

日本システムデザイン学会誌
Journal of System Design Society of Japan

Vol.6 No.S1 September 2025

第 6 回研究大会予稿集 編

【第6回研究大会のプログラム（2025年9月7日(日)）】

（開催場所：慶應義塾大学 日吉キャンパス 来住舎）

大会テーマ 【不確実性に挑むシステムデザイン～多様性と共創による未来構築～】

開会，実行委員長のご挨拶，基調講演（来住舎1F シンポジウムスペース）

時 間	題 目	ページ	総合司会
12:45～12:50	第6回研究大会のスケジュールのご案内：西口宏美（東海大学）		西口宏美 （東海大学）
12:50～12:55	研究大会実行委員長のご挨拶： 白坂成功（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）	1	
13:00～14:00	基調講演：グローバルなウェルビーイング共創を目指すシステムデザインの挑戦 南雲岳彦 氏（一般社団法人スマートシティ・インスティテュート 代表理事）	3	

研究発表セッション１－１（来住舎1F シンポジウムスペース）

時 間	題 目	発表者	ページ	司会
14:10～14:30	<u>R1-1-1</u> 心理的負担軽減を目的とした発達に特性がみられる児童向け家庭療育支援システムの設計に向けた検討	田中康平・白坂成功（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）	5	金子勝一 （山梨学院大学）
14:30～14:50	<u>R1-1-2</u> 共感コミュニティ通貨(eumo)がウェルビーイングに与える影響－主観尺度と因果ループ図仮説の検証	島青志・白坂成功（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）	7	
14:50～15:10	<u>R1-1-3</u> 声の印象向上を目的とした表情トレーニングシステムの多角的設計	八代 華代子・白坂 成功（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）	9	

研究発表セッション２－１（来住舎2F 大会議室）

時 間	題 目	発表者	ページ	司会
14:10～14:30	<u>R2-1-1</u> 航空交通管制に対するシステム思考的アプローチ	虎谷大地（電子航法研究所）	11	野中朋美 （早稲田大学）
14:30～14:50	<u>R2-1-2</u> システムデザインにおける哲学的要件定義の提案	小塩篤史（麗澤大学工学部）	13	

研究発表セッション１－２（来住舎1F シンポジウムスペース）

時 間	題 目	発表者	ページ	司会
15:20～15:40	<u>R1-2-1</u> システムズエンジニアリングの手法を活用したシステムレベル投資プロセスの検討	國京彬・白坂成功・田中康平・猪股涼也（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）	15	山本靖 （香川大学大学院）
15:40～16:00	<u>R1-2-2</u> 新技術の社会実装におけるガバナンス要求定義の論点抽出方法の検討	大野嘉子・白坂成功（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）	17	
16:00～16:20	<u>R1-2-3</u> 未経験分野の開発における要求探索と意思決定を支援するシステムデザインプロセスの実践	猪股涼也・白坂成功（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）	19	

研究発表セッション２－２（来住舎2F 大会議室）

時 間	題 目	発表者	ページ	司会
15:20～15:40	<u>R2-2-1</u> リスキリング後の職務環境変化における業務要求ギャップ可視化と支援要請行動の統合によるバーンアウト予防手法の設計	中川知典・中田実紀子・五百木 誠（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）	21	康永直樹 （早稲田大学）
15:40～16:00	<u>R2-2-2</u> 技術シーズに基づく専門家・非専門家の対話における視点転換の効果	岩島由佳（名古屋大学），森内倫子・白坂成功（慶應義塾大学システムデザイン・マネジメント研究科），宇治原徹（名古屋大学）	23	
16:00～16:20	<u>R2-2-3</u> System-of-Systemsアーキテクチャ設計コンピテンシーの育成支援ツールに向けた試行的アプローチー 評価フレームを基盤とした自己評価マップとUIプロトタイプの設計ー	大浦史仁・白坂成功（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）	25	

研究発表セッション１－３（来往舎1F シンポジウムスペース）

時 間	題 目	発表者	ページ	司会
16:30～16:50	<u>R1-3-1</u> 行政情報システムの予算執行判断に資する効果要素の構造的整理とボトムアップ評価モデルの検討	芋阪浩輔・大野 嘉子・白坂 成功（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）	27	斎藤文 （東京都市大学）
16:50～17:10	<u>R1-3-2</u> 宇宙の快適性に着目したシステムデザインワークショップの提案	伊藤翼（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）、野中朋美（早稲田大学創造理工学部）、白坂成功（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）	29	
17:10～17:30	<u>R1-3-3</u> 宇宙アーキテクト人材育成に向けたチームの心理的安全性向上プログラムの定量評価	甲谷勇平・田中康平・白坂成功（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）	31	

研究発表セッション２－３（来往舎2F 大会議室）

時 間	題 目	発表者	ページ	司会
16:30～16:50	<u>R2-3-1</u> 地方における老舗中小企業の地域戦略の促進に向けたESG経営－香川県を事例とした理論的モデル構築に向けて－	山本靖・高橋寛栄（香川大学大学院地域マネジメント研究科）、内田亨（新潟国際情報大学経営情報学部）	33	田中康平 （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）
16:50～17:10	<u>R2-3-2</u> 新入社員定着に向けた取組みに関する研究－香川県のユニコム社の事例を元に－	高橋寛栄・山本靖（香川大学大学院地域マネジメント研究科）、内田亨（新潟国際情報大学経営情報学部）	35	
17:10～17:30	<u>R2-3-3</u> 水産養殖事業における陸上養殖による新たな成長戦略の可能性	内田亨（新潟国際情報大学経営情報学部）	37	

研究発表セッション【オンデマンド・ビデオ発表（2025年9月7日(日)～9月13日(土)）】

期 間	題 目	発表者	ページ	オーガナイザー
9/7,13時～9/12,24時： 質問の受付け 9/14,24時まで： 発表者の回答	<u>Q-1</u> 利他的なリーダーのバーンアウトを防ぐためのアサーティブネス行動促進手法の提案	土井優里花・五百木誠（慶應義塾大学システムデザイン・マネジメント研究所）	39	加藤麻樹 （早稲田大学）
	<u>Q-2</u> “あそび（ASOBI）” から始まる幸福生成メカニズムの構造モデル－ARMモデルの実証的検証に向けた論考－	岩本武範（静岡産業大学）	41	

委員会からのお知らせ

	ページ
会員委員会	43
論文誌委員会	44

懇親会

18:00～20:00	懇親会会場につきましては、 当日 お知らせいたします。
-------------	------------------------------------

第 6 回研究大会 大会実行委員長のご挨拶

白坂 成功

(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)

本日は、日本システムデザイン学会第 6 回研究大会にご参加いただき、誠にありがとうございます。実行委員会を代表し、心より御礼申し上げます。

本学会は、システムデザインに関わる学術的・実務的な研究、開発、教育を通じて、広く人類に貢献することを目的として設立されました。研究成果の発表や技法の開発、国内外の関連学会との交流・連携を重ねながら、会員相互の協力を促進し、学術と文化の発展に寄与することを目指しております。さらに、私たちは「森を見て木を見る」視点、すなわち上位のシステムを理解したうえで部分を捉える姿勢を重視し、分野横断的な研究や実践を推進してまいりました。

今回の大会テーマは「不確実性に挑むシステムデザイン～多様性と共創による未来構築～」です。現代社会では、技術革新、環境問題、人口変動、国際情勢など、複雑に絡み合う不確実性が顕在化しています。また、AI をはじめとする技術進化も、システムデザインに大きな影響を与えています。個別領域に閉じた最適化の追求だけでは、こうした不確実性に十分に対応することはできません。むしろ、異なるシステム同士の関係性や相互作用を踏まえ、分野を超えた知の統合と協働が必要とされています。本大会は、多様な分野の専門性を持つ参加者が互いに学び合い、新たな連携の可能性を拓く場となることをめざして企画いたしました。

ここでの議論や交流が、システムデザイン研究の深化のみならず、実務や社会における実践へと結びつき、未来を築くための一助となることを願っております。最後に、大会の開催に向けて多大なご尽力をいただいた関係各位、そして準備に携わった委員・スタッフの皆様に、改めて深く感謝申し上げます。

本大会が皆様にとって実り多き時間となりますよう祈念いたします。

「グローバルなウェルビーイング共創を目指すシステムデザインの挑戦 ～ そして、日本社会のウェルビーイングを考える～」

一般社団法人スマートシティ・インスティテュート 代表理事 南雲岳彦

本講演では、以下の章立てで、日本発の新たなグローバル・スケールでのウェルビーイング測定手法、将来予測手法、ならびに政策への示唆を提言。

1. グローバル・ウェルビーイングとシステムデザイン

- グローバル・ウェルビーイングは、大きく「多層性」、「多元性」、「複雑性」、「動態性」の 4 つの基本特性を持つものと捉える。
- 世界の様々な国々（40 カ国）について、様々な国際指標やランキングで比較すると、「強い国はあらゆる面で強い」、「弱い国はあらゆる面で弱い」というような傾向が俯瞰できる。つまり、国家はひとつのまとまりとしての「システム性」を持つことが窺える。
- かかる観点から、国家システム単位での政策介入を通じて、グローバルなウェルビーイング共創を目指すことを基本的なアプローチとして位置付ける。

2. ウェルビーイング共創に向けた問題意識

- グローバルな視点への入り口として、日本社会の立ち位置を問い直す必要性がある。「わたしたちは、自分らしさや自分たちの立ち位置を見失っていないだろうか？」という問題意識の下、従来の国際指標の限界を克服し、日本独自の分析枠組みの開発を提唱。
- 日本社会のウェルビーイングを評価する手法としての世界幸福度報告、イングルハートの文化地図、イースタリンのパラドックスを例に挙げ、方法論の妥当性について一定の疑問を呈する。

3. CAMIL 基本モデル

- 日本発のオリジナルのウェルビーイング測定手法として、CAMIL（Culturally-Adjusted Meaning in Life）というモデルを提唱する。
- 主観的幸福度を「制度」、「規範」、「意味」という 3 層構造で捉え、文化特性を補正した上で分析する点に特徴を持つ。
 - 主観と客観を分けて統合分析
 - 36 カ国のデータを用いた実証的検証
 - 文化補正による評価変動（CAMIL のパラドックス）の発見

- この枠組みにより、従来の世界幸福度報告とは異なる説明因子を抽出し、文化的要素の重要性を明らかにした。
- この分析に基づき新基準で各国を分類。日本がウェルビーイングの観点からベンチマークすべき国々（フィンランド、デンマーク、スイス、オランダ、オーストラリア、ニュージーランド、韓国、シンガポール）は、日本人が一般的に念頭に置きがちな米英等 G7 諸国とは限らない点を説明。

4. CAMIL ダイナミックス

- CAMIL の新展開として、時間の経過に伴う「制度・規範・意味」3 層の相互作用を動的に捉える試みを提示。
 - 制度の充実が、必ずしも幸福増大につながらない歴史的事実
 - 幸福感の再創出に必要な「忘却」と「勇気」
 - 新たな人間類型「Homo Obliviscens」（忘れる人）の提唱
- 日本の例では、過去の経済社会の発展が、制度層の充実に呼応。しかし、これまでに実現してきた生活の質が、世代交代等を経て徐々に「当たり前」と認識されるようになると、制度層がもたらす幸福度への寄与度は逡減し、相対的に文化層の寄与度が逡増する時代となった。
- これらを通じ、未来社会の幸福をデザインする新しい視点を提示。

5. まとめ～政策への示唆

- 以上、本講演を通じて提唱する CAMIL モデルを活用した分析に基づき、「ポスト制度的幸福社会」におけるシステムデザインの挑戦として、以下の政策への示唆を提言。
 - 「目的志向でチャレンジに挑む」⇒何のためにやるのか（目的意識・問題意識）を明確に。手法に振り回されない（「わたしたちは、自分らしさや自分たちの立ち位置を見失っていないだろうか？」）
 - 「日本独自のグローバル視点でグローバル共創をリード」⇒自らの世界観で手法を開発し、国際貢献。世界ランキング等に振り回されない。
 - 「学際性と実践性の結合」⇒ひとりひとりが複眼的に知識体系を往復しつつ、政策を結末点に理論と実践と結合
 - 「未来の幸福をデザインする」⇒動態的視点から未来を見つめ、叡智を結集して次世代・次々世代の幸福をデザイン

以上

心理的負担軽減を目的とした発達障害児向け家庭療育支援システムの設計に向けた検討

田中康平, 白坂成功 (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)

1. はじめに

わが国の障害児支援は、児童福祉法の改正や障害者権利条約の理念を背景に、「子どもの最善の利益」

「参加と包容」「家族支援」を重視する方向へと再編されてきた。とりわけ通所系サービスの量的拡大が進む一方で、支援の質や専門性の確保は依然として課題とされている。¹⁾

また、知的障害児とその家族の生活実態調査では、子ども自身の課題のみならず、子どもの将来不安の大きさや保護者の心理的負担が報告されている。²⁾ 個別の指導計画に関する研究も、検査等の客観的情報と保護者の語りといった主観的情報の双方を反映することの重要性を示している。³⁾

さらに、家族 QOL の視点からは、親の心理的エンパワメントやピアサポートの促進が重視されており、児童発達支援センター等の家族支援機能が中核的役割を担うことが期待されている。⁴⁾ 家族 QOL を実際に高めるためには、保護者自身が主体的に関わり、日常生活の中で“小さな行動の成功体験”を積み重ねられることが不可欠である。したがって、支援チームが保護者の主体性を支え、日常における具体的な行動を実行可能にする仕組みの設計が重要となるが、そのような仕組みは十分に整っていない。

以上を踏まえ、本研究の目的は、発達障害児に関わる関係者がチームとして共通の目標を共有し、専門家ではない保護者も「何をすべきか」を具体的に理解できる状態を構築することで、保護者の心理的な不確実性を低減しつつ、発達支援の効果を保護者も含めたチーム全体で最大化することにある。

2. 先行研究

発達障害児の支援においては、保護者・保育者・療育支援者・言語聴覚士などが協働する多職種連携の重要性が強調されている。^{1,6,7)} 国内では、個別の指導計画において保護者のニーズを反映しつつチームで目標を検討する仕組みが整えられているが、依然として「会議で合意した方針が日常生活に直結しない」という課題が指摘されている。⁸⁾ また、児童発達支援センターにおける「家族支援機能」は、家族を含めたチーム支援の中核として位置づけられており、制度面でもその重要性が強調されている。¹⁾

海外では、multidisciplinary team (MDT) という用語で同様の仕組みが広く議論されている。米国の IEP で

は、教育者・医療職・保護者が参加し、児童ごとの包括的な教育計画を策定する仕組みが制度化されている。⁹⁾ しかし、IEP の実効性は参加メンバーの経験や専門性に大きく左右されることが報告されており、チームでの合意が必ずしも児童の行動改善につながるとは限らない。すなわち、MDT は包括的な枠組みを提供するものの、日常生活における具体的な行動支援への落とし込みには限界がある。

一方、親媒介型介入としてのペアレント・トレーニング (PT) は、児童の行動改善や保護者のストレス軽減に有効であることが国内外で報告されている。国内でも、就学移行期の保護者を対象にした実践で、PT が育児スキルの向上とストレス軽減に寄与することが示唆されている。²⁾ 国際的にも、PT の効果を統合したメタ分析により、児童の問題行動の低減と親の心理的適応の改善が安定して確認されている。しかし、PT の実装には課題が残る。井上らは、日本での地域実装の現場ではプログラムの短縮・改変・対象の混在が生じやすく、研究で示された効果が忠実に再現されないことを指摘している。⁹⁾ さらに、PT は専門家による指導を前提とするため、人的リソースに制約があり、すべての家庭に広く届けることは現実的に困難である。したがって、PT はエビデンスの豊富な手法であるにもかかわらず、普及の持続可能性に課題を抱えている。

以上を整理すると、多職種連携 (MDT) は包括的な枠組みを提供するものの、日常的な行動レベルに落とし込むことが難しい。一方、PT は高い効果が実証されているが、専門家の負担が大きく、地域全体に普及させることは難しい。よって本研究は、これらの限界を補完するため、OKR による目標共有によってチーム内の役割と責任を明確化し、さらに生成 AI による日記解析を通じて「保護者が日常で実行可能な支援行動」を提示する仕組みを設計する。これにより、MDT や PT の強みを取り入れつつ、専門家依存を軽減し、持続可能な家庭療育支援モデルを提案することを目指す。

3. 提案手法

本研究の提案手法は、以下の三点を設計要求として設定した。

- (1) 保護者を含む児童の関係者がチームとして機能するために、共通の目標を可視化すること
- (2) 適切な目標設定を支えるために、日々の行動を継続的に記録すること

(3)非専門家である保護者に対しては、実行可能な行動提案を自動的に生成すること

まず、チームの目標を可視化するために、OKR (Objectives and Key Results) の枠組みを導入した。Objective として児童に沿った中長期の目標を専門家が設定し、その達成に必要な行動を、言語 (L)、日常生活 (D)、身体行動 (B) の三領域において具体的な Key Results として設定する。

次に、保護者が日々記録する日記をこの OKR の枠組みに沿って収集する。そして、生成 AI を用いて保護者に適宜フィードバックを行う。生成 AI によるフィードバックは、Vineland-II 適応行動尺度など専門家が実際に用いる評価枠組みに準拠させる。これにより、AI の助言は専門家の判断基準と整合し、大きく逸脱した提案を避けることができる。ただし、AI は時に挑戦的で高いハードルを含む行動目標を提示する可能性がある。しかしそれは完全に的外れではなく、専門家が「この水準までは現時点では不要」「来月以降で十分」といった形で調整・補足する際の材料として有用である。このように、AI の提案は専門家によるレビューと組み合わせることで、現実的かつ柔軟な家庭支援の実行を支える。

4. 試行結果

4.1 チームの OKR の設定

本研究では、提案手法の有効性を確認するため、プロトタイピングとして OKR の設定と日記解析を試行した。Objective として「6 か月間で児童の発達促進を図る」を掲げ、Key Results は言語 (L)、日常生活

(D)、身体行動 (B) の三領域において 6 項目を設定した。各 Key Results に対する役割分担を表 1 に示す。

表 1. Key Results の設定結果と担当者の割り振り

領域	Key Results (KR)	担当
L	L-1: 単語～2 語文で要求を表出する	家庭+支援者
	L-2: 単語～2 語文の指示に従って対象物を操作する	家庭+支援者
D	D-1: 定時の起床・就寝を維持する	家庭
	D-2: 園生活の流れに応じて行動する	保育園
B	B-1: 一人で歩行・走行する	家庭
	B-2: 階段を昇降する	家庭

このように役割を明示することで、関係者が「誰がどの行動を支えるのか」を具体的に認識できる体制を形成した。

4.2 記録とフィードバック例

家庭では、KR に沿って日常行動を記録した。これを Vineland-II 適応行動尺度を学習させた OpenAI の GPT モデルに入力し、各家庭で次に実行すべき行動提案を

返す仕組みとした。このように、日常の記録を KR に対応づけて入力することで、生成 AI が専門家の評価基準に沿った行動提案を生成することが可能であることを確認した。

表 2. 記録の例

表出： 単語～2 語文 で、音声言語を 伴って要求する	朝起きた時に「よ、おきて（おはよう、起きて）」と言っており、自分から言うのがとても新鮮だった。
--------------------------------------	---

5. まとめ

本研究では、OKR による目標共有と日記データの AI 解析を組み合わせたプロトタイプを設計・試行した。その結果、チーム内での役割分担を明確化し、保護者が具体的に「次にすべき行動」を理解できる仕組みを提示できる可能性を確認した。これにより、従来の MDT や PT の限界を補完しつつ、「何をすればよいかわからない」という不確実性を軽減し、保護者の心理的負担を緩和する可能性を示したため、今後は対象数を増やして有効性を検証し、持続可能な家庭療育支援モデルへ発展させる予定である。

参考文献

- 阿部美穂子. (2024). 障害のある子どもとともに生きる家族を支える—保護者支援・きょうだい支援の立場から—. 発達障害研究, 45(4), 310-317.
- 荻野昌秀, 前川圭一郎. (2022). 年長児の保護者に対するペアレントトレーニング実践. 発達障害研究, 45(1), 1-12.
- 井上雅彦, & 山口穂菜美. (2023). 発達障害に対するペアレント・トレーニングの地域実装と課題. 発達障害研究, 45(2), 209-220.
- 小野川文子, 高橋智. (2021). 知的障害児とその家族の生活実態の検討—北海道の知的障害特別支援学校の保護者調査から—. 発達障害研究, 43(1), 77-87.
- Brookman-Frazee, et al(2012). Training community mental health therapists to deliver a package of evidence-based practice strategies for school-age children with autism spectrum disorders: A pilot study. Journal of autism and developmental disorders, 42(8), 1651-1661.
- 竹之内章代. (2024). これまでの障がい児支援とこれからの障がい児支援. 発達障害研究, 45(4), 273-280.
- 山口遼, 橋本創一, 安永啓司, 李受眞, 田中里実. (2021). 個別の指導計画立案において保護者が考える知的障害のある子どもの教育的ニーズに関する調査報告. 発達障害研究, 43(1), 131-142.

共感コミュニティ通貨「eumo」がウェルビーイングに与える影響 — 主観的ウェルビーイング尺度と因果ループ図による仮説及び検証

島 青志（慶応義塾大学大学院附属システムデザイン・マネジメント研究所）

白坂 成功（慶応義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科）

1. はじめに

近年、貨幣システムの在り方が人々の幸福感や社会的つながりに与える影響について関心が高まっている[1]。特に「お金を貯める」ことではなく「循環させる」ことに価値を置く地域通貨やコミュニティ通貨は、経済的価値の移動と共に心理的な充足感やコミュニティの一体感を高める可能性が指摘されている[1]。

本研究では、共感コミュニティ通貨「eumo」の利用が、利用者の主観的ウェルビーイング（Subjective Well-Being: SWB）に与える影響について、質的・量的分析および因果ループ図を用いて検証することを目的とする。

2. 共感コミュニティ通貨 eumo とは

eumo は、鎌倉投信共同創業者の新井和宏氏が立ち上げたコミュニティ通貨である[2]。取得後3か月の有効期限を持つデジタル通貨であり、「貯める」ことができない設計となっている。この特性は、通貨の滞留を防ぎ、経済活動を持続的に循環させることを促進する[2]。

また、eumo は「共感による贈与」を理念としており、利用者が共感する人・団体・活動への支援を通貨の形で行える[2]。従来の地域通貨やポイント制度と異なり、経済活動の背景に「損得勘定」ではなく「共感的つながり」を重視している点が特徴である[2]。

3. 主観的ウェルビーイング尺度（SWB）

主観的ウェルビーイング（SWB）は、個人が自らの生活に対して感じる幸福感や満足度を測定する心理的指標である[3]。一般的に、①生活満足度、②ポジティブ感情、③ネガティブ感情の3つの側面から構成される[1][3]。

本研究で、このSWBを評価軸として採用した理由は、eumoの利用が単なる経済的效果だけでなく、心理的・社会的効果を持つ可能性があると考えたためである。特に、共感や贈与行動がポジティブ感情を喚起し、生活満足度や人間関係の質を高めるといった仮説を検証する上で、SWBは有効な測定指標となると考える。

4. 調査結果

4.1 eumo 利用者への調査

筆者らはeumo利用者26人を対象に、インタビュー及びアンケート調査を行った。内容は主観的ウェルビーイング尺度に基づく質問（各2問）および自由記述である。

アンケートの結果を表1に示す。各質問項目に対する回答は、5段階のリッカート尺度で表した。

表1 アンケート調査結果

SWB尺度	質問項目	平均値
生活満足度	あなたは自分の人生に満足していますか？	4.6
生活満足度	今後の人生に期待していますか？	4.6
ポジティブ感情	過去1～2週間を振り返って、「うれしいと感じた」のはどのくらいですか？	4.6
ポジティブ感情	過去1～2週間を振り返って、「感謝の気持ちを感じた」のはどのくらいですか？	4.7
ネガティブ感情	過去1～2週間を振り返って、「不安や孤独の気持ちを感じた」のはどのくらいですか？	2.4
ネガティブ感情	過去1～2週間を振り返って、「ストレスを感じた」のはどのくらいですか？	2.6

量的調査には不十分な人数のため、あくまで参考値であるが、一般的なウェルビーイング調査と比べて、数値が高く、eumo利用者のウェルビーイング度が高いことが示唆されている。

4.2 質的分析

利用者から収集した自由記述を質的に分析し、SWBの3要素に分類した結果、以下の傾向が確認された。

ポジティブ感情：36件（例：「仲間が増えた」「贈与が喜びになった」「共感できる人とつながれた」）

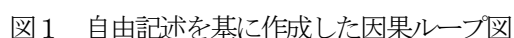
生活満足度：9件（例：「自分の価値観に自信が持てた」「心地よいコミュニティに参加できた」）

ネガティブ感情低減：3件（例：「お金への執着が減った」「助けを求めやすくなった」）

4.3 量的変換とマッピング

本研究の質的分析では、自由記述回答を意味単位ごとに切片化し、主観的ウェルビーイング（SWB）の構成

頻度集計の結果、ポジティブ感情が最も多く、次いで生活満足度、ネガティブ感情低減の順であった。この結果を因果ループ図にマッピングしたところ、「eumo 利用 → ポジティブ感情 → 生活満足度 → eumo 利用」という自己強化ループが可視化された。また、「ネガティブ感情低減 → お金への執着減少 → eumo 利用」という二次的な強化ループも確認された。（図 1）



声の印象向上を目的とした表情筋トレーニングシステムの多角的設計

八代華代子・白坂成功（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）

1. はじめに

非言語コミュニケーションでは、音声と顔の表情は相互に作用する統合的システムとして捉える必要がある[1]。しかし、非言語に関する多くの先行研究では、単一の要素（目線や声の高さ等）に焦点をあてたものが多い[2][3]。新型コロナウイルスによるパンデミック以降、急速に発達したオンラインコミュニケーションツールにおいては、回線の不具合や環境を理由にカメラをオフにすることがあるため、対面よりも多様な非言語情報の組み合わせが生じる。その影響を明らかにするため、筆者は、視覚的イメージ（名前やプロフィール写真）と音声の組み合わせによる相互作用について検証を行ってきた。その結果、カメラをオフにした時に話す顔の表情が乏しい時の音声は、話し手に対する信頼性を低下させるだけでなく、聞き手の関心と理解力も妨げる傾向にあることが明らかになっている[4][5]。そこで、本研究は、多角的なアプローチで表情筋を動かすことによって、音声の印象を向上させるためのセルフトレーニング手法を提案・評価することを目的としている。トレーニングシステムは、表情と声の相互関係に着目した先行研究をもとに、3つの分野からのアプローチで構成されている。一つ目は、解剖学的アプローチ、二つ目は、音声学的アプローチ、三つ目は心理学的アプローチである。誰もが日常的に実践可能な表情トレーニングをすることにより、表情と音声の印象を向上し、カメラオフにした場合でも、効果的なコミュニケーションが実現できることを目指す。今回の大会では、トレーニングシステムの提案に至った経緯とトレーニングシステムの設計について発表する。

2. 先行研究

表情筋を鍛えることで効果を狙うトレーニング手法は、美容や医学の分野での研究論文は数多くあるが、直接的に音声の印象の改善を目的にしている研究はほとんどない。音声表現スキル向上を目的に、表情筋をほぐす動作を取り入れている事例[6]があるが、その評価については明らかになっていない。心理学の分野では、顔の表情と感情の関係性を論じているものがあるが、直接的に音声を改善するためのトレーニング法などは示されていない。

2.1 解剖学的アプローチ

表情筋のうち、大頬骨筋、小頬骨筋、笑筋、口輪筋は、顔の表情と声の表情の両方で重要な役割を果たしていると言われている[7]。また、解剖学的に口角挙筋も大頬骨筋と交錯し、融合しているため、重要である[8]。この5つの筋肉にフォーカスして、音声の印象向上を図るトレーニングシステムの今のところ見当たらない。

2.2 音声学的アプローチ

口の形を変えることで音声の質を変化させるため、口開きの調整が音声を向上させる戦略的ツールになりうることが示唆されている[9]。しかし、音声の印象向上を目的にトレーニングに取り入れて、評価をしている研究はほとんどない。

2.3 心理学的アプローチ

顔の表情がその人の感情に影響を与えるという表情フィードバック仮説[10]により、意識的に笑顔を作ることによって、楽しく、肯定的な気持ちになることが示唆されている。しかし、それにより、発する音声は明るくなり、良い印象につながる可能性を評価している研究は見当たらない。

このように、3つの分野それぞれの可能性は示唆されているが、統合した形で誰もが簡単にできるトレーニングシステムとして多角的に設計した本研究には、新規性があると言える。

3. 提案：トレーニングシステムの設計

声の印象を改善することを目的に、顔の表情を意識的に引き上げるセルフトレーニングシステムを提案する。本システムは多角的な視点から3つのステップで構成されている。ステップ1では口角周辺の筋肉を鍛える解剖学的アプローチ、ステップ2では母音発声と口の形を調整する音声学的アプローチ、ステップ3ではポジティブ感情を喚起する口の動きを利用する心理学的アプローチを行う。

Step 1：解剖学的アプローチ

表情筋のうち、特に、声を掌る大頬角筋、小頬角筋、口角挙筋、笑筋、口輪筋を確認し、意識的に動かす。

①5つの筋肉を使って口角を上下させる②5つの筋肉を手で覆い、マッサージする。(合計2分間)

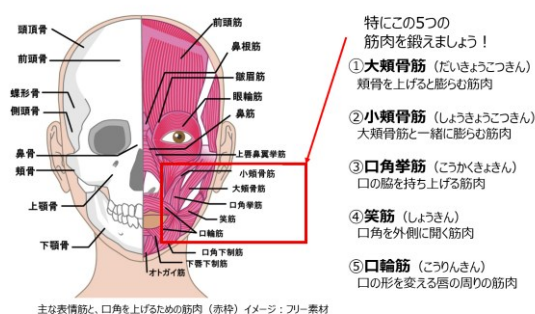


図1. Step1 でトレーニングする5つの筋肉

Step 2 : 音声学的アプローチ

「あ・い・う・え・お」の母音の口の形を意識的に動かす。①口の動きを繰り返す②「ありがとうございます」「よろしくおねがいします」を口の動きで練習する(合計2分間)



図2. Step2 の口のかたち

Step 3 : 心理学的アプローチ

割り箸を横にくわえて、口角を自然に上げ、感情に作用させる。①箸をくわえて、口角をキープ②箸を外して、口角をキープ(合計2分間)

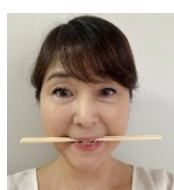


図3. Step3の箸のくわえ方

これらを日々継続することで、音声の明瞭度や印象が変化することを目指す。

4. まとめ

本研究では、オンラインコミュニケーションでカメラがオフになった場合に備え、音声印象の改善を目的とした表情トレーニングシステムを提案している。今大会では、本実験を前に、多角的な設計とプロトタイプの結果について報告する。今後は、10名の協力者が

トレーニングを自主的に行う予定である。効果についての検証と聞き手による評価によって、実用性の高いトレーニング手法を確立し、円滑なオンラインコミュニケーションに寄与したい。

5. 参考文献

- [1] Patterson, Miles L. "Nonverbal behavior: A functional perspective," 2012, p.16.
- [2] P. Broeder and E. Remers : Eye contact and trust online, The effect of profile pictures on Airbnb booking, 2011, I EEE 12th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT), Almaty, Kazakhstan, 2018
- [3] Shan Liu, Muyu Zhang, Baojun Gao, Guoyin Jiang: Physician voice characteristics and patient satisfaction in online health consultation, Information & Management, Volume 57, Issue 5, 2020
- [4] YASHIRO, Kayoko; HARUYAMA, Shinichiro; SHIRASAKA, Seiko. Gender differences in the effects of online visual and audio combinations on credibility. *International Journal of Service and Knowledge, Management*, 2024, 8.1
- [5] YASHIRO, Kayoko, et al. The Effects of Salesperson Visual and Audio Cue Combinations Online on Customer" Motivation and Ability to Process" for Attitude Change. *Information Engineering Express*, 2025, 11.1.
- [6] 岩崎朋美; 玉野井ちさと; 花坂歩. 教師に求める音声表現スキルの内容と指導方法: 「玉野井メソッド」の報告と検討. *国語探究*, 2023, 2: 44-55.
- [7] T. Isomura and T. Nakano, "Automatic facial mimicry in response to dynamic emotional stimuli in five-month-old infants." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 283, no. 1844, p. 20161948, Dec. 2016, doi: 10.1098/rspb.2016.1948.
- [8] K.-S. Shim et al., "An Anatomical Study of the Insertion of the Zygomaticus Major Muscle in Humans Focused on the Muscle Arrangement at the Corner of the Mouth," *Plastic and Reconstructive Surgery*, vol. 121, no. 2, pp. 466-473, Feb. 2008, doi: 10.1097/01.prs.0000297652.29671.1a.
- [9] B. H. Story, E. A. Hoffman, and I. R. Titze, "The relationship of vocal tract shape to three voice qualities." *The Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 109, no. 4, pp. 1651-1667, Apr. 2001, doi: 10.1121/1.1352085.
- [10] A. A. Marsh, S. A. Rhoads, and R. M. Ryan, "A multi-semester classroom demonstration yields evidence in support of the facial feedback effect." *Emotion*, vol. 19, no. 8, pp. 1500-1504, Dec. 2019, doi: 10.1037/emo0000532.

航空交通管制に対するシステム思考的アプローチ

虎谷大地, 中村陽一, 岡恵 (電子航法研究所)

1. はじめに

航空交通管制は、世界中で日々、数多くの航空機を安全に飛行させる役割を担っている。その運用は、数多くのデジタル技術を基盤としたシステムに支えられているが、近年の世界的な航空交通管制の近代化プログラムにより、航空交通管制システムは大規模化・複雑化し続けている。それに伴い、次世代の航空交通管制システムの検討においては、ステークホルダー間で共通認識を持つことや、矛盾の無いサブシステム構成の構築が困難になってきている。本研究ではシステム思考の一実践であるシステムズアプローチを、次世代航空交通管制の主要な概念である「時間管理」とそれを実現するシステムの検討に用いたので、その概要を紹介する。検討結果の詳細については文献 [1] を参照されたい。

2. システムズアプローチ

システムズアプローチは、複雑な対象をシステム思考に基づいて理解し、望ましい創発を得ることを目指すアプローチである[2]。システムズアプローチは様々な考え方・手法で構成され、具体的にどのように検討を進めるかにはバリエーションがあるが、筆者らは、以下の手順で検討を進めた。

- ステークホルダーの分析
- ニーズの特定
- 目的・意図の明確化
- ソリューションニュートラル機能の検討
- コンセプトの構築
- システムアーキテクチャの構築

* 実際には各手順を行き来し、全体の整合性をとった。

3. システムズアプローチによる検討

3.1 ステークホルダーの分析

システムズアプローチはニーズ志向なアプローチであるため、まずは対象システムのニーズを明確にしていく。その準備として、最初に対象システムのステークホルダーの関係を整理する。本研究では Stakeholder Value Network (SVN) を用いて、時間管理のステークホルダーを図1のように整理した。また、主要ステークホルダーとして、政策立案グループ、管制運用グループ、空域利用や(エアライン)を特定した。

3.2 ニーズの特定

各ステークホルダーは立場の違いから異なるニーズをもっており、時にはそれらが対立する場合もある。

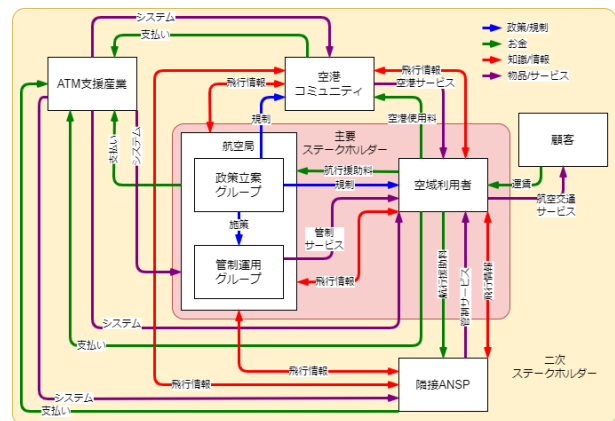


図 1. 時間管理の SVN

ニーズが対立した際にシステムが優先すべきニーズを明確にするため、ニーズを特徴づけ、その優先順位を特定する必要がある。本研究では、SVN の主要ステークホルダーに対してヒアリングを行い、その結果を狩野モデル[3]を用いて分析することで、時間管理に対するニーズを以下のように特定した。ヒアリング方法と結果の詳細については、文献 [4] を参照されたい。

- 当たり前品質 (該当無し)
- 一元的品質 (優先度: 高)
 - (a) 空地で共有される時間精度が向上する
 - (d) 燃料消費量・温室効果ガス排出が減少する
 - (f) エアライン間の公平性が向上する
- 魅力的品質 (優先度: 中)
 - (c) 定時性が向上する
 - (g) 管制官のワークロードが低減する
 - (h) パイロットのワークロードが低減する
 - (i) 国際的なインターオペラビリティが向上する
- 無関心品質 (優先度: 低)
 - (b) 管制処理容量が増加する
 - (e) エアラインの選択の柔軟性が向上する
 - (j) 現在の管制運用・航空機運航との連続性を保つ
 - (k) 現在または導入予定の管制システムとの整合性を保つ

3.3 目的・意図の明確化

システムの検討においては、元々解決したいと考えていた課題を見失うことや、検討範囲が過剰に広がることを防ぐために、ハイレベルな目標・意図である System Problem Statement (SPS) を簡潔に定義しておき、定期的に確認することが有効であるとされている。ハイレベルな目標・意図の記述法には様々なものがある

が、本研究ではTo-By-Using フレームワークを用いて、以下のように時間管理のSPSを記述した。

To: 容量管理や順序・間隔づけの支援をできるだけ全飛行フェーズで行うために

By: 特定地点における通過時刻を直接、または間接的に指示することによって

Using: 時間を含む軌道情報を用いて

3.4 ソリューションニュートラル機能の検討

システムズアプローチにおいて、「システム」は「フォーム（システムの物理的、または情報の具体化、システムの実体）」と「機能」で構成されるとされている。フォームからシステムを考えると、システムの潜在的な幅を狭めてしまったり、手段と目的が入れ替わったりしてしまう可能性があるため、ソリューションニュートラルな機能からシステムを考えるべきであるとされている。3.3で記述したSPSを実現するソリューションニュートラル機能の検討結果を、図2に示す。

3.5 コンセプトの構築

システムズアプローチにおいて「コンセプト」とは、「フォーム」と「機能」を紐づけるものであるとされている。目標を達成する「機能」を実現するために、どのような「フォーム」の組み合わせが考えられるかを洗い出す。ここで考える全ての組み合わせを示すことで、時間管理のシステムアーキテクチャを網羅的に示すことができる。しかしながら、全ての組み合わせを示すと情報量が膨大になってしまい、また、システムの性質上、あり得ない組み合わせも大量に存在するので、効率的な組み合わせを検討するために Design Structure Matrix (DSM) を用いたコンセプトの絞り込みを行った⁸⁾。表1のDSMを用いた分析の結果、赤線で囲まれている部分に対応するコンセプトの要素は相互依存性があるため、この部分からコンセプトの意思決定をするべきであるという結果を示している。

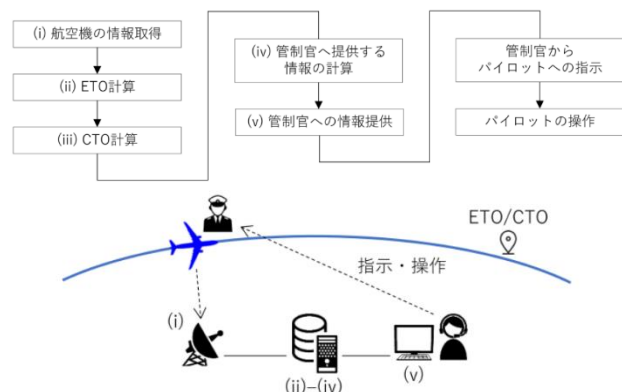


図2. ソリューションニュートラル機能
ETO: Estimated Time Over, 予測通過時刻
CTO: Calculated Time Over, 通過してほしい時刻

表1. DSMによる時間管理コンセプトの分析結果

	(B) DAPs	(D) 基準	(C) CTO	(A) 軌道	(E) 間隔	(F) バッファ	(H) 情報	(I) 範囲	(G) 振り分け
(B) DAPs	X								
(D) 基準		X	✓						
(C) CTO		✓	X	✓					
(A) 軌道		✓	✓	X					
(E) 間隔		✓			X				
(F) バッファ					✓	X			
(H) 情報	✓						X		
(I) 範囲				✓				X	
(G) 振り分け		✓	✓					✓	X

3.6 システムアーキテクチャの構築

DSM による分析結果を基に、妥当性の高いシステムアーキテクチャを7パターン構築した。各システムアーキテクチャの違いをステークホルダーに示すため、イメージ図や運用のシナリオ、ブロック図（図3）等を用いた形式で記述した。

4. まとめ

本研究では、次世代の航空交通管制である時間管理のあるべき姿を模索するために、システムズアプローチを用いて時間管理のシステムアーキテクチャを検討した。研究成果はステークホルダーと共有されており、実社会への貢献に向けた議論が続けられている。

参考文献

- [1] 虎谷大地ほか, “システムズアプローチによる時間管理のシステムアーキテクチャ検討,” https://www.enri.go.jp/research/organization/atm/systems_approach.html (accessed on Aug. 2025)
- [2] E. Crawley et al., “システムアーキテクチャ,” (稗方和夫訳), 丸善出版, 2020.
- [3] 狩野紀昭ほか, “魅力的品質と当り前品質,” 品質, 14巻, 2号, pp. 147–156, 1984.
- [4] D. Toratani et al., “Needs Analysis for Time-Based Management in Next Generation Air Traffic Management System,” *Advances in Transdisciplinary Engineering*, vol. 60, pp. 937–946, 2024.
- [5] S. Eppinger and T. Browning, “デザイン・ストラクチャー・マトリクス DSM,” (西村秀和ほか訳), 慶應義塾大学出版会, 2014.

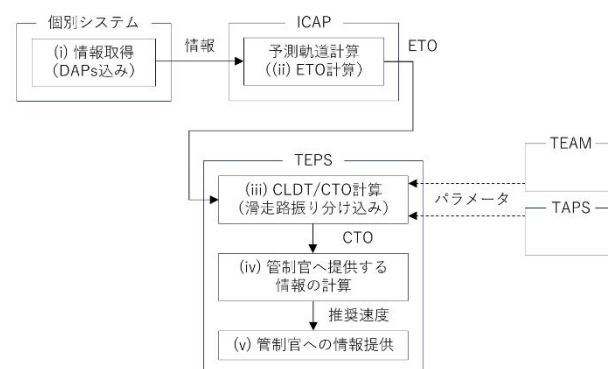


図3. ブロック図形式のシステムアーキテクチャ

システムデザインにおける哲学的要件定義の提案

小塩 篤史（麗澤大学 工学部）

1. 背景：なぜ「哲学」がシステム設計に必要なのか

現代の高度な情報システム、特に生成AIは、その出力が個人の人生や社会のあり方に深く作用する社会的装置となっている。しかし、従来のAI倫理は原則をリスト化するに留まり、設計現場で実践的な指針となりにくい。また、要件定義の手法はシステムの「機能」は精緻化するものの、「価値」の議論は軽視されがちで、設計者の暗黙の価値観がブラックボックスとして埋め込まれるという課題があった。

本稿は、この溝を埋めるため、設計の最上流で「何を善しとするか」という価値を定義し、仕様へと落とし込む「哲学的要件定義」を提案する。

2. 関連研究の位置づけ

Value Sensitive Design (VSD) ^①は価値の同定・衝突調整・設計反映を体系化し、IEEE 7000 ^②は倫理的懸念を要求定義へ落とし込む工程を規格化した。本稿はこれらの知見を基礎としつつ、**設計現場で即応可能な解像度**で、抽象的な「価値」を具体的な「要件」「評価指標」「LLMプロンプト」へと体系的に橋渡しする、より実践的なフレームワークを提示する点に独自性がある。

3. 理論的基礎 (Core Theory)

哲学的要件定義は、以下の5つの哲学的領域を「レンズ」として用いることで、理念を具体的な設計上の制約条件と検証可能な基準へと変換する。

1. **存在論 (Ontology)**—なぜ、このシステムは存在するのか？
 - **問い**: システムの究極的な目的、対象、そして利害関係者は誰か。
 - **生成物**: 目的達成度を測る階層、価値の優先順位、そしてシステムを廃止すべき条件。
2. **認識論 (Epistemology)**—何を「真実」とし、どう知識を扱うか？
 - **問い**: 証拠の水準、不確実性の表現、そして間違いを認めて更新するルールは何か。
 - **生成物**: 不確実性の表示規則、出力根拠の開示フォーマット、データ品質基準。
3. **倫理 (Ethics)**—何が「善い」ことで、誰を守るのか？
 - **問い**: 安全、公正、自律の尊重といった原理間の衝突をどう解決するか。
 - **生成物**: 優先されるべき倫理原則、例外処理のルール、異議申し立てと救済のプロセス。

4. 美学 (Aesthetics)—どのような「体験」を提供すべきか？

- **問い**: 表現の品位、分かりやすさ、そして心地よさをどう実現するか。
- **生成物**: 言語スタイルガイド、UI/UX の設計原則、ユーザーに寄り添うトーンの規定。

5. 形而上学 (Metaphysics)—世界をどう捉え、何に畏敬の念を持つか？

- **問い**: システムが前提とする人間観・時間観は何か。取り返しのつかないリスクにどう向き合うか。
- **生成物**: 不可逆的な危害に対するゼロ・トレランス方針、長期的な影響の評価基準。

これら5つのレンズは、抽象的な価値理念を、テスト可能な仕様へと変換するエンジンとして機能する。

4. 哲学的要件定義セッション

実務導入のため、ワークショップ〜仕様化〜テスト設計を貫く**4フェーズ・セッション**を定義する。

4.1 存在の明確化

質問群

- このシステムは人間存在にどのような意味をもたらすか？
- 技術によって失われてはならない人間の質は何か？
- このシステムが実現する「良い生」とは何か？

成果物: 目的階層、守るべき人間の質リスト、関係者マップ、廃止基準。

4.2 叡智の要件

質問群

- どのような叡智がこのシステムに組み込まれるべきか？
- ユーザーの成長と発達をどう支援するか？

- 長期的な人間の繁栄にどう貢献するか？
成果物：学習・省察支援仕様、説明・助言の質基準、長期 KPI（ウェルビーイング／学習到達）。

4.3 倫理境界の設定

質問群

- このシステムが絶対に行ってはならないことは何か？
- 人間の尊厳を守るための境界は何か？
- 技術的可能性と倫理的責任のバランスは？
成果物：禁止行為リスト、エスカレーション基準、監査ログ設計、救済プロセス。

4.4 目的の進化と深化

Key Questions

- このシステムの最も深い目的は何か？
- 個人を超えた価値をどう実現するか？
- 人類の進化にどう貢献するか？
成果物：公共善・共同体貢献の指標、オープンネス方針、国際・世代間配慮の評価軸。

5. プロセス統合：価値から評価までの流れ

1. **価値の発散**：上記 4 フェーズの問いを用いて、多様なステークホルダーから価値候補を洗い出す。
2. **価値の収束**：価値の優先順位を合意し、衝突時の解決ルールを定義する。
3. **要件化**：5つのコア理論に基づき、テスト可能な仕様（閾値、前提条件など）を導出する。
4. **設計への接続**：アーキテクチャ、UI、データモデル、監視体制へとマッピングする。
5. **LLM への実装**：システムの振る舞いを規定する「憲法（Constitution）」⁹として、ポリシーをプロンプトに組み込む。
6. **評価と検証**：価値整合度 KPI（例：安全原則の遵守率）と、倫理的ジレンマを想定したシナリオテストで検証する。
7. **ガバナンス**：策定した価値を「価値カード」として公開し、変更管理プロセスを確立する。

6. 実践例：LLM 医療相談 AI の価値調整

同一の医療相談に対し、システムの「憲法（Constitution）」を切り替えるデモを想定する。

- **A. 安全最優先モデル**：医師のように慎重で、診断的な断定を避け、少しでも懸念があれば受診を強く推奨する。ディスクレームや根拠説明の密度が高くなる。
- **B. 自律尊重モデル**：カウンセラーのように利用者の自己決定を促し、多様な選択肢とその長

短を提示する。過度な医療介入を避け、意思決定を支援する言葉が増える。

これにより、**憲法の宣言によって LLM の振る舞いに変化があることを確認できる。**

7. 主な実装アーティファクト

- **PRD(Philosophical Requirements Document)**：5つのレンズと 4 フェーズの問いに対する回答をまとめたドキュメント。
- **LLM 用ポリシー構文 (Policy Block)**：システムの役割、優先原則、禁止事項、説明責任、エスカレーション条件を記述したプロンプト。
- **価値適合性テスト (Value Conformance Tests)**：倫理的ジレンマを含むシナリオ群と、その評価基準。

8. ディスカッション

有用性：価値を初期から扱うことで、事後的な倫理対応のコストを削減し、説明責任に耐える設計方針を残せる。

限界：価値の多元性ゆえ唯一解はなく、定量化や評価コストは高い。モデル更新時に、どの程度テストを行うかも課題になる。

展望：領域別テンプレート化（医療・教育・金融）、価値設定の標準、衝突解決パターンの共通化、オープンな価値カードの普及。

9. 結論

本稿は、コア理論（存在・認識・倫理・美・形而上学）と 4 フェーズの要件定義セッションを核に、価値を**設計・プロンプト・評価**へ翻訳する「哲学的要件定義」を提示した。AI 時代のシステムは、価値を暗黙に抱えたままではなく、**明示し、運用し、検証**することが信頼の基盤となる。価値を明示的に設計に組み込み、実運用で検証される実務を定着させたい。

参考文献

- (1) Friedman, B., & Hendry, D. G. (2019). *Value Sensitive Design: Shaping Technology with Moral Imagination*. MIT Press.
- (2) IEEE Standards Association. (2021). *IEEE Std 7000™-2021: Standard Model Process for Addressing Ethical Concerns during System Design*.
- (3) Bai, Y., Kadavath, S., Kundu, S., et al. (2022). *Constitutional AI: Harmlessness from AI Feedback*. arXiv:2212.08073.

システムズエンジニアリングの手法を活用した システムレベル投資プロセスの検討

國京彬,猪股涼也,田中康平,白坂成功（慶應義塾大学大学院）

1. 研究の背景・目的・問題の所在

近年、ESG投資やインパクト投資の拡大により、収益性に加えて社会・環境課題の解決を目的とした投資が注目されている。特に、Pennaら（2023）は、サステナビリティの実現に向け、投資のルール自体をシステム変革志向へ再設計する必要性を指摘している。また、実務面でもアセットオーナーの意識変容が進む。Thinking Ahead Institute（2024）が実施したアセットオーナーへのアンケートによれば今後5～10年で気候変動などのシステミックリスクが増大するとの回答が約9割に達し、複雑性の対処のためシステム思考の活用が必要であると強調されている。このように、システム思考を用い、金融・経済・環境・社会・政治といった多様なシステム内及びシステム間の相互作用が投資成果に大きく影響するという考えのもと、収益だけでなく社会や環境問題の解決を目的とした投資をシステムレベル投資（SLI）、またはシステミック投資と呼ぶ。

しかし現状では、実践に直結する具体的手法が整理されていない。実際、Pennaら（2023）やHawleyら（2002）でも同投資の必要性の指摘に留まり、実践的な適用の議論が不足している。以上から、本研究はシステム思考になじみのない投資家に対しSLIの意思決定を支援することを目的とし、システムレベル投資を運用現場で実装可能にする手法の提示を目指す。

2. 先行研究

PRIの定義によれば、システムレベル投資（SLI）は、金融、経済、環境、社会、政治といったシステム内およびシステム間の関係が、投資リスクとリターンにどのような影響を与えるかを明確に重視する。Burkart（2023）では、SLIの具体的な方法として4つのステップが提唱されている。

一方、システミック投資は、単一案件の積み上げではなく、ステークホルダーとの協業も合わせてミッションに沿う戦略的ポートフォリオで相乗効果を生み、対象システムまたは問題に関わる制度・行動・相互作用を変容させることを目指し、価値の定義をレジリエンス・公正・包摂まで広げる（Hofstetter, 2020）。最近ではSLIとシステミック投資を区別する動きが出てきたが、本稿ではどちらもシステム全体の構造や関係性に着目する点で共通していることを受け、SLIと統一して呼称する。

Burkart（2023）およびHofstetter（2020）では同投資のプロセスとして4ステップの提示に留まり、投資

家の実務での適用に必要な詳細手順が不足している。また、Pennaら（2023）においても、提案する4つの新たな投資ルールは理念としては理解できるものの、これらをどのように運用可能な投資戦略に落とし込むかについては明確な指針が示されていない。

この具体性の欠如は、実務家にとって大きな障壁となる。そこで本稿ではシステムエンジニアリングの手法を活用し、SLIを現場で実装可能にする手法を提示する。実際、Yang（2021）は、システムエンジニアリングのアプローチは、サステナビリティに内在する複雑性と相互作用を解明するのに役立つ様々なツールキットを提供すると主張している。

3. 意思決定支援ツールの提案

3.1 提案の全体像

本研究では、システム思考になじみのない投資家にむけSLIの意思決定を支援するツールを提案する。本ツールはa)システム境界作成、b)因果ループ作成、c)レバレッジポイント（LP）群の導出および特徴の多角的検討、d)LP群のシステム作用検討の4つのパートに分けられ、各パートに3～4つのステップがあり、合計15ステップで構成される。またSLIでは様々なステークホルダーと協働して課題に対処するため、複数人での同時使用を前提としている。

3.2 機能要求

本提案に対する機能要求はa)対象とするシステムのシステム境界を整理する機能、b)対象システムの振る舞いを理解する機能、c)LP群を導出する機能、d)高介入ポイントを決定し、あるべきシステムの姿を合意する機能である。これらの機能と提案手法の各ステップは以下のように対応している。

表1.各ステップの内容と満たす機能要求

ステップ	内容	満たす機能要求
Step1-4	システム境界図の作成	a.)システム境界を整理する機能
Step5-7	因果ループ図の作成	b.)対象システムが問題を生んでいる構図を分析する機能
Step8-11	レバレッジポイントの導出及び特徴の多角的検討	c.)適切なLP群を導出する機能
Step12-15	高介入ポイントによるシステムへの作用の検討	d.)導出したLP群から投資または非投資による高介入ポイントを決定し、あるべきシステムの姿を合意する機能

4. 検証と妥当性確認

4.1 プロトタイプ概要

本ツールの有効性を検討するため、2025年8月13日～14日にかけてプロトタイプを行った。被験者は資産運用会社に勤務する2名であり、3年以上の投資関連業務の経験を持つものの、SLIとシステム思考の予備知識は一切ない。筆者からSLIとシステム思考について講義を行った後、同ツールをステップごとに説明し、合計3時間のワークを行った。

成果指標としては各機能要求a)～c)の達成度を検証する面と、当ツールが意思決定に役立つかという妥当性の面について質問し、各人に5段階のリッカード尺度で採点してもらった。また、その後のインタビューで感想を共有してもらった。

4.2 実験結果

実験結果を表2に示す。回答の平均点は4.0点となった。また、中身を見ると、要求a)およびc)の点数は相対的に高い一方、要求b)の点数は相対的に低くなった。妥当性の点数は双方高めとなった。

要求a)については双方からステークホルダーをどの程度詳細に書くべきか迷ったとの声があった。ステークホルダーの粒度を定めないまま進めたために、要求b)でのシステムの振る舞いおよびLPの導出時にやや単純すぎるものになったとのことであった。

表2.実験結果

タイプ	内容	被験者A	被験者B
要求	a.)システム境界を整理する機能	4	4
要求	b.)対象システムの振る舞いを理解し、LP群を導出する機能	3	3
要求	c.)導出したLP群から投資または非投資による高介入ポイントを決定し、あるべきシステムの姿を合意する機能	5	4
妥当性	このツールがシステムレベル投資を行う際の意思決定の助けになるか	4	5

4.3 考察

実験結果を見ると、要求および妥当性の平均点の高さから、当ツールの有効性が一定程度確かめられたといえる。一方、要求b)の低得点の原因となった粒度のコントロールをステップのどこかに組み込んだり、反復的に同じワークを行ったりして粒度を統一するなど、改善の必要性が示唆された。

成果物については評価基準を置いていないが、限定的な時間で一定の水準の成果物が得られたと考える。一方、対照実験の形式をとっていないため、さらなる実証が必要である。

4.3 被験者からのその他のフィードバック

その他のフィードバックとして、「当ツールを用いて意思決定がサポートされたとしても、リターンの観点からSLIを実行するまでの確信度を持てるか不透明である」というものがあった。当ツールでは企業単体の財務および証券分析手法を組み込んでいるものの、

LPを起点としているため、収益性を必ずしも最優先にしていない。また、対ベンチマークなのかトータルリターンなのかなど、同投資の評価基準についても定められたものがない。さらに、資産クラスや投資先がランダムにばらついたり、投資時期が遠い未来であったりと、投資家が決定できる範囲が通常の投資よりも狭い。その結果、投資家としてフィデューシャリー・デューティを果たせているか、確信が持ちにくいだろう。今後、収益性に対する確信度を高めるためにシミュレーションを含む定量的な検討ステップを拡充したり、パフォーマンス基準を定めたり、時間軸を踏まえた投資計画を検討したりするステップを組み込んでいきたい。

5. 今後の展望

今回のプロトタイプのフィードバックをもとに、ツールの更なる改良を行うとともに、既存の投資手法とのより一層の融合を図っていきたい。特にシステムダイナミクスの活用は因果ループを定量的にシミュレーションでき、その結果を財務および証券分析、ひいてはパフォーマンス基準との比較に有用と思われるため、積極的に検討したい。

参考文献

- Dominic Hofstetter. (2020). *TRANSFORMATION CAPITAL Systemic Investing for Sustainability*.
- Hawley, J. P., & Williams, A. T. (2002). The Universal Owner's Role in Sustainable Economic Development. *Corporate Environmental Strategy*, 9 (3), 284-291.
- Penna, C. C. R., Schot, J., & Steinmueller, W. E. (2023). Transformative investment: New rules for investing in sustainability transitions. In *Environmental Innovation and Societal Transitions* (Vol. 49).
- Thinking Ahead Institute Willis Towers Watson. (2025). *What Asset Owners Did Next*.
- William Burkart. (2023). *(Re)Calibrating Feedback Loops Guidance for Asset Owners and Institutional Investors Assessing the Influence of System-level Investing*.
- Yang, L., & Cormican, K. (2021). *The Crossovers and Connectivity between Systems Engineering and the Sustainable Development Goals: A Scoping Study*.

新技術の社会実装におけるガバナンス要求定義の論点抽出方法の検討

大野嘉子 白坂成功

(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)

1. はじめに

デジタルを基盤とした事業において、サービスの早期導入と学習データの確保は競争力の観点から重要である。しかしながら、新技術の社会実装において、例えばAIを用いたシステムやSystem of Systems (SoS)の形態で実現されるシステムでは予見できないリスクが残存する。METI(2022)はリスクを含む価値をバランスさせる必要性について述べると共に、ガバナンスを「社会において生じるリスクをステークホルダにとって受容可能な水準で管理しつつ、そこからもたらされる正のインパクトを最大化することを目的とする、ステークホルダによる技術的、組織的、及び社会的システムの設計及び運用」と定義し、マルチステークホルダによるガバナンスが重要としている。

新技術の社会導入におけるステークホルダの関与については幾つかの論文でも述べられているが、例えばGrandsart et al. (2024)は新たなモビリティサービス開発においてステークホルダをどの様に関与させるか分析した上で、課題として、市民やステークホルダのエンゲージメントを成功させるイベントを組織するには、避けられない時間がかかり、労力と資源が必要であるとも述べている。

そこで本研究では、早期のサービスイン可否が競争力に強く影響する事業者が、技術やリスクに関する情報の非対称性を踏まえ、市民・規制当局等と適切なガバナンスについて主体的に議論を進めるための初期論点を抽出するステップを検討した。

2. ガバナンスの要求定義

DADC (2025) は SoS で実現されるサイバーフィジカルシステム (CPS) の安全を対象とし、システム提供者として検討すべき事項、システム提供者とステークホルダとで協議し検討すべき事項を整理している。システムとステークホルダとで協議すべき事項では、どのリスクに対して・どの様な対応を・どの程度行うかの合意をガバナンスシステムへの要求と捉え、定義すべき項目案として整理している。本研究ではDADC (2025) の案を解釈・補足し、ガバナンス要求定義の初期論点抽出ステップの前提とした。図1は、DADCの示すガバナンス要求定義の図から、システム提供者の検討事項及び、システム提供者とステークホルダとで検討すべき事項に関する記載部分を抜粋した。

ここではガバナンスすべきリスクの候補をアーキテクチャの観点、平時オペレーションの観点、そして事故時のオペレーションの観点に分類したうえで、リスクを起点として、システムの対応と、ステークホルダと検討すべき事項を対応付けている。

アーキテクチャ観点のリスクは要因をシステム外部（コンテキスト）と内部に分け、また内部は更にシステムそのものの故障とシステム開発プロセスに分けて整理している。平時オペレーション観点では運用・メンテナンス・廃棄の他、コンテキストの変化によるリスクを挙げており、IEC62853のDEOSプロセスを考慮とした記載となっている。不具合時のオペレーション観点ではMETI(2022)が失敗を許容しつつ、社会全体で継続的に学習し、ガバナンスの仕

システム提供者の検討事項				システム提供者とステークホルダでの検討事項 (管理対象・レベル)			
システムに関するリスク			システムが実施するリスク対応		ガバナンスの要求定義事項		
アーキテクチャ観点	コンテキストとの関係で生じるリスク		ゴール設定とコンテキストとの合意・契約		リスク評価とガバナンス対象の特定	システム側とコンテキストとの関係でマネジメントすべきリスクについて双方のゴールが設定され、その管理がされること	
	内部構造に依存するリスク	システム故障 システム設計・開発・インテグレーションプロセスにおける不具合	安全設計	保護機能		【安全確保の仕様が特定されない場合】	【安全確保の仕様が特定される場合】
平時オペレーション観点		運用の不具合 メンテナンスの不具合 廃棄の不具合	プロセスの妥当性確保			システム側がゴール達成の計画（機能・物理等）を示す or 達成すること	ゴール達成の標準的な機能・物理仕様を示し、それらが充足されること
	コンテキストの変化	プロセスの妥当性確保／教育・訓練・マニュアルの整備		システム側がプロセスやスキルのマネジメント体制を示し、評価すること		標準的なプロセスやスキルのマネジメント体制を示し、システムに充足されること	
	原因究明・切り分けできない／されないリスク	コンテキストの変化検知とゴール・システム設計の見直し					
不具合時オペレーション観点	復旧できない／されないリスク	ログ取得・保存、調査体制整備		原因究明の計画（機能・物理等）を示させるor 達成されること		標準的なログ取得・保存、調査体制を示し、充足されること	
	補償できない／されないリスク	復旧を想定した機能・物理設計		復旧の計画（機能・物理等）を示させる or 達成させること			
	再発防止できない／されないリスク	補償の構え		補償の水準を定義し、定義した水準で補償されること			
		改善体制の整備・維持		再発防止に必要な体制が整備・維持されること			

図1 ガバナンス要求定義抜粋 *DADC(2025)を元に筆者作成、加筆

組みを迅速にアップデートし続けることを述べている様に、継続改善を妨げるリスクが挙げられている。このリスクの分類は内訳を見ると、概ねシステムライフサイクルに対応した分類と読み替えることができる。

これらリスクを受けて、図の中央列では、システム提供側が一般に行う活動とアカウントビリティの確保が示されている。システム提供側の保有するリスク及び対応に関する情報を共有することで、事業者とステークホルダ（市民や規制主体等）間の情報の非対称性を改善し、図の右列にあるガバナンスの要求定義事項としてステークホルダと共にガバナンスシステムの目指すゴール及びガバナンス対象を議論・合意する。

3. ガバナンス要求定義の初期論点抽出方法

提案手法では、新技術を含むシステム（SoI）とガバナンスシステムの関係について図2の様に整理した。

ガバナンスシステムは図1にあるガバナンスの要求事項を受け、これらが適切に実施・管理される為の機能（例えば体制構築やモニタリング・評価、インセンティブ・サンクション設計、責任分配、記録と情報開示等）を、規制を含むルール・制度、組織、ITシステム等の実現手段に割り当てたものである。この図においてシステム提供者自身によるガバナンスはリスク対応を追加したSoIに含め、ガバナンスシステムはSoI外部にあるものとした。ガバナンスシステムはSoIのライフサイクルに応じた制約を設けることもあれば、システムの稼働環境にあるコンテキストを制約することも想定される。例えば自動運転支援道路の場合、ガバナンスシステムは自動運転支援道路や自動運転車だけでなく、有人自動車の自動運転支援道路に対する関わり方に対しても制約を設けることが考えられる。

図2の関係をベースとしてSoI設計時の情報を元に、ガバナンスシステム要求定義のインプットとなる初期論点を抽出するステップを設定した。

システム提供者は①コンテキスト（外部システム・ステークホルダ）を特定した上で、②初期のSoIとコンテキストとの関係におけるリスクを抽出する。また③システムの内部構造（機能や実現手段）に依存するリスクを抽出し、④それらリスクを評価し、⑤システム自身で対処すべきものはシステムに追加機能・実現手段を設けるものとし、⑥想定したリスクと対応、及びシステム外も含めた調整・管理が必要となる対象については、ガバナンスシステムの設計（要求定義とアーキテクチャ定義）への論点として提起する。

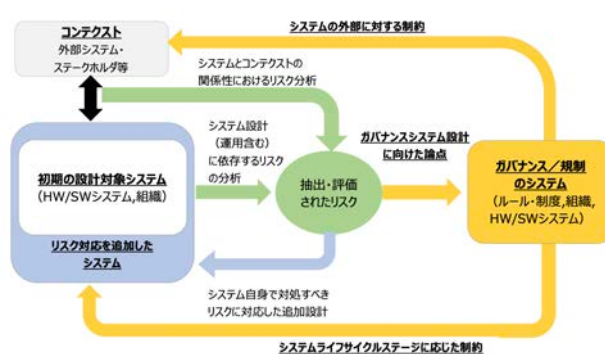


図2 システム設計とガバナンス設計の関係

システム提供者が、このステップで図1のフレームに沿った項目を洗いだすことで、ステークホルダとの議論を効率的に進める足がかりに繋がると想定した。

4. まとめと今後の展望

本研究では、DADC（2025）の提供する要求定義項目を踏まえて、システム提供者が新技術導入時のガバナンスについてステークホルダと議論するための論点を抽出するステップを検討した。

今後の課題として、今回はリスクに着目したアプローチとなっているが、システムの提供する価値を踏まえた論点設定について検討すると共に、提案手法の評価を行う必要がある。また、DADCのガバナンス要求定義フレームでは安全を対象としている為、安全以外のリスクを扱う方法について検討を行いたい。

5. 参考文献

- Grandsart, D., Bulanowski, K., Cornet, H., Debbaghi, F. Z., Loukea, M., Gkemou, M., ... & Prutej, W. (2024). Stakeholders' Engagement in Shared Automated Mobility: A Comparative Review of Three SHOW Approaches. *Shared Mobility Revolution: Pioneering Autonomous Horizons*, 161-176
- 経済産業省(METI)(2022).Society5.0における新たなガバナンスモデル検討会報告書(Ver.3)
https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/governance_mode_lkento/20220808_report.html
- 独立行政法人情報処理推進機構デジタルアーキテクチャデザインセンター(DADC)(2025). SoS-CPS 安全設計ディスカッションペーパー
<https://www.ipa.go.jp/digital/architecture/reports/sos-cps-safety-design-discussion-paper.html>

未経験分野の開発における要求探索と意思決定を支援するシステムデザインプロセスの実践

猪股 涼也, 白坂成功 (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)

1. はじめに

林業や農業の現場では、高齢化や人手不足が深刻化しており、特に苗木運搬のような重労働は作業者の大きな負担となっている。こうした背景のもと、株式会社青葉組から「苗木運搬を行うロボット」の開発依頼があった。しかし、設計者にとって林業は未経験分野であり、現場特有の暗黙的な要求や制約が多く、林業の現場からの要求を解釈しつつ当初から明確かつ実現可能な仕様を定義することは困難であった。

本研究では、プロトタイピングと現場検証を反復的に行うことにより、依頼側の求める本質的な要求を探索し、ステークホルダーとの対話を通じて合意形成と設計仕様の確定を行った。これにより、未経験分野での設計における要求定義と意思決定の支援を目的として実践した、システムデザインプロセスについて報告する。

2. 研究背景と課題

本研究が扱う文脈には、(1) 要求が不明確な状況での製品開発、(2) プロトタイピングを伴う開発アプローチ、(3) システムデザインの応用の3つの観点が関係する。まず、不確実性の高い状況における要求定義の課題に対し、Vosら(2019)はプロジェクト中に進化・変化する「生きた要求(Living Requirements)」の重要性を指摘し、形式知化される前のアイデアや感覚をいかに扱うかが初期フェーズの鍵であると述べている。また、ChenとJonsson(2018)は、設計と要求定義を同時に進める必要性を指摘し、計画的なイテレーションと探索的な学習の両立が設計戦略として重要であると論じている。

他方こうした不確実性に対応するアプローチとして、近年では“プロトタイピングによる要求探索”が注目されている。Baskinger(2008)は、プロトタイピングを単なる確認手段ではなく、思考と対話の媒介とする重要性を提起した。プロトタイプを介した設計・要求の協調的進化を扱った知見として、Faste et al.(2013)はプロトタイプを「設計・検証・コミュニケーション・学習」の複合的な役割を持つと位置づけ、意思決定支援の道具としての有効性を示した。

以上より、本研究は、要求が未確定な状況下におけるプロトタイピング起点の設計実践と実証・対話を通じて、顧客の求める本質的な要求を具現化しようとする試みである。

3. 研究方法

本研究では、次の2段階で開発プロセスを構成した。

3.1 要求探索フェーズ

初期段階では、依頼者との対話に加え、簡易なプロトタイプの製造と現場実証を通じて、要求の妥当性を議論しつつ上位目的の可視化を行い、Value Graphを用いて目的-手段関係を整理した。その上で、システム目的の再定義を行い、次の簡易プロトタイプ作成を行った。

3.2 システム開発フェーズ

要求探索フェーズで合意・検証されたコンセプトに基づき、システム全体の設計、試作、製造、評価を行った。本フェーズでは、構造設計、電動アシスト機構、操作性、耐久性などの技術的課題に対処した。

4. 事例：山猫車の開発プロセス

本章では、依頼者との対話および現場での実証を通じて進められた、電動アシスト台車「山猫車」の開発プロセスを報告する。開発は大きく2つのフェーズに分かれ、特に要求探索フェーズにおいては反復的な試作と評価を通じて要求の探索と合意形成が進められた。その合意形成に応じてシステム開発フェーズにてシステム開発プロセスを実行することで、未経験分野出会っても顧客の求める本質的な要求を捉まえて開発を実行することができた。

4.1 要求探索フェーズ：現場起点の再定義

当初、依頼者の要望は「苗木搬送の自動化による省人化」であったが、設計者は林業に関する知見が乏しく、まず初期プロトタイプを3度設計・実装し、現地試験と対話を通じてニーズの再解釈を試みた。この認識の変化を構造的に捉えるためにValue Graphを用いて目的-手段の関係を可視化し、依頼者との共通理解を形成した。その結果、「高齢者や女性でも扱える搬送手段の提供」や「搬送作業の疲労軽減」といった、本質的な目的が明らかとなり、表層的な「自動化=省人化」の背後にある業務の持続可能性という上位目標が浮かび上がった。

以降の開発は、この再定義された目的に基づく仕様探索として進められた。

4.2 プロトタイプによる探索と反復的な合意形成
再定義された目的を踏まえ、以下のように3種類のプロトタイプを段階的に試作・評価した。

プロトタイプ1: 無人搬送型 (AGV) 構想

依頼者の初期要望を踏まえ、クローラー駆動の自律搬送型台車を設計した。マイコン制御による走行制御、傾斜対応を含む駆動機構を実装したが、山林における不整地走行の困難さや、予測困難な作業環境への適応性の限界が明らかとなり、使用者の受容性も低かった。

プロトタイプ2: 人力+アシスト型の方向転換

無人搬送ではなく、作業者が後方から押す形式に設計方針を転換。猫車と呼ばれる一輪車に対して、電動アシスト機構を駆動輪に搭載することで登坂支援を試みた。操作性は向上したが、重量過多により取り回しが悪く、特に斜面において車体バランスを維持するために操作者の疲労度が高まってしまう現象が発生した。

プロトタイプ3: 軽量化と機構最適化による現場適合型

軽量素材（アルミフレーム等）の導入と構造再設計により重量を大幅に削減。また、駆動方式や重心設計を見直すことで、車体バランスを向上させ、より直感的で安全な操作性を確保した。実証の結果、依頼者から「自分たちでも扱える」「実は実現したかったのは業務疲労度の軽減ということに気づけた」との評価を得て、目的適合性が高い仕様として確定した。

各プロトタイプにおける現場試験では、単なる性能比較ではなく、「使用者のフィードバック」や「作業環境との整合性」「感覚的な受容性」などを重視し、設計者とステークホルダーとの間での暗黙的な要求の言語化・合意形成を逐次的に行った。

このような設計に至るまでのプロセス全体を通じて、未経験分野においても有効な「要求の探索→再定義→仕様化」のサイクルを実践することができた。山猫車の開発プロセスは、探索的合意形成と現場適応性のバランスを図る設計アプローチの事例として位置づけられる。

5. 結果と考察

本研究では、林業という未経験分野における製品開発に対して、プロトタイピングと現場検証を軸としたシステムデザインプロセスを適用した。その結果として、以下の3点が明らかとなった。

5.1 不確実な要求に対する探索的アプローチの有効性
当初提示された要求は「搬送作業の自動化」に焦点があったが、反復的なプロトタイピングと現地での評

価・対話を通じて、依頼者の暗黙的なニーズとして特に「高齢者・女性でも扱えること」や「作業者の疲労軽減」といった、本質的な目的が明確化された。このように、設計対象や適用環境への知見が乏しい未経験分野においても、設計対象と手段の再定義を可能にする探索的アプローチが有効であることが示された。

5.2 プロトタイプを媒介とした合意形成の役割

プロトタイプは、単なる仕様確認手段としてではなく、設計者とステークホルダーの相互理解を深めるコミュニケーションの媒体として機能した。特に、「操作感」や「作業時の安心感」など定量化が困難な要求についても、現場での実機検証により具体的なフィードバックを得ることができた。

5.3 システムデザインプロセスの適用可能性

要求が不明確で、設計の前提条件も確定していない状況において、Value Graphによる目的・手段の整理や段階的なプロトタイプ評価を通じて、設計の方向性を探索的に確定することができた。

6. まとめと今後の展望

本研究では、林業という未経験分野において、要求元の暗黙的なニーズを探索しながら、設計要求の明確化と意思決定を支援するプロセスを実践した。今後は、本事例で得られた知見をもとに、他分野にも適用可能な要求探索プロセスの汎用化や、設計初期段階での合意形成支援手法の体系化を進めていきたい。

参考文献

- [1] A. Vos, A. Wieringa, and R. Jansen, "When requirements become living: A systematic literature review of dynamic requirements," *Information and Software Technology*, vol. 105, pp. 1–23, 2019.
- [2] C.-M. Chen and P. Jonsson, "Balancing learning and decision-making in engineering design: A research review," *Design Studies*, vol. 55, pp. 96–124, 2018.
- [3] M. Baskinger, "Pencils before pixels: A primer in hand-generated sketching," *Interactions*, vol. 15, no. 2, pp. 28–36, 2008.
- [4] T. Faste, H. Lin, and R. A. Slattery, "The role of prototypes in a collaborative design process," in *Proc. IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 2013, pp. 1740–1745.

リスクリング後の職務変化における業務要求-資源ギャップ可視化による 情緒的消耗の抑制手法の設計に関する予備調査

中川知典, 中田実紀子, 五百木誠

(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)

1. はじめに

1.1 研究の背景

昨今、デジタル化や VUCA 環境に伴い、産業構造や従業員の職務ニーズ等が変化しており、リスクリングとよばれる技能の再習得を経て新たな職務に挑戦する従業員が増えている。リスクリング後の昇進・転職・異動といった職務の転換期には、仕事量・時間圧力・役割期待等の仕事の要求 (Job Demands) が高まりやすい一方、上司・同僚からの支援、裁量、役割の明確さ、スキルの職務適合といった仕事の資源 (Job Resources) が十分に整わず、要求と資源の不均衡が生じやすい。2001 年に Bakker & Demerouti によって提唱され、仕事で求められる「負荷要因」と、社員が仕事を遂行するうえで利用可能な「資源 (リソース)」の二軸でストレス反応やモチベーションを説明する JD-R モデルは、この不均衡がバーンアウトの中核である情緒的消耗 (EX: Emotional Exhaustion) の上昇を通じて健康低下を招くと説明している (Schaufeli & Bakker, 2004; Bakker & Demerouti, 2017)。さらに、リスクリング後ほど「成果で有能さを示したい」動機が強まり、完璧主義や援助要請の忌避が生じやすい。援助要請には「無能と思われたくない」「迷惑をかけたくない」といった社会的コストが伴うため (Lee, 2002; Nadler & Halabi, 2006)、必要な支援が得られずに消耗が増幅するリスクがある。

2 本研究の目的

リスクリング後の職務環境変化時にある従業員における要求-資源ギャップとバーンアウトの関係におけるバーンアウトリスクを把握し、業務要求-資源ギャップのリアルタイム可視化と情緒的消耗の抑制手法妥当性を予備的に検討する。

3 方法 (予備調査)

3.1 対象

有職者 63 名を対象とした横断調査を実施した男性 45 名、女性 18 名)。群編成は、(1) リスクリング有・職務変化あり、(2) リスクリング有・職務変化なし、(3) 非リスクリング・職務変化あり (「その他」)、(4) 非リスクリング・職務変化なし、の四群である。

3.2 測定

(a) リスクリング完了後の経過月数と Maslach Burnout Inventory (MBI) 下位尺度 Emotional Exhaustion, Cynicism, Professional Efficacy (EX/CY/PE) の推移、(b) リスクリング有無×職務変化有無の四群比較、(c) 援助要請行動と周囲期待・上司支援との関連を記述的に評価する。

仕事の要求 (3 項目, $\alpha=.84$)、時間圧力 (5 項目, $\alpha=.91$)、スキル-職務適合 (6 項目, $\alpha=.89$; 低得点=適合高)、上司支援 (2 項目)、役割明確性 (3 項目)、周囲期待 (4 項目, $\alpha=.90$)、援助要請自己効力 (5 項目, $\alpha=.85$)、MBI-GS 日本語版 16 項目 (EX/CY/PE)。MBI は Mind Garden 社の許諾のもと使用した。

3.3 分析手法

リスクリング群 ($n=47$) についてリスクリング完了後の経過月数 (完了から現在までを 0 ヶ月、1~6 ヶ月、7~12 ヶ月、13~24 ヶ月、25~60 ヶ月、61 ヶ月以上の 6 区分) による MBI 各下位尺度平均値の推移を算出した。リスクリング有無×職務変化有無の 4 群間で MBI 得点および支援要請行動頻度の差を比較した。

4 結果

4.1 四群比較

表 1 に示したとおり、リスクリング経験と職務変化の有無による情緒的消耗感 (EX)、シニシズム (CY)、職業的効力感 (PE) の変化を表 1 に示す。全体的な傾向としては、リスクリング後の職務変化を経験した群では EX が低く、PE が高いことが確認された。特にリスクリングを行わずに職務変化を経験した群では、消耗感が最も低く、効力感が最も高いという特徴が表れていた。これは、役割の変化が新しい挑戦や適合感の向上をもたらし、心理的資源を増大させた可能性を示唆する。

一方で、リスクリングを経験したにもかかわらず職務に変化がなかった群や、非リスクリングで職務に変化がなかった群では、いずれも消耗感やシニシズムが比較的高く、効力感低い傾向にあった。この結果は、スキル獲得後も職務が固定されることで成長機会が得られにくく、役割期待や業務要求とのバラ

ンスが崩れやすい可能性を示している。ただし、これらの差異はいずれも統計的に有意とは言えず、傾向としての解釈にとどまる。

4.2 リスキリング後の経過期間と MBI スコア比較

表 2 に示したとおり、リスキリング完了直後は、EX が低め（平均約 12）で始まり、1-6 か月で上昇、7-12 か月で最も高い水準（約 18.7）に達した。1 年超では EX は漸減し、2 年以上の群では約 10 と初期水準より低く安定していた。CY もおおむね同様で、1 年未満にいったん高まり（約 11）、その後は低下して安定した。PE は直後がやや低め

（15.1）だが、1-6 か月で 20.9 に上昇し、その後は 17-18 の範囲で維持された。群間差は統計学的には有意に至っていないものの、リスキリング後の半年～1 年に EX/CY が一時的に上振れし、その後落ち着くという JD-R と整合するパターンが示唆された。

4.3 援助要請行動（記述項目）

全体の大多数が直近 1 か月に誰かへ相談していた一方、リスキリング有・職務変化ありの相談実施率は相対的に低い水準にとどまった。周囲期待が高く、援助要請自己効力が低いほど相談頻度が下がる傾向が見られ、援助要請の社会的コスト仮説（Lee, 2002）と方向性が一致していた。

5 考察

リスキリング後の時間推移では、リスキリング後半年～1 年に EX/CY が一時的に上振れし、その後落ち着くパターンが示唆された。これは、リスキリング後に業務要求が高まっていると推察され、要求の急増に対し資源整備が追いつくまでの時間差を反映した現象だと考えると JD-R と整合する。四群比較では、職務変化群の EX がむしろ低く PE が高いという一見逆説的な所見が得られたが、(a) 自発的/選好一致の異動、(b) 役割明確性や裁量の増大、(c) 時点の異なり（初期ピーク経過後の測定）、(d) 生存者・選抜バイアス等の点で説明可能であり、理論と矛盾する決定的証拠とはいえない。援助要請の所見は、援助を求めない完璧主義や有能さの印象管理が資源利用を阻害するという社会心理研究（Lee, 2002）と整合する。組織としては、心理的安全性と上司の支援行動を高め、「わからない時は質問してよい」という文化を整えることが、要求-資源ギャップの構造的縮小に寄与すると考えられる。

結語

本研究は、リスキリング後の適応期に要求-資源の不均衡が生じやすく、半年～1 年に EX/CY が上振れしやすいこと、支援資源と

援助要請が鍵であることを示したが、これは先行理論と整合している。群比較では、職務変化群の方が EX・CY が低く PE が高いという傾向が観察されたが、定性コメントをふまえるとリスキリング後に新たな職務機会を得たことで業務量が増加し EX・CY を低下させているものの、上司からの期待感によって PE が向上したと考えられる。現在検討しているリスキリング後のフィードバックシステムによって、リスキリング直後の EX や CY を緩和していく必要性を確認できた。

表 1. 職務変化の有無・種類と MBI スコアの比較

区分	n	EX平均	CY平均	PE平均
リスキリング有 + 職務変化あり (昇進・異動・転職)	19	11.4	8.2	18.3
リスキリング有 + 職務変化あり (その他)	8	10.3	8.8	20.9
リスキリング有 + 職務変化なし	20	13.5	9.1	15.6
非リスキリング	16	13.9	9.2	13.6

表 2. リスキリング後の経過期間と MBI スコアの比較

リスキリング完了からの経過月群	n	EX平均	CY平均	PE平均
0ヶ月	14	12.4	8.2	15.1
1-6ヶ月	9	13.6	11.6	20.9
7-12ヶ月	3	18.7	11.7	17.7
13-24ヶ月	6	10.5	5.3	17.8
25-60ヶ月	10	10.6	9.9	17.4
61ヶ月以上	5	9.8	4.4	18.6

参考文献：

- Bakker, A. B., & Demerouti, E. (2017). Job demands-resources theory: Taking stock and looking forward. *Journal of Occupational Health Psychology*, 22(3), 273-285. DOI: 10.1037/ocp0000056
- Schaufeli, W. B., & Bakker, A. B. (2004). Job demands, job resources, and their relationship with burnout and engagement: A multi-sample study. *Journal of Organizational Behavior*, 25(3), 293-315. DOI: 10.1002/job.248
- Barsties, L. S., van den Berg, J., Leone, S. S., Nicolaou, M., & van Oostrom, S. H. (2023). A system science perspective on burn-out: Development of an expert-based causal loop diagram. *Frontiers in Public Health*, 11, 1271591. DOI: 10.3389/fpubh.2023.1271591
- Lee, F. (2002). The social costs of seeking help. *The Journal of Applied Behavioral Science*, 38(1), 17-35. DOI: 10.1177/0021886302381002

技術シーズに基づく専門家・非専門家の対話における視点転換の効果

岩島由佳¹・森内倫子²・白坂成功²・宇治原徹³

¹名古屋大学未来社会創造機構脱炭素社会創造センタービジョンデザイン部門

²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

³名古屋大学ディープテック・シリアルイノベーションセンター

1. はじめに

大学に潜在する技術シーズは、イノベーションの源泉として注目されており、その担い手である大学発ベンチャーは、2014年度以降増加している。技術シーズと社会ニーズを結びつけるためには、技術の専門家と非専門家との相互理解が鍵となる。しかし、非専門家には技術内容の理解は容易ではない。一方で、専門家は高度な研究活動に専念するあまり、社会的価値に結びつけることへの関心が必ずしも高くない場合がある。そこで、技術の本質を理解し、ビジネスや社会の文脈に翻訳する人材が求められるが、その人材が果たす役割は十分に明らかになっていない。

本研究では、JST COI-NEXT セキュアでユビキタスな資源・エネルギー共創拠点（以下変環共創拠点）で開発している技術シーズをもとに、専門家と非専門家が協働してビジネスアイデアを創出するワークショップを対象に、対話の中でどのようなプロセスを経て相互理解が形成されるのかを明らかにする。また相互理解を促進する要素を抽出し、技術の社会実装を支える人材（翻訳者）の機能の一端を明確にすることを目的とする。

2. 研究方法

2.1 ワークショップ設計とデータ収集

大学や企業の技術者、商社、金融、行政など多様な立場の19名が参加した。多様なメンバー構成となるように4〜6名ずつ、A・B・Cの3グループに分けた。テーマは「エネルギー補給を意識しなくても動き続けられるオフィスを変環共創拠点で研究している技術を使って実現する新しいアイデアを考える」とし、システム・デザイン思考のアプローチを取り入れ、2日間全20ワークで構成した。ワークショップ本番の前に、製品やサービスの価値を段階的に考え、異分野への応用を考えるイノベティブ思考トレーニングを2回、終了後に個人インタビューを実施した。

ワークショップの対話はすべて録音・録画、グループごとに観察者を配置し、参加者の様子を記録した。後日、各グループの対話内容を逐語的に書き起こした。ワークごとに発言順・発話者・発話内容を整理し、発話単位でのデータ化した。参加者間の相互作用を確認するため、講師など参加

者以外の発話はデータから削除し、マスターファイルを作成した。

2.2 分析対象グループの選定と概要

発話機会の分散が小さいほどチームの知的生産性が高まることが示されており（Woolley et al., 2010）、各参加者の発話回数をカウントし、変動係数を算出した。Aグループはメンバーの入れ替わりがあったため除外した。変動係数は、Bグループ0.20、Cグループ0.39であった。Bグループは比較的全員がバランスよく会話に参加していたことから、分析対象として選定した。Bグループは、専門家の大学の技術者（A氏）、非専門家の行政職員（B氏）、博士課程後期課程学生かつスタートアップ社長（C氏）、スタートアップ取締役（D氏）の4名である。このグループが提案したのは、「ごみのホットスポット」というアイデアである。これは、メタン発酵技術と排熱を回収・利用するループ型ヒートパイプ技術を活用して、家庭ごみを集めてメタン発酵させ、その熱を利用して快適な温度のオフィス空間をつくり、屋上にはメタンを用いた焚火スペースを設け、従業員同士のコミュニケーション促進を図るという構想である。

3. 分析手法と結果

3.1 テキストマイニングによる話題抽出と構造把握

KH Coderを用いてマスターデータから名詞・形容詞のみを対象に出現頻度の高い上位150語を抽出した。次に、意味や文脈上の関連性をもとに語句を分類し、話題名をつけた。各ワークでそれらの話題の出現率を把握するため、話題ごとのクロス集計を行った。ワーク15〜17において技術系の話題「ごみの循環」、「熱利用」、「メタン」および「ビジネス」に関する話題の出現頻度が高いことが明らかになった。

各ワークにおける話題のつながりや全体的な構造の特徴を把握するため、共起ネットワーク分析を行った。ワーク15では技術の話題「ごみの循環」と「ビジネス」が、ワーク17では技術の話題「ごみの循環」、「メタン」と「ビジネス」が結びついて出現していたことが確認された。技術

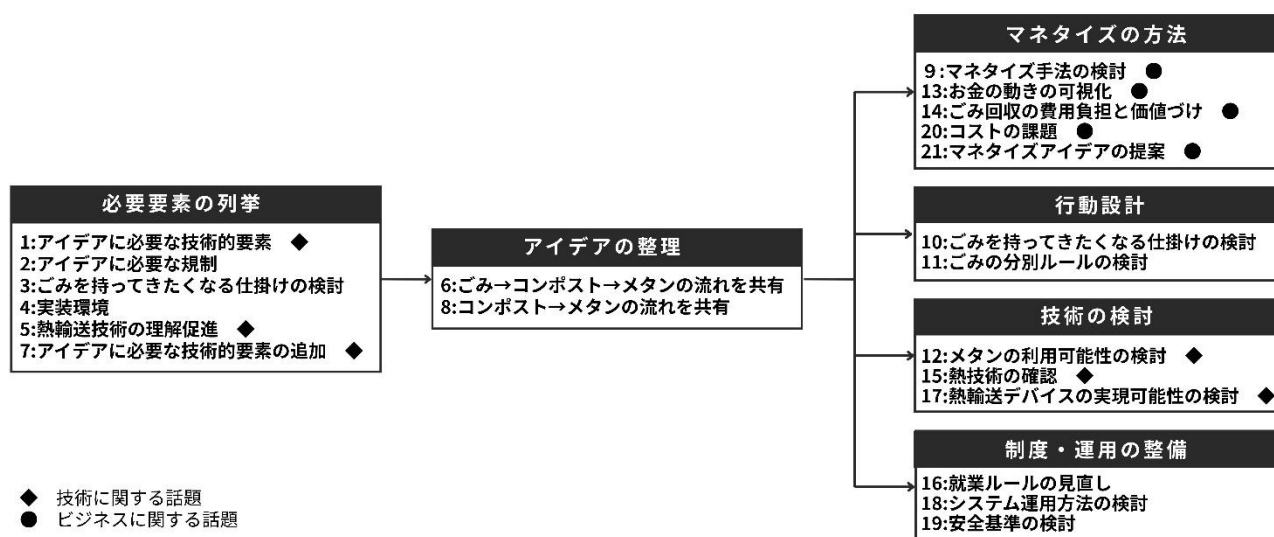


図1 会話の展開構造

内容の深掘りだけでなく、どのようにして社会実装につなげるかという視点が同時に展開されていた可能性が示唆された。

3.2 会話の展開構造に着目した分節内容分析

技術の話題の出現率が高くなりはじめ、「ごみの循環」と「ビジネス」の共起が確認できたワーク15「アイデアを実現するために必要なものは？」に着目し、会話の展開構造を分析した。マスターファイルを分節単位に区切って内容分析を行った。ここでの「分節」とは、ひとつの話題や意味的まとまりを持つ発言を指し、話題が変化するとにその境界を設定した。各分節については、①分節番号、②分節を構成する発言番号、③話題名、④分節全体の要約の項目で整理した。

Bグループの分節総数は、21であった。分節を6つの上位カテゴリに分類し、会話の展開構造図を作成した（図1）。図中の番号は文節番号を示す。記号は話題の種類を表しており、◆は技術に関する話題、●はビジネスに関する話題を意味する。必要要素の列挙から始まり、分節6、8においてアイデアの仕組みが時系列で整理され、メンバー内でアイデアに対する共通認識が形成される様子が確認された。その後、「マネタイズ方法」や「行動設計」といった利用者や経済性に関わる新たな視点が加わり議論が発展した。また、技術面が再び深掘りされ、制度・運用面を整理する場面が確認できた。

会話の展開構造を比較するため、同様の分析をA・Cグループにも実施した。Aグループは、技術的な検討にとどまる分節が多く、ビジネス的視点との接続が弱かった。Cグループは、制度や運用の検討が中心となり、必要要素の網羅や課題抽出に重きが置かれていた。

4. まとめ

本研究では、専門家と非専門家の対話の中で、視点の転換を促す発話は、参加者が他者の立場や価値観を踏まえて自らの考えを再構成するきっかけとなる可能性が示唆された。共通の対象を異なる視点から見直すことにより、共通認識が深まり、アイデアの創造性が高まるプロセスが観察された。こうした視点転換を促す発話は、異なる立場を橋渡しする「翻訳者」の機能のひとつとして捉えることができる。

謝辞

本研究は、JST 共創の場形成支援プログラムJPMJPF2204の支援を受けたものです。

参考文献

- [1] 経済産業省：令和6年度産業技術調査（大学発ベンチャー実態等調査）報告，2024
https://www.meti.go.jp/policy/innovation_corp/start-ups/start-ups.html
- [2] Woolley, A. W. : Evidence for a collective intelligence factor in the performance of human groups. Science, 330(6004), pp.686-688, 2010
- [3] 樋口耕一：社会調査のための計量テキスト分析—内容分析の継承と発展を目指して【第2版】，ナカニシヤ出版，2020
- [4] 平山奈央子：ワークショップにおける話題変遷の客観的把握と可視化の試み，滋賀県立大学博士学位論文，2010
- [5] 山田真紀：小学校における学級活動“話し合い活動”の合意形成プロセスに関する実証的研究（2）—逐語記録とシークエンス構造図を用いた研究手法の開発—，相山女学園大学『教育学部研究紀要』，第12号，2019

System-of-Systems アーキテクチャ設計コンピテンシーの育成支援ツールに向けた試行的アプローチ

－ 評価フレームを基盤とした自己評価マップと UI プロトタイプの設計 －

大浦史仁 白坂成功

(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)

1. はじめに

System-of-Systems (SoS) は、複数の自律的な構成システムが相互作用して、単独では実現できない能力を全体として発揮する形態である[1][2]。構成システムは固有の管理・目標・資源を保持したまま協調するため[1]、権限は分散し、利害は多層に交錯する[3]。その結果、要件は進化し、相互作用による創発が発生する[1][2]。このような環境では、SoS Engineering の有効性は、知識の正誤だけでは説明できず、システム思考を核とする認知的能力、ステークホルダー協調や影響力発揮といった行動的コンピテンシーに依存する[4]。本研究は、既存の SE (Systems Engineering) コンピテンシー評価の考え方を踏まえ、SoS Engineering を「評価レンズ」という形で定義した上で、短時間で自己評価を可視化し、その根拠を参照しながら振り返り、次の行動へと接続できる教育支援インターフェース

(UI) の設計要件を提示するものである。中心要素は、(1) 直感入力をレベル化しレーダーチャートで表示する Self-Assessment Map、(2) 評価に根拠 (Evidence) を結びつける Evidence Locker、(3) 迷いやすい点の要約を即時参照する Lens Cards である。

2. 研究の位置づけと目的

従来のコンピテンシーフレームワークは、評価や人材育成の設計を支える基盤として広く用いられてきた[7]。本稿はその知見を踏まえ、学習者の日常的な自己評価ループを支えるため、UI 要件と記録すべき基本データの構成を整理し、運用まで見通した実装案を提示する。目的は、SoS に必要な学びを短時間・根拠付き・協働的に回す UI 設計要件を、MVP→Core→Stretch の三層で明確化することにある。

3. 設計要件化の方針

SoS の学びには、短時間の自己評価から他者比較、振り返り、具体行動へと循環させる UI が求められる。本研究は「学びの回しやすさ」と「根拠に基づく対話」を両立させる観点から要件化した。

3.1 評価レンズから UI 要件への具体化

基盤とする 9 つの評価レンズを複数の先行研究のもとに筆者が作成した[1], [5]–[8]。また 1–5 の段階評価とした。短時間の自己評価→他者比較→振り返り→具体行動のプロセスを具体化した。レーダーチャートで自己と他者を重ね描画し、評価の違いを分析して振り返りのテーマを導出し、具体行動につなげる。

表 1 に 9 つの評価レンズを示す。

表 1. 9 つの評価レンズ

評価レンズ	説明
Stakeholder Engagement	関係者を巻き込み続ける力
Requirements Handling	動く要件に折り合いをつける力
Integration Management	部品をつなぎ合わせる段取り力
Emergence Management	想定外の振る舞いに対処する力
Interoperability	つながる前提を整える力
Cross-Boundary Coordination	組織の壁をまたぐ調整力
Architecture Abstraction	全体像を抽象的につかみ、説明する力
Multi-Viewpoint Reasoning	複数の見方を並べて考える力
Influence without Authority	権限なしでも周囲を動かす力

3.2 記録すべき基本データの構成と版管理

基本データ構成は、Lens / Behavior Anchor / Level (1–5) / Assessment (誰が・いつ・どの状況で) / Evidence (リンク・タイプ・タグ) / Comment (振り返り) / Action (具体的行動) / Version である。特に、Version により定義改訂後も当時の基準が保持され、時間を跨ぐ比較の妥当性が担保される。

3.3 要件の層別

要件を MVP→Core→Stretch の三層に割り当てた。表 2 にカテゴリ別の抜粋を示す。

表2. 設計要件 (抜粋・層別)

層	代表要件の例	求めるシステム特性
MVP	自己評価 (9次元)、レーダー履歴、Evidence 紐付け、振り返りプロンプト、用語集/日英切り替え、10分棚卸し	可視化と運用の軽さ
Core	メンター/ピア連携、ギャップ・停滞検知、コメント要約、入出力制御・匿名化、公開範囲設定、監査ログ、評価バイアス監視	協働と堅牢性
Stretch	交渉シナリオ対話、LMS/クラウド連携	拡張性

4. UIプロトタイプ設計

具体的な実装案を5つの要素にまとめた。

Self-Assessment Map : 9つの評価レンズをレーダーチャートで表示し、自己と他者の差分と推移を可視化する。振り返りも記載する。

Lens Cards : 各レンズの要旨・誤解例・簡潔な例を1画面で提示する。

Evidence Locker : 各評価に最低1点の根拠をひも付け、Evidence×Lens 行列で被覆率を示す。

Mentor Dashboard : 停滞と大きなギャップを検知し、短文テンプレートで助言を促す。

Progress Tracker : スコア推移と重要イベントを時系列で重ね、何が効いたかの検討を支援する。

5. パイロット設計と評価指標 (案)

4-8週間の小規模パイロットを想定し、週1回・10分の棚卸しと中間2回のピアレビューを行う。指標は、①自己・他者のギャップ縮小、②Evidence 被覆率と質的多様性、③振り返りコメントの深さ (論点の多様性)、④継続性 (実施率・手数) である。

6. 倫理・公開範囲・アクセシビリティ

公開範囲は項目単位でSelf/Mentor/Cohort/Public から選択可能とし、共有・出力操作を同意ログと監査証跡として記録する。自己評価と他者評価の偏差分布を提示し、評価バイアスの気づきを促す。アクセシビリティはキーボード操作・スクリーンリーダー対応、日英切り替えと用語集を前提とする。

7. まとめ

9つの評価レンズを学習者が扱えるUI要素へ具体化し、要件を三層に整理して提示した。Self-Assessment Map/Evidence Locker/Lens Cards を中核に、短時間の可視化→振り返り→具体行動を実装可能とした。本稿で示したUI設計は、SoS コンピテンシー育成の循環を支援する可能性を持つ。パイロットを通じて妥当性を検証し、さらに拡張性や実運用に向けた改善を進める。

参考文献

- [1] M. W. Maier, "Architecting principles for systems-of-systems," *Systems Engineering*, vol. 1, no. 4, pp. 267-284, 1998.
- [2] ISO/IEC/IEEE 21839:2019, *Systems and software engineering-System of systems (SoS) considerations in life cycle stages*. Geneva, Switzerland: ISO/IEC/IEEE, 2019.
- [3] U.S. Department of Defense, Office of the Deputy Under Secretary of Defense for Acquisition and Technology, Systems and Software Engineering, *Systems Engineering Guide for Systems of Systems*, ver. 1.0, Washington, DC, USA, Aug. 2008. [Online]. Available: <https://www.cto.mil/wp-content/uploads/2024/06/DoD-SE-for-SoS-2008.pdf>. Accessed: Aug. 17, 2025.
- [4] INCOSE International Competency Working Group, INCOSE Systems Engineering Competency Framework, 2nd Edition, International Council on Systems Engineering (INCOSE), Apr. 2025, compiled by Ian Presland et al.; officially released April 2025.
- [5] C. B. Keating and P. F. Katina, "Systems of systems engineering: prospects and challenges for the emerging field," *International Journal of System of Systems Engineering*, vol. 2, no. 2-3, pp. 234-256, 2011.
- [6] J. Dahmann, G. Rebovich, J. Lane, R. Lowry, and K. Baldwin, "An implementers' view of systems engineering for systems of systems," in 2011 IEEE International Systems Conference. IEEE, 2011, pp. 212-217.
- [7] INCOSE Systems of Systems Working Group, "Systems of systems primer," International Council on Systems Engineering (INCOSE), Tech. Rep. INCOSE-TP-2018-003-01.0, 2018.
- [8] M. Jamshidi, Ed., *Systems of Systems Engineering: Principles and Applications*. CRC Press, 2009.

行政情報システムの予算執行判断に資する 効果要素の構造的整理とボトムアップ評価モデルの検討

荻坂 浩輔 大野 嘉子 白坂 成功
(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)

1. はじめに

行政情報システムは国や自治体の業務基盤であり、制度改正や新たな行政サービスへの対応が求められているが、表1に示すように、制度改正や組織間運用差異、任意機能の利用促進力の差など、公共特有の要因から効果発現の評価が難しい[1]。

表1. 効果発現の評価が難しい要因と概要

項目	概要
制度改正対応	法令改正や政策変更への適合は優先度が固定され、導入の可否を選べない。
組織間の運用差異	中央官庁、地方機関等の各組織で運用方針や業務プロセスが異なり、システム利用率に差が生じる
利用推進力の差	必須機能では利用率高まる一方、任意機能では利用促進施策の有無により効果が大きく変動する。

従来の効果評価は、政策レベルで設定された KGI や KPI に基づくトップダウン型が主流であり、機能レベルで期待される効果との関係性が構造的に整理されていなかった[2]。

先行手法の一つであるバリューエンジニアリング (VE) は、性能とコストに基づく機能価値評価に優れ、ライフサイクル全体での効果トレーサビリティも確保できる[3]。しかし、上位の政策目標との接続は十分に整理されていない。

本研究では、機能・オペレーション単位の現象ベース効果要素を、政策目標に対応する帰結ベース効果要素に体系的に対応づけるために、Systems Engineering (SE) プロセス[4]を活用した形で提案する。

2. 効果要素の分類

本研究では、効果要素を現象ベース（機能・オペレーションに基づき計測可能な性能・実装指標群）と、帰結ベース（政策・サービスの上位成果指標群）の二層で整理する。この構造により、現場でのメトリクスと政策レベルの目標との対応関係を明確化し、両者の乖離を補完する。

現象ベースは、機能やオペレーションから得られる効果指標であり、処理時間や稼働率などの運用指標に加え、制度・運用設計に基づく非機能的要素（アクセシビリティ、セキュリティ、相互運用性など）も含む。一方、帰結ベースは、時間短縮、コスト削減、利用者満足、公平性・透明性、信頼性・安全性などの政策・サービスの成果を示す指標で構成される。

表2は、現象ベースのカテゴリと主なメトリクス例を示したものであり、本研究の初期検討に基づく整理である。カテゴリおよびメトリクスは、対象や目的に応じて追加・削除・再分類される場合がある。

表2. 現象ベースの効果要素

効果要素カテゴリ	主なメトリクス例
業務処理効率化性能	処理時間、作業負荷、手戻り件数
利用者利便性性能	操作手順数、操作時間、入力補助有無
アクセシビリティ適合度	JIS X 8341 適合率、代替テキスト付与率
稼働安定性性能	稼働率、障害発生件数、復旧時間
セキュリティ確保度	認証強度、脆弱性指摘件数
データ正確性・一貫性確保度	入力エラー率、データ重複率
公平性確保度	処理の地域差・担当差の有無
相互運用性確保度	API 接続成功率、標準準拠率

表3は、帰結ベースのカテゴリと主なメトリクス例を示す。こちらも対象や目的に応じて柔軟に見直され、固定項目ではない。

表3. 帰結ベースの効果要素

効果要素カテゴリ	主なメトリクス例
R1:コスト削減効果	運用コスト削減額、人件費削減率
R2:時間短縮効果	手続時間短縮率、行政事務削減率
R3:利用者満足度向上	CS スコア改善率、苦情件数減少率
R4:公平性・透明性向上	サービス利用格差縮小度
R5:信頼性・安全性向上	稼働率改善度、事故率減少率
R6:持続可能性	長期運用可能年数、制度改正対応率
R7:社会的受容度	関係者満足度、政策目標整合度

両層は多対多で対応し、マッピングにより寄与関係を明示する。本稿の初期検討では、現象ベースの8カテゴリのうち「業務処理効率化性能」と「利用者利便性性能」を対象とし、他は今後の検討とした。

3. 提案手法の設計

本研究で提案する評価手法の構成を示す。まず、政策や施策の最上位目標（KGI）と、それに至る中間成果指標（KPI）、さらに現場で観測される現象ベースの効果要素（メトリクス）との対応関係を整理し、KGI/KPI ツリーとして可視化する。次に、このツリーを活用し、現象ベースから帰結ベースへの寄与関係を評価するプロセスを設計する。これにより、政策目標と現場指標を接続し、ボトムアップ評価の結果を上位目標の達成度評価に反映できる枠組みを構築する。

3.1 KGI/KPI ツリーの設計

KGI 層は政策や施策の最上位目標、KPI 層はその達成に向けた中間成果指標で構成する。現象ベース層は、現場で計測可能なメトリクスで構成され、KPI 層と多対多で結びつく。

例として、国の重点計画における施策領域ごとの具体目標（業務時間削減、利用者満足度、信頼性・安全性確保など）はKPI 層に相当する。この構造により、現象ベースの効果要素が上位目標にどのように寄与するかを可視化できる。ツリー全体の構成を図1に示す。

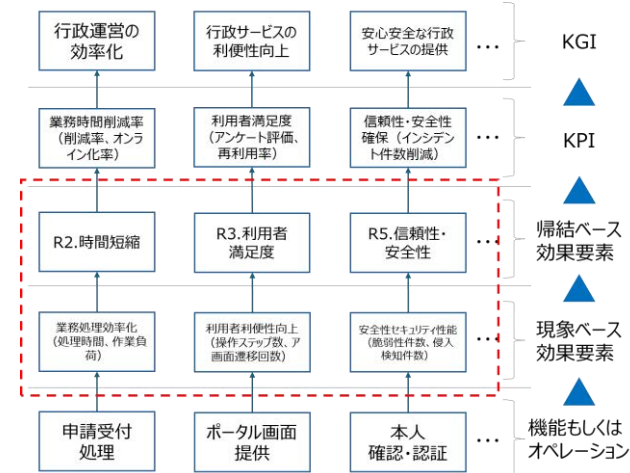


図 1. ボトムアップ型 KPI ツリーによる効果要素可視化の概念図

また、制度改正対応や運用条件の差異など、特定の効果要素に影響を与える要因は「効果発現条件タグ」として管理することで、評価時に条件差を明示し、比較可能性と再現性を高める。

3.2 評価プロセスの設計

評価プロセスは表 4 の 7 つのステップで構成する。ステップ 1～3 では構想段階から運用開始段階における効果の予測評価を行い、ステップ 4～7 では運用開始後における実際の効果の評価を行う。

表 4. 評価プロセスの構成

	内容	主な手法・例
1	機能抽出	SE プロセスを通じて機能を抽出
2	効果要素プロット	抽出機能に現象ベース配置
3	初期効果見積	KPI/KGI ツリー上で効果見積値上げ
4	現象ベースの計測	データ収集、アンケート調査
5	帰結ベースの紐づけ	因果関係分析、統計分析
6	KPI/KGI への集約	KPI/KGI ツリーによる集約
7	フィードバック	施策改善提案、システム改修

なお、本稿の初期検討では、現象ベースの 8 カテゴリのうち「業務処理効率化性能」と「利用者利便性性能」を対象とし、他のカテゴリは今後の検討対象とする。

4 初期検討の成果と課題

本章では、提案手法を用いた初期的な適用検討の結果、構造や評価対象設定の一定の知見を得た。

4.1 成果

- 対象システムにおける効果要素の構造整理と KPI/KGI への対応関係が明確化され、評価に基づく改善の方向性を示すことができた。
- 制度改正対応などの特殊要件を「効果発現条件タグ」として管理する方針を提示した。
- 対象評価を限定することで、短期で検証可能な環境を整備した。

4.2 課題

- 他の効果要素（例：公平性確保度等）への適応範囲の拡張が必要である。
- 効果発現条件タグの設計と、寄与率推定等を含む定量評価手法の確立が必要である。
- 今回はプラスの効果に着目したが、機能実装や運用開始に伴う追加負担や心理的抵抗感などの副次的なマイナスの効果を、現象ベースに位置付けて帰結ベースへのマイナスの寄与として評価する仕組みの構築が必要である。
- 政策目標と現場性能の整合確保やリソース配分の在り方を含め、評価枠組みの発展方向について検討の余地がある。
- 行政システムで近年多く見られる形態である System of Systems（SoS：複数の独立したシステムを統合的に運用する枠組み）や基盤共通化に対応した評価手法の拡張が必要である。

5.まとめと展望

本研究は、現象ベースと帰結ベースの二層化、および効果発現条件タグの導入が有効であるという仮説に基づき、行政情報システムの効果評価枠組みを提示した。現段階では概念設計および初期検討にとどまり、今後は事例を用いた検証で仮説の妥当性と限界を明らかにする。

また、評価枠組みの発展にあたっては、政策目標と現場性能をより効率的に結び付ける方法の一つとして、米国防総省の Mission Engineering が参考になる可能性がある。MOE（効果指標）や MOP（性能指標）の関係性を整理するアプローチは、本研究の提案手法の強化に資すると考えられる。今後、関連事例の調査を進めるとともに、適用可能性を検討していきたい。

参考文献

[1] デジタル庁. (2025). デジタル社会の実現に向けた重点計画.

[2] デジタル庁. (2023). デジタル・ガバメント推進標準ガイドライン 実践ガイドブック.

[3] Graaf, R., van der Linde, G., de Jong, H., & Vogt, B. (2019). Value Engineering as a Specialty for Systems Engineering: Exploring Opportunities. INSIGHT, 22(1), 41-50.

[4] ISO/IEC/IEEE 15288:2023. (2023). Systems and software engineering – System life cycle processes.

宇宙の快適性に着目したシステムデザインワークショップの提案

伊藤翼（慶應義塾大学大学院），野中朋美（早稲田大学），白坂成功（慶應義塾大学大学院）

1. はじめに

中長期の宇宙滞在におけるシステム設計には、宇宙の特殊な環境とそこで過ごす人間との相互作用や環境適応における時間経過を陽に考慮したデザインが必要であると考えられる。デザインにおいて時間軸の概念を導入し、時間経過への対応を可能とする設計の方法論にタイムアクシスデザインがある[1]。タイムアクシスデザインは、時間経過に伴う利用環境の経年変化、利用者の心理・身体的変化を考慮した設計である。宇宙滞在においては、微小重力や閉鎖空間、隔絶環境といった特殊な条件下での滞在が想定されるため、滞在者の心理・身体的負荷が時間とともに蓄積することが想定される。このため、タイムアクシスデザインは、宇宙滞在に関わる製品・サービスシステム設計における時間依存性の課題解決に有効であると考えられる。また、宇宙ステーションの滞在期間が数カ月に及ぶ場合、許容可能な範囲を超えた負荷が生じる可能性があり、結果として滞在者は高いストレスを受け、健康を損なう危険性が生じる[2]。このことからアルテミス計画に代表されるように、今後人類が宇宙へ積極的に進出することが見込まれる将来動向を踏まえ、宇宙滞在に関わるシステムの設計においては快適性を考慮する必要性があると考えられる。

タイムアクシスデザインの具体的な方法論としては、水野ら（2015）[3]、渡辺ら（2019）[4]の提案が存在するが、宇宙滞在における快適性に着目したものではない。また、山口（1998）[2]は宇宙の快適性に関して言及しているもののその具体的な設計手法は提示されていない。そこで本論では、宇宙の快適性に着目し、時間経過を陽に考慮したシステムデザインワークショップを提案する。

2. システムデザインワークショップの設計

本論におけるワークショップでは、システムエンジニアリングにおいてモノリシックなシステムアーキテクチャを記述するために一般的に使用される記述方法である、ライフサイクル分析、コンテキスト分析、ユースケース仕様（ユースケース記述）、機能アロケーション[5]をベースとして、ライフサイクル分析とコンテキスト分析にタイムアクシスデザインを統合したアプローチを採用する。非宇宙分野の人材育成を目的に、宇宙の特殊性やコンテキストを想像しやすい「食べる」という行為を対象に、「民間宇宙ステーションを訪

れる旅行者が快適に食べるおいしいカレーライスシステム」の設計をワークショップ形式で行う。設計したアプローチが表1である。

表1. 統合アプローチによる設計ステップ

ステップ	実施内容
1	民間宇宙ステーションの中の1日の生活をライフサイクル分析する。
2	タイムアクシス分析を行う。
2.1	民間宇宙ステーション滞在期間の何日目に食べるカレーライスを設定する。
2.2	マトリクスを作成し、列にライフサイクル分析の結果を配置、行に「身体の順応」「気持ちの高まり」「ドラマチックな出来事」をテーマ設定する。
2.3	マトリクス上で列と行の交差位置における要求を滞在者の視点に立ち、ストーリー形式で記述する。
2.4	2.3の結果から重要なライフサイクルを1つ選択する。
3	選択されたライフサイクルにおけるコンテキスト分析を行う。

表1ではライフサイクル分析、コンテキスト分析の設計の流れ[5]に、ステップ2としてタイムアクシスデザインを行うためのタイムアクシス分析を組み込みライフサイクル分析、コンテキスト分析との接続を行っている。本論におけるタイムアクシス分析では、マトリクスを用いてライフサイクル分析の結果と、山口（1998）が示す有人宇宙システムの快適性に関する4次元モデル[2]のうち、搭乗員（滞在者）の側面に該当する要素を組み合わせる。具体的には、身体に直接作用する「生理的要因」を「身体の順応」として、また心の過程に作用する「心理的要因」を「気持ちの高まり」および「ドラマチックな出来事」として抽出し、これらを掛け合わせることで、時間経過と快適性の両面を考慮した設計アプローチとする。

3. 結果と考察

表1の統合アプローチを組み込んだワークショップを、2025年6月22日に大学生6名1チームを対象として実施した。

本論での提案手法に基づき、学生チームが検討したワークショップの結果の内、統合アプローチによる設計ステップに該当する結果を図1に示す。なおワーク

シヨップは付箋紙と模造紙を用いた手書きによる実施だったため、記載内容を書き起こした。図2のイラスト図は実際のものをそのまま掲載している。

宇宙ステーション滞在期間1ヶ月の最後の1日

	起床	朝食	身支度	エンタメ	昼食	観光	夕食	就寝
身体の状態	身体が元気がなかった	身体が元気があった	宇宙トレーニングがきつかった	身体が元気があった	身体が元気があった	身体が元気があった	身体が元気があった	身体が元気があった
気持ちの高まり	気持ちが高まった	気持ちが高まった	気持ちが高まった	気持ちが高まった	気持ちが高まった	気持ちが高まった	気持ちが高まった	気持ちが高まった
ドラマチックな出来事	宇宙ステーション滞在中の出来事	宇宙ステーション滞在中の出来事	宇宙ステーション滞在中の出来事	宇宙ステーション滞在中の出来事	宇宙ステーション滞在中の出来事	宇宙ステーション滞在中の出来事	宇宙ステーション滞在中の出来事	宇宙ステーション滞在中の出来事

図1. タイム軸分析の結果

ステップ1のライフサイクル分析の結果は、図1に示すマトリクスの列に該当する。学生チームは8つのライフサイクルステージを設定した。次にステップ2.1として、滞在者はカレーライスを宇宙ステーション滞在期間1カ月の最後の1日目に食べることとして設定した。ステップ2.2を実施後、ステップ2.3としてライフサイクル毎に3つの行の観点からストーリー形式で記載を行った。マトリクスにおけるすべての交差位置が網羅的に埋まっているわけではないが、合理的な想定が困難な交差位置は、空欄を許容する方針を採用した。そしてステップ2.4として身支度と昼休憩の間に行うエンタメのフェーズが選択された。エンタメライフサイクルステージにおいて、その後、ステップ3としてコンテキスト分析を行い、以降はユースケース仕様（ユースケース記述）、機能アロケーションの作成を行った。最終成果物であるカレーライスシステムの物理設計への機能アロケーション結果が図2である。

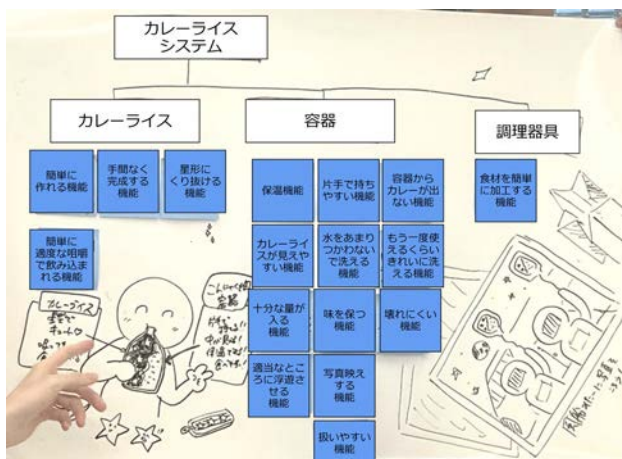


図2. ワークショップの最終成果物

カレーライスシステムはカレーライス、容器、調理器具の3つの物理から構成されるシステムとして設計され、各物理に対してコンテキスト分析とユースケース仕様（ユースケース記述）から抽出された機能がア

ロケーションされている。図2からは、統合アプローチのステップを実施したことによって抽出されたと考えられる機能がアロケーションされている。例えば、「写真映える機能」はエンタメのライフサイクルステージにおいて「最後の撮影いいものをとる！」が意識された結果抽出された機能であると考えられる。学生チームの会話から、タイム軸を考慮すると、民間宇宙ステーション滞在時だけでなく地球に帰ってからも楽しいカレーライスシステムの設計をしたいという設計意図が反映される様子が観察された。また「適当なところに浮遊させる機能」（図2）のイラストでは、「適当なところに浮遊できる」風船のようなカレーライスシステムが設計された。地球帰還後のタイム軸が考慮された結果であると言える。このことから、ライフサイクル分析とコンテキスト分析にタイム軸デザインを統合したアプローチを組み込む本論で提案したワークショップでは、宇宙渡航前から帰還後までの時間経過を陽に考慮したシステム設計を可能とすることが示唆された。

4. おわりに

本論ではシステムズエンジニアリング手法のライフサイクル分析とコンテキスト分析にタイム軸デザインを統合したアプローチにより、宇宙滞在における快適性に着目し、時間経過を陽に考慮したシステムデザインワークショップを開発した。今後は、より多角的な観点から時間軸の分析結果を考慮したアウトプットを創出することを可能にするため、ワークショップの改善および事例の体系的拡充を計画している。

参考文献

- [1] 松岡由幸:タイム軸・デザインの時代 - 世界一やさしい国のモノ・コトづくり, 丸善出版, 2012.
- [2] 山口孝夫:有人宇宙システムにおける居住快適性に関する基本概念, 人間・環境学会誌, Vol. 4 No. 1-2, pp. 13-21, 1998.
- [3] 水野有智, 木下裕介, 福重真一, 梅田靖:持続可能社会シナリオ設計のための計算機支援方法論の提案, 日本機械学会論文集, Vol. 81, No. 822, 2015.
- [4] 渡辺健太郎, 阪本郁哉, 木下裕介, 梅田靖:時間変化・対策パターンを用いたタイム軸デザイン設計支援手法の提案, 設計工学・システム部門講演会講演論文集 pp. 1305, 2019.
- [5] KOBAYASHI, N., FUJINO, H., SHIRASAKA, S.:Architecture Description Method for Open Systems-of-Systems to Reduce Misunderstanding the Scopes of Managed Objects. International Journal of Japan Association for Management Systems, Vol. 12, No. 1, pp. 43-50, 2020.

宇宙アーキテクト人材育成に向けた チームの心理的安全性向上プログラムの定量評価

甲谷勇平（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）

田中康平（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）

白坂成功（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）

1. はじめに

今日の組織は、かつてないほどの不確実性と複雑性に直面しており、人々はタイムリーかつ率直に知識や意見を共有する必要があり、組織やチームはそれを後押しする必要がある(Edmondson & Bransby, 2023)。このような背景から注目が集まっているのが心理的安全性である。心理的安全性とは、チームの中で対人関係上のリスクをとっても大丈夫だ、というチームメンバーに共有される信念のことである(Edmondson, 1999)。心理的安全性の必要性が取り上げられている領域の1つにエンジニアリング領域があり、工学教育において心理的安全性の必要性が増加しているものの、どのように育成するかは不明確である(McGourty et al., 2002)。以上より、大学宇宙開発チームに心理的安全性プログラムを開発し有効性を評価する。

2. 心理的安全性プログラムの開発

心理的安全性の先行要因をメタ分析した Frazier et al. (2017)は、心理的安全性の先行要因は“無数”に存在するとし、多くの要因が心理的安全性に影響を与えることを明らかにしている。さらに、Dusenberry & Robinson (2020)は、心理的安全性の介入は、対象の文脈に適合した内容を実施する重要性を取り上げている。つまり、対象の目標や課題に適合した先行要因を特定する枠組みが必要になる。以上の要求を踏まえ、本研究では能力成熟度モデル(CMM)を用いた(表 1)。

表 1. CMM の全体像イメージ

	AAA	BBB	CCC	DDD	EEE	FFF	GGG	HHH	III	JJJ
5										
4										
3										
2										
1										

横軸はキーププロセスエリア(KPA)と呼ばれる、組織がある側面において組織能力を高める際の着眼点が構造化されている。縦軸には5段階の成熟度レベルが設定されている。この CMM の枠組みを用いることで、各チームが文脈に適合する先行要因を選択し、選択した先行要因に対して成熟度レベルの観点から取り組みを改善し続けることができる。

そして、本研究では心理的安全性能力成熟度モデル(PS-CMM)を用いて、PS-CMM をより効果的に使用するために、プロジェクトチーム(PJT チーム)を組成した(甲谷ら, 2025)。PJT チーム組成後、対象チームの全メンバーに心理的安全性レクチャーを実施し、PJT メンバーによる PS-CMM の使用を開始した。最初に PJT メンバーに PS-CMM の KPA の説明を行い、チームの文脈に適合した KPA を選択するために、重要度一緊急度マトリクスを使用して KPA の優先順位付けを行った。その後、優先順位の高い KPA に対して取り組みを検討・実施した。1週間後、第一著者と PJT メンバーでオンライン会議を行い、取り組みの振り返りと次週に向けた活動計画を立てた。これを4週間繰り返した。

3. 方法

3.1 評価の枠組み

4週間の実験期間の前に4週間の統制期間を設けた。そして、統制期間開始時(Time 1)、統制期間終了/実験期間開始時(Time 2)、実験期間終了時(Time 3)の3時点で全メンバー向けの定量アンケートと Time 2 と Time 3 で PJT メンバー向けの定量アンケートを実施した。

3.2 対象者

対象者は、宇宙開発に取り組む大学生チームであり、衛星開発チーム、ロケット開発チーム、新入生教育チームの3チームから構成されていた。そのため、PJT チームを3チームそれぞれで組成しプログラムを行った。そして、全3時点アンケートに回答した10名を分析対象とした。なお、3時点全てに回答した人が1名のみのチームもあったため、10名を1群として分析した。そして、PJT メンバーは8名であった。

3.3 アンケート項目

全メンバー向けアンケートでは、属性情報、チーム心理的安全性(Edmondson,), チームでの創造性発揮(丸山・藤, 2022)、燃え尽き(久保, 2004)尺度を用いた。PJT メンバー向けには、大学生のリーダーシップ行動尺度(木村ら, 2019)を用いた。全ての項目について7件法で回答を求めた。

3.4 データ分析

SPSS 30 を使用し、3 時点で取得したデータに対して反復測定分散分析、2 時点のみで取得したデータに対して対応のある t 検定を実施した。

4. 結果

記述統計の結果を表 4 に示す。チーム心理的安全性、創造性の発揮は介入期間前後で向上し、燃え尽きとその下位因子は低下した。これは、心理的安全性と創造性の発揮が促される一方、燃え尽き度合は低くなるという、期待した傾向が出ていることを示唆する。

続いて、反復測定分散分析による確認を行ったが、前後比較において統計的有意な差は確認されなかった。

表 4. 全体アンケート記述統計

	度数	最小値	最大値	平均値	標準偏差
Time 1_チーム心理的安全性	10	4.00	6.29	5.13	0.72
Time 2_チーム心理的安全性	10	3.71	6.29	5.01	0.99
Time 3_チーム心理的安全性	10	3.71	6.71	5.33	0.93
Time 1_創造性の発揮	10	3.00	6.17	4.68	1.03
Time 2_創造性の発揮	10	2.00	5.83	4.63	1.20
Time 3_創造性の発揮	10	3.00	6.50	5.00	1.16
Time 1_燃え尽き	10	2.12	4.35	3.11	0.69
Time 2_燃え尽き	10	1.71	4.41	3.26	0.91
Time 3_燃え尽き	10	2.12	4.41	3.09	0.77
Time 1_情緒的消耗感	10	2.20	5.20	3.72	0.92
Time 2_情緒的消耗感	10	1.80	5.60	3.82	1.33
Time 3_情緒的消耗感	10	2.00	5.40	3.74	1.23
Time 1_脱人格化	10	1.33	4.00	2.73	0.91
Time 2_脱人格化	10	1.67	4.17	2.93	0.99
Time 3_脱人格化	10	1.67	4.00	2.80	0.79
Time 1_個人的達成感	10	1.50	4.17	2.98	0.89
Time 2_個人的達成感	10	1.67	4.50	3.13	1.06
Time 3_個人的達成感	10	1.33	4.33	2.83	1.03

表 5. プロジェクトメンバーアンケート記述統計

	度数	最小値	最大値	平均値	標準偏差
Pre_総合	8	3.03	3.80	3.43	0.23
Post_総合	8	3.23	3.77	3.54	0.20
Pre_率先垂範	8	3.00	4.00	3.50	0.32
Post_率先垂範	8	3.20	4.00	3.53	0.26
Pre_挑戦	8	3.00	4.60	3.78	0.56
Post_挑戦	8	3.40	4.60	4.03	0.45
Pre_目標共有	8	2.40	3.60	3.13	0.49
Post_目標共有	8	2.00	4.00	3.30	0.67
Pre_目標管理	8	3.00	3.80	3.38	0.25
Post_目標管理	8	2.60	4.00	3.35	0.50
Pre_成果志向支援	8	3.00	4.00	3.40	0.30
Post_成果志向支援	8	3.00	3.80	3.53	0.30
Pre_対人志向支援	8	2.80	4.00	3.43	0.45
Post_対人志向支援	8	2.60	4.00	3.50	0.44

また、プロジェクトメンバーのリーダーシップ行動の記述統計を表 5 に示す。対応のある t 検定の結果、挑戦因子について、有意傾向 ($p=.06$) が確認された ($95\%CL [-0.51, 0.01]$, $t(7)=-2.24$, $d=-0.79$)。

5. 考察と結論

プログラムの実施結果として、N 数が少数であったことから統計的有意差は出なかったものの、介入期間前後において、チーム心理的安全性の平均値が向上した。また、不確実性への対応を想定した創造性の発揮についても向上し、燃え尽きは減少した。今回のプロ

ジェクトチームでは主に「チーム目標」や「チーム目的」というゴールに注力したため、チームの目指す方向性が明確になり、心理的安全性の向上や創造性の発揮、燃え尽きの低減に繋がったことが推察される。

また、プロジェクトメンバーのリーダーシップ行動のうち、困難や成長への「挑戦」因子が介入前後で有意傾向を示した。これは、本プログラムを通してチームメンバーと議論する場を主体的に設けたことで挑戦が促進された可能性が考えられる。

なお、本研究で得られた知見の一般可能性には注意が必要である。何より、今回の対象者は 10 名と少数に限られており、また、対照群や統制群を設けておらず、群間比較ができていない。今後はこれらの課題に対しての追加検証が必要である。

参考文献

- Dusenberry, L., & Robinson, J. (2020). Building psychological safety through training interventions: Manage the team, not just the project. *IEEE Transactions on Professional Communication*, 63(3), 207-226.
- Edmondson, A. C. (1999). Psychological Safety and Learning Behavior in Work Teams. *Administrative Science Quarterly*, 44(2), 350-383.
- Edmondson, A. C., & Bransby, D. P. (2023). Psychological safety comes of age: Observed themes in an established literature. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*, 10, 55-78.
- Frazier, M. L., Fainshmidt, S., Klinger, R. L., Pezeshkan, A., & Vracheva, V. (2017). Psychological safety: A meta-analytic review and extension. *Personnel Psychology*, 70(1), 113-165.
- 木村充, 館野泰一, 松井彩子, & 中原淳. (2019). 大学の経験学習型リーダーシップ教育における学生のリーダーシップ行動尺度の開発と信頼性および妥当性の検討. *日本教育工学会論文誌* 43(2), 105-115.
- 甲谷勇平, 佐藤優介, & 白坂成功. (2025). チームの心理的安全性の向上に向けた心理的安全性能力成熟度モデルの提案と有効性の検証. *日本創造学会論文誌*, 28, 64-82.
- 久保真人. (2004). バーンアウトの心理学的燃え尽き症候群とは, サイエンス社.
- 丸山淳市, & 藤桂. (2022). 職場ユーモアが創造性の発揮に及ぼす影響—心理的安全性の役割に着目して—. *産業・組織心理学研究*, 35(3), 381-392.
- McGourty, J., Shuman, L., Besterfield-Sacre, M., Atman, C., Miller, R., Olds, B., Rogers, G., & Wolfe, H. (2002). Preparing for ABET EC 2000: Research-Based Assessment Methods and Processes. *Int. J. Eng. Educ.*, 18(2), 157-167.

地方における老舗中小企業の地域戦略の促進に向けた ESG 経営： 香川県を事例とした理論的モデル構築に向けて

山本靖, 高橋寛栄 (香川大学大学院 地域マネジメント研究科),
内田亨 (新潟国際情報大学 経営情報学部)

1. はじめに

地方ならではの商品・サービスを提供している中小企業は非上場が多く、コーポレート・ガバナンス（以下「CG」と称す）構築が後回しになり、粉飾、労働規約違反、人権侵害、競争力低下、企業価値棄損等々重大な問題につながりかねない。本研究では、インタビューや統計手法を駆使しながら、ESG（環境・社会・ガバナンス）経営に求められる戦略的投資が地域や資金調達と企業価値向上に及ぼす関係性ならびに企業成長プロセスにおける CG の経時的なメカニズムや役割変化を明らかにし、今まで多く議論されてこなかった地方の中小企業にふさわしい CG のモデルを構築することを目的とする。

2. 先行研究と本研究の理論的位置づけ

日本の CG の議論の背景には、株主利益の軽視、株主持ち合い、透明性の欠如、企業不祥事という日本企業特有の課題が起因とされている。その議論以降、2003 年に施行された商法特例法の委員会等設置会社の導入、2006 年に施行された金融商品取引法による内部統制の実施、2014 年に施行された会社法で大企業への外部の会計監査人監査の実施により、大手企業のステーク・ホルダーによる企業統制や監視の仕組みは一定の成果を上げている。しかし日本企業の 99.7%を占める中小企業には監査役監査のみを CG の要件としているだけである。

CG の研究分野では、大多数の研究がエージェンシー理論やそれに続くスチュワードシップ理論に立脚する副作用として、経営と資本が一体になっている企業が捨棄されることが多かった[1, 2, 3, 4, 5]。一方、企業誕生から新規株式公開（以降 IPO と称す）、さらにポスト IPO 期の成長プロセスを扱うガバナンス・メカニズムの機能的多面性やライフサイクルに沿った役割変化に焦点を当てた理論的研究も進んでいる[6]。この研究対象は IPO を目指す企業としているが、非上場であっても有効と考えられる。

日本型 CG を提言した伊丹敬之は米国流の資本主義を批判的にとらえ、従業員を主体とする人本主義を唱えている[7]。この理論の問題の一つは対象となる企業サイズである。ドイツでは CG の適用範囲の企業を従業員が 2,000 名以上と限定しているが、伊丹敬之は 300 名以下の企業をガバナンスの適用範囲から外すことを主張している。上記の通り、国内外の CG の論点を通じて認識できることは、ガバナンスの対象先が大企業を想定してい

ることである。その理由として、中小企業のほとんどが経営と資本が一体となっている経営形態であるため、CG の必要性が要求されていないと考えられること、2016 年で約 357 万社と企業数があまりにも多く且つ企業規模や業種が多様で実証的研究ができてにくいこと等が提示されている。特に経営資源に余裕がない地方発企業には、監査役監査以外の監視システムを持たず、経営者はいわば性善説に立った経営を行い、また、その多くの企業でそれが功を奏していることが確認されている[8]。

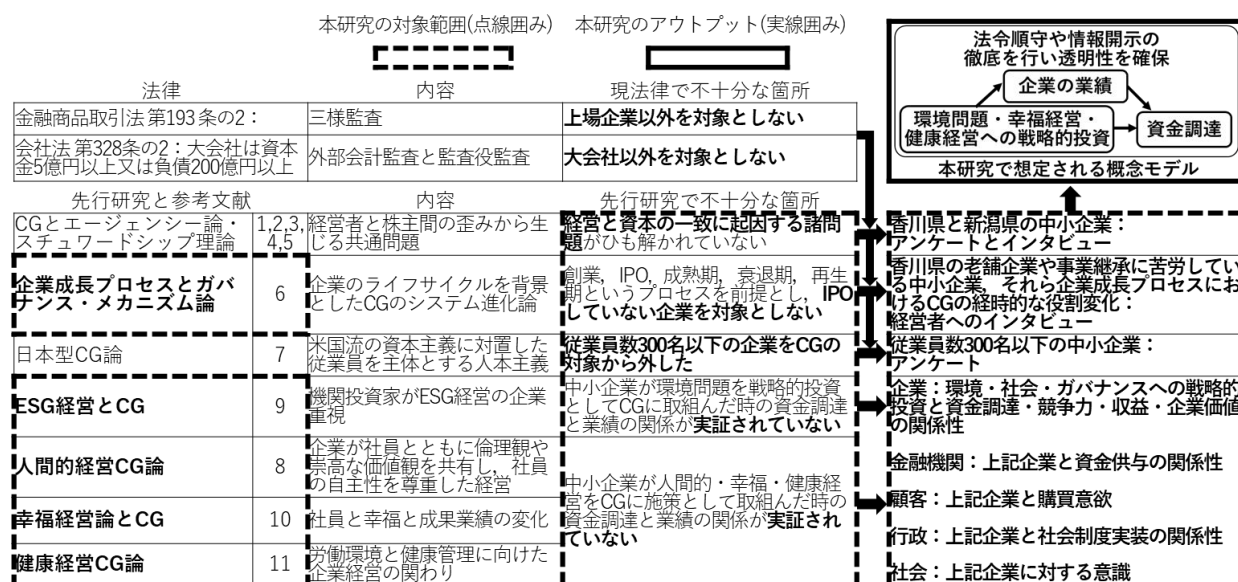
さらには、2006 年当時の国際連合のアナン事務総長が機関投資家に対して投資に ESG の視点を組み入れることを原則として掲げる国連責任投資原則を提唱した影響で、日本の大企業は環境や社会問題への取り組みを強化しつつある。よって大企業と取引する中小企業にも、温室効果ガス排出、再生可能エネルギー、海洋プラスチック等の環境問題への取り組みが近年求められている[9]。また直近では、ESG 経営の向上に期待される施策として幸福経営[10]や健康経営[11]につながる戦略的投資が活発に議論もされてきている。

以上で議論された国内外の研究動向と本研究の位置づけを示した図表 1 の通り、CG の国内外の研究の大多数がエージェンシー理論やそれに続くスチュワードシップ理論、そして企業成長プロセスを経時的に捉えるガバナンス・メカニズム論に基づいている。また法律も含めた国内外の論点を通じて認識できることは対象先が大企業を想定しており、中小企業や地方の同族企業を対象とした議論や研究の蓄積の少なさが指摘されている。本研究は香川県の中小企業やステーク・ホルダーに焦点を当てている点で地方社会における貢献度は高い。

3. 本研究の問いと調査方法

以上のことから本研究の問いを次の通り立てる。i) 各ステーク・ホルダー視点から、香川県の地方の従業員数 300 名以下の中小企業の CG の現状はどうなっているのか。ii) 地方の中小企業の成長プロセスにおいて、どういった経時的な CG のメカニズムや役割変化があるのか。iii) 地方の中小企業が ESG 経営を行うにあたり CG の機能をより効果を挙げる為にはどのような概念モデルを構築したらよいのか。

これらの問いを抛り所に、まず ESG 経営を実践している香川県の老舗・中小企業へのアンケートやインタビ



図表 1. 関連する法律・国内外の研究動向と本研究の理論的位置づけ

ュー調査を通じて定量・定性分析を行う。その際、環境・幸福・健康・その他の戦略的投資と業績と資金調達の関係論に成長プロセスのCGメカニズム論を取り入れ、CGの理論的モデルを構築する。本研究のCGモデルは学術的にはこれからの中小企業のCG研究の進展に寄与し、実務的には地方の中小企業への経営指導や企業研修に利用することができる。さらに地方自治体の経営支援課や金融機関等と協業を行うことで企業成長と地域活性化に貢献し、地方経済と社会を立て直すことにつながる。

4. おわりに

藻場復興技術を活かしたブルーカーボンの事業化を目指している香川大学に対して、日本政策投資銀行は連携協定を締結した上で現在、環境対策支援を積極的に行っている。一方、予備調査として本年3月17日にインタビューを実施した香川県の中小企業A社からは「ESGに力を入れることで、金融機関の評価を得られる可能性はあると考えています。特に近年は、ESG対応が企業の持続的な成長につながるという認識が広まり、環境配慮型の融資やサステナビリティを考慮した評価基準が整備されつつあります。ただし、現時点では金融機関はESGそのものよりも、事業の収益性や安定性を重視する傾向が強いと感じており、ESGの取り組みが直接的な融資判断にどの程度影響を与えるかはケースバイケースであると考えています。」と回答を得ている。2025年1月に就任したトランプ米国大統領によって環境問題に関して国際社会の分断が深まり、日本の金融機関の姿勢にも少なからずの影響を与えている。

本研究における調査はまだ着手したばかりである。引き続きESG経営を実践している香川県の老舗・中小企業を対象として研究を継続していく所存である。

参考文献

- [1] Meckling, W. H., & Jensen, M. C. (1976). Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. *Journal of financial economics*, 3(4), 305-360.
- [2] Jensen, M. C. (1998). *Foundations of organizational strategy*. Harvard university press.
- [3] Jensen, M. C. (2003). *A theory of the firm: governance, residual claims, and organizational forms*. Harvard University Press.
- [4] Donaldson, L., & Davis, J. H. (1991). Stewardship theory or agency theory: CEO governance and shareholder returns. *Australian Journal of management*, 16(1), 49-64.
- [5] Davis, J. H., F. D. Schoorman and L. Donaldson (1997). *Toward a Stewardship Theory of Management*. *Academy of Management Review*, 22(1): 20-47.
- [6] O' Connor, T., and Byrne, J. (2015). Governance and the Corporate Life-cycle. *International Journal of Managerial Finance*, 11 (1), 23-43.
- [7] 伊丹敬之. (2000). 日本型コーポレートガバナンス: 従業員主権企業の論理と改革. 日本経済新聞社.
- [8] 内田亨, 山本靖, & 逆瀬川明宏. (2011). 日米コーポレート・ガバナンスの課題と日本の経営で共感される価値観—人間的経営を包含した経営哲学を目指して. 西武文理大学サービス経営学部研究紀要, (18), 69-85.
- [9] 松井一彦. (2021). SDGs 達成のための資金調達における課題: 民間投資を中心に. *経済のプリズム*, (196), 1-34.
- [10] 前野隆司. (2019). 幸せな職場の経営学〜「働きたくてたまらないチーム」の作り方〜. 小学館.
- [11] 山本靖, & 内田亨. (2020). これからの働き方改革と健康経営における労働問題—「つながらない権利」を中心に. 新潟国際情報大学経営情報学部紀要, 3, 117-128.

新入社員定着に向けた取組みに関する研究

－ 香川県のユニコム社の事例を元に －

高橋寛栄，山本靖（香川大学大学院地域マネジメント研究科）

内田亨（新潟国際情報大学経営情報学部）

1. はじめに

中小企業では、人材の確保が喫緊の経営課題とされており、特に中核人材の不足が深刻である。新卒・中途を問わず「応募が少ない」ことが最大の課題であり、採用活動の段階から困難を抱える企業が多い。新卒採用では、育成に時間がかかる上、指導人材が不足しているといった課題も顕著であり、早期離職のリスクも高い。また、育成体制が未整備な企業では、定着率の向上も難しくなっている。一方で、OJTを中心にOFF-JTを併用した育成体制を強化した企業では、定着率が向上している傾向が見られる。さらに、職場環境の整備や日常的なコミュニケーション、キャリアプランの明確化、働き方改革（休暇制度や労働時間の見直し）などが、定着率を高める要因となっている。人材の採用から育成・定着までを一貫して戦略的に行うことが、持続的成長の鍵となる[1]。

2. ユニコム株式会社における新入社員定着のための取り組み

ユニコム株式会社（香川県多度津町）は、油圧ユニットの設計・製造・据付・メンテナンスを一貫提供する発注先企業である（以下ユニコムと記載）。造船、建設、食品、発電分野など幅広く対応し、オーダーメイドの高い専門性で支持されている。近年、新入社員教育にも力を入れ、社員数も急速に伸ばしている[図 1]。本研究では、ユニコムの新入社員定着のための取り組みの事例を基に、地方の中小企業における人材戦略モデルを模索する。

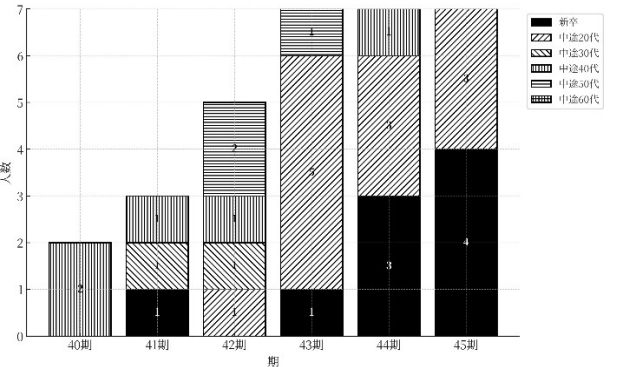


図 1. 採用人数の推移

2-1. 教育・研修体制による基盤づくり

ユニコムでは、新入社員の早期離職を防ぎ、長期的に活躍できる人材として育成するために、体系的な教育制度を整備している。その中心にあるのが、新入社員研修制度と能力開発体系図に基づく階層別・部門別の教育プログラムである[表 1]。

表 1. ユニコム 能力開発体系（簡易版）

階層・対象	主な研修・制度
部長級	トップリーダー研修、技術伝承、R&D戦略、DX推進、生産戦略
課長級	中堅管理者研修、リーダーシップ研修、部下育成研修
係長級	プロジェクト管理、リーダーシップ、改善活動
主任	設計変更管理、多能工化、現場改善
一般職	CAD、設備操作、事務基礎
管理職（共通）	新任管理者研修（中小企業大学校）
全社員（共通）	OJTトレーナー制度、新人教育制度、メンター制度、フォローアップ研修、スポーツ大会、資格取得支援、木鶏会

ユニコム提供資料から筆者作成

新入社員は入社後すぐに、経営理念の理解や社会人としての心構えを学ぶ座学研修を受ける。続いて、約6カ月間にわたってすべての主要部署をローテーションで経験し、会社全体の業務内容と人間関係を把握する。この段階で、自らの希望も考慮したうえで配属先が決定される。こうしたプロセスにより、社員は会社への理解と納得を持って業務に就くことができ、配属後の違和感や孤立感を防ぐ仕組みとなっている。

また、OJT トレーナー制度によって業務上のスキル習得を支援する仕組みもあり、月1回の情報交換会でトレーナー同士が進捗や課題を共有し合う体制が整っている。さらに、各階層や部門の教育研修に加え、資格取得奨励制度や外部研修の活用も推進されており、成長を支えるための多層的な学びの機会が提供されている。

2-2 メンター制度による個別支援の強化

新人教育において、知識やスキルの習得と並んで重要なのが、心理的安全性と人間関係の構築である。ユニコムでは、直属の上司とは別に、先輩社員がメンタ

ーとして新入社員（メンティ）を個別に支援する「メンター制度」を導入している。

メンター制度とは、職場において経験豊富な社員（メンター）が、若手社員や新入社員（メンティ）に対して、仕事上の課題解決やキャリア形成、職場適応などを支援する制度である。期待される効果としては、メンティの不安軽減・モチベーション向上、メンター自身の指導力・共感力向上、組織文化の共有と価値観の浸透、離職率の低下やエンゲージメント向上などがあげられる[2]。一般的には、指導力・人間関係構築力のある中堅～ベテラン社員が選ばれることが多いが、ユニコムでは、入社間がない半年～1年以内の社員が選ばれる。

ユニコムでのメンターは業務面の相談はもちろん、プライベートに近い悩みまで受け止める役割を担っており、月1回の1 on 1面談や、職場外での食事（費用は会社が2万円まで補助）などを通じて、対話の時間を確保している。メンターとメンティのやり取りは守秘義務のもとで行われ、信頼関係を前提とした支援がなされている。また、メンター自身も社長や部門長、総務部門を交えた月例の「メンター会」で情報を共有し、組織的な支援体制が構築されている点も大きな特長である。

こうしたメンタリングの仕組みは、メンティにとっての安心材料となるだけでなく、メンター側の育成力の向上にもつながり、組織としての持続的な成長を促進している。

2-3. 職場文化と採用段階でのミスマッチ防止

ユニコムでは、採用段階から新入社員の「定着」を意識した取り組みがなされている。新卒採用においては、業務内容だけでなく社内の雰囲気や課題面も率直に伝えることで、入社後のギャップを防いでいる。また、見学や説明時には質問しやすい空気づくりが重視されており、「どうしてもこの会社で働きたい」という意思が確認できた人材のみを採用するという姿勢が徹底されている。入社後も、月例の「社内木鶏会」や、スポーツ大会、部活動、部門横断プロジェクトなどを通じて、社員同士の縦・横・斜めの関係性を育む交流機会が設けられている。これらは、職場内での孤立を防ぎ、共通の価値観や連帯感を醸成することに寄与している。

2-4. 経営者思想の浸透と実践

ユニコムの新入社員定着の根幹には、「経営者の思想を社員一人ひとりに浸透させる」という明確な方針がある。新入社員研修では、創業者である会長自身が登壇し、経営理念や会社の歴史を語る時間が設けられ

ており、社員が「なぜこの会社で働くのか」「この会社はどこを目指しているのか」を理解するきっかけとなっている。

また、木鶏会をはじめとする価値観共有の場では、経営者の思想を社員自身が言葉にし、他者と語り合うプロセスが重視されている。さらに、メンター会には社長も出席し、新入社員に関する具体的な情報を直接把握することで、トップ自らが現場に関与する姿勢を示している。このように、経営者思想は単なる理念の共有にとどまらず、日常業務の中で実践・体現される文化として根付いている。

以上のように、ユニコムの新入社員定着に向けた取り組みは、制度・文化・人間関係のすべてにわたり多面的に設計されており、その中核には「人を大切にする経営」の思想が一貫して流れていることがわかる。こうした姿勢が、新入社員の安心感と信頼感を生み、長期的な定着へと結びついており、当該施策導入以降離職率は0%を維持している。

3. 研究の結果

本研究では、ユニコムの新入社員定着に向けた実践的な取り組みを分析した。特に注目すべきは、階層別研修やOJT トレーナー制度、メンター制度など、複数の教育・支援体制が相互に補完し合っている点である。配属前のローテーションや職場外交流による心理的安全性の確保、さらに経営理念の浸透と対話の場づくりが定着率向上に寄与していた。また、採用段階での情報開示と納得性の高い入社決定プロセスも、ミスマッチの防止に効果を発揮していた。これらは、人的資源管理を中核に据えた中小企業の持続的経営において、実行可能で再現性のあるモデルであると考えられる。

4. おわりに

中小企業の採用は、知名度や待遇面で大手に劣り、今後ますます厳しくなることが予想される。そのような中、採用・育成・定着の一連のプロセスを戦略的に構築することにより、中小企業においても確かな人材戦略が可能であることが本研究においても確認できた。特に、経営者の理念と現場の実践が連動することで、自社の魅力や社会的意義を明確に打ち出すことが出来、結果として、社員の定着率にもつながる。今後は、このような企業の魅力をいかに情報発信し、地域に伝えて行くかが課題であると言える。

参考文献

- [1] 中小企業庁, 2024 年度版「中小企業白書」, 2024
- [2] 厚生労働省, 2024 年度版「メンター制度導入・ロールモデル普及マニュアル」, 2024

水産養殖事業における陸上養殖による新たな成長戦略の可能性

内田 亨（新潟国際情報大学 経営情報学部）

1. 人口増加と食料安全保障

世界の人口は2050年には98億人に達すると予想されており[1]、増加する食料需要を満たすとともに、食料生産による環境負荷を軽減することが人類の大きな課題となっている[2]。特に、環境への負荷が大きい畜産業から、魚介類を含む食生活への転換が環境・健康の両面から注目されている[2]。食生活を養殖魚介類中心に移行させることで、飼料用作物の耕作地を数百万ヘクタール節約できる可能性が示されている[2]。したがって、水産養殖は、食料システムを持続可能なものへと転換する上で重要な役割を担っており、特に陸上養殖は、その中でも環境負荷を最小限に抑え、食料安全保障に貢献する新たな戦略となる可能性を示唆している。また、耕作地や牧草地の乏しいわが国でも食料安全保障の観点から「タンパク質クライシス」[3]への備えとして、水産養殖の推進が求められる。

2. 水産養殖の役割と課題

過去60年間、世界の魚の消費量は陸生動物の肉全体よりも急速に増加しており、世界の天然魚資源の3分の1が乱獲されている現状において、水産養殖がこの需要増加を可能にしてきた[4]。昨今では、水産養殖は、人口増加と富裕層および中間層の拡大に伴う需要増大に対応する主要な手段として、今後も成長が期待されている[5][6]。

水産養殖は、牧畜業と比べて生産性が高く、炭素フットプリントも低～中程度に抑えられることが指摘されている[7]。しかし、その持続可能性を確保するためには、環境的、経済的、社会的な側面を統合する必要がある[8]。特に、水産養殖の場合、エネルギー集約型産業であり、エネルギー効率の向上と低炭素技術の導入が不可欠である[7]。

一方、養殖される高付加価値の肉食性魚種、特にサケ科魚類は、高品質なタンパク質や魚粉・魚油に依存しており、これが持続可能性の課題となっている[6]。

3. 陸上養殖への移行

従来の海面養殖は、その潜在的な可能性にもかかわらず、生物学的、経済的、環境的、社会的な制約に直面している[9]。特にわが国では、「漁業権」によって、海面養殖は大きな制約を受ける。こうした課題を解決する一つの手法として、陸上養殖が注目されている。

陸上養殖は、水の利用量を削減し、廃棄物管理と栄養素のリサイクルを改善する機会を提供し、集約的な魚の生産と環境の持続可能性を両立させる[10][11]。ま

た、水の供給さえあれば、ほとんどの場所で事業が可能となり、漁業権の制約も受けない。

陸上養殖のメリットをあげると、海洋汚染を最小限にとどめ、健康的な魚を育てることができる。また、養殖魚の規格化、高いトレーサビリティを可能にした。さらに、消費地に近い場所で養殖が行え、物流コスト削減と環境負荷軽減できる。こうしたことを踏まえ、本稿では、サーモンの陸上養殖の事例をあげ、各モデルを明らかにし、新たな成長戦略の可能性を探索する。

4. 事例研究

陸上養殖では既存研究から十分な仮説が得られていないため、本研究は事例研究を採用し、二次資料とインタビューを用いる。

4.1 A社：水道水による脱窒装置閉鎖循環型モデル

2013年、A社は東京から陸路1時間の千葉県に閉鎖循環式陸上養殖事業を開始した。同社の特徴は、海水を一切使わず、水道水を使用している。これによって、魚病の原因になる海水からのウイルスや細菌の侵入が無いため、それらを対処するための抗生物質を使用せずに安全性が確保できる。また、従来の循環型システムでは、硝酸など除去困難な物質が蓄積するのを防ぐために、少なくとも1日あたり約30%の換水が必要とされていた。しかし、同社はバクテリアの働きで硝酸を分解・除去する「脱窒装置」を開発し、水替えを行わない完全閉鎖型の循環養殖を実現した。これは人工海水を循環利用し、海や川に一切の排水を行わないため、海洋汚染を最小限に抑えるという点で先行研究の主張を最も体現している。独自のろ過層と脱窒処理装置により、アンモニアや硝酸を無害化する技術は、環境優位性を高めている。

また、大消費地である東京から陸路1時間の立地は、物流コストの削減とともに、鮮度の維持を実現している。さらに、二酸化炭素排出削減に大きく貢献しており、海面養殖のように立地の制限を受けにくい陸上養殖のメリットを実証する事例と言える。

4.2 B社：地下海水かけ流しモデル

2021年、B社は漁獲量が減少した関西にある漁港の一部を譲り受け、陸上養殖を始めた。そのため、設備費が抑えられ、豊富な地下海水へのアクセスも良い。同社は、コストのかからない地下海水を利用したかけ流し方式によって、自然の恵みを最大限に活かしたモデルを展開している。汲み上げた海水に紫外線殺菌を施すことで魚病や寄生虫の原因をシャットアウトする。

そうすることで抗生物質を使用しない安全性の高い魚を生産することができる。

また、飼育設備にこだわり、漁網・ロープ・発泡フロートを使用せず、水槽素材にリサイクル可能なPP(ポリプロピレン)製を採用している。そのため、産業廃棄物削減に配慮した取り組みであり、環境負荷軽減への意識の高さがうかがえる。

一方、大阪という大消費地の近郊で養殖を行うことで、店舗まで約1時間で配送でき、物流コストの削減と高い鮮度の保持を可能にしている。

4.3 C社：井戸水による半閉鎖循環式モデル

C社は、温泉技術というユニークな地域資源を養殖に活かした半閉鎖循環式モデルを展開している。

同社は政令指定都市である新潟市から約30km、陸路30分程度の距離に位置し、もともとは瓦工場跡地に建設された温泉施設の運営を本業としている。その温泉施設で培ったろ過技術を活かし、井戸水に含まれる塩分がサーモン養殖に適していることを見出すなど、地域固有の自然資源を有効に活用している。

同社は、井戸水を利用することで、寄生虫などの菌が存在せず、年間を通じて水温を16℃の適温に保てる清浄な水を確保している。また、この水は台風などの影響で濁ることもない。さらに、瓦工場の建物を利用しているため、屋根や外壁の構造によって、盛夏でも建屋内の温度を26～28℃に保つことができる。そのため、水温も18℃程度までしか上がらない。したがって、養殖水を冷却する必要もないため、陸上養殖の大きな課題となっている高額な光熱費を抑制できる。

5. 考察と結論

3社の事例は、日本の陸上養殖が先行研究で示されたメリットを具体的に実現し、新たな成長戦略の可能性を秘めていることを示している。A社は、技術革新を核に、環境負荷を最小化する脱窒装置閉鎖循環型モデル、B社は自然資源（地下海水）と環境配慮を両立させるモデル、C社は、地域資源（温泉）を活用した半閉鎖循環式モデルというように、各社が異なるアプローチで成功を収めている。特に、以下の点で共通の強みが見出される。

環境負荷低減への取り組み：いずれの企業も、海洋汚染や天然資源への依存といった課題を解決する持続可能な手法を確立している。

消費地近接：大消費地へのアクセスの良さを活かし、輸送コストを削減しつつ、高い鮮度維持は、日本市場における陸上養殖の大きな競争優位性である。

安全・安心：抗生物質を使用しない、病気や寄生虫のリスクを排除する飼育環境は、消費者の食の安全に対する意識の高まりに対応している。

これらの事例から陸上養殖は、衰退が指摘されてきた日本の水産業を、持続可能で成長性のある新たな産業へと転換させる鍵となるだろう。

参考文献

- [1] United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2017). *World Population Prospects: the 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables*, ESA/P/WP/248. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. New York.
- [2] Froehlich, H. E., Runge, C. A., Gentry, R. R., Gaines, S. D., & Halpern, B. S. (2018). Comparative terrestrial feed and land use of an aquaculture-dominant world. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(20), 5295-5300.
- [3] United Nations. (1968). *International action to avert the impending protein crisis: Report to the Economic and Social Council of the Advisory Committee on the Application of Science and Technology to Development*. United Nations.
- [4] Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018: Meeting the sustainable development goals* FAO.
- [5] Edwards, P., Zhang, W., Belton, B., & Little, D. C. (2019). Misunderstandings, myths and mantras in aquaculture: Its contribution to world food supplies has been systematically overreported. *Marine Policy* 106, 103547.
- [6] Zhang, W., Belton, B., Edwards, P., Henriksson, P. J., Little, D. C., Newton, R., & Troell, M. (2022). Aquaculture will continue to depend more on land than sea. *Nature*, 603(7900), E2-E4.
- [7] Tsakiridis, A., O'Donoghue, C., Hynes, S., & Kileline, K. (2020). A comparison of environmental and economic sustainability across seafood and livestock product value chains. *Marine Policy*, 117, 103968.
- [8] Frankic, A., & Hersner, C. (2003). Sustainable aquaculture: developing the promise of aquaculture. *Aquaculture International*, 11(6), 517-530.
- [9] Belton, B., Little, D. C., Zhang, W., Edwards, P., Skladany, M., & Thilsted, S. H. (2020). Farming fish in the sea will not nourish the world. *Nature communications*, 11(1), 5804.
- [10] Martins, C. I. M., Eding, E. H., Verdegem, M. C. J., Heinsbroek, L. T. N., Schneider, O., Blancheton, J. P., d'Orbcastel, E. R. & Verreth, J. A. J. (2010) New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. *Aquacultural Engineering*, 43(3), 83-93.
- [11] Ahmed, N., & Turchini, G. M. (2021). Recirculating aquaculture systems (RAS): Environmental solution and climate change adaptation. *Journal of Cleaner Production*, 297, 126604.

利他的なリーダーのバーンアウトを防ぐための アサーティブネス行動促進手法の提案

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附属
システムデザイン・マネジメント研究所 土井優里花,
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 五百木誠

1. 背景と目的

1.1 背景

相手に対し奉仕するサーバントリーダーが注目されているが[1]、相手に対し奉仕するリーダーの中には、自己の利益よりも相手の利益を優先してバーンアウトするリーダーがいる[2]。この利他的なリーダーは、自己を犠牲にすることで相手を優先する傾向があり[3; 4]、相手を不愉快にさせることなく問題解決に向け自己主張するアサーティブネスが低いとされる。バーンアウトを未然に防ぐためアサーティブネスの向上を目指す研究が行われているが、プログラム終了後の具体的な行動に影響がなく、効果が持続しないことが課題である。アサーティブネストレーニングを実施したものの、身近な対人関係に効果はなく、身近な対人関係と向き合えるプログラムを開発することが必要と指摘されている[6]。以上を踏まえ、本研究では利他的なリーダーにはどのような「バーンアウトしそうになる要因」があるのかを明らかにし、実際にワークで考えたアサーティブなセリフをメンバーに伝えるまでを設計することで、プログラム終了後の具体的な行動に影響を与えるアサーティブネス行動促進手法を設計した。

1.2 目的

本研究は、社会起業家を志して地域課題の解決を目指すプロジェクトのリーダーを対象とし、以下のⅡ項目を目的とする。(1)利他的なリーダーがバーンアウトしそうになる要因の明確化(2)利他的なリーダーが身近な人と向き合い、アサーティブネス行動を促進するプロセス・メソッド・ツールの提案

2. 提案手法の設計

2.1 提案手法の概要

手法設計には、まず立ち上げたばかりのプロジェクトに自信を持ってないリーダーの自尊感情を高めるため、成功経験や他人に認められた経験を振り返るプロセスを取り入れた。次に利他性を高めるために他者を理解しようと試みる役割取得をするプロセス、バーンアウトに影響する役割の曖昧さをなくすため役割を明確化するプロセスを取り入れた。その上で、アサーティブネス行動を促進するためメンバーに対して期待を伝えるセリフを考え、実際にメンバーに伝えるという一連のプロセスとメソッドを設計した。さらにプロセスとメ

ソッドを元に経験の振り返りシート、役割取得シート、役割の明確化シート、アサーティブネス向上シートを設計し、身近な人と向き合いアサーティブネス行動を促進する手法を開発した。

2.2 予備調査

2.2.1 予備調査の方法

オンライン面談による半構造化インタビューを実施した。対象者は行政、企業、NPO など異なるセクターのキーマンを集め地域を良くなるための企画を形にする一般社団法人つなげる 30 人に参加し、社会起業家を志すリーダーを対象とした。全体の構成は、経験や現状認識を質問した後、筆者の課題認識について意見を聞いた。

2.2.2 結果

「リーダーとしてメンバーとコミュニケーションする際、アサーティブに伝えられないことはありますか」という設問に対し、80%以上の人がいつもある、しばしばあると回答した。アサーティブに伝えられない理由を確認したところ、役割の曖昧さに悩んでいるがメンバーにタスクを振れないまま 1 人でタスクを抱えてしまうという声や、立ち上げたばかりの団体に協力してくれることは有難いため遅刻の多いメンバーに不満を思っても曖昧な労いをしてしまうという声があった。役割の曖昧さに悩みながらアサーティブネス行動を自ら抑制していることが明らかになった。

2.3 提案する手法

提案する手法は、先行研究と予備調査、プロトタイプ 2 回の結果を元に設計した。リーダーがアサーティブネス行動を自ら抑制している現状を踏まえ、手法の全体像は自尊感情と利他性を高めた上で、役割を明らかにし、アサーティブネス行動を促進する流れにした。振り返ると学びになったことや、自身が受けた恩恵を明らかにすることで、自信を持ってアサーティブなセリフをメンバーに伝えられるように設計した。

3 検証と妥当性確認

3.1 検証と妥当性確認の方法

提案手法は 35 名のリーダーに対して実証実験を行い、事前・事後アンケート、1 週間後アンケートによる定量分析、自由記述のコメント分析、インタビュー調査によって評価を実施した。検証

の目的は2点ある。1点目は、提案手法が必要な機能を満たし、理解性・利用性・有効性を有しているかを確認した。2点目は、提案手法によって元の利他性を維持しながら、アサーティブネス、自尊感情、人生満足度が高まっているかを確認した。1点目については、ワークの実施後にアンケートとインタビューを実施し、各機能に関して被験者の評価を収集した。2点目については、アサーティブネスについてのアンケート項目は、アサーティブネス行動を測定するための尺度である日本語版RASを取り入れた。自尊感情についてのアンケート項目は、[7]による日本語版RSESを取り入れた。利他性についてのアンケート項目は、[8]が対象に関わらない一般的な利他性を測定するのに有効であることを示した利他行動尺度を取り入れた。人生満足度についてのアンケート項目は、主観的幸福度の総合指標として人生満足尺度の5つの質問を取り入れた。妥当性確認は、提案手法によってバーンアウトリスクが下がっているかを確認した。アンケート項目の尺度は、日本版MBIを使用した。バーンアウトの測定はMBIを用いるのが一般的とされている[9]。

3.2 検証と妥当性確認の結果

アサーティブな伝え方の理解性は、「手法を活用したことで、アサーティブな伝え方について理解できましたか？」という設問に対して、74%が強くそう思う、26%がややそう思うと回答し、高い評価を得た。提案手法の利用性は、「手法は使いやすかったですか？」という設問に対して、67%が強くそう思う、29%がややそう思うと回答し、高い評価を得た。有効性に関して、被験者全体の尺度の合計の値について、ワーク実施前と1週間後の合計値のt検定を実施した。自尊感情尺度、利他行動尺度には有意な差はなかったが、アサーティブネス行動の尺度とバーンアウトリスクと人生満足度の尺度は有意差があり、実施前よりもアサーティブネス行動値と人生満足度が高まり、バーンアウトリスクは低くなった。

4. 考察

検証では、アサーティブネス行動と人生満足度が高まったことから、リーダーが身近な人と向き合い、ワークで考えたセリフを実際にメンバーに伝えたことはアサーティブネス行動を促進する効果に繋がったと考えられる。一方でアサーティブネス行動の高いグループのアサーティブネス行動はやや低くなった。アサーティブネス行動の低いリーダーのアサーティブネスを向上できるように初歩的で分かりやすい内容にしたため、アサーティブネス行動の低いグループのアサーティブネス行動が高まった。提案手法は自己主張できないリーダー、自己主張できていないことに無自覚なリ

ーダーのアサーティブネス行動、人生満足度を高める効果があると考えられる。

妥当性確認では、ワーク実施前と、ワークで考えたセリフを実際に伝えた1週間後に、被験者全体のバーンアウトリスク尺度に有意な差が見られた。役割の曖昧さを明確にした上でアサーティブなセリフを実際に伝えたことが、バーンアウトリスクを下げる効果に繋がったと考えられる。

5. 今後の研究課題

提案手法を活用し、被験者であるリーダーのアサーティブネス行動について、表現を受ける相手の視点から確認することが今後の研究課題である。表現を受ける相手がアサーティブネス行動をどのように評価しているのかについても検討していく必要があると述べられている[10]。今回はリーダーの主観的な効果を確認したが、今後はより客観性のある評価をしていきたいと考える。

参考文献

- [1] 大垣昌夫(2023), 共同体メカニズムの経済学, 現代経済学の潮流 2022 巻 p. 3-36
- [2] 福島奏子, 新福洋子, 原田奈穂子(2022) ボランティアベースの災害支援者に向けた組織に求められる支援者支援と女性支援者への配慮, 日本災害医学会雑誌 27 巻 1 号 p. 26-34
- [3] 淵上克義(2009), リーダーシップ研究の動向と課題, 組織科学 43 巻 2 号 p. 4-15
- [4] 日野健太(2013), リーダーの自己犠牲的行動に対する研究関心, 駒大経営研究第 44 巻第 1・2
- [5] 安藤有美, 新堂研一(2008), アサーションスタイルに関する心理学的研究(7): Assertion Scale における一般大学生と非行少年との比較, 日本パーソナリティ心理学会発表論文集 17 巻
- [6] 安達知郎, 安達奈緒子(2019), 大学新入生に対するアサーショントレーニングの効果—適応感とアイデンティティ, 自己受容に注目して—, 教育心理学研究, 67, 317-329
- [7] Mimura C & Griffiths P (2007). A Japanese version of the Rosenberg Self-Esteem Scale: Translation and equivalence assessment. J Psychosomatic Res, 62, 589-594.
- [8] 小田亮, 大めぐみ, 丹羽雄輝, 五百部裕, 清成透子, 武田美亜, 平石界(2013), 対象別利他行動尺度の作成と妥当性・信頼性の検討, 心理学研究 第 84 巻 第 1 号 pp.28-3
- [9] 増田真也(1997), 日本語版 Maslach Burnout Inventory の妥当性の検討, 健康心理学研究 10 巻 2 号 p. 44-53
- [10] 鎌田 哲司, 内藤 佳津雄, 依田 麻子(2025), タテとヨコの対人関係におけるアサーション, 他者視点における望ましさと対人ストレスの関連性について, ストレス科学研究 Vol.38

あそび（ASOBI）から始まる幸福生成メカニズムの構造モデル

— ARM モデルの実証的検証に向けた論考 —

岩本武範（静岡産業大学）

1. はじめに

現代社会における選択肢の多様化や情報過多は、個人の意思決定をかつてないほど複雑化させ、「心の余裕」の喪失をもたらしている。本研究では、この「心の余裕」を、判断や行動の柔軟性を支える認知的資源として再定義し、「あそび（ASOBI）」という概念で理論化する。

ASOBI の欠如は、レジリエンスの低下や意思決定の歪みを引き起こし、結果としてウェルビーイングを損なう可能性がある。本稿では、ASOBI を起点に、レジリエンス・意思決定・ウェルビーイングを媒介的に接続する「ASOBI-Resilience Mediation (ARM) モデル」(図1)を提示し、その理論的意義と実証的展望を論じる。

2. 理論的背景と ARM モデルの構造

ASOBI は、単なる休息や娯楽ではなく、以下の4つの認知的要素により構成される。

- **Fail** (失敗からの学習)
- **Excite** (前向きな再解釈)
- **Analyze** (背景の理解)
- **Try** (意図的な行動)

これらは FEAT と総称され、継続的な実践を通じて「心の余裕」が形成される。

この余裕はレジリエンスを涵養し、納得度の高い意思決定を促進することで、持続的なウェルビーイングへと至る。この一連のプロセスを構造化したものが ARM モデルである (図1)。

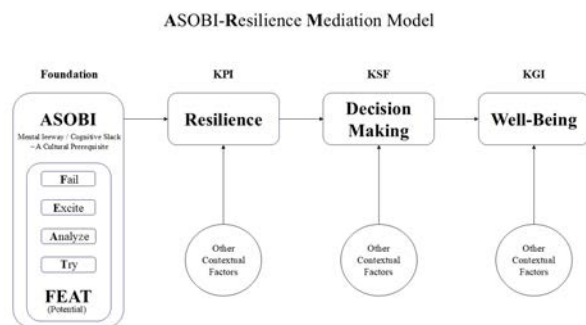


図1. ASOBI-Resilience Mediation (ARM) モデル

ASOBI の各要素が段階的に機能する“行動連鎖”としてモデル化されており、これは単なる相関モデルでは

なく介入設計や評価スケールの骨格としても応用可能な枠組みである。

また、この関係は閾值的であり、ASOBI の蓄積が一定水準を超えると、意思決定の質や主観的幸福感に質的変容をもたらすと考えられる (図2)。これは、材料工学における「応力-ひずみ曲線」に着想を得たものであり、ARM モデルの非線形発展性を示唆する。

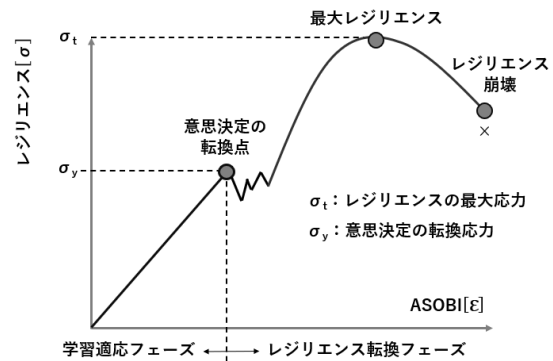


図2. ASOBI-Resilience Curve (筆者作図)

3. モデルの確度を高める試み：既存理論・指標との統合

ARM モデルは理論的骨格であるが、その妥当性を検証し、社会実装可能なツールへと発展させるためには、実証的研究や既存指標との統合が不可欠である。筆者が行った全国の若者 2,437 名を対象とした調査では、「失敗しても再挑戦できる街」「ありのままでいられる場所」といった、心理的安全性や再挑戦の許容性を重視する傾向が定性的に確認された。これらの質的データは、ASOBI の基盤となる「心の余裕」や「Slack Field (構造的余白)」の重要性を示唆しており、ARM モデルの経験的な妥当性を補強するものである。

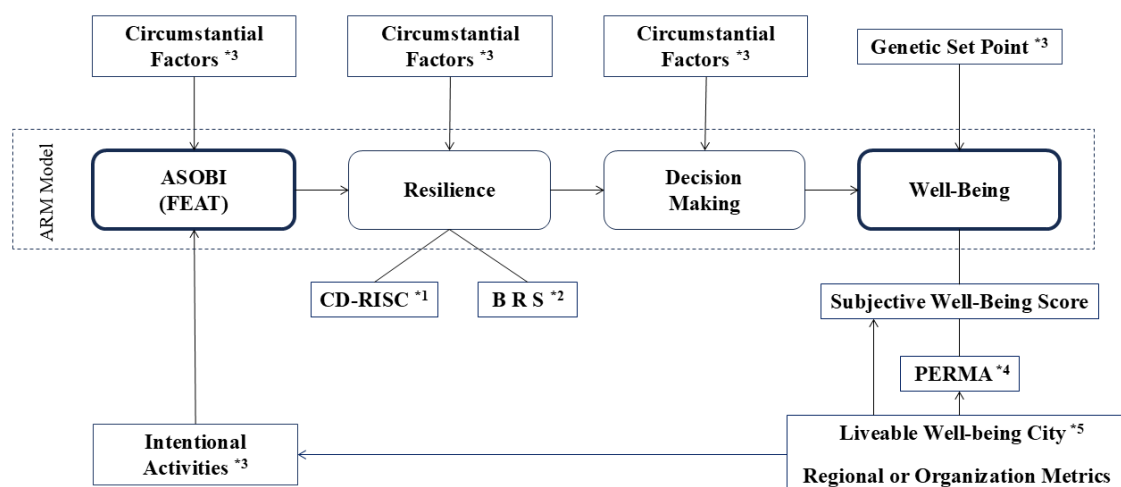
図3に示すように、本モデルは既存理論・指標と接続することで、応用的評価ツールとしての精緻化を目指す。具体的には、ウェルビーイングの測定には Seligman の PERMA モデルや Liveable Well-being City (地域幸福度指標) を、レジリエンスの測定には CD-RISC や BRS といった尺度を統合する。これにより、ASOBI という認知的資源の状態を多角的に測定し、個

人の幸福度や都市のウェルビーイングを評価する実践的枠組みの構築を目指す。

4. 応用可能性と今後のビジョン

本モデルの応用可能性は多岐にわたる。

地域政策においては、LWC 指標等に ASOBI の観点を組み込むことで、住民の主観的実感に基づいた、より人間中心の都市政策への転換を促すことができる。企業経営においては、人的資本経営の一環として、従業員の ASOBI を育む研修（FEAT の体験学習など）を導入し、創造性や持続可能性の向上に繋げることが期待される。



*1: Connor & Davidson, 2003, CD-RISC *2: Smith et al., 2008, BRS *3: Lyubomirsky, S et al., 2005, Chronic Happiness Levels
*4: Seligman, 2011, PERMA Model *5: Digital Agency & Smart City Institute Japan, 2022, Liveable Well-being City

図3：既存理論・指標と接続した ARM モデル構造図

—ARM モデルは、既存の心理指標群と統合可能な汎用フレームである—

今後のビジョンは、ARM モデルを精緻化し、「ASOBI 尺度」を開発・実装することである。これにより、「あそび」という文化的・心理的資源を社会の豊かさの指標として位置づけ、あらゆる社会課題の解決に貢献することを目指す。

5. 結語

本稿では、認知的資源 ASOBI を起点とし、幸福生成のメカニズムを構造化した ARM モデルを提示した。ARM モデルは、幸福を単なる結果ではなく「形成される過程」として捉える新たな枠組みであり、理論と実証の架橋を図るものである。今後は、スケーラブルな尺度開発と実装を通じて、個人・組織・社会のウェルビーイング向上に寄与する統合的ツールとして展開していきたい。

参考文献

- Connor, K. M., & Davidson, J. R. (2003). Development of a new resilience scale: The Connor-Davidson resilience scale (CD-RISC). *Depression and Anxiety*, 18(2), 76-82.
- デジタル庁. (2022). *Liveable Well-being City Indicator*.
- Iwamoto, T. (in press). Integrating Youth Well-being into Smart Urban Design - Insights from a Nationwide Survey to Inform Human-Centered City Planning. *ISPRS Archives*.
- Seligman, M. (2018). PERMA and the building blocks of well-being. *The Journal of Positive Psychology*, 13(4), 333-335.
- Smith, B. W., Dalen, J., Wiggins, K., Tooley, E., Christopher, P., & Bernard, J. (2008). The brief resilience scale: Assessing the ability to bounce back. *International Journal of Behavioral Medicine*, 15(3), 194-200.

会員募集のご案内

(一社) 日本システムデザイン学会 会員委員会

この度は第6回研究大会にご参加いただき、誠にありがとうございます。

さて、本学会は2020年の4月に活動を開始し、現在会員数は約140名となっております。また2023年1月には日本学術会議の協力学術研究団体として認定され、より一層皆さまの研究活動を支援できるものと考えております。

モノやコト、事象や現象など世の中に在るものすべてについて、私たちは、システムとして認識することができます。本学会は、人が開発してきた、システムおよびシステムデザインに関する学術的かつ実務的な研究・開発そして教育を通して、多くの分野で社会に貢献する目的で設立されたものでございます。

人間が作ってきたあらゆるモノやサービス、社会制度、法律などもシステムとして捉えるということは、幅広い分野で活躍されている方々にご参加いただくことで、より一層学会の幅、多様性が広がることを期待しております。

教育機関での研究者や学生の皆さん、研究機関での研究者だけでなく、実務の世界で活躍され、業務の一環として日々研究をされている実務者の方々の参加も是非お願いしたいと思います。

本学会では、若い研究者の育成、学術・社会貢献を目指し、学生会員の積極的な増加促進を行っております。特典など詳細につきましては学会HPの「学生の方へ」をご覧ください。

本学会へのご参加、そして新規会員のご紹介をお願い申し上げます
質問などございましたら学会ホームページの入会・ご質問のページのアドレス

info@sdsj.org

まで、お気軽にお問い合わせください。

よろしくお願い申し上げます。

投稿論文 募集のご案内

日本システムデザイン学会誌 編集委員会

日本システムデザイン学会の研究大会は、慶應義塾大学の日吉キャンパスで、第6回目の開催となり、多くの先生方から発表の申し込みを頂いております。さらに、研究大会に参加いただける先生方も多くなっており、こうした研究大会が開催できることに、ご準備いただきました大会実行委員会、大会委員会の先生方には感謝申し上げます。

日本システムデザイン学会は、2020年の創設以来、定例の「研究会」の開催、全国大会としての「研究大会」の開催、そして「学会誌」の発行を通して、システムデザインの学術的かつ実務的な研究・開発・教育の発展、普及のために活発に活動しております。

こうした先生方の研究活動につきまして、日本システムデザイン学会では、幅広い分野で活躍されている先生方の研究活動の成果、そして実務を通して得られた活動の成果を公表すべく、日本システムデザイン学会誌を査読付き論文のオンラインジャーナルとして、毎年度2回（2月と8月）、第6巻・第2号まで発行することができました。今後、理論的な研究や実務での開発や創意工夫など、システムデザイン研究を中心に、幅広く社会に有用性が高い、水平展開できる内容の論文を掲載していきたいと考えております。

今年度より、日本システムデザイン学会誌は、最新の研究成果を研究者、実務家、大学生・大学院生の方々に公開すべく、原則としてオープンアクセスとさせていただいております。

発表者の先生方には、是非、日本システムデザイン学会誌への投稿をお願い申し上げます。なお、投稿に関する詳しい内容は、日本システムデザイン学会ホームページ（<https://www.sdsj.org/journal/>）に、「論文投稿要領」「論文投稿申込書」などを掲載しておりますので、ご覧いただけましたら幸いです。

以上、どうぞよろしくお願い致します。

【問い合わせ・送付先】

一般社団法人 日本システムデザイン学会 編集委員会

送付先・問合せ先メールアドレス：journal@sdsj.org

論文誌 HP：<https://www.sdsj.org/journal/>

日本システムデザイン学会誌 Vol.6.No.S1

第 6 回研究大会予稿集 編

2025 年 9 月 7 日発行

発行所 (一社)日本システムデザイン学会

〒169-0073 東京都新宿区百人町 1-20-3

バラードハイム 703

TEL 03-3371-5324

FAX 03-3371-5185