プラント建設プロジェクトの成功に影響する 組織のレジリエンス向上とプロジェクトマネジメント施策との関係

CORRELATION BETWEEN THE MEASURES OF PROJECT MANAGEMENT AND THE ENHANCEMENT OF RESILIENCE OF ORGANIZATION FOR THE SUCCESS OF PLANT CONSTRUCTION PROJECTS

安部和秀*, 高野研一**
Kazuhide ABE and Kenichi TAKANO

This research aims to prove that the measures of project management lead the enhancement of resilience of organizations for the success of plant construction projects that entail a lot of risks due to their huge size and complicated formation of organizations. Multivariate analysis on the data obtained through the Internet questionnaire proved that the measures of project management make the organizations and people involved in a project attentive, and the attentiveness affects resilience, and the resilience contributes to the success of projects.

Keywords : *Project Management, Attentive, resilience, Questionnaire, Structural Equation Modeling*

プロジェクトマネジメント, マインドフル, レジリエンス, アンケート調査, 共分散構造分析

1 はじめに

昨今のプラント建設は建造物の巨大化に伴いプロジェクト期間中に扱う資機材及び管理的データ量が増大の一途を辿っている。そのため一社単独では建設プロジェクトを遂行するための人員が足りず、またプロジェクトのリスクを一社で全て負いきれない状況が発生している。これにより、ジョイントベンチャー（JV）による複数社でのプロジェクト遂行が増える傾向にある。プロジェクトに関与する組織は増加し、かつ多彩になり、組織間の調整の難易度が上がっている。しかしながら、プロジェクトの期間や予算はプロジェクトの巨大化に比例することなく、厳しい競争環境の下、極めて厳しい納期と予算での遂行が求められており、プロジェクトメンバー（注1）は過去に経験したことのない大量の資機材とデータ量の流れをコントロールしなくてはならない状況にある。

また、プロジェクト遂行が容易な場所での計画は減り、極地、政情不安な国等、地政学的な配慮を必要とする場所でのプロジェクトが増えている。シェールガス革命と呼ばれる、新エネルギー資源の台頭はエネルギー資源国間の力関係に影響を及ぼし、先の読み辛い状況下、プラント建設に対する要求は厳しさを増している。

1.1 現状の問題

多くの不確実性を抱える巨大プロジェクトでは、小さなミスであっても、その影響度合いが極めて大きくなる場合があり、失敗の連鎖につながるケースが増えてきている。大量のデータを限られた人

員でコントロールすることによる負担増加なども影響し、十分な管理機能が働かずミスにつながるケースもある。また、JVでのプロジェクト遂行は、異なる組織文化の対立、不慣れた他社の管理手法の利用などにより更に問題の複雑性が増すことになる。

このようなプロジェクト遂行環境では、大きな損失につながる想定外の事象がいつ起きてもおかしくない。したがって、プロジェクトの初期に立てた計画と遂行中の実績の比較に基づき必要な対応を取るような計画重視の施策に加えて、想定外の事象発生時における組織のレジリエンス（注2）を向上させるための施策、あるいは想定外の事象をその影響がまだ小さい段階で発見し迅速に対応するための施策が必要である

1.2 本研究の目的と対象

本研究の目的は、プラント建設プロジェクトにおいてプロジェクトマネジメントの施策がプロジェクトに関わる組織のレジリエンスの向上につながることを立証することである。プロジェクトに関わる組織と人が自律的に判断し行動することを重視して仮説を立てた。本論文で着目した判断力と行動力の発揮は、プラントエンジニアリング系、土木・建築系プロジェクトといったプロジェクトの役務対象や、必要とされる専門技術の違いに寄らず、プロジェクトに関わる組織と人が持つべき基本的能力を対象としている。

1.3 本研究の範囲

本研究で扱うプロジェクトマネジメントは、プラントオーナーと

* 慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科
大学院生・システムデザイン・マネジメント修

** 慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科
教授・工博

Grad. Stud., Graduate School of System Design and Management, Keio University,
M.System Design and Management

Prof., Graduate School of System Design and Management, Keio University, Dr.Eng.

のプロジェクト契約（主契約）を結んだ元請のプロジェクトマネジメント組織（以下、PMT（Project Management Team）（注3）と呼称する）の立場で、その主契約に関連して契約が発生する組織を対象として、主契約で求められる品質、コスト、納期を満たすためのプロジェクトを推進させるための施策である。したがって、下請（注4）や資機材を提供する協力会社にPMTが存在する場合は、それらを含む。組織内にプロジェクトマネジメント機能を必要とせず、通常の組織運営でプロジェクトに関与できる組織は研究対象外とする。元請は複数の企業によるJVである場合を含む。本研究で扱う範囲の典型的な組織の関係を図1に示した。

Fig.1 PMT Covered by This Research

1.4 先行研究調査

Longstaff ら 1)は最近のプロジェクトマネジメント施策が危機への備え重視型から、備えと復旧の統合型へ移行する傾向にあると述べ、レジリエンス強化への取り組みの増加を示唆している。また、復旧を必要とする元の機能の維持のために、個々の遂行手順は変更されているかもしれないと述べ、単に元の状態に戻すのではないことを明確にしている。すなわちレジリエンスの発揮には、定められた手順に従うのではなく、必要とされる機能を見極め、限られた資源で復旧のための手順を迅速に見つけ出す能力が必要なのである。

Weick ら 2)は、予断を許さない、緊張下に置かれた状況であっても高い信頼性と成果を発揮する組織の研究から、そのような組織が、「失敗から学ぶ」「単純化を許さない」「操業の現場を重視する」「復旧能力を高める」「専門知識を尊重する」という5つの特徴を持つ、プロジェクト遂行組織が自ら持っているリスク認識に基づく行動（以下、マインドフル（注5）な行動と呼称する）により、組織の信頼性を高く保っていることを見出した。すなわちそのような組織には通常の業務遂行手順に合致しない事象に対して適切な行動を迅速に見つけ出し、かつ実行する能力が備わっており、その能力はLongstaff らの述べるレジリエンスの発揮に必要な能力と通じると理解した。

2 仮説

本研究では、現在のプラント建設プロジェクト遂行においてもマインドフルな行動がプロジェクトの成功のために効果的であり、かつそのような行動を生み出すプロジェクトマネジメント施策が存在すると考え、次のような仮説を立てた。

仮説：プロジェクトマネジメントの施策がプロジェクト遂行組織のマインドフルな行動を促進するものであれば、失敗に至る可能性のあるリスクを多く抱えるプロジェクトであっても組織のレジリエンスを発揮して成功に導くことが可能である（図2参照）。

Fig.2 Hypothesis for project success

3 仮説の検証

3.1 アンケート調査（インターネット調査による）

3.1.1 アンケートの作成

アンケートは、以下のような構成とした。回答者の属性および自由記述はカテゴリ選択あるいは記述式とした。それ以外の調査項目はリッカート尺度に乗っ取り、「非常によく当てはまる」「当てはまる」「少し当てはまる」「あまり当てはまらない」「当てはまらない」「全く当てはまらない」の6件法を用いた。プロジェクトマネジメント施策に関しては、PMBOK®ガイド3)の10の知識領域にまたがるように選択して設定した。また、アンケート項目に正しく答えやすいかどうかを確認するために、プロジェクトマネジメント経験者2名が内容のレビューを行った。

質問項目を表1と表2に示す。表2には「プロジェクトマネジメント施策」の因子分析後の負荷量も示した。なお、因子分析において十分な因子負荷量を示さなかった1項目は除外してある。

Table1 Questions of Internet questionnaire (1)

回答者の属性：10 問
オーナー側の立場での関与か
勤務先の業種
プロジェクトマネジメント経験年数
現在のポジション
経験部門
担当したプロジェクトの施設分類
執務場所
プロジェクト期間
プロジェクト規模
ジョイントベンチャーでの遂行か
プロジェクト組織のレジリエンス：4 問
プロジェクト開始時にリスクとして見込まなかった不測の事態が顕在化した
不測の事態のコストへの影響をプロジェクト開始時に計画した予備費以内に抑えた
顕在化したリスクのコストへの影響を見積り時の想定内に抑えた
顕在化したリスクのスケジュールへの影響を見積り時の想定内に抑えた
組織のマインドフルな行動：15 問
どのようなミスでも言い出せる雰囲気がある
色々な人が多様な意見を表明することができる
プロジェクトメンバー同士が普段から自発的に接触する機会を持ち、状況の共有に努めている
プロジェクトメンバー間に信頼関係が築かれている
プロジェクトメンバーに、自分のベストを尽くそうという

使命感がある
間一髪で損失（コスト、スケジュール）を免れた場合、それを現実的な「脅威」と考え、その情報を共有している
ミスなどを届け出て作業を中断させたとしても非難されることはない
各人が自分の職務範囲を超えて、プロジェクト遂行で求められる行動に精通している
各自の能力を超えた任務への挑戦が奨励される
不測の事態が起きた時、地位に関係なく、ふさわしい人間が意思決定を行う
間一髪で損失（コスト、スケジュール）を免れた場合、その経験と教訓を反映するよう迅速に手順を見直す
お互いの意見を尊重し注意深く耳を傾ける
不測の事態が発生した時、すぐに必要な経営資源を手当てできる
プロジェクトメンバーは知識を状況に応じて柔軟に活用する能力に長けている
プロジェクトメンバーはお互いの職務の専門性を尊重している
プロジェクトの特性・成否の確認：4問
プロジェクトは求められている品質を満たした
プロジェクトは求められているコスト内に納まった
プロジェクトは求められているスケジュール内で完了した
全体としてプロジェクトは成功した
プロジェクトの成功に関する自由記述：3問
プロジェクトを成功させる上で最も重要なことは何だと思うか
プロジェクト遂行中、成功に対するモチベーションが高まるきっかけ（要因）は何か
緊急対応が必要な時に、意外と効果のあった施策は何か

Table2 Questions of Internet questionnaire (2)

質問	プロジェクトマネジメント施策の確認				
	因子負荷量(5因子)				
	1	2	3	4	5
1	充実したプロジェクトマネジメントスキル育成プログラムを利用できる				
	.657	.116	-.142	.189	.013
2	プロジェクトの状況を第三者（内部、外部）がチェックする機能がある				
	.602	-.077	.105	-.117	.268
3	様々な国籍のプロジェクト関係者が平等に意見を出す仕組みがある				
	.590	.182	.110	.080	-.289
4	外部調達において、協力会社のパフォーマンス評価に必要な情報を共有する仕組みがある				
	.580	.000	.016	.092	.215
5	機材費の変動を予測するために常に外部の専門家の見解を入手している				
	.551	-.165	.464	.082	-.077

6	不測の事態に際して情報は特定のマネジメント層のみに知らされる				
	.478	.167	.181	-.081	-.074
7	複数のステークホルダー間での非公式な意見交換が活発に行われる				
	.390	.067	.003	.320	.048
8	専門分野を超えた技術、知識、経験の共有の場がある				
	.361	.171	.105	.032	.182
9	プロジェクト遂行の標準手順（プロセジャー）が整備されている				
	.097	.799	.025	-.015	-.103
10	先輩エンジニアからプロジェクトマネジメントについて学ぶ機会がある				
	.303	.682	-.140	.089	-.178
11	十分な経験、知識のあるプロジェクトマネージャがアサインされている				
	.155	.667	.098	-.158	.065
12	リスクを特定し定量評価するための手法を備えている				
	.327	.569	-.044	-.139	.123
13	設計や機材の品質を確実なものにするためのスケジュール遅延は柔軟に調整できる				
	.149	.530	-.167	.040	.254
14	プロジェクトマネージャはプロジェクトの状況、課題をよく把握し、対策のための指示を出している				
	-.162	.516	.325	.018	.151
15	スコープの変更は関係者に迅速に伝えられる				
	-.111	.477	.143	.215	.091
16	プロジェクトマネジメントに関するナレッジデータベースがプロジェクトメンバー間で共有されている				
	.307	.369	-.058	-.010	.290
17	プロジェクト遂行計画が作成、配布され、かつ遵守を促す仕組みがある				
	-.056	.331	.134	.310	.134
18	不測の事態の対策を講じる権限は特定のマネジメント層のみが持っている				
	.279	-.107	.740	-.090	-.042
19	プロジェクトの規模に概ね比例してプロジェクトマネジメントにかかる負担が増加する				
	-.179	-.076	.631	.017	.327
20	ステークホルダー間での QCD（Quality, Cost, Delivery）の重視のレベルに差異がある				
	.217	.182	.582	-.165	-.098
21	プロジェクト遂行の標準手順（プロセジャー）はプロジェクト特性に従い柔軟に運用される				
	-.086	.184	.424	.277	.066
22	ミーティングでは主にマネジメントからの連絡と指示が伝えられる				
	.056	-.045	.359	.340	.086
23	予算と実績の対比をプロジェクトメンバー間で共有できる				
	.005	-.136	-.045	.906	.063
24	このプロジェクトのスケジュールに影響を及ぼす可能性のある障害を早期に気付かせる仕組みがある				
	.139	.009	-.114	.828	-.082

25	スコープ定義に基づいた WBS (Work Breakdown Structure) が作成され、共有されている	.246	.120	.067	.485	-.063
26	人的資源の調整のための手段と仕組みを備えている	.207	.040	.164	.447	-.015
27	様々な変更がスケジュールに及ぼす影響度合いを事前に把握できる	-.072	.300	.084	.407	.156
28	プロジェクトのデータはステークホルダー間で共有されている	.174	.085	.156	.370	.043
29	スケジュール、コストなどについての目標が設定されている	-.209	.052	.160	-.021	.749
30	技術に関するナレッジデータベースがプロジェクトメンバー間で共有されている	.345	-.130	.024	.027	.676
31	ミーティングでは主に出席者による議論が行われる	.179	.063	-.083	.173	.382
32	プロジェクトの意義や価値がステークホルダー間で共有され、実現のために互いに協力している	.246	.146	-.066	.073	.377
33	状況を監視し、不測の事態に際してはすぐに相談できる人や組織が存在する	.286	.252	-.069	.043	.322
34	見積り（コスト、スケジュール、課題の抽出）は合理的である	.202	.171	.172	-.096	.317

3.1.2 アンケートの実施

調査対象は産業施設建設のプロジェクトマネジメント経験者とした。調査にはミクシィ・リサーチ社を利用した。アンケート調査方法の詳細については表 3 に示す。304 件の有効な回答については、表 4 に示す通り、平均年齢 48.8 歳で、40 代と 50 代で全体の 70% を占める。また、表 5 に示す通り、プロジェクトマネジメント経験年数は 10 年未満が 47%、20 年未満が累積で 80.9% である。残りの 19.1% は経験が 20 年以上のベテランであり、各層からの回答が得られた。回答者の属性は、オーナー側と受注側の比率が 62.5 : 37.5 とオーナー企業に勤める方の回答が多かったが、概ね両方の立場から回答が得られたと言える。受注者側の回答者の業種は、エンジニアリング専業が 22.4%、総合建設が 42% と大多数を占める。

Table3 Response of Internet questionnaire

調査日時	2014 年 11 月 21 日～26 日
回収数	500 件
有効回答数	304 件
無効回答としての判断基準	
1	6 件法の設問に同番号で回答（75%以上）
2	6 件法の設問に対し連番で回答（不真面目）
3	「組織のマインドフルな行動」に関する質問（15 問）に対し同番号で回答（100%）
4	明らかに不真面目な回答（自由記述）
5	経験年数と年齢の不整合

Table4 Distribution of responses (Age)

年齢	度数	割合
20 代	6	2.0
30 代	42	13.8
40 代	108	35.5
50 代	105	34.5
60 代以上	43	14.1

Table5 Distribution of responses (Experience)

経験年数	度数	割合
5 年未満	74	24.3
5～10 年未満	69	22.7
10～15 年未満	58	19.1
15～20 年未満	45	14.8
20～25 年未満	27	8.9
25 年以上	31	10.2

3.2 アンケート分析

3.2.1 変数の合成と因子分析

データ分析の事前準備として、「プロジェクトの成否」を尋ねる 4 設問、「組織のレジリエンス」を尋ねる 4 設問、「組織のマインドフルな行動」を尋ねる 15 設問をそれぞれ 1 つの目的変数にまとめた。目的変数の合成に際し、合成の可否を確認するために信頼性分析を実施した。信頼性分析には α 係数を用いた。

プロジェクトの成否は、求められる品質、コスト、納期の達成を統合して考えるべきであることから 4 つの設問を 1 つの変数として扱うこととした。4 設問の信頼性分析の結果は Cronbach の α .867 であった。したがって内的整合性は十分であると判断し、4 設問の回答の平均値を目的変数：「プロジェクトの成否」とした。

プロジェクト組織のレジリエンスは、不測の事態、および顕在化したリスクがコストとスケジュールに与える影響を統合して考えるべきであることから 4 つの設問を 1 つの変数として扱うこととした。信頼性分析の結果は Cronbach の α .770 であったが、不測の事態の発生の有無を問う 1 設問を削除すると α .822 と上昇したので、この 1 設問を除いた 3 設問の回答の平均値を目的変数：「組織のレジリエンス」とした。

「組織のマインドフルな行動」を問う 15 設問の信頼性分析の結果は Cronbach の α .935 であった。したがって内的整合性は高いと判断し、15 設問の回答の平均値を目的変数：「組織のマインドフルな行動」とした。組織のマインドフルな行動は、Weick らの述べる 5 つの特徴（失敗から学ぶ、単純化を許さない、操業の現場を重視する、復旧能力を高める、専門知識を尊重する）を統合して付けた名称であることから、合成した変数の方が関連性を示すのに相応しいと考え、1 つの変数として扱うこととした。アンケート調査票の設問はこの 5 つの特徴を網羅するものとした。

また、「プロジェクトマネジメント施策」は 35 問という多数の変数で構成されるため、因子分析を用いて説明変数となる共通因子を抽出した。分析には SPSS Statistics 22 を利用した。十分な因子負荷量を示さなかった 1 項目を分析から除外後、最尤法・Promax 回転

による因子分析を行った結果、採用した因子の固有値を示す(表 6)。

Table6 Factor scores

因子	固有値	寄与率(%)	累積寄与率(%)
1	16.128	47.434	47.434
2	1.775	5.222	52.656
3	1.358	3.994	56.650
4	1.069	3.143	59.793
5	1.020	2.999	62.793

第1因子は8項目で構成されており「多様性の活用」因子と命名した。第2因子は9項目で構成されており「PMTの指導力発揮」因子と命名した。第3因子は5項目で構成されており「トップダウンでの意思決定」因子と命名した。第4因子は6項目で構成されており「潜在的リスクの早期察知」因子と命名した。第5因子は6項目で構成されており「協力の促進」因子と命名した。

3.2.2 仮説の確認

プラント建設プロジェクト遂行に関与する組織のマインドフルな行動がプロジェクト遂行における組織のレジリエンスに影響を与えていることを確認するために、説明変数を「組織のマインドフルな行動」、目的変数を「組織のレジリエンス」として回帰分析を行った。この結果調整済み決定係数は.392で、0.1%水準で有意となった(表7)。したがって、「組織のマインドフルな行動」が「組織のレジリエンス」に影響を与えていると判断できる。

Table7 Result of regression analysis

R	R2 乗	調整済 R2 乗	有意確率
0.627	0.394	0.392	0.000
	係数 β	標準化係数 β	有意確率
組織のマインドフルな行動	0.769	0.627	0.000

プロジェクトマネジメント施策がプロジェクト遂行に関与する組織のマインドフルな行動に影響を与えることを確認するために、説明変数を「プロジェクトマネジメント施策の全ての因子」、目的変数を「組織のマインドフルな行動」とし、強制投入法により重回帰分析を行った。その結果、調整済み決定係数は.702であり、0.1%水準で有意であった(表8)。したがって、組織のマインドフルな行動に対してプロジェクトマネジメント施策の全ての因子が影響を与えていると判断できる。

Table8 Result of multiple regression analysis

R	R2 乗	調整済 R2 乗	有意確率
0.841	0.707	0.702	0.000
	係数 β	標準化係数 β	有意確率
多様性の活用	-.145	-.154	.008
PMTの指導力発揮	.212	.222	.001
トップダウンでの意思決定	.158	.151	.001
潜在的リスクの早期察知	.393	.417	.000
協力の促進	.330	.277	.000

5つのプロジェクトマネジメント施策の因子と、組織のマインドフルな行動の相関関係を確認すると、3つの施策「PMTの指導力発揮」「潜在的リスクの早期察知」「協力の促進」と「組織のマインドフルな行動」の間に非常に強い相関が見られる(表9)。

Table9 Correlation coefficient

	組織のマインドフルな行動 (上段: Pearsonの相関係数 下段: 有意確率(両側))
多様性の活用	0.650
	0.000
PMTの指導力発揮	0.761
	0.000
トップダウンでの意思決定	0.664
	0.000
潜在的リスクの早期察知	0.790
	0.000
協力の促進	0.751
	0.000

最後に、組織のレジリエンスとプロジェクトの成否の関係を確認するため、説明変数を「組織のレジリエンス」、目的変数を「プロジェクトの成否」として回帰分析を行った。この結果、調整済み決定係数は.475で、0.1%水準で有意となった(表10)。

Table10 Result of regression analysis

R	R2 乗	調整済 R2 乗	有意確率
0.691	0.477	0.475	0.000
	係数 β	標準化係数 β	有意確率
レジリエンス	0.702	0.691	0.000

以上より、本研究の仮説である「プロジェクトマネジメントの施策がプロジェクト遂行組織のマインドフルな行動を促進するものであれば、失敗するかもしれないリスクを多く抱えるプロジェクトであっても組織のレジリエンスを駆使して成功に導くことが可能である」という関係が定量的に有意であることが示された。

3.3 属性の差に基づく分析

更に、プロジェクトの性格、組織編成等の違いがプロジェクトマネジメント施策の組織のマインドフルな行動にどのような影響を与えるか確認するために、プロジェクトマネジメント経験年数の違い、立場(オーナー側か受注者側か)の違い、組織編成(JVか一社単独か)の違いによるケースで重回帰分析を実施した。

表11, 12, 13, 14はプロジェクトマネジメント経験年数の違いによる影響を示している。経験年数5年未満のグループに対する分析では共線性の統計量におけるVIF(Variance Inflation Factor)が高くなったので評価対象から外した。経験が5年以上15年未満のグループは「PMTの指導力発揮」が有意となった。すなわち、自分達が前面に立ってリーダーシップを発揮し、プロジェクトを成功に導こうとしている姿を描くことができる。経験が15年以上のグルー

ブは「協力の促進」が有意となった。すなわち、自分達が前面に出るのではなく、プロジェクトに関与している組織や個人がパフォーマンス(注6)を発揮できるよう取り計らう姿を描くことができる。

Table11 Project management experience with 5 – 9 years

R	R2 乗	調整済 R2 乗	有意確率
0.885	0.784	0.767	0.000
	係数 β	標準化係数 β	有意確率
多様性の活用	-.151	-.184	.144
PMT の指導力発揮	.436	.461	.004
トップダウンでの意思決定	.065	.071	.447
潜在的リスクの早期察知	.336	.373	.001
協力の促進	.264	.222	.055

Table12 Project management experience with 10 – 14 years

R	R2 乗	調整済 R2 乗	有意確率
0.868	0.754	0.731	0.000
	係数 β	標準化係数 β	有意確率
多様性の活用	-.086	-.098	.417
PMT の指導力発揮	.479	.586	.000
トップダウンでの意思決定	.316	.329	.001
潜在的リスクの早期察知	-.022	-.028	.853
協力の促進	.189	.203	.103

Table13 Project management experience with 15 – 19 years

R	R2 乗	調整済 R2 乗	有意確率
0.857	0.734	0.700	0.000
	係数 β	標準化係数 β	有意確率
多様性の活用	.214	.251	.103
PMT の指導力発揮	-.126	-.140	.342
トップダウンでの意思決定	.176	.166	.124
潜在的リスクの早期察知	.263	.281	.056
協力の促進	.541	.445	.002

Table14 Project management experience with 20 years or more

R	R2 乗	調整済 R2 乗	有意確率
0.717	0.514	0.467	0.000
	係数 β	標準化係数 β	有意確率
多様性の活用	-.156	-.156	.337
PMT の指導力発揮	-.075	-.075	.694
トップダウンでの意思決定	.057	.051	.741
潜在的リスクの早期察知	.482	.472	.017
協力の促進	.584	.465	.005

表 15, 16 はプロジェクトに関わる立場（オーナー側か受注者側か）の違いによる影響を示している。「トップダウンでの意思決定」はオーナー側だけで有意となっている。すなわちオーナー側は組織がマインドフルに行動し、契約通りの納期、品質、コストを満たすためにトップダウンでの意思決定が重要であると評価している。この場合のトップダウンとは「会社の方針に沿った」と言い換えられ

るだろう。また、受注者側において「潜在的リスクの早期察知」の標準化係数値が高く、リスク管理役務が契約に含まれることが推察されるとともに、その状況がマインドフルな組織の醸成をもたらしていると評価できる。

Table15 Result of multiple regression analysis for owner

R	R2 乗	調整済 R2 乗	有意確率
0.862	0.743	0.736	0.000
	係数 β	標準化係数 β	有意確率
多様性の活用	-.120	.063	.056
PMT の指導力発揮	.175	.072	.016
トップダウンでの意思決定	.174	.054	.001
潜在的リスクの早期察知	.397	.069	.000
協力の促進	.358	.076	.000

Table16 Result of multiple regression analysis for contractor

R	R2 乗	調整済 R2 乗	有意確率
0.812	0.659	0.643	0.000
	係数 β	標準化係数 β	有意確率
多様性の活用	-.172	-.184	.092
PMT の指導力発揮	.279	.292	.019
トップダウンでの意思決定	.109	.105	.264
潜在的リスクの早期察知	.395	.406	.000
協力の促進	.296	.243	.037

表 17, 18 はプロジェクト遂行の組織編成の違い（JV か一社単独か）による影響を示している。JV における「潜在的リスクの早期察知」の標準化係数値が高く、JV でのプロジェクト遂行ではリスク管理の重要性が明らかになった。

Table17 Project execution by JV

R	R2 乗	調整済 R2 乗	有意確率
0.870	0.756	0.747	0.000
	係数 β	標準化係数 β	有意確率
多様性の活用	-.148	-.153	.145
PMT の指導力発揮	.257	.257	.009
トップダウンでの意思決定	-.000	-.000	.999
潜在的リスクの早期察知	.599	.615	.000
協力の促進	.228	.189	.043

Table18 Project execution by a sole contractor

R	R2 乗	調整済 R2 乗	有意確率
0.823	0.678	0.668	0.000
	係数 β	標準化係数 β	有意確率
多様性の活用	-.139	-.148	.035
PMT の指導力発揮	.211	.231	.009
トップダウンでの意思決定	.226	.220	.000
潜在的リスクの早期察知	.275	.299	.000
協力の促進	.377	.321	.000

3.4 アンケートの自由記述回答分析

アンケートには回答者の経験や思いを収集し統計分析の結果を補完する目的で自由記述の質問を設けた。

質問 1：プロジェクトの成功のために重要なこと

質問 2：成功へのモチベーションが高まるきっかけ

質問 3：緊急対応時に意外と効果のあった施策

質問 1 に対する上位 5 分類の回答を表 19 に示す。これより、個人のモチベーションを高めメンバー間の協力を促すことが重要であることが分かる。JarvenPaa ら 4) は、複数拠点にまたがる組織におけるコミュニケーションと信頼が時間軸で変化することを示し、道具よりも文脈、全体の仕組み、タイミングが重要であると主張する。正しい意思決定のためには最新の情報の共有が必要であるが、関与する人が多く、かつ複数の拠点で活動している場合、情報共有を確実に効果的なものとする仕組みも重要となるだろう。

Table19 Top 5 answers for question 1

回答の分類	回答数
個人のモチベーション, 熱意	59
協力, チームワーク	58
信頼関係	20
意思決定, リーダーシップ	18
情報共有	18

質問 2 に対する上位 5 分類の回答を表 20 に示す。プロジェクトメンバーは個人の達成感を実感できることを重視している事が分かる。また、他者から自分への評価もモチベーションに影響を与える。プロジェクト環境とは、プロジェクトの目標、及び目標達成のために為すべきことが明確に示されていることである。

Table20 Top 5 answers for question 2

回答の分類	回答数
自己実現	79
チームワーク	57
金銭的報酬	38
プロジェクト環境	34
評価を得ること	28

質問 3 に対する上位 5 分類の回答を表 21 に示す。コミュニケーションを伴う協力の具体例として、情報交換や議論など、複数の人が一緒に検討することの効果が挙げられた。また、事前に緊急事態を想定し、日頃のトレーニングにより体を慣らしておくことの重要性も挙げられた。

Grabowski ら 5) は、リスクを低く抑える組織は個人間の信頼を築くために非常に多様で多くの施策を取り入れており、それら施策は個人間の協力を促し組織間の連携を強化するトレーニングの形を取る場合があると述べる。トレーニングは頭で考えるだけでは完全に想定できない他の組織やメンバーの判断や行動、自分の弱みを体感することができるので、施策をプロジェクト毎に実践的なものとするのに効果がある。迅速な対応には「その場を見ること」を重視す

る意見も含まれる。緊急事態の意思決定のスピードを上げるには権限を適切な人に委譲すると良いケースがある。権限委譲は、平常時には権限を持たない若手や現場の人に対して行われるだけでなく、上位者に判断を委ねるケースも含まれる。

Table21 Top 5 answers for question 3

回答の分類	回答数
コミュニケーションを伴う協力	60
事前の準備, 日頃のトレーニング	34
冷静な判断と対応	23
迅速な対応	21
上位者の介入, 権限委譲	20

3.5 インタビュー調査結果分析

3.5.1 インタビューの目的

統計分析の結果を具体的事例と照らし合わせることで分析結果の妥当性を確認するため、プロジェクトマネジメント経験者 5 名に、プロジェクトのスムーズな遂行に対する下記の影響についてインタビューを実施した。

- ・ PMT の指導力発揮
- ・ 潜在的リスクの早期察知
- ・ 協力の促進
- ・ 多様性の活用

3.5.2 インタビューの結果分析

PMT の指導力発揮について、PMT メンバー(注 7)の経験やプロジェクトメンバーのパフォーマンスを引き出すための権限委譲、オーナー側を含むプロジェクトに関与する組織や人の意識の方向性を合わせることの重要性が挙げられた。

潜在的リスクの早期察知はプロジェクトメンバーの人間性や能力の影響を受ける場合があるので、PMT からメンバーに声をかけて、思っていることを引き出す努力をすること、実際に現場や装置を見ること、過去の失敗経験に照らし合わせて考えることの重要性が挙げられた。

協力の促進について、PMT メンバーがプロジェクトの成果を挙げることに注力し、指導力を発揮すること、互いに感謝の意を示すこと、組織間のコミュニケーションの際には互いのメンバーの職務上の地位を合わせることの重要性が挙げられた。

多様性の活用について、関わる国の文化を理解すること、感情的にならないこと、自分の常識だけで判断しないこと、多様性を当たり前のものとして捉えることの重要性が挙げられた。多様性への対応のために、PMT メンバーの業務経歴が多様であると様々な課題に対応し易いという意見もあった。

インタビュー結果より、プロジェクトの成功にはプロジェクトに関与するメンバーが、オーナー側、受注者側によらず、同じプロジェクトを遂行する者として力を合わせる必要であることが見出された。そのために PMT は皆が目指すべき目標を提示し、プロジェクトメンバーの意識の方向性を合わせる必要がある。

また、PMT にはプロジェクトメンバーが 100%の力を発揮できるような環境を作ることも重要である。他のプロジェクトメンバーの業

務経歴や立場、プロジェクトを遂行する他国の文化などを理解し、互いに敬意を払いつつ意思疎通が図れるよう、プロジェクトメンバーが一堂に会する場を定期的に設けることや、プロジェクトメンバーが困っているようであれば尋ねること、その行動を認め、褒めることなどが求められる。データの集中管理や頻繁なリスクの見直しによって、プロジェクト遂行中の問題やリスクを早く掴み、プロジェクトメンバーの懸念をできるだけ早く解消する事も重要である。他方、PMT にはメンバーの失敗を許す度量が求められる。

3.6 共分散構造分析

プロジェクトマネジメント施策の構造を確認するために共分散構造分析 (SEM : Structural Equation Modeling) を行った。分析には Amos22 を利用した。モデルの適合度合いを示す指標を確認しながら見直しを行い、SEM の評価指標が十分な値を示し (表 22)、定量的に成立する事が示唆されるモデルを作成した (図 3)。また、全ての観測変数間 (図中の矢印の関係) の標準化推定値は有意であり (表 23)、モデルから削除するべき観測変数は存在しないと判断した。

共分散構造分析により、本研究の仮説である「組織のマインドフルな行動の促進と組織のレジリエンス発揮を通じたプロジェクトの成否の改善」には、因子分析から得られた以下の 3 つのプロジェクトマネジメント施策を強化することが効果的であることが分かった。また、組織のマインドフルな行動は組織のレジリエンスを経由しなくてもプロジェクトの成功に寄与することが示された。

- ・ 施策 1「PMT の指導力発揮」
- ・ 施策 2「協力の促進」
- ・ 施策 3「潜在的リスクの早期察知」

Fig.3 Structural equation modeling

また、本研究の仮説とは異なるパスも見出された。

「トップダウンでの意思決定」のための施策が取られると「組織のレジリエンス」が向上する。何らかの急を要する対応が必要となった場合等では、トップダウンで直接的にアクションを指示する方法も有効であると解釈できる。

「多様性の活用」がプロジェクトの成功に対して負の影響、「協力の促進」が正の影響を与えることが確認できた。多様な見解がある事はリスク管理の上で良い面もあるだろうが、プロジェクト遂行においては多くの課題を伴うことが分かる。他方、組織やメンバー間

の協力を促す施策はプロジェクトの成功に高い貢献が期待できる。

Table22 Index of structural equation modeling

カイ二乗	自由度	有意確率	GFI	AGFI	RMSEA
23.043	9	0.006	0.982	0.927	0.072

Table23 Standardized estimates
(***は 0.1%水準で有意であることを示す)

		標準化推定値	確率
組織のマインドフルな行動	< 協力の促進	0.276	***
組織のマインドフルな行動	< 潜在的リスクの早期察知	0.426	***
組織のマインドフルな行動	< PMT の指導力発揮	0.193	.002
レジリエンス	< 組織のマインドフルな行動	0.492	***
レジリエンス	< トップダウンでの意思決定	0.211	***
プロジェクトの成否	< レジリエンス	0.452	***
プロジェクトの成否	< 組織のマインドフルな行動	0.403	***
プロジェクトの成否	< 協力の促進	0.151	.019
プロジェクトの成否	< 多様性の活用	-0.197	***

4 考察

アンケートの自由記述回答やインタビュー結果から、PMT による指導力の発揮に対する期待が高いことが分かった。更に共分散構造分析により、PMT による指導力の発揮がプロジェクトの成功に寄与することを可視化することができた。Anantatmula 6)は、グローバルプロジェクトにおけるプロジェクトリーダーシップの形成、文化の相違に注意を払った信頼形成、情報システムの早期形成の重要性を指摘する。複数の組織が関わるにより衝突や敬遠が発生し易い状態であっても、PMT が適切に指導力を発揮することによって組織のマインドフルな行動を促すことに寄与するだろう。

他方、プロジェクトマネジメント経験年数毎の統計分析結果は、経験年数によって PMT メンバーの方針や指示に違いが出る可能性があることを示した。すなわち、PMT メンバーの人選を慎重に行うことの重要性が示唆されている。また、プロジェクトの遂行はダイナミックであり、開始からの時期により関与する組織や人が変わるので、PMT はプロジェクトの半ばにもプロジェクトに関わる組織や人のモチベーションを高め、協力関係を築くための施策を実施し、共通の目標を見失わないようにする必要がある。

プロジェクトに関与する組織やメンバーの協力促進は、相対する個人、組織の意向を意識することにつながり、プロジェクトに関与する組織のマインドフルな行動の促進に効果がある。共分散構造分析は、本施策がプロジェクトの成功に直接貢献できるので注力すべきであることを示した。各組織がプロジェクトに関与する他の組織に期待できる技術や知見を把握し、また自らが発揮すべき専門性を認識することによって、プロジェクトに関わる全組織が互いの技術や知見を活用しながらパフォーマンスを最大限に発揮できる可能性

がある。プロジェクトに関与する組織は、プロジェクトの成功以外にも各組織としての目標がある。各組織の目標達成とプロジェクトの成功を共存させる施策を見出すためのコミュニケーションは結果としてプロジェクトの成功確率を高めるのではないか。

Anantatmula 7)は、文化的価値の多様性は作業の実行や生産性、プロジェクト管理の戦略に影響があり、プロジェクトマネージャはコミュニケーション計画や知識管理手順を構築する際に、多様な文化を考慮しなくてはならないと述べる。組織や個人の志向のみならず、それらが属する社会の背景まで考察することによりプロジェクト遂行中に採用すべき施策が明らかになるのである。草柳 8)は「異人種によって構成される国では、様々な価値観や倫理観が存在し、同じ言葉でも多くの解釈が生まれてくる。」と述べ、国際建設プロジェクトにおける文書での意思疎通の必要性を説く。文書には必要な事が全て書き表されているとは限らないことに注意が必要であるが、プロジェクトメンバー間での共通認識のための記録としては価値が高い。

プロジェクト遂行における潜在的リスクの早期察知は、マインドフルな行動に対する影響度が、組織のマインドフルな行動に影響を与える他の2つの施策よりも大きいので、本施策にも注力すべきである。リスクの種に最も近い立場にいる「担当者」の声を拾い上げる仕組みを取り入れることは問題の早期察知に効果があるのではないか。但し、担当者が情報発信し易い環境作りが欠かせない。すなわち、担当者の作業量が増えたり、担当者が不当に評価されたりしないよう注意を払わなくてはならない。Morieux ら 9)は「助けを求めた途端、それが遅延の真因だと言う信号を送ることになる」と述べる。PMT は助けを求める者を責めるのではなく、サポートすることを表明することにより、リスクの早期察知を促すことができるのである。

また、リスク管理には過去の類似プロジェクトの事例を通して得られた教訓を参照することが多いと思われるが、アンケートの自由記述回答で得られた「日頃のトレーニング」と組み合わせることにより、プロジェクトに関わる組織や人に自律的な行動を促すような効果的な活用が可能ではないだろうか。また、現状はプロジェクトに関わる組織が個別に保有している教訓を共有することにより、当該プロジェクトにおけるリスク管理の精度を上げられると考えられる。したがって、教訓を複数の組織で共有するための仕組み作りも必要である。

共分散構造分析から、プロジェクトマネジメント施策 1 は、施策 2、3 と相関が高いことが示された。すなわち、プロジェクトを成功に導くプロジェクトマネジメント施策の実施のためには、PMT による適切な指導力の発揮が重要な役割を果たすことが分かる。

5 おわりに

本研究では、多くの不確実性を抱える環境でのプラント建設プロジェクト遂行を成功させるために、プロジェクトマネジメントの施策がプロジェクトに関わる組織のレジリエンスの向上につながることをアンケート調査と統計分析によって立証した。

今後は、マインドフルな組織を作るのに効果的であると分かった3つの施策「PMT の指導力発揮」「協力の促進」「潜在的リスクの早期察知」の具体化と効果測定が課題である。「協力の促進」については、

直接契約関係のある組織間、及び直接契約関係はないが同一プロジェクトに関与し一方の組織のパフォーマンスが他方の行動に影響を与えるような組織間の協力という観点での分析を含む必要がある。

注

注 1) 当該プロジェクトに関わる人。プロジェクトマネジメント施策に従ってプロジェクトの目的を達成するために、設計、調達、建設などの常設部門に所属し、各種専門技術を用いて業務を行う。

注 2) 外部要因により物理的、機能的変化を強制された後、元の機能を取り戻そうとする力

注 3) プロジェクトマネジメント施策の検討、導入の決定、実行に責任を持ち、プロジェクト全体をリードする組織

注 4) 元請の設計、建設業務の一部を担う組織

注 5) Weick らは、高い信頼性を発揮する組織に共通して見られる「マインドフルネス」を「つねに心構えが高い状態を維持していること」と定義している。本論文では、Weick らがそのような組織から見出した5つの特徴を持つ行動を「マインドフルな行動」と呼称することとした。

注 6) 業務遂行能力、あるいはその能力を発揮した結果

注 7) PMT に所属し、プロジェクトマネジメント業務を主務とする人

参考文献

- 1) Patricia H. Longstaff et al. : Building Resilient Communities: A Preliminary Framework for Assessment, HOMELAND SECURITY AFFAIRS, Vol. 6, No. 3, pp.1-23, 2010
- 2) Karl E. Weick, Kathleen M. Sutcliffe : 不確実性のマネジメント～危機を事前に防ぐマインドとシステムを構築する～, ダイヤモンド社, 2002
- 3) Project Management Institute, Inc. : プロジェクトマネジメント知識体系ガイド (PMBOK®ガイド) 第5版, Project Management Institute, Inc., 2013
- 4) Sirkka L. Jarvenpaa, Prothy E. Leidner : Communication and Trust in Global Virtual Teams, Organization Science, Vol. 10, No. 6, pp.791-815, 1999
- 5) Martha Grabowski, Harlene H. Roberts : Risk Mitigation in Virtual Organizations, Organization Science, Vol. 10, No. 6, pp.704-721, 1999
- 6) Vittal S. Anantatmula : Impact of cultural differences on knowledge management in global projects, VINE, Vol. 40 No. 3/4, pp.239-253, 2010
- 7) Vittal S. Anantatmula : Managing Global Projects: A Structured Approach for Better Performance, Project Management Journal, Vol. 41, No. 2, pp.60-72, 2010
- 8) 草柳俊二 : 国際建設プロジェクトのマネジメントシステム構築のための基礎研究, 土木学会論文集, No.546/VI-32, pp.101-112, 1996
- 9) Yves Morieux, Peter Tollman : 組織が動くシンプルな6つの原則―部門の壁を越えて問題を解決する方法, ダイヤモンド社, 2014

CORRELATION BETWEEN THE MEASURES OF PROJECT MANAGEMENT AND THE ENHANCEMENT OF RESILIENCE OF ORGANIZATION FOR THE SUCCESS OF PLANT CONSTRUCTION PROJECTS

Kazuhide ABE and Kenichi TAKANO***

* Grad. Stud., Graduate School of System Design and Management, Keio University, M.System Design and Management

** Prof., Graduate School of System Design and Management, Keio University, Dr.Eng.

This research aims to prove that the measures of project management lead the enhancement of resilience of organizations for the success of plant construction projects that entail a lot of risks due to their huge size and complicated formation of organizations.

This research covers the project management organizations that are relevant to the contract made between the owner and the main contractor, which may form a joint venture by some companies, and discuss the correlation between the measures of project management and the resilience of organizations on the main contractor's point of view.

For this aim, we made the hypothesis that some measures of project management make the people and organizations that are involved in a project attentive, and the attentiveness affects the resilience against unexpected events, and the resilience leads projects to success.

We sent the questionnaire to the people who have the experience of project management of plant construction projects and analyzed the result of the questionnaire statistically. The questionnaire consists of the questions that ask the result of project, the resilience of organizations, the attentiveness of organizations and the measures of project management in addition to the questions that ask the profiles of respondents and projects the respondents worked for.

The result of multivariate analysis proved our hypothesis and showed five measures of project management that affect the success of plant construction projects. Those measures are (1) showing the leadership of project management team, (2) detecting potential risks as early as possible, (3) enhancing cooperation between organizations, (4) top-down decision making, and (5) utilizing diversity. Further, structural equation modeling (SEM) visualized the mutual relations between the success of projects, the resilience of organizations, the attentiveness of organizations and people, and five measures of project management. Especially, (1), (2) and (3) above followed the same path as our hypothesis. Open questions of Internet questionnaire and interviews with the people who are in charge of project management drew a lot of practical cases that support the result of this analysis.

The result of the statistical analysis and interviews shows the importance of the leadership of project management team, and the analysis conducted by the difference of experience of project management also shows the decision made by the team may be different depending on the experience of members who belong to the team. SEM revealed that enhancing cooperation between organizations can directly affect the success of projects. For this measure, it's important to know each company's respective goal and the diversity of culture. The use of documents is one of the effective ways to overcome diversity. Our statistical analysis also showed that detecting potential risks in an early stage has a big impact on the attentiveness of organizations. To develop a system to extract voices of the project members may assist to detecting potential risks effectively. Some responses to a free description question pointed out the effectiveness of usual training. Trainings with the knowledge that each company obtained from its past projects may make project members more attentive and may enhance the resilience of organizations.

There is a need for further research on early detection of risks and effective communication, because the ability to manage uncertainties which may arise during project has to be strengthened because of the increase of mega project, which usually brings more complexity and difficulties to project management organizations.

(2016年4月21日原稿受理, 2016年9月28日採用決定)