

# 航空宇宙開発における技術標準の認識調査と その教育プログラム設定

Establishment of Educating Program for Engineering Standard Utilization in  
Aerospace Development

関 田 隆 一<sup>※1</sup>      山 田 秀<sup>※2</sup>  
Ryuichi SEKITA      Shu YAMADA

The preventing accidents is the key to the success of large-scale project like the aerospace R&D. The daily life accidents data from NITE shows the no-decreasing tendency of accidents number, and JAXA has experienced the mission failures of both rocket and spacecraft in the beginning of 21<sup>st</sup> century. Some companies improve standards as counter measures for the preventing accidents. On the other hand, JAXA has been developing new set of spacecraft design standard as the preventing failures. Now, the utilization of engineering standards plays an increasingly important role as the tool of assuring the safety and mission success. This paper provide the analysis results for the effective utilization of the standard from the questionnaire survey data and discuss the nature of engineer educating program.

Keywords : Engineering Training, Corporate In-Service Training, Curriculum, Questionnaire Survey, Study Motivation

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，学習動機

## 1. はじめに

1999年から2005年における消費生活用製品等の事故情報からシステム安全の視点を取り入れたデータ分析と設計による対策立案が製品の安全・信頼性を確保する活動に有効であると明確にした<sup>1)</sup>。これによると7年間で12,238件の事故が発生し、その30%の3,743件は「消費者の誤使用・不注意」が原因で事故再発防止措置を取っていないことが問題である。一方、事故再発防止措置として標準の制定もしくは改善を採用した事故が製品安全・事故情報データベース<sup>2)</sup>を見ると44件（全体の0.3%）とわずかであるが存在している。また科学技術振興機構の失敗知識データベース<sup>3)</sup>を見ると、2008年8月現在の登録事例1,160件の内5.6%の65件が標準を対策としている。事故と重大不具合の防止措置の一角に標準があることが分かる。

企業活動をプロジェクト活動ととらえてアメリカのProject Management Institute 発行のPMBOK第3版<sup>4)</sup>を見るとp376で標準を次の様に定義している。

「合意が形成され、公認団体によって承認された文書。活動や所産に対する規則、ガイドライン、特性を、

共通的に繰り返し使用できるように規定したもの。所定の環境において最適な状態を実現することを目的とする。」

標準はプロジェクトマネジメントの「ツールと技法」として位置付けられてはいないが、プロジェクト実行の指揮・マネジメントで行う活動の「計画した方法と標準の実施」に位置付けられている<sup>4)</sup>。また明確な記述はないが同活動の一部として行う「教訓の収集と文書化、承認されたプロセス活動の実施」に標準は関連がある。従って標準は過去の教訓を活用して失敗や問題の再発を防止する活動に役に立つ上に、これまでに経験したことがない失敗や問題を未然に防止するためのガイドとしても有効であると言える。

企業活動における標準の活用を研究した論文についてプロジェクトマネジメント分野の主なものを以下に示す。ドイツとスイスの技術者234名から回収したアンケートの分析結果からプロジェクト活動で標準が使われることは稀で、使うとしても通常は活動の規模と内容に応じた修正が加えられていることを示した<sup>5)</sup>。別の研究では、アンケート結果から企業は要員の技量や業務プロセスの標準化よりもプロジェクトを成功に導くためのマネジメントの標準化により興味があると示している<sup>6)</sup>。更に企業の経済力や組織能力向上にとって標準の存在は重要ポイントになると指摘した研

平成22年2月25日受付

※1 宇宙航空研究開発機構 安全・信頼性推進部

※2 筑波大学大学院ビジネス科学研究科

究<sup>7)</sup>がある。標準活用の方向性を決め活用拡大につながる標準の定義と活用法確立は、プロジェクト成功の源となり標準を正しく理解するためにも重要である。従ってプロジェクトのゴールやプロセスの設定と手順の標準化などはセットでプロジェクトを成功に導く要因になると指摘した研究<sup>8)</sup>もある。

宇宙航空研究開発機構（以下「JAXA」）は、ロケット、衛星、航空機などの研究開発プロジェクトを行っているが、21世紀初頭にロケットと衛星で事故を続けた経験から技術とマネジメントの両面で改善事項を抽出している。マネジメント面では、過去の教訓や最新の技術成果をプロジェクトはもっと活用すべきという指摘が重要である。そこで過去の教訓を活用し最新技術も導入する方策としてJAXAは2005年度から新たな国内業界標準として宇宙機設計標準を整備し2009年度から発行を開始している。そこでは欧州の宇宙機設計基準のECSSやISOとの互換性も考慮しており、中でもECSSは過去30年の欧州の宇宙機プロジェクトのマネジメントや運用の経験を生かしている<sup>9)</sup>という点で参考になる。新たな宇宙機設計標準の発行が始まっている状況ではJAXA内外のエンジニアに技術標準をこれまで以上に活用してもらう方策を設定することが重要な課題となる。本論文は、技術標準に関する質問紙調査で得たデータを定量的に分析し、技術標準を活用するためのエンジニア教育設定を議論する。

## 2. 技術標準に関する認識の質問紙調査

### 2.1 プロジェクト活動と技術標準の現状

JAXA安全・信頼性推進部は、衛星、ロケット及び設備のプロジェクト活動で品質、信頼性及び安全を向

上させる業務を行っている。本業務を通して得た様々な経験を基に「技術標準はどうかであれば活用してもらえるか」という主題で関連エンジニアによるブレインストーミングを実行した。その結果、「最新技術を反映したタイムリーな改訂が必須」、「不確実な研究開発で技術標準はどうか活用できるか疑問がある」、「プロジェクトにより標準活用法は様々」または「海外標準で作ったシステムの適合性は簡便に確認したい」を例として40件を超える意見を集めた。それらは技術標準を活用する要因として以下に示す大項目で3つ、小項目で6つに分けると見通しが良い。

I：標準を知っている

I-1：存在を知っている。

I-2：適用による利益を知っている。

II：標準を使う能力がある

II-1：技術根拠を明確に知っていて使える

II-2：適用方法が透明なので使える

III：標準を使う意識がある

III-1：使いやすければ使う

III-2：技術内容の保証が明確であれば使う

### 2.2 質問紙設計

前述の技術標準活用に関する6要因を検証する様に、関係するエンジニアによるブレインストーミングでプロジェクト活動における気付き事象を挙げ、そこから19件を選択して表1のとおり質問を作成した。

アンケート実施上の特徴は以下の3項である。

(1) JAXA内外の係員レベルからプロジェクトマネージャまで技術分野も限定せずに幅広いエンジニアを対象にしている。

(2) 質問紙配布とWEBのアンケート掲載の2方式で

表1 検証する質問

標準を活用する要因		No	質問
I 標準を知っている	I-1 存在	Q1	設計、製造で使うべき技術標準が何か知っていると使う
		Q2	安全・信頼性・品質マネジメントで使うべき技術標準が何か知っていると使う
		Q3	プロジェクトマネジメントのツールと技法としての位置付けを知っていると使う
	I-2 使用による利益	Q4	教育資料他、多目的に使えることを知っていると使う
		Q5	法申請他の実務面での使用メリットを知っていると使う
		Q6	設計審査で示すコンプライアンス認証がどこに残るか知っていると使う
II 標準を使う能力がある	II-1 技術根拠が明確	Q7	不具合等の問題解決に有効な技術情報があると使える
		Q8	要求事項と設計手法が明確に分かっていると使える
		Q9	ISOやECSSなどグローバルスタンダードと互換性があると使える
	II-2 適用方法が透明	Q10	技術標準活用に役立つエンジニア教育が十分ならば使える
		Q11	プロジェクト固有の設計基準作成にあたって適用しやすいと使える
		Q12	技術標準に基づく安全・信頼性・品質マネジメントが自分の業務ならば使える
III 標準を使う意識がある	III-1 使いやすい	Q13	衛星、ロケット、設備の区分が明確だと使いやすい
		Q14	サブシステム、コンポーネントなどの階層を考慮してであると使いやすい
		Q15	横断検索などが可能な電子ファイルであれば使いやすい
	III-2 技術内容の保証が明確	Q16	適用してからのコンプライアンス確認、テーラリングなどが容易ならば使う
		Q17	適用、非適用の方針が明確で各プロジェクト間で共通ならば使う
		Q18	適用した後の開発途中で改訂されても混乱が無ければ使う
		Q19	標準に従うプロセスが不確実な研究開発でも技術を保証できるならば使う

多くの回答回収を図っている。

- (3) 質問は以下の「どちらでもない」を排した6点法リッカート尺度で測定している。
- 1：全くそうだとは思わない
  - 2：かなりそうだとは思わない
  - 3：ややそうだとは思わない
  - 4：ややそうだと思う
  - 5：かなりそうだと思う
  - 6：全くそのとおりだと思う

### 3. 質問紙調査結果

#### 3.1 回答者の全体像

2007年8月から10月末までで合計199通を回収した。回答者の全体像を図1～図3に示すが、以下のとおり

JAXA内外のエンジニアを対象に片寄りの無い調査を実行している。

- (1) 所属は図1に示すとおりメーカーからの回答が56%とJAXAより若干多いものの大きな片寄りはない。
- (2) 職位は図2に示すとおり係員から部長以上と全レベルから回答を集め、中でも課長代理が20%、課長が25%と多いことはJAXA内外の組織の職位分布と適合している。ただし職位未記入も20%あり、図2ではそれを含まない。
- (3) 業務も図3に示すが全担当から回答を集めている。システム設計が12%、コンポーネント設計が10%、安全・信頼性が22%でほぼ半数を占めていることはJAXA内外の組織の業務担当分布を代表していると

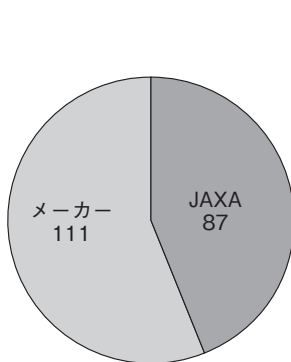


図1 所属分類

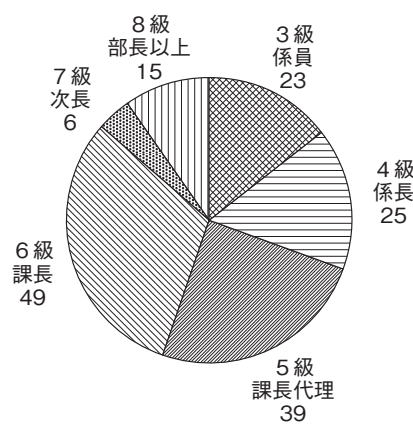


図2 職位分類

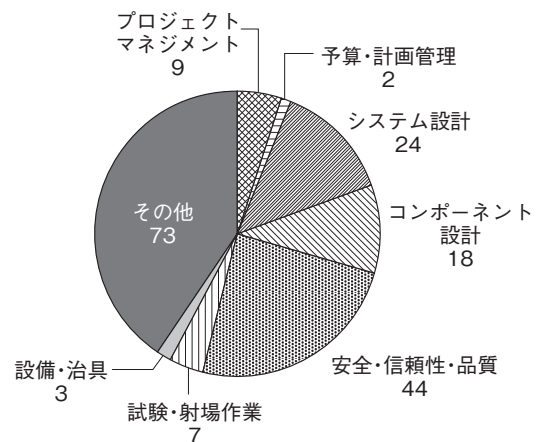


図3 業務分類

表2 調査データの因子分析結果

質問	因子		1st	2nd	3rd	4th
	固有値	分散の説明率	技術面の自信	便利さ	プロセス活用	実務メリット
			7.134	1.312	0.889	0.698
Q 9：ISOやECSSなどグローバルスタンダードと互換性があると使える	3.37	1.28	<b>0.806</b>	-0.010	-0.039	0.036
Q 8：要求事項と設計手法が明確に分かれていると使える	3.28	1.16	<b>0.728</b>	0.008	0.029	0.015
Q 13：衛星、ロケット、設備の区分が明確だと使いやすい	3.10	1.28	<b>0.499</b>	0.298	-0.094	-0.086
Q 11：プロジェクト固有の設計基準作成に取り込みやすいと使える	3.30	1.28	<b>0.496</b>	0.128	0.061	-0.051
Q 7：不具合等の問題解決に有効な技術情報があると使える	3.26	1.30	<b>0.493</b>	0.042	0.089	0.107
Q 14：サブシステム、コンポーネントなどの階層を考慮してあると使いやすい	3.48	1.23	<b>0.466</b>	0.441	-0.165	-0.044
Q 10：技術標準活用に役立つエンジニア教育が十分ならば使える	3.93	1.27	<b>0.426</b>	0.036	0.056	0.000
Q 15：横断検索などが可能な電子ファイルであれば使いやすい	3.47	1.30	0.073	<b>0.685</b>	-0.056	0.000
Q 18：適用した後の開発途中で改訂されても混乱が無ければ使う	2.97	1.27	0.125	<b>0.664</b>	0.044	-0.039
Q 16：適用してからのコンプライアンス確認、テラーリングなどが容易ならば使う	3.43	1.34	0.044	<b>0.654</b>	-0.052	0.151
Q 17：適用、非適用の方針が明確で各プロジェクト間で共通ならば使う	3.26	1.34	0.080	<b>0.618</b>	0.071	0.059
Q 19：標準に従うプロセスが不確実な研究開発でも技術を保証できるならば使う	2.71	1.30	0.247	<b>0.427</b>	0.223	-0.090
Q 2：安全・信頼性・品質マネジメントで使うべき技術標準が何か知っているを使う	2.06	1.10	0.017	-0.002	<b>0.944</b>	-0.118
Q 1：設計、製造で使うべき技術標準が何かを知っていると使う	2.38	1.30	0.136	-0.121	<b>0.805</b>	0.001
Q 12：技術標準に基づく安全・信頼性・品質マネジメントが自分の業務ならば使える	2.19	1.37	-0.307	0.430	<b>0.529</b>	-0.006
Q 5：法申請他の実務面での適用メリットを知っていると使う	3.80	1.55	-0.025	0.004	-0.203	<b>0.875</b>
Q 3：プロジェクトマネジメントのツールと技法としての位置付けを知っていると使う	3.38	1.50	0.094	-0.060	0.113	<b>0.697</b>
Q 6：設計審査で示すコンプライアンスの認証がどこに残るか知っていると使う	3.61	1.59	-0.129	0.265	0.074	<b>0.593</b>
Q 4：教育資料他、多目的に使えることを知っていると使う	2.69	1.47	0.221	-0.099	0.378	<b>0.368</b>

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 3.14 ←全質問の平均値

言える。しかし選択肢に「製造」,「検査」を含めなかった影響で「その他」が37%と最も多いのも特徴である。

### 3.2 基礎統計

データはすべて正規分布を成しており, 平均値と標準偏差を表2に示す。以下6項目を考察する。

- (1) 課長代理までと課長以上の2つの層で平均値の独立性をt検定で確認した。Q18が3.3%で差があるが, 他はQ4の10.8%など平均値に差がない。分析は2つの層を一括して行える。
- (2) 全質問の平均値が中央値3.5よりやや低い。これは賛同側の最頻値が4点に対して非賛同側は3点と2点に分布している特徴の表れである。
- (3) 研究開発プロジェクトで使える標準の存在を知らないという仮説をQ1及びQ2で検証したが, 平均値2点前半で回答者は標準の存在を知っている結果である。またQ12も平均値が2点前半で標準は安全・信頼性業務だけで使うものと回答者は考えていない。
- (4) Q10の「エンジニア教育」は平均が3.93, Q5の「実務での適用メリット」は平均が3.80と他よりも高い値を示しており, 回答者が標準の活用では最重要と考えている項目である。
- (5) 研究開発プロジェクト実行プロセスで如何に便利に使えるかという視点でQ14, Q15, Q16及びQ17が3.4点付近にあり, それらの最頻値はいずれも4点であることから回答者の賛同を得ている。
- (6) 技術活動で使えるという視点でQ7, Q8及びQ9が3.3点付近にありかつそれらの最頻値も4点であることから回答者の賛同を得ている。

### 3.3 因子分析

本研究では事前に仮説を立てたが, 先行研究サーベイで仮説検証に役立つ要因まで明らかにできていない。従ってモデル確立のために探索的因子分析が必要である。表2に重み付けのない最小二乗法による因子分析結果を示し, 因子相関行列を表3に示す。因子数はスクリープロットに加え分散の説明率が累積で50%を越える4と判断した。

各因子は, 標準の活用方策が浮き彫りになる様以下と名付けた。第1因子は, 「グローバルスタンダードとしての互換性」や「問題解決情報」に関する因子負荷が高く「技術面の自信」に関する因子である。第

表3 因子相関行列

因子	1st	2nd	3rd	4th
1st	1.000	0.639	0.511	0.554
2nd	0.639	1.000	0.470	0.476
3rd	0.511	0.470	1.000	0.549
4th	0.554	0.476	0.549	1.000

2因子は「横断検索可能な電子情報」や「コンプライアンス確認が容易」に関する因子負荷が高く使う上での「便利さ」に関する因子である。第3因子は, 「安全・信頼性で使う文書」や「設計・製造で使う文書」に関する因子負荷が高く「プロセス活用」に関する因子である。第4因子は, 「法的手続き等の実務メリット」の因子負荷が高く「実務メリット」に関する因子である。

### 3.4 共分散構造分析

エンジニアに標準を活用してもらうための因果関係をモデルで説明するために共分散構造分析を行った。その第一歩は, 全19変数を使った共分散モデルの作成である。4つの因子による共分散モデルの分析結果は, カイ二乗値が200を越えp値も0で適合していない。適合度を上げるために因子とそれに属する変数の除外を検討した。第4因子を除外した共分散モデルの分析結果はカイ二乗値が169, p値が0で適合していない。第3因子を除外した共分散モデルの分析結果はカイ二乗値が28でp値が0.67になり良く適合している。また第3, 4因子の両方を除外した共分散モデルの分析結果はカイ二乗値が120, p値が0でやはり適合していない。第3因子を除外した改善共分散モデルは全体の構造がわかる一方, 各変数間がどの様に影響しているかを考察して標準の意義を認識させる因果関係の導出は困難である。

そこで改善共分散モデルを成す3個の因子を使って多重指標モデルを作成し分析した。図4に標準を活用する多重指標モデルの分析結果を示す。この結果は図4中に適合度指標を示しているとおおり, 調査データと適合していると判断できる。標準を活用するための因果関係を以下に具体的に説明するが, エンジニア教育が中心的役割を果たすことが明確になっている。

- (1) 複数の標準間で横断検索も可能な電子情報になっていると活用にあたって便利さを感じる。この便利さが, 適合性マトリックス作成は簡単だという気持ちに作用しプロジェクトで標準を活用しようという意識を高めることになる。
- (2) 標準は使うと便利だと感じる事が, 標準を使うための教育は充足しているという感覚をもたらす。これは逆に便利な標準は, 教育指導的役割も果たすことを意味している。
- (3) 標準を使うための教育が足りているエンジニアは, 標準の要求の技術的根拠にも疑問を持つことなく自信を持って使うことになる。
- (4) 標準を使うことに疑問を持たない状態になると標準を使うことによる実務上のメリットまで気が付くことになる。
- (5) 意義を認識して使うことで更に実務メリットを追求しようと思うと, もっと教育を実施してほしいと感じることになる。

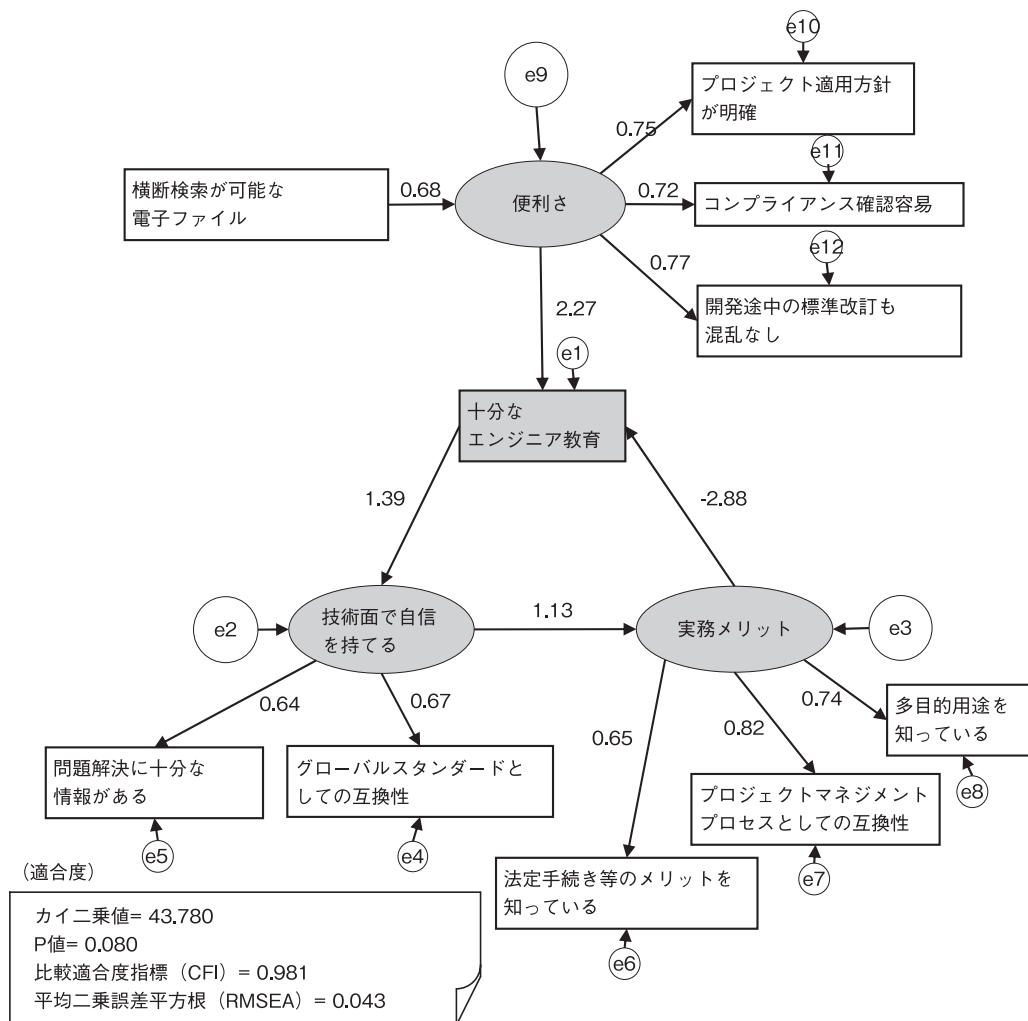


図4 標準を認識し活用する多重指標モデルの分析結果

#### 4. 調査結果を反映した教育プログラム設定

##### 4.1 設定対象とした教育の概要

3章を反映して標準を活用してもらうための教育設定についてJAXA安全・信頼性推進部で行っている教育を対象に議論する。それらの中でも安全・信頼性推進部では研究開発から運用開始までに起こり得る様々な事故を未然に防止する体系的マネジメント手法であるシステム安全の教育に2004年から重点を置いており本章ではこれに焦点をあてる。JAXAはシステム安全を1986年に技術標準を発行して以来、研究開発での重要なマネジメント手法に位置付けてきたが、未だシステム安全の核となるハザード解析に困難を感じるエンジニアが少なくない。更に「ハザード」の概念がJAXA内外のエンジニア間でばらついている状態は解決が必要で、システム安全を実行する人材育成が改善策の一つとして有効である。教育開始当時、我が国に体系的なシステム安全の教育がなかったことからアメリカ航空宇宙局のシステム安全の教育を基にして3段階の教育を開始し、その教育効果まで測定した。この教育効果測定の研究は報告済みである<sup>10)</sup>。その教育について3章を反映した改善を説明するが、基となる教育の概要を以下に説明する。なおJAXAでは「教育」

より「研修」を一般に使っているため以降の説明では「研修」という言葉も使う。

##### (1) システム安全実践研修（基本コース）

システム安全の重要性とハザードの概念を教えることに重点を置きJAXA内外の全エンジニアで技術的共通基盤を築く目的でシステム安全の実践力を2日間で身に付けるコース。

##### (2) システム安全戦略研修（応用コース）

基本コースを高度化しているため基本コース修了が受講条件になる。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し、模擬安全審査まで一通りのプロセスを体験させることでシステム安全の戦略的実行力を4日間で身に付けるコース。JAXA内外のエンジニアを対象にしている。

##### (3) システム安全マネジメント研修（上級コース）

安全に関するリスクマネジメントが多様でありそのために困難であることを学ぶ。応用コース修了が受講条件である。欧米の航空宇宙開発での事故報告原著を読んで分析する知識習得に留まらない高度な内容の1日コースである。本コースは受講修了者を増やしてより多くのエンジニアに安全のリスクを学んでもらうという主旨から現在プロマネ職にあるエ

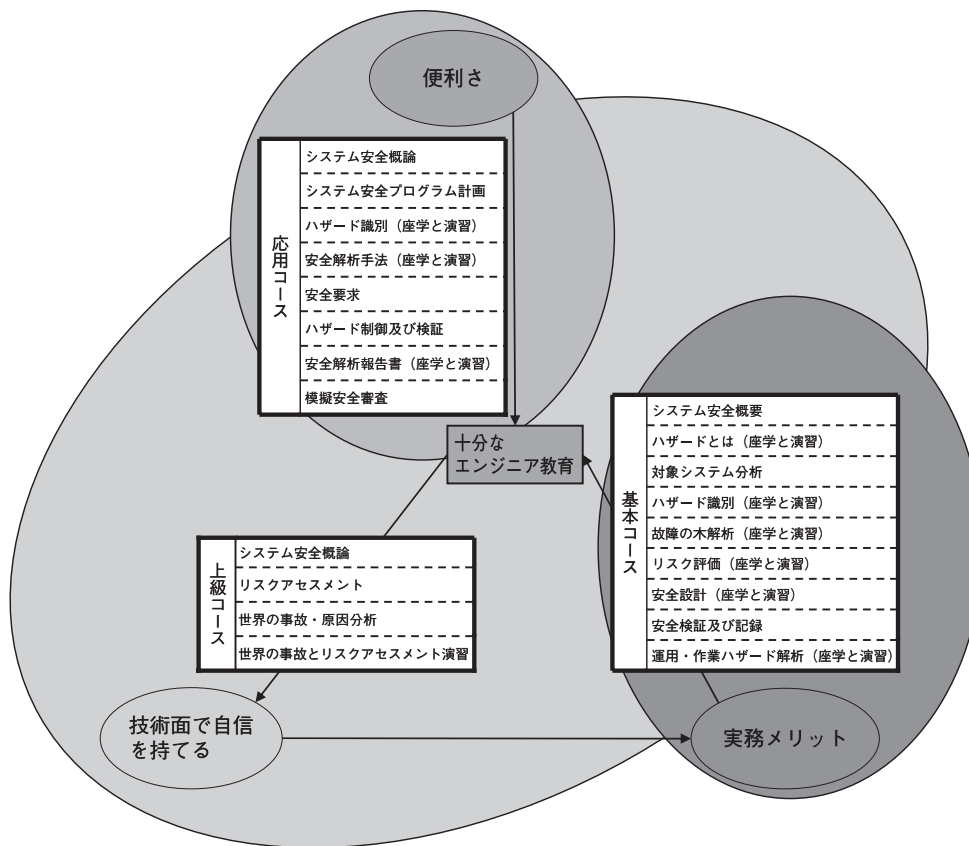


図5 標準認識の因子とシステム安全の研修講座プログラムの関係

ンジニアも本コースを受講できる。なおJAXA内外問わず受講可能な点は前2コースと同様。

#### 4.2 標準の意義認識に係る要因と教育設定

システム安全の核となるハザード解析は、物理公式に基づいてアウトプットを算出するのではなく頭で創造的に行う解析である。この人が実行するゆえのばらつきを抑えるために技術標準が重要な役割を果たす。またシステム安全の標準には安全のリスクを抑える設計要求に加えて、プロジェクト開始から体系的にマネジメントを詳細化・具体化するマネジメント要求の要素が強い。そこでシステム安全の研修では、標準を設計・試験でもマネジメントでも活用できる様に3章で示した共分散構造分析結果を図5に示すとおり各講座のプログラム構成へ反映することで改善を行っている。その改善主要5項目を以下に説明する。

- (1) 「実務メリット」から教育へマイナスの寄与度すなわち教育を受けたいとする寄与度が高い。それを反映して「実務メリット」は基本コースで応用コースより多く教え、受講生に应用コースを受けたいとする気持ちを持たせる方針としている。
- (2) 基本コースで教える「実務メリット」は、寄与度が0.74と高めの「多目的用途」を多く教える講座プログラムにしている。
- (3) 教育実施は「技術面で自信を持たせる」寄与度が1.39と高いことから3コースすべてでカバーしている。中でも仕上げとなる上級コースではグローバル

スタンダードとしてシステム安全の標準を使うことに技術面で自信を持てる様に特に考慮している。

- (4) 技術標準を使う「便利さ」得ることで「教育が十分である」と感じる寄与度が2.27と高いことを反映して、「便利さ」に関する講座は、実務に役立てるための応用コースで多く教えている。
- (5) 技術標準を使う「便利さ」を構成する3要因は、どれも寄与度が0.75程度と同様に高いため応用コースで3要因を同じ配分で教える。

各技術分野どの企業でも適切にエンジニアを教育するプログラム構築は困難な課題である。その課題解決として技術標準の意義をエンジニアに認識してもらう教育の構築が一方針となる。その教育を構築するプロセスとして前述の様に技術標準に関する質問紙調査を行いデータを分析し活用の要因を得て教育プログラムへ反映することが有効なものとなる。

#### 5. 結論

本研究は、宇宙航空の研究開発プロジェクト活動で技術標準の意義を認識し活用してもらうための方策を質問紙により調査した。そこから得たデータについて共分散構造分析を行い標準を活用する方策でエンジニアの教育が中心になることを実証した。

航空宇宙に限らず産業界各分野の研究開発プロジェクトでは新技術の導入は重要であるが、エンジニア個人に無駄なく正しく動いてもらう方策設定が課題とな

る。一方、航空宇宙の研究開発におけるシステム安全も核となるハザード解析にエンジニア個人が実行するゆえの多様性と不確実さが伴っている。このエンジニア個人に由来する課題解決は困難であるが、関連する標準の意義をエンジニアに認識してもらうことが有効な方策となり得る。本研究では、エンジニア教育を中心とした標準の意義を認識するための因子を質問紙調査で明らかにしシステム安全の教育プログラムへ反映する方法を具体的に示した。各産業分野の研究開発プロジェクトで標準を活用するために必要な要因を本研究と同様に質問紙調査から分析することが企業内教育プログラム構築に有効なものとなる。この企業内教育により研究開発プロジェクト活動でエンジニアが技術標準の意義を認識して正しく活用することになれば、我が国の技術開発活動とその生産物における安全・信頼性が向上していく。

#### 謝 辞

本研究開始にあたって親身なご討議をいただきました明治大学理工学部向殿政男教授に感謝します。また査読者の方々から貴重なご意見をいただきました。ここに謝意を表します。

#### 参 考 文 献

- 1) 関田隆一, 山田 秀: システム安全の視点による事故データの定量分析, 信頼性, 30-3, pp.295-304, 2008
- 2) 製品評価技術基盤機構・生活安全分野, 製品安全・事故情報データベース  
<http://www.jiko.nite.go.jp/index3.html>
- 3) 科学技術振興機構, 失敗知識データベース  
<http://shippai.jst.go.jp/fkd/Search>
- 4) Project Management Institute: A guide to the project management body of knowledge (PMBOK®) (3rd ed.), Newtown Square, P.A: Project Management Institute, 2004
- 5) Ahleman, F., Teuteberg, F. & Vogelsang, K.:

Project management standards - Diffusion and application in Germany and Switzerland, International Journal of Project Management, 2008, March [Abstract Electronic Version] Retrieved on May 2, 2008 from <http://www.sciencedirect.com/>

- 6) Bledillet, C. N.: Genesis and role of standards: theoretical foundations and socio-economical model for the construction and use of standards, International Journal of Project Management, 21 (6), 463-470, 2003 August
- 7) Jang, Y., & Lee, J.: Factors influencing the success of management consulting projects, International Journal of Project Management, 16(2), 67-72, 1998 April
- 8) Milosevic, D., & Patanakul, P.: Standardized project management may increase development projects success, International Journal of Project Management, 23(3), 181-192, 2005 April
- 9) European Cooperation on Space Standardization, (no date), ECSS background  
<http://www.ecss.nl/>
- 10) 関田隆一, 山田 秀: 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, 工学教育, 56-6, pp.163-169, 2008

#### 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, 2009年7月筑波大学大学院ビジネス科学研究科博士課程修了, 2004年4月から現職。日本工学教育協会会員, American Institute of Aeronautics and Astronautics会員など