

博士論文

論文題目 ボトムアップアプローチモデリングと
 システム・ダイナミックスを用いた
 経営意思決定支援手法に関する研究

氏 名 岡田 伊策

東京大学大学院新領域創成科学研究科

人間環境学専攻

博士論文

ボトムアップアプローチモデリングと
システム・ダイナミックスを用いた
経営意思決定支援手法に関する研究

岡田 伊策

目次

目次.....	I
図目次.....	V
表目次.....	VIII
第1章 序論.....	1
1.1 本研究の目的.....	2
1.2 背景.....	2
1.2.1 企業における意思決定の現状.....	2
1.3 課題.....	3
1.4 トップダウンアプローチモデリングの狙い.....	5
1.5 ボトムアップアプローチモデリングの必要性と有効性.....	7
1.6 本論文の構成.....	11
第2章 研究技術動向.....	12
2.1 はじめに.....	13
2.2 複雑系システムのモデル化による意思決定支援.....	13
2.2.1 エンジニアリングシステムズ.....	13
2.2.2 ペトリネットを利用したシミュレータ.....	14
2.3 モデリング.....	14
2.3.1 ビジネスプロセスモデリング.....	14
2.3.2 業務プロセスモデリング.....	15
2.4 システム・ダイナミクスによる意思決定支援.....	15
2.5 要素の抽出・列挙のための発想・連想を促す発散技法とまとめる収束技法.....	17
2.5.1 ブレインストーミング.....	17
2.5.2 KJ法.....	17
2.5.3 マインドマップ.....	18
2.5.4 チャンス発見技法.....	18

2.6 本研究の位置づけ	19
第3章 提案手法	21
3.1 はじめに	22
3.2 情報収集・調査	24
3.3 詳細モデルの構築	43
3.4 モデルの挙動検証	45
3.5 シミュレーション結果の評価	45
3.6 感度解析	45
3.7 意思決定	46
第4章 ケーススタディ 1:情報収集・調査から詳細モデル構築までの手順検証.....	47
4.1 はじめに	48
4.2 対象組織の説明	48
4.3 情報収集・調査の詳細	49
4.3.1 対象領域の全貌と概要把握	50
4.3.2 問題の絞り込みと情報収集・調査の計画立案.....	50
4.3.3 現場が満足する構成要素と関係性・施策の抽出・列挙と結果の合意形成	52
4.3.4 収集情報の分類・整理.....	56
4.3.5 モデルの下書きと構造立案	58
4.4 詳細モデルの構築	58
4.5 まとめ	60
第5章 ケーススタディ 2:情報収集・調査から詳細モデル構築までの手順検証.....	61
5.1 はじめに	62
5.2 対象組織の説明	62
5.3 情報収集・調査の詳細	63
5.3.1 対象領域の全貌と概要把握	63
5.3.2 問題の絞り込みと情報収集・調査の計画立案.....	64
5.3.3 現場が満足する構成要素と関係性・施策の抽出・列挙と結果の合意形成	67

5.3.4 収集情報の分類・整理.....	72
5.3.5 モデルの下書きと構造立案	74
5.4 詳細モデルの構築	75
5.5 まとめ	77
第6章 ケーススタディ 3: 組織人員計画における適用事例	79
6.1 はじめに	80
6.2 対象組織の説明	80
6.3 情報収集・調査	80
6.3.1 ソフトウェア開発受託業務の流れ.....	81
6.3.2 当該組織のソフトウェア開発者の知識生産能力指標.....	82
6.3.3 定年退職	82
6.3.4 昇格の期間と年間昇格率	83
6.3.5 新規採用	83
6.3.6 定年退職者の今後の増加	83
6.3.7 外注による仕事量調整（内製率削減）	85
6.3.8 組織の推移（2012年～2015年）	85
6.3.9 知識蓄積・再利用システムの導入.....	86
6.3.10 経営施策選択肢の整理.....	86
6.3.11 残業依存・外注依存の背景	87
6.4 詳細モデル構築	89
6.5 モデルの挙動の検証.....	91
6.6 シミュレーション結果の評価	94
6.7 感度解析	99
6.8 意思決定	102
6.9 考察	102
6.10 まとめ	102
第7章 ケーススタディ 4: 企業のプロジェクト企画書作成作業への適用事例.....	104
7.1 はじめに	105
7.2 情報収集・調査	105
7.2.1 企画書作成作業の概要.....	105

7.2.2 現場が発案した経営施策選択肢	106
7.2.3 本章に登場する知識再利用システム「企画書作成支援ソフトウェア」の説明	108
7.3 詳細モデル構築	109
7.4 モデルの挙動の検証	111
7.5 シミュレーション結果の評価	113
7.6 感度解析	119
7.7 意思決定	122
7.8 まとめ	122
第8章 考察	123
8.1 モデリングを通じた共通認識の形成について	124
8.2 トップダウンアプローチモデリングとのハイブリッド化について	124
第9章 結論	128
9.1 結論	129
9.2 今後の展望	129
参考文献	130
謝辞	138
研究業績	141

図目次

図 1-1 単純なモデル例	6
図 1-2 ミドルマネジメントを起点にしたトップダウンアプローチモデリングに類 したモデリングの例	7
図 1-3 本研究が目指す精緻で精巧なモデル例 (第 5 章)	10
図 1-4 本論文の構成	11
図 3-1 ボトムアップアプローチモデリング手法の外観	22
図 3-2 ボトムアップアプローチモデリング手法の手順概要	23
図 3-3 「KJ 法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」に基づくブレインストーミング の例(構成要素の列挙例)	32
図 3-4 「KJ 法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」に基づくブレインストーミング の例 (列挙結果のグループ化)	33
図 3-5 「KJ 法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」に基づくブレインストーミング の例 (グループに命名)	34
図 3-6 「KJ 法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」のワークシート(結果)	35
図 3-7 構成要素と関係性の図示による確認 (パーツ)	38
図 3-8 構成要素と関係性の図示による確認	41
図 3-9 詳細モデル例 (システム・ダイナミクスモデル:ストック・フロー図) (第 4 章)	44
図 4-1 「KJ 法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」のワークシート(結果) (再掲)	53
図 4-2 構成要素と関係性の示による確認	55
図 5-1 新製品 A を事業会社に販売する場合の構成要素の抽出・列挙 (抽出結果)	67
図 5-2 事業会社の新製品 A に対する需要を左右する原因別でグループ化	68
図 5-3 構成要素と関係性の確認	71
図 5-4 被験チームに提示したモデル下書き	74
図 5-5 自動車部品メーカーの新製品 A と新製品 B の売上予測モデル	76
図 6-1 ソフトウェア開発業務の流れ	81
図 6-2 現状(2015 年末)の人員構成	84

図 6-3	ソフトウェア開発者組織人員計画 詳細モデル全体像.....	90
図 6-4	売上経過と今後の予測モデル.....	91
図 6-5	2012年～2015年の売上推移と今後の予測.....	91
図 6-6	ソフトウェア開発者人数の経過と今後の予測.....	92
図 6-7	2012年～2015年の人数推移と今後の予測.....	93
図 6-8	2012年～2015年の残業推移と今後の予測.....	93
図 6-9	定年を5歳引き上げた場合のG2換算の個人月次残業時間.....	94
図 6-10	新規採用10名増加した場合のG2換算の個人月次残業時間.....	95
図 6-11	中途離職率低減した場合のG2換算の個人月次残業時間.....	95
図 6-12	昇格率アップした場合のG2換算の個人月次残業時間.....	96
図 6-13	内製率削減した場合のG2換算の個人月次残業時間.....	97
図 6-14	知識蓄積・再利用支援システム導入強化した場合のG2換算の個人月次 残業時間.....	97
図 6-15	幹部昇格率抑制した場合のG2換算の個人月次残業時間.....	98
図 6-16	内製率削減以外の全ての組み合わせした場合のG2換算の個人月次残 業時間.....	98
図 6-17	内製化率を2%削減(外注増)した場合のG2換算の個人月次残業時間	100
図 6-18	内製率を1～2%の範囲で削減(外注増)した場合の個人月次残業時間の 感度分析.....	100
図 6-19	内製率を0～1%の範囲で削減(外注増)した場合の個人月次残業時間の 感度分析.....	101
図 6-20	内製率を2～3%の範囲で削減(外注増)した場合の個人月次残業時間の 感度分析.....	101
図 7-1	企画書作成作業 詳細モデル全体像.....	110
図 7-2	現状のままの毎月の残業時間の推移(1)と 全部新規作成した場合の毎月の 残業時間の推移(2).....	112
図 7-3	現状のままの毎月の残業時間の推移(1)と 1ヶ月の企画書作成依頼が0～6 件の間でランダムに増減する場合(13).....	113
図 7-4	毎月の残業時間の推移(人手系) : (1)(2)(3)(4)(5)(6).....	115
図 7-5	毎月の残業時間の推移(ITシステム化) : (1)(7)(8)(9).....	116

図 7-6 毎月の残業時間の推移 作業受託の定期的締め切りによる締め切り間の 作業負荷平準化 (1)(6)(9)(10)(11)(12).....	117
図 7-7 毎月の残業時間の推移:残業時間が 55 時間に達すると依頼を断わる (1)(15)	118
図 7-8 毎月の残業時間の推移 (9)に対して そのまま再利用出来るスライドの率 20%を±10%変化させた感度解析.....	120
図 7-9 毎月の残業時間の推移 (9)に対して 改変して再利用出来るスライドの率 30%を±10%変化させた感度解析.....	121
図 7-10 毎月の残業時間の推移 (9)に対して 改変して再利用出来るスライドの率 30%を±10%変化させた感度解析.....	121
図 8-1 ボトムアップアプローチモデルに トップダウンアプローチ 典型パターン集 を参照して 追記・改造した結果.....	125
図 8-2 トップダウンアプローチモデリングの ブレイクダウンのイメージ.....	126
図 8-3 ボトムアップアプローチモデリングの ビルドアップイメージ.....	126
図 8-4 ボトムアップアプローチモデリングと トップダウンアプローチモデリング の複合した結果のイメージ.....	127

表目次

表 3-1 提案手法の手順と内容概要	24
表 3-2 情報調査・収集の詳細手順	27
表 3-3 解きたい問題の想定一覧表	28
表 3-4 現場インタビューシート(汎用・共通版).....	29
表 3-5 「解きたい問題」「解くべき問題」「解くべき問題の解法」の仮説一覧表	30
表 3-6 システム・ダイナミックスモデル化のための属性分類指標(モノ).....	36
表 3-7 システム・ダイナミックスモデル化のための属性分類指標(コト).....	36
表 3-8 システム・ダイナミックスモデル化のための属性分類指標(定数).....	36
表 3-9 構成要素と関係性の整理例 (パーツの準備)	38
表 3-10 構成要素と関係性の整理表の例.....	39
表 3-11 構成要素と関係性の整理表例.....	39
表 3-12 構成要素と関係性の整理表例	40
表 3-13 構成要素と関係性の整理表例	40
表 3-14 モーフオロジカル・マトリックスで整理した経営施策選択肢の整理	42
表 3-15 感度解析の観点の例.....	45
表 4-1 情報収集・調査の詳細手順 (再掲).....	49
表 4-2 解きたい問題の想定一覧表 (事前想定)	50
表 4-3 現場と識別・仕分・確認・集約した問題一覧表.....	51
表 4-4 「解きたい問題」「解くべき問題」「解くべき問題の解法」の一覧表	52
表 4-5 システム・ダイナミックスモデル化のための属性分類指標(モノ)(再掲) .	54
表 4-6 システム・ダイナミックスモデル化のための属性分類指標(コト)(再掲) .	54
表 4-7 システム・ダイナミックスモデル化のための属性分類指標 (定数)(再掲)	54
.....	54
表 4-8 構成要素と関係性の整理表(一部)	55
表 4-9 解くべき問題の解法を項目欄に転記して整理した	56
表 4-10 モーフオロジカル・マトリックスで整理した経営施策選択肢	57
表 5-1 情報収集・調査の詳細手順 (再掲).....	63
表 5-2 解きたい問題の想定一覧表 (事前想定)	64

表 5-3 現場と識別・仕分・確認・集約した問題一覧表.....	65
表 5-4 「解きたい問題」「解くべき問題」「解くべき問題の解法」の一覧表.....	66
表 5-5 システム・ダイナミックスモデル化のための属性分類指標(モノ)(再掲) .	69
表 5-6 システム・ダイナミックスモデル化のための属性分類指標(コト)(再掲) .	69
表 5-7 システム・ダイナミックスモデル化のための属性分類指標(定数)(再掲) .	70
表 5-8 構成要素と関係性の整理表(一部)	71
表 5-9 解くべき問題の解法を項目欄に転記して整理した モーフオロジカル・マトリックス	72
表 5-10 モーフオロジカル・マトリックスで整理した経営施策選択肢	73
表 6-1 ソフトウェア開発組織のグレードと知識生産力 (2015 年末)	82
表 6-2 ソフトウェア開発組織の各グレードの昇格率	83
表 6-3 売上推移, 人数推移, 残業推移, 内製率削減 (外注率増加)で削減した残業時間, 等.....	86
表 6-4 人員に関する経営施策選択肢の一覧.....	87
表 7-1 経営施策選択肢の一覧	107
表 7-2 スライドの再利用作業の比較 (人手と企画書作成支援ソフトウェア利用)	108
表 7-3 人手と企画書作成支援ソフトウェア利用の作業時間比率	111
表 7-4 人手と企画書作成支援ソフトウェア利用の作業時間比率	111
表 7-5 企画書作成作業シミュレーションケース一覧	114
表 7-6 現状のスライドの再利用率と IT システム化した場合の感度解析幅.....	119

第1章 序論

1.1 本研究の目的.....	2
1.2 背景.....	2
1.2.1 企業における意思決定の現状.....	2
1.3 課題.....	3
1.4 トップダウンアプローチモデリングの狙い.....	5
1.5 ボトムアップアプローチモデリングの必要性和有効性.....	7
1.6 本論文の構成.....	11

1.1 本研究の目的

本研究の目的は、ボトムアップアプローチモデリングを用いた意思決定手法を提案することである。本研究におけるボトムアップアプローチモデリングとは、経営意思決定支援のためのモデリングにおいて、業務現場をモデリングバウンダリーのボトムレベルをとして、それを起点に、モデリングの時間尺度や詳細度(以下、粒度)を決定し、精緻かつ詳細な情報を調査・収集し、それに基づいてシステム・ダイナミックスを用いて揺らぎの少ない詳細な全体モデルを組み上げる手法を指す。

これは、詳細から全体を組み立て上げる、言うなれば「ビルドアップアプローチモデリング」とも言える。本研究ではこの手法を、特に、業務が自発的・創発的で、自律性・自己裁量性の高い知識労働現場を主眼に用いる。

提案手法により、複数の経営施策選択肢から適切なものの選択と経営施策に関するステークホルダー間での共通認識形成を支援することによる合意形成支援を通じて、ひいては経営意思決定に資することを狙う。本手法の特徴は、現場で使われている指標により、意思決定に必要な十分要素と決定の主因を客観的に検証し易くしていること、また、分析結果の属人的な相違を、客観指標を用いた定量化モデルを利用することで、抑制できることである。

特に本研究では、自発的・創発的で自己裁量性の高い専門頭脳労働(知識労働)現場に着目して、このような現場では、トップダウンアプローチモデリングに比して、ボトムアップアプローチモデリングが適していることを示す。

1.2 背景

1.2.1 企業における意思決定の現状

日本の多くの経営意思決定は、ボトムアップ型意思決定である。ドラッカーは、「日本についての見解の一致があるとすれば、企業にせよ政府機関にせよ、コンセンサスによって意思決定を行っているという点である。」、「日本では、意思決定で重要とされるのは問題を明らかにすることである。そもそも意思決定は必要か、そして何についての意思決定かを明らかにすることである。彼らはこの段階でのコンセンサスの形成に努力を惜しまない。この段階にこそ意思決定の核心がある。」と主張している[1]。

しかしながら、この合意形成の判断材料と根拠は、経営合意をとる当事者の経験と勘によ

ることが多い[2][3][4].

また、人口減少社会に突入した日本では、労働力人口の減少が不可避となっている。同時に、企業においては、長時間労働が社会問題化している。長時間労働の是正が重要とされている。

企業を典型として組織は、これらを喫緊の課題として位置づけ、人間による定型業務を、機械や IT の導入による自動化・効率化を進めている。すでに単純な IT への置換による自動化・効率化は上限に達しており、AI (Artificial Intelligence: 人工知能)、RPA (Robotic Process Automation)、知識再利用ソフトウェア、などのより複雑で高度な IT (Information Technology) 導入で、従来人手でしか処理できないとされていた領域も自動化・効率化されつつある。より複雑な IT による一層の自動化・効率化が、組織の意思決定の重要な主題となっている。

日本では、「IT の導入」を「システム化する」と表現することが多い。日本では「システム」という言葉は、会計システム、コンピューターシステム、通信システムなどと、狭義に IT とシステムを同義語としている。

IT システムの導入効果は、IT システムのある一面をミクロ的に切り取って測定・観察し、その積算として全体効果を算定している。IT システムの導入効果の見積もり (Estimation) や検証 (Verification) は、IT システム導入当事者が、単純かつ局所的に「特定作業速度を測定」して導入前後の「速度向上」を観察したり、「特定作業結果」の「正解率」・「エラー発生率」・「単位時間の作業量」を測定して導入前後の「減少差異」を観察したりすることによって効果が算出され、それらを特定期間で積算して「IT システムの定量的導入効果」としている。このような手法では、大きな業務フローの一瞬をスナップショットとして切り取ったものを、局所的に定量評価していることが多い[5][6][7][8]。その結果、IT の導入により、労働の総体としての残業時間の削減にどうつながったのかが、不明瞭になりやすい。

IT システム導入のスポンサーや利用当事者が、導入効果を実感できていないことが往々にしてあるのは、このためである[9][10]。

1.3 課題

本来の意味のシステムすなわち「系」とは、複数かつ一連の要素が、言うなれば有機的に連環・作用して、目的を達成するものである。

例えば、INCOSE (The International Council on Systems Engineerin) が、Definition of a

Systemとして引用している Rehtin の原文[11]は、システムとは「個別部分が個別に産出できる成果よりも、より大きな成果を産出できる、連環した異なる事物の集合(筆者訳)」となっている

また、米国 Defense Acquisition University の「SYSTEMS ENGINEERING FUNDAMENTALS」[12]においては、「簡単に言えば、システムとは、明示された必要性や目的を満たす能力を提供する人、製品、プロセスの統合された複合体である。(筆者訳)」と定義されている。

さらに、マサチューセッツ工科大学の「エンジニアリングシステム用語集」[13][14]では、「システム[system] 明確に規定された振る舞いまたは目的がある、相互に作用する一連のコンポーネント」とされている。日本でも、システムとして導入されたものの導入効果、影響など評価するのであれば、それをシステムを複雑系としてとらえ、複雑系システムを取り巻くマクロ的な観点によるシステムステークホルダー全体による妥当性検証(Validation)や、導入を決定した経営層による経営合目的観点からの総合評価(Evaluation)が必要である。

サイモンは、組織を「複雑なシステム」ととらえ、そのモデル化とシミュレーションによるダイナミックスの理解の有用性を述べた[15]。

複雑系システムのモデルが静的なものであると、時間経過に伴う効果の変化や悪影響は予測しにくい。これに対して、複雑系システムを、システム・ダイナミックスのような動的なシミュレーションモデルとして表現できれば、時間経過に伴う遅れや、タイミングによる衝突が現実性・写実性を持って可視化できる。また、時間経過に伴う脆弱の発見や、悪影響の時間経過に伴う伝搬も可視化できる[16][17][18]。

本研究では、特に企業活動を複雑系システムと捉え、その複雑系システムについて、精緻かつ詳細な現場情報を網羅的に調査・収集して、それに基づいてシステム・ダイナミックスを用いて詳細な全体モデルを組み上げるボトムアップアプローチモデリング手法を提案する。提案手法は、まずモデリングするバウンダリーのボトムレベルを決定。それに基づいて時間尺度と粒度を決定した後に、收拾した精緻かつ詳細な現場情報に基づいて、経営課題の対象となる現場業務をモデル化して、相違の少ないダイナミックなモデルを構築することで、複数の経営施策選択肢から適切なもの選択支援することを目的としている。

この結果、経営意思決定当事者の合意形成において、全体を複雑系システムとして捉えて、モデリングによる認識の共通化を経るので、従来の「経験と勘と度胸による意思決定」(第5章)に比して、意思決定が客観的で検証容易なものとなると考えられる[19][20][21]。

定量的なモデリングによる意思決定支援手法には、外山らによる構造マトリックス[22][23]

などもある。構造マトリックスは、定量的かつ手続き的な振る舞いがあるところは、本研究で採用したシステム・ダイナミクスと同様であるが、行列と表構造を駆使しているため、理系大学生程度の数学知識と高度なマトリックス知識が必要である。よって、理系大学出身者ではない関係者が理解・駆使するには、難易度が高い。また、構造マトリックスでは、システム・ダイナミクスのような時系列的な振る舞いを確認するには、同様のマトリックスを時系列に多数作成して、コマ送りのように動きを確認する必要がある。構造マトリックスや Eppinger らの DSM (Design Structure Matrix) [24][25]などのマトリックス法の系統は、外山らの論文に触れられている[26]。

1.4 トップダウンアプローチモデリングの狙い

トップダウンアプローチモデリングは、オブジェクトを起点に、それをプロパティを勘案しながら、それを順を追って、分解・細分化していく。すなわち概要から詳細にブレイクダウンする手法である。この手法は、概要から詳細に分解・掘り下げる「トップダウンアプローチモデリング」であり、言うなれば「ブレイクダウンアプローチモデリング」とも言える。

ここで、本研究で繰り返し使う「解きたい問題」と「解くべき問題」の定義を示す。

解きたい問題とは、

『あるべき姿』『ありたい姿』、では無い状態(言い方、言い回し、粒度不問)である。

解くべき問題とは、

『解きたい問題』を分解して、その解法が発案できる粒度にまでなったもの」である。

一つの解くべき問題に対して、その解法は複数存在し得る。これらは、安宅の問題解決法を参考にした[27]。

「解きたい問題が明確」で、それに関係する主な要素が明確に提示された後、その問題を引き起こす構造を分解しながらモデル化するのがトップダウンアプローチモデリングである。

この狙いと利点は、無駄な詳細を避けるので、効率的でより時間がかからないことである。多少必要な詳細が不足しても、短時間に概略的なモデルによって結果を得たいときには、トップダウンアプローチモデリングが適切である。

よって、解きたい問題が明確に定義できていて、それを他者に客観的に説明できる場合は、トップダウンアプローチモデリングで進めることが効率的な方法となる。

トップダウンアプローチモデリングは、モデルを作りながらシミュレーションを同時に実行し

て、現実 (リファレンスモード) を再現できると、目的達成とみなす。この時点でモデルの完成として、構成要素の粒度を細かくしなくなるか、モデルの範囲すなわちバウンダリーを拡げなくなる。

このことにより、業務の詳細に詳しくないモデル作成者がモデリングすると、重要な構成要素が隠蔽化またはバウンダリー外になってしまい、見落とされる可能性がある。同様に、本来は必須となる詳細な仮定設定まで欠如・脱落するリスクがある。

日本の経営者は、過去のこのような苦い経験から、自らの得意分野の経験 (例えば過去の専門的な経験の再現など) に沿った精巧・精緻なモデルを信頼する傾向がある。

また、コンサルティング会社由来のロジカル・シンキングの普及とともに、経営実務で定着した MECE (Mutually Exclusive and Collectively Exhaustive: 重複無く漏れなく) という考え方 [28] に依って、網羅的な検討を良しとする価値観がある。経営者はトップダウンアプローチで作成されたモデルの外観を見て、非精巧な部分を「よくできているが、本格的ではない(現実とは違う、網羅的でない)」と軽んじることが珍しくなく信頼しないことが多い。

このため結果的に、経営者は自らの経験と勘に基づいた経営施策を選択しやすくなり、意思決定に必要な要素の欠落発見や、意思決定主因の客観的検証が難しいという問題が生じている。

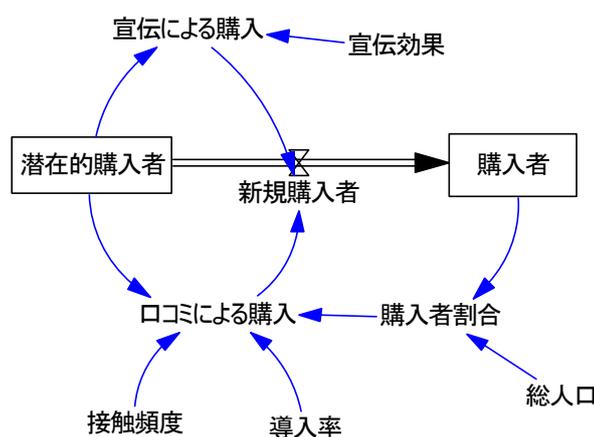


図 1-1 単純なモデル例

(田中伸英・高橋裕著「システムダイナミクス」『バスモデル』)[29]

この対策として、これまで日本のシステム・ダイナミクスでは、経営者に受容されるようなよ

り精緻なモデルを構築するために、組織トップではなく、実務リソースの配分をコントロールするキーパーソンを起点に、モデリングに必要な「要素」の「情報収集・調査」を行ってきた。具体的には、当日の機械の稼働時間や、工程の順序、残業時間を立案・決定している実務管理者などである。製造業の生産ラインなどでは、この種の管理者の役割・権限は明確である。この管理者から情報収集・調査を行えば、精緻なモデリングが可能になる。言うなれば、Sterman[30][31]が論じたように、ミドルマネジメントを起点にしたトップダウンアプローチモデリングに類したモデリングが日本のシステム・ダイナミクスにおけるモデリングの主流であった。この場合、モデルの詳細が過剰になることが往々にして起きる[9]。これについては詳しくは第2章に述べる。

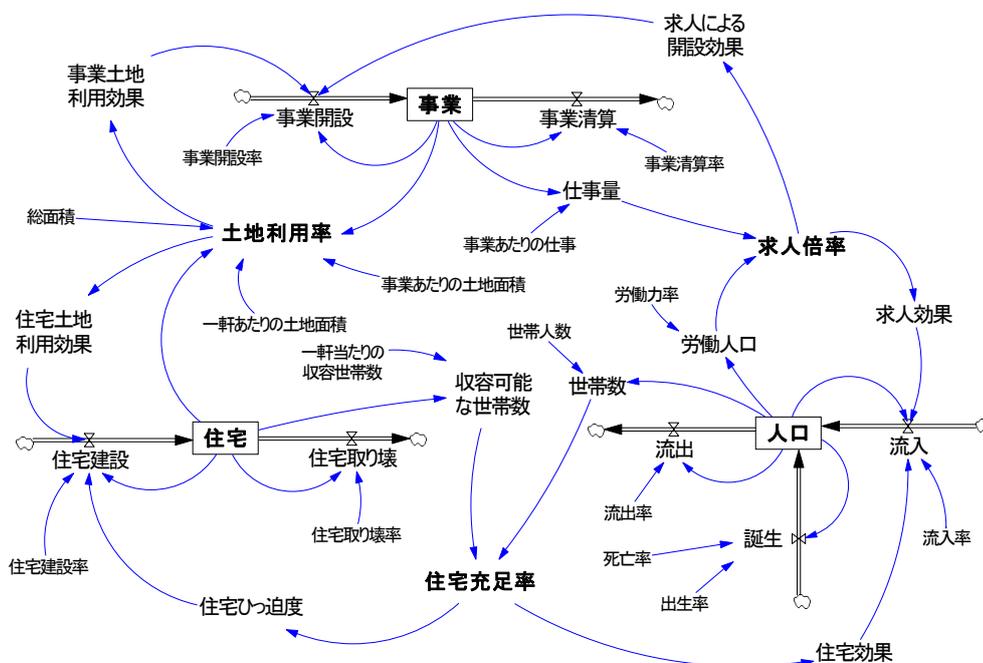


図 1-2 ミドルマネジメントを起点にしたトップダウンアプローチモデリングに類したモデリングの例

(田中伸英・高橋裕著「システムダイナミクス」『人口（世帯）増による住宅建設への影響を考慮したモデル』)[29]

1.5 ボトムアップアプローチモデリングの必要性和有効性

Box は、「全てのモデルは間違っている」[33]、「唯一の関心事はそのモデルが示唆に富

んで、役に立つか(usable)である」(筆者訳)と述べ、便利なモデルこそが有効性の高いモデルであるとした[34].

本研究では、経営者がノウハウ保有現場として重視する知識労働現場に着目した。研究・開発などの自発的・創発的で自己裁量性の高い業務(一般に、専門性の高い頭脳労働・知識労働[35])においては、仕事の量、作業手順、スケジューリング、残業は、上位管理者ではなく作業員本人が決めている。当人自身が実務管理者であり、かつ作業員である。このような自己裁量性が高い業務に従事者は、自己の知識や頭脳に自信と誇りを持っており、強いこだわりがある。例えば Mainemelis は、企業の研究開発において、研究者が新しいアイデアを生み出し、それをさらに探求したいが、そのアイデアに取り組むのをやめるように管理者から指示された場合に、隠れて「創造的逸脱行為」に走る例を示した[36]。Vadera らは、組織における「建設的逸脱」を、変革の必然としている[37]。結果として、トップから見えないところで、自主的な変革や改善がなされているのである。

このような現場をモデリングする場合、トップダウンアプローチモデリングやミドルマネジメントを起点にしたモデリングでは、自律性・自己裁量性の高い現場の業務詳細を精緻に把握しきれずに、シミュレーションの結果を大きく左右するモデルの構成要素や要素間の関係性を漏らすリスクがある。

逆に、Roberts が述べたように、要素・関係性の欠如や脱落を恐れると、「クライアントはモデル設計者が安心して、モデルを行動の論拠とするために必要と考えるレベルよりも、2倍詳細なモデルを求めることが多い」、「抱えている問題や疑問点、懸念を十分に入れてもらえたとクライアントが納得するレベルで詳細を提供しなければならない。そうでないと、クライアントは構築されたモデルを信用も受け入れもせず、使うこともないだろう」という事象が起きる[9].

Sterman も同様に、「一般的に、クライアントは、モデル設計者が必要だと思う以上に、モデルの詳細部分を見たがるものである。そして、モデル設計者は、興味の対象のダイナミクスを捉えるための詳細を過大評価するものだ。」、「私の経験から言えば、往々にして(2倍よりも)もっと詳細を求められる。成功するためには、クライアントを満足させるために必要な詳細をモデルに含まねばならない」と述べている[30][31].

このような場合は、業務現場をモデリングバウンダリーのボトムレベルと捉え、現場を起点として、詳細かつ精緻に情報収集・調査から始める方が、必要不可欠な詳細情報の適切な収集が容易である。また、一般の現場業務従事者も前述の頭脳労働者も、現場業務従事の自負から、自分の気にしている指標がモデルに入っていないければ、モデルそのものを理解・受容しない。したがって、まずは過剰詳細になるリスクがあっても、頭脳労働者が関心のある事

項を掘り出してモデルに入れて理解を共有し、そのうえで構築したモデル全体について現場の受容を得た後に、過剰詳細な部分を選別・除去して、整理していくほうがモデルの振る舞い結果も受け入れられやすい[38][39][40][41].

繰り返すと、本研究で提案するボトムアップアプローチモデリングとは、現場すなわちボトム起点で、精緻かつ詳細な情報を調査・収集、それに基づいてシステム・ダイナミクスを用いて揺らぎの少ない詳細な全体モデルを組み上げる手法である。

ボトムアップアプローチモデリングとは、詳細構成要素と詳細条件を組み立てる言わば「ビルドアップアプローチモデリング」とも言える。手間をかけて、後述の KJ 法に基づいたブレインストーミングを行い、構成要素や関係性の網羅的な抽出・列挙手法」（以下、KJ 法に基づいた網羅的抽出・列挙手法）を用いて、現場と経営者から見て重要な要素・関係性の欠如や脱落の無い、Box が言うところの「役立つ」モデルを作り上げて、自律性の高い現場および経営者の信用・信頼が得られるモデルを作成する。このよう手法は、稟議に類似した流れであり、ドラッカーの「コンセンサス重視」な日本型経営にも有益である。

このようなボトムアップアプローチモデリングを、「KJ 法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」と、システム・ダイナミクスを用いたモデリングを行うと、経営意思決定の効果は、本来、その構成要素の測定された瞬間（静的）の結果比較ではなく、構成要素の総体すなわち複雑系としての動的な相互連環（振る舞い）を表現・可視化し、期待効果連鎖と悪影響連鎖を確認して、システムを取り巻くマクロ的な観点や、経営合目的観点から総合的に評価できる。

換言すると、静的かつ簡素な模型では、連鎖から発生する滞留や衝突を予測することは容易ではない。

経営課題などの解きたい問題を効果的に本質的に解くためには、様々な当事者の問題認識の一致は不可欠である。システム全体の構成要素を抽出し、その因果関係を定量的に定義して、システムのダイナミズムを可視化・確認することにより、正しく共通認識を持つことができる。動く精緻で精巧なモデルにすることで、脆弱性や悪影響の伝搬をメカニズムをモデルが再現することにより、メカニズムに基づいた共通認識を形成しやすくし、回避の時間を予測しやすくする。

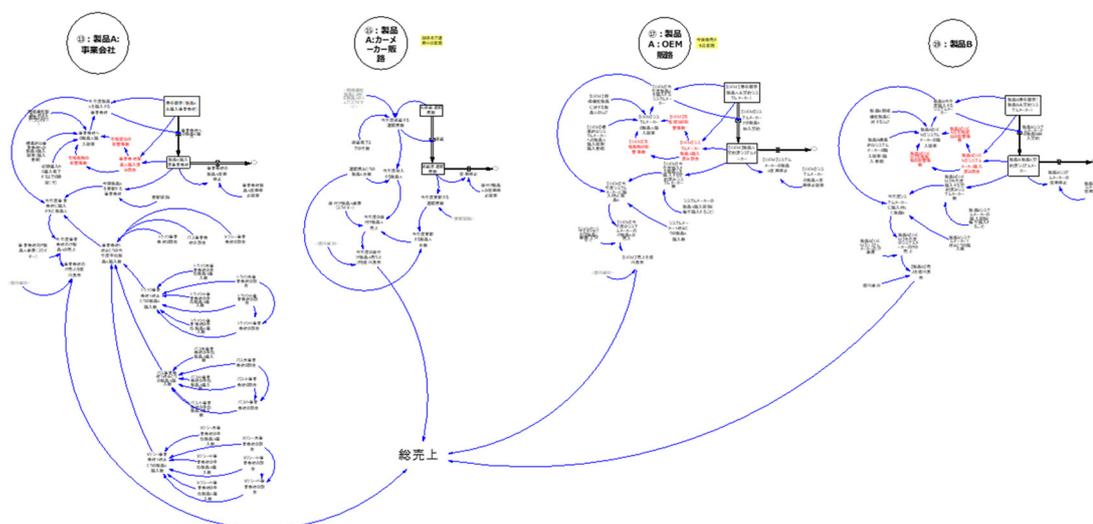


図 1-3 本研究が目指す精緻で精巧なモデル例 (第 5 章)

2019 年現在、筆者は、所属する企業の業務として、AI などの最新デジタル技術を顧客が業務活用試行する支援を行なっている。その際、経営者に必要経費を説明すると、経営者はその費用対効果、リスク、副作用の説明を求める。従来、その説明には、局所的な効果比較説明か、せいぜい図 1-1 のようなモデルを提示したうえで全体期待効果を説明することが一般的であった。しかし、現場経験を持つ多くの経営者は、その単純な説明を信用せず、疑心暗鬼・懐疑的なコメントをした。特に、対象組織の差別化ノウハウとなるような業務については、暗黙知的なノウハウに基づく自己裁量性が高いと多くの場合、単純なモデルでは、差別化ノウハウ業務は表現しきれないと断ずる。

そこで、筆者は、当該現場の知識労働者とともに「KJ 法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」を用いて業務モデルの構成要素とそれらの関係性を抽出すれば、網羅性の高いボトムアップアプローチモデリングが出来ないかと着想した。この網羅的なボトムアップアプローチにより、精緻で精巧なモデリングが行なわれ、その結果、出来上がったモデルに基づいて、当事者間の共通認識の形成が容易になれば、その後の合意形成にも役立つことになり、本提案手法が、Box が言うところの「役に立つ」(有効性が高い)手法になるいえる。

但し、ボトムアップアプローチモデリングは、モデルの構成要素の粒度やバウンダリーが必要以上に広がるリスクがある。また条件設定を精緻に検証しないと、全体に影響する誤りを見落とす可能性がある。ゆえに、短時間・短期間に行ないたい大まかな合意形成には向いていない。この点はボトムアップアプローチモデリングの重要な留意事項である。

1.6 本論文の構成

本論文の構成を以下に示す。

第1章において、本研究の目的と背景を示す。

第2章において、関連研究技術動向について示す。

第3章において、提案手法を説明する。

第4章において、ケーススタディ1:提案手法の情報収集・調査から詳細モデル構築までを単一部署に適用した事例を示す。

第5章において、ケーススタディ2:提案手法の情報収集・調査から詳細モデル構築までを、複数階層・複数部署が関わるケースに適用した事例を示す。

第6章において、ケーススタディ3:提案手法の詳細モデル構築から意思決定までを、組織全体の人員計画立案に適用した場合の事例を示す。

第7章において、ケーススタディ4:提案手法の詳細モデル構築から意思決定までを、現場業務改善立案に適用した場合の事例を示す。

第8章において、考察を述べる。

第9章において、結論と今後の展望を示す。

第4章から第7章までの4つの章の位置づけは、図1-4の通りである。



図 1-4 本論文の構成

第2章 研究技術動向

2.1 はじめに.....	13
2.2 複雑系システムのモデル化による意思決定支援.....	13
2.2.1 エンジニアリングシステムズ.....	13
2.2.2 ペトリネットを利用したシミュレータ.....	14
2.3 モデリング.....	14
2.3.1 ビジネスプロセスモデリング.....	14
2.3.2 業務プロセスモデリング.....	15
2.4 システム・ダイナミクスによる意思決定支援.....	15
2.5 要素の抽出・列挙のための発想・連想を促す発散技法とまとめる収束技法.....	17
2.5.1 ブレインストーミング.....	17
2.5.2 KJ 法.....	17
2.5.3 マインドマップ.....	18
2.5.4 チャンス発見技法.....	18
2.6 本研究の位置づけ.....	19

2.1 はじめに

本章では、本研究に関連する研究技術動向を、

- ・複雑系システムモデルによる意思決定支援
 - ・モデリング
 - ・システム・ダイナミクスによる意思決定支援
 - ・要素の抽出・列挙のための発想・連想を促す発散技法とまとめる収束技法
- の観点から述べて、本研究の位置づけを示す。

2.2 複雑系システムのモデル化による意思決定支援

2.2.1 エンジニアリングシステムズ

de Weck, Roos, Mageeらは、複雑系システムを体系立てて理論付けた[13][14]。具体的には「社会において重要な役割を果たすことを目的とする、高度な技術的複雑さ、社会的複雑さと精巧なプロセスで特徴づけられるシステムの種類」としてエンジニアリングシステムズを定義した。エンジニアリングシステムズの特徴としては「現実社会に存在」し、「人工的」で、「動的な特性」で、「ハイブリッドな状態」(複数のシステム状態が混在する)で、「人間による制御(関与)」が存在することとしている。その上で、「エンジニアリングシステムズのモデル化および分析」として、これを容易にするツールと方法について論じている。エンジニアリングシステムズは、応用数学、オペレーションズ・リサーチ、物理学、制御理論、生産工学などを基礎とするツールや方法群を、一式の相補的な方法でまとめて、各々単独よりも深い洞察を得られる1つの統一されたアプローチとしている。具体的には、「システムの規模と範囲の定義」、「機能の記述と実現」、「システム構造の分析」、「システムの振る舞いの時間的広がり」の定量化」という4つの観点かつ手順で、複雑系モデルを作成して分析している。

彼らはこの4つの手順を、エンジニアリングシステムズのモデル全体を把握、分析して、「Re(再)」(繰り返しての意)考察・洞察を得る方法とした。この中の「システムの振る舞いの時間的広がり」の定量化」においては「システム・ダイナミクス」が紹介され、時間に伴うシステムのダイナミックな変化をとらえるのに非常に優れたなものとしている。この研究は、エンジニアリングシステムズの全体概念とアプローチの意思決定における有用性を論じるに留まっており、具体的な個別テーマへの適用やその結果の洞察については、論じられていない。

2.2.2 ペトリネットを利用したシミュレータ

青山らは、複雑性システムを分散システムと捉え、離散事象システムを数学的にモデル化するペトリネットという手法を用いて、工場のシミュレータを作る一連の研究を行なった[42][43][44]。工場の生産活動における膨大な情報の管理や処理の効率化などの諸問題に対処するため、造船工場の持つ機能をペトリネットでモデル化して、その生産活動をシミュレートした。これにより、生産資源を整理、その能力因子による制約と時間因子による制約を整理した。合わせて生産情報を整理して、生産活動をシミュレーションできるようにした。この中で、最適化困難な生産スケジューリングを有効にシミュレーションするためには、製品、工程計画、工場などをモデル化して統合(関係づける)ことの必要性を示した。

この研究では、造船業という多品種少量生産で個別受注生産という特化した工場形態でのシミュレーションの有効性を示したものであり、例えば人事業務などの一般的業務で活用する場合は、更なる汎用化が必要になると考えられる。

2.3 モデリング

システムズエンジニアリングのモデリングのガイドラインとしては、アメリカ機械学会 (The American Society of Mechanical Engineers: ASME) の V&V 10-2006 がある。主に製品、特に自動車のようなものを対象にしているが、その中にはトップダウンアプローチとボトムアップアプローチの両方が関連して述べられている[45][46]。

青山は、モデル化とオブジェクト指向を整理して、造船における設計・生産システムにおけるモデル化を詳細に論じた[47]。

2.3.1 ビジネスプロセスモデリング

システムモデリングと同系統のモデリングとしては、ビジネスプロセスモデリングがある[48]。

ハーベイは、ビジネスプロセスモデリングを、開発の上流工程におけるビジネス分析 (モデリング) の手法としてビジネスプロセスモデリング (BPM) とペトリネットの活用を詳説しているが、あくまでもシステム設計のためのモデリングである[49]。トップダウンアプローチモデリングでも、ボトムアップアプローチモデリングでも活用できる P4 という 20 の基本パターンからなるが、実現場における具体的な経営施策選択支援としての具体的な活用方法は、記述のスコープ外となっている。

ビジネスプロセスモデリングでは、UML というモデリング言語が普及している[50]

2.3.2 業務プロセスモデリング

堀内は、データ中心システム設計におけるデータ中心アプローチ (Data Oriented Approach: DOA) の手順として、業務プロセスモデリングを起点とした、データ標準化、データライフサイクル処理設計 (DLCP 設計)、等と、段階的に分解・詳細から始めるシステム設計手法を示した[51].

これは、本論文のボトムアップアプローチモデリングに通じる手法であるが、これらはあくまでも IT システム開発におけるデータモデリングを主眼に据えており、業務の定量的な連関をモデリングする部分は示されていない。

オブジェクト指向分析・設計も、同様の考え方ではあるが、ボトムアップ的に必要な部品を考えるとという部分は、本研究と発想が共通している[52][53]. しかし、経営意思決定支援は、その主眼ではない。

2.4 システム・ダイナミクスによる意思決定支援

システム・ダイナミクスによるシステムモデリングは、Sterman が詳しく論じ[30][31]、その後、多くの論文に参照された[54].

現在、国際的に最も受け入れられているモデリング・プロセスは、Richardson と Pugh [55] によるものと、それに準じて田中・高橋らが論じたものなどがある[29].

これらと Sterman との共通性は、Martinez-Moyano と Richardson が整理して論じた[56]. これらの手法は本質的には、トップダウンアプローチモデリングと言える。また、Richardson と Pugh らのシステム・ダイナミクスモデリングプロセスとは異なるアプローチとして、Richmond や、Takahashi は、現場実務者の記述的な説明から、モデルを構築している[57][58]. この方式は、本研究の自律性・自己裁量性の高い知識労働実務者の記述をモデル化のベースにしている点と、現場起点という観点で共通している。

本研究の提案手法は、定量的なシミュレーション分析を重視しており、定性的な因果ループ図の作成は必須とはしていない。その意味で因果ループ図による定性的システム・ダイナミクス (あるいはシステム思考と呼ばれることもある[59][60]) に依拠しない定量モデル

構築を重視する Warren や高橋の手法とも、定量的モデリングを重視する価値観としては、共通している[61][61].

湊[63]は、複雑系システムの各要素の連関性を、具体的な現実テーマを対象にして検証した。これは、航空宇宙研究開発プロジェクトの社会経済価値評価として、システム・ダイナミックスを用いて、公共―産業―市場間の複雑な相互依存性をモデル化し、極超音速機を対象とした売上等の定量指標により時系列で評価したものである。投資効率や価値創造の大きさに加え、キャッシュフローを基に雇用創出効果や税収効果を推計し、さらに雇用調整や産業シフトのタイミングまで事前に予測することが可能となり、長期に渡る研究開発プロジェクトの戦略的マネジメントを可能にしたとしている。この研究は、航空宇宙研究開発のなかの極超音速機という特化した生産形態でのシミュレーションの有効性を示したものであり、広く一般企業での汎用的な活用には、例えば企画書作成業務などの業務に合った、更なる一般化が必要になる。また、この研究はその目的と相まってトップダウンアプローチモデリングで構築されている。このため、本研究がモデリングの対象としているような自律性・自己裁量性の高い現場での適用は、スコープの範囲外である。

Czaika[64]は、システム・ダイナミックスを、従来以上に数学的なモデルシミュレータと位置づけて現実世界に適用して、継続的かつ持続的な交渉と意思決定に必要な、科学的情報とステークホルダーの利益との統合(連携)を支援した。この研究は、ステークホルダーに科学的な情報を継続的に提供することで、ステークホルダーが繰り返す継続的かつ持続的な交渉と意思決定に大きく影響(貢献)できるかを検証している。検証対象は2種類の、現実世界に則して複雑なビジネスゲームであり、「十分にシリアスである」とはしているが、あくまでも机上検証にとどまっている。この研究は、シミュレーションゲームとしてモデルが構築されているため、現場起点のボトムアップモデリングとは、異なる観点のモデリングである。

例えば、システム・ダイナミックスモデルとエージェントベースモデルを比較すると、エージェントベースモデルにおける個々の状況の関係は、システム・ダイナミックスモデルのストックとフローの関係によく似た statechart ブロックで表現される。statechart ブロックは量あるいは人数の代わりに、各状態の確率で表される。変化の速度はコンピューターからの乱数発生による確率に従う。個々の状態変化が基本的に確率で決定されるため、それらの集合である全体の挙動結果には必ずしも再現性はない。

一方システム・ダイナミックスモデルは、量や人数がストックとして設定でき、ストックの微分がフローという関係で変化の速度を表現する。また、システム・ダイナミックスモデルのストックの初期値を設定できる。

2.5 要素の抽出・列挙のための発想・連想を促す発散技法と

まとめる収束技法

複雑系を前提としたシステムズエンジニアリングでは、アイデアの発想法としてブレインストーミングを用いることが紹介される。その具体的な手法としては、KJ法が紹介されていることが多い。また要求定義や設計手順として、トップダウンアプローチや、ボトムアップアプローチも紹介されている[65][66][67]。

2.5.1 ブレインストーミング

Osborn が提唱した集団的発想法であるブレインストーミング[68]は、参加型集団学習であるワークショップ[69]の標準的な進行過程中的「発散」の具体的な手段の一つとして、広く知られている。

一般にブレインストーミングの4原則は、以下の通りである。

- ① 出てきたアイデアや事実を批判しない
- ② 自由奔放な発想を歓迎する
- ③ 量を歓迎する
- ④ 他のアイデアの変化・派生・相乗りを歓迎する

ブレインストーミングは、新しいアイデア創出に用いられることが一般的ではあるが、事実の網羅的な列挙の検証のために、ブレインストーミングを用いる例も複数ある[70][71]。

2.5.2 KJ法

川喜田は、ブレインストーミングの原則に従って自由に発散・発想・連想させ、羅列・抽出した事実やアイデアをまとめあげる技法として、KJ法を提唱して、広く知らしめた[72][73][74]。

KJ法の特徴として

- ① カードに記述して、全員で一覧できる
 - ② カードをグループに分類・まとめる
 - ③ 図解化する(KJ法A型図解法)
 - ④ 文書化する(KJ法B型叙述法)
- (③④の混在や順序の逆転もある)。

の4つがある。

同様の発想法には、中山の NM 法などもある[75]。

また、これらの、集団が協調・協同して、アイデアなどを発想・連想する技法は、ブレインストーミングや KJ 法が、一般に普及した後も発展・発達して、マインドマップや、IMDJ(Innovators Marketplace on Data Jackets) なども広まった。

本研究では、広く一般に知られ、詳細な説明を省略できるため、「KJ 法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」を用いた、

2.5.3 マインドマップ

マインドマップは、ブザンが開発した発想法である[76]。ブレインストーミングの発展系とされ、自由な発想・連想をノードに記述して、関連したノードを発想・連想して書き留めては、曲線で結ぶ。

その際に、横長の紙を使う、用紙の中心から記述を開始する、などいくつかのルールがある。

基本的に集団ではなく、一人で作成することが多いところが、KJ 法とは異なる。コンピュータソフトウェアがあり、それを使うこともある。

2.5.4 チャンス発見技法

大澤らの、IMDJ(Innovators Marketplace on Data Jackets) は、データ市場におけるデータ利活用を支援するワークショップ型手法である[77]。様々な形式のデータをデータジャケット(データの概要情報)化することでデータ駆動利活用を発想するチャンス発見技法とも言う。発想に対して、発案を歓迎しつつ批評して、修練させようとするところが、まずは質より量で、網羅性を目指すブレインストーミングとは異なる。

さらに Wang, Ohsawa らは、ISS(Innovation Support System) として、新製品設計、特にクリエイティブな製品設計においてデータ結晶化を用いて、革新を支援するシステムを提案した。この手法は

- (1) 視覚化シナリオグラフの生成
- (2) 人間的価値の認識
- (3) 共有された知識に基づく価値共創

(4) 新たなチャンスの評価

という4つのプロセスからなる。

IMG(Innovators Market Game)というゲームでは、カード、ゲームボード、仮想通貨を用いて、イノベーター(プレイヤー)としてビジネスアイデアを提示し、それを Keygraph として機械支援で編集しながら、相互の発想を促す部分である。その結果、想定外の発案を促す部分がチャンス発見(Chance Discovery) である[78]。コンピュータ支援で、Keygraph が自動描画されるところが、モデルをモデラー (人) が作成する本提案手法とは異なる部分である。

また、本提案手法が行う、発案した意思決定選択肢をシステムモデリングして、シミュレーションして実現検証や実効検証する点も異なる。

2.6 本研究の位置づけ

以上のように、既存研究は、複合的なシステムや複合的なプロジェクトを複雑系システムとして捉え、その範囲と構成要素の関係性を定義して、それぞれの要素を動的に変化させて、シミュレーションなどを通じた結果から、投資効果や労働効率化などの波及効果について洞察を得ている。本研究は、これらの典型を、複合的なシステムや複合的なプロジェクトを対象にするのではなく、一般企業などの専門業務(知識労働業務)を題材に、一般企業の汎用業務を、複雑な要素が絡み合う複雑なシステムと捉え、まず、システムモデリングのボトムバウンダリーを現場を起点にして決定した後に、現場の詳細な情報収集・調査で得た精緻な要素をボトムアップアプローチで組み上げてモデル化し、分析評価している。

本研究で提案するボトムアップアプローチモデリング手法で可能となる点は、本章の2.2節から2.5節の関連研究のレビューに対応する以下の4点である。

① 企業における一般的な汎用業務を、複雑なシステムとしてとらえ、意思決定問題として設定できる。

②特に、専門性の高い知識労働など、自発的・創発的で自律性・自己裁量性が高い業務について、精緻に動的に関連させるボトムアップアプローチ(ビルドアップアプローチとも言える)で定量的にモデル化する。

この時に、システムモデリングのバウンダリーと粒度をボトム(下限境界)として設定して、そこから上に上がっていくため、モデリングの際限が明瞭になる。

③ システム・ダイナミクスを用いてモデル化し、一般的に理解しやすく、量や人数をストックとして設定、スピードをフローとして表現することで 経営意思決定関係者(ステークホル

ダー)の共通認識形成を容易にして、合意形成に資する。上記の動的モデルを活用して、企業の特定期間課題に最も影響する要素を、意思決定に必要な要素が欠如・脱落無く、重複無いことや、経営施策選択肢が網羅的に検討されたことを他者でも容易に確認できる。

④ 以上のプロセスのために、その構成要素と仮説条件設定を網羅的に抽出する手順を示すことができる。

第3章 提案手法

3.1 はじめに	22
3.2 情報収集・調査	24
3.3 詳細モデルの構築	43
3.4 モデルの挙動検証	45
3.5 シミュレーション結果の評価	45
3.6 感度解析	45
3.7 意思決定	46

3.1 はじめに

本研究では、企業などの経営意思決定支援として、現場起点で、精緻かつ詳細な情報を調査・収集して、それに基づいてシステム・ダイナミックスを用いて相違の少ない詳細な全体モデルを組み上げるボトムアップアプローチモデリング手法を提案する[79]。提案する手法は、そのモデリングの中核にシステム・ダイナミックスを利用している。その外観を図 3-1 に示し、図 3-2 はその手順概要である。表 3-1 はその内容概要である。

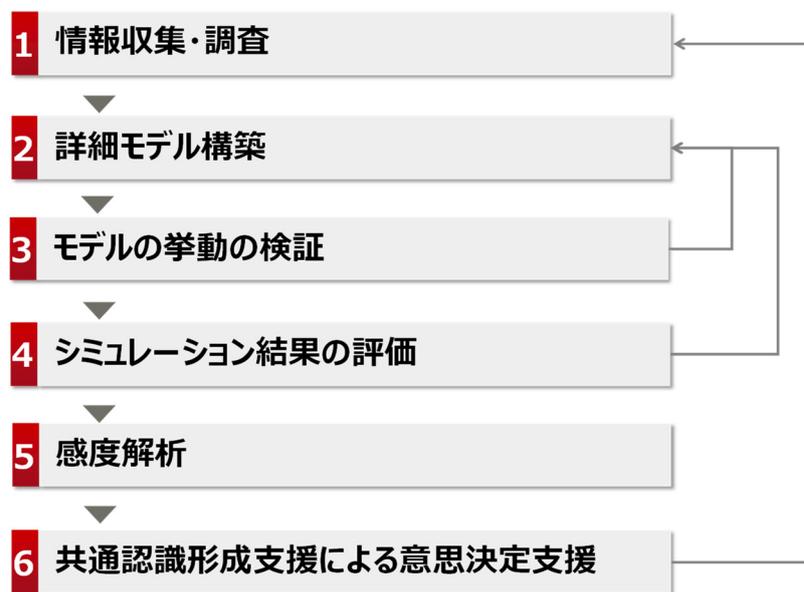


図 3-1 ボトムアップアプローチモデリング手法の外観

表 3-1 提案手法の手順と内容概要

No.	手順	内容
1	情報収集・調査	①対象業務が、自発的・創発的かつ自律性・自己裁量性の高い知識労働であり、ボトムアップアプローチモデリングが適しているかを判断 ②経営課題の対象となる現場での精緻かつ詳細な情報収集 ③業務マニュアル、報告書などの記録の収集 ④業務現場インタビュー、業務現場精察 ⑤現場と経営課題の抽出と対策立案ディスカッション ⑥測定可能な変化量、特にKPIになる測定可能な評価指標設定 ⑦現場調査で抽出した網羅的な要素の関係性確認(因果ループ図を用いても可) ⑧経営施策選択肢をモーフォロジカル・マトリックスを用いて整理
2	詳細モデル構築	①システム・ダイナミクスモデル(ストック・フロー図)の構築
3	モデルの挙動の検証	①過去の実データによる事実再現で構築モデルの妥当性検証
4	シミュレーション結果の評価	①モーフォロジカル・マトリックスで確認した経営施策選択肢をシミュレーション
5	感度分析	①シミュレーションで実効性の高いものを感度分析 ②最も効果のある経営施策の提示
6	共通認識形成支援による意思決定支援	①シミュレーション結果や感度分析による共通認識形成を支援 ②共通認識形成が、合意形成に資して、意思決定を支援する

提案手法の重視している手順は、表 3-1 中の第 1 項 情報収集・調査である。知識労働現場業務従事者とともに、必要な情報を KJ を用いたブレインストーミングで抽出・列挙しながら、共通認識を形成して、合意形成に資することである。本章ではその部分に重点を置いて記述する。

3.2 情報収集・調査

まず、経営課題の対象となる現場での精緻かつ詳細な情報収集と調査を行う。

このプロセスは、業務現場が実務とモデルの関連付けを理解でき、実務への反映を納得できるレベルの粒度にして、詳細な業務モデル作成と、網羅的な経営施策選択肢を整理するために、精緻に行う。これはボトムアップアプローチでモデリングするための要諦である。

同時に、モデリングするバウンダリーのボトムレベルを設定して、時間尺度と粒度を設定する。

1.5 節「ボトムアップアプローチモデリングの必要性和有効性」に述べた通り、本研究の主な対象者は、研究・開発などの自己裁量性の高い現場業務(一般に、専門性の高い頭脳労働・知識労働)の従事者である。仕事の量、作業手順、スケジューリング、残業は、上位管

理者ではなく作業員本人が決めている。本人自身が実務管理者であり、かつ作業員である。このような場合は、現場を起点として、詳細かつ精緻に情報収集・調査を始めるボトムアップアプローチモデリングの方が、必要不可欠な詳細情報の収集が容易である。

初めに、業務マニュアル、報告などの記録、現場インタビューなどの情報収集を通じて、経営課題の全貌と「解きたい問題」およびその真因である「解くべき問題」を仮説立案する。抽出した課題に対して、とりうる経営施策選択肢も仮説立案する。あわせて、関係要素の網羅的抽出、要素間の関係性と測定可能な変化量、特に KPI となるような測定可能な評価指標を設定する。

この一連の網羅的な抽出作業については、業務現場とのワークショップで、「KJ 法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」で自由な発想・発案を促して、考慮すべき要素・関係性抽出・経営施策案の欠如・脱落低減を図る。同時に、「KJ 法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」を用いた成果を業務現場と確認することにより、抽出成果の網羅性を合意形成する。

その結果、詳細モデルに反映するべき要素・関係性・経営施策案を、網羅的に抽出・整理したという合意が、後の詳細モデル構築後の業務現場の理解と受容を促進する。

また、一般の現場業務従事者も頭脳労働者も、現場業務従事の自負から、自分の気にしている指標がモデルに入っていないければ、モデルそのものを理解・受容しない[9][30][31]。したがって、まずは過剰詳細になるリスクがあっても関心のある事項を掘り出してモデルに入れて理解を共有し、そのうえで構築したモデル全体を先の現場業務従事者も頭脳労働者に受容してもらってから、過剰詳細な部分を選別・除去して、整理していくほうがモデルの振る舞い結果も受け入れられやすい。この場合、現場にとって重要な詳細要素を漏らすことはほとんどない。手間をかけても、必要な詳細を全て含んだ「役立つ」モデルを作ることで、現場にとって欠如や脱落の無いモデルで自律性の高い現場業務従事者から信用と信頼を得られると考えられる。

本研究では、当初、表 3-1 の 1 項：情報収集・調査の①～⑦にあるような内容を、筆者が対象組織毎に、前例を参考にしながら、適度に相手にあわせて調整しながら、資料収集やヒアリングを実施していた。後述の第 6 章のケーススタディ 3、第 7 章のケーススタディ 4 では情報収集・調査の手順は、この表 3-1 に準じて実施したものである。

しかし、筆者の属人的なスキルに依存することになり、筆者以外の関係者が情報収集・調査を実施することを阻害する可能性があった。

そこで、表 3-2 のように手順を詳細化して 情報収集・調査を実施するようにした。前述の現場業務従事者とワークショップを開催して発想を促し、その結果をまとめる手段も手順化し

た. この詳細手順においては, ③の[現場が満足する構成要素と関係性・施策の抽出・列挙と結果の合意形成]を, ボトムアップアプローチモデリングの最も重要な詳細手順と位置づける. このため, ①[対象領域の全貌と概要把握]と, ②[問題の絞り込みと現場情報収集・調査の計画立案]のように, 事前に十分な準備を行う.

第4章のケーススタディ1と, 第5章のケーススタディ2は, 表3-2の手順で実施したものである.

表 3-2 情報調査・収集の詳細手順

手順No.	①	②	③	④	⑤
目的	【対象領域の全貌と概要把握】	【問題の絞り込みと現場情報収集・調査の計画立案】	【現場が満足する構成要素と関係性・施策の抽出・列挙と結果のコンセンサス形成】	【収集情報の分類・整理】	【モデルの下書きと構造立案】
入力情報 (収集・参照情報)	[概要情報の調査・収集] ・経営方針 ・経営報告書 ・事業方針 ・事業計画書 ・事業報告書 ・組織概要	・①の成果物 [静的な情報の調査・収集] ・業務マニュアル ・業務報告書 ・職務定義 ・組織表 ・名簿	・①②の成果物 [動的な情報の調査・収集] ・業務引継書 ・月報/週報/日報 ・現場観察 ・現場インタビュー ・KJ法を用いた現場ブレインストーミングワークショップ	・①②③の成果物	・①②③④の成果物
内容	・モデルの構成要素、バウンダリー、詳細度の仮説立案 ・背景情報の収集 ・モデリング対象領域の全貌・全容の把握に寄与する情報の収集 ・対象領域慣習、対象領域文化、価値観の把握に寄与する情報の収集 ・概念としての時間感覚の把握 (年/半期/四半期/月/週/時などのいずれで業務が進むか)	・詳細情報収集対象の特定 (現場・人物・書庫・書類・データ) ・詳細情報収集・調査方法の確定と計画 ・事前現場インタビュー	現場業務従事者とKJ法を用いた詳細情報抽出・列挙・網羅性合意 ・構成要素 ・関係性 ・施策案 ・上記の属性 ・「解くべき問題」の設定と合意 ・「解くべき問題の解法」の合意	・構成要素の分類 ・関係性の分類 ・経営施策の整理 ・重要貢献要素の明確化 ・推進指標の明確化 ・CSF (定性的重要成功要因) の識別 ・KSF (定量的重要成功要因) 識別 ・KPI (重要測定指標) の策定	・システム・ダイナミクスモデルの下書き {③④の抽出・列挙して合意した詳細情報を全て使った下書きをする。ラフスケッチとして、定性的な関係モデル(因果ループ図)を仮描画しても良い} ・関係がわからない詳細情報は孤立させて描く。 ・追加情報収集・調査
出力 (成果物)	・解きたい問題の想定一覧表 (問題候補一覧) ・想定した仮説問題を確認するための事前現場インタビューシート	・現場と識別・仕分・確認・集約した問題一覧表 ・KJ法ワークシート ・「解きたい問題」「解くべき問題」「解くべき問題の解法」の仮説一覧表	・現場インタビュー結果シート (整理表, など) ・KJ法ワークシートの結果 ・「経営施策案(解くべき問題の解法)」が書かれたモーフォロジカル・マトリックス(項目欄)	・モーフォロジカル・マトリックスのパラメタ項目(CSF/KSF/KPI欄)	・システム・ダイナミクスモデル図の下書き ・モーフォロジカル・マトリックス(合意版)

① [対象領域の全貌と概要把握]

まず経営意思決定対象領域の概要情報を調査・収集して、

- ・モデルの構成要素、バウンダリー、粒度の仮説立案
- ・背景情報の収集
- ・モデリング対象領域の全貌・全容の把握に寄与する情報の収集
- ・対象領域慣習、対象領域文化、価値観の把握に寄与する情報の収集
- ・概念としての時間感覚の把握

を行う

また、「解きたい問題の想定一覧表(問題候補一覧)」を作成する。

「解きたい問題」とは、「ありたい姿ではない状態」であり、当事者の感覚に合わせて、その粒度も、言い回しも特に制限しないで自由に表現する。事前に想定する場合も、この前提で自由に仮説を立てる。この手順を経ることにより、業務現場での様々な情報収集に具体性を加える。

さらに、インタビューシートを準備して、インタビュアーのインタビュースキルに依存しないインタビューを目指す。このインタビューでは、解きたい問題の事前確認のみならず、様々な現場業務情報や業務背景情報の把握を行う。

これは、オブジェクト指向のシステム分析技法[53]を参照した。

表 3-3 解きたい問題の想定一覧表

の経営課題（解きたい問題）の想定			
	想定される「解きたい問題」	記述	備忘
1			
2			
3			
4			
5			
「解きたい問題」とは、「あるべき姿ではない状態」			

表 3-5 「解きたい問題」「解くべき問題」「解くべき問題の解法」の仮説一覧表

の経営課題（解くべき問題）の想定			
	「解きたい問題」	「解くべき問題」	「解くべき問題の解法」
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
「解くべき問題」とは、「解きたい問題」を分解して、「解法が存在または考案出来る粒度・詳細になったもの」			

ここで、注意・留意すべきことは、

- ・「解きたい問題」と「解くべき問題」は、1対1の関係ではない。
- ・一つの「解きたい問題」は、複数の「解くべき問題」に分解・詳細化され得る。
- ・一つの「解くべき問題」に複数の「解法」も存在し得る。

ということである。

ここまでの成果物は、次のステップでは、内容の確認をしたうえで、特に解法を意識的に
ださせるようにして、次のステップのブレインストーミングを進行させる。

ブレインストーミング時に、解法を意識させることとする。表 3-5 を適宜参照させると良い。

,③ [現場が満足する構成要素と関係性・施策の抽出と結果の合意形成]

以上の準備を経て、現場業務従事者、特にここでは自己裁量性の高い現場知識労働者・頭脳労働者を想定して、日々動的に進行する情報の詳細かつ精緻な収集を行う。

次に、提案する「KJ法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」を用いたワークショップを現場業務従事者で行うことにより、現場業務従事者が気にしている指標をモデルに反映して、モデルそのものの理解・受容を促す。

この「KJ法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」とは、下記に示すブレインストーミングの4原則である

- ① 出てきたアイデアや事実を批判しない
- ② 自由奔放な発想を歓迎する
- ③ 量を歓迎する
- ④ 他のアイデアの変化・派生・相乗りを歓迎する

を、遵守した発散と、カードを用いて、分類・整理・収束する手順を指す。

このことにより、まずは過剰詳細になるリスクがあっても関心のある事項を掘り出してモデルに入れて理解を共有し、そのうえで構築したモデル全体について現場の受容を得た後に、過剰詳細な部分を選別・除去して、整理していくほうがモデルの振る舞い結果も受け入れられやすいと考えられる。手間をかけても、次のステップに必要な詳細を全て含んだ「役立つ」モデルを作って、欠如や脱落の無いモデルと認知してもらい、自律性の高い現場の信用と信頼を得ることが狙いである。

この際に、現場の詳しい観察や、現場の業務引継書、月報/週報/日報などの収集・分析を行うと現場の行動原理や暗黙知を理解すると同時に、現場の共感も得やすい。

さらに現場のモデルそのものの受容のためには、「KJ法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」のワークシートの結果をワークショップ参加者で確認することが、精緻で網羅的な構成要素と関係性を抽出できたことへの共通認識形成となる。

同時に、このワークショップで、表 3-5 を参照しながら、「解きたい問題」およびその真因である「解くべき問題」と「解法」もこのタイミングで合意して、整理法としてモーフォロジカル・マトリックス[80][81]を用いた、経営施策選択肢一覧表の項目欄に整理する。

「KJ法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」のワークシートの成果物は、次ステップの分類にも活用する。

図 3 2 は、「KJ法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」に基づいて、ブレインストーミングで

構成要素を網羅的に列挙した結果例である。

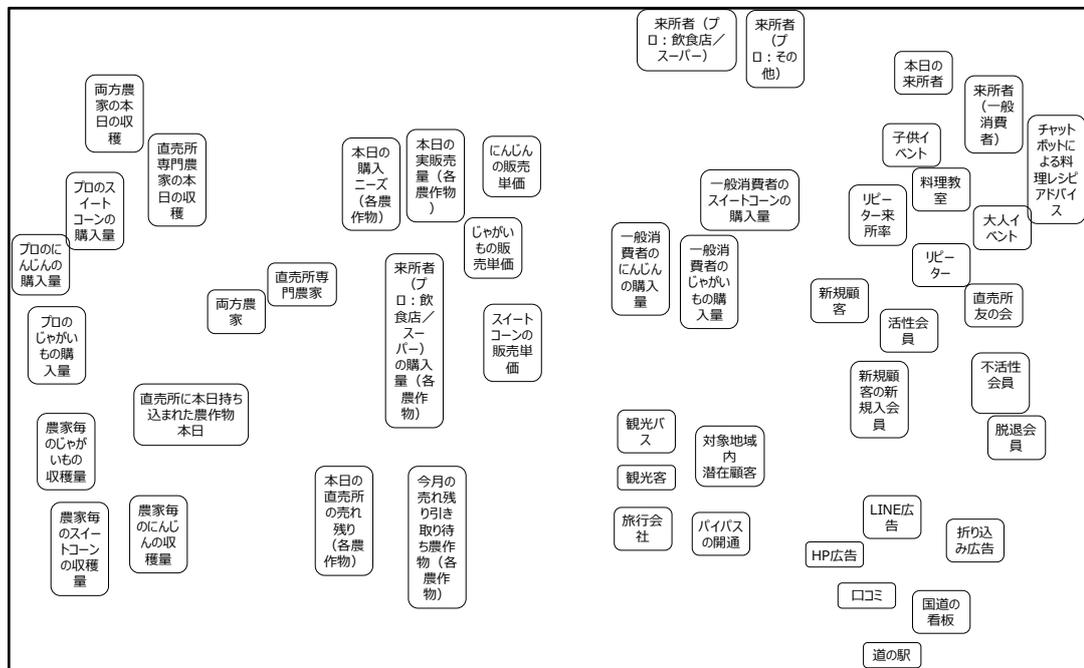


図 3-3 「KJ法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」に基づくブレインストーミングの例(構成要素の列挙例)

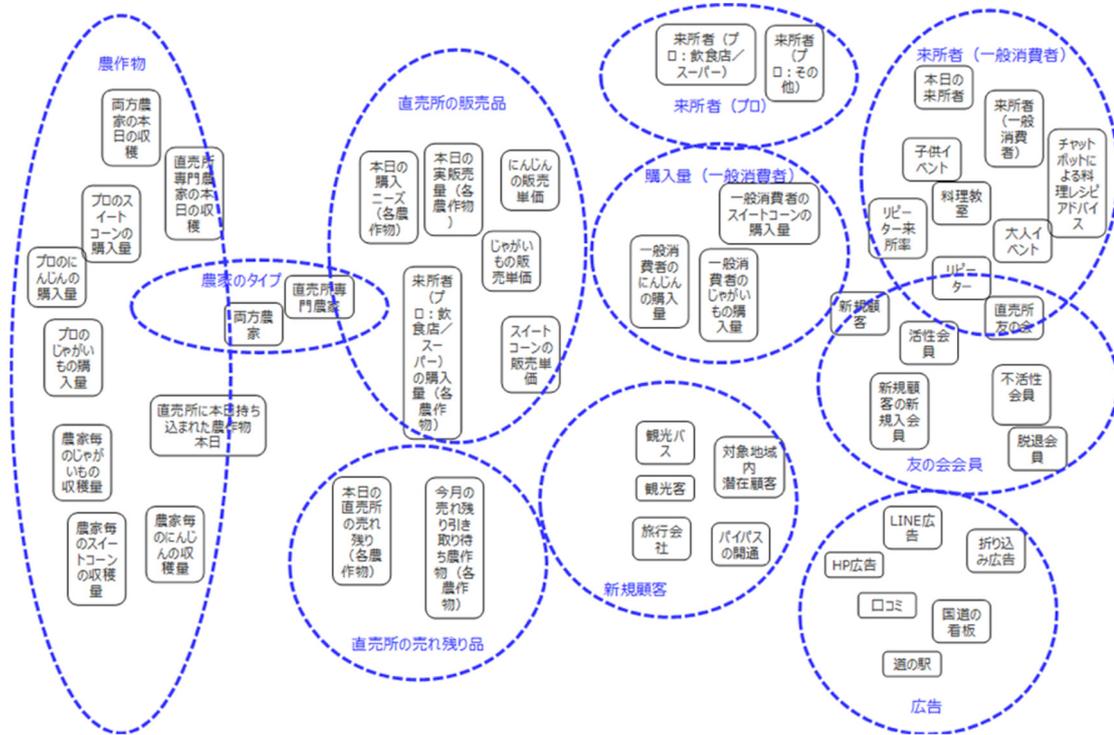


図 3-4 「KJ法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」に基づくブレインストーミングの例 (列挙結果のグループ化)

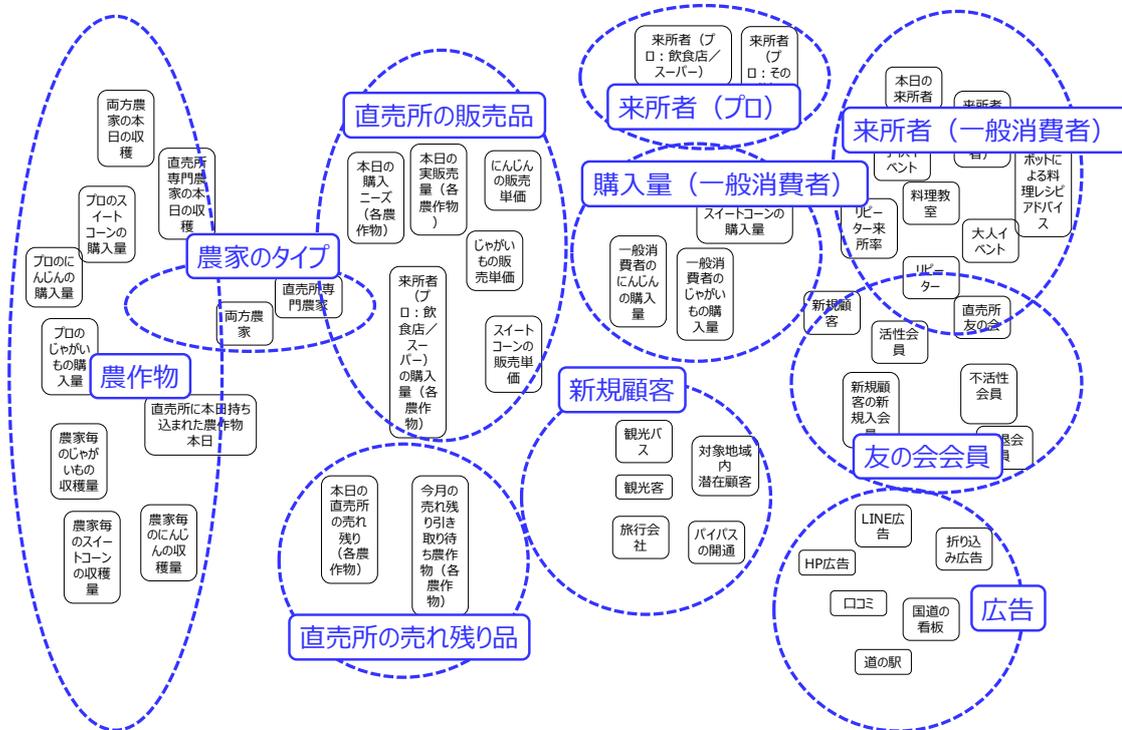


図 3-5 「KJ法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」に基づくブレインストーミングの例 (グループに命名)

次に、この結果を図 3-4 のようにグループ化して、それぞれのグループに図 3-5 のように、を命名する。基本的にモノすなわち構成要素としての特徴を命名しておく、後の参照時にグループ化の理由として分かりやすい。さらにそれぞれの関係性を図 3-6 のように整理する。この図は、後のシステム・ダイナミクスモデル図作成時のパーツを決めるときや全体レイアウト考案時に参照する。

この作業も、これ以降の作業も、現場部門との「KJ法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」に基づいてブレインストーミングを実施しながら進めていく。

続けて、グループ間の関係性や、構成要素間の関係性を矢印で表記して命名する。

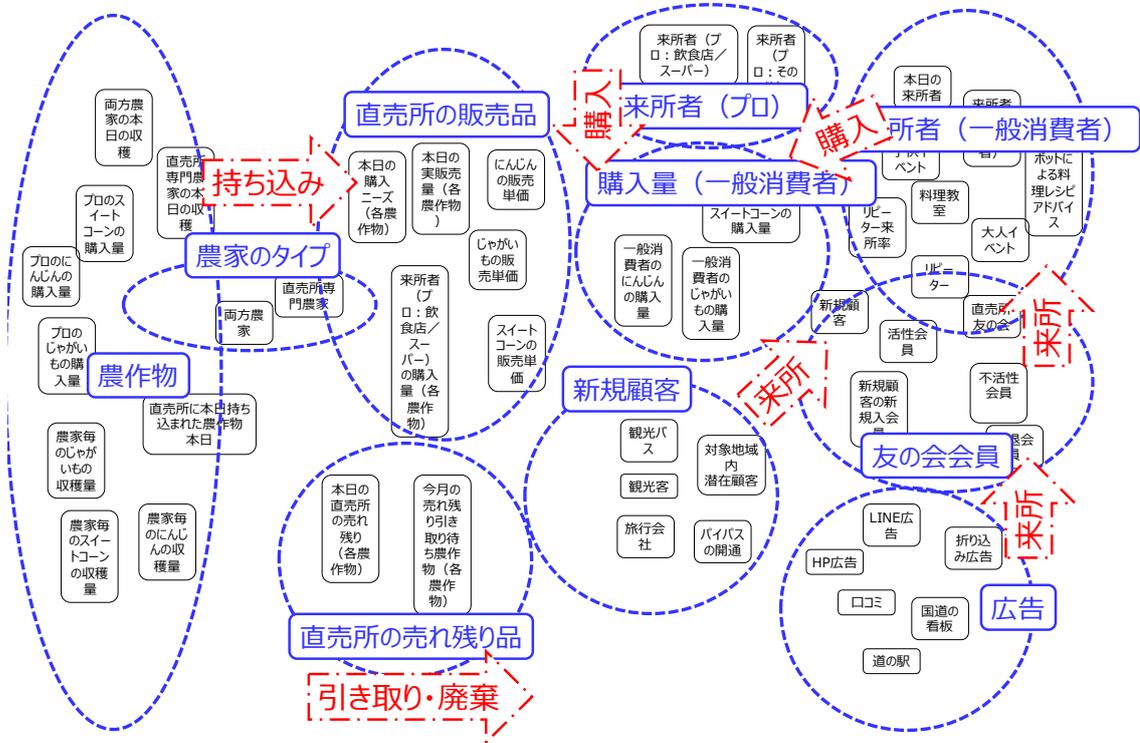


図 3-6 「KJ 法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」のワークシート(結果)

以上の作業と同時進行で、列挙された構成要素や関係性に、以下の表 3-6, 表 3-7, 表 3-8 に示したシステム・ダイナミクスモデル化のための属性分類指標類を参考にして、属性を付与する。モノ、コトは、中村の定義を踏襲した[82].

表 3-6 システム・ダイナミクスモデル化のための属性分類指標(モノ)

観点	特徴	分類
モノ 「我々が見たり触れたりでき、姿、形をもち、名前をつけて呼べる“ひとまとまりの物質”である。取り扱いの“対象”として、あるいは、取り扱いの“手段”としての役割をきる」	1. 可算 2. 蓄積可能 3. 時間の経過で推移がある 4. 時間の遅れがある 5. 初期値がある	ストック
	6. 可算 7. 瞬間的である 8. 速度のような単位時間の変化量 9. 初期値が無い 10. 条件・スイッチ	補助変数

表 3-7 システム・ダイナミクスモデル化のための属性分類指標(コト)

観点	分類
コト 「はじめの『もの』が終わりの『もの』になる変化を意味する」	フロー(ストックを結ぶ場合) または 補助変数

表 3-8 システム・ダイナミクスモデル化のための属性分類指標(定数)

観点	分類
想定した時間の範囲では 固定的な構成要素	定数

注意事項として、本研究で用いたシステム・ダイナミクスモデリングソフトウェア「VENSIM」では、スライダー操作でシミュレーション結果を見たい場合は、当該構成要素を、定数として設定する必要がある。

なお、システム・ダイナミクスモデル作成において、ストック、フロー、補助変数などの設定は、固定的・絶対的なものではなく、用途や目的に応じて相対的に設定することが出来る。

また、コトには、フローになるコトと、経営施策になるコトが存在する。経営施策になるコトは、スイッチとして定数設定しておくこと、詳細モデル構築後のシミュレーションの際、スイッチのオン・オフで実行前と実行後の可視化効果が高い。

以上の作業は、後のシステム・ダイナミクスモデル作成時の重要な前準備である。

この「KJ法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」のワークシートの結果が出来上がった時点で、現場業務従事者と、モデルに加えたい構成要素や関係性を、必要かつ十分に列挙できたことを確認する。この確認が、本提案手法の適用における重要なポイントである。共通認識形成が出来ない場合は、継続して構成要素や関係性の抽出・列挙を繰り返す。

先にモノとコトを分類して属性付与したことを利用して、まずモノを表に埋めて、次に間をコトでうめる。

ここでは、まず、現場部門とともに、先に付与した属性情報を参照しながら、構成要素にはモノを目安に記載する。例では、構成要素に、「担当者」と「主任」を表に記載する。(表 3-10)

表 3-10 構成要素と関係性の整理表の例

【構成要素】	<変化理由>	【構成要素】
(例) 担当者 (現500人)		(例) 主任 (現100人)
{速度等の変化量}		

次に、その間の変化理由すなわちコトとして「主任昇進」と記載。併せて変化量として、毎年 10 人が昇進するならば、「10 人/年」などと記載する。

表 3-11 構成要素と関係性の整理表例

【構成要素】	<変化理由>	【構成要素】
(例) 担当者 (現500人)	(例) 主任昇進	(例) 主任 (現100人)
(例) 10人/年 (例) 10%/年		
{速度等の変化量}		

同様に、主任から幹部への昇進を記載する。

表 3-12 構成要素と関係性の整理表例

【構成要素】	<変化理由>	【構成要素】	<変化理由>	【構成要素】
(例) 担当者 (現500人)	(例) 主任昇進	(例) 主任 (現100人)		(例) 幹部 (現20人)
	(例) 10人/年 (例) 10%/年			
	{速度等の変化量}		{速度等の変化量}	

このように、現場部門と確認しながら、整理表に記載すると、システム・ダイナミクスモデルのパーツ作成が容易になる。

表 3-13 構成要素と関係性の整理表例

【構成要素】	<変化理由>	【構成要素】	<変化理由>	【構成要素】
(例) 担当者 (現500人)	(例) 主任昇進	(例) 主任 (現100人)	(例) 幹部昇進	(例) 幹部 (現20人)
	(例) 10人/年 (例) 10%/年		(例) 3人/年 (例) 3%/年	
	{速度等の変化量}		{速度等の変化量}	

この表に基づいて、構成要素 (ストック)と関係性 (フロー)を示した図 3-8 ような図を作成する

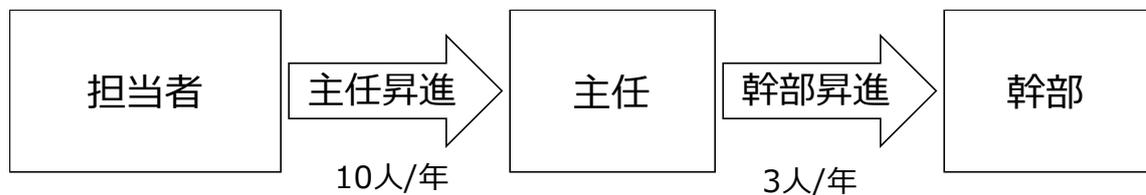


図 3-8 構成要素と関係性の図示による確認

このような、システム・ダイナミックスのモデル図の下絵としてのパーツを、図 3-1 のグループ化した単位で多数作っておいて、それらを組み立てることにより、複雑で大きな詳細モデルでも、作成がより容易になる。

④ 収集情報の分類・整理

ここまでの①～③に調査・収集した情報を以下の観点から見直し、整理する。図 3-1 の分類の見直しもここで行う。

- ・構成要素の分類
- ・関係性の分類
- ・構成要素と関係性をグループ化
- ・経営施策選択肢の整理
- ・重要貢献要素の明確化
- ・推進指標の明確化
- ・CSF(定性的重要成功要因)の識別
- ・KSF(定量的重要成功要因)識別
- ・KPI(重要測定指標)の策定。

あわせて、「KJ法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」を用いたワークショップの参加者と、表 35 の仮説一覧表における項目「解きたい問題」「解くべき問題」「解くべき問題の解法」を、確認・検証して、表 37 のようなモーフォロジカル・マトリックスを整理のフォーマットとして用いて整理する。ここでは「解くべき問題の解法」が、表 37 のモーフォロジカル・マトリックスの「意思決定項目」欄に記述される。

CSF, KSF, KPI は, 表 3-14 のモーフォロジカル・マトリックスで整理した現場業務従事者も頭脳労働者の数値パラメタになる.

表 3-14 モーフォロジカル・マトリックスで整理した経営施策選択肢の整理

	意志決定項目 (項目欄) (解くべき問題の解法)	選択肢1	選択肢2	選択肢3	メモ
	〇〇を上げる	〇〇をx%アップする	〇〇をy%アップする		
	~する	毎週1回~する	毎日~する		

⑤モデルの下書きと構造立案

収集した情報の欠如・脱落がないことをさらに確認するために, 所望のモデルの下書きとして, 既に作成したモデルのパーツを仮組みして, 構造を立案する.

ストックとフローは, 整理した表から作る. その他の補助変数や定数は, ブレインストーミングで列挙・抽出した構成要素を使う.

なお, 詳細情報が入手不能な補助変数は, モデルからは除去する.

モデルの下書きと構造立案は, 現場部門とディスカッションしながら実施し, 事前のおよそのイメージとして共通認識を形成する. 実例は第5章で提示する.

モデルの下書きは, システム・ダイナミックスの因果ループ図を用いて描いても良いが, 本提案手法では必須としてはいない. 絵コンテのような簡単なもの描くことも, または, いくつかのパーツを島のように組み立てておくこともできる. 本提案手法では, いわばジグソーパズルの仮組みのように, 実際の適用環境の都合による, 下書きの要否や下書きの粒度や順序の自由を許容する.

本提案手法では, 第4章の図 4-1 や, 第5章の図 5-4 のような下書きを作成した.

3.3 詳細モデルの構築

次に、本格的に精緻にパーツを組み立てて、システム・ダイナミックスのモデルであるストック・フロー図を詳細に構築する。下書きがある場合は、それを参考にしながら組み立てる。

前述の 3.2 節で列挙したモデルの構成要素や関係性のうち、本 3.3 の段階で関係性を記述しなかった構成要素、記述できなかった構成要素は、不要な要素・関係性として以降の段階では検討対象から外す。

この除去は、「KJ 法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」を用いたワークショップに参加した現場業務従事者に、その旨を伝えて確認する。

これにより、経営意思決定に必要な要素が MECE (重複無く欠如・脱落無く) に抽出・列挙されたことを他者も確認できる。

この詳細モデル構築では、情報収集・調査の結果把握した事項のうち、「解きたい問題」と因果性・相関性があるものを、網羅的に洗い出して、システム・ダイナミックスを用いて、その連関をモデル化する手順である。

このように関係する手順と要素を洗い出して、その関係性を有機的定量的なモデルとして描いて、動的に見積もり・検証すれば、当初目論んだ経営施策の効果を、実際の施行の事前も事後も検証できる。またモデルが精緻で精巧であるため、現実に近いので、業務現場の理解と妥当性に対して、共通認識の容易な形成を支援し、合意形成に資することを狙える。

併せて

① 定量モデルとして仮完成させるため、パラメータを変化させて、関係性の正しさを確認。モデルの妥当性・正当性を確認して、② の当初所望の「可視化したいものが可視化できている」と、「モデルを見る側の目的業務に所望の便益があること」を共通認識形成に貢献すると想定される。

もっとも、このようなボトムアップ型のモデル構築は、詳細な要素が抽出され、微細なモデルになりやすい。そのため、二律背反で、作成に多大な手数が必要になることにも注意が必要である。

完成した詳細モデル例を図 3-9 に示す。

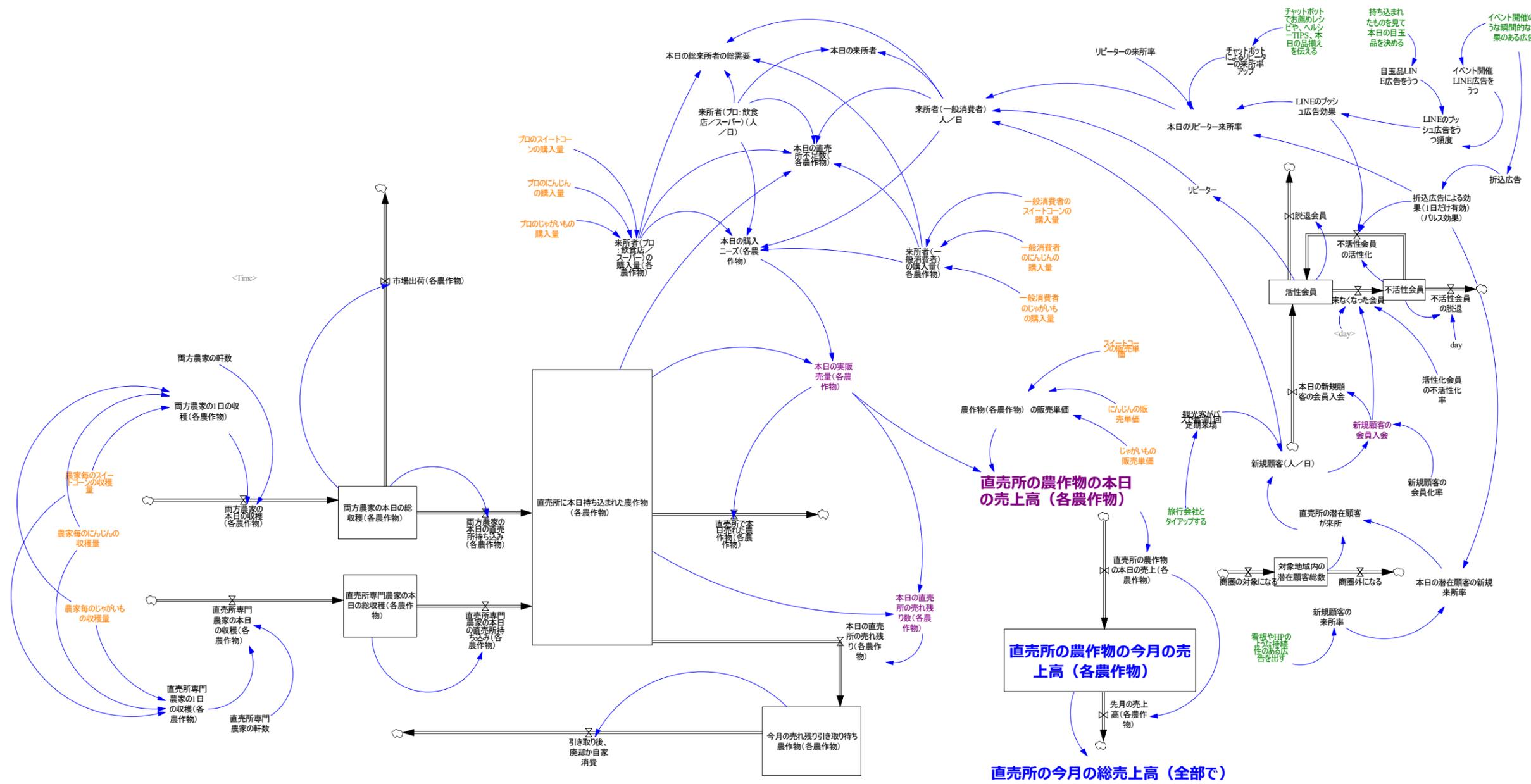


図 3-9 詳細モデル例 (システム・ダイナミクスモデル: ストック・フロー図)

(第4章)

3.4 モデルの挙動検証

完成したシステム・ダイナミクスモデルに過去の実データを与えて、過去の事象を再現するかを確認して、モデルの挙動から「モデルの要素と構造と条件設定の適切性・妥当性」を検証する。

これは Sterman[31]が詳述したような、一般的な方法で行うこととする[88][89][90][91]。

3.5 シミュレーション結果の評価

既に確定した「解きたい問題」「解くべき問題」を抽出して、モーフォロジカル・マトリクスで整理した経営施策選択肢をシミュレーションして結果を評価する。

この段階で、具体的なケースを設定して、施策適用のシミュレーションを実施する。

また、このシミュレーションに影響ない微細な構成要素や関係性をさらに除去する。

これも、Sterman[31]が詳述したような、一般的な方法で行うこととする。

3.6 感度解析

シミュレーションで特に効果がありそうな経営施策選択肢について、感度解析を用いて、最も効果のある経営選択肢を見極める。

「解きたい問題」に最も効果的な経営施策を感度解析により選択する。

これも、Sterman[31]が詳述したような、一般的な方法で行うこととする。

感度解析の観点の例を表 3-15 に示す。

表 3-15 感度解析の観点の例

	意思決定項目	感度	閾値
1	残業減のインセンティブ	高(感度帯が縦方向に広い)	コスト当たり残業時間に10%影響
2	マネージャーへの残業減のプレッシャー	中	コスト当たり残業時間に5%影響
3	知識再利用システムの導入	高	コスト当たり残業時間に10%影響
4	(意思決定項目4)	低(感度帯が縦方向に狭い)	コスト当たり残業時間に5%以下影響

3.7 意思決定

シミュレーション結果に基づいて、表 3-14 のモーフォロジカル・マトリックスで整理した経営施策選択肢と照合して、最も有効な選択を決定する。これにより経営者の経験と勘に比べて、客観的な意思決定根拠が示される。

なお、モデルの妥当性や感度解析結果は、適宜参照する。

この部分は、第 6 章および第 7 章で実際の実践手順を詳述する。

第4章 ケーススタディ 1:情報収集・調査から 詳細モデル構築までの手順検証

4.1 はじめに.....	48
4.2 対象組織の説明.....	48
4.3 情報収集・調査の詳細.....	49
4.3.1 対象領域の全貌と概要把握.....	50
4.3.2 問題の絞り込みと情報収集・調査の計画立案.....	50
4.3.3 現場が満足する構成要素と関係性・施策の抽出・列挙と結果の合意形成	52
4.3.4 収集情報の分類・整理.....	56
4.3.5 モデルの下書きと構造立案.....	58
4.4 詳細モデルの構築.....	58

4.1 はじめに

本章では、提案手法のうちの情報収集・調査プロセスについて、地方の農業共同組合を対象とした、経営課題改善の際に適用した事例について述べる。この事例では、提案手法の内、最も重要な情報収集・調査プロセスを精緻に行う手順の有効性を検証する。対象部署は、一部署である。

4.2 対象組織の説明

適用の対象になった組織は、大都市の郊外にある地方農業協同組合の直売所である。ここでは、「JA-郊外」という仮称で呼ぶ。農業協同組合(略称:農協, 愛称:JA, 以下 JA)は、「相互扶助の精神のもとに農家の営農と生活を守り高め、よりよい社会を築くことを目的に組織された協同組合である。この目的のために、JA は営農や生活の指導をするほか、生産資材・生活資材の共同購入や農畜産物の共同販売、貯金の受け入れ、農業生産資金や生活資金の貸し付け、農業生産や生活に必要な共同利用施設の設置、あるいは共済等の事業や活動を行っている[32]。

政府の農協改革推進もあり、地方農協の独立性・独自性・自立経営力強化が大きな経営改革の潮流となっている。

本農協の現在の経営課題は、「農家の農業所得の増大」であり、特に農協出荷品とは別販路となる直売所の売上増加による農家の所得増大を目指している。

直売所の農産物販売形態を詳細に説明する。農協に参加している農家が、毎朝農作物を直売所に持ち込んで、思い思いの販売価格を登録する。農協の直売所職員は、申告した価格を表示した値札を持ち込んだ農家に発行する。購入者が購入する際に、農協の直売所職員がレジで値札の価格と持ち込み農家名を入力。これが当日閉店時に集計されて、農家のその日の収入になる。高齢な農家にとっては、これがその日の貴重な現金収入になる。売れ残った農作物は、持ち込み農家が自分で引き取るのが原則だが、高齢農家の忘却や体調不良など、様々な理由で引き取られずに、生ゴミとなることもある。このような生ゴミは直売所の負担で事業廃棄物として、清掃業者に有料で引き取ってもらう。

農協にとって、直売所の相対小売りは、一般的な小売りとも形態が異なり、また、直売所のJA 職員にもこれと言ったノウハウも無く、立地や販売施策に戦略的なアプローチも無かったことで、大きな改革が必要になってきている。

ここで取り上げる直売所は、『街道沿いの直売所』という仮称にする。

4.3 情報収集・調査の詳細

本適用事例では、第3章に述べた提案手法の中でも、特に情報収集・調査の詳細手順を確立・検証することを重点的に行なった。

表 4-1 情報収集・調査の詳細手順 (再掲)

手順No.	①	②	③	④	⑤
目的	【対象領域の全貌と概要把握】	【問題の絞り込みと現場情報収集・調査の計画立案】	【現場が満足する構成要素と関係性・施策の抽出・列挙と結果のコンセンサス形成】	【収集情報の分類・整理】	【モデルの下書きと構造立案】
入力情報 (収集・参照情報)	<ul style="list-style-type: none"> 概要情報の調査・収集 経営方針 経営報告書 事業方針 事業計画書 事業報告書 組織概要 	<ul style="list-style-type: none"> ①の成果物 静的な情報の調査・収集 業務マニュアル 業務報告書 職務定義 組織表 名簿 	<ul style="list-style-type: none"> ①②の成果物 動的な情報の調査・収集 業務引継書 月報/週報/日報 現場観察 現場インタビュー KJ法を用いた現場プレーストリーミングワークショップ 	<ul style="list-style-type: none"> ①②③の成果物 	<ul style="list-style-type: none"> ①②③④の成果物
内容	<ul style="list-style-type: none"> モデルの構成要素、パウンダリー、詳細度の仮説立案 背景情報の収集 モデリング対象領域の全貌・全容の把握に寄与する情報の収集 対象領域慣習、対象領域文化、価値観の把握に寄与する情報の収集 概念としての時間感覚の把握 (年/半期/四半期/月/週/時などのいずれで業務が進むか) 	<ul style="list-style-type: none"> 詳細情報収集対象の特定 (現場・人物・書庫・書類・データ) 詳細情報収集・調査方法の確定と計画 事前現場インタビュー 	<ul style="list-style-type: none"> 現場業務従事者とKJ法を用いた詳細情報抽出・列挙・網羅性合意 構成要素 関係性 施策案 上記の属性 「解くべき問題」の設定と合意 「解くべき問題の解法」の合意 	<ul style="list-style-type: none"> 構成要素の分類 関係性の分類 経営施策の整理 重要貢献要素の明確化 推進指標の明確化 CSF (定性的重要成功要因) の識別 KSF (定量的重要成功要因) 識別 KPI (重要測定指標) の策定 	<ul style="list-style-type: none"> システム・ダイナミクスモデルの下書き {③④の抽出・列挙して合意した詳細情報を全て使って下書きをする。ラフスケッチとして、定性的な関係モデル(因果ループ図)を仮描画しても良い} 関係がわからない詳細情報は孤立させて描く。 追加情報収集・調査
出力 (成果物)	<ul style="list-style-type: none"> 解きたい問題の想定一覧表 (問題候補一覧) 想定した仮説問題を確認するための事前現場インタビューシート 	<ul style="list-style-type: none"> 現場と識別・仕分・確認・集約した問題一覧表 KJ法ワークシート 「解きたい問題」「解くべき問題」「解くべき問題の解法」の仮説一覧表 	<ul style="list-style-type: none"> 現場インタビュー結果シート (整理表, など) KJ法ワークシートの結果 「経営施策案(解くべき問題の解法)」が書かれたモーフォロジカル・マトリックス(項目欄) 	<ul style="list-style-type: none"> モーフォロジカル・マトリックスのパラメタ項目(CSF/KSF/KPI欄) 	<ul style="list-style-type: none"> システム・ダイナミクスモデル図の下書き モーフォロジカル・マトリックス(合意版)

4.3.1 対象領域の全貌と概要把握

まず、本地方 JA の経営方針、経営報告書、事業方針、事業計画書、事業報告書、組織概要などをインターネットや、組合員向け報告から入手して、

- ・モデルの構成要素、バウンダリー、粒度の仮説立案、背景情報の収集
- ・モデリング対象領域の全貌・全容の把握に寄与する情報の収集
- ・対象領域慣習、対象領域文化、価値観の把握に寄与する情報の収集
- ・概念としての時間感覚の把握

(年／半期／四半期／月／週／時などのいずれで業務が進むか)
を行った。

次に、これらの情報から、表 4-2 に示す、解きたい問題の想定一覧表を作成した。

表 4-2 解きたい問題の想定一覧表 (事前想定)

「『JA-郊外』の『街道沿い直売所』業務」の経営課題(解きたい問題)の想定			
	想定される「解きたい問題」	記述	備忘
1	農家の農業所得増大に貢献したい	JAの対外プリンシプル	具体的な意識の確認
2	持ち込み農産物の売れ残りを減らしたい	売れ残りは農家に引き取り義務(高齢者には面倒)	具体策の有無
3	来所者を増やしたい	どうやったら増えるか	集客アイデア
4	来所者の購入額を増やしたい	農産物の拡充	奈良のイタリア料理食材の事例
5	新しい顧客を開拓したい	法人、プロの料理人など	レストラン、社員食堂
6	売上機会を増やしたい	駅前に移動トラック店舗	運送手段
7	ネット販売したい	どうやって持ち込み農作物を展示・配達	本JAの要員有無
「解きたい問題」とは、「ありたい姿ではない状態」			

4.3.2 問題の絞り込みと情報収集・調査の計画立案

続いて、事前に直売所の JA 職員にインタビューすると同時に、

- ・業務マニュアル

ケーススタディ 1:情報収集・調査から詳細モデル構築までの手順検証

- ・業務報告書
- ・職務定義
- ・組織表
- ・名簿

などの、静的な業務情報の調査・収集を、直売所の JA 職員現場業務従事者の協力で実施した。

あわせて表 4-3 に示す、

- ・現場と識別・仕分・確認・集約した問題一覧表を作成した。

表 4-3 現場と識別・仕分・確認・集約した問題一覧表

「『JA-郊外』の『街道沿い直売所』業務」の経営課題（解きたい問題）の想定			
	想定される「解きたい問題」	記述	備忘
1	農家の農業所得増大に貢献したい	JAの対外プリンシプル	具体的な意識の確認
2	持ち込み農産物の売れ残りを減らしたい	売れ残りは農家に引き取り義務(高齢者には面倒)	具体策の有無
3	来所者を増やしたい	どうやったら増えるか	集客アイデア
4	来所者の購入額を増やしたい	農産物の拡充	奈良のイタリア料理食材の事例
5	新しい顧客を開拓したい	法人、プロの料理人など	レストラン、社員食堂
6	売上機会を増やしたい	駅前に移動トラック店舗	運送手段
7	ネット販売したい	どうやって持ち込み農作物を展示・配達	本JAの要員有無
8	LINE広告を使いたい	主婦はLINEが主流	スタンプが作れるか
9	直売所ならではの農作物	ハーブ?	来年の収穫まで待ち
「解きたい問題」とは、「ありたい姿ではない状態」			

これを、直売所の JA 職員とともに、表 4-4「解きたい問題」「解くべき問題」「解くべき問題の解法」の一覧表に、分解・詳細化した。

表 4-4 「解きたい問題」「解くべき問題」「解くべき問題の解法」の一覧表

「『JA-郊外』の『街道沿い直売所』業務」		の経営課題（解くべき問題）の想定	
	「解きたい問題」	「解くべき問題」	「解くべき問題の解法」
1	農家の農業所得増大に貢献したい	(1) 販売機会と手段の拡大	①直売所ビジネスの拡大
2	持ち込み農産物の売れ残りを減らしたい	(2) 売れ残らない売り方の確立	②セット販売の拡大(お鍋セット, カレーセット) ③袋詰め販売
3	来所者を増やしたい	(3) 未開拓顧客層の発掘 (4) 来場回数の拡大 (5) 認知度向上 (6) リピート率向上 (7) 直売所顧客ロイヤリティ向上 (8) 直売所集客力向上	④新聞広告 ⑤インターネット広告 ⑥国道沿いの看板 ⑦ポイントサービス ⑧LINEサービス ⑨会員カード ⑩直売所イベント(料理教室)
4	来所者の購入額を増やしたい	農産物の拡充	⑪ルッコラ, チコリ, ハーブなどの珍しいイタリア料理の野菜の栽培と販売
5	新しい顧客を開拓したい	法人の社員食堂?プロの料理人?	⑫自治体・議会・地元有力者の人脈・紹介 ⑬広告
6	売上機会を増やしたい	駅前に移動トラック店舗	⑭ノウハウ保有者との提携
7	ネット販売したい	どうやって持ち込み農作物を展示・配達	⑮ノウハウ保有者との提携
「解くべき問題」とは、「解きたい問題」を分解して、「解法が存在または考案出来る粒度・詳細になったもの」			

4.3.3 現場が満足する構成要素と関係性・施策の抽出・列挙と結果の

合意形成

直売所の農協職員と「KJ法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」を用いて抽出・列挙した直売所の構成要素と関係性は、以下の図 4-1 のようになった。

この「KJ法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」に基づく構成要素と関係性の抽出・列挙に併せて、同時進行で、以下の属性分類指標 3 種類を参照しながら、それぞれに属性を付与した。同時進行作業中の属性付与は、ブレインストーミング当事者には負荷が高いため、書記役を別途設定して、ブレインストーミングしながら、随時質問を交えながら、属性付与した。

これを元に、図 4 2 のように図示して、JA 職員に理解が正しいことを確認した。

この適用事例では、「直売所に本日持ち込まれた農作物」や友の会の「活性会員」、「不活性会員」などのモノをストック、「本日の販売量」などを補助変数に設定した。

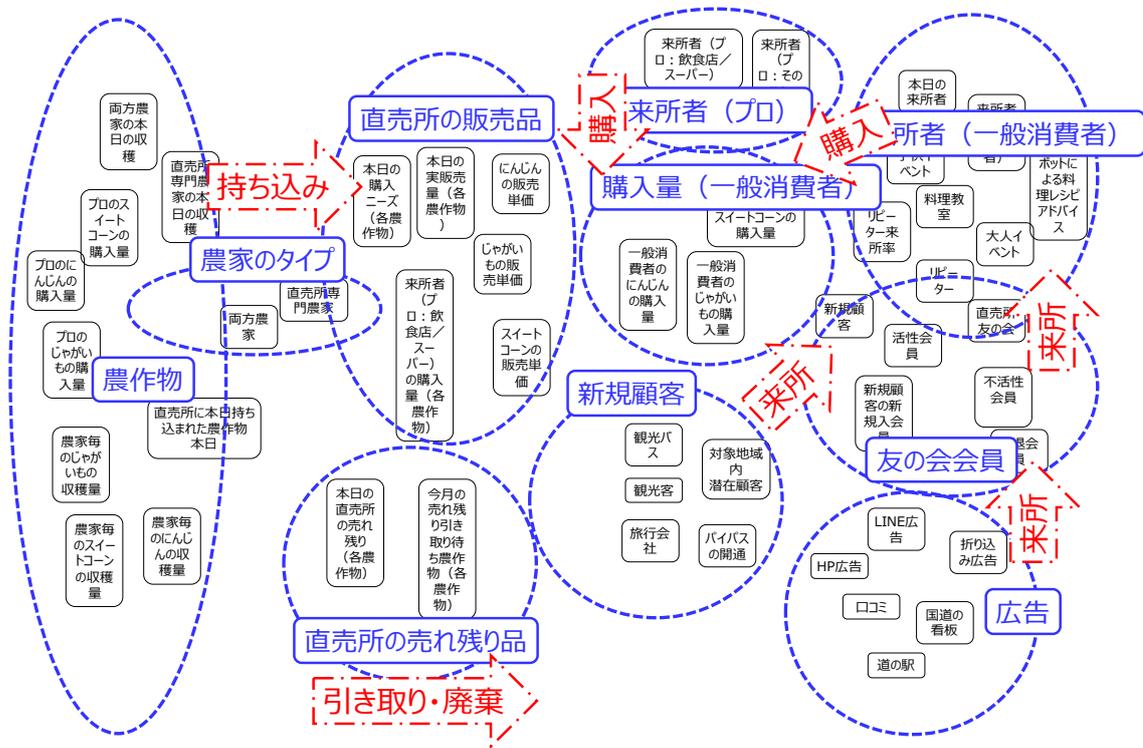


図 4-1 「KJ法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」のワークシート(結果)(再掲)

表 4-7 システム・ダイナミクスモデル化のための属性分類指標 (定数) (再掲)

観点	分類
想定した時間の範囲 では 固定的な構成要素	定数

表 4-5 システム・ダイナミクスモデル化のための属性分類指標(モノ) (再掲)

観点	特徴	分類
モノ 「我々が見たり触れたりでき、姿形をもち、名前をつけて呼べる“ひとまとまりの物質”である。取り扱いの“対象”として、あるいは、取り扱いの“手段”としての役割をする」	1. 可算 2. 蓄積可能 3. 時間の経過で推移がある 4. 時間の遅れがある 5. 初期値がある	ストック
	6. 可算 7. 瞬間的である 8. 速度のような単位時間の変化量 9. 初期値が無い 10.条件・スイッチ	補助変数

表 4-6 システム・ダイナミクスモデル化のための属性分類指標(コト) (再掲)

観点	分類
コト 「はじめの『もの』が終わりの『もの』になる変化を意味する」	フロー(ストックを結ぶ場合) または 補助変数

この適用事例では、「にんじんの販売単価」や「じゃがいもの購入量」などは、後のシステム・ダイナミクスモデルシミュレーションで、スライダー操作で増減させて、その影響を見たので、「定数」として設定した。

注意すべきは、「〇〇は、ストックでなければならない」というものでは無いことである。「ス

トック」「フロー」「補助変数」は、観点や前提次第で、表現が変えられるので、絶対的な正解定義は存在しないということである。

次に、各構成要素と各関係性の整理表を、直売所の JA 職員に確認しながら作成した。この際に、各構成要素や書く関係性の属性を意識しながら整理表に記載する。

この整理表には、定数および補助変数は描かないが、実際の詳細モデル構築時には使用するので、記録しておく。

表 4-8 構成要素と関係性の整理表(一部)

【構成要素】	<変化理由>	【構成要素】	<変化理由>	【構成要素】
本日の農家の収穫	本日の直売所への農作物の持ち込み	直売所に持ち込まれた農作物	本日直売所で売れた農作物	本日の直売所の売れ残り
	にんじん100本/家/日		持ち込み農作物の10%/日	
	{速度等の変化量}		{速度等の変化量}	

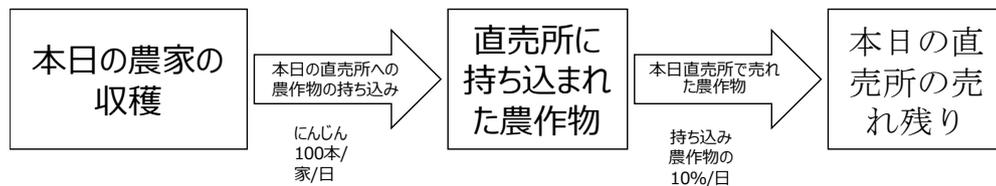


図 4-2 構成要素と関係性の示による確認

このようなシステム・ダイナミクスモデル図のパーツを同様の方法で複数作成して、後段の詳細モデル図作成に備えた。

さらに、4.3.2[問題の絞り込みと情報収集・調査の計画立案]で作成した「解くべき問題の解法」は、同じタイミングで確定して、モーフォロジカル・マトリックスを用いた、経営施策選択肢の項目欄に整理した。

表 4-9 解くべき問題の解法を項目欄に転記して整理した
モーフォロジカル・マトリックス

	意志決定項目 (項目欄) (解くべき問題の解法)	選択肢1	選択肢2	選択肢3	メモ
1	チャットボットでヘルシーTIPS や本日の品揃えを伝える				
2	イベント(ヒーローショー, 料理 教室, 健康教室)を開催する				
3	LINE広告で, 目玉商品を宣 伝する				
4	観光会社と提携して, 観光バ ス気立ち寄り場所になる				
5	プロ(飲食店/スーパー/社員 食堂など)の来所数を増やす				
6	来店商圈を拡げる				

この詳細手順における最も重要なポイントは、業務現場担当者である直売所の JA 職員との共通認識形成である。作成した出力物は、全て直売所の JA 職員と、網羅的に抽出・列挙できたことと、現場の問題意識や観点到に沿ったものであることを確認した。

同時に、孤立した構成要素や関係性は、合意しながら除去した。

4.3.4 収集情報の分類・整理

ここで、4.3.1 から 4.3.3 までに収集した情報を見直した。図 4-1 の分類の見直しもここでを行った。

- ・構成要素の分類
- ・関係性の分類
- ・構成要素と関係性をグループ化
- ・経営施策選択肢の整理
- ・重要貢献要素の明確化
- ・推進指標の明確化
- ・CSF(定性的重要成功要因)の識別,

ケーススタディ 1:情報収集・調査から詳細モデル構築までの手順検証

・KSF(定量的重要成功要因)識別

・KPI(重要測定指標)の策定.

CSF, KSF, KPI は, 表 4-10 のモーフォロジカル・マトリックスで整理した経営施策選択肢の数値パラメタとした.

表 4-10 モーフォロジカル・マトリックスで整理した経営施策選択肢

	意志決定項目 (項目欄) (解くべき問題の解法)	選択肢1	選択肢2	選択肢3	メモ
1	チャットボットでヘルシーTIPS や本日の品揃えを伝える	チャットボットで毎日1回伝えて, 来所を1%/日増やす	チャットボットで毎日2回伝えて, 来所を1.5%/日増やす	-	チャットボットノウハウを業者に頼む
2	イベント(ヒーローショー, 料理教室, 健康教室)を開催する	毎週日曜日に1回開催して, 来所者を5%/週増やす	毎週末に2回開催開催して, 来所者を10%/週増やす	-	イベント会社費用が必要
3	LINE広告で, 目玉商品を宣伝する	毎日LINE広告をうって, 毎日の来所者を1%増やす	毎週1回LINE広告をうって, 毎週の来所者を1%増やす	毎週2回LINE広告をうって, 毎週の来所者を2%増やす	LINEスタンプデザイナーが必須。
4	観光会社と提携して, 観光バス気立ち寄り場所になる	観光客の購入額を10%/週に増やす	観光客の購入額を15%/週に増やす	-	JAの旅行代理店活用
5	プロ(飲食店/スーパー/社員食堂など)の来所数を増やす	プロの来所比率を10%に上げる	プロの来所比率を20%に上げる	-	宣伝・集客ルートが不明
6	来店商圏を広げる	折り込み広告範囲を広げて2%/週増やす	折り込み広告範囲を広げて3%/週増やす	折り込み広告範囲を広げて5%/週増やす	折り込み広告は高価

4.3.5 モデルの下書きと構造立案

収集した情報の欠如・脱落がないことをさらに確認するために、所望のモデルの下書きと構造を立案した。

4.3.4 項で見直した要素を使ってモデルの下書きを行なった。ここでも、各構成要素や書く関係性の属性を参考とした。

この実例の場合は、モデルの下書きとして表 4-8 およびその同類や、図 4-2 およびその同類を全体図のパーツとして参照・利用するために、結果的に定量的なストック・フロー図を、最初から組み立てた。

ストック・フロー図作成の途中経過を、複数回、現場部門に提示したが、この時点ではシミュレーションが動かないため、モデルの振る舞いを創造できず、あまり概念理解は得られなかった。

ストックとフローは、整理した表から作る。その他の補助変数や定数は、ブレインストーミングで列挙・抽出した構成要素を使う。

なお、詳細情報が入手不能な補助変数は、モデルからは除去する。

4.4 詳細モデルの構築

本章の適用事例では、モデルの下書きと構造立案という手順と、詳細モデルの構築する手順の区別は、曖昧であった。詳細モデルを構築する際の工夫は、以下の通りである。

- ・経営施策選択肢と関係がわからない構成要素や選択肢は孤立させて描く。
- ・例えば、パラメタやパラメタの初期値など、必要情報で不明な部分があれば、追加情報収集・調査を行う。

- ・追加情報収集しても情報が無いもの、追加情報収集の方法が無いものは

以上の情報収集・調査の詳細な手順を経て作成した、本事例における詳細モデル図 (ストック・フロー図) が、図 4-3 である。

本図は、JA を含めた関係者に広く確認して、構成要素・関係性が関係者の観点で網羅的に抽出・列挙できていることを確認した。関係者は、自分が列挙した構成要素・や関係性が詳細モデル図に反映されていることを確認すると満足した。

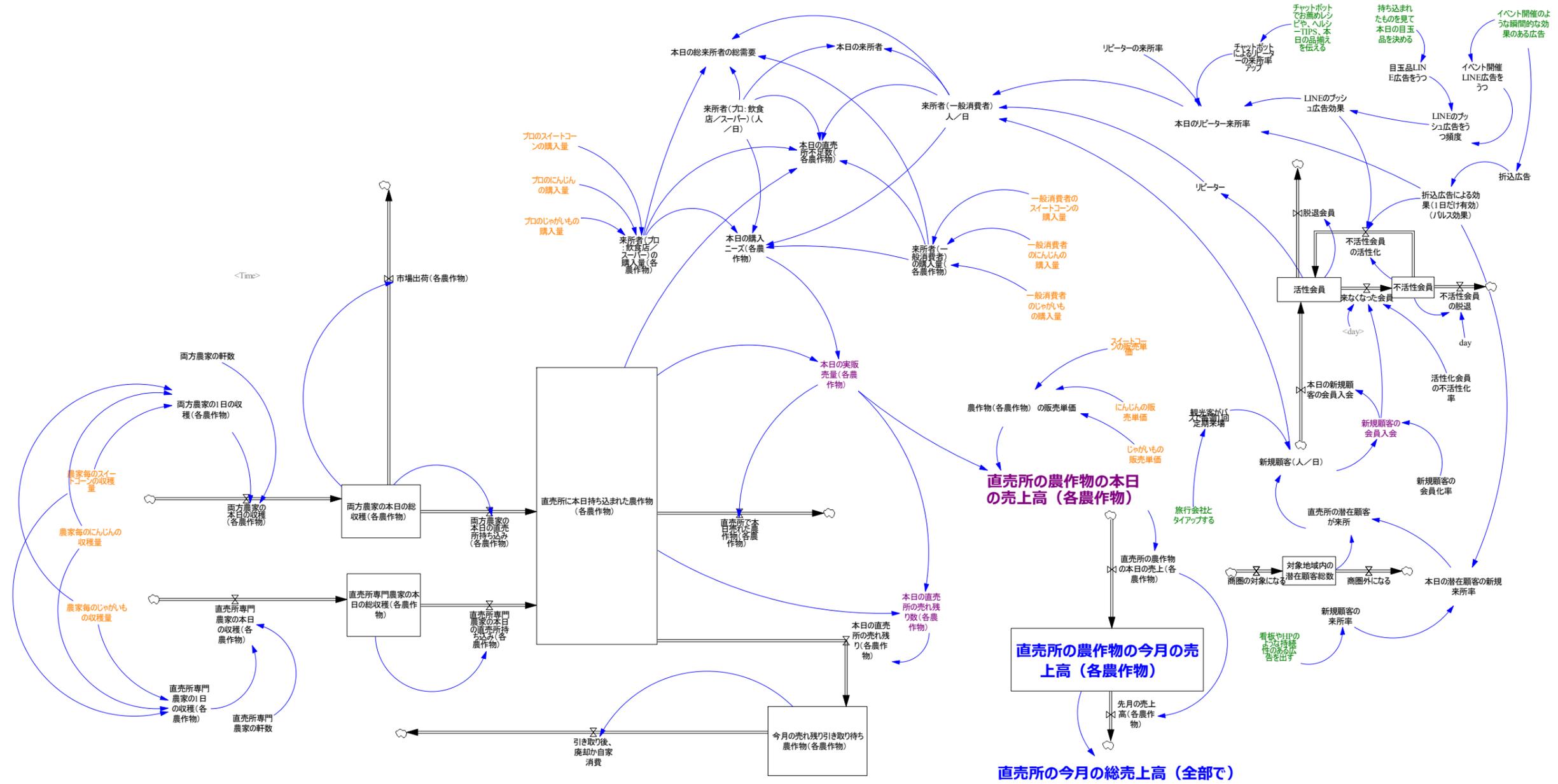


図 4-3 JA 直売所の詳細モデル図(再掲)

4.5 まとめ

本章では、提案手法における情報収集・調査プロセスについて、地方の農業共同組合を対象とした、経営課題改善検討の際に適用した事例について述べた。提案手法の内、最も重要な情報収集・調査プロセスを精緻に行なって、対象とする業務モデルの構成要素と関係性を、現場部門が満足する網羅性を持って抽出・列挙することができた。

このことから、本章で行なったような情報収集・調査手順を前提としたボトムアップアプローチモデリングが、精緻で精巧な業務のモデリングに有効であることを示した。

第5章 ケーススタディ 2:情報収集・調査から 詳細モデル構築までの手順検証

5.1 はじめに	62
5.2 対象組織の説明	62
5.3 情報収集・調査の詳細	63
5.3.1 対象領域の全貌と概要把握	63
5.3.2 問題の絞り込みと情報収集・調査の計画立案.....	64
5.3.3 現場が満足する構成要素と関係性・施策の抽出・列挙と結果の合意形成	67
5.3.4 収集情報の分類・整理.....	72
5.3.5 モデルの下書きと構造立案	74
5.4 詳細モデルの構築	75

5.1 はじめに

本章では、提案手法における情報収集・調査手順の確立のため、第4章に続いて、さらに別の企業における事例で、本手順の情報収集・調査プロセスから、詳細モデルの構築プロセスまでの有効性について検証した。ケース1との違いは、関係者が役員クラスまで広がり、かつ複数部署に広がったことである。

5.2 対象組織の説明

本章で、試行の対象とした組織は、自動車部品メーカーの新事業部門である。この部門では、様々な自動車に取り付けられる新たなタイプの機器（以下、新製品）を新規開発して、新規事業を始めようとしている。企画・開発を担っている現場部門は、新製品市場の将来性を見積もっているが、様々な要因が関係していることから、予測結果の不確実性を的確に経営層に伝えきれていない。経営層も現場部門も新製品市場の売上予測を、より精緻に把握したいと考えている。

本適用事例では、経営役員（経営意思決定者）2名、新事業責任者（準役員、ビジネス執行責任者）1名、経営企画立案責任者の1名、商品企画立案責任者1名、新製品研究開発責任者2名、情報システム部門責任者1名の合計8名を中心に本手法の被験者グループを編成した。被験チームには、本手法の情報収集・調査手順を適用して、新製品の市場に関わる不確実な要素を列挙してもらい、これを筆者とともにシステム・ダイナミクスモデル化して、不確実な要素を確認できた。これにより、提案手法の情報収集・調査手順の有効性を検証した。

5.3 情報収集・調査の詳細

本適用事例では、第4章と同様に、第3章に述べた提案手法の中でも、特に情報収集・調査の詳細手順を踏襲・確立することを重点的に行なった。作業手順は、同様に表5-1の通りである。

表 5-1 情報収集・調査の詳細手順（再掲）

手順No.	①	②	③	④	⑤
目的	【対象領域の全貌と概要把握】	【問題の絞り込みと現場情報収集・調査の計画立案】	【現場が満足する構成要素と関係性・施策の抽出・列挙と結果のコンセンサス形成】	【収集情報の分類・整理】	【モデルの下書きと構造立案】
入力情報 (収集・参照情報)	[概要情報の調査・収集] ・経営方針 ・経営報告書 ・事業方針 ・事業計画書 ・事業報告書 ・組織概要	・①の成果物 [静的な情報の調査・収集] ・業務マニュアル ・業務報告書 ・職務定義 ・組織表 ・名簿	・①②の成果物 [動的な情報の調査・収集] ・業務引継書 ・月報/週報/日報 ・現場観察 ・現場インタビュー ・KJ法を用いた現場プレーンストーミングワークショップ	・①②③の成果物	・①②③④の成果物
内容	・モデルの構成要素、バウンダリー、詳細度の仮説立案 ・背景情報の収集 ・モデリング対象領域の全貌・全容の把握に寄与する情報の収集 ・対象領域慣習、対象領域文化、価値観の把握に寄与する情報の収集 ・概念としての時間感覚の把握 (年/半期/四半期/月/週/時などのいずれで業務が進むか)	・詳細情報収集対象の特定 (現場・人物・書庫・書類・データ) ・詳細情報収集・調査方法の確定と計画 ・事前現場インタビュー	現場業務従事者とKJ法を用いた詳細情報抽出・列挙・網羅性合意 ・構成要素 ・関係性 ・施策案 ・上記の属性 ・「解くべき問題」の設定と合意 ・「解くべき問題の解法」の合意	・構成要素の分類 ・関係性の分類 ・経営施策の整理 ・重要貢献要素の明確化 ・推進指標の明確化 ・CSF(定性的重要成功要因)の識別 ・KSF(定量的重要成功要因)識別 ・KPI(重要測定指標)の策定	・システム・ダイナミクスモデルの下書き {③④の抽出・列挙して合意した詳細情報を全て使って下書きをする。ラフスケッチとして、定性的な関係モデル(因果ループ図)を仮描画しても良い} ・関係がわからない詳細情報は孤立させて描く。 ・追加情報収集・調査
出力 (成果物)	・解きたい問題の想定一覧表 (問題候補一覧) ・想定した仮説問題を確認するための事前現場インタビューシート	・現場と識別・仕分・確認・集約した問題一覧表 ・KJ法ワークシート ・「解きたい問題」「解くべき問題」「解くべき問題の解法」の仮説一覧表	・現場インタビュー結果シート(整理表, など) ・KJ法ワークシートの結果 ・「経営施策案(解くべき問題の解法)」が書かれたモーフォロジカル・マトリックス(項目欄)	・モーフォロジカル・マトリックスのパラメタ項目(CSF/KSF/KPI欄)	・システム・ダイナミクスモデル図の下書き ・モーフォロジカル・マトリックス(合意版)

5.3.1 対象領域の全貌と概要把握

まず、この自動車部品メーカーのIR向け統合報告書、事業紹介、製品紹介、等を冊子や企業インターネットサイトから入手して、

- ・モデルの構成要素、バウンダリー、粒度の仮説立案、背景情報の収集

ケーススタディ 2:情報収集・調査から詳細モデル構築までの手順検証

- ・モデリング対象領域の全貌・全容の把握に寄与する情報の収集
 - ・対象領域慣習, 対象領域文化, 価値観の把握に寄与する情報の収集
 - ・概念としての時間感覚の把握
- (年／半期／四半期／月／週／時などのいずれで業務が進むか)
を行なった。

次に, これらの情報から以下の表 5-2 に示す想定一覧表を作成した。

表 5-2 解きたい問題の想定一覧表 (事前想定)

「機械部品メーカーS社 『自動車(モビリティ)事業分野の 将来売上予想』」			
の経営課題 (解きたい問題) の想定			
	想定される「解きたい問題」	記述	備忘
1	「防振事業」の売上予想	主力事業(世界シェア24%)	海外メーカー展開
2	「ホース事業」の売上予想	主力事業(世界シェア14%)	新興国展開
3	「ウレタン事業」の将来売上予想	制遮音品、内装品	海外生産拡大
4	「シール事業」の将来売上予想	HV, EV用コネクタシーリング	伸び率高
5	「新技術製品」の将来売上予想	新技術をいかしたセンサー	自動運転化見合い
「解きたい問題」とは, 「ありたい姿ではない状態」			

この表 5-2 を初回作成する段階では, 対象組織の解きたい問題が, 明確化される前であったので, 最終的な被験テーマとなった「『新技術製品』の将来売上予想」以外の問題も想定されている。

5.3.2 問題の絞り込みと情報収集・調査の計画立案

次に, この対象組織から前提知識情報として

- ・組織図
- ・組織全体の長期ミッションと展望
- ・保有する得意技術とその今後の動向
- ・研究開発中の新製品に関する情報

などの, 業務情報を事前に提供してもらい, 整理した上で表 5-2 の解きたい問題の想定一覧表 (事前想定) を充実させた。この業務情報提供時点で, 解きたい問題は, 「『新技術製品』の将来売上予想」にほぼ確定した。

ケーススタディ 2:情報収集・調査から詳細モデル構築までの手順検証

本来この手順の目的は計画立案であるが、立案した計画自体を、対象組織の経営層および現場部門と共通認識形成するため、続いて、前述の被験者グループ 8 名と、セッションを開始した。このセッションは複数回実施した。

まず

・表 5-3 現場と識別・仕分・確認・集約した問題一覧表
を作成した。

表 5-3 現場と識別・仕分・確認・集約した問題一覧表

「機械部品メーカーS社 『自動車(モビリティ)事業分野の 将来売上予想』			
		の経営課題 (解きたい問題)	
	「解きたい問題」	記述	備忘
1	「新製品A」の将来売上予想	積上売上予想に不確実性の影響が考慮されていない	販売先は、事業会社、カーメーカー、自動車部品メーカー(システムメーカー)
2	「新製品B」の将来売上予想	積上売上予想に不確実性の影響が考慮されていない	販売先は、自動車部品メーカー(システムメーカー)
「解きたい問題」とは、「ありたい姿ではない状態」			

この作業の結果、当該組織が開発中の製品は、「新製品 A」と「新製品 B」の 2 種類であることが判明した。事前想定とは異なり、関係者の中でも間接部門所属者は、新製品が 2 種類あることを認識していなかった。

続いて これを、「解きたい問題」「解くべき問題」「解くべき問題の解法」の一覧表に、分解・詳細化した。

表 5-4 「解きたい問題」「解くべき問題」「解くべき問題の解法」の一覧表

「新技術製品」の将来売上予想		の経営課題（解くべき問題）の想定	
	「解きたい問題」	「解くべき問題」	「解くべき問題の解法」
1	「新製品A」の将来売上予想	不確実性およびその影響を考慮した売上予想の高精度化	
		(1)売上積上の高精度化	売上積上モデル構築 ①売上積上要素の洗い出し ②売上積上要素間の関係性の確認 ③不確実性の高い要素の識別
		(2)売上予測シミュレーション	①不確実性を考慮した予測モデルによる、実現可能性の定量的評価（平均やばらつき等）
2	「新製品B」の将来売上予想	不確実性およびその影響を考慮した売上予想の高精度化	
		(1)売上積上の高精度化	売上積上モデル構築 ①売上積上要素の洗い出し ②売上積上要素間の関係性の確認 ③不確実性の高い要素の識別
		(2)売上予測シミュレーション	①不確実性を考慮した予測モデルによる、実現可能性の定量的評価（平均やばらつき等）

以上のプロセスにより問題が絞り込まれたので、次の詳細手順に進んだ。

5.3.3 現場が満足する構成要素と関係性・施策の抽出・列挙と結果

の合意形成

続いて、「KJ法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」をベースにしたブレインストーミングで、解くべき問題の構成要素と関係性を列挙したところ、以下の図 4-1 のようになった。この図は、新製品 A を事業会社に販売する場合を表している。

ここでの事業会社とは、トラックを保有して貨物を運ぶ事業者、バスを保有して乗客を運ぶ事業者、タクシーを保有して乗客を運ぶ事業者を総称している。

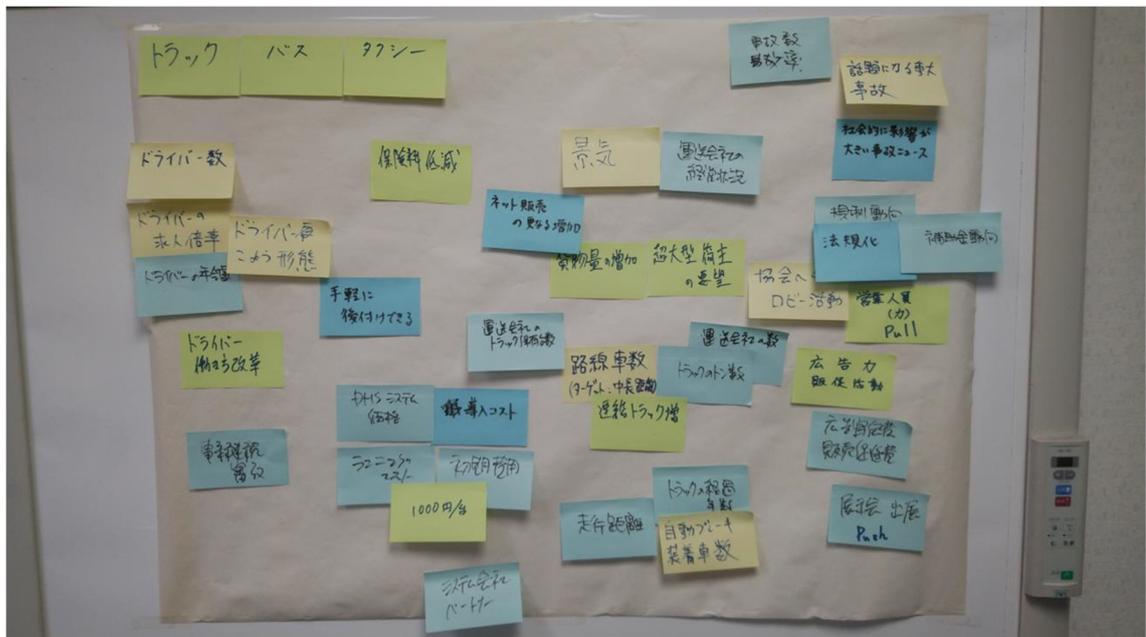


図 5-1 新製品 A を事業会社に販売する場合の構成要素の抽出・列挙 (抽出結果)

ケーススタディ 2:情報収集・調査から詳細モデル構築までの手順検証

この結果を、事業会社の新製品 A に対する需要を左右する原因で分類すると、図 5-2 のようになった。すなわち、事業会社の新製品 A に対する需要は、ドライバー事情、景気状況、規制、事業車事情、広告・宣伝、コスト、等によって変動するというのが、現場の認識であった。

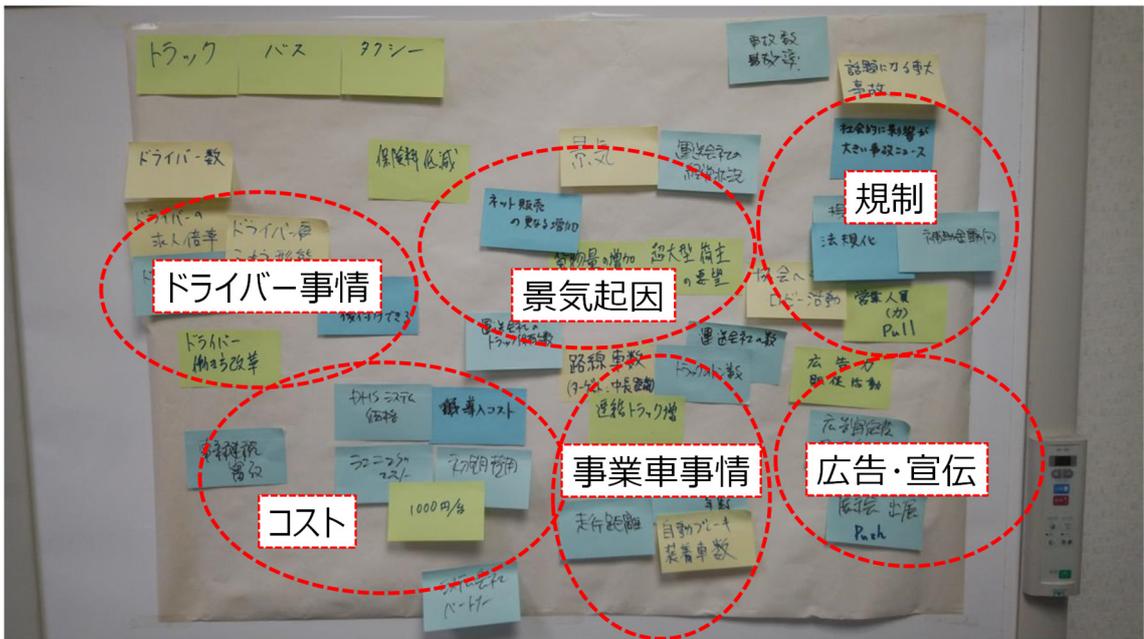


図 5-2 事業会社の新製品 A に対する需要を左右する原因別でグループ化

ここでも、「KJ法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」に基づくブレインストーミングで、構成要素や関係性を抽出・列挙すると同時に、それぞれに属性を付与した。

表 5-5 システム・ダイナミクスモデル化のための属性分類指標(モノ) (再掲)

観点	特徴	分類
モノ 「我々が見たり触れたりでき、姿、形をもち、名前をつけて呼べる“ひとまとまりの物質”である。取り扱いの“対象”として、あるいは、取り扱いの“手段”としての役割をする」	1. 可算 2. 蓄積可能 3. 時間の経過で推移がある 4. 時間の遅れがある 5. 初期値がある	ストック
	6. 可算 7. 瞬間的である 8. 速度のような単位時間の変化量 9. 初期値が無い 10. 条件・スイッチ	補助変数

この適用事例では、例えば「新製品を未導入の潜在顧客」と「新製品を導入した顧客」などをストックとした。また、「事業会社への製品 A 導入」や「今期製品 A を更新する事業会社」などを補助変数とした。

表 5-6 システム・ダイナミクスモデル化のための属性分類指標(コト) (再掲)

観点	分類
コト 「はじめの『もの』が終わりの『もの』になる変化を意味する」	フロー(ストックを結ぶ場合) または 補助変数

この適用事例では、例えば、「事業会社への製品 A 導入」や「事業会社の製品 A 使用停止」などをフローとした。

表 5-7 システム・ダイナミクスモデル化のための属性分類指標(定数) (再掲)

観点	分類
想定した時間の範囲 では 固定的な構成要素	定数

さらに、定数としては、本来の定義に基づくとカーメーカー販路の「運転席あたりの製品 A の導入個数」が自明な属性設定である。加えて、後のシステム・ダイナミクスモデルシミュレーションで、スライダー操作で増減させて、その影響を観察するため、「バス大事業者の平均製品 A 平均導入数」などの購入量を「定数」として設定した。

また、第3章で述べた手順通り、各構成要素と各関係性が何を引き起こすかを整理するセッションの中で、状態が遷移する言葉を見つけて、図示確認しながら表 5-8 構成要素と関係性の整理表(一部)を多数作成した。これらの表は状態遷移状況を把握し、後のシステム・ダイナミクスモデル作成時に参照した。

表 5-8 構成要素と関係性の整理表(一部)

INPUT 【構成要素】	<変化理由>	BODY 【構成要素】	<変化理由>	OUTPUT 【構成要素】
事業会社の 新製品Aに対 する需要	事業会社が新製 品を投入	事業会社で 稼働中の新 製品A	事業会社が新 製品Aの使用を 中止	(廃棄され る新製品A)
	事業会社新製 品Aの投入 ペース (台/年)		事業会社製 品Aの使用 中止ペース (台/年)	
	{速度等の変化量}		{速度等の変化量}	

これらの表は、後のシステム・ダイナミクスモデル図のパーツとして、図 5-3 のように図示した。

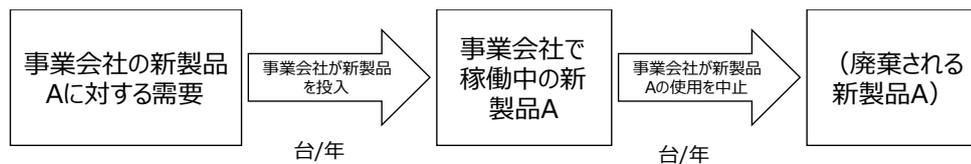


図 5-3 構成要素と関係性の確認

さらに、5.3.2 項[問題の絞り込みと情報収集・調査の計画立案]で作成した「解くべき問題の解法」は、同じタイミングで確定して、モーフォロジカル・マトリックスを用いた経営施策選択枝表の項目欄に整理した (表 5-9)。

表 5-9 解くべき問題の解法を項目欄に転記して整理した
モーフォロジカル・マトリックス

	意志決定項目 (項目欄) (解くべき問題 の解法)	選択枝 1	選択枝 2	選択枝 3	選択枝 4	選択枝 5	選択枝 6	選択枝 7	メモ
1	市場を確保する	事業会社に直接販売する	カーメーカーにOEM販売する	部品メーカーにOEM販売する	事業会社に直接販売して、カーメーカーにもOEM販売する	事業会社に直接販売して、部品メーカー(システムメーカー)にもOEM販売する	カーメーカーと部品メーカー(システムメーカー)の両方にOEM販売する	事業会社に直接販売して、カーメーカーと部品メーカー(システムメーカー)の両方にもOEM販売する	
2	製品を拡大する	新製品Aを販売する	新製品Bを販売する	新製品Aも新製品Bも販売する					

5.3.4 収集情報の分類・整理

ここで、5.3.1 項から 5.3.3 項までに収集した情報を見直した。下記に挙げたような図 5-2 の分類の見直しもここでを行った。整理した内容は以下にしめすとおりである。

- ・構成要素の分類
- ・関係性の分類
- ・構成要素と関係性のグルーピング
- ・経営施策選択枝の整理

経営施策は、表 5-10 のモーフォロジカル・マトリックスで整理した経営施策選択枝の一覧から共通認識を確認した。

表 5-10 モーフオロジカル・マトリックスで整理した経営施策選択肢

	意志決定項目 (項目欄) (解くべき問題の解法)	選択肢 1	選択肢 2	選択肢3	選択肢4	選択肢5	選択肢6	選択肢7	メモ
1	新製品Aを販売する	事業会社向けに販売する	カーメーカー向けにOEM販売する	部品メーカー(システムメーカー)にOEM販売する	事業会社に直接販売して、カーメーカーにもOEM販売する	事業会社に直接販売して、部品メーカー(システムメーカー)にもOEM販売する	カーメーカーと部品メーカー(システムメーカー)の両方にOEM販売する	事業会社に直接販売して、カーメーカーと部品メーカー(システムメーカー)の両方もOEM販売する	
2	新製品Bを販売する	カーメーカーにOEM販売する	部品メーカー(システムメーカー)にOEM販売する	カーメーカーと部品メーカー(システムメーカー)の両方にOEM販売する					製造時のみ組み込み可能であるため、直接販売は無い
3	新製品Aも新製品Bも販売する場合の販売先	1の選択と2の選択の結果を組み合わせ							

この詳細手順における最も重要なポイントは、被験者グループに参画している経営層と現場部門との共通認識形成である。作成した出力物は、構成要素と関係性が網羅的に抽出・列挙できたことと、現場の問題意識や観点に沿ったものであるという共通認識を形成出来た。

5.3.5 モデルの下書きと構造立案

前項までの収集情報に基づいて、モデルの下書きと構造立案を行った。
被験チームに提示したモデル下書きを、図 5-4 に示す。

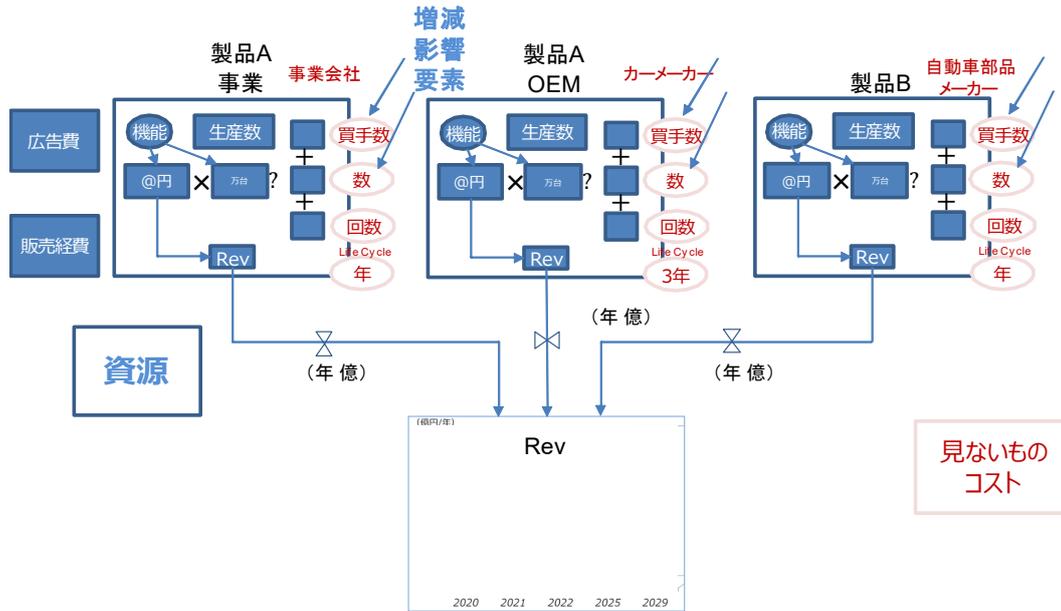


図 5-4 被験チームに提示したモデル下書き

この図は、モノ・コトを整理した表に基づいて、ストック・フローの関係を図にしたものである。
補助変数は、詳細モデル構築時に、モデル図に追加する。

被験者グループは、この下書きでおよそのモデルイメージを持つことができた。またこの段階で収集した情報の過不足が確認できた。

5.4 詳細モデルの構築

収集した情報の欠如・脱落がないことをさらに確認するために、所望のモデルの作成を開始して、構造を検討した。まず、以下の2点に留意して作業を進めた。

- ・経営施策選択肢と関係がわからない構成要素や選択肢は孤立させて描く。
- ・不明な部分があれば、追加情報収集・調査を行う。

基本的に 5.3.3 項で、被験者グループとブレインストーミングを通じて列挙した要素を全て使ってモデルを作成したが、例えば景気動向や、法規制の立法時期など、定量的な情報がその時点で設定できない要素や関係性は、被験者グループと合意しながら、モデルから除外した。

同時に、孤立した構成要素や関係性は、合意しながら除去した。

この手順では、フロー、補助変数の仕分基準を用いて詳細モデル図のストック、フロー、補助変数、定数、などの仕分を行なった。第3章で述べた通り、概ねモノはストックになりやすく、コトはフローになりやすい。但し、フローになるコト、と経営施策になるコトに注意が必要である。

特に留意すべきは、「○○は、ストックでなければならない」というものでは無いことである。「ストック」「フロー」「補助変数」は、観点や前提次第で、表現が変えられるので、絶対的な正解定義は存在しない。

以上の情報収集・調査の詳細な手順を経て作成した詳細モデル図を、図 5-5 に示す。

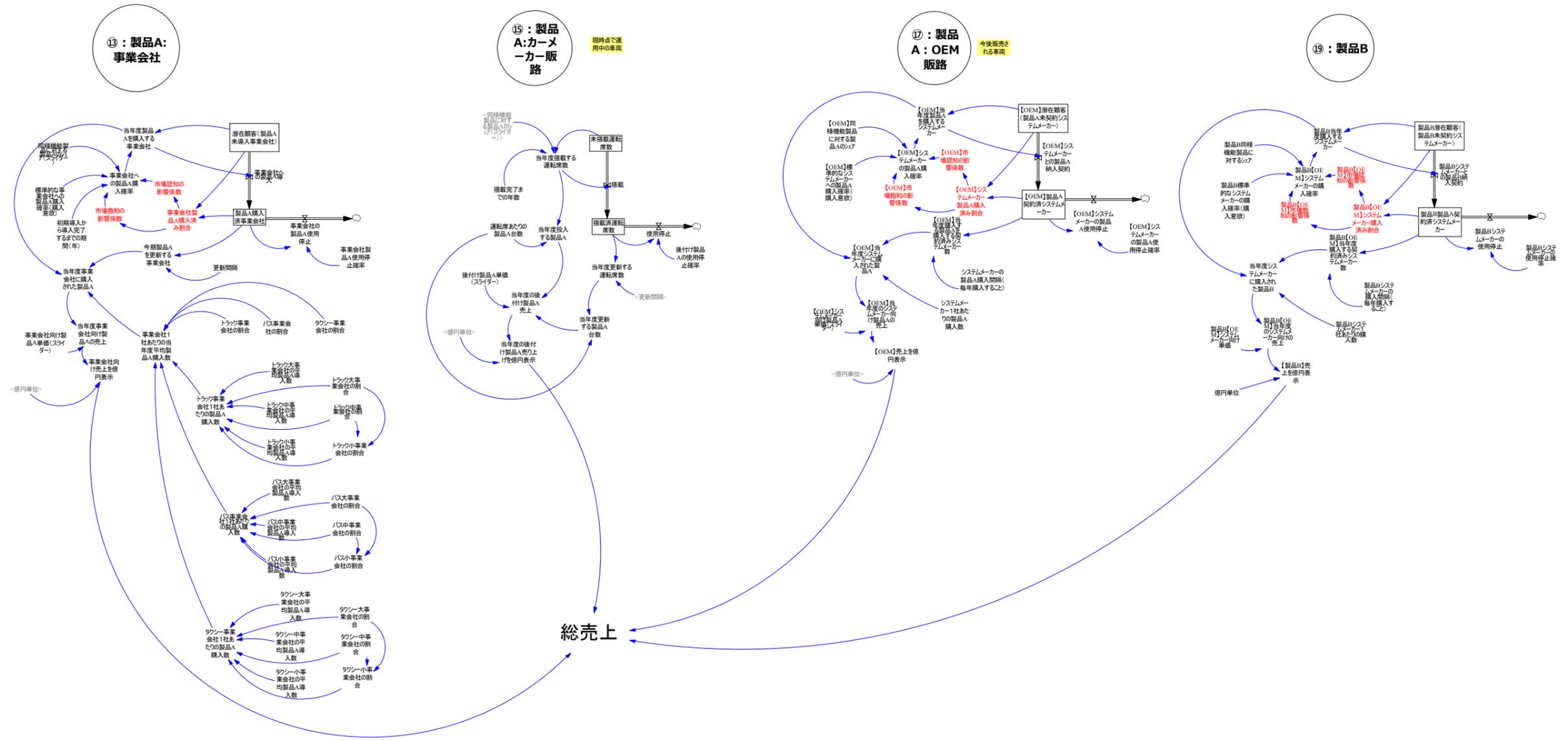


図 5-5 自動車部品メーカーの新製品 A と新製品 B の売上予測モデル

5.5 まとめ

完成したモデルは、本章の冒頭に示した、経営役員（経営意思決定者）2名、新事業責任者（準役員、ビジネス執行責任者）1名、経営企画立案責任者の1名、商品企画立案責任者1名、新製品研究開発責任者2名、情報システム部門責任者1名の合計8名を中心とした本手法の被験チームが評価した。この評価は、このモデルのシミュレーション結果と、被験者グループの詳細な計画と見積もりとを比較照合して行なった。

様々な立場からの評価は以下の通りであった。

まず、完成したモデルにたいする当事者の共通認識は、

「このツール（「モデル」のことを「ツール」と表現）は、非常によく出来ている」（精緻で精巧の意）とのことであった。

そのうえで、立場毎に以下のようにコメントした。

①経営役員:

「これは意思決定ツールである。常々、経営の質をあげなければいけないと思っていた。しかし、実際には勘と経験と度胸に基づく判断が、知らぬ間にされている。結果として、上位者の判断、声の大きいものの判断となっていた。この手法は、経営施策決定を合理的に説明できる武器になると感じた。」

「実ビジネスに使える期待感が大きい。ある程度、事前に合意形成に有効な手法であると聞いていた通りであった。途中、はたしてもっともらしい結果がでてくるのかと半信半疑であったが、しかるべき結果がでてきて驚いた」

②新事業責任者:

「事業計画初期段階で苦労したが、(この手法を知って) 当時これがあれば良かった。」

③経営企画立案責任者:

「関係性の記述は、対象業界について精通している必要があると感じた。また経営資源をどこに集中投下すべきかを考えられる」

④商品企画立案責任者:

「どういう要素が結果に影響するのか?というのが分かる有効なツールである。ビジネスモデルの作成に使いたい」

⑤新製品研究開発責任者:

「シミュレーションというよりは、合意形成ツールとして納得した」

⑥情報システム部門責任者:

「新製品当事者達が、どのような意図を持っているかようやく分かって、合意形成できた」

以上のように、「KJ法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」を用いながら、構成要素と関係性を現場とともに抽出することでボトムアップアプローチで精緻で精巧なモデルをビルドアップすることが出来た。

さらに、モデルシミュレーションの結果により、時系列でのビジネスメカニズムを可視化することで、共通認識の確立に有効であったことが、被験者グループのコメントから確認された。

第6章 ケーススタディ 3: 組織人員計画における適用事例

6.1 はじめに.....	80
6.2 対象組織の説明.....	80
6.3 情報収集・調査.....	80
6.3.1 ソフトウェア開発受託業務の流れ.....	81
6.3.2 当該組織のソフトウェア開発者の知識生産能力指標.....	82
6.3.3 定年退職.....	82
6.3.4 昇格の期間と年間昇格率.....	83
6.3.5 新規採用.....	83
6.3.6 定年退職者の今後の増加.....	83
6.3.7 外注による仕事量調整（内製率削減）.....	85
6.3.8 組織の推移（2012年～2015年）.....	85
6.3.9 知識蓄積・再利用システムの導入.....	86
6.3.10 経営施策選択肢の整理.....	86
6.3.11 残業依存・外注依存の背景.....	87
6.4 詳細モデル構築.....	89
6.5 モデルの挙動の検証.....	91
6.6 シミュレーション結果の評価.....	94
6.7 感度解析.....	99
6.8 意思決定.....	102
6.9 考察.....	102
6.10 まとめ.....	102

6.1 はじめに

本章では、実際の一般的な IT 企業における知識労働者を対象とした組織人員計画に提案手法を適用して、提案手法の有効性を検証した。

本ケーススタディ 3 では、特に、詳細モデル構築から、モデルの挙動検証、シミュレーション結果の評価、感度解析、意思決定までの詳細手順の有効性検証に重点をおいた。

6.2 対象組織の説明

本研究で提案するボトムアップアプローチモデリングを適用する対象はソフトウェア開発者の組織である。この組織は営業活動を行う会社の子会社に当たる。この組織には、ソフトウェア開発担当者が、2015 年末時点で、総計 2,834 名所属していた。以下の事例は、当時検討したものである。なお、当該会社は、2018 年現在は存在していない。

この組織の喫緊の経営課題は、年間総労働時間の大幅低減であり、可及的速やかに年間総残業時間を 360 時間以下に低減する対策を講じる必要に迫られている。

本組織でも、一般企業同様、経営者と人事担当が表計算ソフト等を使って、中長期人員計画を立案している。そこでは昇格率、途中離職率、定年退職率、人件費や各年の新規採用数を考慮しながら経験と暗黙知的な調整で計画が立案されてきた。具体的には、表計算ソフトなどで各年の構成を累積的に加減算して将来予測をしているが、業務量の将来予測と、昇格率の変更、途中離職率の変動、定年退職者数の変動を連動して考慮することはできていない。

この組織が残業依存や外注依存になる背景は以下の通りである。

- ① ソフトウェア開発受託量の変動(増加傾向だが調整不可)
- ② ソフトウェア開発者担当者の減少
- ③ ソフトウェア開発負荷増大を開発担当者の残業で吸収

6.3 情報収集・調査

提案手法の手順とは異なるが、詳細モデルに必要な情報を収集・調査した。

但し、現場担当者に対して 10 回以上におよぶ詳細ヒアリングを行なって、詳細を起点にしたボトムアップアプローチであることは、同様である。

6.3.1 ソフトウェア開発受託業務の流れ

本事例におけるソフトウェア開発業務は、親会社の営業がソフトウェアの利用者たる顧客から受注し、専属の子会社である当該ソフトウェア開発組織に開発委託発注する。(図 6-1)

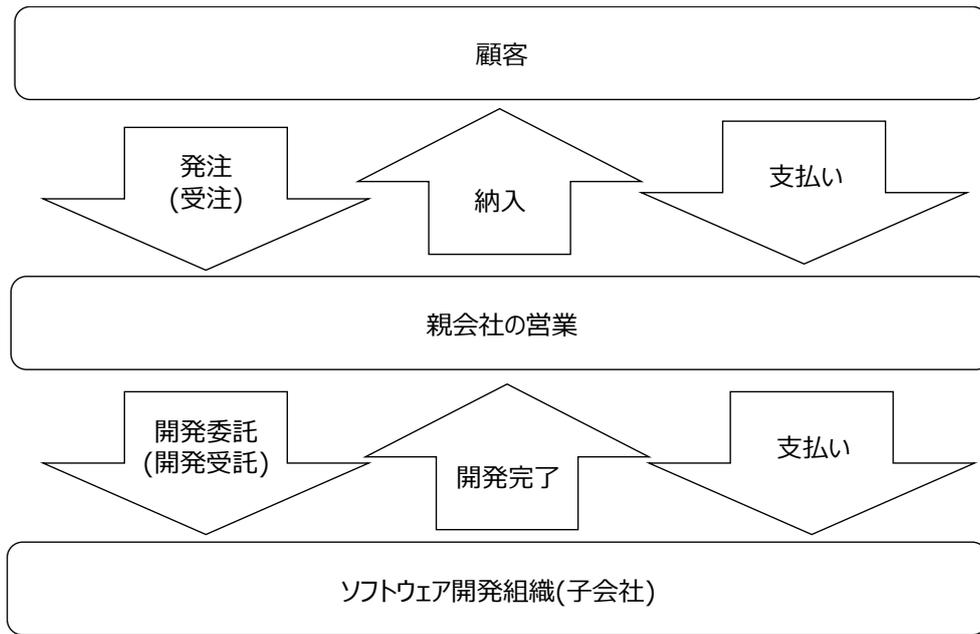


図 6-1 ソフトウェア開発業務の流れ

工期は、長短さまざまであるが、本適用事例においてはもっとも一般的な1年とした。

例えば、営業からソフトウェア開発委託された一つのソフトウェア開発は、1年後には納品することが求められる。開発委託金額は、通常毎年増減する。

6.3.2 当該組織のソフトウェア開発者の知識生産能力指標

ソフトウェア開発者は初級(グレード 2, 以下 G2, 新人級)から, 中級(G3), 上級(G4), 特級(SP)の各ランクに分かれ, それぞれの知識に応じた相対生産能力を保有している. 本論文では,ソフトウェア開発者を知識労働者[2]と位置づけ,その労働成果生産能力を知識生産力とした.

G2 クラスの 1 カ月当たりの知識生産力指標を 1KPP (Knowledge Production Power)と定め, 各グレードの月俸比に基づいて, G3 は 1.1KPP (1.1 倍), G4 は 1.3KPP(1.3 倍), SP は 1.5KPP (1.5 倍) の知識生産力を保有するとした

表 6-1 に, 対象組織におけるグレード毎のソフトウェア開発者の人数と知識生産力をまとめて示した.

表 6-1 ソフトウェア開発組織のグレードと知識生産力 (2015 年末)

グレード	人数	知識生産力 (単位:KPP;Knowledge Production Power) (相対年俸比で評価)
SP	384	1.5
G4	1,444	1.3
G3	564	1.1
G2	442	1
合計	2,834	

さらにこれらのグレードの上位には, 管理職としてマネージャー (M), 上級マネージャー (GM), などが存在するが, これらの管理者は専ら管理を行い, 原則, 知識生産を行わない.

6.3.3 定年退職

この組織のソフトウェア開発者は, 一律 60 歳で定年退職する. その後, 嘱託社員となるが, 契約社員であるため, 組織としての知識生産力(量)には繰り入れない.

6.3.4 昇格の期間と年間昇格率

ソフトウェア開発担当者は、知識生産力の初級である G2 (1KPP)から、中級の知識生産力 (1.1KPP)を持つ G3 への昇格率が男女とも年間 15%である。概ね 2~3 年で昇格するが、能力面で永久に昇格しない担当者もいる。

同様に、それぞれのグレードから上位グレードへの昇格は人事部門が設定した昇格率に基づき毎年 1 回昇格する (表 6-2)。

表 6-2 ソフトウェア開発組織の各グレードの昇格率

	昇格率 (年1回)
G4→SP	0.05
G3→G4	0.15
G2→G3	0.15

6.3.5 新規採用

2012 年~2015 年各年の新規採用は 60 名程度で推移した。新卒採用者はトレーニー社員として、もっぱら訓練に専念し、満 2 年経つと、G2 に昇格して知識生産を行う。すなわち、戦力育成には最短 2 年かかっている。

なお、従来は、中途採用は実施していない。

6.3.6 定年退職者の今後の増加

2015 年末時点での人員構成をグラフにすると図 6-2 の通りである。

40 歳題後半の人員が多く、この世代は上級 (G4) が多い。また「バブル崩壊」

(1991 年~1993 年)や、リーマン・ショック(2008 年)の影響による景気後退で新規人員採用を抑制した時期が、人員構成を歪にしている。

現状のソフトウェア開発担当者層の定年退職者は、1~10 名程度で、当面は中途採用による補てんを検討し得る状態である。

今後は組織全体の高齢化により、2020 年以降、大量の定年退職が見込まれる。

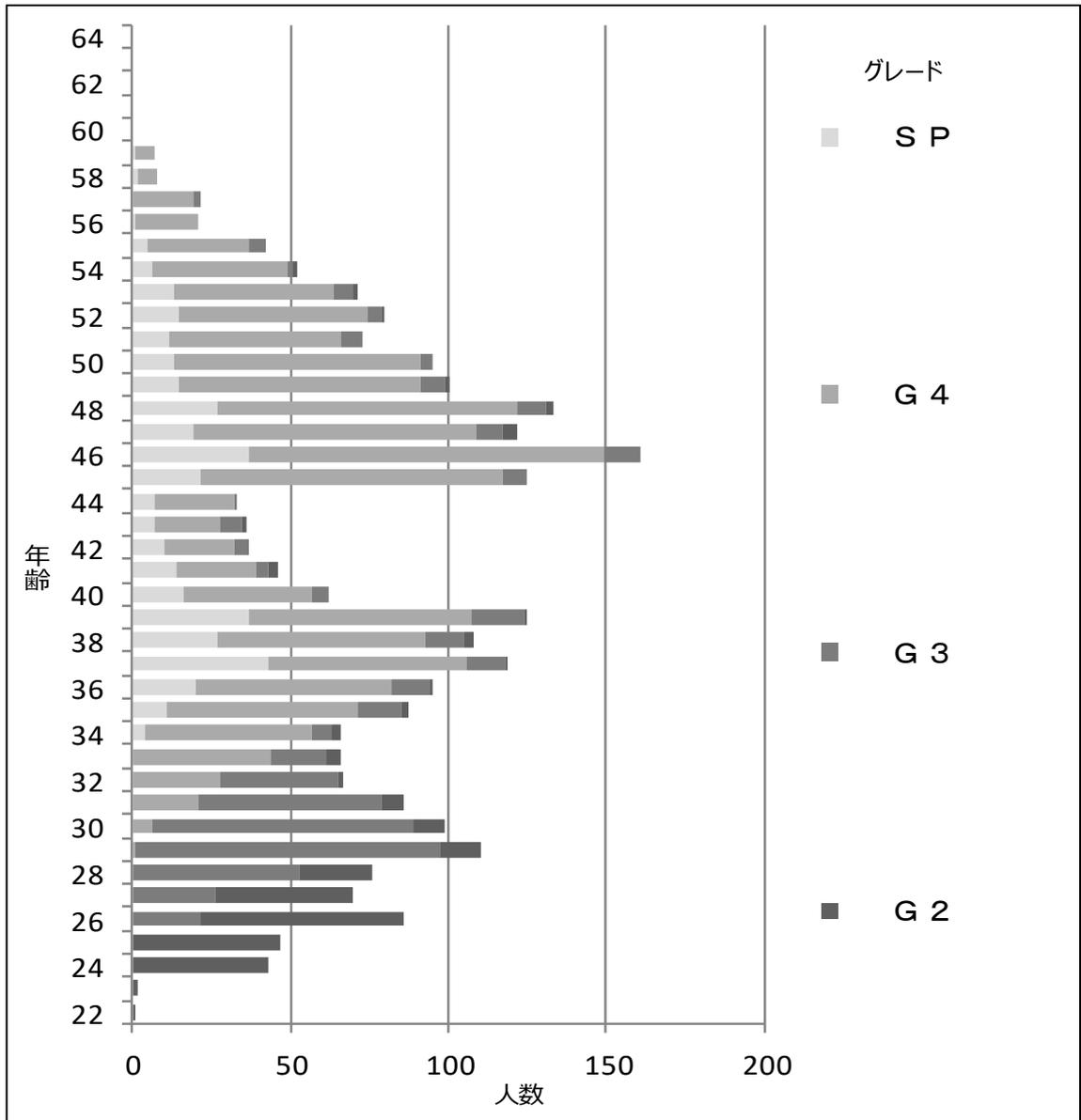


図 6-2 現状(2015 年末)の人員構成

6.3.7 外注による仕事量調整（内製率削減）

ソフトウェア開発は、開発案件ごとにプロジェクトチームが編成されて開発に当たる。必要な要員が揃わない場合は、外部のソフトウェア開発組織(外注)に発注して補う。従来は国内で外注することが多く、コスト的に割高であるため営業利益が圧迫されていた。よって、営業利益を確保するためには、国内への外注は極力回避して、内製化を進めて内部留保する傾向にあった。しかし、オフショア(主に東南アジアの開発途上国)への外注で安価に日本語案件の開発を行えるようになり、仕事量的にも経営的にも安全弁となっている。

外注は、ソフトウェア開発ノウハウの外部流出と、自社の開発技術力の低下、品質の外部依存を招き、ソフトウェア開発組織としての技術競争力の低下を招く。同時に、内部留保の余地がないため利益率を減じる。

そのため、ソフトウェア開発組織としての長期的な技術経営展望からすると、外注依存は短期の応急処置的な対応にとどめる必要がある。

この組織では、内製率を2%削減して、その分外注率を上げることを検討している。

6.3.8 組織の推移（2012年～2015年）

2012年から2015年の当該組織の人数、売上、労働時間の推移は表 6-3 の通りである。売上が伸びているものの、人数が減っているため、労働時間が増加し、残業時間も増加している。これが本論文で扱うモデルのリファレンス・モードにあたる。このふるまいは指数関数的増加と考えられる。なお、残業時間の増加は、売上の増加に連動している。売上の伸び率は、表 6-3 に基づいて計算すると年率3.6%であり、今後も同じ伸び率と想定している。この振る舞いは、システムにおける正のフィードバックループ構造によるものと考えられる(ダイナミック仮説)。なお、このループ構造は本研究のスコープには含めていない。

表 6-3 売上推移, 人数推移, 残業推移,
内製率削減 (外注率増加)で削減した残業時間, 等

	2012年	2013年	2014年	2015年
G2~SP開発担当者数(人)	2,761	2,720	2,725	2,638
売上(百万円)	86,250	89,066	92,263	95,449
人数指数 (2012年比)	1.00	0.99	0.99	0.96
売上指数 (2012年比)	1.00	1.03	1.07	1.11
業務負荷率 (売上指数/人数指数)	1.00	1.05	1.08	1.16
労働負荷率 (月次労働時間/基準月次労働時間)	1.22	1.28	1.32	1.41
G2換算した個人月次労働時間 (基準月次労働時間+残業時間) (2012年を基準とした理論値)	207	217	224	240
G2換算した個人月次残業時間(理論値)	37	47	54	70
G2換算した個人月次残業時間(実績値)	37	38	36	41
内製率削減(外注率増加)で削減した残業時間	0	9	18	29

6.3.9 知識蓄積・再利用システムの導入

この組織では、知識蓄積・再利用システムとして、プレゼンテーションなどのコンテンツ再利用システムツールの導入を検討している。これは、筆者らが本研究とは別に開発したものである(7.2.3 節に解説)。あらかじめ決めたフォルダに、スライドファイルを登録すると、自動的にファイルをスライド 1 枚単位に分解して、AI が各スライドの内容をメタデータとして自動付与する。登録されたスライドは、当日から検索できるようになり、ビジュアルに所望のスライドを 1 枚単位で検索、短時間に発見して、当該スライドを自分のパーソナルコンピュータに取り込んで再利用できる。

6.3.10 経営施策選択肢の整理

この組織が検討している人員に関する経営施策選択肢を、整理法として用いるモーフォロジカル・マトリックスに記述すると、表 6-4 の通りである。

残業削減のための労働力確保として、定年年齢の引き上げや採用増、外部発注(オフショア活用)、IT システム導入強化などの7つの経営施策選択肢がある。

表 6-4 人員に関する経営施策選択肢の一覧

No.	人事施策	選択肢1	選択肢2 (例)
1	定年年齢の 引き上げ	定年を引き上げない	定年を 5歳引き上げる
2	新規採用を増加	新規採用を増加しない	新規採用を 10名増加する
3	中途離職率の低減	中途離職率を低減しない	中途離職率を 2%低減する
4	各職務ランクの 昇格率アップ (個人能力アップ)	各職務ランクの昇格率 を変えない	各職務ランクの昇格率を 2%アップする
5	オフショア活用による内製率削 減(外注率アップ)	オフショア活用しない	オフショア活用で内製率を 2%削減する
6	知識蓄積・再利用システム導 入強化(IT支援)	知識蓄積・再利用システム を導入しない	知識蓄積・再利用システムを 導入して能力を1.1倍強化する
7	幹部昇格率を下げる (現場要員のまま維持)	幹部昇格率を 変えない	幹部昇格率を 0.8%に半減する

6.3.11 残業依存・外注依存の背景

この組織が残業依存や外注依存になる背景の詳細は以下の通りである。

① ソフトウェア開発受託量の変動(増加傾向、調整不能)

親会社の営業受注額に依る開発受託金額は毎年増減するが、2012年～2015年の過去4年間は毎年約3.6%ずつ増加していた。2016年の見通しは高いが、以降は引き続き毎年約3.6%ずつ増加するとこの組織は推定している。

親会社の営業が提示してくる受注計画値は、年間ベースのものである。どのタイミングで開発開始されるかは、個別の案件ごとに変動する。開発時期に応じて、開発完了時期も変動するので開発負荷の平準化はできていない。

② ソフトウェア開発者担当者の減少

ソフトウェア開発担当者の総数は、2012～2015年で毎年約2%ずつ減少した。今後もその率で推移する見通しである。さらに今後は定年退職者が大幅に増加すると予定である。中途

離職率は、ソフトウェア開発担当者層では、結婚・家族の転勤・妊娠・出産・育児・家族介護・転職などの事由により、G2・G3 クラスの中途離職率が相対的に高い。また男女間に差異があり、女性の離職率が高めである。

③ ソフトウェア開発負荷増大を開発担当者の残業による吸収

開発時期が輻輳した場合の開発負荷は高くなり、残業で過負荷を調整する。また、ソフトウェア開発担当者が中途離職すると、中途離職者同等の能力保有者の育成に数年の時間を要するため、残留者の残業で必要な知識生産力(量)を補完する。

それでも、カバーできない場合は、社外のソフトウェア開発会社(下請けやオフショア開発会社)に外注する。

すなわち、組織的な対応力の柔軟性を残業量に依存して調整している。

④ 残業が許容範囲の上限に達することがある。

2015年の個人残業量は62時間で、労働基準法第36条(通称「36協定」)の上限(750時間/年:62.5時間/月相当)に達していることがある。

⑤ 以上の問題は、従来の中長期人員計画のような対策では、抜本的な解決にならなかった。

以下に①～⑤について、詳細状況を述べる。

従来、人員の能力育成には数年の時間を要するため、開発受託時に要員計画する際、受託量が組織の通常知識生産力(量)を超えた場合は、基本的に残業で一人当たりの知識生産力(量)を増加させて処理している。

また、2012年～2015年の売上の増加と人員減の乖離は、ソフトウェア開発担当者層の残業による知識生産力(量)増加で吸収した。

2012年のソフトウェア開発者の毎月の残業時間を20時間として基準値に設定すると、その後のソフトウェア開発受託量の増加とソフトウェア開発者数の減少は、2012年比の負荷率として算出できる。

既に2015年の各ソフトウェア開発者の月次残業時間は月62時間に達し、2016年のソフトウェア開発受託量が営業見込み通り106,000千円になれば、ソフトウェア開発者の毎月の残業時間は87時間に達する見通しである。

この状態は、労働基準法第36条(通称「36協定」)の上限(750時間/年:62.5時間/月相当)に達してしまい、早急な即効性の高い対策を実施する必要がある。

一方、従来、中長期間のソフトウェア開発担当者層の人員構成計画立案は、昇格率、途中離職率、定年退職率、人件費や各年の新規採用数を考慮しながら経験と暗黙知的調整

で立案されてきた。具体的には、表計算ソフトなどで各年の構成を累積的に加減算して将来予測をしていたが、昇格率の変更、途中離職率の変動、定年退職率、営ソフトウェア開発受託量の変動等を、連立して考慮することはできなかった。

表 6-3 に示したように、組織人数は減少しており、これに伴い、組織全体の知識生産力は低下すると推定される。

このため、ソフトウェア開発受託量の増加とソフトウェア開発受託層の減少の両者を、従来のように残業で吸収するという応急対応しかできていない。

しかしながら、労働基準法の強化や、心身の保健のための働き方の見直し機運の高まり、新規採用への影響改善から、今後の残業は減少極小化することが必要になっている。

また、1980年代のいわゆるバブル成長期に採用した世代が、今後10年間大量に定年退職を迎える。これに見合う新卒社員を採用して、時間をかけて育成するか、定年を延長して、知識生産力(量)の維持(保健体力効率課題から多少微減含み)を図るかなど、検討課題は様々あるが、その複雑さを網羅的に検討することができず、あくまでも経営者と人事担当の暗黙知に頼った人員計画を立案せざるを得ない状況になっている。

6.4 詳細モデル構築

情報収集・調査に基づいて、システム・ダイナミクスモデル作成ツールである VENSIM を用いて作成した詳細モデルは、図 6-3 の通りである。

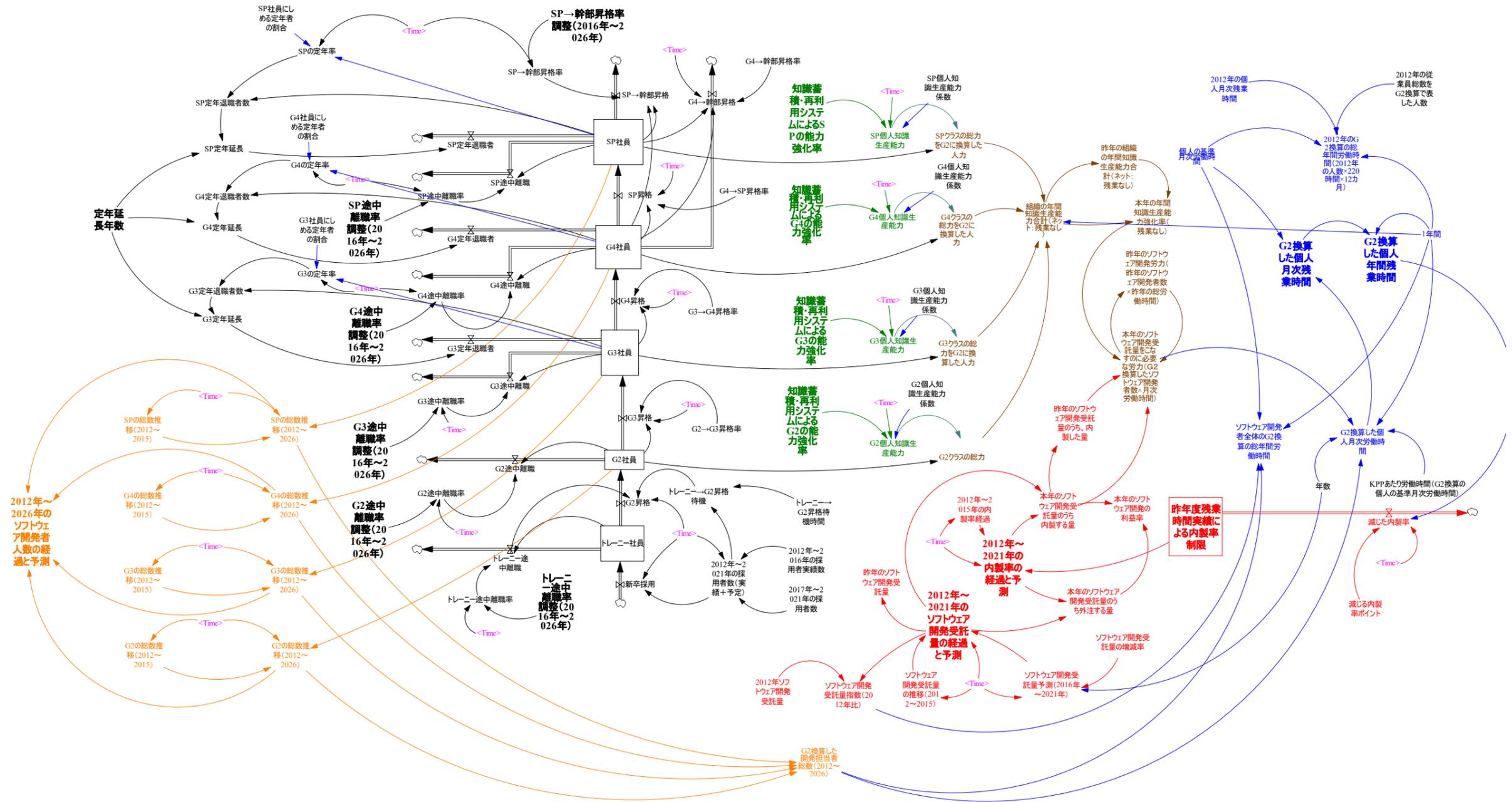


図 6-3 ソフトウェア開発者組織人員計画 詳細モデル全体像

6.5 モデルの挙動の検証

情報収集・調査の結果である表 6-3「売上推移, 人数推移, 残業推移」をモデルに反映して, モデルが正しい挙動であることを確認・検証した上で, 2026 年まで予測した. 例えば, ソフトウェア開発受託量すなわち売上のモデル部分を拡大すると図 6-4 となるが, これをシミュレートすると, 図 6-5 の結果グラフを得られる.

なお, 2012 年から 2015 年までは, 6.3 情報収集・調査で確認した表 6-3 に示す実測値を計算に利用している. これは実際の推移と整合することを確認するために行っている. 予測部分の数式定義は, この過去の実測値に基づいて, その平均を与えている.

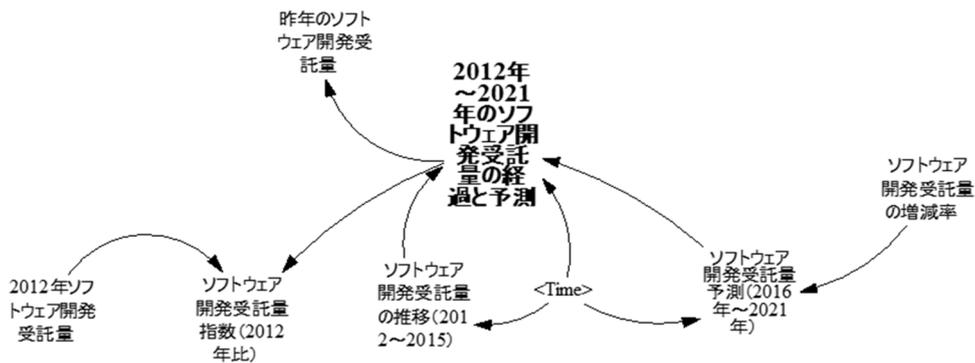


図 6-4 売上経過と今後の予測モデル

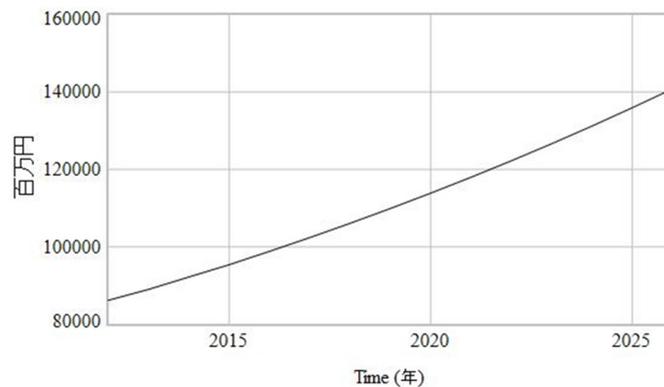


図 6-5 2012 年~2015 年の売上推移と今後の予測

同様に、ソフトウェア開発者人数の推移と今後の予測モデルは図 6-6 であり、そのシミュレーションとして得られた結果が図 6-7 である。

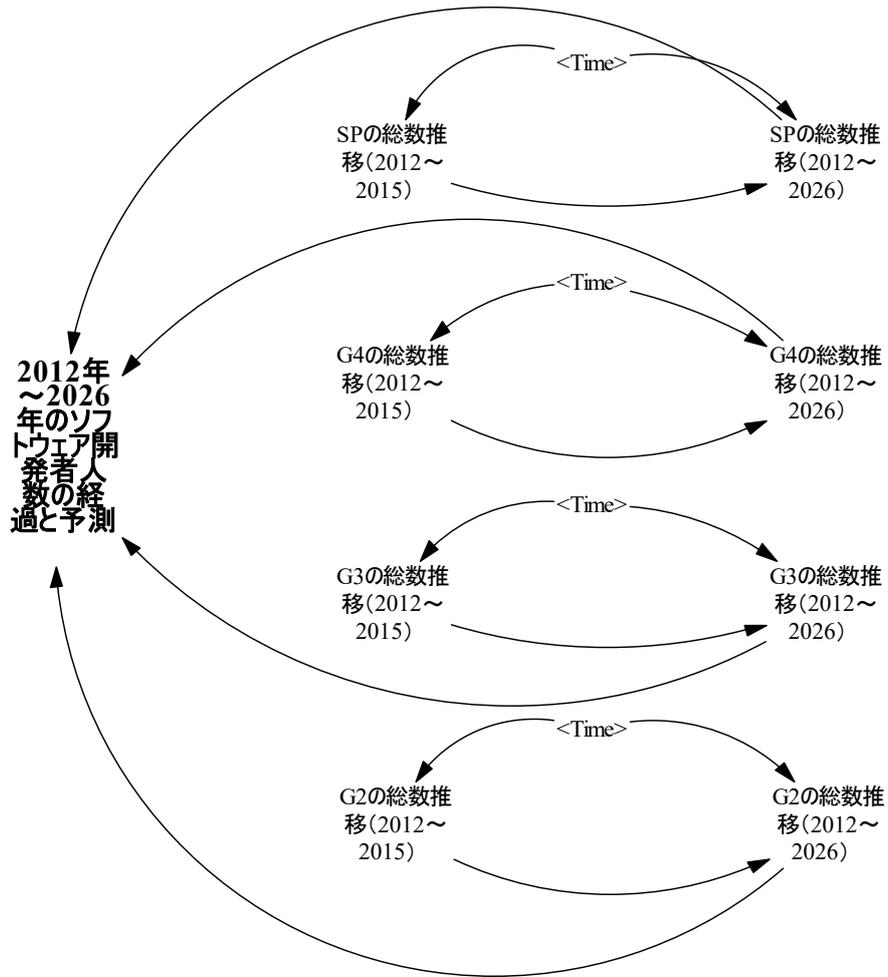


図 6-6 ソフトウェア開発者人数の経過と今後の予測

売上の伸び率を一定(3.6%)として、従来の従業員の減少率から今後の従業員の推移を算出した。

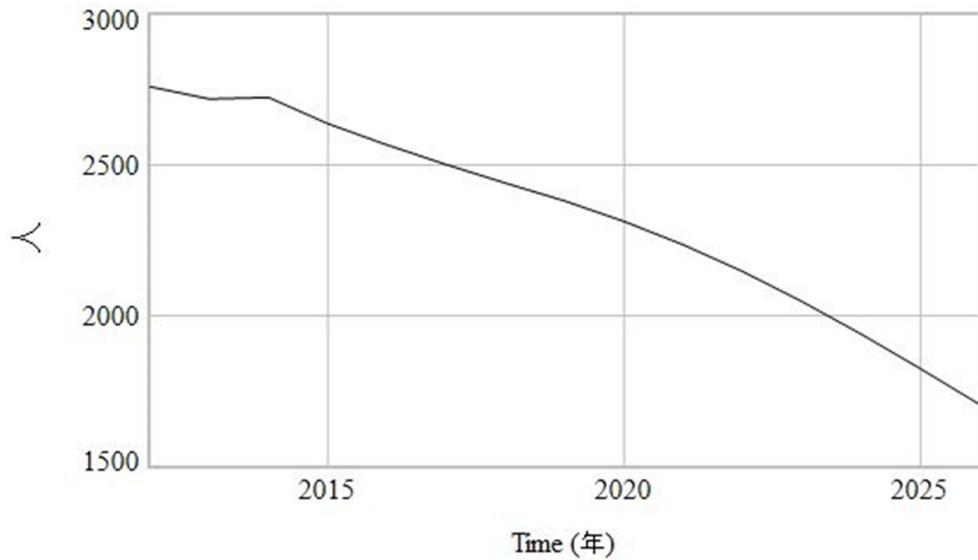


図 6-7 2012 年～2015 年の人数推移と今後の予測

図 6-8 は、月次残業時間の推移を示している。

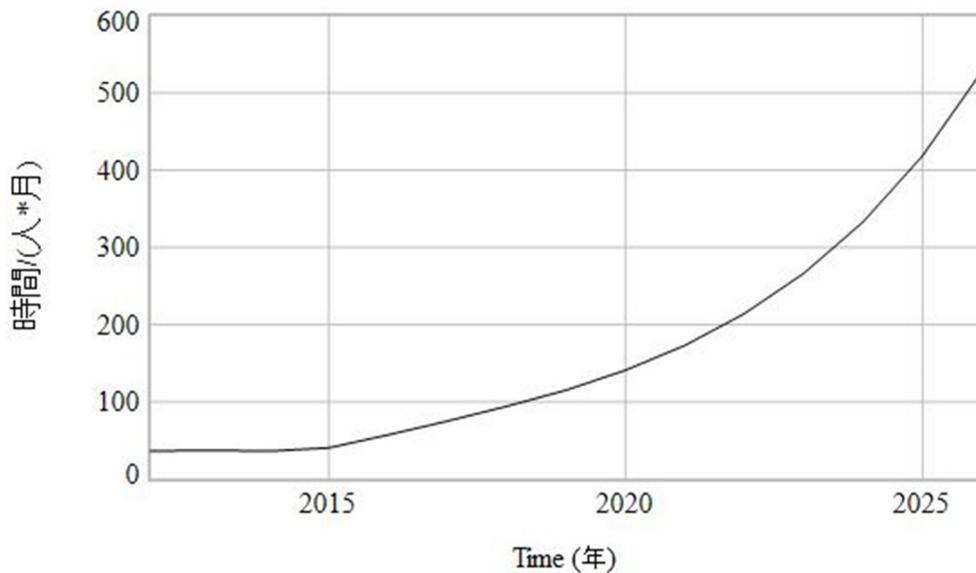


図 6-8 2012 年～2015 年の残業推移と今後の予測

なおこの結果は、月次残業時間の増加に、無為無策に一切対応しなかった場合の極端な将来結果を予測したものである。

6.6 シミュレーション結果の評価

情報収集・調査プロセスで作成した経営施策選択肢の一覧に基づいて、シミュレーションすると以下の図 6-9, 図 6-10, 図 6-11, 図 6-12, 図 6-13, 図 6-14, 図 6-15, 図 6-16 が得られる。

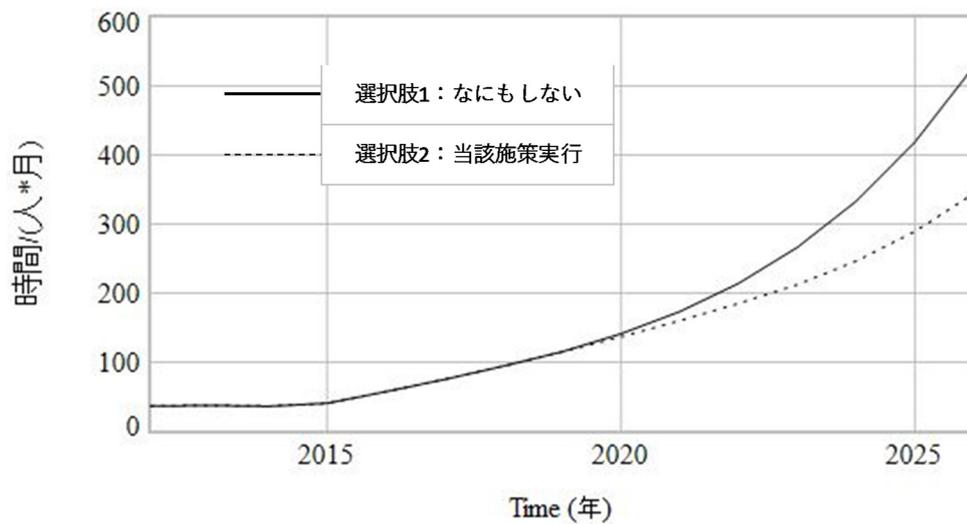


図 6-9 定年を 5 歳引き上げた場合の G2 換算の個人月次残業時間

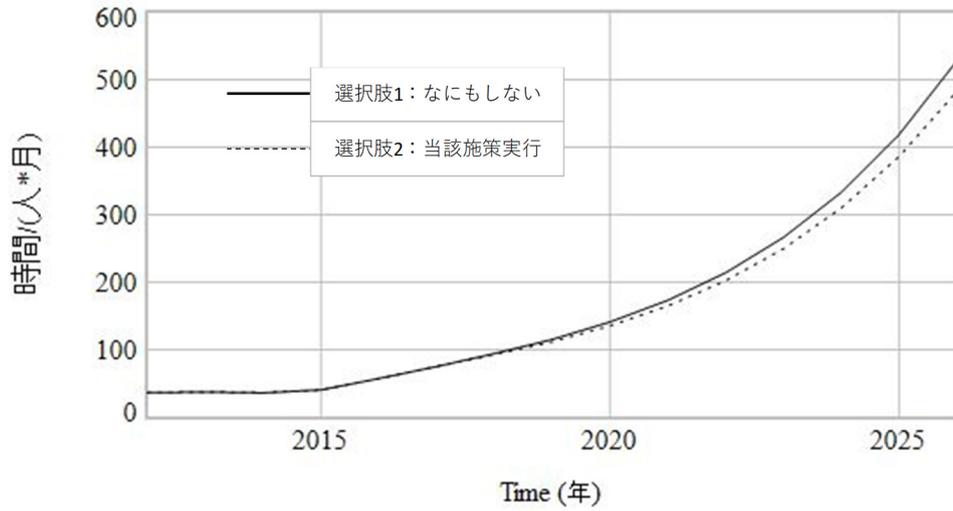


図 6-10 新規採用 10 名増加した場合の G2 換算の個人月次残業時間

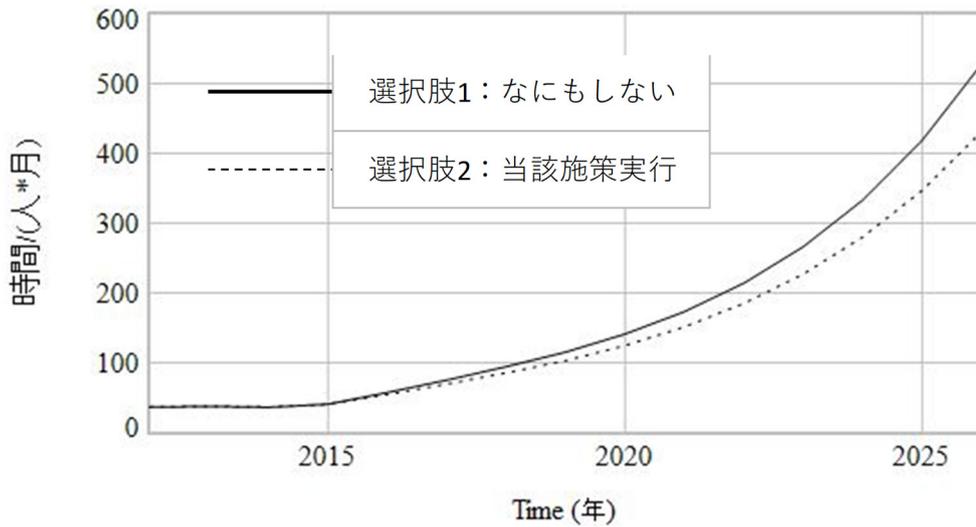


図 6-11 中途離職率低減した場合の G2 換算の個人月次残業時間

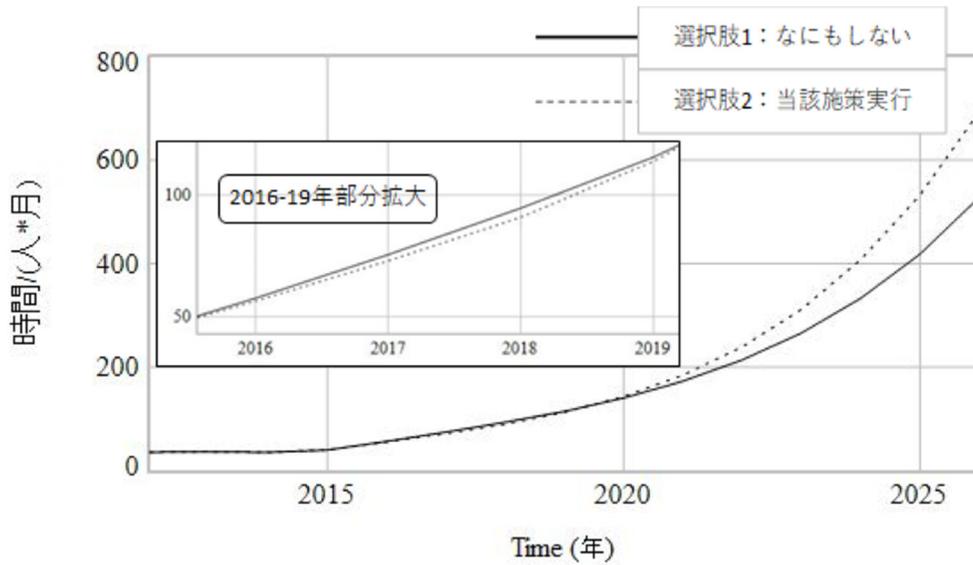


図 6-12 昇格率アップした場合の G2 換算の個人月次残業時間

図 6-12 に示す昇格率をアップした場合については、施策施行後、2016 年から 2019 年まで僅かな残業削減効果が認められるので部分拡大した。しかし、2019 年以降は逆に残業が増えている。これは、開発者最上位の SP の一部および次職位の G4 の一部が毎年一定割合、幹部に昇格して開発者では無くなること、および、G4 に比して SP は早期定年退職制度の利用率が高いので、昇格すると定年退職率が上がるためである。

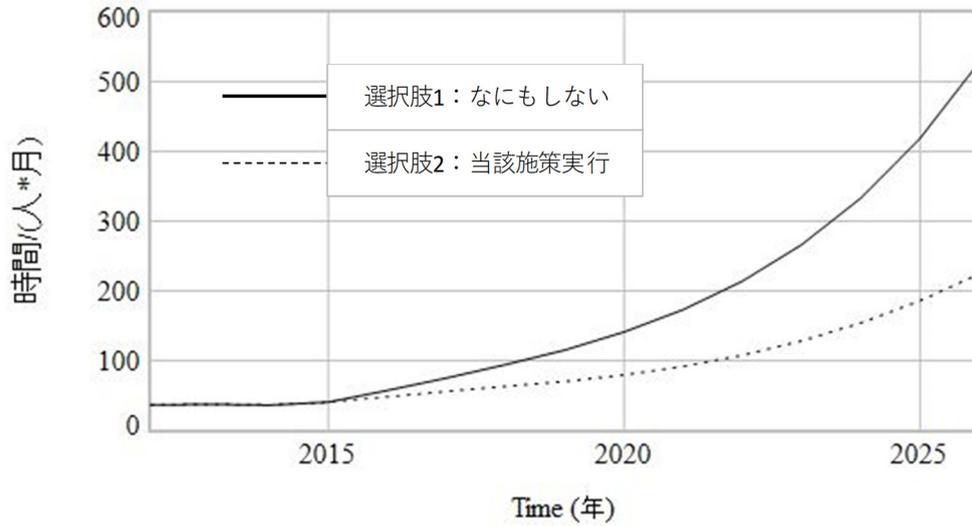


図 6-13 内製率削減した場合の G2 換算の個人月次残業時間

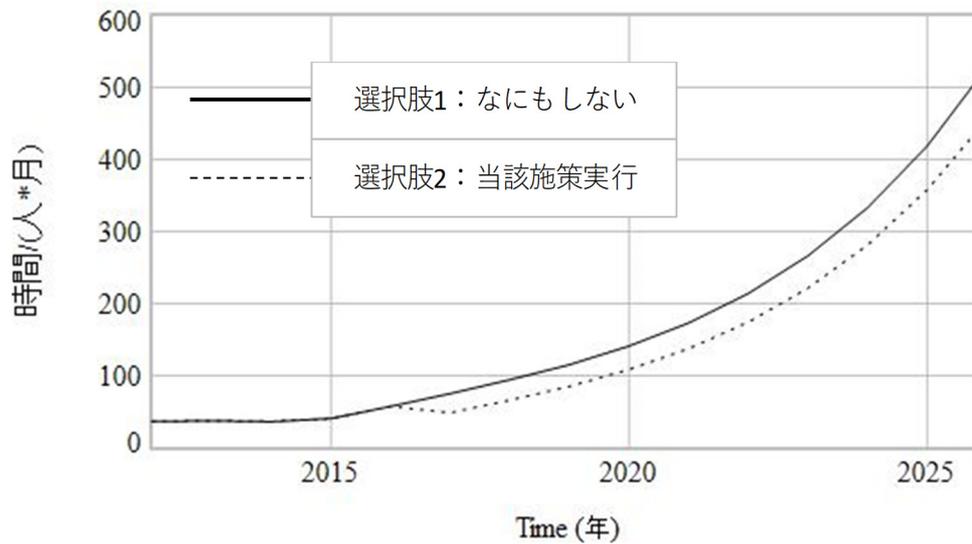


図 6-14 知識蓄積・再利用支援システム導入強化した場合の G2 換算の個人月次残業時間

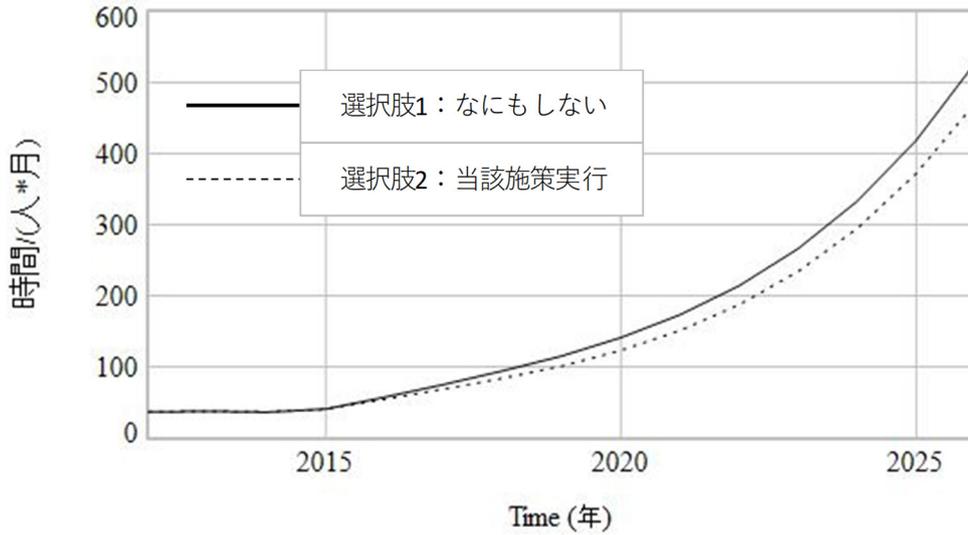


図 6-15 幹部昇格率抑制した場合の G2 換算の個人月次残業時間

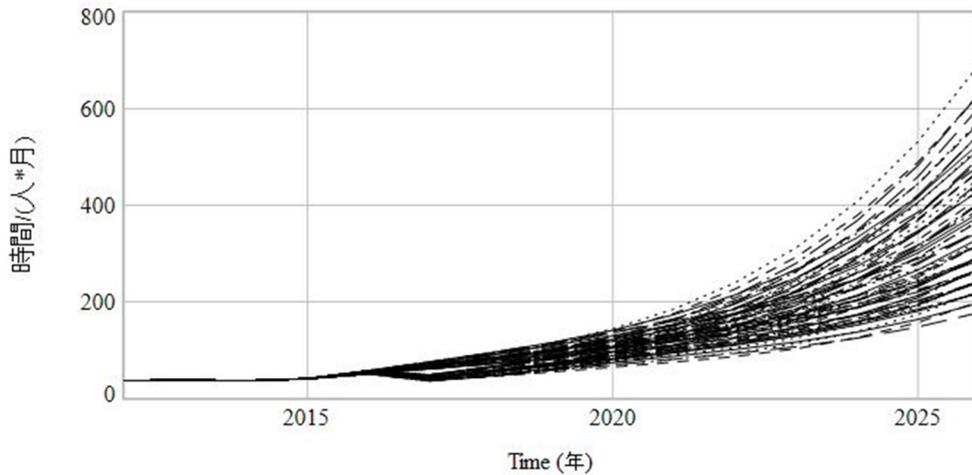


図 6-16 内製率削減以外の全ての組み合わせした場合の G2 換算の個人月次残業時間

先にモーフォロジカル・マトリックスで整理した 7 つの経営施策選択肢をシミュレーションして、個人月次残業時間の削減効果を比較してみると、以下の 2 点が確認できる。

① 施策実施後の早い時期から効果が明確なものが、施策 5 の内製率の削減 (図 6-13) と、施策 6 の知識蓄積・再利用支援システム導入強化 (図 6-14) である。但し、施策 6 は効果が出るまで 1 年程度のタイムラグがある。

② 10年後の長期で効果が大きいものは、施策1の定年5歳延長(図6-9)と、施策5の内製率の削減である(図6-13)。

本章の冒頭に記述した通り、残業の速やかな削減が喫緊の経営課題であるため、シミュレーションの結果から、施策5の内製率削減が有力な選択候補となる。

この施策5とそれ以外の6施策を比較を行なう。図6-16は、内製率削減以外の他の6施策について、全64通りの組み合わせの結果を示している。その結果、内製率削減(施策5)以外の6施策を同時実施した図6-16の最下位のグラフと、内製率を削減した図6-13のグラフは同様な推移であり、内製率削減の相対的に高い効果が確認できる。

6.7 感度解析

6.3.7項で述べたように、この組織では社内内製率を2%ずつ削減することを検討している。(図6-17)しかし、削減率は今後一定とは限らないことから、2016年以降の内製率の削減幅を変化させて感度分析を行った。図6-18では内製率の削減幅を1~2%の一様乱数として、図6-19では0~1%の一様乱数として、そして図6-20では2~3%の一様乱数として感度分析を行った結果を示している。なお、すべてシミュレーションは500回行った。

内製率を削減すなわち外注率を上げれば、個人月次残業時間のシミュレーション終了時点でのばらつきは小さく、また値は小さくなる。すなわち、内製率を低く抑えることにより個人月次残業の削減の効果が一層大きくなることが期待される。かつ、設備投資が不要な経営施策である。但し、支払い準備金は短期的に必要なことになる。

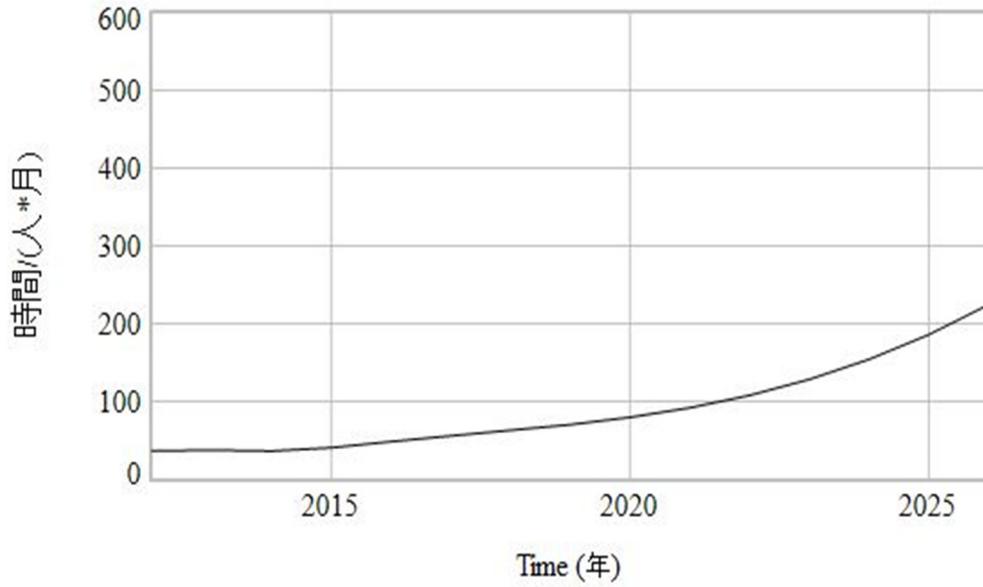


図 6-17 内製化率を 2%削減（外注増）した場合の G2 換算の個人月次残業時間

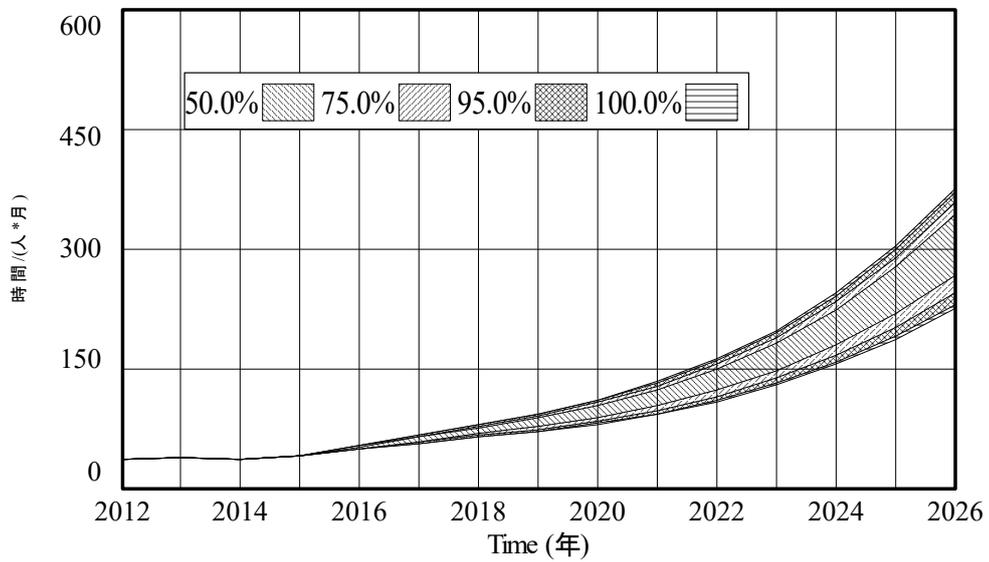


図 6-18 内製率を 1~2%の範囲で削減（外注増）した場合の個人月次残業時間の感度分析

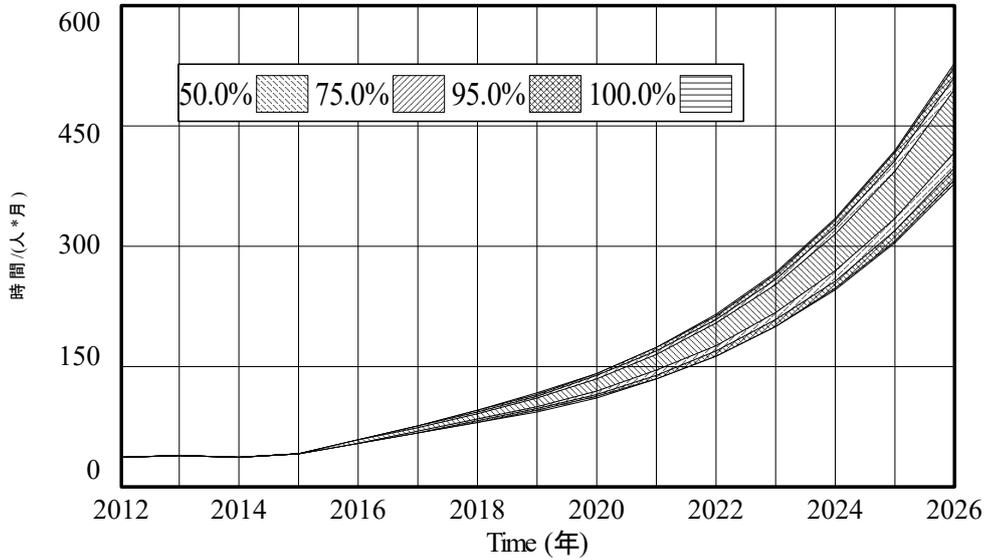


図 6-19 内製率を 0～1%の範囲で削減（外注増）した場合の個人月次残業時間の感度分析

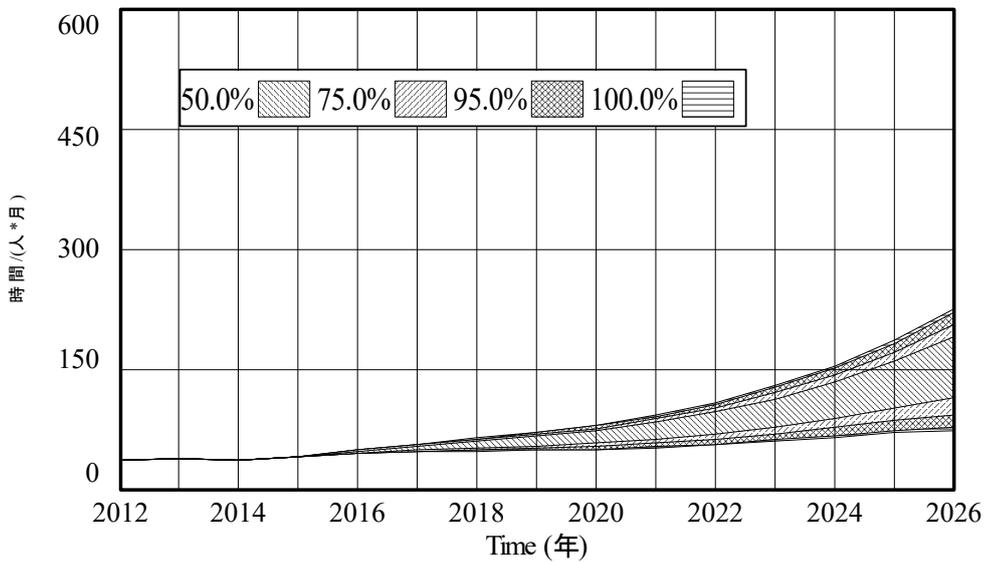


図 6-20 内製率を 2～3%の範囲で削減（外注増）した場合の個人月次残業時間の感度分析

※図 6-17と 図 6-18, 図 6-19, 図 6-20 とは、ソフトウェアの仕様で、縦軸のスケール表示が異なる

6.8 意思決定

「KJ法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」を用いて発案し、モーフォロジカル・マトリックスで整理した7つの経営施策選択肢のうち、短期的に効果が顕在化し、投資費用がかからない施策として「内製率を削減」する施策が最も有望なものとなった。また、どの程度内製率を削減すると、今後の個人月次残業時間の増加を吸収できるかも示すことができた。この感度分析については、他の選択肢についても関係する変数を変化させて、大きな効果変化をもたらすしきい値の有無を発見するためにも有効である。

6.9 考察

本適用事例では、一般的な労働力増強的な施策に対して、内製率を削減すなわち外注依存が、容易な安全弁として選択しやすいことが検証された。準備に費用や時間が必要な他の施策や他の施策の組み合わせよりも効果が明瞭で、ひいては他の6つの施策の複合適用とほぼ同等であることも確認できた。これらは、トップダウンアプローチモデリングでは、網羅的な経営施策選択肢を抽出・検証しにくいことに比して、ボトムアップアプローチモデリングならではの、網羅的な発見である。

但し、外注依存を高めることは、利益率の圧迫などのインパクトもあることはもちろんである。したがって、全社的な意思決定に寄与するためには、モデルに財務要素を加えてこのインパクトの評価を行うことが必要でと考えられる。なお、本論文ではモデリングの手法を提案することが主題であるため、この財務的要素のモデルへの組み込みについてはスコープの範囲外である。

6.10 まとめ

以上のように、精緻かつ詳細な現場情報を調査・収集して、それに基づいて精緻で精巧な全体モデルを組み上げるボトムアップアプローチモデリングは、提案手法の基となる考え方である。このことにより、経営課題の対象となる現場業務をモデル化、相違の少ないダイナミックなモデルを構築し、複数の経営施策選択肢から、適切なものを選択支援することが出来た。

また、IT企業の人的資源に関する施策立案に提案手法を適用して、経営施策の選択を

ケーススタディ 3: 組織人員計画における適用事例

支援できることを示し、提案手法の有効性を示した。

第7章 ケーススタディ 4: 企業のプロジェクト企画書作成作業への適用事例

7.1 はじめに.....	105
7.2 情報収集・調査.....	105
7.2.1 企画書作成作業の概要.....	105
7.2.2 現場が発案した経営施策選択肢.....	106
7.2.3 本章に登場する知識再利用システム「企画書作成支援ソフトウェア」の説明.....	108
7.3 詳細モデル構築.....	109
7.4 モデルの挙動の検証.....	111
7.5 シミュレーション結果の評価.....	113
7.6 感度解析.....	119
7.7 意思決定.....	122
7.8 まとめ.....	122

7.1 はじめに

本章では、実際の企業現場のプロジェクト企画書(以下、企画書)作成作業と残業削減課題に対する経営施策意思決定に対し、提案手法を適用した事例を取り上げて手法の有効性を検証した。

本章では、第6章に続き、詳細モデル構築から、モデルの挙動検証、シミュレーション結果の評価、感度解析、意思決定までの詳細手順の有効性検証に重点をおいた。

当該企業において、プロジェクトの企画は、その組織の業務活動全般のなかでも、もっとも重要な活動であり、自社の特長・能力・実績・知見・専門性・市場理解などを示して、他社に対して、自社の業務遂行を優位に導く活動である。

7.2 情報収集・調査

本適用事例検証では、提案手法の手順とは異なるが、現場の実務者から詳細に情報収集・調査を行うボトムアップアプローチから始めたことは、提案手法の考え方と共通するものである。

この現場実務者からの詳細情報収集は「企画書作成作業の把握」と、「現場が発案する改善策(現場発案の経営施策選択肢)」という観点で行なった。

7.2.1 企画書作成作業の概要

企画書作成業務には、より良い企画書を作成するために多大な労力が投入される。競争力の高い、説得力のある良質なプロジェクト企画書は、豊富な企画知識と経験に拠ることが多く、企画書作成は特定のベテランに集中することが多い。

従来より、企画書は、企画プレゼンテーションとしても利用するため、スライド作成ツールを利用して、スライドとして、人手で作られる。作成されたスライドは、ファイルデータベースに、ひとかたまりの「〇〇企画書」ファイルとして保存されている。

例えば、良質なスライドは、何回もそのまま再利用したり、一部改変して再利用したりすることにより、競争力を維持しながらも、スライドを全て新規作成するよりも、高速で効率的なプロジェクト企画書作成を実現する。しかしながら、従来のファイルシステムへの保存では、特定のスライドを探索すること自体が作業負荷となりやすく、所望のスライドを探索しても見つけ

ケーススタディ 4: 企業のプロジェクト企画書作成作業への適用事例

にくく、結局、同様のスライドを新規作成して、労力を無駄にすることが多い。企画書作成者は、労働基準法 36 条に拠る一般労働者の月次残業上限 40 時間を越えることが頻繁で、月次残業時間は、研究開発職の上限 70 時間程度となることもある。

本適用事例検証対象の企業現場の一般的な企画書作成作業は、概ね以下の手順である。

- ① 企画書シナリオの立案(そのまま目次となるので、以下、目次)
- ② 目次に沿って、その再利用できる既存スライドの探索。その後、そのまま再利用。
- ③ 目次に沿って、改造すれば再利用できる既存スライドを探索し、その後、改造して再利用。
- ④ 再利用できる既存スライドが発見できなかったため、新規作成
- ⑤ 作成した企画書をレビューして、完成

モデル化した組織では、すでにオーバーワークの状態にあり、残業によりその負荷に対応している状態である。したがって、初めの時点を残業なしとしても、負荷に対応できるまで残業が増加し、均衡するふるまいが基本状態(システム・ダイナミクスでいう「リファレンス・モード」)である。また、この均衡プロセスは負荷とリソース(時間)の間に生まれる負のフィードバック・ループによりもたらされる(ダイナミック仮説)。

7.2.2 現場が発案した経営施策選択肢

業務現場情報収集・調査で、現場が発案したプロジェクト企画書作成作業の残業削減策として選択できる経営施策選択肢は、以下の 4 点である。

① 人員の増強

人員の増強は、経営者の選択としては最も簡単な選択肢である。

しかし、依頼される作業に増減変動があり、依頼量が総作成能力よりも下回ると人員は余剰となり無駄となる。このため経営者は、見込み依頼量よりも低めの平均作業量を処理できる人員数に収めようとすることがある。また、作業習熟訓練費用・訓練期間、作業の割り振り効率、相互補完効率など、単純に増員倍数が、生産倍数に直結しないことがあるので、経営者はこの選択を避ける傾向がある。

② 機械導入・ツール導入による作業の高速化・効率化

人員増強よりも、雇用維持リスクが低いため、機械導入・ツール導入による作業の高速化・自動化は、経営者としては決定しやすい。導入物の減価償却と人件費との比較で決定され

ケーススタディ 4: 企業のプロジェクト企画書作成作業への適用事例

る。ここでは、IT 利用を想定しているので、以下、IT システム化と呼ぶ。

③作業依頼受託の定期締め切り化による作業負荷の平準化(一日の作業量の一定化)

一日の作業量を一定にするため、例えば毎週金曜日に作業依頼受託を締め切る。作業依頼を定期的することにより、締め切り間の作業は平準化できる。この手段は、企画作成依頼者と、受託する企画書作成者との力関係により成立の可否が分かれる。

④対応可能な作業量を越えると依頼を断る

毎月の残業時間が許容上限値 60 時間に対して、しきい値 55 時間に達すると例外なく仕事を断る。

次にシステム (系) に対する独立な経営施策選択肢である①～④を縦軸に並べ、横軸に取りうる値を取りうるかを整理する。モーフォロジカル・マトリックスの形式に整理すると表 7-1 の通りになる。選んだ経営施策選択肢によってシステムのモーフォロジーが変わる。

表 7-1 経営施策選択肢の一覧

No.	現場が発案した経営施策	選択1 (現状)	選択2
①	人員の増強	1人 のまま	2人に 増員
②	機械導入・ツール導入による作業の 高速化・効率化 (ITシステム化)	導入 しない	導入 する
③	作業依頼受託の定期締め切り化による 作業負荷の平準化 (一日の作業量の一定化)	月初に 締め切る	月内に 按分して 締め切る
④	対応可能な作業量を越えそうになると、 依頼を断わる (55時間残業/月)	断わら ない	断わる

7.2.3 本章に登場する知識再利用システム「企画書作成支援ソフトウェア」の説明

本適用事例における IT システム化（機械導入・ツール導入）とは、知識再利用システム「企画書作成支援ソフトウェア」[83][84][85][86]の導入のことである。このソフトウェアについて、以下に説明する。

このソフトウェアは、既に作成された企画書ファイルを、「ショーケース」と呼ばれるファイルフォルダに格納すると、AI(人工知能)機能により、1枚毎に「内容」、「描画されている図形形状」、「色調」、「企画書提出先の業種」、「従業員数」、「売上高」などの項目を自動識別や外部データ自動照会して、各スライドのメタデータとして付与する。

企画書作成者は、ビジュアルな画面操作で、所望のスライドを高速に検索して、そのまま再利用したい素材や変更して再利用したい素材を入手することができる。過去のプロジェクト企画書をファイルデータベースに蓄積して、人手で、既存ファイルを一つずつ開閉しながら、所望のスライドを1枚1枚探して再利用するのに比べ、再利用の利便性が大幅に上がる。表 7-2 に、既に企画書作成支援ソフトウェアを利用している現場の従来の人手作業と、企画書作成支援ソフトウェアを利用した場合の、単純な操作スピード比較を示す。

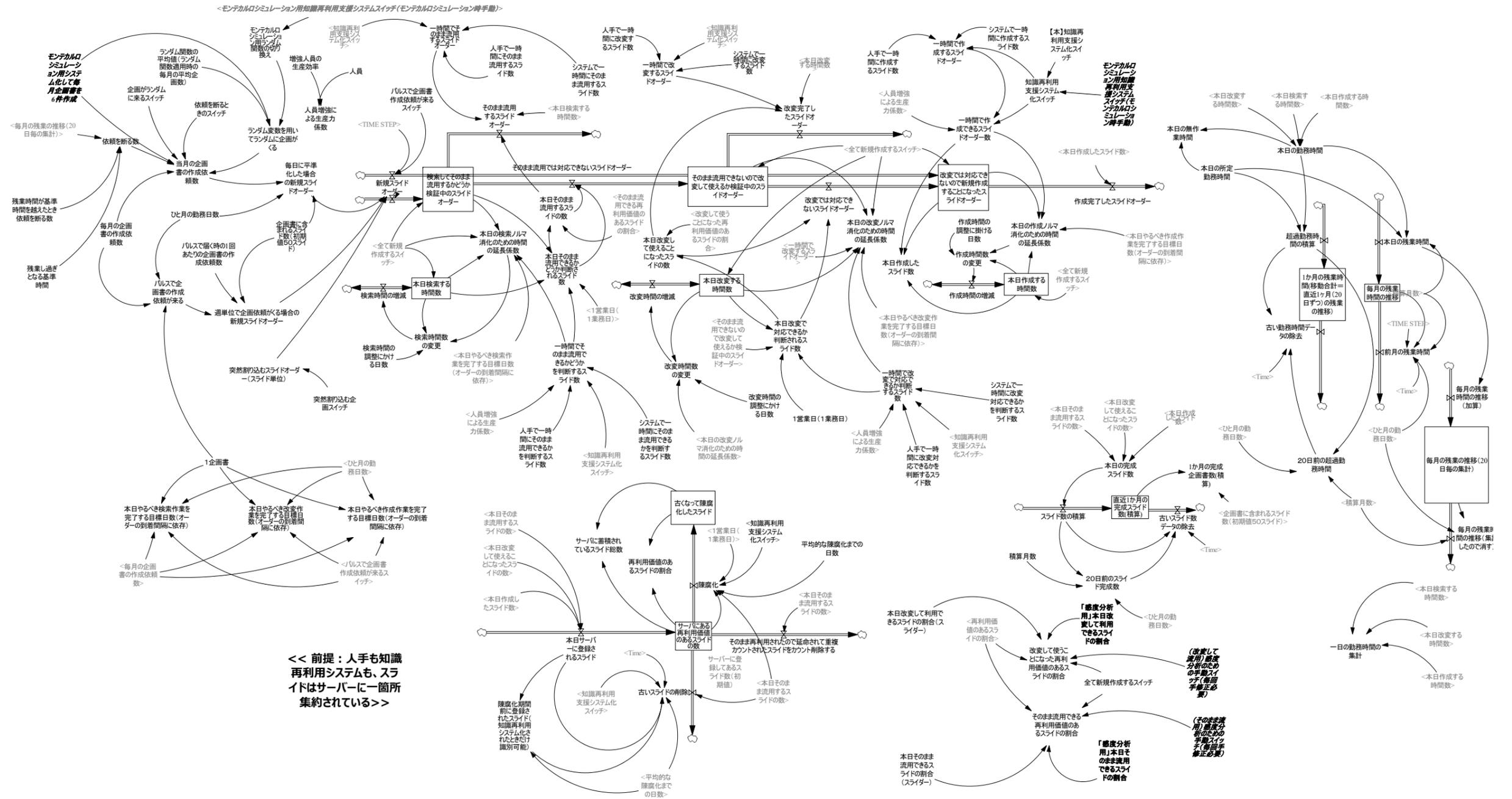
表 7-2 スライドの再利用作業の比較（人手と企画書作成支援ソフトウェア利用）

	人手で検索して作業	企画書作成支援ソフトウェアを利用
所望のスライドを検索してそのまま再利用する	24分/スライド (検索18分+ そのまま再利用6分)	6分/スライド (検索3分+ そのまま再利用3分)
所望のスライドを検索して変更して再利用する	60分/スライド (検索18分+ 変更内容検討12分+ 変更30分)	36分/スライド (検索3分+ 変更内容検討3分+ 変更30分)
所望のスライドが無いため新規に作成する	110分/スライド (検索18分+ 変更内容検討12分+ 新規作成80分)	86分/スライド (検索3分+ 変更内容検討3分+ 新規作成80分)

7.3 詳細モデル構築

情報収集・調査に基づいて、システム・ダイナミクスモデル作成ツールである VENSIM を用いて構築した詳細な数理モデル(ストック・フロー図)は、図 7-1 の通りである。

モデル構造の概略は以下のとおりである。企画書作成作業 (図 7-1 では、「検索してそのまま流用するかどうか検証中のスライドオーダー」、「そのまま流用できないので変更して使えるか検証中のスライドオーダー」、「変更では対応できないので新規作成することになったスライドオーダー」と記載。いわゆるバックログ) が 3 段階にわたり直列につながっており、それぞれに共通のワークリソースが割かれる (「本日検索する時間数」、「本日変更する時間数」、「本日作成する時間数」と記載)。このとき、バックログと現時点における対応能力の比を見て、ワークリソースの調整を行うようになっている。この構造は高橋[85]が提示した基本構造を複合し、3 段階にわたって連結したものと言える。



<< 前提：人手も知識再利用システムも、スライドはサーバーに一箇所集約されている >>

図 7-1 企画書作成作業 詳細モデル全体像

7.4 モデルの挙動の検証

現場の情報収集・調査で得ている作業情報は以下の表 7-3 および表 7-4 の通りであり、これを作成した詳細モデルの初期値として与えて、現状を再現できていることを確認して、作成したモデルの挙動を検証した。

表 7-3 人手と企画書作成支援ソフトウェア利用の作業時間比率

No.	業務状況（詳細モデルの初期値）	
①	企画書作成作業の基本単位	1名
②	一日の所定勤務時間	8時間
③	一週間の勤日数	5日
④	月の勤務日数	20日
⑤	1年間の勤務日数	240日
⑥	企画書作成者1名あたりの 現状の毎月の企画書作成依頼量	0~6 企画書 (平均3企画書)
⑦	企画書作成者1名の 現在の一日のスライド完成量	7.5 スライド
⑧	スライドの当初蓄積量（既存スライド）	2,000 スライド
⑨	1企画書当りの平均スライド枚数	50 スライド
⑩	スライドの陳腐化期間(1年)	240日

表 7-4 人手と企画書作成支援ソフトウェア利用の作業時間比率

	既存スライドの検索 作業時間比率	既存スライドの流用改変 作業時間比率	スライドの新規作成 作業時間比率
人手のみで行う場合	40%	30%	30%

図 7-2 は現状のまま、今後の個人の毎月の残業時間推移をシミュレーションしたものである。比較のために、企画書を全て新規作成した場合の残業時間も示した。この場合、毎月の残業時間は 40 時間となる。

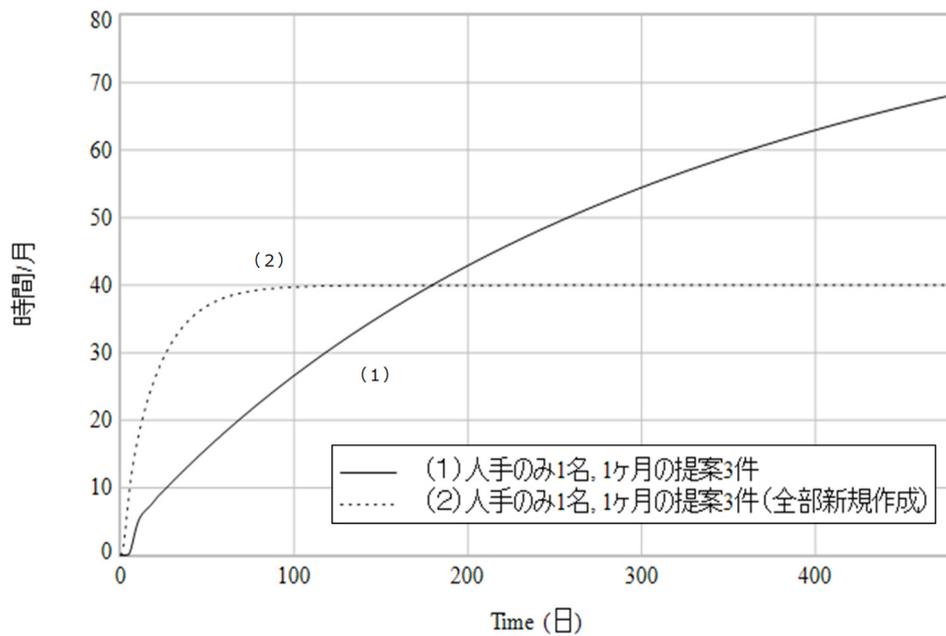


図 7-2 現状のままの毎月の残業時間の推移(1)と全部新規作成した場合の毎月の残業時間の推移(2)

(1) の現状すなわち初期値が妥当であることを検証するため、1ヶ月の企画書作成依頼が0～6件の間でランダムに増減する場合(13)と(1)を重ね合わせると、この初期設定値が概ね妥当であることが確認できる(図 7-3)

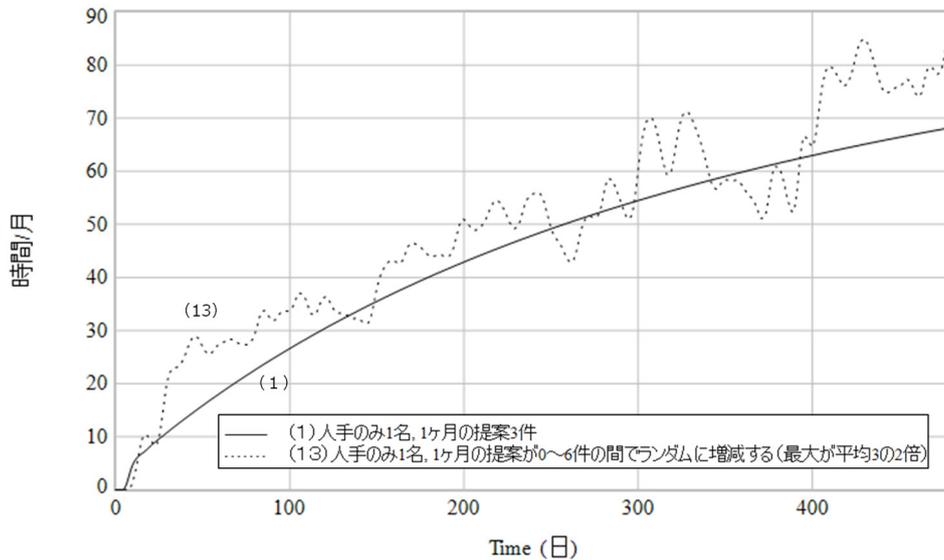


図 7-3 現状のままの毎月の残業時間の推移(1)と
1ヶ月の企画書作成依頼が0～6件の間でランダムに増減する場合(13)

7.5 シミュレーション結果の評価

シミュレーション結果の評価として、表 7-5 の企画書作成作業群を検証した。

なお、補足事項として、以下の5点がある。

- i. モデルの特性上、初期20日間ほど、モデルの結果が異なる。
- ii. 既存スライドは、最後に利用されてから1年経過すると陳腐化する。
 - ・人手の場合は何もしないが、当該スライドは無価値なので検索ノイズとなる。
 - ・ソフトウェア作成支援ソフトウェアを導入した場合(以下、ITシステム化)は、陳腐化スライドを自動削除する。
- iii. 特定スライドをそのまま再利用した場合は、当該スライドの陳腐化はゼロから再カウントとされる(当日から1年間、陳腐化しない)
- iv. 特定スライドを改変再利用した場合は、改変原スライドの陳腐化は進行する。

ケーススタディ 4: 企業のプロジェクト企画書作成作業への適用事例

v. 一日の通常処理量を超えてスライド作成依頼があった場合は、当日と翌日の2日間で残業を増やして吸収する。この調整期間計算に基づき、本日の作業時間を調整する。

表 7-5 企画書作成作業シミュレーションケース一覧

ケースNo.	分類	作業人数	システム化	1か月の企画書作成件数	補足説明
(1)	当初 (現状)	1人	-	3件	初期値
(2)		1人	-	3件	全部新規作成した場合
(3)		1人	-	4件	初期値に対して1件増加
(4)	人手の増強	2人	-	4件	1名増員当りの生産効率率は0.9
(5)		2人	-	5件	1名増員当りの生産効率率は0.9
(6)		2人	-	6件	1名増員当りの生産効率率は0.9
(7)	企画書作成支援ソフトウェア 導入 (ITシステム化)	1人	○	4件	-
(8)		1人	○	5件	-
(9)		1人	○	6件	-
(10)	作業受託の定期的締め切り による締め切り間の 作業負荷平準化	1人	-	3件	1ヶ月の企画書作成依頼3件を 均等に締め切る (パルス化)
(11)		2人	-	6件	1ヶ月の企画書作成依頼6件を 均等に締め切る (パルス化)
(12)		1人	○	6件	1ヶ月の企画書作成依頼6件を 均等に締め切る (パルス化)
(13)	依頼負荷が ランダムに増減	1人	-	0~6件	1ヶ月の企画書作成依頼が 0~6件の間でランダムに増減 (平均3企画書)
(14)	依頼負荷が ランダムに増減	1人	○	0~10件	1ヶ月の企画書作成依頼が 0~10件の間でランダムに増減 (平均5企画書)
(15)	残業しきい値に達すると 依頼を断わる	1人	-	3件	残業時間が55時間/月に達すると 依頼を断わる

ケース (1) ~ (6) をシミュレーションしたものが図 7-4 である。

(1) ~ (6)とも、企画書の作成依頼が増加しなくても、既存スライドが徐々に陳腐化して、検索作業のノイズとなるため、作業者の業務効率が悪化して、残業が増加し続ける。

また、(6) に示されるように、作業者(人手)を1名増員した場合でも、増員者の生産効率を0.9としたため、増員効果は1名のときの2倍ではない。

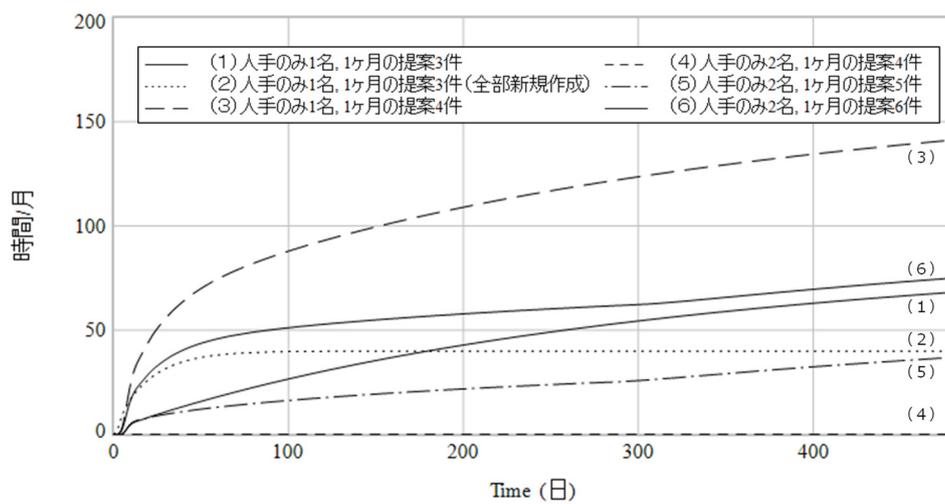


図 7-4 毎月の残業時間の推移(人手系) : (1)(2)(3)(4)(5)(6)

ケーススタディ 4: 企業のプロジェクト企画書作成作業への適用事例

次に、図 7-5 は、現状の (1)と前述の IT システム化した場合の(7)(8)(9)を示したものである。

IT システム化すると、陳腐化したスライドを自動削除して検索ノイズにしないため、作業負荷が安定する。

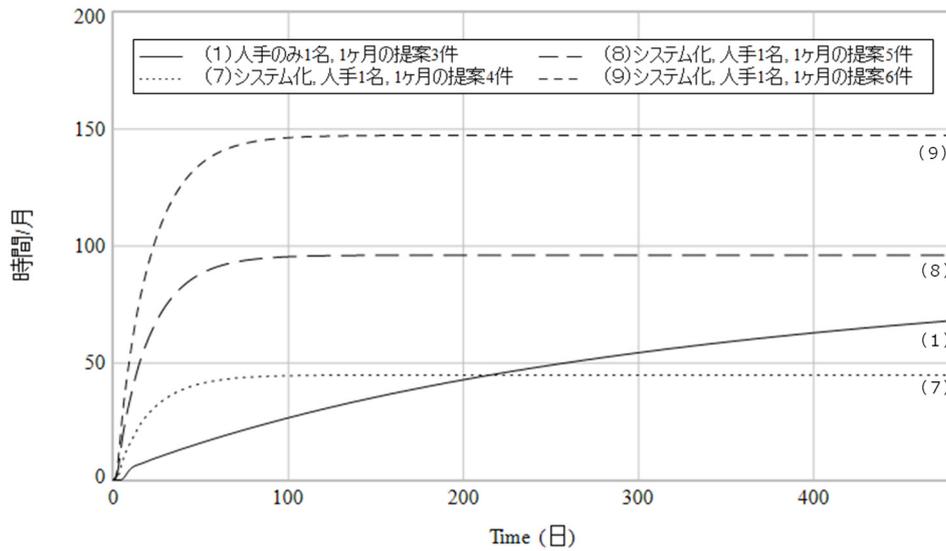


図 7-5 毎月の残業時間の推移(IT システム化) : (1)(7)(8)(9)

ケーススタディ 4: 企業のプロジェクト企画書作成作業への適用事例

図 7-6 は、作業受託の定期的締め切りによる締め切り間の作業負荷平準化を行なった場合である。施策として実行当初は多少の効果があるが、長期的には効果は小さい。

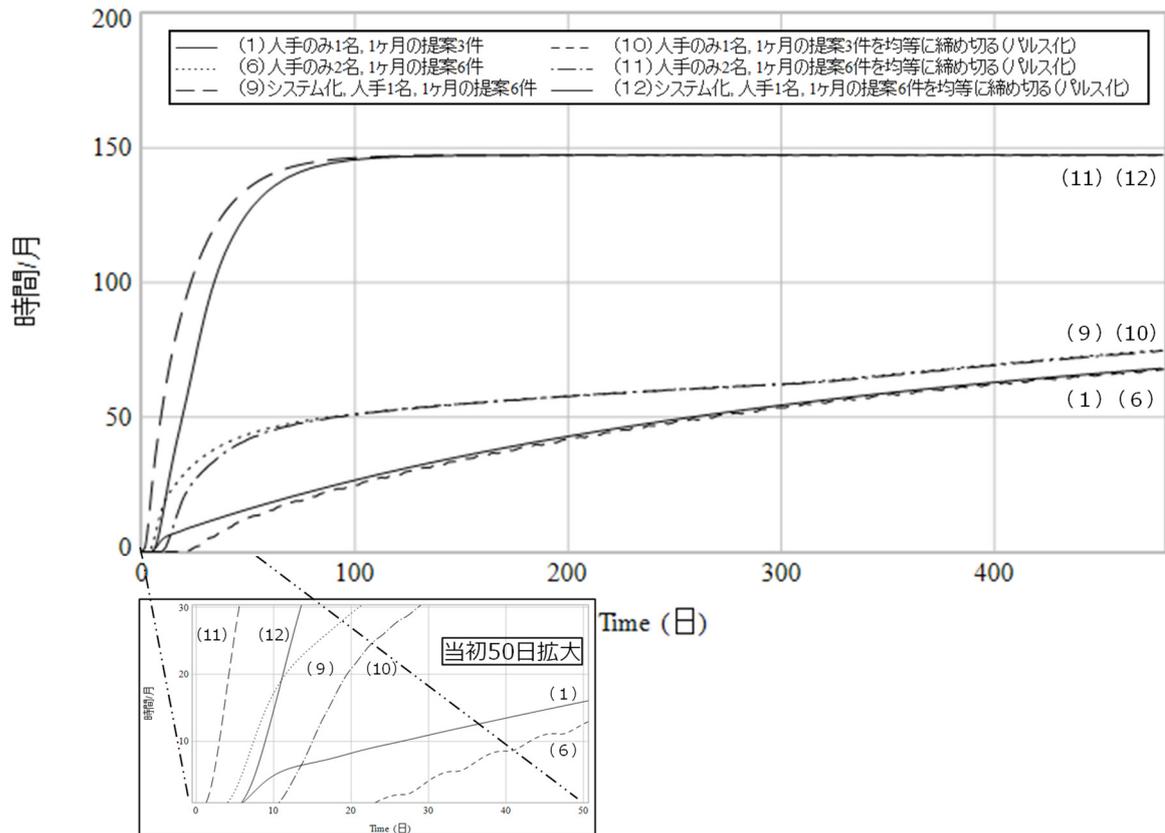


図 7-6 毎月の残業時間の推移 作業受託の定期的締め切りによる締め切り間の作業負荷平準化 (1)(6)(9)(10)(11)(12)

図 7-77 は、残業時間が 55 時間に達すると依頼を断わる場合を示している。いったん断わると見込み作業量が減るので、すぐに依頼を受けることを再開するので、残業時間に振幅が出る。

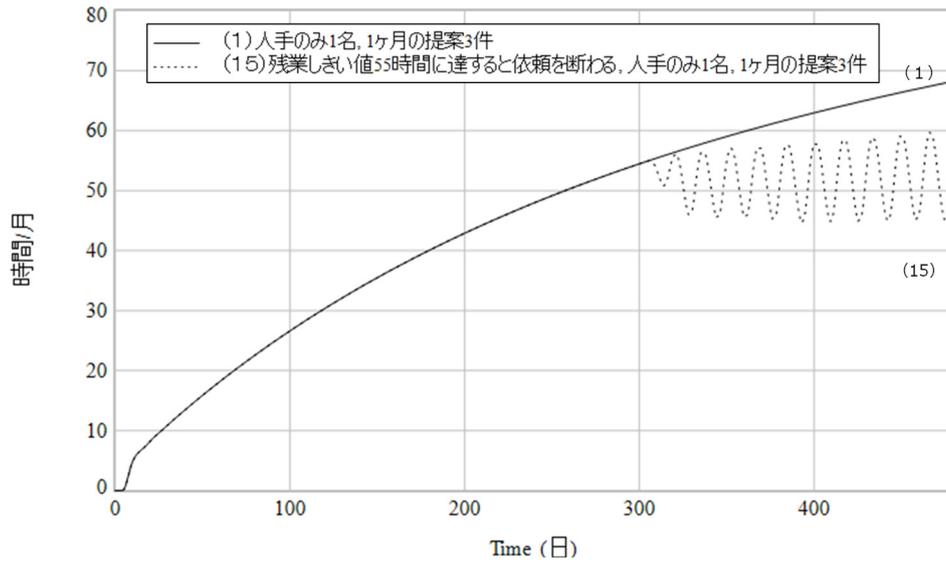


図 7-7 毎月の残業時間の推移：残業時間が 55 時間に達すると依頼を断わる
(1)(15)

7.6 感度解析

7.5 節で示したように、現場が発案した経営施案のうち、機械導入・ツール導入による作業の高速化・効率化(ITシステム化)が、最も残業削減・効率化に有効と思われる。

現状の既存スライドの再利用率は、表 7-6 の通りである。

表 7-6 現状のスライドの再利用率と IT システム化した場合の感度解析幅

No.	既存スライドの再利用性	現状	感度解析幅
①	類似作成の効率化のため、そのまま再利用できるスライドの比率	20%	±10%
②	類似作成の効率化のため、変更して再利用できるスライドの比率	30%	±10%
③	流用できずに新規作成するスライド	50%	-

この既存スライドの再利用率の増減は、不確実な要素であるため、そのまま再利用できる率および変更して再利用できる率を、それぞれ±10%揺らがせて感度解析した。併せて、その両方を、同時に同様に±10%揺らがせて感度解析した。

図 7-8 は、表 7-5 の(9)、の IT システム化されて、一人で月 6 件の企画書作成依頼を受けた場合の残業時間に対して、そのまま再利用できるスライドの率 20%を±10%、すなわち 10%~30%として一様乱数で 500 回実行したものである。結果の中央から 50%、75%、95%、100%がとった値を帯で示している。

同様に図 7-9 は、蓄積された既存スライドを変更して再利用できる率 30%を±10%、すなわち 20%~40%の範囲で揺らがせたものである。図 7-10 はそのまま再利用可能な率と、変更して再利用可能な率を、両方同時に±10% 揺らがせたものである。それぞれ同様に一様乱数とし、500 回シミュレーションした。

既存スライドの再利用率の向上は、企画のトレンドなど、流動的で不確実なものであるが、そのまま再利用できるスライドの割合が高いと、残業時間の増減に大きく影響することが確認できた。一方、変更して再利用できるスライドの割合は残業の増減にあまり影響しない。これは、変更時間が必要になるためと推定される。

両方同時に感度解析した場合は、帯の淵側にあたる結果の中央から 100%の帯が多少太

ケーススタディ 4: 企業のプロジェクト企画書作成作業への適用事例

くなっていることが確認できた。これは、相乗効果と推定される。

しかし、既存スライドの再利用率は、企画書記載内容のトレンドに左右される不確な率であり、完全にコントロール可能とは言えないことに留意する必要がある。

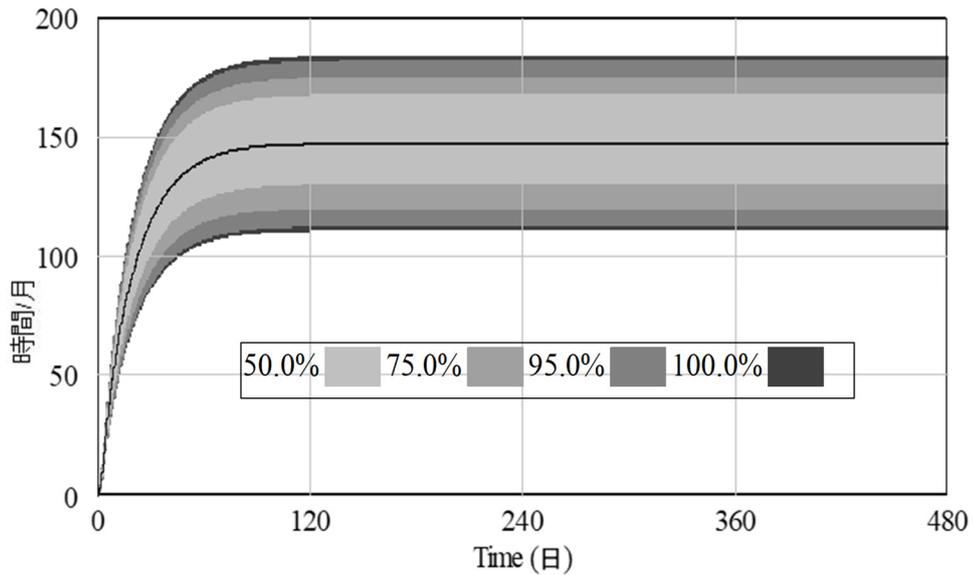


図 7-8 毎月の残業時間の推移 (9)に対して
そのまま再利用出来るスライドの率 20%を±10%変化させた感度解析

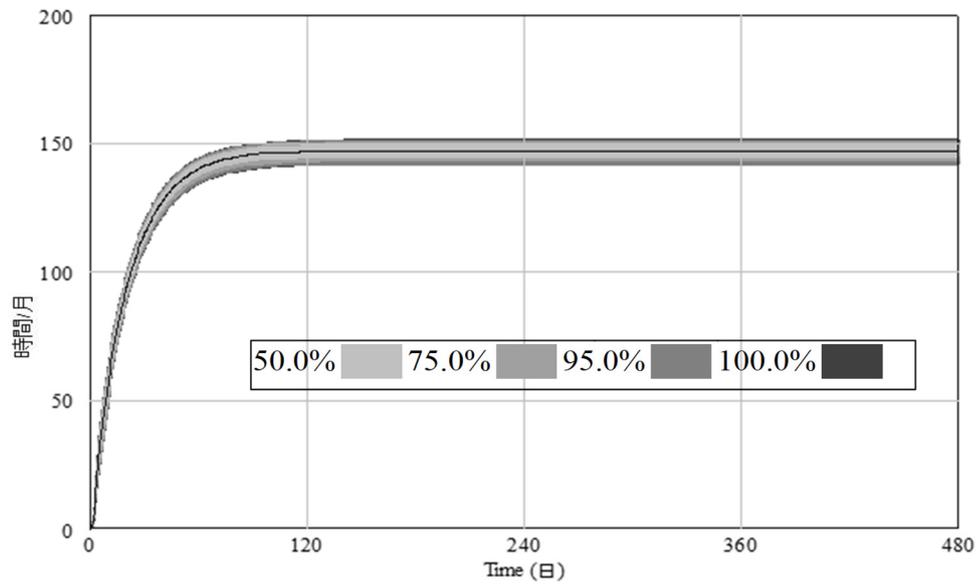


図 7-9 毎月の残業時間の推移 (9)に対して改変して再利用出来るスライドの率 30%を ±10%変化させた感度解析

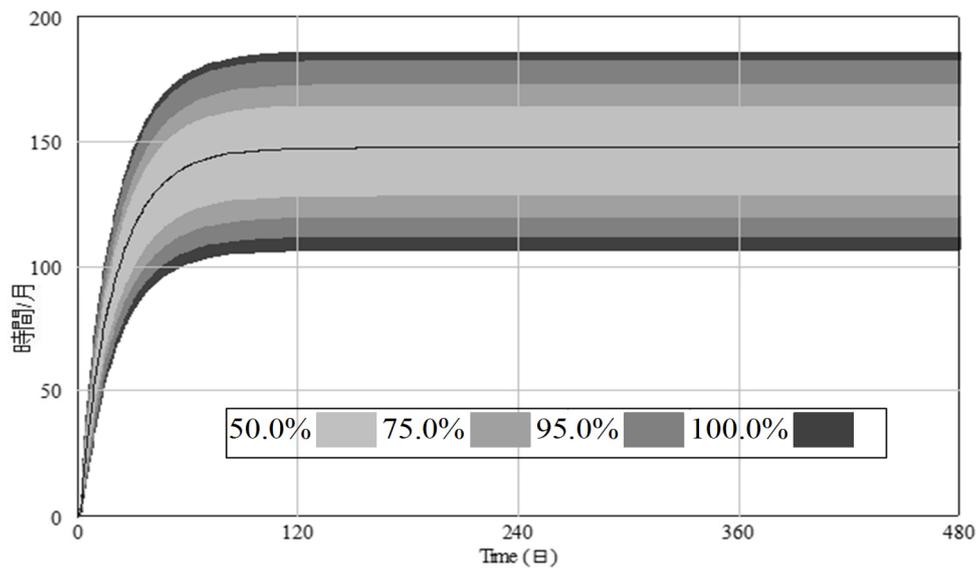


図 7-10 毎月の残業時間の推移 (9)に対して改変して再利用出来るスライドの率 30%を ±10%変化させた感度解析

7.7 意思決定

以上のように、現場が発案したシミュレーション結果の評価で IT システム化が最も効果があり、その感度解析で同時に既存スライドの再利用率の向上も効果があることを、具体的な根拠とともに示すことができた。

7.8 まとめ

本対象においては、現場発案の経営改善施策には、有効なものとは効果がそれほど見込まれないものがあることが確認できた。

従来、一般的に、経営施策の効果見積もりは、例えば特定作業時間を測定して単位時間として切り出し、人数が増えた場合の効果や、IT システム化したときの短縮した検索時間を同じ単位時間で推定して、差分を算出してきた。その後、その単位時間あたりの効率化効果を、作業時間全体に積算して、施策実施の全体効果を推定した。

ところが、実際に、選択した経営施策を実行した後、比較的すぐに想定効果はでたものの、一定時間経過後には、残業時間が減少していないなど、当初の目論見とは異なる結果がでることがある。これは、効果算定の対象となる作業が、多種かつ複雑な要素・手順と長い時間の流れで構成されている場合に著しい。その一因として、対象の業務の詳細にある重要な要素と関係性をモデルに反映できていないからであると考えられる。

以上により、本章では、提案手法と共通する詳細な情報収集にもとづく、ボトムアップアプローチモデリングすることにより、長期的・全体的な定量効果推定を可能とし、経営意思決定を支援できることを確認した。

第8章 考察

8.1 モデリングを通じた共通認識の形成について	124
8.2 トップダウンアプローチモデリングとのハイブリッド化について	124

8.1 モデリングを通じた共通認識の形成について

ドラッカーは意思決定をボトムアップで行う組織は合意形成を同時に行うことができることを指摘している。本研究では、その応用として、ボトムアップアプローチ（ビルドアップアプローチ）によるモデリングで、詳細から全体に向けてモデルを組み上げることが、精緻で精巧なモデリングに寄与すると提案した。特に、経営施策のためのモデリングにおいて、自己裁量性の高い知識労働・頭脳労働の現場従事者に、その構成要素・関係性・経営選択肢の抽出を、「KJ法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」で発案・発想してもらうことは、詳細なかつ精緻で網羅的な情報抽出になる。その情報を用いて、ボトムアップにモデリングで行うことは、構築したモデルへの現場の理解を促し、結果として、モデルの振る舞いに対する受容も容易になったと考えられる。

さらには、そのことにより経営施策の選択のための共通認識の形成を容易にした。

その結果、トップダウンモデリングアプローチでは、発案が容易ではなかったと思われるような知見や示唆が得られることも、4つの適用事例から実証的に確認できた。

特に、第5章では、プロジェクトの目的が、構成要素と関係性の網羅的な抽出・列挙による共通認識形成により、合意形成に資することであった。その結果、第5章のまとめにあるように、経営者・知識労働現場・関係者など、幅広い現場から、モデルの納得・賛同を得られた。

8.2 トップダウンアプローチモデリングとのハイブリッド化について

一方、その第5章の適用事例では、プロジェクトの最後に、トップダウンアプローチモデリングとの差異検証のために、ベテランシステム・ダイナミクスモデラーとともに、システム・ダイナミクスモデルのトップダウンアプローチモデルの典型パターン集を参照しながら、出来上がったボトムアップアプローチモデルに、関係性を追記・改造したところ、図8-1のようになった。

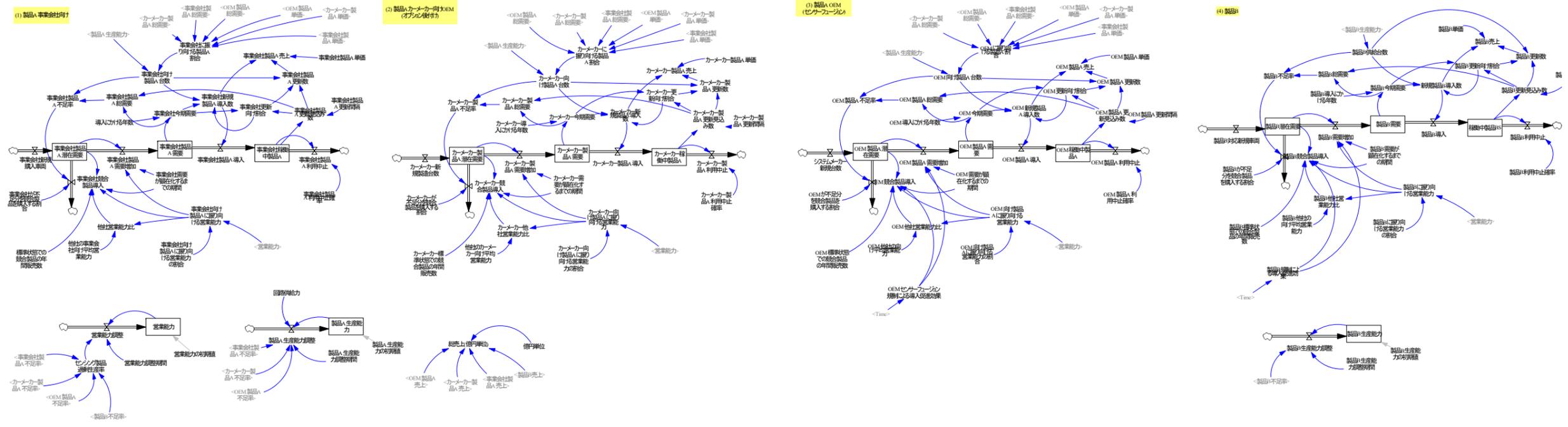


図 8-1 ボトムアップアプローチモデルにトップダウンアプローチ典型パターン集を参照して追記・改造した結果

第4章のプロジェクトでは、フィードバックループ構造の発見は、プロジェクトの目的ではなかったため明確化されなかったが、トップダウンアプローチモデルの視点を加えると、フィードバックループ構造の発見が容易であった。

フィードバックループ構造を発見・識別することが目的のモデリングの場合は、ボトムアップアプローチモデリングの後に、トップダウンアプローチの典型パターン集を、用いて関係性を追記すると、フィードバックループ構造を見つけやすくなる可能性がある。

トップダウンアプローチモデリングは、最上位概念の単純モデルから、ブレイクダウンしてモデルを詳細化する方法である。イメージとしては、図 8-2 のようなものである。

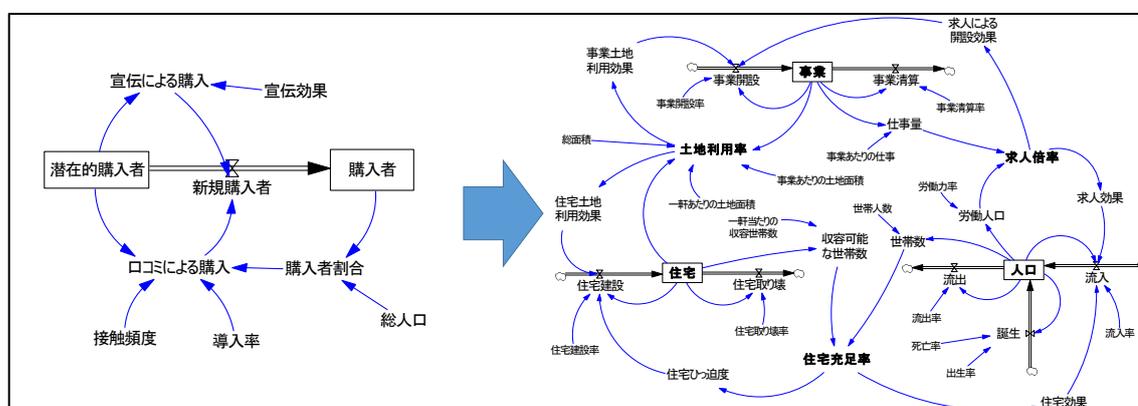


図 8-2 トップダウンアプローチモデリングのブレイクダウンのイメージ

一方、ボトムアップアプローチモデリングのビルドアップして組み立てるイメージは、図 8-3 のように、「KJ法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」を用いて知的労働現場とともに抽出・列挙した要素を、まずは余すことなく記述する方法である。

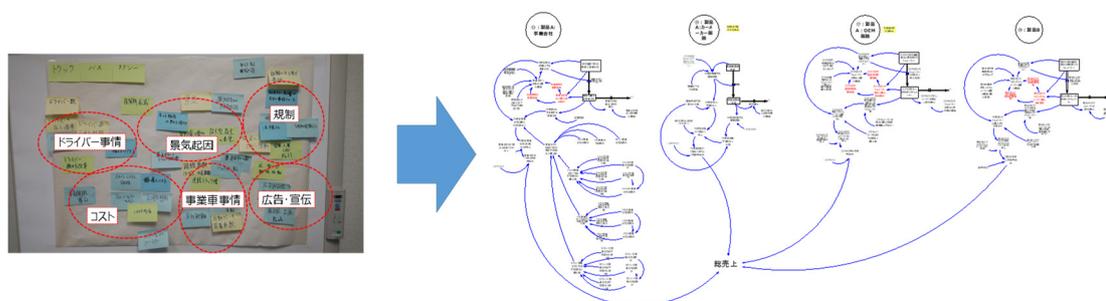


図 8-3 ボトムアップアプローチモデリングのビルドアップイメージ

ボトムアップアプローチモデリングと、トップダウンアプローチモデルの典型パターン集を参照することを、言うなればハイブリッドに組み合わせると、図 8-4 のように、それぞれの単独なアプローチに比して、一層、精緻で精巧なモデリングが出来る可能性がある。

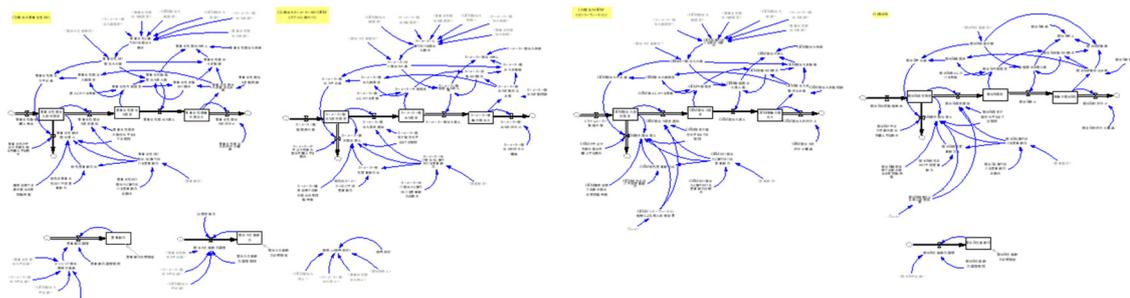


図 8-4 ボトムアップアプローチモデリングとトップダウンアプローチモデリングの複合した結果のイメージ

ただし、モデリング作業の効率性や、モデリング期間の短期間化は考慮していないので、注意が必要である。

第9章 結論

9.1 結論	129
9.2 今後の展望	129

9.1 結論

本研究では、現場起点、特に知識労働者・頭脳労働者の現場で、「KJ法に基づいた網羅的抽出・列挙手法」を用いて詳細な情報を調査・収集して、それに基づいてシステム・ダイナミックスを用いて相違の少ない詳細な全体モデルを組み上げるボトムアップアプローチモデリング手法を提案した。

前半2つの一般企業現場での適用事例で、提案手法により、組織の詳細情報を網羅的に列挙・抽出して、モデル化出来ることが確認できた。

特にケーススタディ2では、このようにモデリングすることにより、システム全体の構成要素が抽出され、その因果関係を定量的に定義して、システムのダイナミズムを可視化・確認して、被験者が正しく共通認識を形成することができた。動く精緻で精巧なモデルにすることで、メカニズムに基づいた共通認識を形成出来たことは、被験者から高い評価を得た。

また、後半2つのケーススタディでは、現場が発案した複数の経営施策選択肢から適切なもの選択できた。あわせて本手法により、意思決定に必要な要素と決定の主因を客観的に検証し易くなった。同時に、客観指標を用いた定量化モデルを利用することで、分析結果の属人的な相違を抑制し、意思決定の主因を客観的に検証し易くした。

以上のように、提案手法は4つの一般企業現場により、その有効性が確認された。

本研究で提案した手法を用いることにより、個々のビジネスの現場の制約や施策選択のルールを単純化することなくモデル化することが可能になり、シミュレーションによる施策決定をビジネスの現場でより使いやすくすることが可能となった。

9.2 今後の展望

この手法を用いた各適用事例では、経営者側も、知識労働者現場側も、完成したモデルに大いに感心して、実際のビジネス現場で用いたがった。日本は、欧米に比してシステムダイナミックスを用いたモデリングが遅れているとされているが、本提案手法を用いて、普及浸透が期待される。

参考文献

- [1]. ドラッカー, P.F. マネジメント -課題, 責任, 実践-. ダイヤモンド社. 2008.
上 448p. 中 324p. 下 320p
 - [2]. Khatri, Nareshz; Ng, H. Alvinz. The Role of Intuition in Strategic Decision Making. *Human Relations*. 2000, Vol 53, Issue 1, pp.57-86.
 - [3]. Sadler-Smith, E.; Shefy, E. The intuitive executive: Understanding and applying 'gut feel'in decision-making. *Academy of Management Executive*. 2004, Vol.18, No.4, pp.76-91.
 - [4]. Dane, Erik; Pratt, Michael. Exploring intuition and its role in managerial decision making. *Academy of Management Executive*. 2007, Vol.32, No.1, pp.33-54.
 - [5]. Dearborn, C. DeWitt.; Simon, HA. Selective Perception: A Note on the Departmental Identifications of Executives. *Sociometry*. 1958, Vol.21, No.2, pp.140-144.
 - [6]. Hall, RI. The natural logic of management policy making: Its implications for the survival of an organization. *Management Science*. 1984, Vol30, No.8, pp.905-927.
 - [7]. Einhorn, HJ.; Hogarth, RM. Confidence in judgment: Persistence of the illusion of validity. *Psychological Review*. 1987, Vol.85, No.5, pp.395-416.
 - [8]. Doyle, J.K.; Ford, D.N.; Mental models concepts for system dynamics research. *System Dynamics Review*. 1998, Vol.14, Issue 1, pp.3-29.
 - [9]. Roberts, E.B. Strategies for effective implementation of complex corporate models. *Interfaces*. 1977, Vol.7, No.5, pp.26-33, pp.77-85.
 - [10]. Tucker, D.H.; Rowe, P.M., Relationship between expectancy, causal attributions, and final hiring decisions in the employment interview., *Journal of Applied Psychology*. 1979, Vol.64, No.1, 1979, pp.27-34.
 - [11]. Rechtin, E., The art of systems architecting, *IEEE Spectrum*, 1992, pp.66-69.
 - [12]. SUPPLEMENTARY TEXT. SYSTEMS ENGINEERING FUNDAMENTALS. THE DEFENSE ACQUISITION UNIVERSITY
-

-
- PRESS. 2001, 215p.
- [13]. de Weck, Olivier L.; Roos, Daniel.; Magee, Christopher L., Engineering Systems - Meeting Human Needs in a Complex Technological World - , The MIT Press, 2011. 230p.
- [14]. デ・ヴェック, オリヴィエ・L.; ルース,ダニエル.; マギー,クリストファー・L. エンジニアリングシステムズ - 複雑な技術社会において人間のニーズを満たす. 慶應義塾大学出版会, 2014. 248p.
- [15]. サイモン, ハーバード A. システムの科学(第 3 版), パーソナルメディア, 1999, 331p.
- [16]. 伊庭斉志. 複雑系のシミュレーション, コロナ社, 2007, 199p.
- [17]. 西村秀和. 藤倉俊幸. モデルに基づくシステムズエンジニアリング, 日経BP社, 2015, 200p.
- [18]. Lucas et al. Changing the Paradigm: Simulation, Now a Method of First Resort. Naval Research Logistics, 2015, Vol.62, pp.293-303.
- [19]. 日下泰夫. 経営意思決定 価値創造への経営工学アプローチ, 中央経済社, 2009, 307p.
- [20]. 日下泰夫. 平坂雅男. 経営意思決定におけるハイブリッド・アプローチ, 獨協経済. 2011, 90 号, pp.17-33.
- [21]. Scholl, Hans J. Agent-based and System Dynamics Modeling :A Call for Cross Study and Joint Research, Proceedings of the 34th Hawaii International Conference on System Sciences – IEEE, 2001. ISBN: 0-7695-0981-9.
- [22]. 外山味之. 飯川雅孝. 構造マトリックスによる経営管理システムへのアプローチ. オペレーションズ・リサーチ. 1982, Vol.27, No.7, pp.33-38
- [23]. 外山味之. 構造マトリックスとは -概念の説明. 第 1 回横幹連合コンファレンス. 横断型基幹科学技術研究団体連合, 2005
- [24]. Eppinger, Steven D.; Browning. Tyson R. Design Structure Matrix Method and Applications. The MIT Press, 2012. 352p.
- [25]. エッピンジャー, スティーブン・D.; ブラウニング・タイソン・R. デザイン・ストラクチャー・マトリックス DSM 複雑なシステムの可視化とマネジメント, 慶應義塾大学出版会, 2014. 340p.
-

-
- [26]. 外山味之. 中島信. 多様化・複雑化の進展に対し, 集団知と調和を引き出す Expression 4.0 の提案. 第9回横幹連合コンファレンス, 横断型基幹科学技術研究団体連合, 2018. E-3-3.
- [27]. 安宅和人. イシューからはじめよ 知的生産の『シンプルな本質』. 英治出版, 2010. 248p.
- [28]. Minto, Barbara. The Pyramid Principle: Logic in Writing and Thinking (Financial Times Series), Financial Times Prentice Hall, 2008. 192p.
- [29]. 田中伸英. 高橋裕. システム・ダイナミックス. サンウェイ出版, 2017. 165p.
- [30]. スターマン, ジョン・D. システム思考 複雑な問題の解決技法. 東洋経済新報社. 2009. 497p.
- [31]. Sterman, J. D. Business Dynamics. McGraw-Hill. 2000. 982p.
- [32]. JA. JA (農業協同組合) とは. <https://org.ja-group.jp/about/ja>. 2018年6月11日参照.
- [33]. Box, G. E. P. Section: All models are wrong but some are useful, P202, Robustness in the strategy of scientific model building, Launer, R. L.; Wilkinson, G. N., Robustness in Statistics, Academic Press, 1979
- [34]. Box, George E. P. Science and Statistics. the Journal of the American Statistical Association. 1976, Vol.71, No.356, pp.791-799.
- [35]. 野中郁次郎. 竹内弘高. 知識創造企. 東洋経済新報社. 1996. p7, p11, p112, p189, p227.
- [36]. Mainemelis, Charalampos. Stealing fire: Creative deviance in the evolution of new ideas. Academy of Management Review. 2010, Vol.35, No.4, pp.558-578.
- [37]. Vadera, Abhijeet K. Constructive Deviance in Organizations: Integrating and Moving Forward. Journal of Management. 2013, Vol.39 No.5, pp.1221-1276.
- [38]. Randers, J. Elements of the System Dynamics Method. 1980. 344p.
- [39]. Ford, Andrew. Modeling the Environment. Island Press, 2009. 380p.
- [40]. 黒田充. 他. サプライチェーン・マネジメント 企業間連携の理論と実際. 朝倉書店 2004. 203p.
-

-
- [41]. Shapiro, Jeremy F. Bottom-Up Vs. Top-Down Approaches to Supply Chain Modeling. Quantitative models for supply chain management. 1999. pp.737-759.
- [42]. 青山和浩. 野本敏治. 渡辺健太郎. ペトリネットを利用した造船工場シミュレータの構築. 日本造船学会論文集. 1997, 第 182 号, pp.795-807.
- [43]. 青山和浩. 野本敏治. 猪上太. ペトリネットを利用した工場シミュレータの構築 -第 2 報:作業情報の詳細化に柔軟に対応する工場シミュレータの構築-. 日本造船学会論文集. 1999, 第 186 号, pp.673-682.
- [44]. 武市祥司. 青山和浩. 小林真. 牧原一昭. ペトリネットを利用した工場シミュレータの構築: 第 3 報: 定盤モデルを導入した工場シミュレーター. 日本造船学会論文集. 2001, 第 190 号, pp.449-458.
- [45]. ASME. ASME V&V10-2006 Guide for verification and Validation in Computational Solid Mechanics. 2006. 28p.
- [46]. 井上雅裕. 陳新開. 長谷川浩志. システム工学 -定量的な意思決定法-. オーム社. 2013. 216p.
- [47]. 青山和浩. 造船における設計・生産情報の獲得支援のためのモデリングに関する研究. 博士論文. 東京大学. 1995. 244p
- [48]. Barcelona, M.A. A bottom-up model-based approach for Collaborative Business Process Management. Computers in Industry. 2018, Vol.102, pp.1-13
- [49]. ハーベイ マイケル, 詳説 ビジネスプロセスモデリング, オライリー・ジャパン, 2006. 308p.
- [50]. OMG. OMG® Unified Modeling Language® (OMG UML®) Version 2.5.1. 2017.
- [51]. 堀内一. データ中心システム設計. オーム社, 1988. 228p.
- [52]. 鶴保証城. 駒谷昇一. ずっと受けたかったソフトウェアエンジニアリングの授業 1 増補改訂版. 翔泳社. 2011. 223p
- [53]. シュレイアー, S.; メラー, S.J. オブジェクト指向システム分析 上流 CASE のためのモデル化手法. 啓学出版, 1990. 179p.
- [54]. Richardson, G. P. Reflections on the foundations of system dynamics. System Dynamics Review. 2011, Vol 27, No 3, pp.219-243.
-

-
- [55]. Richardson, G. P.; Pugh, A. L. III. Introduction to System Dynamics Modeling with DYNAMO, MIT Press, 1981. 424p
- [56]. Martinez-Moyano, I.j.; Richardson, G.P. Best practices in system dynamics modeling. System Dynamics Review. 2013, Vol.29, No 2, pp.102-123
- [57]. Richmond, B. An Introduction to Systems Thinking with iThink, isee systems, inc., 2004. 192p.
- [58]. Takahashi, Y. Dynamic simulation modelling using descriptive information in natural language. International Journal of Simulation and Process Modelling. 2008, Vol.4, No.3-4, pp.215-222.
- [59]. Senge, Peter M. The Fifth Discipline: The Art & Practice of The Learning Organization, 2 revised edition, Random House Business, 2006. 464p
- [60]. センゲ, ピーター M. 学習する組織 システム思考で未来を創造する. 英治出版, 2011. 584p.
- [61]. Warren, K. D. Agile SD – fast, reliable, effective. Proceedings of the 33rd International Conference of System Dynamics Society. <https://www.systemdynamics.org/assets/conferences/2015/proceed/papers/P1143.pdf>. 2015, (retrieved on 14, October 2018), 邦訳アジャイル型SD: 迅速で有効で信頼できるやり方 (末武 透訳). システム・ダイナミックス. Vol.15, 2016. pp.15-38.
- [62]. 高橋裕. 戦略立案のためのシステム・ダイナミックスモデルにおける能力資源の表現に関する一考察. 経営情報学会誌. 2018, 27 卷 1 号, pp.31-35
- [63]. 湊宣明. 航空宇宙研究開発プロジェクトの社会経済価値評価モデル. システム・ダイナミックス. 2015, Vol.13・14, pp.1-16
- [64]. Czaika, Ellen Gail. Model use in sustainability negotiations and decisions, Thesis: Ph. D. Massachusetts Institute of Technology, School of Engineering, Institute for Data, Systems, and Society. URI: <http://hdl.handle.net/1721.1/103566>, 2015
- [65]. 中所武司. ソフトウェア工学. 朝倉書店, 1997. 160p
- [66]. 井上雅裕. 陳新開. 長谷川浩志. システム工学 問題発見・解決の方法, オーム社, 2011. 164p
-

-
- [67]. 池田將明. システムズアプローチによる問題解決の方法 システム工学入門. 森北出版 . 2013. 192p
- [68]. Osborn, Alex F. *Applied Imagination*. Scribner. 1979. 417p.
- [69]. 中野民夫. ワークショップ 新しい学びと創造の場. 岩波新書. 2001. 223p.
- [70]. 牧野由梨恵. 白坂成功. 牧野泰才. 前野隆司. 欲求連鎖分析 (人々の欲求の多様性を考慮した社会システムの分析・設計手法) , 日本機械学会論文集. 2012. (C 編) 78 巻. 785 号, pp.214-227.
- [71]. 加藤直孝. 中條雅庸. 國藤進. 合意形成プロセスを重視したグループ意思決定支援システムの開発. 情報処理学会論文誌. 1997, Vo.138 No.12, pp.2629-2639.
- [72]. 川喜田二郎. 発想法 創造性開発のために. 中公新書, 1967. 220p.
- [73]. 川喜田二郎. 続・発想法 KJ 法の展開と応用. 中公新書, 1970. 316p.
- [74]. 川喜田二郎, 「知」の探検学 取材から想像へ. 講談社現代新書, 1977, 202p.
- [75]. 中山正和. 発想の論理 発想技法から情報論へ. 中公新書, 1970, 204p.
- [76]. ブザン, トニー; ブザン, バリー. 新版 ザ・マインドマップ. ダイヤモンド社. 2013. 280p.
- [77]. 大澤幸生. 中村潤. 高市暁広. 古田一雄. 定木淳. 青山和浩. 組み合わせ発想を刺激するイノベーションゲーム, 第 4 回 SIG-KST : 知識・技術・技能の伝承支援研究会, 人工知能学会第 2 種研究会資料, SIG-KST-2007-04-05(2008-02-22)
- [78]. Wang, Hao; Ohsawa, Yukio. Innovation support system for creative product design based on chance discovery. *Expert Systems with Applications*, 2012, Vol.39, pp.4890-4897.
- [79]. 岡田伊策. 高橋裕. 稗方和夫. 企業の人的資源に関する施策立案のためのシステム・ダイナミックスを用いたボトムアップアプローチモデリング. システム・ダイナミックス. 2019. No.17, pp.17-29.
- [80]. Zwicky, Fritz. *Discovery, Invention, Research: Through the Morphological Approach*. Macmillan. 1969. 276p.
- [81]. Crawly, Edward; Cameron, Bruce; Selva, Daniel. *System Architecture: Strategy and Product Development for Complex Systems*. Pearson Education Limited, 2015. 480p.
-

-
- [82]. 中村善太郎. もの・こと分析で成功する シンプルな仕事の構想法. 日刊工業新聞社. 2003. 210p.
- [83]. 稗方和夫. 大和裕幸. 笈田佳彰. 岡田伊策. 齋藤稔. プレゼンテーション作成支援システムの開発. Development of Presentation Creation Support System. 人工知能学会第15回知識・技術・技能の伝承支援研究会(SIG-KST). 2012.
- [84]. 岡田伊策. 齋藤稔. 松岡伸治. 笈田佳彰. 大和裕幸. 稗方和夫. プロジェクト提案のための文書情報管理システムの開発と実用化 DEVELOPMENT AND PRACTICAL REALIZATION OF DOCUMENT AND INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM FOR PROJECT PROPOSALS. 1E3-3, 2013 年度人工知能学会全国大会 (第 27 回) JSAI2013 (THE 27TH ANNUAL CONFERENCE OF THE JAPANESE SOCIETY FOR ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 2013). 2013
- [85]. OIDA, Yoshiaki; HIEKATA, Kazuo; MITSUYUKI, Taiga; KAMBA, Hiroki; OKADA, Isaac. Development of Presentation Slide Retrieval System Based on Visual Information, Proc. of the 24th ISPE International Conference on Transdisciplinary Engineering (TE2017), Vol.5, 2017. pp.639-646.
- [86]. OIDA, Yoshiaki; HIEKATA, Kazuo; MITSUYUKI, Taiga; KAMBA, Hiroki; OKADA, Isaac. Development of Presentation Slide Retrieval System Based on Visual Information. Journal of Industrial Information Integration, 2018, Vol. 12, pp. 3-12.
- [87]. 高橋裕. 戦略立案のためのシステム・ダイナミックモデルにおける能力資源の表現に関する一考察. 経営情報学会誌. 2018, 27 巻 1 号, pp.31-35.
- [88]. Forrester, Jay W.; Senge, Peter M. Tests for Building Confidence in System Dynamics Models. System Dynamics, TIMS Studies in the Management Sciences. 1980, 14. pp.209 -228.
- [89]. Sterman, John D. Appropriate Summary Statistics for Evaluating the Historical Fit of System Dynamics Models. DYNAMICA 1984, Vol.10. Part II, pp.51-66.
- [90]. Sargent, RG. Verification and validation of simulation models. Journal
-

of Simulation. 2013 Vol.7, pp.12–24

- [91]. Groesser, S. N.; Schwaninger, M. Contributions to model validation: hierarchy, process, and cessation. System Dynamics Review. 2012, Vol.28, No.2, pp.157-181.

謝辞

本研究を進めるにあたって、多くの方々にご助力をいただきました。ここに感謝の意を述べさせていただきます。

東京大学大学院新領域創成科学研究科人間環境学専攻 准教授 稗方和夫先生には、貴重な時間を割いていただき、研究の方向性や、実験計画、論文指導など、大変多くの的確で有意義なご助言をいただきました。出来の悪い年長の弟子を辛抱強く、長きに渡り、温かくお導きいただきました。深く感謝申し上げます。

東京大学大学院新領域創成科学研究科人間環境学専攻 教授 奥田洋司先生，東京大学大学院新領域創成科学研究科人間環境学専攻 教授 陳昱先生，東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻 教授 青山和浩先生，東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻 准教授 白山晋先生には、副査の申し出を引き受けていただき、特に、研究の完成度を高めるために、繰り返して、辛抱強く多くのご指導をいただきました。ここに厚く御礼申し上げます。

専修大学商学部 教授 システム・ダイナミクス学会副会長 高橋裕先生には、システム・ダイナミクスの初歩から神髄まで、本研究の複雑なモデリングにおいて、丁寧に、根気よく、辛抱強く、ご指導いただきました。国内外のシステム・ダイナミクス研究者に広くご紹介いただき、さらには、日本および国際システム・ダイナミクス学会での基調講演の機会まで賜りました。たくさんのチャンスまで賜りましたことに深謝申し上げます。

Massachusetts Institute of Technology System Design and Management Academic Director and Sr. Lecturer Bryan R. Moser 先生には、本研究のコンセプト設計にあたり、多くのご助言をいただくとともに、大変有意義な議論をさせていただきました。心から感謝いたします。

横浜国立大学大学院工学研究院システムの創生部門 准教授 満行泰河先生には、研究生活全般にわたり、技術面・設備面で、多くの有意義なご助言とご支援をいただきました。深く感謝申し上げます。

海上・港湾・航空技術研究所 理事長 大和裕幸先生には、学位の重要性をご指導いただき、博士課程へ入学するきっかけをいただきました。東京大学から海上・港湾・航空技術研究所に移られた後も、様々な激励をいただき、学位論文執筆の励みとなりました。心より感謝申し上げます。

当初、研究室の同僚であり、その後富士通の同僚となり、さらには博士課程の同期だった笈田佳彰博士には、2011年以來、数多くのご支援・ご助力、ご配慮をいただきました。心から感謝申し上げます。私にとっては、研究の模範でした。

東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻 技術専門員の榎本昌一様には、様々な情報技術に関するサポートをいただきました。厚く御礼申し上げます。

研究室の秘書である山本和子様には、本研究活動を行う上で数多くのご支援とご助言をいただくと共に、健康面でもお気遣いいただき、励ましをいただきました。本当にありがとうございました。

富士通の上司、同僚の皆様には、本研究活動をご理解いただき、公私両面で多大なご高配をいただきました。また常に絶大な激励をいただき、精神面でも強く支えていただいたことに深く感謝申し上げます。

研究室の卒業生である坪内孝太博士、金載烈博士、孫晶ギョク博士、中村覚博士、和中真之介博士、柳澤龍様、新木仁士様、于佰鑫様、鹿渡俊介様、木村彰吾様、杉浦孝光様、長谷川嵩様、曹樺楠様、三浦慎也様、石黒慧様、河野裕様、廣井貴彬様、深田直人様、黒川達也様、角野為耶様、津村和輝様、安藤早紀様、齋藤智輝様、松原洸也様、水林義博様、磯沼大様、上野隆治様、後藤拓矢様、小山恭平様、馬目信人様、伊藤航大様、岡田航太様、石原祥太郎様、神庭広希様、宇野健介様、王汝佳様には、大変お世話になりました。皆様のご父君と同年代の私をひたすら思いやってくださり、かばって、助けてくださいました。厚く御礼申し上げます。

稗方研究室の松尾康平様、笠原達也様、趙之楠様、Khatun Mst Taskia 様、Saul Trujillo Castillo 様、城野裕大様、牧野美紗様、大久保佳徳様、水野遊大様には、論文校正など多大なるサポートを受けました。本当にありがとうございました。

最後になりましたが、私の年寄りの冷や水そのものである53歳からの博士課程受験決断に始まり、7年間にわたり、私があらゆることを省みずに全てのプライベートな時間を一連の研究活動に費やすことを認めてくれ、さらには、過労とストレスで大量出血して、3回に渡り重篤な状態を集中治療室で過ごしたときを含めて、ひたすら支えてくれた家族に、心より感謝いたします。研究進捗をともに一喜一憂してくれ、常に絶大な支援と激励を与えてくれました。家族の支えがなければ、この研究は成り立ちませんでした。一連の研究の唯一無二・真の共同遂行者達です。本当にありがとうございました。

残された時間の全てを御礼と償いに捧げます。

研究業績

本研究関連: 論文誌 (査読付き)

1. 岡田伊策, 高橋裕, 稗方和夫. 企業の人的資源に関する施策立案のためのシステム・ダイナミクスを用いたボトムアップアプローチモデリング, A bottom-up approach modeling using system dynamics for corporate human resources policy-making. システムダイナミクス. 17 巻 2019, pp.17-30.
2. 岡田伊策, 高橋裕, 稗方和夫. 実務者によるシステム・ダイナミクスモデル構築手法の開発, An Empirical Method for System Dynamics Modelling by Practitioners-. システム・ダイナミクス. 2019. (投稿中)
3. 岡田伊策, 高橋裕, 稗方和夫. 意思決定支援のためのボトムアップアプローチモデリングによるシステム・ダイナミクス・モデリング～企画書作成作業における効果的な残業削減策決定での効果検証～, A Bottom-up approach modeling method using System Dynamics for management decision support - The effective measures of overtime reduction in proposal creation work -. システム・ダイナミクス. 2019. (投稿中)

研究活動

論文誌 (査読付き)

1. OKADA, Isaac.; SAITO, Minoru.; OIDA, Yoshiaki.; YAMATO, Hiroyuki.; HIEKATA, Kazuo.; NAKAMUR. Satoru.; FUKUDA. Naoto.; Technique for searching tabular form documents using metadata harvested by table structure analysis. Artificial Intelligence Research. Vol 3, No 1 (2014). Sciedu Press. ISSN 1927-6974 (Print). ISSN 1927-6982 (Online)
2. OIDA, Yoshiaki; HIEKATA, Kazuo; MITSUYUKI, Taiga; KAMBA, Hiroki; OKADA, Isaac. Development of Presentation Slide Retrieval System Based on Visual Information. Journal of Industrial Information Integration, 2018, Vol. 12, pp. 3-12.
3. 福田貴三郎. 村瀬健太郎. 中村覚. 稗方和夫. 笈田佳彰. 松本滋. 岡田伊策. システムの仕様変更調査における設計情報と作業プロセス間の依存関係を用いた影響分析システムの開発. Development of Impact Analysis System for Specification Change of System with Design Information and Process Dependency. 情報処理学会論文誌, 書誌レコード ID. AN00116647, 59(4), 1240-

1249 (2018-04-15), 1882-7764

4. 満行泰河. 大和裕幸. 稗方和夫. モーザー ブライアン. 磯沼大. 岡田伊策. 笈田佳彰. システム開発プロジェクトにおける手戻りリスクを考慮したタスク優先ルール設計に関する研究. A study on designing task priority rule considering rework risk of system development project. 日本機械学会論文集. 2016. 論文ID: 15-00474.

国際会議 (本文査読付き)

1. OKADA, Isaac; SAITO, Minoru; OIDA, Yoshiaki; YAMATO, Hiroyuki; HIEKATA, Kazuo; MIURA, Shinya. Development of the method for the appropriate selection of the successor by applying metadata to the standardization reports and members. Semantic Technology. Springer. JIST2012. The 2nd Joint International Semantic Technology Conference. Dec.4.2012, pp.255-266
2. HIGASHIYAMA, Shohei; UTIYAMA, Masao; SUMITA, Eiichiro; IDEUCHI, Masao; OIDA, Yoshiaki; SAKAMOTO, Yohei; OKADA, Isaac. Incorporating Word Attention into Character-Based Word Segmentation. Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics. Human Language Technologies, Vol.1. NAACL. 2019, N19-1276.
3. FURUKAWA, Yoshiyuki; KONDOH, Shinsuke; KOMOTO, Hitoshi; OIDA, Yoshiaki; SAKAMOTO, Yohei; OKADA, Isaac. Interactive Knowledge Exploration for ERP Systems Development. ACDDE 2018. The Asian Conference on Design and Digital Engineering. 2018.
4. OIDA, Yoshiaki; HIEKATA, Kazuo; MITSUYUKI, Taiga; KAMBA, Hiroki; OKADA, Isaac. Development of Presentation Slide Retrieval System Based on Visual Information, Proc. of the 24th ISPE International Conference on Transdisciplinary Engineering (TE2017), Vol.5, 2017. pp.639-646.
5. CHENG, Yuchang; FUJI, Masaru; NAGASE, Tomoki; UEGAKI, Minoru; OKADA, Isaac. Detecting the Untranslatable Colloquial Expressions of Japanese Verbs in Cross-Language Instant Messaging. The 28th Pacific Asia Conference on Language, Information and Computing. 2014. pp.532-541.

国内会議

1. 坂本陽平, 笈田佳彰, 出内将夫, 岡田伊策, 内山将夫, 東山翔平, 小野淳也, 隅田英一郎, ニューラル翻訳による教師データ増殖手法を用いた ERP パッケージ部品推薦機能の精度向上. 人工知能学会第 2 種研究会資料. SIG-KST-035-07, 2018.11
 2. 古川慈之, 近藤伸亮, 高本仁志, 笈田佳彰, 坂本陽平, 岡田伊策. 業務システム開発における業務知識のグラフ構造記述と可視化. 人工知能学会第 2 種研究会資料. SIG-KST-033-01, 2018.
 3. 中村覚, 大和裕幸, 稗方和夫, 満行泰河, 岡田伊策, 齋藤稔, 笈田佳彰. 情報検索タスクのモデル化を目的としたタスクオントロジー構築手法の提案. Proposal of a Method to Build Task Ontology for Modeling of Search Tasks - A Case Study on Design Knowledge Management in Information System Development. 2016 年度人工知能学会全国大会(第 30 回) JSAI2016 (The 30th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2016). 2016.
 4. 片江伸之, 鄭育昌, 長瀬友樹, 出内将夫, 岡田伊策. インスタントメッセージ会話文翻訳における主語補完による翻訳品質の改良. 言語処理学会第 22 回年次大会ワークショップ. 2016.
 5. 鄭育昌, 長瀬友樹, 笈田佳彰, 岡田伊策. SE 作業工程における設計用語の入力支援. 言語処理学会第 22 回年次大会ワークショップ. 2016.
 6. 福田貴三郎, 村瀬健太郎, 松本滋, 笈田佳彰, 岡田伊策. 既存システム改修を対象とした設計書間の関係性可視化による作業全貌作業の支援システムの開発及び評価. 人工知能学会第 27 回知識・技術・技能の伝承支援研究会(SIG-KST). 2016.
 7. 岡田伊策, 齋藤稔, 笈田佳彰, 稗方和夫, 中村覚. ソフトウェア要求仕様書分析と対応する既存仕様回答パラグラフ自動抽出システムの開発. 人工知能学会第 26 回知識・技術・技能の伝承支援研究会(SIG-KST). 2015.
 8. 深尾浩, 岡田伊策, 阿部雅昭, 笈田佳彰, 齋藤稔, 稗方和夫. 情報探索者の探索行動分析に基づく情報探索効率化のためのラベルの体系化技法の開発. 人工知能学会第 26 回知識・技術・技能の伝承支援研究会(SIG-KST). 2015.
 9. 笈田佳彰, 齋藤稔, 岡田伊策, 稗方和夫, 中村覚. 標準プロセス体系を基にした手戻り作業削減手法開発のための一考察. 人工知能学会第 26 回知識・技術・技能の伝承支援研究会(SIG-KST). 2015.
 10. 中村覚, 大和裕幸, 稗方和夫, 岡田伊策, 齋藤稔, 笈田佳彰. ドメイン知識の記述支援と活用のためのデジタル資産管理システム基盤 KASHIWADE の開発.
-

-
- 情報システム開発における設計書・設計知識への適用. Development of the platform system for Digital Asset Management with Domain Knowledge . A Case Study on Design Documents and Knowledge in Information System Development. 2015 年度人工知能学会全国大会(第 29 回) JSAI2015 (The 29th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2015). 2015.
11. 鄭育昌. 長瀬友樹. 上柿稔. 岡田伊策. 多言語リアルタイム会話における日本語動詞語尾崩れの検出. 言語処理学会第 21 回年次大会. 2015.
 12. 中村覚. 稗方和夫. 岡田伊策. 齋藤稔. 笈田佳彰. 増田幸司. 阿部雅昭. 堀口隆三. 顧客要件に合致するパッケージシステムのノウハウ事例抽出支援システムの開発. 人工知能学会第 23 回知識・技術・技能の伝承支援研究会 (SIG-KST). SIG-KST-2014-02-01(2014-11-21).2014.
 13. 稗方和夫. 大和裕幸. 深田直人. 中村覚. 岡田伊策. 齋藤稔. 笈田佳彰. 渡辺郁雄. 松本滋. システムの仕様変更調査における設計情報を用いた影響分析システムの開発. 日本機械学会第 24 回設計工学・システム部門講演会, 2014.
 14. 齋藤稔. 岡田伊策. 笈田佳彰. 渡辺郁雄. 松本滋. 稗方和夫.. 設計品質向上のための既存設計ドキュメント活用方法の提案. 人工知能学会第 21 回知識・技術・技能の伝承支援研究会 (SIG-KST). SIG-KST-2013-03-01(2014-03-05).2014.
 15. 山本達也. 池田弘. 松岡英俊. 岡田伊策. 齋藤稔. 笈田佳彰. ビジネスコンテキストを用いた類似ユーザ分類の一考察. 第 6 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (第 12 回日本データベース学会年次大会) . 2014.
 16. 笈田佳彰. 岡田伊策. 齋藤稔. 田邊誠一郎. 彭聯凱. 小峰正美. 稗方和夫. 既存プログラム関連資産共有のための機械学習の活用. 人工知能学会第 19 回知識・技術・技能の伝承支援研究会 (SIG-KST). SIG-KST-2013-01-01(2013-07-31).2013.
 17. 岡田伊策. 齋藤稔. 松岡伸治. 笈田佳彰. 大和裕幸. 稗方和夫. プロジェクト提案のための文書情報管理システムの開発と実用化 DEVELOPMENT AND PRACTICAL REALIZATION OF DOCUMENT AND INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM FOR PROJECT PROPOSALS. 1E3-3, 2013 年度人工知能学会全国大会(第 27 回) JSAI2013 (THE 27TH ANNUAL CONFERENCE OF THE JAPANESE SOCIETY FOR ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 2013). 2013.
 18. 稗方和夫. 大和裕幸. 中村覚. 岡田伊策. 齋藤稔. 安藤峻. インシデントレポートの自動分類とその分析環境の構築と評価 LABELING OF INCIDENT REPORTS AND DEVELOPMENT AND EVALUATION OF ANALYSIS
-

-
- ENVIRONMENTS . 1D5-3, 2013 年度人工知能学会全国大会(第 27 回) JSAI2013 (THE 27TH ANNUAL CONFERENCE OF THE JAPANESE SOCIETY FOR ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 2013). 2013.
19. 岡田伊策, 齋藤稔, 松岡伸治, 笈田佳彰, 大和裕幸, 稗方和夫, プロジェクト提案のための文書情報管理システムの開発と実証. 人工知能学会第 18 回知識・技術・技能の伝承支援研究会(SIG-KST). 2013.
 20. 稗方和夫, 大和裕幸, 中村寛, 岡田伊策, 齋藤稔, 安藤峻, インシデントレポートの自動分類とその分析環境の構築. 人工知能学会第 18 回知識・技術・技能の伝承支援研究会(SIG-KST). 2013.
 21. 岡田伊策, 齋藤稔, 笈田佳彰, 大和裕幸, 稗方和夫, 複数の年次報告書の差分自動検出による各年報告のトピックメタデータ提示システムの開発. 人工知能学会第 17 回知識・技術・技能の伝承支援研究会(SIG-KST). 2012.
 22. 岡田伊策, 齋藤稔, 大和裕幸, 稗方和夫, 三浦慎也, 表構造解析とキーワード抽出で付与したメタデータを複合的に用いた表形式文書検索システムの開発. 人工知能学会第 16 回知識・技術・技能の伝承支援研究会(SIG-KST). 2012 年.
 23. 稗方和夫, 大和裕幸, 笈田佳彰, 岡田伊策, 齋藤稔, プロジェクト提案のための文書情報管理システムの開発. Development of Document and Information Management System for Project Proposal. 2012 年度人工知能学会全国大会(第 26 回) JSAI2012 (The 26th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2012). 2012.
 24. 岡田伊策, 齋藤稔, 大和裕幸, 稗方和夫, 笈田佳彰, 三浦慎也, 標準化活動者へのメタデータ付与による活動の見える化と合理的な後任候補者選定. Appropriate selection of a successor by visualization of the relationship by applying meta-data to the standardization activities and members. 2012 年度人工知能学会全国大会(第 26 回) JSAI2012 (The 26th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2012). 2012.
 25. 稗方和夫, 大和裕幸, 笈田佳彰, 岡田伊策, 齋藤稔, プレゼンテーション作成支援システムの開発. Development of Presentation Creation Support System. 人工知能学会第 15 回知識・技術・技能の伝承支援研究会(SIG-KST). 2012.
-

添付資料

(式：プログラム)

第4章 式 (プログラム)

day=

1
Units: 日

LINEのプッシュ広告をうつ頻度=

PULSE TRAIN(3, 0, 2, 9999)*イベント開催LINE広告をうつ+PULSE TRAIN
(1, 0, 1, 9999)*目玉品LINE広告をうつ
Units: Dmnl

LINEのプッシュ広告効果=

IF THEN ELSE(LINEのプッシュ広告をうつ頻度<1, 0, 0.1)
Units: Dmnl

じゃがいもの販売単価=

10
Units: 円

にんじんの販売単価=

50
Units: 円

イベント開催LINE広告をうつ=

IF THEN ELSE(イベント開催のような瞬間的な効果のある広告
>0, 0.3, 0)
Units: 回

イベント開催のような瞬間的な効果のある広告=

0
Units: Dmnl

スイートコーンの販売単価=

100
Units: 円

チャットボットでお薦めレシピや、ヘルシーTIPS、本日の品揃えを伝える

=
0
Units: Dmnl

チャットボットによるリピーターの来所率アップ=

IF THEN ELSE(チャットボットでお薦めレシピや、ヘルシーTIPS、本日の品揃えを伝える
>0, 0.3, 0)
Units: Dmnl

パルス関数を使った宣伝=

PULSE(3, 0)
Units: 回/月 [0, 1, 1]

プロのじゃがいもの購入量=

40

Units: 個

プロのにんじんの購入量=

30

Units: 個

プロのスイートコーンの購入量=

20

Units: 個

リピーター=

活性会員*0.3

Units: 人

リピーターの来所率=

0.1

Units: Dmnl

一般消費者のじゃがいもの購入量=

5

Units: 個

一般消費者のにんじんの購入量=

3

Units: 個

一般消費者のスイートコーンの購入量=

2

Units: 個

不活性会員= INTEG (

来なくなった会員-不活性会員の活性化-不活性会員の脱退

,

2000)

Units: 人

不活性会員の活性化=

不活性会員*LINEのプッシュ広告効果*0.5+不活性会員*折込広告による効果(1日だけ有効)(パルス効果)

*0.5

Units: 人/日

不活性会員の脱退=

(不活性会員*0.001)/day

Units: 人/日

両方農家の1日の収穫(各農作物) [スイートコーン]=
農家毎のスイートコーンの収穫量

両方農家の1日の収穫（各農作物） [にんじん]=
農家毎のにんじんの収穫量
両方農家の1日の収穫（各農作物） [じゃがいも]=
農家毎のじゃがいもの収穫量

Units: 個

両方農家の本日の収穫（各農作物） [取り扱い品]=
両方農家の1日の収穫（各農作物） [取り扱い品]*両方農家の軒数
[取り扱い品]

Units: 個 [0,1000]

両方農家の本日の直売所持ち込み（各農作物） [取り扱い品]
]=
両方農家の本日の総収穫（各農作物） [取り扱い品]*0.5

Units: 個

両方農家の本日の総収穫（各農作物） [スイートコーン]
]= INTEG (
両方農家の本日の収穫（各農作物） [スイートコーン]
-両方農家の本日の直売所持ち込み（各農作物） [スイートコーン]
]-市場出荷（各農作物） [スイートコーン],
900)

両方農家の本日の総収穫（各農作物） [にんじん]= INTEG
(

両方農家の本日の収穫（各農作物） [にんじん]-両方農家の本日の直売所持ち
込み（各農作物）
[にんじん]-市場出荷（各農作物） [にんじん],
1200)

両方農家の本日の総収穫（各農作物） [じゃがいも]= INTEG
(

両方農家の本日の収穫（各農作物） [じゃがいも]-両方農家の本日の直売所持ち
込み（各農作物）
[じゃがいも]-市場出荷（各農作物） [じゃがいも],
1500)

Units: 個

両方農家の軒数[取り扱い品]=
30

Units: 軒

今月の売れ残り引き取り待ち農作物（各農作物） [スイートコーン]
]= INTEG (
本日の直売所の売れ残り（各農作物） [スイートコーン]
]-引き取り後、廃却か自家消費[スイートコーン],
328)

今月の売れ残り引き取り待ち農作物（各農作物） [にんじん]
]= INTEG (

本日の直売所の売れ残り（各農作物） [にんじん]-引き取り後、廃却か自家消費
[にんじん],

$$\text{367)} \\
\text{今月の売れ残り引き取り待ち農作物 (各農作物) [じゃがいも]} \\
\text{]= INTEG (} \\
\text{本日の直売所の売れ残り (各農作物) [じゃがいも]-引き取り後、廃却か自家消費} \\
\text{[じゃがいも],} \\
\text{300)} \\
\text{Units: 個}$$

$$\text{先月の売上高 (各農作物) [取り扱い品]} = \\
\text{DELAY FIXED(直売所の農作物の本日の売上 (各農作物) [取り扱い品]} \\
\text{],30, 0)} \\
\text{Units: 円}$$

$$\text{商圈の対象になる=} \\
\text{1000} \\
\text{Units: 人}$$

$$\text{商圈外になる=} \\
\text{1000} \\
\text{Units: 人}$$

$$\text{対象地域内の潜在顧客総数} = \text{INTEG (} \\
\text{商圈の対象になる-商圈外になる,} \\
\text{50000)} \\
\text{Units: 人}$$

$$\text{市場出荷 (各農作物) [取り扱い品]} = \\
\text{両方農家の本日の総収穫 (各農作物) [取り扱い品]*0.5} \\
\text{Units: 個}$$

$$\text{引き取り後、廃却か自家消費[取り扱い品]} = \\
\text{今月の売れ残り引き取り待ち農作物 (各農作物) [取り扱い品]} \\
\text{]} \\
\text{Units: 個}$$

$$\text{折込広告} = \\
\text{PULSE TRAIN(3,0,10,9999)*イベント開催のような瞬間的な効果のある広告} \\
\text{Units: **undefined**}$$

$$\text{折込広告による効果 (1日だけ有効) (パルス効果) =} \\
\text{IF THEN ELSE(折込広告>0, 0.1, 0)} \\
\text{Units: Dmnl}$$

$$\text{持ち込まれたものを見て本日の目玉品を決める} = \\
\text{0} \\
\text{Units: Dmnl}$$

$$\text{新規顧客の会員入会} = \\
\text{新規顧客 (人/日) *新規顧客の会員化率}$$

Units: 人

新規顧客の会員化率=
0.02

Units: Dmnl

新規顧客の来所率=

IF THEN ELSE(看板やHPのような持続性のある広告を出す>0, 0.0015
, 0.001)

Units: Dmnl

新規顧客 (人/日) =

直売所の潜在顧客が来所+観光客がバスで毎週1回定期来場

Units: 人

旅行会社とタイアップする=

0

Units: Dmnl

本日のリピーター来所率=

リピーターの来所率+(リピーターの来所率*チャットボットによるリピーターの来所率アップ
)+(リピーターの来所率*LINEのプッシュ広告効果)+(リピーターの来所率
*折込広告による効果 (1日だけ有効) (パルス効果))

Units: Dmnl

本日の実販売量 (各農作物) [取り扱い品]=

MIN(直売所に本日持ち込まれた農作物 (各農作物) [取り扱い品]
],本日の購入ニーズ (各農作物) [取り扱い品])

Units: 個

本日の新規顧客の会員入会=

新規顧客の会員入会

Units: 人/日

本日の来所者=

来所者 (プロ: 飲食店/スーパー) (人/日) +来所者 (一般消費者) 人/日

Units: 人

本日の潜在顧客の新規来所率=

新規顧客の来所率+(新規顧客の来所率*折込広告による効果 (1日だけ有効) (パルス効
果)
*0.5)

Units: Dmnl

本日の直売所の売れ残り数 (各農作物) [取り扱い品]=

直売所に本日持ち込まれた農作物 (各農作物) [取り扱い品]
]-本日の実販売量 (各農作物) [取り扱い品]

Units: 個

本日の直売所の売れ残り（各農作物） [取り扱い品]=
本日の直売所の売れ残り数（各農作物） [取り扱い品]
Units: 個

本日の直売所不足数（各農作物） [取り扱い品]=
(来所者（プロ：飲食店／スーパー）（人／日）*来所者（プロ：飲食店／スーパー）の購
入量（各農作物）
[取り扱い品]+来所者（一般消費者）人／日*来所者（一般消費者）の購入量（各農作物）
[取り扱い品])-直売所に本日持ち込まれた農作物（各農作物）
[取り扱い品]
Units: 個 [?,0]

本日の総来所者の総需要[取り扱い品]=
来所者（プロ：飲食店／スーパー）（人／日）*来所者（プロ：飲食店／スーパー）の購入量
（各農作物）
[取り扱い品]+来所者（一般消費者）人／日*来所者（一般消費者）の購入量（各農作物）
[取り扱い品]
Units: 個

本日の購入ニーズ（各農作物） [スイートコーン]=
来所者（プロ：飲食店／スーパー）（人／日）*来所者（プロ：飲食店／スーパー）の購入量
（各農作物）
[スイートコーン]+来所者（一般消費者）人／日*来所者（一般消費者）の購入量（各農作物）
[スイートコーン]

本日の購入ニーズ（各農作物） [にんじん]=
来所者（プロ：飲食店／スーパー）（人／日）*来所者（プロ：飲食店／スーパ
ー）の購入量（各農作物）
[にんじん]+来所者（一般消費者）人／日*来所者（一般消費者）の購入量（各農作物）
[にんじん]

本日の購入ニーズ（各農作物） [じゃがいも]=
来所者（プロ：飲食店／スーパー）（人／日）*来所者（プロ：飲食店／スーパ
ー）の購入量（各農作物）
[じゃがいも]+来所者（一般消費者）人／日*来所者（一般消費者）の購入量（各農作物）
[じゃがいも]
Units: 個

来なくなった会員=
新規顧客の会員入会*活性化会員の不活性化率/day
Units: 人/日

来所者（プロ：飲食店／スーパー）の購入量（各農作物）
[スイートコーン]=
プロのスイートコーンの購入量
来所者（プロ：飲食店／スーパー）の購入量（各農作物）
[にんじん]=
プロのにんじんの購入量
来所者（プロ：飲食店／スーパー）の購入量（各農作物）
[じゃがいも]=

プロのじゃがいもの購入量

Units: 個

来所者 (プロ: 飲食店/スーパー) (人/日) =
10

Units: 人

来所者 (一般消費者) の購入量 (各農作物) [スイートコーン]
]=

一般消費者のスイートコーンの購入量

来所者 (一般消費者) の購入量 (各農作物) [にんじん]
]=

一般消費者のにんじんの購入量

来所者 (一般消費者) の購入量 (各農作物) [じゃがいも]
]=

一般消費者のじゃがいもの購入量

Units: 個

来所者 (一般消費者) 人/日 =

リピーター*本日のリピーター来所率+新規顧客 (人/日)

Units: 人 [0,?]

活性会員 = INTEG (

本日の新規顧客の会員入会-来なくなった会員-脱退会員

+不活性会員の活性化,

2000)

Units: 人

活性化会員の不活性化率 =

0.3

Units: Dmnl

目玉品LINE広告をうつ =

IF THEN ELSE(持ち込まれたものを見て本日の目玉品を決める

>0, 0.3, 0)

Units: **undefined**

直売所で本日売れた農作物 (各農作物) [取り扱い品] =

本日の実販売量 (各農作物) [取り扱い品]

Units: 個

直売所に本日持ち込まれた農作物 (各農作物) [スイートコーン]

]= INTEG (

(両方農家の本日の直売所持ち込み (各農作物) [スイートコーン]

]+直売所専門農家の本日の直売所持ち込み (各農作物)

[スイートコーン]

-本日の直売所の売れ残り (各農作物) [スイートコーン]

]-直売所で本日売れた農作物 (各農作物) [スイートコーン]

]

),

750)

直売所に本日持ち込まれた農作物 (各農作物) [にんじん

] = INTEG (

両方農家の本日の直売所持ち込み (各農作物) [にんじん

] + 直売所専門農家の本日の直売所持ち込み (各農作物)

[にんじん] - 本日の直売所の売れ残り (各農作物) [にんじん

] - 直売所で本日売れた農作物 (各農作物) [にんじん],

1000)

直売所に本日持ち込まれた農作物 (各農作物) [じゃがいも

] = INTEG (

両方農家の本日の直売所持ち込み (各農作物) [じゃがいも

] + 直売所専門農家の本日の直売所持ち込み (各農作物)

[じゃがいも] - 本日の直売所の売れ残り (各農作物) [じゃがいも

] - 直売所で本日売れた農作物 (各農作物) [じゃがいも

],

1250)

Units: 個 [0,1000]

直売所の今月の総売上高 (全部で) =

SUM(直売所の農作物の今月の売上高 (各農作物) [取り扱い品

!])

Units: 円

直売所の潜在顧客が来所 =

対象地域内の潜在顧客総数 * 本日の潜在顧客の新規来所率

Units: 人

直売所の農作物の今月の売上高 (各農作物) [取り扱い品

] = INTEG (

直売所の農作物の本日の売上 (各農作物) [取り扱い品

] - 先月の売上高 (各農作物) [取り扱い品],

0)

Units: 円 [1,?]

直売所の農作物の本日の売上高 (各農作物) [取り扱い品

] =

本日の実販売量 (各農作物) [取り扱い品] * 農作物 (各農作物) の販売単価

[取り扱い品]

Units: 円 [0,?]

直売所の農作物の本日の売上 (各農作物) [スイートコーン

] =

直売所の農作物の本日の売上高 (各農作物) [スイートコーン

]

直売所の農作物の本日の売上 (各農作物) [にんじん] =

直売所の農作物の本日の売上高 (各農作物) [にんじん

]

直売所の農作物の本日の売上 (各農作物) [じゃがいも

] = 直売所の農作物の本日の売上高 (各農作物) [じゃがいも]
]
Units: 円

直売所専門農家の1日の収穫 (各農作物) [スイートコーン]
]= 農家毎のスイートコーンの収穫量
直売所専門農家の1日の収穫 (各農作物) [にんじん]= 農家毎のにんじんの収穫量
直売所専門農家の1日の収穫 (各農作物) [じゃがいも]
= 農家毎のじゃがいもの収穫量
Units: 個

直売所専門農家の本日の収穫 (各農作物) [取り扱い品]
]= 直売所専門農家の1日の収穫 (各農作物) [取り扱い品]
]*直売所専門農家の軒数[取り扱い品]
Units: 個

直売所専門農家の本日の直売所持ち込み (各農作物)
[取り扱い品]= 直売所専門農家の本日の総収穫 (各農作物) [取り扱い品]
]
Units: 個

直売所専門農家の本日の総収穫 (各農作物) [スイートコーン]
]= INTEG (直売所専門農家の本日の収穫 (各農作物) [スイートコーン]
]-直売所専門農家の本日の直売所持ち込み (各農作物)
[スイートコーン],
300)

直売所専門農家の本日の総収穫 (各農作物) [にんじん]
]= INTEG (直売所専門農家の本日の収穫 (各農作物) [にんじん]
]-直売所専門農家の本日の直売所持ち込み (各農作物)
[にんじん],
400)

直売所専門農家の本日の総収穫 (各農作物) [じゃがいも]
]= INTEG (直売所専門農家の本日の収穫 (各農作物) [じゃがいも]
]-直売所専門農家の本日の直売所持ち込み (各農作物)
[じゃがいも],
500)
Units: 個

直売所専門農家の軒数[取り扱い品]=
10

Units: 軒

看板やHPのような持続性のある広告を出す=
0

Units: Dmnl [0,1,1]

脱退会員=
 活性会員*0.001

Units: 人

表関数を使った宣伝= WITH LOOKUP (
 Time,
 ((0,0)-(30,10)),(0,0),(2,0),(3,1),(4,0),(30,0)))

Units: Dmnl

観光客がバスで毎週1回定期来場=
 IF THEN ELSE(旅行会社とタイアップする>0,40, 0)*PULSE TRAIN(2,0
 ,7, 9999)

Units: 人

農作物 (各農作物) の販売単価[スイートコーン]=
 スイートコーンの販売単価

農作物 (各農作物) の販売単価[にんじん]=
 にんじんの販売単価

農作物 (各農作物) の販売単価[じゃがいも]=
 じゃがいもの販売単価

Units: 円

農家毎のじゃがいもの収穫量=
 50

Units: 個

農家毎のにんじんの収穫量=
 40

Units: 個

農家毎のスイートコーンの収穫量=
 30

Units: 個

第5章 式（プログラム）

【OEM】システムメーカーとの製品A納入契約=
【OEM】当年度製品Aを購入するシステムメーカー
Units: 社/年

【OEM】システムメーカーの製品A使用停止=
【OEM】製品A契約済システムメーカー*【OEM】システムメーカーの製品A使用停止確率
Units: 社

【OEM】システムメーカーの製品A使用停止確率=
0.05
Units: 1/年

【OEM】システムメーカーの製品A購入確率=
【OEM】標準的なシステムメーカーへの製品A購入確率（購入意欲）
【OEM】市場認知の影響係数【OEM】市場飽和の影響係数*
【OEM】同様機能製品に対する製品Aのシェア
Units: 1/年

【OEM】システムメーカー向け製品A単価（スライダー） =
5000
Units: 円/台 [1000,20000,1000]

【OEM】システムメーカー製品A購入済み割合=
【OEM】製品A契約済システムメーカー/(【OEM】製品A契約済システムメーカー
+【OEM】潜在顧客（製品A未契約システムメーカー）)
Units: Dmnl

【OEM】同様機能製品に対する製品Aのシェア=
0.03
Units: Dmnl
仮にシェア 3 0 %

【OEM】売上を億円表示=
【OEM】当年度のシステムメーカー向け製品Aの売上/億円単位
Units: 億円/年

【OEM】市場認知の影響係数= WITH LOOKUP (
【OEM】システムメーカー製品A購入済み割合,
((0,0)-(10,10)],(0,0.5),(0.5,1),(1,1.5)))
Units: Dmnl

【OEM】市場飽和の影響係数= WITH LOOKUP (
【OEM】システムメーカー製品A購入済み割合,
((0,0)-(1,2)],(0,1.5),(0.5,1),(1,0.5)))
Units: Dmnl

【OEM】当年度のシステムメーカー向け製品Aの売上=
【OEM】システムメーカー向け製品A単価（スライダー） *
【OEM】当年度システムメーカーに購入された製品A

Units: 円/年

【OEM】当年度システムメーカーに購入された製品A=
(【OEM】当年度製品Aを購入するシステムメーカー+【OEM】当年度購入する製品Aを購入する契約済みシステムメーカー数)
)*システムメーカー 1社あたりの製品A購入数

Units: 台/年

【OEM】当年度製品Aを購入するシステムメーカー=
【OEM】潜在顧客 (製品A未契約システムメーカー) *【OEM】システムメーカーの製品A購入確率

Units: 社/年

【OEM】当年度購入する製品Aを購入する契約済みシステムメーカー数
=
【OEM】製品A契約済システムメーカー/システムメーカーの製品A購入間隔 (毎年購入すること)

Units: 社/年

【OEM】標準的なシステムメーカーへの製品A購入確率 (購入意欲)

=
0.05

Units: 1/年

【OEM】潜在顧客 (製品A未契約システムメーカー) = INTEG

(
-[OEM]システムメーカーとの製品A納入契約,
13)

Units: 社

【OEM】製品A契約済システムメーカー= INTEG (
【OEM】システムメーカーとの製品A納入契約-[OEM]システムメーカーの製品A使用停止

,
0)

Units: 社

【製品B】売上を億円表示=
製品B【OEM】当年度のシステムメーカー向けの売上/億円単位

Units: 億円/年

システムメーカーの製品A購入間隔 (毎年購入すること)

=
1

Units: 年

システムメーカー 1社あたりの製品A購入数=
7e+06

Units: **undefined**

タクシー中事業会社の割合=
6800/45000

Units: Dmnl

タクシー中事業会社の平均製品A導入数=
18

Units: 台/社

タクシー事業会社の割合=
45000/113487

Units: Dmnl

タクシー事業会社 1 社あたりの製品A購入数=
タクシー大企業会社の平均製品A導入数*タクシー大企業会社の割合
+タクシー中企業会社の平均製品A導入数*タクシー中企業会社の割合
+タクシー小企業会社の平均製品A導入数*タクシー小企業会社の割合

Units: 台/社

タクシー大企業会社の割合=
180/45000

Units: Dmnl

タクシー大企業会社の平均製品A導入数=
1000

Units: 台/社

タクシー小企業会社の割合=
1-タクシー中企業会社の割合-タクシー大企業会社の割合

Units: Dmnl

タクシー小企業会社の平均製品A導入数=
1

Units: 台/社

トラック中企業会社の割合=
0.5

Units: Dmnl

トラック中企業会社の平均製品A導入数=
100

Units: 台/社

トラック事業会社の割合=
62000/113487

Units: Dmnl

トラック事業会社 1 社あたりの製品A購入数=
トラック大企業会社の平均製品A導入数*トラック大企業会社の割合
+トラック中企業会社の平均製品A導入数*トラック中企業会社の割合
+トラック小企業会社の平均製品A導入数*トラック小企業会社の割合

Units: 台/社

トラック大事業会社の割合=
0.004

Units: Dmnl

トラック大事業会社の平均製品A導入数=
1000

Units: 台/社

トラック小事業会社の割合=
1-トラック中事業会社の割合-トラック大事業会社の割合

Units: Dmnl

トラック小事業会社の平均製品A導入数=
5

Units: 台/社

バス中事業会社の割合=
2700/6500

Units: Dmnl

バス中事業会社の平均製品A導入数=
30

Units: 台/社

バス事業会社の割合=
6500/113487

Units: Dmnl

バス事業会社 1社あたりの製品A購入数=
バス大事業会社の平均製品A導入数*バス大事業会社の割合
+バス中事業会社の平均製品A導入数*バス中事業会社の割合
+バス小事業会社の平均製品A導入数*バス小事業会社の割合

Units: 台/社

バス大事業会社の割合=
107/6500

Units: Dmnl

バス大事業会社の平均製品A導入数=
500

Units: 台/社

バス小事業会社の割合=
1-バス中事業会社の割合-バス大事業会社の割合

Units: Dmnl

バス小事業会社の平均製品A導入数=
10

Units: 台/社

事業会社の製品A使用停止=
製品A購入済事業会社*事業会社製品A使用停止確率

Units: 社

事業会社への製品A導入=
当年度製品Aを購入する事業会社

Units: 社/年

事業会社への製品A購入確率=
(標準的な事業会社への製品A購入確率(購入意欲)*市場認知の影響係数
*市場飽和の影響係数*同様機能製品に対する製品Aのシェア(スライダー)
)/初期導入から導入完了するまでの期間(年)

Units: 1/年

事業会社向け売上を億円表示=
当年度事業会社向け製品Aの売上/億円単位

Units: 億円/年

事業会社向け製品A単価(スライダー) =
50000

Units: 円/台 [10000,100000,10000]

事業会社製品A使用停止確率=
0.05

Units: 1/年

事業会社製品A購入済み割合=
製品A購入済事業会社/(製品A購入済事業会社+潜在顧客(製品A未導入事業会社))

Units: Dmnl

事業会社1社あたりの当年度平均製品A購入数=
トラック事業会社1社あたりの製品A購入数*トラック事業会社の割合
+バス事業会社1社あたりの製品A購入数*バス事業会社の割合
+タクシー事業会社1社あたりの製品A購入数*タクシー事業会社の割合

Units: 台/社

今期製品Aを更新する事業会社=
製品A購入済事業会社/更新間隔

Units: 社/年

使用停止=
搭載済運転席数*後付け製品Aの使用停止確率

Units: 席/年

億円単位=
1e+08

Units: 円/億円

初期導入から導入完了するまでの期間 (年) =
3

Units: 年

同様機能製品に対する製品Aのシェア (スライダー) =
0.2

Units: Dmnl [0,1,0.1]

市場認知の影響係数= WITH LOOKUP (
事業会社製品A購入済み割合,
((0,0)-(10,10)),(0,0.5),(0.5,1),(1,1.5))

Units: Dmnl

市場飽和の影響係数= WITH LOOKUP (
事業会社製品A購入済み割合,
((0,0)-(1,2)),(0,1.5),(0.5,1),(1,0.5))

Units: Dmnl

当年度の後付け製品A売り上げを億円表示=
当年度の後付け製品A売上/億円単位

Units: 億円/年

当年度の後付け製品A売上=
(当年度投入する製品A+当年度更新する製品A台数)*後付け製品A単価 (スライダー)

Units: 円/年

当年度システムメーカーに購入された製品B=
(製品B当年度購入するシステムメーカー+製品B【OEM】当年度購入する契約済みシステムメーカー数
) *製品Bシステムメーカー 1社あたりの購入数

Units: 台/年

当年度事業会社に購入された製品A=
(当年度製品Aを購入する事業会社+今期製品Aを更新する事業会社
) *事業会社 1社あたりの当年度平均製品A購入数

Units: 台/年

当年度事業会社向け製品Aの売上=
事業会社向け製品A単価 (スライダー) *当年度事業会社に購入された製品A

Units: 円/年

当年度投入する製品A=
当年度搭載する運転席数*運転席あたりの製品A台数

Units: 台/年

当年度搭載する運転席数=
未搭載運転席数*同様機能製品に対する製品Aのシェア (スライダー)

/搭載完了までの年数

Units: 席/年

当年度更新する製品A台数=

当年度更新する運転席数*運転席あたりの製品A台数

Units: 台/年

当年度更新する運転席数=

搭載済運転席数/更新間隔

Units: 席/年

当年度製品Aを購入する事業会社=

潜在顧客（製品A未導入事業会社）*事業会社への製品A購入確率

Units: 社/年

後付け製品Aの使用停止確率=

0.05

Units: 1/年

後付け製品A単価（スライダー）=

50000

Units: 円/台

搭載=

当年度搭載する運転席数

Units: 席/年

搭載完了までの年数=

3

Units: 年

搭載済運転席数= INTEG (

搭載-使用停止,
0)

Units: 席

更新間隔=

6

Units: 年

未搭載運転席数= INTEG (

-搭載,
19000)

Units: 席

標準的な事業会社への製品A購入確率（購入意欲）=

0.05

Units: 1/年

潜在顧客（製品A未導入事業会社）= INTEG（
-事業会社への製品A導入,
1e+06）

Units: 社

総売上=

【OEM】売上を億円表示+【製品B】売上を億円表示+事業会社向け売上を億円表示
+当年度の後付け製品A売り上げを億円表示

Units: 億円/年

製品A購入済事業会社= INTEG（
事業会社への製品A導入-事業会社の製品A使用停止,
0）

Units: 社

製品B【OEM】システムメーカーの購入確率=

製品B標準的なシステムメーカーの購入確率（購入意欲）

*製品B【OEM】市場認知の影響係数*製品B【OEM】市場飽和の影響係数

*製品B同様機能製品に対するシェア

Units: 1/年

製品B【OEM】システムメーカー向け単価=

1200

Units: 円/台 [1000,5000,100]

製品B【OEM】システムメーカー購入済み割合=

製品B製品A契約済システムメーカー/(製品B製品A契約済システムメーカー
+製品B潜在顧客（製品B未契約システムメーカー））

Units: Dmnl

製品B【OEM】市場認知の影響係数= WITH LOOKUP（
製品B【OEM】システムメーカー購入済み割合,
（[(0,0)-(10,10)],(0,0.5),(0.5,1),(1,1.5)））

Units: Dmnl

製品B【OEM】市場飽和の影響係数= WITH LOOKUP（
製品B【OEM】システムメーカー購入済み割合,
（[(0,0)-(1,2)],(0,1.5),(0.5,1),(1,0.5)））

Units: Dmnl

製品B【OEM】当年度のシステムメーカー向けの売上=

製品B【OEM】システムメーカー向け単価*当年度システムメーカーに購入された製品B

Units: 円/年

製品B【OEM】当年度購入する契約済みシステムメーカー数

=

製品B製品A契約済システムメーカー/製品Bシステムメーカーの購入間隔（毎年購入すること）

Units: 社/年

製品Bシステムメーカーとの製品B納入契約=
製品B当年度購入するシステムメーカー
Units: 社/年

製品Bシステムメーカーの使用停止=
製品B製品A契約済システムメーカー*製品Bシステムメーカーの使用停止確率
Units: 社

製品Bシステムメーカーの使用停止確率=
0.05
Units: 1/年

製品Bシステムメーカーの購入間隔（毎年購入すること）
=
1
Units: 年

製品Bシステムメーカー 1社あたりの購入数=
10000
Units: **undefined**

製品B同様機能製品に対するシェア=
0.3
Units: Dmnl

製品B当年度購入するシステムメーカー=
製品B潜在顧客（製品B未契約システムメーカー）*製品B【OEM】システムメーカーの購入確率
Units: 社/年

製品B標準的なシステムメーカーの購入確率（購入意欲）
=
0.05
Units: 1/年

製品B潜在顧客（製品B未契約システムメーカー）= INTEG（
-製品Bシステムメーカーとの製品B納入契約,
30）
Units: 社

製品B製品A契約済システムメーカー= INTEG（
製品Bシステムメーカーとの製品B納入契約-製品Bシステムメーカーの使用停止
,
0）
Units: 社

運転席あたりの製品A台数=
1
Units: 台/席

第6章 式 (プログラム)

"1年間"[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減]=

12

Units: 月/年

"2012年のG2換算の総年間労働時間（2012年の人数×220時間×12カ月）"

[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減]=

"2012年の従業員総数をG2換算で表した人数"*("2012年の個人月次残業時間"

[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減

] + 個人の基準月次労働時間[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ

,S P→幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減

])*"1年間"[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ

,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減

]

Units: 時間/年

"2012年の個人月次残業時間"[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ

,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減

]=

36.7

Units: 時間/月/人

"2012年の従業員総数をG2換算で表した人数"=

3394

Units: 人

"2012年ソフトウェア開発受託量"=

86250

Units: 百万円

"2012年～2015年の内製率経過"[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ

,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減

]= WITH LOOKUP (

Time,

([(2012,0)-(2015,1)],(2012,0.566),(2013,0.545),(2014,0.527),(2015,0.506))

Units: Dmnl

"2012年～2016年の採用者実績数" =

60

Units: 人/年

"2012年～2021年のソフトウェア開発受託量の経過と予測"[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,SP→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減]
]=

IF THEN ELSE(Time<2016,ソフトウェア開発受託量の推移 (2012～2015)

[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,SP→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減],ソフトウェア開発受託量予測 (2016年～2021年)
[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,SP→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減])

Units: 百万円

IF THEN ELSE(Time<72

,SPの総数推移 (2012～2016) ,SP社員)

"2012年～2021年の内製率の経過と予測"[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,SP→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減]
]=

IF THEN ELSE(Time<2016,"2012年～2015年の内製率経過"[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,SP→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減],昨年度残業時間実績による内製率制限[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,SP→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減])

Units: Dmnl

"2012年～2021年の採用者数 (実績 + 予定) "[新規採用を増加]

]=

IF THEN ELSE(Time<2015,"2012年～2016年の採用者実績数","2017年～2021年の採用者数"
[新規採用を増加])

Units: 人/年

"2012年～2026年のソフトウェア開発者人数の経過と予測"[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,SP→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減]
]=

G2の総数推移 (2012～2026) [中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,SP→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減]
]+G3の総数推移 (2012～2026) [中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,SP→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加]

,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]+G4の総数推移(2012~2026)[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
 ,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
 ,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]+SPの総数推移(2012~2026)[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
 ,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
 ,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]
 Units: 人

"2017年~2021年の採用者数"[新規採用を増加]=
 60,70

Units: 人/年

G2→G3昇格率[各ランクの昇格率のアップ]=
 0.15,0.17

Units: Dmnl/年

G2の総数推移(2012~2015) = WITH LOOKUP (
 Time,

([(2012,0)-(2026,500)],(2012,399),(2013,369),(2014,343),(2015,293),(2026,
 293))

Units: 人

G2の総数推移(2012~2026) =

IF THEN ELSE(Time<2016 ,G2の総数推移(2012~2015) ,G2社員[中途離職率の低
 減
 ,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
 ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
])

Units: 人

G2クラスの総力[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
 ,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
 ,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]=

G2社員[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整
 ,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
 ,オフショア活用による内製率削減]*G2個人知識生産能力[
 知識蓄積・再利用システム導入強化]

Units: KPP

G2個人知識生産能力[知識蓄積・再利用システム導入強化
]=

G2個人知識生産能力係数*IF THEN ELSE(Time<2017,1,知識蓄積・再利用システムによ
 るG2の能力強化率
 [知識蓄積・再利用システム導入強化
])

Units: KPP/人

G2個人知識生産能力係数=

1

Units: KPP/人

G2換算した個人年間残業時間[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
, S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]=

G2換算した個人月次残業時間[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
, S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]*"1年間"[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P →幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減]

Units: 時間/年/人

G2換算した個人月次労働時間[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
, S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]=

本年のソフトウェア開発受託量をこなすのに必要な労力 (G 2 換算したソフトウェア開発者数×月
次労働時間)

[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P →幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減]/G2換算した開発担当者総数 (2012~2026)
[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P →幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減]/"1年間"[中途離職率の低減
,各ランクの昇格率のアップ, S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]/年数*KPPあたり労働時間 (G2換算の個人の基準月次労働時間)

Units: 時間/(人*月)

G2換算した個人月次残業時間[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
, S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]=

G2換算した個人月次労働時間[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
, S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]-個人の基準月次労働時間[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
, S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]

Units: 時間/月/人

G2換算した開発担当者総数 (2012~2026) [中途離職率の低減

,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
 ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]=

SPの総数推移(2012~2026) [中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
 , S P → 幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
 ,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]*1.5+G4の総数推移(2012~2026) [中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
 , S P → 幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
 ,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]*1.3+G3の総数推移(2012~2026) [中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
 , S P → 幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
 ,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]*1.1+G2の総数推移(2012~2026) [中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
 , S P → 幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
 ,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]

Units: 人

G2昇格[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整
 ,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
 ,オフショア活用による内製率削減]=

IF THEN ELSE(Time<2015,0,(トレーニー→G2昇格待機[新規採用を増加
]-トレーニー途中離職[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
 , S P → 幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
 ,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]))

Units: 人/年

G2社員[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整
 ,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
 ,オフショア活用による内製率削減]= INTEG (

(G2昇格[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整
 ,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
 ,オフショア活用による内製率削減]-G2途中離職[中途離職率の低減
 ,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
 ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]-G3昇格[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整
 ,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
 ,オフショア活用による内製率削減]),

293)

Units: 人

G2途中離職[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
 , S P → 幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
 ,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]=

G2社員[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整
 ,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
 ,オフショア活用による内製率削減]*G2途中離職[中途離職率の低減

]
Units: 人/年

G2途中離職率[中途離職率の低減]=
IF THEN ELSE(Time<2015,0,G2途中離職率調整 (2016年~2026年) [中途離職率の
低減
])
Units: Dmnl/年

G2途中離職率調整 (2016年~2026年) [中途離職率の低減]=
0.066,0.046
Units: Dmnl/年

G3→G4昇格率[各ランクの昇格率のアップ]=
0.15,0.17
Units: Dmnl/年

G3の定年率[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]=
IF THEN ELSE(Time<2015,0,(G3社員にしめる定年者の割合*G3社員[
中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減]+0.08083))
Units: Dmnl/年

G3の総数推移 (2012~2015) = WITH LOOKUP (
Time,
([(2012,0)-(2026,1000)],(2012,502),(2013,511),(2014,521),(2015,549),(2026
,549)))
Units: 人

G3の総数推移 (2012~2026) [中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]=
IF THEN ELSE(Time<2016 ,G3の総数推移 (2012~2015) ,G3社員[中途離職率の低
減
,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
])
Units: 人

G3クラスの総力をG2に換算した人力[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]=

G3社員[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減]*G3個人知識生産能力[知識蓄積・再利用システム導入強化]
Units: KPP

G3個人知識生産能力[知識蓄積・再利用システム導入強化]
]=
G3個人知識生産能力係数*IF THEN ELSE(Time<2017,1,知識蓄積・再利用システムによるG3の能力強化率
[知識蓄積・再利用システム導入強化
])
Units: KPP/人

G3個人知識生産能力係数=
1.1
Units: KPP/人

G3定年延長[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減]
]=
DELAY FIXED(G3定年退職者数[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減], 定年延長年数[定年の引き上げ], 0)
Units: 人/年

G3定年退職者[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減]
]=
G3定年延長[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減]
Units: 人/年

G3定年退職者数[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減]
]=
G3社員[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減]*G3の定年率[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減]
Units: 人/年

G3昇格[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減]=

IF THEN ELSE(Time<2015,0,G2社員[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減]*G2→G3昇格率[各ランクの昇格率のアップ])

Units: 人/年

G3社員[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減]= INTEG (

(G3昇格[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減]-G3定年退職者[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減]-G3途中離職[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減]-G4昇格[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減]),

549)

Units: 人

G3社員にしめる定年者の割合=

-0.00025

Units: Dmnl/(年*人)

G3途中離職[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減]=

G3社員[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減]*G3途中離職率[中途離職率の低減]

Units: 人/年

G3途中離職率[中途離職率の低減]=

IF THEN ELSE(Time<2015,0,G3途中離職率調整(2016年~2026年)[中途離職率の低減])

Units: Dmnl/年

G3途中離職率調整(2016年~2026年)[中途離職率の低減]=

0.06447,0.04447

Units: Dmnl/年

G4→SP昇格率[各ランクの昇格率のアップ]=
0.05,0.07

Units: Dmnl/年

G4→幹部昇格[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
, S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]=

IF THEN ELSE(Time<2015,0,G4社員[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
, S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]*((SP社員[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,
S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]+G4社員[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P →幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減])*G4→幹部昇格率/G4社員
[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P →幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減]))

Units: 人/年

G4→幹部昇格率=
0.002

Units: Dmnl/年

G4の定年率[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
, S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]=

IF THEN ELSE(Time<2015,0, (G4社員にしめる定年者の割合*G4社員
[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P →幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減]+0.21424))

Units: Dmnl/年

G4の総数推移 (2012~2015) = WITH LOOKUP (
Time,

([(2012,0)-(2026,2000)],(2012,1735),(2013,1668),(2014,1617),(2015,1495),(
2026,1495)))

Units: 人

G4の総数推移 (2012~2026) [中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
, S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]=

IF THEN ELSE(Time<2016 ,G4の総数推移 (2012~2015) ,G4社員[中途離職率の低減
,各ランクの昇格率のアップ, S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
])
Units: 人

G4クラスの総力をG2に換算した人力[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
,S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]=
G4社員[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P →幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減]*G4個人知識生産能力[
知識蓄積・再利用システム導入強化]
Units: KPP

G4個人知識生産能力[知識蓄積・再利用システム導入強化
]=
G4個人知識生産能力係数*IF THEN ELSE(Time<2017,1,知識蓄積・再利用システムによるG4の能力強化率
[知識蓄積・再利用システム導入強化
])
Units: KPP/人

G4個人知識生産能力係数=
1.3
Units: KPP/人

G4定年延長[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
,S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]= DELAY FIXED (
G4定年退職者数[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
,S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
],定年延長年数[定年の引き上げ], 0)
Units: 人/年

G4定年退職者[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
,S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]=
G4定年延長[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
,S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]
Units: 人/年

G4定年退職者数[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
 ,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
 ,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]=

G4社員[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整
 ,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
 ,オフショア活用による内製率削減]*G4の定年率[中途離職率の低減
 ,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
 ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]

Units: 人/年

G4昇格[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整
 ,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
 ,オフショア活用による内製率削減]=

IF THEN ELSE(Time<2015,0,G3社員[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
 ,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
 ,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]*G3→G4昇格率[各ランクの昇格率のアップ])

Units: 人/年

G4社員[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整
 ,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
 ,オフショア活用による内製率削減]= INTEG (

(G4昇格[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整
 ,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
 ,オフショア活用による内製率削減]-G4定年退職者[中途離職率の低減
 ,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
 ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]-G4途中離職[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
 ,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
 ,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]-SP昇格[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整
 ,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
 ,オフショア活用による内製率削減]-G4→幹部昇格[中途離職率の低減
 ,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
 ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]),

1495)

Units: 人

G4社員にしめる定年者の割合=
 -0.00015

Units: Dmnl/(年*人)

G4途中離職[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
 ,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
 ,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]=

G4社員[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,SP→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減]*G4途中離職率[中途離職率の低減]

Units: 人/年

G4途中離職率[中途離職率の低減]=

IF THEN ELSE(Time<2015,0,G4途中離職率調整(2016年~2026年)[中途離職率の低減])

Units: Dmnl/年

G4途中離職率調整(2016年~2026年)[中途離職率の低減]=

0.022,0.022

Units: Dmnl/年

KPPあたり労働時間(G2換算の個人の基準月次労働時間) =

170

Units: 時間/KPP

SP→幹部昇格[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,SP→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減]=

(SP社員[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,SP→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減]+G4社員[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,SP→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減])*SP→幹部昇格率[SP→幹部の昇格率調整]

Units: 人/年

SP→幹部昇格率[SP→幹部の昇格率調整]=

IF THEN ELSE(Time<2015,0,SP→幹部昇格率調整(2016年~2026年)[SP→幹部の昇格率調整])

Units: Dmnl/年

SP→幹部昇格率調整(2016年~2026年)[SP→幹部の昇格率調整]

=

0.016,0.008

Units: Dmnl/年

SPの定年率[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,SP→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減]=

IF THEN ELSE(Time<2015,0,(SP社員にしめる定年者の割合*SP社員[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,SP→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化

,オフショア活用による内製率削減]-0.08302))

Units: Dmnl/年

SPの総数推移 (2012~2015) = WITH LOOKUP (
Time,

([(2012,0)-(2026,400)],(2012,125),(2013,172),(2014,244),(2015,301),(2026,
301)))

Units: 人

SPの総数推移 (2012~2026) [中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ

,S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加

,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減

] =

IF THEN ELSE(Time<2016 ,SPの総数推移 (2012~2015) ,SP社員[中途離職率の低
減

,各ランクの昇格率のアップ,S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ

,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減

])

Units: 人

SPクラスの総力をG2に換算した人力[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ

,S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加

,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減

] =

SP個人知識生産能力[知識蓄積・再利用システム導入強化

] * SP社員[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,S P →幹部の昇格率調整

,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化

,オフショア活用による内製率削減]

Units: KPP

SP個人知識生産能力[知識蓄積・再利用システム導入強化

] =

SP個人知識生産能力係数*IF THEN ELSE(Time<2017,1,知識蓄積・再利用システムによ
るSPの能力強化率

[知識蓄積・再利用システム導入強化

])

Units: KPP/人

SP個人知識生産能力係数 =

1.5

Units: KPP/人

SP定年延長[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ

,S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加

,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減

] =

DELAY FIXED(SP定年退職者数[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ

,S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加

,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
],定年延長年数[定年の引き上げ, 0)
Units: 人/年

SP定年退職者[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
, S P → 幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]=
SP定年延長[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
, S P → 幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]
Units: 人/年

SP定年退職者数[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
, S P → 幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]=
SP社員[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減]*SPの定年率[中途離職率の低減
,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]
Units: 人/年

SP昇格[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減]=
IF THEN ELSE(Time<2015,0,G4社員[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
, S P → 幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
])*G4→SP昇格率[各ランクの昇格率のアップ])
Units: 人/年

SP社員[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減]= INTEG (
(SP昇格[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減]-SP定年退職者[中途離職率の低減
,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]-SP途中離職[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
, S P → 幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]-SP→幹部昇格[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
, S P → 幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減

]),

301)

Units: 人

SP社員にしめる定年者の割合=

0.00023

Units: Dmnl/(年*人)

SP途中離職[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
,S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]=

SP社員[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,S P →幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減]*SP途中離職率[中途離職率の低減
]

Units: 人/年

SP途中離職率=

IF THEN ELSE(Time<2015,0,SP途中離職率調整 (2016年～2026年) [中途離職率の
低減
])

Units: Dmnl/年

SP途中離職率調整 (2016年～2026年) [中途離職率の低減]=

0.022,0.022

Units: Dmnl/年

ソフトウェア開発受託量の増減率[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
,S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]=

1.036

Units: Dmnl

ソフトウェア開発受託量の推移 (2012～2015) [中途離職率の低減
,各ランクの昇格率のアップ,S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]= WITH LOOKUP (

Time,

([(2012,0)-(2015,95449)],(2012,86250),(2013,89066),(2014,92263),(2015,95449
)))

Units: 百万円

ソフトウェア開発受託量予測 (2016年～2021年) [中途離職率の低減

,各ランクの昇格率のアップ,S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]=

95449*ソフトウェア開発受託量の増減率[中途離職率の低減
 ,各ランクの昇格率のアップ, S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
 ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]^(Time/年数-2015)
 Units: 百万円

ソフトウェア開発受託量指数 (2012年比) [中途離職率の低減
 ,各ランクの昇格率のアップ, S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
 ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]=
 "2012年～2021年のソフトウェア開発受託量の経過と予測"[
 中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P →幹部の昇格率調整
 ,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
 ,オフショア活用による内製率削減]/"2012年ソフトウェア開発受託量"
 Units: Dmnl

ソフトウェア開発者全体のG2換算の総年間労働時間[中途離職率の低減
 ,各ランクの昇格率のアップ, S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
 ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]=
 G2換算した開発担当者総数 (2012～2026) [中途離職率の低減
 ,各ランクの昇格率のアップ, S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
 ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]*個人の基準月次労働時間[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
 , S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
 ,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]*ソフトウェア開発受託量指数 (2012年比) [中途離職率の低減
 ,各ランクの昇格率のアップ, S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
 ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]*"1年間"[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P →幹部の昇格率調整
 ,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
 ,オフショア活用による内製率削減]
 Units: 時間/年

トレーニー→G2昇格待機[新規採用を増加]= DELAY FIXED (
 "2012年～2021年の採用者数 (実績 + 予定)" [新規採用を増加
],トレーニー→G2昇格待機時間,"2012年～2016年の採用者実績数"
)
 Units: 人/年

トレーニー→G2昇格待機時間=
 2
 Units: 年

トレーニー社員[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
 , S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
 ,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]= INTEG (
 (新卒採用[新規採用を増加]-G2昇格[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ

, S P → 幹部の昇格率調整, 定年の引き上げ, 新規採用を増加
 , 知識蓄積・再利用システム導入強化, オフショア活用による内製率削減
]- トレーニー途中離職 [中途離職率の低減, 各ランクの昇格率のアップ
 , S P → 幹部の昇格率調整, 定年の引き上げ, 新規採用を増加
 , 知識蓄積・再利用システム導入強化, オフショア活用による内製率削減
]),

191)

Units: 人

トレーニー途中離職 [中途離職率の低減, 各ランクの昇格率のアップ
 , S P → 幹部の昇格率調整, 定年の引き上げ, 新規採用を増加
 , 知識蓄積・再利用システム導入強化, オフショア活用による内製率削減
]=

トレーニー社員 [中途離職率の低減, 各ランクの昇格率のアップ
 , S P → 幹部の昇格率調整, 定年の引き上げ, 新規採用を増加
 , 知識蓄積・再利用システム導入強化, オフショア活用による内製率削減
] * トレーニー途中離職率 [中途離職率の低減]

Units: 人/年

トレーニー途中離職率 [中途離職率の低減] =

IF THEN ELSE (Time < 2015, 0, トレーニー途中離職率調整 (2016年～2026年)
 [中途離職率の低減])

Units: Dmnl/年

トレーニー途中離職率調整 (2016年～2026年) [中途離職率の低減
] =

0.02, 0.01

Units: Dmnl/年

個人の基準月次労働時間 [中途離職率の低減, 各ランクの昇格率のアップ
 , S P → 幹部の昇格率調整, 定年の引き上げ, 新規採用を増加
 , 知識蓄積・再利用システム導入強化, オフショア活用による内製率削減
] =

170

Units: 時間/月/人

定年延長年数 =

0, 5

Units: 年

年数 =

1

Units: 年

新卒採用 [新規採用を増加] =

IF THEN ELSE (Time < 2015, 0, "2012年～2021年の採用者数 (実績 + 予定) "
 [新規採用を増加])

Units: 人/年

昨年のソフトウェア開発労力（昨年のソフトウェア開発者数×昨年の総労働時間）

[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減]= DELAY FIXED (

本年のソフトウェア開発受託量をこなすのに必要な労力（G2換算したソフトウェア開発者数×月次労働時間）

[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減], 1,"2012年のG2換算の総年間労働時間（2012年の人数×220時間

×12カ月）"

[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減]*年数/KPPあたり労働時間（G2換算の個人の基準月次労働時間）

)

Units: KPP

昨年のソフトウェア開発受託量[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ

,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減

]= DELAY FIXED (

"2012年～2021年のソフトウェア開発受託量の経過と予測"[

中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整

,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化

,オフショア活用による内製率削減],1, 86250)

Units: 百万円

昨年のソフトウェア開発受託量のうち、内製した量[中途離職率の低減

,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ

,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減

]= DELAY FIXED (

本年のソフトウェア開発受託量のうち内製する量[中途離職率の低減

,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ

,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減

], 1,本年のソフトウェア開発受託量のうち内製する量[中途離職率の低減

,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整,定年の引き上げ

,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減

])

Units: 百万円

昨年の組織の年間知識生産能力合計（ネット：残業なし）

[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整

,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化

,オフショア活用による内製率削減]=

DELAY FIXED(組織の年間知識生産能力合計（ネット：残業なし）

[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整

,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化

,オフショア活用による内製率削減],1, 組織の年間知識生産能力合計（ネット：残業なし）

[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整

,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化

,オフショア活用による内製率削減])

Units: KPP*月/年

昨年度残業時間実績による内製率制限[中途離職率の低減
,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]= INTEG (

-減じた内製率[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ

, S P → 幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
],

0.506)

Units: Dmnl

本年のソフトウェア開発の利益率[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
, S P → 幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]=

0.2*(本年のソフトウェア開発受託量のうち内製する量[中途離職率の低減
,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]+本年のソフトウェア開発受託量のうち外注する量[中途離職率の低減
,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]*0.1)/(本年のソフトウェア開発受託量のうち内製する量[
中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減]+本年のソフトウェア開発受託量のうち外注する量
[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減])

Units: Dmnl

本年のソフトウェア開発受託量のうち内製する量[中途離職率の低減
,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]=

"2012年～2021年のソフトウェア開発受託量の経過と予測"[
中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減]*"2012年～2021年の内製率の経過と予測"
[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減]

Units: 百万円

本年のソフトウェア開発受託量のうち外注する量[中途離職率の低減
,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減

]=

"2012年～2021年のソフトウェア開発受託量の経過と予測"[
中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減]* (1-"2012年～2021年の内製率の経過と予測"
[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減])
Units: 百万円

本年のソフトウェア開発受託量をこなすのに必要な労力 (G 2 換算したソフトウェア開発者数×月次労働時間)

[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減]=
本年のソフトウェア開発受託量のうち内製する量[中途離職率の低減
,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]/昨年ソフトウェア開発受託量のうち、内製した量[中途離職率の低減
,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]

*昨年のソフトウェア開発労力 (昨年のソフトウェア開発者数×昨年の総労働時間)
[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減]/本年の年間知識生産能力強化率 (残業なし)
[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減]
Units: KPP

本年の年間知識生産能力強化率 (残業なし) [中途離職率の低減
,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]=

組織の年間知識生産能力合計 (ネット: 残業なし) [中途離職率の低減
,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]/昨年の組織の年間知識生産能力合計 (ネット: 残業なし)
[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ, S P → 幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
,オフショア活用による内製率削減]
Units: Dmnl

減じた内製率[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
, S P → 幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減
]=

IF THEN ELSE(Time>=2015,IF THEN ELSE(G2換算した個人年間残業時間

[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
 , S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ,新規採用を増加
 ,知識蓄積・再利用システム導入強化
 ,オフショア活用による内製率削減]>360 , 減じる内製率ポイント
 [オフショア活用による内製率削減], 0) , 0)
 Units: Dmnl/年

減じる内製率ポイント[オフショア活用による内製率削減
]=
 0,0.02
 Units: Dmnl/年

知識蓄積・再利用システムによるG2の能力強化率[知識蓄積・再利用システム導入強化
]=
 1,1.1
 Units: Dmnl

知識蓄積・再利用システムによるG3の能力強化率[知識蓄積・再利用システム導入強化
]=
 1,1.25
 Units: Dmnl

知識蓄積・再利用システムによるG4の能力強化率[知識蓄積・再利用システム導入強化
]=
 1,1.1
 Units: Dmnl

知識蓄積・再利用システムによるSPの能力強化率[知識蓄積・再利用システム導入強化
]=
 1,1.1
 Units: Dmnl

組織の年間知識生産能力合計（ネット：残業なし） =
 (SPクラスの総力をG2に換算した人力[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
 , S P →幹部の昇格率調整
 ,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
 ,オフショア活用による内製率削減
]+G4クラスの総力をG2に換算した人力[中途離職率の低減,
 各ランクの昇格率のアップ, S P →幹部の昇格率調整
 ,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
 ,オフショア活用による内製率削減
]+G3クラスの総力をG2に換算した人力[中途離職率の低減,
 各ランクの昇格率のアップ, S P →幹部の昇格率調整
 ,定年の引き上げ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化
 ,オフショア活用による内製率削減
]
 +G2クラスの総力[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ
 , S P →幹部の昇格率調整,定年の引き上げ
 ,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減

])

*"1年間"[中途離職率の低減,各ランクの昇格率のアップ,S P→幹部の昇格率調整
,定年の引き上げ
,新規採用を増加,知識蓄積・再利用システム導入強化,オフショア活用による内製率削減

]

Units: KPP*月/年

第7章 式 (プログラム)

"1か月の完成企画書数(積算)" =
"直近1か月の完成スライド数(積算)"/企画書に含まれるスライド数 (初期値 50 スラ
イド)

Units: 企画書

"1か月の残業時間(移動合計 = 直近1ヶ月 (20日ずつ) の残業の推移) "
= INTEG (
超過勤務時間の積算-古い勤務時間データの除去,
(本日検索する時間数+本日改変する時間数+本日作成する時間数
-8)*ひと月の勤務日数*積算月数)

Units: 時間

TIME STEP = 0.125

Units: 日 [0,?]

「感度分析用」本日そのまま流用できるスライドの割合
=

0.2

Units: Dmnl

「感度分析用」本日改変して利用できるスライドの割合
=

0.375

Units: Dmnl

【本】知識再利用支援システム化スイッチ=

0

Units: Dmnl [0,1,1]

そのまま再利用されたので延命されて重複カウントされたスライドをカウント削除する
=

本日そのまま流用するスライドの数*0

Units: スライド/日

そのまま流用するスライドオーダー=

MIN(一時間でそのまま流用するスライドオーダー*本日検索する時間数
,本日そのまま流用するスライドの数)

Units: スライド/日

そのまま流用できないので改変して使えるか検証中のスライドオーダー

= INTEG (

IF THEN ELSE(全て新規作成するスイッチ=0,そのまま流用では対応できないスライドオーダー
-改変では対応できないスライドオーダー-改変完了したスライドオーダー
,0),

IF THEN ELSE(全て新規作成するスイッチ=0 ,

IF THEN ELSE(パルスで企画書作成依頼が来るスイッチ=0,(本日そのまま流用でき
るかどうか判断されるスライド数
-本日そのまま流用するスライドの数)*本日よりやるべき改変作業を完了する目標日数 (オーダーの到着間隔に依
存)

,4.462),

0)
)

Units: スライド

そのまま流用できる再利用価値のあるスライドの割合 =

IF THEN ELSE(全て新規作成するスイッチ=0,

IF THEN ELSE((そのまま流用) 感度分析のための手動スイッチ (毎回手修正必要)

=0,

本日そのまま流用できるスライドの割合 (スライダー)

*再利用価値のあるスライドの割合,

「感度分析用」本日そのまま流用できるスライドの割合

*再利用価値のあるスライドの割合),

0)

Units: Dmnl

そのまま流用では対応できないスライドオーダー =

本日そのまま流用できるかどうか判断されるスライド数

-本日そのまま流用するスライドの数

Units: スライド/日

ひと月の勤務日数 =

20

Units: 日/月

サーバにある再利用価値のあるスライドの数 = INTEG (

本日サーバーに登録されるスライド-そのまま再利用されたので延命されて重複カウントされたスライド
をカウント削除する

-古いスライドの削除-陳腐化,

サーバーに登録してあるスライド数 (初期値))

Units: スライド

サーバに蓄積されているスライド総数 =

サーバにある再利用価値のあるスライドの数 + 古くなって陳腐化したスライド

Units: スライド

サーバーに登録してあるスライド数 (初期値) =

3600

Units: スライド

システムで一時間にそのまま流用するスライド数 =

20

Units: スライド/時間

システムで一時間にそのまま流用できるかを判断するスライド数

=

20

Units: スライド/時間

システムで一時間に作成するスライド数=
0.75
Units: スライド/時間

システムで一時間に改変するスライド数=
2
Units: スライド/時間

システムで一時間に改変対応できるかを判断するスライド数
=
20
Units: スライド/時間

スライド数の積算=
本日の完成スライド数
Units: スライド/日

パルスで企画書の作成依頼が来る=
PULSE TRAIN
(0,
0,
(ひと月の勤務日数/毎月の企画書の作成依頼数* 1 企画書
) ,
480)
Units: Dmnl

パルスで企画書作成依頼が来るスイッチ=
0
Units: Dmnl [0,1,1]

パルスで届く時の1回あたりの企画書の作成依頼数=
1
Units: 企画書

モンテカルロシミュレーション用システム化して毎月企画書を6件作成
=
0
Units: Dmnl [0,1,1]

モンテカルロシミュレーション用ランダム関数の切り換え
=
IF THEN ELSE(モンテカルロシミュレーション用知識再利用支援システムスイッチ (モンテカルロシ
ミュレーション時手動)
=0,3,5)
Units: 企画書/月

モンテカルロシミュレーション用知識再利用支援システムスイッチ (モンテカルロシミュレーション時手動)
=
0

Units: Dmnl

ランダム変数を用いてランダムに企画がくる=

```
IF THEN ELSE(モンテカルロシミュレーション用システム化して毎月企画書を6件作成
=0,
RANDOM NORMAL(0, (ランダム関数の平均値 (ランダム関数適用時の毎月の平均企画数)
*
2),(ランダム関数の平均値 (ランダム関数適用時の毎月の平均企画数)
),
(ランダム関数の平均値 (ランダム関数適用時の毎月の平均企画数)
/2), 0),
RANDOM NORMAL(0, (モンテカルロシミュレーション用ランダム関数の切り換え
*2),
(モンテカルロシミュレーション用ランダム関数の切り換え
), (モンテカルロシミュレーション用ランダム関数の切り換え
/2), 0)
)
```

Units: 企画書/月

ランダム関数の平均値 (ランダム関数適用時の毎月の平均企画数)

=

3

Units: 企画書/月 [?,?,1]

一日の勤務時間の集計=

本日作成する時間数+本日改変する時間数+本日検索する時間数

Units: 時間/日

一時間でそのまま流用するスライドオーダー=

```
IF THEN ELSE(知識再利用支援システム化スイッチ=0, 人手で一時間にそのまま流用するスライ
ド数
, システムで一時間にそのまま流用するスライド数 )
```

Units: スライド/時間

一時間でそのまま流用できるかどうかを判断するスライド数

=

```
IF THEN ELSE(知識再利用支援システム化スイッチ=0, 人手で一時間にそのまま流用できるかを
判断するスライド数
```

* 人員増強による生産力係数

, システムで一時間にそのまま流用できるかを判断するスライド数

)

Units: スライド/時間

一時間で作成するスライドオーダー=

```
IF THEN ELSE(知識再利用支援システム化スイッチ=0, 人手で一時間に作成するスライド数
, システムで一時間に作成するスライド数 )
```

Units: スライド/時間

一時間で作成できるスライドオーダー数=

IF THEN ELSE(知識再利用支援システム化スイッチ=0,一時間で作成するスライドオーダー
*人員増強による生産力係数
,一時間で作成するスライドオーダー
)

Units: スライド/時間

一時間で改変するスライドオーダー=

IF THEN ELSE(知識再利用支援システム化スイッチ=0, 人手で一時間に改変するスライド数
, システムで一時間に改変するスライド数)

Units: スライド/時間

一時間で改変で対応できるか判断するスライド数=

IF THEN ELSE(知識再利用支援システム化スイッチ=0,人手で一時間に改変対応できるかを判
断するスライド数

*人員増強による生産力係数

,システムで一時間に改変対応できるかを判断するスライド数

)

Units: スライド/時間

人員=

1

Units: 人 [0,?,1]

人員増強による生産力係数=

1+((人員-1)*増強人員の生産効率)

Units: Dmnl [1,10,1]

人手で一時間にそのまま流用するスライド数=

10

Units: スライド/時間

人手で一時間にそのまま流用できるかを判断するスライド数

=

3.33

Units: スライド/時間

人手で一時間に作成するスライド数=

0.75

Units: スライド/時間

人手で一時間に改変するスライド数=

2

Units: スライド/時間

人手で一時間に改変対応できるかを判断するスライド数

=

5

Units: スライド/時間

今月の残業時間（見積） =
max(本日の勤務時間-本日の所定勤務時間,0)*ひと月の勤務日数
Units: 時間/月

企画がランダムに来るスイッチ=
0
Units: Dmnl [0,1,1]

企画書に含まれるスライド数（初期値 50 スライド） =
50
Units: スライド/企画書

作成完了したスライドオーダー=
本日作成したスライド数
Units: スライド/日

作成時間の増減=
作成時間数の変更
Units: 時間/(日*日)

作成時間の調整に掛ける日数=
2
Units: 日

作成時間数の変更=
本日作成する時間数*(本日の作成ノルマ消化のための時間の延長係数
-1)/作成時間の調整に掛ける日数
Units: 時間/(日*日)

依頼を断るときのスイッチ=
0
Units: Dmnl [0,1,1]

依頼を断る数=
IF THEN ELSE(毎月の残業の推移（20日毎の集計）>残業し過ぎとなる基準時間
, 残業時間が基準時間を越えたとき依頼を断る数
, 0)
Units: 企画書/月

全て新規作成するスイッチ=
0
Units: Dmnl [0,1,1]

再利用価値のあるスライドの割合=
サーバにある再利用価値のあるスライドの数/(サーバにある再利用価値のあるスライドの数
+古くなって陳腐化したスライド)
Units: 1

前月の残業時間=

IF THEN ELSE(MODULO(Time,ひと月の勤務日数*積算月数)=0, 毎月の残業時間の推移
/
TIME STEP, 0)
Units: 時間/(月*日)

古いスライドの削除=

IF THEN ELSE(知識再利用支援システム化スイッチ=0,0,
IF THEN ELSE(Time<平均的な陳腐化までの日数, 本日サーバーに登録されるスライド
-本日そのまま流用するスライドの数, 陳腐化期間前に登録されたスライド (知識再利用システム化されたときだけ識別可能)
-本日そのまま流用するスライドの数)
)

Units: スライド/日

古いスライド数データの除去=

IF THEN ELSE(Time<0,スライド数の積算*0+ 20 日前的スライド完成数
, 20 日前的スライド完成数)

Units: スライド/日

古い勤務時間データの除去=

IF THEN ELSE(Time<0, 超過勤務時間の積算, 20 日前的超過勤務時間
)

Units: 時間/日

古くなって陳腐化したスライド= INTEG (陳腐化,
0)

Units: スライド

増強人員の生産効率=

0.9

Units: Dmnl/人

平均的な陳腐化までの日数=

240

Units: 日

当月の企画書の作成依頼数=

IF THEN ELSE(企画がランダムに来るスイッチ+モンテカルロシミュレーション用システム化して毎月
企画書を6件作成
=0,毎月の企画書の作成依頼数,

IF THEN ELSE(企画がランダムに来るスイッチ=1,ランダム変数を用いてランダムに企画がくる
,6))-IF THEN ELSE(依頼を断るときのスイッチ=0,0,依頼を断る数
)

Units: 企画書/月

改変して使うことになった再利用価値のあるスライドの割合

=

IF THEN ELSE(全て新規作成するスイッチ=0,
 IF THEN ELSE((変更して流用) 感度分析のための手動スイッチ (毎回手修正必要)
 =0,
 本日変更して利用できるスライドの割合 (スライダー)
 *再利用価値のあるスライドの割合,
 「感度分析用」本日変更して利用できるスライドの割合
 *再利用価値のあるスライドの割合),
 0)
 Units: Dmnl

変更では対応できないので新規作成することになったスライドオーダー
 = INTEG (
 IF THEN ELSE(全て新規作成するスイッチ=0,変更では対応できないスライドオーダー
 -作成完了したスライドオーダー
 , 新規スライドオーダー-作成完了したスライドオーダー
),
 IF THEN ELSE(全て新規作成するスイッチ=0,
 IF THEN ELSE(パルスで企画書作成依頼が来るスイッチ=0,(本日変更で対応でき
 るか判断されるスライド数
 -本日変更して使えることになったスライドの数)* 1 営業日 (1 業務日)
 ,2.665),
 7.5)
)
 Units: スライド

変更では対応できないスライドオーダー=
 本日変更で対応できるか判断されるスライド数-本日変更して使えることになったスライドの数
 Units: スライド/日

変更作業と作成作業のうち、作成作業にあてる時間的割合
 =
 IF THEN ELSE(全て新規作成するスイッチ=0,本日作成する時間数
 /(本日変更する時間数+本日作成する時間数), 0)
 Units: Dmnl

変更作業と作成作業のうち、変更作業にあてる時間的割合
 =
 IF THEN ELSE(全て新規作成するスイッチ=0,本日変更する時間数
 /(本日変更する時間数+本日作成する時間数), 0)
 Units: Dmnl

変更完了したスライドオーダー=
 MIN(一時間で変更するスライドオーダー*本日変更する時間数
 ,本日変更して使えることになったスライドの数)
 Units: スライド/日

変更時間の増減=
 変更時間数の変更
 Units: 時間/(日*日)

改変時間の調整にかける日数=
2

Units: 日

改変時間数の変更=

本日改変する時間数*(本日の改変ノルマ消化のための時間の延長係数
-1)/改変時間の調整にかける日数

Units: 時間/(日*日)

新規スライドオーダー=

IF THEN ELSE(パルスで企画書作成依頼が来るスイッチ=1, 週単位で企画依頼がくる場合の新
規スライドオーダー
/TIME STEP, 毎日に平準化した場合の新規スライドオーダー
) + 突然割り込むスライドオーダー (スライド単位) /TIME STEP

Units: スライド/日

本日そのまま流用するスライドの数=

本日そのまま流用できるかどうか判断されるスライド数

*そのまま流用できる再利用価値のあるスライドの割合

Units: スライド/日

本日そのまま流用できるかどうか判断されるスライド数

=

MIN(本日検索する時間数*一時間でそのまま流用できるかどうかを判断するスライド数
, 検索してそのまま流用するかどうか検証中のスライドオーダー
/ 1 営業日 (1 業務日))

Units: スライド/日

本日そのまま流用できるスライドの割合 (スライダー)

=

0.2

Units: Dmnl

本日の作成ノルマ消化のための時間の延長係数=

(改変では対応できないので新規作成することになったスライドオーダー
/本日やるべき作成作業を完了する目標日数 (オーダーの到着間隔に依存)
)/(本日作成する時間数*一時間で作成できるスライドオーダー数
)

Units: Dmnl

本日の勤務時間=

本日検索する時間数+本日改変する時間数+本日作成する時間数

Units: 時間/日

本日の完成スライド数=

本日そのまま流用するスライドの数+本日改変して使えることになったスライドの数
+本日作成したスライド数

Units: スライド/日

本日の所定勤務時間=

8

Units: 時間/日

本日の改変ノルマ消化のための時間の延長係数=

IF THEN ELSE(全て新規作成するスイッチ=0,((そのまま流用できないので改変して使えるか検証中のスライドオーダー
/本日やるべき改変作業を完了する目標日数 (オーダーの到着間隔に依存)
)/(本日改変する時間数*(一時間で改変で対応できるか判断するスライド数
+一時間で改変するスライドオーダー))),1)

Units: Dmnl

本日の検索ノルマ消化のための時間の延長係数=

IF THEN ELSE(全て新規作成するスイッチ=0,((検索してそのまま流用するかどうか検証中のスライドオーダー
/本日やるべき検索作業を完了する目標日数 (オーダーの到着間隔に依存)
)/(本日検索する時間数*一時間でそのまま流用できるかどうかを判断するスライド数
)), 1)

Units: Dmnl

本日の残業時間=

max((本日の勤務時間-本日の所定勤務時間)/積算月数,0)

Units: 時間/(月*日)

本日の無作業時間=

max(本日の所定勤務時間-本日の勤務時間,0)

Units: 時間/日

本日やるべき作成作業を完了する目標日数 (オーダーの到着間隔に依存)

=

IF THEN ELSE(パルスで企画書作成依頼が来るスイッチ=0,1, ひと月の勤務日数
/毎月の企画書の作成依頼数* 1 企画書)

Units: 日

本日やるべき改変作業を完了する目標日数 (オーダーの到着間隔に依存)

=

IF THEN ELSE(パルスで企画書作成依頼が来るスイッチ=0,1, ひと月の勤務日数
/毎月の企画書の作成依頼数* 1 企画書)

Units: 日

本日やるべき検索作業を完了する目標日数 (オーダーの到着間隔に依存)

=

IF THEN ELSE(パルスで企画書作成依頼が来るスイッチ=0,1, ひと月の勤務日数
/毎月の企画書の作成依頼数* 1 企画書)

Units: 日

本日サーバーに登録されるスライド=

本日作成したスライド数+本日改変して使えることになったスライドの数

+本日そのまま流用するスライドの数
Units: スライド/日

本日作成したスライド数=
MIN(本日作成する時間数*一時間で作成できるスライドオーダー数
,改変では対応できないので新規作成することになったスライドオーダー
/ 1 営業日 (1 業務日))
Units: スライド/日

本日作成する時間数= INTEG (
IF THEN ELSE(全て新規作成するスイッチ=0,作成時間の増減,
作成時間の増減
) ,
IF THEN ELSE(全て新規作成するスイッチ=0, 3.54, 8))
Units: 時間/日

本日改変して使えることになったスライドの数=
本日改変で対応できるか判断されるスライド数*改変して使うことになった再利用価値のあるスライド
の割合
Units: スライド/日

本日改変して利用できるスライドの割合 (スライダー)
=
0.375
Units: Dmnl

本日改変する時間数= INTEG (
IF THEN ELSE(全て新規作成するスイッチ=0,改変時間の増減,
0),
IF THEN ELSE(全て新規作成するスイッチ=0,0.8925,0))
Units: 時間/日

本日改変で対応できるか判断されるスライド数=
MIN(本日改変する時間数*一時間で改変で対応できるか判断するスライド数
,そのまま流用できないので改変して使えるか検証中のスライドオーダー
/ 1 営業日 (1 業務日))
Units: スライド/日

本日検索する時間数= INTEG (
IF THEN ELSE(全て新規作成するスイッチ=0,検索時間の増減,
0) ,
IF THEN ELSE(全て新規作成するスイッチ=0, 2.252, 0))
Units: 時間/日

検索してそのまま流用するかどうか検証中のスライドオーダー
= INTEG (
IF THEN ELSE(全て新規作成するスイッチ=0,
新規スライドオーダー-そのまま流用するスライドオーダー
-そのまま流用では対応できないスライドオーダー,

0),

IF THEN ELSE(全て新規作成するスイッチ=0 ,
IF THEN ELSE(パルスで企画書作成依頼が来るスイッチ=0,
新規スライドオーダー*本日やるべき検索作業を完了する目標日数 (オー

ダーの到着間隔に依存)

, 50),0))

Units: スライド

検索作業と作成作業のうち、作成作業にあてる時間的割合

=

IF THEN ELSE(全て新規作成するスイッチ=0, 本日作成する時間数
/(本日検索する時間数+本日作成する時間数), 0)

Units: Dmnl

検索作業と作成作業のうち、検索作業にあてる時間的割合

=

IF THEN ELSE(全て新規作成するスイッチ=0, 本日検索する時間数
/(本日検索する時間数+本日作成する時間数), 0)

Units: Dmnl

検索作業と改変作業のうち、改変作業にあてる時間的割合

=

IF THEN ELSE(全て新規作成するスイッチ=0, 本日改変する時間数
/(本日検索する時間数+本日改変する時間数), 0)

Units: Dmnl

検索作業と改変作業のうち、検索作業にあてる時間的割合

=

IF THEN ELSE(全て新規作成するスイッチ=0, 本日検索する時間数
/(本日検索する時間数+本日改変する時間数), 0)

Units: Dmnl

検索時間の増減=

検索時間数の変更

Units: 時間/日/日

検索時間の調整にかける日数=

2

Units: 日

検索時間数の変更=

本日検索する時間数*(本日の検索ノルマ消化のための時間の延長係数
-1)/検索時間の調整にかける日数

Units: 時間/(日*日)

残業し過ぎとなる基準時間=

55

Units: 時間/月

残業時間が基準時間を越えたとき依頼を断る数=

1

Units: 企画書/月

毎日に平準化した場合の新規スライドオーダー=

当月の企画書の作成依頼数*企画書に含まれるスライド数 (初期値 50スライド)

/ひと月の勤務日数

Units: スライド/日

毎月の企画書の作成依頼数=

3

Units: 企画書/月 [0,?,1]

毎月の残業の推移 (20日毎の集計) = INTEG (

毎月の残業時間の推移 (加算) -毎月の残業時間の推移 (集計したので消す)

,

IF THEN ELSE(全て新規作成するスイッチ=0, 0, 0))

Units: 時間/月

毎月の残業時間の推移= INTEG (

本日の残業時間-前月の残業時間,

0)

Units: 時間/月

毎月の残業時間の推移 (加算) =

本日の残業時間

Units: 時間/(日*月)

毎月の残業時間の推移 (集計したので消す) =

毎月の残業の推移 (20日毎の集計) /ひと月の勤務日数/積算月数

Units: 時間/(日*月)

"直近1か月の完成スライド数(積算)"= INTEG (

スライド数の積算-古いスライド数データの除去,

本日の完成スライド数*ひと月の勤務日数*積算月数*0+
7.5*20)

Units: スライド

知識再利用支援システム化スイッチ=

IF THEN ELSE(モンテカルロシミュレーション用知識再利用支援システムスイッチ (モンテカルロシミュレーション時手動)

=0,【本】知識再利用支援システム化スイッチ,1)

Units: Dmnl [0,1,1]

積算月数=

1

Units: 月

突然割り込むスライドオーダー (スライド単位) =

IF THEN ELSE(突然割り込む企画スイッチ=1, PULSE(15, 0)*50,0)
Units: スライド

突然割り込む企画スイッチ=
0
Units: Dmnl [?,?,1]

超過勤務時間の積算=
max(本日の勤務時間-本日の所定勤務時間,0)
Units: 時間/日

週単位で企画依頼がくる場合の新規スライドオーダー=
パルスで届く時の1回あたりの企画書の作成依頼数*企画書に含まれるスライド数 (初期値 5 0 ス
ライド)
*パルスで企画書の作成依頼が来る
Units: スライド

陳腐化=
IF THEN ELSE(知識再利用支援システム化スイッチ=0,
サーバにある再利用価値のあるスライドの数/(平均的な陳腐化までの日数
/LN(2))
-本日そのまま流用するスライドの数/平均的な陳腐化までの日数
* 1 営業日 (1 業務日)
, 0)
Units: スライド/日

陳腐化期間前に登録されたスライド (知識再利用システム化されたときだけ識別可能)
= DELAY FIXED (
本日サーバーに登録されるスライド,平均的な陳腐化までの日数
,0)
Units: スライド/日

(そのまま流用) 感度分析のための手動スイッチ (毎回手修正必要)
=
1
Units: Dmnl

(改変して流用) 感度分析のための手動スイッチ (毎回手修正必要)
=
0
Units: **undefined**

1 企画書=
1
Units: 企画書

1 営業日 (1 業務日) =
1
Units: 日

20日前のスライド完成数=
DELAY FIXED (
スライド数の積算, ひと月の勤務日数*積算月数, スライド数の積算
*0+7.5)
Units: スライド/日

20日前の超過勤務時間=
DELAY FIXED (
超過勤務時間の積算, ひと月の勤務日数*積算月数, 超過勤務時間の積算
)
Units: 時間/日

考察 式 (プログラム)

OEMが不足分を競合製品を購入する割合=

0.5

Units: Dmnl

OEMに振り向ける製品A割合=

IF THEN ELSE(OEM製品A総需要+事業会社製品A総需要+カーメーカー製品A総需要
=0, 1/3 , OEM製品A総需要*OEM製品A単価/(OEM製品A総需要*OEM製品A単価
+事業会社製品A総需要*事業会社製品A単価+カーメーカー製品A総需要
*カーメーカー製品A単価
))

Units: Dmnl

OEMセンサーフュージョン 規制による導入促進効果= WITH LOOKUP

(
Time,
((0,0)-(10,10]),(0,0),(10,0)))

Units: Dmnl

OEM今期需要=

OEM製品A需要/OEM導入にかける年数

Units: 台/年

OEM他社の向け平均営業能力=

1000

Units: 台/年

OEM他社営業能力比=

OEM他社の向け平均営業能力/OEM向け製品Aに振り向ける営業能力

Units: 1

OEM向け製品Aに振り向ける営業能力=

営業能力*OEM向け製品Aに振り向ける営業能力の割合

Units: 台/年

OEM向け製品Aに振り向ける営業能力の割合=

0.1

Units: Dmnl

OEM向け製品A台数=

製品A生産能力*OEMに振り向ける製品A割合

Units: 台/年

OEM導入にかける年数=

1

Units: 年

OEM新規製品A導入数=

MIN(OEM向け製品A台数*(1-OEM更新向け割合), OEM今期需要)

Units: 台/年

OEM更新向け割合=
IF THEN ELSE(OEM製品A更新見込み数+OEM今期需要=0, 0 , OEM製品A更新見込み
数
/(OEM製品A更新見込み数+OEM今期需要))
Units: 1

OEM標準状態での競合製品の年間販売数=
1000
Units: 台/年

OEM稼働中製品A= INTEG (
OEM製品A導入-OEM製品A利用中止,
0)
Units: 台

OEM競合製品導入=
MAX(0,MIN(OEM標準状態での競合製品の年間販売数*OEM他社営業能力比
*(1+OEM製品A不足率*OEMが不足分を競合製品を購入する割合
)*(1+OEMセンサーフュージョン 規制による導入促進効果),
OEM製品A潜在需要/OEM需要が顕在化するまでの期間-OEM向け製品Aに振り向ける営業能力
)
Units: 台/年

OEM製品A不足率=
OEM製品A総需要/OEM向け製品A台数-1
Units: 1

OEM製品A利用中止=
OEM稼働中製品A*OEM製品A利用中止確率
Units: 台/年

OEM製品A利用中止確率=
0.01
Units: 1/年

OEM製品A単価=
5000
Units: 円/台

OEM製品A売上=
(OEM製品A更新数+OEM新規製品A導入数)*OEM製品A単価
Units: 円/年

OEM製品A導入=
OEM新規製品A導入数
Units: 台/年

OEM製品A更新数=

MIN(OEM製品A更新見込み数, OEM向け製品A台数*OEM更新向け割合)
Units: 台/年

OEM製品A更新見込み数=
OEM稼働中製品A/OEM製品A更新間隔
Units: 台/年

OEM製品A更新間隔=
5
Units: 年

OEM製品A潜在需要= INTEG (システムメーカー新規台数-OEM製品A需要増加-OEM競合製品導入,
9e+07)
Units: 台

OEM製品A総需要=
OEM製品A更新見込み数+OEM今期需要
Units: 台/年

OEM製品A需要= INTEG (OEM製品A需要増加-OEM製品A導入,
1)
Units: 台

OEM製品A需要増加=
MIN(OEM製品A潜在需要/OEM需要が顕在化するまでの期間, OEM向け製品Aに振り向ける
営業能力
*(1+OEMセンサーフュージョン 規制による導入促進効果))
Units: 台/年

OEM需要が顕在化するまでの期間=
1
Units: 年

カーメーカーが不足分を競合製品を購入する割合=
0.5
Units: Dmnl

カーメーカーに振り向ける製品A割合=
IF THEN ELSE(カーメーカー製品A総需要+事業会社製品A総需要
+OEM製品A総需要=0, 1/3, カーメーカー製品A総需要*カーメーカー製品A単価
/(カーメーカー製品A総需要*カーメーカー製品A単価
+事業会社製品A総需要*事業会社製品A単価+OEM製品A総需要
*OEM製品A単価))
Units: Dmnl

カーメーカー今期需要=
カーメーカー製品A需要/カーメーカー導入にかける年数
Units: 台/年

カーメーカー他社営業能力比=
他社のカーメーカー向け平均営業能力/カーメーカー向け製品Aに振り向ける営業能力
Units: 1

カーメーカー向け製品Aに振り向ける営業能力=
営業能力*カーメーカー向け製品Aに振り向ける営業能力の割合
Units: 台/年

カーメーカー向け製品Aに振り向ける営業能力の割合=
0.1
Units: Dmnl

カーメーカー向け製品A台数=
製品A生産能力*カーメーカーに振り向ける製品A割合
Units: 台/年

カーメーカー導入にかける年数=
1
Units: 年

カーメーカー新規製品A導入数=
MIN(カーメーカー向け製品A台数*(1-カーメーカー更新向け割合),
カーメーカー今期需要)
Units: 台/年

カーメーカー新規製造台数=
1900
Units: 台/年

カーメーカー更新向け割合=
IF THEN ELSE(カーメーカー製品A更新見込み数+カーメーカー今期需要
=0, 0, カルメーカー製品A更新見込み数/(カルメーカー製品A更新見込み数
+カルメーカー今期需要))
Units: 1

カーメーカー標準状態での競合製品の年間販売数=
1000
Units: 台/年

カーメーカー稼働中製品A= INTEG (
カーメーカー製品A導入-カーメーカー製品A利用中止,
0)
Units: 台

カーメーカー競合製品導入=

$$\text{MAX}(0, \text{MIN}(\text{メーカー標準状態での競合製品の年間販売数} \\
\text{*メーカー他社営業能力比*(1+メーカー製品A不足率} \\
\text{*メーカーが不足分を競合製品を購入する割合} \\
\text{),メーカー製品A潜在需要/メーカー需要が顕在化するまでの期間} \\
\text{-メーカー向け製品Aに振り向ける営業能力)})$$
 Units: 台/年

$$\text{メーカー製品A不足率} = \frac{\text{メーカー製品A総需要}}{\text{メーカー向け製品A台数} - 1}$$
 Units: 1

$$\text{メーカー製品A利用中止} = \text{メーカー稼働中製品A} * \text{メーカー製品A利用中止確率}$$
 Units: 台/年

$$\text{メーカー製品A利用中止確率} = 0.01$$
 Units: 1/年

$$\text{メーカー製品A単価} = 50000$$
 Units: 円/台

$$\text{メーカー製品A売上} = (\text{メーカー製品A更新数} + \text{メーカー新規製品A導入数}) * \text{メーカー製品A単価}$$
 Units: 円/年

$$\text{メーカー製品A導入} = \text{メーカー新規製品A導入数}$$
 Units: 台/年

$$\text{メーカー製品A更新数} = \text{MIN}(\text{メーカー製品A更新見込み数}, \text{メーカー向け製品A台数} * \text{メーカー更新向け割合})$$
 Units: 台/年

$$\text{メーカー製品A更新見込み数} = \frac{\text{メーカー稼働中製品A}}{\text{メーカー製品A更新間隔}}$$
 Units: 台/年

$$\text{メーカー製品A更新間隔} = 5$$
 Units: 年

$$\text{メーカー製品A潜在需要} = \text{INTEG}(\text{メーカー新規製造台数} - \text{メーカー製品A需要増加} - \text{メーカー競合製品導入}, 19000)$$

Units: 台

カーメーカー製品A総需要=
カーメーカー製品A更新見込み数+カーメーカー今期需要

Units: 台/年

カーメーカー製品A需要= INTEG (
カーメーカー製品A需要増加-カーメーカー製品A導入,
1)

Units: 台

カーメーカー製品A需要増加=
MIN(カーメーカー製品A潜在需要/カーメーカー需要が顕在化するまでの期間
,カーメーカー向け製品Aに振り向ける営業能力)

Units: 台/年

カーメーカー需要が顕在化するまでの期間=
1

Units: 年

システムメーカー新規台数=
8.73e+06

Units: 台/年

センシング製品過剰生産率=
-(事業会社製品A不足率+カーメーカー製品A不足率+OEM製品A不足率
+製品B不足率)

Units: Dmnl

事業会社が不足分を競合製品を購入する割合=
0.5

Units: Dmnl

事業会社に振り向ける製品A割合=
IF THEN ELSE(カーメーカー製品A総需要+事業会社製品A総需要
+OEM製品A総需要=0, 1/3 , 事業会社製品A総需要*事業会社製品A単価
/
(カーメーカー製品A総需要*カーメーカー製品A単価
+事業会社製品A総需要*事業会社製品A単価+OEM製品A総需要
*OEM製品A単価))

Units: Dmnl

事業会社今期需要=
事業会社製品A需要/導入にかける年数

Units: 台/年

事業会社向け製品Aに振り向ける営業能力=
営業能力*事業会社向け製品Aに振り向ける営業能力の割合

Units: 台/年

事業会社向け製品Aに振り向ける営業能力の割合=
0.2

Units: Dmnl

事業会社向け製品A台数=
製品A生産能力*事業会社に振り向ける製品A割合

Units: 台/年

事業会社新規製品A導入数=
MIN(事業会社向け製品A台数*(1-事業会社更新向け割合), 事業会社今期需要
)

Units: 台/年

事業会社新規購入車両=
48150

Units: 台/年

事業会社更新向け割合=
IF THEN ELSE(事業会社製品A更新見込み数+事業会社今期需要
=0, 0, 事業会社製品A更新見込み数/(事業会社製品A更新見込み数
+事業会社今期需要))

Units: 1

事業会社稼働中製品A= INTEG (事業会社製品A導入-事業会社製品A利用中止,
0)

Units: 台

事業会社競合製品導入=
MAX(0, MIN(標準状態での競合製品の年間販売数*他社営業能力比
*(1+事業会社製品A不足率*事業会社が不足分を競合製品を購入する割合
) , 事業会社製品A潜在需要/事業会社需要が顕在化するまでの期間
-事業会社向け製品Aに振り向ける営業能力
))

Units: 台/年

事業会社製品A不足率=
事業会社製品A総需要/事業会社向け製品A台数-1

Units: 1

事業会社製品A利用中止=
事業会社稼働中製品A*事業会社製品A利用中止確率

Units: 台/年

事業会社製品A利用中止確率=
0.01

Units: 1/年

事業会社製品A単価=
50000

Units: 円/台

事業会社製品A売上=

(事業会社製品A更新数+事業会社新規製品A導入数)*事業会社製品A単価

Units: 円/年

事業会社製品A導入=

事業会社新規製品A導入数

Units: 台/年

事業会社製品A更新数=

MIN(事業会社製品A更新見込み数, 事業会社向け製品A台数

*事業会社更新向け割合)

Units: 台/年

事業会社製品A更新見込み数=

事業会社稼働中製品A/事業会社製品A更新間隔

Units: 台/年

事業会社製品A更新間隔=

5

Units: 年

事業会社製品A潜在需要= INTEG (

事業会社新規購入車両-事業会社製品A需要増加-事業会社競合製品導入

,

481500)

Units: 台

事業会社製品A総需要=

事業会社製品A更新見込み数+事業会社今期需要

Units: 台/年

事業会社製品A需要= INTEG (

事業会社製品A需要増加-事業会社製品A導入,

1)

Units: 台

事業会社製品A需要増加=

MIN(事業会社製品A潜在需要/事業会社需要が顕在化するまでの期間

, 事業会社向け製品Aに振り向ける営業能力)

Units: 台/年

事業会社需要が顕在化するまでの期間=

4

Units: 年

他社のカーメーカー向け平均営業能力=
1000
Units: 台/年

他社の事業会社向け平均営業能力=
100000
Units: 台/年

他社営業能力比=
他社の事業会社向け平均営業能力/事業会社向け製品Aに振り向ける営業能力
Units: 1

億円単位=
1e+08
Units: 円/億円

営業能力= INTEG (営業能力調整,
営業能力の初期値)
Units: 台/年

営業能力の初期値=
1e+07
Units: 台/年

営業能力調整=
営業能力*(センシング製品過剰生産率/営業能力調整期間)
Units: 台/(年*年)

営業能力調整期間=
10
Units: 年

回路供給力=
1
Units: Dmnl

導入にかける年数=
4
Units: 年

新規製品B導入数=
MIN(製品B供給台数*(1-製品B更新向け割合), 製品B今期需要)
Units: 台/年

標準状態での競合製品の年間販売数=
100000

Units: 台/年

稼働中製品BS = INTEG (製品B導入 - 製品B利用中止, 0)

Units: 台

"総売上(億円単位)" = (OEM製品A売上 + カーメーカー製品A売上 + 事業会社製品A売上 + 製品B売上) / 億円単位

Units: 億円/年

製品A生産能力 = INTEG (製品A生産能力調整, 製品A生産能力の初期値)

Units: 台/年

製品A生産能力の初期値 = 1e+06

Units: 台/年

製品A生産能力調整 = 製品A生産能力 * ((事業会社製品A不足率 + カーメーカー製品A不足率 + OEM製品A不足率) / 製品A生産能力調整期間) * 回路供給力

Units: 台/(年*年)

製品A生産能力調整期間 = 3

Units: 年

製品Bが不足分を競合製品を購入する割合 = 0.5

Units: Dmnl

製品Bに振り向ける営業能力 = 営業能力 * 製品Bに振り向ける営業能力の割合

Units: 台/年

製品Bに振り向ける営業能力の割合 = 1

Units: Dmnl

製品B不足率 = 製品B総需要 / 製品B供給台数 - 1

Units: 1

製品B今期需要 = 製品B需要 / 製品B導入にかける年数

Units: 台/年

製品B他社の向け平均営業能力=
1000

Units: 台/年

製品B他社営業能力比=
製品B他社の向け平均営業能力/製品Bに振り向ける営業能力

Units: 1

製品B供給台数=
製品B生産能力

Units: 台/年

製品B利用中止=
稼働中製品BS*製品B利用中止確率

Units: 台/年

製品B利用中止確率=
0.01

Units: 1/年

製品B単価=
1200

Units: 円/台

製品B売上=
(製品B更新数+新規製品B導入数)*製品B単価

Units: 円/年

製品B対応新規車両=
9e+06

Units: **undefined**

製品B導入=
新規製品B導入数

Units: 台/年

製品B導入にかける年数=
4

Units: 年

製品B更新向け割合=
IF THEN ELSE(製品B更新見込み数+製品B今期需要=0, 0, 製品B更新見込み数
/(製品B更新見込み数+製品B今期需要))

Units: 1

製品B更新数=
MIN(製品B更新見込み数, 製品B供給台数*製品B更新向け割合
)

Units: 台/年

製品B更新見込み数=
稼働中製品BS/製品B更新間隔

Units: 台/年

製品B更新間隔=
5

Units: 年

製品B標準状態での競合製品の年間販売数=
1000

Units: 台/年

製品B潜在需要= INTEG (
製品B対応新規車両-製品B競合製品導入-製品B需要増加,
9e+07)

Units: 台

製品B生産能力= INTEG (
製品B生産能力調整,
製品B生産能力の初期値)

Units: 台/年

製品B生産能力の初期値=
1e+07

Units: 台/年

製品B生産能力調整=
製品B生産能力*(製品B不足率/製品B生産能力調整期間
)

Units: 台/(年*年)

製品B生産能力調整期間=
5

Units: 年

製品B競合製品導入=
MAX(0,MIN(製品B標準状態での競合製品の年間販売数*製品B他社営業能力比
*(1+製品B不足率*製品Bが不足分を競合製品を購入する割合
)*(1+製品B規制による導入促進効果),製品B潜在需要/製品B需要が顕在化するまでの期間
-製品Bに振り向ける営業能力))

Units: 台/年

製品B総需要=
製品B更新見込み数+製品B今期需要

Units: 台/年

製品B規制による導入促進効果= WITH LOOKUP (
考察-12

Time,
((0,0)-(10,10)],(0,0),(10,0))

Units: Dmnl

製品B需要= INTEG (製品B需要増加-製品B導入,
1)

Units: 台

製品B需要が顕在化するまでの期間=
1

Units: 年

製品B需要増加=
MIN(製品B潜在需要/製品B需要が顕在化するまでの期間, 製品Bに振り向ける営業能力
*(1+製品B規制による導入促進効果))

Units: 台/年