

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 22 日現在

機関番号：57101

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2015

課題番号：25560096

研究課題名(和文)多様な双方向性及びPBL観点を主眼にした実験ノートを核とする実験指導に関する研究

研究課題名(英文) A case study for the guidance of student experiment with "Interactive Experiment Notebook" for the purpose of cultivation of variety of interactivity and PBL perspective.

研究代表者

越地 尚宏 (KOSHIJI, Naohiro)

久留米工業高等専門学校・電気電子工学科・教授

研究者番号：90234749

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,000,000円

研究成果の概要(和文)：大学等では様々な学生実験が実施され、その評価は主として実験レポートによる。一方実験ノート指導の有効性は認識されているが労力を考え未着手が現状である。実験科目で実験ノートを核とした実験指導を行いノウハウの蓄積を試みた。1)実験ノートを配布し表テンプレートシールに実験基礎事項を記入しノートに添付。2)実体配線図を手書きさせ具体的な理解に供した。3)「気づきや考察」の項目シールを作り、これらを記入するよう指導。4)実験で得られたノウハウ(特に安全に関して)を次のグループに引き継ぐ「ノウハウ引き継ぎシート」を作成・運用。その結果学生実験を「受動的なもの」から「能動的な取り組み」に転換することができた。

研究成果の概要(英文)：In college or university, it has been made various student experiments. Evaluations of the student's efforts are made by reports. Even if it understands that the guidance of the "Experiment Notebook" is important, it is the fact that teachers cannot start notebooks guidance by many enormous quantity powers. However, the guidance of the notebooks is important. In "Experiments in Electrical Machinery", notebook guidance is tried. Namely, 1) To all students, notebook and the table template-seals are distributed. Student has to fill the blanks of table with basic contents of experiments. 2) Student draw actual wire-diagram for accurate record and practical understanding. 3) Another seal on which "consideration and idea on experiment" could be described was made. 4) Effective use of the inheriting sheet concerning know-how and instructions and so on for follower team. We were able to carry out the conversion of these attempts from "passive experiment" to "active experiment".

研究分野：科学教育

キーワード：実験ノート 双方向性 PBL 学生実験指導 実験ノウハウ引き継ぎシート 能動的な学生実験

1. 研究開始当初の背景

大学の理工学系学部や工業高専等の理工学系教育機関では、教育の一環として「学生実験」や「各種実習」科目が実施されている。学生のその科目への取り組みの評価は主として実験後に提出される「実験レポート」の評価によって行われており、他方、学生が実験時に記す「実験ノート」の評価は殆ど行われていない。学生も学生によっては、それ専用の実験ノートを持たず、適当なノートや紙片にメモ書き程度の記述をするケースも散見される。しかし、それは必ずしも手を抜いているわけではなく、書き方が分からないだけで適切な指導により見違えるようなノート記述をすることもある。理工系学生のリテラシー教育の側面からすると、実験ノート指導は大変重要であり、そのことは科学技術の分野では、STAP騒動時に「実験ノートの重要性」が再評価され、「個人の備忘録的側面」を超え、「実験者以外でも実験を再現できる客観的実験事実・情報の記録としての実験ノートのあり方」や「思考ツールとしてのノートのあり方」が話題になり議論されている。しかし現場の指導者の立場ではノート指導の重要性は認識していても、「指導にかかる手間の多さ」や、「どのように実験ノートを指導したら良いかのノウハウ不足」は否めないことが研究代表者の研究(平成23年度 科研費挑戦的萌芽研究/採択番号:23650521)において実施された九州地区の全実験担当高専教員に対するアンケート調査により判明している。また、そのアンケートを通して、指導教員サイドでも「なぜ実験ノート指導が必要なのか」を認識できていない教員数も多いことが判明している。このように実験ノートを取り巻く環境は未整理であり、科学技術立国を標榜する我が国にとって科学リテラシーの涵養という見地からそのノウハウの蓄積は急務であるといえる。

2. 研究の目的

本研究はこのような背景を持つ「実験ノート指導」に着目し、それを核とする学生実験・実習科目の指導法に関する実践的萌芽研究である。科学技術指導の現場において、その重要性は理解されていてもなかなか実行されない実験ノート指導について実際の教科において具体的にノート指導を行い、得られた実践的ノウハウを取得・整理することをその目的とする。さらにノート指導において一つのネックであることが予想される「指導者側及び指導される学生側双方が過度の負担とならないよう継続的に実施」できるようなソフト・ハード両面でのノウハウの蓄積もその目的の一つとする。また、近年はデジタル機器が驚異的に発達かつ一般化しており、これらの機器の有効活用を踏まえた長所や短所の調査も目的の一つである。またこの研究成果を工学教育系国際学会にて発表し、得られたノウハウが国際的に不変なものか、内外の研究者・教育者と意見交換を行い、得ら

れた知見も適宜取り入れていく。更に近年は上記STAP問題で実験ノートの重要性が理工学分野だけでなく社会全体でも認識・再評価されているが、今回の研究活動における学会発表や研究者・教育者との意見交換や情報共有を通して、その認識の輪を広げる啓蒙活動を行うことも目的の一つである。

3. 研究の方法

(1)【Plan:現状の把握】まず各研究分担者の担当する各実験・実習科目について、その対象学年、実験科目の特色や目標及び達成目的、そしてさらに留意点を抽出・整理し、その作業を通して「指導の目標や目的」、「指導に際しての留意事項」を如何に学生に認識させ、また指導者が学生の認識度を確保するための手法の調査・考察を行う。

(2)【Do:実践】実際の実験・実習授業に実験ノート主導を核とした指導を行う。

(3)【Check:得られた成果の検証】得られた成果を検証して次に生かすべく、他学科や他高専の共同研究者とも意見交換や実地調査を行い、実施の詳細を検討する。

(4)【Action:得られた知見のフィードバック】得られた知見で採用すべき点や現行の試みで変更や要改良点があれば、弾力的な運用を行う。

(5)【ノートやレポート及びアンケート等のデジタル処理を含むIT化】近年のデジタル機器の発達や一般化を踏まえ、これらの特性をどのように生かせるか、その長所短所を含めて実践的な検証を行う。

4. 研究成果

実践の一例として、本校電気電子工学科4年対象の実験・実習科目である「機器実験」での取り組みを説明する。この科目は図1に示すように、工業の現場で用いる電動機や同期機、発電機や変圧器等の大電流、高電圧を伴う機器の特性を調査する。学生にとっては今まで行ってきた実験・実習と異なり、初めて大型機器を扱う実習であり、ある種の(今までの実習とは異なった)緊張感を持って取り組む実習である。



図1. 電気電子工学科4年対象の機器実験の様子

に配布、学生はこれに記入及びノートに貼り付けることにより、実際の作業を通して前記のような基礎的データ記載のノウハウを学ぶことができた。

さらに、図3に示すように、前記「実験基礎データ」シール以外に「スケッチ」、「気づきや考察」、「データタイトル」、「実験の概要」の「タイトルシール」を作成し、学生にはこれを図4のように切り取り、それをノートに貼り付けさせた。この作業により、(後述のスケッチを含む)実験に際してその場で気づいたことやアイデアをある意味強制的に学生に考えさせ、それを記述するよう誘導した。

その作業を通して学生が実験に際して、受け身でなく、自ら考える姿勢を植え付けることができた。

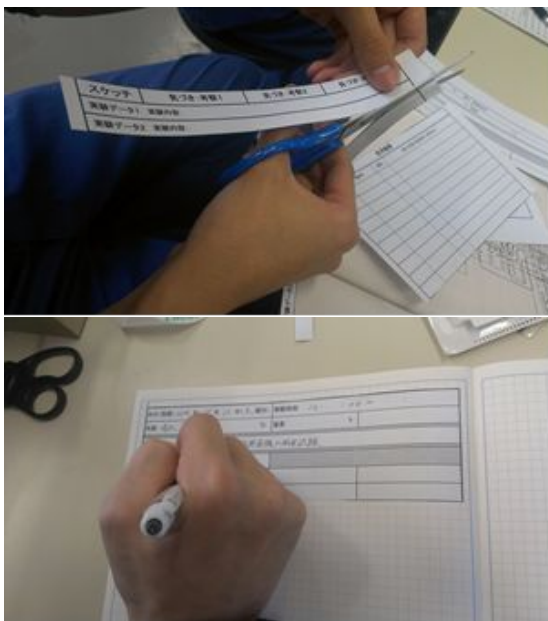


図4 .学生がシールをノートに切り貼りし、「基礎データ」や「実験時に気づいたことや考え」をノートに記していく様子

4 - 4 . 実体配線図の作図指導

電気電子工学の各種実験においては、通常、指導書やマニュアルも含めて、「回路図」を記載或いは記述することが主流と思われる。今回研究開始当初はその回路図を補完する役割でデジタルカメラを用いた写真による各種機器接続等の記録を試みた。しかし、指導者側の考えとは対照的に、学生は「デジタルカメラを用いた記念撮影的スナップショット」的扱いでしか取り扱わず、回路図の補完としての記録の役には立たなかった。

ある日、偶然デジタルカメラ等一式を持参するのを忘れ、苦肉の策で、図5のような実体配線図を記させたところ、これが学生に好評で、かつ大きな教育効果があることが判明した。すなわち

(1) 学生が各種機器等の接続等を自分の手で一つずつ記していくので、その作業を通して機器接続の詳細を具体的に理解及び確

認することができる。

(2) 再実験等の実験を再現する機会が多くあるが、その際、機器接続を容易に再現できる。

(3)(2)に関連し、STAP問題時に提唱された、「実験ノートの一つの目的」としての「実験の詳細に明るくない第三者がその実験を再現できるような具体的な記述」と合致し、そのための非常に有効な訓練の題材となる。またこれらを達成するため、配線の色分けする等、判りやすい記述を心がけるよう指導し、多くの学生が工夫しながら配線図を記し、その記載内容は回を重ねることにわかりやすく充実したものになり、大変大きな教育効果を得ることができた。

今まで学生にとって、「実験ノート」は「自分が将来レポートを書くための備忘録」的な位置づけであったが、この取り組みにより初めて「第三者が理解するためのノート作り」という姿勢をこの作業を通して涵養することができた。またデジタル全盛の現在ではあるが、教育に関してはこのようなアナログ的アプローチも場合によっては大変有効であることが立証でき、その棲み分けが大事であることが判った。

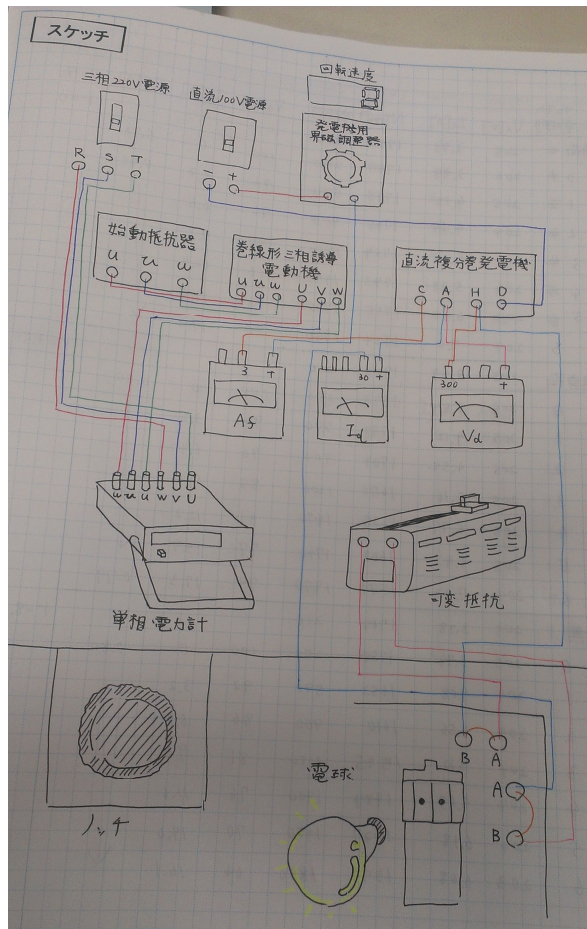


図5 .実際に学生がノートに記した実体配線図の一例

4 - 5 . 実験ノウハウ引き継ぎシートの運用 今回の最大の成果がこの「実験ノウハウ引

き継ぎシート」(以下「引き継ぎシート」と略す)である。前記のようにこの実験では4～5人のグループが毎週ローテーションで様々な実験をこなしていく。前記のように高電圧の大型機器を用いることもあるので学生は慎重になり、判らないことは4人の指導者に口頭で質問することも多い。そのため指導者は毎週、ある意味同じ質問に対する回答を繰り返すこととなる。またそこでは学生は受け身となり、能動的態度は育たない。

そこで学生の実験に対する能動的取り組みを涵養する試みとして、「安全に対する注意事項」(「解析を含む」)実験に関するノウハウを記載・ストックし、次の班に引き継ぐ「引き継ぎシート」を発案し運用を行った。

平成28年度 電気機器実験(前期) ノウハウおよび安全上の注意事項等の引き継ぎメモ ver2015.2
1 単相交流回路の基礎的実験

安全に関する引き継ぎ事項	
上記内容に対する技術支援室からのコメント	□ OK □ 修正やコメントあり(下記)
実験内容に関するノウハウ	
上記内容に対する技術支援室からのコメント	□ OK □ 修正やコメントあり(下記)

裏面に続く

班番号		実験日時		記入日時	
記入者名					

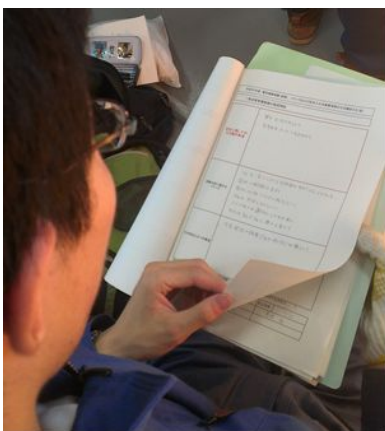


図6：実験ノウハウ引き継ぎシート(図は表面：裏面は自由記述欄)と、学生が実験前にそれを確認している様子

学生は自分の実験を通して得られたノウハウをこのシートに記載し、次の実験班の学生は図6に示すように実験開始時に必ずそれを確認してから実験を開始するというシステムである。勿論、学生の記述だけでは不十分であったり、極論すれば間違いの内容を記載することもあり得るので、指導者サイドで必ずこれを確認・訂正したものをストックし学生の閲覧に供した。このシートは言うなれば「ペーパーベースの情報のクラウド化」とも言え、学生個々が得たノウハウを「一過性かつ個人に所属するもの」としてだけではなく、「継続的にかつクラス全体の共通の知的財産」として共有して、各実験の遂行に供するという取り組みであり、学生の実験に対する能動的な態度を涵養するのに大いに貢献した。また、指導者サイドも、「学生がどのようなことを考え、留意しているか」、あるいはなかなかレポートでは確認できない「どんなことを間違えて実験しているか」さえ確認・把握することができ、それ以降の指導に大いに役立たせることができた。

4-6. 自己チェックシートの活用

実験毎に実験ノート記載を含む各実験に関する自己分析を行い、実験に対してのPDCAサイクルを回させた。これによりただ実験をすれば終わりではなく、必ず確認や改善作業を行う習慣を身につけさせることができた。

4-7. デジタルデバイスを活用したIT化

図7に示すように、各種機器を活用することにより、実験ノートのデジタル処理が可能になった。



図7 構築したデジタル処理システム

更に現在未完だが、オープンソースのeラーニングプラットフォームであるMOODLEを核にして、(1)「(前記の)自己チェックシートのIT化」及び(2)近年教育分野で活発に議論されている学習ポートフォリオに対応した「学生毎の実験ノートや実験レポートの自動分類」に着手している。(2)の課題を達成するため、現在、学生毎及び実験毎の個別QRコードを自動作成し、それを学生それぞれが自分のレポートや実験ノート各ページに貼り付けることにより、スキャナーによる自動分類ができるようなシステムを構築中である。

4-8. 国際会議による意見交換

得られた成果を工業教育国際会議：ISATE 2015 で発表及びそれに基づく意見交換

を行った。同国際会議は参加者によるそれぞれの発表テーマをベースとした議論・意見交換の時間が別途十分確保されており、当方の試みに対しても様々な率直な意見やコメントをもらうことができた。その内容は概して好評で、自分の教育現場でも採用したいという提案もいただいた。今回の意見交換により本研究の取り組みが、世界的にも通用する試みであることが確認できた。今後は更に、学年進捗状況や実験科目毎にどのようなフォーマットや指導体制が必要かを検証・実践してノウハウを蓄積していくとともに、このような取り組みの輪を（国際的にも）広げていくことに取り組みたいと考えている。

5. 主な発表論文等
（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕(計1件)

Naohiro KOSHIJI, "A case study of the experimental guidance with "Interactive Experiment Notebook" for the purpose of cultivation of Literacy and PBL perspective", 査読有、Proceedings of ISATE2015 (The 9th International symposium on Advances in Technology Education), (2015) pp303-307 (ISBN978-4-9908463-0-5)

〔学会発表〕(計3件)

Naohiro KOSHIJI, "A case study of the experimental guidance with "Interactive Experiment Notebook" for the purpose of cultivation of Literacy and PBL perspective", ISATE2015 (The 9th International symposium on Advances in Technology Education), NAGAOKA (JAPAN), 2015.9.17

越地尚宏、科学を伝える技法：実験ノートを核とした双方向的実験・実習の実践、平成27年度九州大学社会連携シンポジウム『地域貢献型科学コミュニケーション活動ネットワークの構築』（福岡市（福岡県））：2016.3.16（招待講演）

（発表確定）Naohiro KOSHIJI, A case study of the guidance for experiment with "Interactive Experiment Notebook (II)": Practical Training for Lower Grader of NIT and improvement of Mote-Taking Technique using Student's Self- and Peer Evaluation", ISATE2016 (The 10th International symposium on Advances in Technology Education), SENDAI (JAPAN) 2016.9.14

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況（計0件）

取得状況（計0件）

〔その他〕

ホームページ等

[Http://www.ges.kurume-nct.ac.jp/~koshi/jikken](http://www.ges.kurume-nct.ac.jp/~koshi/jikken)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

越地 尚宏 (KOSHIJI, Naohiro)

久留米工業高等専門学校・電気電子工学科・教授

研究者番号：90234749

(2) 研究分担者

馬越 幹男 (UMAKOSHI, Mikio)

久留米工業高等専門学校・材料工学科・教授

研究者番号：10091357

森 保仁 (MORI, Yasuhito)

佐世保工業高等専門学校・一般科目・教授

研究者番号：80243898

(3) 連携研究者 無