

ヒューマンエラーを要因とする事故解析手法に関する研究

日大生産工(院) ○橋本 淳史 日大生産工 山本 壽夫
 日大生産工 鳥居塚 崇 日大生産工 三友 信夫

1 緒言

近年、原子力、化学プラント、航空機、船舶等の大規模システムにおいて、ヒューマンエラーを要因とする事故が数多く発生している。しかしながら、ヒューマンエラーに着目した事故解析に関する手法は確立されていない。一方、原子力分野では、原子力発電所の安全評価のために、PRA(Probabilistic Risk Assessment)が用いられている。このPRAにおいては、プラント機器の故障率だけでなく、ヒューマンエラーを定量的に評価するための人間信頼性解析 (Human Reliability Analysis, HRA)等も行われている。

そこで本研究では、PRAの手順を参考とした事故解析手法について検討を行う。図1は、現在検討している解析手法の概要である。提案した手法は、事故シナリオの同定(Step1)、定量的評価(Step2)、事故原因の抽出(Step3)の3つのステップで構成される。本研究で提案する解析手法においては、まず検討対象となる事故から事故シナリオを同定し、その妥当性を確認する。次に作成した事故シナリオについて、HRA手法を用いて定量的評価を行う。最後に得られた結果について、重要度評価を行うことにより事故の原因を抽出する。

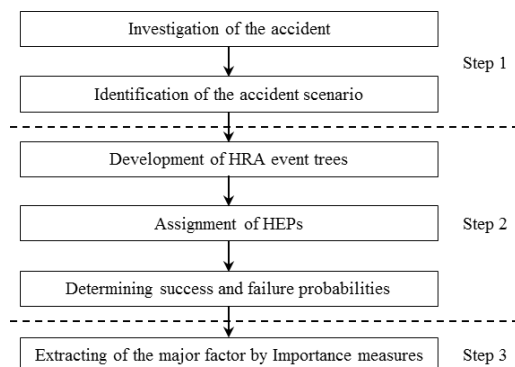


図1 解析手法の概要

本報告では、提案した手法のStep2、Step3について、タイタニック号事故を例に挙げ解析を行い、

提案した手法の妥当性の検討を行った。その結果について報告を行う。

2 解析対象およびStep1

解析対象としてはタイタニック号事故を取りあげ、提案した手法の事故シナリオの同定プロセス(Step1)に基づき、解析を行った¹⁾。得られた事故シナリオを以下に示す。

- 1: 出航の遅れ
- 2: 警告信号の無視
- 3: 氷山への接近に気付かなかった
- 4: 避航動作の遅れ
- 5: 氷山との衝突

3 解析方法

3.1 定量的評価 (Step2)

Step 1で得られた事故シナリオを基に、HRAイベントツリー²⁾を作成する。HRAイベントツリーとは、作業者の行う一連のタスクを失敗・成功の2分岐のツリー構造に展開したものである。この各分岐に、分岐確率を割り当てることで、対象とする作業全体の失敗確率の算出を行う。

3.2 事故原因の抽出 (Step3)

HRAイベントツリーによって得られた結果について、重要度評価を行うことにより、事故発生に影響を与えた要因を抽出する。重要度評価指標は様々な指標が存在するが、本研究では、改善対策の効果と安全上の重要度が大きいものを抽出することができるFV (Fussel Vesely) 指標、RAW (Risk Achievement Worth) 指標の2つの指標を用いる³⁾。FV値、RAW値は、(1)、(2)式で得られる³⁾。F(x)は、元の作業全体の失敗確率、F(0)は、ある作業の失敗確率を0とした場合の作業全体の失敗確率、F(1)は、ある作業の失敗確率を1とした場合の作業全体の失敗確率を示している。

$$FV = \frac{[F(x) - F(0)]}{F(x)} \quad (1)$$

Study on the analysis method for accidents caused by human error

Atsushi HASHIMOTO, Hisao YAMAMOTO, Takashi TORIIZUKA and
 Nobuo MITOMO

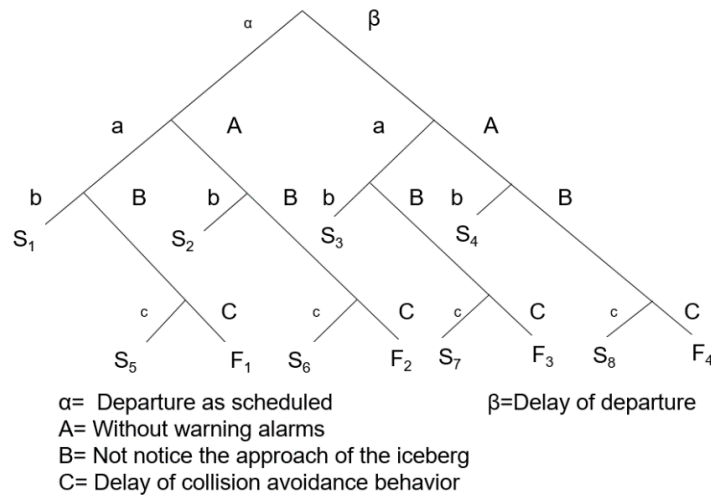


図2 タイタニック号事故のHRAイベントツリー

$$RAW = \frac{F(1)}{F(x)} \quad (2)$$

4 結果

Step1で得られた事故シナリオを基に、HRAイベントツリーを作成した(図2)。分岐確率は、THERPで提唱されている失敗確率²⁾を参照した。β、Aについては、既往の研究で用いられている確率⁴⁾を適用した(表1)。HRAイベントツリーにおける全体の失敗確率は、F₁からF₄の和で求められる。得られた失敗確率は、2.50-E02となった。

表1 HRAイベントツリーに適用した分岐確率

Item	Task	Probability
β	Referring to the previous study ⁴⁾	6.24E-04
A	Referring to the previous study ⁴⁾	8.00E-01
B	Table 20-22(4) Given that the position of locally operated valve is checked, noticing that it is not completely opened or closed ²⁾	5.00E-01
C	Table 20-2(1) Failure to perform rule- based actions ²⁾	5.00E-02

次に、HRAイベントツリーによって得られた結果について重要度評価を行った。各タスクについて、FV値、RAW値を算出した。得られた結果の各値を軸としてプロットした結果を図3に示す。図3より、タスクの重要度としては、FV値、RAW値が共に高い「C:避航動作の遅れ」が事故発生に大きく影響していることが明らかになった。

5 考察

解析によって得られた全体の失敗確率、つまり事故の発生確率は、2.50-E02であった。また、三友らによるタイタニック号事故の解析で得られている事故の発生確率は、2.05E-02回/航海⁴⁾であり、ほぼ同じ値を得た。

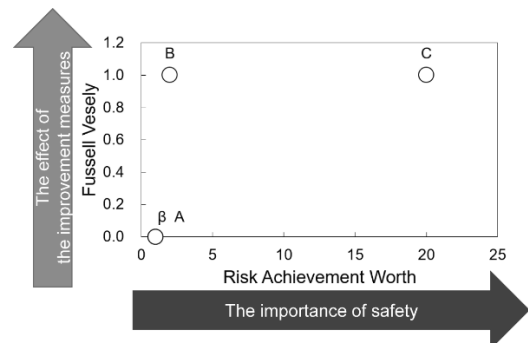


図3 重要度評価の解析結果

重要度評価の結果から、事故発生に影響を与えた要因が「C:避航動作の遅れ」として抽出された。この結果は、既往の研究⁴⁾と一致した。

6 結言

本研究では、提案した手法のStep2、Step3について、タイタニック号事故を例に挙げ解析を行った。その結果、提案した手法の妥当性を示すことができたと考えられる。

「参考文献」

- 1) 橋本淳史, 三友信夫, ヒューマンエラーを要因とする事故解析手法に関する研究, 日本機械学会2016 年度年次大会講演論文集.
- 2) Swain AD and H. E. Guttman, "Handbook of human reliability analysis with emphasis on nuclear power plant applications," USNRC, NUREG/CR-1278, 1983
- 3) 嶋田善夫, 確率論的安全評価による安全上重要な海外原子力発電所不具合情報抽出方法, INSS JOURNAL Vol.11, pp.87-94
- 4) 三友信夫, 松倉洋史, 松岡猛, タイタニック号事故の確率論的安全性評価手法による解析, 電子情報通信学会技術研究報告. R, 信頼性101(740), 1-6, 2002