

(2019年度) ちゅうでん教育振興助成

高等専門学校の部 (2020年度助成)

報告書資料 No - 14

学校名	久留米工業高等専門学校
活動・研究のテーマ	学生の習熟段階に応じたリテラシーの涵養とPBL主眼とする 実験ノート指導に関する研究

<活動・研究の意義及び活動報告>

【研究の意義と目的】

理系教育現場では多くの学生実験／実習が必修であるが、その成り立ちから必然的に「ルーチンワーク／受動的性格」を持つ。また学生実験の最終的ゴールは学生が記し提出する「レポート」だが、その基礎の『実験ノート』を精力的／系統的に記す学生は少数で、同時に指導者側も系統的なノート指導は行っていない。『ノートの思考ツールとしての可能性に着目し実験時の気づき等をその場で記録する』ことは技術者・科学者に必須スキルである。そこで学生実験のアプローチを180°変えて『目的意識を持つ姿勢や、論理思考／リテラシーの涵養の場』とすることを旨とする。また近年、コロナ渦の状況下、実験実習のあり方に遠隔実験の採用の検討等、大きな変革の波が否応なく訪れている。

さてICT技術は近年（特にコロナ渦において）有効な教育手段として爆発的に発展している。その即時性や情報共有性及びリモート性はノートのアナログ性と相補的であり、これらの相互活用で、Withコロナ新時代における「目的意識を持ったアクティブな学習経験としての学生実験」の確立を目指す。

【活動報告】以下で本研究の取り組みの具体的な活動についての概略を紹介すると同時に、得られた知見や課題点（他の教育機関にも大きく関連）についても報告する。

○実験ノートの運用

高専は本科5年間の教育機関である。本研究では本校の学生における比較的低学年である3年生対象の基礎的実験科目である『応用物理実験』と、高学年である4／5年生対象の『電気電子実験2／3』を対象として実践的研究を行った。そのため対象学生全員に図1に示す『リサーチラボノート』を配布した。



図1. リサーチラボノート

初期段階では、特に本研究の目的を示さず、学生の実験ノートに対するスタンスや取り組み方を確認するために、学生に自由にノートを使ってもらった。中には細かくデータを記す学生もいたが、全体傾向としてメモ書き程度の学生が大半であった。そこで図2に示す基礎情報シートを作成した。(図2及び表1)。これは図や表から判るように、『アナログ的のノート記載』と『定型フォーマットへの記入』を両立するために考案したもので、日付、実験者／共同実験者、使用機器、気づき欄、実験概要等をA4サイズ一枚のシールにしたもので、これをノートに貼付することにより、実験に関しての基礎情報を最小の労力で記録することができるよう工夫したものである。特に低学年の学生にとってはどのような内容を記せば良いかが本シールを用いることで明確になった。さらに『気づき』欄を設定し『気づきを必ず記すことの指示／習慣化』及び『気づきの視覚化』を目指すことにより、『(前記のように) 受動的に行っていた実験』から『積極的に前向きに課題を見いだす実験』へのアップグレードを行うことが可能となった。

日付(西暦)	年	月	日	曜日	実験時刻	～	～
天候	気温	湿度	℃	湿度	%	確認の欄	
実験番号	実験タイトル						
ノート記入者名							
共同実験者名							
使用機器							
装置の記号名	機器名	型番	備考(交換、製造番号、交換など)				
スケッチ	気づき: 考案1	気づき: 考案2	気づき: 考案3				
実験データ1	実験内容						
実験データ2	実験内容						
実験データ3	実験内容						
実験結果(実験後、内容の確認事項)※ ①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺㊻㊼㊽㊾㊿							

図2. 基礎情報シートシール

表1: 基礎情報シートシールに記す項目一覧

日付／実験時刻	天候／気温／湿度	実験番号／実験タイトル
ノート記入者名／共同実験者名	使用機器名／諸元(型番、メーカー等)	
一連の実験作業の概略	実験全体の概略やまとめ	
気づき	記述内容の最終確認チェックボックス	

## ○各種シートの発案と運用（『個人の備忘録的記録』から一歩踏み出した『他者のためのノート記述』）

前記の『気づき欄』の作成と運用を緒として、従来の実験ノートの持っていた『記録』の側面は残しつつ、与えられたミッションに対して『どのようなことが起こり、その対処のためにどのような準備や心構えが必要かを予知し準備する事前準備シート』及び実験時の気づきをまとめグループで共有するための振り返りシートを発案した。事前準備シートは最近工事現場や作業現場で積極的に用いられている『KYシート』（危険予知シート）を学生実験に応用したものである。事前シートは図3にあるように2種類有り、まず学生が個々に事前準備シート（個人用）に実験前に「安全上を含む留意事項」及び「分析解析時に留意すべき事項」等を事前に考えこのシートに記入していく。そして次のステップとして、実験リーダー（実験毎に変更）を中心に、実験チーム構成員が個々に記入した事前準備シートの内容をグループとして議論しながら集約して事前準備シート（グループ用）に記録する。図4は実際に実験前の時間にグループ毎に話し合っている様子である。完成した事前実験シート（グループ用）は実験装置のそばに常時掲示し、実験時に常に確認しながら実験を遂行するシステムを構築した。さらに次のステップとして、実験時に得られた気づきをとりまとめるための『JFシート』（実験振り返りシート）も発案した（図5）。

このシートには、『安全に関する留意事項』『実験遂行やデータ解析で注意した方がよいポイント』を個人レベルでまとめるものである。そしてそれを同じくグループ毎にまとめ次のグループに引き継ぐ『引き継ぎシート』を考案した。一連の各シートを用いることにより、次にその実験をするグループは事前学習として全グループのノウハウを引き継いで速やかな実験を遂行することができると同時に、前グループの学生も、常に課題等を意識する習慣を身につけ、さらに従来は「学生個人の備忘録的性格であった実験ノート」を、そのスタンスの上に「他者のための記録をするノート」という実験ノートの新しい切り口（名付ければ「紙の上でのクラウド化」）を開拓することができた。



図3. 事前準備シート  
(左) 個人用 / (右) グループ用



図4. 個人の事前準備シートを持ち寄りグループ事前シートを作成

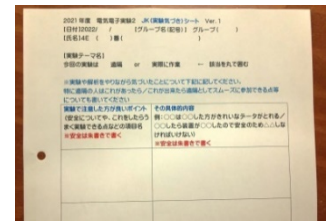


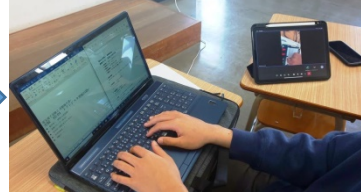
図5. JFシート（実験振り返りシート）の一部

## ○ICTの積極的活用（With コロナ新時代への積極的対応）

本研究のもう一つのテーマがICTの活用である。所期の計画ではICTの特性を活かした「実験グループ間」及び「学生－指導教員間」のスムーズな情報の交換／共有がその主目的であったが、コロナ状況下で社会的にも大きな流れとなった「リモート性」に着目した。感染対策、即ち実験室での密の回避や学生実験故に避けることが不可の実験装置を直接触る人数を少なくするために、学生4人で構成される実験グループを「2名の作業チーム」と「2名の別室での指示分析チーム」に分けた。そしてコラボレーションプラットフォーム環境である「Microsoft teams」をその中心に据え、実験グループ毎の teams チャンネルを作成し、上記2チーム間のリモートでのデータ共有や実験時の映像配信／共有及び指示や意見交換を行った（図6）。



作業チーム：（作業と並行してタブレットを用いて実験の様子を撮影、指示分析チームへ配信）



指示分析チーム：（動画等も参照し、データ解析等を行い、それをふまえて作業チームに指示）

図6. teams を用いた実験の様子

PC等で閲覧できるよう実験書は全てHTML化し、teams上で閲覧できるようにした。さらに、レポート提出もteams上で行えることができた。そのため、指導サイドもレポート提出状況をリアルタイムで管理することが出来た。またノートに記した実験ノートもスキャナを通してデジタル化を行った。このようにICT化を積極的に活用することによりコロナ感染予防に対応するリモートワークの実現と同時に、学生実験におけるDX化を強力に推進することができた。

【得られた知見／成果及び教育の今後に関する提言】 今回の取り組みにより、【アナログ的手法：新規開発した各種シートを含む自筆で記載した実験ノートを駆使】と【デジタル手法：ノートパソコンやタブレット及びスキャナやカメラを積極的に駆使する手法】を融合することにより、特に大きな内容変更を伴わず、また指導者側の過度な負担を強いることなく、従来の受け身的でルーチンワーク的であった学生実験を、想定外の時代の技術者として必須のPBL視点の涵養のステージに変換することができたことは大きな進歩であった。

他方ICT技術を駆使した教育の取り組みには、学校種や学生の年齢及び科目に関係ない課題も見いだされた。図7は物理実験の一定時間間隔での電流値読み込みに学生がスマートフォンで（電流値とストップウォッチを）録画している様子で、撮影後、録画済動画からデータを読み取っており、多くの低学年学生がこの手法を行っていた。この傾向は本校だけではなく、GIGAスクール構想下、当方がICTの技術支援している小学校の現場でも植物等の観察にも従来のスケッチに代わり、タブレットによる写真撮影が行われている（図8）。これらは一見スマート且つ瞬時に実行できたり出来上がりは美しかったりするが、その場で疑問を持ちながら実験する姿勢や、観察や実験対象物を自分の目で細部にまで観察する力、即ち本研究の目的でもある「理系人材にとって必須の気づく力の育成」には疑問点が残る。DX化の流れは後戻り不可でより進むと考えられ、従って指導する側は教育的見地からの指針、即ち実験や観察の目的を学生や生徒児童に従来以上に明確に提示して指導する必要性を痛感した。



図7. スマホによる録画



図8. 小学校の事例