設計製作の日程と担当するグループ

だけ減らした。更に、図面での情報伝達のために正確な図面を描く知識の必要性を体験的に学べるよう工夫した。担当教員間で打ち合わせを進める中で、以下のポイントを押さえた実習にすることになった。

- (1) クラス内を 3 グループのメンバーに分けて実施する
- (2) 実施時期は 2 年次 10 月～12 月初旬とする
- (3) 機械・生産技術科の学生が、2 年間で学んだ技術を復習できる総合的な課題とする
- (4) 学生自身が正確な図面を描ける力を身に付けさせる
- (5) 予算の管理も各グループに任せる
- (6) 授業は実施時期に合わせて、以下の 3 工程とした

- ①「設計・発注」
- ②「加工・組立」
- ③「配線・制御」

これらの各工程を担当するグループを図 1 に示すように、実習時期に応じて変更する。今回の実習において新型コロナウイルスの感染対策も兼ねて、最も工夫した点である。

- (7) 他グループの学生同士の接触が最小限となるように、以下のようなルールで授業を進めた。

- ・自分のグループの設計した製品の製作は、他のグループに任せ、設計したグループは一切関わらない
- ・設計に関する情報は、〈3 次元 CAD モデルデータ〉〈図面〉〈仕様書〉〈電気回路図〉で伝え、①「設計・発注」工程以降には設計グ

グループへの質問が極力必要無い状態まで検図や修正を十分に繰り返す。

3. 授業の準備

学生に復習，身に付けさせる技術として，「製図の基礎」「正確な図面製作」「機械部品の知識」「CAD基本操作」「CAM基本操作」「機械加工」「組立調整」「機械制御」等が挙げられた。このうち機械制御に関しては空気圧制御技術とプログラマブル ロジック コントローラ（Programmable Logic Controller 以降 PLC）を用いることとした。本来であれば，全ての部材を学生が選定して購入する方が学生の学びとしては理想的なのであるが，この実習にかけられる期間が十分では無く，学生による部材の発注を行いながら，効率的に授業を進めるために主要部品（PLC 本体）は予め教員が準備することとした。

4. ①「設計・発注」工程

この工程の期間は，各グループで 3 次元 CAD 設計と物品の発注を行う工程である。設計の様子を図 2 に，各グループが設計したモデルの一部を図 3 に示す。この工程の最終日を納期として，図面の検図と部品の発注手配を完遂できるようにスケジュールを管理するよう指示をした。提出された図面の検図に関しては，同グループだけでなく，次の②「加工・組立」工程を担当するグループの学生も行った。

5. ②「加工・組立」工程

この工程の期間は，各グループで部品の加工や組立て作業を行った。前工程での他のグループが設計した情報を元にこの工程を実施した。製作にあたって，図面や仕様書の中で不明な点があった場合は，グループ間の直接の会話を避けるため，質問書の形でまとめて設計を担当したグループに質問する形で実習を進めた。なお，空気圧の配管組立もこの工程で実施した。

6. ③「配線・制御」工程

この工程の期間は，各グループで配線作業と PLC 制御用のラダープログラミング作成と調整等を行った。この工程も設計を担当したグループが製作した情報を元に実施した。

7. 完成品と成果発表会

実習の成果を，設計担当グループがまとめとして，

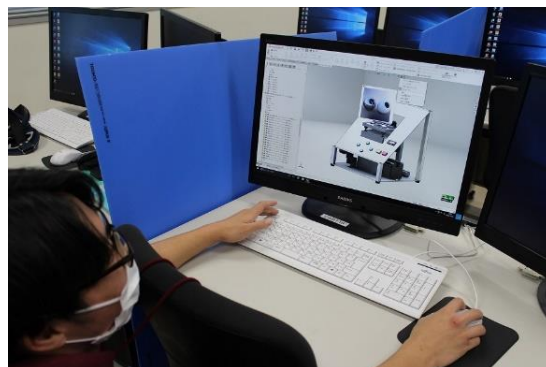


図 2 3次元 CAD を使用した設計の様子

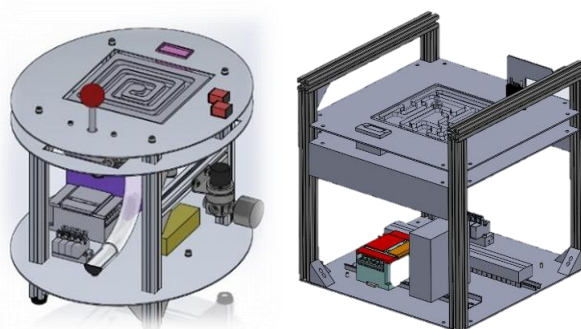


図 3 2つのグループが設計したモデル



図 4 各グループが製作した完成品

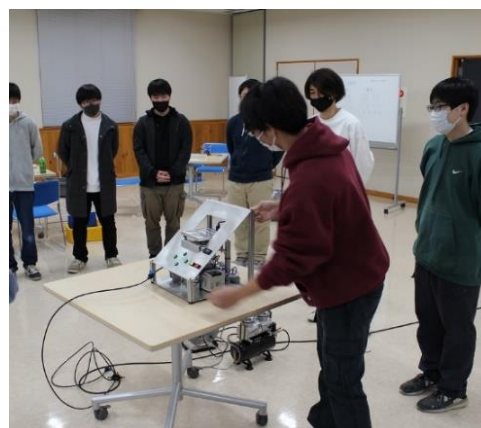


図 5 各グループによる発表

感染対策を施しなら発表した。6 グループで取組んだ。それぞれの完成品を図4に示す。また、発表の様子を図5に示す。

8. む す び

コロナ禍において、授業の実施方法も大きく変貌してきている。本校のカリキュラムは、実習の割合が大きく、また、それを特長としている。このため、対面で実施せざるを得ない授業が多くなる。その中で今回報告したように、必要な技術やコミュニケーション能

力を身に付けられるように工夫し、かつ感染対策を念頭に置いて授業を進めてきた。実施した「迷路盤の設計製作課題」は、新型コロナウイルスの感染対策をしながら、図面や仕様書等による情報伝達の重要性和困難さを学生に認識してもらい、それらの復習に大いに役に立った。

今後の新型コロナウイルスの感染状況によっては、更に対面での授業を実施できなくなることも考えられる。授業の質を落とさず、学生が技術を身に付けるための学びに対する教員の更なる工夫が必要である。

【事例紹介】

YouTube 公式チャンネルの開設

機械・生産技術科 鮎沢俊輔

1. YouTube 公式チャンネルの概要

2020年7月に長野県南信工科短期大学のYouTube公式チャンネルを開設した。学校の魅力、授業紹介、学生・卒業生の声や入試案内などについて随時更新している。YouTube公式チャンネルに長野県南信工科短期大学のホームページからアクセスすることができる。図1に長野県南信工科短期大学のホームページ（スマートフォン版）におけるYouTube公式チャンネルの案内を示す。A～Jの10項目について2021年9月現在で29本の動画を公開している。

2. 動画の紹介

29本の中のいくつかの動画を紹介する。図2に動画名「1年生総合課題ダイジェスト」の1コマを示す。総合課題とは1年生が数人のチームを編成し、自らアイデアを出し合いものづくりをする授業である。この動画では学生が作製した11個の作品について紹介をしている。学生自身が苦労と喜びを味わいながら成長した様子がまとめられている。

図3に動画名「機械システム工学科（機械・生産技術科）卒業研究発表」のサムネイルを示す。長野県南信工科短期大学では2年間の総まとめとして卒業研究を実施している。この動画では学生が卒業研究に取り組む様子と卒業研究発表会の様子がまとめられている。トポロジー最適化手法を用いたマレットゴルフスティックの開発、ヘビ型やトリ型ロボットの開発などの研究について紹介している。卒業研究を通じた経験を糧に社会で活躍しようという学生の覚悟が感じられる動画である。

図4に動画名「南信工科短大を卒業してこうなった！（機械・生産技術科 卒業生の声）」のサムネイルを示す。この動画では社会人として活躍している長野県南信工科短期大学の卒業生へのインタビューがまとめられている。合計6人へのインタビューを紹介した動画である。実技中心のカリキュラムを通して身に着けることができた実践技術を会社で活かすことができているというコメントなどをいただいた。



図1 長野県南信工科短期大学のホームページ（スマートフォン版）におけるYouTube公式チャンネルの案内



図2 動画名「1年生総合課題ダイジェスト」の1コマ

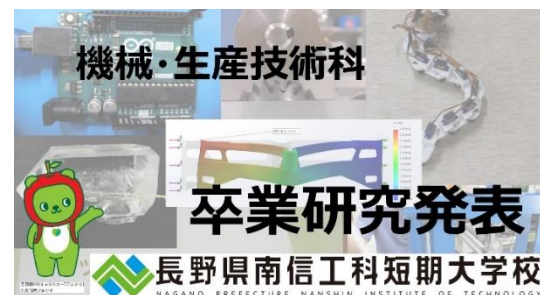


図3 動画名「機械システム工学科（機械・生産技術科）卒業研究発表」のサムネイル



図4 動画名「南信工科短大を卒業してこうなった！（機械・生産技術科 卒業生の声）」のサムネイル



図5 動画名「実習紹介（コマ大戦 3D プリンタ編）」のサムネイル

図5、6に動画名「実習紹介（コマ大戦 3D プリンタ編）」および動画名「実習紹介（コマ大戦 金属ゴマ編）」のサムネイルをそれぞれ示す。これら動画では機械・生産技術科の実習で取り組んだコマ大戦を紹介している。コマ大戦とは、土俵の上で行われる1対1のコマによるトーナメント戦である。製造業に携わるプロが本気で設計・作製したコマによる大戦を全国製造業コマ大戦という。この大戦は NPO 法人全日本製造業コマ大戦協会が主催している。長野県南信工科短期大学ではこの大会を模してコマ大戦校内大会を実施した。長野県南信工科短期大学が設置されている上伊那地域においてコマ大戦の経験が豊富なタカノ株式会社の中原様、株式会社マシンエンジニアリングの田中様をお招きし、講演会を実施した。また、3次元 CAD を用いコンピュータ上でコマを設計し、シミュレーションによってコマを対戦させるという最新技術を用いるにあたり、長野県南信工科短期大学非常勤講師の土橋様による講演を実施した。設計したコマを 3D プリンタにより造形することで短時間での試作が可能である。試作の結果をもとに最新の加工機を駆使し最強の金属ゴマを作製した。講演の様子やコマの設計・作製、そしてコマ大戦の様子を動画の中で紹介している。



図6 動画名「実習紹介（コマ大戦 金属ゴマ編）」のサムネイル

これらの動画のほかにも、入試案内、機械系電気系の両学科の紹介、夏休みの自由研究に役立つものづくり講座などの動画を公開している。

3. 動画を通じた魅力の発信

動画配信の目的は、動画を通じた長野県南信工科短期大学の魅力発信である。機械系電気系の両学科において、楽しく身になる授業を展開している。これらの魅力ある授業を動画を通じて様々な方々に知ってほしいと考えている。今後も魅力的な動画を随時配信していきたい。

【事例紹介】

就職支援活動のオンライン化への取り組み

就職委員長 荒川 進

1. はじめに

令和2年9月に長野県南信工科短期大学の校内で開催された「インターンシップ受入企業説明会」の様子を図1に示す。令和2年度は、新型コロナウイルスが徐々に拡大する中でも参加企業ごとのブースを会場に設置し対面形式で開催した。主な感染防止対策は、入構者（来校企業）の体温測定、飛沫防止用衝立の設置、双方向マイク/スピーカの設置、三密対策としての会場分散設営（学生ホール、C107 教室の2会場を準備）であった。令和2年度は、新型コロナウイルスの感染拡大により校内で開催されるイベントの中止だけでなく、授業の在り方にも変化をもたらし、本校でもオンラインの授業が実践された¹⁾。

令和3年8月26日、コロナ感染が全国的に拡大し、本校でも校外からの参加者を交えた講演、集会などの活動を中止することとなった。その中に令和3年9月



図1 令和2年度のインターンシップ受入企業説明会の様子

表1 インターンシップまでの流れ

	南信工科短大振興会加盟企業	専門課程1年生
6月	インターンシップ受入企業登録依頼	
7月	受入企業説明会への参加依頼	インターンシップガイダンス
8月	説明会参加企業の日程調整	
9月		1日、8日、15日 「インターンシップ受入企業説明会」
10月		インターンシップ企業希望調査
11月	インターンシップ実施日程の調整	
12月		インターンシップ実施日程連絡
1月		18~21日（1回目 インターンシップ）
2月		1~4日（2回目 インターンシップ）

1日から3週にわたる3日間で計画した「インターンシップ受入企業説明会」も含まれた。そこで、本校就職委員会では、完全中止ではなくオンラインによる説明会の開催を急ぎよ企画し、規模を縮小して実施した。オンラインによる「インターンシップ受入企業説明会」の実施について報告する。

2. インターンシップ受入企業説明会のオンライン実施方法

2.1 インターンシップ受入企業説明会

実際に企業で体験するインターンシップは、年度内年明けの1月から2月にかけて実施する。令和3年度のインターンシップまでのスケジュールを表1に示す。就職委員会では、6月から準備を開始する。年度当初の計画では、本年度の「インターンシップ受入企業説明会」を9月1日、8日、15日の3日間のゼミナールの時間に設定した。

本校は、インターンシップを授業の一環として実施する。インターンシップの受入には、南信工科短大振興会加盟企業の協力を得ている。企業におけるインターンシップがどのようなものかについて、事前に学習する機会として「インターンシップ受入企業説明会」を校内で実施する。

インターンシップの受入企業として登録していただいている企業は、令和3年度までに85社、令和3年度の受入企業説明会への参加を希望していただいた企業は、36社であった。

令和3年度「インターンシップ受入企業説明会」の中止は、参加予定企業へ連絡するとともに、同企業にオンラインで開催する説明会への参加意向を確認した。

この段階でのオンライン説明会の開催方法は、

- ① 9月1日、8日、15日の開催日を9月8日、15日の2日間に縮小すること
- ② オンラインミーティングに Zoom²⁾を使用することとした。この条件で最終的に参加意向を示した企業は、28社となった。主な不参加の理由は、「日程調整ができない」、「オンライン説明会について設備、技術的な対応が難しい」、「実際に自社の技術、製品を手触れてほしい。オンラインでは伝えにくい」などであった。

2.2 インターンシップ受入企業説明会のオンライン開催形式

就職委員会では、オンラインによる説明会の形式について検討した。説明会の形式として、

- I. 各企業が短時間の説明を順次行い、学生が一斉に聴講する（講義形式）
- II. 各企業に Zoom のブレイクアウトルームを設定し、希望学生へ説明を行う（小会議形式）が候補となった（図2）。就職委員会では、従来のブース形式の対面説明会に近いII（小会議形式）を採用し、必要な設備機器などの準備を進めた。

オンライン説明会の準備について、下記に示す。

<施設・会場>

- ・学生ホール、学内各教室（延べ8会場となる）

<機器>

- ・Zoom ホスト用 PC（ノート型 PC）
- ・ミーティング用 PC（ノート型 PC）
- ・WEB カメラ（マイク付き）
- ・プロジェクター（インタラクティブボード）あるいはモニター

<掲示・案内>

- ・参加企業へのミーティング用 URL，ミーティング ID/パスワード送付
- ・学生への参加企業，説明会場案内

これらは開催日の参加企業数に応じて適宜準備を行った。

3. オンライン説明会の実施

令和3年度のオンラインによる「インターンシップ受入説明会」の開催日のスケジュールを表2に示す。

9月8日、一回目のオンライン説明会（表2(a)）を開催する。参加企業は、13社。説明会を前半/後半の2セッション制とし、各セッションに6~7社の説明を同時刻に行うこととした。1会場に複数の説明会場

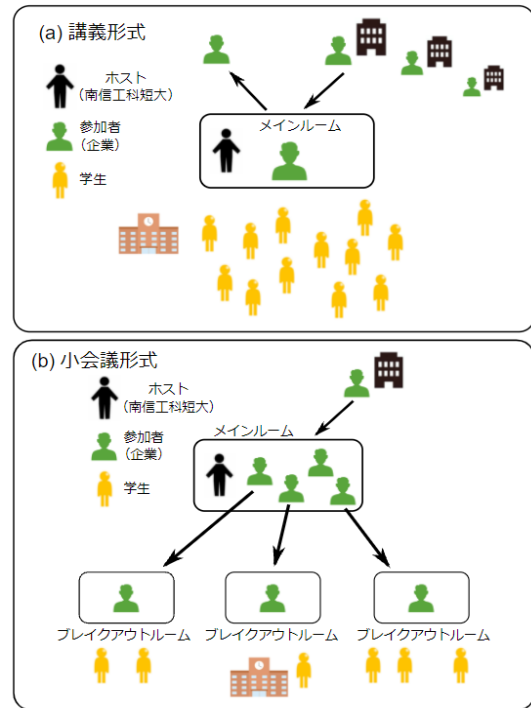


図2 オンライン説明会の形式 (Zoom)



図3 オンラインでの説明を受ける学生

を準備した場合、マイク/スピーカの配置関係からハウリングが発生する。双方向でのやり取りを重視し、各教室（最大6教室）を1企業用の説明会場として設定した。しかしながら、当日、約半数の企業で Zoom のブレイクアウトルームに接続入室できない事態が発

表2 オンライン「インターンシップ受入企業説明会」の開催日ごとのタイムスケジュール

(a) 開催日：9月8日 15:10~16:50			
時間	参加企業	説明会場	説明時間
前半 (40分)	A	GH1	15分×2回
	B	A103	
	C	A106	
	D	GH2	
	E	A101	
	F	A102	
休憩		20分	
後半 (40分)	G	GH1	15分×2回
	H	A103	
	I	A106	
	J	A107	
	K	GH2	
	L	A101	
M	A102		
(b) 開催日：9月15日 13:20~16:50			
時間	参加企業	説明会場	説明時間
前半 (40分)	A'	GH1	15分×2回
	B'	GH2	
	C'	C107	
	D'	C109	
後半 (40分)	E'	GH1	15分×2回
	F'	GH2	
	G'	C107	
休憩		20分	
前半 (40分)	H'	GH1	15分×2回
	I'	GH2	
	J'	C107	
	K'	C109	
後半 (40分)	L'	GH1	15分×2回
	M'	GH2	
	N'	C107	
	O'	C109	
(c) 開催日：10月6日 10:00~12:00			
時間	説明会場		説明時間
10:00~10:30	L	H	30分×1回
10:40~11:10	B	C	
11:20~11:50	I	E	

生した。急ぎよ接続企業数を半分に減らし、説明会を継続した。9月8日に接続辞退をお願いした企業(表中消込線)には、後日改めて説明会を設定することとした。

9月15日、第二回目のオンライン説明会を開催する(表2(b))。参加企業は、15社である。前回の接続不良を改善するため校で契約するZoomアカウントの最大数を説明会に使用して対応した。また、同時刻の接続企業数も最大4社となるように開催時間を拡大



図4 企業の説明者へ質問する学生

するようスケジュールも調整した。この結果、当日の参加企業全社が接続可能となった。

説明会の様子を図3に示す。前回と同様各教室を1企業用の説明会会場として、学生は、スクリーン(プロジェクターやインタラクティブボード)で企業の説明を聴く。1企業当たりの説明時間は、15分とし、セッション時間内で2回の説明をお願いした。各説明の間に、学生が入れ替わることになる。説明会では、双方向での質疑応答が可能である。(図4は学生による質問の様子)。学生の着座は、説明者が映し出されるモニターに対して一方向とし、前後方向の距離に配慮した。ただし、カメラの画角の制約もあり、隣同士は密が避けられない距離となった。

10月6日(三回目(表2(c)))は、9月8日に接続できなかった企業6社について改めて説明会(第三回目)に参加いただいた。説明会の詳細は省略する。

4. 就職支援活動のオンライン化

令和2年度の就職活動では、オンラインによる会社説明会、面接あるいはバーチャル会社見学が多くの企業で導入実施された。本校も学生の就職活動の支援策の一環としてオンライン面接に対応する端末の準備とWeb環境を構築した部屋を準備した。このように企業側が準備したオンラインミーティングに招待され、それに対応するための環境作りが学生の就職活動支援策としてこれまで定義されてきた。

今後もオンラインを活用した就職活動の恒常化が予想される。本校、就職委員会でも、今回の「インターンシップ受入企業説明会」以外にもオンラインによる説明会の開催など柔軟な支援体制が求められる。参加していただける企業様の意見を聴きながら、学生/企業双方に有益なやり方を検討し、実践したいと考えている。

令和3年度 長野県南信工科短期大学校 就職委員会
就職支援員 下平康子
機械・生産技術科 荒川 進, 矢崎美彦, 古畑美咲
電気・制御技術科 三沢雅芳

参 考 文 献

- 1) 柳沢裕二：オンライン授業の実践例，南信工科短期大学校紀要，第4号，pp.17-22., (2020)
- 2) <https://zoom.us/ja/products/meetings/>

【事例紹介】**正常データのみで学習する1クラスサポートベクトルマシンの事例紹介**

電気・制御技術科 武久泰夫

1. はじめに

「人工知能の分析によると・・・」「人工知能に解析させた結果・・・」こんな文言を、各種メディアで見聞する機会が多くなりました。このとき「人工知能が行ったのなら、その結果は信憑性が高い」と感じるでしょうか、それとも「低い」と感じるでしょうか。本来は、サンプル数、解析手法、システムが出力した数値などを勘案して総合的に判断するべきでしょうが、昨今は人工知能の分析は人間よりも高精度という認識が一般的になりつつあり、付随情報なしにこのような文言が使われているかに感じられます。それだけ市民権を得たともいえるでしょう。

そんな大活躍の人工知能（以下 AI）ですから、製造業への応用も確実に進んでいるに違いありません。一方、本校が立地する長野県上伊那地域の中小企業の多くは、高度なオンリーワン技術を有し日々それに磨きをかけていますが、AIを導入した、または導入を検討している、という声はなかなか聞こえてきません。理由は多岐にわたるでしょう。代表的なところとして

その1：必要性を感じない、どこに適用したらいいのかわからない

その2：大きなコストがかかりそう

その3：ビッグデータなんて用意できない

などでしょうか。ということは、それらが解決されれば中小企業へもAIの適用が進み、より競争力をもつ方向に前進できるはずですが。そんな都合のよいAIがあるのでしょうか？著者がエキスパートなら、歯切れよくYes, Noを言えるのですが、ビギナーの立場で断言はできません。それを自覚した上で、中小企業にも適用できそうなAIとして1クラスサポートベクトルマシンというアルゴリズムが候補の一つになりそうな情報を得ました。この1クラスサポートベクトルマシンの特徴を、先の疑問と対比させて列挙してみますと、

その1：製品検査に使える

その2：PC一台と簡単なプログラムで動作

その3：正常（良品）データのみでOK

異常（不良品）データは不要

というわけで、にわか仕込みではありますが、1クラスサポートベクトルマシンについての一事例を紹介いたします。

2. 1クラスサポートベクトルマシン

通常の技術レポートであれば、1章「はじめに」に続いて2章「手法の説明」に入るところですが、客観的な視点に立つ技術レポートとは趣を異にして、主観を含めた内容も許容される事例紹介として本稿を執筆しています。そのため、この手法がどのような原理に基づくかについては専門書にゆずり、ここでは1クラスサポートベクトルマシンが中小企業のAI導入のきっかけになりそうな理由について述べてみます。

AIに関心を持った人が最初にとる行動は？今ならさしずめ検索エンジンに「人工知能」「導入」と入力してエンターキー、そうすれば溢れんばかりの情報がヒットしてきます。著者のようなビギナーにもわかりやすい記事が豊富にあり、指示通りに進めていけばあっけないほど簡単にAI体験が完了します。できあいの機械学習ライブラリとサンプルデータのおかげです。なるほどAIは思ったほど難しくなさそうだ、これなら我が社へも、と気持ちが前向きになったところでつまづく原因が学習データの欠乏でしょう。例えば目視で行っている製品の外観検査をAIに置き換えたいとすれば、ビッグデータと形容される枚数の画像をAIに学習させる必要があります。これまで目視検査を行っていたのなら、そのような画像の電子データが保存されていないか、よしんば画像データが保存されていたとしてもその大部分は正常データのはず。製造業者は、日々いかにして不良率を下げるかに腐心しているわけですから。やっぱり生産現場にAIを適用できるのは自動化の進んだ大手だけか、我が社のような中小企業は所詮・・・と落胆するのは時期尚早、確かに深層学習では正常と異常両方のデータが必要ですが、AIの中には正常データのみで学習できる類のものが存在します。このようなAIは教師なし学習と呼ばれ、その一つが1クラスサポートベクトルマシンです。

1クラスサポートベクトルマシンのエッセンスを述

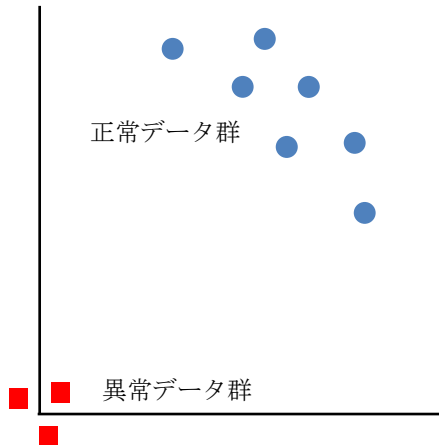


図1 1クラスサポートベクトルマシンによる分類

べれば、似たもの同士の正常データ群は仲良く原点から離れたところに、反してそれらに似ていない異常データ群は原点付近に集めてしまうような関数を求めること、となるでしょうか(図1)。

正常・異常の判断がつかない未知の検査データをこの関数に入力し、原点からの距離が遠ければ正常(青丸)、原点からの距離が近ければ異常(赤四角)、そのような判断をしてくれるのが1クラスサポートベクトルマシンです。

3. 手書き数字認識の実験

ここまで製品検査に例えて1クラスサポートベクトルマシンを説明してきたので、実験データとして何らかの製品検査画像を使ったのでは、と期待される向きが多いかもしれません。著者もできることなら実際の検査画像を使ってその有効性を実証したいと思いました。ところが、ビッグデータと呼べるような検査画像がネット上に見当たりません。ましてや不良品を含むものとなると。仕方ありません、実験では入手性を優先して定番のmnist²⁾を使用しました。mnistは“0”から“9”までの手書き数字画像データベースで、解像度は28×28画素、枚数は7万です。また、これを低解像度化した、解像度8×8画素、枚数1797のdigits³⁾という簡易版があります。

mnistの一部を図2に示します。同じ数字を描いた画像であっても、書き手が異なると表現の仕方は千差万別で、“7”に横棒が入っていたり、“4”なのか“6”なのか人間でも判然としないものが含まれています。簡易版のdigitsは図3のような画像となります。

数字画像データベースを使った1クラスサポートベクトルマシンの実験を、次のような手順で進めました。

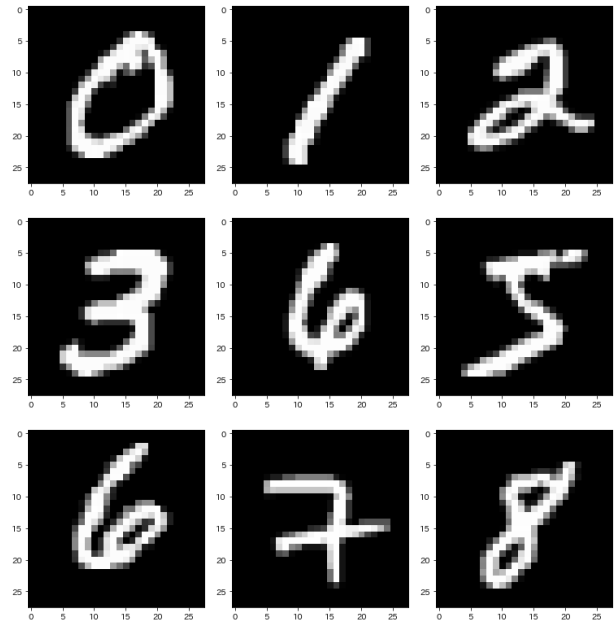


図2 mnistの一部0~8

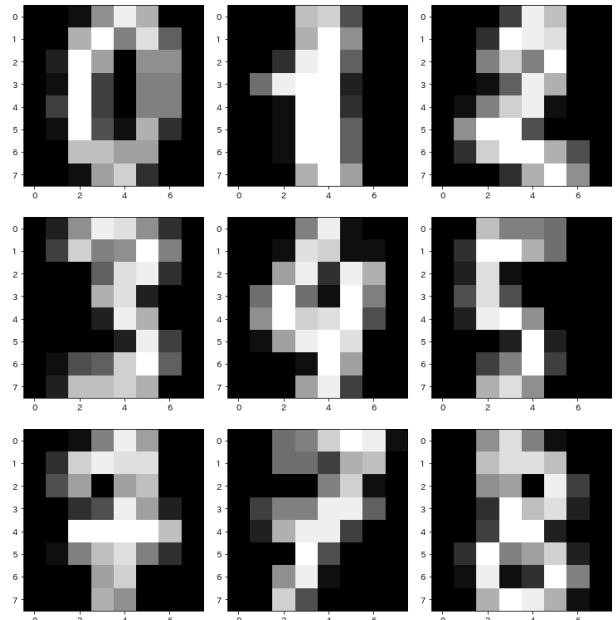


図3 digitsの一部0~8

ステップ1 ー学習ー

データベース内の特定の数字、例えば“7”の画像のみを抽出して部分集合を構成し、1クラスサポートベクトルマシンに学習させます。“7”が正常という設定です。他の数字画像を使用しないところが教師なし学習の特徴です。

ステップ2 ー認識ー

“7”を学習した1クラスサポートベクトルマシンに、異常に相当するそれ以外の数字例えば“4”の画像を入力し、認識結果と原点からの距離を求めます。

表 1 digits 1797 枚の内訳

数字	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
枚数	178	182	177	183	181	182	181	179	174	180

表 2 digits の認識率 [%]

数字	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
認識率	87.6	87.4	86.4	86.9	88.4	89.6	87.3	87.2	86.8	87.2

ステップ1の「これらが“7”だよ」と学習させる過程において、認識率 100%を目指すとう過学習という状態に陥り、他の数字の認識精度が低下することが知られています。ある程度の誤認識を許容しながら学習を進めることが肝要で、その誤認識率は事前にパラメータとして入力する必要があります。

4. 実験結果

4.1 digitsによる実験結果

1797 枚の画像データベースに含まれる各数字の内訳は表1のとおりです。いずれの数字画像もほぼ 180 枚前後が用意されています。“7”の数字画像であれば 179 枚あるので、これらを1クラスサポートベクトルマシンの入力データとして学習させます（ステップ1）。但し、過学習を避けるためにある程度の誤認識を許容します。ここでは 90%を目指し、10%の誤認識には目をつむることとしました。各々の数字に対する学習結果を表2に示します。認識率 90%に設定したので、目標値には少し届きませんが 87%くらいは達成している様子わかります。

学習が完了した1クラスサポートベクトルマシンにすべての数字画像を入力し、それらを「学習した数字である」と判断した割合 [%] と原点からの平均距離を求めました（ステップ2）。結果を表3と4に示します。総じて満足できる結果といえるかと思えます。個々に観察すると、“8”で学習した1クラスサポートベクトルマシンに“1”を入力した場合 19.2%の確率で誤認識したことがわかります（赤字）。原点からの平均距離の比較においても、“1”のそれは 1.14 と、他の数字より高い値になっています（赤字）。そのペアとして、“1”で学習した1クラスサポートベクトルマシンに“8”を入力した場合、16.1%の確率で誤認識しています（青字）。目視ではあまり似ているとは思えない“1”と“8”を混同するケースが多いという結果は、AI と人間は異なる判断基準を持っていることを物語っています。

表 3 digits の認識・誤認識率 [%]

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	87.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	87.4	0	0	0	1.0	1.1	0	16.1	1.1
2	0	1.0	86.4	0	0	0	0	0	2.3	0
3	0	0	0	86.9	0	0	0	0	4.0	1.7
4	1.0	0	0	0	88.4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	89.6	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	87.3	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	87.2	0	1.7
8	0	19.2	4.0	5.5	0	1.6	1.0	0	86.8	3.9
9	0	0	0	11.4	0	1.1	0	0	3.4	87.2

誤認識率が高いペア“1”と“8”

表 4 digits の原点からの距離

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	2.22	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
1	0.34	2.16	0.34	0.25	0.40	0.32	0.53	0.40	1.00	0.44
2	0.02	0.63	1.58	0.61	0.02	0.20	0.14	0.08	0.77	0.23
3	0.03	0.35	0.57	1.68	0.01	0.49	0.17	0.21	0.79	0.40
4	0.28	0.500	0.01	0.03	1.54	0.14	0.05	0.39	0.30	0.14
5	0.37	0.37	0.32	0.60	0.19	1.85	0.55	0.28	0.57	0.50
6	0.01	0.15	0.01	0.01	0.11	0.04	2.17	0.00	0.01	0.00
7	0.04	0.21	0.00	0.06	0.52	0.36	0.00	2.05	0.20	0.14
8	0.13	1.14	0.69	0.91	0.20	0.63	0.65	0.25	2.04	0.50
9	0.19	0.51	0.31	1.14	0.10	0.73	0.11	0.58	0.71	1.86

4.2 mnistによる実験結果

3.1の digits による実験は、著者に1クラスサポートベクトルマシンの有効性を確信させました。これこそが中小企業の救世主たり得る AI であろうと。ところが、続けて臨んだ mnist の実験で、その楽観は一辺に萎んでしまいました。用いた画像は 7 万枚のうちの最初の 1 万枚、その内訳は表5のとおりです。

これらに対し、digits と同じ条件で実施した結果（表6）が示したのは、自分自身の識別率は設定どおりの 90%を維持しているものの、他の数字の誤認識率が信じられないほど高く到底使い物にならないという現実でした。特に、他の数字を“1”と誤認識する確率が一際高いのが特徴的です（赤字）。digits との落差に、バグが取り切れていなかったのかと、目を皿のようにしてプログラムを再確認したほどでした。

やっぱり AI なら深層学習だよ、サポートベクトルマシンなんて時代遅れさ、そんな声が著者自身の内から

表5 mnist 1万枚の内訳

数字	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
枚数	1001	1127	991	1032	980	863	1014	1070	944	978

表6 mnist の認識・誤認識率 [%]

nu=0.1, kernel="rbf", gamma="auto" (digits と同じ)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	89.7	0	3.5	7.8	1.5	12.7	2.5	0.6	1.5	1.0
1	0	90.0	0.7	1.4	0	0.3	0.3	0.1	3.5	0.1
2	34.5	96.9	90.1	64.7	44.6	27.6	61.2	3.1	53.3	3.8
3	27.4	96.2	32.4	89.8	45.9	37.2	20.7	22.9	66.3	45.4
4	5.6	80.9	4.5	12.9	90.0	21.6	3.4	23.1	37.2	60.3
5	28.5	97.6	21.2	60.9	67.9	90.3	23.1	21.2	79.0	52.6
6	4.1	35.1	11.3	2.5	6.9	6.4	90.0	0	5.9	0
7	0	14.1	0.4	5.9	22.7	3.4	0.1	90.0	5.2	79.4
8	33.4	97.1	23.8	50.1	64.4	71.5	16.9	20.4	89.8	53.6
9	1.1	2.9	0.9	8.7	36.1	7.2	0.3	56.4	18.8	90.1

↑
誤認識率が極端に高い“1”の列

表7 mnist の認識・誤認識率 [%]

nu=0.2, kernel="rbf", gamma=0.01 (調整済み)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	60.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	78.8	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1.6	69.0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	76.4	0	0.2	0	0	0	0.1
4	0	0	0	0	66.4	0	0	0	0	0.1
5	0	0	0	0.1	0	70.0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	65.5	0	0	0
7	0	0	0.1	0	0	0	0	74.0	0	0.1
8	0	0	0	0.1	0	0	0	0	60.2	0.2
9	0	0.1	0	0	0.6	0	0	1.7	0	65.5

80%に設定したが60~78%に止まった認識率

聞こえてくるのを慌てて打ち消し、この精度を向上させる一手を模索しました。サポートベクトルマシンには、ユーザーが調整できるいくつかのパラメータがあるので、利用した機械学習ライブラリ `scikit-learn`³⁾ の関数の引数に相当するそれらや、カーネル関数の種類を変動させトライを重ねたところ、何とかお見せできる結果として表7までもってこることができました。nu=0.2は誤認識率20%を許容しており、表の対角要素には80前後の値が入って然るべきなのですが、実験では60~78の範囲に留まりました。その分、他の数字を誤

認識する割合は低下しています。nu=0.1と設定すると誤認識率が急上昇してしまい、nuとgammaの調整は結果を見ながら行う作業でした。1クラスサポートベクトルマシンの売りは「学習時に使うのは正常データのみ」であり、digitsに対してはそれで良好な結果を得ていました。しかし高解像度版では、最適なnuとgammaを決定するために異常データとなる不正解画像に対する反応を見ながら調整する必要があり、そこはルール違反を犯したことを白状しておきます。

5. 最後に

1クラスサポートベクトルマシンを用いてdigitsの判別を行った第1ラウンドの実験は、楽勝感に包まれて楽しく進みました。そして自信と期待を持って臨んだmnistの第2ラウンドの実験は、学習データさえあればAIは独りで賢くなっていく、と思いついていた著者の先入観を払しょくする教訓となりました。「私だって一筋縄では行きませんよ」とAIにへそを曲げられた気分です。大変失礼しました。これからは謙虚になって各手法の特性をもっと勉強し、対象となるデータに相応しい候補を選択します。そしてパラメータを調整する努力を怠りません。そう誓いながら著者は、AIが気難しい一面を持っていたことに、そこはかたく安堵の気持ちを抱きました。

一方、AIの学習においては、入力データの性質を調べ潜在的な特長を際立たせる前処理が重要なプロセスとされています。この実験では、最も単純な正規化以外には行っていませんが、先達が提案してきた各種の画像変換を施して入力データとすれば、その中には識別性能を向上させるものが見つかるでしょうし、そのような前処理が存在しないならば研究対象になり得ます。中小企業がAIの導入を本気で考えるなら、ベンダー丸投げではなく、データに関する知見を持っている担当者が入りともに作り上げていって初めて有効性が得られるのではないかと、そんな思いにさせられた実験となりました。

参考文献

- 1) 竹内一郎, 鳥山昌幸, “サポートベクトルマシン”, 講談社 (2019).
- 2) <http://yann.lecun.com/exdb/mnist>
- 3) https://scikit-learn.org/stable/auto_examples/index.html

研究・教育・社会活動の概要

(2020.4.1～2021.3.31)

A. 研究活動

1. 総説・解説・展望等

手嶋勝弥, 林 文隆, 山田哲也, 鈴木清香, 簾 智仁, 大石修治, 是津信行

フラックス法およびフラックスコーティング法による機能性酸化物結晶の創製—信大クリスタル[®]発進—, *Fine Ceramics Report*, 38, 2, 54-59, 2020.

大石修治, 鈴木清香, 鮎沢俊輔, 手嶋勝弥

フラックス法を見直すきっかけとなった実験—BaTiO₃ バタフライ型双晶の KF フラックス育成—, 長野県南信工科短期大学校紀要, 4, 2-6, 2020.

2. 研究論文

Shunsuke Ayuzawa, Sayaka Suzuki, Miki Hidaka, Tetsuya Yamada, Shuji Oishi, Katsuya Teshima

Role of Na₂CO₃ Addition in Epitaxial Growth of Ruby Crystal Films on Sapphire Crystal Substrates via MoO₃ Flux Evaporation, *Crystal Growth & Design*, 20, 6, 4157-4163, 2020.

Shunsuke Ayuzawa, Tetsuya Yamada, Naoki Katsuta, Sayaka Suzuki, Hiromasa Shiiba, Shuji Oishi, Katsuya Teshima,

Form Design of Bulky Ruby Crystals with Well-Developed (11 $\bar{2}$ 3) Faces—Epitaxial Growth of Crystal Films on Sapphire Substrates via MoO₃ Flux,

Crystal Growth & Design, 20, 10, 6283-6289, 2020.

松原洋一

DEPTH カメラ法を用いた牛の体型測定

長野県南信工科短期大学校紀要, 4, 7-10, 2020.

三沢雅芳

農業分野向け簡易型分光光度計の製作

長野県南信工科短期大学校紀要, 4, 11-13, 2020.

横道正和

なじみ把持を行いロボットハンドの研究

長野県南信工科短期大学校紀要, 4, 14-16, 2020.

柳沢裕二

オンライン授業の実施例

長野県南信工科短期大学校紀要, 4, 17-22, 2020.

太田晃生

霜柱の発生について

長野県南信工科短期大学校紀要, 4, 23-24, 2020.

武久泰夫

人工知能初心者が体験した手書き数字認識の事例
長野県南信工科短期大学校紀要, 4, 25-28, 2020.

鮎沢俊輔

ルビー結晶の人工育成に関する研究成果
長野県南信工科短期大学校紀要, 4, 29-30, 2020.

3. 特許・発明

中島一雄

特許出願中 【発明の名称】 「成型型の製造法」 デジタルモールド粉末冶金
中島一雄, 橋爪良博 (有限会社スワニー), 鈴木隆 (ナパック株式会社)

中島一雄

特許出願中 【発明の名称】 「寒天を接着剤とした木製積層板」
中島一雄, 中村博 (株式会社やまとわ)

4. 講演

蓑田大輔, 井坪寿晴, 大石修治, 池内武久

“つくる” 魅力を伝えるために
飯田技術専門校公開講座ものづくり講演会～夢につながる技を磨く～, 2020.12.15

中島一雄

デジタルモールド技術を活用した成形技術の可能性「UV 硬化性樹脂 3D プリント活用成形技術」
日本塑性加工学会 北関東・信越支部 長野ブロック 第 49 回研究会 (シーズ発表会), 2021.3

中島一雄

「デジタルモールド粉末冶金」<研究の経緯と進捗>
伊那テクノバレー地域センター 新産業創出支援事業
伊那バレー・オープンイノベーション事業定例会, 2021.2

中山昇, 松原洋一

「SUWA 小型ロケットプロジェクト 5 年間の軌跡」
(株) IHI エアロマニューファクチャリング 品質講演会, 2020.11.9

B. 教育活動

1. 授業担当

大石修治

社会学

百瀬真希先生, 鈴木 隆先生, 向山孝一先生, 安積順子先生, 志津千代子先生, 野村 稔先生
および向山賢悟先生に講義いただいた。

武久泰夫

電磁気学

電磁気学では, 物理現象は数式によって表現できることを実感してもらえよう, 身近な現象と数式を対応させて説明するように心がけた。また, 常に単位系に気を配るよう指導した。

- 荒川 進 ゼミナール，総合課題，安全衛生工学，力学演習，油圧・空圧制御，機械工学
安全衛生では，社会人としてあるいは大学校での実習の基本的なルール身につけることに重点をおいた授業を展開した。機械工学という工学分野の学問について興味をもって学習に取り組めるように心掛けた。
- 田畑克敏 制御工学概論，情報処理実習 A，制御工学実習 II・III，設計製図実習 III・IV，NC プログラミング実習，ゼミナール，総合課題，安全衛生工学
- 中島一雄 機械加工実習 I・III・IV，シーケンス制御，数値制御，熱力学，制御工学実習，NC プログラミング実習，機械工学基礎実験 II，設計製図実習 II・III，機械設計，ゼミナール，総合課題
- 矢崎美彦 測定工学，機械工学，機械工学基礎実験 II，測定工学実習，機械加工実習 I，ゼミナール，総合課題
- 横道正和 機械工学 A，機械工学基礎実験 I・II，安全衛生工学，測定工学実習，ゼミナール，総合課題，情報処理実習
材料力学及び機械工学 A と機械工学基礎実験 I を関連させ，理論を実験で確認することを心掛けた。
- 鮎沢俊輔 基礎製図，機械加工実習 I，機械工学基礎実験 I，機械設計，材料，NC 工作概論，NC プログラミング実習，切削加工法及び研削加工法，ゼミナール，総合課題
実習や卒業研究において，学生自身が能動的に学習に取り組むことができるようにした。
- 岡本 謙 機械工学基礎実験 I・II，機械材料，機械加工学，設計製図実習，材料，測定及びけがき実習，ゼミナール，総合課題
- 松原 洋一 電気回路，電磁気学，安全衛生工学，ゼミナール，総合課題，FA システム構築実習 II，計測制御工学 II
FA システム構築実習 II では，画像処理実習機等を用い，光学系の基本から画像処理の基礎知識までの授業を行った。PLC との連携を行いより実践的な授業に取り組んだ。
- 木下昌信 FA システム構築実習 I，機械工作実習，電気工学基礎実験，機械制御実習 I・II，機械制御 I・II，ゼミナール，総合課題
- 宮下利仁 自動制御 I・II，電気機器，電気機器実験，ゼミナール，総合課題
- 三沢雅芳 電子デバイス工学，環境・エネルギー有効利用技術 I・II・実習，総合課題
電子デバイスに係る地域企業や環境活動を具体的に示し，その技術力の高さを説明した。
- 浅沼和志 生産工学，流体工学，電磁気学，電気工学概論
- 有賀武彦 械加工実習，機械加工実習 I・III，測定工学
- 大林徹也 FA システム構築実習 I・II
- 上村博人 電子デバイス工学基礎実験 I・II
- 桑澤明男 機械加工実習，機械加工実習 I・II，切削加工及び研削加工実習
- 小平剛志 総合課題（3D-CAD）
- 五味久幸 材料力学，製図，製図基本実習，機械制御 I
- 坂井盛男 基礎数学，解析学概論 I・II
- 竹村雅志 環境・エネルギー有効利用技術実習
- 土橋美博 基礎製図，設計製図実習 II・III

西澤信雄	環境・エネルギー有効利用技術 I
西山隆也	電子回路基礎実験 I・II, 情報工学概論, 情報通信工学概論, 電気工学概論, 電気工学基礎実験, 情報通信工学基礎実習, 環境・エネルギー有効利用技術 II
林 寿郎	シーケンス制御, 機械制御実習 I, 制御工学実習 I
林 良一	測定法, 測定工学, 機械加工実習 I
福澤定市	機械加工実習 I, 測定及びけがき実習
藤崎淳子	設計製図実習 II, 情報処理実習 B
松崎 旻	体育 I・II
御子柴孝	計測制御工学 I, 自動制御実習, 機械制御 I
リアナ・ジョセフ	英語 I・II
富澤 正, 宮坂一彦, 藤森直樹	知的所有権

2. 卒業論文

伊東圭祐	3D プリンタ粉末冶金を活用した樹脂射出成型金型製作技術の開発	中島一雄 (機械・生産技術科)
岩崎千洋	ドリル加工深さと切削動力の関係	荒川 進 (機械・生産技術科)
加藤祐太	樹脂型を用いたオートクレーブ法による CFRP 成形	矢崎美彦 (機械・生産技術科)
北原寛之	四足歩行ロボットによる動物的歩行	横道正和 (機械・生産技術科)
栗林拓未	高濃度溶液供給によるリン酸二水素アンモニウム結晶育成	鮎沢俊輔 (機械・生産技術科)
小森惇太	構造最適化によるマレットゴルフ用スティックの設計	矢崎美彦 (機械・生産技術科)
柴 貴裕	リン酸二水素アンモニウム結晶育成に及ぼす種結晶回転の影響	鮎沢俊輔 (機械・生産技術科)
渋谷隼斗	溶質の連続供給によるリン酸二水素アンモニウム結晶育成装置の開発	鮎沢俊輔 (機械・生産技術科)
中島徹也	粉末冶金技術を活用した金型製作に関する基礎研究	中島一雄 (機械・生産技術科)
中野 蓮	Arduino によるデータ収集システムの構築と電圧変換回路の活用	田畑克敏 (機械・生産技術科)
濱 琉斗	TCP/IP ネットワーク通信におけるマイコン制御	田畑克敏 (機械・生産技術科)
原 朋輝	マレットゴルフ用スティックのスイング特性計測	矢崎美彦 (機械・生産技術科)
原勇太郎	経木の立体造形のための接着技術に関する研究	中島一雄 (機械・生産技術科)
藤田 諒	蛇型ロボットに関する研究	横道正和 (機械・生産技術科)

松原有徳	連続的な結晶育成のための温度・濃度自動制御	田畑克敏（機械・生産技術科）
山上佑大	ドリル加工時の被削材熱処理硬さと切削動力との関係	荒川 進（機械・生産技術科）
吉澤啓人	羽ばたきロボットの製作	横道正和（機械・生産技術科）
吉澤拓真	アスパラガス自動収穫機の把持切断部設計	荒川 進（機械・生産技術科）
赤津和紀	画像認識によるハンドサイン解錠システムの開発	松原洋一（電気・制御技術科）
伊藤稔明	深層距離学習を用いた顔認証の研究	松原洋一（電気・制御技術科）
太田隼世	サーモセンサを使用した異常診断システム	三沢雅芳（電気・制御技術科）
木村元哉	疑似ホログラムを用いた非接触型スイッチパネルの製作	三沢雅芳（電気・制御技術科）
栗木大進	PLC とマイコンの通信方法の研究	木下昌信（電気・制御技術科）
小海遼弥	ライントレース車両ロボットの画像処理による走行経路推測の研究	宮下利仁（電気・制御技術科）
小田切歩夢	職場環境の不快情報の可視化の研究	木下昌信（電気・制御技術科）
小林竜也	IoT を活用した予防保全の研究	木下昌信（電気・制御技術科）
田川雅和	回帰型ニューラルネットワークによる河川水位予測の研究	宮下利仁（電気・制御技術科）
長江靖弘	牛の非接触体形測定システムの研究	松原洋一（電気・制御技術科）
長田一希	自動灌水装置の開発	松原洋一（電気・制御技術科）
中城友希	LiDAR を用いたロボットカート制御に関する研究	三沢雅芳（電気・制御技術科）
中山拓也	野生動物撃退システムの製作	三沢雅芳（電気・制御技術科）
那須野寛生	ピッチ制御によるクウッドコプターの安定したランディングモードの研究	宮下利仁（電気・制御技術科）
西澤龍一	回帰分析によるライントレース車両ロボットの自己学習システムの構築	宮下利仁（電気・制御技術科）
原田佑都	非接触体温測定システムの開発	木下昌信（電気・制御技術科）

3. 課外活動

鮎沢俊輔

信州大学先鋭材料研究所（信州大学工学部物質化学科）手嶋勝弥教授との共同研究を実施した。

松原洋一

信州大学工学部田中清教授・白井啓一郎准教授との奥行計測に関する共同研究を実施した。

松原洋一

伊那市露地野菜コンソーシアムにおいて、アスパラガス収穫機の開発に参加し、主に認識部の開発に携わった。

松原洋一

SUWA 小型ロケットプロジェクトにメンバーとして参加し、エンジン開発、無線を使った遠隔点火システムの開発に携わった。

C. 社会活動

1. 役員

1) 学会役員等

大石修治

日本フラックス成長研究会

顧問

2013.1 - 現在

手嶋勝弥

日本フラックス成長研究会

副会長

2013.1 - 現在

手嶋勝弥

日本結晶成長学会

理事

2010.4 - 現在

手嶋勝弥

表面技術協会

評議員

2008.2 - 現在

2) 地域および国等での委員等

大石修治

信州大学

特任教授

2015.4 - 現在

大石修治

信州大学経法学部

ゲスト講師 (テクノロジー概論)

2020.7

大石修治

諏訪広域公立大学事務組合公立大学法人評価委員会

委員

2017.9 - 現在

大石修治

駒ヶ根市「新製品・新技術開発支援事業補助金」

審査員

2020.6 - 2021.3

大石修治

一般財団法人信州大学工学部若里会

評議員

2018.5 - 現在

手嶋勝弥

信州大学工学部

教授

2011.4 - 現在

手嶋勝弥

信州大学

卓越教授

2019.1 - 現在

手嶋勝弥

信州大学

学長補佐

2013.4 - 現在

手嶋勝弥

信州大学先鋭領域融合研究群先鋭材料研究所

所長

2019.4 - 現在

武久泰夫

長野県駒ヶ根工業高等学校評議員

2018.4 - 現在

武久泰夫

伊那市新産業技術推進協議会委員ならびにスマート工業部会長

2019.5 - 現在

武久泰夫

南箕輪村「新技術・新製品開発事業補助金」審査委員長

2018.4 - 現在

武久泰夫

箕輪町「新技術及び新製品開発事業補助金」審査委員長

2018.4 - 現在

武久泰夫

駒ヶ根市雇用対策協議会委員

2018.4 - 現在

武久泰夫

長野県産業人材育成支援ネットワーク会議委員

2018.4 - 現在

武久泰夫

長野県企業局「高遠ダム洪水吐ゲート大規模改修工事」技術評価会議座長

2020.5 - 2021.3

荒川 進

精密工学会 2020 年度秋季大会学術講演会 BP 賞審査委員

2020.9.1

2. 対外的活動

1) 国・県、地域等での活動

松原洋一，三沢雅芳

南箕輪村公民館連携講座

みんなでつくろう牛乳パックプロジェクター

2020.9.12, 長野県南信工科短期大学校（南箕輪村）

中島一雄

技能検定 機械検査検定員

2020.2.5 - 6, 松本ポリテクセンター（松本市）

2) 会員

信州大学ものづくり振興会

伊那谷アグリイノベーション推進機構

一般財団法人 AREC 賛助会員

長野県産業人材育成支援ネットワーク会議

INA Valley 産業支援ネットワーク

3) 研究・教育相談

中島一雄

経木に関わる技術相談

2020.4 - 2021.3

株式会社やまとわ より，アカマツを経木の活用に関する技術相談を受けた

中島一雄

デジタルモールド粉末冶金技術に関する技術相談

2020.4 - 2021.3

有限会社スワニー，ナパック株式会社より，3Dプリンタ応用技術「デジタルモールド粉末冶金技術」に関する技術相談を受けた

宮下利仁

ドローンの技術相談

耕運機電動化の相談

D. 研究助成

大石修治（研究代表者），手嶋勝弥（連携研究者），鈴木清香（連携研究者）

フラックススクリーニング法を活用したクリスタルマップの新提案

平成30年度～令和2年度文部科学省科学研究費補助金基盤研究（C）に採択（18K05272）

455万円（直接経費350万円＋間接経費105万円）

（平成30年度110万円，令和元年度120万円，令和2年度120万円）

中島一雄

3Dプリンタを活用した樹脂型等に関する研究

令和2年度南信工科短大振興会研究補助金に採択

20万円

鮎沢俊輔

三酸化モリブデンフラックス蒸発法によるルビー結晶膜のエピタキシャル成長における炭酸ナトリウム添加の効果

令和2年度南信工科短大振興会研究補助金に採択

20万円

編 集 後 記

短期大学数は平成8年の598校をピークにその後は急降下に転じ、令和2年には323校にまで落ち込んでいます。

本校は厚生労働省所管の「短期大学校」に属するためそのカウントには含まれませんが、共通項の多い同類として、存在意義をどう伝えていくかの悩みは尽きません。そうした逆風下において、本校がものづくり人材を輩出し続けるためには「明るい将来を想像させる何か」を若年層に見せていく必要がありますが、社会が要求する技術の共通基盤に大きな地域差がない中で特徴を打ち出す難しさも感じています。両者のバランスを図りつつ、その解を求めてトライアル・アンド・エラーをしている過程の一端が、この紀要にも掲載されています。

技術の進歩が加速し、社会情勢が大きく流動する現代において「これさえ押さえておけば大丈夫」という安定解は存在せず、来年度には本号と異なるチャレンジを行っていることでしょう。歩みを止めない（止めることが許されない）そんな本校の活動を、今後も紹介して参ります。

紀要委員会 主任 武久泰夫

2021年度 紀要委員会
委員長 大石修治
委員 下田達也
荒川進
松原洋一
主任 武久泰夫

長野県南信工科短期大学校紀要 第5号 2021

令和3年12月27日 印刷

令和3年12月28日 発行

編集 長野県南信工科短期大学校 紀要委員会

発行者 長野県南信工科短期大学校

〒399-4511 長野県上伊那郡南箕輪村 8304-190

TEL 0265-71-5051 FAX 0265-72-2064

印刷所 株式会社 宮 澤 印 刷

〒399-4117 長野県駒ヶ根市赤穂 4295 番地

TEL 0265-82-2571
