

平成 27 年度 博士論文

長期的視座に基づく  
製品サービスシステム設計方法論

首都大学東京大学院  
システムデザイン研究科  
ヒューマンメカトロニクスシステム学域

博士後期課程 13989504

根本 裕太郎

主査 下村 芳樹 教授



# 概要

近年、製造業では、単に製品を販売するのではなく、製品とサービスを高度に統合して提供することにより、これまで以上の高い価値を創出する製品サービスシステム（PSS: Product-Service System）が注目を集めている。PSSの実現においては、製品やサービスを対価と交換することで生まれる「交換価値」よりも、受給者が製品やサービス、あるいはそのアウトプットを使用するコンテキストの中で知覚する「文脈価値」を高めることが重視される。ここで、コンテキストは静的ではなく、動的に変化することから、その影響を受けて受給者が知覚する価値もまた変化する。PSSの好事例には、このようなコンテキストの変化に対応し、適切な価値を創出できるようにPSSの構造を変化させてきた事例が見受けられる。一方で、このような事例におけるPSSの構造変化は、必ずしも計画的に実行されたものではなく、高い価値を持続的に実現できるか否かは「偶然」や「経験と勘」に過度に依存している。このことは、PSSの構造変化を事前に設計するための体系的なアプローチが存在しないことに起因する。高い価値を持続的かつ計画的に実現するためには、長期的視座のもとPSSの構造変化を設計するための方法論が求められる。

本研究は、上記課題を解決し「長期的な視座のもと高い価値を持続的に実現するPSSの構造変化を設計するための方法論を構築する」ことを目的とするものである。これを達成するために、本論文では、以下の3点について、具体的な提案を行う。

- (1) コンテキストを中心としてPSSの構造変化に関わる概念や概念間の関係を形式化するモデル
- (2) PSSの構造変化を設計対象として表現・可視化するための設計対象モデリング手法
- (3) 高い価値を持続的に実現するためのPSSの構造変化を設計するプロセス

本論文では、以上により構築した方法論を用いた設計の実行例を2つ示す。そして、その結果や過程を評価し、本方法論の有効性や課題を明らかにする。

# 目次

概要.....	i
目次.....	ii
図目次.....	vii
表目次.....	x
第1章 序論.....	1
1.1 研究背景.....	2
1.1.1 製造業のサービス化.....	2
1.1.2 製品サービスシステム (PSS) .....	3
1.1.3 PSS の特性.....	4
1.1.4 本論文の問題設定.....	6
1.2 本研究の目的 .....	10
1.3 本論文の構成 .....	12
第2章 本研究の位置づけ.....	15
2.1 はじめに.....	16
2.2 製品サービスシステム(PSS).....	17
2.2.1 PSS の分類.....	17
2.2.2 先行研究における PSS の定義.....	19
2.2.3 PSS の関連研究とサービス・ドミナント・ロジック .....	22
2.2.4 本研究における PSS の定義.....	24
2.3 PSSに関する設計研究.....	26
2.3.1 PSS の構造とその設計.....	26
2.3.2 PSS 設計方法論に関する諸研究.....	27
2.3.3 先行研究における PSS 設計方法論の課題.....	31
2.4 時間軸を導入した設計研究.....	33
2.4.1 タイムアクシス・デザイン.....	33
2.4.2 タイムアクシス・デザインに関わる諸研究.....	33
2.4.3 時間軸を導入した設計方法論の課題.....	37
2.5 本研究の位置づけ.....	39
2.5.1 先行研究と比較した本研究の位置づけ.....	39
2.5.2 提案する設計方法論の概要.....	40
2.6 おわりに.....	46

第3章 コンテキストを中心とした PSS の概念モデル.....	49
3.1 はじめに.....	50
3.2 本研究における PSS 概念モデルの要件.....	51
3.3 先行研究とアプローチ.....	52
3.3.1 PSS に関連する概念モデル.....	52
3.3.2 先行研究の課題.....	55
3.3.3 本研究のアプローチ.....	56
3.4 コンテキストの定義.....	57
3.4.1 コンテキストに関する先行研究.....	57
3.4.2 言語学におけるコンテキスト.....	57
3.4.3 経営学におけるコンテキスト.....	58
3.4.4 情報学研究におけるコンテキスト.....	59
3.4.5 本研究におけるコンテキスト.....	60
3.5 PSS における文脈価値の共創モデル.....	63
3.6 PSS 設計のモデル.....	67
3.7 提案モデルに関する考察.....	71
3.7.1 コンテキスト概念に関する考察.....	71
3.7.2 提案モデルの有効性.....	74
3.7.3 提案モデルと関連研究の比較.....	76
3.8 おわりに.....	77
第4章 PSS の構造変化に関する設計対象モデリング手法.....	79
4.1 はじめに.....	80
4.2 本研究における設計対象モデルの要件.....	81
4.3 先行研究とアプローチ.....	82
4.3.1 PSS 研究における設計対象モデリング.....	82
4.3.2 先行研究の課題.....	86
4.3.3 本研究のアプローチ.....	89
4.4 PSS ビジョン設計のためのモデリング手法.....	91
4.4.1 概要.....	91
4.4.2 モデルの構成要素と表記法.....	92
4.4.3 モデルの特徴.....	97
4.5 トランジションアジェンダ設計のためのモデリング手法.....	98
4.5.1 概要.....	98
4.5.2 モデルの構成要素と表記法.....	99
4.5.3 時間軸との対応.....	102

4.5.4	モデルの特徴.....	103
4.6	モデル間の関係.....	104
4.7	おわりに.....	105
第5章	長期的視座に基づく構造変化の設計プロセス.....	107
5.1	はじめに.....	108
5.2	先行研究とアプローチ.....	109
5.2.1	トランジション・マネジメント・プロセス.....	109
5.2.2	設計のプロセス.....	109
5.2.3	先行研究の課題.....	111
5.2.4	本研究のアプローチ.....	112
5.3	PSSの構造変化の設計プロセス.....	113
5.3.1	提案する設計プロセスの全体像.....	113
5.3.2	Step 0（準備段階）：設計チームの編成とシナリオ設定.....	113
5.3.3	Step 1：将来のPSSビジョンの設計.....	115
5.3.4	Step 2A：トランジションアジェンダの設計.....	119
5.3.5	Step 2B：マイルストーンの設計.....	123
5.3.6	提案した設計プロセスの特徴.....	124
5.4	おわりに.....	125
第6章	事例適用.....	127
6.1	はじめに.....	128
6.2	検証方法.....	129
6.2.1	本検証の方法.....	129
6.2.2	本検証における評価項目.....	129
6.2.3	対象事例と実行条件.....	131
6.3	実行例1：自動車部品サプライ(AS).....	134
6.3.1	事例内容.....	134
6.3.2	Step 0（準備段階）：設計チームの編成とシナリオ設定.....	134
6.3.3	Step 1：PSSビジョンの設計.....	135
6.3.4	Step 2A：トランジションアジェンダの設計.....	140
6.3.5	Step 2B：マイルストーンの設計.....	146
6.3.6	Step 2A'：トランジションアジェンダの設計（マイルストーンの反映）.....	147
6.3.7	設計解のまとめ.....	152
6.4	実行例2：システム・インテグレーション(SI).....	153
6.4.1	事例内容.....	153
6.4.2	Step 0（準備段階）：設計チームの編成とシナリオ設定.....	153

6.4.3	Step 1 : PSS ビジョンの設計.....	155
6.4.4	Step 2A : トランジションアジェンダの設計.....	160
6.4.5	Step 2B : マイルストーンの設計.....	166
6.4.6	Step 2A' : トランジションアジェンダの設計 (マイルストーンの反映) .....	167
6.4.7	設計解のまとめ.....	171
6.5	適用結果の評価.....	172
6.5.1	PSS ビジョンのモデリング手法に関して.....	172
6.5.2	トランジションアジェンダのモデリング手法に関して.....	173
6.5.3	設計プロセスに関して.....	175
6.5.4	評価のまとめ.....	176
6.6	おわりに.....	178
第7章	考察.....	179
7.1	はじめに.....	180
7.2	PSS ビジョンモデルに関する考察.....	181
7.2.1	PSS ビジョンモデルの表現形式.....	181
7.2.2	マクロ, メゾ, ミクロの視点.....	181
7.2.3	PSS ビジョンモデルに対する設計支援の可能性.....	182
7.3	トランジションアジェンダモデルに関する考察.....	184
7.3.1	トランジションアジェンダモデルの表現形式.....	184
7.3.2	状態とプラットフォームの使い分け.....	184
7.3.3	能動的イベントと受動的イベント.....	184
7.3.4	時間軸に沿った実施計画の設定.....	185
7.3.5	状態遷移とプラットフォームの移行.....	185
7.4	設計プロセスに関する考察.....	187
7.4.1	設計サイクルにおける設計解の評価方法.....	187
7.4.2	トランジションアジェンダとマイルストーンの検討順序.....	187
7.4.3	設計プロセスの具体性.....	188
7.5	本研究全体に関する考察.....	189
7.5.1	本研究における設計方法論の構築方法.....	189
7.5.2	本研究における設計方法論の検証方法.....	189
7.5.3	本研究における設計方法論の運用方法.....	191
7.5.4	対象とした設計フェーズの外側.....	192
7.5.5	PSS の構造変化の計画に含まれる不確実性.....	193
7.5.6	複数のシナリオと PSS ビジョンの設定.....	195
7.6	おわりに.....	197

第 8 章 結論 .....	199
8.1 結論 .....	200
8.2 本研究の課題 .....	203
8.3 展望 .....	206
謝辞.....	207
参考文献.....	211
英語文献 .....	212
日本語文献 .....	219
Web .....	224
研究業績.....	225
付録.....	233



## 目次

Figure 1-1	各国における製造業のサービス化の割合 [Neely 2011]	3
Figure 1-2	KOMTRAX における価値提案の変遷 [藤川 2012b]	6
Figure 1-3	本研究における研究課題とアプローチ	10
Figure 1-4	本論文の構成	12
Figure 2-1	Tukker による PSS の分類 [Tukker 2006]	17
Figure 2-2	PSS において提供されるサービスの分類 ([Tan 2010a] をもとに作成)	19
Figure 2-3	製品のライフサイクル全般にわたる価値創造 [Tan 2010b]	20
Figure 2-4	Industrial Product-Service System ([Meier 2010] をもとに作成)	21
Figure 2-5	SDL における価値概念 [Vargo 2008]	24
Figure 2-6	PSS 設計の境界	27
Figure 2-7	PSS 設計の支援手法のマップ [McAloone 2015]	28
Figure 2-8	サービス工学研究 [下村 2005; 原 2008]	29
Figure 2-9	PSS のモデリングとシミュレーション [赤坂 2014]	30
Figure 2-10	DFACE-SI の手順 [内平 2009]	31
Figure 2-11	価値成長モデル [佐藤 2011]	34
Figure 2-12	アップグレード設計 [梅田 2004]	35
Figure 2-13	シナリオ作成の手順 ([和田 2011] をもとに作成)	36
Figure 2-14	シナリオの構造を表現するモデル ([水野 2013] をもとに作成)	37
Figure 2-15	提案する方法論の位置づけ	39
Figure 2-16	設計の表現 [吉川 2000]	41
Figure 2-17	提案する設計方法論の概要	41
Figure 2-18	本研究の設計対象の概要図	42
Figure 2-19	本研究における内挿的な設計プロセス	44
Figure 2-20	事業計画の継続的改善	44
Figure 2-21	設計のフェーズ	45
Figure 3-1	サービス工学におけるモデル [下村 2005]	52
Figure 3-2	価値創成のクラスモデル ([上田 2007] をもとに作成)	53
Figure 3-3	FNS ダイアグラムによるサービスモデル [中島 2014]	54
Figure 3-4	活動の分析単位 [Engeström 1999]	56
Figure 3-5	本研究におけるコンテキストと場	61
Figure 3-6	長期的に変化する場の構成要素	62
Figure 3-7	PSS における文脈価値の共創モデル	63
Figure 3-8	PSS 設計のモデル	67

Figure 3-9	設計主体と提供・受給主体の不可分性.....	69
Figure 3-10	PSS の構造変化の形式的表現.....	70
Figure 3-11	ハイ・コンテキストとロー・コンテキスト.....	72
Figure 4-1	フローモデル.....	82
Figure 4-2	Customer Value Chain Analysis [Donaldson 2006] .....	83
Figure 4-3	アクタネットワークモデル [赤坂 2014] .....	83
Figure 4-4	ビューモデル [下村 2005] .....	84
Figure 4-5	機能ブロック図による PSS 設計 [Maussang 2009] .....	85
Figure 4-6	Business Model Canvas を用いた PSS 設計 [Wiesner 2013] .....	85
Figure 4-7	PSS Layer Method [Müller 2010] .....	86
Figure 4-8	設計対象モデリングにおける本研究のアプローチ .....	90
Figure 4-9	PSS ビジョンモデルの枠組み：VCC visioner .....	91
Figure 4-10	製品ライフサイクル.....	95
Figure 4-11	顧客の活動サイクル.....	96
Figure 4-12	トランジションアジェンダモデル.....	98
Figure 4-13	TAM における共通アイテム.....	99
Figure 4-14	新規追加や廃止などのトランジションの表現.....	101
Figure 4-15	モデルの構成要素と時間軸との対応 .....	103
Figure 4-16	2 つのモデル間の関係.....	104
Figure 5-1	トランジション・マネジメントのプロセス [Loorbach 2010] .....	109
Figure 5-2	PSS の設計サイクル [赤坂 2014] .....	110
Figure 5-3	モデル操作における思考サイクル [武田 1991] .....	110
Figure 5-4	提案する設計プロセスの全体像.....	113
Figure 5-5	Step 0 (準備段階) のサブステップ.....	114
Figure 5-6	Step 1 のサブステップ.....	115
Figure 5-7	PSS ビジョン構成の手順.....	117
Figure 5-8	PSS ビジョンモデルの例：自動運転車シェアリング.....	118
Figure 5-9	Step 2A のサブステップ .....	119
Figure 5-10	トランジションアジェンダモデルの構築手順.....	119
Figure 5-11	トランジションアジェンダモデルの段階的な具体化 .....	121
Figure 5-12	トランジションアジェンダモデルの記述例 .....	122
Figure 5-13	Step 2B のサブプロセス .....	123
Figure 6-1	ポスター用紙を用いたモデリング .....	133
Figure 6-2	コンテキストの記述結果 (AS・設計開始時) .....	136
Figure 6-3	コンテンツの記述結果 (AS・改善前) .....	137
Figure 6-4	コンテンツの記述結果 (AS・改善後) .....	139

Figure 6-5	PSS ビジョンの最終設計解 (AS)	140
Figure 6-6	社会的コンテキストレーンの記述結果 (AS・初期モデル)	143
Figure 6-7	個別的・システミックコンテキストレーンの記述結果 (AS・初期モデル)	144
Figure 6-8	コア製品とサービスのレーンの記述結果 (AS・初期モデル)	145
Figure 6-9	7年後のマイルストーンを表現する PSS ビジョンモデル (AS)	146
Figure 6-10	社会的コンテキストレーンの記述結果 (AS・最終モデル)	149
Figure 6-11	個別的・システミックコンテキストレーンの記述結果 (AS・最終モデル)	150
Figure 6-12	コア製品とサービスのレーンの記述結果 (AS・最終モデル)	151
Figure 6-13	25 のきざし (一部) [日立製作所]	154
Figure 6-14	コンテキストの記述結果 (SI・設計開始時)	156
Figure 6-15	PSS ビジョンの設計解 (SI・改善前)	159
Figure 6-16	PSS ビジョンの設計解 (SI・改善後)	160
Figure 6-17	社会的コンテキストレーンの記述結果 (SI・初期モデル)	163
Figure 6-18	個別的・システミックコンテキストレーンの記述結果 (SI・初期モデル)	164
Figure 6-19	コア製品とサービスのレーンの記述結果 (SI・初期モデル)	165
Figure 6-20	5年後のマイルストーンを表現する PSS ビジョンモデル (SI)	167
Figure 6-21	社会的コンテキストレーンの記述結果 (SI・最終モデル)	168
Figure 6-22	個別的・システミックコンテキストレーンの記述結果 (SI・最終モデル)	169
Figure 6-23	コア製品とサービスのレーンの記述結果 (SI・最終モデル)	170
Figure 7-1	PSS の分類 [Tukker 2006] に基づく設計パターン	183
Figure 7-2	状態遷移のパターン	186
Figure 7-3	PSS の構造に関する定量的表現	193
Figure 7-4	複数のビジョンに含まれる要素の共通化	196

# 表目次

Table 2-1	PSS の類型ごとの比較 [Reim 2015]	18
Table 2-2	PSS に関連する研究コンセプト	22
Table 2-3	既存の PSS 設計研究の特徴	32
Table 2-4	タイムアクシス・デザインに関わる先行研究の特徴	38
Table 3-1	言語学におけるコンテキストの分類 [河原 1996]	57
Table 3-2	場の構成要素の分類と要素例	61
Table 3-3	PSS の構造変化に関わる設計概念	70
Table 3-4	コンテキストの定義のまとめ	71
Table 4-1	既存の PSS の構造モデリング手法の特徴	87
Table 4-2	PEST 分析の観点と例	93
Table 4-3	状態ノードの記述対象	99
Table 4-4	プラットフォームノードの記述対象	100
Table 4-5	イベントノードの記述対象	102
Table 5-1	既存のプロセスの位置づけ	111
Table 5-2	PSS ビジョンモデルの評価観点	118
Table 5-3	トランジションアジェンダモデルの評価項目	122
Table 6-1	評価項目のまとめ	131
Table 6-2	2 つの実行例における対象事例と実行条件	132
Table 6-3	自動運転×カーシェアリングシナリオのポイント	135
Table 6-4	地域アイデンティティ強化シナリオのポイント	155
Table 6-5	各主体の要求価値 (SI)	157
Table 7-1	設計手順による利点・欠点	188

# 第1章 序論

---

1.1 研究背景 .....	2
1.1.1 製造業のサービス化.....	2
1.1.2 製品サービスシステム (PSS) .....	3
1.1.3 PSS の特性.....	4
1.1.4 本論文の問題設定.....	6
1.2 本研究の目的 .....	10
1.3 本論文の構成 .....	12

---

## 1.1 研究背景

### 1.1.1 製造業のサービス化

我が国をはじめとする工業先進国において、「製造業のサービス化 (Servitization of manufacturing)」が注目を集めている。製造業のサービス化とは、製造業企業における事業の中心が、製品の製造・販売を主軸としたものから、製品を介したサービス提供を主軸としたものに移行することを意味する ([Vandermerwe 1989; Neely 2008; 藤川 2012a])。このような製造業の転身を、次なる産業革命と呼ぶ者もいる [Tien 2012]。

この潮流の背景には、以下に示す3つの要因があると考えられる。第一の要因は、アジアや南米などの新興国における工業化の進展である。今日の新興国企業は労働力だけでなく、先進国に劣らない技術力を獲得し、安価で十分な性能をもつ製品をグローバルに展開し市場を席卷している [経済産業省 2012]。これにより、先進国の製造業は、他社製品との差別化をするための付加価値の源を求めている。第二の要因としては、国内市場の頭打ちが挙げられる。先進国では、既に製品が溢れており、消費者が求める価値は、製品そのものではなく、製品を通じてどのような効用・結果が得られるかに移行している [産業競争力懇談会 2013]。第三には、情報通信技術の高度化が挙げられる。このところ、IoT (Internet of Things) や M2M (Machine-to-Machine Communication) といった用語が、急速な広がりを見せている。これらの技術コンセプトは、データ収集・分析に基づく新たな価値創造に供するものであり、例えば、機械設備の故障予測やウェアラブル端末を用いた健康管理など、サービスとしての活用例が増加している [経済産業省 2015]。

このような状況から、自社製品の付加価値を高めるため、消費者に提供する効用・結果を高めるため、あるいは情報通信技術の有効活用のために、サービス化を推し進める製造業企業は世界的に増加傾向にある。Figure 1-1 は、Neely による調査結果の一部であり、世界各国においてサービスを提供する製造業企業の割合を示したものである。この図から、米国やフィンランド、ノルウェーにおいては、2011年の時点で約半分もの製造業企業がサービスを提供していることが分かる (日本は約30%)。例えば、米国における代表的な製造業企業である General Electrics (GE) 社 [GE] は、近年、その売上や利益の大半をサービス事業によって実現している [藤川 2012a]。同社では、2001年から Service 2.0 の旗印のもと、独自のセンサ技術や計測技術の開発、データ分析技術への大規模な投資などを経て、サービスを主軸とした事業へと移行してきた。現在では、インダストリアル・インターネットと呼ばれる基本構想を打ち出し、ネットワークにつないだ自社製品 (航空機エンジンや発電設備等) から、センサを介して膨大なデータを収集し、これを分析することで設備保守や顧客の業務改善などのサービスを提供している。

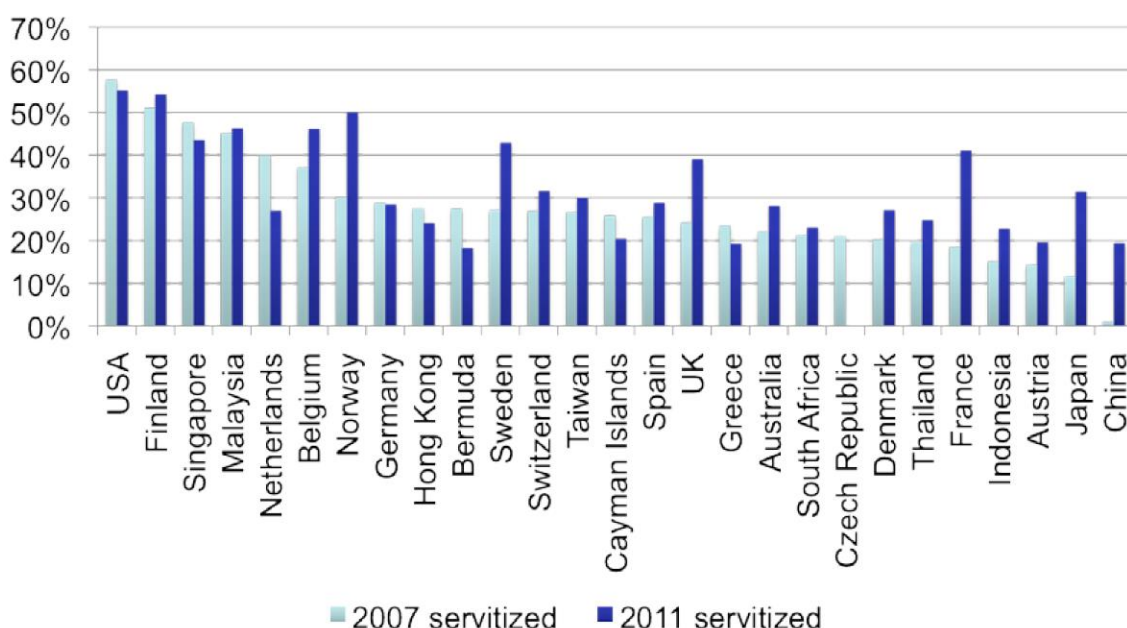


Figure 1-1 各国における製造業のサービス化の割合 [Neely 2011]

### 1.1.2 製品サービスシステム(PSS)

製造業のサービス化を実現するためには、生産した製品を販売することで完結する製品売り切り型の事業を展開するのではなく、製品とサービスの統合により価値を提供する事業を展開する必要がある。これにより構成される、製品とサービスの統合により価値を提供するシステムは「製品サービスシステム (Product-Service System : PSS)」と呼ばれる ([Goedkoop 1999; Mont 2002; Baines 2007] など)。言い換えれば、製造業が自らの事業をサービス化するためには、自社が生産する製品を用いた PSS を実現することが必要となる。

PSS の好事例としては、英国の Rolls Royce 社が展開する航空機エンジンの事業である Power by the Hour [Rolls Royce] が有名である。この事例において、Rolls Royce 社は、顧客である航空会社や航空機リース会社に、航空機エンジン自体を販売するのではなく、その使用を販売する。具体的には、当該エンジンを使用した飛行時間単位で課金する形態をとる。一方で、エンジン利用に必要なメンテナンス、部品交換、状態モニタリング等は、全て Rolls Royce 社が責任をもつ。これにより、顧客はエンジン利用に関わるリスクを低減することができ、Rolls Royce 社はエンジン使用履歴等の入手困難でかつ製品設計上有用なデータを獲得可能となる。一方、日本では、小松製作所の KOMTRAX [KOMTRAX] の事例が注目されている。この事例では、自社が販売する建設機械に、独自のモニタリングシステムを搭載し、機械の利用データを収集・活用可能とすること

で、保守管理や稼働管理、省エネ運転支援など、顧客に対して最適化された多彩なサービスを組み合わせ提供する。これにより、同社が提供する建設機械は、比較的高価ではあるものの、他社との差別化や顧客ニーズへの柔軟な対応を実現でき、世界的にも高いシェア率および利益率を誇っている。

また PSS の事例は、企業間で取引される製品だけでなく、個人消費者向けの製品においても見受けられる。例えば、Nike 社が展開する Nike+ [Nike] が挙げられる。Nike+ では、ランニングシューズに iPod [Apple] と対応するデバイスを装着すると、自身の走行履歴（走行距離、時間、時速、消費カロリー等）を逐次的に蓄積することができる。このようなデータを、ランニング後に Nike+ のウェブサイト [Nike+] にアップロードすることで、自身のランニング内容の分析や、ネットワーク上で他の利用者との競争をすることができる。このようなサービスを通じて、顧客がランニングを継続することを支援する。

以上のように、PSS の事例は、様々な国や製品分野で広がりを見せている。

### 1.1.3 PSS の特性

前節に示した事例を総合すると、従来の製品売り切り型の事業と比べ、PSS には以下に示す3つの特性がある。

- 顧客のコンテキストに応じた価値提案

製品売り切り型の事業において、提供者は、製品販売までに当該製品の性能や品質を作り込むことで価値を創造する。これに対して PSS では、製品販売以降の使用や保全、廃棄などを含む製品のライフサイクル全般に渡り、多様なサービスを提供することで価値提案を行う。例えば、Power by the Hour の事例では、エンジン利用に関わる諸々の「リスク低減」が顧客にとっての価値であり、提供者である Rolls Royce 社がメンテナンスや部品交換を含む包括的なサービスを行うことで、これを実現している。適切なサービスを提供するためには、製品やその効用・結果（アウトプット）を使用・活用するコンテキストのもとで、顧客が何を求めるかに目を向け、そこで提案できる価値を探索することが重要になる。

- 高度化された知識・技能の活用

サービスの本質は、高度化された知識や技能の適用であることが指摘されている [Vargo 2004]。前節で紹介した PSS 事例の多くには、製品の使用データを活用したサービスが含まれる。このことは、製品の使用データを収集・分析することで、新たな知



識を獲得・蓄積することができること、そして、それを活用したサービスの提供により、価値を創造できることを意味する。従来の製造業は、自社が有する専門的な知識・技能を、主として次世代の製品開発のために活用していた。一方で、PSS では、サービスとして活用することで、単に顧客が自身で製品を使用するだけでは実現することのできない効用や結果を生むことを可能とする。

- 顧客との長期的な関係

Oliva や Neely は、製造業のサービス化の一側面として、短期的な「トランザクション」から長期的な「関係」へ移行することを挙げている [Oliva 2003; Neely 2011]。すなわち、製品売り切り型の事業では、企業と顧客の関係は、製品を販売するという一度きりのトランザクションで完結してしまう。一方、PSS では、製品販売後もサービスを通じて継続的に顧客との接点をもつことができる。そのため、両者の関係がより長期的になる。

さて、これら 3 つの特性を俯瞰すると、もう 1 つ重要な特性が見えてくる。

- 時間経過に伴う価値の変化

1 つ目の特性を踏まえると、製品やそのアウトプットを使用・活用する際のコンテキストを読み解くことが、顧客がどのような価値を求めるかを把握するうえで重要となる。しかしながら、コンテキストは静的ではなく動的に変化する。例えば、顧客企業の業務内容や消費者の嗜好・志向の変化などがこれに該当する。長期的な視座に基づけば、時間経過に伴って、このようなコンテキストの変化が生じることで、顧客の求める価値もまた変化すると考えられる。

他方、2 つ目に示した知識・技能は、PSS の提供を通じて新たに獲得される、あるいはより高度化が進むことがある。これにより提供者側も、顧客に対して提案できる価値に変化が生じる。これは、顧客ではなく提供者側のコンテキストの変化の結果であるとも言えるだろう。一例として、Figure 1-2 に、KOMTRAX における価値提案の変遷 [藤川 2012b] を示す。KOMTRAX が導入された当初は、自社の販売した建設機械の場所を常に把握することで、迅速に修理サービスを提供できることを価値として提案していた。しかし、システムに接続された建設機械の台数が増加し、顧客の製品使用情報がシステム上に蓄積されるにつれて、建設現場ごとの生産性の分析、燃料効率に関する助言、盗難防止や資産管理などの追加的な価値が見出され、顧客に提案されるに至ったという経緯があるという。このように、顧客の求める価値だけでなく、提供者が提案できる価値にも変化が生じると考えられる。

以上より、PSS では時間経過に伴って顧客に提案すべき価値や、提供者が提案できる価値が変化する。このような変化は必ずしも PSS に特有のものではない。しかしながら、PSS では、3つ目の特性である提供者と顧客の関係が長期化することで、変化の幅や可能性が増大し、その影響が大きくなると考えられる。

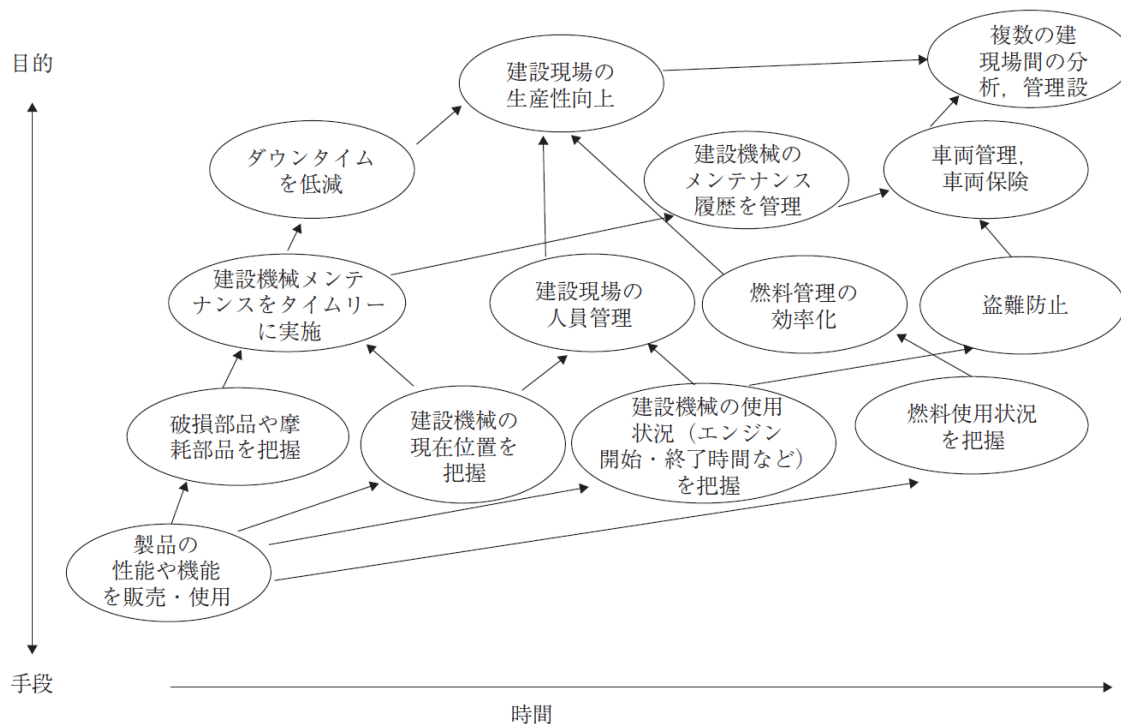


Figure 1-2 KOMTRAX における価値提案の変遷 [藤川 2012b]

### 1.1.4 本論文の問題設定

#### (1) PSS の特性に基づく問題設定

これまでに、製造業のサービス化の潮流と、その実現手段である PSS について説明した。そして PSS の特性をまとめ、その総括として時間経過に伴う価値の変化について述べた。ここでは、この特性に着目し、本研究の問題設定について論じる。

藤川らは、PSS の好事例において実現されている価値は、事後創発的に変化してきたことが多いと報告している [藤川 2012b]。事後創発的とは、提供者も顧客も事前には想定していなかった価値が、受供給を通じた相互作用により新たに発見・創造されるようなプロセスを指す。Figure 1-2 に示した KOMTRAX の例も、事業の開始当初から計画されていたのではなく、顧客の製品使用データを蓄積していった結果、新たな価値が見出されたものである。この新たな価値を実現するために、KOMTRAX では、当該 PSS

を構成する製品やサービス、ビジネスモデルなどといった PSS の構造を変化させてきた。このような事後創発的なプロセスによる PSS の構造変化は、思いもよらない発見をもたらし、イノベーティブな事業を生む可能性がある。しかしながら、どのような事業においても事後創発的なプロセスが機能するかは明らかでなく、上記のような価値は“偶然”発見されたに過ぎない。より必然的かつ効果的に、価値の変化を実現する方法としては、以下の(a)と(b)の2つが考えられる。

- (a) 事後創発を促進し、新たな価値の探索を支援するような仕組みをつくる
- (b) 提案すべき価値や、提案できる価値の変化を想定し、それを実現する PSS の構造変化を事前に計画する

本研究では、企業がより能動的に価値の変化を実現することのできる(b)のアプローチに重点を置き、議論を進めることとする。これは、現在起こっている変化に対してアダプティブに構造変化を行うよりも、将来起こりうる変化に対してプロアクティブに構造変化を実現する方が、優位性のある事業を構築できると考えるためである。

PSS の構造変化を事前に計画するうえでの大きな問題は、その計画を作成するための体系的な方法が十分に議論されていない点である。PSS の構造変化を事前に計画するためには、論理的操作を通じて計画を作り込む「設計」を行うことが重要である。一方で、このような計画を合理的に設計することは容易ではない。その理由は、何を設計対象として、どのような手順のもと設計を進めればよいかといった方法論が、学術的にも実務的にも体系化されていないためである。

これまでの PSS に関する研究では、実事例の調査といった基礎研究が多くを占めており、その設計方法を論じたものは多くない。さらに、静的な PSS の構造だけでなくその変化までを扱うものは見受けられない。実務的な観点として、多くの企業では、3年程度の事業計画を描く中期経営計画が作成される。将来的な事業の変化を計画するという意味で、上記でいう PSS の構造変化の計画に近いと考えられるだろう。中期経営計画の作成に関する方法論は、実務的なノウハウを体系化した指南書（例えば [井口 2008]）が多く出版されている。一方で、岸本 [岸本 2013] が指摘するように、多くの中期経営計画は、現状の事業ありきで作成され、大きな価値の変化への対処が後手に回ってしまうなど、いくつかの問題点が指摘されている。これらのことから、一部の「鋭い勘」や「豊富な経験」を有する者を除いて、PSS の構造変化に関する計画を何の支援もなく設計することは困難であると言える。

以上より、本研究においては、「高い価値を持続的に実現する PSS の構造変化について、長期的な視座のもと、その計画性を高められるような設計方法論が欠如していること」を問題として認識する。ここで、どの程度の期間が長期的にあたるかは、対象 PSS

により異なると考える。そこで、本研究では、対象 PSS における主な価値の変化を伴うような期間を概して長期的と呼ぶこととする。

### (2) 問題解決のための研究課題

本研究では、上記のような問題の解決に寄与することを目指す。ここで PSS の構造変化の設計方法論を構築するためには、以下に示す2つの難しさがある。

- 設計の中でコンテキスト概念を扱うことの難しさ

高い価値を実現する PSS を設計するうえでは、製品やそのアウトプットが使用・活用される際のコンテキストを考慮することが重要である。そのため、高い価値を「持続的」に実現するためには、コンテキストの変化を捉える必要がある。しかしながら、従来の「設計」における最大の関心は、製品の性能や品質を物理的に維持することである。そのため、物理的な環境変動を検討することはあっても、製品やそのアウトプットが使用・活用されるコンテキストの変化に目を向けることは殆どない。この問題の要因としては、これまでの設計研究および PSS 研究の中で「コンテキストとは何か」や「コンテキストと PSS はどのように関わるか」が十分に議論されていないことが挙げられる。このことは、PSS 設計研究として、解決すべき研究課題の1つである。

- PSS 構造の時間変化を設計することの難しさ

PSS は、製品とサービスを高度に統合し価値を創出するシステムの総称であるが、ここでいう「システム」には、単なる製品とサービスの総体としての技術的なシステムという意味だけでなく、それを実現する企業や個人などの主体からなる社会的なシステムという意味も含まれる。それゆえ、設計の対象範囲が広範に渡ることが指摘されている [McAloone 2011]。前述した通り、本研究では、長期的視座のもと PSS の構造変化を設計するための方法論を議論する。そのためには、PSS の設計に「時間」の概念を導入する必要がある。時間概念を新たな軸として導入すると、PSS を構成する様々な要素について、「何に変えるか (What)」だけでなく、「どのように変えるか (How)」や「いつ変えるか (When)」を決定しなければならず、設計の対象範囲がさらに広範になる。また、PSS の構成要素間には複雑な依存関係があることから、設計問題が非常に複雑になり、何の支援や指針もないままに、設計者が合理的な設計解を導出することは困難を極める。そのため、PSS の構造の時間変化を設計することは容易ではなく、このことは PSS 設計研究における大きな課題であると言える。

本研究では、以上に示した研究課題に取り組み、長期的な視座のもと PSS の構造変化を事前に設計するための方法論を構築する。ただし、本研究は、前述した事後創発的な PSS の構造変化を批判・否定するものではない。本方法論により設計される計画は、あくまで計画でしかなく、事後創発によって新たな発見があれば、適宜、計画に修正を施すことが重要であると考ええる。

## 1.2 本研究の目的

本研究の目的は、

**長期的な視座のもと高い価値を持続的に実現する PSS の  
構造変化を設計するための方法論を構築する**

ことである。ここでの長期的とは、先に述べたように、対象 PSS における主な価値の変化を伴うような期間を指す。また、PSS の構造とは、PSS における価値の実現手段を指し、製品やサービス、ビジネスモデル等を含むものである。

本目的の達成のためには、第 1.1.4 項(2)に示した 2 つの課題を解決することが必要である。Figure 1-3 に示すように、本研究では、これらの課題を解決するために、「コンテキストを中心とした PSS の概念モデル」「PSS の構造変化に関する設計対象モデリング手法」「高い価値を持続的に実現するための設計プロセス」の 3 点について、具体的な提案を行う。Figure 1-3 における黒破線の矢印は、これらと 2 つの研究課題の対応関係を表すものである。以下では、これら 3 点について詳細を述べる。

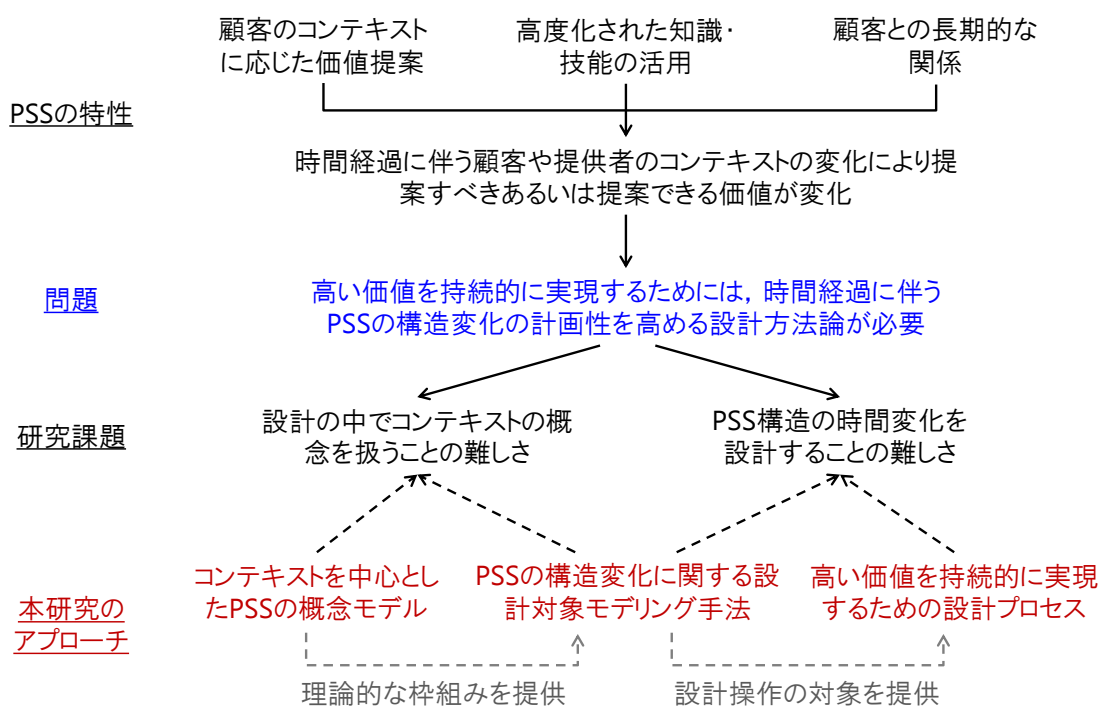


Figure 1-3 本研究における研究課題とアプローチ

### (1) コンテキストを中心とした PSS の概念モデル

設計とは、設計者による概念操作 [吉川 1978] である。このことから、本研究では、まず、PSS とその構造変化に関わる概念とそれら概念間の関係を明らかにし、PSS の概念モデルとして形式化する。価値の変化を扱うためには、設計の中でコンテキストの概念を扱うことが必要である。そのため、ここではコンテキスト概念を中心に形式化を行う。これにより、提案する設計方法論で取り扱うべき概念を整理するだけでなく、そもそもコンテキストとは何を示し、PSS とどのように関わるのかという疑問に対する一回答を形成する。また、このモデルは、本研究で提案する設計対象モデリング手法の要件を決定するうえでの理論的な枠組みを提供する。

### (2) PSS の構造変化に関する設計対象モデリング手法

設計学において議論されているように、複雑な設計対象を扱いながら合理的に設計を進めるためには、設計対象を可視化 (モデリング) することが有効である。そこで本研究では、(1) で形式化する PSS の概念モデルに基づき、PSS の構造変化を設計するための設計対象モデリング手法を提案する。具体的には、「何に変えるか (What)」という実現目標となる PSS の構造を表現・設計するための手法と、「どのように変えるか (How)」という動的な PSS の構造変化とその実現手段を表現・設計するための手法の 2 つを提案する。また、「いつ変えるか (When)」を表す時間軸を介して、これらのモデルを関連付けることで、上記の What, How, When の統合的な設計を可能とする。

### (3) 高い価値を持続的に実現するための PSS の構造変化を設計するプロセス

本研究では、(2) で提案する 2 つの設計対象モデリング手法に用いて、高い価値を持続的に実現するための PSS の構造変化を設計するための設計プロセスを構築する。ここでの設計プロセスとは、2 つの設計対象モデルを用いて What, How, When を具体化するための手順のことを指す。

## 1.3 本論文の構成

本論文は、Figure 1-4 に示す通り、以下の全8章で構成される。

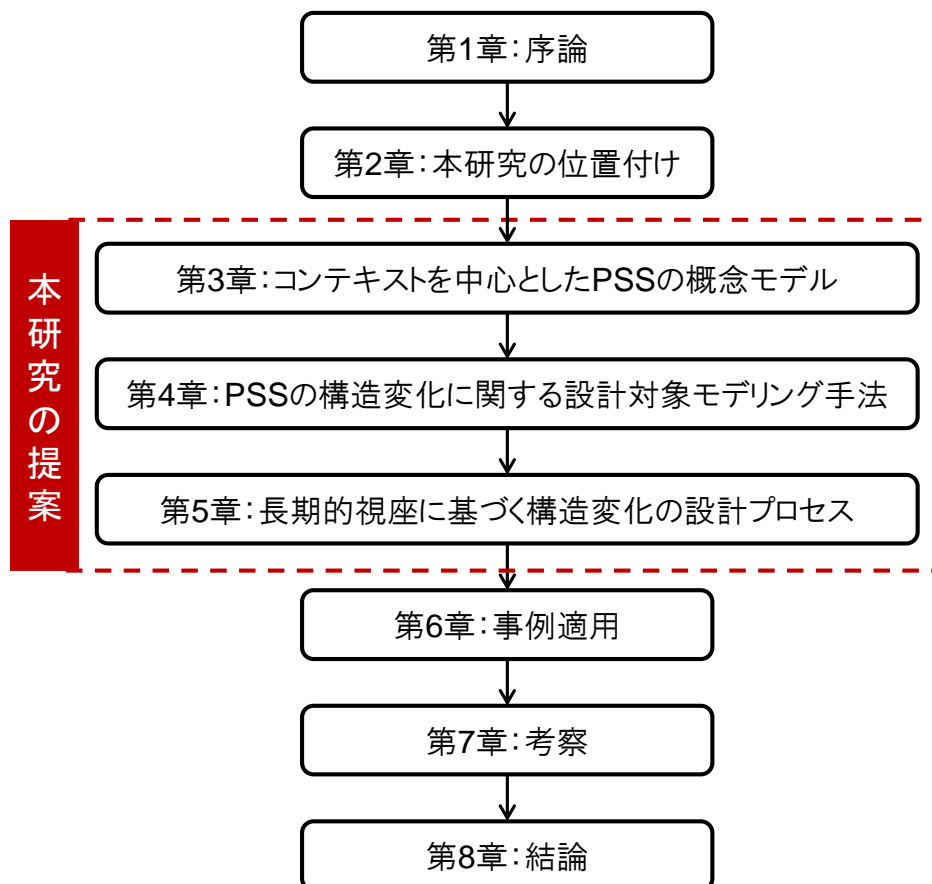


Figure 1-4 本論文の構成

第1章では、本研究の研究背景として、製造業のサービス化と製品サービスシステム (Product-Service System: PSS) について述べ、問題設定を行った。そして、本研究の目的を設定した。

第2章では、まず、先行研究における PSS の定義について解説し、本研究における PSS の定義を述べる。その後、既存の PSS に関する設計方法論について解説する。加えて、本研究では PSS 設計に時間軸を導入することから、PSS に限らない、時間軸を考慮した設計方法論について解説する。これらを踏まえて、既存研究の課題を明らかにし、本研究の位置づけを明確にする。



第 3 章では、コンテキスト概念を中心とした PSS の概念モデルを提案する。これにより、PSS の構造とその変化に関わる設計概念や概念間の関係を整理し、提案する設計方法論の理論的枠組みを構成する。本章では、既存の PSS の概念モデルについて述べ課題を指摘したのち、本研究で提案する PSS の概念モデルの詳細を述べる。

第 4 章では、PSS の構造変化に関する設計対象モデリング手法を提案する。本章では、まず、第 3 章で提案した概念モデルに基づき、設計対象である PSS の構造変化をモデリングするための要件を明らかにする。次に、この要件と先行研究におけるモデリング手法を照らし合わせることで課題を整理する。そして、本研究で提案する設計対象モデリング手法の詳細を説明する。

第 5 章では、第 4 章で提案した設計対象モデリング手法を用いて、高い価値を持続的に実現する PSS の構造変化を設計するための設計プロセスを提案する。

第 6 章では、提案した設計方法論を PSS の構造変化の設計に適用した結果や過程を示し、それを評価する。

第 7 章では、前章に示した評価結果やそれ以外の幅広い視点から、本研究の有効性や期待される効果、限界や課題について考察する。

第 8 章では、本論文の結論および今後の展望について述べる。



## 第2章 本研究の位置づけ

---

2.1 はじめに .....	16
2.2 製品サービスシステム(PSS).....	17
2.2.1 PSS の分類.....	17
2.2.2 先行研究における PSS の定義.....	19
2.2.3 PSS の関連研究とサービス・ドミナント・ロジック .....	22
2.2.4 本研究における PSS の定義.....	24
2.3 PSSに関する設計研究 .....	26
2.3.1 PSS の構造とその設計.....	26
2.3.2 PSS 設計方法論に関する諸研究.....	27
2.3.3 先行研究における PSS 設計方法論の課題.....	31
2.4 時間軸を導入した設計研究.....	33
2.4.1 タイムアクシス・デザイン.....	33
2.4.2 タイムアクシス・デザインに関わる諸研究.....	33
2.4.3 時間軸を導入した設計方法論の課題.....	37
2.5 本研究の位置づけ .....	39
2.5.1 先行研究と比較した本研究の位置づけ.....	39
2.5.2 提案する設計方法論の概要.....	40
2.6 おわりに.....	46

---

## 2.1 はじめに

第 2 章では、まず、先行研究における製品サービスシステム (PSS: Product-Service System) の定義について解説し、本研究における PSS の定義を述べる。その後、既存の PSS に関する設計方法論について解説する。加えて、本研究では PSS 設計に時間軸を導入することから、PSS に限らない、時間軸を考慮した設計方法論について解説する。これらを踏まえて、先行研究の課題を明らかにし、本研究の位置づけを明確にする。

## 2.2 製品サービスシステム (PSS)

### 2.2.1 PSS の分類

PSS は、製品とサービスを統合することで価値を創造するシステムのことを指すが、Figure 2-1 に示すような分類で説明されることが多い。この類型モデルは、Tukker らによるものであり、PSS の研究分野において最も有名なモデルである [Tukker 2004; Tukker 2006]。本図に示すように、PSS は、製品要素とサービス要素の強弱により、Product-oriented (製品指向)、Use-oriented (使用指向)、Result-oriented (結果指向) の 3 つのタイプに大別できる。Product-oriented は、製品販売前後にメンテナンスやコンサルティングなどのサービスを付加的に提供する PSS である。Use-oriented は、製品を顧客に販売せずに、その使用权のみを販売する PSS である。製品のレンタルやリース、シェアなどがこれに該当する。Result-oriented は、さらにサービス要素が強く、製品の使用まで提供者が担う。すなわち、顧客は製品の使用によって生じる成果だけを入手する。機能販売や業務のアウトソーシングなどがこれに該当する。

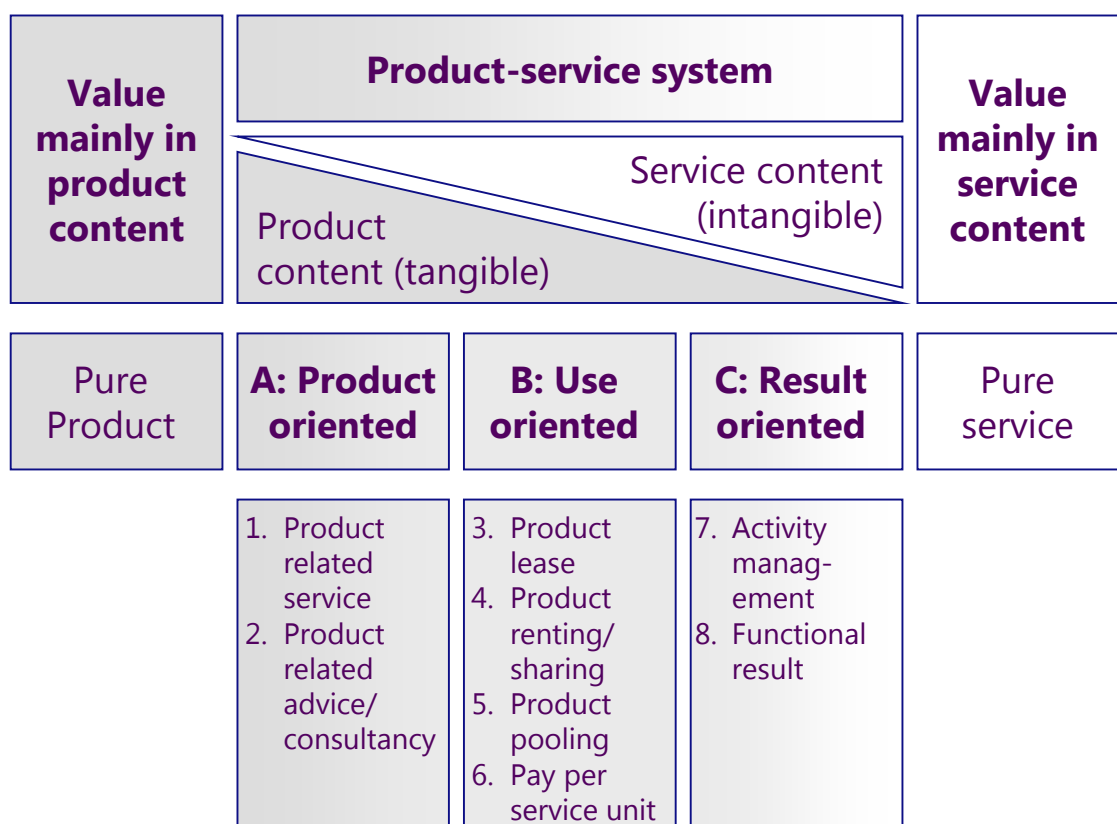


Figure 2-1 Tukker による PSS の分類 [Tukker 2006]

Reimらは、Table 2-1 に示すように、Tukker の類型ごとの特徴を比較している。Value creation では提供者が何に責任を負うことで価値を生むか、Value delivery ではどのようにして顧客に価値を提供するか、Value capturing ではどのようにして顧客から対価を得るかをそれぞれ比較している。Product-oriented において、提供者は、顧客と契約したサービスの内容に対して責任を負うことで価値を生む。そして、製品とそのサービスを販売することで、顧客に価値を提供し、顧客はそれらに対して対価を払う。一方で、Use-oriented において、提供者は、製品やサービスを「使用できること」を保証する。サービスを介して製品の使用权を販売することにより、提供者は価値を提供する。顧客は、それに対して継続的に対価を支払う。また、Result-oriented において、提供者は、結果を提供することに責任を負い、それにより価値を創造・提供する。顧客は、その結果単位で対価を支払う。

Table 2-1 PSS の類型ごとの比較 [Reim 2015]

	<b>Product-oriented</b>	<b>Use-oriented</b>	<b>Result-oriented</b>
<b>Value creation</b>	Provider takes responsibility for the contracted services.	Provider is responsible for the usability of the product or service.	Provider is responsible for delivering results.
<b>Value delivery</b>	Provider sells and services the product sale and service (e.g., maintenance or recycling).	Provider assures the usability of the physical product along with service.	Provider actually delivers result.
<b>Value capturing</b>	Customer pays for physical product and for the performed services.	Customer can make continuous payments over time (e.g., leasing).	Customer payments are based on outcome units; that is, they pay for the result.

一方、Tanらは、PSS において提供されるサービスを、Figure 2-2 に示すように分類している。左側の Product-oriented に近いほど、製品に対して直接作用するサービスであり、右側の Customer-oriented に近づくほど、顧客の活動や業務に作用するサービスを指す。最も Product-oriented 寄りに位置する Product use services は、製品の使用に関わるサービスであり、メンテナンスや部品交換などがこれに該当する。Product life service は、製品のライフサイクルに関わるサービスであり、製品の導入や廃棄などがこれに該当する。次に、Customer activity services は、顧客の製品が使用する際の活動に関するサービ

スであり、従業員教育や運用支援などがこれに該当する。最後に、Business supporting services は、製品とは関係なく顧客の業務そのものを対象とするようなサービスを指し、コンサルティングや資金管理などがこれに該当する。以上に示したように、PSS において提供されるサービスは多岐に渡る。

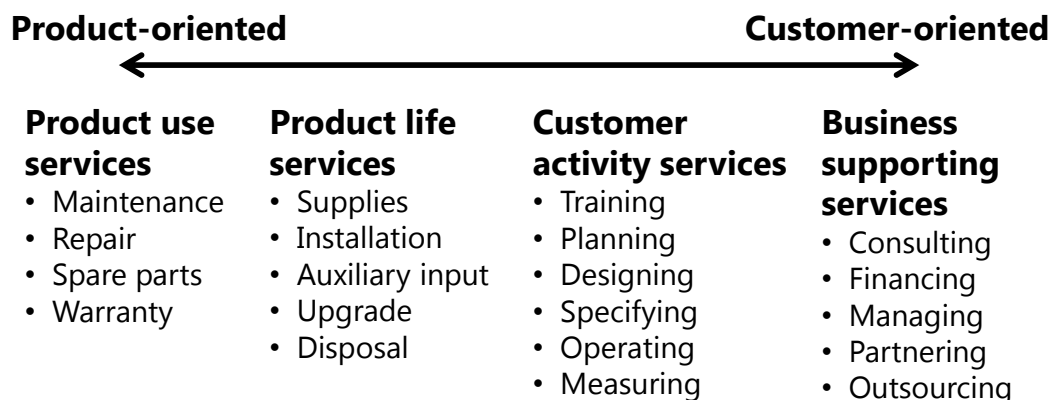


Figure 2-2 PSS において提供されるサービスの分類 ([Tan 2010a] をもとに作成)

### 2.2.2 先行研究における PSS の定義

PSS は、1999 年にその概念が初めて提唱されて以来、欧州や日本を中心に研究が進められてきた。PSS に関する研究は、比較的新しい研究分野であるため、現在のところ、PSS の定義に関する統一的な見解はないが、先行研究における PSS の定義は、「システム」という用語の解釈により、以下に示す 2 つに大別可能である。ここでは、その分類ごとに代表的な定義について説明する。

#### (1) 製品とサービスの統合物としての解釈

*A product-service system (PSS) can be defined as consisting of tangible products and intangible services designed and combined so that they jointly are capable of fulfilling specific customer needs. [Tischner 2002]*

*A PSS is an integrated product and service offering that delivers value in use. [Bains 2007]*

これらの定義では、有形な製品と無形なサービスから構成される提供物としての位置づけが強調されている。言い換えれば、提供者と顧客間でやり取りされる財として PSS を捉えている。

このうち、Tischner の定義は、顧客のニーズを充足するために“設計されたもの”であるとしている点特徴的である。すなわち、明確な意図や効果のない製品とサービスの混在は PSS ではなく、適切に設計されてこそ PSS と呼ぶことができるという指摘である。例えば、修理のしやすさを向上させた構造の製品を用いることで、修理コストを低減する、あるいはサービスを通じて得た製品使用データを利用して新たな製品技術を開発するなど、製品とサービスの相乗効果を設計することが重要になる [坂尾 2013]。

また、Bains らの定義では、PSS は使用価値 (Value in use) の提供を意図するものであることが主張されている。使用価値とは、使用を通じて生まれる価値を意味するものであり、製品自体に埋め込むことのできる価値 (性能や品質など) とは異なる。Tan らは、このような PSS の特徴を Figure 2-3 のように表現している。PSS は、顧客が製品を使用する段階においてサービスを組み合わせることで、製品単体では充足しえない顧客の様々なニーズを充足する。これにより、「導入 (Installation)」、「導入 (Use)」、「廃棄 (Disposal)」など製品販売以降のライフサイクル全般において価値を生み、提供者は継続的に対価を得ることができることを本図は示している。

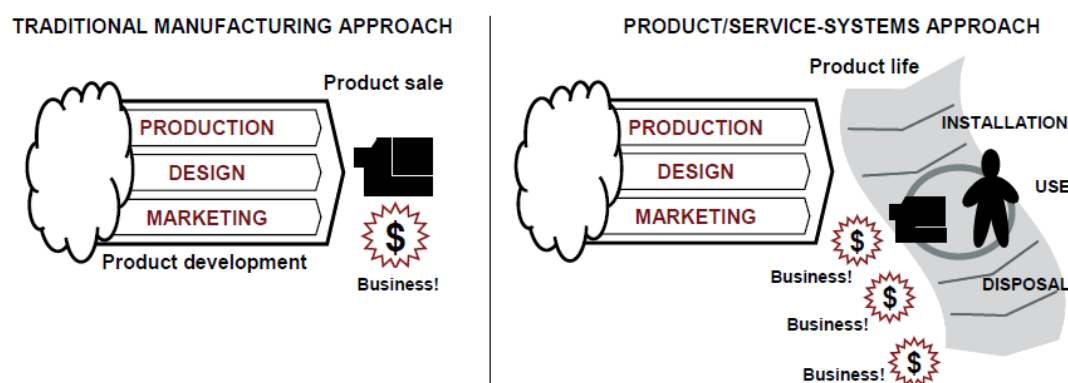


Figure 2-3 製品のライフサイクル全般にわたる価値創造 [Tan 2010b]

(2) 製品とサービスの統合物を提供するための社会技術システムとしての解釈

*A product-service system is a system of products, services, networks of “players” and supporting infrastructure that continuously strives to be competitive, satisfy customer needs and have a lower environmental impact than traditional business models.*  
[Goedkoop 1999]

*Product-service system (PSS): the product-service including the network, technological infrastructure and governance structure needed to ‘produce’ a product-service.* [Tukker 2006]



これらの定義では、製品とサービスだけでなく、それを生産・提供するためのインフラや、企業や組織など主体のネットワーク、ガバナンス体制などを含むシステムとしての位置づけが強調されている。これは、「システム」の範囲を、提供物としての製品やサービスの役割といった技術的側面だけでなく、ネットワークにおいて主体が果たす役割などの社会的側面まで広げた解釈である。このような技術的な機能と社会的な機能の双方を考慮したシステムは、社会技術システム (Socio-technical system) [De Greene 1973] とも呼ばれる。すなわち、これらの定義は、PSS をある種の社会技術システムと捉えるものである。これに対して、Meier らは、法人顧客向け (Business-to-Business: B2B) の PSS を Industrial Product-Service System (IPS<sup>2</sup>) と呼び、下記のように定義している。

*An Industrial Product-Service System (IPS<sup>2</sup>) is characterized by the integrated and mutually determined planning, development, provision and use of product and service shares including its immanent software components in Business-to-Business applications and represents a knowledge-intensive socio-technical system. [Meier 2010]*

本定義は、IPS<sup>2</sup> は社会技術システム的一种であることを明確に主張している。この定義に基づき、Meier らは、IPS<sup>2</sup> の概念図を Figure 2-4 右部のような、様々な製品とサービスが相互にやりとりされるシステムとして表現し、Figure 2-4 中央の単なる製品とサービスを統合した提供物は区別して考えるべきであると指摘している。Tukker による PSS の定義も、これと同様であり、製品とサービスを統合した提供物を“a product-service”と呼び区別して扱っている。

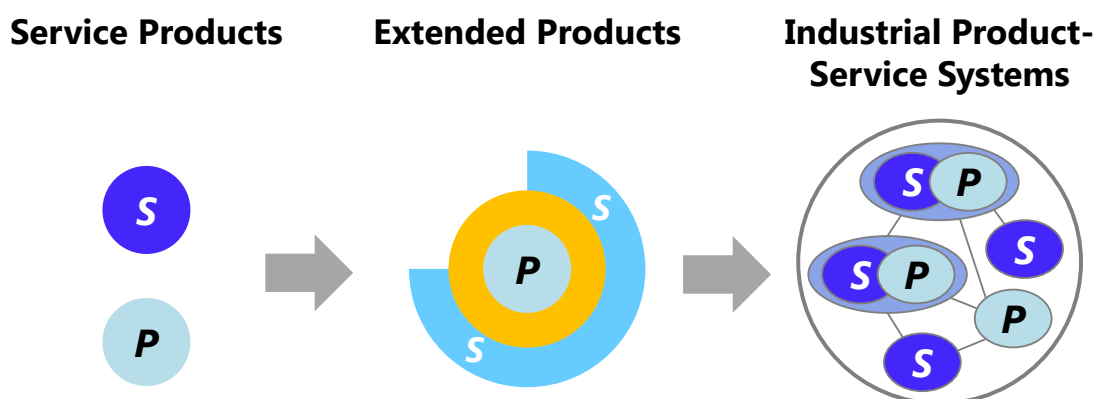


Figure 2-4 Industrial Product-Service System ([Meier 2010] をもとに作成)

### 2.2.3 PSS の関連研究とサービス・ドミナント・ロジック

いくつかの研究分野では、PSS に類似したコンセプトが議論されている。Table 2-2 に、主なコンセプトをまとめる。Function sales は、製品を販売するのではなく製品の機能のみを販売するビジネス形態を指す。Tukker の PSS の類型のうち、Use-oriented に該当するビジネス形態に焦点を当てた研究であり、大量生産・大量消費・大量廃棄からの脱却による環境負荷低減の面から注目されている。Product budling と Hybrid offerings は、製品とサービスを組み合わせたパッケージのことを指し、前項(1)に近い定義のもと研究が進められている。Hybrid offerings は、特に製品とサービスのそれぞれを別々に利用するよりも、それらをパッケージ化することで顧客の便益が高まるようなものを指す。

Table 2-2 PSS に関連する研究コンセプト

コンセプト	定義
Functional sales [Sundin 2005]	<i>Within functional sales, the function-providing company decides how to fulfil the function that the customer is buying</i>
Product bundling [Kameshwaren 2009]	<i>Bundling is the sale of two or more products in combination as a package</i>
Hybrid offerings [Shankar 2009]	<i>A combination of one or more goods and one or more services, creating more customer benefits than if the good and service were available separately</i>
Service-dominant logic [Vargo 2004]	<i>Service-dominant logic “means that service is provided in interaction with customers, but more controversially, that goods purchased and used by customers become a delivery mechanism for service”</i>

本項では、近年 PSS 研究においても注目を集めているサービス・ドミナント・ロジック (Service-dominant logic: SDL) について詳述する。

#### (1) SDL とは

SDL とは、サービスを中心とした経済的活動の支配論理である。SDL は、Vargo と Lusch により 2004 年に提唱され、マーケティング研究に大きなインパクトを与えた [Vargo 2004]。Vargo らは、従来のマーケティング分野におけるモノを中心とした世界観を Goods-dominant logic (GDL) と呼び、これとの対比のもと SDL の特徴を示している。GDL の世界観は、世の中には「モノ」と「モノ以外の何か (例えば、サービス)」があることを前提とする。一方で、SDL は、世の中で行われる経済活動を全てサービス

として捉え、「モノを伴うサービス」と「モノを伴わないサービス」があるとする世界観である [藤川 2012a]. SDL におけるサービスの定義は、以下の通りである。

*Service is the application of competences (knowledge and skills) by one entity for the benefit of another* [Vargo 2004]

SDL は、このような広い定義のもとサービスを捉えることにより、モノと（狭義の）サービスを区別するのではなく、その根底にある「知識や技能」に目を向けることの重要性を指摘している [井上 2010].

## (2) SDL における価値概念

藤川 [藤川 2012a] が SDL を価値づくりに関する 1 つの世界観と呼ぶように、SDL では価値概念に関する重要な指摘がなされている。ここでは、「価値提供から価値共創へ」「交換価値から文脈価値へ」の 2 つの主張について述べる。

### ● 価値提供から価値共創へ

GDL は、価値を生み出すのは企業（提供者）であり、顧客は提供者が生み出した価値を消費するという一方向的な「価値提供」を前提とする。一方で、SDL は、価値を生み出すのは提供者と顧客の双方の相互作用であり、双方向的な「価値共創」を前提とする。すなわち、顧客は単なる価値の消費者だけでなく、同時に価値の生産者という役割を担う。このことは、次に示す文脈価値という考え方によるところが大きい。

### ● 交換価値から文脈価値へ

GDL は、提供者が生み出したアウトプット（モノやサービス）が市場で対価と交換されることを通じて実現する「交換価値（Value in exchange）」を重視する。これに対して、SDL は、顧客がモノやサービスを使用するプロセスの中で実現する「使用価値（Value in use）」が重要であることを指摘していた。しかしながら、必ずしも顧客はモノを使用するとは限らないことから、それを暗示する使用価値ではなく、「文脈価値（Value in context）」という概念に拡張され、その重要性が主張されている [Vargo 2008].

Vargo は、交換価値と使用価値、文脈価値の概念的な違いを Figure 2-5 のように表現している。この図において、交換価値は、企業と顧客との間における財の交換時のレートとして明示できる価値とされる。また、使用価値は、企業や顧客がそれらの財を使用することを通じて引き出す価値とされる。これに対して、文脈価値は、ある主体に特有のコンテキストの中で知覚される価値のことを意味する。ここでのコンテキストは、他

の主体（図中では、Service System (Public), Service System (Private), Service System (Market-facing)の三者）との関係のもと構成される。すなわち、使用価値は、製品やサービスの使用した結果や効用を価値として考えるのに対して、文脈価値は、その時々で異なる多様な主体との関係のもと生じるコンテキストのもと幅広く価値を捉える。この図に示されるように、文脈価値は、従来の交換価値や使用価値を包含するような、より上位の価値概念である [Vargo 2008]。

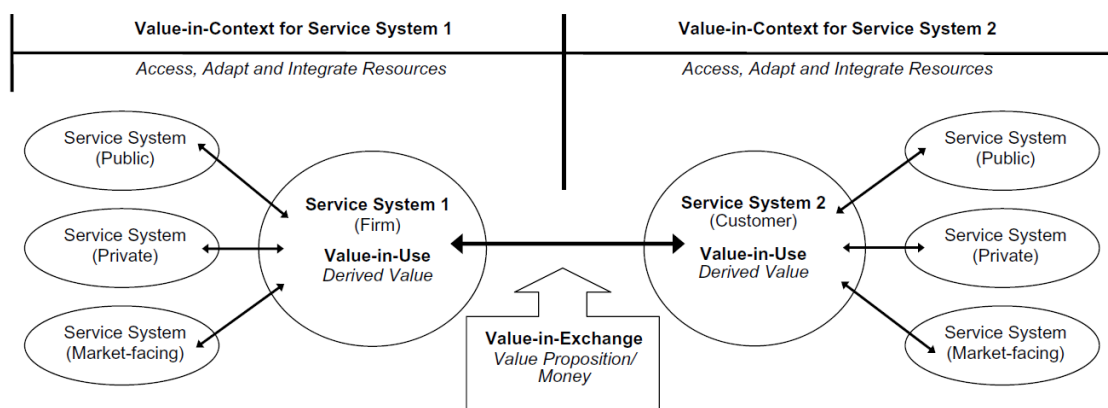


Figure 2-5 SDLにおける価値概念 [Vargo 2008]

### (3) SDL と PSS の関係

前項にて述べたように、PSS は、製品とサービスを統合することで使用価値を高めるシステムである。PSS では、用語として製品とサービスを区別するが、これらを統合的に扱おうとする点で SDL の主張と符合する。ただし、PSS は、その中核を担う製品の存在を前提としており、SDL でいう「モノを伴うサービス」に焦点を当てた研究であると言える。また PSS は、交換価値ではなく使用価値を指向する。これまでの PSS 研究において、文脈価値の概念は明に持ち込まれていないものの、社会的なネットワークまで扱おうとする点でも SDL と考え方と一致する。

#### 2.2.4 本研究における PSS の定義

第 2.2.2 項では、本研究の対象である PSS について、既存の定義を述べた。そこでの PSS というシステムの特徴は、以下のようにまとめられる。

- 製品とサービスを統合することで使用価値を高めるシステムである。
- 単に製品とサービスが混在したものではなく、意図的に設計されたものである。

- 技術的側面だけでなく、その提供・受給を担う主体のネットワークやガバナンス体制などの社会的側面までを含む社会技術システムの一つである。

また、第 2.2.3 項では、PSS に関連する概念として、特にサービス・ドミナント・ロジック (SDL) について詳述した。PSS 研究では言及されていないものの、SDL では以下のことが主張されている。

- 文脈価値とは、使用価値の概念を拡張したものであり、個々の主体特有のコンテキストの中で知覚される価値のことを指す。

本研究では、これらの主張をもとに、PSS を以下のように定義する。

*PSS とは、製品とサービスの統合により高い価値を実現することを目的として設計された社会技術システムである。ただし、ここでの価値は、製品自体に埋め込まれる交換価値だけでなく文脈価値を重視する。*

また、ここでの文脈価値に関しては、以下の定義を用いる。

*文脈価値とは、ある主体が、その時点のコンテキストに従って知覚する主観的かつ状況的な価値のことを指す。*

なお、本定義における「サービス」は、SDL とは異なり、狭義の意味で用いる。すなわち、本研究におけるサービスとは、行為的製品を意味し、例えば、第 2.2.1 項の Figure 2-2 のように分類可能なものを指す。また、文脈とコンテキストは双方ともに Context の訳語であり同義であるが、本論文では、文脈価値という単語として用いる場合を除いて、コンテキストという表記に統一する。

## 2.3 PSS に関する設計研究

### 2.3.1 PSS の構造とその設計

前節に示したように、PSS は、単なる製品とサービスの混在ではなく、意図して設計されたものでなければならない。ここでの設計対象である「PSS の構造」は、価値を実現するための具体的な製品やサービスといった技術的側面だけでなく、主体のネットワークなど社会的側面も含む。それゆえ、PSS の構造の設計（PSS 設計）において、その設計対象は広範に渡り、また既存の様々な設計研究とも関連する。本項では、「PSS 設計」の境界を明確化する。

PSS 設計の位置づけは、Figure 2-6 のように表現できる。Figure 2-6 の最上層に位置する社会システムの設計は、社会の構造そのものが主たる設計対象であり、シナリオ設計やランドデザインなどの対象範囲である。PSS は、これにより設計された社会システムの中に埋め込まれ動作する。一方で、Figure 2-6 の最下層は、PSS の構造に含まれる個別要素の設計であり、その方法は、各研究分野で既に体系化されている。製品の設計は、具体的な製品の属性や形状を決定するものであり、伝統的な製品設計において既に議論されている。サービスの設計は、サービス提供の具体的なプロセスや人員の配置などを決定するものであり、経営工学などで議論されている内容に近い。また、ビジネスモデルの設計は、契約形態など PSS における利害関係者間の関係を規定するルールを決定するものであり、メカニズムデザインなどの対象となるものである。最後に、組織の設計は、事業運営に必要となる組織の設計を行うものであり、一般には組織論などの範囲である。これらの個別要素を 1 つの社会技術システムとして束ねるための設計が、本図の中間層に位置する PSS 設計である。ここでは、どのような価値を、どのような製品とサービスの組み合わせにより創造するかといった技術的側面から見たシステム設計と、どのような主体のネットワークを構成しそれを実現するかといった社会的側面から見たシステム設計がなされる。

Joore らが主張するように、これら三層は独立のものではなく、各々の設計情報を関連付けることが本来必要である [Joore 2015]。しかしながら、現状、その方法は十分に議論されていないことから、今後の発展が期待される。

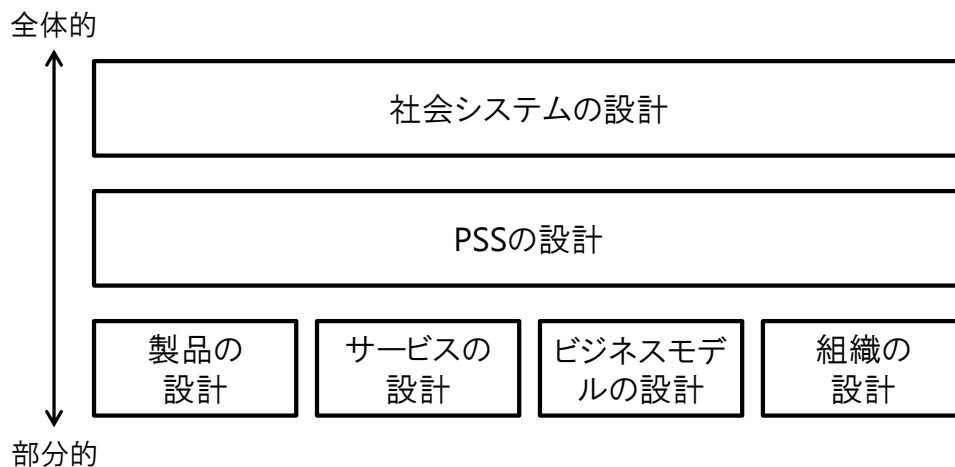


Figure 2-6 PSS 設計の境界

### 2.3.2 PSS 設計方法論に関する諸研究

欧州（特に、ドイツやデンマーク、スウェーデン、フランスなど）や日本では、2000年代前半から PSS の設計方法論が研究されてきた [Vasantha 2012]。これらの研究は、PSS の構造を設計するための手法やツール、プロセス等を提供するものである。現在のところ、実務での一般化には至っていないが、基礎研究や応用研究の段階として一定の成果を上げている [研究開発戦略センター 2015]。以下では、その代表的な研究を紹介する。

McAloone らの研究グループは、PSS を価値提案 (Value proposition)、ユーザの活動サイクル (User activity cycle)、提供物のライフサイクル (Offering life cycle)、エコシステム (Ecosystem) の 4 つの次元に分け、それぞれを相互に設計する方法論を提案している (Figure 2-7) [McAloone 2015]。各ブロックの設計は、分析 (Analyse)、目標設定 (Define)、コンセプト化 (Conceptualise)、評価 (Evaluate) の 4 つのステップに分かれ、それぞれを支援する手法 (Figure 2-7 中 A~K) が定められている。例えば、Ecosystem map (図中 B) は、PSS に携わる利害関係者のネットワークと、その間に流れる金銭、情報、製品、サービスなどを視覚的に表現するものである。User activity cycle (図中 C) は、顧客が提供物を使用する際の一連の活動を描き、各活動に関わるニーズを分析・抽出するためのツールである。各手法の具体的な用法や設計全体の手順は、一冊のガイドブックとしてまとめられている [Helle 2013]。

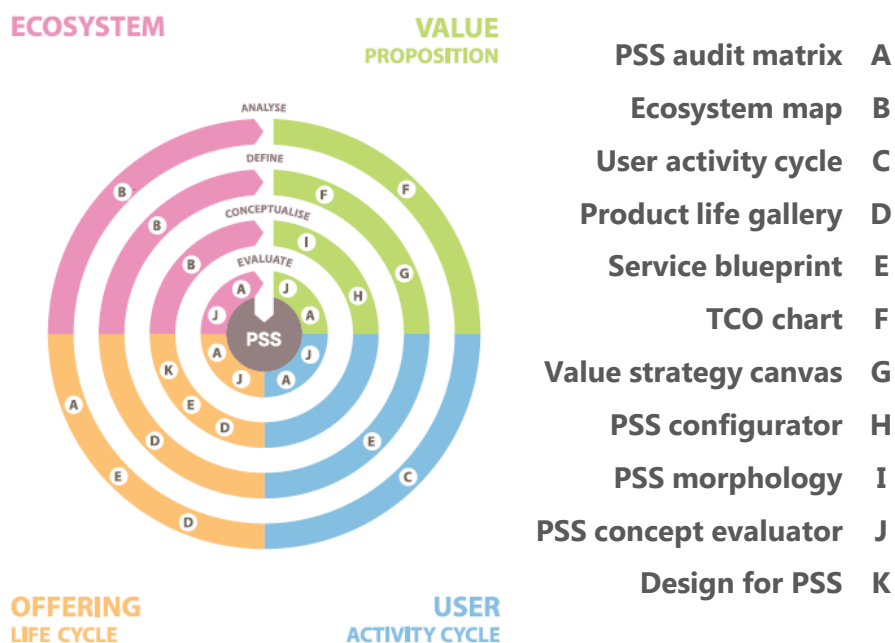
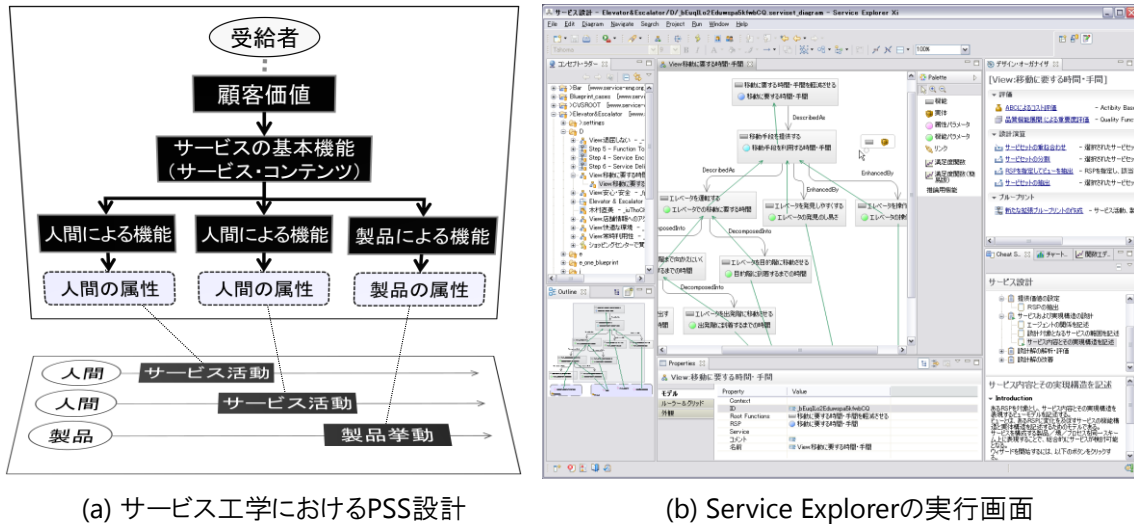


Figure 2-7 PSS 設計の支援手法のマップ [McAloone 2015]

下村らの研究グループは、サービスの工学的な理解とその設計方法論の構築を目指すサービス工学を推進している [下村 2005; 原 2008]。サービス工学では、サービスを「受給者が要求する価値を実現するモノ（物理的製品）とコト（行為的製品）の統合的実現手段の提供」と定義しており、PSS の設計研究の一つとして広く認識されている。サービス工学における PSS 設計手法は、顧客分析、機能設計、提供プロセス設計からなる [Shimomura 2009]。Figure 2-8(a)は、本手法の基本的な考え方を示す図である。本手法では、顧客の求める価値をパラメータとして表現し、このパラメータの望ましい変化を実現する PSS の構造を、機能と実体（人間や製品）、実体の属性により表現する。ここで記述した各実体が機能を実現するプロセスとして、人間のサービス活動や、物理的な製品挙動を、拡張サービスブループリントと呼ばれるモデルにより表現する。これにより、顧客にとって高い価値を実現する PSS の構造を設計可能としている。また、本研究では PSS 設計を支援するための計算機環境として、Service Explorer と呼ばれる CAD システムが開発されている。Figure 2-8(b)は、Service Explorer の実行画面であり、PSS 設計に関わる分析やモデリングを支援する機能が実装されている。



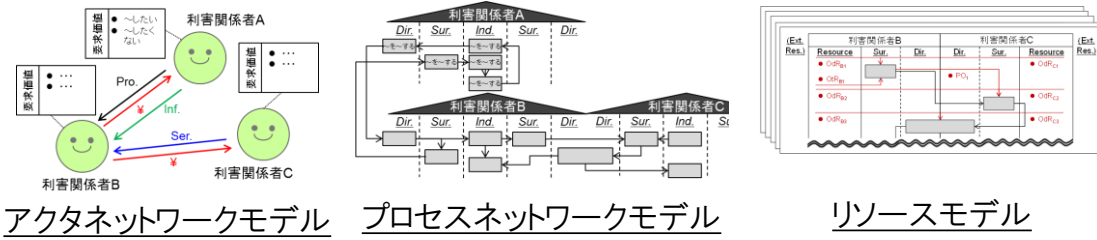


(a) サービス工学におけるPSS設計

(b) Service Explorerの実行画面

Figure 2-8 サービス工学研究 [下村 2005; 原 2008]

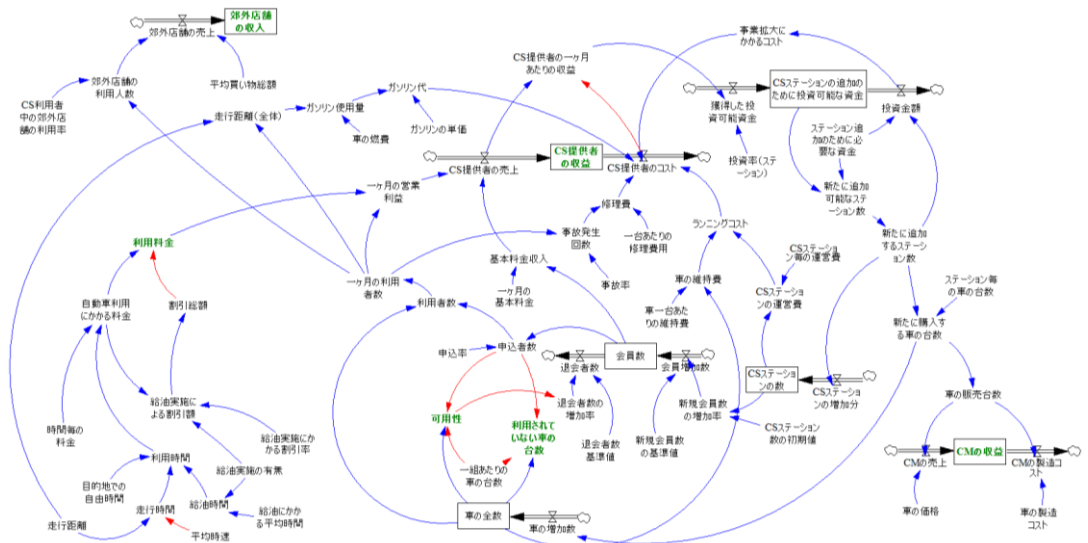
赤坂らは、PSS を多様な利害関係者からなるシステムと捉え、その合理的な設計を行うための方法論を展開している [赤坂 2014]。この方法論では、PSS の実現構造を、アクタネットワークモデル、プロセスネットワークモデル、リソースモデルの3つのモデルを用いて表現・設計する (Figure 2-9 上部)。そして、これらのモデルを、シミュレーションのためのモデル (Figure 2-9 中部) に変換し、シミュレーションを実施することで、各利害関係者が享受する価値を評価する。ここでのシミュレーション手法には、時間遅れの影響を表現・シミュレート可能なシステムダイナミクス [Sterman 2000] が採用されている。これにより、利害関係者間の短期的・長期的な相互作用を考慮したうえで、各利害関係者が享受する価値の継時的な変化を評価可能としている。Figure 2-9 下部に例示したようなシミュレーション結果から、各利害関係者の享受する価値が、時間経過とともに、どのように増減するかを読み取ることができる。設計者は、この結果をもとに改善案を導出し、それをモデルに反映したのち、再度シミュレーションを実施する。以上のモデリング、シミュレーション、改善からなる設計サイクルを繰り返し、段階的に設計解の質を高めることにより、多様な利害関係者が高い価値を享受可能な PSS を設計可能とする。



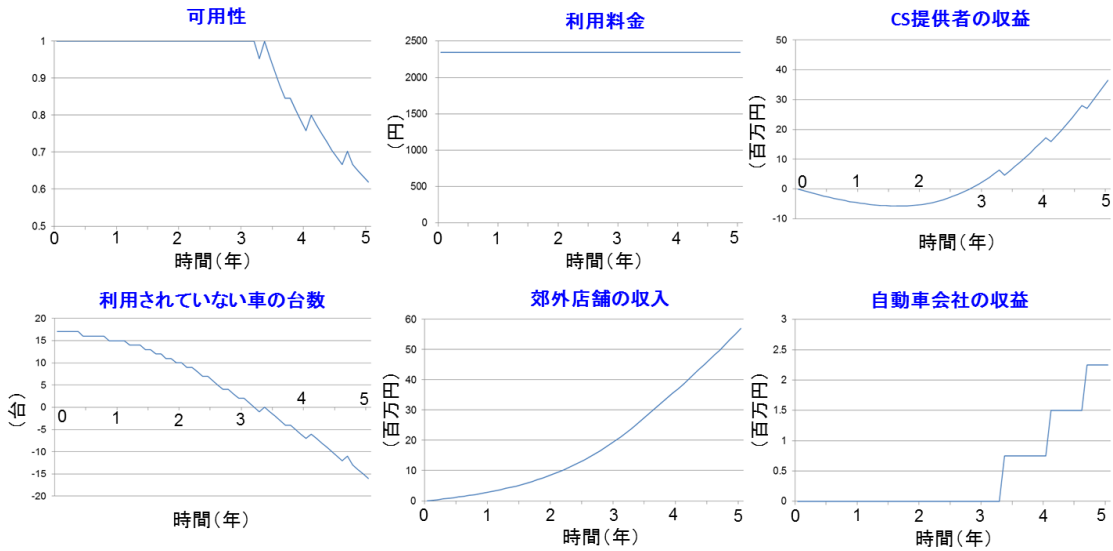
アクタネットワークモデル

プロセスネットワークモデル

リソースモデル



システムダイナミクスによるシミュレーションモデル



シミュレーション結果の例

Figure 2-9 PSS のモデリングとシミュレーション [赤坂 2014]

内平らは、実務的視点から、製造業においてモノを起点に PSS を設計するための手法 DFACE-SI を開発している [Uchihira 2008; 内平 2009]。DFACE-SI は、Figure 2-10 に示すように、サービスコンセプト明確化、サービススキーム設計・評価、移行・実現シナリオ作成、故障モード・リスク分析、洗練化・企画書作成の 5 ステップからなる。各ステップには、それを支援するテンプレートやツールが対応付けられている。本手法の独自性は、現状のスキームから設計した理想的なスキームへの移行・実現シナリオまでを設計対象としている点である。

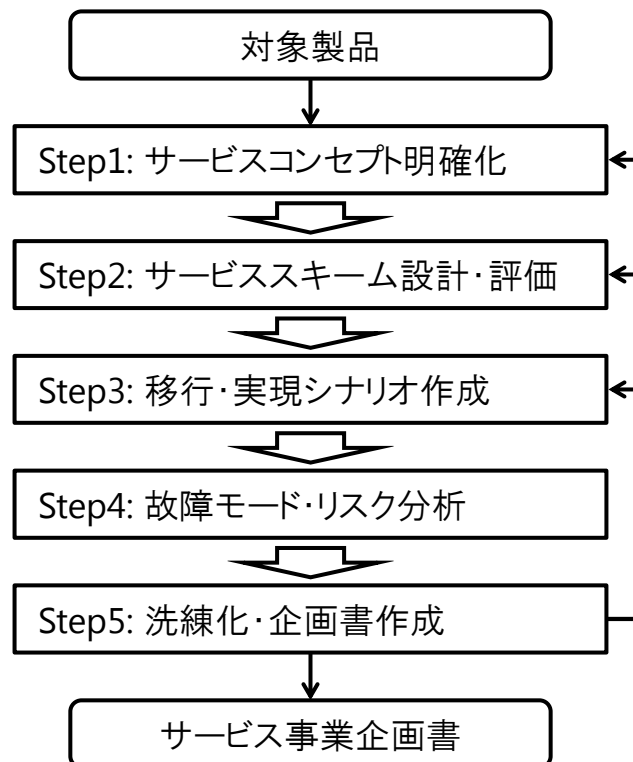


Figure 2-10 DFACE-SI の手順 [内平 2009]

### 2.3.3 先行研究における PSS 設計方法論の課題

本研究の目的を達成するためには、PSS の構造を「何に変えるか (What)」だけでなく、「どのように変えるか (How)」や「いつ変えるか (When)」の決定を支援可能とすることが必要である。本項では、この観点から、前項に示した既存の PSS 設計方法論の課題を整理する。Table 2-3 に、各 PSS 設計方法論において、これら 3 つの情報を扱うことが可能か否かをまとめる。

先行研究の多くは、時間軸を考慮しておらず、What, How, When の情報を全て扱うことができる研究は数少ない。例えば、McAloone らや下村の研究は、PSS の静的な構造を設計するためのものであり、Table 2-3 に示すように、どのような PSS を実現するかといった What の情報しか扱うことができない。時間軸を考慮する研究も一部存在するが、その対象範囲は限定的であり、具体的な設計方法論は展開されていない。例えば、赤坂らの手法では、シミュレーション段階において時間概念が考慮されている。しかしながら、各利害関係者が享受する価値の「値」について継時的な変化を評価することは可能であるが、価値を表現する「変数」自体は固定的に扱われている。そのため、時間経過とともに PSS の構造が変化することを十分に扱うことはできない。また内平らの手法は、現状から理想への移行・実現シナリオまでを設計対象とし、Table 2-3 に示すように How や What の情報を扱うが、その対象範囲は PSS を提供する組織構造のみと限定的であり、モデリング手法や設計プロセスも具体化されていない。

以上より、既存の PSS 設計方法論の課題は次のように整理できる。

- What の情報のみを扱うものがほとんどであり、How や When の情報を扱うことのできる方法論は少ない。
- How や When の情報を扱うことのできる方法論においても、例えば、製品やサービス自体の変化は扱われておらず、対象範囲が限定的である。

Table 2-3 既存の PSS 設計研究の特徴

先行研究	What の情報	How の情報	When の情報
[McAloone 2015]	○*	×	×
[下村 2005]	○	×	×
[赤坂 2014]	○	×	×
[内平 2009]	○	△	△

\*) ○：対象内，△：対象内だが限定的，×：対象外

## 2.4 時間軸を導入した設計研究

### 2.4.1 タイムアクシス・デザイン

従来の設計の関心は、モノを製造し顧客の手に渡るところまでであり、使用開始時に最高の性能を発揮できることが最大の設計目標であった。いわば、「時点」を中心とした設計のパラダイムである。これに対して、松岡は、設計における「時間軸」の重要性を主張し、タイムアクシス・デザインという新たなパラダイムを提唱している [松岡 2012]。タイムアクシス・デザインとは、人工物（モノやサービス）の時間軸を設計することにより、新たな価値を創造するための設計理論・方法論であるとともに思想でもある。タイムアクシス・デザインの狙いは、時間経過に伴って変化する人工物と場や使用環境の関係の適正化を図り続けることであり、これにより持続的に価値を実現することである。また、ここでの時間軸は、ショート（分・秒）、ミドル（日・時）、ロング（年・月）の3つのタイムスケールの全てを含むとされる。

タイムアクシス・デザインでは、以上のような思想が提唱されているが、新しい研究のコンセプトであるため、具体的かつ統合的な設計方法論の整備には至っていない。

### 2.4.2 タイムアクシス・デザインに関わる諸研究

上述の通り、タイムアクシス・デザインのための統合的な方法論の整備はなされていないが、その枠組みの中に位置づけられる設計研究がいくつか存在する。ここでは、そのうち「価値成長デザイン」「アップグレード設計」「シナリオ設計」の概要を紹介する。

#### (1) 価値成長デザイン

タイムアクシス・デザインを具現化する一手法として、松岡らは、価値成長デザインの研究を進めている [佐藤 2011; 松岡 2012]。価値成長デザインは、人工物の価値を時間経過に従って増加させることを目的とした設計コンセプトである。佐藤らは、人工物の価値とその時間変化の特徴を明確化し、価値変化のプロセスを表現したモデルを提案している [佐藤 2011]。Figure 2-11 に示すように、本モデルでは人工物の価値を、実用価値と精神価値の2つに大別する。そして、実用価値と精神価値の増減の傾向をもとに、購入時（図中の0時点）から廃棄・買い換え時までの価値変化のプロセスを、価値発見期、価値実感期、価値成長期、価値定着期、価値伝承期の5つに分類し、各期において有用になる視点を整理している。

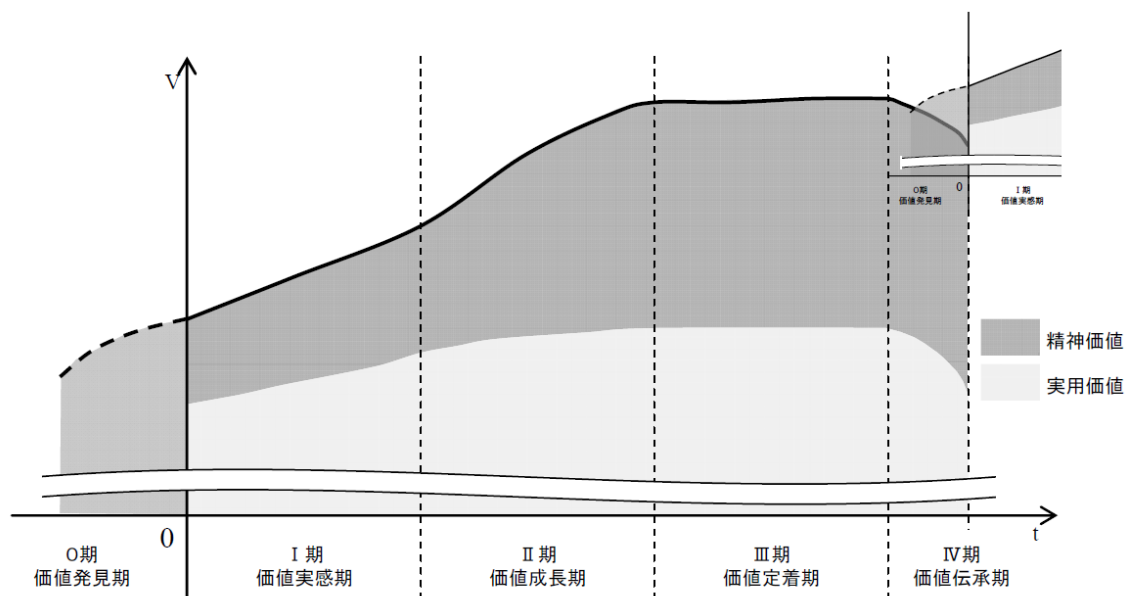


Figure 2-11 価値成長モデル [佐藤 2011]

戸田らは、この価値成長モデルをもとに、システムデザインの方法論を活用した設計手法を提案している [戸田 2015]. 本手法では、システムの設計空間を価値、意味、状態、属性の4つと、その外部にある場と考える。そして、各設計空間における要素間の関係性を、要素間関係図を用いて可視化しながら設計する。ここでの要素導出や詳細な設計には、システムデザインにおける汎用的なモデリング言語である SysML (System Modelling Language) が用いられる。この設計を、上記の価値成長モデルにおける5つの期ごとに行うことで、対象システムの中長期的な価値成長過程を設計可能としている。

## (2) アップグレード設計

製品設計分野では、製品の価値寿命の延長を実現するために、アップグレード設計の方法論が議論されている [梅田 2004; 下村 2006]. アップグレードとは、ユーザの要求が時間経過とともに高度化・変化することに着目し、製品の機能や性能を設計時点よりも高める操作のことを指す。アップグレード設計研究の目的は、長期的なアップグレードの計画を事前に策定し、最適な製品やその部品のモジュールを設計することにより、合理的に次世代、次々世代の製品を生み出すことにある (Figure 2-12). 本項の(1)に示した価値成長デザインのコンセプトと比較すると、価値を高めることよりも、いかに維持するかに焦点を当てた研究であると言える。

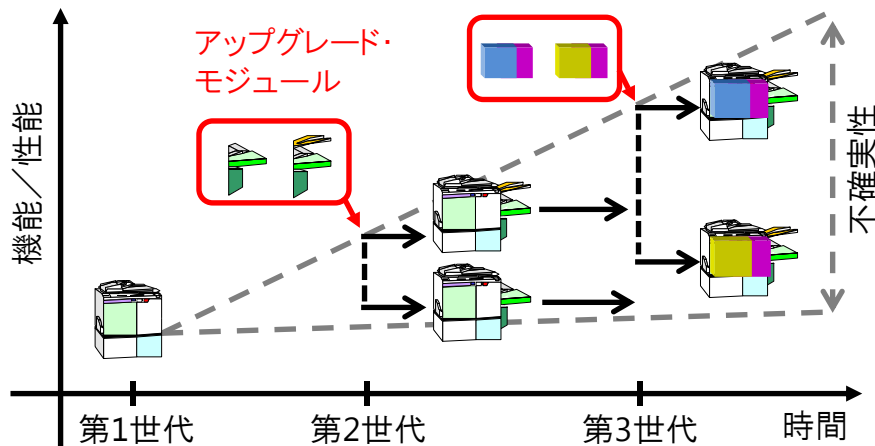


Figure 2-12 アップグレード設計 [梅田 2004]

アップグレードには、機能変更型とパラメータ型の二種がある。機能変更型は、機能の追加、交換、削除を含むものであり、比較的大規模な製品構造の変更を必要とする。パラメータ型は、求められる性能レベルの変化に追従するものであり、可変属性をもつ部品のチューニングや、より高い性能を発揮できる部品への交換により実現される。

アップグレード設計は、アップグレード計画を策定する段階と、アップグレード計画に基づき製品を設計する段階に大別される。前者では、消費者動向や技術開発動向などを考慮しながら、多世代に渡る製品の機能や性能、価格などを決定する。ここで計画された機能や性能には、不確実性の大小に基づく要求のレンジを設定する。後者では、アップグレード計画から、その計画を実現可能な製品と各世代におけるアップグレード・モジュール群を導出する。機能型かパラメータ型かといったアップグレードの種類により、計画の構成方法や設計解の導出方法は異なり、それぞれについて研究が進められている。ただし、アップグレード設計研究における主な関心は、設計が十分に進んだ詳細設計の段階であり、製品構造やアップグレード計画の最適化を行うことである。そのため、ユーザ要求や製品構造の表現には、パラメータや連立方程式など定量的なモデルが用いられる。

### (3) シナリオ設計

木下らは、(1)(2)で述べてきたようなシステムや製品の設計ではなく、「シナリオ」を設計するための方法論を提案している [木下 2009]。シナリオは、「将来に関する叙述的な記述と現在を一連の因果関係によって関係づけたもの」と定義され、国家戦略や事業戦略を立案する際の意思決定に用いられる [Kahn 1967]。シナリオの本質は、将来を

予言することではなく、起こりうる様々な将来を描くことで、それらに対する適切な戦略を決定し、不確実な将来に対応する準備を整えることにある。

一般的にシナリオは、定性的な文書作成と、シミュレーション等による定量的な評価により作成される。また、その作成手順は、フォアキャスト型とバックキャスト型に大別することができる [Bishop 2007]。Figure 2-13 に示すように、フォアキャスト型は、現在を始点として将来を探索する方法である。この方法は、現在の状況を外挿することにより将来を描くが、探索して得られる将来は現在の状況に基づくため、現在と全く異なる将来を描くことは困難であるとされる。他方、バックキャスト型は、最初に目標とするビジョンを描き、次にそれを実現する道筋を将来から現在に遡って記述する方法である。この方法は、現在の状況を前提としないドラスティックな変化を必要とする問題解決に有効であるとされる。

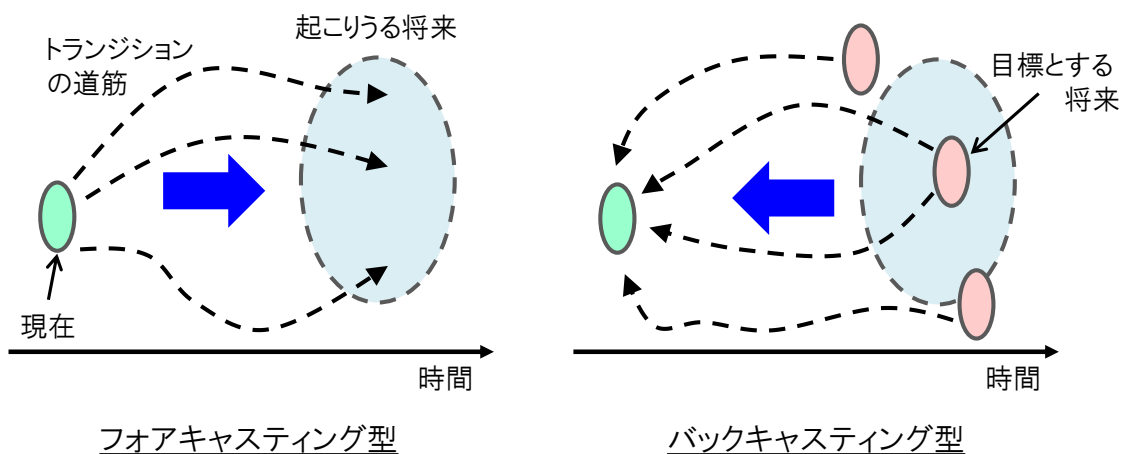


Figure 2-13 シナリオ作成の手順 ([和田 2011] をもとに作成)

木下らは、シナリオ作成における技術的な課題として、シナリオ文書の論理構造が明示化されていないこと、シナリオ文書とそのシミュレータが接続されていないこと等をあげ、設計学の立場から、シナリオ設計支援システムを開発している [木下 2009]。本システムには、シナリオの論理構造をモデル化・分析するツールや、シナリオのシミュレータが実装されている。また、本システムを活用して、フォアキャスト型およびバックキャスト型の手順のもと新たなシナリオを設計するプロセスや、それらを支援する手法が追加開発・実装されている [水野 2013; 和田 2011]。

Figure 2-14 には、シナリオの構造をモデル化した例を示す。本図に示すように、シナリオが複数のサブシナリオから構成されること (“consist\_of” のリンク) や、あるシナリオが、current state (現状)、transition path (移行過程)、end state (将来状態) などの部分要素を有すること (“part\_of” リンク) を表現することが可能である。これにより、



通常は文書として記述されるシナリオを、その論理構造を理解しやすいように表現可能とする。

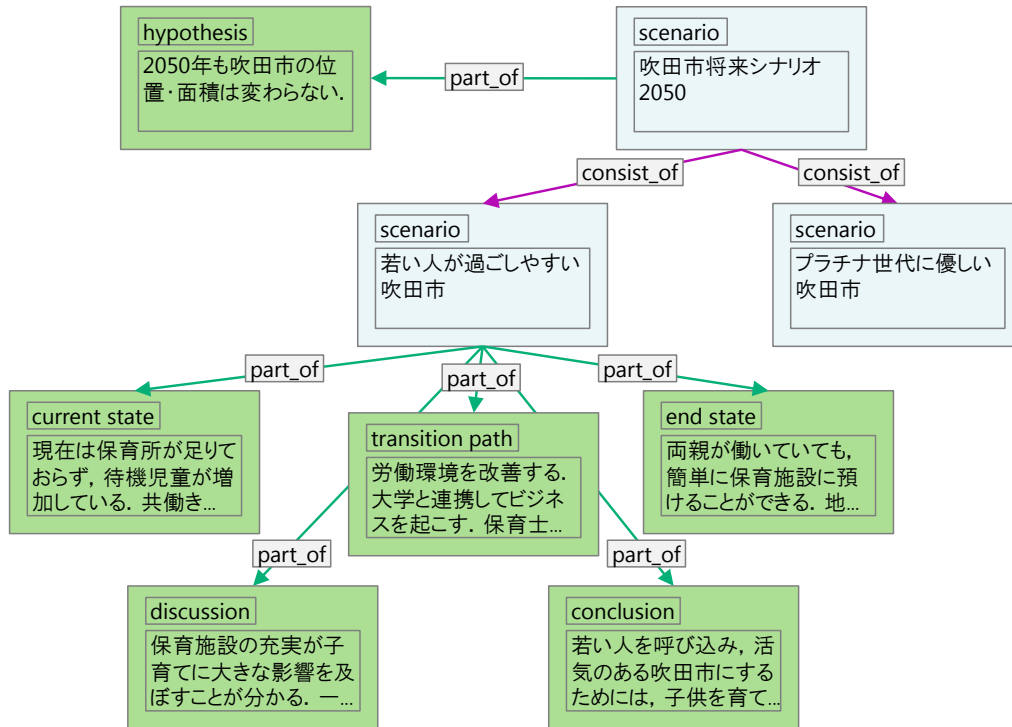


Figure 2-14 シナリオの構造を表現するモデル（[水野 2013] をもとに作成）

### 2.4.3 時間軸を導入した設計方法論の課題

本研究は、PSS の設計に時間軸を導入することから、前項に示した研究の知見は、参考になると考えられる。本項では、第 2.3.3 項と同様の What, How, When の情報を扱えるかという観点に加え、どのような設計プロセスかという観点から先行研究の特徴を述べ、その課題を明らかにする。Table 2-4 に、先行研究の特徴をまとめる。

まず、第 2.4.2 項(1)に述べた価値成長デザインは、人工物における価値が時間の経過に従い増加することを目的とする点で、本研究の目的と類似する。戸田らの先行研究[戸田 2015] では、価値、意味、状態、属性の 4 つと、その外部にある場について、その変化の過程を設計する。しかしながら、ここでのモデル化の対象は、What の情報が主である。When の情報として、価値成長モデルに定められる 5 つの期が設定されるが、いつまでにそれを実現するかといった具体的な情報を扱うことはない。また、設計プロセスについても、具体的なものは定められていない。

第 2.4.2 項(2)に述べたアップグレード設計は、陳腐化する人工物の価値を、部品やモジュールの交換・調整による機能変更やパラメータ変更により維持することを目的とする。PSS の構造変化においても、アップグレードの考え方は重要になる。アップグレード計画を構成する際には、要求、機能、製品構造を、それぞれ数値的に表現するモデリング手法が用いられる。しかしながら、本モデリング手法は、定量的に扱うことのできる情報しか記述できないことに加え、How や When の情報を記述できないという欠点がある。また、設計プロセスとしては、現在から将来を予測する外挿的なプロセスが用いられる。しかしながら、外挿的なプロセスは、現在と全く異なる将来を描くことは困難であり、第 1.1.4 項(1)に述べたような「現状の事業ありきになってしまう」という問題に陥りやすいという特徴がある。

第 2.4.2 項(3)で述べたシナリオ設計は、実現目標とそれに至る道筋を設計する点で、本研究と類似した研究である。シナリオの構造を表現するモデルでは、現状、移行過程、将来状態をそれぞれ記述することが可能である。これらは、What と How の情報に該当する。一方で、本モデリングの目的は、あくまで論理構造を明確化することであるため、Figure 2-14 に示したように、What や How の要素や要素間の関係を具体的にモデル化するには不向きという欠点がある。設計プロセスとしては、外挿的なフォアキャスト型に加え、内挿的であり現状を前提としないバックキャスト型のプロセスが提案されており、その点で参考になると考えられる。ただし、方法論において用いるモデリング手法が異なれば、具体的な設計プロセスも異なるため、本プロセスをそのまま適用することは困難である。

以上をまとめると、タイム軸・デザインに関わる先行研究には、以下のような課題がある。

- What, How, When の情報を統合的に扱うことができ、PSS の構造変化を設計するうえで、そのまま適用可能な方法論はない。
- シナリオ設計における設計プロセスは参考になるが、方法論において用いるモデリング手法が異なれば、具体的な設計プロセスも異なるため、本プロセスをそのまま適用することは困難である。

Table 2-4 タイム軸・デザインに関わる先行研究の特徴

先行研究	What の情報	How の情報	When の情報	設計プロセス
価値成長デザイン	○*	×	△	×
アップグレード設計	△	×	×	△
シナリオ設計	△	△	×	○

\*) ○：対象内，△：対象内だが限定的，×：対象外

## 2.5 本研究の位置づけ

### 2.5.1 先行研究と比較した本研究の位置づけ

本項では、第 2.3 節で述べた PSS 設計研究、第 2.4 節で述べたタイム軸・デザインに関する研究について、本研究の目的と照合したうえで課題を述べ、本研究の位置づけを明確化する。

本研究の目的は、「長期的な視座のもと高い価値を持続的に実現する PSS の構造変化を設計するための方法論を構築する」ことであった。第 2.4.1 項に述べたタイム軸・デザインの思想は、設計に時間軸を導入することである。その意味で、本研究の基本的な位置づけは、PSS 設計にタイム軸・デザインの思想を持ち込むものであると言える。Figure 2-15 は、既存の設計方法論と、本研究で提案する設計方法論の位置づけの差異を図式化したものである。縦軸は、第 2.3.1 項で示した三層と対応しており、設計領域の差異を表す。また横軸は、時間軸の視点の有無を表す。本図に示すように、本研究は、第 2.3.2 項および第 2.4.2 項に述べた先行研究とは、基本的な位置づけが異なる。

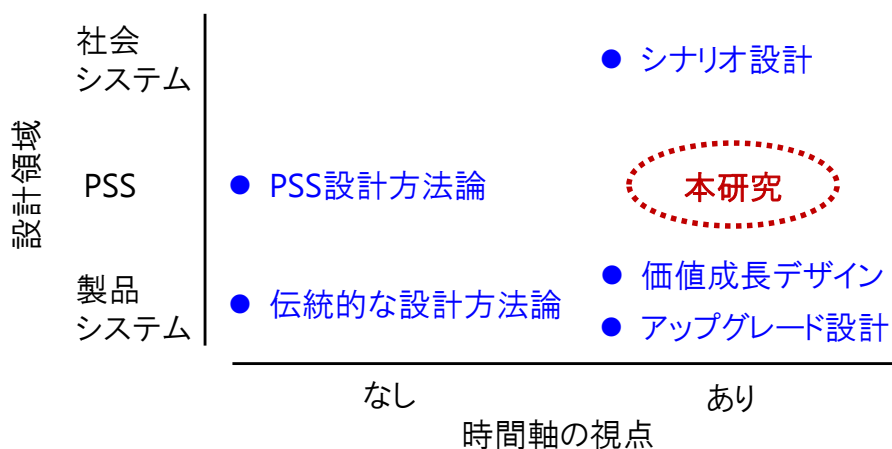


Figure 2-15 提案する方法論の位置づけ

第 2.3.3 項に述べたように、既存の PSS 設計方法論には以下の 2 つの課題がある。

- What の情報のみを扱うものがほとんどであり、How や When の情報を扱うことのできる方法論は少ない。
- How や When の情報を扱うことのできる方法論においても、例えば、製品やサービスの変化は扱われておらず、対象範囲が限定的である。

それゆえ、特に **What** の情報として何を扱うかや、それをどのように扱うかといった点で、既存の PSS 設計方法論は参考になるものの、これを直接用いて本研究の目的を達成することは困難である。

また、第 2.4.2 に述べた価値成長デザインやアップグレード設計、シナリオ設計といったタイム軸・デザインに関する先行研究は、非常に示唆に富むものである。一方で、第 2.4.3 項で述べたように、これらの先行研究には、以下の課題がある。

- **What, How, When** の情報を統合的に扱うことができ、PSS の構造変化を設計するうえで、そのまま適用可能な方法論はない。
- シナリオ設計における設計プロセスは参考になるが、方法論において用いるモデリング手法が異なれば、具体的な設計プロセスも異なるため、本プロセスをそのまま適用することは困難である。

そのため、価値成長やアップグレードといった理念や、バックキャスト型設計プロセスなど、一部参考にすべきものはあるが、本研究の目的を達成するためには、新たな設計方法論が必要となる。

以上より、本研究の位置づけは以下のように整理できる。

- 本研究の基本的な位置づけは、PSS 設計にタイム軸・デザインの思想を持ち込むものである。
- PSS 設計方法論やタイム軸・デザインに関する設計方法論といった先行研究とは関心が異なり、これらを直接適用することは困難である。そのため、本研究では、先行研究を参考に、新たな設計方法論を構築する。

### 2.5.2 提案する設計方法論の概要

前項では、本研究の位置づけを明確化し、新たな設計方法論を構築することを述べた。ここでは、まず「設計およびその方法論とは何か」から論じ、本研究で提案する設計方法論の概要を述べる。

設計は、「設計要求を実現する人工物に関する情報を段階的に詳細化していく過程」と定義され、Figure 2-16 に示すような入出力により表現できる [吉川 2000]。また、設計を実行するためには、次の 2 つの知識が必要である。

- (a) 設計対象知識：設計対象物そのものに関する知識，設計対象のモデルの表現，生成，変更，利用に関する知識
- (b) 設計過程知識：設計の進め方に関する知識

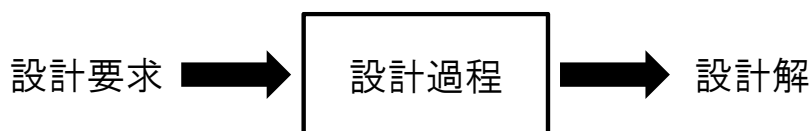


Figure 2-16 設計の表現 [吉川 2000]

本研究は、長期的な視座のもと高い価値を持続的に実現するための PSS の構造変化を設計するための方法論を構築するものであった。すなわち、本研究は「高い価値を持続的に実現する」ことを設計要求として、「PSS の構造とその変化」をある種の人工物と見做し、その情報を段階的に詳細化する方法を論じるものである (Figure 2-17 上部)。方法論の構築にあたっては、上記(a)の知識に対応する設計対象モデリング手法と、(b)の知識に対応する設計プロセスをそれぞれ規定する (Figure 2-17 下部)。これにより、長期的な PSS の構造変化を設計する行為を支援するための 1 つの知識体系として設計方法論を構築する。

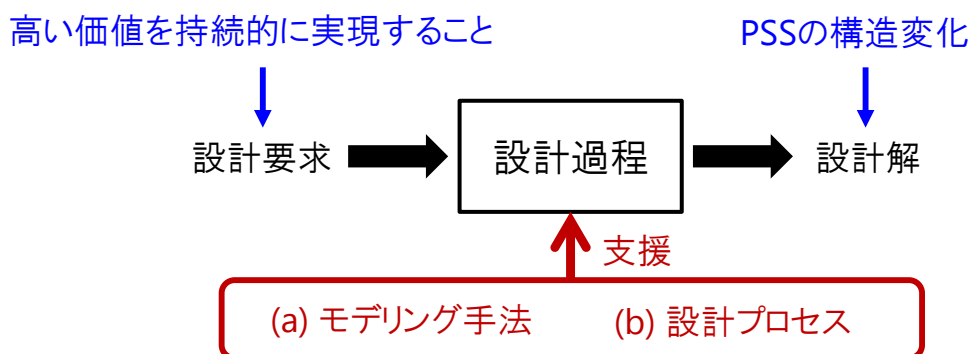


Figure 2-17 提案する設計方法論の概要

以下では、提案する設計方法論における設計対象，モデリング手法と設計プロセス，対象とするフェーズについて詳述する。

#### (1) 提案する設計方法論における設計対象の概要

本研究における設計対象は「PSS の構造とその変化」である。Figure 2-18 は、本研究の設計対象を表す概要図である。本図の赤線部に示すように、PSS の構造変化に関する

将来像 (What), それに至る道筋・手段 (How), そしてそれらの時間軸との対応 (When) の情報を詳細化することが目標となる。

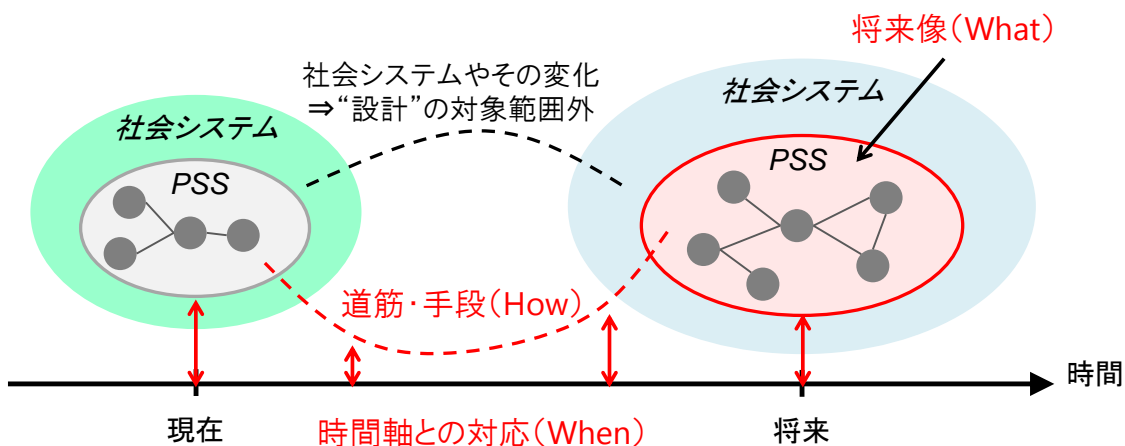


Figure 2-18 本研究の設計対象の概要図

先に述べた通り、PSS の構造とは「価値の実現手段」のことを指し、価値を創造するための製品とサービスの統合物としての技術的システムと、主体のネットワークにより構成される社会的システムとしての両側面を含む。この点で、単なる製品システムや、より俯瞰的な社会システムの構造とは異なる。また、本研究における PSS の定義に基づけば、設計要求である「高い価値を持続的に実現する」ためには、コンテキストとその時間変化を考慮したうえで、PSS の構造変化を設計することが不可欠である。すなわち、コンテキストもまた、価値の実現手段の一端を担うと考えられる。そこで、本研究では、コンテキストを設計対象である「PSS の構造」の一部と考える。コンテキストは、PSS が埋め込まれる社会システムの影響のもと形成されるが、これを PSS に関わる主体が設計することが困難である。そのため、Figure 2-18 に示すように、PSS が埋め込まれる社会システムやその変化は“設計”対象の範囲外し、提案する方法論においては分析対象としてのみ扱うこととする。

さらに本研究では、上記の「PSS の構造」の時間変化を扱うために、設計対象に時間軸を導入する。具体的には、設計対象として PSS の構造に関して「何に変えるか (What)」「どのように変えるか (How)」「いつ変えるか (When)」の3つの情報を扱うこととする。Figure 2-18 に示したように、What は、将来や中間時点における PSS の構造を指し、How は、現在から将来に至るまでの PSS の構造変化を実現するための具体的な道筋や手段を指す。When は、What や How の時間軸との対応を意味する。ここでは、必ずしも、1つの製品や1人の顧客に対する PSS の構造変化を設計対象とするのではなく、変化の過程で製品自体が変わる、あるいは顧客が変わるなど、様々なパターンの変化を扱うことを想定する。

以上を総合すると、本研究における設計対象は、以下のように整理できる。ただし、設計対象に含まれる具体的な設計概念やそれらの関係は、第 3 章にて詳しく述べる。

- 本研究の設計対象は「PSS の構造とその変化」である。
- PSS の構造は、価値の実現手段のことを指し、製品とサービスの統合物としての技術的システムと、主体のネットワークにより構成される社会的システムを指す。本研究では、これらに加えてコンテキストをその一部と考える。
- ただし PSS が埋め込まれる社会システムやその変化は設計対象の範囲外とし、提案する方法論においては分析対象としてのみ扱う。
- PSS の構造変化を扱うために、PSS の構造を「何に変えるか (What)」「どのように変えるか (How)」「いつ変えるか (When)」といった 3 つの情報を扱う。

## (2) 提案する設計方法論におけるモデリング手法と設計プロセスの概要

設計対象モデルとは、「設計対象の全部または一部の情報を特定の関心に従って抽出し、正しく表現したもの」である [吉川 2000]。モデルは、設計者が設計を進めるうえでの作業空間として用いられ、設計解に関する情報の伝達手段としても重要な役割を担う。本研究では、本項の(1)に述べた設計対象をモデル化するための手法を構築する。本手法では、ある時点における PSS の構造を表現する What のモデルと、その変化の具体的な道筋や手段を表現する How のモデルの 2 つのモデルを構築する。また、これらのモデルには、When の情報を埋め込み、時間軸を介して 2 つのモデルを関連付ける。これにより、本項(1)に示した What, How, When に関する情報を統合的に扱うことが可能とする。本モデリング手法の詳細は、第 4 章で説明する。

設計プロセスとは、「設計の手順を整理したもの」を指す。本研究では、上記の 2 つの設計対象モデルを用いて設計を進めるための手順を整理する。提案する設計プロセスは、Figure 2-19 に番号付けしたように、まず将来の実現目標となる What の情報を決定し、それを実現するための How を決定する内挿的なプロセスを基本とする。ここで When の情報は、本プロセスの中で随時決定する。提案する設計プロセスの詳細は、第 5 章にて説明する。

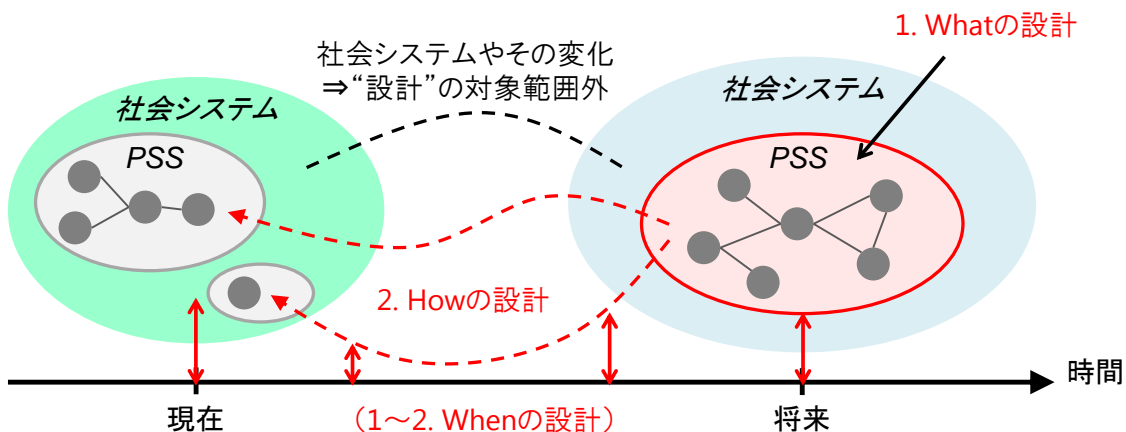


Figure 2-19 本研究における内挿的な設計プロセス

(3) 提案する設計方法論の対象フェーズ

一般に、事業計画は継続的に改善をすることが望ましいとされる。そのための代表的な考え方は、PDCA サイクルである。PDCA サイクルは、事業計画を作成する「計画 (Plan)」, 計画を実施する「実行 (Do)」, 実施結果が計画に沿っているかを確認する「評価 (Check)」, 実施が計画に沿っていない箇所を特定し処置を施す「改善 (Action)」の4つのステップからなり、これらのステップをサイクリックに繰り返すことで、段階的に改善を実施する (Figure 2-20)。

本研究で提案する設計方法論は、ここでの「計画」段階を支援するものである。そのため、その後の実行、評価、改善段階に関しては、提案する設計方法論の範囲に含まない。ただし、第 1.1.4 節で述べたように、計画を実行する過程で、当初予定していなかった事象や、事後創発的な発見があれば、それを踏まえて計画フェーズに戻り、再設計を行うことが重要であることを改めて強調しておきたい。

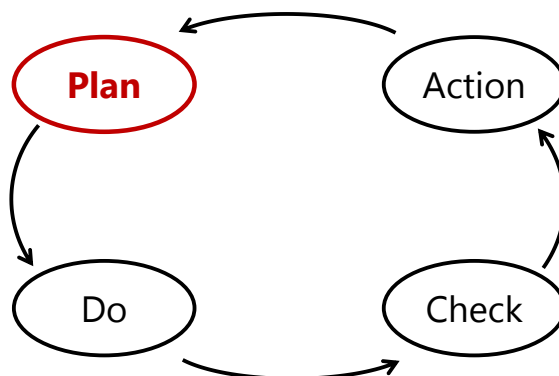


Figure 2-20 事業計画の継続的改善



設計は、Figure 2-21 に示すように概念設計、基本設計、詳細設計の 3 つのフェーズからなる [吉川 2000]。Figure 2-21 の中段に製品設計の例を示す。概念設計では、設計要求を充足する機能とその実現方法である設計解を探索し、これらを定性的に決定する。基本設計では、その設計解に対して定量的な検討を行い、要求を充足する設計パラメータを最適化する。詳細設計では、製品を構成する部品の寸法や形状を設計する。これを本研究の対象に当てはめた結果を Figure 2-21 の下段に示す。本研究では、そのうち「概念設計」に相当するフェーズを対象にその方法論を議論するものである。すなわち、本研究は、設計要求である「高い価値を持続的に実現すること」を充足するような PSS の構造変化の計画を定性的に検討するものである。これは、本フェーズが設計の起点であり、ここで得られる解が、その後の設計に大きく影響を与えることによる。

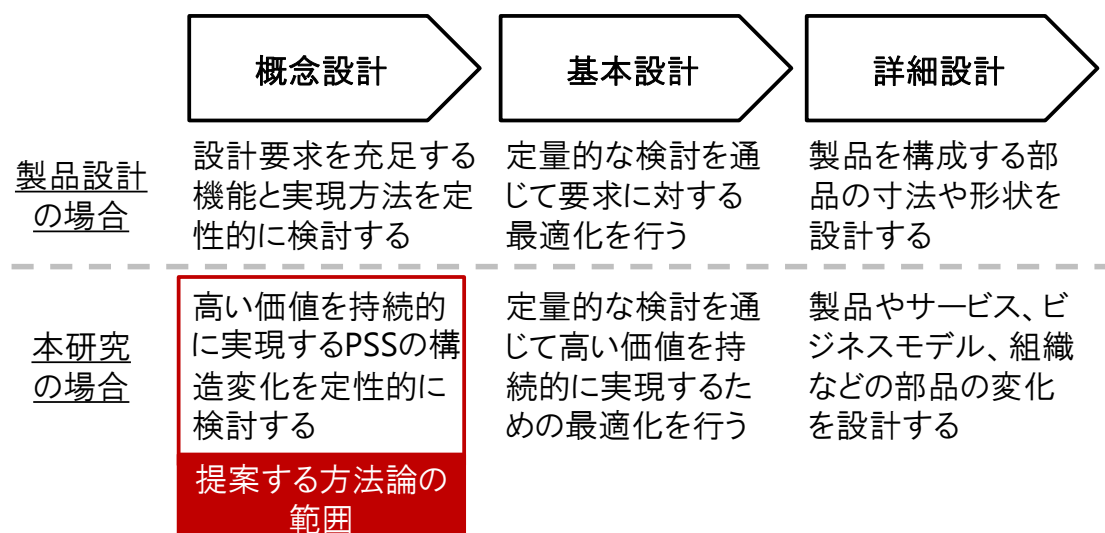


Figure 2-21 設計のフェーズ

以上(1)~(3)の議論を整理すると、提案する設計方法論の特徴は以下のようにまとめられる。

- 「高い価値を持続的に実現すること」を設計要求とし、PSS の構造を「何に変えるか (What)」「どのように変えるか (How)」「いつ変えるか (When)」の情報を決定するための定性的なモデリング手法と設計プロセスを提供する。
- PSS の構造は、価値の実現手段のことを指すが、本研究では、これらに加えてコンテキストをその一部と考える。
- PDCA サイクルにおける「計画 (Plan)」段階を対象とするが、実行・評価を通じて、継続的に改善を行うことが重要であるという立場をとる。

## 2.6 おわりに

本章では、本研究で採用する PSS の定義と、提案する設計方法論の概要を示し、先行研究との比較のもと、本研究の位置づけを明らかにした。

第2節では、既存の PSS の定義は、システムという用語に対する(1)製品とサービスの統合物としての解釈と(2)製品とサービスの統合物を提供するための社会技術システムとしての解釈による2つの方向性があることを述べた。また、PSS に強く関連する研究であるサービス・ドミナント・ロジックとの対比を行った。そして、PSS と文脈価値をそれぞれ

*PSS とは、製品とサービスの統合により高い価値を実現することを目的として設計された社会技術システムである。ただし、ここでの価値は、製品自体に埋め込まれる交換価値だけでなく文脈価値を重視する。*

*文脈価値とは、ある主体が、その時点のコンテキストに従って知覚する主観的かつ状況的な価値のことを指す。*

と定義した。

第3節では、PSS の構造とその設計に関する境界を明らかにするとともに、先行研究における代表的な PSS の設計方法論についてレビューした。その後、既存の PSS 設計方法論の課題を整理した。

第4節では、設計に時間軸を導入する設計理論・方法論であるタイムアクシス・デザインについて述べた。それを具現化する方法論として、価値成長デザイン、アップグレード設計、シナリオ設計について解説したのち、これら課題を整理した。

第5節では、本研究の位置づけを明確化したうえで、新たな設計方法論を構築する必要があることを述べた。そして、提案する設計方法論の概要について述べた。そこでのポイントは、以下の3点であった。

- 「高い価値を持続的に実現すること」を設計要求とし、PSS の構造を「何に変えるか (What)」「どのように変えるか (How)」「いつ変えるか (When)」の情報を決定するための定性的なモデリング手法と設計プロセスを提供する.
- PSS の構造は、価値の実現手段のことを指すが、本研究では、これらに加えてコンテキストをその一部と考える.
- PDCA サイクルにおける「計画 (Plan)」段階を対象とするが、実行・評価を通じて、継続的に改善を行うことが重要であるという立場をとる.

以降の章では、PSS の構造とその変化に関わる設計概念を明らかにし (第 3 章)、PSS の構造変化に関する設計対象モデリング手法 (第 4 章) と設計プロセス (第 5 章) について、その詳細を論じる.



# 第3章 コンテキストを中心とした PSS の概念モデル

---

3.1 はじめに .....	50
3.2 本研究における PSS 概念モデルの要件 .....	51
3.3 先行研究とアプローチ .....	52
3.3.1 PSS に関連する概念モデル .....	52
3.3.2 先行研究の課題 .....	55
3.3.3 本研究のアプローチ .....	56
3.4 コンテキストの定義 .....	57
3.4.1 コンテキストに関する先行研究 .....	57
3.4.2 言語学におけるコンテキスト .....	57
3.4.3 経営学におけるコンテキスト .....	58
3.4.4 情報学研究におけるコンテキスト .....	59
3.4.5 本研究におけるコンテキスト .....	60
3.5 PSS における文脈価値の共創モデル .....	63
3.6 PSS 設計のモデル .....	67
3.7 提案モデルに関する考察 .....	71
3.7.1 コンテキスト概念に関する考察 .....	71
3.7.2 提案モデルの有効性 .....	74
3.7.3 提案モデルと関連研究の比較 .....	76
3.8 おわりに .....	77

---

## 3.1 はじめに

本章では、コンテキスト概念を中心とした PSS の概念モデルを提案する。これにより、PSS の構造とその変化に関わる設計概念や概念間の関係を整理し、提案する設計方法論の理論的枠組みを構成する。本章では、既存の PSS の概念モデルについて述べ、課題を指摘したのち、本研究で提案する PSS の概念モデルの詳細を述べる。

## 3.2 本研究における PSS 概念モデルの要件

本章では、提案する設計方法論の理論的な枠組みを整理するために、設計対象としての PSS を理解するための概念モデルを提案する。本研究では、PSS と文脈価値を

*PSS とは、製品とサービスの統合により高い価値を実現することを目的として設計された社会技術システムである。ただし、ここでの価値は、製品自体に埋め込まれる交換価値だけでなく文脈価値を重視する。*

*文脈価値とは、ある主体が、その時点のコンテキストに従って知覚する主観的かつ状況的な価値のことを指す。*

と定義した。本定義と本研究の目的および対象に基づけば、提案する概念モデルに求められる要件は、以下のように整理できる。

- 「コンテキストとは何か」や「コンテキストと PSS はどのように関係するか」を表現し説明することが可能である。
- 文脈価値の定義に従った価値知覚のメカニズムを形式的に表現し説明することが可能である。
- どのようにして価値の変化が生じるかを表現し説明することができる。
- PSS の構造変化を設計するための方法論を構築するうえで、その中核を担う設計対象モデリング手法の中で取り扱うべき設計概念を規定することができる。

## 3.3 先行研究とアプローチ

### 3.3.1 PSS に関連する概念モデル

PSS の研究分野では、第 2.2 節に示したように、Tukker (Figure 2-1) や Meier (Figure 2-4) が PSS の概念的なモデルを提案している。Tukker のモデルは、旧来の製造業ビジネスと PSS 型ビジネスの差異を明らかにすることを目的とするものであり、Meier のモデルは、PSS が単なる製品とサービスの統合体ではないことを主張するものである。これらのモデルは、PSS の特徴を理解するうえでは有用であるが、設計対象としてどのような概念を扱うべきかが具体化されたものではない。そこで以下では、より具体的なモデルを提案している研究について概観する。これらの研究は、必ずしも直接的に PSS を表現するものではないが、広義のサービスや人工物研究の立場から、価値の実現や共創のメカニズムをモデル化するものであり、本研究における PSS とも密接な関係をもつ。

下村らは、サービス工学研究における基礎として、Figure 3-1 に示すモデルを提案している [下村 2005]。本モデルは、サービスを「提供者が、対価を伴って受給者が望む状態変化を引き起こす行為」と定義し、提供者と受給者間のやりとりとしてサービスを表現するものである。この状態変化により受給者の満足度が高まることで、価値が実現されると考える。またサービスの構成要素は、コンテンツとチャンネルにより捉えられる。コンテンツは価値の実現に直接的に作用する構成要素であり、チャンネルはその伝達・増幅手段にあたる構成要素である。サービス工学では、本モデルをもとに、状態パラメータとコンテンツやチャンネルの設計パラメータを紐付けながらサービスの実現構造を設計するための設計対象モデリング手法が提案されている。

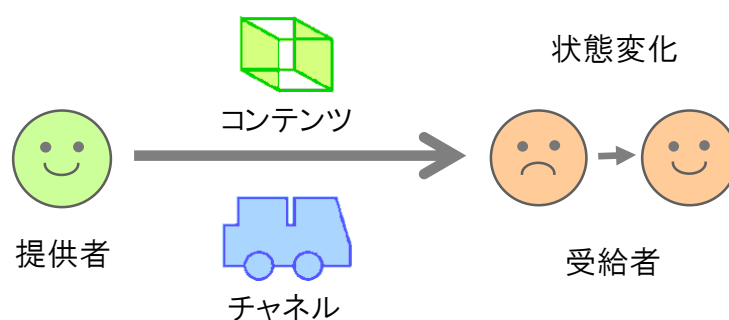


Figure 3-1 サービス工学におけるモデル [下村 2005]



上田らは、人工物（製品とサービスの双方を含む）の価値創成の在り様を、Figure 3-2 に示すような類型によりモデル化している [上田 2007; 上田 2014]。このモデルは、提供者、受給者、人工物の3者とそれらが置かれる環境の構成要素からなり、構成要素間のインタラクションでどのように価値を創出するかにより、以下の3つのクラスに価値創成の形式を分類している。

- クラスⅠ：提供型価値

人工物の提供者と受給者の価値が独立に明示でき、かつ環境が事前に確定できる。モデルは閉じたシステムとして完全記述が可能。最適解探索が課題。

- クラスⅡ：適応型価値

提供者と受給者の価値は明示化できるが、環境が変動し予測困難である。モデルは環境に開いたシステム。環境変動への適応的戦略が課題。

- クラスⅢ：共創型価値

提供者と受給者の価値が独立に明示できず、前者が後者の価値を事前に確定できない。両者が強く相互作用し分離できない。主体が対象系に参入するシステム。価値共創が課題。

上田は、大量生産型製品は典型的なクラスⅠに該当し、サービスではクラスⅢの価値共創が本質になると述べている。サービスにおいて、プロセスとプロダクトが分離できないことから、提供者と受給者が分離して価値を生成することはない。さらに、環境やサービスそれ自体も、サービスの場で構成されることから、設計者も内部化されるといふ特徴があるとしている。

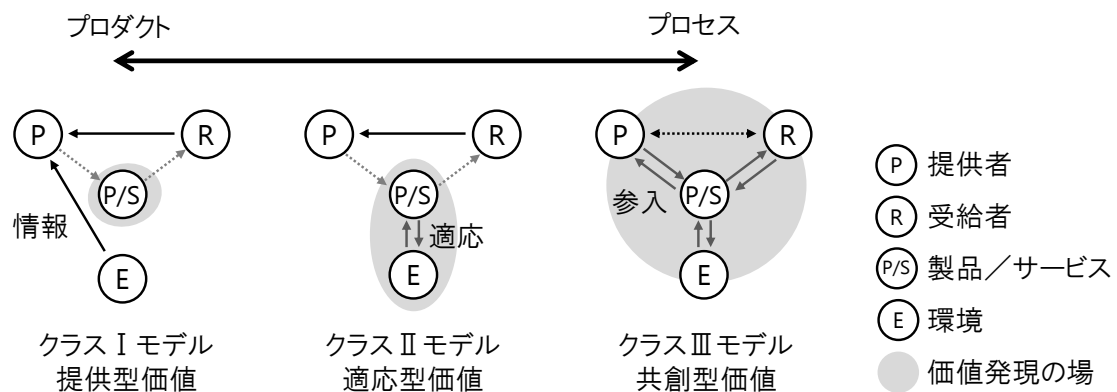


Figure 3-2 価値創成のクラスモデル ([上田 2007] をもとに作成)

中島らは、サービスを「システムの提供と利用のこと」と定義し、生成、分析、創記のループ構造を基本とする FNS ダイアグラム [中島 2008] を用いて、そのモデル化を試みている (Figure 3-3) [中島 2014]. 本モデルは、プロバイダのループとユーザのループからなる2つのループにより構成され、両者は実体世界でのみ相互作用をもつ。プロバイダはサービスを生成し、ユーザはその使用法を生成する。プロバイダは、ユーザの利用を分析し、提供するサービスの改善を行い、生成に戻る。他方、ユーザも提供されたサービスを分析し、自身の使用法の修正や、新しい使用法の考案を行い、生成に戻る。ここで、プロバイダが意図したサービスとユーザが知覚したサービスが異なる可能性があるため、本モデルでは、それぞれを陽サービス、陰サービスと呼称する。潜在的機能は、プロバイダが生成したサービスが環境と相互作用することにより生まれる機能である。プロバイダが意図していたものは陽サービスと呼ばれるが、それ以外の部分が潜在的機能である。上記のようなプロバイダとユーザの各々が認識するサービスのズレと環境との相互作用の総体として価値共創が起こるとしている。

中島らのモデルは、上田らのモデルのうちクラスⅢに対応するとされる [中島 2014; 上田 2014]. 一方で、プロバイダとユーザの相互作用によってサービスが変化するプロセスを、生成、分析、創記のループ構造により明示的に表現している点が特徴的である。

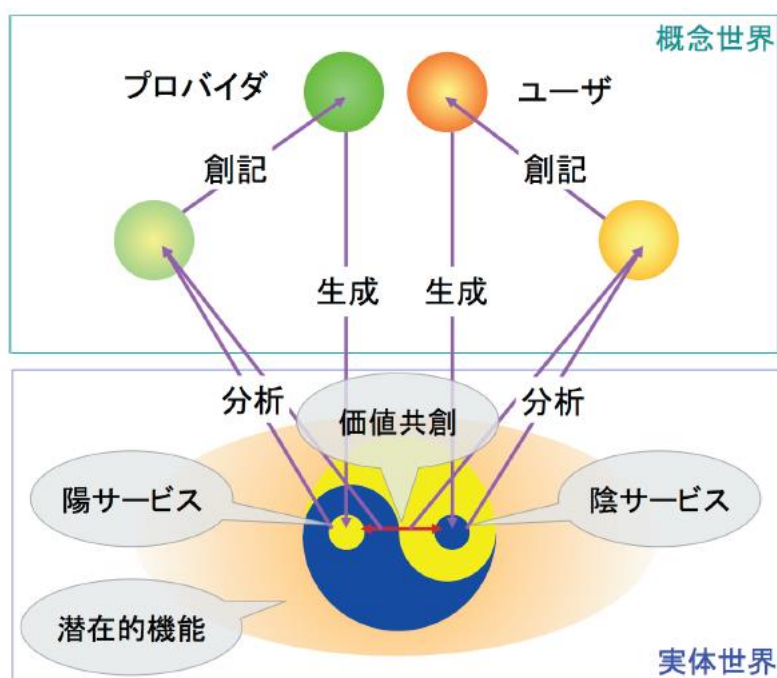


Figure 3-3 FNS ダイアグラムによるサービスモデル [中島 2014]

### 3.3.2 先行研究の課題

これまでに、先行研究における PSS や人工物、サービスの概念モデルについて概観した。本項では、本研究における PSS の定義のもと、これらのモデルの課題を整理する。その後、本研究のアプローチについて述べる。

前項でも述べたように、PSS 研究分野において提案されているモデルは、PSS の特徴を理解するうえでは有用である。しかしながら、設計対象としてどのような概念を扱うべきかを具体化するものではない。

下村らのモデルは、設計対象を構成すべき概念として、受給者の状態、コンテンツ、チャンネルを明示しており、それに基づく設計対象モデリング手法を提案している。一方で、本モデルにおける価値は、提供者と受給者間でやりとりされる交換価値としての位置づけが強く、提供者から受給者に対して一方向的に実現されるような表現がなされている。これは、本研究における PSS の定義で強調した文脈価値の考え方と反する。このことは、コンテキストに関連するような概念がモデル中に存在しないことから明らかである。

上田らや中島らのモデルは、提供者と受給者、製品／サービス、環境といった構成要素間の相互作用により価値が共創されることを強調するモデルである。これらのモデルは、価値共創のメカニズムを明示しており示唆に富んだ研究であると言える。一方で、これらの研究は、図式的なモデルを提供するのみであり、具体的な設計方法論に資するような形式化が行われていない。また、本研究における PSS の定義は、文脈価値やコンテキストの概念を強調するものである。しかしながら、これらのモデルにおいて、コンテキストの概念は明示されていない。これらの研究で述べられている「場」や「環境」といった概念はコンテキストとも関係すると考えられるが、その概念的な関係は述べられておらず、どのように価値が判断されるか、またどのように価値が変化していくかまでは言及されていない。その意味で、これらのモデルは、本研究が着目する PSS の特徴やそれに関わる概念を表現できていないと考える。

以上をまとめると先行研究の課題は、以下の 2 点である。

- コンテキスト概念を考慮したものではなく、どのように価値が判断されるか、またどのように価値が変化していくかまでを説明することが可能なモデルがない。
- 図式的なモデルのみを提供するものがほとんどであり、PSS の構造やその変化を設計するための方法論を構築するうえで、十分な形式化が行われていない。

#### 3.3.3 本研究のアプローチ

前項で述べた課題に対して、本研究では、PSS における価値とコンテキスト概念の関係性について一形式化を試みる。

具体的には、まず、様々な分野で個別に議論されているコンテキストの概念や構成要素を調査したうえで、本研究におけるコンテキストを定義する。そして、それに基づき、モデルの形式化を行う。

モデルの形式化に関して、本研究では異なる2つの視点から検討を行う。1つ目のモデルの視点は、PSS における提供者と受給者といった活動主体である。本モデルでは、従来のモデルに不足していたコンテキスト概念を中心に据え、PSS において、提供者や受給者が、どのように価値が判断するか、またその価値はどのように変化していくかを明示化することを目指す。2つ目のモデルの視点は、外部の設計者を含む設計主体である。このモデルでは、1つ目のモデルを踏まえて、本研究の対象である PSS の構造とその変化を設計するために、設計対象として含むべき概念やその関係を明らかにすることを目指す。

本研究では、以上の2つのモデルに対して、図式的なアプローチと数式的なアプローチを組み合わせたモデル化を試みる。これにより、上記の直感的理解と論理的理解の双方に供するようなモデルを構築する。構築するモデルは、視点こそ異なるものの、双方ともに人間の活動を表現するものである。そのため、図式的なモデルに関しては、人間や組織の活動を分析する単位である主体—道具—客体の三項関係 (Figure 3-4) を基本的な枠組みに据える。ここでの主体とは活動の主、客体とは活動の対象、道具とは活動を媒介するツールである。また、数式的なモデルとしては集合論を用いたモデル化を行う。集合論は、対象を要素の集合として捉え、それに対する操作により様々な事象を説明することが可能である。設計学分野においては、集合論を用いて、設計に関わる概念の定義や概念間の関係をモデル化する研究が多数なされている [吉川 1978; 梅田 1997; 吉岡 2001]。そこで、本研究でもこれを踏襲することとする。

以上のアプローチにより構築する PSS の概念モデルは、本研究で提案する設計対象モデリング手法の要件を決定するうえでの理論的な枠組みを提供する。

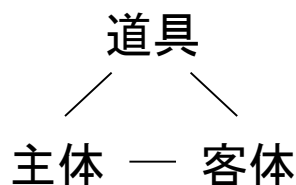


Figure 3-4 活動の分析単位 [Engeström 1999]

## 3.4 コンテキストの定義

### 3.4.1 コンテキストに関する先行研究

コンテキストは、研究分野により様々な定義がある。本節では、本研究におけるコンテキストを定義するために、言語学、経営学、情報学におけるコンテキストの定義や扱われ方について解説する。その後、本研究におけるコンテキストを定義する。

### 3.4.2 言語学におけるコンテキスト

言語表現または言語伝達は、テキスト（言語表示）とコンテキスト（非言語的要因）から成り立つ [河原 1996]。特に日本語においては、コンテキスト（例えば、伝え手と受け手をめぐる状況）なしには理解されない構文や、コンテキストに応じて文意が異なるような構文が存在する。河原は、文法論におけるコンテキストのあり方や構造を探るために、コンテキストを

*言語主体および言語表示に関わる非言語表示的要因*

と捉えたいうで、Table 3-1 に示す 3 つに分類している。

Table 3-1 言語学におけるコンテキストの分類 [河原 1996]

分類	説明
心理的コンテキスト	テキストの実現・評価に関わる伝え手・受け手の心理的な流れや動きを指す。例えば、伝え手・受け手の認知や判断、思考などがこれに該当する。
場面的コンテキスト	発語時に現場を構成する一切の外在的・内在的な要因を指す。例えば、時間や場所、伝え手や受け手の表情や音声、あるいは物事関係がこれに該当する。
文化的コンテキスト	発語時の現場や心理を超えた背景をなす文化的要因を指す。例えば、生活様式や文化的現象、民族的感情がこれに該当する。文化的コンテキストは、心理的コンテキストおよび場面的コンテキストの背景をなしている。

### 3.4.3 経営学におけるコンテキスト

#### (1) 経営戦略研究

原田らは、持続的な競争優位性を有する経営戦略を構築するためには、製品という「コンテンツ」からビジネスモデルを考えるのではなく、個別の問題状況という「コンテキスト」からビジネスモデルを考えるべきであることを主張している [原田 2007]。この主張のもと、原田らは、コンテンツを単独で提示するのではなく、より大きなコンテキストの中に位置づけて提案する「コンテキストデザイン戦略」を提唱している [原田 2012]。本研究において、「コンテキスト」と「コンテキストデザイン」は以下のように定義される。

*コンテキストとは、情報の送り手と受け手との間のコミュニケーション効果を高めるための認知プロセスにおいて、コンテンツの保有する潜在価値の発見や新たな価値の創造や既存の価値の増大に対して多大な貢献をする機能である。ただし、コンテキストは価値を発現、あるいは増大させるべき対象であるコンテンツ自体の品質からも多大なる影響を受ける。*

*コンテキストデザインとは、コミュニケーションに期待される潜在的価値の顕在化や価値の増大を可能にするための何らかのコンテキストの創造や転換を指向するデザイン行為の全般を表す。*

すなわち、コンテキストデザイン戦略とは、企業と顧客がコンテンツを介してやり取りする中で、そのコンテンツのみによって実現される価値ではなく、それに伴うコンテキストによって実現される価値に注力する戦略論と解釈することができる。

#### (2) サービス・マーケティング研究

サービス・マーケティング分野においては、「コンテキスト」という概念を用いて、提供者と受給者が共に価値創造に加わる「価値共創」の仕組みを分析・解明する取り組みが始まっている。例えば、小林らは、コンテキストを

*当事者間の暗黙的な共通背景知識*

と捉えたうえで、我が国の高付加価値サービスの仕組みを、日本文化の特徴であるハイ・コンテキスト・コミュニケーション（ハイ・コンテキスト文化におけるコミュニケーション） [Hall 1976] を中心に分析している [小林 2014]。ハイ・コンテキスト・コミュニケーションとは、話し手の真意が明示されず、聞き手が話し手の意図や心理を汲み取る必要性が大きい対話を指す。小林らの研究では、顧客の意図・心理を汲み取り、

適切なサービスを選択し提供する「慮り型」、提供者が自らの意図・心理を抽象表現したものを提供し、顧客がそれを理解・想像することを楽しむ「見立て型」、顧客と提供者が互いの意図・心理を汲み取り合い両者が価値向上に資する「擦り合わせ型」の3種に日本型サービスを類型化している。小林らは、これらの価値共創の仕組みをモデル化することで、サービスがどのように異なったコンテキストとコンテキストの間を超えて移植されうるか、というサービスのグローバル化の問題に接近しようとしている。

サービス・ドミナント・ロジックの立場から、Chandlerらは、価値共創とコンテキストの関係性を明らかにするための研究を行っている [Chandler 2011]。この研究では、コンテキストを

*Unique actors with unique reciprocal links among them*

と定義しており、顧客や他の主体、それら主体間のやり取りを表すリンクにより組まれる構造として捉えている。顧客のコンテキストを提供者との関係だけでなく、他のサービスとの関係まで含めて考えることが重要であることを主張している。

#### 3.4.4 情報学研究におけるコンテキスト

情報学分野においては、「コンテキストアウェアネス (Context-awareness)」が脚光を浴びている [上岡 2003]。コンテキストアウェアネスとは、実世界のコンテキスト情報を検知かつ取得し、そのコンテキスト情報を処理することでユーザの状況や変化を理解する技術、あるいはその概念のことを指す [Dey 2001; 上岡 2003; 森川 2005]。このような技術は、HMI (Human-Machine Interface) や情報推薦システムなどで活用される。

コンテキストアウェアネス研究における具体的なコンテキスト情報としては、「場所、方向、近くの人や物体のアイデンティティおよびそれらの変化、時刻、季節、温度、感情、関心の焦点」などが列挙される。コンテキストアウェアの先駆的な研究者である Dey らは、ユーザの状況や変化を知るためには多様な情報が必要であることを主張し、コンテキストを以下のように定義している [Dey 2001]。

*Any information that characterizes a situation related to the interaction between users, applications, and the surrounding environment*

すなわち、コンテキストとは、ユーザとアプリケーションとの間の相互作用に関連すると考えられるエンティティ (例えば、人や場所など) の状況特徴化するために利用し得るあらゆる情報のことを指す。コンテキストアウェアネスは、人とアプリケーション

ンのコミュニケーションを、上記でいうハイ・コンテキスト化するために、センシング技術や情報通信技術を活用するものである。

また Hinton は情報意味論の立場から、コンテキストを以下のように定義している [Hinton 2015].

*Context is an agent's understanding of the relationships between the elements of the agent's environment*

すなわち、コンテキストは、ある主体の周辺環境の構成要素間の関係に対する、当該主体の理解であると捉えられる。ただし、ここでの周辺環境には、状況 (Circumstances) だけでなく主体自身も含まれる。本定義は、環境の構成要素そのものではなく、それらの関係に対する認知的な側面を強調する点が特徴的である。

#### 3.4.5 本研究におけるコンテキスト

以上に述べたように、コンテキストは、各研究分野により様々な定義がある。これらの定義をまとめると、大きく2つの方向性がある。

- 実体物 (例えば、テキストやコンテンツ) と対比し、その意味や価値を引き出す要因として相対的に定義
- 周囲の場に関する情報、あるいはそれに対する主体の理解として定義

本研究では、コンテキストが価値の知覚において重要な役割を担うと考えることから、認知的な側面を強調する定義を採用する。具体的には Hinton の定義に類似した、以下の定義を用いることとする。

*コンテキストとは、場の構成要素やそれらの間の関係に対するある主体の認知である。ただし、ここでの場には認知する主体自身も含まれる。*

この定義では、現実世界における場は、ある時点において唯一のものであるが、コンテキストは、同一時点においても、主体の認知により異なる。これを図示したものが Figure 3-5 である。本図では、主体 A と主体 B、周辺の環境が場を構成しているが、各主体が、自身を含む場の構成要素やその関係を、どのように認知しているかによって、コンテキストが異なる様を描いている。



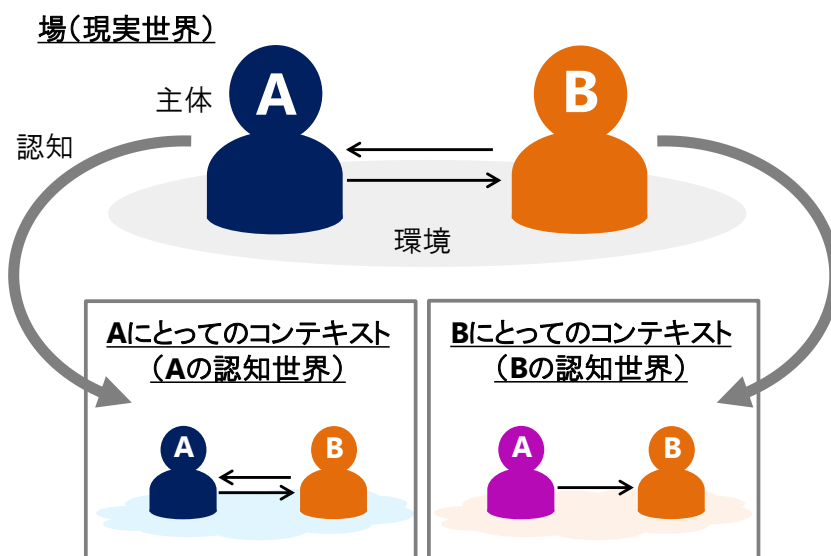


Figure 3-5 本研究におけるコンテキストと場

本定義では場を無定義語として用いたが、何が場の構成要素となるかが明確でない。そこで、ここでは PSS における場の構成要素を明確化する。そのために、本研究では空間観点と時間観点と二軸により、場の構成要素を分類する。Table 3-2 は、本分類に基づく場の構成要素の例を示したものである。本研究では、本表に記述されたような要素の集合によって、その時点の場が構成されると考える。以下では、これらの二軸について詳細を述べる。

Table 3-2 場の構成要素の分類と要素例

		空間観点		
		ミクロ (個別要素)	メゾ (対象システム)	マクロ (社会)
時間 観点	長期的変化 (背景的)	価値観・志向 知識・技能	主体	政治・経済 社会・文化 科学技術
	短期的変化 (状況的)	身体的状態 心理的状态	インタラクション の時・所・場合	為替・株価 事故・事件

本研究では PSS をある種の社会技術システムと定義した。Geels らは、社会技術システムの分析単位として、マクロ、メゾ、ミクロの 3 つのレベルを提案している [Geels 2004]。メゾレベルは、主たる分析対象となるシステムのレベルである。マクロレベル

は、対象システムから直接影響を与えることのできない外的な存在であり、システムが埋め込まれる社会のレベルである。マイクロレベルは、システムを構成する個別要素である主体のレベルである。本研究では、これを1つ目の分類軸として採用し、PSSに関わる場のレベルを、「マイクロ」、「メゾ」、「マクロ」の3つから捉える。これにより、場の構成要素を、当該要素がどこに埋め込まれているのかという空間的な観点から分類する。

次に、本研究ではコンテキストの変化を扱うが、これは場の構成要素が変化することにより生じると考える。様々な場の構成要素には、それぞれ変化の様態がある。ここでは、変化の様態を「長期的変化」と「短期的変化」に大別する。長期的変化に該当する構成要素は、比較的安定的であり、毎日、毎分、毎秒などといった単位で変化することのない背景的な要素である。一方、短期的変化に該当する構成要素は、毎日、毎分、毎秒といった単位で変化し続ける、あるいは現れたり消えたりする状況的な要素である。例えば、知識や技能などの個人属性は長期的に変化するもの（Table 3-2 の1行目）であるが、心理や体調などは短期的に変化する（Table 3-2 の2行目）。以上のように、本研究では場の構成要素を、当該要素がどの程度の期間で変化するかという時間的な観点から分類する。

本研究では、以上のような場の構成要素を対象とする。一方で、本研究は、「長期的視座」に着目するものであった。長期的視座に立てば、短期的に変化する場の構成要素の影響は小さく平滑化できると考え、本研究においては、Figure 3-6 に示すような長期的に変化する場の構成要素のみを扱うこととする。

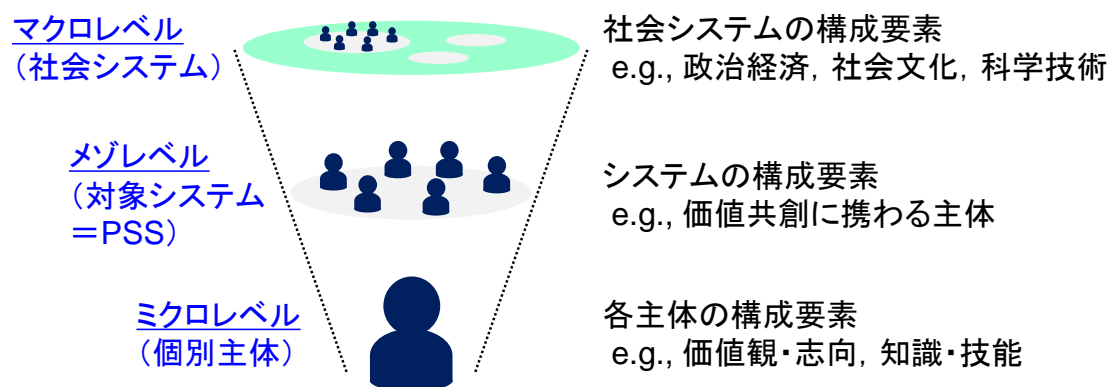


Figure 3-6 長期的に変化する場の構成要素

### 3.5 PSS における文脈価値の共創モデル

本研究で提案する文脈価値の共創モデルを模式的に表したものを Figure 3-7 に示す。PSS において主体（ここでは提供者と受給者の二者）は、道具（例えば、生産システムやコミュニケーション）を通じて、客体であるコンテンツを共同生産する。本モデルにおける用語は以下に従う。

- 「主体」は個人とは限らず、企業や組織など集団的主体を指す場合もある。主体はいくつかの「属性」（知識や技能、価値観などを指し Table 3-2 におけるミクロレベルの要素に相当）を内包する。
- 各主体はシステム内で他の「主体」（Table 3-2 におけるメゾレベルの要素に相当）とつながりをもつ。
- 各主体は、一つの社会環境（Table 3-2 におけるマクロレベルの要素）に属する。以下では、これを単に「環境」と呼ぶ。
- PSS における主な主体である提供者と受給者は、価値共創という観点から、それぞれが「提供主体」と「受給主体」という両方の役割を担うこととする。
- 「コンテンツ」とは、主体の活動により生成される製品やサービスのうち、価値に直接的に影響する要素を指す。

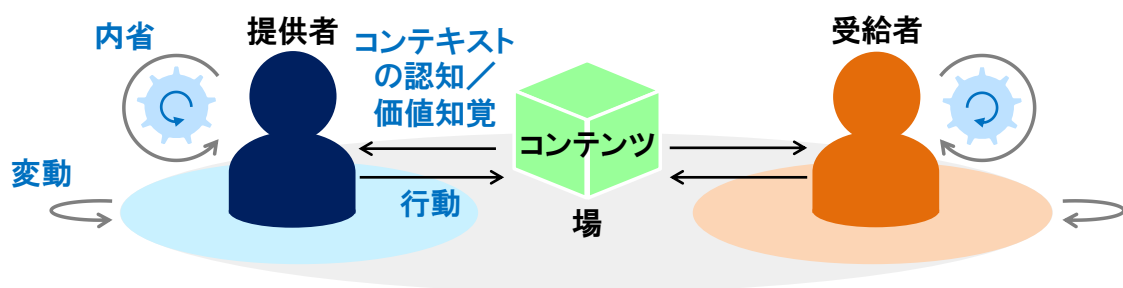


Figure 3-7 PSS における文脈価値の共創モデル

以下では、本モデルに含まれる概念やその関係について、集合論による形式化を行い、PSS における価値共創のメカニズムを明らかにする。

ある時点 $t$ において存在するあらゆる主体の集合を $S_U$ 、それらの主体が内包する属性の全集合を $A_U$ 、環境の要素に関する全集合を $E_U$ とする。前節での解釈に基づけば、この時点での場 $F$ は、式(1)のように表現することができる。ただし、式(2)に示すように、 $R$ は当該時点における主体やその属性、環境などといった場の構成要素 ( $b, b'$ ) 間の関係の集合である。

$$F = (S_U, A_U, E_U, R) \quad (1)$$

$$R = \{(b, b') | b, b' \in S_U \cup A_U \cup E_U\} \quad (2)$$

PSS には、多様な主体が関わり、それぞれが提供主体や受給主体といった役割を担うが、ここでは簡単のため提供者  $p$  と受給者  $r$  の二者に着目する。

本研究では、コンテキストを以下のように定義した。

コンテキストとは、場の構成要素やそれらの間の関係に対するある主体の認知である。ただし、ここでの場には認知する主体自身も含まれる。

そのため、この時点における主体 $s$ にとってのコンテキスト $C_s$ は、当該主体 $s$ の認知を表す関数 $p_s$ を導入すると式(3)のように表現することができる。

$$C_s = p_s(F) \quad (3)$$

この式は、場 $F$ は当該時点で唯一のものであるが、コンテキスト $C_s$ は、提供者や受給者といった主体が、自らの主観のもと場の構成要素や関係をどのように認知するかによって異なることを表現する。

また、本研究では、文脈価値を以下のように定義した。

文脈価値とは、ある主体にとってのある時点におけるコンテキストに従って、当該主体が知覚する主観的かつ状況的な価値のことを指す。

これに基づけば、主体 $s$ は、自らのコンテキスト $C_s$ に従って、提供されたコンテンツの集合 $O$ の価値 $V_s \subseteq V_U$  ( $V_U$ は価値の全体集合)を知覚する。すなわち、主体 $s$ の価値知覚を式(4)に示す関数 $vp_s$ として定義すれば、当該時点において、主体 $s$ が知覚する価値集合 $V_s \subseteq V_U$  ( $V_U$ は価値の全体集合)は、式(5)のように表現することができる。

$$vp_s: C_s \times O \rightarrow V_s \quad (4)$$

$$V_s = vp_s(C_s, O) \quad (5)$$

この式は、コンテキストとコンテンツの組から価値への写像として価値知覚のメカニズムを表現可能であることを示す。以上のように、本研究では PSS におけるコンテキスト  $C_s$ 、コンテンツ  $O$ 、価値  $V_s$  という 3 つの概念とその関係を形式化することができた。

一方、第 3.3 項にて述べたように PSS においては価値の共創が重要になる。以上に述べたモデルでは、主として提供者や受給者がいかにしてコンテンツの価値を知覚するかといった「受給主体」としてのロールに焦点を当ててきた。以下では、両者が「提供主体」としてどのように価値共創に携わるかに焦点を当て議論する。

時系列  $T$  における  $i$  番目の時点  $t_i$  とする。各主体は、 $t_i$  時点において、「受給主体」として知覚した価値  $V_{s,i}$  に基づき内省し、提供主体の役割を果たすべく何らかの行動を起こす。内省の過程は、大きく価値評価と行動選択に分けることができる。価値評価では、自身が望む理想的な価値と、 $t_i$  時点で知覚した価値を比較しギャップがあるか否かを判断する。これは、将来時点である  $j$  番目の時点  $t_j$  ( $t_j \geq t_i$ ) において、主体  $s$  の望む価値の集合を  $V_{s,j} \subseteq V_{U,j}$  とし、価値評価の関数  $ve$  を導入すると、式(6)のような写像として表現することができる。本来、価値の評価結果は多値をとるが、ここでは簡単のため sufficient, insufficient, not related の 3 つの値をとることとした。sufficient は現状で十分であること、insufficient は現状と理想にギャップがあること、not related は比較する価値の組が無関係であることを指す。

$$ve_s: V_{s,i} \times V_{s,j} \rightarrow \{\text{sufficient, insufficient, not related}\} \quad (6)$$

ここで理想と現状にギャップのある価値の組の集合  $V_{s,i,j}^{GAP}$  を式(7)のように定義する。

$$\begin{aligned} V_{s,i,j}^{GAP} &= \{(v_{s,i}, v_{s,j}) \mid v_{s,i} \in V_{s,i}, v_{s,j} \in V_{s,j}, ve(v_{s,i}, v_{s,j}) = \text{insufficient}\} \\ &= g_s(V_{s,i}, V_{s,j}) \end{aligned} \quad (7)$$

主体  $s$  は、 $t_j$  時点までにこのギャップを埋めるための行動を選択する。ここでの行動選択を、式(8)に示す関数  $as_s$  として定義する。これに基づけば、選択される行動群  $AC_{s,i,j} \subseteq AC_U$  (ただし、 $AC_U$  は行動の全集合) は、式(9)に示すように表現できる。

$$as_s: V_{s,i,j}^{GAP} \rightarrow AC_{s,i,j} \quad (8)$$

$$AC_{s,i,j} = as_s(V_{s,i,j}^{GAP}) \quad (9)$$

行動群  $AC_{s,i,j}$  は、 $t_j$  時点におけるコンテキスト  $C_{s,j}$  を形成する場  $F_j$  や自身の認知  $p_{s,j}$ 、コンテンツ  $O_j$  に作用し、これらに変化をもたらす。このことは、式(9)を式(10)のように展開することができ、 $t_i$  時点と  $t_j$  時点におけるコンテンツとコンテキストの組として表現できることから明らかである。行動群  $AC_{s,i,j}$  により、コンテンツやコンテキストが変

化した結果、 $t_j$ 時点において主体 $s$ が知覚する価値が変化し、理想となる価値の集合 $V_{s,j}$ を実現することが可能となる。

$$\begin{aligned}
 AC_{s,i,j} &= as_s \left( g_s(V_{s,i}, V_{s,j}) \right) \\
 &= as_s \left( g_s \left( vp_{s,i}(C_{s,i}, O_i), vp_{s,j}(C_{s,j}, O_j) \right) \right) \\
 &= X_s \left( (C_{s,i}, O_i), (C_{s,j}, O_j) \right)
 \end{aligned} \tag{10}$$

ただし、 $X_s$ は、価値知覚と価値評価、行動選択を複合した関数である。

またコンテンツ $O_j$ や場 $F_j$ は、各主体の能動的な行動とは独立に変化することもあり、これにより $t_i$ 時点と $t_j$ 時点ではコンテンツやコンテキストが変化するため、このことを併せて考慮する必要がある。本研究では、このような主体の能動的な行動によらない変化を「変動」と総称し、変動群 $CH_{i,j} \subseteq CH_U$ （ただし、 $CH_U$ は変動の全集合）を式(11)のように定義する。

$$\begin{aligned}
 CH_{i,j} &= ((F_i, O_i), (F_j, O_j)) \\
 &= ((p_{s,i}^{-1}(C_{s,i}), O_i), (p_{s,j}^{-1}(C_{s,j}), O_j)) \\
 &= X'_s \left( (C_{s,i}, O_i), (C_{s,j}, O_j) \right)
 \end{aligned} \tag{11}$$

ただし、 $X'_s$ は、 $t_i$ 時点と $t_j$ 時点における主体 $s$ の場に対する認知の逆関数を複合した関数である。

式(10)と式(11)に示したように、行動群 $AC_{s,i,j}$ と変動群 $CH_{i,j}$ は、 $t_i$ 時点と $t_j$ 時点におけるコンテンツとコンテキストの組  $((C_{s,i}, O_i), (C_{s,j}, O_j))$  を引数とした関数で表され、これらによって決定される。すなわち、行動や変動は、二時点におけるコンテンツとコンテキストを指定することで導かれる。

以上のモデル化に基づけば、文脈価値の共創とは、変動の中で、各主体が適切な行動を選択しコンテキストやコンテンツを変化させることで、互いが知覚する価値を共に理想に近づけ合う活動であると言える。

## 3.6 PSS 設計のモデル

Figure 3-8 に PSS 設計のモデルを模式的に表す。PSS 設計において、主体（設計者）は、道具（設計ツールや手法）を通じて客体である設計対象に概念操作を加える。PSS の設計を、前節で示した価値共創の構造や過程を構想することとする立場において、設計対象は前節で述べたモデル全体であり、モデルの構成概念である価値やコンテンツ、コンテキストは設計概念として扱われる。

設計者は、「設計主体」としての役割を担う人物を指すが、複数人の設計者からなるチーム（設計チーム）を構成することが多い。誰が PSS の設計者となるべきかという議論もあるが（例えば、[Kimita 2015]）、ここでは深く立ち入らない。

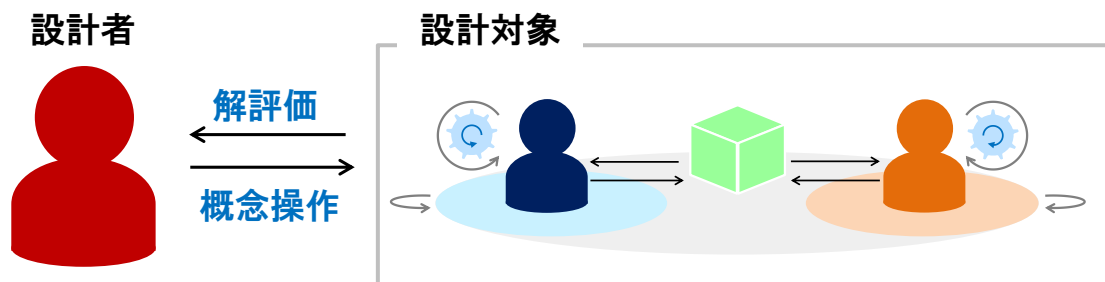


Figure 3-8 PSS 設計のモデル

PSS の設計は、以下のような操作により表せる。

第 3.4.5 項に述べた定義に従えば、コンテキスト  $C_s$  はそれぞれの主体  $s$  の主観によって決まる。従って、提供者  $p$  や受給者  $r$  等の PSS に参画し提供・受給主体として振る舞う主体すべて  $S \subseteq S_U$ （以降、全共創主体と呼称）のコンテキスト  $C_S$ （式(12)）を考慮することが必要である。

$$C_S = \bigcup_{s \in S} C_s \quad (12)$$

しかしながら、現実的には、設計時におけるコンテキストの集合としては、設計者  $d_n \in D$ （ $n$  は自然数）からなる設計チーム  $D$  の総意によって定められたコンテキストの集合  $C_D$ （式(13)）を用いる他ない。これは、設計者  $d_n$  が全共創主体  $S$  のコンテキスト  $C_S$  を網羅的かつ正確に検討すること（つまり、 $C_S \subseteq C_D$ ）は困難であることによる。

$$C_{D,i} = \bigcup_{d_n \in D} C_{d_n,i} \quad (13)$$

一方で、設計解が想定した通りの価値を実現するためには、設計者が定めたコンテキスト  $C_D$  を、全共創主体  $S$  が認知するように誘導する（つまり、 $C_D \subseteq C_S$  を目指す）ことや、全共創主体  $S$  の中の主体  $s$ （特に受給者）を設計チーム  $D$  に含める（ $s \in D$ ）参加型設計を行うことが有効な手段である [安岡 2013]。

以降では、このコンテキスト  $C_D$  が  $C_S$  に十分に近いこと（ $C_D \approx C_S$ ）を仮定する。また全共創主体  $S$  が得る価値  $V_S$  は、各主体  $s$  が得る  $V_s$  の和集合であると考え（式(14)）。

$$V_S = \bigcup_{s \in S} V_s \quad (14)$$

設計チーム  $D$  は、コンテキスト  $C_D$  のもと、価値  $V_S$  を最適にするようなコンテンツ  $O$  を設計する。そのため、ある時点における PSS の構造を表す設計解  $ds$  は、コンテキスト  $C_D$ 、コンテンツ  $O$ 、価値  $V_S$  の組により表現される（式(15)）。

$$ds = (C_D, O, V_S) \quad (15)$$

ただし、価値の集合  $V_S$  は、式(5)よりコンテキスト  $C_D$ 、コンテンツ  $O$  の関数として記述できることから、式(16)に示すように、設計解  $ds$  は  $C_D$  と  $O$  の組によって一意に定まる関数  $Z$  とも表現することができる。

$$ds = Z(C_D, O) \quad (16)$$

以上のように、ある時点の設計解を導出するまでの概念操作の過程をモデル化することができた。

さて、前述したようにコンテンツやコンテキストは静的ではなく、各主体の行動（式(10)）や変動（式(11)）により動的に変化する。この各主体の行動は、PSS の受供給プロセスにおける内省を通じてリアルタイムに“設計”され適用されていくことも多い。この場合、Figure 3-9 に示すように、提供者や受給者は、設計者と不可分になり「設計主体」としての役割も担う。



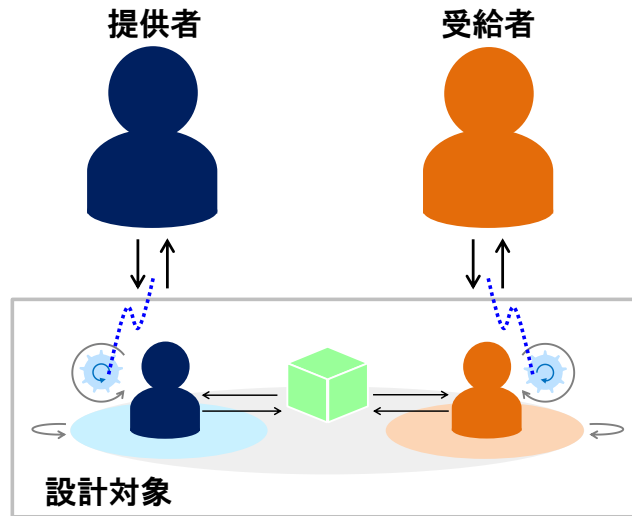


Figure 3-9 設計主体と提供・受給主体の不可分性

一方，本研究では，高い価値を持続的に実現するための PSS の構造変化を予め設計することの重要性を主張した．そのためには，設計チーム  $D$  が対象とする時系列  $T_D \subseteq T$  を規定し，高い価値を持続的に実現するために，コンテンツやコンテキストをいつどのように変化させるべきかを設計すればよい．すなわち，対象とする時系列  $T_D$  の始点となる時点  $t_i$ ，終点となる時点  $t_j$  すると，PSS の構造変化を表す設計解  $DS_{T_D}$  は，式(17)に示すように， $t_i$  時点から  $t_j$  時点における各時点における PSS の構造を表す  $ds$  の順序列となる．

$$DS_{T_D} = \{ds_{t_i}, ds_{t_{i+1}}, \dots, ds_{t_j}\} \quad (17)$$

ここで， $DS_{T_D}$  を一意に定めることは，式(16)より， $t_i$  時点から  $t_j$  時点における  $C_D$  と  $O$  の組  $\{(C_{D,i}, O_i), \dots, (C_{D,j}, O_j)\}$  を定めることに他ならない．また，これを定めることは，式(10)により，時点  $t_i \leq t_{i'} \leq t_j, \leq t_j$  における全共創主体  $S$  の行動  $AC_{S,i',j'}$  すべての組  $AC_{S,T_D}$  (式(18)) と，主体によらない変動  $CH_{i',j'}$  すべての組  $CH_{T_D}$  (式(19)) を決定することとなる．この関係を部分的に模式化したものを Figure 3-10 に示す．

$$AC_{S,T_D} = \begin{pmatrix} AC_{S,i,i+1}, & \dots, & AC_{S,i,j} \\ & \ddots & \vdots \\ & & AC_{S,j-1,j} \end{pmatrix} \quad (18)$$

$$CH_{T_D} = \begin{pmatrix} CH_{i,i+1}, & \dots, & CH_{i,j} \\ & \ddots & \vdots \\ & & CH_{j-1,j} \end{pmatrix} \quad (19)$$

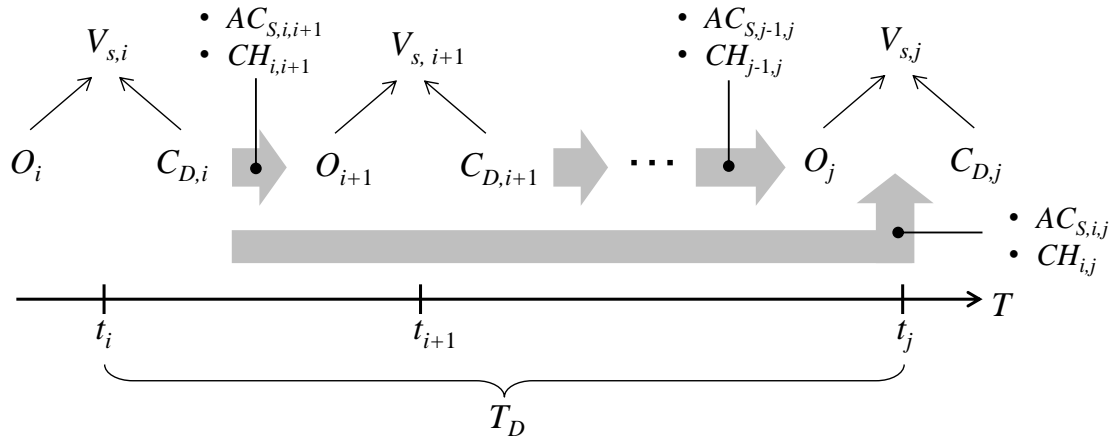


Figure 3-10 PSS の構造変化の形式的表現

以上に基づけば、PSS の構造変化を設計することとは、対象とする時系列の各時点における PSS の構造（コンテキスト、コンテンツ、価値の組）と、その時点間の変化を生じさせる行動や変動を決定することである。すなわち、PSS の構造変化を設計する方法論において扱うべき概念は、価値  $V_S$ 、コンテンツ  $O$ 、コンテキスト  $C_D$ 、時系列  $T_D$ 、行動  $AC_{S,i,j}$ 、変動  $CH_{i,j}$  である。Table 3-3 に各概念の説明をまとめる。

Table 3-3 PSS の構造変化に関わる設計概念

設計概念	説明
価値 $V_S$	全共創主体 $S$ にとっての便益。
コンテンツ $O$	全共創主体 $S$ の活動により生成される製品やサービスのうち、価値に直接的に影響する要素。
コンテキスト $C_D$	場の構成要素やそれらの間の関係に対する全共創主体 $S$ の認知であるが、設計時には設計チーム $D$ の主観によって定められる。
時系列 $T_D$	PSS の構造変化を設計する際に、対象とする始点 $t_i$ から終点 $t_j$ までにある時点の順序列。
行動 $AC_{S,i,j}$	$i'$ 番目の時点 $t_{i'}$ において、全共創主体 $S$ が内省に基づいてとる行為。 $j'$ 番目の時点 $t_{j'}$ における、コンテンツ $C_{S,j'}$ や場 $F_{j'}$ 、あるいは自身の認知 $p_{S,j'}$ に変化をもたらす。ただし、 $t_i \leq t_{i'} \leq t_{j'} \leq t_j$ 。
変動 $CH_{i,j}$	$i'$ 番目の時点 $t_{i'}$ において、主体の意図とは無関係に生じる事象。 $j'$ 番目の時点 $t_{j'}$ におけるコンテンツ $C_{S,j'}$ や場 $F_{j'}$ に変化をもたらす。ただし、 $t_i \leq t_{i'} \leq t_{j'} \leq t_j$ 。

## 3.7 提案モデルに関する考察

### 3.7.1 コンテキスト概念に関する考察

本研究では、様々な分野の先行研究を参照したうえで、本研究におけるコンテキストを定義した。本項では、他のコンテキストの定義との比較を行い、本定義の妥当性や有効範囲について考察する。Table 3-4 に、第 3.4 節において説明した言語学、経営学、情報学の各研究分野におけるコンテキストの定義をまとめる。

Table 3-4 コンテキストの定義のまとめ

分野	文献	定義
言語学	[河原 1996]	言語主体および言語表示に関わる非言語表示的要因
経営学	[原田 2007]	情報の送り手と受け手との間のコミュニケーション効果を高めるための認知プロセスにおいて、コンテンツの保有する潜在価値の発見や新たな価値の創造や既存の価値の増大に対して多大な貢献をする機能
	[小林 2014]	当事者間の暗黙的な共通背景知識
	[Chandler 2011]	<i>Unique actors with unique reciprocal links among them</i>
情報学	[Dey 2001]	<i>Any information that characterizes a situation related to the interaction between users, applications, and the surrounding environment</i>
	[Hinton 2015]	<i>An agent's understanding of the relationships between the elements of the agent's environment</i>

河原の定義は、言語表示的要因であるテキストと対比した概念としてコンテキストを定義する。これにより、テキスト、コンテキスト、意味の関係を形成している。一方で、本研究では、PSS においてやり取りされるコンテンツと対になる概念としてコンテキストを導入した。これにより、コンテンツ、コンテキスト、価値の関係を形成する。両研究における 3 つの概念とその関係は、よく対応しており、その意味で類似した定義であると言える。また河原は、コンテキストを心理的コンテキスト、場面的コンテキスト、文化的コンテキストに分類している。これらは、第 3.4.5 項に示した場の構成要素の分類 (Table 3-2) のもとで全て説明可能である。例えば、第 3.4.2 項で述べた心理的コンテキストはマイクロレベルの構成要素に関係する一方で、文化的コンテキストは、マクロレベルの構成要素 (Table 3-2 の右列) に関係する。それゆえ、本研究の定義は、河原の

定義を包含したものであると言える。一方、本研究における場の構成要素は、主体の知識や技能、主体間の関係といった PSS において特徴的な要素や関係を含む。これらは、河原の分類では明示的に述べられていないため、本研究の定義における独自の点であると言える。

原田らの定義は、コンテンツの価値を発見・増幅する機能、すなわち関数として、コンテキストを定義するものである。本研究におけるコンテキストの定義では、コンテンツや価値との関係は明言されていないが、第3.5節において、価値は、コンテキストとコンテンツの組の関数により決定されることを述べた(式(5))。コンテキストを関数と見るか、集合と見るかという視点の違いはあるが、双方ともに、あるコンテキスト下であるコンテンツが提供された場合、対応する価値が一意に決定されると主張する点では整合する。一方で、原田らの研究では、どのようにコンテキストの関数が形成されるかは明示されていない。本研究は、場に対する主体の認知によりコンテキストが形成されることをモデル化した点で意義のあるものである。

小林らの定義は、Hallらによるハイ・コンテキスト、ロー・コンテキストのコミュニケーションの考え方に基づく。ハイ・コンテキスト・コミュニケーションとは、話し手の真意が明示されず、聞き手が話し手の意図や心理を読み取る必要性が大きい対話のことであり、ロー・コンテキスト・コミュニケーションとは、話し手の真意が明示され、聞き手が読み取る必要性が少ない対話のことである。このハイ・コンテキストとロー・コンテキストの差異は、本研究で提案したモデルを用いると、Figure 3-11のように表せる。ロー・コンテキストでは、主体 $s$ と $s'$ が、互いの認知を共有する際に、言い換えれば $C_{s,i}$ と $C_{s',i}$ との共通部分 $C_{s,i} \cap C_{s',i}$ (図中の斜線部)を増大させる際に、直接的な質問をするなど明示的な行動を要する。一方で、ハイ・コンテキストでは、これを暗黙的な行動のみで共有ができる。小林らの定義における「共通背景知識」がどこまでの範囲を含むかは定かではないが、上記の議論に基づけば、本研究における「互いのコンテキストの集合における共通部分」に対応すると言える。その意味で、本研究の定義およびモデルは、小林らの定義を十分に説明可能である。

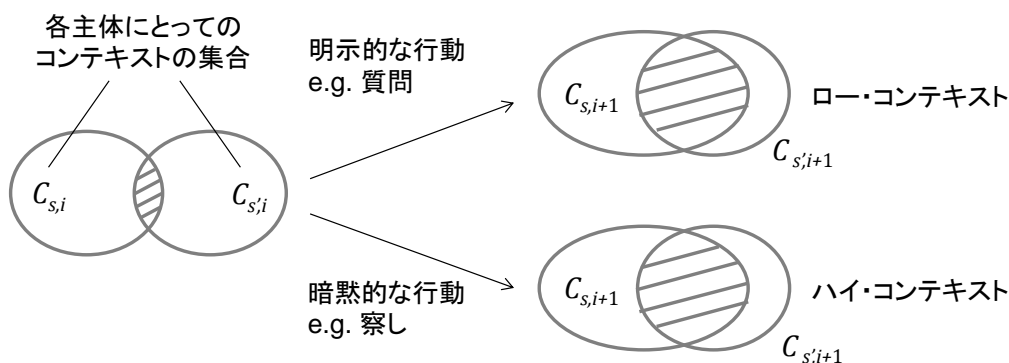


Figure 3-11 ハイ・コンテキストとロー・コンテキスト

Chandler らの定義は、主体と主体間の関係のみをコンテキストとする。これは、PSS や広義のサービスの特徴に基づくものであり、このようなコンテキストを考慮することで、コンテンツの発揮しうる価値を、交換価値を中心とする従来よりも幅広く探索可能になる。一方で、河原が指摘するように、対象物の意味（価値）に、主体の心理や場面、文化などの要素も影響を与えることは明らかである。例えば、同じ缶コーヒーでも、喉が渇いている時と、書類が飛んでいきそうな時とでは、発揮する機能や、それにより実現される価値が異なる。本研究の定義は、Chandler らの定義を包含するとともに、上記のような心理、場面、文化なども含む。その意味で、Chandler らの定義よりも有効範囲の広い定義であると言える。

コンテキストアウェアネスにおける Dey らの定義は、主体（ユーザ）と客体（アプリケーション）、周囲の環境の間のインタラクションに関連した状況を特徴づける情報としてコンテキストを定義する。主体、客体、環境といった概念は、本研究で提案したモデルと類似するが、主体の認知を考慮せずに単なる情報として定義する点異なる。すなわち、コンテキストアウェアネスで取得する情報はあくまで場の構成要素やその状態であり、これらに対する人間の認知を扱うものではない。一方で、本研究では、価値という観念的なものへの影響を考えることから、場そのものではなく主体の認知的な側面を重視する点異なる。

Hinton の定義は、本研究の定義の基礎となっているが、何を認知の対象とするかに差異がある。Hinton の定義では周辺環境を構成する要素間の関係という限定された範囲を対象とするのに対し、本研究では場を認知の対象とすると定義した。第 3.5 節の式(1)に示したように、場は、あらゆる主体、それら主体が内包する属性、環境などといった構成要素とその関係を含む。このような広い範囲を認知の対象とした理由は、PSS には二者以上の主体が関わり、互いのコンテキストを共有することがあるためである。二者がコンテキストを変化させ共有することは、Hinton の定義では、理解の仕方を変えることの他に、互いの周辺環境の構成要素の共通部分を増加させるという操作が考えられる。一方で、本研究の定義では、認知の仕方や範囲を変えることにより上記を説明することができる。両定義の説明範囲に大きな違いはないが、本研究の定義の方がよりシンプルにコンテキストの共有過程を説明することが可能である。

以上をまとめると、他分野の研究に比べた、本研究におけるコンテキストの定義の特徴は以下の通りである。

- 本研究におけるコンテキストの定義は、Hinton の定義に類似するものであり、認知的な側面を強調した定義である。ただし、本研究では場を認知対象とする。

- 本研究におけるコンテキストの範囲は、言語学や経営学、情報学分野などの異なる定義や言及範囲を概ね包含するものであり、統合的な定義であると言える。
- 本研究におけるコンテキストは、主体の知識や技能、主体間の関係といった PSS の特徴を表現可能であることから、PSS のコンテキストを議論するうえで有用である。

#### 3.7.2 提案モデルの有効性

本研究では、PSS における文脈価値の共創と、その設計に関する概念モデルをそれぞれ提案した。本項では、第 3.2 節に示した要件に対応する 4 つの項目に関して、提案モデルの特徴や有効性を考察する。

- 「コンテキストとは何か」や「コンテキストと PSS はどのように関係するか」を表現し説明することが可能であるか。

本研究では、コンテキストを次のように定義した。

コンテキストとは、場の構成要素やそれらの間の関係に対するある主体の認知である。ただし、ここでの場には認知する主体自身も含まれる。

この定義のもと、第 3.5 節では、式(1)(3)を通じてこれを形式化した。前項で考察したように、本定義は、様々な分野におけるコンテキストの解釈を包含するため、統合的な定義である。

また、PSS における主体間のやりとりの中で、このコンテキストを通じて、PSS におけるコンテンツの価値が知覚されることを式(4)により表現した。すなわち、PSS においてコンテキストは、価値知覚のメカニズムの一部として関わることを明示した。以上より、提案モデルは上記の要件を満たすものであると考えられる。

- 文脈価値の定義に従った価値知覚のメカニズムを形式的に表現し説明することができるか。

本研究では、価値知覚のメカニズムを、第 3.5 節の式(4)に示したようにコンテキストとコンテンツの組から価値への写像としてモデル化した。以上より、ある時点における、ある主体にとってのコンテキストに従って、当該主体により価値が知覚されるという文脈価値の考え方を、形式的に説明可能とした。

ただし、上記の写像は、あるコンテキスト下であるコンテンツが提供された場合、対応する価値が一意に決定されることを意味する。しかしながら、価値が「一意に」決定されるか否かは、先行研究（[Vargo 2008] など）では言及されておらず、検証されていない。価値が一意に決定されると考えれば、設計において、コンテンツやコンテキストに対する操作により、最適な価値を実現する設計解を求めることが可能になる。そのため、本研究では、上記のような写像として表現することが有効であるという立場をとるが、今後何らかの方法で検証を行うことが必要であろう。

- どのようにして価値の変化が生じるかを表現し説明することができるか。

第 3.5 節において、価値の変化が生じる過程を、次の 2 つによりモデル化した。一方は、PSS に関わる主体が内省に基づきとる行動  $AC_{S,i,j}$  である。この行動の結果、コンテキストやコンテンツが変化することで価値が望ましい方向に変化することを、式(9)(10)を通じて表現した。他方は、主体の意図とは無関係に生じる変動  $CH_{i,j}$  である。この変動により、コンテキストやコンテンツが変化することを、式(11)を通じて表現した。式(4)より、コンテキストが変化すれば、価値もまた変化する。以上のように、本研究では、価値の変化が生じる過程を、行動と変動によりモデル化し、論理的に説明可能とした。

- PSS の構造変化を設計するための方法論を構築するうえで、その中核を担う設計対象モデリング手法の中で取り扱うべき設計概念を規定することができるか。

第 3.6 節の最後に、PSS の構造変化を設計する方法論において扱うべき概念は、価値  $V_S$ 、コンテンツ  $O$ 、コンテキスト  $C_D$ 、時系列  $T_D$ 、行動  $AC_{S,i,j}$ 、変動  $CH_{i,j}$  であることを明示した。本章で展開してきた論に基づけば、これらの設計概念を用いることで PSS の構造変化を設計可能であると考えられる。そのため、上記の要件を充足することができたと考えられる。一方で、これらの設計概念で十分であるかは検証できていない。そのため、今後は、提案する設計方法論を実際に運用することを通じて、これらの設計概念で十分であるか否かを検証する必要がある。

また、本研究では、上記の各設計概念を集合論により数学的に記述した。これにより、各設計概念の示す範囲を明確に定義することができた。このことは、提案する設計方法論を、計算機上に実装するうえでも有効な特徴である。現在のところ、計算機上での設計支援環境を構築するには至っていないが、今後、本モデルに基づく設計支援環境の実装を行うことを検討している。

#### 3.7.3 提案モデルと関連研究の比較

本項では、第3.3項に示した上田らと中島らによる概念モデルと、それらの主題である価値共創に関して比較を行い、本モデルの特徴や有効範囲について議論する。

本研究では、価値共創を、変動の中で、各主体の“適切な”行動によりコンテキストやコンテンツを変化させることで、互いの知覚する価値を理想に近づけ合う活動と解釈した。ここで、価値を理想に近づけ合うことには、当初想定していた価値とは異なる価値を実現することも含まれる。

中島らの研究では、受給者が提供者の意図していない使用法を生み出し、それを通じて新たな価値が発見されることを価値共創とする。上田らのモデルも同様の立場にあり、このようなプロセスを創発と呼んでいる [上田 2007]。このような創発のプロセスは、本研究で提案したモデルにおいても説明可能である。提供者と受給者は、各々独立に内省を行い、自らの行動に変容をもたらす。ここでの受給者の行動は、提供者が意図したものとは限らず、それによりコンテキストやコンテンツが変化し、新たな価値が見出されることもある。

一方で、本研究は、このような形式の価値共創のみを指向するべきではないという立場をとる。第1.1.4項の問題設定の中で述べたように、このような事後創発的な価値共創のプロセスは、どのような事業においても機能するか否かは明らかではない。これに対して本研究は、上記でいう「各主体の適切な行動」を設計の範囲に組み込み、事前に計画することの重要性を主張するものである。その意味で、本研究で提案したモデルは、価値共創のあるべき姿について、中島らや上田らとは異なる立場をとる。ただし、第1.1.4項でも言及しているように、本研究は、事後創発的なプロセスを批判するものではなく、もし事後創発による新たな発見があれば、適宜、設計した計画に修正を施すことが重要であると考えられる。

以上より、提案したモデルの特徴は以下のように整理できる。

- 価値共創を、変動の中で、各主体の“適切な”行動によりコンテキストやコンテンツを変化させることで、互いの知覚する価値を理想に近づけ合う活動と解釈する。本研究は、特に、各主体の適切な行動を設計の範囲に組み込み、事前に計画することの重要性を主張するものである。



## 3.8 おわりに

本章では、コンテキスト概念を中心として PSS の概念モデルを提案した。これにより、PSS の構造とその変化に関わる設計概念や概念間の関係を整理し、提案する設計方法論の理論的枠組みを構成した。

第 2 節では、本研究における PSS の定義に基づく概念モデルの要件として、以下の 4 つを挙げた。

- 「コンテキストとは何か」や「コンテキストと PSS はどのように関係するか」を表現し説明することが可能である。
- 文脈価値の定義に従った価値知覚のメカニズムを形式的に表現し説明することが可能である。
- どのようにして価値の変化が生じるかを表現し説明することができる。
- PSS の構造変化を設計するための方法論を構築するうえで、その中核を担う設計対象モデリング手法の中で取り扱うべき設計概念を規定することができる。

第 3 節では、先行する PSS 研究や関連する人工物研究、サービス研究で提案されている既存の概念モデルについて解説した。そして、これらの先行研究の課題をまとめ、本研究のアプローチを示した。

第 4 節では、コンテキスト概念について、様々な研究分野における個別の定義について概観した。そのうえで、本研究におけるコンテキストを、

コンテキストとは、場の構成要素やそれらの間の関係に対するある主体の認知である。ただし、ここでの場には認知する主体自身も含まれる。

と定義した。また、場の構成要素を時間と空間の観点から 6 つに分類し、そのうち 3 つを対象とすることを述べた。

第5節では、提供者と受給者の視点のもと、PSSにおける文脈価値の共創活動を説明するためのモデルを提案した。本モデルでは、第4節で定義したコンテキスト概念を中心に据え、PSSにおいて、どのように価値が判断されるか、またどのように価値が変化していくかを明示した。

第6節では、設計者の視点のもと、PSSの設計活動を説明するためのモデルを提案した。そして、本モデルより、本研究の対象であるPSSの構造とその変化を設計するうえで、設計対象として含むべき概念は、価値 $V_S$ 、コンテンツ $O$ 、コンテキスト $C_D$ 、時系列 $T_D$ 、行動 $AC_{S,i,j}$ 、変動 $CH_{i,j}$ であることを明示した。

第7節では、本章で提案したコンテキストの定義とPSSとその設計の概念モデルについて、有効性や特徴を議論した。

# 第4章 PSS の構造変化に関する設計対象モデリング手法

---

4.1 はじめに .....	80
4.2 本研究における設計対象モデルの要件 .....	81
4.3 先行研究とアプローチ .....	82
4.3.1 PSS 研究における設計対象モデリング .....	82
4.3.2 先行研究の課題 .....	86
4.3.3 本研究のアプローチ .....	89
4.4 PSS ビジョン設計のためのモデリング手法 .....	91
4.4.1 概要 .....	91
4.4.2 モデルの構成要素と表記法 .....	92
4.4.3 モデルの特徴 .....	97
4.5 トランジションアジェンダ設計のためのモデリング手法 .....	98
4.5.1 概要 .....	98
4.5.2 モデルの構成要素と表記法 .....	99
4.5.3 時間軸との対応 .....	102
4.5.4 モデルの特徴 .....	103
4.6 モデル間の関係 .....	104
4.7 おわりに .....	105

---

## 4.1 はじめに

第4章では、PSSの構造変化に関する設計対象モデリング手法を提案する。本章では、まず第3章で提案した概念モデルに基づき、設計対象モデリング手法の要件を明らかにする。次に、これと先行研究における設計対象モデリング手法を照らし合わせ課題を整理する。その後、本研究で提案する2つの設計対象モデリング手法の詳細を説明する。

## 4.2 本研究における設計対象モデルの要件

本章では、前章に述べた PSS の概念モデルを基本的な枠組みとして、設計対象を表現・設計可能とするモデリング手法を提案する。第 3.6 節に示した本研究で取り扱うべき設計対象の構成要素は、以下の 2 つに大別することができる。一方は、ある時点におけるスナップショットとして定義されるコンテキスト、コンテンツ、価値の集合である。これらの要素群は、ある時点における PSS の構造を構成する。他方は、PSS の構造に対して動的な変化を促す各主体の行動や変動の集合である。これらの要素群は、時系列に沿って、PSS の構造変化を実現する道筋や具体的な手段を構成する。これらを表現するためのモデルを記述・参照することで、設計者は PSS の構造変化の計画の全体像を把握可能となる。また、設計者は、このモデル中の要素に操作（追加、変更、削除など）を加えることで、PSS の構造変化を設計する。以上のことから、本研究が提案するモデリング手法の要件は以下のようにまとめられる。

- ある時点における PSS の構造を切り出したコンテキスト、コンテンツ、価値の集合を表現可能である。
- 時系列上で PSS の構造に対して動的な変化を促す各主体の行動や変動の集合を表現可能である。
- モデルの記述結果を参照することで、時系列に沿った PSS の構造変化の計画を設計者が容易に理解可能である。
- モデル中の要素の操作により、PSS の構造変化を設計可能である。

ただし、本研究の目的は、長期的な視座のもと高い価値を持続的に実現するための PSS の構造変化を設計するための方法論を構築することであった。そのため、本モデルにおいては、第 3.4.5 項の Table 3-2 に示した場の構成要素うち、特に長期的に変化するものを扱う。それゆえ、短期的に変化する要素は対象外とし、次の項目をモデリング手法の要件として加える。

- コンテキストとして、長期的に変化するマクロ、メゾ、ミクロの場の構成要素を扱うことが可能である。

## 4.3 先行研究とアプローチ

### 4.3.1 PSS 研究における設計対象モデリング

PSS 研究分野においては、その設計のためのモデリング手法がいくつか提案されている。本項では、先行研究における代表的な PSS の構造モデリング手法を、PSS における主体のネットワーク構造を中心としたモデル、PSS の提供内容の構造を中心としたモデル、PSS の構造を俯瞰するモデルの3つに大別し、概要を述べる。

#### (1) PSS における主体のネットワーク構造を中心としたモデル

第 2.3.2 節で述べたように、下村らは、PSS の設計に関する研究を進めている。当該研究では、フローモデル (Figure 4-1) と呼ばれるモデルを用いて、PSS における主体のネットワーク構造を表現する [下村 2005]。フローモデルは、PSS に関わる個人や組織 (これをエージェントと呼ぶ) の多重連鎖構造と、そこにおける価値の流れを表現するためのモデルである [下村 2003]。フローモデルでは、最上流のサービス提供者と最終受給者 (最終顧客) 間を仲介するエージェントを中継エージェントと呼ぶ。この中継エージェントは、上流の提供者から材料・素材としてのサービスを受け取り評価する受給主体の役割と、それをそのまま、あるいは加工、組立、分解等の操作を加えて、下流へと新たなサービスを送る提供主体の役割の両方を担う。例えば、Figure 4-1 は、ビルインフラに関する PSS のフローモデルである。中継エージェントである「ビル管理会社」は、「ビルインフラメーカー」が生産したインフラ (エレベータなど) を用いて、「ユーザ」に対してショッピングサービスを提供する。ここでは、「ビル管理会社」と「ユーザ」の間には、ショッピングサービスの価値を増幅する「テナントショップ」が中継エージェントとして介在する。本モデルにおけるエージェント間の灰色矢印は、製品やサービスの提供により、何らかの価値が流れていることを意味する。

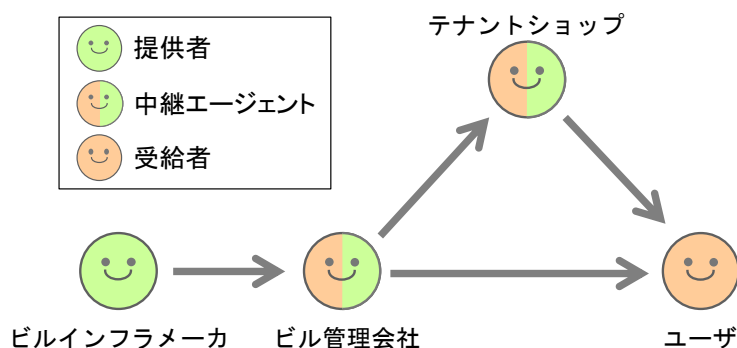


Figure 4-1 フローモデル

フローモデルと記述対象が類似するモデリング手法として、Customer Value Chain Analysis (CVCA) [Donaldson 2006] とアクタネットワークモデル [赤坂 2014] が挙げられる。CVCA は、製品の提供に関わる利害関係を洗い出し、それら利害関係者間での金銭、製品、サービス、情報等の流れを可視化する手法である。Tan らは、これを PSS のモデリングに利用している [Tan 2010b]。CVCA の一例を Figure 4-2 に示す。自動販売機によるソフトドリンク販売に関わる利害関係者として、「自動販売機生産者」、「自動販売機運営者」、「コンビニエンスストア」、「ソフトドリンク生産者」、「ソフトドリンク消費者」が記述され、それら利害関係者間での金銭、製品、サービス、情報の流れが記述されている。赤坂らの提案するアクタネットワークモデルは、CVCA の記述対象に加え、各利害関係者の求める価値を表現可能としたモデルである。コンテンツとして記述する要素（製品、サービス、金銭）の表現粒度は粗いものの、PSS における主体のネットワーク構造だけでなく、提供内容の概要までを一枚絵で表現することができる。Figure 4-3 は、カーシェアリングの PSS をモデル化したものであり、「カーシェアリング（CS）提供者」、「自動車会社」、「CS ユーザ」、「郊外店舗」といった利害関係者と、各利害関係者の要求価値や、利害関係者間のやりとりの内容が描かれている。



Figure 4-2 Customer Value Chain Analysis [Donaldson 2006]

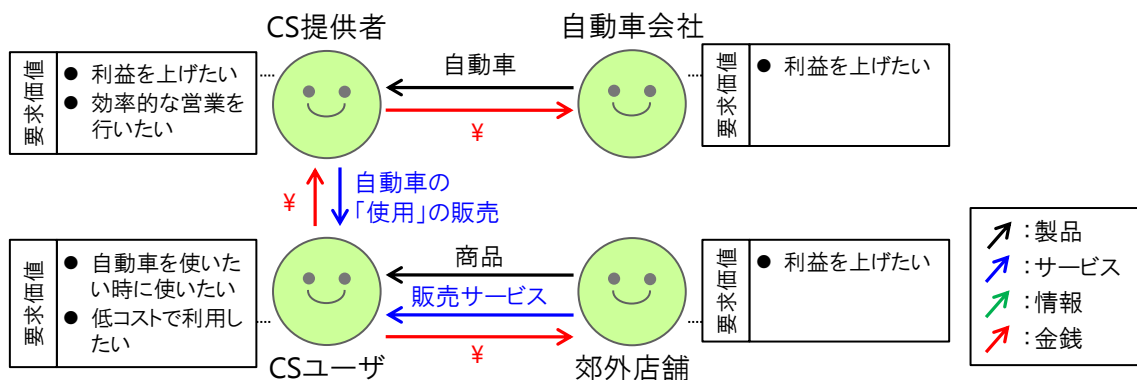


Figure 4-3 アクタネットワークモデル [赤坂 2014]

(2) PSS のコンテンツを中心としたモデル

下村らの手法では、フローモデルのうちの 1 対 1 の提供・受給関係において、やりとりされるサービスの提供内容を、ビューモデルと呼ばれるモデルを用いて記述する [下村 2005]。具体的には、受給者にとっての価値の評価パラメータである RSP (Receiver State Parameter) に対して、RSP を変化させるための「機能」と、機能を発現するための「実体 (人間や製品)」を対応付ける。そして、機能や実体に対しても評価パラメータを紐づけることにより、RSP を変化させ価値を実現するに至る手段を記述する。ここで、RSP、すなわち価値に直接影響する機能をコンテンツと考える。例えば、Figure 4-4 は、「ビルインフラメーカー」が「ビル管理会社」に提供するエレベータ保守サービスを表現したビューモデルである。ビル管理会社にとっての「安心・安全」という価値を、「エレベータを監視する」と「定期的にメンテナンスする」という 2 つのコンテンツにより実現することを表現している。これらコンテンツとなる機能は、それを実現・増幅するためのサブ機能へと分解され、「監視スタッフ」や「監視システム」といった実体が対応付けられている。

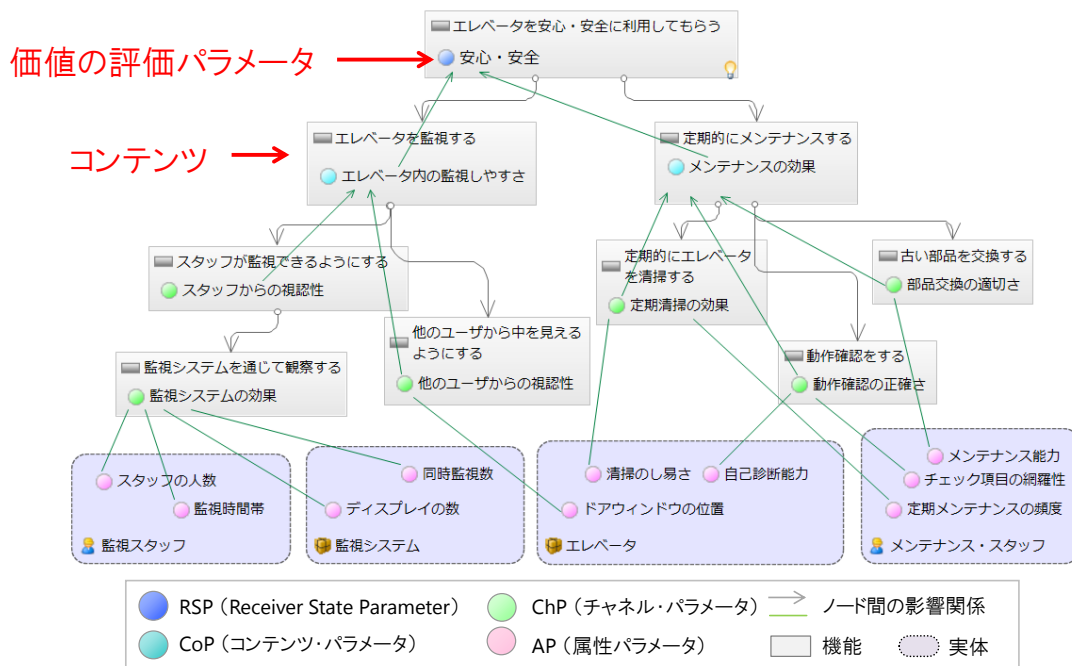


Figure 4-4 ビューモデル [下村 2005]

Maussang らは、汎用的なシステムモデリング手法である機能ブロック図を用いて PSS の構造を設計する手法を提案している [Maussang 2009]。本モデルでは、Figure 4-5 の左部に示すように「PSS」と「環境要因」の関係を表現し、顧客や外部環境のもと「要求機能」を明確化する。また、Figure 4-5 の右部に示すように PSS の内部構造を「実体



(人間や製品)」とその関係によりモデル化する. それら実体や実体間の関係に対して, 細分化した機能を割り当てることにより, PSS の提供内容を設計する.

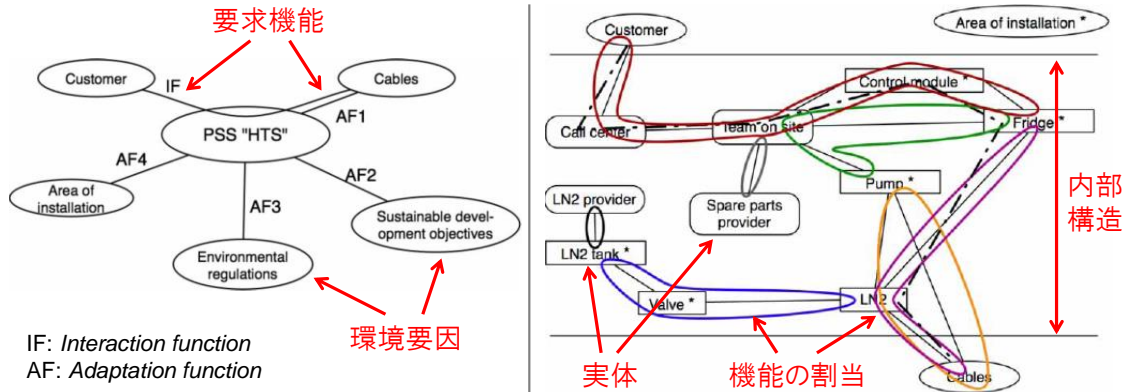


Figure 4-5 機能ブロック図による PSS 設計 [Maussang 2009]

(3) PSS の構造を俯瞰的に表現するモデル

以上の(1)(2)に述べてきたような, 特定の視点から PSS をモデル化する手法の他に, PSS の全体像を俯瞰するような手法がある. Berquet ら [Berquet 2011] や Wiesner ら [Wiesner 2013], は, 汎用的なビジネスモデル設計支援ツールである Business Model Canvas (BMC) [Osterwalder 2010] を応用し, PSS の設計を可能としている. BMC は, 「顧客セグメント」, 「チャンネル」, 「顧客との関係」, 「価値提案」, 「主要活動」, 「パートナー」, 「リソース」, 「コスト構造」, 「収益の流れ」の 9 つのブロックからなるワークシートであり, これらブロックの要素集合としてビジネスモデルを表現する. そのユーザビリティの高さから, 実務においても広く受け入れられているモデリング手法である.

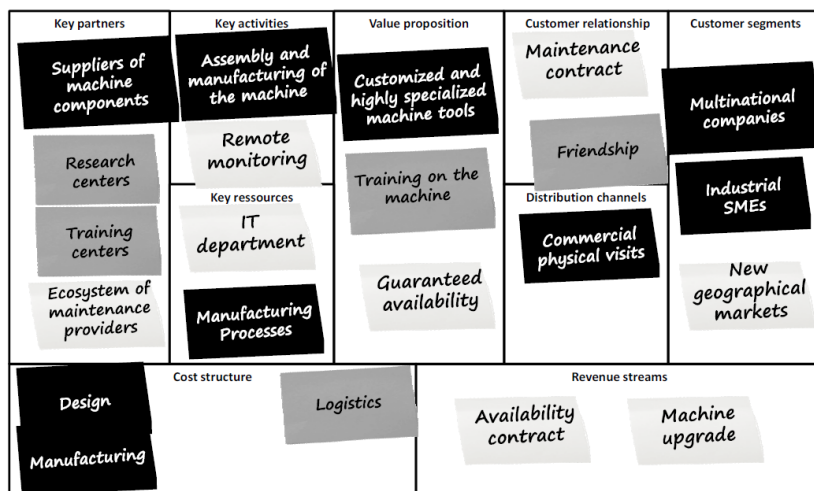


Figure 4-6 Business Model Canvas を用いた PSS 設計 [Wiesner 2013]

Müller らは、PSS Layer Method と呼ばれるモデリング手法を提案している [Müller 2010]。PSS Layer Method は、顧客視点として「受給者ニーズ」と「提供価値」の層、設計レイヤとして「成果物」、「活動」、「利害関係者」、「コア製品」、「補助製品」、「契約」といった層が並ぶ (Figure 4-7)。本手法では、顧客視点のもとニーズや価値を特定した後に、それを起点に設計レイヤの構成要素を決定していくことで、PSS の基本的な構造をモデル化する。本手法は、BMC と同様にワークシートとして実装されている。

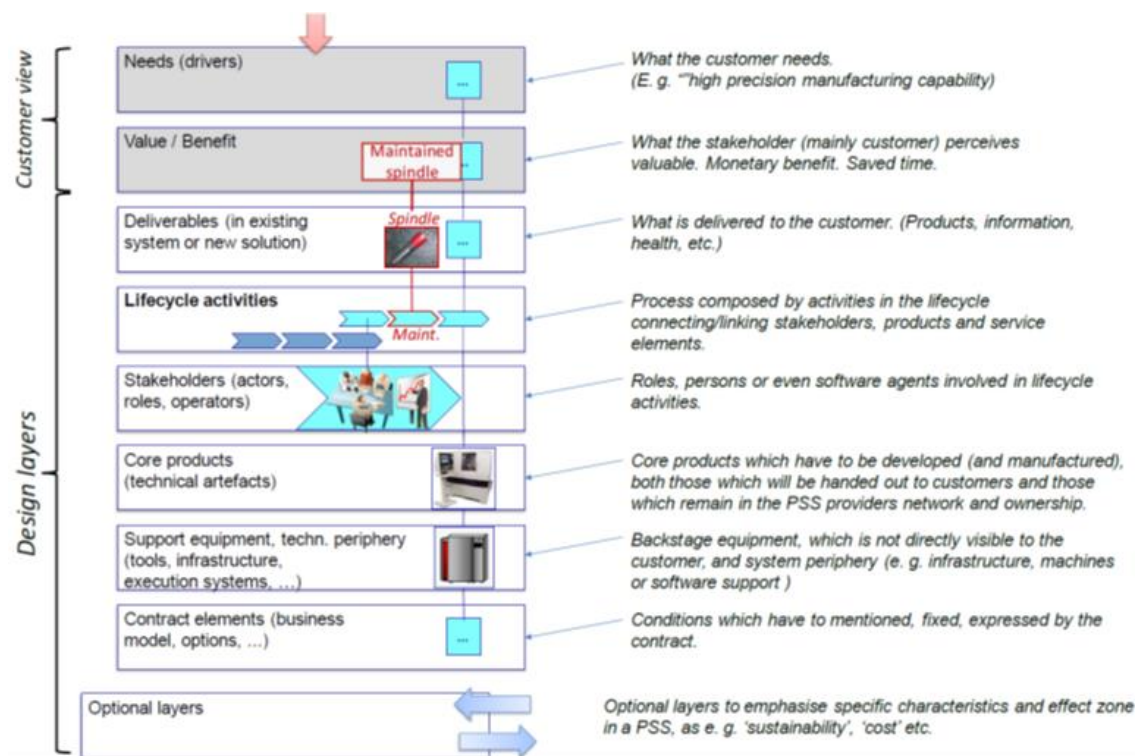


Figure 4-7 PSS Layer Method [Müller 2010]

#### 4.3.2 先行研究の課題

本研究で必要となる設計対象モデルの要件として、ある時点における PSS の構造を切り出したコンテキスト、コンテンツ、価値の集合を表現可能であることを挙げた。併せて、ここでのコンテキストとして長期的に変化するマクロ、メゾ、ミクロレベルの場の構成要素を扱うことが可能であることを挙げた。さらに、本研究では、もう 1 つ重要な要件として、各主体の行動や変動による時系列上での PSS の構造変化を表現可能であることを挙げた。これらの要件に対する既存のモデリング手法の特徴を Table 4-1 にまとめる。本項では、これをもとに先行研究の課題を述べる。

Table 4-1 既存の PSS の構造モデリング手法の特徴

		What			When	How	
		コンテキスト	コンテンツ	価値	時系列	行動	変動
i	フローモデル [下村 2003]	△* (主体のみ)	×	×	×	×	×
ii	CVCA [Donaldson 2006]	△ (主体のみ)	○	×	×	×	×
iii	アクタネットワーク モデル [赤坂 2014]	△ (主体のみ)	○	○	×	×	×
iv	ビューモデル [下村 2005]	×	○	△ (顧客のみ)	×	×	×
v	機能ブロック図 [Maussang 2009]	△ (環境のみ)	○	×	×	×	×
vi	BMC [Osterwalder 2010]	△ (主体や 属性)	○	△ (顧客のみ)	×	×	×
vii	PSS Layer Method [Müller 2010]	△ (主体のみ)	○	△ (顧客のみ)	×	×	×

\*) ○ : 表現可能, △ : 部分的に表現可能, × : 表現不可能

まずは、What を表すコンテキスト、コンテンツ、価値について議論する。前項(1)では、PSS における主体のネットワーク構造を中心としたモデリング手法、前項(2)では、PSS の提供内容の構造を中心としたモデリング手法についてそれぞれ述べた。(1)で述べたうち、最も記述対象が広範である赤坂らのアクタネットワークモデル(Table 4-1 の iii)は、PSS におけるメゾレベルのコンテキストである主体のネットワーク構造と、そこを流れるコンテンツ、各主体の価値までを記述対象として含む。一方で、コンテキストのうち、PSS が埋め込まれる社会の要素や、PSS を構成する主体の属性までは、モデルの記述対象として含まない。すなわち、モデルの記述対象は、対象システムを記述するメゾレベルに限定されている。(2)で述べた下村らのビューモデルは、価値とコンテンツの関係に着目し、機能による詳細なモデリングを行うが、コンテキストが不明瞭である。Maussang らの機能ダイアグラム図を用いた手法 (Table 4-1 の v) では、PSS の機能や実体 (コンテンツ) と環境 (コンテキストの一部) の関係をモデル化可能であるが、ここでの環境は物理的な制約として用いられており、人と環境の関係や、それに応じて価値がどのように変化するかはモデル化の対象範囲外である。

前項(3)では、PSSの構造を俯瞰的にモデル化する手法について述べた。OsterwalderらのBusiness Model Canvas (Table 4-1のvi)では、「価値提案」として価値を、「主要活動」としてコンテンツを、「パートナー」や「顧客との関係」としてメゾレベルのコンテキストを、「リソース」や「チャネル」によりマイクロレベルのコンテキストを、それぞれ表現することができる。一方で、マクロレベルのコンテキストは記述対象に含まれない。また「リソース」や「チャネル」として記述されるマイクロレベルのコンテキストは、提供者に関する要素に限定されており、パートナーや顧客に関する要素を明示することができない。また、汎用的なフレームワークであることから、モデリングにおける自由度が高く、「PSSの構造設計」をガイドするものではない。他方、Müllerらの提案するPSS Layer Method (Table 4-1のvii)は、価値とコンテンツの関係を明示的に表現可能であるが、やはりコンテキストとして記述できる範囲は限定的である。

以上に述べたように、先行研究におけるモデリング手法を、本研究の要件に照らし合わせると、記述対象として含まれる情報が断片的であり、コンテキスト、コンテンツ、価値の集合を表現可能なモデルは存在しない。結果として、文脈価値の視点からPSSの構造を設計することは困難である。そのため、次の(A)が課題として挙げられる。

- (A) コンテキスト、コンテンツ、価値の集合を俯瞰的に表現することができない。  
ここでのコンテキストとして、マクロ(社会)、メゾ(対象システム)、マイクロ(個別要素)に関する要素や関係が含まれる。

次に、時系列上でPSSの構造に対して動的な変化を促す各主体の行動や変動について議論する。現在のところ、PSS研究において提案されている設計対象モデリング手法は、ある時点のPSSの構造を切り出してモデル化するものに限られる。これらの手法を用いて、PSSの構造変化を表現するためには、いくつかの時点のPSSの構造モデルを構成し、そのモデルを時系列に並べるような方法が考えられる。しかしながら、この方法のみでは、各時点のモデルのうち、どの要素が、いつどのようにして変化するかを明示的に表現することはできない。そのため、次の(B)が課題として挙げられる。

- (B) 複数時点のPSSの構造モデルを構成した場合に、どの要素が、いつどのような行動や変動によって変化するかを明示的に表現することができない。

### 4.3.3 本研究のアプローチ

以上に述べた課題に対して、本研究では、以下のようなアプローチをとることより、その解決を目指す。Figure 4-8 に、本研究のアプローチを図示する。

まず課題(A)に対しては、コンテキスト（マクロ、メゾ、ミクロ）、コンテンツ、価値として記述すべき対象を定め、それらの集合を俯瞰的に表現するモデリング手法を提案する。これにより構成されるモデルは、PSS の構造を「何に変えるか」という What を表現するものである。また、ここでのモデリングの枠組みとして、本研究では Business Model Canvas や PSS Layer Method など用いられるワークシート形式を採用する。一般に、将来像を決定する際には、当該事業に関わる多様な関係者が設計に参加することが望ましい。ワークシート形式の枠組みは、参加者全員が設計対象の全体像を把握・共有可能とし、そこでの議論やモデル操作を容易化することが知られており [Osterwalder 2010]、ここでのモデリングに有用であると考えられる。

次に課題(B)に対しては、PSS の構造変化を What のモデルで記述された要素の状態遷移としてモデル化する。これにより、どの要素が、いつどのようにして変化するかといった変化の道筋を明示的に表現可能とする。これにより構成されるモデルは、「どのように変えるか」という How を主として表現するものである。

以上に述べた What と How のモデルは、各々のモデルに内包されるいつ (When) の情報をもとに紐付ける。これにより、「モデルの記述結果を参照することで、時系列に沿った PSS の構造変化の計画を設計者が容易に理解可能である。」という要件を満たす。

これらのモデルの表現対象である「望ましい将来像」と「それに至る道筋に関する計画」は、政策学の分野において、それぞれ「ビジョン」と「トランジションアジェンダ」と呼ばれる [Loorbach 2010]。本研究では、これに倣い What のモデルを「PSS ビジョンモデル」、How のモデルを「トランジションアジェンダモデル」と呼ぶこととする。本研究では、両モデルの表現対象や表記法を具体的に定め手法として整備する。ただし、これらの構築を計算機上で支援するモデラの開発までは行わない。

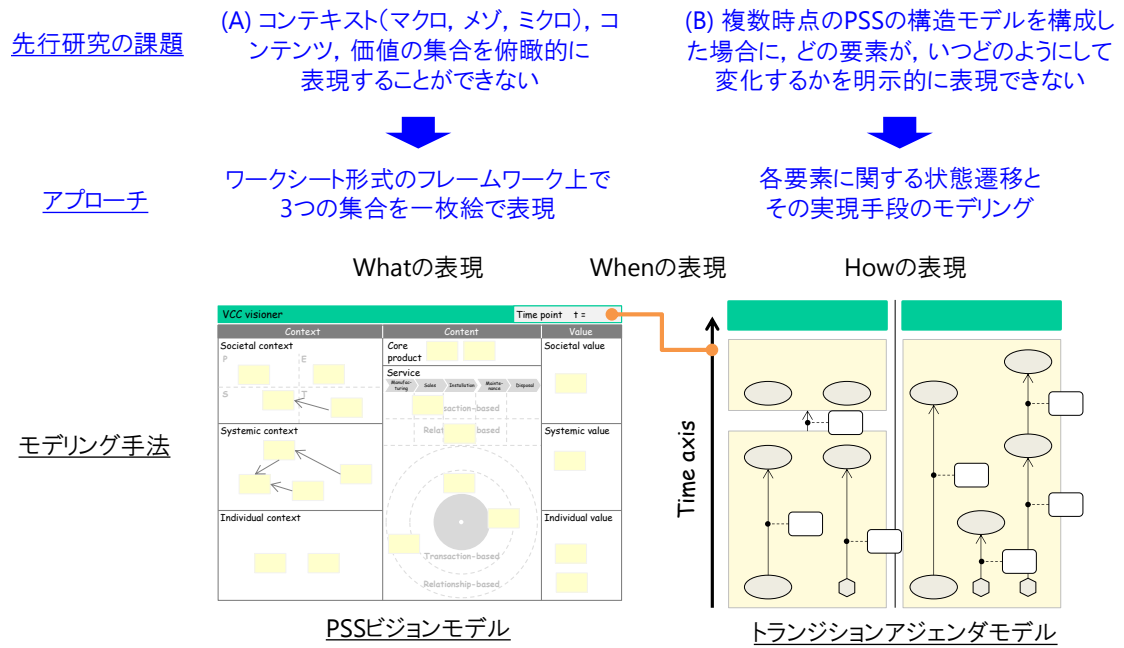


Figure 4-8 設計対象モデリングにおける本研究のアプローチ

## 4.4 PSS ビジョン設計のためのモデリング手法

### 4.4.1 概要

PSS ビジョンモデル構築のための枠組みとして、本研究では Figure 4-9 に示すワークシート形式のツールを導入する。本ワークシートを、その記述対象の頭文字から「VCC visioner」と呼ぶこととし、この上に表現された要素の集合をモデルと見做し、PSS ビジョンモデルと呼ぶ。なお VCC visioner は、計算機上のシステムとして実装されたものではなく、ポスター用紙などに印刷して運用することを想定したものである。

VCC visioner は、PSS のビジョンを構成する「コンテキスト」「コンテンツ」「価値」の3つのブロックと、それが何年後のビジョンなのかを示す「時点」からなる。各ブロックには、各設計概念に関する要素集合（時点 $t_i$ と当該時点における $C_{D,i}$ ,  $O_i$ ,  $V_{S,i}$ ）が記述される。これらのうち、コンテキストと価値のブロックは、Societal, Systemic, Individual の3つの層に細分化される。各層は、第 3.4.5 項で述べた社会技術システムの分析単位であるマクロ、メゾ、ミクロのレベルに対応する。

VCC visioner の導入目的は、あくまで設計チーム内で決定した情報を一枚絵として「整理」することであり、優れたアイディアの「発想」を支援するものではない。

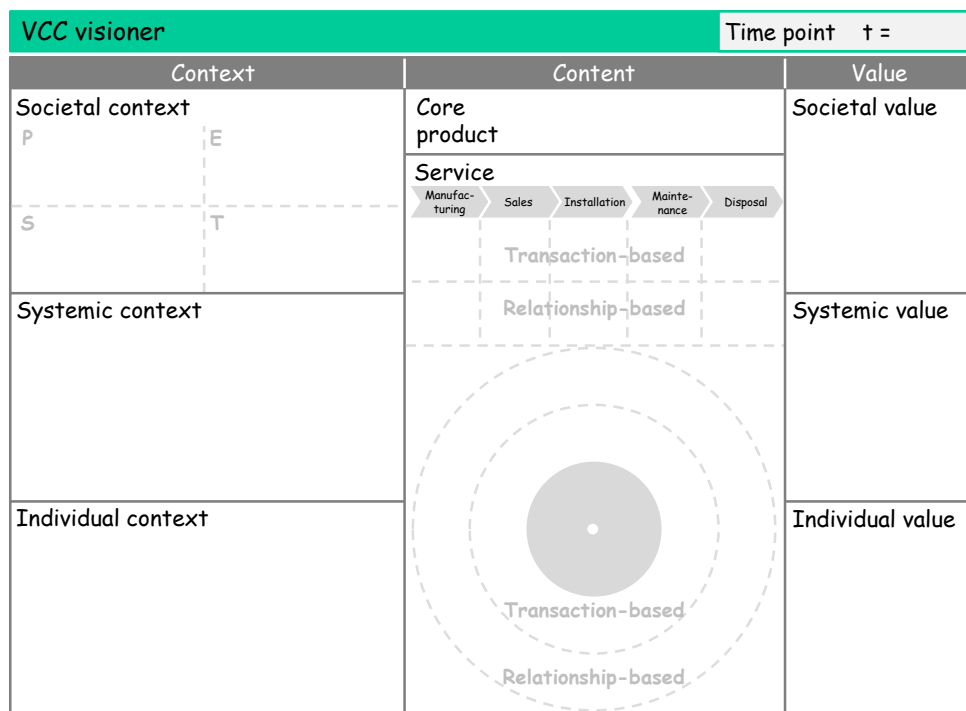


Figure 4-9 PSS ビジョンモデルの枠組み : VCC visioner

### 4.4.2 モデルの構成要素と表記法

ここではモデルの構成要素について、VCC visioner が提供するブロックごとに、その定義や記述対象、表記法をまとめる。

#### (1) コンテキスト

*ある主体に認知された場の構成要素やそれらの間の関係。ただし、ここでの場には認知する主体自身も含まれる。*

本研究におけるコンテキストは、以上のような定義を用いることとした。ただし、第3.6節にて述べたように、設計者が、全主体のコンテキストを網羅的かつ正確に検討することが困難である。そのため、設計時には、設計チームの総意によって定められたコンテキストの集合を用いる他ない。前述の通り、場の構成要素は、マクロ、メゾ、ミクロの3つのレベルから捉えられる。VCC visioner では、以下の(1-1)～(1-3)のサブブロックを用いて、設計チームが想定したコンテキストを表現する。

#### (1-1) 社会的コンテキスト (Societal context)

マクロレベルに相当する場の構成要素を指し、PSS が埋め込まれる社会のコンテキストを表現する。本研究では、このような外部環境に関する要素抽出の観点として広く用いられる PEST 分析の観点を導入し、当該時点における PSS の外部環境を構成する特徴的な動向を捉えることを可能とする。PEST とは、環境変動に影響を及ぼす要因として政治的 (Political)、経済的 (Economic)、社会文化的 (Socio-cultural)、科学技術的要因 (Technological) の4つの観頭の頭文字を取ったものである。Table 4-2 に、これらの観点に関する説明をまとめる。

本サブブロックでは、ブロック内に設定されている PEST の4つの観点に基づき、要素を洗い出して記述する。ここで、各要素間に因果関係があれば、矢印を用いてそれを明記する。この理由は、コンテキストには、その定義上要素間の関係も含まれることと、次節で詳述するトランジションアジェンダモデルを構築しやすくするためである。

社会的コンテキストとして記述される要素は、基本的に PSS を構成する主体の影響力の範囲の外にある。そのため、これらの要素は、分析や予測の対象になっても、設計の対象とは見做さない。



Table 4-2 PEST 分析の観点と例

観点	説明
政治的要因 (Political)	当該ビジネスに関わる国家、地域の政策等に関する環境変動要因。具体的には、政権の変化や、法規制（規制強化・緩和）や、税制、政治団体の傾向等が該当する。
経済的要因 (Economical)	企業の財務や展開するサービスに経済的に影響を与える環境変動要因。具体的には、景気の変動、原材料費や燃料等の価格変動等が該当する。
社会文化的要因 (Socio-cultural)	流行の変化や地域社会等に関する環境変動要因。具体的には、企業がビジネスを展開する地域の人口動態や、教育水準、地域文化等が該当する。
科学技術的要因 (Technological)	科学技術の発展、既存の製品・設備の状態等に関する環境変動要因。具体的には、新技術の普及度合い等が該当する。

## (1-2) システミックコンテキスト (Systemic context)

メゾレベルに相当する場の構成要素を指し、PSS の“システム”としてのコンテキストを表現する。ここでは、主な共創主体である自社と顧客を中心に、PSS やその周囲のシステムを形成する主体とそれらの関係を記述する。Chandler が指摘するように、より幅広くコンテキストを捉えるためには、当該 PSS を構成する主体だけでなく、その外部にいる主体も考慮することが重要である [Chandler 2011]。

システミックコンテキストの表記法は、第 4.3 項(1)に示したアクタネットワークのモデルと同様であり、主体間の関係を、そこを流れる製品やサービス、情報、金銭により記述する。

これにより構成されるシステミックコンテキストは、社会的コンテキストとは異なり、PSS を構成する主体が意図的に構築することができる。それゆえ、システミックコンテキストは、分析や予測の対象だけでなく設計の対象となる。

## (1-3) 個別的コンテキスト (Individual context)

マイクロレベルに相当する要素を指し、PSS を構成する個々の主体に関するコンテキストを表現する。ここでのコンテキストの要素としては、自社や顧客など主要な主体について、提供主体・受給主体の両側面としての属性を記述する。これは、価値共創において各主体は、提供主体と受給主体の両方の役割を担うためである。提供主体としての属

性は、知識・技能などコンテンツの生成に強く関連する要素を記述する。また受給主体としての属性は、価値観や企業風土など、コンテンツを受給し価値を知覚する際に影響する要素を記述する。また、記述した要素は、主体ごとにまとめる。

個別的コンテキストは、システミックコンテキストと同様に、分析や予測の対象だけでなく設計の対象として考える。

### (2) コンテンツ

*価値に直接的に影響する機能。*

本研究におけるコンテンツの定義は、以上のものを用いる。PSSにおけるコンテンツは、物理的な製品によるものとサービスによるものの2つがある。VCC visionerでは、以下の(2-1)および(2-2)のサブブロックを用いてこれを表現する。

#### (2-1) コア製品 (Core product)

PSSには、技術的システムとしての中心的な役割を担うコア製品が存在することが多い。ここでのコア製品は、必ずしも単体ではなく、複数の製品が組み合わせられることもある。本サブブロックではコンテンツのうち、コア製品に埋め込まれる要素を表現する。具体的な要素としては、当該製品の主要な機能を書き下す。機能は、「～を…する」といった形式で表現することが一般的であり [梅田 1997]、本研究でもこれを踏襲することとする。

#### (2-1) サービス (Service)

ここでは、主体間でやり取りされるコンテンツのうち、サービスに関する要素を表現する。Olivaらは、PSSにおいて提供されるサービスを、その対象と契約形態と2軸により4種類に大別できることを指摘している [Oliva 2003]。対象の軸は、そのサービスがコア製品を対象とするのか (Product-oriented)、コア製品に関連する顧客の活動を対象とするのか (Process-oriented) である。他方、契約形態の軸は、提供回数に対して課金するのか (Transaction-based)、契約期間に対して課金するのか (Relationship-based) である。この考え方に基づき、本研究では、Product-orientedのサービスを整理するための製品ライフサイクル (以下、PLC) [吉川 2000]、Process-orientedのサービスを整理するための顧客の活動サイクル [Vandermerwe 2000] (以下、CAC) をそれぞれ導入す

る。また、両サイクルに対して、Transaction-based と Relationship-based の枠を用意し、そこに対応するサービスを配置可能とする。

PLC は製品の一生涯を表現するものである。本研究では、本ブロックの上部に、「製造 (Production)」、「販売 (Sales)」、「導入 (Installation)」、「保全 (Maintenance)」、「廃棄 (Disposal)」の 5 段階を設定しており、これらの段階に関連するサービスを該当する段階の下に配置することができる (Figure 4-10)。

CAC は、製品の使用段階にあたるが、第 2.2.1 項に示したように、PSS においては顧客が製品を使用するとは限らない。そのため、ここでの活動サイクルには、単に製品を使用する活動だけでなく、その他の業務プロセスや、日常的な生活のサイクルまでを含めることが重要である。例えば、Figure 4-11(a)は、医療サービスにおける顧客の活動サイクルを表現したものであり、サービスの利用中 (During) だけでなく、利用前 (Pre) や利用後 (Post) の活動が幅広く記述されている。活動サイクルは、対象とする製品や顧客に応じて大きく異なるため、本ブロックでは、設計者が Figure 4-11(b)中の円形をいくつかの段階に区切ったうえで顧客の活動を描く。そして、その放射線上に関連して提供するサービスを配置する。

下村らのビューモデルのように、サービスは機能として理解・記述することが可能である [下村 2005]。そこでコア製品のブロックと同様に、サービスを機能として「～を…する」という形式のもと書き下し配置する。

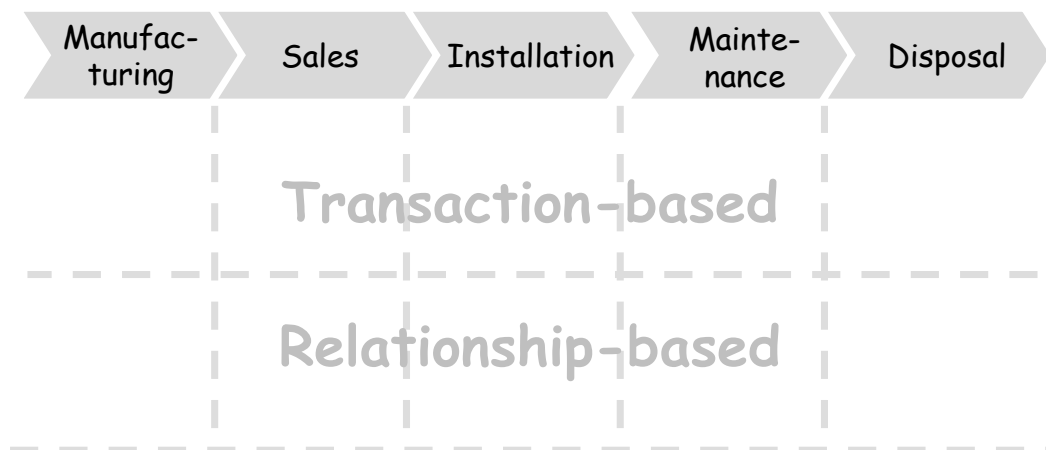


Figure 4-10 製品ライフサイクル

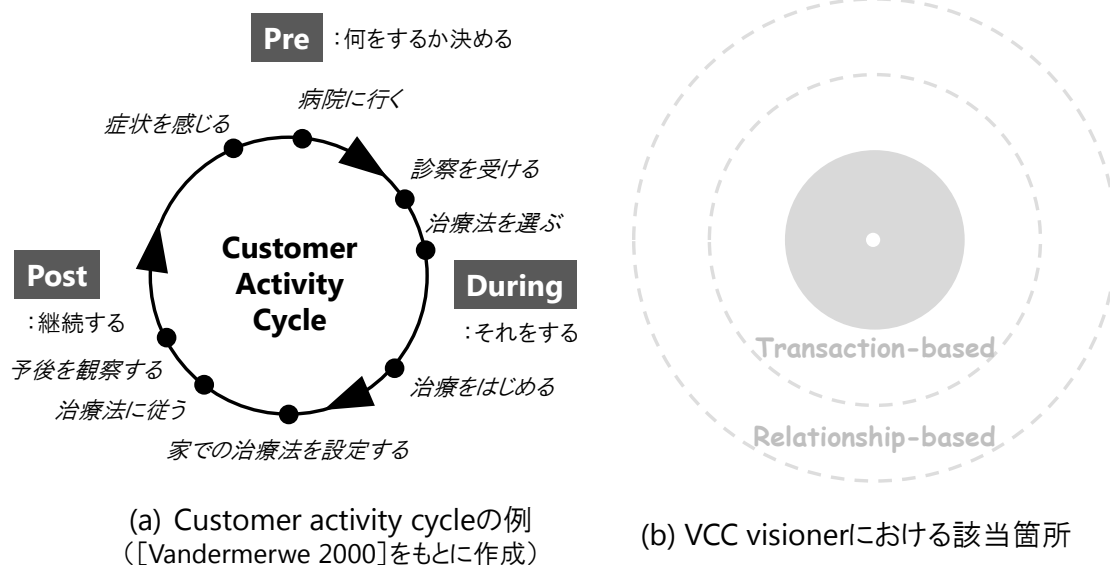


Figure 4-11 顧客の活動サイクル

### (3) 価値

#### 主体にとっての便益

本研究では、価値を以上のように定義する。den Ouden が指摘するように、価値は一個人に知覚されるだけのものではなく、個人、組織、システム、社会のそれぞれが得る [den Ouden 2012]。これは、一見すると、上記の定義や文脈価値の考え方と矛盾するように見えるが、個人や組織のみを主体とするのではなく、システムや社会もある種の主体であることにより整合する。そのため、本研究では Societal (マクロ)、Systemic (メゾ)、Individual (ミクロ) のレベルを、コンテキストだけでなく価値のブロックにも導入し、個人や組織が知覚する価値のみでなく、システムや社会にとっての価値など、幅広い PSS の便益を記述可能とする。また、これまで述べてきたように、コンテキストに応じて、各主体の得る価値は異なるが、ここではコンテキストのブロックと同様に、設計チームが想定した価値を記述する。

#### (3-1) 個別的価値 (Individual value)

PSS を構成する個人や組織といった個別の主体にとっての価値を記述する。これまで述べたように、各主体は自らの認知したコンテキストに従って価値を知覚する。ここでは、設計者が想定したコンテキストのすべてを各主体が認知すると仮定したうえで、コンテンツの受供給を通じて知覚する価値を主体ごとに書き下す。

(3-2) システミック価値 (Systemic value)

PSS のシステム全体にとっての価値を記述する。例えば、ブランド化やリスクシェアなど、システムを構成することにより、PSS 内部の主体が共通して得ることのできる価値を書き下す。

(3-3) 社会的価値 (Societal value)

PSS が埋め込まれる社会にとっての価値を記述する。例えば環境負荷低減や地域経済の活性化など、社会を PSS の外部に存在する一主体と見做したときに、当該 PSS の実現により社会が得ることができる価値を書き下す。

(4) 時点

*時系列におけるある点*

本研究では、時点を以上のように定義する。ここで、本研究では、長期的視座のもと PSS の構造変化を設計する。そのため、ここでの時期は数年単位を基本する。Figure 4-9 に示したように VCC visioner には、右上に時点を記入する欄が設けられており、ここに何年後の、あるいは何年を対象としたビジョンであるかを記述する。

#### 4.4.3 モデルの特徴

本研究では、以上のような要素および表記法のもと VCC visioner を用いて、PSS ビジョンモデルを構成する。

- 「コンテキスト」、「コンテンツ」、「価値」の集合として、ある「時点」の PSS の構造を俯瞰的に表現する。
- 「コンテキスト」と「価値」を、個別、システム、社会に相当する 3 つのレベルのもと表現する。

これらの特徴は、第 4.3.2 項で述べた課題(A)に対応する。

## 4.5 トランジションアジェンダ設計のためのモデリング手法

### 4.5.1 概要

トランジションアジェンダモデル (TAM) は、PSSの構造変化を表現するための状態遷移図である。これにより、ビジョンの実現に向けた道筋や具体的な手段を視覚化・設計可能とする。具体的には、PSSビジョンモデルの記述結果のうち、価値を除いた要素群に関して、時系列に沿った状態遷移の過程をモデル化する。ここでの状態遷移は、PSSに関わる主体の行動や変動により実現される。

Figure 4-12 に示すように、TAMは、縦軸に時間軸（時点の集合）をとる。この時点を紹介してビジョンを関連付ける。また横軸は、コア製品 (Core product)、サービス (Service)、個別的・システミックコンテキスト (Individual and systemic context)、社会的コンテキスト (Societal context) の4つのレーンから構成される。ここで個別的コンテキストとシステミックコンテキストを1つのレーンに統合する理由は、それぞれの記述対象が入れ子構造になっており、統合して記述した方が理解しやすいためである。

各レーンには、該当する要素の状態遷移を記述する。ここで、何が状態遷移として表現されるかを明示しておく。コア製品とサービスのレーンには、製品やサービスに関する段階的リリースの計画が表現される。個別的・システミックコンテキストのレーンには、必要となる知識・技能の獲得計画とアクタネットワークの構築計画が表現される。社会的コンテキストのレーンには、想定するマクロ環境の変遷が表現される。以上により、本モデルではPSSの構造変化の全体像を描く。

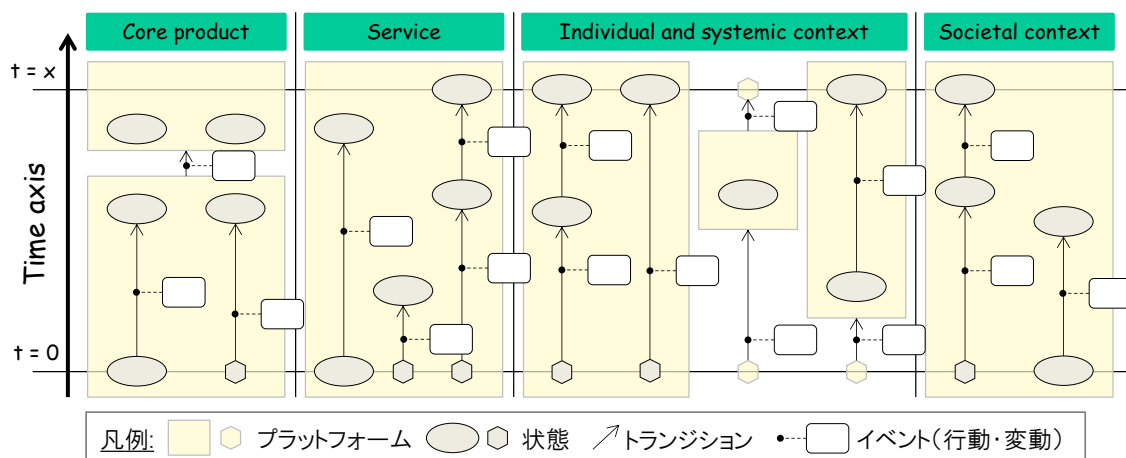


Figure 4-12 トランジションアジェンダモデル

### 4.5.2 モデルの構成要素と表記法

設計者は、TAM の各レーンにおいて「状態」「プラットフォーム」「トランジション」「イベント」の 4 つの共通アイテム (Figure 4-13) を用いて、将来のビジョンの実現に向けた道筋や具体的な手段の表現・設計を行う。以下では、これらのアイテムについて説明する。

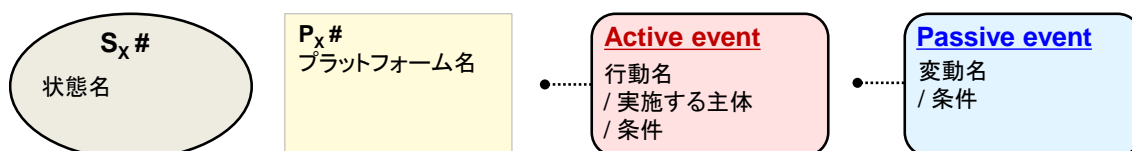


Figure 4-13 TAMにおける共通アイテム

#### (1) 状態

*ビジョンに記述された要素のある時点でのあり様*

本モデルにおける状態は上記のように定義される。Table 4-3 に示すように、どのような観点から状態を記述するかはレーンごとに異なる。コア製品とサービスのレーンでは、利用可能な製品・サービスの機能を状態として記述する。個別的・システミックコンテキストのレーンには、主体の知識や技能、価値観、企業風土などといった属性を状態として記述する。社会的コンテキストのレーンには、社会の属性を状態として記述する。

状態は、楕円形のノードにより表現する (Figure 4-13 左)。ノードには、状態名を記述するだけでなく、どのレーンにあるどの状態かを識別するための記号 (Figure 4-13 左のノードにおける X の箇所) と番号 (図中#の箇所) を付与する。ここでの記号は、コア製品レーンの場合 P、サービスレーンの場合 S、個別的・システミックコンテキストレーンの場合 IC、社会的コンテキストレーンの場合 SC とする。番号は、レーン内で重複のないように記述する。

Table 4-3 状態ノードの記述対象

レーン	状態の記述対象
コア製品	利用可能な製品の機能
サービス	利用可能なサービスの機能
個別的・システミック コンテキスト	主体の属性 (知識・技能や価値観・企業風土)
社会的コンテキスト	社会の属性

(2) プラットフォーム

あるコア製品は複数の機能を有し、時間経過に伴って機能の追加やアップグレードが行われることがある。これらは単一の状態が変化することにより表現される。一方で、大きな機能変更や複数機能の一括変更を行うためには、製品自体を世代交代させるといった方法もある。このように、PSSの構成要素の変化には、単一の状態を遷移させるのではなく、基盤そのものを変化させるような場合も含まれる。そこで、本研究では、このような変化の多重構造を表現するために、以下のような定義のもと、いくつかの状態を内包するアイテムを用いることとし、これをプラットフォームと呼ぶ。

当該レーンにおける状態遷移の基盤となる要素

プラットフォームは、いくつかの状態ノードを内包し、プラットフォーム上で状態遷移が起こると考える。ここでの記述対象は、Table 4-4 に示す通り、コア製品レーンでは当該製品の種類や世代、サービスレーンでは製品ライフサイクルや顧客活動サイクルの世代、個別的・システミックコンテキストレーンでは個別の主体、社会的コンテキストレーンではPESTの各パラダイムが該当する。

本モデルでは、プラットフォームを矩形のノードを用いて表現する (Figure 4-13 中央左)。上記の通り、プラットフォーム内にはいくつかの状態ノードが内包される。ノードには、プラットフォームには、状態と同様、その名称を記述するだけでなく、識別記号・番号を付与する。

Table 4-4 プラットフォームノードの記述対象

レーン	プラットフォームの記述対象
コア製品	当該製品の種類や世代
サービス	製品ライフサイクルや顧客活動サイクルの世代
個別的・システミック コンテキスト	主体
社会的コンテキスト	政治, 経済, 社会, 科学技術のパラダイム

(3) トランジション

状態の遷移あるいはプラットフォームの移行

本モデルにおけるトランジションは上記を指し、ノード間の矢印により表現される。ただし、矢印の先や元になるノードが存在しない場合 (新規追加や廃止など)、便宜上、



六角形のノードを付け加える (Figure 4-14). またトランジションには, 何かしらのイベントが対応付けられる. ここで設定されたトランジションを全て実現することで, 設計した PSS のビジョンが実現される.

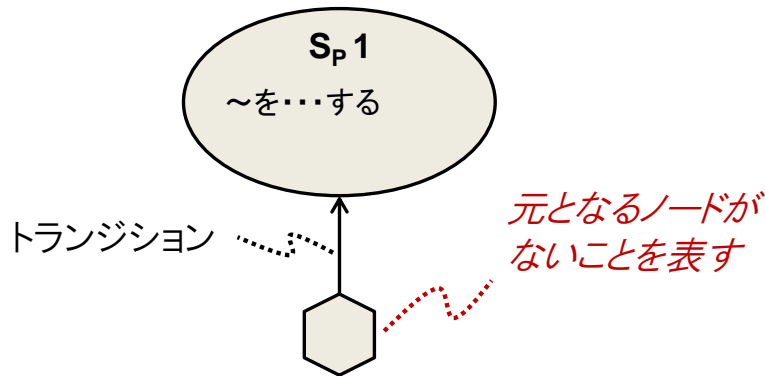


Figure 4-14 新規追加や廃止などのトランジションの表現

#### (4) イベント

*状態を遷移させる, あるいはプラットフォームを移行させるための手段*

本研究では, イベントを上記のように定義する. 前章に示したように, PSS の構成要素を変化させる要因には「行動」と「変動」の 2 つがあった. これらを区別するために, 本研究ではイベントを「能動的イベント (Active event)」と「受動的イベント (Passive event)」の 2 種に区別して扱う. 能動的イベントには, PSS を構成する主体が自ら選択・実行できる行動が記述される. 受動的イベントは, 主体が直接的に影響を与えることのできない変動が記述される.

各イベントで記述する対象は, どのレーンかだけでなく, 状態かプラットフォームかによっても異なる. Table 4-5 はその一例をまとめたものであり, レーンによっては該当するようなイベントがない箇所もある. 例えば, 社会的コンテキストは, 主体の行動により変化することはないため, 当該レーンにおける状態遷移やプラットフォームの移行に対応する能動的イベントはないと考えられる.

イベントノードの表記法は, 以下の通りである. 能動的イベントのノードには, 行動の名称に加えて, 誰が実施するのかを表す主体を併せて明記する (Figure 4-13 中央右). ここで, その行動を実施するための前提となる他のプラットフォームや状態があれば, 条件として該当する状態の記号・番号を記載する. 受動的イベントのノードには, 変動の名称に加えて, それに間接的に影響を与えるようなプラットフォームや状態があれば, 条件として記号・番号を記載する (Figure 4-13 右). これらイベントに記述する条件は,

あるサービスの機能を提供するにはある知識が必要, 社会的コンテキストのある動向は別の動向を引き起こすなどといった, 状態間にある依存関係を表現可能とする.

Table 4-5 イベントノードの記述対象

レーン	記述対象			
	能動的イベント		受動的イベント	
	状態	プラットフォーム	状態	プラットフォーム
コア製品	アップグレードする等	リリースする, 置き換える等	劣化する等	-
サービス	追加する, アップグレードする等	再構築する, 新規展開する等	-	-
個別的・システミックコンテキスト	開発する, 学習する等	契約する, 破棄する等	変化する等	-
社会的コンテキスト	-	-	変化する等	シフトする等

### 4.5.3 時間軸との対応

TAMの縦軸は時間軸を意味する. 本モデルでは, 「状態」や「プラットフォーム」のノードを時間軸と対応付けて配置することで, いつその状態に遷移するか, あるいはそのプラットフォームに移行するかを表現可能とする. ただし, 「状態」や「プラットフォーム」に次のノードが紐付けられていない場合は, その「状態」や「プラットフォーム」が, モデル中の最終時点まで継続されると解釈する.

Figure 4-15は, TAMの簡易例である. ここでの記述結果からは, コア製品に関するプラットフォーム「P<sub>p</sub>1:製品A」を, 「リリースする」という行動をとることで, 当該製品が2020年に顧客の手に渡ることが読み取れる. また, 製品Aに関して, 「アップグレードする」という行動により, 2030年にはS<sub>cp</sub>1に記述された機能を利用可能となることが読み取れる. さらに, ここでのアップグレードを実行するための条件として, S<sub>ic</sub>5という個別的・システミックコンテキストの状態を達成している必要があることも読み取れる. このように, 状態ノードが配置された位置や, プラットフォームが内包する状態の初期位置により, これらに変化するタイミングを表現可能とする.

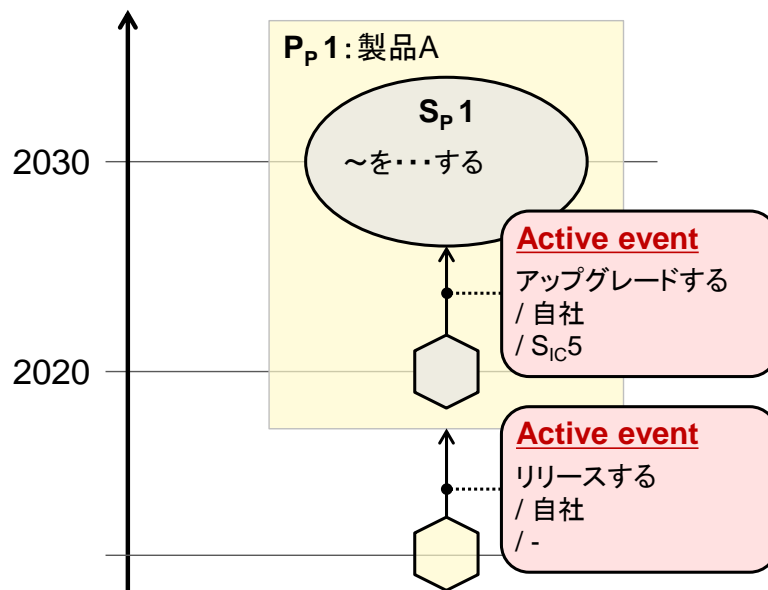


Figure 4-15 モデルの構成要素と時間軸との対応

#### 4.5.4 モデルの特徴

本研究では、以上のような要素，表記法のもと，トランジションアジェンダモデルを構成する。本モデルの特徴は，課題(B)に対応する

- ビジョンに記述された要素が，いつどのようなイベント（行動や変動）により変化していくかを時間軸に沿って平易な形式で表現する。

に加え，以下の3つが挙げられる。

- 状態とプラットフォームの使い分けにより，PSS の構成要素に生じる変化の多重構造を表現する。
- 能動的イベントと受動的イベントの使い分けにより，トランジションの実現手段の違いを表現する。
- イベントに設定する条件により，状態間の依存関係を明示し，それに基づいて時間軸に沿った実施計画を設定する。

## 4.6 モデル間の関係

以上に示した PSS ビジョンモデルとトランジションアジェンダモデル (TAM) は、時間軸を介して接続される。目標とする将来時点での PSS ビジョンモデルは、TAM に対して、その時点までに達成・実現する必要がある「状態」や「プラットフォーム」といった要素を提供する。また、PSS ビジョンモデルは、将来の一時点における PSS の構造のみを記述可能なモデルではなく、同様の枠組みを用いることで、中間時点や現時点における PSS の構造も表現することが可能である。すなわち、Figure 4-16 に示すように、複数の時点に対して PSS ビジョンモデルを作成すれば、それぞれを TAM と接続し、TAM に対して要素を提供することができる。これにより、TAM においては、将来時点、中間時点、現時点をつなぐ道筋をモデル化することが可能である。

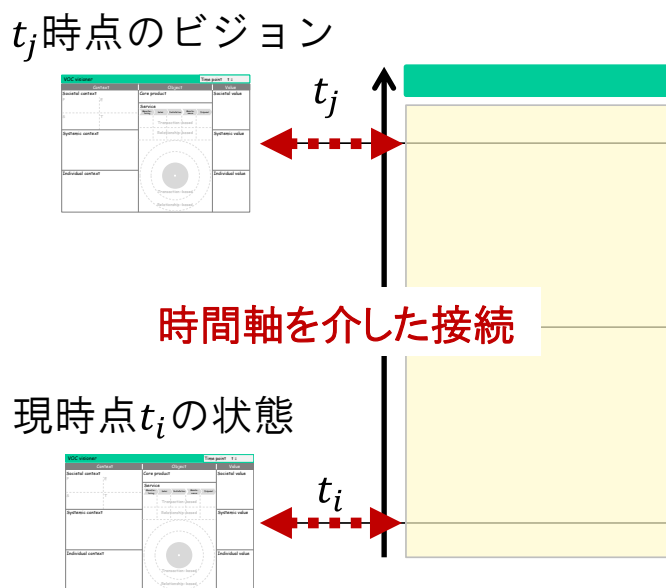


Figure 4-16 2つのモデル間の関係

## 4.7 おわりに

本章では、PSS の構造変化に関する設計対象モデリング手法を提案した。

第 2 節では、第 3 章で提案した PSS とその設計の概念モデルに基づき、PSS の構造変化を設計するためのモデリング手法に対する要件を以下の 5 つに整理した。

- ある時点における PSS の構造を切り出したコンテキスト、コンテンツ、価値の集合を表現可能である。
- コンテキストとして、長期的に変化するマクロ、メゾ、ミクロの場の構成要素を扱うことが可能である。
- PSS の構造に対して動的な変化を促す各主体の行動や変動の集合を表現可能である。
- モデルの記述結果を参照することで、時系列に沿った PSS の構造変化の計画を設計者が容易に理解可能である。
- モデル中の要素の操作により、PSS の構造変化を設計可能である。

第 3 節では、先行研究における代表的な PSS の構造モデリング手法の概要を述べたのちに、その課題を指摘した。加えて、課題を解決するためのアプローチを示した。

第 4 節では、ある時点におけるコンテキスト、コンテンツ、価値の集合を俯瞰的に表現するためのモデリング手法を提案した。本研究では、これにより構成されるモデルを PSS ビジョンモデルと呼ぶこととした。PSS ビジョンモデルは、8 つのブロックと時点からなるワークシートである VCC visioner 上で構成される。本モデルの特徴は、以下の通りである。

- 「コンテキスト」、「コンテンツ」、「価値」の集合として、ある「時点」の PSS の構造を俯瞰的に表現可能とする。
- 「コンテキスト」と「価値」を、個別、システム、社会に相当する 3 つのレベルのもと表現する。

第5節では、将来のビジョンの実現に向けた道筋や具体的な手段を、状態遷移図として視覚化・設計可能とするモデリング手法を提案した。本研究では、これにより構成されるモデルをトランジションアジェンダモデルと呼ぶこととした。本モデルの特徴は、以下の通りである。

- ビジョンに記述された要素が、いつどのようなイベント（行動や変動）により変化していくかを時間軸に沿って平易な形式で表現可能とする。
- 状態とプラットフォームの使い分けにより、PSSの構成要素に生じる変化の多重構造を表現可能とする。
- 能動的イベントと受動的イベントの使い分けにより、主体の行動により変化するか、主体の意図しない変動により変化するかを識別可能とする。
- イベントの条件により、状態間の依存関係を表現可能とする。

第6節では、本章で提案した2つの設計対象モデル間の関係を説明した。両モデルは、時間軸により対応づけがなされる。

# 第5章 長期的視座に基づく構造変化の設計プロセス

---

5.1 はじめに .....	108
5.2 先行研究とアプローチ .....	109
5.2.1 トランジション・マネジメント・プロセス .....	109
5.2.2 設計のプロセス .....	109
5.2.3 先行研究の課題 .....	111
5.2.4 本研究のアプローチ .....	112
5.3 PSS の構造変化の設計プロセス .....	113
5.3.1 提案する設計プロセスの全体像 .....	113
5.3.2 Step 0 (準備段階) : 設計チームの編成とシナリオ設定 .....	113
5.3.3 Step 1 : 将来の PSS ビジョンの設計 .....	115
5.3.4 Step 2A : トランジションアジェンダの設計 .....	119
5.3.5 Step 2B : マイルストーンの設計 .....	123
5.3.6 提案した設計プロセスの特徴 .....	124
5.4 おわりに .....	125

---

## 5.1 はじめに

本章では、第 4 章で提案した設計対象モデリング手法を用いて、長期的な視座のもと PSS の構造変化を設計するための設計プロセスを提案する。まず、設計プロセスに関する先行研究について述べ、課題を整理する。その後、提案するプロセスの詳細について述べる。



## 5.2 先行研究とアプローチ

### 5.2.1 トランジション・マネジメント・プロセス

トランジション・マネジメント分野において、Loorbach は、社会技術システムの構造変化を管理するためのプロセスを Figure 5-1 に示す 4 つのステップとして定めている [Loorbach 2010]。本プロセスでは、まず、実行チームを組織したうえで、現行システムの問題を分析し、望ましい将来像について明確なビジョンを構成する。次に、ビジョンを実現するためのトランジションの道筋や具体的な手段を検討する。これにより作成されたトランジションの計画（アジェンダ）を共有することでトランジションに加担する主体のネットワークを構成する。各主体は、アジェンダに沿ってトランジションの実現に向けて行動を実践し、その結果や過程を観測・分析し、適宜ビジョンやアジェンダの内容に修正を加える。これらのステップは、第 2.5.1 項(3)に示した PDCA サイクルとよく対応する。具体的には「計画（Plan）」を Figure 5-1 黒枠内の「ビジョンの構築」と「トランジションアジェンダの構築」の 2 つに分割して詳細化し、「改善（Action）」を図中の「評価・学習」から計画への矢印により表したような関係になる。また、先にビジョンを設定する過程は、バックキャスト型のアプローチに該当すると言える。

以上に示したプロセスは、社会技術システムの構造変化を管理することを目的とする。本研究では PSS を社会技術システムとして捉えるため、本プロセスは、PSS の構造変化の管理にも適用可能であると考えられる。

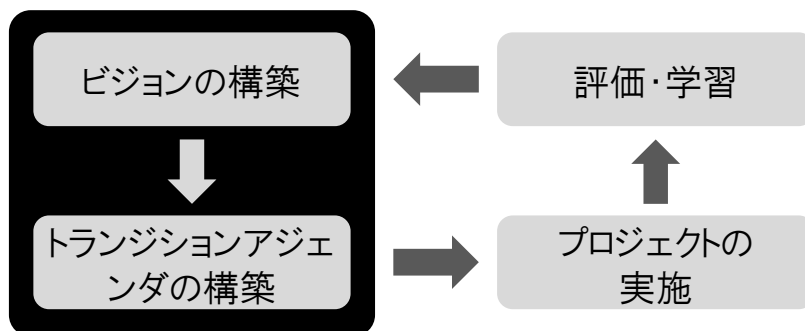


Figure 5-1 トランジション・マネジメントのプロセス [Loorbach 2010]

### 5.2.2 設計のプロセス

具体的な設計プロセスを扱う研究においても、上記のようなサイクリックなプロセスにより設計を進行させるアプローチが散見される。ここでは、2 つの先行研究について解説する。

赤坂らは、設計者間で導出したアイデアをモデルにより可視化し、そのモデルをシミュレーションにより評価し、その評価結果からのフィードバックを得てモデルを改善するという、「モデル化」→「シミュレーション (評価)」→「改善」のステップを何回も繰り返しながら、逐次的に設計解の質を向上していくための設計サイクルを提案している (Figure 5-2) [赤坂 2014].

また武田らは、実際の設計を分析することにより、認知的な設計プロセスを、設計者による思考サイクルとして Figure 5-3 のように定式化している [武田 1991]. 本サイクルは、現在設計中の対象を観察して次の問題を発見する「問題提起」、その問題に対する解決候補を見出す「提案」、提案されたものを用いて設計対象を変化させる「展開」、変化した設計対象により問題が解決可能かを確認する「評価」、評価結果からそれを採用するかを決める「決定」からなり、このサイクルを繰り返すことで設計が進行するとしている. このサイクルは、設計対象モデル内の1つの問題解決のプロセスを表現するものであり、その意味で、上記の設計サイクルにおける「モデル化」の詳細なプロセスとして位置づけられる.

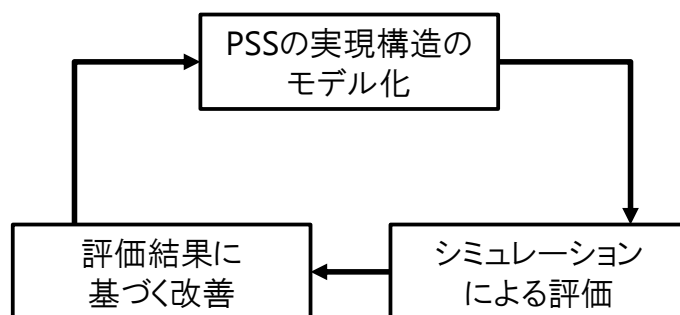


Figure 5-2 PSSの設計サイクル [赤坂 2014]

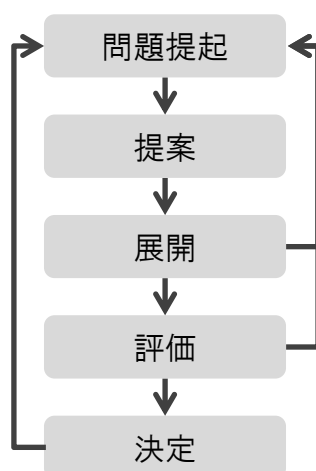


Figure 5-3 モデル操作における思考サイクル [武田 1991]

### 5.2.3 先行研究の課題

ここまで解説した 3 つのサイクリックなプロセスは、それぞれ位置づけが異なる。本項では、各プロセスの位置づけを述べたうえで、先行研究の課題を明確化する。

第 5.2.1 項で述べた、Loorbach らのトランジション・マネジメントのプロセスは、作成したビジョンやトランジションアジェンダを運用することを通じて改善するサイクルである。ここでの設計の役割は、ビジョンやトランジションアジェンダの構築段階を体系的なアプローチのもと実施することにある。すなわち、本プロセスは、設計だけでなく、そのアウトプットの運用まで含む包括的なプロセスであると言える。

第 5.2.2 項で述べたモデル化、評価、改善からなる設計サイクルは、一度の設計の中で、設計解を最適化するための方法を論じたものである。すなわち、トランジション・マネジメントのプロセスにはない、設計の汎用的な手順を示したものである。

第 5.2.2 項では、設計における「思考サイクル」についても言及した。これは、設計者がどのような思考を通じて、設計対象となる最適な問題解決の方法を見出し、設計対象モデルを具体化・詳細化するかを表すものである。すなわち、設計における 1 つの問題解決に焦点を当てたプロセスである。

以上より、既存のプロセスの位置づけは Table 5-1 に示すようにまとめられる。

Table 5-1 既存のプロセスの位置づけ

先行研究	位置づけ
[Loorbach 2010]	設計だけでなく、そのアウトプットの運用まで含む包括的なプロセス。
[赤坂 2014]	設計の段階に焦点を当てたプロセス。
[武田 1991]	設計における 1 つの問題解決に焦点を当てたプロセス。

さて、本研究では、PSS の構造変化を設計するプロセスを定める。第 2.5.2 項にも述べたように、本研究では、PSS の構造変化の計画を継続的に改善することが重要であると考えられる。そのため、最も包括的なプロセスである Loorbach らのトランジション・マネジメントのプロセスを基盤とする。ただし、本研究に、上記のプロセスを適用するうえで 2 つの課題がある。

まず 1 つ目の課題は、トランジション・マネジメントのプロセスでは、設計の方法や手順が定められていないことである。本プロセスでは、バックキャスト型のアプローチ

ローチに基づき、ビジョンを作成してから、トランジションアジェンダを構築するという流れが定められている。しかしながら、その具体的な方法や詳細な手順は規定されていない。

2つ目の課題は、高い価値を持続的に実現できるトランジションアジェンダが導出されるとは限らないことである。本研究における設計要求は「高い価値を持続的に実現すること」であった。高い価値を持続的に実現するためには、将来時点だけでなく、現在との中間に位置する各時点においても高い価値を実現することのできる緻密な PSS の構造変化を設計することが必要である。しかしながら、本プロセスでは、将来の一時点のビジョンを作成するのみであり、中間時点においても価値を発揮できるようなトランジションアジェンダが導出されるとは限らない。

以上より、本研究における基盤的なプロセスとした、トランジション・マネジメントのプロセスの課題は次のようにまとめられる。

- ビジョンやトランジションアジェンダの設計段階に関して、具体的な方法や詳細な手順が規定されていない。
- 将来の一時点のみを目指すため、高い価値を持続的に実現できるトランジションアジェンダが導出されるとは限らない。

### 5.2.4 本研究のアプローチ

まず、1つ目の課題に対しては、設計段階に該当する「ビジョンの構築」や「トランジションアジェンダの構築」に、第 5.2.2 項で述べた設計サイクルの考え方を導入する。前述した通り、設計サイクルは「モデル化」「評価」「改善」の段階からなる。ここで、本研究では、特に「モデル化」段階について、第 4 章で提案した 2 つのモデルの構築手順を具体化する。一方で、「評価」「改善」の各段階に対しては、その指針や応用可能な既存手法を挙げることにする。

次に、2つ目の課題に対しては、中間時点のビジョンを「マイルストーン」と呼称し、これを構築するステップを新たに導入する。これにより、目標とする将来時点では不要であっても、中間時点において高い価値を発揮できるようなコンテンツを設計可能とする。さらに、そのようなコンテンツの提供・廃止のタイミングを検討し、構造変化の計画の一部として反映可能とする。

## 5.3 PSS の構造変化の設計プロセス

### 5.3.1 提案する設計プロセスの全体像

本研究で提案する設計プロセスの全体と各ステップに対応するモデルを Figure 5-4 に示す。まず、「設計チームの編成とシナリオの設定」を準備段階として行い、「将来の PSS ビジョンの設計 (Step 1)」、「トランジションアジェンダの設計 (Step 2A)」、「マイルストーン的设计 (Step 2B)」の 3 つのステップにより、PSS の構造変化を設計する。これにより得られた設計解をもとに、PSS の構造変化を実施し、その結果を評価・学習することで、継続的な改善を行う。

本節の以下では、設計段階の各ステップについて、その詳細を説明する。

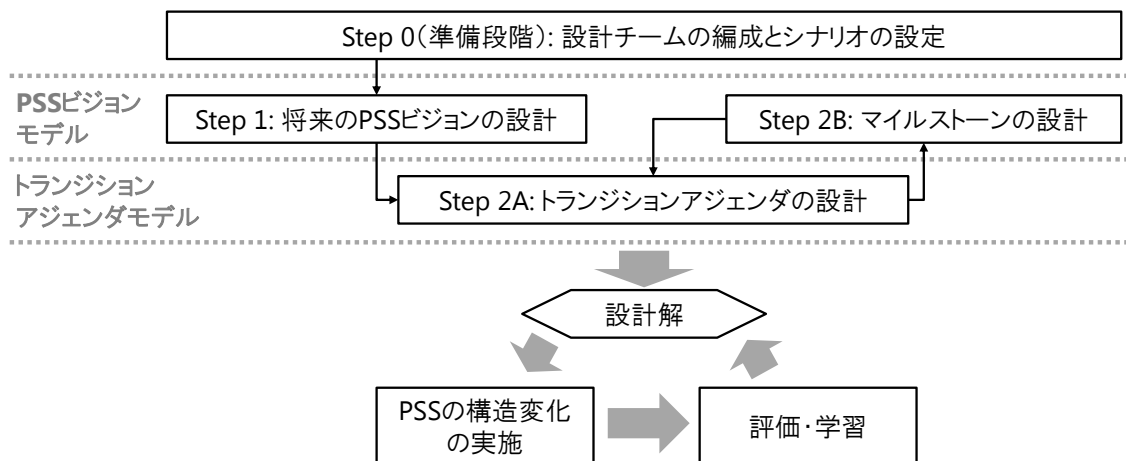


Figure 5-4 提案する設計プロセスの全体像

### 5.3.2 Step 0(準備段階): 設計チームの編成とシナリオ設定

本ステップでは、準備段階として、設計チームの編成と、設計の前提となるシナリオの設定を行う。本ステップは、Figure 5-5 に示すように、3 つのサブステップからなる。

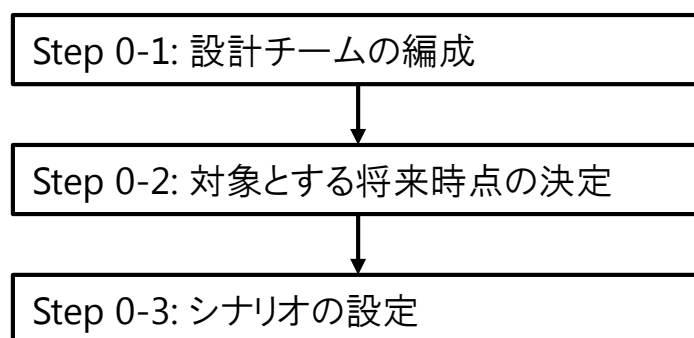


Figure 5-5 Step 0（準備段階）のサブステップ

#### Step 0-1：設計チームの編成

まず、設計チームを編成する。設計チームの編成に際しては、幅広い視点で知識の不足を相互に補完し合いながら設計を進めるために、異なる立場、専門知識を持つ人が混在するチームを編成することが推奨されている [安岡 2013]。また、これまでに述べた通り、PSS の構造変化を設計するうえでは、コンテキストの分析や設計を行うことが必要である。実際のコンテキストは、受給主体として振る舞う主体の認知によるため、現実的なコンテキストを設定するうえでは、当該 PSS に携わる主体が設計に参加することが望ましい。

#### Step 0-2：対象とする将来時点の決定

次に、対象とする将来時点をいつに設定するかを決定する。ここで、いつに設定するのがよいかに関する指針はないため、設計者間での議論のもと、コンテキストに大きな変化が生じるような期間を考え、対象時点を決定する。

#### Step 0-3：シナリオの設定

最後に、シナリオの設定を行う。ここでのシナリオとは、対象事業に関わるマクロ環境の将来像と、それに至る道筋のことを指す。シナリオの設定には、既存のシナリオを活用する方法と、新たなシナリオを作成する方法がある。既存のシナリオとしては、例えば、日立製作所が PEST 分析を通じて構築した「25 のきざし」[日立製作所; Akashi 2014] や、川口の分析結果による「50 のメガトレンド」[川口 2013] などが挙げられる。新たなシナリオを作成する方法には、第 2.4.2 項(3)のシナリオ設計に関する説明の中で言及したように、現在の状況を外挿するフォアキャスト型と、初めに目標とするビジョンを描き、次にそれを実現する道筋を内挿するバックキャスト型の 2 種類の方法がある。ここでは、それらの作成プロセスに関する代表的な研究について紹介する。

- フォアキャスト型シナリオ作成プロセス [Jäger 2007]
  1. シナリオの目的の構成の明確化：シナリオで記述すべきテーマ・対象や、シナリオに関わる利害関係者を決定する。
  2. シナリオの骨格の作成：シナリオで描かれる将来に影響を与える変化要因をリストアップし、その中から重要性和不確実性の点でクリティカルなものをキードライバーとして2つ抽出する。2つのキードライバーを軸として、4つの象限を構成することでシナリオの骨格を作成する。
  3. シナリオの記述と検討：シナリオの骨格を詳細化する。その段階では、シミュレーションを利用した定量的な分析を実施する。この分析により、シナリオ内部の矛盾を取り除く。
  4. コミュニケーションとアウトリーチ：シナリオに関わるすべての利害関係者とシナリオの内容を共有し、さらに内容について議論する。
  
- バックキャスト型シナリオ作成プロセス [Mander 2008]
  1. 将来の目標を設定する。
  2. 目標を実現するような将来を複数想定する。
  3. 各将来を実現するために現在と将来の間に中間の将来をいくつか想定する。
  4. 将来、現在、中間の将来の間を接続するための道筋を記述する。

### 5.3.3 Step 1: 将来の PSS ビジョンの設計

本ステップでは、Figure 5-6 に示すように、VCC visioner を用いて PSS ビジョンモデルを構築したのち、モデル上で表現された設計解の質を評価する。この評価結果に基づき、必要に応じてモデルに修正を加え、再度評価を行う。

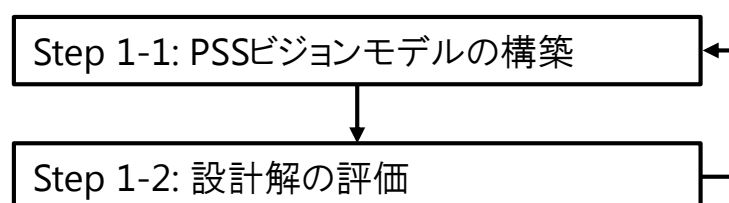


Figure 5-6 Step 1 のサブステップ

### Step 1-1 : PSS ビジョンモデルの構築

PSS ビジョンモデルを構築するにあたっては、まず対象とする製品領域と顧客を仮決定し、設計において考慮する範囲を定める。次に、VCC visioner に対象とする将来時点を書き入れる。その後、準備段階において構築したシナリオから、VCC visioner 上の PEST の観点をもとに、対象製品や顧客に関連する要素を抽出し、社会的コンテキストに関する要素集合を決定する。次に、社会的コンテキストから導かれる自社や顧客とそれ以外の主体の関係に関するシステミックコンテキストや、それら主体の個別的コンテキストを分析し、これらの集合を決定する。これにより、モデル内におけるコンテキストの初期集合 ( $t_j$  時点における  $C_{D,j}^0$ 、右上の添字はモデルの版を意味する) が形成される。また、この  $C_{D,j}^0$  のもと、サービスのブロックにある顧客活動サイクルを記述する。以上の分析結果を初期条件として設計を行うが、ここでの設計の進め方を大別すると、「ニーズ駆動」と「シーズ駆動」の2つのパターンがある (Figure 5-7)。以下では、これらの詳細なプロセスを説明する。

「ニーズ駆動」は、まず価値を決定し、それを実現しうるコンテンツを設計するパターンである (Figure 5-7 左)。具体的には、設定したコンテキスト  $C_{D,j}^0$  のもとで、各主体や社会のニーズを分析することで、提案すべき価値の集合  $V_{S,j}^0$  を決定する。ここでの分析には、ペルソナ・シナリオ手法 [Cooper 1999; 下村 2008; 赤坂 2010] などの要求分析手法を活用することが有効である。次に、製品自体や製品ライフサイクル、顧客活動サイクルの中で、それらの価値を実現しうる機能を検討しコンテンツ  $O_j^0$  を設計する。ただし、コンテンツの生成には、コンテキスト  $C_{D,j}^0$  内に記述されていない技術・知識やパートナーが必要になることが殆どである。そのため、ここでのコンテンツ  $O_j^0$  の設計結果に基づき、システミックコンテキストや個別的コンテキストとして必要な要素を追加し、コンテキストの集合を再構成する ( $C_{D,j}^0 \Rightarrow C_{D,j}^1$ )。これにより、初期条件として定めたコンテキストが変化するため、この影響を受け、コンテンツと価値の関係も変化する可能性がある。そのため、ここでは、再構成されたコンテキスト  $C_{D,j}^1$  のもと、必要に応じて、モデル中のコンテンツや価値の修正を行う ( $V_{S,j}^0 \Rightarrow V_{S,j}^1$ ,  $O_j^0 \Rightarrow O_j^1$ )。以上の手順により、モデル全体を構築する。

一方「シーズ駆動」は、まず、コンテキストとして記述された知識・技術を用いて生成できるコンテンツを設計し、そのコンテンツが設定されたコンテキスト下で実現できる価値を洗い出すパターンである (Figure 5-7 右)。具体的には、モデルに記述された自社や顧客、他の主体が保有する知識・技能やパートナーをもとに、それらを活用して生成できるコンテンツ  $O_j^0$  を検討する。ここで、初期条件、すなわち知識や技能の要素を意図的に新規追加し、モデル中のコンテキストに変更 ( $C_{D,j}^0 \Rightarrow C_{D,j}^1$ ) を加えてもよい。次に、これらのコンテキストとコンテンツにより提案できる価値  $V_{S,j}^0$  を分析・決定する。



最後に、この価値が十分であるかどうかを設計者間で判断し、不足があれば再度コンテキストやコンテンツに戻り設計を行う。以上のプロセスにより、モデル全体を構築する。

以上に示したプロセスにより、対象時点における PSS のビジョンを表す設計解  $(ds_j = (C_{D,j}, O_j, V_{S,j}))$  が構成される。

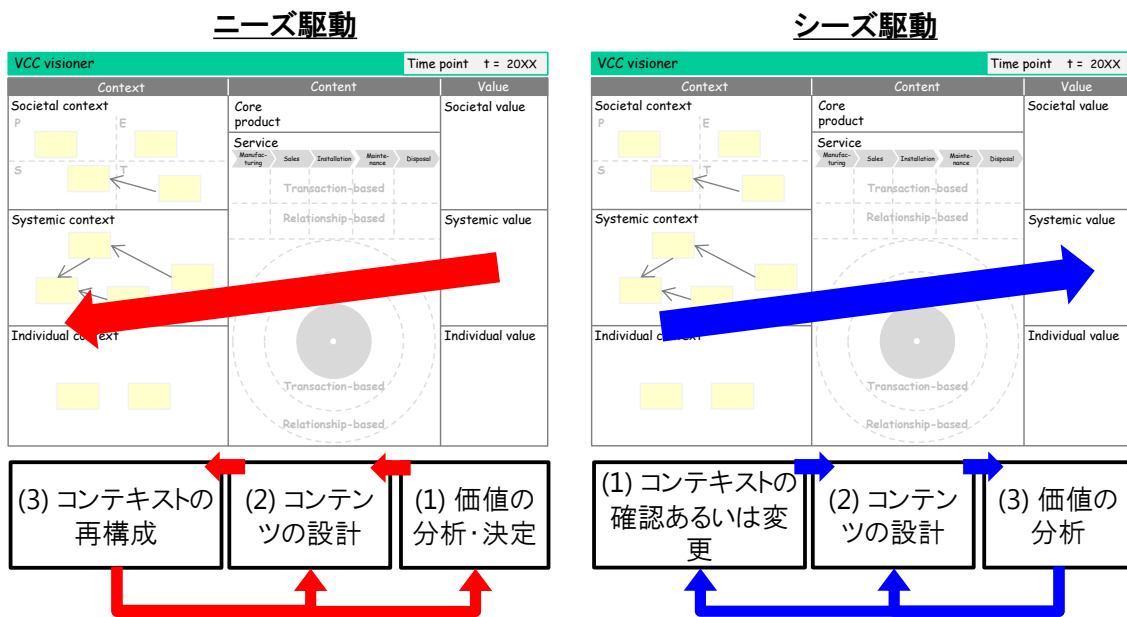


Figure 5-7 PSS ビジョン構成の手順

Step 1-2 : 設計解の評価

本サブステップでは、設計者間で設計解の質を評価する。Verhaegen らは、設計解の質の評価観点を、「実行可能性」「妥当性」「完全性」の3つに整理している [Verhaegen 2013]。実行可能性には、社会的に受容されるかや技術的に実現可能かが含まれる。妥当性は、設定した問題に対する当てはまりのよさを指す。完全性は、記述すべき情報が漏れなく明快に記述されているかを指す。これを参考に、本研究では、PSS ビジョンモデルの評価項目を Table 5-2 のように設定する。これらの評価項目に関して、設計者間で定性的な評価を行い、設計解に何らかの欠陥があれば、Step 1-1に戻り、モデルの改善を行う。これを繰り返すことにより、段階的に設計解の質を向上する。

Table 5-2 PSS ビジョンモデルの評価観点

	評価項目
実行可能性	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ビジョンの社会的な受容可能性はどの程度か</li> <li>● ビジョンの技術的な実現容易性はどの程度か</li> </ul>
妥当性	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 価値を実現するために十分なコンテンツやコンテキストが設定されているか</li> </ul>
完全性	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ビジョンの記述範囲に抜けや漏れはないか</li> <li>● ビジョンの読者（PSS の利害関係者）にとって明快な文章や言語を用いたモデル化がなされているか</li> <li>● ビジョンにおける要素間の関係は明白か</li> </ul>

Figure 5-8 は、自動運転車のシェアリングが普及したシナリオに基づき、自動車部品サプライヤが提供する PSS のビジョンをモデル化した例である。

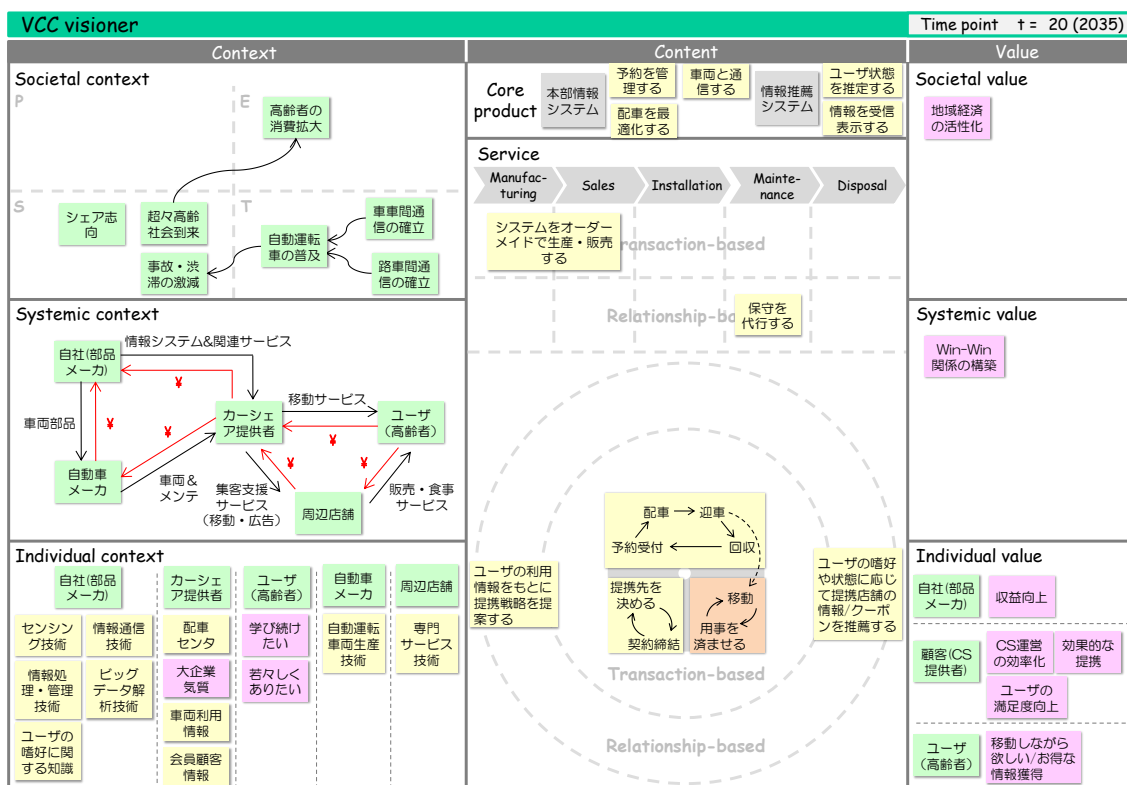


Figure 5-8 PSS ビジョンモデルの例：自動運転車シェアリング

### 5.3.4 Step 2A: トランジションアジェンダの設計

本ステップでは、PSS ビジョンモデルから要素抽出を行い、それらをもとにトランジションアジェンダモデル (TAM) を構築する。このモデル構築の際には、マイルストーン的设计 (Step 2B) を併せて行う。その後、モデル上で表現された設計解の質を評価する。この評価結果に基づき、必要に応じてモデルに修正を加え、再度評価を行う。

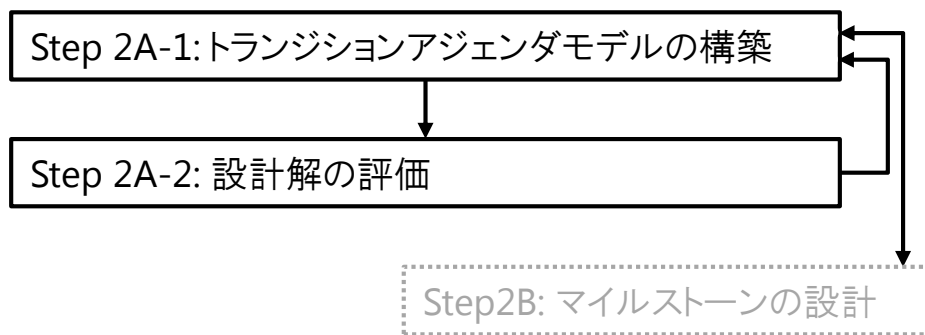


Figure 5-9 Step 2A のサブステップ

#### Step 2A-1 : トランジションアジェンダモデルの構築

Step 2A-1 では、Figure 5-10 に示す(1)~(4)の操作を行い、現時点から対象時点までの時系列  $T_D$  におけるトランジションアジェンダモデルの初期モデル ( $DS_{T_D}^0$ ) を構築する。この手順は、Goldratt の提唱する制約理論 (Theory of Constraints) [Goldratt 1992] において用いられる目標達成のための思考プロセスを参考に構築した。

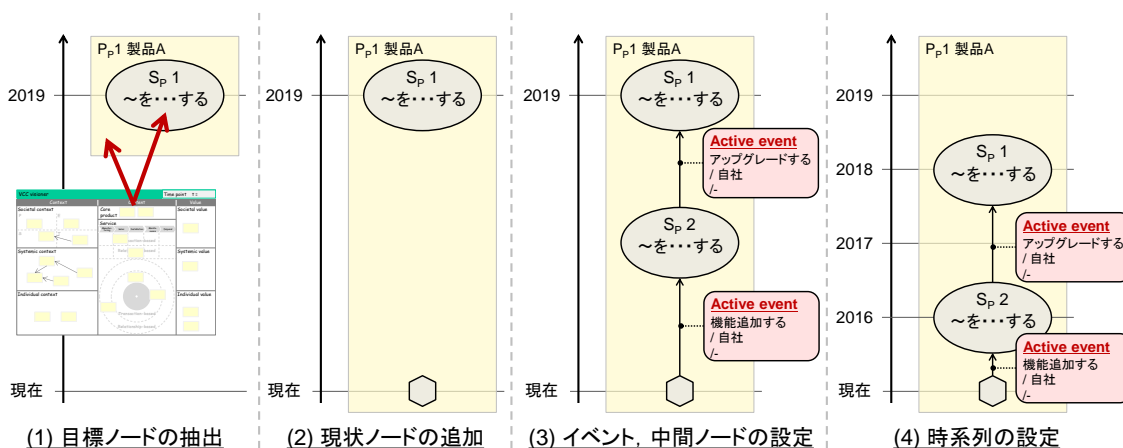


Figure 5-10 トランジションアジェンダモデルの構築手順

まず Step 1 で作成した PSS ビジョンモデル中の各要素を、TAM における最終目標となるプラットフォームあるいは状態として抽出し、TAM 上に追加する (Figure 5-10(1))。

説明のため、この操作により追加されるプラットフォームや状態を「目標ノード」と呼ぶこととする。ここで追加される全ての目標ノードを実現するまでの道筋を描くことが Step 2A 全体の目標となる。Figure 5-10(1)の例では、コア製品に関するプラットフォームとして「製品 A」、その状態として「～を…する」という機能が、PSS ビジョンモデルから抽出されている。

次に、目標ノードに対応するような現時点のプラットフォームや状態があれば、それを追加し、無ければ六角形のノードを追加する (Figure 5-10(2))。ここでは、プラットフォーム、状態の順に上記の操作を行う。説明のため、この操作により追加されるプラットフォームや状態を「現状ノード」と呼ぶこととする。Figure 5-10(2)の例において、プラットフォーム「製品 A」は、既に顧客のもとにあり利用可能であるという想定であり、同ノードは現在まで含むように表現されている。一方で、状態「～を…する」に対応する機能は、現時点では存在しないという想定であり、六角形のノードが追加されている。

続いて、現状ノードと目標ノードとの間にトランジションを設定するとともに、その実現手段となるイベントを対応付ける (Figure 5-10(3))。各イベントには、必要に応じて、その実施の前提条件となる他のノードを選択し、その識別番号 (例えば、製品 A であれば  $P_p 1$ ) を記述する。現状ノードから目標ノードへのトランジションは、必ずしも 1 つのイベントにより実現する必要はない。計画を緻密にするために、段階的に目標に到達するように設計したい場合や、1 つのイベントだけでは表現しきれない場合は、中間的なプラットフォームや状態 (「中間ノード」と呼ぶこととする) を挿入し、複数のイベントを通じて多段階で目標ノードを実現するように設計を行う。Figure 5-10(3)の例では、まず、第 1 段階のイベントである「機能追加する」を実行し、その後「アップグレードする」を実行することで、目標に到達するような計画が設計されている。

最後に、各イベントの完了に必要な時間、生起するタイミング、条件として記述された他のノード等を総合的に考慮して、各レーンにおけるプラットフォームの移行や状態遷移の時系列を整理する (Figure 5-10(4))。前述した通り、トランジションアジェンダモデルの縦軸は時間軸を表している。そのため、当該プラットフォームや状態をいつまでに実現できるかという観点から、各ノードを配置する。Figure 5-10(4)の例では、2016 年に  $S_p 2$  に記述された機能を、そして 2018 年には  $S_p 1$  に記述された機能を実現するような計画が設計されている。

以上の操作を通じて、将来から現時点までのトランジションアジェンダに関する初期モデル (時系列  $T_D$  における設計解  $DS_{T_D}^0$ 、右上の添字はモデルの版を意味する) の構築が完了する。

さて、一方で、本研究における設計要求は「高い価値を持続的に実現すること」であった。そのためには、将来時点だけでなく、中間時点において高い価値を発揮できるようなコンテンツをマイルストーンとして設計し、その結果を TAM に反映することが有効である。まず、次項で説明する Step 2B の手順に従って設計したマイルストーンの中で、初期モデル ( $DS_{T_D}^0$ ) に記述されていない要素を抽出する。そして、これらと目標ノード、中間ノード、現状ノードとを見比べ、適切な箇所に新たなノードとして挿入する。その後、上記と同様にイベントの対応付け等や中間ノードの追加を行い、時系列を再整理する。これにより、TAM の記述内容が具体化される ( $DS_{T_D}^0 \Rightarrow DS_{T_D}^1$ )。設計戦略に応じて複数の時点を選択し、マイルストーン的设计と TAM への反映を繰り返すことにより、Figure 5-11 に示すように段階的に記述内容が具体化される。

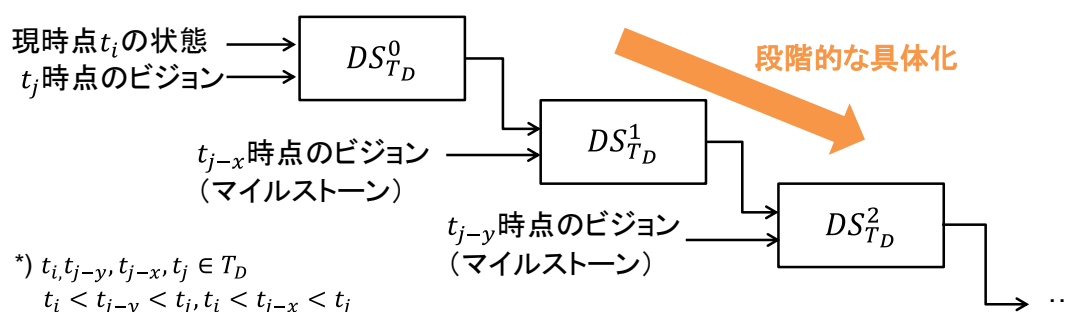


Figure 5-11 トランジションアジェンダモデルの段階的な具体化

### Step 2A-2 : 設計解の評価

以上により、モデルの構築が完了したのちに、Step 1 と同様に、設計者間で「実行可能性」「妥当性」「完全性」の 3 つの観点から設計解の質の評価を行う。Table 5-3 に評価項目を示す。これらの評価項目に関して、設計解に何らかの欠陥があれば、Step 2A-1 に戻り、適宜修正を施し、モデルの改善を行う。

Table 5-3 トランジションアジェンダモデルの評価項目

	評価項目
実行可能性	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 利害関係者に対するアジェンダの受容可能性はどの程度か</li> <li>● アジェンダの技術的および時間的な実現容易性はどの程度か</li> </ul>
妥当性	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 将来ビジョンやマイルストーンを実現するために、適切な行動や変動が対応付けられているか</li> <li>● 各行動や変動に所与された時間は見合っているか</li> </ul>
完全性	<ul style="list-style-type: none"> <li>● アジェンダの記述範囲に抜けや漏れはないか、将来ビジョンやマイルストーンの構成要素は全て記述されているか</li> <li>● アジェンダの読者（PSSの利害関係者）にとって明快な文章や言語を用いたモデル化がなされているか</li> <li>● アジェンダにおける要素間の依存関係は明白か</li> </ul>

Figure 5-12 は、トランジションアジェンダモデルの記述例である。図中の横線は、一年単位を表す。Figure 5-8 に示した PSS ビジョンモデルの要素を実現するための道筋が、ノード間のトランジションにより表現されている。また、それらの実現手段である行動や変動がイベントとして記述されている。それらイベントには、他の要素との間に存在する依存関係が表現されている。

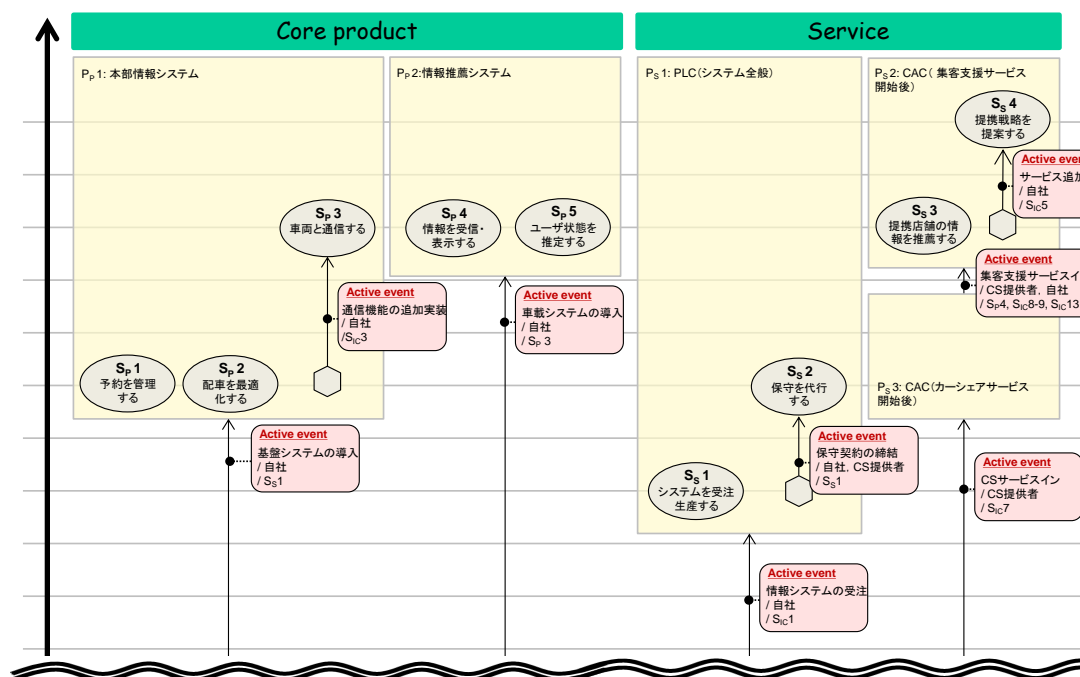


Figure 5-12 トランジションアジェンダモデルの記述例

### 5.3.5 Step 2B: マイルストーン的设计

本ステップでは、対象とする中間時点を決め、その時点における PSS ビジョンモデルを構築することで、マイルストーンを明確化する。これに対して評価を行った結果に基づき、必要に応じてモデルに修正を加え、再度評価を行う。

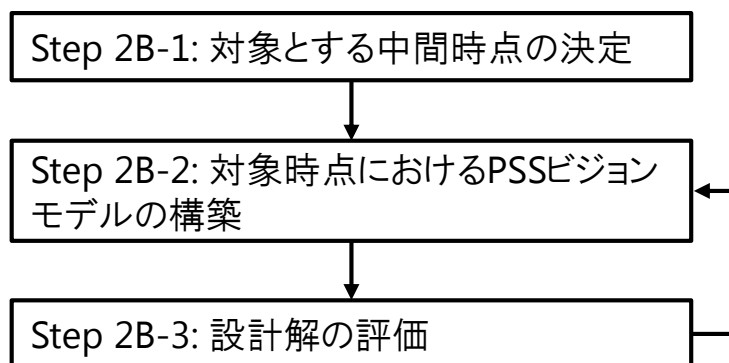


Figure 5-13 Step 2B のサブプロセス

#### Step 2B-1: 対象とする中間時点の決定

まず、マイルストーンの対象となる中間時点を選択する。ここでは、価値に変化をもたらすような大きなコンテキストの変化が生じるであろうタイミングを選択することが有効である。

#### Step 2B-2: 対象時点における PSS ビジョンモデルの構築

次に、これに基づき当該時点における PSS ビジョンモデルを構築する。ここで、本モデルにおける「コンテキスト」と「コンテンツ」の要素は、既に構築されている TAM 上で、当該時点までに実現されている要素、実現されていない要素を踏まえて記述する。TAM の初期モデルを先に構築する理由はここにある。これらに対して、Step 1 と同様の操作を加え、当該時点における「コンテキスト」、「コンテンツ」、「価値」の集合を表現したモデルを構築する。

#### Step 2B-3: 設計解の評価

構築したモデルは、Step 1 と同様の観点から評価を行い、設計解を確定させる。以上により、マイルストーンを明確化し、中間時点までに実現すべき要素や、将来時点では不要であっても中間時点において必要になる要素が明らかになる。

### 5.3.6 提案した設計プロセスの特徴

本研究では、以上に示したプロセスのもと PSS の構造変化を設計可能とする。本プロセスの特徴を以下にまとめる。

- 設計サイクル（モデル化→評価→改善→モデル化→…）の導入により段階的に設計解の質を向上する。
- マイルストーンをトランジションアジェンダに反映することにより、高い価値を持続的に実現しうる PSS の構造変化を段階的に具体化する。



## 5.4 おわりに

本章では、第 4 章で提案した設計対象モデリング手法を用いて、長期的な視座のもと高い価値を持続的に実現するための PSS の構造変化を設計するための設計プロセスを提案した。

第 2 節では、設計プロセスに関連する先行研究を紹介した。各先行研究の位置づけをまとめ、本研究で基盤とするトランジション・マネジメントのプロセスに関して課題を整理した。その後、本研究のアプローチを述べた。

第 3 節では、具体的な設計プロセスを提案した。提案した設計プロセスは、「設計チームの編成とシナリオの設定」を準備段階として行い、「将来の PSS ビジョンの設計 (Step 1)」、「トランジションアジェンダの設計 (Step 2A)」、「マイルストーンの設計 (Step 2B)」のステップからなり、各ステップのサブステップを定義した。本プロセスは、以下の特徴を有する。

- 設計サイクル (モデル化→評価→改善→モデル化→…) の導入により段階的に設計解の質を向上する。
- マイルストーンをトランジションアジェンダに反映することにより、高い価値を持続的に実現しうる PSS の構造変化を段階的に具体化する。



# 第6章 事例適用

---

6.1 はじめに .....	128
6.2 検証方法 .....	129
6.2.1 本検証の方法 .....	129
6.2.2 本検証における評価項目 .....	129
6.2.3 対象事例と実行条件 .....	131
6.3 実行例 1:自動車部品サプライ(AS) .....	134
6.3.1 事例内容 .....	134
6.3.2 Step 0 (準備段階): 設計チームの編成とシナリオ設定 .....	134
6.3.3 Step 1: PSS ビジョンの設計 .....	135
6.3.4 Step 2A: トランジションアジェンダの設計 .....	140
6.3.5 Step 2B: マイルストーンの設計 .....	146
6.3.6 Step 2A': トランジションアジェンダの設計 (マイルストーンの反映) .....	147
6.3.7 設計解のまとめ .....	152
6.4 実行例 2:システム・インテグレーション(SI) .....	153
6.4.1 事例内容 .....	153
6.4.2 Step 0 (準備段階): 設計チームの編成とシナリオ設定 .....	153
6.4.3 Step 1: PSS ビジョンの設計 .....	155
6.4.4 Step 2A: トランジションアジェンダの設計 .....	160
6.4.5 Step 2B: マイルストーンの設計 .....	166
6.4.6 Step 2A': トランジションアジェンダの設計 (マイルストーンの反映) .....	167
6.4.7 設計解のまとめ .....	171
6.5 適用結果の評価 .....	172
6.5.1 PSS ビジョンのモデリング手法に関して .....	172
6.5.2 トランジションアジェンダのモデリング手法に関して .....	173
6.5.3 設計プロセスに関して .....	175
6.5.4 評価のまとめ .....	176
6.6 おわりに .....	178

---

## 6.1 はじめに

本章では、本方法論の検証を行うために、提案した方法論を PSS の構造変化の設計に適用し、その結果や過程を評価する。本章の以降では、本検証の方法、設計の実行例、適用結果の評価について順に述べる。

## 6.2 検証方法

### 6.2.1 本検証の方法

設計方法論の検証をするために最も一般的な方法は、設計の実行例を示し、その結果や過程を評価する方法である。そのためのアプローチとしては、提案する方法論を用いて、既存の設計事例をトレースし疑似的な設計を行う方法と、対象を設定し新規設計あるいは改善設計を試行する方法の 2 つがある。前者のアプローチを採用するためには、既存事例における詳細な設計情報が必要になることから、多くの設計研究（例えば、[梅田 1997; Tan 2010b; Zaina 2015]）では、後者のアプローチが採用されている。これと同様に、本研究でも、対象を設定し新規設計あるいは改善設計を試行する方法をとる。

先行研究においては、一般的な実験法に基づき、被験者である設計者を、提案する設計方法論を使用する実験群と、従来法を用いる統制群の 2 つのグループに分け、設計の結果や過程を比較するものがある（例えば、[Zaina 2015]）。しかしながら、本研究では、これまで設計対象として扱われてこなかった PSS の構造変化を設計対象とする。そのため、比較対象となる従来法を設定することが困難である。そこで、本研究では、比較実験ではなく、提案した方法論を用いた設計の結果および過程のみを対象に論考を行うこととする。このような方法は、多くの先行研究（例えば、[梅田 1997; Tan 2010b]）でも採用されており、「解法」ではなく「問題」に新規性を主張する研究においては、妥当な方法であると考えられる。

このように、本研究の性質に基づき、本検証の方法を以下のように定めた。

- 被験者を分ける比較実験ではなく、提案する方法論を用いた新規設計あるいは改善設計の実行例を示し、その結果や過程を評価する。

### 6.2.2 本検証における評価項目

本研究の目的は、「長期的な視座のもと高い価値を持続的に実現する PSS の構造変化を設計するための方法論を構築する」ことであった。その実現のために、2 つの設計対象モデリング手法（第 4 章）と、それらを用いた設計プロセス（第 5 章）を提案した。これらが適切に機能し、意図した効果を発揮することができれば、上記の目的を達成したと考えることができることから、本検証では、次の 2 点を評価することとする。

- 2つの設計対象モデリング手法が意図した表現能力や支援効果を有するか。
- 提案した設計プロセスが意図した支援効果を発揮するか。

各手法に期待する表現能力や支援効果は、第4章および第5章にて特徴としてまとめた、以下の8つの項目である。

### (1) PSS ビジョンモデルの特徴

- 「コンテキスト」、「コンテンツ」、「価値」の集合として、ある「時点」の PSS の構造を俯瞰的に表現する。
- 「コンテキスト」と「価値」を、個別、システム、社会に相当する3つのレベルのもと表現する。

### (2) トランジションアジェンダモデルの特徴

- ビジョンに記述された要素が、いつどのようなイベント（行動や変動）により変化していくかを時間軸に沿って平易な形式で表現する。
- 状態とプラットフォームの使い分けにより、PSS の構成要素に生じる変化の多重構造を表現する。
- 能動的イベントと受動的イベントの使い分けにより、トランジションの実現手段の違いを表現する。
- イベントに設定する条件により、状態間の依存関係を明示し、それに基づいて時間軸に沿った実施計画を設定する。

### (3) 設計プロセスの特徴

- 設計サイクル（モデル化→評価→改善→モデル化→…）の導入により段階的に設計解の質を向上する。
- マイルストーンをトランジションアジェンダに反映することにより、高い価値を持続的に実現しうる PSS の構造変化を段階的に具体化する。

そのため本検証では、これらの特徴に基づき、具体的な評価項目を Table 6-1 に示す 8 つに決定した。本章では、提案した設計方法論を用いた設計の実行例を示したのち、これらの項目に関して評価を行う。

Table 6-1 評価項目のまとめ

提案手法	評価項目
PSS ビジョンのモデリング手法	「コンテキスト」、「コンテンツ」、「価値」の集合として、ある「時点」の PSS の構造を俯瞰的に表現可能か。
	「コンテキスト」と「価値」を、個別、システム、社会に相当する 3 つのレベルのもと表現可能か。
トランジションアジェンダのモデリング手法	ビジョンに記述された要素が、いつどのようなイベント（行動や変動）により変化していくかを時間軸に沿って平易な形式で表現可能か。
	状態とプラットフォームの使い分けにより、PSS の構成要素に生じる変化の多重構造を表現可能か。
	能動的イベントと受動的イベントの使い分けにより、トランジションの実現手段の違いを識別可能か。
設計プロセス	イベントに設定する条件により、状態間の依存関係を理解可能とし、それに基づいて時間軸に沿った実施計画を設定可能か。
	設計サイクル（モデル化→評価→改善→モデル化→…）の導入により、段階的に設計解の質を向上することが可能か。
	マイルストーンをトランジションアジェンダに反映することにより、PSS の構造変化を段階的に具体化可能か。また、得られた設計解は、高い価値を持続的に実現しうるか。

### 6.2.3 対象事例と実行条件

本項では、本検証における対象事例と実行条件についてまとめる。本論文では、2 つの実行例を示し、提案した設計方法論を評価する。2 つの実行例における対象事例と実行条件をまとめた表を Table 6-2 に記す。以下では、両実行例における対象事例と実行条件について詳述する。

Table 6-2 2つの実行例における対象事例と実行条件

		実行例 1	実行例 2
対象事例	事業領域	自動車部品サプライ	システム・インテグレーション
	自社	自動車部品サプライヤ	システム・インテグレータ
	現状	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 既存の事業は前提とせず に将来を検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 通信販売を行う物流業者に、配送センタ内の設備制御システムの構築・保守を行うような PSS を構築</li> <li>● この PSS を現状の事業として将来を検討</li> </ul>
実行条件	被験者	大学院生 2 名	大学院生および大学生からなる 5 名に加え、実務家 1 名の部分的な協力
	参考資料	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 対象とする事業領域における既存のシナリオ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 現状の PSS の事業概要と主体間ネットワーク図</li> <li>● 25 のきざし [日立製作所]</li> </ul>
	設計ツール	ポスター紙と付箋紙	ポスター紙と付箋紙
	アウトプット	<ul style="list-style-type: none"> <li>● PSS ビジョンモデル</li> <li>● トランジションアジェンダモデル</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● PSS ビジョンモデル</li> <li>● トランジションアジェンダモデル</li> </ul>

## (1) 対象事例

2つの実行例で対象とする事例の具体的な説明は、それぞれ第 6.3 節と第 6.4 節の冒頭で行う。ここでは、2つの実行例における対象事例の違いについて述べる。

Table 6-2 に示すように、実行例 1 の対象事例は、自動車部品サプライ (Automotive supply, 以下 AS) ビジネスであり、被験者は自動車部品サプライヤの立場から設計を行う。本事例では、自動車部品サプライヤの保有する知識や技術を考慮に入れるが、既存の事業には縛られずに、将来像を検討することとした。他方、実行例 2 の対象事例は、システム・インテグレーション (System integration, 以下 SI) ビジネスであり、被験者はシステム・インテグレータ (SIer) の立場から設計を行う。この SIer は、通信販売を行う物流業者に、配送センタ内の設備制御システムの構築・保守を行う PSS を既に構築している。本検証においては、この PSS を現状の事業として将来像を検討した。



提案した設計方法論を実事業に適用する場合、現在は製品販売中心だが今後 PSS の構築を目指すような業種と、既に PSS を構築しているが更なる価値の向上を目指すような業種の 2 つが想定できる。上記の実行例 1 は前者に、実行例 2 は後者にそれぞれ該当する。上記の分類を網羅することから、このような対象事例の選定は、妥当である考える。

## (2) 実行条件

前述した通り、幅広い視点で知識の不足を相互に補完し合いながら設計を進めるために、異なる立場、専門知識を持つ人が混在するチームを編成することが推奨されている。しかしながら、本検証では、時間的な制約から、実行例 1 では大学院生 2 名を、実行例 2 では大学院生および大学生からなる 5 名に加えて実務家 1 名を、それぞれ設計者とした。ここでの大学院生および大学生は、PSS 設計の研究に携わっており、PSS に関して一定の知識を有する。また、実行例 2 に一部参加した実務家は、対象事例である SI ビジネスに関わっている。

設計における参考資料として、実行例 1 では、当該業界において作成された既存のシナリオを参照した。実行例 2 では、協力者である実務家が作成した現状 PSS の事業概要とアクタネットワーク図を参考資料として用いた。また、シナリオに関しては、25 のきざし [日立製作所] を参照することとした。

2 つの実行例ともに、ポスター紙と付箋紙を設計ツールとして用いて、モデリングを行った (Figure 6-1)。また、設計のアウトプットとしては、PSS ビジョンモデルとトランジションアジェンダモデルを指定したが、モデルの記述粒度は指定していない。

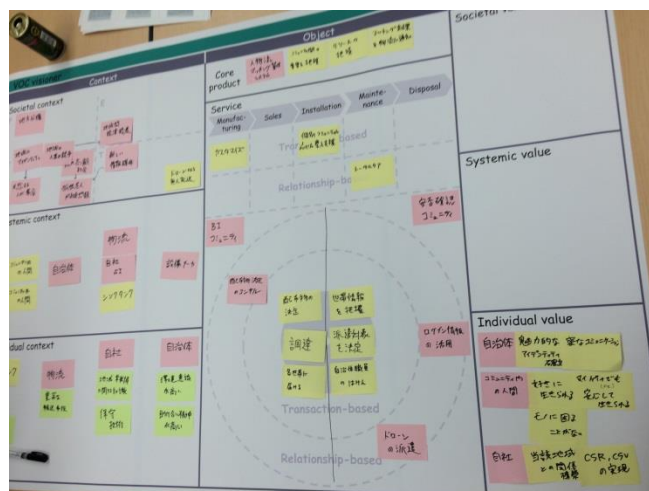


Figure 6-1 ポスター用紙を用いたモデリング

## 6.3 実行例 1：自動車部品サプライ (AS)

### 6.3.1 事例内容

自動車産業は、長きに渡り日本の産業界を支えてきたが、近年では、経済的理由やライフスタイルの変化により、若者を中心に所謂「クルマ離れ」が進行している。これにより、自動車のビジネスモデルの転換の必要性が叫ばれている。ここでは、その中でも自動車部品サプライヤの提供する PSS を対象として検討を行った。自動車部品サプライヤの主たる事業は、自動車メーカーに対して駆動系、空調系、情報通信系などの部品を供給することである。本設計では、自動車産業を取り巻く環境の変化を考慮したシナリオに基づき、自動車部品サプライヤが今後構築すべき PSS を設計した。

### 6.3.2 Step 0(準備段階):設計チームの編成とシナリオ設定

まず、設計を行うチームを編成した。前述した通り、本設計における設計チームは、大学院生2名からなる。

次にシナリオの設定を行った。ここでは、既存のシナリオを活用することとした。本シナリオは、本設計で対象とする事業領域において作成されたものであり、近年、注目が高まっている「カーシェアリング」と「自動運転技術」を掛け合わせた「自動運転車のシェアリング」が広く普及した社会を描いたものである。Table 6-3 に、本シナリオのポイントをまとめる。カーシェアリングとは、自動車を販売・購入するのではなく、登録を行った会員間で自動車を共同使用することを可能とする事業形態であり、PSS の代表例でもある。カーシェアリングの登録者数は年々増加しており、今後も発展が続くことが予想される。一方、自動運転車は、人間の運転なしで自動走行が可能な自動車であり、緊急時には運転手が操作する運転支援型と、緊急時もシステムが操作する完全自動運転型に大別される。大手の自動車メーカーやその他ベンチャー企業において開発が進められており、現在は、運転支援型車両の公道試験が行われていることが報告されている [国土交通省 2015]。本シナリオは、完全自動運転型の自動車の実現を前提としたものである。

本シナリオは、その作成時には明確な時点が設定されていなかったが、ここでは、自動運転に関連する他の情報ソースを参照しながら、20年後の将来像を表現するシナリオであると仮定した。

Table 6-3 自動運転×カーシェアリングシナリオのポイント

	将来像
社会の動向	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 車は所有するものからシェアするものへと変化し、当該地域では、既に 90%の人が自動車をシェアして利用している。</li> <li>● 自動車には、完全自動運転技術が搭載されており、運転できない子供や高齢者も安心・安全に移動することができる。</li> <li>● 高齢社会に突入し、特に高齢者の消費割合が増加している。</li> <li>● ショッピングセンタなどでは、集客のための無料移動サービスが一般化している。</li> </ul>
技術の動向	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 車車間通信，路車間通信技術が発展し、渋滞がなくなる。</li> <li>● 自動運転車はカーシェアリング事業者の配車センタで燃料補給，修理，清掃などが実施される，</li> <li>● 故障予知機能が発展しており，走行中の故障はほとんどない。</li> <li>● 駐車場，ガソリンスタンド，カーディーラーが街から消える。</li> </ul>

### 6.3.3 Step 1:PSS ビジョンの設計

Step 0 で準備したシナリオに基づき、当該時点において自動車部品メーカーが提供する PSS のビジョンを VCC visioner を用いて設計する。まず、対象とする製品領域と顧客を仮決定し、設計において考慮する範囲を定めた。今回の設計では、対象とする製品領域を「情報系製品」、顧客を「カーシェアリング提供者」として B2B の PSS を検討した。

まず、シナリオから社会的コンテキストの要素を洗い出し、それらの間の関係を整理した。Figure 6-2 上段にその記述結果を示す。例えば、シナリオから抽出された「自動運転車の普及」や「シェア志向」は、それぞれ科学技術（図中 T）や社会（図中 S）の枠内に配置されている。次に、これらの社会的コンテキストから導かれるシステムックコンテキストと個別的コンテキストを抽出した。システムックコンテキストとしては、自社や顧客の周囲の主体として、「自動車メーカー」、「ユーザ（高齢者）」に加えて、シナリオ中の「ショッピングセンタなどでは、集客のための無料移動サービスが一般化している」から「周辺店舗」が想定され、それら主体間の基本的なコンテンツや金銭の流れが記述された（Figure 6-2 中段）。なお、自社と顧客間の関係は、この段階では具体化さ

れていないため記述がない。また、各主体の個別的コンテキストとしては、例えば、顧客の要素として、「配車センタ」、「会員顧客情報」、「車両利用情報」といった提供主体として活用可能な知識・技能（Figure 6-2 下段・黄色矩形）だけでなく、「大企業気質」といった受給主体として影響する企業風土（Figure 6-2 下段・桃色矩形）が記述された。

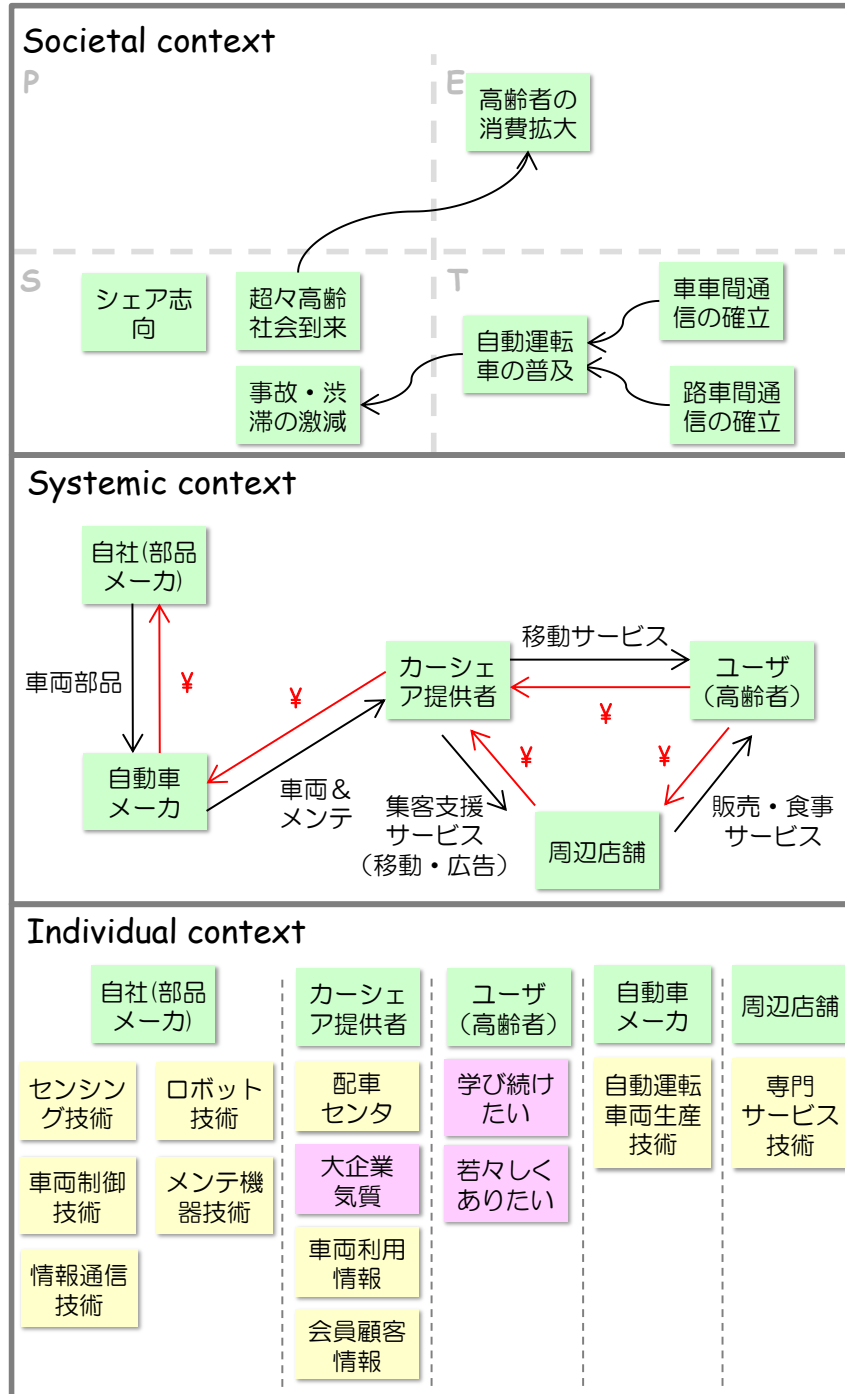


Figure 6-2 コンテキストの記述結果 (AS・設計開始時)

本設計では、以上のコンテキストの初期集合のもと設計を進めた。ここでは、まずニーズ駆動のプロセスに従うこととし、特に自社と顧客の要求価値をそれぞれ分析した。例えば、顧客であるカーシェアリング提供者の要求価値としては、「運営の効率化」と「ユーザの満足度向上」、自社の要求価値としては「収益向上」が挙げられた。これらの要求価値をもとに、コンテンツの設計を行った。その設計結果を Figure 6-3 に示す。コア製品としては、具体的にカーシェアリング運営に関わる「本部情報システム」を一括して受け持つことが構想され、その機能として「予約を管理する」や「配車を最適化する」などが記述された。この製品のライフサイクルに沿ったサービスとして、「システムをオーダーメイドで生産・販売する」とともに、自社が「保守を代行する」が考案された。特に「保守を代行する」は、期間契約で行うことを想定したため、Relationship-based の枠内に配置されている。さらに、顧客の活動サイクルとして、「予約受付→配車→迎車→回収→予約受付→…」というプロセスが記述されたが、これらに対する支援は全てシステムの機能として内包されているため、Figure 6-3 に示すように、それらを補助するサービスは記述されなかった。

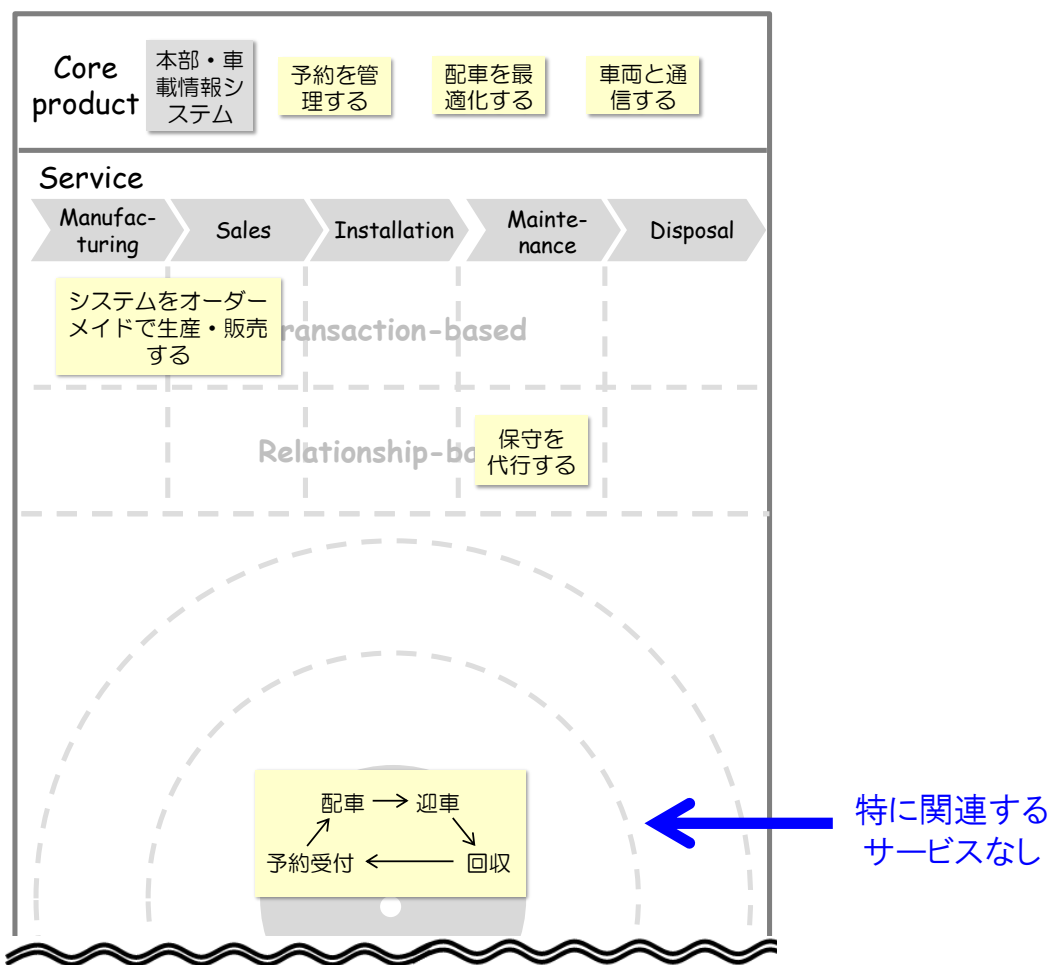


Figure 6-3 コンテンツの記述結果 (AS・改善前)

このようにしてコンテンツが決定された後に、そのコンテンツが価値を発揮するために必要となるコンテキストの要素が新たに発見され、モデルに追加された。具体的には、個別的コンテキストのブロックに、この設計解の実現に必要な自社の「情報処理・管理技術」が新たに追加された。

以上より得られた設計解を、Table 5-2 に示した観点のもと、設計者間で簡易的に評価した。その過程で、顧客の「ユーザの満足度向上」という要求価値は、予約管理や配車最適化を行うのみでは十分に実現できないことが指摘された。そこで、再びコンテンツの設計に戻り、「ユーザ」の活動サイクルと要求価値を検討することとした。その結果として、ユーザの活動サイクル「移動→用事を済ませる→移動→…」が新たに追加された (Figure 6-4 右下・青色矢印部)。これに対して、自社の個別的コンテキストである「センシング技術」を活用して、ユーザの移動中に「ユーザの嗜好や状態に応じて提携店舗の情報／クーポンを推薦する」ことが考案され、これを顧客に対する期間契約のサービスとして実施することとした (Figure 6-4 右下・青色矢印部)。また、車内でユーザに上記の情報／クーポンを推薦するための「情報推薦システム」を自社が製造するとし、これをコア製品として追加した (Figure 6-4 右上・青色囲線部)。そして、これらを実現に必要な自社の個別的コンテキストとして「ユーザの嗜好に関する知識」と「ビッグデータ解析技術」が新たに追加された。

さらに、これらの知識・技術が追加されたことにより、新たなコンテンツとして顧客と周辺店舗の提携を支援可能になるという案が導出された。その反映のために、顧客の活動サイクルとして「提携先を決める→契約締結→…」というプロセスが追加され、それに対するコンテンツとして「ユーザの利用情報をもとに提携戦略を提案する」というサービスが記述された (Figure 6-4 左下・桃色矢印部)。これにより、要求分析の範囲では発見されなかった「効果的な提携」という新たな価値を提案できることから、これを顧客の個別的価値として追加した。

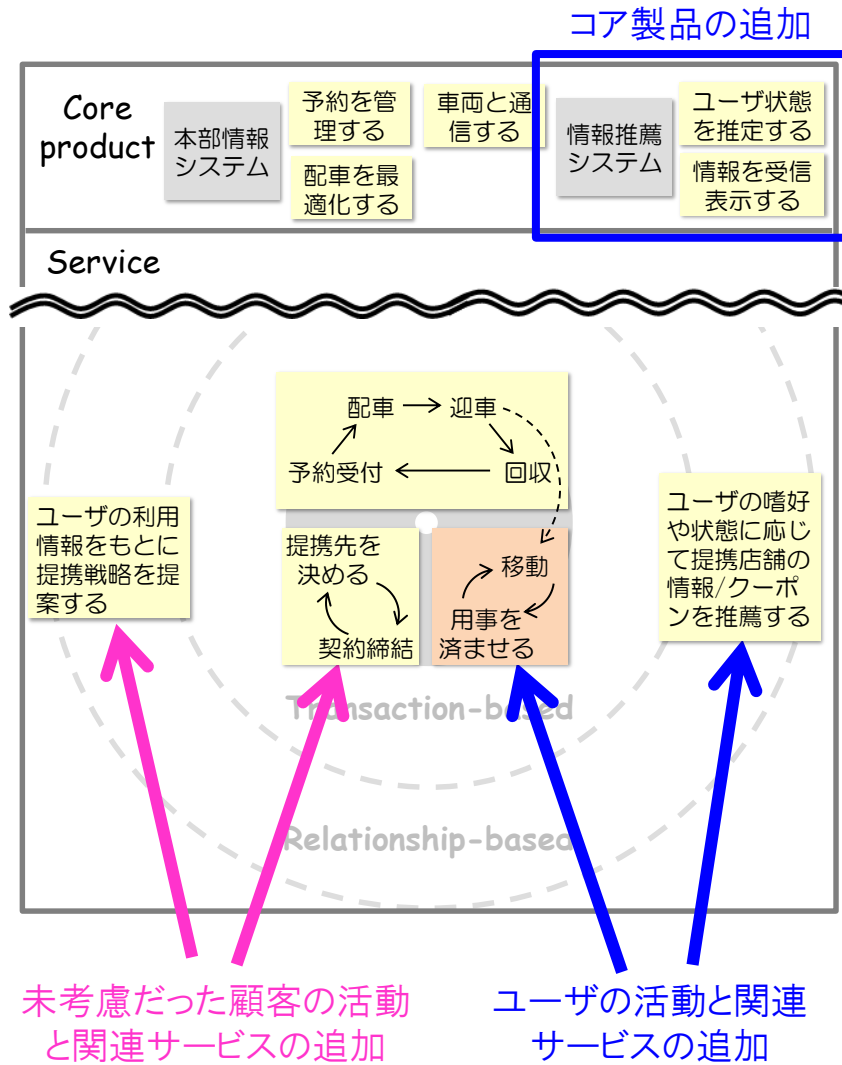


Figure 6-4 コンテンツの記述結果 (AS・改善後)

以上により得られた設計解を再度評価し、これを採用することとした。ここでの評価を通じて、当該 PSS による社会的価値として「地域経済の活性化」と、システム価値として「Win-win 関係の構築」がそれぞれ実現可能であることが指摘され、これらがモデル上に追加された。また、コンテンツや価値に影響しないと考えられるコンテキストの要素は、モデルから除外された。このように段階的に修正を加えることにより得られた PSS ビジョンの最終設計解を Figure 6-5 に示す。

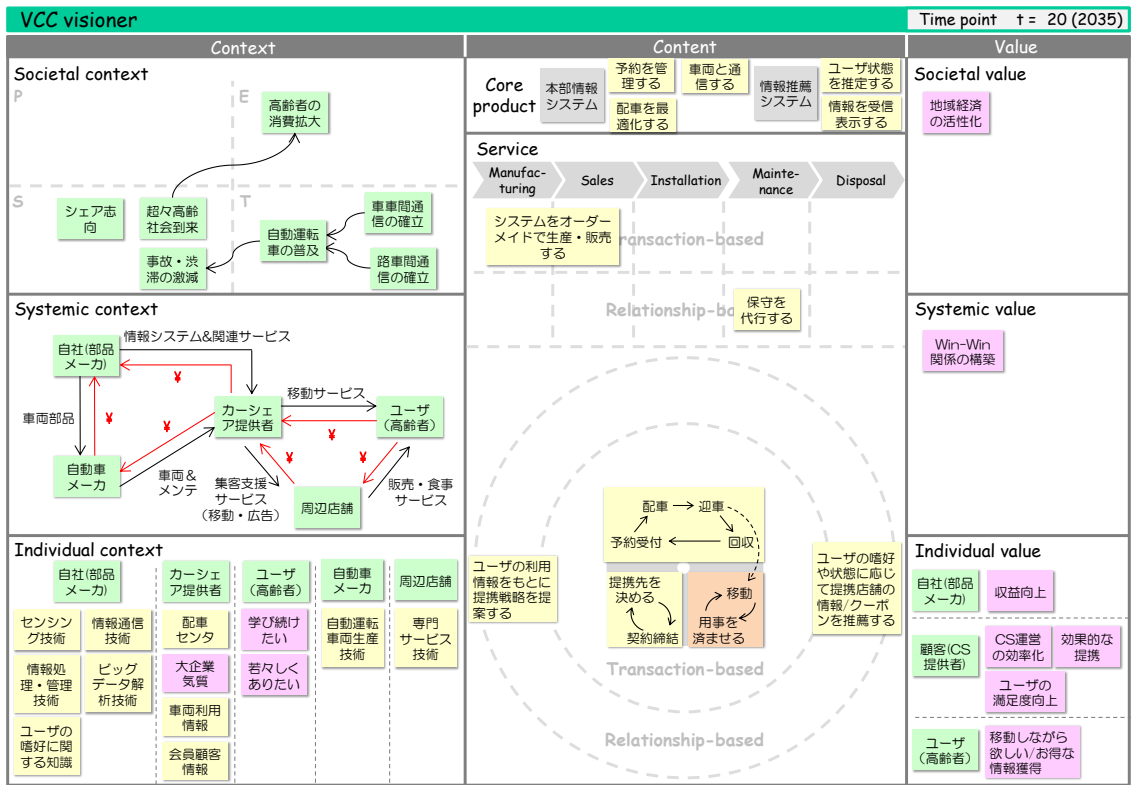


Figure 6-5 PSS ビジョンの最終設計解 (AS)

### 6.3.4 Step 2A: トランジションアジェンダの設計

前項で設計した PSS ビジョンに対応するトランジションアジェンダを、提案したモデリング手法を用いて設計する。Figure 6-6, Figure 6-7, Figure 6-8 は、それぞれ社会的コンテクストレーン、個別的・システミックコンテクストレーン、コア製品とサービスのレーンの記述結果である。以下では、この設計過程を説明する。

まず、構築した PSS ビジョンモデルから目標ノードに該当する要素を抽出し、これらを状態やプラットフォームとして書き出した。例えば、コア製品のレーン (Figure 6-8 左) には、プラットフォームとして「P<sub>p</sub> 1: 本部情報システム」と「P<sub>p</sub> 2: 車載情報システム」が、「本部情報システム」が内包する状態として「S<sub>p</sub> 1: 予約を管理する」、「S<sub>p</sub> 2: 配車を最適化する」、「S<sub>p</sub> 3: 車両と通信する」が記述された。

次に、これらの目標ノードに対して、現状ノードの追加とイベントの対応付けを行った。また、その過程で中間ノードが追加された。その一例として、社会的コンテクスト (Figure 6-6) のプラットフォーム「P<sub>sc</sub> 4: 技術」上では、目標ノードである「S<sub>sc</sub> 6: 自動運転車の普及」という状態に対して、「S<sub>sc</sub> 9: 完全自動運転事業の登場」と「S<sub>sc</sub> 10: 運転支援車両事業の登場」といった状態が中間ノードとして付け加えられた。これらの



ノードは、他のレーンでのイベントの条件として指定するために新たに追加されたものである。例えば「S<sub>SC</sub> 9:完全自動運転事業の登場」は、個別的・システミックコンテキストレーン (Figure 6-7) における「車両導入」という能動的イベントの条件として指定されている。また、サービスレーン (Figure 6-8 右) における中間ノードとして、「P<sub>S</sub> 3: CAC (カーシェアサービス開始後)」というプラットフォームが挿入されている。これは、目標ノードである「P<sub>S</sub> 2: CAC (集客支援サービス開始後)」は、段階を経て実現されると設計者らが判断した結果である。

以上のようにして、ノードの抽出・追加とイベントの対応付けを行った後、各イベントの完了に必要となる時間と、生起するタイミング、イベントの条件を総合的に考慮して、各レーンにおけるプラットフォームの移行や状態遷移の時系列を整理した。本設計では、自社の影響力が及ばない社会的コンテキストのレーンの要素の時系列をまず整理し、その後、イベントの条件等を参照しながら他のレーンの要素の整理を行った。Figure 6-6, Figure 6-7, Figure 6-8 の縦軸の補助線は 1 年単位を表現している。

本設計では、以上により構成されたモデル (Figure 6-6, Figure 6-7, Figure 6-8) を、TAM の初期モデルとして、次のステップに進んだ。この段階での計画の要点を以下にまとめる。

#### 社会的コンテキスト (Figure 6-6)

- 設計した PSS ビジョンのキーポイントとなる「S<sub>SC</sub> 9:完全自動運転事業の登場」は、12 年後に実現されると想定した。その前段階として 8 年後には「S<sub>SC</sub> 10: 運転支援車両事業の登場」が実現されることが想定されている。

#### 個別的・システミックコンテキスト (Figure 6-7)

- 13 年後 (2028 年) に「P<sub>IC</sub> 2:カーシェアリング (CS) 提供者」が業界に参入する。「S<sub>SC</sub> 9:完全自動運転事業の登場」を条件として、CS 提供者は、自動運転車両を導入し「P<sub>IC</sub> 4:自動車メーカー」と関係をもつようになる。
- その 2 年後 (2030 年) までに、CS 提供者は、「S<sub>IC</sub> 7:配車センタ」を設立し、カーシェアリング事業を開始する。ここでの条件は、コア製品である本部情報システムの機能「S<sub>P</sub> 1:予約を管理する」と「S<sub>P</sub> 2:配車を最適化する」である。
- 事業開始から 1 年後には、利用者数や会員数が増加し、「S<sub>IC</sub> 8:車両利用情報」や「S<sub>IC</sub> 9:会員顧客情報」がある程度蓄積される。

- CS 提供者と「PIC 5：周辺店舗」との提携は、事業開始から3年後（2033年）開始される。
- 「PIC 1：自社（部品メーカー）」は、いくつかの技術開発を行う。それらは、当該技術がコア製品の開発やサービスの提供に必要なまでに開発を完了させることが計画された。

### コア製品・サービス (Figure 6-8)

- 自社は、13年後（2028年）にCS提供者から「情報システムの受注」を受け、関連サービスを開始する。「PP 1：本部情報システム」は、その2年後（2030年）までに開発される。
- CS提供者が、周辺店舗との提携のもと行う集客支援サービスは、事業開始から3年後（2033年）に開始されることから、その支援を行うためのサービス「SS 3：提携店舗の情報を推薦する」は、同時点に追加リリースされる。これに併せて「PP 1：本部情報システム」への機能追加や、「PP 2：情報推薦システム」の導入が行われる。
- 「SS 4：提携戦略を提案する」サービスは、「SIC 5：ユーザーの嗜好に関する知識」を獲得した後の段階である2035年に追加される。これは、集客支援サービスが開始され、どのようなユーザーが、どの提携店舗に行ったかというデータが蓄積されない限り、当該知識を獲得できないことによる。

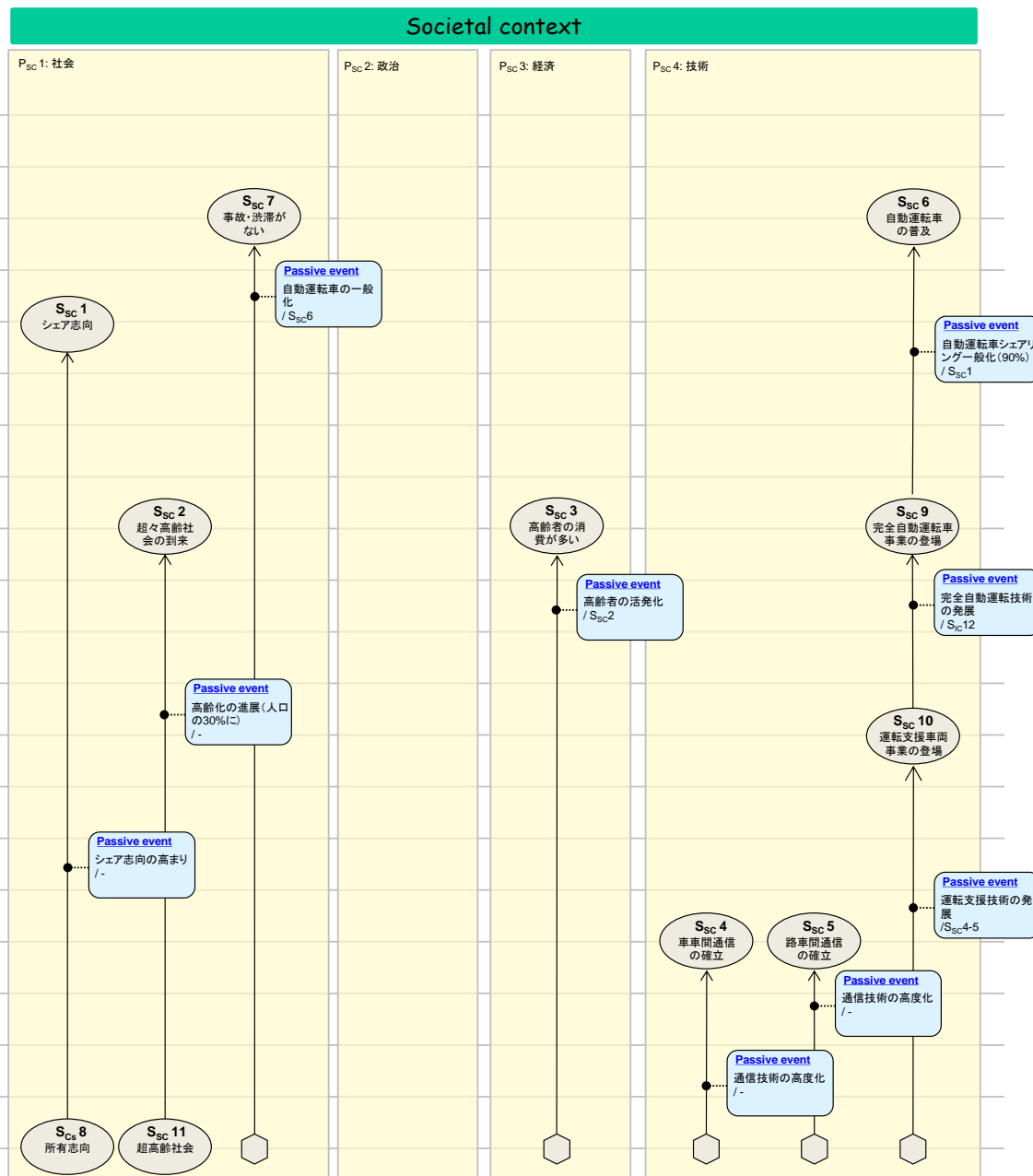
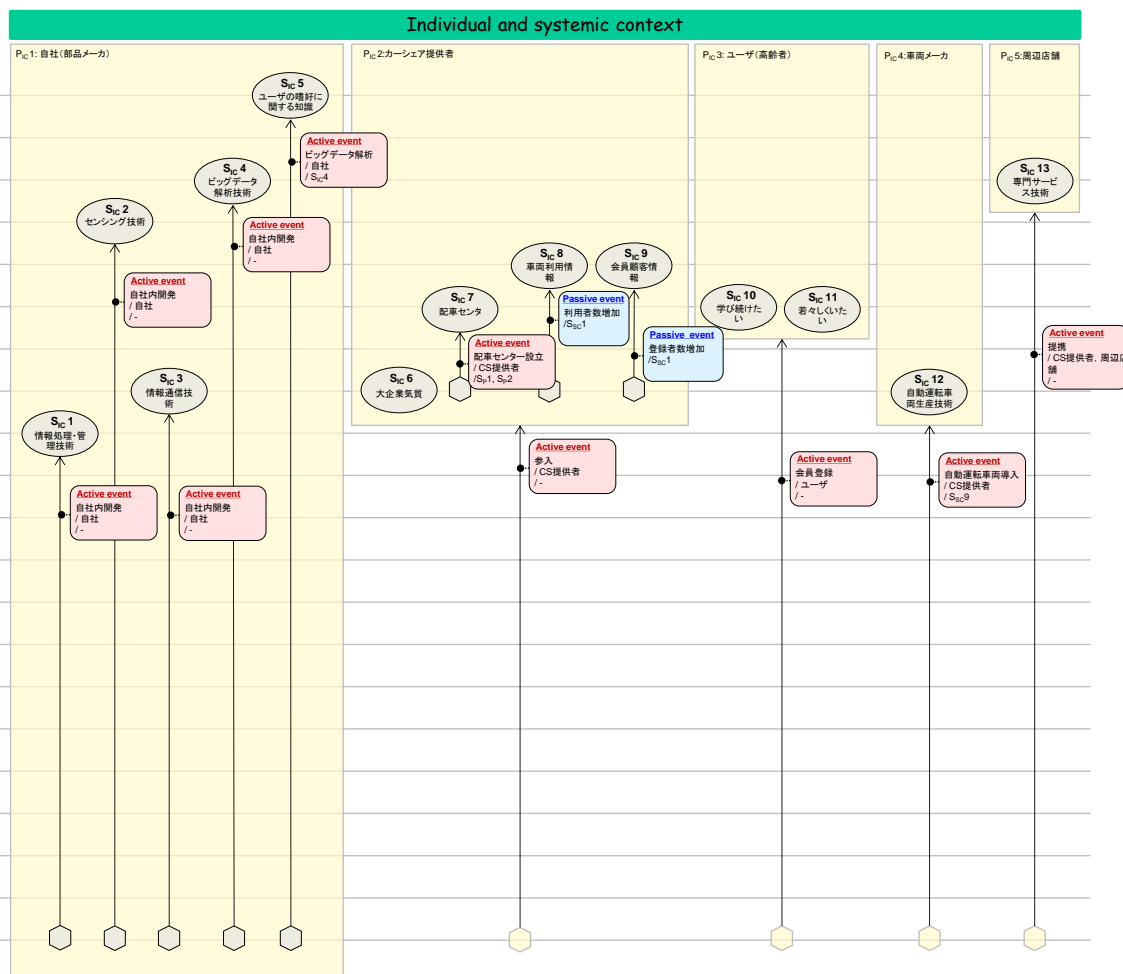


Figure 6-6 社会的コンテキストの記述結果 (AS・初期モデル)



\*) CS 提供者: カーシェアリング提供者の略称

Figure 6-7 個別的・システミックコンテクストレーンの記述結果 (AS・初期モデル)

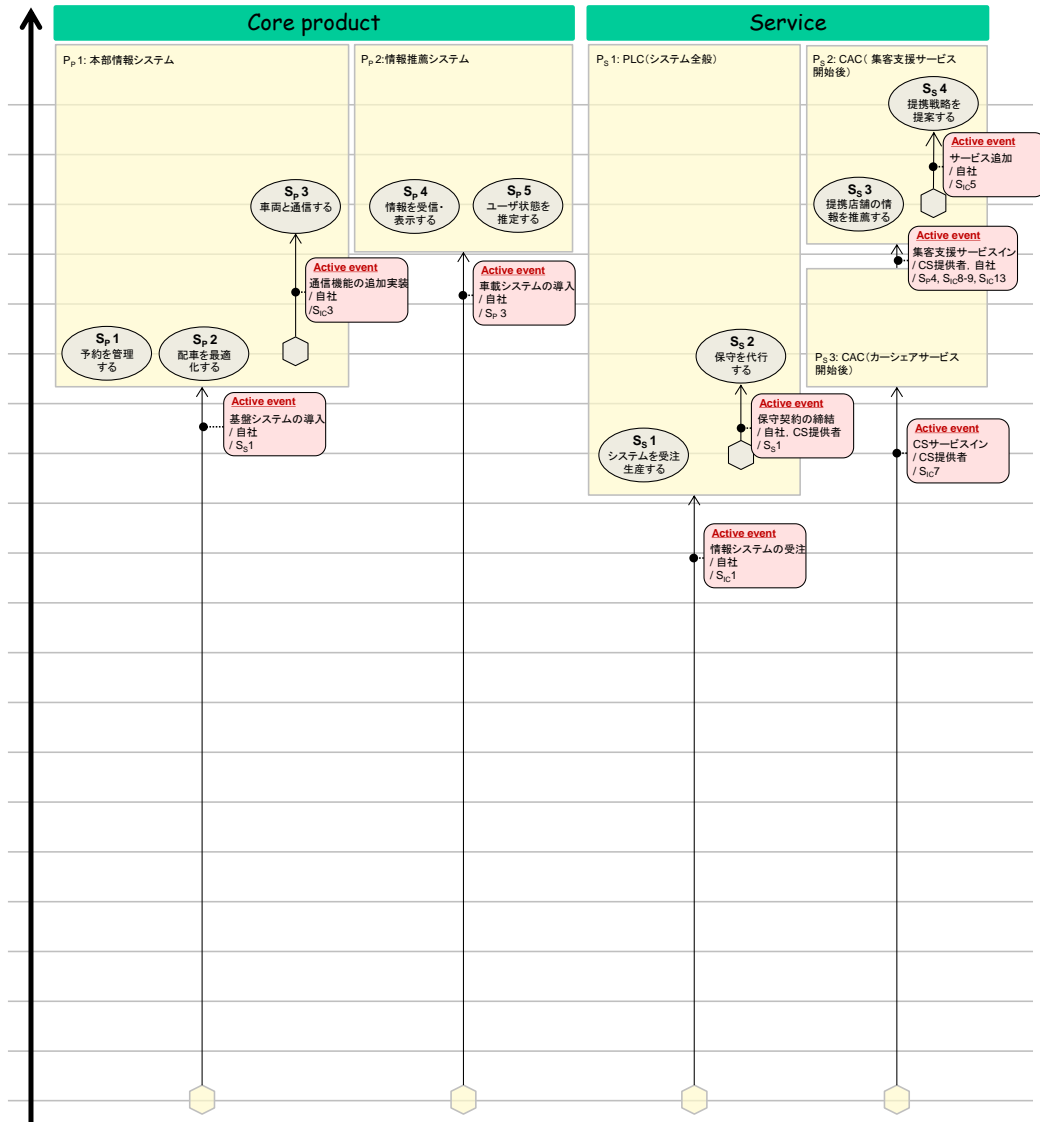


Figure 6-8 コア製品とサービスのレーンの記述結果 (AS・初期モデル)

6.3.5 Step 2B: マイルストーンの設計

本設計では、Figure 6-6 に示したトランジションアジェンダモデル (TAM) において、社会的コンテキストレーンの「S<sub>SC</sub> 10: 運転支援車両事業の登場」が1つのキーポイントになると考え、この状態が実現されると仮定した9年後を対象に、マイルストーンの設計を行った。

まず、前項に示した TAM の初期モデルを俯瞰し、その時点で実現されているコンテキストやコンテンツを整理し、9年後のビジョンを構成する要素を洗い出した。ただし、TAM の初期モデルを構築した際は、完全自動運転車を実現された後に当該 PSS を構築するという前提を置いていたが、ここで運転支援車両事業が登場した時点で当該 PSS を構築するように前提を変更した。それに伴って計画に変化が生じるため、いくつかのプラットフォームおよび状態ノードは、前倒しで実現することが可能になる。このことから、初期モデル上では当該時点で実現されていない状態やプラットフォームでも、9年後の PSS ビジョンモデルの構成要素として実現可能と判断された要素は抽出することとした。これに対してマイルストーンを設計したものを Figure 6-9 に示す。

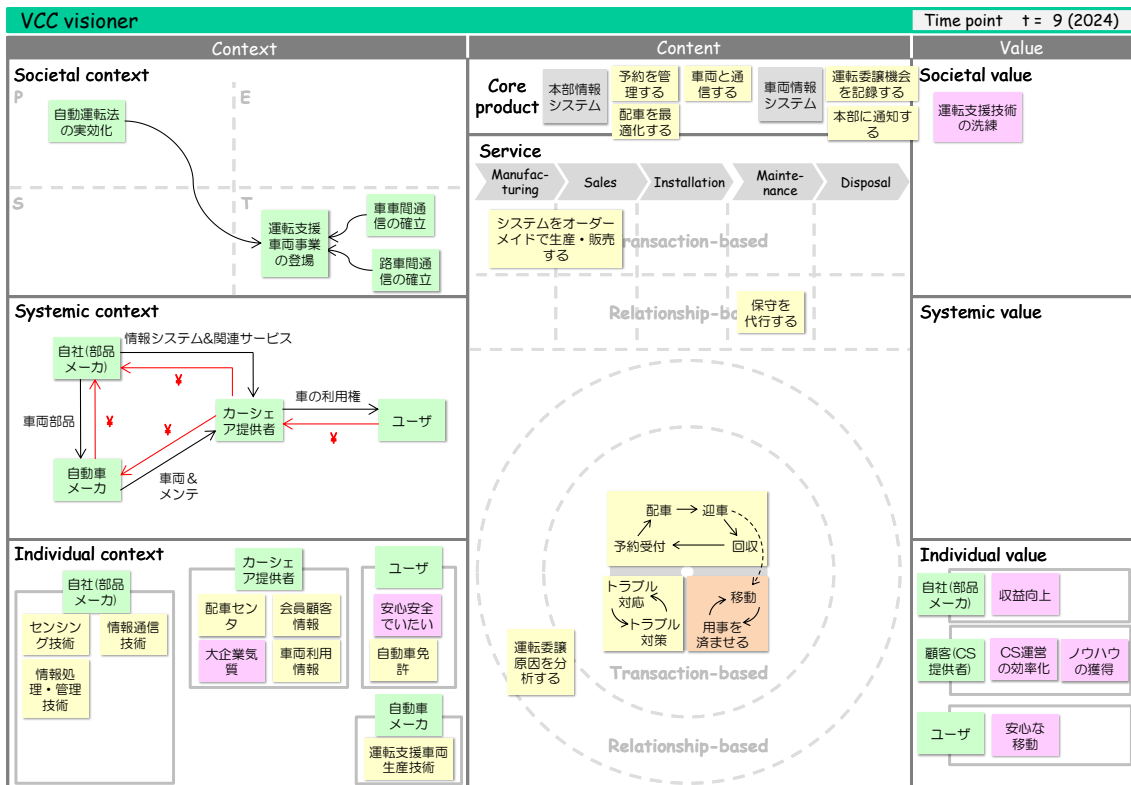


Figure 6-9 7年後のマイルストーンを表現する PSS ビジョンモデル (AS)

運転支援型の自動運転車では、トラブルが生じた際や、ユーザが望んだ際に、システムからユーザに運転権限が委譲される。それゆえ、免許を持たない高齢者ではなく、一般的なユーザがカーシェアリングを利用する。Figure 6-9 に示した設計解では、その運転委譲機会（特にトラブル発生時）の記録、通知、原因分析を自社が担うことで、顧客であるカーシェアリング提供者に対して「(トラブル対応に関する) ノウハウの獲得」という価値を提案することとした。顧客がそのノウハウを活用することで、ユーザに対しては「安心な移動」という価値を提案可能となる。

### 6.3.6 Step 2A':トランジションアジェンダの設計(マイルストーンの反映)

前項で設計したマイルストーンをトランジションアジェンダモデルに反映した。その結果を、Figure 6-10, Figure 6-11, Figure 6-12 に示す。以下に、各レーンの主な変更点をまとめる。

#### 社会的コンテキスト (Figure 6-10)

- 「S<sub>SC</sub> 12 : 自動運転法の実効化」が追加された
- 「S<sub>SC</sub> 10 : 運転支援車両事業の登場」の実現手段である「運転支援技術の発展」の条件として、上記の「S<sub>SC</sub> 12 : 自動運転法の実効化」が新たに追加された。

#### 個別的・システミックコンテキスト (Figure 6-11)

- 運転支援車両事業が登場した時点で当該 PSS を構築することとしたため、「PIC 2 : カーシェアリング提供者」や「PIC 4 : 車両メーカー」の PSS への参入時期や、カーシェアリング提供者の「S<sub>IC</sub> 7 : 配車センタ」などが実現される時期が早まった。
- コア製品やサービスの変更に伴い、「PIC 1 : 自社」に割り当てられた「S<sub>IC</sub> 1 : 情報処理・管理技術」などの技術開発時期が修正された。
- ユーザが高齢者中心になる以前は、一般的な利用者を対象とするため「S<sub>IC</sub> 14 : 自動車免許」や「S<sub>IC</sub> 15 : 安心・安全でいたい」といった状態を内包する「PIC 6 : ユーザ」が追加された。
- 「PIC 4 : 車両メーカー」の保有技術として、「S<sub>IC</sub> 15 : 運転支援型車両生産技術」が追加された。

### コア製品・サービス (Figure 6-12)

- PSSの構築時期を早めたため、「P<sub>p</sub>1:本部情報システム」の導入開始を早めた。
- 「P<sub>p</sub>3:車両情報システム」というプラットフォームが導入された。本プラットフォームには「S<sub>p</sub>6:運転委譲機会を記録する」と「S<sub>p</sub>7:本部に通知する」という機能を有する。ただし、本プラットフォームは、完全自動運転への移行とともに廃止されることが計画された。
- 本部情報システムの導入開始を早めたことにより、その製品ライフサイクルに関連するサービスの導入も早まった。
- 運転支援型車両を用いる場合と、完全自動運転車両を用いる場合では顧客の活動サイクルが異なるため、プラットフォームとして、「P<sub>s</sub>4: CAC (完全自動運転車導入後)」が追加された。また、「P<sub>s</sub>3: CAC (カーシェアサービス開始後)」には、そこでのトラブル対策活動を支援するサービス機能として「S<sub>s</sub>2: 運転委譲原因を分析する」が追加された。



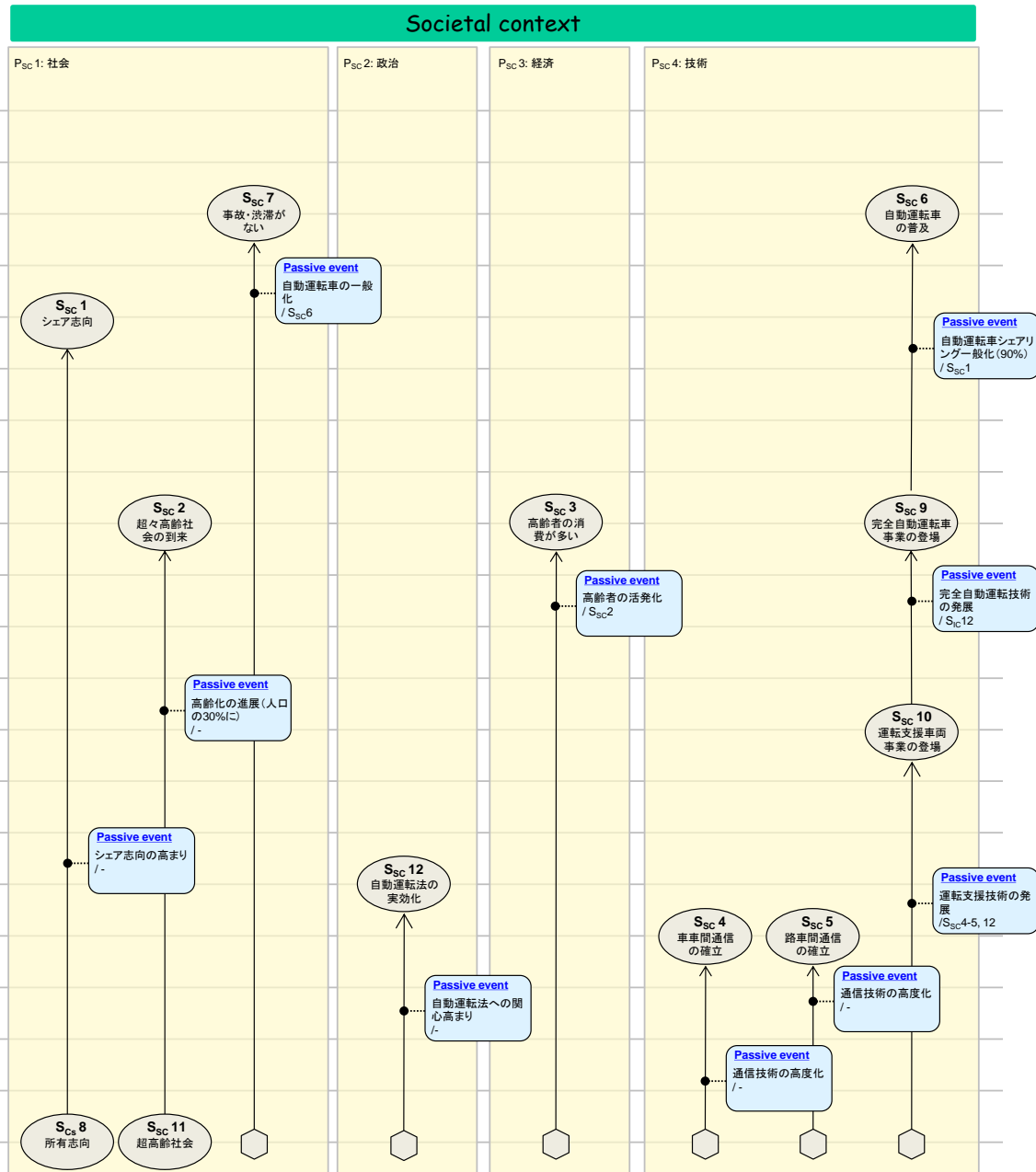


Figure 6-10 社会的コンテキストの記述結果 (AS・最終モデル)

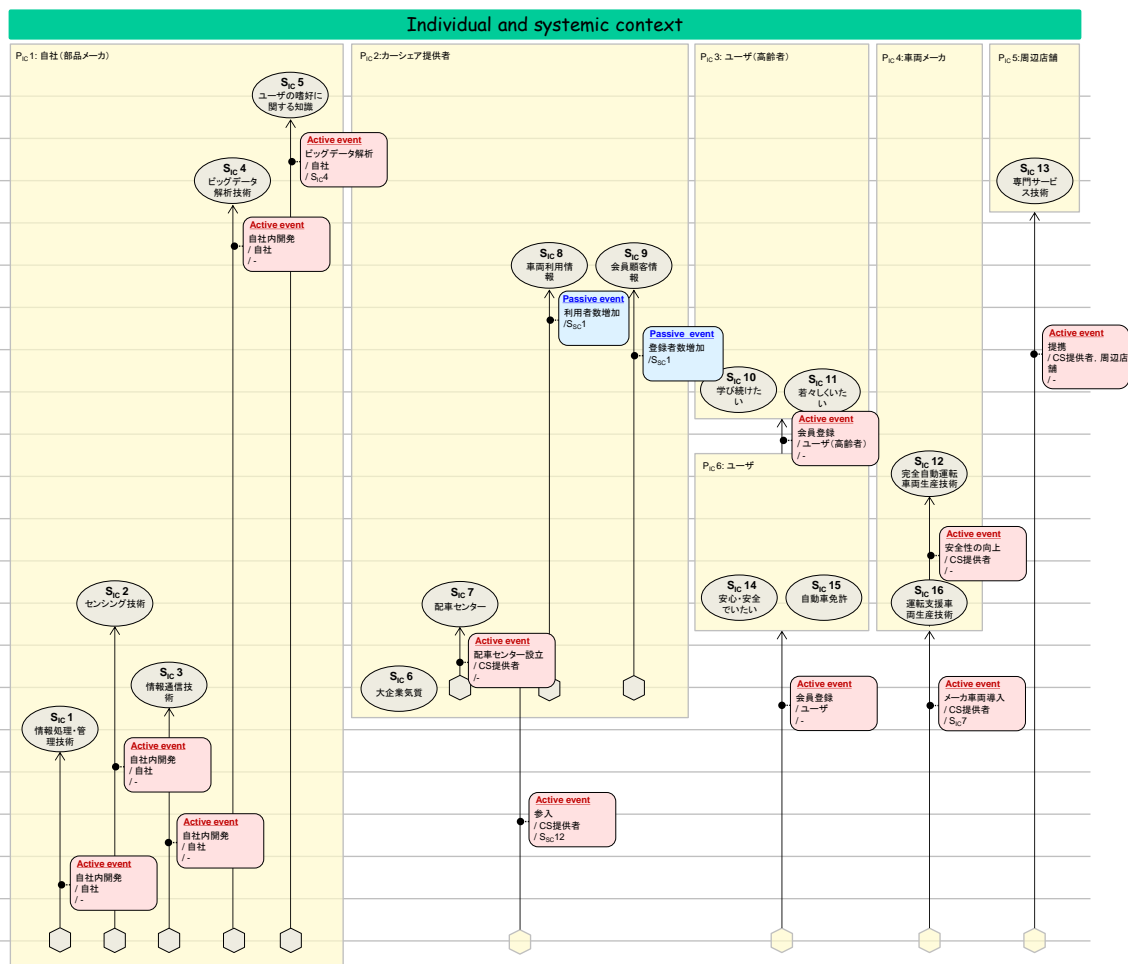


Figure 6-11 個別的・システミックコンテクストレーンの記述結果 (AS・最終モデル)

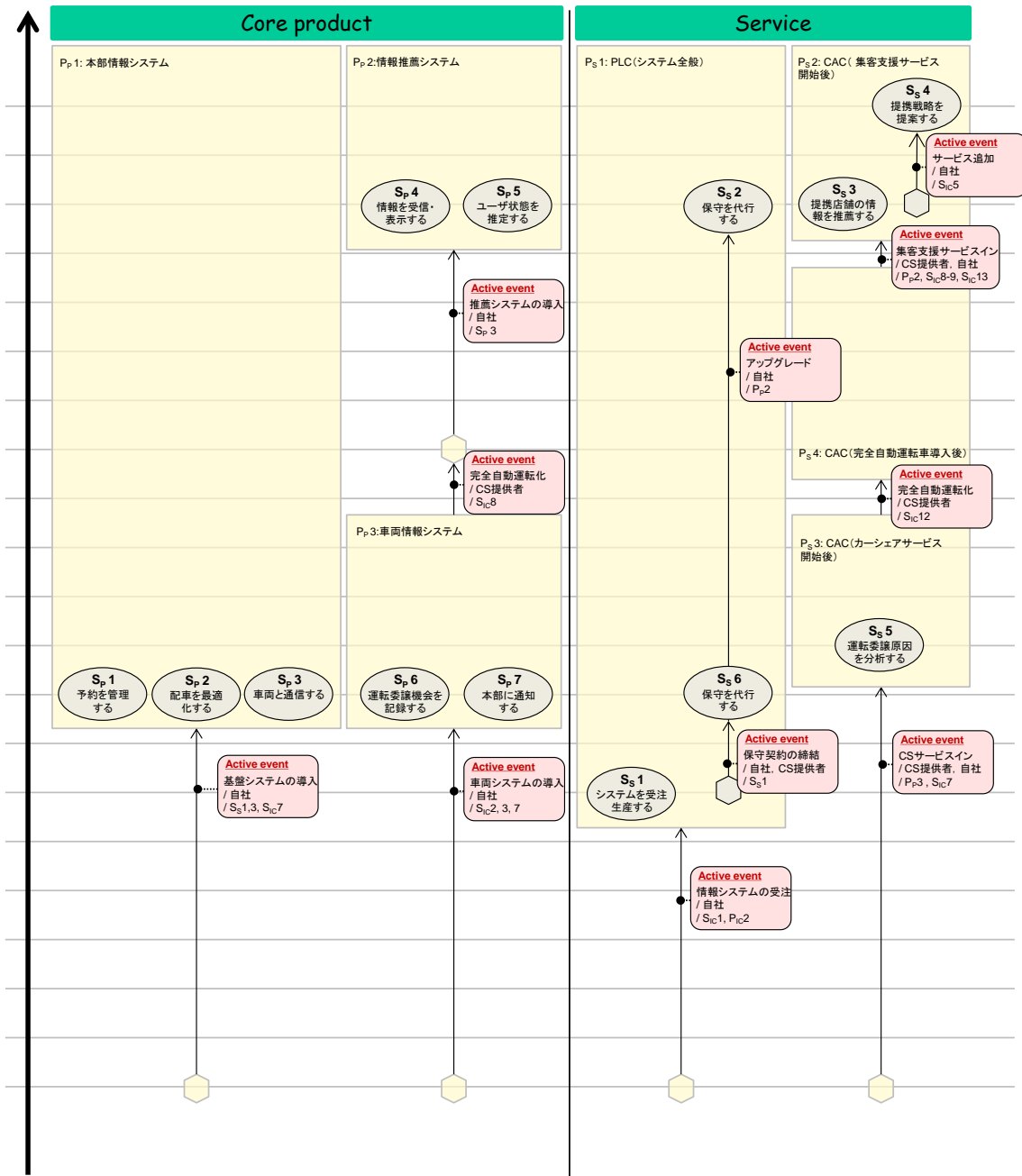


Figure 6-12 コア製品とサービスのレーンの記述結果 (AS・最終モデル)

### 6.3.7 設計解のまとめ

本設計では、以上により PSS の構造変化の全体計画を構築した。本計画の要点を以下にまとめる。

- 自動運転車を用いたカーシェアリング提供者を対象顧客とする。
- 完全自動運転車が導入される 2024 年以前は、運転支援型車両に対して車両情報システムを導入するとともに、自動運転からユーザへの運転委譲が生じた際にその原因を分析するサービスを提供する。カーシェアリング提供者にはトラブル対策における「ノウハウの蓄積」という価値を提案するとともに、ユーザにとっての「安心な移動」という価値の実現に供する。そのために自社は、現時点から 5、6 年後までには、それに必要な情報処理・管理技術やセンシング技術を開発する必要がある。
- 完全自動運転車が導入された後は、本部情報システムや車載情報推薦システムの構築と、それに関連するサービスの提供を行う。当分の間、サービスとしては、上記システムの保守が主となる。ただし、利用者が増加し、顧客が周辺店舗の集客支援サービスを開始してから（2032 年頃）は、周辺の提携店舗情報の車内配信、さらには提携戦略の提案といったサービスを追加する。これにより、カーシェアリング提供者には、「カーシェアリング運営の効率化」や「効果的な提携」といった新たな価値を提案する。

## 6.4 実行例 2 : システム・インテグレーション (SI)

### 6.4.1 事例内容

システム・インテグレーション (SI) とは、特に情報システムを対象として、顧客に応じた企画提案、設計、システム構築、保守等を一括して請け負う事業形態である。本設計では、特に「物流業者」を顧客とした SI 事業を事例として取り扱う。

本事例における顧客は、通信販売を行う物流業者である。提供者である SIer (以降、自社) は、現在、顧客が保有する配送センタ内のマテリアルハンドリング (マテハン) 設備の制御システム構築および保守を行っている。マテハン設備とは、配送センタ内の商品の移動やトラックへの積込などの工程を自動化するものであり、自動倉庫やコンベア、ソーターなどの設備が含まれる。個々の設備は専門の設備メーカーが製造するが、自社はその統合管理を行う制御システムを構築し提供している。配送センタにおける主な業務フローは、商品の入荷、保管、注文受付、積荷、出荷の 5 つの工程に大きく分かれる。そのうち、マテハン設備は、確定した注文に従ってトラックに積荷を行う工程を自動化するものであり、夜から稼働し、翌朝までに全ての注文品の積荷を完了させたのちに停止する。人手の少ない深夜に稼働することから、設備に故障が発生すると、顧客にとって大きな痛手となる。これに対して、自社は、現在のところマテハン設備およびその制御システムの定期点検と障害対応を行う保守サービスを、年間契約のもと提供している。これにより故障リスクの低減に貢献する。本設計では、このような既存の PSS を前提として、将来の検討を行った。

### 6.4.2 Step 0(準備段階):設計チームの編成とシナリオ設定

前述した通り、本設計では大学院生および大学生からなる 5 名のチームを構成した。ただし、PSS ビジョンの設計およびトランジションアジェンダの設計における「評価」段階と「マイルストーン設計」段階の一部において、当該事業に携わる実務家 1 名の協力を得た。

設計チームを編成したのち、対象とする将来時点を決定し、シナリオを設定した。ここでは、対象とする将来時点を 15 年後の 2030 年とし、既存のシナリオを組み合わせることで物流に関わる社会環境の変化を検討した。具体的には、設計者間で「25 のきざし」(Figure 6-13) [日立製作所] の読み合わせを行い、その中から、物流やそれを利用する人々の価値観に関係するキーワードを抽出し、設計者間の議論のもと 1 つのシナリオを構成した。

これにより構築された「地域アイデンティティ強化シナリオ」のポイントを、Table 6-4 にまとめる。本シナリオは、25 のきざしのうち、Figure 6-13 に示した「Sign 7：都市の商品化」と「Sign 9：社会のDIY化」の2つを基盤とするものであり、市区町村単位で地域のアイデンティティが形成・強化された社会像を描いている。本シナリオを構築する際には、地域のアイデンティティ（特長や価値観）に共感する人々が集まるようになることで、地域ごとに人やモノとの関わり方に偏りが生じ、それによって物流のあり方もまた変化するであろうこと、物流によって地域の特長を強化するような自治体も出現するであろうこと等が議論された。



Figure 6-13 25 のきざし（一部）[日立製作所]

Table 6-4 地域アイデンティティ強化シナリオのポイント

	将来像
社会の動向	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 市区町村単位で、その地域のアイデンティティ（特長や価値観）が形成されている。</li> <li>● 元々の住民がアイデンティティの形成に参画するとともに、それに共感するような人々が集まる。</li> <li>● 地域間での人集めの競争が激しくなり、魅力的なアイデンティティを形成することが重視される。自治体は、情報共有ツールを使って、それを発信していく。</li> <li>● 地域のアイデンティティによっては、人々の物流への関わり方も大きく異なるようになる。</li> <li>● 高齢社会がさらに進行する。新しい情報媒体が登場するが、それについていけず、コミュニティの輪から外れてしまう孤独老人の増加が社会問題になっている。</li> </ul>
技術の動向	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 新しい情報媒体が登場する。</li> <li>● ドローンによる無人配達が可能になり、輸送手段の幅が広がっている。</li> </ul>

### 6.4.3 Step 1:PSSビジョンの設計

Step 0 で構築したシナリオをもとに、当該事業に関する PSS のビジョンを設計した。ここで、対象とする製品領域は SI 事業の核となる「情報システム」であり、対象顧客としては、現時点での顧客である「物流業者」に加えて、シナリオ内で強調された「自治体」を考えることとした。

まず、上記シナリオから社会的コンテキストの要素を洗い出し、それらの関係を洗い出した。Figure 6-14 上部に示すように、ここでは、政策として「地方分権」が進み、社会における「地域アイデンティティ」が強化されることで「人集め競争」が激化し、経済における「コミュニティ間の経済格差」が大きくなる等といった関係が記述された。次に、これらの社会的コンテキストから導かれるシステムミックコンテキストと個別的コンテキストを検討した。ここでのシステムミックコンテキストとしては、「物流業者」との関係性を単なる顧客ではなくパートナーとして捉え直し、地域の「自治体」に対して、

物流を関する何らかの政策・事業の提案を行うような関係が検討された。これに伴い、自社および物流業者のパートナーとして、政策提言能力をもつ「シンクタンク」が主体として追加された。また、その他の周囲の主体としては、マテハン設備を製造する「設備メーカー」や、自治体が治める「地域コミュニティ」が挙げられた。これらの主体間の関係は、この段階では明確化できなかつたため、記述されていない。また個別的コンテキストとしては、例えば、自社には現時点での特徴的な属性である「システム保守技術」だけでなく、政策提言を行うために「地域事情の知識」が必要であることから、これらが記述された。また、顧客となりうる自治体は「アイデンティティ強化意識」が強いことが必要になるため、これが記述された。以上のように、コンテキストの初期集合が設定された (Figure 6-14)。

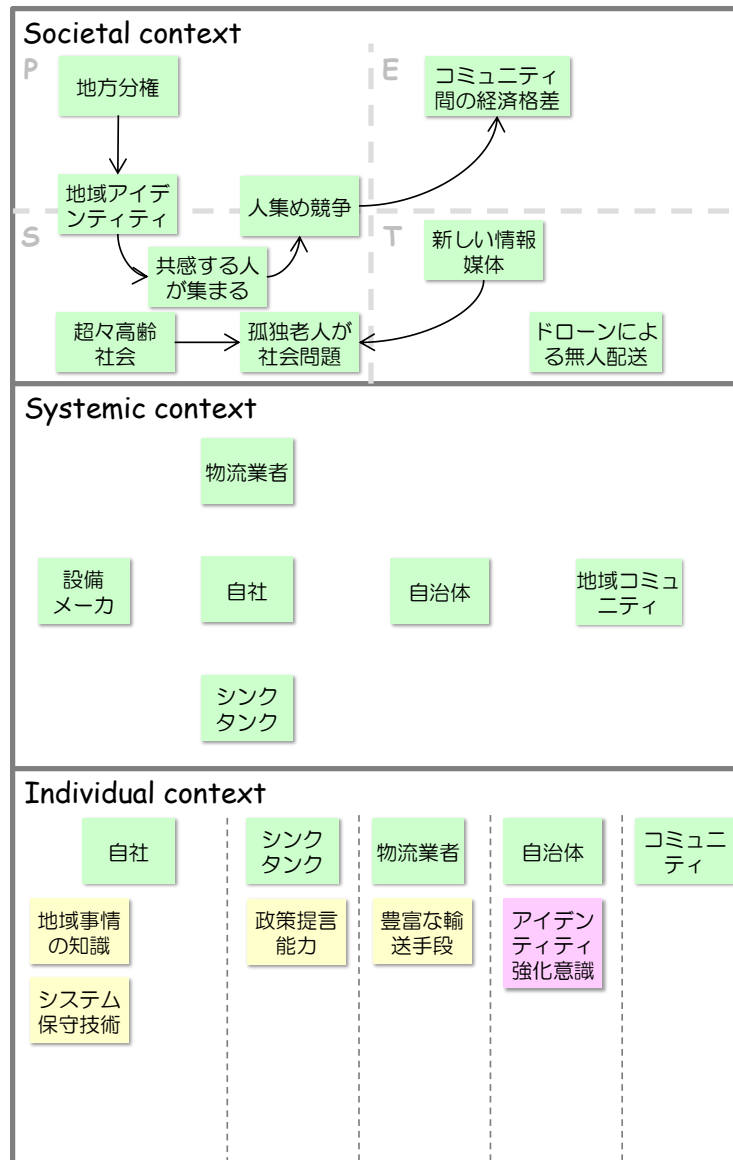


Figure 6-14 コンテキストの記述結果 (SI・設計開始時)



次に、このコンテキストに基づきコンテンツや価値の設計を行う。ここでは、実行例 1 と同様にニーズ駆動のプロセスに従うこととし、主要な主体の要求価値をそれぞれ分析した。その分析結果を、Table 6-5 に示す。特に、特徴的であった要求価値は、地域コミュニティの「モノに困らない」である。これは、地域間で格差が生じることで、各コミュニティが保有するリソースに偏りが生じることや、孤独老人が社会問題化することなどから導出されたものである。

Table 6-5 各主体の要求価値 (SI)

主体	要求価値
自社・パートナー (物流業者, シンクタンク)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● CSR/CSV の向上 (CSR : 企業の社会的責任, CSV : 社会的な共通価値の創造)</li> <li>● 自治体との関係強化</li> </ul>
自治体	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 地域住民の増加</li> </ul>
地域コミュニティ (コミュニティ運営者や住民)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 魅力的な特長の確立</li> <li>● 自治体との関係強化</li> <li>● モノに困らない</li> <li>● 好きに生きられる</li> </ul>

次に、これらの要求価値を充足しうるコンテンツを設計した。本設計では、まず設計チーム内でのアイディエーションにより大まかな構想を決め、その後 VCC visioner を用いてコンテンツの詳細を決定した。ここでの構想としては、「リソースシェアリング」が採用された。リソースシェアリングとは、地域住民の保有するリソースを売買あるいは貸借しあうことで、地域リソースを効率的に活用するような枠組みを指す。本設計では、各コミュニティが保有するリソース（モノだけでなく人や知識、情報も含む）に偏りが生じることから、各コミュニティに属する住民間でのリソースの売買・貸借を支援するような構想が描かれた。ここでは、パートナーである物流業者が、配送センター設備や集荷・出荷技術を駆使して、モノの移動や人の移動（以下、人物流）を担う。この構想のもと、PSS で提供されるコンテンツの詳細を決定した。

まず、コア製品としては、「人物流マッチングプラットフォーム」が記述された (Figure 6-15 中央上部)。本製品は、自社から自治体に提供される情報システムであり、リソースシェアリングへの「参加者を管理する」、依頼主から売買・貸借の「要望を把握する」、掲示板等でその「提供者を募集する」、依頼主と提供者、さらに物流業者に対して「マッチング結果を通知する」といった機能をもつ。またサービスとして、本製品の製造段階では、自治体に参加してもらい「システムをカスタマイズする」や、導入段階では「コ

コミュニティに応じて導入支援する」, 保守段階では「保守・保全を代行する」が提案・記述された (Figure 6-15 中央部).

さらに, 具体的な地域コミュニティを2つ検討し, 当該プラットフォームを通じて, そのコミュニティの運営活動を支援するようなサービスを考案した. 一方は, ベーシック・インカム (BI) 導入コミュニティである (Figure 6-15 中央下部・橙色矩形). このコミュニティに属する地域住民は, 最低限の生活必需品が配布される. ここでのコミュニティ運営者の活動として, 「配布物の決定→配布物の調達→世帯への配布→…」が記述された. これを支援するサービスとして, 最適な配布物の種類や量の決定を支援する「配布物決定に助言する」といったサービスが提案された. これは, 自社がどこにどのようなリソースがあるか, またそれらの輸送にどの程度時間やコストがかかるかを把握できることによる. 他方は, 高齢者安心コミュニティである (Figure 6-15 中央下部・青色矩形). このコミュニティは, 孤独老人向けであり, その安否確認をコミュニティが行う. ここでの活動を支援するサービスとしては「ログイン情報より派遣先決定を支援する」や「無人機で安否確認を行う」が考案された. これらのサービスは, 自治体が当該コミュニティとのやりとりの中で提供するものであるが, 自社や物流業者がその実施を代行する, あるいは支援するような形式をとる.

以上のように, コンテンツ設計を行ったのち, コンテキストと価値の見直しを行った. これにより導出された PSS ビジョンの設計解を Figure 6-15 に示す.

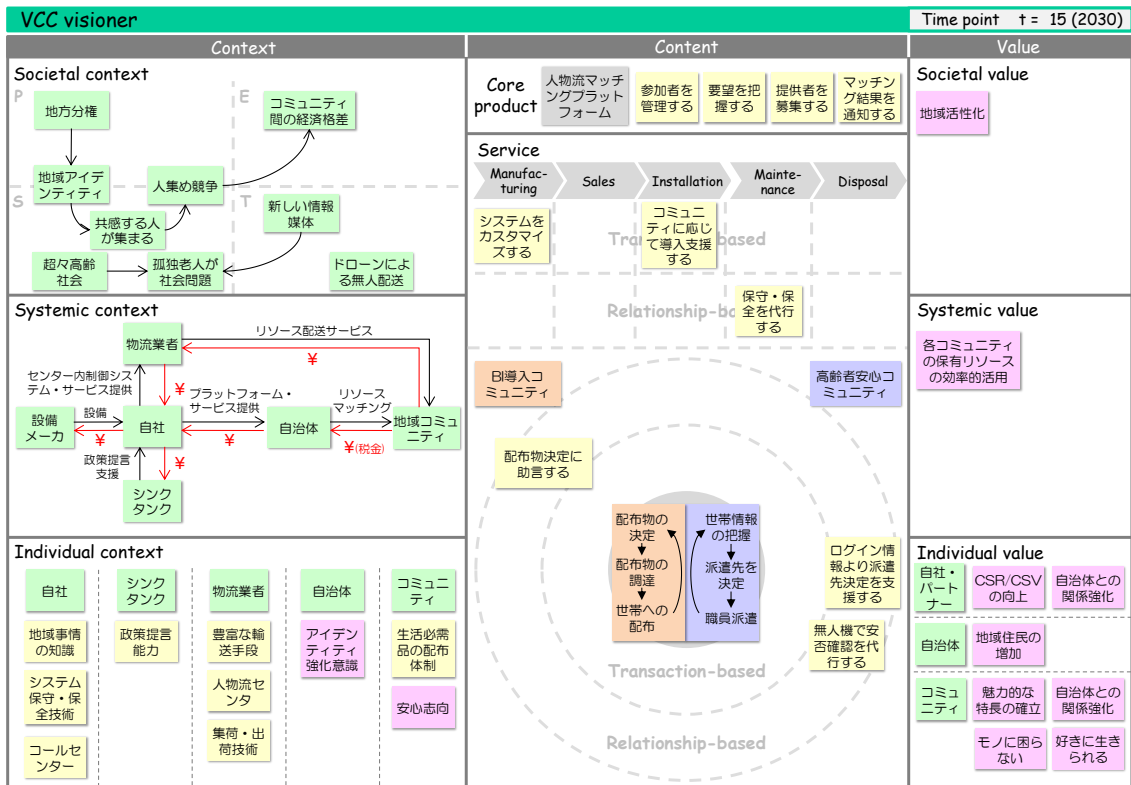


Figure 6-15 PSS ビジョンの設計解 (SI・改善前)

次に、Figure 6-15 に示した設計解の質を設計者間で評価した。ここでは、協力者である実務家から、実現可能性に関わる問題点として、いかにして参加者間の信頼関係を維持するかが指摘された。本設計では、この指摘に基づき設計解の改善を行った。具体的には、参加者間での信頼関係を維持するための手段として、依頼主と提供者の間で相互評価を行うことと、依頼主の要望と参加者間の評価結果を踏まえて、提供者を機械的にマッチングすることが提案された。この案を反映するために、以下のようなモデル操作が行われた。

- コア製品である人物流マッチングプラットフォームに「相互評価フォームを提供する」が追加された。また、同製品の機能「提供者を募集する」が「提供者を機械的にマッチングする」に置き換えられた。
- 自社の個別のコンテキストとして、「参加者間評価情報」と「マッチング最適化技術」が追加された。

これにより得られた PSS のビジョンを Figure 6-16 に示す。本設計では、これを PSS ビジョンの最終設計解として次のステップに進んだ。

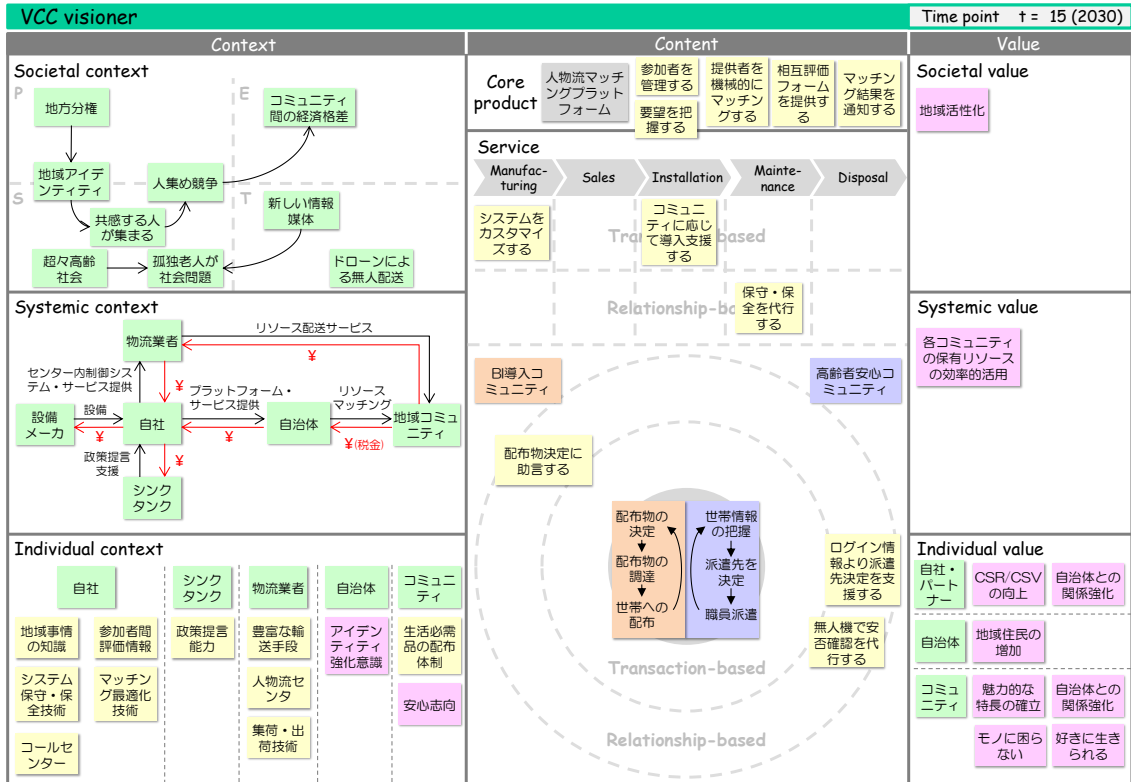


Figure 6-16 PSS ビジョンの設計解 (SI・改善後)

#### 6.4.4 Step 2A: トランジションアジェンダの設計

前項で設計した PSS ビジョンに対応するトランジションアジェンダモデル (TAM) を構築した。Figure 6-17, Figure 6-18, Figure 6-19 は、ここで構築されたモデルの社会的コンテクストレーン、個別的・システミックコンテクストレーン、コア製品とサービスのレーンの記述結果である。設計過程は、実行例 1 と同様であるため、ここでは各レーンにおける記述結果のポイントのみをまとめる。

#### 社会的コンテクスト (Figure 6-17)

- 設計した PSS ビジョンのキーポイントである「S<sub>sc</sub> 4: 人集め競争」は、11 年後には激化することが想定された。
- 「S<sub>sc</sub> 4: 人集め競争」は、受動的イベント「地域間で人集め競争が激化する」により実現されるが、この必要条件として「S<sub>sc</sub> 3: 共感する人が集まる」が指定された。これは、PSS ビジョンモデル上の因果関係を踏襲したものであり、各イベントの条件をたどると最終的には「S<sub>sc</sub> 1: 地方分権」まで紐付けがなされている。

個別的・システミックコンテキスト (Figure 6-18)

- 「P<sub>IC</sub> 2: 物流業者」は、暫くの間、自社の顧客として振る舞うが、「S<sub>SC</sub> 4: 人集め競争」が激化する 11 年後に、能動的イベント「アライアンス契約」により、自社のパートナーとなる。その後、2 年かけて「S<sub>IC</sub> 10: 配送センタ」の改修あるいは新築を行い「S<sub>IC</sub> 3: 人物流センタ」を獲得する。
- 「P<sub>IC</sub> 1: 自社」は、「S<sub>SC</sub> 2: 地域アイデンティティ」が表出したことを条件として、能動的イベント「地域のニーズ調査」を実施し「S<sub>IC</sub> 1: 地域事情の知識」を獲得する。この他「S<sub>IC</sub> 2: システム保守・保全技術」や「S<sub>IC</sub> 15: マッチング最適化技術」などの技術開発を行う。これらの技術開発は、関連するコア製品の開発やサービスの提供を行うまでに完了させることが計画された。
- 上記の物流業者とのアライアンス契約から 1 年後に、「P<sub>IC</sub> 3: 自治体」と契約を結ぶ。これにより自治体が PSS の主体間ネットワークに組み込まれる。この際の必要条件として、自社の「S<sub>IC</sub> 1: 地域事情の知識」と、シンクタンクの「S<sub>IC</sub> 9: 政策提言能力」が記述された。

コア製品・サービス (Figure 6-19)

- 「P<sub>IC</sub> 3: 自治体」が PSS に組み込まれ、プラットフォームを受注することで、まず「S<sub>S</sub> 1: システムをカスタマイズする」というサービスの機能が利用可能になる。
- 上記サービスのもと、自社は「P<sub>P</sub> 1: 人物流マッチングプラットフォーム」を開発することで、13 年後である 2028 年には様々な機能が利用可能になる。
- ただし、マッチングプラットフォーム構築当初は、「S<sub>P</sub> 3: 提供者を機械的にマッチングする」は利用不可であるとした。これは、当該機能の実現に、本プラットフォームを運用することで蓄積される「S<sub>IC</sub> 16: 参加者間評価情報」が必要になるためである。そのため、「S<sub>IC</sub> 16: 参加者間評価情報」が十分に蓄積される 2030 年までは、掲示板等でマッチングを行うことを想定した「S<sub>P</sub> 8: 提供者を募集する」が中間ノードとして追加された。
- マッチングプラットフォームが構築されると同時に、サービスとして「S<sub>S</sub> 2: コミュニティに応じて導入支援する」と「S<sub>S</sub> 3: 保守・保全を代行する」が追加される。

- 個別のコミュニティ向けのサービスのリリース目標は、リソースシェアリングの仕組みが、ある程度軌道に乗った後の2030年とした。当然、該当する属性をもつコミュニティが、マッチングプラットフォームに参加していることが条件となる。
- 現在、自社が物流業者を対象として提供している「P<sub>p</sub>2: センタ内制御システム」と関連する保守サービスは、継続することとした。ただし、マッチングプラットフォーム構築と同時期に、「P<sub>p</sub>2: センタ内制御システム」には「S<sub>p</sub>6: マッチング結果を処理する」機能が新たに追加される。

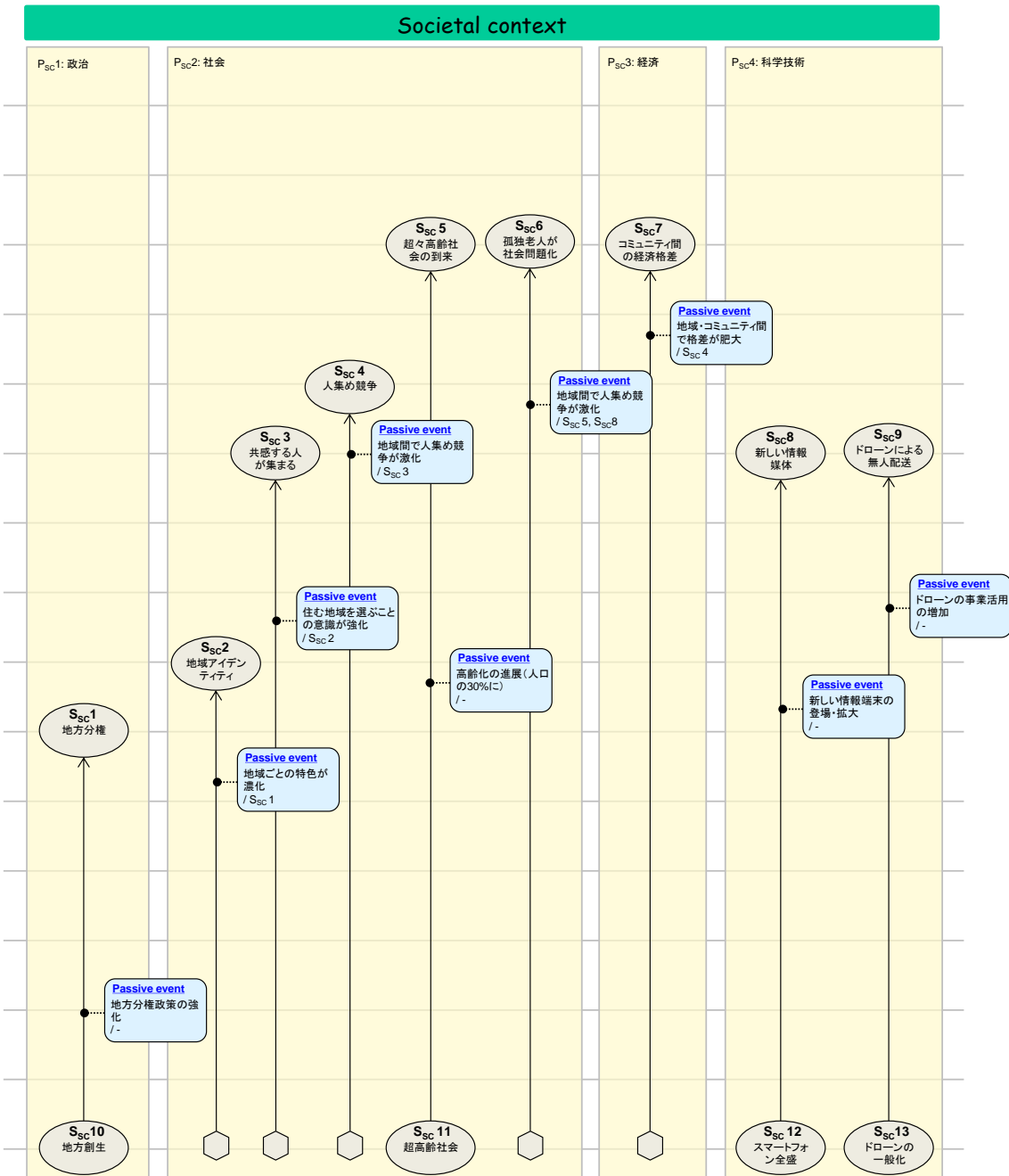


Figure 6-17 社会的コンテクストレーンの記述結果 (SI・初期モデル)

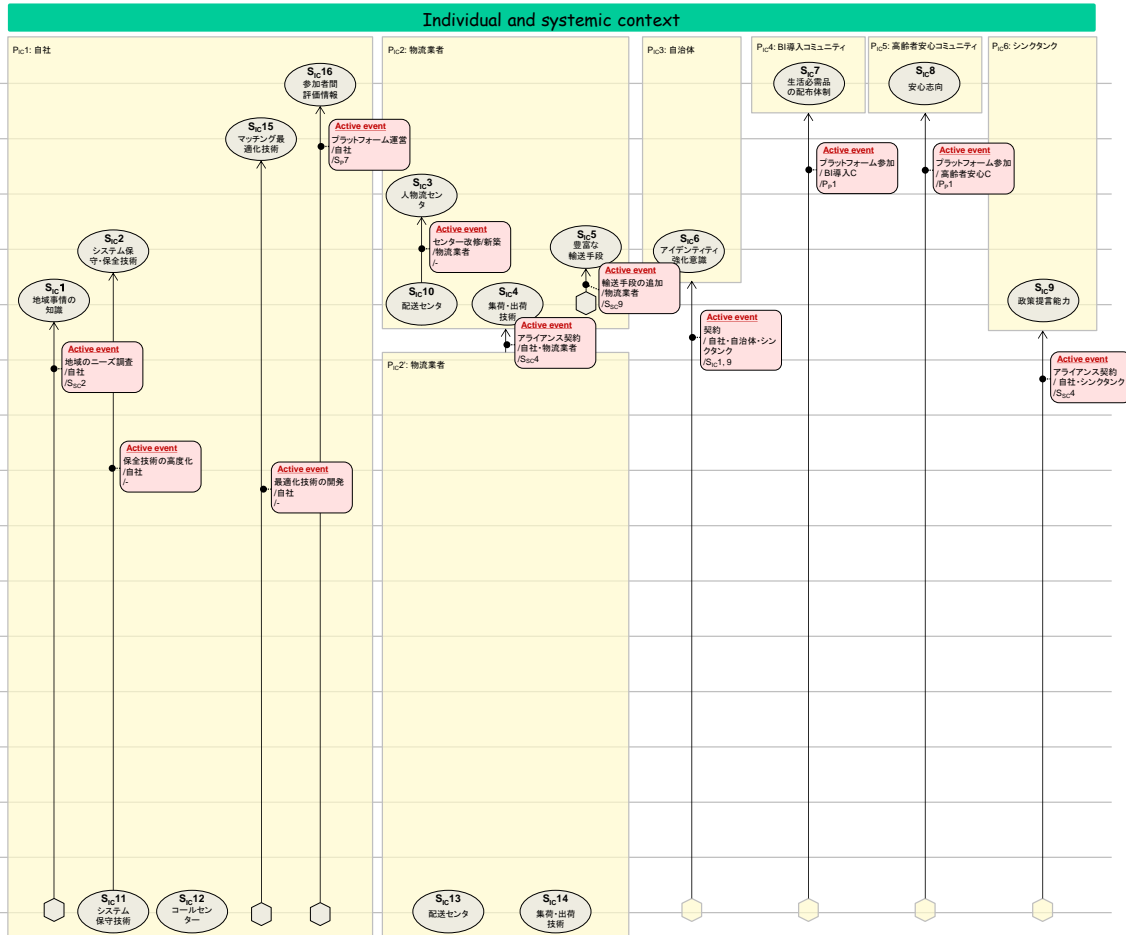


Figure 6-18 個別的・システミックコンテクストレーンの記述結果 (SI・初期モデル)



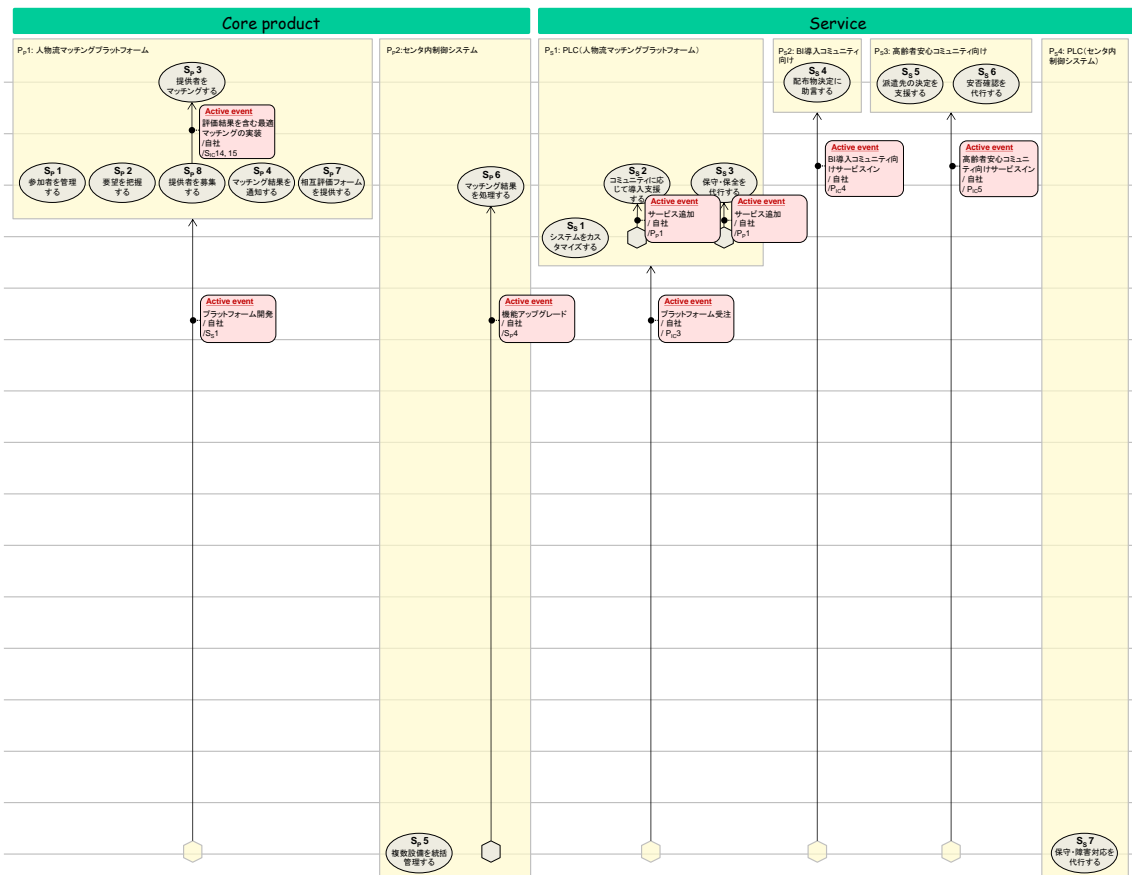


Figure 6-19 コア製品とサービスのレーンの記述結果 (SI・初期モデル)

### 6.4.5 Step 2B: マイルストーン的设计

以上のように TAM の初期モデルを構築したのち、マイルストーンの検討を行った。ここでは、物流業者とアライアンス契約を結ぶにあたって、相応の信頼関係を構築しておく必要があることに着目した。そして、現在から5年経過した2020年までに、どのようにして信頼関係を強化するかという観点からマイルストーンを設計した。

5年後の将来における社会的コンテキストとしては、TAM の初期モデルの該当レーン (Figure 6-17) に記述されているものに加えて、東京オリンピックの開催に向け「社会の ICT 化」が進展し、いつでもインターネットにアクセス可能となること、そのために「サイバーセキュリティ」の政策が強化されることが検討された。また、現在、通販業界における電子商取引 (EC) の市場規模が拡大し続けていることから「EC 市場の拡大」が挙げられた。これに伴い、システミックコンテキストとしては、集客ノウハウを活用し、物流業者に良質な通販サイトを提供する「EC コンサル」が追加された。

ここでの PSS ビジョンの設計結果は、Figure 6-20 に示す通りである。このようなコンテキスト下において消費者はいつでもどこでも通信販売を行うようになることから、その個別的価値 (Figure 6-20 右下部) として「スピーディな配送」が記述された。その一方で、物流業者は、現在よりも多くの注文を捌くことになることから「稼働中の設備停止の0化」を求めるようになる。これらの要求価値をもとに、サービス (Figure 6-20 中央部) として、定期点検や障害対応に加えて、設備やシステムの状態データ解析による故障診断やリスク診断を含めた「保守・保全を一括代行する」を提供することとした。また、当該事業においては、自社と物流業者、EC コンサルといった関係者が、様々なデータを個別に保有するようになってしまう。データから価値を生むためには、それらを接続し統合利用を可能とすることが好ましい。そこで、それらデータを一括管理しその交換・共有を容易化するサービスとして「関係者間のデータ管理・交換を支援する」を追加し、これにより得られる物流業者の価値として「関係者間の円滑な連携」が追加された (Figure 6-20 中央下部)。

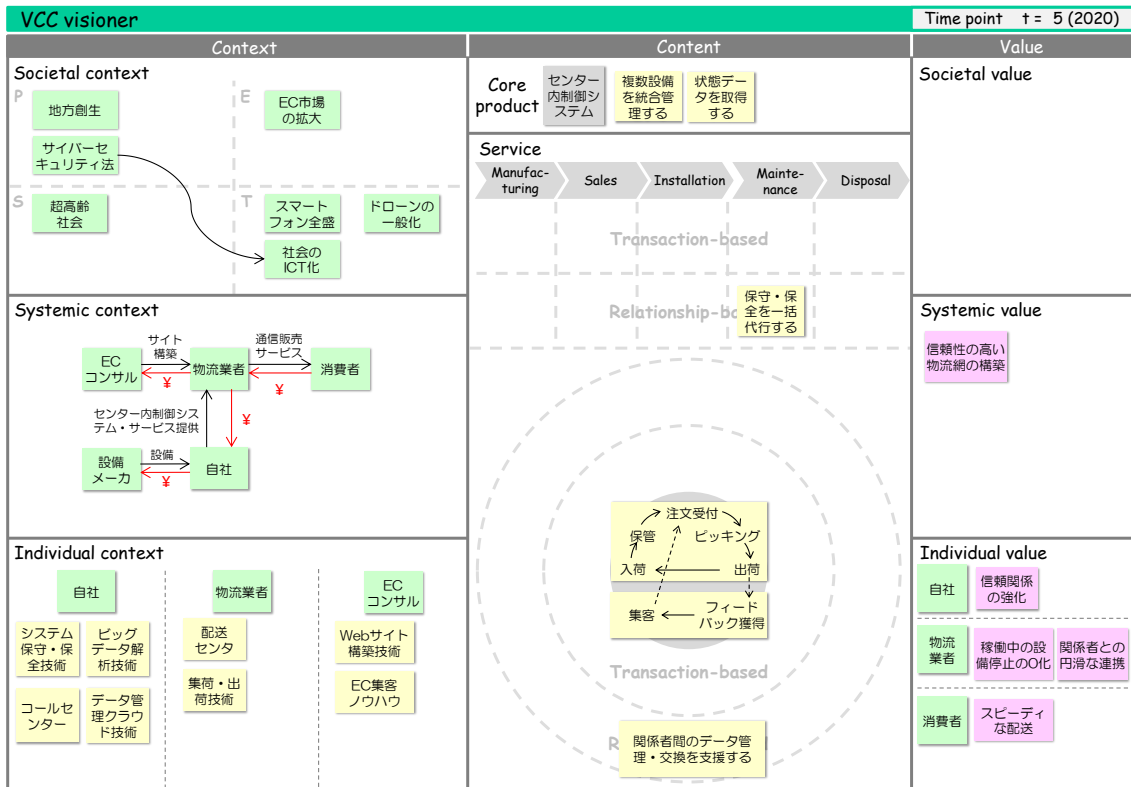


Figure 6-20 5年後のマイルストーンを表現する PSS ビジョンモデル (SI)

### 6.4.6 Step 2A': トランジションアジェンダの設計(マイルストーンの反映)

前項で設計したマイルストーンをトランジションアジェンダに反映した。その結果を Figure 6-21, Figure 6-22, Figure 6-23 に示す。以下に各レーンの主な変更点をまとめる。

#### 社会的コンテキスト (Figure 6-21)

- マイルストーンで新たに追加された要素である「S<sub>SC</sub> 14: サイバーセキュリティ法」, 「S<sub>SC</sub> 15: EC 市場の拡大」, 「S<sub>SC</sub> 16: 社会の ICT 化」が追加された。

#### 個別的・システミックコンテキスト (Figure 6-22)

- マイルストーンにおいて想定された「P<sub>IC</sub> 1: 自社」の属性が新たに追加された。そのうち「ビッグデータ解析技術」については、現在保有する汎用的な技術 (S<sub>IC</sub> 18) を、対象事業に特化させる (S<sub>IC</sub> 17) ことが計画された。

- 「P<sub>IC</sub> 7: EC コンサル」が新たに追加された。能動的イベントである EC コンサルとの「契約」は、「P<sub>IC</sub> 2: 物流業者」が実行主体となり、「S<sub>SC</sub> 15: EC 市場の拡大」と「S<sub>SC</sub> 16: 社会の ICT 化」を条件として実施されることが計画された。

コア製品・サービス (Figure 6-23)

- 「P<sub>P</sub> 2: センタ内制御システム」の機能として、「S<sub>P</sub> 9: 状態データを自動取得する」が追加され、2年後までに実装することが計画された。
- 上記機能と関連技術が揃ったのちに、「S<sub>S</sub> 7: 保守・障害対応を代行する」が「S<sub>S</sub> 8: 保守・保全を一括代行する」にアップグレードされることが計画された。

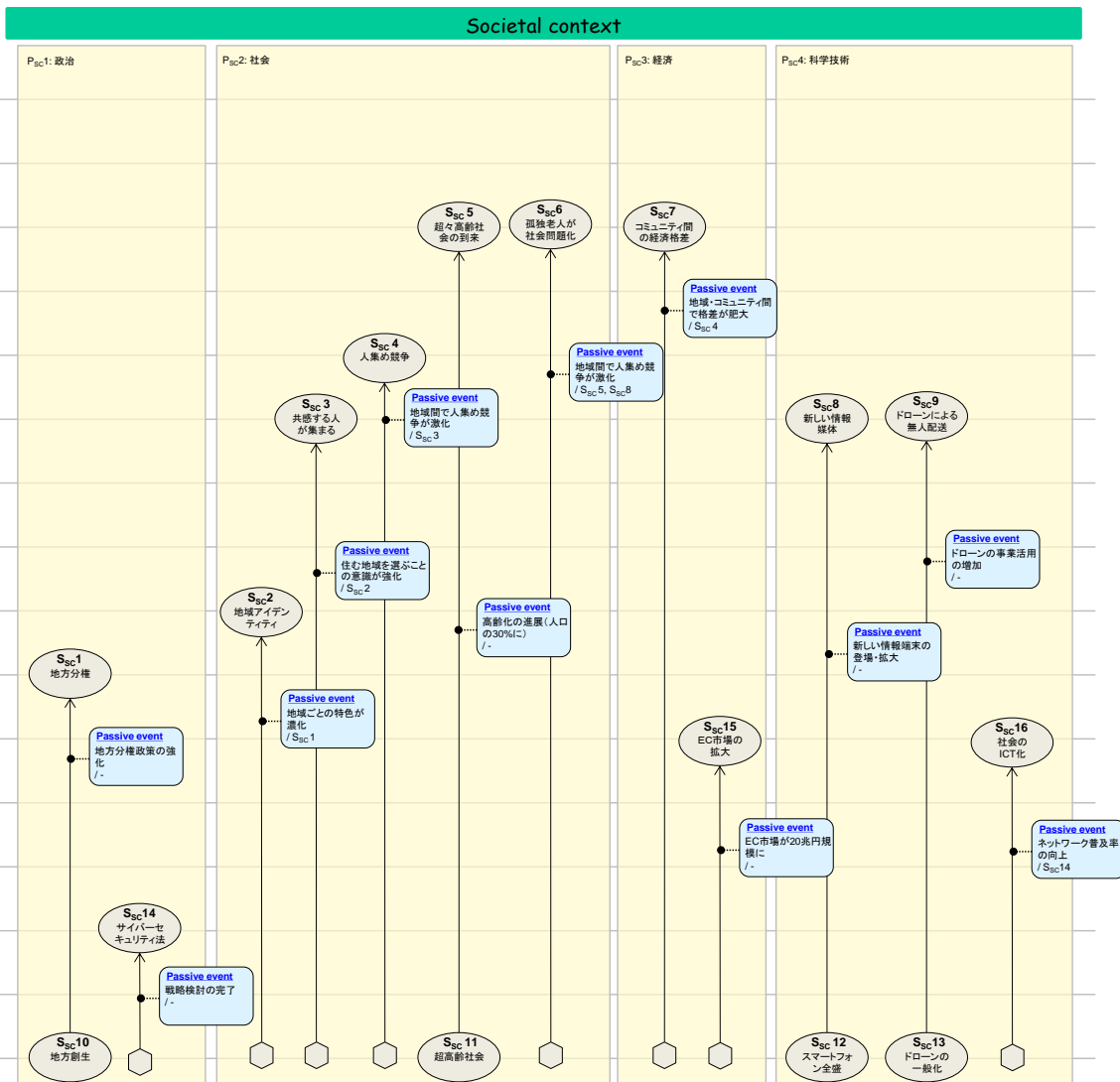


Figure 6-21 社会的コンテキストトレンの記述結果 (SI・最終モデル)

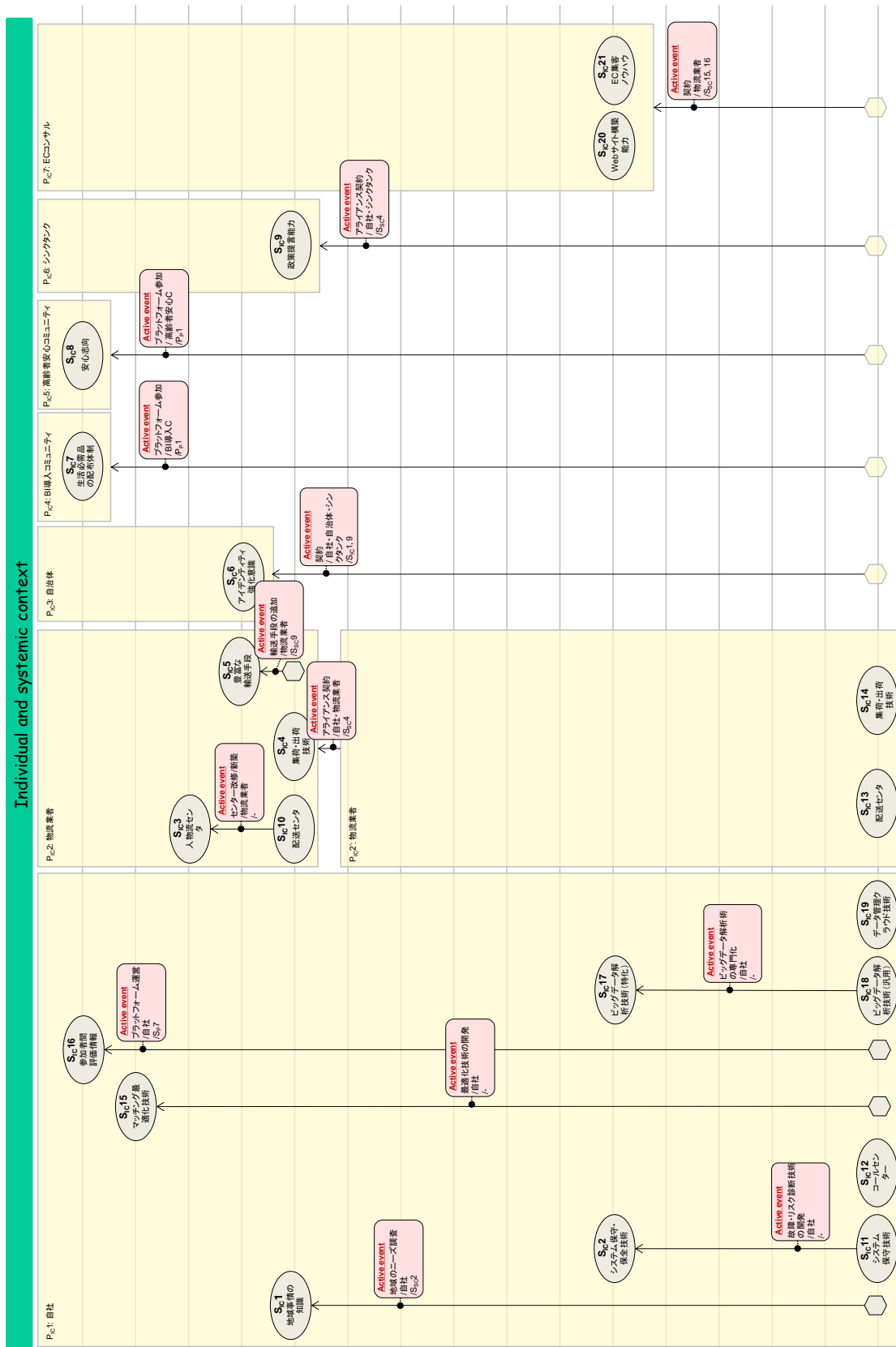


Figure 6-22 個別的・システミックコンテクストレーンの記述結果 (SI・最終モデル)

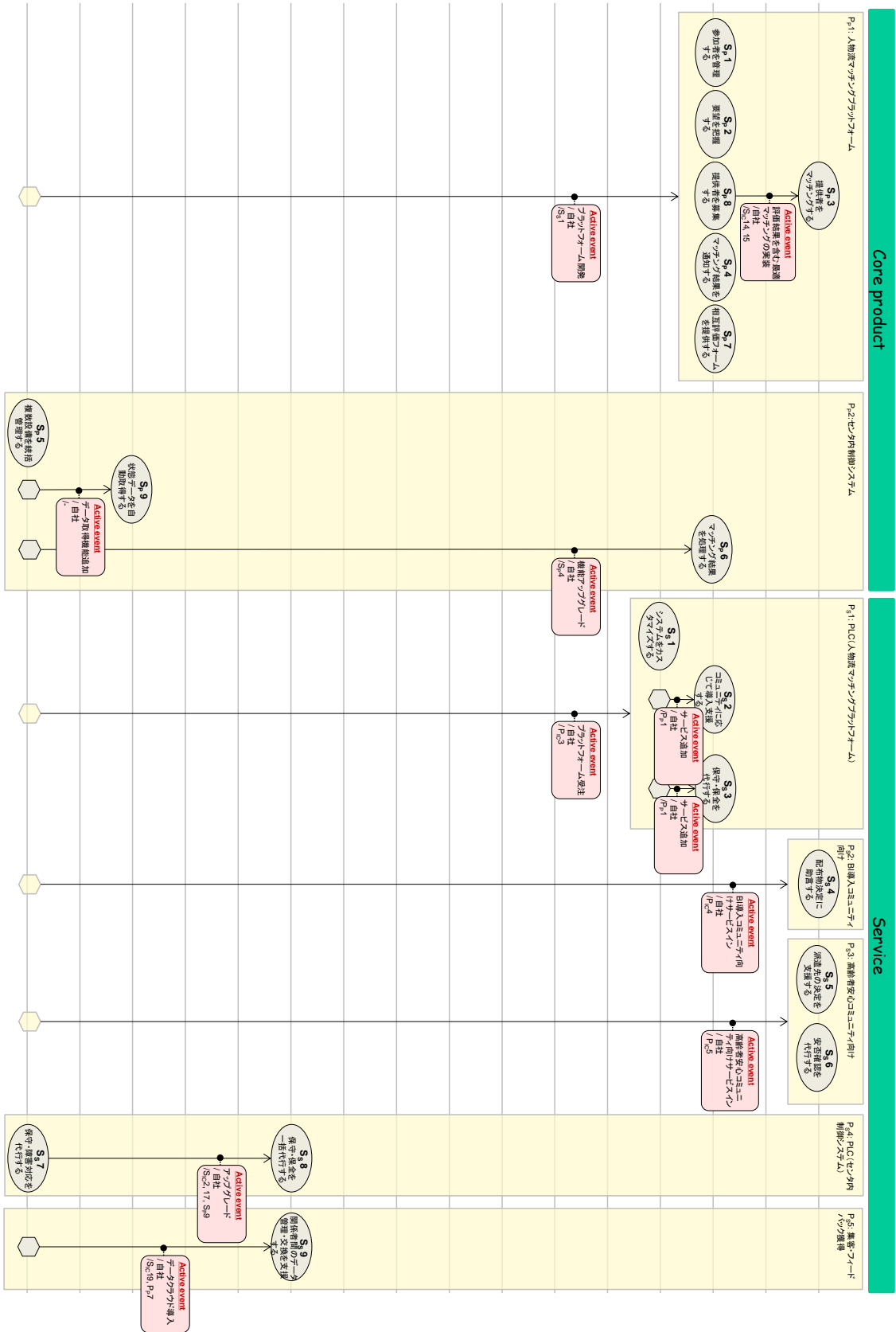


Figure 6-23 コア製品とサービスのレーンの記述結果 (SI・最終モデル)

### 6.4.7 設計解のまとめ

本設計では、以上により PSS の構造変化の全体計画を構築した。本計画の要点を以下にまとめる。

- 本事例における当面の顧客は、通信販売を行う物流業者であるが、途中からこれとアライアンス契約を結び、自治体を顧客とした事業（B2G 事業）を協業的に展開することを目指す。
- 2028 年に自治体向けの事業を開始する以前は、現在の事業から継続して物流業者にセンタ内制御システムとその保守サービスを提供する。2020 年には、保守サービスを、より高度な保守・保全サービスにアップグレードする。併せて、データ管理・交換支援サービスを展開し、物流業者との「信頼関係を強化する」ことを狙う。これにより、物流業者には「稼働中の設備停止の 0 化」や「関係者間の円滑な連携」といった価値を提案する。
- 物流業者とのアライアンス契約後は、地域アイデンティティ強化意識のある自治体に対して、リソースシェアリングの枠組みを提案し、そこで活用する人物流マッチングプラットフォームを根幹とした PSS を構築する。そこでのサービスとしては、当該プラットフォームの導入支援や保守・保全がある。また、リソースシェアリングの仕組みが軌道に乗った後には、自治体の管轄下にある個別のコミュニティの特色に応じたサービスも随時提供していく。これにより、自治体に、魅力的なアイデンティティの確立による「地域住民の増加」という価値を提案するだけでなく、個別のコミュニティに対しても価値を提案する。一方で、自社やパートナーである物流業者は、「CSR/CSV の向上」や「自治体との関係強化」といった価値を享受する。

## 6.5 適用結果の評価

### 6.5.1 PSS ビジョンのモデリング手法に関して

- (1) 「コンテキスト」、「コンテンツ」、「価値」の集合として、ある「時点」の PSS の構造を俯瞰的に表現可能か.

第 6.3 節で述べた実行例 1 では、本部・車載情報システムをコア製品とする PSS の構造を、PSS ビジョンモデルを用いて記述した（第 6.3.3 項）。これにより構成された PSS ビジョンモデルでは、20 年後（2035 年）における PSS の構造を「コンテキスト」、「コンテンツ」、「価値」の集合として、以下のように表現できた。

コンテキストのブロックでは、社会的コンテキストとして自動運転車のシェアリングが一般化した社会像が表現された。システムックコンテキストとしては、自社やカーシェアリング提供者、提携店舗などの主体からなる PSS のシステム像が、個別的コンテキストとしてはセンシング技術や情報処理・管理技術、ビッグデータ解析技術などの技術を有する自社などの個別の主体像が、それぞれ記述された。このように社会像、システム像、主体像といった複数のレベルのコンテキストを、それぞれ要素の集合と要素間の関係により表現することが可能であった。

コンテンツとしては、コア製品を「予約を管理する」や「配車を最適化する」等といった機能の集合として、サービスを「保守を代行する」や「ユーザの利用情報をもとに提携戦略を提案する」といった機能の集合として、それぞれ表現可能であった。これにより、PSS においてやり取りされるコンテンツの概要を表現することが可能であった。

価値としては、自社にとっての「収益向上」や、顧客にとっての「運営の効率化」などが個別的価値として記述された。また、「Win-win 関係の構築」といったシステム全体の価値、「地域経済の活性化」といった社会的価値などが記述された。これにより、上記のコンテキストとコンテンツのもとで実現される幅広い価値を表現することが可能であった。

以上のような表現は、第 6.3.5 項に示した同事例の異なる時点や、実行例 2（第 6.4 節）に示した異なる事例においても可能であった。また、本論文で示した実行例において、設計者らが導出したアイディアのうち、上記の要素として表現することが難しいものはなく、円滑にモデル化を行うことができた。このことから、本研究で提案した PSS ビジョンモデルの表記法は、上記要素の集合として PSS の構造を俯瞰的に表現するという点について、十分な表現能力を有することを確認できたと言える。



(2) 「コンテキスト」と「価値」を、個別、システム、社会に相当する 3 つのレベルのもと表現可能か.

本研究では、第 3.4.5 項に示した場の構成要素の分類に従い、「コンテキスト」と「価値」の表現に、個別（マイクロ）、システム（メゾ）、社会（マクロ）に相当する 3 つのレベルを導入した。本論文で示した実行例における PSS ビジョンモデルにおいて、それぞれのレベル観に沿ったコンテキストや価値の要素が少なくとも 1 つ以上記述された。（ただし、実行例）このことから、コンテキストと価値に関する幅広い表現能力を有することを確認することができたと言える。

### 6.5.2 トランジションアジェンダのモデリング手法に関して

(1) ビジョンに記述された要素が、いつどのようなイベント（行動や変動）により変化していくかを時間軸に沿って平易な形式で表現可能か.

本モデルでは、プラットフォーム、状態、イベントの 3 つのアイテムを用いて、このようなコンテンツやコンテキストの変化・移行に関する道筋と具体的手段を表現した。例えば、実行例 1 におけるコア製品のプラットフォームの移行過程（Figure 6-12）に着目すると、9 年後の将来には車両情報システムを導入し、その 5 年後には完全自動運転化に伴い当該システムを廃止すること、さらにその 5 年後には情報推薦システムを新たに導入するといった計画を容易に読み取ることができる。このように、本モデルが提供するアイテムは全て平易な形式であり、コンテンツやコンテキストの変化・移行に関する道筋と具体的手段を容易に理解することが可能であることを確認できた。

また、2 つの実行例における PSS ビジョンモデル上の全てのコンテンツやコンテキストの要素を、トランジションアジェンダモデルの状態やプラットフォームとして表現することが可能であった。ただし、一部の要素は、モデル化に際して言い回しを変更する必要があった。例えば、実行例 1 における PSS ビジョンモデル上の「事故・渋滞の激減」（Figure 6-5 社会的コンテキストのブロック）は、トランジションアジェンダモデル上では「S<sub>sc</sub> 7：事故・渋滞がない」（Figure 6-10）という表現に置き換えられた。以上のように、PSS ビジョンモデル上の全てのコンテンツやコンテキストの要素を、状態やプラットフォームとして表現可能であることを確認できたが、場合によっては言い回しを変更する必要があることが分かった。

### (2) 状態とプラットフォームの使い分けにより、PSSの構成要素に生じる変化の多重構造を表現可能か。

本研究では、状態とプラットフォームの2つのノードを用いることで、PSSの構成要素に生じる変化の多重構造を表現した。これにより、例えば、製品の機能が新たに追加されるようなアップグレードの過程だけでなく、製品そのものが入れ替わるような過程も表現可能であった。本項(1)で述べた、車両情報システムの導入・廃止とその後の情報推薦システムの導入といった過程は、これに該当する。

このような表現が可能であることは、コア製品と製品機能の関係だけでなく、製品ライフサイクルおよび顧客活動サイクルとサービス機能、主体とその属性など、他のレーンにおいても確認することができた。一方で、本論文で示した2つの実行例では、社会的コンテキストのレーンにおいて、状態遷移が起こることは記述されたが、プラットフォームである政治や社会などのパラダイムが移行することは表現されなかった。この点に関しては、表現能力を確認するための追加検証が必要となる。

### (3) 能動的イベントと受動的イベントの使い分けにより、トランジションの実現手段の違いを識別可能か。

本研究では、能動的イベントと受動的イベントにより、状態遷移やプラットフォームの移行の実現手段を表現した。実行例1では、能動的イベントとして、自社の行う「車両システムの導入」や、自社と顧客の共同により行われる「保守契約の締結」などの行動を記述することができた。ここでの記述内容より、それを担う主体は誰かだけでなく、どのような状態が既に実現されていることを条件とするかも把握することが可能であった。一方で、受動的イベントとして、「会員数の増加」や「通信技術の高度化」など、自社や顧客などPSSを構成する主体の影響力の及ばない変動が記述された。本論文で示した2つの実行例では、トランジションアジェンダモデル上の全てのトランジションに、能動的イベントあるいは受動的イベントを対応付けることができた。その意味で、提案したモデリング手法は、状態遷移やプラットフォームの移行の実現手段を表現するうえで十分なアイテムを提供していると言える。

### (4) イベントに設定する条件により、状態間の依存関係を理解可能とし、それに基づいて時間軸に沿った実施計画を設定可能か。

本研究では、イベントノード内に条件を記述することで、その他の状態との依存関係を表現可能とした。例えば、実行例1において、カーシェアリング提供者が「S<sub>IC</sub>7:配

車センタ」を獲得するための能動的イベント「配車センタの設立」には、その条件として S<sub>p</sub> 1 と S<sub>p</sub> 2 の 2 つの状態が記述されている (Figure 6-11)。これを参照すると、当該イベントの実行・完了に必要な条件は、Figure 6-12 中のコア製品「本部情報システム」の機能である「S<sub>p</sub> 1：予約を管理する」と「S<sub>p</sub> 2：配車を最適化する」が利用可能になっていることであると読み取ることができる。これより「S<sub>ic</sub> 7：配車センタ」は、上記のコア製品の機能が利用可能になった後（もしくは同時期）にならないと獲得できないという設計上有用な情報が得られ、時間軸に沿った計画に反映することが可能であった。以上のように、イベントに条件を設定することにより、状態間の依存関係を理解可能とし、それに基づいて時間軸に沿った実施計画を設定することが可能であった。

### 6.5.3 設計プロセスに関して

- (1) 設計サイクル（モデル化→評価→改善→モデル化→…）の導入により、段階的に設計解の質を向上することが可能か。

本研究では、段階的に設計解の質を向上するために、PSS ビジョンモデルとトランジションアジェンダモデルの設計段階に対して、「モデル化→評価→改善→モデル化→…」といった設計サイクルを導入した。実行例 1 では、第 6.3.3 項に示したように、PSS ビジョンモデルにより表現された当初の設計解を評価した結果、顧客の「ユーザの満足度向上」という要求価値を十分に実現できないことが指摘された。そこで、顧客の活動サイクルとして考慮する範囲を、直接の顧客であるカーシェアリング提供者だけでなく、ユーザの活動まで広げた結果、「ユーザの嗜好や状態に応じて提携店舗の情報／クーポンを推薦する」という、顧客およびユーザの双方に対して望ましい価値を提案可能なコンテンツが考案された。このように、設計サイクルに従うことで、一度のモデル化の中では、思いつかなかったような、あるいは見落としていたような要素を拾い上げることができた。これを設計解に反映することにより、その質を段階的に向上することが可能であった。このことは、ある時点において、高い価値を実現可能な設計解を導出することに貢献する。

また、トランジションアジェンダモデルの構築段階では、各状態やプラットフォームを実現する時期を決定する際には、状態間の依存関係やイベントの完了に必要な時間など、様々な要因を考える必要があり、見落としが生じやすかった。そのため、設計サイクルをたどり、段階的に設計解の質を向上することは、実現可能性のある設計解を導出するうえで有効であった。

- (2) マイルストーンをトランジションアジェンダに反映することにより、PSSの構造変化を段階的に具体化可能か。また、得られた設計解は、高い価値を持続的に実現しうるか。

本研究では、トランジションアジェンダの初期モデルを構築したのちにマイルストーンを設計し、それをトランジションアジェンダに反映することにより、段階的に計画を具体化するプロセスを採用した。実行例1において、第6.3.5項では、第6.3.4項で設計したトランジションアジェンダの初期モデルをもとに、完全自動運転車が導入される以前のコンテキストを検討し、マイルストーンを設計した。第6.3.6項では、このマイルストーンを反映することで、トランジションアジェンダモデルに新たな要素が加わり、特に中間時点におけるモデルの記述内容を充実させることができた。これにより、記述されたトランジションアジェンダは、将来時点における顧客の完全自動運転車両シェアリング事業で高い価値を実現するコンテンツだけでなく、中間時点における顧客の運転支援型車両シェアリング事業で高い価値を実現するコンテンツを含む。このように、マイルストーンの検討を加えたプロセスをたどることで、高い価値を持続的に実現しうるPSSの構造変化を設計可能であった。ただし、設計されたPSSの構造変化が、実際に高い価値を持続的に実現するかは検証できていない。

緻密なPSSの構造変化を設計するためには、複数時点のマイルストーンを設計することが望ましい。しかしながら、本論文に示した2つの実行例では、時間的な制約のため、一時点のマイルストーンしか検討していない。そのため、複数時点のマイルストーンを設計する場合に、本プロセスが十分な支援効果があるか否かは検証できていない。

### 6.5.4 評価のまとめ

本検証を通じた提案した設計方法論の評価結果は以下のようにまとめられる。

#### PSSビジョンモデルについて

- 設計者のアイディアの中で、「コンテンツ」、「コンテキスト」、「価値」これらの要素として記述することが難しいものではなく、PSSの構造を俯瞰的に表現するにあたり十分な表現能力を有することを確認できた。
- 個別、システム、社会に相当する3つのレベルに沿ったコンテキストや価値の要素が少なくとも1つ以上記述されたことから、コンテキストや価値に関する表現能力を有することが確認できた。

### トランジションアジェンダモデルについて

- PSS ビジョンモデルにおけるコンテンツやコンテキストの要素が、いつどのように変化していくかを、全て平易な形式で表現可能であることが確認できた。ただし、要素によっては言い回しを変更する必要があった。
- プラットフォームと状態のノードの使い分けにより、粒度の異なる変化の過程を表現可能であることを確認できた。ただし、社会的コンテキストのレーンでのプラットフォームの移行は記述されなかった。
- 全てのトランジションに、能動的イベントあるいは受動的イベントを対応付けることができ、十分なアイテムを提供していることを確認できた。
- イベントに条件を設定することにより、状態間の依存関係を理解可能とし、時間軸に沿った実施計画を検討するにあたって、設計上有用な情報を得られることを確認できた。

### 設計プロセスについて

- 設計サイクルに従うことで、一度のモデル化の中では、思いつかなかったような、あるいは見落としていたような要素を拾い上げられることを確認できた。
- 将来時点だけでなく、中間時点において高い価値を実現するコンテンツを含むように、PSS の構造変化を計画することができた。ただし、一時点のマイルストーンしか検討していないため、複数時点のマイルストーンを設計したときに、問題が生じるか否かは検証できていない。

## 6.6 おわりに

本章では、提案した設計方法論を適用し、PSSの構造変化を設計した結果とその過程について、2つの実行例を示し適用結果を評価した。

第2節では、まず先行研究をもとに検証方法について議論し、本検証で採用する検証方法を決定した。そして、本検証における評価項目を、第4章で提案した設計対象モデリング手法および第5章で提案した設計プロセスの特徴をもとに決定した。最後に、本検証で示す2つの実行例における対象事例と実行条件についてまとめた。

第3節では、1つ目の実行例として、「自動車部品サプライビジネス」を対象事例とした設計について、実際の設計過程や導出された設計解について述べた。

第4節では、2つ目の実行例として「システム・インテグレーションビジネス」への適用結果について、第3節と同様に述べた。

第5節では、第2節で定めた評価項目に基づき、提案した方法論の適用結果および過程を評価し、最後にその結果をまとめた。次の第7章では、この結果をもとに考察を行う。

# 第7章 考察

---

7.1 はじめに .....	180
7.2 PSS ビジョンモデルに関する考察 .....	181
7.2.1 PSS ビジョンモデルの表現形式 .....	181
7.2.2 マクロ, メゾ, ミクロの視点 .....	181
7.2.3 PSS ビジョンモデルに対する設計支援の可能性 .....	182
7.3 トランジションアジェンダモデルに関する考察 .....	184
7.3.1 トランジションアジェンダモデルの表現形式 .....	184
7.3.2 状態とプラットフォームの使い分け .....	184
7.3.3 能動的イベントと受動的イベント .....	184
7.3.4 時間軸に沿った実施計画の設定 .....	185
7.3.5 状態遷移とプラットフォームの移行 .....	185
7.4 設計プロセスに関する考察 .....	187
7.4.1 設計サイクルにおける設計解の評価方法 .....	187
7.4.2 トランジションアジェンダとマイルストーンの検討順序 .....	187
7.4.3 設計プロセスの具体性 .....	188
7.5 本研究全体に関する考察 .....	189
7.5.1 本研究における設計方法論の構築方法 .....	189
7.5.2 本研究における設計方法論の検証方法 .....	189
7.5.3 本研究における設計方法論の運用方法 .....	191
7.5.4 対象とした設計フェーズの外側 .....	192
7.5.5 PSS の構造変化の計画に含まれる不確実性 .....	193
7.5.6 複数のシナリオと PSS ビジョンの設定 .....	195
7.6 おわりに .....	197

---

## 7.1 はじめに

本章では、第6章に示した評価結果やそれ以外の幅広い視点から、本研究の有効性や期待される効果、限界や課題について考察する。以降では、PSS ビジョンのモデリング手法、トランジションアジェンダのモデリング手法、設計プロセス、本研究全体の4つについて、それぞれ考察する。



## 7.2 PSS ビジョンモデルに関する考察

### 7.2.1 PSS ビジョンモデルの表現形式

検証を通じて、提案した PSS ビジョンモデルの表現形式により、「コンテキスト」、「コンテンツ」、「価値」の集合として、ある「時点」の PSS の構造を俯瞰的に表現可能であることを確認した。第 4.3.2 項に示したように、従来の PSS のモデリング手法の多くは、アクタネットワークやコンテンツなどの限定された設計対象に応じて個別のモデルを構築することから、記述対象として含まれる情報が断片的であった。それゆえ、どのようなコンテキストのもと、どのようなコンテンツを提供することで、どのような価値を実現するかといった論理が明示されず、本研究で定義した文脈価値という視点から PSS の構造を設計することが困難であった。これに対して、本研究では、VCC visioner 上で PSS ビジョンモデルを構築することにより、コンテキスト、コンテンツ、価値の集合を、1つのモデル上で表現することが可能である。これにより、文脈価値の視点に基づき、より論理的に PSS の構造を設計可能となったと考えられる。

本モデリング手法では、コンテキスト、コンテンツ、価値を、VCC visioner のブロックごとに独立した集合として表現する。そのため、ブロックを跨いだ要素間の関係を記述することができない。すなわち、モデルを参照することで、コンテキスト、コンテンツ、価値の論理的関係を大まかに理解することは可能でも、1つ1つの具体的な関係を読み取ることはできない。このことは、モデルの改善をする際に問題になる可能性がある。例えば、あるサービス機能に変更を加えた際に、それに関係する価値の要素を併せて確認・修正する必要がある。しかしながら、それらの要素間の関係が表現されていないため、見落としが生じモデルの整合性が低下してしまう。本研究では、モデルの視認性を優先したため、ブロックを跨いだ論理的関係を表現対象としなかった。今後は、計算機支援を組み合わせることにより、モデルの視認性を保ちつつ、要素間の論理的関係を管理可能とする方法を考案することが課題として考えられる。

### 7.2.2 マクロ、メゾ、ミクロの視点

本研究では「コンテキスト」と「価値」を、社会（マクロ）、システム（メゾ）、個別（ミクロ）に相当する3つのレベルのもと表現可能とした。これらのレベル観は、社会技術システムの構造変化を分析するトランジション・マネジメント分野における考え方を参考にしている。本研究では、PSS をある種の社会技術システムとして定義したことから、このようなレベル観を設定したことは、一定の妥当性を有すると考えられる。

コンテキストは、その概念の成り立ち上、様々な要素を包含することから、どこまでをモデルの対象範囲に含めるが非常に難しい。特に、様々な設計者が参加するような場合は、各々がコンテキストに対する認識や視点が異なり、その分析・設計における議論が発散してしまう可能性がある。このことは、価値の概念にも同様のことが言える。本研究では、対象システムである PSS のレベルをメゾとし、そのシステムを構成する主体のレベルをマイクロ、PSS が埋め込まれる社会のレベルをマクロとしてそれぞれ設定した。これにより、設計者間でのコンテキストや価値に対する認識や視点のぶれを抑制可能であることが期待できる。

### 7.2.3 PSS ビジョンモデルに対する設計支援の可能性

本研究では、設計方法論を構築するために、設計対象モデリング手法と設計プロセスを整備した。一方で、従来の設計工学で議論されてきたように、設計を滞りなく進行させるためには、設計者を機械的に支援することが望まれる。設計支援の方法の1つとして、設計のパターンを整備し、それを参照可能とするような方法がある。本項では、PSS ビジョンモデルに対する設計支援の可能性について、モデル操作のパターン化と設計解のパターン化という2つの観点から議論する。

#### (1) モデル操作のパターン化

本研究で提案した VCC visioner は、設計者が発想したことをモデルに落とし込む操作を支援可能であるが、どのように発想すればよいかまでは支援することができない。言い換えれば、本フレームワークは、あくまで「整理」を支援するためのものであり「発想」を支援するものではない。先行研究において、モデル上のある要素から別の要素を発想し、モデルに追加するような操作があることが知られている[武田 1994]。例えば、ある製品の機能から、その実現に必要な技術を導くような操作がこれに該当する。このような操作を支援するためには、どの要素からどの要素が導出されやすいかといったモデル操作のパターンを整備することが有効であると考えられる。そのための手法として、既存の設計研究では、設計実験と呼ばれる手法が提案・実行されている（例えば、[武田 1994; Gero 1998]）。設計実験とは、複数名の設計者に、考えていることを発言しながら模擬的な設計を行ってもらう手法である。これにより、得られた発話データや操作履歴を分析することで、上記のようなパターンを分析可能である。

以上より、今後の課題として、設計実験により PSS ビジョンモデルを構築するためのモデル操作のパターンを明らかにするとともに、ガイドラインやマニュアルに落とし込むことで、設計者の発想を支援することが考えられる。

(2) 設計解のパターン化

第 2.2.1 項に解説したように、PSS は、Product-oriented, Use-oriented, Result-oriented の 3 つのタイプに大別することができる [Tukker 2006]。これらの PSS の分類は、PSS ビジョンモデルを用いると、Figure 7-1 のように表現することが可能である。Product-oriented とは、製品販売前後にメンテナンスやコンサルティング等のサービスが提供されるものであった。これは、製品のライフサイクルに沿って適切なサービスを組み合わせることを意味するため、Figure 7-1(1)に示すように、VCC visioner 上の製品ライフサイクルに着目し、そこで提供可能なサービスを配置するようなパターンとなる。Use-oriented は、サービスを通じて顧客が製品を使用できることを保証するものであった。これは、Figure 7-1(2)に示すように、製品ライフサイクル上の Sales (販売) 段階に、製品の利用権のみを販売するようなサービスを配置するとともに、顧客がその製品を使用する活動を支援するようなサービスを配置するようなパターンとなる。Result-oriented の場合、顧客は製品の利用によって生じる成果だけを入手する。この場合、製品を使用する活動ではなく、Figure 7-1(3)に示すように、顧客やその他の主体の業務や生活における活動を対象とし、製品のアウトプットを活用した支援を行うサービスを提供するようなパターンとなる。

本論文で示した 2 つの実行例のように、必ずしも 1 つの分類に当てはまるわけではなく、2 つ以上の分類に跨がることもある。一方で、このような設計解のパターンを整理し、参照可能とすることで、PSS の設計に不慣れな設計者でも目指すべき形式を把握することができ、モデルの構築を支援することが可能となると考えられる。

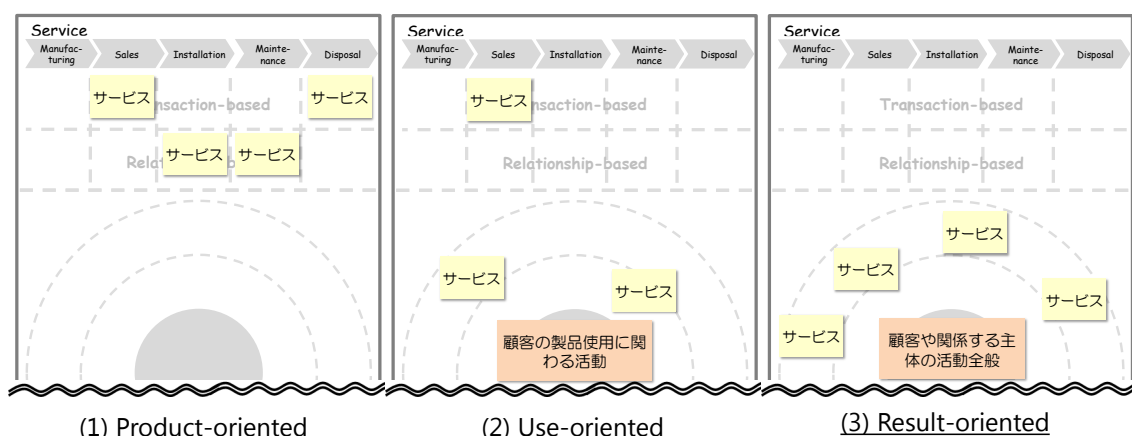


Figure 7-1 PSS の分類 [Tukker 2006] に基づく設計パターン

## 7.3 トランジションアジェンダモデルに関する考察

### 7.3.1 トランジションアジェンダモデルの表現形式

トランジションアジェンダモデルでは、プラットフォーム、状態、イベントの3つのアイテムを用いて、コンテンツやコンテキストの変化・移行に関する道筋と具体的手段を表現した。これらのアイテムは全て平易な形式で表現されており、その内容を容易に理解することが可能であった。このことは、様々な設計者が議論を通じてモデルに操作を加えながら設計を進めるうえで、有効な特徴であると考えられる。

本モデルは、コア製品、サービス、個別的・システミックコンテキスト、社会的コンテキストの4つのレーンから構成される。一方で、PSSの構造変化に携わる各主体が、本モデルを実際の行動計画として活用する場合には、上記のようなレーンごとではなく、主体ごとに、いつまでにどのような能動的イベント、言い換えれば行動を実施する必要があるかを整理することが望ましい。そのため、今後は、本研究で提案した設計のためのモデルを、行動計画として使用するためのモデル（あるいは文書等）に変換する方法や指針について検討する。

### 7.3.2 状態とプラットフォームの使い分け

本研究では、プラットフォームと状態のノードを使い分けることで、PSSにおける粒度の異なる変化の過程を、それぞれ表現可能であることを確認できた。ただし、前述した通り、本論文に示した2つの実行例では、社会的コンテキストのレーンでのプラットフォームの移行は記述されなかった。この要因の1つは、本検証で対象とした事例にある。社会的コンテキストのレーンにおけるプラットフォームの移行の例としては、国内の顧客を対象とするPSSを、ある時点から国外に展開するような場合が考えられる。そのため、今後は、海外展開を考慮に入れた事例を対象とし、社会的コンテキストレーンにおけるプラットフォームの移行に関する表現能力を検証する必要がある。

### 7.3.3 能動的イベントと受動的イベント

本研究では、能動的イベントと受動的イベントにより、状態遷移やプラットフォームの移行の実現手段を表現可能とした。能動的イベントには、PSSに含まれる主体が自ら選択・実行できる行動が記述される。受動的イベントには、PSS内部の主体が直接的に

影響を与えることのできない変動が記述される。これらのイベントを使い分けることは、当該イベントを、PSS を構成する主体が意図的に実施可能か否かを一見して識別可能であるという点で有効である。

この特徴を応用し、モデルに含まれるイベントの構成比を見ることにより、トランジションアジェンダとして記述された計画が、PSS を構成する主体によって、どの程度管理可能なのかを大まかに把握することが可能となる。これは、管理可能性という観点から、計画の良否を評価する 1 つの基準となると考えられる。そのため、今後は、イベントの構成比をもとに、計画の良否を評価する方法について検討する。

#### 7.3.4 時間軸に沿った実施計画の設定

本研究では、各イベントに条件を設定することにより、要素間の依存関係を理解可能であり、それに基づいて時間軸に沿った実施計画を設定可能であることを確認した。一方で、ここでの時間軸に沿った実施計画は、現状、設計者が手動で設定する必要があるため、必ずしも最適な計画が導出されるわけではない。モデル内に含まれる要素が多くなればなるほど、要素間の依存関係も複雑になり、設計者がその全体を把握しながら適切な計画を作成することは困難になると考えられる。このような問題に対しては、OR（オペレーションズ・リサーチ）分野における代表的研究の 1 つであるスケジューリング問題（例えば [Pinedo 2000]）を適用する方法が考えられる。スケジューリング問題を解くことで、与えられた制約下で最適なスケジュールを導出することができる。これを適用すれば、要素間の依存関係や、イベント実施にかかる時間等を制約とし、最適なスケジュールを機械的に導出可能となることが期待できる。そこで今後は、スケジューリング問題の適用可能性について検討する。

#### 7.3.5 状態遷移とプラットフォームの移行

第 3.5 節にて提案した PSS の概念モデルにおいて、行動と変動には、それぞれ開始時点と完了時点が含まれる。本研究では、各イベントの前後にある状態あるいはプラットフォームノードの位置から、開始時点と完了時点を読み取る形式をとった。例えば、Figure 7-2 左上部に示した能動的イベント「アップグレードする」の開始時点は 2015 年、完了時点は 2017 年と読み取ることができる。

しかしながら、イベントと時間軸の関係には様々なパターンがあると考えられる。Figure 7-2(a)~(c)に示したグラフは、そのパターンの違いを時間と状態値の 2 軸により

模式的に表現したものである。Figure 7-2(a)は、モデル化の都合上、イベントの前にあるノードを2015年に位置させる必要があるが、実際は、2016年からイベントが開始し、2017年に完了するような場合である。Figure 7-2(b)は、ある程度の期間は指定できるがその中でいつ開始・完了するかが不確実なものである。さらにFigure 7-2(c)は、時間経過とともに徐々に変化するか、ある時点で急激に変化するかといった変化の様態が不確実な場合である。このようにイベントと時間軸の関係には、設計時点での情報確度や、イベントの特徴に応じて様々なパターンがあると考えられる。

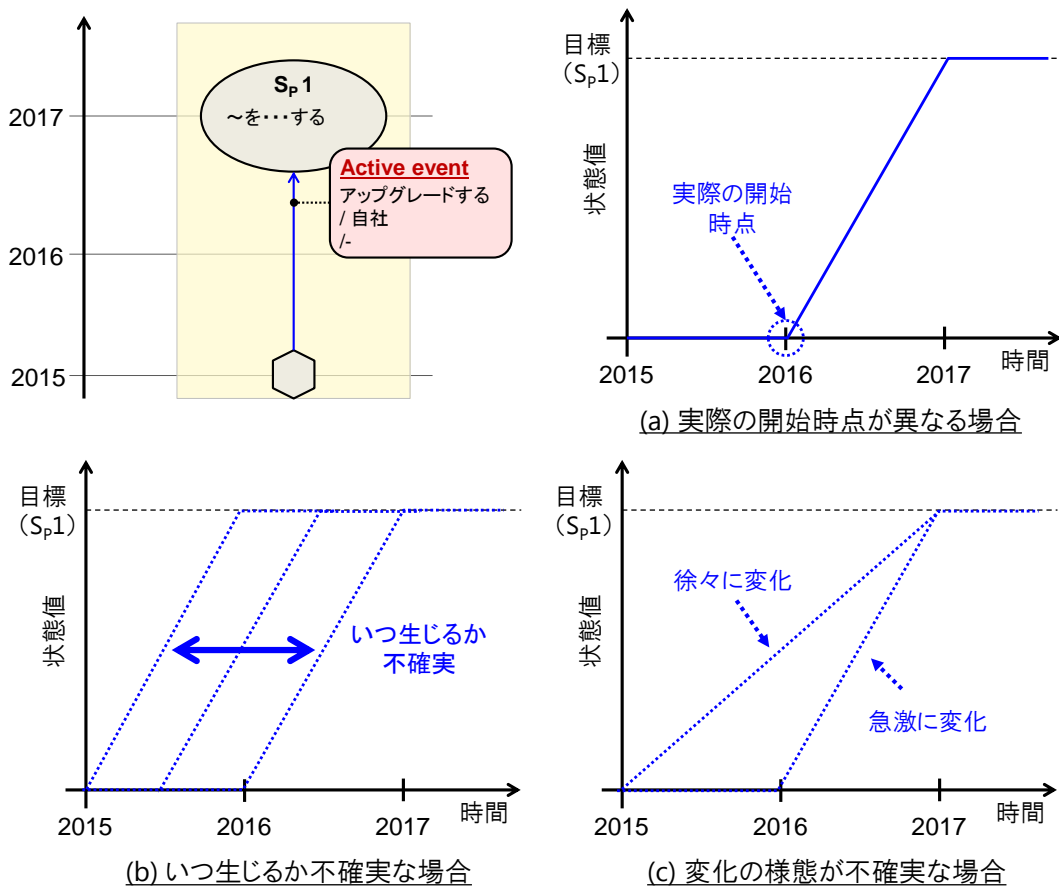


Figure 7-2 状態遷移のパターン

現状のモデリング手法の利点は、これらの様々なパターンを1つの形式で簡易的にモデル化できることである。一方で、各イベントの開始・完了時点がどの程度確実なものかを把握することはできない。このことは、本モデルから、ある時点を取り取ってマイルストーンを設計する際に、状態遷移やプラットフォームの移行の途中にある要素を、どのように反映するかを検討する際に問題になる。そのため、今後の課題としては、イベントのパターンを整理し、必要に応じてイベントノードに設定可能とするとともに、マイルストーンへの反映指針を整備することが考えられる。

## 7.4 設計プロセスに関する考察

### 7.4.1 設計サイクルにおける設計解の評価方法

本研究では PSS ビジョンモデルとトランジションアジェンダモデルの設計段階に対して、「モデル化→評価→改善→モデル化→…」といった設計サイクルを導入した。このように設計サイクルをたどることは、段階的に設計解の質を向上し、実現可能性のある設計解を導出するうえで有効であった。

一方で、ここでの評価段階に関して、本研究では、Table 5-2 と Table 5-3 に示したような評価項目を挙げたのみであり、設計チーム内での定性的かつ属人的な評価しか行うことができていない。そのため、適切な評価を下し、合理的に設計解を改善できるか否かは、評価者の「経験や勘」に依存する部分が未だ大きい。これに対しては、先行研究（例えば、[赤坂 2014]）で提案されているように、シミュレーション技術を駆使することで、機械的な設計解評価を行うことが有効である。そのため、今後は、本研究で提案した PSS のビジョンやトランジションアジェンダのモデルに対して、シミュレーションによる評価を実施可能とすることが課題として挙げられる。

### 7.4.2 トランジションアジェンダとマイルストーンの検討順序

本研究では、トランジションアジェンダモデル (TAM) を構築したのちに、マイルストーンを設計し、それを TAM に反映することにより、段階的に計画を具体化するプロセスを採用した。これにより、高い価値を持続的に実現しうる PSS の構造変化を設計可能とした。一方で、先にマイルストーンを検討してからアジェンダを設計するような手順でも、上記のような有効性を発揮できると考えられる。そこで、以下では、このような検討順序について考察する。

Table 7-1 に、本研究で採用した TAM を先に構築する手順と、マイルストーンを先に構築する手順の利点と欠点をそれぞれ示す。本表に示したように後者の手順では、その時点のコンテキストやコンテンツが不明確であることから、設計したマイルストーンが実現不可能であることが後ほど判明する可能性がある。その場合、マイルストーンを再設計しなければならず大きな手戻りとなる。本研究では、このような手戻りを避けるために、マイルストーンを設計する際に、TAM の記述結果を参考することで、その時点のコンテキストやコンテンツを明確化しやすいという利点のある前者の手順を採った。しかしながら、TAM 上の状態やプラットフォームには時間的な制約が弱いものがあるため、初期モデルを構築した段階では、時間軸上のノードの配置はあまり意味をなさない

い場合がある。また、第 7.3.5 項で考察したように、イベントと時間軸の関係にも様々なパターンがある。結果として、その時点までに実現されているプラットフォームや状態のみを TAM から機械的に抜き出すことはできず、1つ1つの要素がどのような状態にあるか、どのような状態になりえるか等を判断しながら、マイルストーンを検討しなければならない。本手順の利点を活かすためには、状態やプラットフォームのノードにどの程度の時間的制約があるかや、イベントのノードがどのようなパターンに該当するかを設定・把握可能とすることが望まれる。そのため今後、計算機上でモデリングを支援するシステムを構築する際には、この点についても留意する。

Table 7-1 設計手順による利点・欠点

	利点	欠点
トランジションアジェンダモデルを先に構築 (本研究で採用)	マイルストーンを設計する際に、TAM の記述結果を参考することで、その時点のコンテキストを明確化しやすい。	TAM から機械的にマイルストーンの構成要素を抽出することはできない。また、マイルストーンを設計した後で、それらの要素の時間軸上の配置を大幅に修正する必要性が出てくる場合がある。
マイルストーンを先に構築	必要な要素を全て揃えたうえで実施計画を考えることができ、トランジションアジェンダを構築するうえでの無駄が少ない。	その時点のコンテキストが不明確であることや、要素間の依存関係を考えることが困難であることから、実現不可能な設計解が導出される可能性がある。

#### 7.4.3 設計プロセスの具体性

本研究では、Step 0 から Step 2 (A および B) までの設計プロセスを定めた。各ステップでは、そこでの目的や手順を定義した。前章で示したように、これを用いることで、PSS の構造変化を設計することが可能であった。しかしながら、各ステップにおいて、何をもって当該ステップが完了したと捉えるかは、設計者に委ねられているのが現状である。このことは、本方法論を実社会で運用するための障壁となりうる。この問題を解決するためには、本プロセスの各ステップを具体化し、明確な完了条件を定めることが必要である。



## 7.5 本研究全体に関する考察

### 7.5.1 本研究における設計方法論の構築方法

本研究の目的は、「長期的な視座のもと高い価値を持続的に実現する PSS の構造変化を設計するための方法論を構築する」ことであった。本研究では、第 3 章で提案した PSS の概念モデルを理論的な枠組みとして、設計対象モデリング手法や設計プロセスを提案し、1 つの設計方法論を構築した。この PSS の概念モデルは、様々な研究分野での議論を統合的に形式化したものである。すなわち、本研究は理論に基づいて要件を決定するトップダウン的なアプローチにより、設計方法論を構築したと言える。一方で、設計方法論の構築には、実際の設計事例を通じて得た知見を体系化するボトムアップ的なアプローチをとる方法もある。本研究では、PSS の構造変化といった、これまで設計の対象とされてこなかったものを扱ったため、トップダウン的なアプローチをとった。しかしながら、提案した設計方法論を、実用するうえで必要十分な要素のみを扱うように洗練するためには、ボトムアップ的なアプローチを組み合わせ、継続的な改善を行うことが必要である。そのため、本研究で提案した設計方法論は、PSS の構造変化という新たな設計対象を扱うための第一歩に過ぎず、今後、多くの事例への適用と、そこでの知見の集積を経て、改善を行うための土台を構築したものであると考えられる。

### 7.5.2 本研究における設計方法論の検証方法

本研究では、2 つの実用例を示し、提案した設計方法論の検証を行った。ここでは、第 6.2 節に示した検証方法をもとに、本研究で示した有効性の範囲や限界について考察する。

#### (1) 対象事例に関して

本検証では、自動車部品サプライビジネス（実行例 1）とシステム・インテグレーションビジネス（実行例 2）に対して、提案した設計方法論を適用した。第 6.2.3 項(1)では、本方法論の適用対象として、現在は製品販売を中心とする業種と、既に PSS を構築している業種の 2 つを挙げた。そして、上記 2 つの事例が、この分類のそれぞれに該当することから、対象事例の選定が妥当であることを主張した。しかしながら、本方法論の適用対象には、上記以外の分類も考えられる。以下では、上記以外の分類として、顧客による分類と製品による分類の 2 つを挙げ、本検証で示した有効性を、どの範囲まで主張できるかを考察する。

まずは、顧客による分類に関して考察する。実行例 1 における将来の PSS ビジョンは、カーシェアリング提供者を顧客とする B2B の形態であった。他方、実行例 2 における将来の PSS ビジョンは、自治体を顧客とした B2G の形態であった。すなわち、B2B や B2G といった形態の PSS に対して、本方法論の有効性を主張することは可能であるが、個人消費者を顧客とする B2C の形態に対しても有効であるかは定かではない。

次に、製品の種別に関して考察する。実行例 1 と 2 において、対象事例の業種は異なるものの、設計の過程において選択された PSS のコア製品は、双方ともに情報系のシステムであった。すなわち、情報系のシステム以外をコア製品とする場合に、有効であるか否かは定かではない。

以上のように、個人消費者を顧客とする場合や、情報系のシステム以外をコア製品とする場合に、本方法論が有効であるかは検証できていない。本方法論における設計対象モデリング手法や設計プロセスは、顧客や製品の分類によって、表現能力や支援効果が左右されない汎用的なものであると考えるが、それを立証するためには、今後、異なる特徴をもつ様々な事例に適用することが必要である。

### (2) 実行条件に関して

本検証には、実行例 1 では大学院生 2 名が参加し、実行例 2 では大学院生および大学生からなる 5 名に加えて、実務家 1 名が部分的に参加した。主たる設計者が学生であることから、被験者の属性という点で、本検証における設計の実行条件には偏りがある。一般に、設計におけるアイデアの質や効率、設計者の知識や能力などの属性に大きく左右される。一方で、本検証における評価の対象は、提案した設計プロセスに従ってアイデアをモデルに落とし込む作業である。このような作業は、モデルの構成概念や具体的な設計手順の理解さえできていれば、設計者の属性による影響が少ないと考えられるが、このことを立証するためには、異なる特徴をもつ様々な被験者を対象に更なる検証を行うことが必要である。ただし、PSS 研究においては、誰が PSS の設計者となるべきかという議論が十分に成熟していない。すなわち、どのような被験者を対象とすれば典型性を担保できるかについて、現在のところ確たる答えがない。そのため、今後は上記の議論を深め、検証の方法論自体も洗練することが必要である。

### (3) 適用結果の評価方法に関して

本研究では、評価項目に従って、本方法論の適用結果や過程を評価することで検証を行った。その結果、モデリング手法の表現能力や設計プロセスの支援効果に関して、有

効性や課題を明らかにすることができた。一方で、ここでの評価は、全て定性的であり、定量的な評価は行っていない。設計研究は、その対象に設計者の概念的な操作を含むことから、現在のところ、その結果や過程の良否を定量的に評価する一般的な方法が確立されていない。そのため、設計方法論の有効性を定量的に測るための指標や尺度を構築することも、今後の課題の 1 つとなると考えられる。

### 7.5.3 本研究における設計方法論の運用方法

第 2.5.1 項(3)では、提案した設計方法論は、計画、実行、評価、改善からなる PDCA サイクルのうち計画段階を支援するものであることを述べた。本項では、本サイクルにおいて、提案した設計方法論や得られた設計解を、どのように活用するかについて考察する。

計画段階における本方法論の役割としては、提供者が PSS の構造変化に関する計画を立案することは勿論、顧客やパートナーとの合意形成を支援することが期待できる。PSS の構造変化は、自らの行動のみによって実現されるわけではなく、顧客やパートナーとなる主体が計画に合意し、定められた行動を適切に実行することが必要となる。また、設計した価値を顧客やパートナーが知覚するためには、PSS ビジョンにおいて想定されたコンテキストを、各主体が認知するように誘導することが重要である。本方法論が提供する 2 つのモデルは、その表現対象を平易な形式で可視化することができ、上記のような合意形成や認知の誘導を支援可能であることが期待される。ただし、本研究では、モデル上で扱うべき概念や表現すべき対象を定めたのみであり、各概念の表現に用いる語彙の体系化や統制までは行っていない。このことは、設計者間や設計者と他の主体との間における認識の齟齬を引き起こす要因となり、結果として合意形成や認知の誘導を阻害する可能性がある。人工知能分野では、概念や専門用語の体系化や統制を行う方法論として、オントロジー研究（例えば、[溝口 2004]）やターミノロジー研究（例えば、[岡谷 2003]）が行われている。そのため、今後は、これらの研究を参考に、モデル記述に用いる語彙を管理する枠組みを検討する。

実行段階では、本方法論を用いて得られたトランジションアジェンダを参考に、各主体が定められた行動を実行する。評価段階では、実行の過程において、それらの行動が計画通り進んでいるかや、想定した変動が生じているかを確認する。ここで、当初予定していなかった事象が生じ行動・変動に修正が必要な場合や、事後創発的な発見があり目指すべきビジョンに変更が必要な場合は、計画段階に戻り PSS ビジョンやトランジションアジェンダの再設計を行う。このように、本方法論を通じて得られた設計解は、一度設計したら完了となるのではなく、実行・評価を通じて、継続的に改善することが

重要である。一方で、本研究では、設計以降に関する方法論は具体化に議論できていないため、このような運用方法に関しては、今後さらに検討を深める必要がある。

### 7.5.4 対象とした設計フェーズの外側

本研究では、PSS のビジョンとトランジションアジェンダを定性的に検討する概念設計段階に焦点をあて、その設計方法論を展開した。以下では、本研究の設計範囲に含まれない基本設計と詳細設計のフェーズについて考察する。

基本設計は、概念設計の結果をもとに定量的なモデルを構築し、価値を最大化するように、設計変数の最適化を行う段階である。ここでの課題は、PSS ビジョンモデルとトランジションアジェンダモデルをいかにして定量的なモデルに落とし込むかである。PSS ビジョンモデルに関しては、第 4.3 項に示した下村らのビューモデル [下村 2005] と、顧客満足度の評価手法 [Shimomura 2008] が参考になる。本評価手法では、価値の評価パラメータである RSP と、コンテンツの機能パラメータ、コンテンツを実現する実体物(具体的な製品や人)の属性パラメータのネットワーク構造を構成する。そして、属性パラメータを設計変数とし、価値の評価を行いながら、最適な属性値を設計可能とする。本研究で提案した PSS ビジョンモデルには、上記手法では考慮されていないコンテキストの概念が導入されていることから、Figure 7-3 に示すように、新たにコンテキストのパラメータを導入することと、コンテキストのパラメータと価値や属性といった諸パラメータとの関係を明らかにすることが必要になる。一方、トランジションアジェンダモデルの最適化に関しては、第 7.3.4 項にて既に述べたように、与えられた制約下で最適なスケジュールを導出するスケジューリング問題が参考になると考えられる。また、PSS ビジョンモデルやトランジションアジェンダモデルの双方に共通して、コストや不確実性など、価値とトレード・オフの関係になる可能性のある指標を併せて検討し、その観点から設計変数の最適化を試みることも重要となる。

詳細設計は、PSS の構造に含まれる個別の製品やサービス、組織、ビジネスモデルの部品に関する詳細を設計する。これは、既存の研究分野で議論されてきた内容と同様である。そのため、各研究分野の手法に対する設計情報の受け渡し方が課題となる。

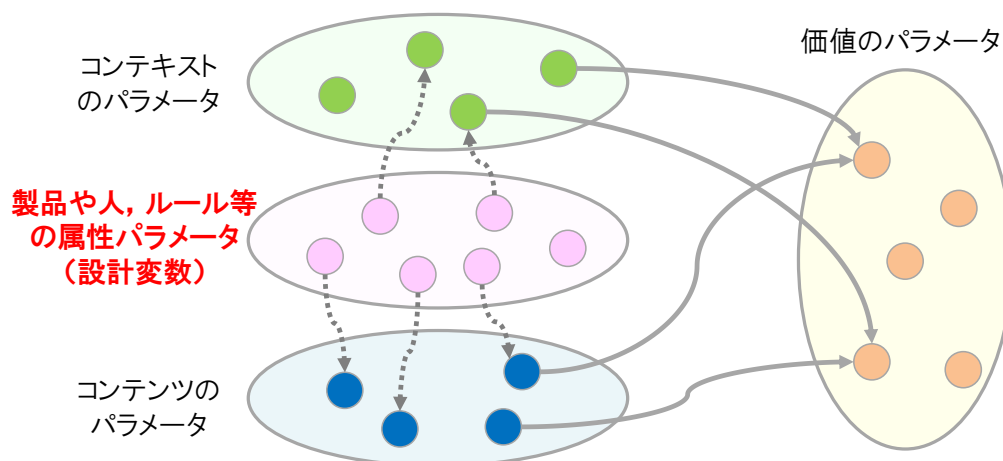


Figure 7-3 PSS の構造に関する定量的表現

以上に示した基本設計と詳細設計は、製品設計の場合、当然、製品を生産・販売する前に行う。一方で、本研究の対象である PSS の構造変化には、例えば、20 年後の将来に提供予定の製品のように、将来時点の内容も含む。その場合、当該製品の寸法や形状といった詳細設計を現時点で行うことには意味があるのか、また、それは可能なのかといった点に疑問が残る。そのため、どのようなタイミングで基本設計や詳細設計を行うべきか、どこまでを計画の実行に移るまでに設計するべきかに関しては、第 7.5.3 項で触れた運用段階に関する方法論と併せて議論する必要があると考えられる。

### 7.5.5 PSS の構造変化の計画に含まれる不確実性

本研究で提案した設計方法論は、将来を描くものであり、設計解である PSS の構造変化の計画には、様々な不確実性が含まれる。ここで Sakao は、不確実性は以下のように定義している [Sakao 2009]

*The state of deficiency of information related to a future event* [Sakao 2009]

すなわち、不確実性とは将来の事象に関する情報が欠落した状態を指す。Farhangmehr は、不確実性が生じる要因を次の 4 つに分類している [Farhangmehr 2009].

- モデルの不確実性：設計開発においてモデルを用いて対象物を模式的に表現する時に生じる不確実性.
- 曖昧さの不確実性：何かを言語的に表現する上で、不明瞭な部分を残すことにより生じる不確実性.

- 行動の不確実性：個人あるいは組織の活動に関する不確実性.
- ランダム性：意思決定を行う関係者が低減することの出来ない固有の不確実性.

ここでは、以上の分類をもとに、PSSの構造変化の計画に含まれる不確実性について考察する。ただし、上記の「曖昧さの不確実性」に関しては、提案した設計プロセスにおける評価段階により解決されると考え、それ以外の3点について考察する。

### モデルの不確実性

本研究では、PSSのビジョンとその道筋であるトランジションアジェンダを、提案したモデリング手法を用いて表現する。各モデルの構築の際には、どこまでの範囲をモデルに含めるかといった意思決定が必要となる。ここで生じる情報の欠落を低減するためには、モデル化に利用する情報を精査・付加し続けるしかない。そのためには、モデルを可能な限り現実に近づけられるように評価する方法や、モデルを更新し続ける体制を構築することが重要である。

また、本研究ではコンテキストを、場に対する主体の認知として定義した。一方で、PSSビジョンモデルでは、“設計者が想定する”コンテキストをモデル化することとした。そのため、想定した通りの認知がなされず、モデル上のコンテキストと実際のコンテキストに乖離が生じてしまう可能性がある。これを低減するためには、第3.6節で述べたように、設計者が定めたコンテキストを当該主体が認知するように誘導することや、当該主体を設計チームに含める参加型設計を行うことが有効な手段である。

### 行動の不確実性

トランジションアジェンダモデルには、能動的イベントとして、コンテンツやコンテキストを変化させるための行動が記述される。行動には、その実行段階で何らかのエラーが生じ、設計した完了時点までに目標を達成することができない場合がある。これに関しては、事前に不確実性の分析・評価を行い、エラーが生じた場合でも、設定された目標を達成できるように対策行動や代替行動を決定しておくことが有効である。信頼性設計の分野では、ETA (Event Tree Analysis) や FTA (Fault Tree Analysis) などのリスク分析手法が提案されている [大津 2009]。これらの手法を用いることで、エラーが生じた場合でも、設定された目標を達成可能となるように、冗長性をもつ設計を行うことが重要であると考えられる。

## ランダム性

トランジションアジェンダモデルには、受動的イベントノードとして、特に社会的コンテキストを変化させる変動が記述される。この変動は、PSS に関わる主体が直接影響を及ぼすことができない事象を指すため、ランダム性の大きいと考えられる。ランダム性による不確実性を低減することは困難であることから、What-if 分析などの方法を用いて起こりうる様々な事象を事前に検討し、それに応じた設計解を用意することが重要であると考えられる。これに関しては、次の 7.5.6 項で詳述する。

以上のように、PSS の構造変化の計画には、様々な不確実性が含まれる。本項では、考えられる不確実性についてその対策を考察した。計画の信頼性を高めるためには、不確実性を可能な限り最小化することが望ましい。そのためには、ここで考察したような対策を整理し、それらを統合したようなツールセット、方法論を構築することが有効であると考えられる。

### 7.5.6 複数のシナリオと PSS ビジョンの設定

本研究では、1つの PSS ビジョンとそれに対する道筋を設計するようなプロセスを提案した。しかしながら、前項で述べた不確実性を踏まえれば、複数の起こりうる将来像を描いたシナリオをもとに、各シナリオに応じた PSS ビジョンをそれぞれ設計する必要があると考えられる。複数のシナリオをもとに PSS の構造変化の計画を設計するには、PSS ビジョンとトランジションアジェンダの設計のそれぞれに課題がある。

複数の PSS ビジョンに含まれるコンテンツやコンテキスト（特に、知識や技能などの属性）の要素に、あまりに大きな差異があると、計画の実行にかかるコストが増大してしまう。そのため、それぞれのビジョンに含まれる要素は、実現される価値を損なわない程度に、可能な限り多くの共通部分をもたせることが望ましい。Figure 7-4 は、これを模式的に表現した図である。図中の  $O_j$ ,  $O'_j$ ,  $O''_j$  は、それぞれ異なるシナリオのもと設計された  $t_j$  時点におけるコンテンツの集合であり、これらの共通部分（図中の赤色の要素）を増大させるような操作が重要になる。設計研究では、個別の製品を対象とした設計のみならず、製品系列（Product family）と呼ばれる共通化・共有化されたモジュールを持つ製品群を統合的に設計する方法論が研究されている [藤田 2002; AlGeddawy 2013]。製品系列設計方法論を参考に、複数の PSS ビジョンに含まれる要素を共通化するような設計を行うことにより、各シナリオに応じて高い価値を実現するようなビジョンを構築しつつ、その計画の実行にかかるコストを最小化できることが期待できる。そ

のため、今後は、製品系列の設計方法論について、本研究の対象への適用可能性について検討する。

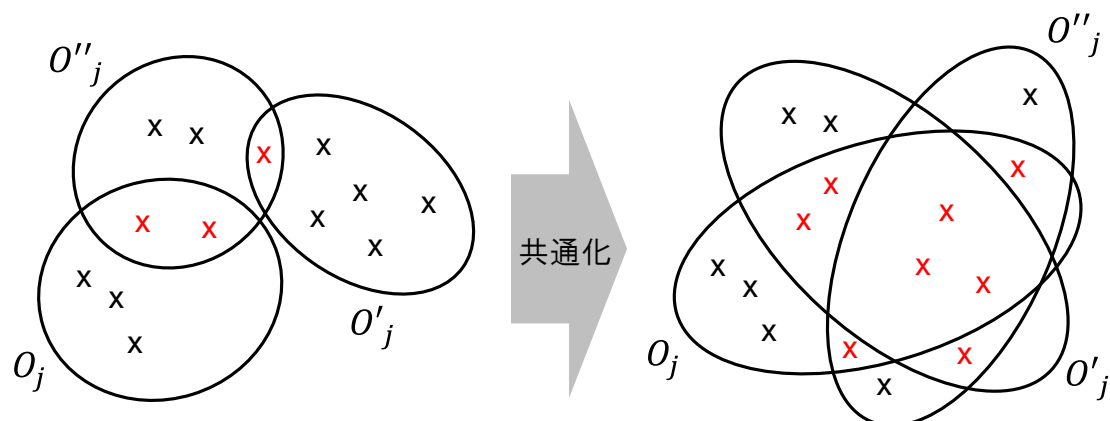


Figure 7-4 複数のビジョンに含まれる要素の共通化

もう1つの課題は、複数の PSS ビジョンがあるときに、どのようにトランジションアジェンダを設計するかである。本研究で提案したトランジションアジェンダモデルは、1つのビジョンに対して計画を立てることを前提としている。そのため、複数のビジョンに対して、1つの統合的なトランジションアジェンダを構成する場合に、トランジションの分岐を扱うことができないなど、モデルの記述能力に不足があると考えられる。そのため、複数の PSS ビジョンを対象とするためには、モデルの表記法とモデルを用いた設計プロセスに拡張を加える必要がある。



## 7.6 おわりに

本章では、前章に示した評価結果やそれ以外の幅広い視点から、提案した設計方法論の有効性や期待される効果、限界や課題について考察した。

第 2 節では、PSS ビジョンのモデリング手法に関する考察を行った。第 7.2.1 項では PSS ビジョンモデルの表現形式について、第 7.2.2 項では本モデルにおけるマクロ、メゾ、ミクロ視点について、第 6.5.1 項に示した評価結果をもとに、その有効性や課題を考察した。第 7.2.3 項では、本モデルに対する設計支援の可能性について考察し、今後の課題を明らかにした。

第 3 節では、トランジションアジェンダのモデリング手法に関する考察を行った。第 7.3.1 項では、トランジションアジェンダモデルの表現形式について、第 6.5.2 項に示した評価結果に基づき、その有効性や課題を考察した。第 7.3.2 項から第 7.3.5 項では、本モデルに関連する今後の課題を整理した。

第 4 節では、提案した設計プロセスに関する考察を行った。具体的には、設計サイクル（第 7.4.1 項）とトランジションアジェンダモデルとマイルストーンの検討順序（第 7.4.2 項）について、提案手法の有効性と課題を議論した。また、第 7.4.3 項では、設計プロセスの具体性に関する課題について言及した。

第 5 節では、本研究の全体に関する考察を行った。ここでは、提案した設計方法論について、その構築方法（第 7.5.1 項）、検証方法（第 7.5.2 項）について、現状と課題を整理した。また、本研究で対象範囲外とした内容として、設計方法論の運用方法（第 7.5.3 項）、対象外とした設計フェーズ（第 7.5.4 項）、計画に含まれる不確実性（第 7.5.5 項）、複数の将来像の設定（第 7.5.6 項）の 4 点から考察を行い、期待と課題を整理した。



# 第8章 結論

---

8.1 結論 .....	200
8.2 本研究の課題 .....	203
8.3 展望 .....	206

---

## 8.1 結論

近年、製造業では、単に製品を販売するのではなく、製品とサービスを高度に統合して提供することにより、これまで以上の高い価値を創出する製品サービスシステム（PSS: Product-Service System）が注目を集めている。PSSの実現においては、製品やサービスを対価と交換することで生まれる「交換価値」よりも、受給者が製品やサービス、あるいはそのアウトプットを使用するコンテキストの中で知覚する「文脈価値」を高めることが重視される。ここで、コンテキストは静的ではなく動的に変化する。その影響を受けて受給者が知覚する価値もまた変化することから、高い価値を持続的かつ計画的に実現するためには、長期的視座のもと PSS の構造変化を設計するための方法論が求められる。

以上の背景のもと、本研究では、上記課題を解決し「長期的な視座のもと高い価値を持続的に実現する PSS の構造変化を設計するための方法論を構築する」ことを目的とし、以下に挙げる3点について議論した。

- (1) コンテキストと PSS の関係を形式化する PSS の概念モデル
- (2) PSS の構造変化を設計対象として表現するための設計対象モデリング手法
- (3) 高い価値を持続的に実現するための PSS の構造変化を設計するプロセス

これらに対する本研究の提案は、先行研究との比較や事例適用による検証を通じて、以下のような特徴や有効性を有することを確認した。

### PSS の概念モデルに関して

- 本研究では、「コンテキストとは、場の構成要素やそれらの間の関係に対するある主体の認知である。ただし、ここでの場には認知する主体自身も含まれる。」と捉え、これを図式的・数式的アプローチのもと形式化した。また、このコンテキストを通じて、PSS におけるコンテンツの価値が知覚されることを形式的に表現した。これらにより、「コンテキストとは何か」や「コンテキストと PSS はどのように関係するか」を表現し説明することを可能とした。

- 「ある時点における、ある主体にとってのコンテキストに従って、当該主体により価値が知覚される価値」という文脈価値の定義に基づき、コンテキストとコンテンツの組から価値への写像としてモデル化した。これにより、どのように価値が知覚されるかを形式的に表現した。
- PSS に関わる主体が内省に基づきとる行動と、主体の意図とは無関係に生じる変動に 2 つの概念を取り入れることにより、価値の変化が生じる過程を形式化した。これにより、どのようにして価値の変化が生じるかを論理的に説明可能とした。
- PSS の構造変化を設計する方法論において扱うべき概念は、価値、コンテンツ、コンテキスト、時系列、行動、変動であることを明示し、PSS の構造変化を設計するための方法論において、取り扱うべき設計概念を、集合論を用いて明確に規定することができた。

#### 設計対象モデリング手法に関して

- ある時点の PSS の構造を表現・設計するための PSS ビジョンモデルを提案した。検証を通じて、本手法は以下のような特徴を有することを確認した。
  - ◇ 「コンテキスト」、「コンテンツ」、「価値」の集合として、ある「時点」の PSS の構造を俯瞰的に表現可能である。これにより、どのようなコンテキストのもと、どのようなコンテンツを提供することで、どのような価値を実現するかを理解しながら論理的に設計することが可能である。
  - ◇ 「コンテキスト」と「価値」の表現に対して、個別、システム、社会に相当する 3 つのレベルを視点から表現可能である。これにより、曖昧な設計対象に対する設計者間の認識・視点のぶれを抑制することが期待できる。
- 設計した PSS ビジョンに至る道筋や具体的手段を表現するトランジションアジェンダモデルを提案した。検証を通じて、本手法は以下のような特徴を有することを確認した。
  - ◇ ビジョンに記述された要素が、いつどのようなイベント（行動や変動）により変化していくかを時間軸に沿って平易な形式で表現可能である。
  - ◇ 状態とプラットフォームの 2 つのノードの使い分けにより、PSS の構成要素に生じる変化の多重構造を表現可能である。
  - ◇ 能動的イベントと受動的イベントの使い分けにより、トランジションの実現手段の違いを識別可能である。

- ◇ イベントに設定する条件により，状態間の依存関係を理解可能とし，それに基づいて時間軸に沿った実施計画を設定可能である．

### 設計プロセスに関して

- 設計サイクル（モデル化→評価→改善→モデル化→…）の導入により段階的に設計解の質を向上することが可能である．
- マイルストーンを検討しトランジションアジェンダに反映することにより，高い価値を持続的に実現しうる PSS の構造変化を段階的に具体化可能である．

以上に示した本研究の貢献は，コンテキストと PSS の関係を概念モデルとして形式化したうえで，それらの時間変化を表現するためのモデリング手法と設計プロセスを提案することで，長期的な視座のもと高い価値を持続的に実現する PSS の構造変化を設計するための一方法論を確立したことである．

## 8.2 本研究の課題

これまでに明らかにしたように、本研究には以下のような課題がある。

### PSS の概念モデルに関して

- 本研究では、あるコンテキスト下であるコンテンツが提供された場合、対応する価値が一意に決定されるような形式化を行った。しかしながら、価値が「一意に」決定されるか否かは十分に検証されていない。
- 本研究では、PSS の構造変化を設計する方法論において扱うべき概念は、価値、コンテンツ、コンテキスト、時系列、行動、変動であると規定したが、その一方で、これらの設計概念で十分であるかは検証できていない。

### PSS ビジョンのモデリング手法に関して

- コンテキスト、コンテンツ、価値に関して、ブロックを跨いだ要素間の関係を記述することができない。このことはモデルを改善する際に、モデルの整合性を低下させる要因となりうる。今後は、モデルの視認性を保ちつつ、要素間の関係を管理可能とする方法を考案する必要がある。
- 設計を滞りなく進行させるためには、設計者を機械的に支援することが望まれる。そのためには、PSS ビジョンモデルの構築に関して、モデル操作や設計解のパターンを整理し、設計者に提示する方法が考えられる。

### トランジションアジェンダのモデリング手法に関して

- PSSの構造変化に携わる各主体が、本モデルを実際の行動計画として活用する場合には、主体ごとに、いつまでにどのような能動的イベント、言い換えれば行動を実施する必要があるかを整理することが望ましい。今後は、本研究で提案した設計のためのモデルを、行動計画として使用するためのモデルに変換する方法や指針について検討する。
- 本論文に示した2つの実行例では、社会的コンテキストのレーンでのプラットフォームの移行は記述されなかった。今後は、社会的コンテキストが大きく変化する海外展開を考慮に入れた事例等を対象とし、更なる検証を行う必要がある。
- 時間軸に沿った実施計画は、設計者が手動で設定する必要があり、必ずしも最適な計画が導出されるわけではない。モデル内に含まれる要素が多くなるほど、要素間の依存関係も複雑になり、設計者がその全体を把握しながら適切な計画を作成することが困難になると考えられる。そこで今後は、機械的な最適化支援を実現可能なスケジューリング問題の適用可能性について検討する。
- 行動や変動といったイベントと時間軸の対応関係には、様々なパターンがあるが、現状の手法では、それを1つの形式で簡易的に表現している。今後の課題としては、このようなイベントのパターンを整理し、必要に応じてイベントノードに設定可能とするとともに、マイルストーンへの反映指針を整備することが考えられる。

### 設計プロセスに関して

- 評価段階に関して、本研究では、いくつかの評価項目を挙げたのみであり、設計チーム内での定性的かつ属人的な評価に頼らざるをえない。今後は、本研究で提案したPSSのビジョンやトランジションアジェンダのモデルに対して、シミュレーションによる評価を実施可能とする。
- マイルストーン設計時に、トランジションアジェンダモデル上で、その時点までに実現されているプラットフォームや状態のみを機械的に抜き出すことはできない。そのため、状態やプラットフォームのノードにどの程度の時間的制約があるかや、イベントのノードがどのようなパターンに該当するかを設定・把握可能とすることが望まれる。
- 各ステップにおいて、何をもって当該ステップが完了したと捉えるかは、設計者に委ねられているのが現状である。このことは、本方法論を実社会で運用するための



障壁となりうる。この問題を解決するためには、本プロセスの各ステップを具体化し、明確な完了条件を定めることが必要である。

#### 本研究全体に関して

- 提案した設計方法論は、PSS の構造変化という新たな設計対象を扱うための第一歩に過ぎない。今後は、多くの事例への適用と、そこでの知見の集積を経て、方法論を洗練させる必要がある。
- 本研究における検証では、個人消費者を顧客とする場合や、情報系のシステム以外をコア製品とする場合に、提案した方法論が有効であるかは検証できておらず、今後更なる検証が必要である。
- PSS 研究においては、誰が PSS の設計者となるべきかという議論が成熟しておらず、どのような被験者を対象とすれば典型性を担保できるかについて、確たる答えがない。そのため、今後はこれに関する議論を深め、検証の方法論自体も議論することが必要である。
- 本研究では、提案した設計方法論を 2 つの事例に適用し、定性的な評価をすることで、設計方法論の検証を行った。一方で、設計方法論の有効性を定量的に測るための指標や尺度を構築することも、今後の課題となると考えられる。
- 本研究では、設計以降に関する方法論は具体化できていないため、提案した設計方法論や、それを通じて得られる設計解の運用方法に関しては、今後さらに検討を深める必要がある。
- 本研究では、PSS の構造変化に関する概念設計段階を対象とした。その後の工程である基本設計や詳細設計の方法や、それらを行うタイミングを検討する必要がある。
- 提案した設計方法論は、将来を描くものであり、設計解である PSS の構造変化の計画には、様々な不確実性が含まれる。本論文では、どのような不確実性が含まれるかとその対策方法について考察したが、今後は、具体的な手法の構築を目指す。
- 本研究では、1 つの PSS ビジョンとそれに対する道筋を設計するようなプロセスを提案したが、不確実性の存在を踏まえれば、複数の起こりうる将来像を描いたシナリオをもとに PSS ビジョンを設計することが重要である。今後は、複数のシナリオを前提として方法論の拡張を行う必要がある。

## 8.3 展望

本研究では、長期的な視座のもと高い価値を持続的に実現する PSS の構造変化を設計するための一方法論を提案した。以下に、今後の展望について述べる。

- 本方法論をベースとした設計支援環境の構築

製品設計分野では、設計作業を計算機により支援するためのソフトウェア（Computer Aided Design : CAD）が産業界において普及し、製造業の高生産性に大きく寄与している。CAD といえば、幾何学形状の設計支援ツールをイメージするのが一般的であるが、近年、概念設計や基本設計という設計の上流段階において設計者を支援するための CAD の重要性は一層高まっている。また、下村ら [下村 2005] は、PSS を設計するための CAD である Service Explorer の開発を進めており、PSS のモデル化や評価など、PSS の設計に必要な一連の機能を実装している [原 2008]。本研究において課題として挙げたものには、このような計算機支援環境を構築することで解決可能となるものが多く存在する。そこで、今後は、本研究で提案した PSS 概念モデルを中心に実装を進め、前節で述べた課題の一部を解決する計算機支援環境の構築を目指す。

- PSS 設計教育の方法論の構築

本研究では、PSS に関する設計方法論を構築したが、産業界において、このような方法論を有効に利用するための土壌を形成するには、今後の製造業を担う技術者や学生に対して、新たなコンセプトである PSS について、その基本的な思想や設計方法などを普及させることが必須である。言い換えれば、PSS において重要となるサービス指向の観点を有する人材を育成することが重要であると言える。しかしながら、これまでの PSS 関連研究では、その分析や設計に関するものが多く、その「教育」に焦点を当てた研究は未だ少ない [Shelab 2011]。このことを背景に、筆者らは、これまでに PSS の基本理念を教育するためのツールとして「EDIPS」というボードゲームを開発している [Nemoto 2014]。今後は、本研究の成果を足掛かりとし、PSS の設計教育を行うために必要となる要素を洗い出すとともに、それらを体系化することで教育方法論を構築することが大きな研究トピックの1つとなると考える。

# 謝辭

本論文は、筆者が首都大学東京大学院 システムデザイン研究科 下村研究室において、博士後期課程の期間に行った研究をまとめたものです。その間、多くの方々にご指導、ご協力頂きましたことを、ここに深くお礼申し上げます。

はじめに、本論文の主査および所属研究室の指導教員である

首都大学東京 システムデザイン研究科 知能機械システム学域  
(旧 ヒューマンメカトロニクスシステム学域) 教授 下村芳樹先生

に深く感謝の意を申し上げます。下村先生には、学部以来6年半にわたり、本研究に関して、数多くの適切なお指導を賜りました。また、研究活動だけでなく、物事の考え方や人としての生き方など様々なことを教わりました。さらに、国内外での共同研究など貴重な経験を積むことのできる機会を多く与えてくださり、この6年半で大きく成長できたことを実感しております。これからは、一研究者として多方面で活躍できるよう精進して参りますので、今後とも、どうぞよろしくお願い致します。

本論文の副査をお引き受けくださいました

早稲田大学 人間科学学術院 人間情報科学科 教授 松居辰則先生

首都大学東京 システムデザイン研究科  
経営システムデザイン学域 教授 山本久志先生

首都大学東京 システムデザイン研究科  
知能機械システム学域 准教授 金子新先生

に謹んでお礼申し上げます。審査過程において、先生方からは真摯にご指導を頂きました。先生方からのご指導により、研究のあり方やまとめ方に関して多くの示唆を得ることができ、本論文の質を大きく向上させることができました。

サービス工学研究会の皆様には、研究会を通じて、大学以外の視点からのご意見を頂きました。特に、日本電気株式会社 (NEC) 細野繁様、伊豆倉さやか様、沼田絵梨子様には、本研究に関して個別に議論する場を設けて頂きました。そこで頂いたご指摘は、本研究の問題設定や有効性を明確化するうえで大きな助けとなりました。今後とも、よろしくお願い致します。

株式会社日立製作所 萩原亮様、小峰博文様、中村俊之様、金田麻衣子様、株式会社デンソー 佐藤啓太様には、共同研究を通じてお世話になりました。本研究は、ここに記した皆様との議論を通じて着想・推進してきたものです。深く感謝致します。

首都大学東京 システムデザイン研究科 助教 木見田康治先生には、研究活動や日常生活のあらゆる面でお世話になりました。常に私を気にかけてくださり、時に厳しく時に温かくご指導頂きました。木見田先生との議論はいつも有意義で、毎回意見を交わすことを楽しみにしておりました。今後とも、よろしくお願い致します。

首都大学東京 システムデザイン研究科 特任助教 石井隆俊先生には、特に本論文の第3章における数式的なアプローチを検討するうえで、相談に乗って頂きました。石井先生のご協力無くして、本論文は完成しなかったものと思います。ありがとうございました。

社会技術研究開発センタ (RISTEX) 問題解決型サービス科学研究開発プログラム「高等教育を対象とした提供者のコンピテンシーと受給者のリテラシーの向上による共創的価値の実現方法の開発」プロジェクトに参加されている、東京理科大学 教授 赤倉貴子先生、埼玉大学 助教 村松慶一先生、熊本大学 非常勤講師 櫻井良樹先生、NEC マネジメントパートナー株式会社の皆様には、大変お世話になりました。本研究の根幹をなす PSS の概念モデルは、皆様との議論を起点に構想したものです。有意義な議論をさせて頂き、ありがとうございました。

また、同プログラム「金融サービスにおける企業・従業員・顧客の共創価値測定尺度の開発」プロジェクトに参加されていた先生方には、私がその一員である間、大変お世話になりました。異分野で活躍される先生方と研究活動や議論を行った経験は、研究者として私の大きな糧となりました。ありがとうございました。

愛知工科大学 准教授 舘山武史先生、旭川医科大学 准教授 千葉龍介先生(ともに元首都大学東京 助教) には、研究活動や学会発表などの場でご指導頂きました。先生方が首都大学東京に在籍されていた頃は、研究生活全般に関して様々な相談に乗って頂きました。ありがとうございました。

独立行政法人 産業総合研究所 渡辺健太郎様には、学会発表などの場で、ご指導頂きました。渡辺さんには、研究者としてのあるべき姿について、多くのことを教わりました。私も信念をもって研究に勤しめるよう精進いたしますので、今後とも、よろしくお願い致します。

東京大学 准教授 原辰徳先生には、サービス工学研究会や学会発表などの場で、ご指導を頂きました。研究生活のことや日常生活のことについて、いつも気さくに相談に乗ってくださり、ありがとうございました。今後とも、よろしくお願い致します。

日本電信電話株式会社 (NTT) 赤坂文弥さん(元 首都大学東京 博士後期課程) には、特に、赤坂さんが在学していた頃にお世話になりました。赤坂さんの研究に取り組む姿勢には、いつも刺激を受けていました。今後とも、よろしくお願い致します。

京都大学 特定助教 嶋田敏先生（元 東京大学 博士後期課程）には，サービス工学研究会や学会などの場で，気さくにアドバイスを頂きました．今後とも，よろしくお願ひ致します．

Berlin 工科大学および Fraunhofer IPK 教授 Reiner Stark 先生，同大学・研究所 研究員 Hoai Nam Ngyen 様，Bergamo 大学 教授 Sergio Cavalieri 先生，同大学 講師 Giuditta Pezzotta 先生，Saint-Étienne 高等鉱山大学 教授 Xavier Boucher 先生，同大学 助教 Sophie Pellion 先生には，それぞれの機関に滞在した際に，多くのご支援を頂きました．また，PSS 研究に関する議論を通じて，本研究に関してもご意見を頂きました．

首都大学東京 下村研究室の卒業生と学生の皆さんには，研究生活や日常生活の様々な面でお世話になりました．皆さん一人ひとりと共に過ごした研究生活があったからこそ，本論文を完成させられたと確信しております．本当にありがとうございました．

首都大学東京 下村研究室 秘書 福地尚子さん，元秘書 新原理恵さんには，経理や事務手続きの面で，大変お世話になりました．いつも温かく接して頂いたこと，とても感謝しております．

最後に，私の博士後期課程への進学を温かく見守り，経済的にも心身的にも支えて頂いた家族に深く感謝します．これまで迷惑をかけてきた分，少しずつ恩返しをしたいと思います．

なお，本研究の成果の一部は，独立行政法人 日本学術振興会の特別研究員奨励費による助成を受けたものです．

2016 年（平成 28 年）2 月

根本 裕太郎

## 参考文献

## 英語文献

- [Akashi 2014] Akashi, T. and Maruyama, Y. (2014) Kizashi Method - Grasping the change of future user's values -, In Proceedings of the 2nd International Conference on Serviceology - ICServ2014 -, CD-ROM, The Society for Serviceology, pp. 252–257, Kanagawa, 2015.
- [AlGeddawy 2013] AlGeddawy, T., and ElMaraghy, H. (2013) Reactive design methodology for product family platforms, modularity and parts integration. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, Vol. 6, No. 1, pp. 34–43.
- [Bains 2007] Baines, T.S., Lightfoot, H.W., Evans, S., Neely, A., Greenough, R., Peppard, J., Roy, R., Shehab, E., Braganza, A., Tiwari, A., Alcock, J.R., Angus, J.P., Bastl, M., Cousens, A., Irving, P., Johnson, M., Kingston, J., Lockett, H., Martinez, V., Michele, P., Tranfield, D., Walton, I.M., and Wilson, H. (2007) State-of-the-art in product-service systems. In Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, Vol. 221, No. 10, pp. 1543–1552.
- [Barquet 2011] Barquet, A.P.B., Cunha, V.P., Oliveira, M.G., and Rozenfeld, H. (2011). Business model elements for product-service system. In Hasselbach, J. and Herrmann, C. (eds.), *Functional Thinking for Value Creation*, pp. 332–337, Springer Berlin Heidelberg.
- [Bishop 2007] Bishop, P., Hines, A., and Collins, T. (2007) The current state of scenario development: an overview of techniques. *Foresight*, Vol. 9, No. 1, pp. 5–25.
- [Chandler 2011] Chandler, J.D., and Vargo, S.L. (2011) Contextualization and value-in-context: How context frames exchange. *Marketing Theory*, Vol. 11, No.1, pp. 35–49.
- [Cooper 1999] Cooper, A. (1999) *The Inmates Are Running the Asylum*. SAMS/Macmillan, Indianapolis, USA.



- 
- [De Greene 1973] De Greene, K.B. (1973) Sociotechnical systems: factors in analysis, design, and management, Prentice-Hall, NJ, USA.
- [den Ouden 2012] den Ouden, E. (2012) Innovation Design – Creating Value for People, Organization and Society. Springer London.
- [Dey 2001] Dey, A.K., Abowd, G.D., and Salber, D. (2001) A conceptual framework and a toolkit for supporting the rapid prototyping of context-aware applications. *Human-computer interaction*, Vol. 16, No. 2, pp. 97–166.
- [Donaldson 2006] Donaldson, K.M., Ishii, K., and Sheppard, S.D. (2006) Customer value chain analysis. *Research in Engineering Design*, Vol. 16, No. 4, pp. 17–183.
- [Engeström 1999] Engeström, Y., Miettinen, R., Punamaeki, R. (1999) *Perspectives on Activity Theory*, Cambridge University Press, UK.
- [Farhangmehr 2009] Farhangmehr, F. and Tumer, I.Y. (2009) Optimal Risk-Based Integrated Design (ORBID) For Multidisciplinary Complex Systems, In *Proceedings of the 17th International Conference on Engineering Design - ICED09 -*, pp.24–27.
- [Geels 2004] Geels, F. W. (2004) From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory, *Research Policy*, Vo. 33, No., 6–7, pp. 897–920.
- [Gero 1998] Gero, J.S., and Neill, T.M. (1998) An Approach to the Analysis of Design Protocols. *Design Studies*, Vol. 19, No. 1, pp. 21–61.
- [Goedkoop 1999] Goedkoop, M.J., van Halen, J.G., te Riele, H., and Rommens, P.J.M. (1999) Product service systems, ecological and economic basics. Report for Dutch Ministries of Environment (VROM) and Economic Affairs (EZ).
- [Goldratt 1992] Goldratt, E.M. and Cox, J. (1992) *The Goal: A Process of Ongoing Improvement*, North River Press, MA, USA.

- [Hall 1976] Hall, E.T. (1976) *Beyond Culture*. Anchor Books.
- [Hellek 2013] Hellek, K., McAloone, T.C., Avlonitis, V., Garcia i Mateu, A., Andersen, J.B., Mougard, K., Neugebauer, L. and Hsuan, J., (2013) *PSS Tool Book: A workbook in the PROTEUS series, PRO-04*, Technical University of Denmark.
- [Hinton 2014] Hinton, A. (2014) *Understanding Context*, O'Reilly Media.
- [Jäger 2007] Jäger, J., Rothman, D., Anastasi, C., Kartha, S., and van Notten, P. (2007) In Pintér, L., Swanson, D., Chenje, J. (eds.), *GEO Resource Book: A Training Manual on Environmental Assessment and Reporting*, UNEP and IISD, Winnipeg, Canada.
- [Joore 2015] Joore, P., and Brezet, H. (2015) A Multilevel Design Model: the mutual relationship between product-service system development and societal change processes. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 97, No. 15, pp. 92–105.
- [Kahn 1967] Kahn, H. and Weiner, A.J. (1967) *The Year 2000: A Framework for Speculation on the Next Thirty-Three Years*, The Macmillan Co., NY, USA.
- [Kameshwaran 2009] Kameshwaran, S., Viswanadham, N. and Desai, V. (2009) Bundling and pricing of product product with after-sale services. *International Journal of Operational Research*, Vol. 6, No. 1, pp. 92–109.
- [Kimita 2015] Kimita, K., Watanabe, K., Hara, T., Komoto, H. (2015) Who Realizes a PSS?: An Organizational Framework for PSS Development. *Procedia CIRP*, Vol. 30, pp. 372–377, 2015.
- [Loorbach 2010] Loorbach, D. (2010) Transition management for sustainable development: A prescriptive, complexity-based governance framework, *Governance*, Vol. 23, No. 1, pp. 161–183.

- 
- [Mander 2008] Mander, S. L., Bows, A., Anderson, K. L., Shackley, S., Agnolucci, P., and Ekins, P. (2008) The Tyndall decarbonisation scenarios - Part I: Development of a backcasting methodology with stakeholder participation. *Energy Policy*, Vol 36, No. 10, pp. 3754–3763.
- [Maussang 2009] Maussang, N., Zwolinski, P., and Brissaud, D. (2009) Product-service system design methodology: from the PSS architecture design to the products specifications. *Journal of Engineering Design*, Vol. 20, No. 4, pp. 349–366.
- [McAloone 2011] McAloone, T.C. (2011) Boundary Conditions for a New Type of Design Task: Understanding Product/Service-Systems. In Birkhofer H. (ed.), *The Future of Design Methodology*, Chapter 10, pp. 113–124, Springer London.
- [McAloone 2015] McAloone, T.C. (2015) Methodological reference model for PSS development. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Serviceology - ICServ2015* -, CD-ROM, The Society for Serviceology, San Jose, U.S.A., 2015.
- [Meier 2010] Meier, H., Roy, R., and Seliger, G. (2010) Industrial Product-Service Systems - IPS2. *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, Vol. 59, No. 2, pp. 607–627.
- [Mont 2002] Mont, O.K. (2002) Clarifying the concept of product-service system. *Journal of cleaner production*, Vol. 10, No. 3, pp. 237–245.
- [Müller 2009] Müller, P., Kebir, N., Stark, R., and Blessing, L. (2009) PSS Layer Method - Application to microenergy systems, In Sakao, T. and Lindahl, M. (eds.) *Introduction to Product/Service-System Design*, Chapter 1, pp. 3-29, Springer London.
- [Neely 2008] Neely, A. (2008) Exploring the financial consequences of the servitization of manufacturing. *Operations Management Research*, Vol. 1, No. 2, pp. 103–118.

- [Neely 2011] Neely, A., Benedettini, O., and Visnjic, I. (2011) The servitization of manufacturing: Further evidence. In Proceedings of the 3rd World Conference on Production and Operations Management, CD-ROM, Tokyo, Japan.
- [Nemoto 2014] Nemoto, Y., Uei, K., Mizoguchi, S., and Shimomura, Y. (2014) Strategic Thinking in EDIPS: Edutainment for Designing Product-Service Systems. *Procedia CIRP*, Vol. 16, pp. 92–97.
- [Oliva 2003] Oliva, R. and Kallenberg, R. (2003) Managing the transition from products to services. *International Journal of Service Industry Management*, Vol. 14, No. 2, pp. 160–172.
- [Osterwalder 2010] Osterwalder, A. and Pigneur, Y. (2010) *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*, Wiley.
- [Pinedo 2000] Pinedo, M.L. (2000) *Planning and Scheduling in Manufacturing and Services*, Springer NewYork.
- [Reim 2015] Reim, W., Parida, V., and Örtqvist, D. (2015). Product-Service Systems (PSS) Business Models and Tactics - A Systematic Literature Review. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 97, No. 15, pp. 61–75.
- [Sakao 2009] Sakao, T., Panshef, V., and Dörsam, E. (2009) Addressing Uncertainty of PSS for Value-Chain Oriented Service Development, In Sakao, T. and Lindahl, M. (eds.) *Introduction to Product/Service-System Design*, Chapter 7, pp. 137–157, Springer London.
- [Shankar 2009] Shankar, V., Berry, L.L., and Dotzel, T. (2009) A Practical Guide to Combining Products and Services. *Harvard Business Review*, Vol. 87, No. 11, pp. 94–99.
- [Shimomura 2008] Shimomura, Y., Hara, T., and Arai, T. (2008) A Service Evaluation Method using Mathematical Methodologies. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, Vol. 57, No. 1, pp. 437–440.

- 
- [Shimomura 2009] Shimomura, Y., Hara, T., and Arai, T. (2009) A unified representation scheme for effective PSS development. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, Vol. 58, No. 1, pp. 379–382.
- [Shehab 2011] Shehab, E., Tiwari, A., Annamalai, G.V.A., Lightfoot, H., and Roy, R. (2011) *Industrial Product-Service Systems (IPS<sup>2</sup>): Think Tank*. Decision Engineering Report Series, Cranfield University, Bedford, UK.
- [Sterman 2000] Sterman, J.D. (2000) *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*, McGraw-Hill.
- [Sundin 2005] Sundin, E. and Bert B. (2005) Making functional sales environmentally and economically beneficial through product remanufacturing. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 13, No. 9, pp. 913–925.
- [Tan 2010a] Tan, A.R., Matzen, D., McAlloone, T.C., and Evans, S. (2010) Strategies for designing and developing services for manufacturing firms. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, Vol. 3, No. 2, pp. 90–97.
- [Tan 2010b] Tan, A.R. (2010) *Service-oriented product development strategies*. Ph.D. Thesis, Technical University of Denmark, Denmark.
- [Tischner 2002] Tischner, U., Verkuijl, M., and Tukker, A. (2002) *First Draft PSS Review*. SusProNet Report.
- [Tukker 2004] Tukker, A. (2004) Eight Types of Product-Service System: Eight Ways to Sustainability? Experience from Suspronet. *Business Strategy and the Environment*, Vol. 13, pp. 246–260.
- [Tukker 2006] Tukker, A. and Tischner, H. (2006) *New Business for Old Europe*. Greenleaf Publishing, Sheffield, UK.
- [Uchihira 2008] Uchihira, N., Kyoya, Y., Kim, S. K., Maeda, K., Ozawa, M., and Ishii, K. (2008) Analysis and Design Methodology for Recognizing Opportunities and Difficulties for Product-based Services. *Journal of Information Processing*, Vol. 16, 13–26.

- [Vandermerwe 2000] Vandermerwe, S. (2000) How Increasing Value to Customers Improves Business Results. *Sloan Management Review*, Vol. 42, Fall, pp. 27–37.
- [Vargo 2004] Vargo, S.L. and Lusch, R.F. (2004) Evolving to a New Dominant Logic for Marketing. *Journal of Marketing*, Vol. 68, No. 1, pp. 1–17.
- [Vargo 2008] Vargo, S.L., Maglio, P.P., and Akaka, M.A. (2008) On value and value co-creation: A service systems and service logic perspective. *European Management Journal*, Vol. 26, No. 3, pp. 145–152.
- [Vasantha 2012] Vasantha, G.V.A., Roy, R., Lelah, A., and Brissaud, D. (2012) A Review of Product-Service Systems Design Methodologies. *Journal of Engineering Design*, Vol. 23, No. 9, pp. 635–659.
- [Verhaegen 2013] Verhaegen, P.-A., Vandevenne, D., Peeters, J., and Duflou, J.R. (2013) Refinements to the variety metric for idea evaluation. *Design Studies*, Vol. 34, No. 2, pp. 243–263.
- [Wiesner 2013] Wiesner, S., Winkler, M., Eschenbächer, J., and Thoben, K.D. (2013) Strategies for extended product business models in manufacturing service ecosystems. In Meier, H. (ed.), *Product-Service Integration for Sustainable Solutions*, pp. 239–250, Springer Berlin Heidelberg.
- [Zaina 2015] Zaina, L.A.M. and Álvaro, A. (2015) A design methodology for user-centered innovation in the software development area. *The Journal of Systems and Software*, Vol. 110, pp. 155–177.

## 日本語文献

- [赤坂 2010] 赤坂文弥, 木見田康治, 下村芳樹 (2010) 企業間サービス設計のための顧客要求価値の表現・分析ツールの開発. 日本機械学会論文集 C 編, Vol. 76, No. 771, pp. 2782-2790.
- [赤坂 2014] 赤坂文弥 (2014) 製品サービスシステムの実現構造設計方法論, 博士論文, 首都大学東京.
- [井口 2008] 井口嘉則, 稲垣淳一郎 (2008) 中期経営計画の立て方・使い方, かんき出版.
- [井上 2010] 井上崇通, 村松潤一 (2010) サービス・ドミナント・ロジックマーケティング研究への新たな視座, 同文館出版.
- [上田 2007] 上田完次 (2007) 創発とシンセシス—人工物デザインから価値共創へ—. 日本設計工学会誌, Vol. 42, No. 10, pp. 574-580.
- [上田 2014] 上田完次 (2014) 人工物と価値の共創—インタラクティブ・ソサイエティの時代のドミナント・ロジック—. 設計工学, Vol. 49, No. 7, pp. 319-327.
- [内平 2009] 内平直志, 小林英樹, 中根林太郎 (2009) 製造業のサービス事業化の課題と設計支援技術. 精密工学会誌, Vol. 75, No. 4, pp. 471-474.
- [梅田 1997] 梅田靖, 富山哲男, 吉川弘之 (1997) 機能設計支援のためのFBSモデリングの提案. 精密工学会誌, Vol. 63, No. 6, pp. 795-800.
- [梅田 2004] 梅田靖, 近藤伸亮 (2004) アップグレード設計方法論. 廃棄物学会誌, Vol. 15, No. 3, pp. 141-148.
- [岡谷 2003] 岡谷大, 尾関周二 (2003) ターミノロジー学の理論と応用, 東大出版会.
- [大津 2009] 大津亘 (2009) 中小企業に役立つ FMEA 実践ガイド, 日本規格協会, 2009.

- [上岡 2003] 上岡英史 (2003) コンテクストアウェアネスを用いたアプリケーションの研究動向. 情報処理, Vol. 44, No.3, pp. 265-269.
- [川口 2013] 川口盛之助 (2013) メガトレンド 2014-2023. 日経 BP 社.
- [河原 1996] 河原修一 (1996) コンテキストの構造と分類, 金沢大学国語国文, Vol. 20, pp. 15-31.
- [木下 2009] 木下裕介, 山崎泰寛, 水野有智, 福重真一, 梅田靖 (2009) 持続可能な製造業の実現に向けた持続可能社会シナリオシミュレータの開発(第 1 報)—構造的なシナリオ記述に基づく論理構造の分析—. 精密工学会誌, Vol. 75, No. 8, pp. 1029-1035.
- [経済産業省 2012] 経済産業省 (2012) 2012 年版ものづくり白書.
- [経済産業省 2015] 経済産業省 (2015) 2015 年版ものづくり白書.
- [研究開発戦略センタ 2015] 研究開発戦略センタ (2015) 研究開発の俯瞰報告書—システム科学技術分野 (2015 年) .
- [国土交通省 2015] 国土交通省 (2015) 自動運転を巡る国際的動向.
- [小林 2014] 小林潔司, 原良憲, 山内裕 (2014) 日本型クリエイティブ・サービスの時代 「おもてなし」への科学的接近, 日本評論社.
- [坂尾 2013] 坂尾知彦 (2013) 製造業者にとって Product/Service System とは何を意味するのか. 経営システム, Vol. 23, No. 2, pp. 73-79.
- [佐藤 2011] 佐藤浩一郎, 高野修治, 松岡由幸 (2011) タイムアクシス・デザインと価値成長デザインモデル. 第 4 回横幹連合コンファレンス予稿集, 1A2-1.
- [産業競争力懇談会 2013] 産業競争力懇談会 (2013) コトづくりからものづくりへ.
- [下村 2003] 下村芳樹, 内田誠, 原辰徳, 渡辺健太郎, 坂尾知彦, 新井民夫 (2003) サービス工学に基づくサービス CAD システムの構築 (第 4 報) -フロー型モデルによるサービス構造表現-. 2003 年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, pp. 37.



- [下村 2005] 下村芳樹, 原辰徳, 渡辺健太郎, 坂尾知彦, 新井民夫, 富山哲男 (2005) サービス工学の提案 -第 1 報, サービス工学のためのサービスのモデル化技法-. 日本機械学会論文集 C 編, Vol. 71, No. 702, pp. 315–322.
- [下村 2006] 下村芳樹, 近藤伸亮, 梅田靖 (2006) アップグレード製品設計のためのアップグレード計画構成手法の提案. 日本機械学会論文集 (C 編) , Vol. 72, No. 713, pp. 282–289.
- [下村 2008] 下村芳樹, 新井民夫 (2008) サービス工学におけるオントロジー中心設計の展開. 特集・サービスイノベーションと AI その 2, 人工知能学会誌, Vol. 23, No. 6, pp. 721–727.
- [武田 1991] 武田英明, 富山哲男, 吉川弘之 (1991) 知的 CAD の開発のための設計過程の分析と論理による形式化. 精密工学会誌, Vol. 57, No. 6, pp. 115–120.
- [武田 1994] 武田英明, 富山哲男, 吉川弘之 (1994) 実験的手法に基づく設計知識とその利用に関する分析. 精密工学会誌, Vol. 60, No. 3, pp. 422–426.
- [戸田 2015] 戸田敬介, 神谷慶, 佐藤浩一郎, 西村秀和, 松岡由幸, 古郡了 (2015) 価値成長を実現するモビリティシステムのタイムアクシスデザイン, 日本機械学会第 25 回設計工学・システム部門講演会講演論文集, No. 15–23, CD-ROM.
- [中島 2008] 中島秀之, 諏訪正樹, 藤井晴行 (2008) 構成的情報学の方法論からみたイノベーション. 情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 4, pp. 1508–1514.
- [中島 2014] 中島秀之, 平田圭二 (2014) 価値共創とは何のことか—FNS によるサービスの定式化. サービス学会第 2 回国内大会講演論文集, pp. 32–39.
- [原 2008] 原辰徳, 新井民夫, 下村芳樹 (2008) サービス工学の提案 - 第 3 報, サービス活動の導入による機能・属性表現の統合-. 日本機械学会論文集 C 編, Vol. 74, No. 745, pp. 2321–2330.

- [原田 2007] 原田保 (2007) コンテキストドリブン・ビジネスモデルの基本概念. 小松陽一, 原田保, 遠山暁 (編) 組織コンテキストの再編成—Contextual Design. 中央経済社.
- [原田 2012] 原田保, 高井透, 三浦俊彦 (2012) コンテキストデザイン戦略—価値発現のための理論と実践, 戦略研究学会(編), 芙蓉書房出版.
- [藤川 2012a] 藤川佳則 (2012) 製造業の製造業のサービス化「サービス・ドミナント・ロジック」による考察. *Panasonic Technical Journal*, Vol. 58, No. 3, pp. 168–173.
- [藤川 2012b] 藤川佳則, 阿久津聡, 小野譲司 (2012) 文脈視点による価値共創経営: 事後創発的ダイナミックプロセスモデルの構築に向けて. *組織科学*, Vol. 46, No. 2, pp. 38–52.
- [藤田 2002] 藤田喜久雄 (2002) 製品系列統合化設計における最適性と最適化法に関する研究: 第1報, 最適化問題の構造と様相, *日本機械学会論文集 C 編*, Vol. 68, No. 666, pp. 675–682.
- [松岡 2012] 松岡由幸 (2012) タイムアクシス・デザインの時代—世界—やさしい国のモノ・コトづくり, 丸善出版.
- [水野 2012] 水野有智, 木下裕介, 和田春菜, 福重真一, 梅田靖 (2012) 持続可能な製造業の実現に向けた持続可能社会シナリオシミュレータの開発(第3報)—フォアキャスト型シナリオ設計支援手法—. *精密工学会誌*, Vol. 78, No. 9, pp. 798–804.
- [水野 2013] 水野有智 (2013) 持続可能社会シナリオの設計支援方法論の研究, 博士論文, 大阪大学.
- [溝口 2004] 溝口理一郎 (2004) オントロジー工学, オーム社.
- [森川 2005] 森川博之, 南正輝 (2005) 実空間指向ユビキタスネットワーク. *信学論 (B)*, Vol. J88-B, No. 11, pp. 2137–2146.
- [安岡 2013] 安岡美佳 (2013) デザイン思考—北欧の研究と実践, *IntelPlace*, No. 118, pp. 41–51.

- 
- [吉岡 2001] 吉岡真治, 富山哲男 (2001) 設計対象知識操作論. 精密工学会誌, Vol. 67, No. 9, pp. 1490–1496.
- [吉川 1978] 吉川弘之 (1978) 一般設計学序説—一般設計学のための公理的方法—. 精密機械, Vol. 45, No. 8, pp. 20–26.
- [吉川 2000] 吉川弘之, 富山哲男 (2000) 設計学 - ものづくりの理論 -, 放送大学教育振興会.
- [和田 2013] 和田春菜, 木下裕介, 水野有智, 福重真一, 梅田靖 (2013) 持続可能社会に向けたバックキャスト型シナリオ作成手法の提案, 日本機械学会論文集 C 編, Vol. 79, No. 799, pp. 845–857.

## Web

- [岸本 2013] 岸本義之 (2013) 日本的な中期計画の限界, ハーバード・ビジネス・レビュー, WEB 記事 <[www.dhbr.net/articles/-/2127](http://www.dhbr.net/articles/-/2127)>, (accessed 2016-2-22)
- [日立製作所] 日立製作所, 25 のきざし (on line). <[www.hitachi.co.jp/design/25future/](http://www.hitachi.co.jp/design/25future/)>, (accessed 2016-2-22).
- [Apple] Apple Home. (on line), <[www.apple.com/jp/](http://www.apple.com/jp/)>, (accessed 2016-2-22)
- [GE] GE Home. (on line), <[www.ge.com/](http://www.ge.com/)> (accessed 2016-2-22)
- [KOMTRAX] KOMTRAX. (on line), <[www.komatsu-kenki.co.jp/service/product/komtrax/](http://www.komatsu-kenki.co.jp/service/product/komtrax/)>, (accessed 2016-2-22)
- [Nike] Nike Home. (on line), <[www.nike.com/jp/ja\\_jp/](http://www.nike.com/jp/ja_jp/)>, (accessed 2016-2-22)
- [Nike+] Nike+ Home. (on line), <[nikeplus.nike.com/plus/](http://nikeplus.nike.com/plus/)>, (accessed 2016-2-22)
- [Rolls Royce] Rolls-Royce Home. (on line), <[www.rolls-royce.com/](http://www.rolls-royce.com/)>, (accessed 2016-2-22)

# 研究業績

## 学術論文 (査読あり)

- [1] 赤坂文弥, **根本裕太郎**, 木見田康治, 下村芳樹 (2011) 機能の入出力表現に基づくサービスの設計知識管理手法. 精密工学会誌, Vol.77, No.11, pp. 1050-1056.
- [2] **Nemoto, Y.**, Akasaka, F., Chiba, R., and Shimomura, Y. (2012) Establishment of a Function Embodiment Knowledge Base for Supporting Service Design. Science China Information Sciences, Special Focus on: Geometry Computing and Digital Media Processing, Springer, Vol. 55, No. 5, pp. 1008–1018.
- [3] Akasaka, F., **Nemoto, Y.**, Kimita K., and Shimomura, Y. (2012) Development of a Knowledge-Based Design Support System for Product-Service Systems. Computers in Industry, Special Issue on: Product Service System Engineering - From Theory to Industrial Applications, Elsevier, Vol. 63, No. 4, pp. 309–318.
- [4] Akasaka, F., **Nemoto, Y.**, Chiba, R., and Shimomura Y. (2012) Development of PSS Design Support System: Knowledge-based Design Support and Qualitative Evaluation. Procedia CIRP, Vol. 3, pp. 239–244.
- [5] Shimomura, Y., Kimita, K., Tateyama, T., Akasaka, F., and **Nemoto, Y.** (2013) A method for human resource evaluation to realize high-quality PSSs. CIRP Annals -Manufacturing Technology, Vol. 62, Issue 1, pp. 471–474.
- [6] Fujita, K., Akasaka, F., Kimita, K., **Nemoto, Y.**, Kurita, Y., and Shimomura, Y. (2013) Supporting Idea Generation in Business Design in Manufacturing Industries, International Journal of CAD/CAM, Vol.13, No.2, pp. 63–71, Paper Number 6(Online).
- [7] Shimomura, Y., **Nemoto, Y.**, Akasaka, F., and Kimita, K. (2013) A Method for Negotiating Various Customer Requirements for Public Service Design. Axioms, Special issue on Axioms of Decision Support System, Vol. 3, No. 1, pp. 1–9.
- [8] **Nemoto, Y.**, Uei, K., Mizoguchi, S., and Shimomura, Y. (2014) Strategic Thinking in EDIPS: Edutainment for Designing Product-Service Systems. Procedia CIRP, Vol. 16, pp. 92–97.
- [9] Shimomura, Y., **Nemoto, Y.**, Akasaka, F., Chiba, R., and Kimita, K. (2014) A Method for Designing Customer-Oriented Demand Response Aggregation Service. CIRP Annals -Manufacturing Technology, Vol. 63, Issue 1, pp. 413–416.
- [10] **Nemoto, Y.**, Akasaka, F., and Shimomura, Y. (2015) A Framework for Managing and Utilizing Product-Service System Design Knowledge, Production Planning & Control (Online), Taylor & Francis.
- [11] **Nemoto, Y.**, Uei, K., Sato, K., and Shimomura, Y. (2015) A Context-Based Requirements Analysis Method for PSS Design. Procedia CIRP, Vol. 30, pp. 42–47.
- [12] Muto, K., **Nemoto, Y.**, Kimita, K., and Shimomura, Y. (2015) A Guideline for Product-Service-Systems Design Process. Procedia CIRP, Vol. 30, pp. 60–65.

- [13] Shimomura, Y., **Nemoto, Y.**, and Kimita, K. (2015) A Method for Analysing Conceptual Design Process of Product-Service Systems. CIRP Annals -Manufacturing Technology, Vol. 64, Issue 1, pp. 145–148.

## 国際会議 (口頭発表・査読あり)

- [1] **Nemoto, Y.**, Akasaka, F., Chiba, R., and Shimomura, Y. (2011) Establishment of a Function Embodiment Knowledge Base for Supporting Service Design. In Proceedings of 2011 Asian Conference on Design and Digital Engineering - ACDDE 2011 -, Vol.1, pp.48–53, Shanghai, China.
- [2] **Nemoto, Y.**, Akasaka, F., and Shimomura, Y. (2012) Development of a System for Knowledge-Based Product-Service System Design Support. In Proceeding of the 12th International Design Conference - DESIGN 2012 -, pp. 259–268, The Design Society, Dubrovnik, Croatia.
- [3] Akasaka, F., **Nemoto, Y.**, Chiba, R., and Shimomura, Y. (2012) Development of PSS Design Support System: Knowledge-based Design Support and Qualitative Evaluation. In Proceedings of the 45th CIRP Conference on Manufacturing Systems, pp. 271–278, CIRP, Athens, Greece.
- [4] **Nemoto, Y.**, Akasaka, F., and Shimomura, Y. (2012) A Knowledge-Based Design Support Method for Product-Service Contents Design. In Proceedings of CIRP, IPS<sup>2</sup> Conference 2012, pp. 49–54, CIRP, Tokyo, Japan.
- [5] Akasaka, F., Nguyen, N.H., **Nemoto, Y.**, Lenz, B., Shimomura, Y., and Stark, R. (2012) Adaptation of the Service Self Checklist for Industrial Product-Service Systems. In Proceedings of CIRP, IPS<sup>2</sup> Conference 2012, pp. 499–504, CIRP, Tokyo, Japan.
- [6] Fujita, K., Akasaka, F., Kimita, K., **Nemoto, Y.**, Kurita, Y., and Shimomura, Y. (2012) Supporting Idea Generation in Business Design in Manufacturing Industries. In Proceedings of 2012 Asian Conference on Design and Digital Engineering - ACDDE 2012 -, Vol. 1, Niseko, Japan.
- [7] **Nemoto, Y.**, Akasaka, F., and Shimomura, Y. (2013) Knowledge-Based Design Support System for Conceptual Design of Product-Service Systems. In Proceedings of CIRP, IPS<sup>2</sup> Conference 2013, pp. 41–52, CIRP, Bochum, Germany.
- [8] Akasaka, F., **Nemoto, Y.**, and Shimomura, Y. (2013) Product-Service Systems Design focusing on System Aspect: Total Value Creation for Various Stakeholders. In Proceedings of CIRP, IPS<sup>2</sup> Conference 2013, pp. 371–382, CIRP, Bochum, Germany.
- [9] **Nemoto, Y.**, Akasaka, F., and Shimomura, Y. (2013) Model-based Framework for Management of PSS Design Knowledge. In Proceedings of the 22nd International Conference on Engineering Design - ICED 13 -, The Design Society, Seoul, Korea.

- [10] **Nemoto, Y.**, Akasaka, F., and Shimomura, Y. (2013) A Knowledge Management Method for Supporting Conceptual Design of Product-Service Systems. In Proceedings of the 2013 International Design Engineering Technical Conference - IDETC 2013 -, CD-ROM, The American Society for Mechanical Engineering (ASME), Portland, U.S.A.
- [11] Uei, K., **Nemoto, Y.**, and Shimomura, Y. (2013) EDIPS: Effective and Enjoyable Product-Service System Design Education through Active Thinking. In Proceedings of the 1st International Conference on Serviceology - ICServ 2013 -, CD-ROM, The Society for Serviceology, Tokyo, Japan.
- [12] Uei, K., Fujiwara, T., **Nemoto, Y.**, and Shimomura, Y. (2014) Learning Effect Evaluation of an Educational Tool for Product-Service System Design. In Proceeding of the 13th International Design Conference - DESIGN 2014 -, pp. 1431–1440, The Design Society, Dubrovnik, Croatia.
- [13] Uei, K., Fujiwara, T., Kazawa, A., **Nemoto, Y.**, Kimita, K., and Shimomura, Y. (2014) Learning Effect Evaluation of an Educational Tool for Product-Service System Design Based on a Viewpoint of Learner. In Proceedings of HCI International 2014, pp. 643–652, Creta, Greece.
- [14] Kimita, K., **Nemoto, Y.**, and Shimomura, Y. (2014) Application of a Requirement Analysis Template to Lectures in a Higher Education Institution. In Proceedings of HCI International 2014, pp. 594–601, Creta, Greece.
- [15] Kawase, K., Shindo, J., **Nemoto, Y.**, Akasaka, F., and Shimomura, Y. (2014) A Method for Visualizing Service Values Using Monte Carlo Simulation. In Proceedings of 15th International Conference on Precision Engineering - ICPE 2014 -, pp. 317-320, The Japan Society of Precision Engineering, Ishikawa, Japan.
- [16] **Nemoto, Y.**, Uei, K., Kimita, K., Ishii, T., and Shimomura, Y. (2014) A Conceptual Model of Co-Growth of Provider and Receiver towards Value Co-Creative Service. In Proceedings of the 2nd International Conference on Serviceology - ICServ 2014 -, pp. 124–126, The Society for Serviceology, Kanagawa, Japan.
- [17] Kimita, K., **Nemoto, Y.**, and Shimomura, Y. (2014) Value Analysis Method for Learner Centered Instructional Design. In Proceedings of the 2nd International Conference on Serviceology - ICServ 2014 -, pp. 143–144, The Society for Serviceology, Kanagawa, Japan.
- [18] Mizoguchi, S., Ishii, T., **Nemoto, Y.**, Kaneda, M., Bando, A., Nakamura, T., and Shimomura, Y. (2015) A Method for Supporting Customer Model Construction Using a Topic Model for Public Service Design. In Proceedings of the 3rd International Conference on Serviceology - ICServ 2015 -, CD-ROM, The Society for Serviceology, San Jose, U.S.A.
- [19] Tanaka, H., Noto, Y., **Nemoto, Y.** and Shimomura, Y. (2015) A Method for Visualizing Product-Service System Design Process. In Proceedings of the 3rd International Conference on Serviceology - ICServ 2015 -, CD-ROM, The Society for Serviceology, San Jose, U.S.A.



- 
- [20] Mizuno, M., Toya, K., Ozawa, K., **Nemoto, Y.**, Arai, K., Oura, K., Ishii, A., and Ohnishi, T. (2015) The Moment When Every Stakeholder Becomes Happier: A Case of a Regional B2B Financial Service. In Proceedings of the 3rd International Conference on Serviceology - ICServ 2015 -, CD-ROM, The Society for Serviceology, San Jose, U.S.A.
- [21] Mizuno, M., Toya, K., Ozawa, K., **Nemoto, Y.**, Arai, K., Oura, K., Ishii, A., and Ohnishi, T. (2015) Quantifying the Impact of Contagion of Customer (Dis-) Satisfaction: An Agent-Based Approach for a B2B Financial Service. In Proceedings of the 24th Annual Frontiers in Service Conference, CD-ROM, San Jose, U.S.A.
- [22] Kimita, K., Muto, K., Mizoguchi, S., **Nemoto, Y.**, Ishii, T., and Shimomura, Y. (2015) Learning State Model for Value Co-Creative Education Services. In Proceedings of HCI International 2015, pp. 341–349, Los Angeles, U.S.A.
- [23] Muramatsu, K., Kimita, K., Ishii, T., **Nemoto, Y.**, Tanaka, E., Watanuki, K., Matsui, T., and Shimomura, Y. (2015) Ontological Descriptions of Receiver States for Sharing Knowledge in Learning Service Design. In Proceedings of 2015 International Design and Concurrent Engineering Conference - iDECON 2015 -, CD-ROM, Tokushima, Japan.
- [24] Kimita, K., **Nemoto, Y.**, and Shimomura, Y. (2015) A Method for PSS Business Planning Based on Life Cycle Cost Assessment. In Proceedings of 2015 Asian Conference on Design and Digital Engineering (ACDDE 2015), Vol.1, CD-ROM, Fukuoka, Japan.
- [25] Noto, Y., Muto, K., **Nemoto, Y.**, Sato, K., and Shimomura, Y. (2015) A Framework for Customer Goal Modelling Considering Value-in-Context. In Proceedings of 2015 Asian Conference on Design and Digital Engineering (ACDDE 2015), Vol.1, CD-ROM, Fukuoka, Japan.

## 国際会議 (ポスター発表・査読あり)

- [1] **Nemoto, Y.**, Uei, K., Tanaka, H., Akasaka, F., Kimita, K., Sato, K., and Shimomura, Y. (2014) Visualizing Common and Collision Requirements of Multiple Stakeholders for Service Improvement. In Proceedings of 15th International Conference on Precision Engineering - ICPE2014 -, pp. 843–844, The Japan Society of Precision Engineering, Ishikawa, Japan.

## 国内学会（筆頭著者 あるいは 本論文に直接関連するもののみ）

- [1] **根本裕太郎**, 山田恭裕, 赤坂文弥, 下村芳樹 (2011) サービス工学に基づくサービス CAD システムの構築 (第 98 報) -サービス設計支援のための機能の実体化に関する知識ベースの構築. 2011 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, pp. 569-570.
- [2] **根本裕太郎**, 山田恭裕, 赤坂文弥, 下村芳樹 (2011) サービス設計カタログを用いたサービス設計支援手法. 2011 年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, pp. 93-94.
- [3] **根本裕太郎**, 山田恭裕, 赤坂文弥, 下村芳樹 (2011) サービス機能の実体化に関する設計知識ベースに基づくサービス設計支援手法. 日本機械学会第 21 回設計工学・システム部門講演会講演論文集, No. 11-23, pp. 118-122.
- [4] **根本裕太郎**, 赤坂文弥, 下村芳樹 (2012) 製造業のサービス指向型ビジネス構築のためのサービスコンテンツ設計支援手法. 2012 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, pp. 747-748.
- [5] **根本裕太郎**, 赤坂文弥, 下村芳樹 (2012) 事例知識を用いた製品サービスシステムの概念設計支援手法, 2012 年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, CD-ROM, pp. 237-238.
- [6] **根本裕太郎**, 赤坂文弥, 下村芳樹 (2012) 製品サービスシステム設計支援のための設計知識管理手法. 日本機械学会第 22 回設計工学・システム部門講演会講演論文集, No. 12-17, pp. 727-734.
- [7] **根本裕太郎**, 赤坂文弥, 下村芳樹 (2013) 設計知識管理による製品サービスシステム設計支援手法, 2013 年度サービス学会第 1 回国内大会講演論文集, pp. 160-163.
- [8] **根本裕太郎**, 植井健太郎, 栗田雄介, 赤坂文弥, 木見田康治, 佐藤啓太, 下村芳樹 (2013) サービス改善のための複数ステークホルダの要求価値の可視化手法, 2013 年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, pp. 689-670.
- [9] **根本裕太郎**, 植井健太郎, 栗田雄介, 赤坂文弥, 木見田康治, 佐藤啓太, 下村芳樹 (2013) 多様なステークホルダの要求分析に基づくサービス提供戦略の設計手法. 日本機械学会第 23 回設計工学・システム部門講演会講演論文集, No. 13-22, CD-ROM.
- [10] **根本裕太郎**, 植井健太郎, 溝口哲史, 木見田康治, 下村芳樹 (2014) Product-Service System の理念教育ツールの開発と評価, 2014 年度サービス学会第 2 回国内大会講演論文集, pp. 171-174.
- [11] **根本裕太郎**, 植井健太郎, 石井隆稔, 木見田康治, 下村芳樹 (2014) コンピテンシー・リテラシー概念に基づくサービスの価値共創モデル, 2014 年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, pp. 639-640.

- [12] **根本裕太郎**, 植井健太郎, 木見田康治, 佐藤啓太, 下村芳樹 (2014) 製品サービスシステムの成長シナリオモデルの提案. 日本機械学会第 24 回設計工学・システム部門講演会講演論文集, No. 14-27.
- [13] **根本裕太郎**, 植井健太郎, 下村芳樹 (2014) 製品使用コンテキストのモデル化による製品サービスシステム設計手法. Design シンポジウム 2014 講演論文集, pp. 526-530.
- [14] **根本裕太郎**, 植井健太郎, 佐藤啓太, 下村芳樹 (2015) マルチコンテキストを考慮した顧客ゴールモデルの提案, 2015 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, pp. 667-668.
- [15] 植井健太郎, **根本裕太郎**, 佐藤啓太, 下村芳樹 (2015) 製品サービスシステム設計のための顧客コンテキスト抽出手法, 2015 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, pp. 665-666
- [16] **根本裕太郎**, 植井健太郎, 佐藤啓太, 下村芳樹 (2015) 文脈価値に基づく製品サービスシステム設計手法, サービス学会第 3 回国内大会講演論文集, pp. 319-322.
- [17] **根本裕太郎**, 下村芳樹 (2015) サービスにおける文脈価値の共創と設計のための理論的枠組み, 2015 年度精密工学会秋季大会学術講演会論文集, pp. 667-668.
- [18] **根本裕太郎**, 能登裕一, 下村芳樹 (2015) 長期的視座に基づく製品サービスシステムの設計手法, 日本機械学会第 25 回設計工学・システム部門講演会講演論文集, No. 15-23, CD-ROM.

## 招待講演

- [1] Shimomura, Y., **Nemoto, Y.**, and Kimita, K. (2014) State-of-Art Product-Service Systems in Japan - The Latest Japanese Product-Service Systems Developments. In Proceedings of CIRP, IPS<sup>2</sup> Conference 2014, USB, CIRP, Windsor, Canada, 2014.

## 研究会・ワークショップ等

- [1] Kawase, K., **Nemoto, Y.**, Akasaka, F., and Shimomura, Y. (2013) Product Service Systems Design Focusing on System Aspect: Total Value Creation for Various Stakeholders. In the 13th Design Engineering Workshop - DEWS2013 -, Fukuoka, Japan.
- [2] Toya, K., Ozawa, K., Arai, K., and **Nemoto, Y.** (2014) Three dimension model of value co-creation. In the International Service Research Conference AMA SERVSIG 2014, Thessaloniki, Greece, 2014.

- [3] Mizuno, M., Toya, K., Ozawa, K., **Nemoto, Y.**, Arai, K., Oura, K., Ishii, A., and Ohnishi, T. (2014) Simulating Value Co-Creation in B2B Financial Service: An Application of Empirical Agent-Based Modeling. In the 5th Summer School of the European Social Simulation Association (ESSA), Barcelona, Spain.

## 受賞等

- [1] 2013年5月1日：サービス学会 第1回国内大会 Best Presentation Award（学生部門）「設計知識管理による製品サービスシステム設計支援手法」.

# 付録

Table A1 本論文における主な専門用語一覧（五十音順）

用語	説明
イベント	【本研究】 トランジションアジェンダモデルで用いるノードの一種であり、状態を遷移させる、あるいはプラットフォームを移行させるための手段。行動を表す能動的イベントと、変動を表す受動的イベントに分類される。
価値	【本研究】 主体にとっての便益
価値提案	価値は顧客が判断するため、企業側が「提供」することはできず、「提案」することしかできないという考え方から、価値提供に代わる語として用いられる。
コア製品	製品サービスシステム（PSS）において中心的役割を担う製品。
交換価値	企業と顧客との間における財の交換時のレートとして測定できる価値
行動	【本研究】 ある主体の内省に基づく行為であり、コンテキストを形成する場や自身の認知、コンテンツに作用し変化をもたらす。
コンテキスト	【本研究】 コンテキストとは、場の構成要素やそれらの間の関係に対するある主体の認知である。ただし、ここでの場には認知する主体自身も含まれる。
コンテンツ	【本研究】 価値に直接的に影響する機能。
サービス	【本研究】 行為的製品のこと。
サービス・ドミナント・ロジック（SDL）	サービスを中心とした経済的活動の支配論理。SDLは、VargoとLuschにより2004年に提唱され、マーケティング研究に大きなインパクトを与えた[Vargo 2004]。
シナリオ	将来に関する叙述的な記述と現在を一連の因果関係によって関係づけたもの
使用価値	企業や顧客がそれらの財を使用することを通じて引き出す価値
社会技術システム	技術的な機能と社会的な機能の双方を含むシステムの総称。ソシオテクニカルシステムとも。
製造業のサービス化	製造業企業における事業の中心が、製品の製造・販売を主軸としたものから、製品を介したサービス提供を主軸としたものに移行すること。

表中の【本研究】という記述は、本研究における定義や取組が記されている箇所。

Table A1 本論文における主な専門用語一覧（五十音順・続き）

用語	説明
製品サービスシステム (PSS)	製品とサービスの統合により価値を提供するシステム。 【本研究】PSSとは、製品とサービスの統合により高い価値を実現することを目的として設計された社会技術システムである。ただし、ここでの価値は、製品自体に埋め込まれる交換価値だけでなく文脈価値を重視する。
設計サイクル	「モデル化」→「シミュレーション（評価）」→「改善」のステップを何回も繰り返しながら、逐次的に設計解の質を向上していくプロセス。
タイムアクシス・デザイン	人工物（モノやサービス）の時間軸を設計することにより、新たな価値を創造するための設計理論・方法論であるとともに思想。松岡により提唱 [松岡 2012]。
トランジションアジェンダ	将来像の実現に向けた道筋や具体的手段を記した計画。 【本研究】トランジションアジェンダのモデリング手法を提案。
トランジション・マネジメント	社会技術システムの構造変化を管理することを目指す研究分野。
場	【本研究】無定義語で用いたが、製品サービスシステム (PSS) における場の構成要素として、ある時点における全主体とその属性、社会の属性を挙げ、それらの関係により場が規定されるとした。
PDCA サイクル	計画 (Plan)、実行 (Do)、評価 (Check)、改善 (Action) の4つのステップを繰り返すことで、事業計画を継続的に改善するプロセス。
ビジョン	対象とする事業や社会の将来像。 【本研究】PSSのビジョンをモデリングする手法を提案。
プラットフォーム	【本研究】トランジションアジェンダモデルで用いるノードの一種であり、同モデルにおける4つのレーンにおける状態遷移の基盤となる要素。
文脈価値	ある主体に特有のコンテキストの中で知覚される価値 【本研究】ある主体が、その時点のコンテキストに従って知覚する主観的かつ状況的な価値
変動	【本研究】主体の意図とは関係なく生じる事象であり、コンテキストを形成する場や、コンテンツに作用し変化をもたらす。

表中の【本研究】という記述は、本研究における定義や取組が記されている箇所。

Table A2 本研究で用いた記号定義の一覧

記号	定義
$A_U$	ある時点におけるあらゆる主体が内包する属性の全集合
$AC_{s,i,j}$	$t_i$ 時点から $t_j$ 時点にかけて、主体 $s$ が行う行動の集合
$AC_{S,T_D}$	時系列 $T_D$ における全共創主体 $S$ の行動すべての組
$AC_U$	あらゆる行動の全集合
$b, b'$	場の構成要素
$C_s$	ある時点における主体 $s$ にとってのコンテキスト
$C_{s,i}$	$t_i$ 時点における主体 $s$ にとってのコンテキスト
$CH_{i,j}$	$t_i$ 時点から $t_j$ 時点にかけて生じる変動の集合
$CH_{T_D}$	時系列 $T_D$ における変動すべての組
$CH_U$	あらゆる変動の全集合
$d_n$	設計者 ( $n$ は自然数)
$D$	設計者の集合, すなわち設計チーム
$E_U$	ある時点における環境の要素に関する全集合
$F$	ある時点における場
$O$	ある時点におけるコンテンツの集合
$O_i$	$t_i$ 時点におけるコンテンツの集合
$p$	主体の1つである提供者
$r$	主体の1つである受給者
$R$	ある時点における場の構成要素間の関係の集合
$s$	ある主体
$S$	PSSに参画し提供・受給主体として振る舞う主体(共創主体)すべて
$S_U$	ある時点におけるあらゆる主体の集合
$t$	ある時点
$t_i$	時系列 $T$ における $i$ 番目の時点
$T$	時点の集合, すなわち時系列
$T_D$	設計チームが定めた設計対象とする時系列
$V_s$	ある時点における主体 $s$ にとっての価値集合
$V_{s,i}$	$t_i$ 時点における主体 $s$ にとっての価値集合
$V_U$	あらゆる価値の全集合
$V_{s,i,j}^{GAP}$	主体 $s$ にとって、 $t_i$ 時点と $t_j$ 時点でギャップのある価値の組の集合