

プロセス安全教育に対するグループディスカッションの効果

コウハクル ワサナ*、戸高昌俊**、正本博士***、重松幹二****

要約

福岡大学工学部化学システム工学科 3 年次で開講されている化学工学演習 II で担当した安全講習の一環として、危険予知トレーニング(KYT)および hazard and operability analysis (HAZOP)に対するグループディスカッションの効果について報告する。KYT はグループディスカッションの効果を検討するため、(i)個人演習、(ii)グループ演習、そして(iii)試験の順序で行った。各演習は、Round 1: どのような危険が潜んでいるか?、Round 2: どんな危険のポイント、Round 3: あなたならどうする?、Round 4: 私たちはこうする、で構成されている。KYT 演習の結果、グループ演習を経ることで危険に対する感受性が高まり多くの危険ポイントを学生が挙げられるようになった。HAZOP 演習の流れとして、(i)学生らは HAZOP 演習前に HAZOP の基礎と応用についての講義を受け、(ii)ショートテストで内容の確認を行った。(iii)その後 6~7 人のグループに分かれて、シンプルな化学反応装置図を用いた HAZOP 演習を、グループ内およびグループ間のディスカッションで実施した。また、(iv)最終試験で理解度を確認した。その結果、最終試験において HAZOP のコンセプトは 60%以上の学生が理解していた。また、キーワードやガイドワードも同様に理解できていた。このように、KYT や HAZOP においてグループディスカッションは効果的であることが示された。しかしながら、演習から試験までの期間が影響して、試験の点数が忘却曲線に対応して低くなることも明らかになった。以上より、安全教育においてグループ学習は効果的であるが、一定期間を置くと忘却してしまうため、演習を繰り返すことや役割をローテーションすることで更なる学生の成長が期待できるであろう。

1. はじめに

プロセス安全教育は重要であるが、化学工学者の早期および継続的な教育に関してしばしば見落とされている。化学工学分野で労働する時、壊滅的な、または危険な影響を持つエラーに遭遇した場合、それを試行錯誤で学習するのは容易ではない。

一般に、hazard identification とは、職場や作業手順の中に潜在する危険性を特定するプロセスのことである。危険有害性の識別に関わることを理解するためには、まず危険の性質を理解する必要がある(Crowl and Louvar, 2011)。

* 福岡大学工学部助教

** 福岡大学大学院特別選抜研究員

*** 福岡大学工学部教育嘱託

**** 福岡大学工学部教授

本稿では、hazard identification の手法である、危険予知訓練 (Kiken Yochi Training: KYT) および Hazard and Operability analysis (HAZOP)を福岡大学工学部化学システム工学科 3 年次の化学工学演習 II で行い、その講義・グループ演習に関するデータを報告する。

この授業では、学生たちが hazard identification を理解することを目的とする。学生たちは、hazard identification 学習のグループワーキングをすることで効果的なリード、運営、組織化する方法や、勉強会の準備の方法、hazard identification 報告書の作成方法を学ぶ。

2. 化学工学演習 II について

化学工学演習 II は化学システム工学科 3 年次前期に開講されるオムニバス形式の授業である。これまでの化学工学関連の講義で得た知識・情報を活用し演習問題を解くことで、体験的にそれらの理解を深めることを目的としている (シラバスより一部抜粋)。

我々の研究室では、化学工学の重要ポイントである物質収支の計算演習および、KYT、HAZOP を担当した。図 1 に化学工学演習 II の担当分スケジュールを示す。本稿で取り上げる KYT、HAZOP は、計算演習を終えた 1 週間後の 90 分×2 コマを用いて実施した。なお、様々な分野の演習を行うという授業の性質上、約 100 名の学生は A 班と B 班の 2 つのグループに分かれて演習を実施しており、安全教育実施から最終試験の間隔がそれぞれ 4 週間、1 週間であった。

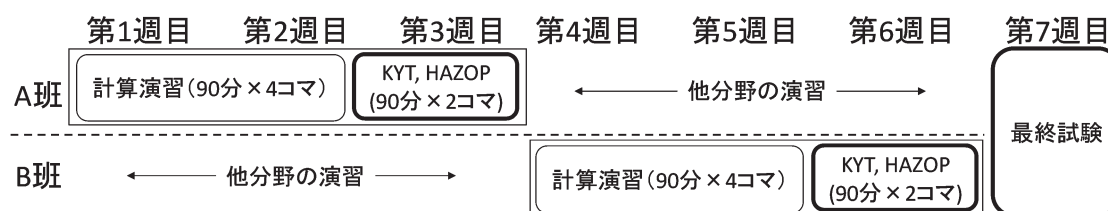


図 1 化学工学演習 II のスケジュール

3. 危険予知訓練 (KYT)

職場や研究室または労働状況が描かれた絵を使用し、労働災害や事故に繋がる可能性のある安全ではない状態や危険な行動などの要因について、小規模人数のグループで議論を行う。その要因から起こりうる現象 (事故の種類) について話し合い、考え、理解させる。さらに、グループ内でその現象に対して実行可能な対策を検討し、グループにおける行動目標を立てさせる。

KYT は KYT Basic 4-Round Method (Zero accident promotion department)を元に、以下の内容を含む短時間のミーティングを実施した。その様子を写真 1 に示す。

Round 1: どのような危険が潜んでいるか?



写真 1 個人解答の様子 (左) とグループディスカッションの様子 (右)

(提示した状況を理解し、危険を想像する)

Round 2: どんな危険のポイント (発見した危険の内、「重要危険」を絞り込む)

Round 3: あなたならどうする? (具体的で実行可能な対策を考える)

Round 4: 私たちはこうする (重要実施項目を絞り込み、チーム行動目標を設定する)

KYT はチームで活動することで、労働者のモチベーションを高めることが出来る。グループディスカッションによって、危険を構成するものに対する意識が向上する。労働者はミーティングで解決策を見つけることに取り組み、危険に関する情報を共有し、問題解決能力を向上させる。

化学工学演習 II では、表 1 に示す 8 つの事例を用い、以下の手順により KYT を行った。実施時間は 90 分である。

- (1) 学生たちが、提示したそれぞれの事例について危険要因を個人で検討する。(1 人あたり 2 Case 分、所用時間約 30 分)
- (2) グループに分かれ、議論や意見交換を行う。(グループ作成・机移動約 5 分、2 Case 分のディスカッション約 30 分)
- (3) グループディスカッション後に、グループで決定した危険要因と解決策について全体で発表しあう。(各班 2 分程度×10 班)
- (4) 確認試験として、学生はそれぞれの事例について危険現象とその対策について個人で検討する。

3.1 KYT 事例に対する個人・グループの意見の評価方法









まず個人で KYT 事例 (ワークシートの解答欄は 5 つ) を検討し、その後 5 人程度のグループを作りグループディスカッション (解答欄 9 つ) を行った。解答用紙を図 2 に示す。それぞれの Case ごとに挙げられた危険要因の総数を列挙する。さらに、試験で授業と同様の KYT 事例に取り組み、どのような種類の解答を出すか検討した。内訳として、「授業で個人解答したもの」、「授業で個人解答していない・かつ・グループ解答にあったもの」、「授業個人解答およびグループ解答にないもの」、「空欄」の 4 種類に分類した。

グループディスカッションの効果を評価するために、授業の中で KYT の個人・グループ演習を行った結果と、期末試験の解答の結果を比較した。この時、授業中の個人演習の解答欄は 5 つであるが、期末試験の解答欄は 6 つに設定した。これは、個人で書いたものだけを記述された場合、グループ演習の効果が見られないことを回避するためである。グループディスカッションの効果は以下の式で定義した。

$$\text{グループディスカッションの効果} = \frac{\text{個人解答に記述された中で、グループディスカッションで列挙された意見数}}{\text{試験解答欄数}} \times 100 (\%) \quad \dots (\text{式 1})$$


表 1

実施した KYT 事例の一覧

Case No	事例の絵	内容	Case No	事例の絵	内容
1		あなたは、水を入れたビーカーに濃硫酸を入れ 15%希硫酸に薄めている。	5		あなたは、積み上げられた段ボール箱を床に降ろしている。
2		あなたは、段ボール開梱のためカッターナイフでビニールロープを切っている。	6		あなたは、2階の床清掃を終了し、2階から1階に移動している。
3		あなたは、窓のブラインドを拭こうとしている。	7		あなたは、袋詰め食材を台車に詰め替えている。
4		あなたは、女性社員と2人で、オフィス棚(重量90kg)を台車に積もうとしている。	8		あなたは、台所でお湯を沸かしながら、洗い物をしている。

(a)

状況 1
あなたは、水を入れたビーカーに濃硫酸を入れ 15%希硫酸に薄めている。



「危険要因」で「現象（事故の型）」を想定して「～なので～になる」というように書く。
1 (例) 保護メガネが壊れているので、酸液がはねて目に入ってしまう。
2
3
4
5

<あなたならどうする> 具体的に実行可能な対策を考える。
1 (例) 保護メガネが壊れているので、目を守る。
2
3
4
5

(b)

化学工学演習 II (単位:正8-70/20%) 題: _____

危険予知訓練レポート

状況 No.	リーダー	書記	レポート担当	発表者	講師/他の講師/先生
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

「危険要因」で「現象（事故の型）」を想定して「～なので～になる」といふように書く。

第 1 ラウンド <あなたならどうする> 「危険ポイント」の項目を解決するための「具体的に実行可能な対策」を考える。
第 2 ラウンド <私達はこうする> 「重要実地項目」を絞り込み※1印。さらにそれを実践するための「チーム行動目標」を設定する。

絞り込み	絞り込み	絞り込み	絞り込み
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	

チーム行動目標
～する目的
～する理由
～いよう 3分1

(c)

【問題 7】どんな危険がひそんでいるか。

状況 1
あなたは、水を入れたビーカーに濃硫酸を入れ 15%希硫酸に薄めている。

第 1 ラウンド <どんな危険が潜んでいるか> 潜在危険を発見・予知し、「危険予知」によって引き起こされる「現象」を設定する。
第 2 ラウンド <どんな危険のポイントだ> 発見した危険のうち、「重要危険」に○印。さらに印込んで、特に重要と思われる「危険ポイント」に◎印。

○印 No.	◎印	具体的に実行可能な対策
1		
2		
3		
4		
5		

チーム行動目標
～する目的
～する理由
～いよう 3分1

図 2 授業中の個人解答用紙 (a)、グループディスカッションの解答用紙 (b)及び最終試験解答用紙 (c)

3.2 各 KYT 事例の解答調査結果

3.2.1 *Case1* あなたは、水を入れたビーカーに濃硫酸を入れ15%希硫酸に薄めている。
($n=16$)

このケースは化学実験がテーマになっており、希硫酸を薄める作業の絵から危険要因を見出す訓練である。図 3(1a)に Case1 の解答集計結果を示す。個人およびグループのどちらの意見も、「白衣のボタンを開けていること、素手で操作していること」などの装備に関するものが多かった。次いで、「硫酸を大量に、高い位置から注いでいる」ことが多く挙げられた。また、テーブルの上の硫酸瓶が片付けられてないことも危険要因として挙げられていた。このように、視覚的に判断できる部分は感受性が高いと感じられた。一方で、化学的に不適切な意見も挙げられた。例えば、「硫酸が蒸発・揮発してしまう」、「硫酸に水を入れる」があった。化学工学演習 II が 3 年前期対象であったため、化学的な実験の感覚が低かったことが原因であると考えられる。

図 3(1b)に Case1 グループディスカッションの効果を示す。これは、最終試験の解答にグループディスカッションで記載された内容が多いほど、グループディスカッションの効果が高いと定義した (式 1)。この値が 0% の場合は「最終試験の解答にグループディスカッションで列挙された意見を全く記述していない」ことを意味しており、100% の場合は、「最終試験の解答欄すべてにグループディスカッションで列挙された意見を記述している」ことを意味している。最も多かったのは、最終試験の個人解答に占めるグループ意見が約 30% であった。このことからグループディスカッションの効果が確認できた。個人解答で挙げられた誤った解答については、グループディスカッションをすることで修正された。

3.2.2 *Case2* あなたは、段ボール開梱のためカッターナイフでビニールロープを切っている。
($n=7$)

Case 2 からは、私たちの生活や働いていく中でも、起こりうる状況がテーマになっている。図 3(2a)に Case2 の解答集計結果を示す。もっとも多い意見は「カッターの刃を自身の方向に向けない」といった使い方についてであった。次に、「切るときの姿勢が窮屈である」や、「ネクタイが垂れている」など服装に関する危険要因が挙げられた。カッターを使わないなどの根本的な問題の回避に繋がる意見もあった。グループ意見の割合も個人解答の数におおよそ比例していた。

図 3(2b)に Case2 グループディスカッションの効果を示す。最終試験の個人解答に占めるグループ意見が約 17% であり、Case1 の時よりも低い値となった。この Case はより身近なテーマであるため、危険の想定がし易くなり個人の意見を優先したことが考えられる。

3.2.3 *Case3* あなたは、窓のブラインドを拭こうとしている。
($n=9$)

図 3(3a)に Case3 の解答集計結果を示す。この事例では、ブラインドを拭く際の服装に多

くの意見が挙げられた。例えば「スカートやヒールが動きにくい」ことや、「手袋やマスクをしていない」ことが挙げられた。また、「床に置いてあるバケツの位置が危険」なことや「前方の棚にぶつかる」などの物の配置に関する意見が多かった。

図 3(3b)に Case3 グループディスカッションの効果を示す。この Case の場合、17%以下に人数が集中していることから、グループディスカッションの効果は低いことが分かった。Case2 と同様に、より安全に見える事例から危険要因を見つけ出すことは、学生にとって困難であることが考えられる。

3.2.4 Case 4 あなたは、女性社員と 2 人で、オフィス棚 (重量 90kg) を台車に積もうとしている。(n=16)

この事例では、台車で大きな棚を運ぶときにどんな危険が潜在しているか見出す。図 3(4a)に Case4 の解答集計結果を示す。「台車のサイズが小さい」ことや「固定されていない」ことが危険要因として挙げられた。次に、「作業人数が少ない」ことが挙げられた。また、服装に関する意見が上がり、見た目に見える意見がほとんどであった。細かい意見では、「棚の養生をしていないため角でケガをする」や「扉の固定をしていないため急に開く」などの意見があった。これらの 2 つの意見は、個人解答時に 3 名だったが、グループディスカッション後に解答者が倍の 6 名となった。

図 3(4b)に Case4 グループディスカッションの効果を示す。最も多かったのは、最終試験の個人解答に占めるグループ意見が約 17%であった。効果は低いように感じられるが、図 3(4a)で記述したように、細かい意見も学生が重要であると感じ取れたと思われる。

3.2.5 Case 5 あなたは、積み上げられた段ボール箱を床に降ろしている。(n=9)

図 3(5a)に Case5 の解答集計結果を示す。この事例は、積まれた段ボールを床に降ろす工程であるが、そもそも「段ボールが積みすぎてある」という意見が多かった。次に、「足場が低い」「置く位置が悪い」といった道具に関する意見が見られた。服装に関する意見も挙げられ、「エプロンが段ボールに引っかかり危険」などの指摘があった。

図 3(5b)に Case5 グループディスカッションの効果を示す。試験時の個人解答に占めるグループディスカッションと同様の意見は 17%から最大 67%と幅広い結果となった。この Case についても Case1 と同様、グループディスカッションの効果がみられた。

3.2.6 Case 6 あなたは、2 階の床清掃を終了し、2 階から 1 階に移動している。(n=4)

図 3(6a)に Case6 の解答集計結果を示す。この事例は、掃除道具を両手に持ちながら階段を降りる様子がテーマになっている。もっとも高い危険要因はやはり「両手が塞がっている」ことであった。次いで、「階段に壁があるため視界が悪い」と「バケツの水が満タ

ンである」ことが危険に繋がることが示唆された。また、「バケツにかけている雑巾が落ちるかもしれない」という意見があった。

図 3(6b)に Case6 グループディスカッションの効果を示す。Case6 のすべての学生のなかで 17%~50%となり、グループディスカッションの効果が見られた。

3.2.7 Case 7 あなたは、袋詰め食材を台車に詰め替えている。(n=11)

この事例は、袋詰めされた食材を台車に乗せている様子である。図 3(7a)に Case7 の解答集計結果を示す。もっとも多い意見は、「素手で行っていること」や「エプロンが垂れていること」などの服装に関する危険要因が挙げられた。また、道具(台車)に対する意見として、「台車が荷物の大きさに対し小さい」や「台車に柵がないため、荷物が滑り落ちる」危険性の意見が出された。袋が地面に置かれていることから「中腰の作業が体に負担を与える」や「1人で行うと体へ負担がかかる」などの意見も見られた。

図 3(7b)に Case7 グループディスカッションの効果を示す。17~33%程、グループディスカッションの効果が見られた。一方、試験時は多くの意見が解答されていたが、その解答の中には全くグループディスカッションの意見が反映されていない学生が 3 名いた。その意見は「台車が固定されていない」、「袋が破れる」などが挙げられ、他グループが発表した内容が含まれていた。さらに試験の最中に Case 7 の新たな危険性に気づき、たとえば「袋でケガをする」「台車の耐荷重に注意する」などを解答していた。

3.2.8 Case 8 あなたは、台所でお湯を沸かしながら、洗い物をしている。(n=12)

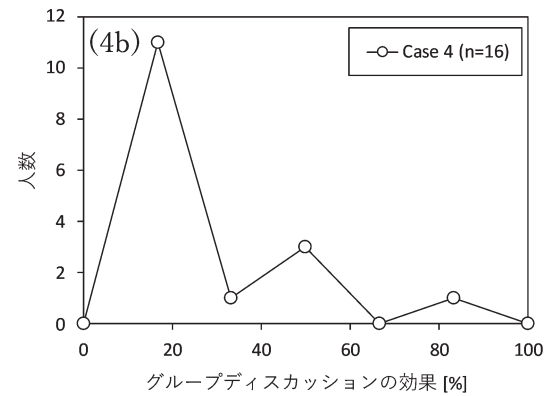
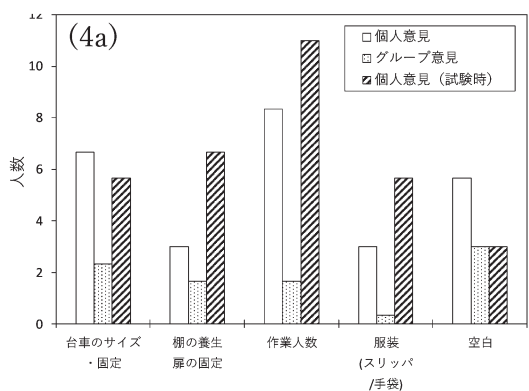
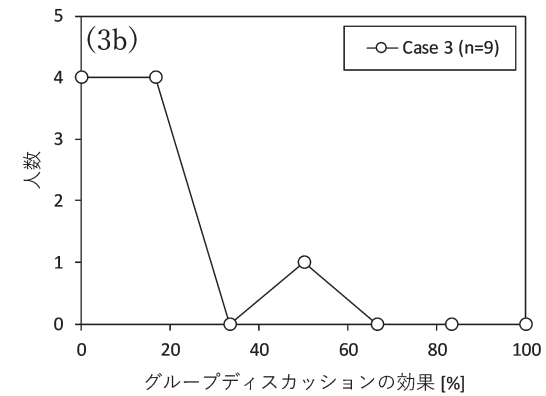
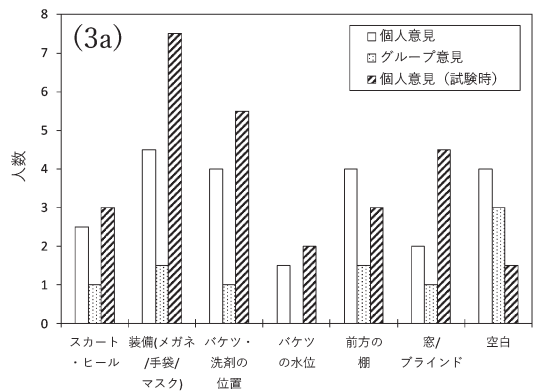
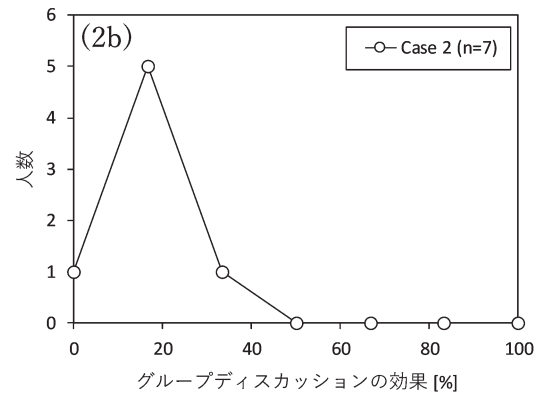
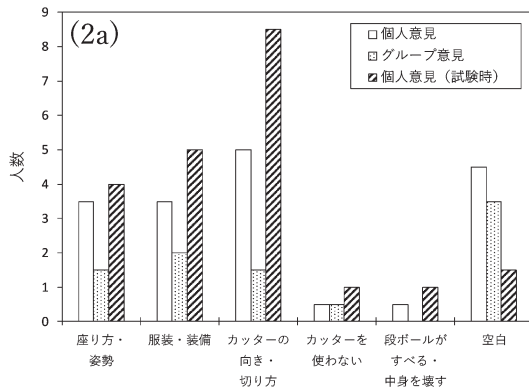
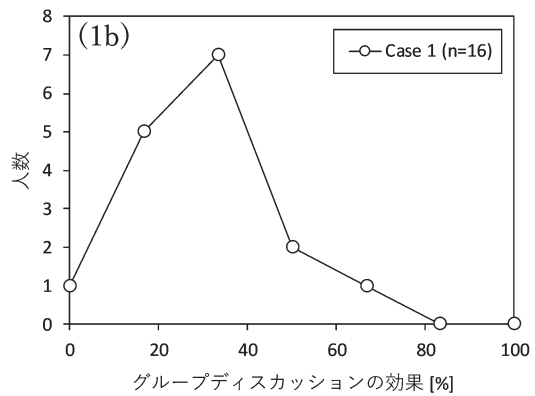
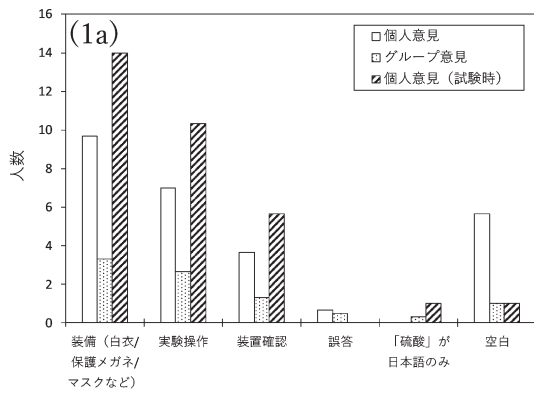
この事例は、キッチンでお湯を沸かしながら皿洗いを行っている様子が描かれている。

図 3(8a)に Case8 の解答集計結果を示す。このケースでは多くの種類の意見が挙げられた。もっとも多かった意見は「コンロと流しの間にポットが置いていること」である。これは、ヤカンの様子が見にくいことや火を止めるときにぶつかってしまう要因になると考察されていた。また、「同時作業していること」が注意力の散漫に繋がることが意見として挙げられた。また、絵からは直接確認できないが、「洗っている皿の破損や包丁でケガをする」といった潜在する危険性も指摘された。

図 3(8b)に Case8 グループディスカッションの効果を示す。17%~30%が多い結果になった。初めから、意見の種類の多い Case であったので、グループディスカッションの意見よりも個人で考えた意見を優先させた可能性がある。

3.3 KYT 事例の意見の傾向とグループディスカッションのまとめ

以上のようにすべての意見で、服装などの見た目に関する意見が共通して見られた。また、使用している道具や物の位置に関する意見が多くあった。様々な事例において、危険要因の洗い出しが出来ているように感じられた。



事項へ続く

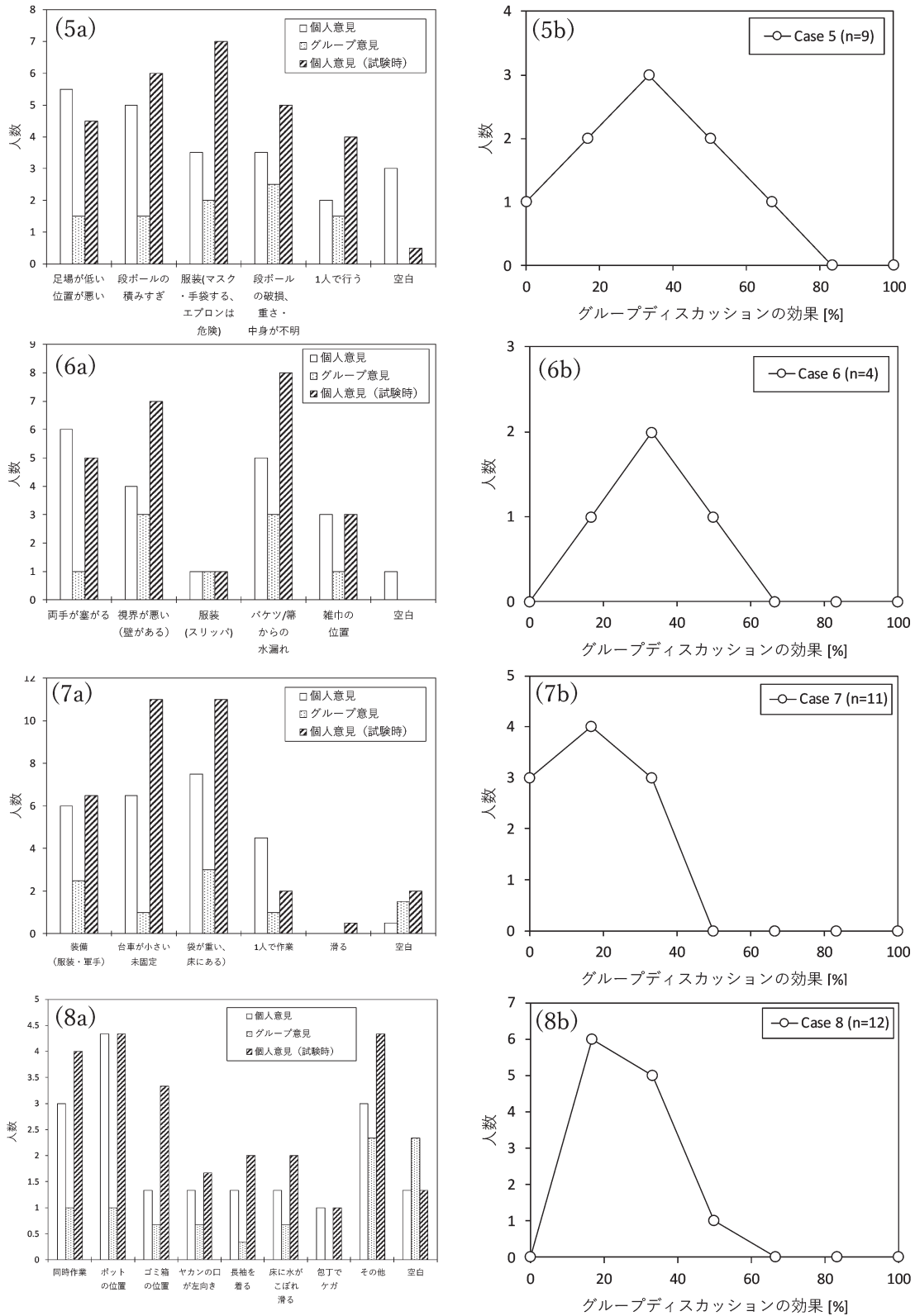


図3 各KYT事例における学生の意見集計結果 (a) およびグループディスカッションの効果(b)

例: (1a) ;Case1 の学生意見集計結果、(1b);Case1 のグループディスカッションの効果

図4に、グループディスカッションで出された意見の最終試験解答への反映を示す。6つの解答欄のうち、授業中に個人解答した内容が51.4%含まれていた。次いで、グループ解答で挙げられた解答が約25%含まれ、合計すると授業で体験した内容が約75%反映されていた。特にグループ解答からの意見が多く反映されていることから、それぞれの事件事例に対し、感受性が高まったことが示唆される。一方で、試験では授業における個人解答およびグループ解答にも見られなかった意見が約20%あった。理由は不明であるが、他グループの発表を聞いた印象のある意見が反映されたと考えられる。

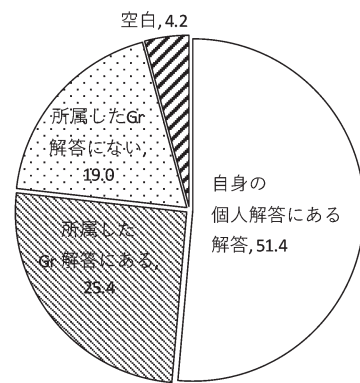


図4 グループディスカッションで出された意見の最終試験解答への反映(Gr; グループ)

3.4 グループ役割の影響

グループディスカッションの際に、役割分担として、リーダー、書記、発表者、コメント係、レポート係に分かれて行った。それぞれの役割ごとの最終試験における解答の傾向を検討した。その集計結果を図5および図6に示す。

A班の結果では、役割ごとの解答の種類に違いはなく、ほとんど同様の割合だった。B班の場合は、A班と比較して個人解答の割合が大きかった。また、B班と異なり、A班の解答では解答の空欄が最大15%あった。特に、書記やレポート係に空白が多かったのは用紙に記述することだけに意識が集中してしまった可能性がある。さらに、授業から試験までの期間が関係して空白が増加したことが考えられる。

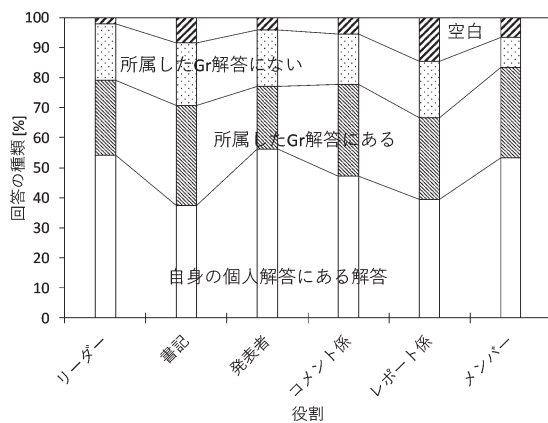


図5 A班結果 (試験までの期間4週間) n=43(リーダー8、書記8、発表者8、コメント係6、レポート係8、メンバー5)

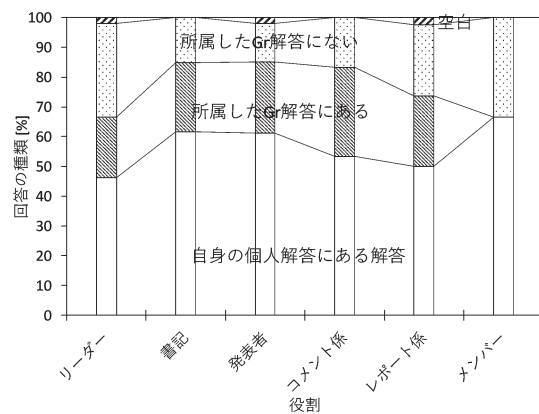


図6 B班の結果 (試験までの期間1週間) n=41(リーダー9、書記10、発表者9、コメント係5、レポート係7、メンバー1)

4. HAZOP STUDY

HAZOP は、化学プロセス工場での危険を特定するための正式な手法である。この手法は危険性を特定するのに有効であり、化学工業でよく取り入れられている。

一般に、HAZOP を開始する前に、プロセスに関する詳細情報を入手しておく必要がある。これは、最新の工程系統図 (process flow diagram: PFDs) や計装図 (process and instrumentation diagrams: P&IDs) などが含まれる。化学システム工学科 3 年生での HAZOP 演習には、学生実験で行う「酢酸エチルの加水分解反応装置」の図を PFDs や P&IDs の代わりに使用した。図 7 に提示した装置図を用いた。

一般的に HAZOP のメンバーには、各部署 (製造、電気、機械など)、研究室、技術者や安全の専門家から構成される。化学システム工学科の HAZOP 演習では、グループミーティング時に、リーダー、書記、レポート係、発表者などの役割を与えて行った。

HAZOP 演習は、以下の手順を踏んで分析を完了した。

1. 学生たちは HAZOP 演習の前に 15 分程度の HAZOP の基礎と応用についての講義を受け、その後のショートテストに解答した。ショートテストの出題範囲を表 2 に示す。
2. 5~6 人のグループを作り、図に示した酢酸エチルの加水分解装置図 (図 7) を用い HAZOP を開始した。
3. プロセスパラメータの選択 (流量、液レベル、温度、組成、圧力など)
4. プロセスパラメータへガイドワードを組合せて、「ずれの想定」を示唆する (表 3 にガイドワードを、表 4 に組合せ例を示す)
5. 「ずれ」に現実味がある場合、考えられる原因を特定し、対策を検討する

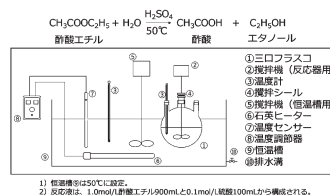


図 7 HAZOP 演習で使用した装置図

表 2 HAZOP のショートテスト内容

設問	内容
1	HAZOP の本来の目的
2	HAZOP おけるリーダーの役割
3	HAZOP 検討結果の正しい書き方
4	HAZOP 実施体制として望ましいもの
5	プロセスパラメータとガイドワードについて

表 3 HAZOP で用いるガイドワード及び意味

ガイドワード	意味	コメント
No	なし	一部の設計目標は達成されないが、何も起こらない。
More	増加	流量や温度、加熱や反応などに適用される。
Less	減少	流量や温度、加熱や反応などに適用される。

表 4 プロセスラインに対する有効なプロセスパラメータとガイドワードの組合せ (○は有効な組み合わせを示す)

	No	More	Less
流量	○	○	○
温度		○	○
圧力		○	○

表 5 出題と正答

出題	正答
リーダーの役割	プロセスを理解する スタディーノードの分割 問題の指摘 議論の発散防止 スケジュールコントロール
プロセスパラメータ	圧力 液レベル
ガイドワード	Less Reverse Other than

6. 「ずれ」がもたらす社会的重大性を評価する（あれば）
7. すべての情報を記録する

4.1 HAZOP 結果（A 班 54 人、B 班 42 人）

次に Hazard and operability study (HAZOP)の手順ついてまとめる。講義中では、HAZOPの意味、リーダーの役割、プロセスパラメータやガイドワードの種類を学習させた。また、簡単な反応装置を提示し、実際にスタディーノードに分割し HAZOP 演習を行った。これらの内容を授業 1 コマ分である 90 分で実施した。

定期試験には、リーダーの役割およびプロセスパラメータとガイドワードの説明を表 5 のように出題した。

4.2 リーダーの役割

図 8 に、リーダーの役割 5 つの説明を書く問題を採点した得点分布を示す。Total でみると正答数は 0 と 5 の人が両極端に分布していた。そこで、A 班と B 班ごとに得点分布を示したところ、B 班（授業と試験間隔が 1 週間）では 5 点が多かったが、A 班（授業と試験間隔が 4 週間）では 0 点の人が多く結果となっていた。これは、授業で学習した日と試験日の間隔が影響し、忘却曲線に対応していることが考えられる。より理解させるためには、2～4 週間程度の間隔での繰り返し演習が効果的であろう。

4.2.1 グループ役割ごとの正答率

さらに、上記の結果をグループ演習時に分担した役割別に解答率を図 9 に示す。B 班については、ほとんど 5 点であったように、役割別で影響は見られなかった。一方で、A 班の場合、授業から試験の間隔が長い間、重要な役割を担った学生には効果的であった。このことから、単に講義をするのではなく、実際にグループ演習をすることに大きな意味があることが示された。また、繰り返し実施する場合は、役割のローテーションが効果的であろう。

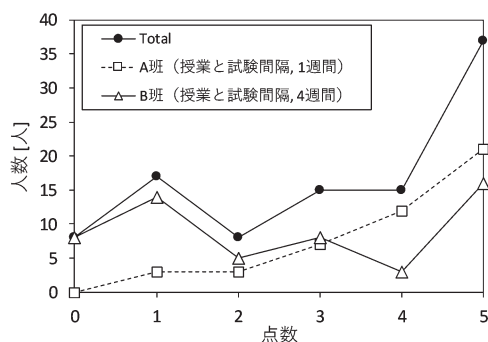


図 8 「HAZOP リーダーの役割」に対する最終試験における理解度

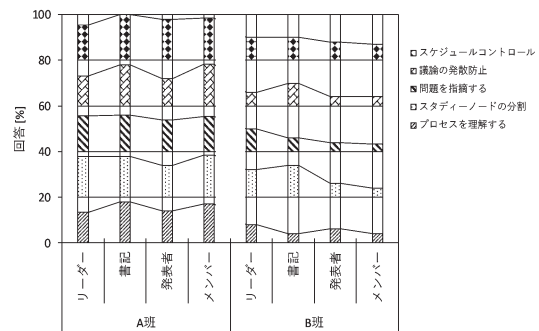


図 9 グループ役割ごとの「HAZOP リーダーの役割」に対する最終試験における理解度

4.3 プロセスパラメータとガイドワード

次に HAZOP で重要な言葉であるプロセスパラメータとガイドワードの得点分布を図 10 に示す。Total でみると、「HAZOP リーダーの役割」の正答率とは異なり、高得点側に人数が偏り、低得点側は比較的少なかった。プロセスパラメータとガイドワードを大部分の学生が理解しているのは、「リーダーの役割」という印象の薄い項目に反して、新たな専門用語であったため積極的に学んだためと思われる。

4.3.1 役割ごとの正解率について

プロセスパラメータとガイドワードについても同様に、グループディスカッション時の役割ごとに解答率を分類した。その集計結果を図 11 に示す。この項目については役割の違いによる正答率への影響はほとんど見られなかった。A 班および B 班の正答率には大きな差があるが、これは上述のように授業と試験までの期間が異なることが影響していると考えられる。約 1 か月で忘れてしまうことが明らかになったため、本格的に安全教育を実施するためには KYT や HAZOP などを定期的に行い、「安全」に対する感受性を高めてあげることが必要だと考えられる。

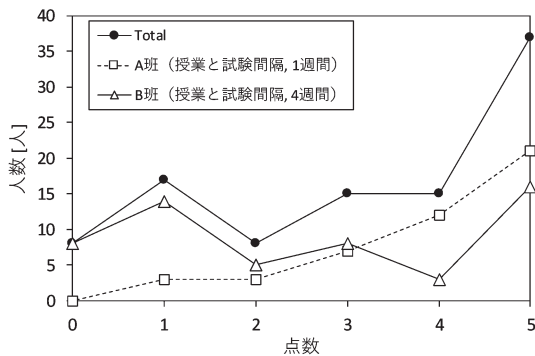


図 10 HAZOP プロセスパラメータ及びガイドワードに対する最終試験における理解度

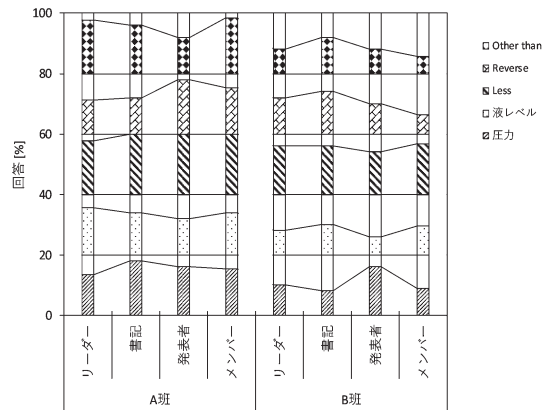


図 11 グループ役割ごとの HAZOP プロセスパラメータ及びガイドワードに対する最終試験における理解度

5. まとめ

本稿では、hazard identification の手法である、危険予知訓練 (Kiken Yochi Training: KYT) および Hazard and Operability analysis (HAZOP)を福岡大学工学部化学システム工学科 3 年次の化学工学演習 II で行い、その講義・グループ演習に関するデータを報告した。

KYT は、個人演習 → グループ演習 → 個人試験の順で行ったところ、グループ演習を経ることで、危険に対する感受性が高まり多くの危険ポイントを学生が挙げられるように

なった。一方、HAZOP 試験結果から演習から試験までの期間に影響して、試験の点数が忘却曲線に対応して低くなることも明らかになった。

以上より、安全教育においてグループ学習は効果的であるが、一定期間を置くと忘却してしまうため、グループでの役割をローテーションしながら演習を繰り返すことで更なる学生の成長が期待できるであろう。

参考文献

Crowl, D.A., Louvar, J.F., (2011). Chemical Process Safety fundamentals with applications third edition: chapter 11 Hazards Identification, Prentice Hall publisher

Zero accident promotion department of Japan International Center for Occupational Safety and Health, the Zero-accident Campaign in practice, http://www.jniosh.go.jp/icpro/jicosh-old/english/zero-sai/download/zero_sai_kyt_eng.pdf, (Sep 29, 2018 Accessed).

厚生労働省、社会福祉施設における安全衛生対策～腰痛対策・K Y 活動、<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000075093.html>、(Sep 29, 2018 Accessed)