

航空宇宙開発でシステム安全活性化を図る エンジニア教育効果の定量的測定

Quantitative Evaluation of the Effect on System Safety Engineer Training Course for the
Aerospace Development

関 田 隆 一^{※1} 山 田 秀^{※2}
Ryuichi SEKITA Shu YAMADA

The system safety has been being applied in Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)'s launch vehicle and satellite development projects. The engineering state of system safety has some room for improvement. Therefore, JAXA is continuously working for system safety improvement. The system safety engineer training course is the top priority for the improvement. This paper represents the practical training evaluation way using Kirkpatrick's 4-level approach and the actual results in JAXA system safety engineer training course. Also this paper represents the importance of the engineer training evaluation as a part of PDCA cycle in the industry field.

Keywords : Engineer Training, Corporate in-service Training, Curriculum, Questionnaire Survey, Training Evaluation

キーワード：技術者教育，企業教育，カリキュラム，アンケート，教育効果

1. はじめに

1950年代に米国のミサイル発射基地で続いた事故から、安全設計には体系的アプローチが必要で設計者が主体になりつつ独立部門のマネジメントも必要という教訓を得た。ここからシステム安全という手法が生まれた。宇宙航空研究開発機構（以下「JAXA」）では1986年から技術文書を発行しシステム安全をロケット、衛星及び有人宇宙開発で導入してきたが、更なる安全向上のためにシステム安全の活性化が必要と認識している。そこでJAXAは、2004年から技術者教育を中心にシステム安全活性化の諸策を実行している。JAXAに限らず企業教育では職員レベルに応じた専門講座を充実化しているが、教育結果は被教育者数及びテスト結果の集計に留まることが多い。これからは教育効果を測定することで、計画 (Plan)・実行 (Do)・評価 (Check)・処置 (Act) のサイクル (以下「PDCA」) を機能させて企業教育を継続的に改善する必要がある。

教育効果測定では「教育研修効果測定ハンドブック」¹⁾ が世界的に知られたテキストである。また教育効果測定ではモデルが重要で、4-レベルアプローチ²⁾

がその代表であるが、実践では個別状況に応じて適切な測定方法を考える必要がある。本研究に関連する主な先行研究を以下に説明する。

企業の技術者教育充実については、産学一体となった取組みを論じた研究³⁾、新入社員に共通する課題を教育で解決し工学教育の改革を提起した研究⁴⁾ や職場と一体化した教育効果を報告した研究⁵⁾ などがある。教育効果測定については、大学教育は学生の成長に合わせて効果も様々に測定でき教育を改善している文献⁶⁾ の様な研究が活発である。他に学力測定に名義尺度を考え、文献調査の姿勢、協調性、独創性などを評価する主動線図の提案がある⁷⁾。これは指標設定や評価反映などの困難克服で、企業教育にも応用できる。また学生活動評価法として期末手当査定票による学生相互評価、客観的な個人活動観測、チーム間相互評価が提案されている⁸⁾。本手法は学期単位の評価ではない企業教育には工夫が必要である。「科目はプロジェクトで授業は教員と学生による共同作業」としてプロジェクトマネジメント手法を取り入れた授業の目標達成度評価⁹⁾ は興味深い。アンケートにより授業レベル、教員の熱意などの評価を受け、多変量解析を行い、授業改善システムを確立している研究もある¹⁰⁾。またアンケートにあるばらつきを授業に活用する方法も確立している¹¹⁾。4-レベルアプローチ実践は、教員の10年研修で測定した研究¹²⁾⁻¹⁴⁾ がある。これらでは教員の成長を「基礎的資質」「実践的指導力」

平成 20 年 5 月 16 日受付

※1 宇宙航空研究開発機構 安全・信頼性推進部
(筑波大学大学院)

※2 筑波大学大学院ビジネス科学研究科

「課題解決力」「経営能力」でとらえ、促進要因として「同僚性」と「メンタリング」を統計解析で検証している。他に教育効果測定を論じた研究は少なく、企業教育の分野ではほとんど研究論文がないことから測定実施や結果公表の困難さがうかがえる。本研究はこの企業教育の効果測定に焦点をあて、4-レベルアプローチ実行の具体策を考案する。そこから教育効果測定で企業教育の継続的改善にPDCAが機能して有効であることを議論する。

2. 教育効果の測定モデル

2.1 採用したモデル：4-レベルアプローチ

教育効果測定モデルとして前述の4-レベルアプローチを採用する。この主要点は以下である。

レベル1：反応（Reaction）教育に満足したか

レベル2：学習（Learning）教育を理解したか

レベル3：行動（Behavior）教育を実務で活用したか

レベル4：業績（Results）教育が業績に貢献したか

従来からレベル3と4の実施は困難と指摘されている。困難さの要因として、レベル3は周囲の無理解が原因で適正な評価を得にくいこと、高じて本人が教育成果を実務で発揮しないことがある。レベル4は教育経費とコスト効果を比較するには効果が顕在化するまでに時間がかかり更に効果に対する教育寄与分算定が困難な点がある。本研究は、これらの解決を試みる。

2.2 4-レベルアプローチ具現化の方針

効果測定はすべて質問紙で行い、定量的評価のために5点法のリカート尺度（Likert Scale）を用いる。

(1) レベル1：企業教育は、大学の講義よりもグループによる演習に重点を置いている。そこで受講生が講義と演習から得る業務参考度と満足度に相関があると考えられるため、これを考慮した解析が良い。また本教育は個人の自発的参加であるため、総合満足度は「周囲へ受講を勧める度合い」で測定する。

(2) レベル2：本教育では全講義・演習毎に受講生に講義・演習の理解度及び業務活用の有益度を自己評価させている。大学の1講座終了時の全体評価よりきめ細かく講義内容、指導方法の評価を得ることができ教育改善に役立てることが可能である。

(3) レベル3：業務上の変化を周囲と本人による教育前後2回の測定が理想であるが、実行は難しい。そこで①本人だけで周囲評価は不要とし、更に②教育後3ヶ月を経過した1回測定で実施を容易にする工夫を考える。実施が容易になり精度が落ちる傾向は、質問を工夫して社内環境に左右されない日常生活や自己鍛錬まで範囲を広げた測定で補うと良い。

(4) レベル4：企業教育で最重要評価項目である。業績はコスト、設計の質など多面的に把握する必要がある。例えばJAXAでは技術者全員のシステム安全に対する意識が向上すれば、設計審査で安全を追求

する技術討議が実現し事故や不具合を未然に防止でき業績が向上する。この様に企業全体の意識向上でも測定可能である。本研究は、システム安全について技術者が持つ意識を測定し、教育を受けた集団と受けていない集団の比較で教育効果を議論する。

3. 教育効果の定量的な測定例

3.1 対象とした教育の概要

本教育開始の契機は、システム安全で核となるハザード解析実行に大きな困難を感じるプロジェクトが多かったこと及び「ハザード」の概念がエンジニア間でばらついてハザード解析の討議に入れなかったことにある。これらの解決を目的としてアメリカ航空宇宙局（以下NASA）の教育を基に、3段階の教育を構築した。ここでは本研究の理解に必要な要点を説明する。なおJAXAの人材育成では「教育」より「研修」が一般的であるため以降「研修」を使う。

(1) システム安全実践研修（基本コース）

2004年度から開始した。設計が行うシステム安全の重要性、ハザードの概念を教えることに重点を置いて技術的共通基盤を築き、システム安全の実践力を2日間で身に付けさせている。

(2) システム安全戦略研修（応用コース）

2005年度から開始した。基本コース修了が受講条件である。家庭用機器を題材にハザード解析を行い、ハザードレポートを作成させる。更に模擬安全審査によりシステム安全の戦略的実行力を4日間で身に付けさせている。

(3) システム安全マネジメント研修（上級コース）

JAXA内外で事故の擬似体験要望が強いこと及び安全に関するリスクマネジメントの困難さと多様さが知られていないことに対応して2006年度から開始した。応用コース修了が受講条件である。欧米の宇宙開発プロジェクトの事故報告で公開されている原著を分析し、自己業務への反映まで考察する知識習得に留まらない高度な内容である。

3.2 教育効果測定結果の全体について

本教育を受けた延べ240名について図1に所属、図2に担当職務、図3に宇宙開発の経験年数を示す。JAXA内外の技術者に対して片寄りなく教育を実施している。図2の欠損は試験部門、製造部門などを選択肢に含めなかったためである。また図3を見ると宇宙開発の経験が浅い5年目までも多く受講しており、今後システム安全が活性する方向がうかがえる。

3.3 レベル1（満足）の測定方法と結果

(1) 測定方法：研修後アンケート

3コースで、研修全体満足度、講師の指導内容等について5点法リカート尺度で評価させている。

(2) 測定結果

業務参考度と総合満足度である他者へ受講を勧める

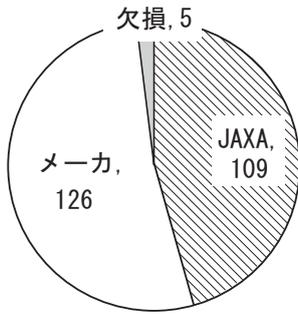


図1 所属分類

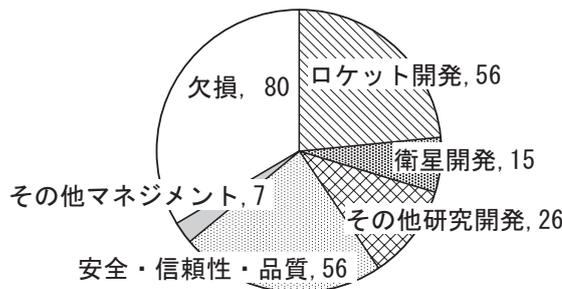


図2 業務分類

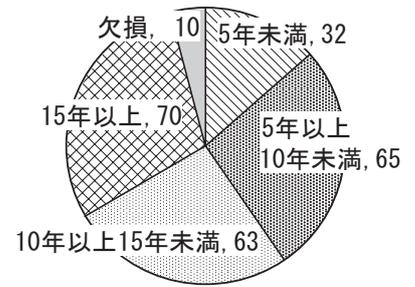


図3 宇宙開発経験年数分類

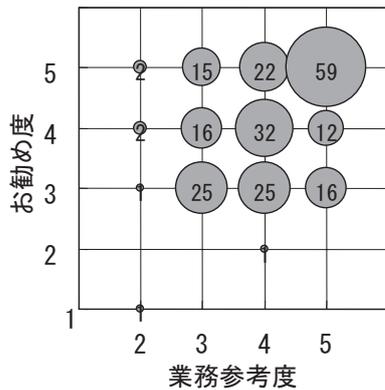


図4 総合満足度

度合いの関係を図4に示す。業務へ参考になると感じた受講生は他者に受講を勧める傾向があり、本教育の満足度は高い。

3.4 レベル2 (理解) の測定方法と結果

(1) 測定方法：次の3方法である。

(a) 講義内理解度チェック

3コースすべての講義と演習について、1点：わからなかった～5点：人に教えられるまでの5点法リカート尺度で評価させている。

(b) 講義内有益度チェック

2005年度に質問が高度で積極的な受講生の理解度が3点であった。その理由が「講義は理解しても業務活用法がわからない」であったことを反映して、理解度評価に迷う要因を除去し自己評価精度を高める目的で2006年度から追加した。全講義と演習について、1点：業務反映がわからない～5点：明日から活用するの5点法リカート尺度で評価させている。

(c) テスト

基本コースと応用コースで必要習得事項、ハザード解析と安全設計を問う記述式の100点満点テストを各研修で最後に実施している。

(2) 測定結果

4年間の実践研修の理解度変遷及び実践研修と戦略研修の両方を受講した受講生の理解度変遷の2種類を有益度データも交えて考察する。

(2)-1 実践研修の理解度変遷

実践研修で特徴ある講座として表1を選定する。そ

表1 実践研修理解度変遷を考察した5講座

講座名	講座の特徴
ハザードとは	共通基盤を築く上で最重要と位置付けた講座
システム安全とは	4年間の全受講生の全講座中の理解度平均が最高(3.86)
ハザードその原因の識別	4年間の全受講生の全講座中の理解度平均が最低(3.60)
FTA (Fault Tree Analysis: 故障の木解析)	2005, 2006年の受講生の有益度平均が全講座中で最高(3.91)
安全検証・作成文書	2005, 2006年の受講生の有益度平均が全講座中で最低(3.56)

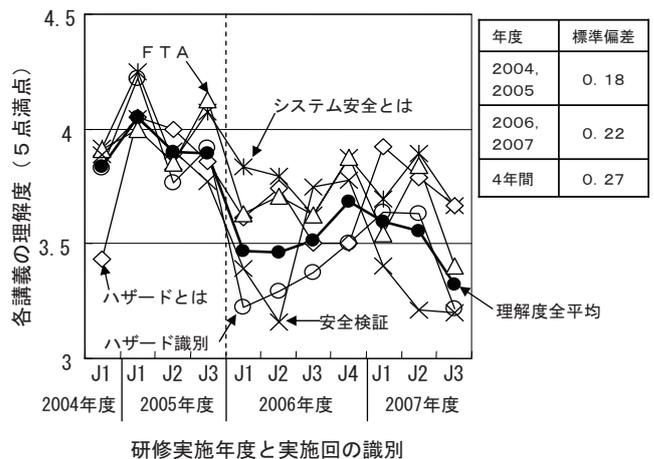


図5 実践研修4年間の理解度

れらについて11回の各研修の受講生理解度平均を図5に示す。次の4点を考察する。

- 理解度全平均は3点を越えて高い。
- 「ハザードとは」は講師側で重要との意識が先行し過ぎて第1回で理解度が低い。第2回で改善し以降の理解度は4点付近で高い。
- 有益度平均最低の「安全検証・作成文書」は、5講座の中では理解度も低目で研修実施回によってばらついている。
- 2006年度からの有益度追加で、理解度全平均が0.4程度低下し、標準偏差も講座間のばらつきが大きくなる変化を示している。受講生が有益度も考えて理解度を正確に評価した結果で、有益度追加の目的どおりである。

表2 実践研修と戦略研修の理解度変遷を考察した4講座

講座名	講座の特徴
システム安全とは	4年間の全受講生の全講座の理解度平均が最高(3.86)
ハザードその原因の識別	4年間の全受講生の全講座の理解度平均が最低(3.60)
O&SHA (Operation & Service Hazard Analysis: 作業と運用ハザード解析)	実践研修で要点だけ教え戦略研修で初めてすべてをカバーし理解できる講座。
安全検証・作成文書	戦略研修で最重要講座と位置付けている。

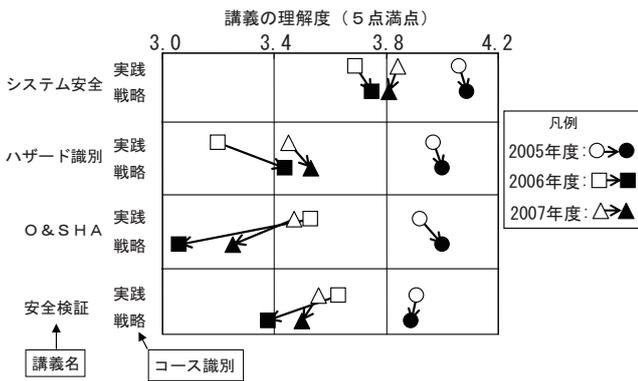


図6 実践研修から戦略研修への理解度変遷

(2) - 2 実践研修から戦略研修への理解度変遷

実践研修の内容を戦略研修で高度化している講座がある。その中で特徴のある表2に示す4講座について実践研修と戦略研修間の理解度の差を図6に示す。図は戦略研修を開始した2005年度から年度毎にマークを変え、更に1行で講座毎に実践研修と戦略研修を上下比較できる。

次の4点を考察する。

- (a) 有益度評価を追加した2006年度から理解度がそれまでの4点から3.5点に低下し、実践研修と戦略研修で評価に差が出始めている。
- (b) 戦略研修を経て理解度が実践研修より向上しているのは「ハザード識別」だけである。
- (c) 「O&SHA」は実践研修で基本しか教えていない影響が想定より大きく、戦略研修を経ても理解度が低下している。今後の改善点である。
- (d) 「安全検証」も戦略研修を経て理解度が低下しているが、元データで戦略研修受講生全体の有益度平均を見ても3.5点と低めである。従って戦略研修で安全データを初めて作成して不明確な事項が判明し、業務の困難さも実感した結果と考えている。

3.5 レベル3(実務活用)の測定方法と結果

(1) 測定方法: アフターフォローアンケート

3コースすべて研修3ヶ月後に受講者全員へ電子メールで質問紙を送付している。日常生活で安全の意

表3 アフターフォローアンケート因子分析結果

項目	第1因子 業務	第2因子 学び	第3因子 再発防止	第4因子 社会
システム安全を業務と同時進行	0.882	-0.139	-0.124	0.131
ハザード解析実施	0.833	-0.105	0.005	0.036
グループにハザード解析呼びかけ	0.803	-0.043	0.158	-0.189
スケジュールにハザード解析を見込む	0.794	-0.151	-0.016	-0.012
ハザード解析をどう残すか	0.772	0.11	-0.067	-0.015
リスクマネジメントをシステム安全で改善	0.747	-0.13	0.124	0.033
ハザード3段階を分析	0.68	0.055	-0.024	0.09
技術検討で故障、事故考慮	0.514	0.079	0.049	0.207
過去のハザード解析	0.507	0.193	0.077	0.036
システム安全プログラム計画書作成	0.465	0.455	-0.086	-0.301
システム安全関わりをグループ討議	0.401	0.372	-0.231	0.209
システム安全は後回しだと面倒	0.333	0.173	0.111	-0.064
FTA実行	0.261	0.081	0.214	-0.011
システム安全を更に学ぶ	-0.2	0.901	0.052	0.085
周囲に研修を知ってもらいたい	-0.11	0.756	0.085	0.08
中級受講	-0.078	0.719	-0.104	0.017
研修受講を勧める	-0.14	0.657	0.231	-0.017
テキストを見返す	0.089	0.587	-0.05	0.131
研修内容で不明発見	0.135	0.514	0.028	-0.132
JAXA標準を読む	0.378	0.513	0.051	-0.269
業務でシステム安全を考える	0.173	0.481	-0.124	0.393
テキストが業務に役立つ	0.255	0.477	-0.073	0.209
システム安全の本、文献	0.161	0.343	0.205	0.087
失敗の要因を考える	-0.13	-0.014	0.842	0.164
再発防止を1人で考える	-0.16	0.091	0.827	0.111
再発防止をグループで	0.193	-0.008	0.633	0.054
再発防止を記録	0.302	-0.004	0.584	-0.16
私生活でリスク	0.219	-0.168	0.481	0.361
世の中の安全とリンク	-0.072	0.057	0.286	0.697
世の中の安全	-0.041	0.113	0.211	0.695
総合的に取組みが変化	0.242	0.37	0.171	0.141

因子抽出法: 重みなし最小二乗法

回転法: Kaiserの正規化を伴うプロマックス法

表4 アフターフォローアンケート因子相関

因子	1	2	3	4
1	1	0.682	0.397	0.404
2	0.682	1	0.488	0.525
3	0.397	0.488	1	0.45
4	0.404	0.525	0.45	1

識変化があったか、ハザード解析を実行したか、安全を更に勉強しようと思ったかなど31項目に渡り5点法のリカート尺度で測定している。

(2) 測定結果

本研究は、受講者の研修後の変化について仮説を立てて検証するものではない。逆に広範囲な質問を行って受講者の変化の要因を探索する研究である。従って探索的因子分析が必要で、アフターフォローアンケート31問について重み付けのない最小二乗法による因子分析を行った。因子数はスクリープロットから4と判断した。プロマックス回転後の因子負荷を表3に因子相関行列を表4に示す。

第1因子は、「業務でのシステム安全」や「ハザード解析」に関する因子負荷が高く「業務」に関する因子である。第2因子は、「更に学ぶ」や「テキストを見返す」に関する因子負荷が高く「学び」に関する因子である。第3因子は、「失敗要因」や「再発防止策」に関する因子負荷が高く「再発防止」に関する因子である。第4因子は、「世の中の安全を考える」の因子負荷が高く「社会」に関する因子である。第1因子の負荷をx軸、第2因子の負荷をy軸として31問をプロットしたものを図7に示す。業務の変化が大きいと学ぶ変化が小さい傾向にあるが、総合的な取り組みは良い変化を示している。

また31問から「総合的にシステム安全に対する取り組みの変化」を含む8問を選び受講者の研修修了後の変化を多次元線図で図8に示す。実践研修修了生を図8(1)に示す。次の3点を考察する。

- (a) 日常生活、業務など全面的に研修を反映してシステム安全への姿勢がプラスに変化している。
- (b) 2004, 2005年度グループと2006, 2007年度グループ

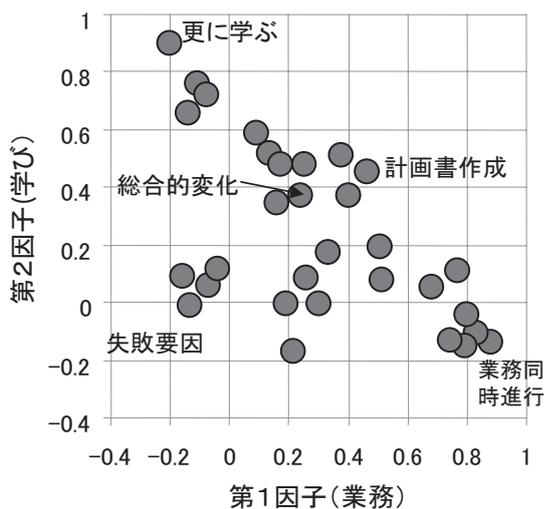


図7 研修後の受講生の変化 (第1, 2因子)

プに分かれ、後者の方が講座の理解度は低いが研修後の変化が大きい。これも2006年度から有益度を追加した効果である。

- (c) 基本範囲の習得であるため、業務でグループにハザード解析を呼びかけるまで変化してない。

図8(2)には、戦略研修とマネジメント研修両方を修了した受講生の変化及び全体の変化平均を示す。次の2点を考察する。

- (a) 応用範囲まで習得したグループでは、「更に学ぶ」という変化は少ない。
- (b) グループにハザード解析を呼びかける変化が出ており、望ましい教育効果が表れている。

3.6 レベル4(業績)の測定方法と測定結果

(1) 測定方法：研修前後アンケートでの意識調査

実践研修で、事故の責任はだれにあるかを研修前後アンケートで2回同じ質問を行っている。更に同じ質問を研修と関係ないシンポジウムに会場したエンジニアへも行っている。これらの比較でシステム安全の意識の変化を測定している。

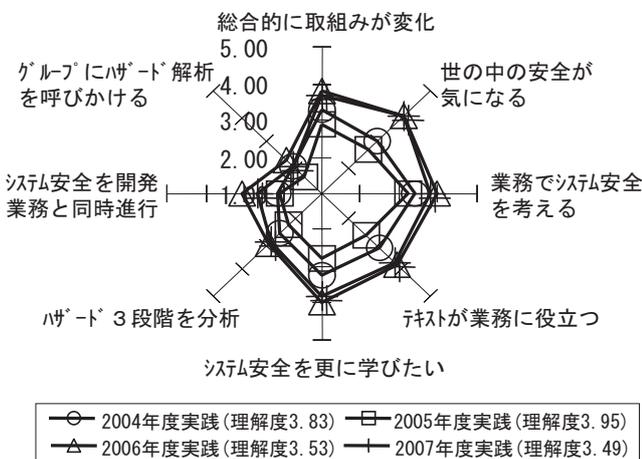
(2) 測定結果

2005年4月に発生したJR西日本福知山線の事故について下記5者のだれに責任があるかを複数選択可能として、2005年度第2回実践研修から研修前後のアンケートで回答させている。

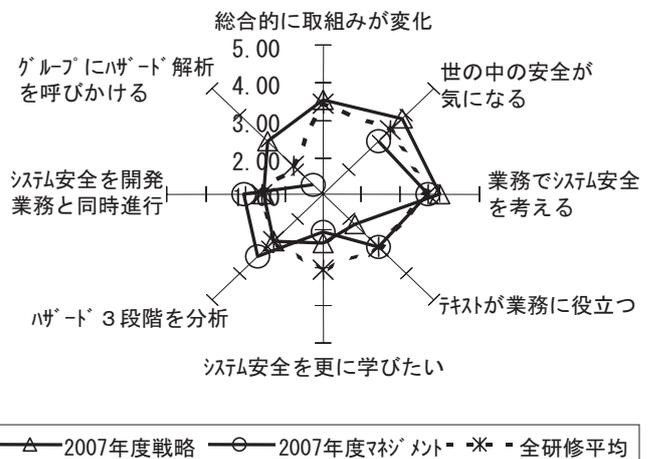
- 1) 鉄道の安全を指導する行政
- 2) 安全第一で資源を投入する経営者
- 3) 列車などの安全上の要点を知る設計者
- 4) 超過速度運転を繰り返した運転手
- 5) 行き過ぎた訓練も是とした社員全体

実践研修では、ハザード解析はシステムを最も良く知る設計者が第一に行くと強調している。すると教育効果として研修後は「設計者」の責任を選択する受講生が最も多くなるという仮説を立てられる。

図9の上2段に研修前後の回答集計結果を示す。



(1) 実践研修による変化



(2) 戦略研修, マネジメント研修による変化

図8 研修後の受講生の変化 (フォローアップアンケート)

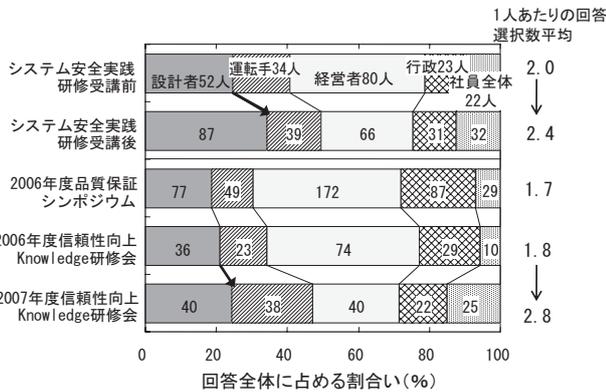


図9 安全の責任は誰にあるか回答分布

次の3点を考察する。

- (a) 研修前は、「設計者」の選択は52人（全回答の25%）で「経営者」の選択80人（全回答の38%）に次いで2位である。
- (b) 研修後は、「設計者」選択が87人（全回答の34%）で、「経営者」選択の66人（全回答の26%）を上回り教育効果が表れている。回答者数に対する回答の割合の変化を表5左に示すが、研修後は、ほとんどの受講者が「設計者」を選択している。
- (c) 一人あたりの回答数も研修前の2.0から研修後の2.4に増えてシステム安全の責任について幅広く考えるようになった教育効果も表れている。

「業績」は、3.2で説明したとおり、宇宙航空開発に関連する全エンジニアでシステム安全の意識が向上していることを測定する必要がある。そこでJAXA安全・信頼性推進部が主催し信頼性・品質管理を中心として幅広い分野のエンジニアが集まる以下の2種類、3シンポジウムで同じ事故の責任を問うアンケートを回収している。

品質保証シンポジウム 2006年度
 信頼性向上Knowledge研修 2006, 2007年度

図9の下3段に3シンポジウムの回答集計結果を示す。次の3点を考察する。

- (a) 2006年度の2シンポジウムは、共に「経営者」の選択が1位、「設計者」の選択は2位または3位になっている他、回答の構成割合、一人あたりの回答数まで実践研修受講前の集団と似ている。
- (b) 2007年度の信頼性向上Knowledge研修は、2006年度分と比べると、「設計者」の選択が増え「経営者」と同率で1位になっている。
- (c) 回答者数に対する回答の割合の2年間の変化を表5右に示す。研修受講後程多くはないが、2007年度は過半数を越える来場者が「設計者」を選択している。更に2007年度は一人あたりの回答数が2006年度より増え、幅広く考える傾向も出ている。

2006年度の2回のシンポジウムからは、システム安全の浸透が不十分という評価（Check）を得た。それを反映して2007年度は、研修修了生を増やす改

表5 回答者数に対する回答選択割合

選 択	システム安全実践研修		信頼性向上Knowledge研修	
	受講前	受講後	2006年度	2007年度
設計者	49%	85%	37%	68%
経営者	75%	65%	76%	68%

善（Act）として、募集案内の充実化、事業所への出張研修、研修増加及びカリキュラム改善などを計画（Plan）し、順次実行（Do）し前述の成果を得ている。教育効果測定によりPDCAが回り教育改善、更にはシステム安全を活性化した例である。

まとめると受講者が研修内容を業務で活用することで周囲にもシステム安全の要点が伝わり、システム安全に対する意識が全体的に向上したと言える。すなわち本教育効果の「業績」を指標としたシステム安全の意識向上が実証できている。

4. 結論

航空宇宙開発におけるシステム安全活性化という課題を解決するためにJAXAはシステム安全の体系的なエンジニア教育を2004年から開始した。本研究はその教育で4-レベルアプローチにより効果を測定する具体的手法を考案し実行した。特にレベル4の「業績」は従来のコスト以外に企業の業績を上げるエンジニアの意識向上でも測定できると実証した。またレベル2の「学習」において講義理解度と業務への有益度に分けた測定でPDCAが回り、教育改善に役立つこと及びレベル3の「行動」は、質問内容を業務よりも範囲を広げたアンケートに工夫することで教育後3ヶ月の自己チェック1回で測定できることも実証した。

これら研究成果により、JAXAではシステム安全に限らず、すべてのエンジニア教育で4-レベルアプローチにより教育効果を測定できる。更に航空宇宙に限らず他分野の研究開発で行う教育でも本研究成果を段階的な教育効果測定へ応用可能である。従って本研究成果は、すべての分野のエンジニアに内在する課題解決に教育を役立てる場合に、段階的に教育効果を測定しPDCAを回して必要な改善に有効なものとなる。

謝 辞

本研究開始時に親身なご討議をいただきました明治大学理工学部長 向殿政男教授に感謝します。また講師として尽力いただいた有人宇宙システム(株)大賀公二氏にも感謝します。また査読者の方々から貴重なご意見と示唆をいただきました。ここに謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) J. J. Philips著, 渡辺直登・外島裕監訳: 教育研修効果測定ハンドブック, 日本能率協会マネジメン

- トセンター, 2006
- 2) Kirkpatrick, D.L. and J.D. Kirkpatrick. : Evaluating Training Programs THE FOUR LEVELS, Berrett-Koehler Publishers, Inc, 2005
 - 3) 小久保尚躬, 森本成章: 企業からみた継続的技術者育成について, 工学教育, 53-3, pp.51-56, 2005
 - 4) 桑門 聰: 設計業務における新入社員の早期戦力化-大学教育のカリキュラムの変化の影響と企業内教育での対応-, 工学教育, 47-2, pp.18-21, 1999
 - 5) 駒田浩明, 葦澤芳博, 山田芳幸, 折山明弘: 個人の知恵を引き出し組織知化する場の構築, 工学教育, 51-3, pp.92-95, 2003
 - 6) 青山 敦, 阿部 惇: 理工系学生のためのテクノロジー・マネジメント教育, 工学教育, 54-3, pp.123-127, 2006
 - 7) 森田矢次郎, 岡 雄三, 渡邊啓史: 工学教育における評価法の計測理論的アプローチ, 工学教育, 45-4, pp.2-7, 1997
 - 8) 松本重男, 大澤 敏, 前川晴義, 久保猛志: チームでプロジェクト活動を行う科目の教育評価-工学設計 I・II における学生の相互評価と個人活動の関係-, 工学教育, 47-3, pp.2-7, 1999
 - 9) 青木克比古: プロジェクトマネジメントの発想を取り入れた新しい授業法, 工学教育, 50-3, pp.93-97, 2002
 - 10) 岩崎日出男: 多変量解析を用いた授業評価アンケート分析, 工学教育, 51-6, pp.96-100, 2003
 - 11) 原村嘉彦, 岩本静男, 穴田哲夫, 黒澤秀夫: 授業評価アンケートの解析, 工学教育, 52-6, pp.66-71, 2004
 - 12) 広島県立教育センター: 教員の資質・能力及び指導力の向上を図る研修の効果に関する研究 I - 職能成長の視点を明確にして -, 広島県立教育センター研究紀要, 30, pp.15-16, 2003
 - 13) 広島県立教育センター: 教員の資質・能力及び指導力の向上を図る研修の効果に関する研究 II - 10年経験者研修の効果測定を通して -, 広島県立教育センター研究紀要, 31, pp.4-5, pp.23-24, 2004
 - 14) 広島県立教育センター: 教員の資質・能力及び指導力の向上を図る研修の効果に関する研究 III - 10年経験者研修の効果測定を通して -, 広島県立教育センター研究紀要, 32, インターネットホームページ, 2005
-

著 者 紹 介



関田 隆一

1983年3月東京都立大学工学部機械工学科卒業, 同年4月宇宙開発事業団入社, 推進系開発に従事, 1993年12月米国アラバマ大学ハンツビル校航空宇宙工学専攻修了, 2004年4月から現職. 日本工学教育協会会員, 上級教育士, American Institute of Aeronautics and Astronautics 会員など