

平成 30 年 6 月 27 日現在

機関番号：57101

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12401

研究課題名(和文)リテラシーの涵養とPBLを主眼とする双方向実験ノートを用いた実験指導に関する研究

研究課題名(英文)A case study on the experiment guidance using a two-way experiment notes focused on both PBL and cultivation of literacy

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)：理工系の教育現場では多くの実験実習がなされその評価は「レポート」の評価による。他方、実験ノート指導は重要視されていなかったが、リテラシー涵養の見地からSTAP問題を契機にその重要性が再認識された。本研究ではノートを核とする指導を異なる学年の実験科目に対して行いその効果を検証した。主たる取り組みは、1)記入式基礎情報シールの運用や「実験ノウハウ等引き継ぎメモ」によるチーム間での情報の共有 2)ノートの自己及び相互評価 3)事前に想定される注意点や対策等抽出しチームで共有化、4)実験室内SNSによる情報の共有化等のIT化。その結果、受動的性質の学生実験を能動的プロジェクトに昇華させることができた。

研究成果の概要(英文)：Many experimental practical training was conducted at the science and engineering educational field, and the evaluation is based on the evaluation of "Experiment report". On the other hand, guidance for experiment notebooks was not regarded as important, but the importance was reaffirmed from the standpoint of literacy cultivation with the STAP problem as the opportunity. In this research, guidance with experiment notes as the core was conducted for experimental subjects of different grade level student groups and its effect was verified. The main initiatives are 1) Sharing of information among teams based on the operation of filled-in basic information stickers and "handover know-how etc." 2) Self and peer evaluation of notes 3) Extraction of preliminary notes and countermeasures etc. sharing with team, 4) Information technology such as information sharing by SNS in the laboratory. As a result, it was possible to sublimate student experiments of passive nature into active projects.

研究分野：科学教育

キーワード：双方向実験ノート 科学リテラシー PBL 学生実験 アクティブラーニング

1. 研究開始当初の背景

我が国では「技術立国」は至上の命題であり、人材養成として大学理工学系学部や工業高専等の理工学系教育機関では様々な教育が行われている。その一環として「学生実験」や「実習科目」が実施されている。その主目的は実験実習を通しての知見・現象の理解や実験技法の習得である。そして学生の取り組みの評価は主として後に提出する「実験レポート」の評価による。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おらず、ノート記述技法の指導もあまり行われていないように思われる。従って学生によっては、専用の実験ノートを持たず、任意の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。しかしそれは手を抜いているわけではなく、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、実験記録の第一歩である実験ノート記述は実は最も重要であり、STAP 騒動時には「実験ノートの重要性」が科学分野のみならず、社会一般に再認識され、「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た。しかし上記のような現況ではノート指導の重要性は、総論的には認識していても、「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た。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、科学リテラシーの涵養の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

本研究は前述の背景を持つ「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、その重要性は頭では理解されていても諸般の理由で実行されない「実験ノート指導」について実際の実習実験を舞台に具体的なノート指導を異なった学年の学生に対して行い、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ネックと予想される「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継続的に実施可能なソフト・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、これらの長所や短所を踏まえた有効活用法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、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、前述のようにノート記録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。学会発表や意見交換及び情報共有を通して、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)【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。

(2)【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。

(3)【Action: 得られた知見のフィードバック】得られた知見を元に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。

(4)【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

今回の取り組みとして、ある程度実験実習に習熟した電気電子工学科 4 年の「機器実験」と実験の経験が浅い電気電子工学科 3 年の「応用物理実験」にそれぞれ実験ノートを核とする指導を行いその差異等を検証した

4 - 1. 【実践事例】電気電子工学科 4 年の「機器実験」における実践指導

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」にてノート指導を中心とする取り組みを行った。同科目は図 1 に示すように、実際の工場等で使用する電動機や同期機、発電機や変圧器等の大電流高電圧を伴う大型機器の特性を調査する実習である。図 1 のように様々な機器や装置を接続することから、配線の記録等に実験ノート記載が不可欠であり、今回の取り組みには最適である。尚、この実験は教員 2 名、技術職員 2 名の計 4 名の指導体制で行い、学生は 10 グループ



図 1 機器実験(電気電子工学科 4 年対象)の様子

程度に分かれ、各グループが毎週 1 テーマずつ実験を行い、各グループがローテーションして全実験を行う。

4 - 2. 【実践事例】電気電子工学科 3 年の「応用物理実験」における実践指導

電気電子工学科 3 年対象実験科目である「応用物理実験」においてノートを核とした指導を行った。同科目は図 2 に示すように、3 ~ 4 人のグループで物理の基礎的現象や

物理定数を測定する。機器実験に比べ比較的

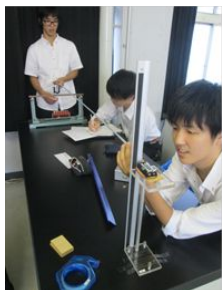


図2 応用物理実験(電気電子工学科3年対象)の様子(ヤング率の測定)

安全かつ簡単な実験である一方、学生の習熟度は浅い。

4-3. 両実験の共通項目

4-3-1. 実験ノートの配布 両実験の全学生に対して図3に示すノートを配布し、これに記述させた。その違いは厚み(ページ数)と表紙の材質のみである。



図3 学生に配布した実験ノート
(左)4年生に配布のKOKUYO RESEARCH LAB NOTE (Entry Model)
(右)3年生に配布のKOKUYO RESEARCH LAB NOTE (type SD)

4-3-2: 基礎情報シール配布 ノートに貼り付ける実験基礎データ記入用の表形式テンプレートシールの採用 各実験における基礎的データ(日付・時間、実験担当者及び共同実験者名、天候・気温、実験タイトル、使用機器名や定格)を記載する空欄の表形式テンプレートシールを開発、これを積極的に利用した。類似の表をプリントとして配布したり、予め記入用として空欄を設定した記入型実験マニュアルを用いたりする事例はあるが、相反する「個々の実験ノートの使用」と「定型フォーマットの配布及びその利用」の両方をクリアするため、市販A4サイズのシール用紙にテンプレート表を印刷し、図4のように記入及びノートに貼り付けた。これにより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。

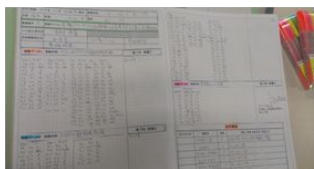
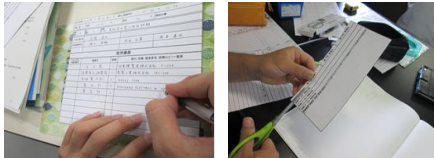


図4 ノート貼付用基礎情報シール使用例

さらに、「スケッチ」「気づきや考察」「実験の概要」等の項目名を記したタグシールを作り、これをノートに貼付した。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き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、自ら考える姿勢を育て、植え付けることができた。

4-3-3. 実体配線図やスケッチ作図指導

電気電子工学の各種実験においては、「回路図」を記録することが主流である。が、図5に示すような実際の機器の外形や端子形状・配置も具体的に描く実体配線図やスケッチを記させたところ、学生に好評かつ大きな教育効果があることが判明した。すなわち

(1) 学生が結線等を自分の手で一つずつ記すので、その作業を通して機器接続の詳細を具体的に理解・確認できる。

(2) 再実験等において機器接続の再現が容易である。

(3) 「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、そのための有効な訓練となった。またそのため、配線を色分けする等、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結線を記し、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あり、大きな教育効果を得ることができた。

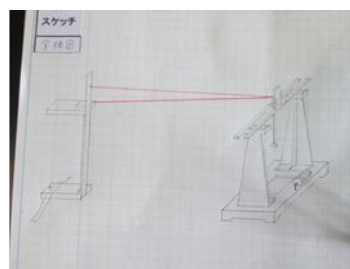


図5 実体配線図やスケッチ
(上) 機器実験における実体配線図
(下) 応用物理実験におけるスケッチ
(題材は図2に示したヤング率の測定)

4-4 実験ノウハウ引き継ぎシート

4年の機器実験に関し「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)を運用した。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す。大型機器を用い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。またそれ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。

図6 実験ノウハウ引き継ぎシート：
(左)おもて面 / (右)裏面

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 - 5 相互評価及びそれを踏まえての自己評価 従来、実験ノートに限らず“ノート”は個人の記録や思考のためのものであり、本質的に個人に帰属するものである。ましてや記載方法や書き方をお互いに見せ合う事は殆どなかったと思われる。今回、数回の実験が終わった段階で、図7に示すように実験室に学生全員のノートを並べ、各学生がそれぞれを、チェックリストを使って確認し、良い

点や取り入れるべき点等を知る相互評価を試みた。他方、実験ノート記載後毎に図8に示すようなノート記載方法自己チェックシートシールをノートに貼り自己評価を行った。その際相互評価から得られた知見が反映されているかを記入する項目を作り、相互評価と自己評価の連携を図った。



図7 実験ノート相互評価の様子

実験ノート自己評価 (2016年度)		実験多岐対応				
項目	基準データ記入欄	スケッチ	実験データ	気づき	まとめ欄	ノート全体
内容評価 (1~5)						
その理由						
前回のノート評価と異なっていた点						
前回の相互評価で得られた知見を反映させている						
その他欄がコメントがあれば						

図8 ノート記載方法自己チェックシート

4 - 6 . 自己チェックシートの活用

実験毎に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た。

4 - 7 . 学生対象のアンケート調査

実験期間が終わった段階で3年生/4年生対象にアンケート調査を行った。アンケートは今回行った各取り組みに対して「大変役に立った」「やや役に立った」「普通」「あまり役に立たなかった」「全然役に立たなかった」の5段階評価及び全体に対しての自由記述である。(ただしこれは回答項目のワード選択が不十分で、教育的取り組みには「役に立つ/役に立たない」という切り口ではなく「勉強になった」等の切り口の方がより適切であった。)図9にアンケート結果の一部を示す。結果を見て判ることは、学年も実験内容も異なるにもかかわらず、回答の傾向がほぼ同型になったことであることと、「気づきや留意事項」の項目が(特に4年で)高かったことである。これは項目シールを使うことで強制的に実験について考えさせたことが役に立っていることを学生自身が認識していたことである。他方学年により差異が出たのが「相互評価」と「自己評価」の項目で、低学年では役に立ったとの意見が多かったのに対し逆に高学年では「役に立たなかった」の回答の方が多かった。これは学年進捗に応じて学生の習熟度が上がったことに起因するものと考えられ、学年の習熟度に合わせた指導が必要である旨の有効な情報を得た。

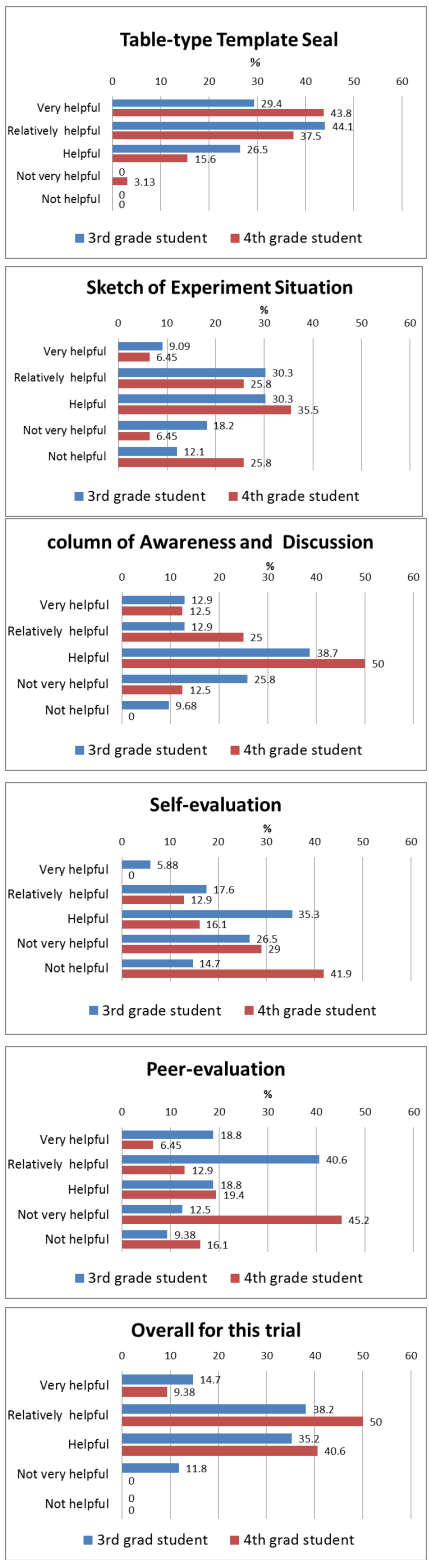


図9 アンケート結果

4 - 8 . 問題点等事前把握シートの運用及びその他の試み

これまででは従来の学生実験の範疇での試みであるが、「学生実験」を更に一つ上のステージにあげ、「学生が一つのプロジェクトを遂行するためのトレーニングの場」ととらえた試みを行った。即ち、与えられたタスクを「消化」するのではなく、想定外の時代において「起こりうるトラブルや留意事項」を

事前に推察し、それに対する対策を予め練りそれをグループで共有する試みを行った。即ち実験前に実験書や関連する書籍等で留意する事項や想定しうる問題点（特に安全上）を調査/確認し、それをチームで持ち寄り検討集約する試みを行った。このような一連の流れは、「想定外の時代の技術者」にとって不可欠でありながら、現代の学生が最も苦手とする点であり、それを訓練する機会とした。図10に用いたシートを記す。結果、「事前に実験について考える姿勢を身につけることができ、実験中のトラブルも減少した」との学生の意見が多かった。

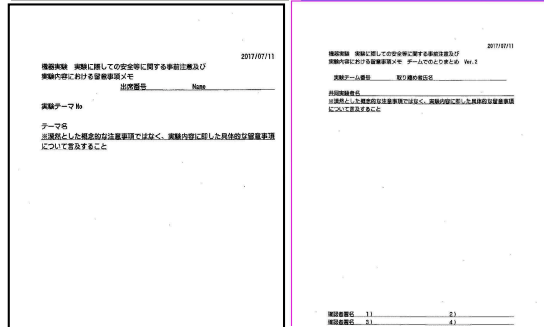


図10 問題点等事前把握シート

(左)個人用 (右)チームとりまとめ用

このほかに図11のように、実験時に記録が取りやすいように、手帳サイズのメモを併用し気づき等はそれに記すこととした。記載時のし易さ及び後の見易さのためメモに記す項目を予めシールにしそれを貼り付けるようにした。

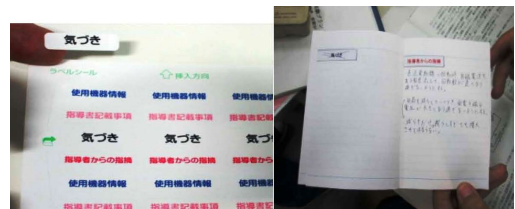


図11 メモサイズノートの運用：項目シール

(左)とそれをメモに貼った運用(右)

4 - 9 . 実験ノートを核とした学生実験指導システムの構築 今回の一連の試行で構築した流れを図12に示す。今回の試みで『ルーティンワーク的側面を持つ実験科目をアクティブ・ラーニング及びPBL教育の舞台として構築』することができた。

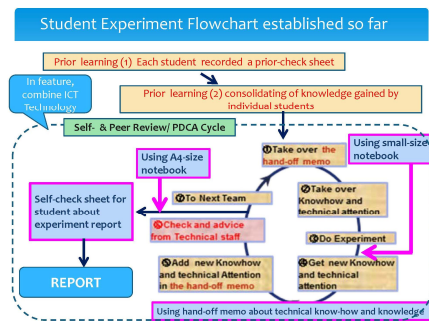


図12 構築された実験ノートを核とする学生実験のフロー

4 - 1 0 .リアルタイム性及び記録性を目指したIT化 現在未完ではあるが、(1)各種シート等のIT化、(2)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」(3)実験時に気づき等をその場で実験室内SNSにて共有、等のIT化に着手している。(2)に関し、学生及び実験毎の個別QRコードを作成し、それを各々のレポートや実験ノートのページに貼付 スキャナーによる自動分類が可能なシステムを構築中である。実験室内SNSとしては当初MOODLEを想定していたが、システム構築を要するため現在理工系SNSとして注目を浴びているSlackを用いたシステムを試験運用中である。

4 - 1 1 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：ISATE2016及び2017で発表し、様々な意見やコメントを得、自身の現場でも採用したいという提案もいただいた。本取り組みが、世界的にも通用する試みであることが確認できた。今後は更にノウハウを蓄積し、この取り組みの輪を(国際的にも)広げていきたい。

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2件)

Naohiro KOSHIJI, " A case study of the guidance for experiment with "Interactive Experiment Notebook" (III):Attempt of Prior learning and Practical training for advanced school students of NIT for the subject of "Experiments of creative Engineering", 査読有、Proceedings of ISATE2017(The 11th International symposium on Advances in Technology Education),(2017)電子ジャーナル http://isate2017.sg/index.php/Author/file?name=124naoready_full_paper.pdf

Naohiro KOSHIJI A case study of the guidance for experiment with "Interactive Experiment Notebook" (II): Practical Training for Lower Graders of NIT and Improvement of Note- Taking Technique using Student's Self - and Peer Evaluation", 査読有、Proceedings of ISATE2016(The 10th International symposium on Advances in Technology Education), (2016) 472-477

[学会発表](計6件)

越地尚宏、屋並陽仁 リテラシーの涵養とPBLを主眼とする双方向の実験ノートを用いた学生実験・実習指導に関する研究(2) - 実験ノート指導の低学年への適用と学生の自己及び相互評価の採用とその効果の検証 - 平成29年度全国高専フォーラム@長岡(2017)

Naohiro KOSHIJI, " A case study of the guidance for experiment with " Interactive

Experiment Notebook" (III):Attempt of Prior learning and Practical training for advanced school students of NIT for the subject of " Experiments of creative Engineering ", 11th International Symposium on Advances in Technology Education (ISATE2017) Singapore 19-22 Sep 2017 (国際学会)

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 Note-Taking Technique using Student's Self- and Peer Evaluation", ISATE2016 (The 10th International symposium on Advances in Technology Education), SENDAI (JAPAN) 2016.9.14 (国際学会)

越地尚宏、屋並陽仁：リテラシーの涵養とPBLを主眼とする双方向の実験ノートを用いた学生実験・実習指導に関する研究(1) 平成28年度「全国高専フォーラム」 岡山(2016)

越地尚宏 学生の能動的取り組みとPBLを主眼とした双方向の実験ノートを核とした学生実験・実習の指導アクティブ・ラーニング研究会(2017) 熊本市 (招待講演)

越地尚宏、実験ノートを核とした双方向の実験・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：2016.3.16(招待講演)

[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/labnote>

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・材料システム工学科・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