

船舶機関士養成訓練におけるグループ討論学習法とその効果

松崎 範行⁽¹⁾ (kmaru-cc@kohkun.go.jp)

鷲塚 智⁽¹⁾・惠美 裕⁽¹⁾・河口 信義⁽²⁾ (kouguchi@maritime.kobe-u.ac.jp)・城 仁士⁽²⁾

〔⁽¹⁾ 独立行政法人航海訓練所・⁽²⁾ 神戸大学〕

Effect of the learning in group discussions on training for marine engineer

Noriyuki Matsuzaki⁽¹⁾, Satoshi Washizuka⁽¹⁾, Yutaka Emi⁽¹⁾, Nobuyoshi Kouguchi⁽²⁾, Hitoshi Joh⁽³⁾

⁽¹⁾ National Institute for Sea Training, Independent Administrative Institution, Japan

⁽²⁾ Graduate School of Maritime Sciences, Kobe University, Japan

⁽³⁾ Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University, Japan

Abstract

One of the major industries supporting Japan is the overseas and domestic shipping business, and the safety of a logistics system and protection of global environment have been developed through the excellence and skills of the Japanese seafarers who work in the shipping business. However, the number of skillful seafarers, who were born during the Japanese baby boom, has decreased due to retirement. Therefore, maintaining the previous safety of the logistics system and environmental protection is becoming difficult. In order for the young seafarer to become skillful, it was previously thought that a period of about ten years is required. However, nowadays, it seems that a skillful seafarer's training is achieved more swiftly. The traditional method of education or training has limitations under this present situation. The aim of this study is to discover new training techniques for obtaining an effective and practical result within the given limited period of time. A group discussion learning method is considered for acquiring the new educational technique in the training ships. Some experiments for investigating the effect of this technique, compared with the conventional technique, are performed, and the validity of a group discussion learning method is shown from these results.

Key words

marine engineer, skill up, on the job training, educational technique, human resource management

1. はじめに

プラントを安全かつ経済的に運転するために、プラント運転員が発生事象や予測事象に関する情報をどのように認知し、その結果どのように行動するかを知ることは重要なことである。また、プラントが大規模になるに従って、運転員のエラーを含めてプラントを安全に運転するために人間が行った意思決定及び行動の結果と機械の動作を一連のシステムとしてとらえる必要がある。船用機関プラントは、一般には「スクリュープロペラを回転させて船を推進させる」「船内に動力を供給する」と考えられるが、船舶が巨大化、複雑化するに従って、人間が介在するシステムとしては陸上の商用発電所施設に匹敵する大規模プラントであると同時に、長期間の大洋航海を連続する移動体であること等から、トラブルがあっても外部支援を求められず自律的に完結する必要がある特殊な環境の下で、運転員とプラントを構成する機器との有機的な関係によって安全かつ経済的な運用が成り立っている。

そこで、船用機関プラントの安全かつ経済的な運用遂行のためには、それに携わる運転員が熟達している必要がある。その熟達化の過程を考えると、従来は多くの機

関士やベテラン機関部員が運転に携わる熟達者の集団のなかで、初心者が熟達者とともにドック（造船所における修繕及び船舶検査工事）を含むほぼ1年単位のプラント運用サイクルを繰り返し経験するという On the Job Training によって行われていた。つまり、こうした職人的な指導に基づいて必要な知識取得及びスキルアップを行う人的、時間的余裕があった。近年、主に経済的な理由から日本人船員は減少し続け、技術の伝承の面においても、初心者が熟達者とともにプラントの運用を経験する機会が減少している（国土交通、2010）。このように少数化した要員構成下で熟達者の総数が減少し、若年層の熟達度は低下傾向にあるにもかかわらず、技術革新による機器やシステムの変化は目まぐるしく、さらに国際条約や関係法令に基づく安全性確保及び環境保護に係る要件強化や複雑化のため、機関士の業務は質・量ともに増大傾向にある。こうした状況下で、プラントを安全かつ経済的に運用できるよう、初心者を早期かつ効果的に熟達させるにはどのように訓練したらよいか、ということが大きなテーマとなり、教育訓練手法の再構築が迫られている。

熟達者はその領域での長期間にわたる経験によって、多くの良く構造化された豊かな知識や優れた技能を獲得し、その領域での課題について高度に洗練された解決ができる。しかし、「2007年問題」以降、我が国において団塊世代の大量退職により、それまでに蓄積された技術や

知識が適切に伝承されるかどうか大きな問題となったことから、こうした熟達者固有の知識や技能の果たしてきた役割が注目され、熟達に関する研究が盛んに行われた結果、ここ 25 年ほどの間に急速な発展を遂げた（稲垣ら、2002）。

松崎らは、限られた期間内に効果的かつ実践的な成果を得るための新たな教育・訓練手法を見いだすことを目的とし、独立行政法人航海訓練所練習船の機関室において、複数の熟達者（経験 5 年以上のグループ：機関士・機関部乗組員）と初心者（経験半年未満のグループ：商船高等専門学校の学生、以下実習生と言う）を被験者とし、全員に眼球運動から視線位置を計測し、同時に注視対象を画像で記録する「アイマークレコーダ」を装着させ、日常的に行っている海水ポンプ始動作業時のバルブ操作を通常どおりした場合における視線位置及び操作状態をビデオで記録した。両グループ間で、操作対象であるバルブとフィードバック情報である圧力計の注視時間、注視回数並びに操作にかかった時間を比較した結果、熟達者は初心者と比べ操作時間が短くかつ注視対象からの情報により現象を正しく評価しながら次の行動を決定していることを示した（松崎ら、2004）。

次に、松崎らは情報量の差による熟達過程の違いを調べ、作業者が得る情報量の違いにより、安全性を損なうことなく同じ作業を約 1 割程度の少ない作業時間で完了できる、との結果を得た（松崎ら、2006）。更に、松崎らは稲垣らが示した熟達化の方法論（稲垣、2002）について、アンダーソンの ACT（Adaptive Control of Thought）理論（Anderson, 1993, 1996）とラスムッセンの SRK（Skill Rule Knowledge）モデル（Rasmussen, 1983）を同一座標に融合させた熟達化のモデル（古田、1998）をもとに、熟達化における「動機付け」の役割に着目し、「指導（指導者の役

割を与えられること）による動機付け」があった場合の熟達化効果の実験を行った。この結果、同一作業に関して「指導する役割」を持つ者は、持たない者と比較して、短期間の知識獲得に優れた効果があることを示した（松崎ら、2010）。

これらの一連の研究から「情報量」や「動機付け」の違いによって教育・訓練効果が異なることがわかったが、これらは従来の手法と比較しても根本的には同じ様な教育・訓練手法が用いられており、より効果的かつ実践的な教育・訓練成果を得るためには従来とは異なる新たな教育・訓練手法を用いる必要性を感じた。そこで本論文は、一つの学習活動としてグループ別に討論形式による学習（以下グループ討論学習と言う）を導入し、船舶機関士として最も基本的かつ重要と考えられる機関室の「巡視」作業の中から「空気圧縮機」の巡視を実験対象とし、従来の講義手法に対比して本手法の定量的評価を行うとともに定性的に学習内容の特質を検討する。

以上のように、本研究では、知識の獲得において教授法の違いにより質的、量的な違いが生ずることを予想し、その効果を検証して、若年の初心者が早期に熟達できる手法を探る。

2. 熟達化とグループ討論学習法について

図 1 に本研究における個人の熟達化のための概念図を示す。

アンダーソンが提案した ACT 理論によれば、人間が経験を重ねるにつれ、迅速でよどみない操作が実行可能になるのは、「知識が宣言的な段階から手続き的な段階へと移行したためである。」とされている。宣言的な段階では、マニュアルに書かれている手順がほぼそのままの形で宣言的な知識として長期記憶中に存在しており、マニ

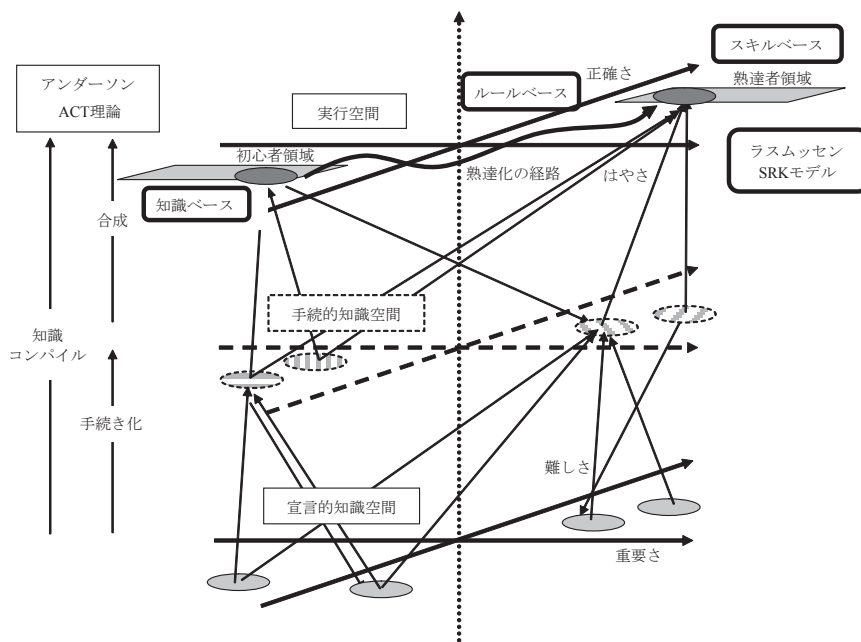


図 1：個人の熟達化のための概念図

アルの記述の宣言記憶と実際の行為の間にはギャップがあるので、実際に行為を行うときには、宣言的な知識を実行可能なように読み替える作業 (Interpretation) が必要になり、初期の宣言的な知識は直接的に実行可能な心的ルールとして表象される。こうした知識の変化のメカニズムを、アンダーソンは手続き化 (Proceduralization) と呼び、さらに学習が進むと一連の操作を一挙に行うことが可能になるが、これは合成 (Composition) というメカニズムによるとされる。合成とは連続して用いられる複数のルールが1つのルールになるというメカニズムである。これらの2つのメカニズムはまとめて知識コンパイル (Knowledge Compilation) と呼ばれている。知識コンパイルによって迅速な処理が可能になるのである。人がたどどしく操作を行う段階から、半ば自動的な操作が可能になる段階へ至るのは、こうした知識の形式の変化による。(稲垣ら, 2002)

図1では、アンダーソンの ACT 理論に基づいて熟達化を「宣言的知識空間」、「手続的知識空間」、その知識が実行される「実行空間」の3つの空間に分け、宣言的知識は「難しさ」および「重要さ」別に、それぞれの知識が各空間内に配置されると考える。熟達化の過程は、それら宣言的知識を「手続き化」によって手続的知識に変化させ、その後合成によって手続的知識を実行に変化させる。次に、実行空間上の「実行」は「遅く」かつ「正確でない」初心者領域から「早く」かつ「正確な」熟達者領域へ移行する。この過程をアンダーソンの熟達化とみなす。さらに、ラスムッセンによる SRK モデル (古田, 1998) では、「正確さ」と「早さ」で与えられる実行空間内にある「実行」が「知識ベース」から「ルールベース」さらに「スキルベース」へと進むにつれて、実行空間内の位置は「初心者領域」から「熟達者領域」へと移行する。すなわち、初心者が知識ベースからルールベースで言語的に行っていた情報処理を、スキルベースの実行空間のなかで自動的に行えるようになる。この過程をラスムッセンの熟達化とみなす。図中の各空間を移行する矢印は、上の両理論における知識の様態変化が普遍的な段階を踏む不可逆的な上位方向への移行にイメージされることに對し、現実のプラント運転員の熟達過程においては、隣接する段階のスキップや「低い」レベルに戻る知識の獲得もあることを示している。

次に、個人とグループ討論学習法による熟達化の違いを考察する。グループによる討論を用いた学習法は、「宣言的知識空間」、「手続的知識空間」及び「実行空間」におけるグループ内参加者のお互いの空間共有と考えることもでき、各空間において参加者がお互いに補い合いまた助け合うことで参加者同士が支え合うことができると考えられる。さらに、単にそれらの空間で得られた知識や経験を共有して教え合うという手法の展開だけで無く、課題解決に向けたグループ討論の意味をお互いに十分理解することも必要となる。

与えられた課題を単に解決するというのではなく、少なくともその課題の意図を理解しようと努力し、その問

題に関連して自分が理解していることがどのように結びついていくのかを意識しながら行う学習活動は、教授的介入 (ファシリテーション) によって促進することもでき、それによって学習効果が高まることが分かっている (大島, 2006)。

そこで、図1において各個人が宣言的知識を獲得する過程や、獲得した宣言的知識が手続的知識に移行する過程で、参加者相互の空間共有を図るグループ討論を行うことで参加者がお互いに補い合い、助け合い、支え合うことが可能となり、こうした活動を通じて自ら課題を解決する方法を導き出す、という成功体験を経ることから、従来の、講義、動作の模擬、マニュアル記載事項の実行といった受け身的訓練手法とは異なる知識の獲得形態が生ずるため、効果的な知識の移行の実現が期待される。

以上の考え方に基づき本研究では、練習船における効果的な教育・訓練手法としてグループ討論学習法を導入し、練習船実習生が獲得した宣言的知識を手続的知識に移行させる過程における本学習法の効果を実験的に検討することを目的とする。

3. 実験

3.1 対象作業及び装置

大型船を運航する要員は、大きく操船に関わる航海関係と推進、動力プラントを運用する機関関係にわかれ、航海関係は航海士及びそのスタッフが、機関関係は機関士及びそのスタッフがお互いに分業を行っている。本論文で対象とするのは機関関係の作業で、機関室を巡回して装置を直接監視する「巡視」作業である。

「巡視」は、船舶の機関士が行う最も基本的かつ重要な作業であり、作業者の知識及び経験などの熟達の違いによって監視結果に大きく差が出る作業でもある。したがって、「巡視」の方法によっては、各装置の作動状況を判断するためのインジケータの数値の「意味」が理解できることや、それが「正常である」「異常ではないか」といった「判断」をする能力が必要となる。これらの理解や判断能力はカタログに書いてあるような「宣言的知識」のみでは成り立たず、宣言的知識を実際の機器の構造や作動の理解に高め、その結果として、見ているものの正常/異常を判断する、という心的メカニズムが必要となる。この一連の心的作業を一挙に行う (自動化する) ときにアンダーソンの知識コンパイルが完成する。

そこで「見てはいるが未知」のものを「既知」とし、「実際の機器の構造や作動の理解」に高め「正常/異常を判断」につなげるまでの過程をグループ討論学習法により行わせ、その効果を検証した。なお、実験対象として広範囲な機関室の機器の巡視すべてを対象とすることは困難であるため、今回は「空気圧縮機」の巡視をテーマとして実験 I 及び II の二つの実験を行った。

空気圧縮機は船舶に一般的に装備されている機器で、自動制御機器を作動させる「制御空気」を作る「制御空気圧縮機」と、船内機械の駆動あるいは掃除等に使用する「雑用空気」を作る「雑用空気圧縮機」の2種類があり、

いずれもピストンがシリンダ内を上下することで空気を圧縮する。

3.2 実験 I

実験 I はグループ討論学習法の手法の確認とその効果を定性的に調べるため、平成 21 年 2 月から 3 月までの約 1 ヶ月間にわたり、独立法人航海訓練所所属練習帆船日本丸（帆船、総トン数 2,570 トン）において、国立商船高等専門学校 の 5 年生 16 名を対象に実施した。

実験 I では、はじめに船内の機関室において、経験を積んだ機関士と実習生のそれぞれに視線の動きを画面上の点として記録する“アイマーク・レコーダ”を装着させ、制御及び雑用空気圧縮機を含む経路を巡視し、その視線の動きを記録した。次に、実習生を 4～5 名ずつの 4 グループに分け、機関士及び実習生の視線動画を同時に

表 1 各グループの発言と気づき

<p>[グループ A]</p> <p>①「ベテランはどこを見ていたか」 ②「なぜオイルゲージを見るか」 ③「雑用圧縮機との違いは」 ④「無給油にするのはなぜか」【給油しなくても良い材質を使っている】【制御空気に油が混ざってはいけない】 【油が減っていたら困る（制御空気に混ざっている）ということだからオイルゲージを見る】【今まで見ていなかったのは気づかなかったから、今後は見てみよう】【すぐベテランにはなれないことがわかった】 【いかに勉強していないか気づかされた】【力の差を見せつけられた】【構造の理解の必要性を知った】【正常な数値を憶えていて正しいかどうかを考えていた】</p>

<p>[グループ D]</p> <p>①「なぜ制御圧縮機のオイルゲージを見るか」 ②「雑用と制御を分ける理由は」 ③「両圧縮機はどのように違うか」……多数指摘…… ④「拡大図に注意して」……多数指摘……【往復動機構が違う】 ⑤「往復動メカニズムを使い分けているのはなぜ」……多数指摘…… ⑥「オイルシールの役割は」【油がシリンダに上がらないように】 ⑦「上がらないなら潤滑は」……疑問を持ち、他の機械の例や新アイデア…… ⑧「ピストンリングの違いは」【テフロン、フライパンで使う、焼き付かない、油がいらぬ】【制御空気圧縮機は油が要らないタイプ】 ⑨「オイルゲージが減ることの意味は」【制御と雑用で減る量が違う】【制御はほとんど減らない】【制御空気に油を混入させたくない】 【こういう知識は巡視に生かせる】【構造を知れば見る箇所がわかる】【巡視が楽しくなる、今までは「これでいいのかな」と思っていた】【しっかり見回れて早期に異常がわかる。機器の重要性、中身を知ってきたい】 【機器作動、相互作用を理解したい。】</p>
--

映示して、機関士と実習生の視線の動きの違いについてフリートークを行い、その結果を筆記記録した。さらに、動画を繰り返し再生しながら筆記記録した内容について「機関士と実習生の違いはなぜ生ずるか」について、ファシリテータが必要に応じて質問、助言や明確な間違いを指摘しつつ、討論のテーマを対象機器（空気圧縮機）へと導く形で、実習生間でブレインストーミングを中心とした（Barkley, Gross & Major, 2005）のケーススタディの手法を用いて討論を行わせた。

3.2.1 実験 I の結果及び考察

討論の結果、4 グループのいずれも自分たちが「たくさん機器を巡視するなかで、実習生は空気圧縮機のオイルゲージを見落としている」ということを指摘し、その原因として「オイルゲージを見る理由や必要性がよくわかっていない」ということに気づいた。ファシリテータはここを起点として、圧縮機の構造図を提示するとともに討論を導いた。機関室におけるケーススタディ実施の状況を図 2 に示す。

全てのグループに対してファシリテータは同一人物としたが、各グループでは学習の過程に以下のような違いが見られた。



図 2：機関室におけるケーススタディ

- **グループ A :**
オイルゲージから圧縮機、気付きが活発に発表されるようになったため、ファシリテータはあまり関与せずに自由意見を述べさせた。
- **グループ B :**
質問に対する回答という形式でのコミュニケーションが主であり、主テーマにはたどり着いたが、それ以上の「気づき」はなかった。
- **グループ C :**
ファシリテータの導く方向とはちがうテーマに強く関心が向けられ、4 グループの中で本グループだけが求めるテーマの水準に達しなかった。
- **グループ D :**
討論を続ける内に、座学課程を含めてこれまでで学んだ内容との関連が多いことに実習生が気づき始め、ファシリテータもそれを促したため、非常に活発な意見交換が実施できた。

このように同じファシリテータが導いているにも関わらずグループ間で到達点に大きな差異が生じていることがわかった。また、ファシリテータの導きにより「気づき」の量や質の違いが生じていることから、質問に関して「一問一答式のコミュニケーションは避ける」「テーマからの逸脱は早い時期に主題に戻るよう導く」「正しい討論の方向性が見えれば自由に発言させる」「これまでの学びの結果に気づき、表現する楽しさを感じさせる」といった点に留意が必要であると考えられる。

ファシリテータが構造図を提示して「導き」を始めてからの発言を、各グループ別に①②③の時系列順で表 1 に示す。それぞれの丸数字の間には実習生の討論があり、【 】はその時点での実習生の本テーマに直結した「気づき」発言を示す。表中の下線は次のように分類される。

- 【 】 機器の構造／材質／作動原理に関する気づき
- 【 】モチベーションの向上につながる気づき
- 【 】 自分の持つ能力に関する気づき

このように、グループ討論学習では、従来の講義法の

みでは獲得できない、技能習得上重要な「気づき」が多く見られた。

3.3 実験Ⅱ

実験Ⅱは、ペーパーテストを用いてグループ討論学習法の学習効果を定量的に調べ、さらに知識が質的にどのよう定着するかを調べるため、平成 22 年 8 月から 9 月までの約 1 ヶ月間、同航海訓練所所属練習船銀河丸（汽船、総トン数 6,185 トン）にて行われた。対象者は同高等専門学校 5 年生であるが、実験Ⅰとは 1 年異なる年度の学生である。

実験Ⅱでは、練習船銀河丸の機関室において実習生を 10～11 名ずつの 6 つのグループにわけ、予め全員同時に、機器の部品名や構造、作動形式などに関する宣言的知識を講義形式で与えた。次に一方の 3 グループには従来型、すなわち通常の教育機関で行われているものと同様の講義形式による方法、他方の 3 グループには新たな試みとしてのグループ討論学習法による方法で、実験Ⅰで行った「オイルゲージ」の巡視上の意義に関して学習させ、グループ討論学習法で実習生が獲得した宣言的知識を手続きの知識に移行させる過程を観察してその効果を調べた。

グループ討論学習法は、次のステップで実施した。

- **ステップ①**
巡視者（ベテラン機関士）が 2 種類の空気圧縮機を含む経路を巡視している動画を見せる。動画では、「注視箇所」をライトによって照らすことで巡視対象がわかるようにしてある。
- **ステップ②**
巡視者が「何を見ているか」を実習生に声に出して呼称させ、ホワイトボードに列記。
- **ステップ③**
呼称があいまいになる「オイルゲージ」まわりの映像を再度、3 倍速で見せる。
- **ステップ④**
2 つある「オイルゲージ」を区別して呼称できないことに気付かせる。

表 2：分散分析結果

教授法	テスト	設問① [常識的]	設問② [実験対象]	設問③ [無関係]
講義形式	学習前	3.03 (0.87)	3.10 (0.98)	1.00 (0.97)
	学習後	3.77 (0.56)	4.58 (1.26)	1.39 (0.76)
G 討論学習	学習前	3.26 (0.82)	2.94 (0.77)	1.32 (0.79)
	学習後	3.58 (0.89)	4.97 (1.28)	1.19 (0.98)
教授法		0.01 (n.s.)	0.23 (n.s.)	0.14 (n.s.)
テスト		19.99 (p < 0.01)	149.89 (p < 0.01)	0.81 (n.s.)
教授法×テスト		3.1 (n.s.)	3.65 (n.s.)	3.22 (n.s.)

注：上段の数字は平均値 (SD)、下段は F 値 (有意確率)

- ステップ⑤

「それぞれのオイルの役割はなにか」を起点に空気圧縮機の構造、作動等について実験Ⅰ同様のケーススタディを行う。

実験Ⅱでは、学習効果を定量的に調べるために、ケーススタディの前後に、以下の設問による3択式全13問のペーパーテストを実施した。

- 設問①

今までの訓練による常識的設問（常識）

4問

- 設問②

実験Ⅱによる学習対象とした設問（対象）

6問

- 設問③

先入観を除くための設問（無関係）

3問

3.3.1 実験Ⅱの結果及び考察

ペーパーテストは、事前及び事後の評価のため、最初のグループがグループ討論学習を行う3日前と最後のグループ討論学習の3日後に、被験者全員同時に実施し、集計結果を分散分析で比較した。ペーパーテストの設問別に従来型講義形式とグループ討論学習法における事前及び事後テストの分散分析結果を表2に示す。まず、教授法の主効果は全ての設問において有意差は認められなかった。またテストの主効果は設問①と②では1%の有意水準、で認められたが、設問③では有意差はなかった。これらのことから、常識的な設問群と実験対象とした設問群において、従来の講義形式と同等の学習効果が認められることがわかった。

2つの教授法に量的な学習効果の差異はないことがわかったが、討論の発言記録や気づきの様子などを分析した結果、

- (1) 参加者全員に発言者としての「役割」が与えられることから、最後まで学習テーマに興味を持った。
- (2) 発言内容の不足や誤りについて、周囲が補い、訂正することを繰り返して知識の相互補完を繰り返した。
- (3) 話題により自然にリーダーシップを取る者が現れ、それが時には交代し、強制せずに組織的な話し合いが形成された。

といった状況が多数見られた。さらに、グループ討論学習法による学習内容の特質として次の5つの気づきが認められた。

- 気づき1:

制御空気圧縮機がクロスヘッドタイプなのにシリンダを潤滑していない（日本丸と同様）。

〔解説：座学で学習する往復動機械の「常識」では、クロスヘッドタイプでは独立してピストンとシリンダの摩擦部を潤滑する必要があるが、この常識と異なる気

づきである。〕

- 気づき2:

制御空気圧縮機のピストンリングは耐焼き付き性に優れるテフロン性であること（同上）。

〔解説：ピストンリングは金属製で潤滑油が必要なのになぜ潤滑していないか、という考察から先入観と異なる構造、材質の気づきにいたっている。〕

- 気づき3:

制御空気圧縮機がクロスヘッドタイプなのは、空気に油などの不純物を入れないためである。

〔解説：機械側からの考察ではなく、使用先にどのような性質の空気が求められるか、という考え方ができることにより、この気づきにいたった。〕

- 気づき4:

主空気圧縮機は単シリンダなのに2段圧縮が出来る（銀河丸搭載機の特徴）。

〔解説：2段階に圧縮するには2シリンダ必要、という先入観をもった状態から、構造、作動の考察と理解により、「不思議な仕組み」であったものが「仕組みがよくわかった」という達成感のある状態となった。〕

- 気づき5:

主空気圧縮機はトランクピストンタイプなのにシリンダ注油をしている（銀河丸搭載機の特徴；小型往復動機械の常識と異なる）。

〔解説：座学で学習する往復動機械の「常識」では、クランクピストンタイプでは独立してピストンとシリンダの摩擦部を潤滑する必要がなく、シリンダ注油構造はない。この常識と異なる気づきにいたった。〕

などの重要な気づきの産出が観察された。

特に「気づき5」は、重要である。当初、実習生には「トランクピストンタイプはシリンダ注油をしない」という「宣言的知識」があった。これは「シリンダ注油機能は必要が（存在し）ない」という「常識」であり、故に油の量をオイルゲージで確認する意識を持ち難かった。この量の注意を怠ることは、機械の致命的な故障を招くパラメータを常に見落としているということであり、気づき5によって「存在しないはずのもの」から「必ず見なければならないもの」に変化し、プラントを危険な状態に陥れることを防止する能力をひとつ獲得したといえる。

過去の経験により新しい習慣の形成、知識・技能の獲得を促進したり、妨げたりすることを発達科学において学習転移と呼ぶが、問題の意味を理解し、それをどのような意図で学習するのか、ということ意識しながら行う学習は、獲得した知識が後の学習に転移する可能性を高め、それゆえにより効率的に理解を深めることができる（大島、2006）ことがわかっている。

実験Ⅱにおける気づきは、ほぼ実験Ⅰと同様の到達状況であり、グループ討論学習が整合性をもって適用できることを示している。また、学習された宣言的知識の量的側面については従来の講義形式と差異は認められなかったが、気づきの内容分析からは講義形式とは明らか

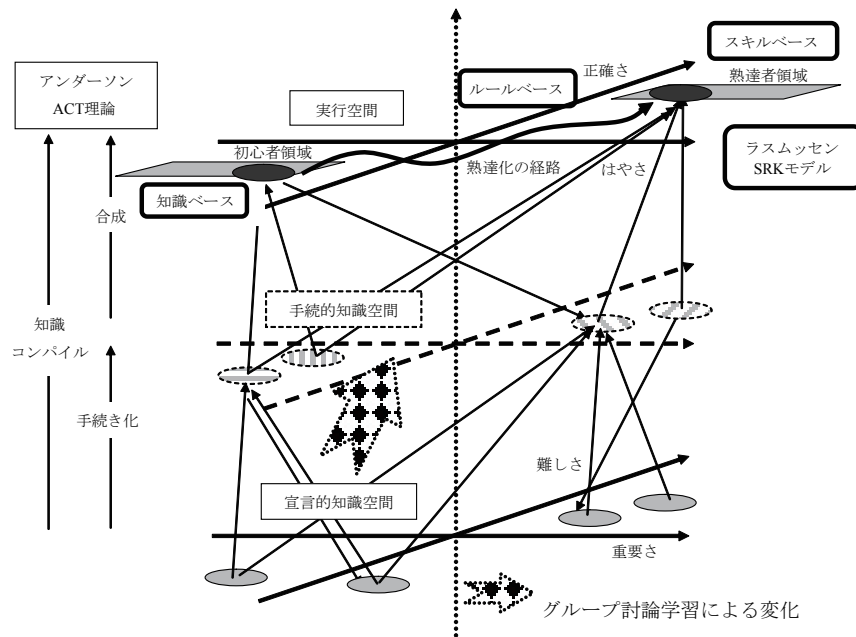


図3：グループ討論学習による知識の移行

に異なる学習転移が観察された。具体的には、気づき5で「トランクピストンタイプはシリンダ注油をしない」という宣言的知識に「(銀河丸では) 主空気圧縮機はトランクピストンタイプなのにシリンダ注油をしている」という宣言的知識を単に付加するのではなく、系統図、断面図、スケルトン図等を駆使しながらメンバー相互に知識を補完し合い、組織化し、結果としてプラント運用における巡視時の危険回避能力を獲得することができたと考えられる。

すなわちグループ討論学習では、宣言的知識空間の「知っている」知識から、事象に対応して「油が少ないことを発見できる→その油の役割や重要性を理解している→他の作業に優先して補給すべきと判断できる」という思考過程を経て正しく処置できる「手続的知識空間」に、自ら移行できたことが大きな特徴的であると言える。グループ討論学習におけるこのような知識の移行を図3で示す。

4. まとめ

船舶機関士の養成は、国家的な責務でありながら、対外的に高額な人件費や団塊世代の一斉退職による人材とその知識及び技能の喪失、いわゆる「2007～2012(再雇用・定年延長)年問題」等、日本特有の多くの課題を抱えている。そうした中で、従来手法に比べて効果的な教育手法の構築が求められている。

本研究は、はじめに熟達化の過程におけるグループ討論学習法の機能と役割を考察した。次にグループ討論学習法を船舶機関士養成のための教育並びに訓練の手法として導入することを試みた。実験Ⅰではグループ討論学習過程の定性的な分析を行い、学習特性を把握した。さらに実験Ⅱにおいて従来の講義型学習とグループ討論学

習との差異を量的に検討するとともに、学習過程を追跡して定性的に検討した。従来型学習、グループ討論学習法のいずれも学習の結果として定量的な効果が認められたが、グループ討論学習法では参加者が相互の働きかけによって課題の意味を理解し、学習の意図を意識しながら知識を転移させて宣言的知識空間を広げ、手続的知識空間に移行させ、獲得した知識の重要性に自ら感銘を受け、プラント運用能力を獲得する、という学習事象が観察された。

一方、本研究で行ったペーパーテストによる量的評価結果の比較で、2つの学習効果において有意差は見られなかったことと、グループ討論学習法の学習特性の特徴から、同学習法の効果、有効性を適切に評価するためには、ペーパーテストに加え実技、口頭等による能力評価の方法を導入する必要があることがわかった。

海上、密閉空間、多人数の同世代同乗(同居)、長期間の外部との通信連絡遮断といった特殊な環境にある船舶においてコミュニケーションの重要性は言うまでもない。その実船の運航を用いた実践教育訓練において、こうした環境下での有効な教育手法として、今後もグループ討論学習法のさらなる適用可能性を探る必要がある。

参考文献

- 国土交通省 (2010). 平成22年度国土交通白書, 第5章 第4節.
- 稲垣佳世子・鈴木宏昭・亀田達也 (2002). 認知過程研究. 日本放送出版協会, 44頁.
- 稲垣佳世子・鈴木宏昭・亀田達也 (2002). 認知過程研究. 日本放送出版協会, 93-95頁.
- 大島純 (2006). 教授・学習過程論. 日本放送出版協会, 143頁.

- 松崎範行・三輪誠 (2004). 船用機関プラントにおける運転要員の行動について. 平成 15 年度独立行政法人航海訓練所研究発表会予稿集.
- 松崎範行・三輪誠・横田隆一・多田恭祐・中村哲・河口信義 (2006). 船舶機関士のスキルアップに関する認知的研究—異なる学習法によるバルブ操作時間. *Proceedings of Techno-Ocean 2006/19th JASNAOE Ocean Engineering Symposium Kobe, JAPAN*.
- 松崎範行・恵美裕・三輪誠・河口信義 (2010). 船舶機関士の熟達化に関する認知的研究. *日本マリンエンジニアリング学会誌*, 第 45 巻, 第 2 号, 112-120 頁.
- Anderson, J. R. (1993). Problem solving and learning. *American Psychologist*, Vol. 48, pp. 35-44.
- Anderson, J. R. (1996). ACT: A simple theory of complex cognition. *American Psychologist*, Vol. 51, pp. 355-365.
- Rasmussen, J. (1983). Skills, rules, and knowledge; signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models, *IEEE Transaction on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. SMC-13, No. 3.
- 古田一雄 (1998). プロセス認知工学. 海文堂, 45-46 頁.
- Barkley, E. F., Cross, K. P., & Major, C. H. (2005). 協同学習の技法. ナカニシヤ出版, 149-153 頁.

(受稿 : 2011 年 12 月 27 日 受理 : 2012 年 3 月 26 日)