

大学教育における地域とのつながり : 『公募による卒業研究テーマ』の事例

鄧, 鋼
宮崎大学工学教育研究部

<https://doi.org/10.15017/2235337>

出版情報 : 九州教育社会学会研究紀要. 2, pp.35-48, 2016-11-21. 九州教育社会学会
バージョン :
権利関係 :



大学教育における地域とのつながり

『公募による卒業研究テーマ』の事例

宮崎大学工学教育研究部 鄧 鋼

1. まえがき

平成17年の中央教育審議会の答申に沿って、第2期教育振興基本計画の中に、国立大学の個性と特色に基づく機能強化（機能別分化）の推進が盛り込まれていた。宮崎大学を含む多くの地方国立大学には地域中核機能が求められ、地域の再生と活性化に寄与する教育研究を行わなければならないと認識している。すなわち、大学の教育研究のベクトルを地域のための人材育成と新産業の創出、及び地域の課題を探求しそれを解決する取組みに向けることが大学の存続と発展の道である。これまで地域に限定せず、ものづくり産業に貢献できる技術者の育成を主な目的とする工学部にとっては大きな転換と言わずとも、地域に目を向け、その特徴や要求に応えられるような教育研究活動を展開するように意識をする教員が多くなっていることが近年感じられるようになって来た。また、大学のインセンティブ経費にも、地域貢献型プロジェクト枠がある。標記の『公募による卒業研究テーマ』はその一例である。

筆者は10年前から『公募による卒業研究テーマ』を実施しており、ここで、本学におけるこの取組の由来についても少し触れたい。『公募による卒業研究テーマ』は2002（平成14）年度工学部から始まり、学生の課題探求と問題解決能力の育成及び教員と地域企業とのつながりのため、宮崎県工業倶楽部等を通して、卒業研究として取組んでほしいテーマを募集した。その後毎年数十件の提案があり、学部内で担当教員を募り、企業の方との打合せの後、卒業研究として実施して来た。その後全学レベルを経て宮崎県高等教育コンソシアムの取組みとして発展し、現在に至っている。

私は機械設計が専門で、学部と大学院でデザインや発明問題解決の思考プロセスに関する教育を実施しているため、企業から提案された研究や設計テーマに関心と興味があり、早くから卒研や修士課程の研究に企業から提案されたテーマを採用していた。以下はこれまで実施した研究を紹介し、「地域社会と高等教育」の一例としてご参考に成れば幸いである。なお、本誌の専門性から一つお断りを入れたい。本報告は研究成果を発表する論文ではないため、研究内容や成果等については簡単な物理的解釈に留まり、細かな解析条件や実験結果についての詳細な説明を割愛したく、ご理解を頂きたい。

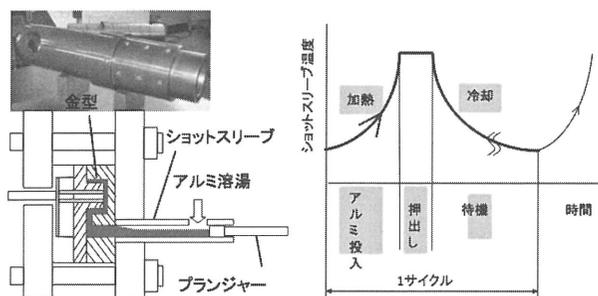


図1 アルミダイキャストとショットスリーブ

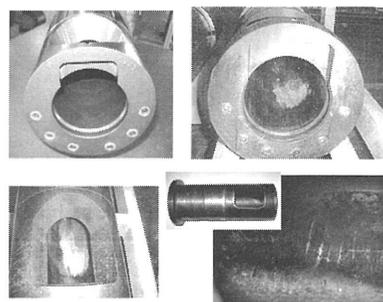


図2 ショットスリーブとその損傷

2. 公募による卒業研究例

2.1 ショットスリーブの損傷とその対策

(ショットスリーブの損傷と研究の目的)

自動車や二輪車などのアルミ製部品の製造には図1に示すアルミダイキャストという加工法が用いられている。このアルミダイキャストには、溶融したアルミを金型に押し込むためショットスリーブとプランジャが用いられる。ショットスリーブは溶融したアルミを金型に押し出す前の容器であり、ダイキャスト中は過熱と冷却の繰り返し状態にある。さらに、アルミを金型に押し込むときプランジャとの間の接触圧力と摩擦力で、ショットスリーブの内部で図2に示すようなき裂や摩擦傷が生じ、使用不可能になる。設計寿命は部品によって数万から数十万となっているが、実際ではそれより早く破損してしまう。ショットスリーブの価格は高いものでは数百万円であり、コストダウンのため、ショットスリーブの寿命の延長が望まれる。

本研究では、アルミダイキャスト中のショットスリーブの温度変化と熱変形及び接触状況を解析し、損傷状態を調べ、ショットスリーブの損傷原因を究明するとともに、損傷状況改善のための手法を考案することが目的である。

(有限要素法を用いた熱変形・接触解析条件)

ショットスリーブの損傷は明らかに熱や接触及び摩擦によるものである。そこで、有限要素法を用いてアルミダイキャストにおけるショットスリーブの温度変化と熱変形及びアルミを金型に押し込むピストン(プランジャ)との接触状況を調べることにした。解析用ショットスリーブのモデルを図3に示す。節点数は23596、要素数は40231である。

解析に用いた拘束条件や境界条件を図4、溶融アルミと接触するショットスリーブの内表面の温度サイクルを図5に示す。ショットスリーブの根元のみを固定し、その内表面とプランジャとの間の

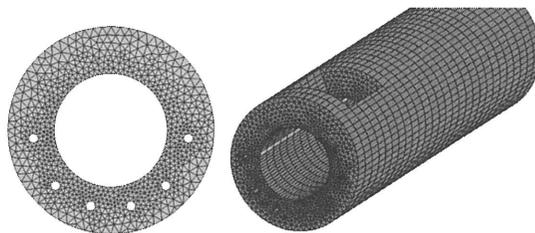
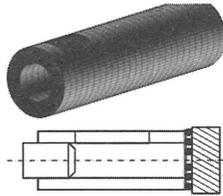


図3 有限要素法解析用モデル

材料定数 (SKD61相当材)

密度	7800kg/m ³
比熱	480J/kg・K
熱伝導率	45W/m・K
縦弾性係数	206 GPa
ポアソン比	0.3
線膨張係数	14.6 × 10 ⁻⁶ /K



ショットスリーブの仕様

内径	120.02mm
外径	220mm
温調管直径	10mm
長さ	810mm

	加熱過程	冷却過程
アルミ溶湯温度	700℃	—
温調管油温	200℃	200℃
外周温度	180℃	180℃

図4 ショットスリーブの熱変形と接触解析条件

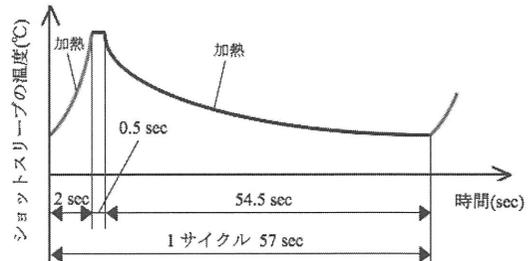


図5 ショットスリーブの内表面の温度変化

隙き間は直径で0.02mmとした。ショットスリーブ内表面はアルミの注入によって加熱され、その時間は2秒、注入終了0.5秒後で押出しが開始し、全行程は57秒で完成する。図3に示す解析モデルにある6つの小さな穴は温度調整用油の穴であり、油の温度は200℃である。

(ショットスリーブの熱変形・接触解析結果)

アルミダイカ스팅におけるショットスリーブの温度分布のイメージを図6に示す。熔融アルミと接触するショットスリーブの下部の温度が上部より高いことが分かる。また、図7に示されているようにショットスリーブの下部においてプランジャと接触して高い接触応力が生じていることが分かる。その原因は、図8に示すように、不均一の温度分布によってショットスリーブは上方向に反っていることと、ショットスリーブの内面の加熱と温度調整用油の冷却による内面の隆起と考えられる。

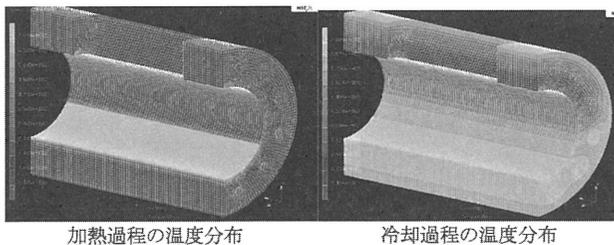


図6 ショットスリーブの温度分布

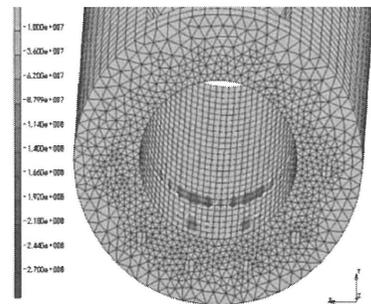


図7 ショットスリーブの接触状況

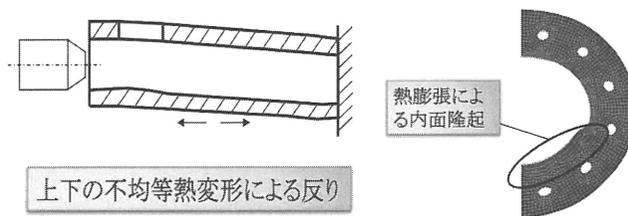


図8 熱によるショットスリーブの反りと内面隆起

(ショットスリーブの損傷改善の提案)

ショットスリーブの接触状況を改善する対策として、反りと内面隆起を緩和することが有効である。そのため、上下温度の差を小さくすることと、ショットスリーブの曲げ剛性を高めることと、及び、ショットスリーブの円周方向の変形を容易にすることが考えられる。具体的には図9に示す3つの対策となる。その効果は図10に示す接触応力の減少で明らかにされている。

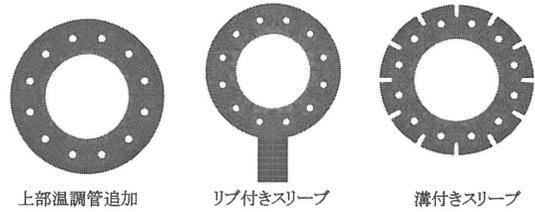


図9 ショットスリーブの損傷改善対策

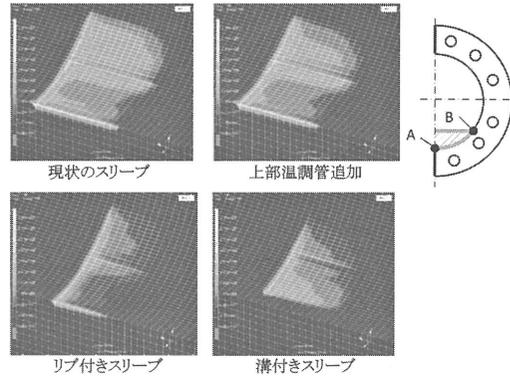


図10 ショットスリーブの損傷改善対策にともなう接触応力の変化

2.2 剣道防具の打撃緩和技術

(研究の背景と目的)

日本の伝統的スポーツである剣道は、競技者の凛々しい姿と、厳しく求められる精神力・集中力及びスポーツマンシップから、各年代において人気が高い。その上、平成20年の中学校学種指導要領の改正で、中学校における体育の授業において武道を必修としたことで、剣道に参加する人は今後増加すると見込まれている。一方、剣道は竹刀で相手を攻撃することで勝敗が決まるスポーツであり、打撃による痛みを受けるばかりか、時には怪我をすることもある。剣道用防具は選手を守る装具であり、その安全性や打撃を受けるときの痛みの緩和効果が剣道をはじめの青少年にとって極めて重要な要素である。近年、価格の安い海外製の剣道防具が市販され、実績を持つ国内剣道防具メーカーは厳しい競争環境に置かれており、安全性や機能性の面における工夫で生き残る対策を考えている。地元の防具メーカーから図11の示すように、面布団の縫い目のピッチを変えることで打撃を緩和する提案があった。現行の等ピッチを不等ピッチに変更することで、面布団の突起に高低差をつけて、打撃を受けたとき高い突起から低い突起への接触のタイミングの差によって、打撃荷重の減少と安全性の向上を図れることを期待していた。

そこで、本研究では、その提案を解析で検証し、その結果に基づき、剣道防具の安全性向上の技術を提案することを目的としていた。

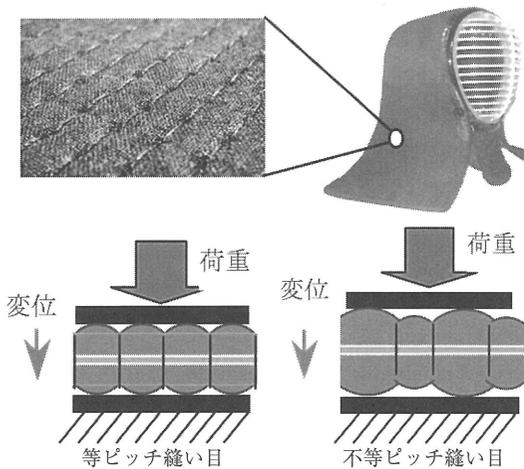


図11 不等縫いピッチによる打撃緩和案

そこで、本研究では、その提案を解析で検証し、その結果に基づき、剣道防具の安全性向上の技術を提案することを目的としていた。

そこで、本研究では、その提案を解析で検証し、その結果に基づき、剣道防具の安全性向上の技術を提案することを目的としていた。

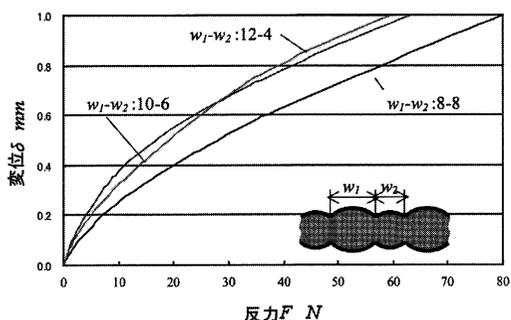


図12 静荷重における面布団の反力と変位

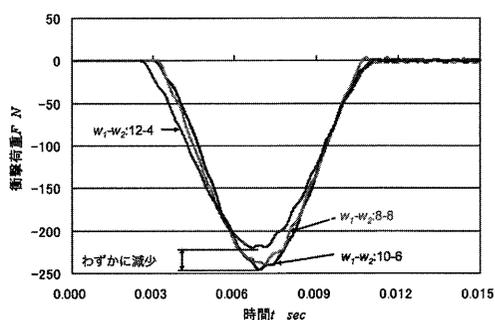


図13 面布団の下表面の衝撃荷重

(静荷重と衝撃荷重を受けたとき面布団の特性)

有限要素法を用いて図11に示す荷重と変位との関係を調べ、その結果を図12に示す。同じ荷重(反力)において、不等ピッチ面布団の変位が高くなり、等ピッチ面布団より柔らかくなっていることが分かる。

一方、衝撃荷重を受けた場合、面布団の下表面で得られた衝撃荷重と時間との関係の一例を図13に示す。図13より不等ピッチによって衝撃荷重の最大値はわずかに減少していることが分かり、その程度の変化で打撃を受けたときの痛みの緩和を感じるほどの効果が期待できないと思われる。

(面布団の硬軟と防具の打撃緩和性能)

衝撃を緩和するため、柔らかい材料をクッションとして用いることが最も有効な方法である。しかし、この方法を利用するためクッション材の厚みが必要である。打撃や衝撃の程度によるが、通常数から数十センチの厚みが必要である。例えば、高飛び用のマットの厚さは70cm前後である。剣道防具の場合、その伝統から面布団の厚みは約1cm以下に限られている。面の下にスポンジなどの低反発材を入れれば衝撃が格段に緩和されるはずであるが、従来の剣道防具との違和感があって、市場での評価は低いと思われる。一方、安全ヘルメットの場合、剣道防具と同じ、厚みが限られているのでヘルメットの外側には硬い材料を用いている。

見た目をこれまでと同じとした打撃緩和できる方法として、面布団の外表面の下にピアノ線を挿入して外側を硬くして、打撃荷重を分散させることが考えられる。そのメカニズムを図14で説明できる。アーチ状の硬い外表層で打撃荷重を分散し、面の厚み方向への荷重を減少させることができる。この方法の効果を静解析から得られた面布団断面の応力分布で確認した。その結果を図15に示す。モデルAでは外表面、モデルBでは内表面、モデルCでは断面中央が硬くなっている。各カラー画像の下側の色に着目すると、モデルAはモデルBとCに比べて、荷重の高い領域が狭くなっており、荷重の小さい領域が広がっていることが分かる。

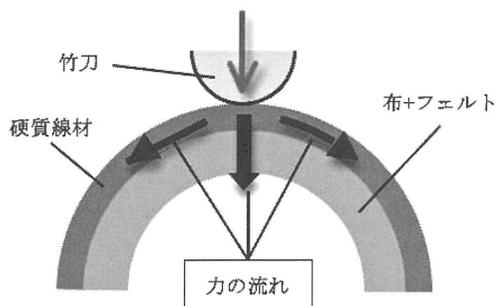


図14 硬質線材の挿入による打撃荷重の分散

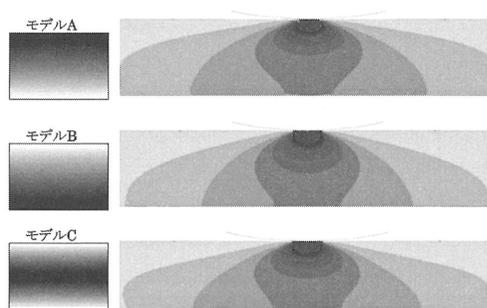


図15 外表面の硬化による荷重の分散

(面布団の実用性を考慮した剣道防具の打撃緩和技術)

面布団にピアノ線の挿入によって打撃の緩和が期待できることから、直径1mmのピアノ線を挿入した面布団で面を製作し、打撃を受けたときの痛みについてアンケート調査を行った。その結果、ほぼ全員がピアノ線挿入の面を用いた場合痛みが緩和されたとの答えが得られた。一方、ピアノ線を面布団の表面直下に挿入した場合、面布団の耐久性が問題となる。そこで、平成26年度には、厚さ0.5mm、幅3mm、長さ350mmの鋼板10枚を面布団外面の下約2mmのフェルトの中に入れて面防具を製作した。図16にはピアノ線と鋼板入りの面布団の表面を示す。ピアノ線による表面の突起ははっきり確認できることに対して、鋼板入りの面布団は通常の面とほぼ同じである。その三種類の面防具に対して、竹刀で12万回打撃を加えたところ、ピアノ線入りの面布団は6000回の時点から破れ、実験終了後、ピアノ線が完全に露出した。一方、鋼板入りの面布団では、通常の布団と同様で破損が確認されなかった。以上の結果から、打撃緩和と耐久性の面では、帯状鋼板を面布団に挿入することが有効であるが確認された。

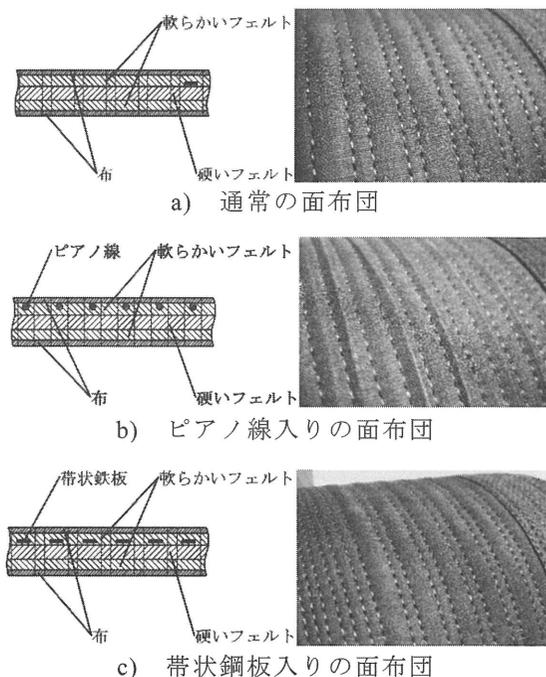


図16 各種面布団の構成

2.3 汎用根菜収穫機の開発

(研究の背景と目的)

農業生産の機械化は大規模の作付け及びきつい肉体労働の軽減には不可欠である一方、機械への設備投資や収納およびメンテナンスの面において大きな負担が生じる。市販されてい

る収穫機を例にとれば、作物毎に収穫から選別や荷詰めまで行える機械があるが、多機能と高性能のため高価な機械が多い。根菜の収穫機としては、芋収穫機、ニンジン収穫機、ゴボウ収穫機、玉葱収穫機などがあり、価格はいずれも100万円以上、機種によって数百万円の機械もある。それらの機械を所有し、採算を取るためにはかなりの面積の作付けが必要であり、多種少量生産の小規模農家、副業または定年帰農の生産者にとって専用収穫機の所有は難しい。この現状を考慮して、本研究では、根菜なら何でも収穫できる汎用根菜収穫機の開発を目的としている。

(汎用根菜収穫機設計のコンセプト)

根菜の収穫作業には根菜の掘出し、収穫、葉の切り落とし、サイズや形状による選別などがあり、それらの全てを一台の機械で行うため、機械の大型化と専用化は必然の結果である。汎用性を図るため、単機能化とある程度の手作業が必要である。本研究で実現を目指す汎用根菜収穫機の設計の考え方は“収穫は機械と人間の共同作業”である。すなわち、重労働となる根菜の掘り出しは機械で、根菜の集荷は人力で行う。主な利用者は小規模・多種の根菜を生産する農家とする。

(汎用根菜収穫機的设计製作)

通常の収穫機には作物を地中から掘り出すディガーと作物を地表に運ぶベルトがある。イモ類の収通用ディガーにはディガーの刃を地面に対して一定の角度で固定し、トラクターの牽引によって作物を掘り出す。この方法では浅い作物の掘り出しができるものの、ミニゴボウの収穫の場合、ディガーは深さ50cmまで届く必要がある。この場合、掘り出し及び走行抵抗を減らすため、汎用根菜収穫機ではディガーの刃には走行の前後方向の動きを与えることにした。また、ディガーの後部に柵状のコンベアを取り付け、作物を地上に搬送することにした。

設計した収穫機2機を図17に示す。2号機は1号機に比べて長さや幅を小さく、また、軽量化のため、フレーム用鋼板の厚さは1号機の12mmに対して2号機では場所によって5mmから12mmとした。その結果90kgの軽量化を実現した。

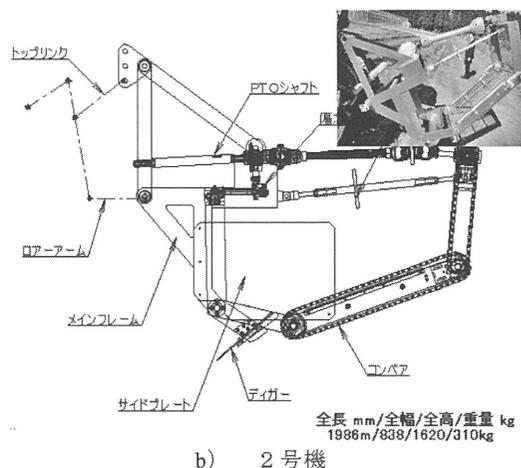
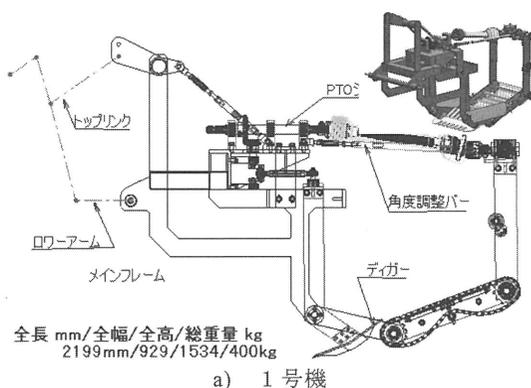


図17 汎用根菜収穫機

(ミニゴボウ栽培及び収穫実験)

長さ1mを超えるゴボウを除いて、深さ50cmまで掘り出すことができればイモ類、ニンジン、ミニゴボウの収穫ができる。そこで、収穫機のテストでミニゴボウの収穫を行うことにした。

宮崎大学農業部附属フィールド科学教育研究センター木花フィールド内圃場でミニゴボウの栽培を

行った。幅は約60cmの畝に収穫時長さ約30cmとなるミニゴボウを2列植えた。4月に種を播き、収穫前の8月時点の状況を図18に示す。栽培の技術上の問題もあって、収穫時のゴボウの長さは不均一で10~40cmとばらつきが大きく、最終回のテストのときは長さ60cmのものもあった。

ミニゴボウの収穫テストは9月から10月にかけて行った。収穫テスト風景と収穫したミニゴボウを図19に示す。試験機の軽量化の問題、ディガー刃の角度と掘り上げ深さ及び走行抵抗との関係など数多くの課題を発見し、この解決案を検討して試験機の修正を行い、最終的には深さ50cmまでのミニゴボウの収穫に成功し、また、ディガー刃の形状の変更によって、試験機の牽引には動力30馬力のトラクターを用いられるように走行抵抗の低減も実現した。11月にはサツマイモの収穫テストも行い、図20に示すようにサツマイモを畑の表面に掘り上げた。



図18 収穫機前のミニゴボウ

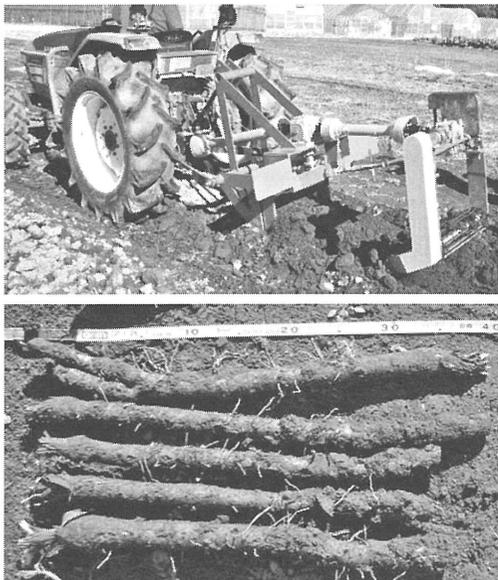


図19 収穫の風景と収穫したミニゴボウ



図20 サツマイモの収穫

3. 取組みに当たって感じたこと

これまで10年余りの間取組んだ地域からのテーマは以下の7件である。中には複数年度で実施したテーマもあった。

- 砂鉄の有効利用に関する研究
- アルミ鋳造用部品の破損とその対策
- 剣道防具の打撃緩和技術
- 複雑形状の部品を拘束する治具
- 汎用根菜収穫用農機
- ロコモ測定
- 骨格系部材疲労試験機の設計製作

この取組から教員と学生が得たもの、取組の感想について以下にまとめた。

(地域とのつながり)

農業から医学分野にわたって、地域の方とのつながりができ、これまで大学との縁のない地域の技術者と生産者とのネットワークができ、調査研究も含めると延べ数百名の人々と話す機会が得られ、学生のみならず教員にとっても貴重な体験であった。地域を教材に、研究成果を地域還元することが求められている地方国立大学の教育研究にとってますます重要な取組の一つと思う。

(設計製作課題が多く即戦力が身につく)

地域の生産現場からのテーマが多く、機械や装置の設計試作が主な内容であった。機械分野の基礎研究より学生にとって課題・問題の理解がしやすく取組状況は良好であった。また、設計の制約条件や各種機能・性能の矛盾など様々な問題に直面し、それらの原因究明や解決策を検討している中で企業が求めている設計能力と製品評価能力が身につく。例えば、根菜収穫機の設計について、1号機のテストでは掘り上げ深さは50cmに達しており、軽量化した2号機では、ディガーが深くまで入らなかった。90kgの減量ができしたが、性能が悪化した。その原因は、トラクターには収穫機を持ち上げる力があるが、ディガーを地中に押込む力がなく、収穫機の自重とディガー刃の角度で掘り上げ深さが決まる。また、ディガー刃の角度を小さくすれば走行抵抗が減るが、ディガーが地中に入る抵抗は大きくなる。これらの設計上のジレンマへの対処の手法として、重量と言う収穫機の特性を時間で分離することである。すなわち、搬送時は軽く、収穫時は重くすることである。それはおもりを用いて実現できる。この問題の原因解明には複雑なセオリーがないものの、経験のない設計者には往々として気づかないものである。剣道防具の面も同じである。衝撃による痛みを緩和するため、柔らかいもので衝撃を吸収するのか、硬いもので衝撃を分散するのかは部材の厚みによって決まる。剣道防具の面のような厚さを取れない材料には硬い素材で衝撃を分散する方法は有効である。このような基礎的力学と設計の知識で問題を解明してその対策を考えることは学生にとって極めて貴重な経験であり、達成感も十分に味わえ、学習意欲と問題解決能力の向上を図るこ

とができる。

(課題の説明がしやすく就職の面接に有利)

就職の面接には現在の研究について聞かれることが多く、その説明は採用の合否を大きく左右する。地域からのテーマには異分野またはユニークなものが多く、テーマに対する面接官の関心が高い。機械科の学生の面接で、ゴボウの栽培と収穫、剣道防具の製作、砂浜で砂鉄の採取などの話題は面接官へのインパクトが強く、その後の説明がうまくできれば面接をうまくクリアできるはずである。

上記以外、本取組では、社会人との会話や学校以外のフィールドでの体験の機会を得られ、大学を卒業し社会にでる学生にとってよい助走期間でもある。

4. むすび

近年、あらゆる分野において地域からの研究テーマを募集している教育機関が多くなっており、研究成果の実用化・シーズ化だけではなく、実際問題の解決、実用化のための研究も地域の大学にとって重要である。身近な大学、様々な問題・課題に対応してくれる大学、地元に関心を持ち、課題探求と問題解決できる大学生のイメージをより鮮明にすることが地方大学の発展につながると思い、本取組を今後も続けられるように祈る。