

# 工学系実習科目の安全教育におけるアクティブラーニング 導入の試み

相馬 岳

## A trial of introduction of active learning on safety education in engineering practical training subject

Takeshi SOUMA\*

### Abstract

安全教育は高等専門学校のみならず工学を教育するあらゆる学校において最重要な教育タスクである。本校機械電子工学科においては1年次から5年次まで実験実習科目を有しており、座学と並行して実技を学べるカリキュラム構成となっている。特に低学年の1～3年次の創造機械電子基礎実験実習Ⅰ～Ⅲにおいては機械系および電子系の両科目を均等に経験できるのが特徴となっており、機械系においては実習工場で、電子系においては電子工学実験室で危険を伴う実験実習作業に従事することになる。本発表においては、実験実習系科目の遂行に不可欠な安全教育において、学生の主体性を喚起できるようなアクティブラーニング手法の導入を試みたのでこれを報告する。

**Keywords:** 安全教育, アクティブラーニング, ヒヤリハット, プレゼンテーション

## 1. 緒 言

安全教育は高等専門学校（以下高専と略す）のみならず工学を教育するあらゆる学校において最優先かつ最重要な教育タスクである。安全を無くして円滑な技術者教育、特に実習系科目の遂行は不可能である。

萩野<sup>1)</sup>らは高専における化学系学科における安全教育と廃液・廃棄物への対応を五高専（群馬、福井、富山、東京、長岡）連携で取り組んだ試みを報告している。その中で、富山高専においては1年生全学科に対する安全教育の一環として「ハインリッヒの法則」や「スイスチーズモデル」の理解を目的としたワークシート教材による演習が報告されている。それに加えて1～3年の物質化学工学科においては「ヒヤリハット報告」を実施させている旨が詳述されている。また、情報セキュリティ分野においてもヒヤリハット情報の収集の重要性が認識されている。佐々木<sup>2)</sup>らは事故を未然に防ぐ観点からヒヤリハット情報の収集が不可欠であることをサイバーセキュリティ基本法およびその解釈と有機的にリンクさせながら論理展開している。

\* 香川高等専門学校 機械電子工学科

一方、学生が主体的に学び合う手法としてアクティブラーニングが挙げられる。高専における取り組みとしては、木更津高専の鈴木<sup>3)4)</sup>がアクティブラーニングとして「学び合い」の考え方を取り入れた授業を試み、高専本科1年生に対しても十分な効果があることを述べている。他方、明石高専の面田<sup>5)6)</sup>は数学の授業におけるアクティブラーニングの効果について高専入学後三年間継続したモニタリングを実施し、三年目に試験成績が向上した結果を挙げ、継続的な取り組みの大切さを述べている。これらの結果から、高専低学年においてもアクティブラーニング手法が十分活用できると判断した。

以上の背景を踏まえて、香川高専機械電子工学においては2年次に開講される実験実習科目である「創造機械電子基礎実験実習Ⅱ」において、平成30年からアクティブラーニングを取り入れた安全教育を実施してきた。また、そのデータと中間的考察を令和元年度の香川高専教育実践事例報告会にて報告した。本論文は同報告会での発表データを基本として、さらに考察を深めたものを論文としてまとめたものである。

## 2. 授業内容の設計

### 2.1. 機械電子工学科の実験実習系科目の流れ

本校機械電子工学科においては1年次から5年次まで実験実習科目を有しており、座学と並行して実技を学べる科目構成となっている。特に低学年の1～3年次の創造機械電子基礎実験実習Ⅰ～Ⅲにおいては機械系および電子系の両科目を均等に経験できる実習内容となっており、機械系においては実習工場で、電子系においては電子工学実験室で危険を伴う実験実習作業に従事することになる。

表1 機械電子工学科の実験実習系科目の流れ

学年	科目名	内容
1	創造機械 電子基礎 実験実習Ⅰ	1クラスを4班に分け、機械系2パートと電子系2パートを実習する。
2	創造機械 電子基礎 実験実習Ⅱ	1クラスを4班に分け、機械系2パートと電子系2パートを実習する。
3	創造機械 電子基礎 実験実習Ⅲ	1クラスを2等分し、機械系と電子系に分かれて実習を行い、四半期ごとに入れ替えを行う。
4	機械電子 工学実験Ⅰ	1クラスを5～6人のプロジェクトチームに分け、ロボット製作に必要な機械系と電子系の実習を遂行する。
5	機械電子 工学実験Ⅱ	1クラスを4班に分け、材料系、制御系、情報系、熱流体系の各パートを順に実習する。

### 2.2. 従来の安全教育

前出の低学年の実習科目の初回時においては、それぞれ安全教育を実施するのが通例となっている。著者が担当する第二学年の実験実習Ⅱにおいても、第一回目の3時限(135分間)において科目のガイダンスに加え安全教育DVDビデオ観賞による安全教育を実施してきた。平成29年度までは20～25分程度のビデオ観賞の際に要点をまとめさせることで知識の定着を図ってきた。このような安全教育はスタンダードでありながら、一定の効果を果たしてきたと考えられる。

### 2.3. 看護系学校におけるヒヤリハット研究事例

工学系と並んで実験実習による実践的学習が重視される医療系教育機関においては、ヒヤリハットが重視される傾向がある。そこで、看護系学校におけるヒヤリハット研究事例を調査し、授業内容設計における参考にすることにした。

布施<sup>7)</sup>は、臨地実習における看護学生のヒヤリハット発生過程を分析し、約4割の看護学生がヒヤリハットを体験していたことを報告した。また、迫田らは<sup>8)</sup>看護師を対象としたヒヤリハットに関する研究動向を調査し、その中で調査対象となった医療機関250施設で1年間に182,000件のヒヤリハットが生じていたことが紹介されている。さらに、藤井らは<sup>9)</sup>日本の看護系大学の臨地実習におけるヒヤリハットに関する近年の24文献を俯瞰した研究を行い、臨地実習におけるヒヤリハット防止には「実習前のヒヤリハット注意喚起」と「学生間のヒヤリハット体験の情報共有」の二項目が効果的であると結論している。この藤井らが提唱する二項目は、本授業内容設計において大いに参考になると考えた。

### 2.4. アクティブラーニングの概念

ここで、アクティブラーニングについて簡単に概説する。図1は「医療安全教育～アクティブラーニングによる効果的な学習プログラム」<sup>10)</sup>に掲載されていた図を引用したものである。同図によると、学習定着率については、単純な講義では5%だが、ビデオ鑑賞すなわち視聴覚では20%に向上することが分かる。さらにグループ討論では50%、他の人に教えることは90%まで高められることが示唆されている。よって、安全教育の定着率向上には「グループ討論」と「他の人に教え合う」が重要なファクターを占めることが分かる。よって、新しい安全教育においては、この2点を取り入れる方向で検討した。

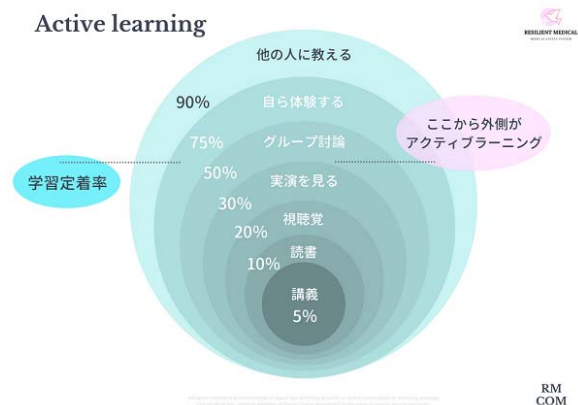


図1 アクティブラーニングの概念<sup>10)</sup>

## 2.5. 2年生向けの新しい安全教育の設計

前項までの概念を踏まえ、新しい安全教育の設計に取り組んだ。まず、民間企業（製造業）の現場で活用されているヒヤリハット手法の導入することにした。これは、1年次の実習経験を元に主体的実践型安全教育を試みるものである。さらに、安全教育にアクティブラーニング手法を導入し、学生の能動的に学ぶ姿勢を促進することを考えた。表2に従来の安全教育と本研究における新しい安全教育の比較を示す。

また別の視点として、2年次学生として2回目の安全教育として1年次と同じ内容ではマンネリ化の回避が期待できると考えた。

表2 従来の安全教育との比較

	従来	本研究
ガイダンス	シラバスで説明	
レポート指導	配布資料で説明	
安全教育	5Sの指導	5Sの指導
	安全ビデオ観賞	ヒヤリハット説明
	要点のまとめ	グループ討論
	感想作成	発表・採点

表2中にある「5S」とは安全教育における基本精神として位置付けているものであり、企業（製造業）における安全教育として一般的な整理・整頓・清掃・清潔の4項目に、学校教育機関としてさらに「しつけ」を加えたものである。各項目の詳細を表3に示す。

表3 安全教育における5S

整理	必要なものと不要なものを区分し、不要、不急なものを取り除くこと
整頓	必要なものを、決められた場所に、決められた量だけ、いつでも使える状態にしておくこと
清掃	ゴミ、くずを取り除き、油や溶剤で隅々まで清掃し、仕事をやりやすく、問題点が分かるようにすること
清潔	職場や機械、用具などのゴミや汚れをきれいに取って清掃した状態を続けること
しつけ	決めたこと、教わったことを必ず守るとともに、挨拶や言葉づかい、話し方や服装のほか、仕事の手順を遵守するように教育すること

## 2.6. 既存ワークシートの活用

ヒヤリハットについては多くの製造業の生産現場における安全教育として活用されており、そのためのワークシートも多数存在する。本研究においては、数多くのワークシートの中から学生である高専生にも使いやすいものを選択した(図2)。なお、本ワークシートは株式会社石井マークのサイト<sup>1)</sup>からフリーダウンロードして入手したものである。

図2 本研究で採用した既存ワークシート

## 3. アクティブラーニング化した安全教育の実施

### 3.1. 教員からのガイダンス

まず、最初に教員（著者）がアクティブラーニング手法を取り入れた安全教育の概要を学生に対して説明した。学生に対して実際に提示したスライドを図2および図3に示す。学生に対して説明したことはインリッヒの法則の概要であり、1件の重大な事故の背景には29件の軽微な事故が存在し、その下には300件のヒヤリハットが内在することを説明した。また、現場で起こる数多くのヒヤリハット情報の収集および分析により労働災害の未然防止や再発防止を目的とすることを説明した。また、この安全教育がアクティブラーニングの一環であることも周知した。

なお、学生に対する説明については、極力シンプルに留めることとし、この後のグループワークの時間を多くとれるように配慮した。



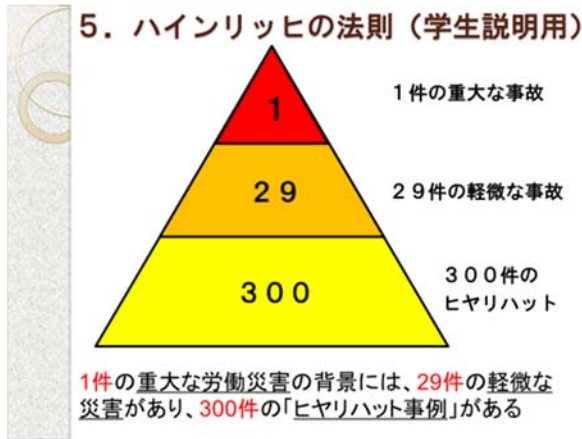


図3 「ハインリッヒの法則」のスライド

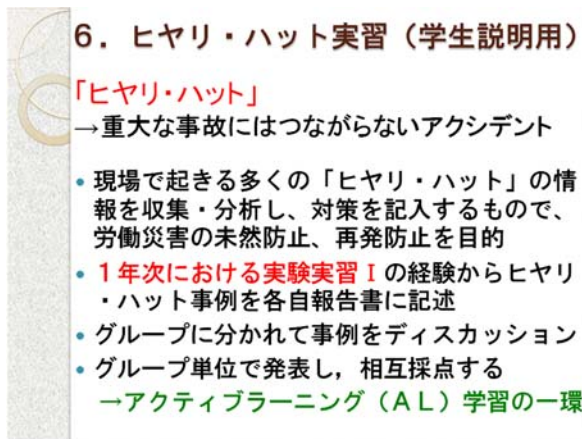


図4 「ヒヤリハット」のスライド

### 3.2. ヒヤリハットのグループワーク

学生への説明の後に、約40名の学生を5名程度の8グループに編成した。この編成は出席番号順に教員が指定したものである。最初に各自が1年次の実験実習におけるヒヤリハット報告書を作成し、次にグループ間で各自の事例を説明しディスカッションさせ、代表例として発表する事例1件を選定させる作業を実施した。グループワークの様子を図5に示す。



図5 グループワークの様子

### 3.3. ヒヤリハットのプレゼンテーション

発表内容について発表時間2分間、質疑応答1分間とした。その際、グループ全員が登壇し発表は代表学生が担う形式とした。プレゼンテーションの様子を図5に示す。



図5 プレゼンテーションの様子

### 3.4. 学生同士による相互採点結果

各グループ発表時においては、聴講するグループが採点する相互採点方式を採用した。この採点においては、自分のグループは採点しないルールとした。令和元年度版の採点表を図6に示す。これは後述のアクティブラーニングに対するアンケート用紙と一体化した構成とした。

2MS実験実習Ⅱ発表会 採点表およびアンケート(20190410)

2MS— 氏名—

スピーチ項目:  
ヒヤリハット事例発表会

以下の二項目について5段階で採点すること

A: プレゼンテーション  
・声の大きさと聞き取りやすさ  
・抑揚の適切さ  
・時間配分

B: 内容  
・説明は良く分かったか  
・興味深かったか  
・自分独自の考えが述べられているか

班	メンバー	発表内容(*)	A	B	合計
1	2MS01~2MS05	溶接・鍛造・ボルトナット・旋盤・電子・発明コンテスト・その他			
2	2MS06~2MS10	溶接・鍛造・ボルトナット・旋盤・電子・発明コンテスト・その他			
3	2MS11~2MS15	溶接・鍛造・ボルトナット・旋盤・電子・発明コンテスト・その他			
4	2MS16~2MS20	溶接・鍛造・ボルトナット・旋盤・電子・発明コンテスト・その他			
5	2MS21~2MS25	溶接・鍛造・ボルトナット・旋盤・電子・発明コンテスト・その他			
6	2MS26~2MS30	溶接・鍛造・ボルトナット・旋盤・電子・発明コンテスト・その他			
7	2MS31~2MS35	溶接・鍛造・ボルトナット・旋盤・電子・発明コンテスト・その他			
8	2MS37~2MS42	溶接・鍛造・ボルトナット・旋盤・電子・発明コンテスト・その他			

注意: 自分のグループ採点欄には点数を記述せず×を入れること  
(\*欄は該当するものに○を付ける)

アンケート:

1. アクティブラーニング(AL)について  
①知っていたし今まで受けたことがある。 ②知っていたが受けたことが無い。 ③知らなかった

2. アクティブラーニングの学習効果は?  
①高いと思う。 ②まあまあ高い。 ③ふつ。 ④やや低い。 ⑤低いと思う

3. アクティブラーニングにおけるグループ学習による知識の定着度は?  
①高いと思う。 ②まあまあ高い。 ③ふつ。 ④やや低い。 ⑤低いと思う

4. 全授業時間数にけるアクティブラーニング部分の適切な割合は?  
①100%が良い ②75%が良い。 ③50%が良い。 ④25%が良い ⑤0%が良い

5. どのような授業でアクティブラーニングを取り入れるのが良いか(上位三科目)  
①図語。 ②社会。 ③英語。 ④芸術(音楽・美術)。 ⑤数学  
⑥物理(産学)。 ⑦物理(実験)。 ⑧化学(産学)。 ⑨化学(実験)  
⑩専門(機械系)。 ⑪専門(電子系)。 ⑫専門(実験実習系)

1位	2位	3位

図6 採点表およびアンケート用紙 (令和元年度版)

評価項目としては表4に示すように2項目とし、それぞれ5段階評価で採点させ満点を10点とした。

表4 相互採点項目

評価項目	得点
A プレゼンテーション ・声の大きさと聞き取りやすさ ・抑揚の適切さ ・時間配分	5点
B 発表内容 ・説明は良かったか ・興味深かったか ・自分独自の考えが述べられているか	5点
合計	10点

学生同士の相互採点結果を表5に示す。平成30年度と令和元年度の採点結果であり、1～8の数字はグループ番号を示す。

表5 学生同士の相互採点結果

年度	1	2	3	4	5	6	7	8
H30	6.1	8.4	8.0	7.8	8.5	<b>9.0</b>	8.2	8.6
R元	7.8	<b>8.4</b>	8.1	8.3	7.4	7.9	7.5	7.9

優秀グループの発表内容の要約を表6および7に示す。いずれも機械パートの旋盤作業中のものであり、レベルとしてはヒヤリハットレベルである。表6においてはヒヤリハット事例の要因分析と対策が明瞭にまとめられている、表7では旋盤作業での危険要因とその対策が端的にまとめられていると言える。いずれにしても高専本科2年生のレベルにおいては、十分なレベルのヒヤリハット活動が実施できたと考える。

表6 平成30年度の優秀グループ発表内容要約

項目	記述内容
レベル	ヒヤリハット
作業内容	旋盤（旋盤工場）
どうなった	過大な回転数で材料を切削
問題や原因	回転数を確認せずに作業
自身の状況	あせっていた
	良く知らなかった
	周りよりも作業が遅れ
深刻な事態	かけた刃が飛んでケガ
私はこうする	回転数を確認する
提案・要望	自分の作業に集中する

表7 令和元年度の優秀グループ発表内容要約

項目	記述内容
レベル	ヒヤリハット、ニアミス
作業内容	旋盤（旋盤工場）
どうなった	材料が割れて飛んで行った
問題や原因	回転数が間違っていた
自身の状況	難しくてやりにくかった
	良く知らなかった
	材料に対する回転数を知らないまま作業を実施
深刻な事態	破片が人に当たってケガ
私はこうする	材料に適した回転数を確認
提案・要望	作業前に回転数を確認

#### 4. アクティブラーニングに関するアンケート集計結果および考察

前述の図6のアンケート部分の集計結果を項目別に分けて考察した。表中の表記簡略化のためアクティブラーニングをALと略する。

##### 4.1. ALおよびALの学習効果

表8にALおよびALの学習効果に対するアンケート結果をまとめた。まず、AL自体の認識については大半の学生が知っていたものの、今まで受けたことがある学生は約半数に留まった。次に、ALの学習効果については「高いと思う」「まあまあ高い」「ふつう」が大勢を占めており、学習効果が高いことは認識できている様子である。これらの結果はH30、R元年度ともに大きな相違はない結果となった。

表8 ALおよびALの学習効果

項目	人数	
	H30	R元
1. ALについて		
① 知っていたし今まで受けたことがある	18	20
② 知っていたが受けたことが無い	14	17
③ 知らなかった	9	4
2. ALの学習効果は？	H30	R元
① 高いと思う	9	9
② まあまあ高い	21	16
③ ふつう	10	11
④ やや低い	0	3
⑤ 低いと思う	0	1
⑥ 未回答	1	0

#### 4.2. AL の知識定着度および適切な割合

AL の知識定着度および適切な割合を集計したものを表9に示す。項目3のALにおけるグループ学習による知識定着度を問う設問については、クラスの大半が「高いと思う」「まあまあ高い」「ふつう」と回答しており、平均以上の理式定着度が得られるものと認識しているのが分かる。しかしながら、全授業時間数におけるAL部分の適切な割合に関する質問については、25～50%程度が適切と回答した学生が多かった。これについては、全ての授業をALで実施することを望んでいないことを示唆しており、今後の授業のあり方を考える上で検討課題になると考える。

表9 AL の知識定着度および適切な割合

項目	人数	
	H30	R 元
3. AL におけるグループ学習による知識定着度は？		
① 高いと思う	8	9
② まあまあ高い	15	18
③ ふつう	16	11
④ やや低い	1	1
⑤ 低いと思う	0	1
⑥ 未回答	1	0
4. 全授業時間数におけるAL部分の適切な割合は？	H30	R 元
① 100%	3	4
② 75%	3	4
③ 50%	17	12
④ 25%	18	19
⑤ 0%	0	1

#### 4.3. AL を取り入れるべき教科

設問5については機械電子工学科2年次において開講されている科目を12科目にまとめ、それらの選択肢のうち上位三教科を順位付けして選択させる方式としたので、一位を3点、二位を2点、三位を1点として集計した。表10は項目別の得点を集計した結果である。

同表より、H30年度においては一位が数学、二位が国語、三位が英語となっており、一般教科にて取り入れるのが望ましいとの結果となった。R元年度においては、一位が英語となり、二位が数学、三位が物理(実験)と専門(電子系)が同位となった。両年度ともに数学と英語がトップ3にランクインしているのが特徴的であった。これらのアンケート結果については、2

年次の初頭に実施したアンケートであるため、専門教科の科目数が少ないことも要因となっていると考察できる。今後は、さらに高学年の学生においても調査するのが興味深いと考えられる。

表10 AL を取り入れるべき授業

5. どのような授業でALを取り入れるのがよいか(上位三科目まで)	得点	
	H30	R 元
① 国語	30	21
② 社会	19	5
③ 英語	24	43
④ 芸術(音楽・美術)	4	18
⑤ 数学	53	33
⑥ 物理(座学)	22	12
⑦ 物理(実験)	19	29
⑧ 化学(座学)	11	10
⑨ 化学(実験)	21	15
⑩ 専門(機械系)	11	14
⑪ 専門(電子系)	10	29
⑫ 専門(実験実習系)	22	17

#### 5. 結論および今後の展望

今回の機械電子工学科2年次の実験実習系科目における安全教育においてアクティブラーニングを実施するとともに、2年次の学生におけるアクティブラーニングに関するアンケート調査を実施した。その結果、以下の結果が得られた。

- (1) 2MS実験実習Ⅱ初回の安全教育においてアクティブラーニングを導入し、主体的実践型安全教育への移行を試みた。
- (2) 1MS時の実習経験をもとにヒヤリハット事例のグループディスカッションを実施した。
- (3) ヒヤリハット事例をグループ単位で発表させ、学生間で相互採点を実施した。
- (4) 2MS学生のアクティブラーニングの意識調査を実施し、アクティブラーニングに対する考え方が分かった。

本研究における取り組みは安全教育の一層の向上を目的として実施し一定の成果を得たものとする。しかしながら、「安全教育に終わりなし」の言葉に代表されるように日頃の安全確保に努めることが肝要と考える。今後も実験実習系科目における安全教育のさらなる質的向上を試みる予定である。

## 6. 謝辞

今回の安全教育のアクティブラーニング化においては、同教科の電子系パートを担当する機械電子工学科講師津守先生と助教山下先生に授業進行の際にご協力を賜った。ここに感謝の意を表したい。

## 7. 参考文献

- 1) 萩野和夫, 片岡裕一, 川越みゆき, 雑賀章浩, 星井進介, 環境と安全, Vol. 4, No. 1, pp.39-47, 2013.
- 2) 佐々木崇裕, 原田要之助, 情報処理学会論文誌, Vol. 56, No. 12, pp.2337-2345, 2015.
- 3) 鈴木道治, 高専での『学び合い』とアクティブ・ラーニングについて, 木更津工業高等専門学校紀要第49号, pp.79-82, 2016.
- 4) 鈴木道治, 高専におけるアクティブ・ラーニングの試み, 木更津工業高等専門学校紀要第50号, pp.70-73, 2017.
- 5) 面田康裕, 数学の授業におけるアクティブラーニングの効果について, 明石工合高等専門学校紀要第58号, pp.26-30, 2016.
- 6) 面田康裕, 数学の授業におけるアクティブラーニングの効果について2, 明石工合高等専門学校紀要第59号, pp.16-23, 2017.
- 7) 布施淳子, 臨地実習における看護学生のヒヤリハット発生過程から分析した実態と発生要因, 日看管会誌, Vol. 8, No. 2, pp.37-47, 2005.
- 8) 迫田裕子, 兵頭好美, 田中共子, ヒヤリハットに関する研究の動向, 岡山大学大学院社会文化科学研究科紀要, 第32号, pp.15-24, 2011.
- 9) 藤井美穂子, 下里裕美, 入里梓, 島田祥子, 米山万里枝, 仁本の看護系大学の臨地実習におけるヒヤリ・ハットに関する文献検討, 東京医療保険大学紀要, 第1号, pp.35-41, 2015.
- 10) 医療安全教育～アクティブラーニングによる効果的な学習プログラム  
<https://resilient-medical.com/medical-safety/education>, (参照 2022.05.20)
- 11) ヒヤリ・ハット事例 (想定ヒヤリ・軽微アクシデント含む) 報告書用紙 ダウンロード: PDF 形式  
<http://www.ishiimark.com/nm-format.html>, (参照 2022.05.20)