

船舶機関における危険事象の因果関係に関する学習支援システム

A Learning Support System for Understanding the Cause and Hazardous Events Relationship in the Vessel Engine

岡本 忠洋^{*1}, 山口 真之介^{*1}, 近藤 秀樹^{*1}, 大西 淑雅^{*1}, 津森 伸一^{*2}, 若菜 啓孝^{*3}, 西野 和典^{*1}
 Atsuhiko OKAMOTO^{*1}, Shin'nosuke YAMAGUCHI^{*1}, Hideki KONDO^{*1}, Yoshimasa OHNISHI^{*1},
 Shin'ichi TSUMORI^{*2}, Hirotaka WAKANA^{*1}, Kazunori NISHINO^{*1}

^{*1}九州工業大学

^{*2}近畿大学九州短期大学

^{*1}Kyushu Institute of Technology

^{*2}Kyushu Junior College of Kinki University

^{*3}長崎大学

^{*3}Nagasaki University

Email: okamoto@smile.kyutech.ac.jp

あらまし：本研究では，経験の浅い若手船員が，実機関がない机上でも，船舶機関における危険事象の因果関係について学習できることを目的とし，学習支援システムを開発する．出題には，熟練船員の知識をもとに作成する危険事象の因果関係図を用いる．

キーワード：船舶機関，危険事象，因果関係，学習支援，出題

1. はじめに

近年，主に経済的な理由から日本人機関士および機関員は減少し続け，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⁽¹⁾．また，「2007年問題」以降，団塊世代の熟練船員が大量に退職を迎えることにより，その知識が若手船員に十分に継承されないことが問題になっている．その若手船員の養成機関である商船学校では，カリキュラムの一環として航海実習が組まれている．しかし，実習時間が少なく，危険事象に直面する機会はほとんどないため，経験を要する異常の原因特定の方法や対処法を学習することが難しい．

そこで本研究では，経験の浅い若手船員が，実機関がない机上でも，危険事象の因果関係に関して学習できることを目的とし，熟練船員が経験から得た知識をもとに，危険事象の因果関係に関する学習支援システムを開発する．

本システムにおける出題には，船舶機関における危険事象の因果関係や対処法などの情報を表す因果関係図を用いる．また，機関図を用いることで，危険事象が生じる場所も学習できる．

2. 危険事象の因果関係図

船舶機関における危険事象に関する情報を抽出するために，熟練船員にヒアリングを行い，得られた因果関係や対処法などの情報を図1のような因果関係図で表す．この図は，危険事象ノードと因果関係のあるノード同士を繋ぐ原因リンク，事象が生じる場所ノードを繋ぐ場所リンク，対処法ノードを繋ぐ対処リンクで構成されている．

例えば，「乳化した潤滑油によるストレーナーの目詰まり」という事象に対しては，原因：「潤滑油乳化」，場所：「潤滑油ストレーナー」，対処法：「ストレーナー掃除」の因果関係がある．

また，原因にはそれぞれ優先順位を設定する．優先順位とは，実際の現場での事象の生じやすさを示す指標である．優先順位の値が高い程，生じやすい事象であり，船員にとっては認知度が高いすなわちその事象に関する問題の難易度は易しいと考えられる．出題はこの優先順位に基づいて行う．

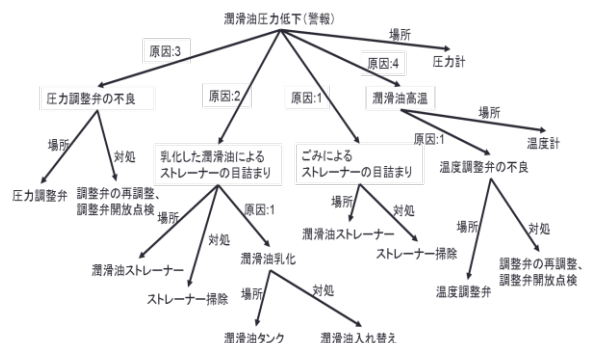


図1 危険事象の因果関係図

3. TELLUS を用いた機関図

本システムでは，学習者が実機関のイメージを掴むことができるように，図2のような機関図を用いる．学習者はその図を探りながら原因を特定していく．機関図の表示には，富士電機・発紘電機の遠隔監視ソフトウェアである「TELLUS」⁽²⁾を用いる．表示する機関図は出題に合わせ，正常な状態と異常な状態をシステム内で動的に変化させる．

各機関をクリックすることで，図3のような詳細な状態を示す画面へと遷移する．そこで異常があると判断した場合は，その具体的な事象内容の解答へ移る．解答形式については，次章で述べる．

また，本システムでは，学習者が原因を特定するまでの機関の探り方も考慮する．明らかに連続して原因がない機関を探った場合，理解できていないものと判断する．

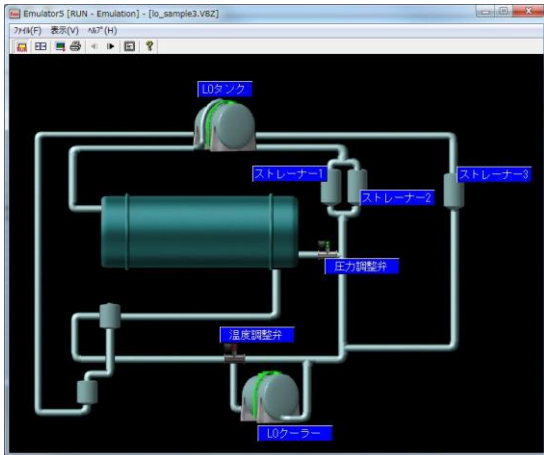


図 2 TELLUS 上の潤滑油系統

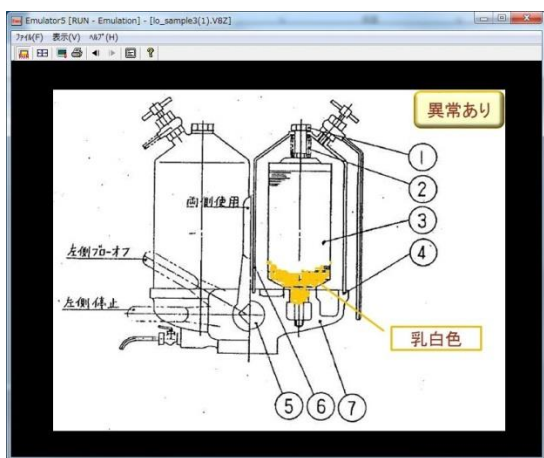


図 3 ストレーナーの詳細な図

4. 出題方法

4.1 出題戦略

本システムでは、図 1 のような因果関係図をもとに、危険事象に関する問題を自動生成し、学習者に解答させる。出題は前述した通り、因果関係図上の原因事象の優先順位に基づいて行う。優先順位が高い、すなわち船員にとって認知度が高いと考えられる事象に関する問題から出題を行う。

出題では、まず始めにある警報状態を表示する。この時、システム内では、因果関係図上の事象ルート（原因リンクの連結）が動的に選択される。例えば、「潤滑油圧力低下」→「乳化した潤滑油によるストレーナーの目詰まり」→「潤滑油乳化」というルートである。前述した TELLUS 上では、これらの事象を示す機関図が表示される。学習者は、表示された機関図を探り、このルート上の原因事象を特定し、その具体的な事象内容を解答する。

全ての原因事象を解答させた後、各事象の対処法についても解答させる。対処法は下位の原因事象から解答させる。したがって、上記の例の場合、最初に「潤滑油乳化」、次に「乳化した潤滑油によるストレーナーの目詰まり」の対処法を解答させる。

また、学習者の解答に誤りがあり、理解できてい

ないと判断した場合、解答における選択肢を変化させ、再度同じ問題を出題する。さらに、正解した場合でも、数問後に再度同じ問題を出題し、理解の定着を図る。

4.2 解答形式

原因や対処法の解答には、選択式を採用する。例えば、原因事象「潤滑油乳化」を解答させる問題の場合、以下のような選択肢を与える。

- ・ごみによるストレーナーの目詰まり
- ・温度調整弁の不良
- ・潤滑油乳化

学習者が間違った事象を選択した場合、フィードバックとして、その事象が、どの事象の原因に該当するか示す。上記の例の場合、「温度調整弁の不良」を選択した場合、「潤滑油高温」の原因であることを学習者に示す。

また、対処法については、以下のような選択肢を与える。

- ・潤滑油入れ替え
- ・圧力調整弁の開放点検
- ・温度調整弁を再調整

学習者が間違った対処法を選択した場合、フィードバックとして、その対処法が、どの事象の対処法に該当するか示す。上記の例の場合、「圧力調整弁の開放点検」を選択した場合、「圧力調整弁の不良」の対処法であることを学習者に示す。

4.3 誤答選択肢の選出

解答における誤答選択肢は因果関係図から選出する。その際、出題に用いた事象ルートとは別のルート上の事象から選出する。上記の例の場合、「潤滑油圧力低下」→「乳化した潤滑油によるストレーナーの目詰まり」→「潤滑油乳化」という事象ルートであるが、そのルート上以外の事象「ごみによるストレーナーの目詰まり」、「温度調整弁の不良」を誤答選択肢として選出させている。

5. おわりに

本稿では、船舶機関における危険事象の因果関係に関する学習支援システムについて述べた。今後、危険事象の因果関係図をもとに、システムを開発した上で、商船学校の学生を対象とし、実証実験及び評価を行う。

謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金・基盤研究(C) (課題番号 25350337) の助成を受けている。

参考文献

- (1) 松崎範行, 恵美裕, 三輪誠, 河口信義: “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, Vol.45, No.2, pp.260-268 (2010)
- (2) “TELLUS”, <<http://www.hakko-elcc.co.jp/site/tellus/>> 2014年6月1日アクセス