

ソフトウェア開発の取引構造（サプライチェーン）の 実態に関わる課題の調査報告書

平成 26 年 7 月 25 日

はじめに

IPA/SEC では、近年の製品・システムの高機能化・多機能化や製品・サービス等が相互接続されるシステム構築による新産業分野の進展に伴うソフトウェア開発における取引構造（サプライチェーン）の変化がもたらす課題を明らかにし、利用者の安心・安全に関わる信頼性確保の取組みに対する提言のための調査を行い、調査結果を報告書として取りまとめました。

本調査は、株式会社三菱総合研究所を請負先として、実施しました。

掲載されている会社名・製品名などは、各社の登録商標または商標です。

「ソフトウェア開発の取引構造（サプライチェーン）の実態に関わる課題の調査報告書」

2014年7月25日

独立行政法人情報処理推進機構

© Information-technology Promotion Agency, Japan. All Rights Reserved 2014

目次

1. 背景・目的	1
2. 調査概要	2
3. 海外における製品・システムの品質保証の仕組み・取組み等に関する調査	3
3.1. 品質保証に関する取組みの整理	3
3.2. 品質保証に関わる取組み事例	4
3.2.1. DNV GL グループ	5
3.2.2. TÜV Rheinland グループ	8
3.2.3. SGS グループ	11
3.2.4. TÜV SÜD グループ	12
3.3. サプライチェーンの具体的な事例	13
3.3.1. 事例1(自動車)	13
3.3.2. 事例2(鉄道)	16
3.4. 品質保証に関するヒアリング調査	19
3.4.1. 品質保証の取組み	19
3.4.2. 課題の整理	22
4. 日本国内におけるシステム構造と取引構造(サプライチェーン)に関する基礎調査	23
4.1. 従来型の産業分野に関する調査	23
4.1.1. 産業分野の選定	23
4.1.2. スマートフォン	25
4.1.3. ヘルスケア	34
4.1.4. サービスロボット	41
4.1.5. スマート家電	45
4.1.6. 自動車	52
4.1.7. 鉄道(運行管理系)	59
4.1.8. デジタル複合機	64
4.1.9. クラウドサービス	71
4.2. ポジション及びサプライチェーン類型化に関する整理	78
4.2.1. 取引構造におけるポジションの定義とポジション間の関係	78
4.2.2. サプライチェーンの類型化	80
4.2.3. 各類型に該当する産業分野の整理	86
4.2.4. サプライチェーンの変化に関する整理	95
4.3. 新しい産業分野に関する調査	97
4.3.1. スマートシティ実証実験	97
4.3.2. スマートハウス実証実験	107
4.3.3. 新しい産業分野におけるソフトウェア開発の課題と対策	112
5. 日本国内におけるソフトウェア開発の取引構造(サプライチェーン)に関する詳細調査	115
5.1. 調査方法	115
5.1.1. ヒアリング対象	115
5.1.2. ヒアリング調査項目	115
5.2. ヒアリング結果の整理	116
5.2.1. スマートフォン	116
5.2.2. ヘルスケア	119
5.2.3. サービスロボット	120
5.2.4. スマート家電	122
5.2.5. 自動車	125
5.2.6. 鉄道(運行管理系)	127
5.2.7. デジタル複合機	128
5.2.8. クラウドサービス	131

5.3. 分野全体の課題の総括	133
6. 分析とまとめ	135
6.1. 従来型産業分野の課題と対策	135
6.1.1. ポジション毎の課題と対策案の整理	135
6.1.2. サプライチェーンの変化に基づく課題と対策案の整理	137
6.2. 新しい産業分野で想定される課題と対策案	139
7. おわりに	140
謝辞	140

目次

図 2-1	調査の全体像と流れ	2
図 3-1	EU 指令に関する適合性評価の流れ	10
図 3-2	自動車のソフトウェア開発に関わるサプライチェーンの事例	15
図 3-3	サプライチェーン構造の特徴比較(日本 vs 欧州)	16
図 3-4	鉄道システムに関するサプライチェーンの事例	18
図 4-1	スマートフォンの典型的なシステム構成	25
図 4-2	Android のソフトウェア構成	28
図 4-3	携帯電話・スマートフォンのサプライチェーンと主な変革	33
図 4-4	薬事法管理区分	34
図 4-5	健康管理サービスのシステム構成例	35
図 4-6	サービスロボットのシステム構成例	42
図 4-7	エアコンのシステム構成例	46
図 4-8	スマート家電を中心としたスマートハウスにおけるシステム構成図の例	46
図 4-9	自動車の ECU	53
図 4-10	ECU のソフトウェア構成	53
図 4-11	次世代自動車における車載制御ソフトウェアの全体構成	55
図 4-12	自動車サプライチェーンの変化における課題について	57
図 4-13	ATOS の構成	60
図 4-14	RAMS 規格と信号分野の子規格との関係	63
図 4-15	デジタル複合機のシステム構成例	65
図 4-16	クラウドサービスのシステム構成	72
図 4-17	NIST Cloud Computing Reference Architecture	73
図 4-18	クラウド標準化に向けた検討領域と日米欧の関連標準化団体	76
図 4-19	ソフトウェアの提供形態の基本分類	78
図 4-20	サプライチェーン類型: 垂直統合型の典型的な取引関係図	82
図 4-21	サプライチェーン類型: 水平分業型(供給者仕様決定型)の典型的な取引関係図	83
図 4-22	サプライチェーン類型: 水平分業型(調達者仕様決定型)の典型的な取引関係図	84
図 4-23	サプライチェーン類型: ユーザ組合せ型の典型的な取引関係図	85
図 4-24	サプライチェーンの典型パターン(スマートフォン)と類型	86
図 4-25	サプライチェーンの典型パターン(ヘルスケア)と類型	87
図 4-26	サプライチェーンの典型パターン(サービスロボット)と類型	88
図 4-27	サプライチェーンの典型パターン(スマート家電)と類型	89
図 4-28	サプライチェーンの典型パターン(自動車)と類型	90
図 4-29	サプライチェーンの典型パターン(鉄道)と類型	91
図 4-30	サプライチェーンの典型パターン(デジタル複合機)と類型	93
図 4-31	サプライチェーンの典型パターン(クラウドサービス)と類型	94
図 4-32	サプライチェーンの変化の要点図示	96
図 4-33	YSCP の全体像	98
図 4-34	Smart Melit 交通部門における実証内容	101
図 4-35	けいはんなエコシティ実証実験の全体像	103
図 4-36	北九州スマートコミュニティ創造事業実証実験の全体像	105
図 4-37	福岡スマートハウス実証実験の全体像	108
図 4-38	横浜スマートセル実証実験の全体像	110
図 4-39	スマートコミュニティ、スマートシティ、スマートハウスなどの基本構成要素	112

図 4-40	各種機器の構成と各種ソフトウェアの提供元.....	112
図 4-41	MCU のソフトウェアの機能.....	113
図 4-42	複数の業種をまたいだ仕様設計.....	114
図 4-43	IT 融合するエネルギーシステムのためのモデルベース開発.....	114

表目次

表 3-1	欧州系企業の品質保証サービスの取組みの分類整理	4
表 3-2	調査対象一覧	5
表 3-3	IRIS 規格の構成(第 3 章 4,5,6 節)	7
表 3-4	自動車のソフトウェアに関わる主なシステム構成要素と提供ソフトウェア等	14
表 3-5	鉄道システムのシステム構成例と提供ソフトウェア等	17
表 4-1	調査対象分野	24
表 4-2	スマートフォンのシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別の関係	26
表 4-3	スマートフォンに関する機器以外のソフトウェアの例	28
表 4-4	役割と企業の例(スマートフォン)	29
表 4-5	主なオープン化の取組みの分類整理(スマートフォン)	30
表 4-6	ヘルスケアサービスのシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別の関係	36
表 4-7	役割と企業の例(ヘルスケア)	37
表 4-8	主な取組みの分類整理(ヘルスケア)	38
表 4-9	国際標準化の取組み	38
表 4-10	サービスロボットのシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別の関係	42
表 4-11	役割と企業の例(サービスロボット)	43
表 4-12	主な取組みの分類整理(サービスロボット)	43
表 4-13	RT ミドルウェアの実装例	44
表 4-14	各家電メーカーのスマート家電の事例	47
表 4-15	スマート家電のシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別の関係	48
表 4-16	役割と企業の整理(スマート家電)	48
表 4-17	主な取組みの分類整理(スマート家電)	49
表 4-18	検証環境の提供の事例	50
表 4-19	自動車の電子制御システムのカテゴリ	52
表 4-20	自動車のシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別の関係	54
表 4-21	役割と企業の例(自動車)	56
表 4-22	主な取組みの分類整理(自動車)	57
表 4-23	ATOS のシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別の関係	61
表 4-24	役割と企業の例(鉄道)	62
表 4-25	主な取組みの分類整理(鉄道)	62
表 4-26	デジタル複合機と連携するシステム構成要素	65
表 4-27	デジタル複合機のシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別の関係	66
表 4-28	役割と企業の例(デジタル複合機)	67
表 4-29	主な取組みの分類整理(デジタル複合機)	67
表 4-30	デジタル複合機と連携するアプリケーション開発支援の事例	69
表 4-31	クラウドサービスのシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別の関係	72
表 4-32	役割と企業の例(クラウドサービス)	74
表 4-33	主な取組みの分類整理(クラウドサービス)	75
表 4-34	クラウドにおける OSS の利用に関わる取組み	77
表 4-35	クラウドにおけるオープン化の推進(製品認証等)の事例	77
表 4-36	ポジション間の関係整理	79
表 4-37	サプライチェーンにおけるポジションの定義	80
表 4-38	サプライチェーン類型の一覧	81
表 4-39	図中記号のポジション(垂直統合型)	82
表 4-40	図中記号のポジション(供給者仕様決定型)	83

表 4-41	図中記号のポジション(調達者仕様決定型)	84
表 4-42	図中記号のポジション(ユーザ組合せ型)	85
表 4-43	スマートフォン分野における事業者とポジションの対応関係	86
表 4-44	ヘルスケア分野における事業者とポジションの対応関係	87
表 4-45	サービスロボット分野における事業者とポジションの対応関係	88
表 4-46	スマート家電分野における事業者とポジションの対応関係	89
表 4-47	自動車分野における事業者とポジションの対応関係	90
表 4-48	鉄道分野における事業者とポジションの対応関係	91
表 4-49	デジタル複合機分野における事業者とポジションの対応関係	92
表 4-50	クラウドサービス分野における事業者とポジションの対応関係	94
表 4-51	サプライチェーンの変化の分類と該当事例	95
表 4-52	YSCPにおける参加企業の役割	99
表 4-53	豊田市低炭素社会システム実証計画の参加企業の役割	102
表 4-54	けいはんなエコシティ次世代エネルギー・社会システム実証プロジェクト参加企業の役割	104
表 4-55	北九州スマートコミュニティ創造事業実証実験の参加企業の役割	106
表 4-56	福岡スマートハウスコンソーシアムの参加企業／研究団体の役割	109
表 4-57	横浜スマートセルの参加企業／研究団体の役割	111
表 5-1	スマートフォン分野の課題と対策(対策済みのもの)	116
表 5-2	スマートフォン分野の課題と対策(未対策のもの)	117
表 5-3	スマートフォン分野のオープン化に関する課題と対策	118
表 5-4	ヘルスケア分野の課題と対策(対策済みのもの)	119
表 5-5	ヘルスケア分野の課題と対策(未対策のもの)	119
表 5-6	ヘルスケア分野のオープン化に関する課題と対策	120
表 5-7	サービスロボット分野の課題と対策(対策済みのもの)	120
表 5-8	サービスロボット分野の課題と対策(未対策のもの)	121
表 5-9	サービスロボット分野のオープン化に関する課題と対策	121
表 5-10	スマート家電分野の課題と対策(対策済みのもの)	122
表 5-11	スマート家電分野の課題と対策(未対策のもの)	123
表 5-12	スマート家電分野のオープン化に関する課題と対策	124
表 5-13	自動車分野の課題と対策(対策済みのもの)	125
表 5-14	自動車分野の課題と対策(未対策のもの)	126
表 5-15	自動車分野のオープン化に関する課題と対策	127
表 5-16	鉄道分野の課題と対策(対策済みのもの)	127
表 5-17	鉄道分野の課題と対策(未対策のもの)	128
表 5-18	鉄道分野のオープン化に関する課題と対策	128
表 5-19	デジタル複合機分野の課題と対策(対策済みのもの)	129
表 5-20	デジタル複合機分野の課題と対策(未対策のもの)	129
表 5-21	デジタル複合機分野のオープン化に関する課題と対策	130
表 5-22	クラウドサービス分野の課題と対策(対策済みのもの)	131
表 5-23	クラウドサービス分野の課題と対策(未対策のもの)	131
表 5-24	クラウドサービス分野のオープン化に関する課題と対策	132
表 5-25	ヒアリング結果に基づく課題の分野全体の整理	133
表 6-1	ポジション毎の課題と対策案(発注側のポジションの課題)	136
表 6-2	ポジション毎の課題と対策案(受注側のポジションの課題)	137
表 6-3	従来型産業分野の課題と対策案	138
表 6-4	新しい産業分野におけるソフトウェア開発の課題と対策案の整理	139

1. 背景・目的

従来、日本の製品（サービスを含む）・システムは高品質であると言われてきた。自動車や家電機器といった従来型の産業分野においては、開発工程や製造工程で品質を意識したプロセスを確立し、利用者の利用形態までを含め、様々な観点での品質の作り込みが行われてきており、その努力によって利用者への安全・安心が確保されてきた。

近年、IT（Information Technology、情報技術）の重要性が高まり、製品・システムの高機能化・多機能化が加速し、製品・システムにおける機能の実現手段として重要な役割を担うソフトウェアも急速に大規模化・複雑化している。

これに対応するために、ソフトウェア開発の現場では、複数の事業者による分業化や、ソフトウェア部品・OSS（オープンソース・ソフトウェア）の導入等、開発や調達の手法も多様化しているが、その受発注の関係において品質に関連する課題が十分に改善できていないという例も少なくない。

最近では、製品・サービス等が相互に接続されるシステム（System of Systems、統合システム）が構築されることにより、既存の産業が変容したり、異業種が融合するなど、新たな産業分野が構成されつつある。例えば、家電製品や電気自動車等が相互に接続され、エネルギー利用の効率化のため連携して動作するスマートハウス、さらには、スマートハウス・交通システムが連携することでスマートコミュニティという新たな産業分野が出現している。

また、機器・システムの内部仕様にオープンなインタフェースを用いることで機器やシステムを構築する、あるいは、機器・システムの外部仕様にオープンなインタフェースを用いることで、市場投入後に機器・システムが追加・変更できるようにする等のオープン化の流れも進展している。このような新たな産業分野が進展することで、事業者の想定とは異なる新たな利用形態、異なる動作環境、さらには新たな製品・システムとの接続が行われ、新たな障害が生じる可能性がある。同時に、システム間の相互接続により、いったん障害が発生してしまった場合に影響範囲が拡大するなど、利用者の安全・安心に関わる信頼性の確保が今後の重要な課題となる。

こうした状況を鑑み、製品・サービスがネットワークを介して接続されて構成される形態や製品・サービスを利用者が組み合わせる形態も1つのサプライチェーンとしてとらえ、そのソフトウェア開発のサプライチェーンの動向を俯瞰し、分野横断的な基本構造について整理するとともに、ステークホルダ毎の課題を提示し、今後の業界の取組みに関わる提案をまとめることを目的に本調査を行った。

2. 調査概要

本調査では、図 2-1 に示す全体像と流れにより、ソフトウェア開発のサプライチェーンの実態に関わる課題について調査した。

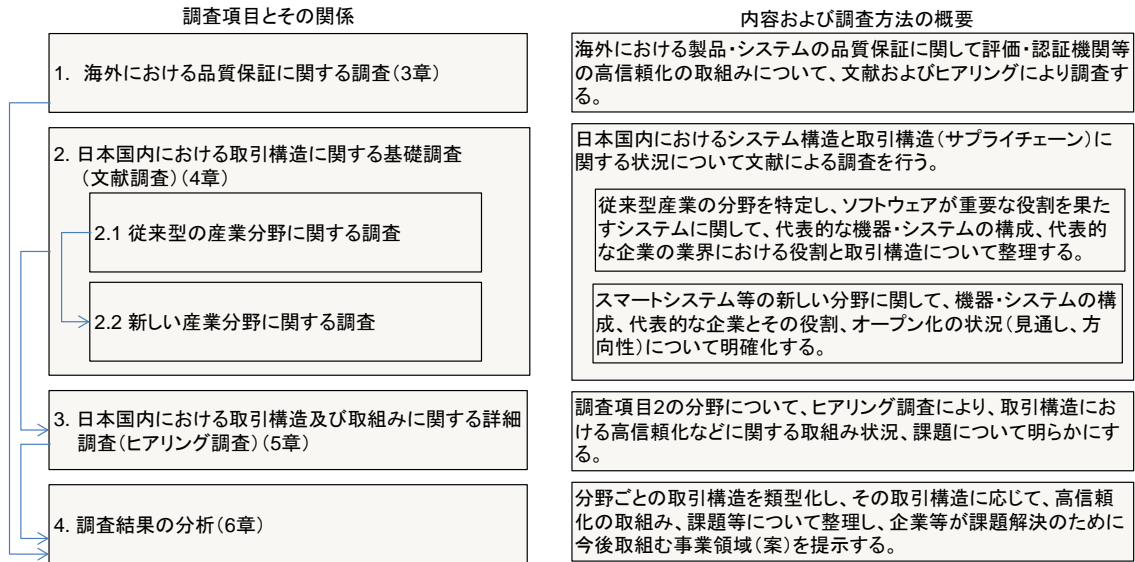


図 2-1 調査の全体像と流れ

「1.海外における品質保証に関する調査」では、海外における製品・システムの品質保証の仕組み・取組みとして、欧州において特徴的な取組みである品質保証に関連した事業者により提供される品質保証の取組みについて整理する（本報告書 3 章）。

「2.日本国内における取引構造に関する基礎調査」では、日本国内におけるシステム構造と取引構造（サプライチェーン）に関する状況について文献情報を基に整理する（本報告書 4 章）。

「3.日本国内における取引構造及び取組みに関する詳細調査」では、日本国内におけるソフトウェア開発の取引構造（サプライチェーン）における課題について、ヒアリング調査により状況を把握し、整理する（本報告書 5 章）。

「4.調査結果の分析」においては、1～3の調査結果に基づき、従来型産業分野の課題と対策、新しい産業分野で想定される課題と対策及び、ソフトウェアの高信頼化のための今後の取組みに関する提案についてまとめる（本報告書 6 章）。

3. 海外における製品・システムの品質保証の仕組み・取組み等に関する調査

本章では、海外における製品・システムの品質保証の仕組み・取組みとして、欧州において特徴的な取組みである品質保証に関連した事業者により提供される品質保証の取組みについて整理した。また、品質保証に関連した事業に着目し、ソフトウェア開発を含むサプライチェーンの事例2件をまとめた。3.4節では、欧州系企業へのヒアリング調査により、品質保証に関する考え方、参考となる取組みについてまとめた。

3.1. 品質保証に関する取組みの整理

ソフトウェア品質保証（Software Quality Assurance : SQA）とは、実体が品質要求事項を満たすことについての十分な自信を与えるために、品質システムの中で実施され、必要に応じて実証される、すべての計画的かつ体系的な活動と定義される¹。また、その目的は以下のように内部目的と外部目的に分けられる¹。:

- 内部品質保証をする組織内においては、品質保証は管理に対して信頼を与える。
- 外部品質保証をする契約下では、品質保証は顧客またはその他に対して信頼を与える。

品質保証と品質管理は密接に関連しているが、焦点の当て方が異なる。品質管理は、品質要求を満たすための活動や品質の改善自体に焦点を当てるのに対し、品質保証は、品質管理が実施され、品質要求が満たされていることを、他のステークホルダに対して確信を持たせる活動に焦点を当てるものである^{2,3}。

3.2節～3.4節の調査結果及び適合性評価に関する国際標準 ISO/IEC 17065:2012、ISO/IEC 17000等を参考に、本調査では、品質保証サービスに関わる取組みを表3-1のように分類した。

¹ JIS X 0160:2012 (ISO/IEC 12207) (Systems and software engineering -- Software life cycle processes)

² 品質保証に関わる取組みを行う代表的な団体である ASQ (アメリカ品質学会) では、品質保証の定義は、製品やサービスに対する品質要求が満たされるように、計画され体系化された品質システムとしての活動を実現することとしている。

³ ASQ (アメリカ品質学会) ASQ は、品質に関わる組織、個人から構成されるコミュニティで、品質に関するトレーニング、認証、知識提供などの活動をしている。品質保証に関わる日米欧の関連団体である JUSE (財団法人日本科学技術連盟)、ASQ (The American Society for Quality)、EOQ (The European Organization for Quality) が世界ソフトウェア品質会議 (WCSQ) を開催し、品質保証を含む品質関連の議論を行っている。

<http://asq.org/learn-about-quality/quality-assurance-quality-control/overview/overview.html>

表 3-1 欧州系企業の品質保証サービスの取組みの分類整理

品質保証サービスの分類		概要	サービスの例
	評価・認証	国際標準（規格）、基準、法令などに基づき、一定の要求事項を満たしているか確認し、認定された機関が要求事項を満たしていることを保証する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ISO/TS 16949⁴（自動車） ・ISO 26262⁵（自動車） ・IEC62278⁶（鉄道RAMS） ・IRIS⁷（鉄道品質マネジメントシステム） ・ISO 9001（全般共通）
評価・認証の周辺の活動	検査・検証等	機能、状態、動作などを一定の方法に基づき測定することにより要求を満たしていることを確認する。	<ul style="list-style-type: none"> ・独立ソフトウェア妥当性確認・検証 ・部品安全性試験
	監査	法令、社内規程等に定められた遵守すべきルールや規範に照らし、業務やその成果物がそれらに則っているか確認する。	<ul style="list-style-type: none"> ・第三者監査サービス ・サプライヤ監査
	レーティング（格付け）	規格や法制度に依らず、民間などの独自基準により、段階的な格付けを行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・スコアリング・アセスメント
	コンサルティング（テイラーメイド）	認証等を取得するための技術支援や、社内の品質管理を向上させるための支援を行うサービスを提供する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ISO 26262 認証支援サービス ・CMMI コンサルティング
	トレーニング・研修（既成）	認証取得や品質管理に関する知識や方法などをテキストや演習などを用いて提供する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ISO 27001 トレーニングコース ・Automotive SPICE トレーニング ・ISO 26262 セミナー

品質保証サービスの分類は、3.2節に示す主な品質保証サービス事業者のサービス内容を基に共通するものを整理分類したものである。大きく分けて、国際標準などの基準に基づく「評価・認証」、評価・認証の手段となる「検査・検証」、規格等によらない民間を中心とした「レーティング」、企業内の組織や活動を支援するテイラーメイドの「コンサルティング」、既成の教材等による「トレーニング・研修」に分類できる。

以下の章では、具体的なサービスや取組み事例についてまとめた。

3.2. 品質保証に関わる取組み事例

品質保証を専門とするサービス事業者により提供される品質保証の取組み事例についてまとめることとした。品質保証を専門とするサービス事業者の例として、

表 3-2 に示すような事業者が挙げられる。

⁴ 自動車分野の品質マネジメントシステムに関する規格

⁵ 自動車分野の電気/電子に関する機能安全に関する規格

⁶ 鉄道分野の機能安全に関する規格

⁷ 鉄道分野の品質マネジメントシステムに関する規格

表 3-2 調査対象一覧

企業名	本社（設立年）	概要	従業員 （2013年 現在）
DNV GL グループ	ノルウェー オスロ （1864年）	認証・アセスメントサービス、エネルギー関連及びサステナビリティサービス、船級ビジネス ⁸ 及び石油・天然ガス関連の品質保証サービスを主に提供する。	16,000人
TÜV Rheinland グループ	ドイツ ケルン （1872年）	産業サービス、運輸・交通、製品、生活サービス、教育、情報システム等の分野における試験、認証、と各種サポート、開発やプロモーションなどを行う。	16,000人
TÜV SÜD グループ	ドイツ ミュンヘン （1866年）	電気・電子機器、産業機械、医療機器、自動車、原子力発電施設、玩具、食品検査や環境保全に至るまでの幅広い分野において検査、トレーニング、認証、試験サービス、監査、各種セミナーを提供する。	19,000人
SGS グループ	スイス ジュネーブ （1878年）	自動車、宇宙航空産業、医療機器を含む様々な分野の第三者認証による監査、コンサルティングサービスなどを提供する。	64,000人

3.2.1. DNV GL グループ⁹

3.2.1.1. 概要

主にエネルギー関連分野や船舶ビジネス分野において評価・認証、コンサルティング等のサービスを提供する企業である。1864年、ノルウェー保険業界からの強い要望を受け、船舶保険によるリスクの低減を目的として、船舶とその関連設備の技術上の基準を定め、審査する船級協会 Det Norske Veritas として設立された。従業員数は約 16,000 人である。

3.2.1.2. 品質保証に関わる主なサービスの構成

提供する主な品質保証サービスの構成は以下の通りである。

- プロセス認証
 - 品質マネジメントシステム ISO 9001、環境マネジメントシステム ISO 14001 などの ISO 規格に基づく品質マネジメントシステムのプロセス認証を行う。また、ISO 規格への適合性だけでなく、組織にとって重要な課題（リスク）を特定し、リスク分析に基づく監査などを行う。
- アセスメント・レイティング
 - 様々な分野の専門領域におけるビジネス活動を適切に維持し、構築していくためのレイティング（格付け）及び顧客別にカスタマイズされた評価方法に基づく評価（アセスメント）を実施する。また、製品サービスの調達・購入等の契約において、契約の一方側（購入者）の組織が他方の組織（供給者側）を監査する第三者監査サービスを提供する。
- トレーニング
 - 自動車の機能安全規格 ISO 26262 などの ISO 規格に関するセミナーの提供、情報

⁸ 船級協会が一定の期間船に与える資格あるいは等級に該当する船に関わるビジネス。

⁹ DNV GL
<http://www.dnvgl.com/>

セキュリティ管理システム ISO 27001 などに関する講義型のトレーニングコースを提供する。

- Verification（検証）
 - 産業プロセスシステム（プラント等）、パイプラインなどの制御システムに対するリスク分析に基づく検証や製品の検証を行う。この区分においては認証までは行わない。
 - 独立した立場でソフトウェア製品等の妥当性確認・検証（Independent Software Validation and Verification）を行う。
- 製品認証
 - 製品の品質を証明するために製品の認証・適合評価を行うことで、グローバル市場に製品を輸出する際に各国で受け入れられるようにするためのサービスを提供する。
 - 欧州の製品適合性評価制度である CE マーキングに基づく認証として、TV、白物家電、医療機器等などに関する認証を行う。

3.2.1.3. 取組み事例

以下に取組み事例を示す。

3.2.1.3.1. 鉄道分野の品質マネジメントシステムIRISの評価・認証

本評価・認証サービスは、鉄道産業に特化した品質マネジメントシステムに関する国際規格 IRIS（International Railway Industry Standard）に基づく評価・認証を行うものである。鉄道事業者は、車両システムベンダに車両システムに関するサプライチェーンの品質の改善を要求し、車両システムベンダは、部品サプライヤに対して、要求事項及び監査を行う必要がある。これらの要求事項を標準化したものが IRIS である。

IRIS 規格は、品質マネジメントシステム ISO 9001、自動車の品質マネジメントシステム ISO/TS 16949、航空宇宙産業の品質マネジメントシステム AS 9100（JIS Q 9100）等の規格をベースとし、それに鉄道車両業界固有の要求事項を追加した内容となっている。欧州鉄道車両システムベンダは、サプライヤに対して、この規格の認証取得及び活動を取引条件としている。

IRIS 規格は、第 1 章「認証プロセス」、第 2 章「審査方法」、第 3 章「システム要求事項」と、さらに付属書で構成されている。第 3 章は表 3-3 に示すように、品質マネジメントシステム、経営者の責任、資源の運用管理等の要求事項から構成される。

IRIS 規格の要求事項のうち最小限満たさなければならない要求事項と最大限の要求事項はともに ISO 9001 の要求事項を網羅するように構成されている¹⁰。

¹⁰ IRIS, ISO9001 と IRIS との比較
<http://www.dnv.jp/industry/railroad/>

表 3-3 IRIS 規格の構成(第 3 章 4.5,6 節)
(IRIS Standard Overview¹¹を基に作成)

<ul style="list-style-type: none"> 4. 品質マネジメントシステム <ul style="list-style-type: none"> 4.1 一般 4.2 品質マネジメントシステムが管理する文書 <ul style="list-style-type: none"> 4.2.1 一般 4.2.2 品質管理マニュアル 4.2.3 文書管理 4.2.4 記録の管理 4.3 知識管理 4.4 マルチサイトプロジェクトの管理 5. 経営者の責任 <ul style="list-style-type: none"> 5.1 経営者のコミットメント 5.2 顧客重視 5.3 品質方針 <ul style="list-style-type: none"> 5.3.1 事業計画 5.4 計画 <ul style="list-style-type: none"> 5.4.1 品質目標 5.4.2 品質マネジメントシステムの計画 5.5 責任、権限及びコミュニケーション <ul style="list-style-type: none"> 5.5.1 責任及び権限 5.5.2 品質管理責任者 5.5.3 内部コミュニケーション 5.5.4 カスタマーリレーションマネジメント 	<ul style="list-style-type: none"> 5.6 マネジメントレビュー <ul style="list-style-type: none"> 5.6.1 一般 5.6.2 マネジメントレビューのインプット 5.6.3 マネジメントレビューのアウトプット 6. 資源の運用管理 <ul style="list-style-type: none"> 6.1 資源の提供 6.2 人的資源 <ul style="list-style-type: none"> 6.2.1 一般 6.2.2 力量、教育・訓練及び認識 <ul style="list-style-type: none"> 6.2.2.1 製品設計スキル 6.2.2.2 従業員のモチベーション及び力づけ 6.2.2.3 トレーニング 6.2.2.4 パフォーマンス管理 6.3 インフラストラクチャー 6.4 作業環境 6.5 緊急事態計画
---	---

3.2.1.3.2. ITサービス評価・認証¹²

IT サービス評価・認証は、国際標準 ISO/IEC 20000 (情報技術—サービスマネジメント) に基づき、評価・認証を行うサービスである。国際標準 ISO/IEC 20000 は、IT サービスを提供する組織の IT サービスマネジメントが適切であるかどうかを評価するための認証基準である。

サービス提供者は、品質を遵守することを宣言した SLA (Service Level Agreement) をサービスを利用する顧客と合意し、リスクへの対策を計画的に行い運用するものである。システム運用だけではなく、顧客とのサービスレベルの合意や、システムの予算管理など、他部署との関係も含めた幅広い内容を規定している。

3.2.1.3.3. 自動車安全規格のセミナー、トレーニングの提供¹³

自動車の機能安全規格 ISO 26262、自動車分野の組込みソフトウェアの品質改善を目的としたプロセスモデル Automotive SPICE に基づき、自動車メーカー、大手・中堅サプライヤに対して、セミナーやトレーニングを提供している。

自動車の品質マネジメントシステム ISO/TS 16949 から ISO 26262 へのアップグレード対応のための方法や、ISO/TS 16949 と ISO 26262 を効率的、効果的に取得するための方法について情報を提供している。

Automotive SPICE については、基礎的な考え方の提供や社内アセスメント実施の際に

¹¹ DNV, IRIS Standard Overview
<http://www.dnv.jp/industry/railroad/>

¹² DNV, IT サービス認証
http://www.dnv.jp/industry/it_tel/ISO20000/

¹³ DNV, 自動車安全規格のセミナー、トレーニングの開催
<http://www.dnv.jp/industry/automotive/>

アセッサーに必要とされる知識の提供を行っている。

3.2.1.3.4. スコアリング・アセスメント¹⁴

国際標準 ISO 10001-2-3-4 顧客満足マネジメント規格に基づいて、組織の顧客満足マネジメントシステム（Customer Satisfaction Management : CSM）をスコアにより格付けするサービスを提供している。CSM の実施レベルを 3 つのグレードで評価し、スコアリング結果を提示する。顧客の満足度を高めるために、組織が顧客満足度を把握し、管理することにより、継続的に顧客満足度を向上させるための支援を行うための格付けサービスである。

3.2.1.3.5. 第三者監査サービス Custom Tailor Audit¹⁵

第三者監査サービスとは、製品サービスの調達・購入等の契約において、契約の一方側の組織（購入者等）が他方の組織（供給者等）を監査するものである¹⁶。

第三者監査サービスの典型的な事例としては、供給者について、調達者から示される要求事項が守られていることを確認することが挙げられる。一般的には、被監査側の管理状況の確認、改善指導、供給者等の選定などに利用される。

3.2.2. TÜV Rheinland グループ

3.2.2.1. 概要

運輸・交通、製品、生活サービス、教育、情報システム等の分野における試験、評価・認証、開発、プロモーション、各種サポートを行う。設立は 1872 年、本社はドイツ、ケルン市。65 カ国に 500 の拠点があり、従業員数は約 16,000 人、年間売上高は 14 億ユーロである¹⁷。自動車の機能安全規格 ISO 26262 の認証を行う。小型装置等を中心にサービスを展開してきた。

3.2.2.2. 品質保証に関わる主なサービスの構成

提供する主な品質保証サービスの構成は以下の通りである。

- 製品安全に関する評価・認証等
 - コンピュータから大型産業機械まで、幅広い製品の安全性や品質について、評価・認証、検査・検証等のサービスを提供する。機能安全の国際標準 IEC 61508、自動車の機能安全標準 ISO 26262 等などの機能安全標準や、製品安全試験の国際的相互認証制度である国際認証スキーム（CBスキーム¹⁸）に基づく国際認証（CB）証

¹⁴ DNV, 顧客満足マネジメント・スコアリング・アセスメント

<http://www.dnv.jp/services/assessment/scoring/index.asp>

¹⁵ DNV, Custom Tailor AuditTM, 第三者監査サービス Custom Tailor Audit

<http://www.dnv.jp/services/assessment/tailoredaudit/index.asp>

¹⁶ 監査の種類は、「誰が誰を監査するのか」に着目して、第一者、第二者、第三者の 3 つに分類される。第一者監査は、ある組織が、自分の組織のマネジメントシステムもしくはパフォーマンスを内部監査する。第二者監査は、ある組織が、利害関係のある他の組織に対して監査する。第三者監査は、利害関係の無い第三者により実施される監査で、多くの場合、認定された独立機関、審査登録機関によって行われる。

¹⁷ TÜV Rheinland Group, About Us/TÜV Rheinland

http://www.tuv.com/en/corporate/about_us_1/aboutus_1.html

¹⁸ 企業が、国毎の製品認証の手続きを簡単化するための制度。IECEE（IEC 電気機器安全規格適合性試験制度）に基づき運営される。申請者は、この制度への加盟国にある認証機関（National Certification Body）または CB 試験所（CBTL）に製品の試験を依頼し、CB 試験レポートと CB 証明書を発行してもらう。この CB 証明書と CB レポートを他の加盟国の認証機関に提出すれば、認証に必要な試験を大幅に省略し、認証取得の期間短縮とコストの削減できる。

明書取得のためのサービスを提供する。

- マネジメントシステムに関する評価・認証
 - ▶ 品質など各種のマネジメントシステム規格による評価・認証で、組織のプロセス改善、リスクマネジメントをサポートするサービスを提供する。ISO 9001（品質マネジメントシステム）、ISO/TS 16949（自動車分野の品質マネジメントシステム）、IRIS（鉄道分野の品質マネジメントシステム）、ISO 13485（医療機器の品質マネジメントシステム）などの評価・認証を行っている。
- 情報セキュリティに関する評価・認証等
 - ▶ 組織や企業向けに、情報セキュリティに関する幅広いニーズに対応したコンサルティングや評価・認証サービスを提供する。情報セキュリティマネジメントシステム ISO 27001 に基づく情報システムの情報セキュリティに関する評価・認証やコンサルティングなどを提供する。
- 適合性評価サービス
 - ▶ サプライチェーン全体の取引関係における一貫した品質管理を目的として、サプライヤを評価する。サプライチェーンにおける複数の分野にまたがる評価を行う。

3.2.2.3. 取組み事例

以下に取組み事例を示す。

3.2.2.3.1. EU指令適合性評価

EU 加盟国において販売される指定の製品に、基準適合マークの貼付が義務付けられる CE マーキング制度がある。製品によって、第三者認証機関（Notified Body : NB）の認証を受ける場合と、自己宣言が認められる場合の 2 通りが存在する。TÜV Rheinland グループは、第三者認証機関として、CE マーキングの対象となる製品に対して第三者認証サービスを提供する。

EU 指令適合性評価の流れは図 3-1 の通りである。

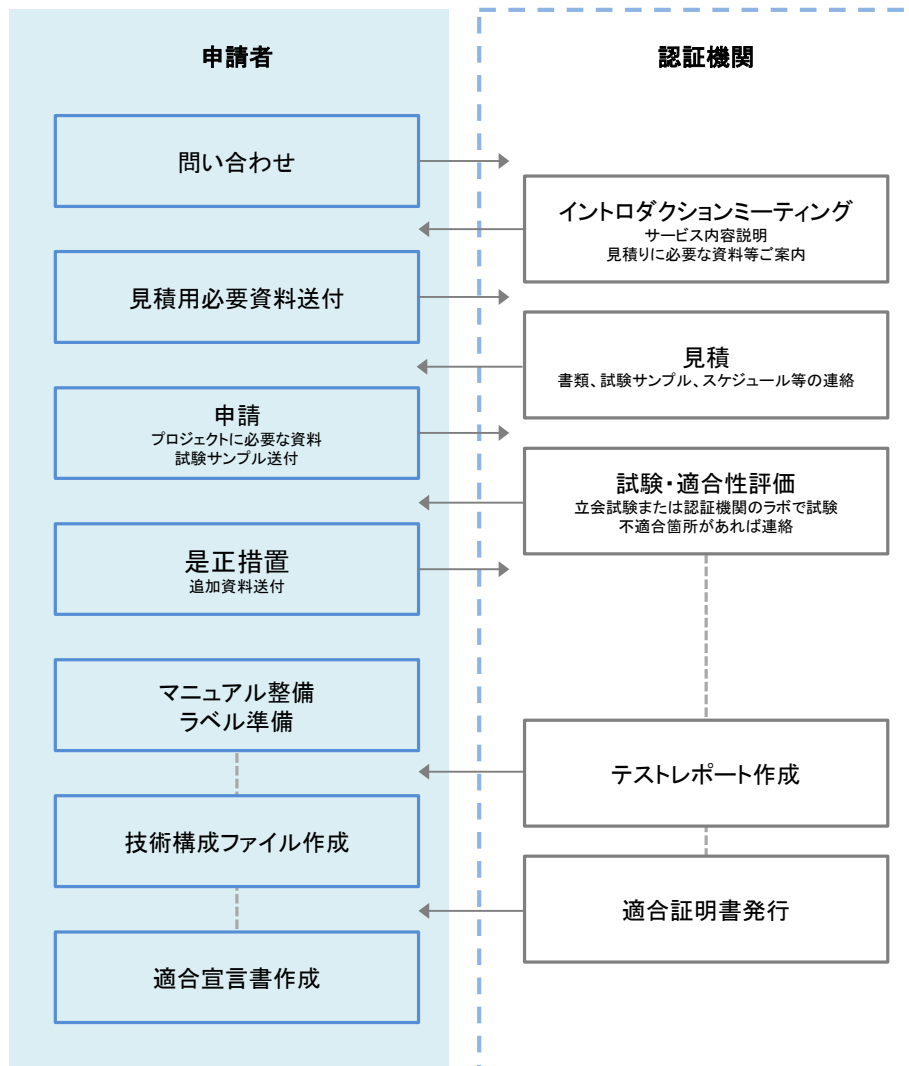


図 3-1 EU 指令に関する適合性評価の流れ

(TÜV Rheinland Group、SERVICE HANDBOOK)

認証機関（TÜV Rheinland グループ等）は、申請者（顧客）からの申請を受け、立会い試験や認証機関の試験施設（ラボラトリー）において試験・適合性評価を行う。その結果により是正措置が必要な場合、申請者は是正措置を行う。最終的に試験・適合性評価の規準が満たされた場合、評価結果であるテストレポートが作成され、適合証明書が発行される。

TÜV Rheinland グループと EU 指令適合性評価を受ける申請者の間で、以上のような作業を経て適合証明書が発行される。

3.2.2.3.2. サプライヤ監査

サプライチェーン全体において取引関係におけるサプライヤに対する一貫した管理のため、サプライヤを監査する。サプライヤの監査とは、監査依頼者（調達者）からの要求事項に基づき、サプライヤが要求事項を満たしているか監査するサービスである。監査機関（TÜV Rheinland グループ）は、監査依頼者の要求事項に合わせて、監査依頼者のプロセスとそのサプライヤのプロセスを以下のような手順で評価する。

- (1) 監査ガイドラインの決定
監査依頼者と共に採用する監査方針を決定する。
- (2) 監査依頼者の監査員の研修
監査依頼者が定めるガイドラインに基づき、監査員が監査に必要な技能を身に付けるまで監査員を研修・育成する。
- (3) 監査
監査依頼者のサプライヤとスケジュール調整し、現地の監査を行う。
- (4) 報告
監査終了後、監査機関が監査依頼者に対して監査報告を行う。

3.2.3. SGS グループ

3.2.3.1. 概要

自動車、宇宙航空産業、医療機器を含む様々な分野の第三者評価・認証のワンストップサービス、監査、コンサルティングなどを提供する。1878年にスイス・ジュネーブに設立され、世界中に1250の試験センター/オフィスを持ち、約64,000人の従業員から構成される。日本法人は、SGSとTÜV Saarland e.V.（テュフ サーランド）の両社が、合弁で設立した認証機関で、主に日本のグローバル企業の検査、審査、認証などを行っている。日本では、SGSグループの認証機関である独SGS-TÜV GmbH機能安全部との連携・協力のもとでサービスを提供している。

3.2.3.2. 品質保証に関わる主なサービスの構成

提供する主な品質保証サービスの構成は以下の通りである。

- 監査
 - 組織、サービス、システムに至るバリューチェーンの全体を取り扱う監査サービスを提供している。国際的なベストプラクティスに基づきプロジェクト、製品、工程及び運用が、分野において求められる規格に適合していることを保証する。
- 評価・認証
 - 製品、工程、システム、またはサービスが国家及び国際規制及び基準に適合することを確認し評価・認証する。
 - 航空宇宙産業向けの品質マネジメントシステム AS 9110、EU 医療機器指令 93/42/EEC、欧州 CE マーキングに関する評価・認証を行う。
- 技術アドバイザーの提供
 - 電気自動車の安全基準に関するコンサルティング・試験などの技術支援や助言、または評価・認証を行う。消費財における市場の要件や需要を理解し、ベンダがそれらを満たすための支援を行う。
- 検査
 - 製品、プロジェクト、またはプロセス（工程）に関して、法的な義務と市場から求められる要件の両方を満たすために、プロセス全体に渡り独立した検査を行う。
 - 医療機器に関するFDA¹⁹基準に基づく現地検査（FDAサイトインスペクション）を実施する。
- 試験・分析
 - 部品、または製品の品質と安全性を実証するために試験・分析を行う。自動車のアンチロックブレーキシステム（ABS）、電子安定性プログラム（ESP 認証）、欧州連合で要求される指令、欧州経済委員会（ECE）の規制に基づく適合性試験

¹⁹ 米国食品医薬品局

を行う。

- トレーニング・研修
 - 情報セキュリティマネジメントシステム ISO/IEC 27001:2013 の解釈コース、自動車のマネジメントシステム ISO/TS 16949 の解釈コース、品質マネジメントシステム ISO 9001 の内部監査員研修コースなどの研修を提供する。業務に関する知識や技能を高めるためのトレーニングを提供する。
- 検査・検証
 - 製品、サービス、及び工程が最新の国家及び国際基準に適合していることを保証するための検査・検証を行う。Bluetooth 製品の検査などが含まれる。

3.2.3.3. 取組み事例

3.2.3.3.1. Eモビリティ

電気自動車の安全基準その他の業界規制に準拠するため、製品及び人体の安全を確保し、賠償請求のリスクを軽減するためのコンサルティング・試験・承認・認証などの技術支援や助言を行う。

ISO/IEC 17025 公認の試験所や校正研究所を所有し、自動車分野の機能安全標準 ISO 26262 が適用される機能的な安全性や、電気的・化学的・機械的な安全性に関わる試験や評価・認証を行う。

3.2.3.3.2. FDAサイトインスペクション

米国食品医薬品局（FDA）が所管する医療機器の品質管理システムに関する基準 21CFR Part 820 に基づいた医療機器に関する FDA サイト検査を実施する。認定人プログラム（Accredited Persons Program）による認定に基づき、現地検査を行う。

FDA サイト検査は、監査の費用と時間を削減するために、カナダにおける医療機器規制 CMDCAS（PMAP プログラム）や欧州の医療機器に関する製品認証制度 CE マーキングなどの定期監査と組み合わせて実施することができる。

3.2.4. TÜV SÜD グループ

3.2.4.1. 概要

電気・電子機器、産業機械、医療機器、自動車、原子力発電施設、玩具、食品検査や環境保全等の分野において評価・認証、検査、トレーニング、試験サービス、監査、各種セミナーを提供する。ドイツに本拠を置き、ヨーロッパ、アジア・パシフィック、北米地域を中心に、800 以上の拠点を構え、19,000 人以上の専門家からなる²⁰。

ISO 26262 の認証取得に取り組む自動車関連メーカーに向けた支援サービスを早期から手がけていた。TÜV SÜD は、KBA（ドイツ政府自動車局）とともに、ISO 26262 の規格策定作業をリードした。大型装置等を中心にサービスを展開してきた。

3.2.4.2. 品質保証に関わる主なサービスの構成

提供する主な品質保証サービスの構成は以下の通りである。

- 製品安全の試験・評価・認証
 - 国際的な第三者認証機関として、製品の安全試験・検査業務を行っている。欧州の適合性評価制度である CE マーキングの評価・認証も行っている。
- 電子システムの機能安全認証

²⁰ テュフズードジャパン

<http://www.tuv-sud.jp/>

- 電子システムに対する信頼性、及び安全性に関して、機能安全標準における安全性のレベル SIL (Safety Integrity Level) に基づく評価・認証を行う。開発体制の評価、ハード・ソフトの評価、故障確率の計算など安全性に関する評価・認証を、顧客の設計開発と同時進行で進める。産業用ロボット、鉄道システム分野などを含む。
- 鉄道技術分野の安全試験・評価
 - 鉄道オートメーション²¹、信号システム技術、鉄道車両システムなど、従来型鉄道から高速鉄道における全ライフサイクル（仕様・設計から廃棄まで）にわたり、安全試験、安全評価及び技術サポートを行う。ドイツ連邦共和国鉄道局（EBA）を含む多くの国々から、独立した安全評価サービス（ISA）を提供する為の認定を受けている。鉄道に関する規格IRIS (International Railway Industry Standard) の評価・認証も行う。
- 医療機器認証
 - 医療機器に関する国際的な品質マネジメントシステム標準である ISO 13485 に基づく評価・認証、EUにおける CE マーキング認証、カナダ医療機器規則 CMDCAS に基づく評価・認証、国内市場で要求される製造販売認証、製品に対する安全試験等のサービスを提供する。
- モビリティ・オートモーティブ分野の評価・認証等
 - 自動車に関する評価・認証、エンジニアリング、コンサルティング、トレーニング等に関して、安全技術、環境保護の分野において第三者認証を行う。関連会社にあたる TÜV SÜD AutoService と連携する。

3.3. サプライチェーンの具体的な事例

本節では、欧州におけるサプライチェーン事例 2 件について整理した結果を示す。対象としては、品質保証サービスにおいて主要な対象となっている自動車及び鉄道システムを対象とする。ここでは、品質保証に関する事業に着目し、特定の企業に注目して取引関係のある企業のサプライチェーンの事例について、その基本構造を俯瞰的にまとめるもので、分野の主要企業を網羅するものではない。

3.3.1. 事例 1（自動車）

ここでは自動車分野における欧州の大手 1 次サプライヤを対象として、取引関係の事例について整理した。

3.3.1.1. システム構造

自動車におけるソフトウェアは、自動車電子制御用のコンピュータである ECU (Electronic Control Unite) に組み込まれ、ECU 上で動作する。ソフトウェアに関わるシステム構造とそれらを生産する企業例について整理したものが表 3-4 である。

²¹ 鉄道の運行や制御の自動化

表 3-4 自動車のソフトウェアに関わる主なシステム構成要素と提供ソフトウェア等

システム構成の分類	主な要素	提供ソフトウェア等(例)
エンジン制御 & パワートレイン制御系	燃料噴射制御などの各種エンジン制御システム、オートマチックトランスミッション、クラッチフリーシステム、電子制御スロットルシステム等	制御ソフトウェア
車両制御系	アンチロックブレーキシステム（ABS）、クルーズコントロールシステム等	Driver Assistance Interface ABS
ボディ制御系	パワーウィンドウ、エアバッグ、シートベルトプリテンショナー、衝撃感知ドアロック解除システム、イモビライザーシステム等	ウィンドウ制御等 シート制御等
ITS・情報系	オーディオ、カーナビゲーションシステム、マルチメディアシステム	オーディオ、ナビゲーション マルチメディアシステム
統合制御系	車載ネットワーク	CAN ソフトウェア FlexRay
半導体関連	ミドルウェア	コントローラ ランタイムソフト
開発環境・ツール	開発環境・ツール	開発環境・ツール

上記のシステム構成とサプライチェーンの関係についてまとめたものが 3.3.1.2.である。

3.3.1.2. サプライチェーン事例

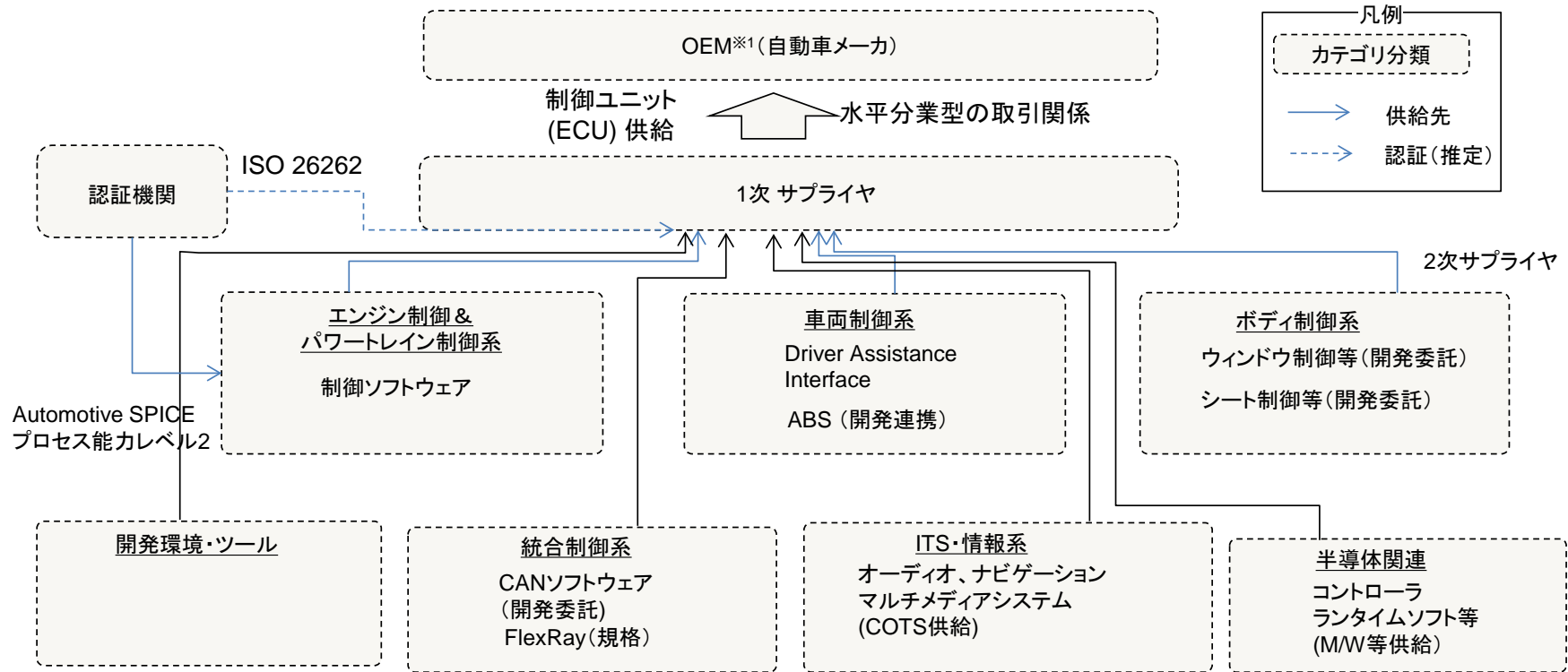
欧州の自動車メーカ（OEM²²）は、1次サプライヤなどからECUを購入し、1次サプライヤはECUの各コンポーネントのハードウェア、ソフトウェアを2次サプライヤなどから調達している。1次サプライヤは、OEMから資本の独立を保ち、多数のOEMに供給する水平分業化の傾向が強い。

前節に示したシステム構成要素の分類に従い、欧州における自動車のサプライチェーンの事例として、制御ソフトウェアの供給において重要な役割を果たす1次サプライヤを中心として主な取引関係をまとめたものが図 3-2 である。

ECU等のシステム製造においては、全体システムの安全責任がシステム製造者（OEM）側にある。ASIL（Automotive Safety Integrity Level、自動車安全度基準）により安全コンポーネントに分割し、サプライヤも部分的にシステム製造者（OEM）と分けて責任を持つ²³。

²² 自動車産業向けの品質マネジメントシステムの国際標準規格である ISO/TS 16949 では OEM（Original Equipment Manufacturer）を自動車製造者と規定している。OEM に直接製品を納めるサプライヤをティア 1（Tier 1）と言い、ティア 1 サプライヤに製品を納める会社をティア 2（Tier 2）という。

²³ 出典「ISO26262；サプライヤーにとっての重要なポイント, JARI ITS Seminar, Tokyo, 13. Dec. 2010, ボッシュ テクニカルセンター」



※1: ISO/TS 16949:2009における自動車メーカーの定義 (Quality management systems —Particular requirements for the application of ISO 9001:2008 for automotive production and relevant service part organizations)

図 3-2 自動車のソフトウェア開発に関わるサプライチェーンの事例

日本と比較した場合の欧州のサプライチェーン構造の特徴をまとめたものが図 3-3 である。日本のサプライチェーン構造は、OEM を頂点とした系列によるピラミッド構造をなし、垂直統合型で、OEM が比較的強い影響力を持つ傾向が高い。一方、欧州のサプライチェーンは OEM とサプライヤが多対多の構造をなし、水平分業型の傾向が高いといえる。

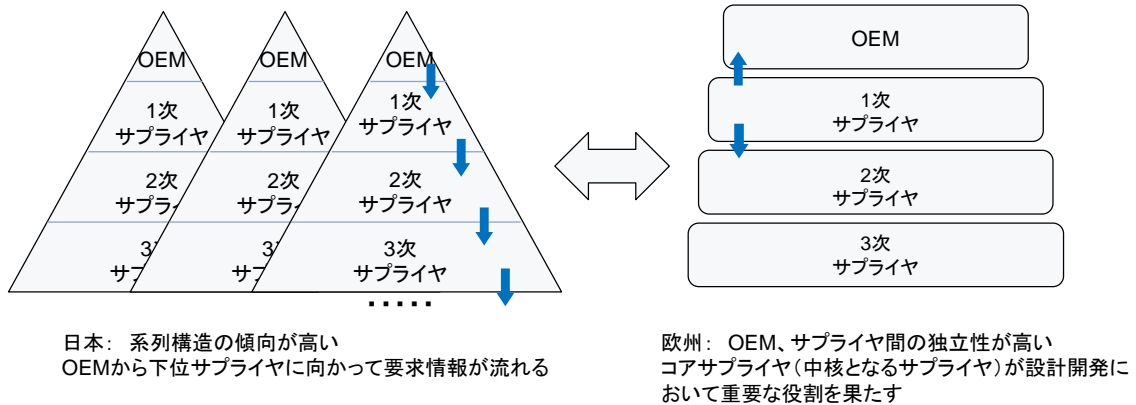


図 3-3 サプライチェーン構造の特徴比較(日本 vs 欧州)

このような日欧のサプライチェーン構造の特徴の違いの要因として以下のような点が含まれる。:

- サプライヤの独立性
- プラットフォームの標準化・オープン化
- 単体からパッケージ部品への移行

なお、近年は、モジュールやプラットフォームの共通化、日系OEMのグローバル展開、EV（電気自動車）化、PHV（プラグインハイブリッド車）化により、国内の大手OEMも系列構造の解消による水平分業化の方針を掲げる事例も増えている^{24,25}。

3.3.2. 事例 2（鉄道）

ここでは鉄道システムの世界的な大手事業者を対象として取引関係の事例について整理した。

3.3.2.1. システム構造

鉄道システムは、車両システムとインフラ環境としての信号システム、運行管理システムなどから構成される。欧州を基盤とする事業者を対象事例として、鉄道システムを構成する要素の分類を整理したものが表 3-5 である。

²⁴ トヨタ TNGA (Toyota New Global Architecture)

²⁵ 日産 CMF (Common Module Family)、日産リバイバルプラン

表 3-5 鉄道システムのシステム構成例と提供ソフトウェア等

システム構成の分類	主な要素	提供ソフトウェア等(例)
車両システム	車両制御に必要なコンポーネントを提供する。車両制御ソフト、駆動制御システム、トラクション・コンバータ、電力コンバータ等	イベントレコーダソフトウェア CCTV ビデオシステム 運転支援システム ブレーキ制御ソフトウェア
鉄道オートメーション	鉄道の運行に必要なインフラ側のシステムを提供する。運行管理システム、ATC（自動列車制御システム）、インターロッキングシステム、信号システム等	運行管理ソフトウェア ドア制御ソフトウェア 自動制御ソフトウェア
電力システム	鉄道の運行に必要な電力を供給する。電力供給システム、鉄道SCADAシステム、AC/DCトラクション電力供給システム等	電力管理システム 保全計測システム

これらの構成要素を基にサプライチェーンの事例を次に示す。

3.3.2.2. サプライチェーン構造

前節に示す通り、鉄道システムの構成要素の分類に従いサプライチェーンの事例をまとめたものが図 3-4 である。

欧州における車両システムベンダ等の鉄道システムベンダや部品サプライヤは、機能安全規格（RAMS, IEC 62278）、マネジメントシステム（IRIS）等の認証取得が前提となっている。鉄道事業者に対して、施主コンサルティング会社が、調達仕様の策定やプロジェクト管理を支援する。

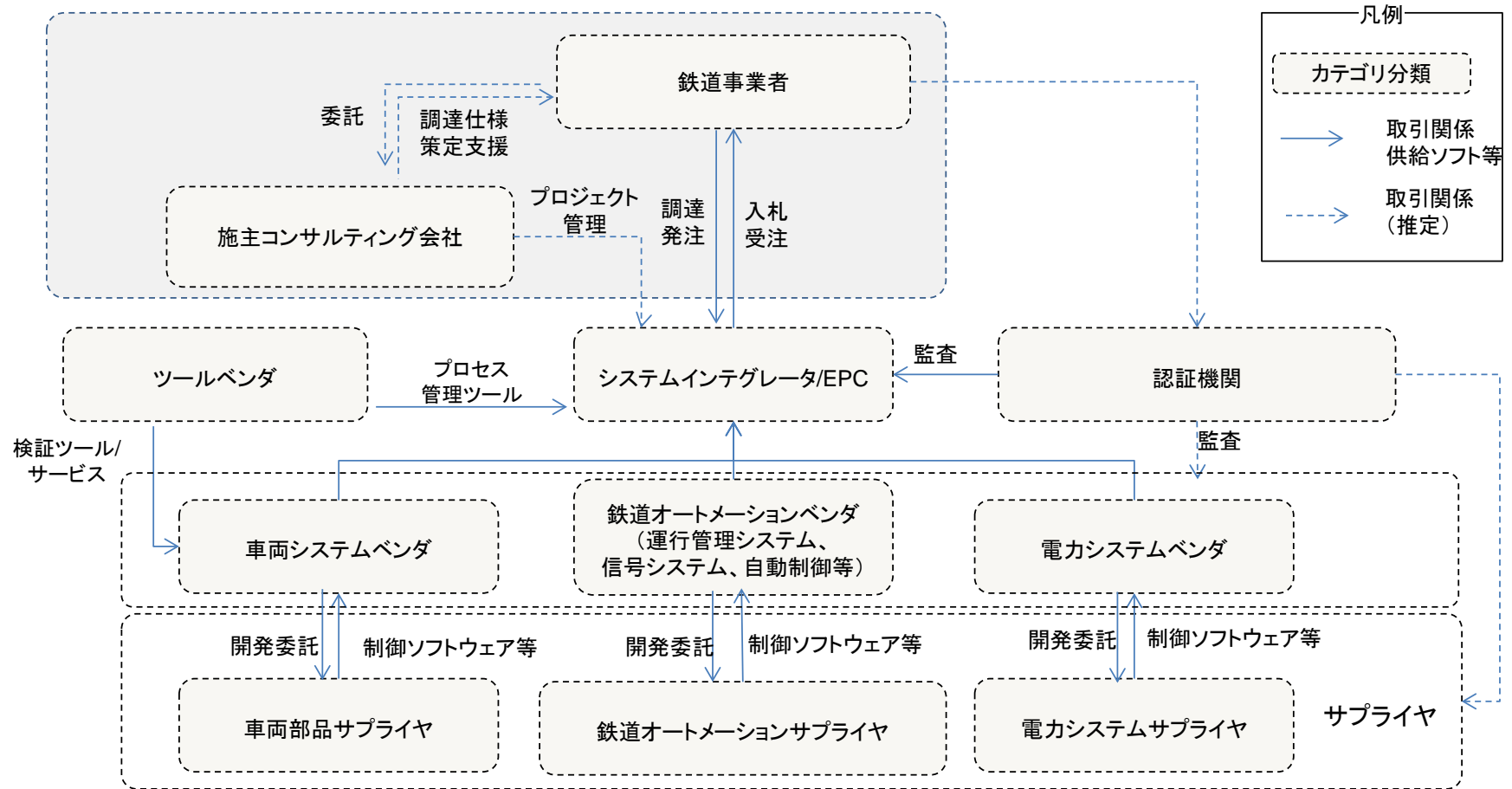


図 3-4 鉄道システムに関するサプライチェーンの事例

3.4. 品質保証に関するヒアリング調査

本節では、品質保証に関連した機関の日本法人へのヒアリング調査結果を示す。サプライチェーンにおける品質保証に関する欧州の特徴的な取組みとして、国際標準等に基づく評価認証及び認証に関わる周辺サービスが挙げられる。本節では、それらのサービスを提供する欧州系の品質保証に関わる事業者の日本拠点に対してヒアリングした結果を整理した。

3.4.1. 品質保証の取組み

3.4.1.1. 品質保証の考え方

ヒアリングにおいては、品質保証の基本的な考え方として、品質を担保するための活動に対して、第三者がその活動を確認することにより保証することが重要であることが挙げられた。すなわち、品質保証とは監査的な意味合いを持つものである。基本には「顧客が求める特性への合致」という共通認識があり、その上で必要とする品質に関する詳細な枠組みをつくることで品質を確保するという考え方がある。試験所及び校正機関の能力に対する要求事項をまとめた ISO 17025 などである。

このような考え方を実行するためのアプローチとして、以下に示すような ISO 9000 ファミリーをはじめとする品質マネジメントシステムやプロセスアプローチをベースとする基準に基づく確認方法が基本となっている。:

品質保証においてベースとなる規格等の例

- 品質マネジメントシステムに関する規格 ISO 9000
- 自動車産業向けの品質マネジメントシステム ISO/TS 16969
- 能力成熟度モデル CMMI
- 自動車業界向けのプロセスモデル Automotive SPICE
- 機能安全規格 IEC 61508
- 試験機関等の要求事項 ISO 17025

ISO 9000 ファミリーのマネジメント手法は、品質確保に関する日本型モデルと欧州型モデルの融合により形成されたものと考えられる。

これらの規格に対する本質的な理解に基づき、分野毎の事情や取組み経緯に応じて品質を確保するための確認方法を検討することが重要であり、その本質を理解せずに形だけをまねようとすれば、規格の膨大な要求事項に縛られ、対応コストが膨れ上がるなど障害となる。

具体的には、以下のような意見が挙げられた。:

品質保証における考え方に関する問題

- 規格の本質を理解せずに形だけまねようとすると、ISO 9000 への準拠だけでも大変であるが、それに加えて IEC 61508 も加わると膨大な対応が必要となる。
- 規格文書の要求事項を逐一对応しようとすれば大変な労力が必要となる。
- 要求事項の本質に対する理解なしに対応した場合は必要以上にエビデンスを揃えることが求められるなど往々にして、「やりすぎ」になりがちになる。
- 規格の要求事項にはグレーゾーンがあり、どこまで実施するか判断が難しい部分がある。

品質保証には、組織内部の当事者以外による確認と外部機関による監査がある。製品の取引関係において、製品等の供給者が、自ら検証して適合性を主張する場合、調達者に対

して検査のエビデンスとなる情報を提供しなければならないが、外部機関による監査の場合には、当事者間においてすべての情報を開示することなく守秘契約に基づく外部機関が確認したレポートのみを調達者に示すだけでよく、当事者間での情報の開示を抑えることができるなどの効果がある。

3.4.1.2. 分野共通の取組み

品質保証に関する取組みは大まかに以下のように分類されるという意見が示された。:

- 認証・監査
- 検査・試験等
- 評価・レイティング
- 適合サポート
- トレーニング・研修

評価・認証においては、利益相反の制約から、同一案件に対して同一事業者による評価・認証とコンサルティングは実施できない。

前章に示した通り、品質保証においてベースとなる考え方やアプローチとして分野共通のものには、以下のような規格や標準が基礎となっている。:

- 品質マネジメントシステムに関する規格 ISO 9000
- 能力成熟度モデル CMMI
- 機能安全規格 IEC 61508

3.4.1.3. 分野固有の状況

品質保証においては、このような分野に共通するコアとなる考え方やアプローチに対して、分野に応じて具体化された規格や分野の事情に応じた考え方・アプローチがある。

ヒアリングで得られた欧州における分野の状況を、以下に示す。

3.4.1.3.1. 自動車分野の状況

- 機能安全の規格 (ISO 26262) を EU 指令にするべきであるという声は今も挙がっている。
- 製品認証という言葉は、型式認証のように製品の種類毎に試験を行うものであるが、自動車の機能安全はそこまで求められるケースは無い。
- 自動車分野ではセーフティケース (システムの安全性を示すための文書) を作っていない。また、作る必要はないという意見を持っている人が多い。
- ISO 26262 認証と AUTOSAR の標準化の活動はリンクしていない。
- 部品の機能安全を OEM から切り離して評価・認証することはできないように思われるが、SEooC (Safety Element out of Context) と呼ばれる外部サプライヤが開発して ECU メーカーに提供する安全コンポーネントにより、特定の車両システムを前提にせずに事前に安全とされた部品を開発することができる。SEooC は、日本ではほとんど聞かれない。
- ISO 26262 は、合理的な説明責任を果たせるように、PL 対策の一環として対応しているものと考えられる。
- OEM が異なると使っているツールチェーンが異なるので再検証の必要が出てくる。

3.4.1.3.2. 鉄道、ファクトリーオートメーション(FA)²⁶、航空機等の分野の状況

- 鉄道分野においては、機能安全規格（IEC 62278、鉄道 RAMS）、マネジメントシステム（IRIS）等の認証取得が前提となっており、認証サービス事業者による認証が行われている。
- 鉄道などのメジャーな分野は、その分野に特化した認定機関（Accreditation body）により認定が行われている。機能安全の技術コアは同じで、応用分野に関わる評価を行う際には、ドメイン専門家も参加する。
- セーフティケースも安全を保障する仕組みであり、鉄道、航空機、プラントの各分野ではずっと作られてきている。
- FA 分野では、ISO 13849 と ISO 9000 が軸足である。
- FA などにおける品質保証サービスの対象は、サプライチェーンにおいて、インフラ事業者、エンジニアリング会社、機材ベンダの 3 つの事業者のそれぞれに対して提供している。

3.4.1.4. 日欧比較による参考となる取組み

ヒアリング結果を基に、品質保証における日欧の大きな違いから参考となる取組みを整理すると以下ようになる。:

- 人に依存しない仕組み
日本では個人に依存した品質保証が行われており、欧州では、個人に依存しない品質保証が行われる傾向がある。1 つの理由には、欧州では労働者の流動性が高いために、人に依存した品質管理では継続的に所定の品質を保つことができないという事情がある。欧州主導で標準化が進められた品質マネジメントシステム（ISO 9000）や機能安全（IEC 61508）などのプロセスアプローチに基づく品質保証や業界主導の Automotive SPICE などの考え方は、人に依存しない取組みとして参考になる。
- プロダクト重視とプロセス重視の違い
日本では、従来はプロダクトに対する検査項目などの基準を重視する傾向があり、欧州では、開発の方法ややり方などのプロセスに対する検査項目を重視する傾向があった。最近では、日本においてもプロセスの重視が認められるようになっており、今後、プロセス重視の考え方は参考になる。
- 認証基準に関する情報共有
ドイツでは、認証時の審査レベルのばらつきを避けるため、機能安全については、国と認証機関（Notified Body）が年 4 回集まって情報交換する。その結果や評価技法について国に報告させられ、主要メンバーに通達される。日本においては、業界団体の集まりにおいてもそのような情報を共有するケースは少ない。このような欧州における認証機関による情報共有の取組みは参考になる。
- 規格準拠に対する柔軟性
欧州においては、規格の本質や考え方の理解を重視し、分野の事情やこれまでの取組みに応じて、規格の本質に基づいて、要求事項への準拠性について様々な方法を用いて柔軟な対処が行われている。日本においては、規格の要求事項に対する形式的な対応にとらわれる傾向があり、そのための負担が膨大となり、壁に突き当たるケースがみられる。日本においても、要求事項への準拠について柔軟な対応を行うことが重要と考えられる。
- リスクの考え方
日本では、完璧を追求し、それを実現しなければ先に進めない状況になりがちである。

²⁶ 工場における生産工程の自動化を図るシステム

欧州では、一定の水準を継続的にクリアすることを重視する。日本では、消費者が「ゼロリスク」を求める傾向がある。しかし、欧米では合理的に考えて「ゼロリスク」は無いという前提で、問題が発生した際の対処の考え方を重視する。欧州では、人には誤りがあることを前提として、品質を確保するために、客観的なシステムを作る方法を考える点は参考になる。

3.4.2. 課題の整理

欧州と日本の状況比較に基づき、ヒアリングにおいて挙げられた課題について整理すると以下ようになる。:

- 品質保証に関する意識啓発と柔軟な対応の必要性
品質マネジメントシステムやプロセスベースのアプローチなど品質保証に関する基本的な考え方に対する理解を深め、規格の要求事項に対して、その本質を見極めて分野の事情や実態に応じた柔軟な審査方法の実施を推進することが課題である。日本のPSEマーク²⁷に絡めて、欧州版のCEマーク、アメリカ版のULマークなどの背景や考え方を紹介し、意識啓発することが期待される。
- 品質保証の基準レベルの共通化
規格の要求事項に対する基準には、グレーゾーンがあり、審査機関に依存してばらつきが生じる可能性がある点が課題である。ドイツのように審査基準に関する業界内の情報共有を定期的に行うことにより審査の基準レベルにばらつきの無い納得感のある仕組みを確立する必要がある。
- 日本国内での評価・認証完結の制度づくり
ISO 26262 はドイツを中心とした規格であるため、国内で評価・認証を完結することが難しい点が課題となっている。日本において、政府系の認証機関を設立し、国際的にも認められる国際相互認証の仕組みを実現することが考えられる。

²⁷ 電気用品安全法に基づく認証マーク。

4. 日本国内におけるシステム構造と取引構造（サプライチェーン）に関する基礎調査

本章では、日本国内におけるシステム構造と取引構造（サプライチェーン）に関する状況について文献情報を基に整理した。従来型産業 8 分野及び複数の機器・システム、クラウドサービス等が相互に接続される新しい産業分野を対象に調査を実施した。従来型産業については、代表的な機器・システムの構成、代表的な企業とその役割、オープン化の状況についてまとめ、分野間で共通するサプライチェーンの基本構造に基づき類型化した。新しい産業分野については、実証実験を対象として、同様の調査を行った。

4.1. 従来型の産業分野に関する調査

本節では、従来型の産業分野における代表的な機器・システムの構成、代表的な企業とその役割、オープン化の状況について文献調査により現状をまとめ、それらの結果に基づき、分野毎のサプライチェーンの整理及び分野間で共通するサプライチェーンの基本構造に基づく類型化を行った。本調査結果は、4.3 節の新しい産業分野の調査結果、5 章の日本国内のサプライチェーンにおける課題の整理結果と共に、第 6 章の分析において、今後の取組みに関する提案のための情報とした。

なお、本調査では、オープン化を、供給と利用の側面から定義した。供給においては、仕様や実装などを公開して、第三者が対応ソフトウェアを利用できるようにすることであり、利用においては、公開されている仕様や実装を使って、ソフトウェアを作成することである。これらの両方を合わせてオープン化と定義した。

4.1.1. 産業分野の選定

サプライチェーンにおけるオープン化、高信頼化の状況を把握するために以下のような観点で調査対象分野を選定した。:

- 市場規模が大きく、対策により得られる効果の大きい分野：自動車、クラウドサービス、スマートフォン
- 日系企業の世界シェアが高いなど日本の競争優位性が高く、日本の強みを生かすことができる分野：デジタル複合機
- 安全性が求められる分野：ヘルスケア、サービスロボット、鉄道
- ネットワーク化により新たな産業の創出が期待される分野：スマート家電

これらの観点を基に選定した分野とその理由等を整理したものを表 4-1 に示す。また、選定にあたっては、家電製品や機械等に組み込まれるソフトウェアを主な対象とする組込み系、企業の業務システムや情報システム、銀行、証券、病院、鉄道など大規模かつ社会基盤を支える情報システム等を構成するソフトウェアを主な対象とする業務系（エンタプライズ系）、Web アプリケーション開発及びクライアント・サーバシステム等に関わるソフトウェアを主な対象とする Web 系の各分類において、該当分野が 2 分野以上になるように考慮した。

表 4-1 調査対象分野

分野	選定理由	組込み系	業務系	Web系	企業例
スマートフォン	世界市場規模が拡大傾向にあり、多くの分野と連携するクライアント側の基盤的な分野である。	●		●	NTT ドコモ、富士通、Google
ヘルスケア	血圧、活動量、睡眠ログなどセンサデータの統合管理サービスに焦点を当てる。クラウドを用いた IT と他分野の融合分野であり、高齢化社会を迎え市場拡大が予想されている。	●			オムロンヘルスケア、タニタ
サービスロボット	IT 融合領域に含まれる。また、今後、技術進歩に伴い家庭等における一般利用の拡大が予想され、その際に、安全性、信頼性が求められる分野である。介護ロボットに焦点。	●			東芝ホーム、シャープ、パナソニック
スマート家電	IT 融合領域のスマートコミュニティの重要な構成要素。家電の IT 化、ネットワーク化の進展が予想され、新たな領域として注目度が高い。	●			パナソニック、ソニー、東芝
自動車	製造業の中で市場規模（出荷額 約 50 兆円 ²⁸ ）が大きく、多くの取引企業からなる裾野の広い産業。高い安全性・信頼性が求められる。IT 融合領域 ²⁹ のスマートシティに関わる分野。	●			トヨタ自動車、日産自動車、デンソー、アイシン精機
鉄道（運行管理系）	重要インフラ分野 ³⁰ であり、高信頼性が求められる分野である。（信号システム等の制御系は対象とはしない。）			●	JR 東日本、日立製作所
デジタル複合機	日本の競争力が高く（世界シェア 77%）、情報セキュリティを含む要求水準の高い分野である。コモンクライテリア製品認証 ³¹ の取得率が高く、取組みの参考となる。	●			セイコーエプソン、富士ゼロックス
クラウドサービス	市場の拡大傾向が予想されており、ネットワーク化、サービス化 ³² の重要な役割を担う分野である。サーバ側の基盤。			●	富士通、NTT コミュニケーションズ、Amazon Web Services

以下の章では、これらの各分野における代表的なシステムの構成、代表的な企業とその役割、オープン化の状況について整理した。

²⁸ 自動車・同附属品製造業 製造品出荷額等 49,349,531 百万円（平成 24 年）（出典：経済産業省、平成 24 年工業統計調査）

²⁹ 経済産業省は IT・データの活用を起点として構造変化を遂げて生み出される新ビジネスを IT 融合新産業と定義し、「スマートコミュニティの国内外展開の加速化」、「スマートヘルスケア産業」、「社会システムに組み込まれるロボット」等を IT 融合による戦略的重点 6 分野として設定。

³⁰ 内閣官房情報セキュリティセンターでは「情報通信」、「金融」、「航空」、「鉄道」、「電力」、「ガス」、「政府・行政サービス（地方公共団体を含む）」、「医療」、「水道」、「物流」、「化学」、「石油」、「クレジットカード」と定義。

³¹ 国際標準 ISO/IEC 15408 に基づく IT 製品の情報セキュリティに関する製品認証。

³² 従来の売り切り型の提供形態から、インターネットを介してソフトウェアや IT リソースをサービスとして提供する形態へ移行すること。

4.1.2. スマートフォン

タッチパネルを用いた直感的に操作できる新しいGUIの登場により、2007年からスマートフォン市場は急拡大した。共通プラットフォーム化による水平分業型のAndroid端末とiPhoneが共存し寡占化が進んでいる。いずれの端末もAPIを公開し、アプリ・サービス市場が拡大している³³。

本項では、スマートフォン端末とそのアプリ³⁴、サービスに関わるソフトウェア、及び開発に用いられるツール等を調査対象とした。

4.1.2.1. 代表的な機器・システム構成

スマートフォン分野における調査対象は、スマートフォン機器とそれをベースとして提供されるアプリやサービスに関わるソフトウェア及びそれらを開発するために用いられるツール等のソフトウェアとした。

以下では、スマートフォン機器とそれ以外の、サービス及びツールに分けて順に主なソフトウェアの構成を整理した。

スマートフォン機器については、パソコンと類似した汎用化された部品から構成されるシステムとして進化してきた。

典型的なスマートフォンのシステム構成を図4-1に示す。

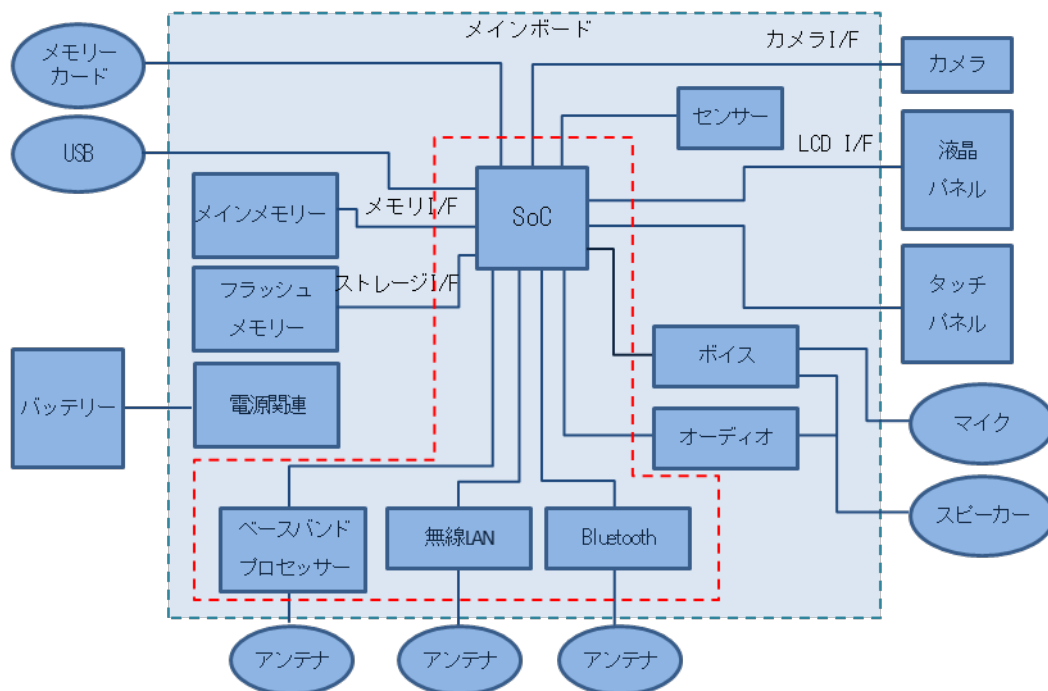


図 4-1 スマートフォンの典型的なシステム構成

（参考資料³⁵を基に作成）

スマートフォンのOSやアプリ等のソフトウェアは、CPU、GPU³⁶、ビデオ・オーディオプロセッサ（コーデック）などを1チップ化したアプリケーションプロセッサと呼ばれるSoC上で動作する（上図、赤点線が1チップ化されたもの）。その他の主なソフトウェアに

³³ 4.1.2の末尾に、キーテクノロジーによる主要プレイヤーの変化について参考情報を示す。

³⁴ スマートフォン分野では、アプリケーション・ソフトウェアのことをアプリと呼ぶことが定着している。

³⁵ ITpro, スマートフォンやタブレットの内部構造 (2/5)

<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20120822/417461/?ST=smartphone&P=2>

³⁶ グラフィック処理専用のプロセッサ

は、通話及びモバイルデータ通信機能を実現するベースバンドプロセッサ（モデム）上で動作するファームウェア³⁷、ソフトウェア無線³⁸等のソフトウェアや、カメラ制御など専用プロセッサ上で動作するソフトウェアなどがある。

また、GPS、加速度センサ、ジャイロセンサなどのセンサや周辺デバイスのドライバーソフトウェアは、アプリケーションプロセッサ上の OS 用ドライバーソフトとして動作する。このようなスマートフォンのシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別を整理したものが表 4-2 である。

表 4-2 スマートフォンのシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別の関係

(参考資料^{39,40,41,42,43}を基に作成)

システム構成		ソフトウェア	ソフトウェアを提供する事業者の種別
ハードウェア			
主な構成要素	細分		
アプリケーションプロセッサ (APP)	CPU, GPU, DSP, CODECs (ビデオ, オーディオプロセッサ)	アプリ (端末独自アプリ、サードパーティアプリ)	通信キャリア、アプリ・サービスベンダ、端末メーカー
		ミドルウェア (実行環境系、言語処理系、開発ツール系)	OS ベンダ、機器部品サプライヤ、ツールベンダ
		OS (汎用 OS, 独自 OS, ドライバーソフト)	OS ベンダ 機器部品サプライヤ
		CODEC, DSP 用マイクロコード	機器部品サプライヤ
メモリ	DRAM, フラッシュメモリ, ROM	—	—
ベースバンドプロセッサ (モデム)	DSP, 通信回路 (APP と SoC 化が増加)	ソフトウェア無線、内蔵ファームウェア	機器部品サプライヤ
その他通信モジュール	無線 LAN モジュール	ファームウェア、プロトコルスタック (APP 動作 ^{※1})	機器部品サプライヤ
	Bluetooth, NFC, 赤外線等	プロトコルスタック (APP 動作), ドライバーソフト (APP 動作)	機器部品サプライヤ

³⁷ 電子機器に組み込まれたコンピュータシステム(ハードウェア)を制御するためのソフトウェアのこと。

³⁸ ソフトウェアで機能や性能を変更することにより、ハードウェアに変更を加えることなく複数の無線通信方式や仕様に対応できるマルチモードのシステムを実現する技術。

³⁹ 情報通信研究所, 世界のスマートフォンを支える日本の部品メーカー

http://www.icr.co.jp/newsletter/report_tands/2013/s2013TS290_3.html

⁴⁰ ITpro, アプリケーションプロセッサと周辺デバイス

<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20120822/417462/>

⁴¹ ITpro, ベースバンドプロセッサと関連デバイス (3/6)

<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20120822/417463/?ST=smartphone&P=3>

⁴² 日経エレクトロニクス, スマホ部品で勝つ

<http://techon.nikkeibp.co.jp/article/HONSHI/20111110/201358/>

⁴³ ITpro, スマートフォンやタブレットの内部構造 (2/5)

<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20120822/417461/?ST=smartphone&P=2>

システム構成			ソフトウェアを提供する事業者の種別
ハードウェア		ソフトウェア	
主な構成要素	細分		
カメラ制御モジュール	専用プロセッサ (DSP, CPU) 内蔵、イメージセンサ	制御ソフト	機器部品サプライヤ
ディスプレイ・タッチパネル	タッチパネル制御 IC	ファームウェア	機器部品サプライヤ
センサ	GPS、加速度、ジャイロ、磁気、調光、地磁気、近接度、IR、温度計&湿度計等	ドライバーソフト (APP 動作)	機器部品サプライヤ
周辺デバイス	マイク、スピーカー等	—	—
受動部品	抵抗、コンデンサ、トランス等	—	—
電源モジュール	電源制御 IC、バッテリー	電源管理ソフト	機器部品サプライヤ

※1 上表中ソフトウェアの列において、「(APP 動作)」と記載したものは、アプリケーションプロセッサ上で動作するソフトウェアを意味する。

ハイエンド機では、アプリケーションプロセッサ、ベースバンドプロセッサ、コーデックなどを1チップ化したSoCの利用が増加しており、汎用OSやアプリケーション・ソフトウェア、通信用ソフトウェアは、それぞれのプロセッサコアで動作する⁴⁴。

アプリケーションプロセッサの中核となるCPUについては、近年、Qualcomm、NVIDIA 韓国Samsung、米Texas Instrumentsといった大手半導体メーカーが英ARM社が仕様を策定した「ARMアーキテクチャ」を採用し、スマートフォンの95%⁴⁵のシェアをARMアーキテクチャが占めている。

OSの汎用化も進展しており、Android OSは2009年に世界市場シェアが10%以下だったが、2013年スマートフォン世界販売台数でAndroidが78.4%となり急速に占有率を高めている。Android OSに続きiOSの順でシェアが高い⁴⁶。

市場シェアが最も高い汎用OSであるAndroidのソフトウェアを中心とするアーキテクチャは図4-2の通りである。

⁴⁴ ITpro, アプリケーションプロセッサと周辺デバイス
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20120822/417462/>
 NEC, Android 開発ソリューション

<http://jpn.nec.com/embedded/solutions/android.html>

電子部品の開発動向

http://home.jeita.or.jp/ecb/history/his_shape.html

(受動素子は供給された電力を消費・蓄積・放出する素子で、増幅・整流などの能動動作を行わないもの)

ITpro, ベースバンドプロセッサと関連デバイス

<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20120822/417463/?ST=smartphone&P=1>

⁴⁵ 東洋経済 Online, アームはモバイル端末以外にも広がっていく、業戦略責任者が語る ARM アーキテクチャの未来

<http://toyokeizai.net/articles/-/26833>

⁴⁶ <http://news.mynavi.jp/news/2014/04/24/099/>,

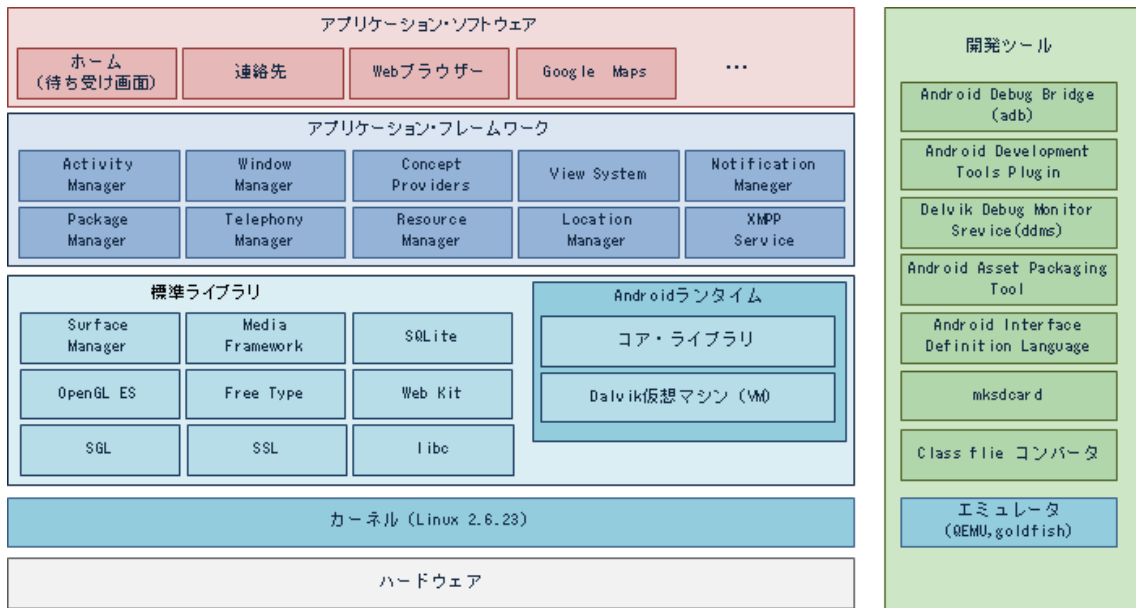


図 4-2 Android のソフトウェア構造
(日経エレクトロニクスの資料⁴⁷を基に作成)

Android OS ソフトウェアは、コンポーネントの再利用と再配置を可能にするアプリケーション・フレームワークとモバイル機器のために最適化された Dalvik 仮想マシンを特徴としている。ハードウェア上には、Linux をベースとしたカーネルによりセキュリティ、メモリ管理、プロセス管理、ネットワークスタック、そしてドライバーなどのコアシステムサービスを実現する。カーネル上には、C/C++ライブラリを含む標準ライブラリ、ランタイムライブラリが提供される。その上に、アプリケーション・フレームワークにより API が提供され、それらを用いたアプリケーションは、Java プログラミング言語を用いて実現される。アプリケーションは、インターネットの利用を前提としたサービス型アプリケーションが多い。Android OS はオープンソースコミュニティの成果を活用して開発されており、カーネルは Linux、ミドルウェア、ランタイムライブラリは Java を利用している。

スマートフォン機器以外のサービス（サーバ側ソフトウェア）やソフトウェア開発におけるツールとしては表 4-3 のような例が挙げられる。

表 4-3 スマートフォンに関する機器以外のソフトウェアの例

分類	ソフトウェアの例
サービス（サーバソフト）	メールサーバ
	スケジュール管理サーバ
	オンライン・ストレージ
	営業管理支援等
開発ツール	開発環境
	検査ツール
	テストツール

⁴⁷ 日経エレクトロニクス 2007 年 12 月 17 日号, Android の野望

4.1.2.2. 代表的な企業とその役割

4.1.2.1.において、代表的なシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別を示した。そこで挙げた事業者の種別に対して、それぞれの役割と企業の例を示したものが表 4-4 である。

表 4-4 役割と企業の例(スマートフォン)⁴⁸

事業者の種別	役割	企業の例 ⁴⁹
通信キャリア	通信インフラを提供する。	NTT ドコモ、KDDI、ソフトバンク
アプリ・サービスベンダ	スマートフォン及び通信インフラをプラットフォームとして、サービスを提供する。アプリ・マーケットプレイスを提供する事業者を含む。	Google、ガンホー・オンライン・エンターテイメント、Yahoo、Facebook ドワンゴ、Apple
端末メーカー	スマートフォンの最終製品を製造する。	富士通、ソニーモバイルコミュニケーションズ、Samsung、Apple
OS ベンダ	汎用 OS などを提供する。	Google、Apple
機器部品サプライヤ	センサ、周辺デバイス等の部品とファームウェアを提供する。	Qualcomm、MediaTek、ルネサスエレクトロニクス、フェリカネットワークス
受託開発	端末メーカーや機器部品サプライヤからの開発委託を受けソフトウェアを開発する。	日本ノーベル、コンポーネントデザイン、TechFun
ツールベンダ	スマートフォン開発に必要な開発環境、検査ツール、テスト環境などを提供する。	日本ノーベル、エクセルソフト、Google
サービス提供	検証サービスやサポートサービスを提供する。	ベリサーブ、ケータイラボ、デジタルハーツ

スマートフォン及びそのサービスは、端末、通信インフラ、アプリ、ネットワークサービスが組み合わされることでユーザに価値を提供するものである。それらの企業は、他の企業が提供するシステムやソフトウェアを前提として連携することによりビジネスが成り立つ共存共栄の関係によるエコシステムを形成している点が特徴的である。

端末開発は、通信キャリアからの通信規格などの要求仕様に基づき端末メーカーが端末仕様を策定し、OSベンダ、部品サプライヤから調達した部品を用いて単体として完成させる。近年は、スマートフォンアプリ市場の拡大⁵⁰や、通信会社やISP（インターネットサービスプロバイダ）とは独立してインターネット上で動画や音声などのコンテンツやサービスを提供するOTT（Over The Top：オーバー・ザ・トップ）による市場の拡大が進んでいる。Android、iOS、Windows PhoneなどのOSにより、サプライチェーンに関わる企業の集合に違いはあるが、デバイスを提供する部品サプライヤ、アプリベンダ等は、異なるOSやプラットフォームに対して横断的に提供される水平分業化が進んでいる。

⁴⁸ 図 4-24 における企業単位に相当する。

⁴⁹ 以下の方針で企業の例を選定する（他の分野も同じ）：

- ・すでに市場が明確に立ち上がっている分類については市場シェアの大きい企業を選定
- ・市場が明確でない、もしくは立ち上がっていない分類は、同じ分野内で市場が明確なものがあればその分類の企業とソフトウェア上関係がある企業を記載
- ・分野内のどの分類も市場がない場合は、注目度の高い企業を記載

⁵⁰ 総務省、平成 24 年版 情報通信白書

4.1.2.3. オープン化の状況

4.1.2.3.1. 全体概要

ソフトウェアのオープン化に関わる取組みとして、オープンソース OS (Android OS) に関する要求仕様、関連する共通プラットフォームの提供が進んでいる。オープンソース OS (Android OS) の要求仕様に基づく端末の製品認証や、情報セキュリティに関する国際標準の認証制度に基づき、オープン化の普及促進に繋がっている。

スマートフォンに関するオープン化の主な取組みについて整理したものが表 4-5 である。

表 4-5 主なオープン化の取組みの分類整理(スマートフォン)

取組み分類	概要	事例
標準化・共通プラットフォーム化	デファクト標準の例として、オープンソース OS (Android OS) の要求定義、Android OS API 仕様の公開が代表的である。また、それら標準に基づく共通プラットフォームや、開発環境、検証環境としての共通プラットフォームが提供されている。	<ul style="list-style-type: none"> ・ Android Compatibility Definition Document (CDD) ・ Android OS ・ ARM アーキテクチャ ・ Google Play Store ・ スマートフォンアプリ脆弱性検査サービス ・ T-Kernel for Android Open Accessory
オープン化の推進 (製品認証等)	デファクト標準 CDD に基づく機器認証や情報セキュリティに関する国際標準 ISO/IEC 15408 に基づく認証取得により、オープン化の推進に貢献している。	<ul style="list-style-type: none"> ・ Android Compatibility Definition Document (CDD) 製品認証 ・ コモンクライテリア (ISO/IEC 15408) 認証取得

これらの取組みについて、具体的な内容をまとめたものが 4.1.2.3.2 である。

4.1.2.3.2. オープン化取組み事例

4.1.2.3.1 にまとめた取組み分類に従い、主な取組み事例を以下に示す。

(1) 標準化・共通プラットフォーム化の事例

- オープンソース Android OS と Android Compatibility Definition Document (CDD) 要求仕様

Google では、Android 機器に関する要件として、Android Compatibility Definition Document (CDD) を規定し、Android 機器認証を行っている。Android は、Linux カーネル、ライブラリやフレームワークその他のミドルウェア、Dalvik 仮想マシン、主要なアプリケーションからなるソフトウェアスタックパッケージをオープンソースとして提供している。カーネルとそのライブラリなどの Linux 部分のライセンスは GPL⁵¹ である。それ以外のソースコードのライセンスは、Apache 2.0 に準じる。

- アプリケーションは、Google 独自に構築した仮想マシンである Dalvik 仮想マシン上の「Java Platform, Standard Edition (Java SE) のサブセット + Android 拡張」環境で実装する。
- アプリケーション・ソフトウェア開発用には Android SDK (Software

⁵¹ GNU General Public License (GNU 一般公衆利用許諾) 二次的著作物の頒布条件を同一の GNU GPL のライセンスに限っている。

Development Kit) が、ランタイムとライブラリの開発用には Android NDK (Native Development Kit) が無償提供されている。

- Google から提供されている SDK では、Java プラットフォームによるプログラム環境と、C/C++による開発環境がサポートされている。Java 言語以外にも、Java プラットフォーム向けの複数の言語 (Scala、Hecl) で書かれたプログラムが Dalvik 上で動作する。
- ARMアーキテクチャ
組み込み機器や低電力アプリケーション向けに広く用いられる 32 ビット・64 ビット RISC⁵² CPUのアーキテクチャである。PDA・携帯電話・メディアプレーヤー・携帯型ゲーム・電卓などの携帯機器から、ハードディスク・ルータなどのPC周辺機器まで、多様な電子機器に使用される。ARMアーキテクチャの技術的詳細は公開されており、半導体メーカーは、ARMからIPコア⁵³のライセンス供与を受けて、それぞれの会社において機能を追加するなどしてSoCとして製造する。
- Google Play Store (マーケットプレイス PF)
端末は、Google が定めた基準-Compatibility Definition Document (CDD) の要求に従ったものであるとき、Google Play マーケットにアクセス可能となる。マーケットプレイスから提供されるアプリには、無料アプリ、買い切り型の有料アプリがある。また、アプリ内から課金サービスを利用することもできる。月額課金型の有料アプリは存在しない。購入代金の支払いは、Google ウォレットを通じてクレジットカードやデビット・カードなどで行うか、一部の通信キャリアでは通信料金と合算することができる。
- スマートフォンアプリ脆弱性検査サービス⁵⁴
スマートフォン向けのWebサービスだけでなく、スマートフォンにダウンロードして利用するスマートフォンアプリについても脆弱性検査を行う。これにより、サーバ側アプリケーションに潜む脆弱性の検出、スマートフォン内のアプリケーションに潜む脆弱性の検出、脆弱性の改修方法の提示などを行う。
- T-Kernel for Android Open Accessory⁵⁵
Android端末用の周辺機器をT-Kernelで開発するための開発評価キットを提供する。リアルタイムの機器制御はT-Kernelとし、高度なGUIや複雑な情報処理はAndroidとすることで、OSを適切に使い分ける。

(2) オープン化の推進（製品認証等）

- コモンクライテリア認証取得⁵⁶
フェリカネットワークスのモバイル FeliCa IC チップファームウェア⁵⁷はISO /

⁵² Reduced Instruction Set Computer. コンピュータの命令セットアーキテクチャ (ISA)の1つで、命令の種類を減らし、回路を単純化して演算速度の向上を図るもの。

⁵³ Intellectual Property Core. LSI を構成するための部分的な回路情報で、特に機能単位でまとめられているもの

⁵⁴ さくら情報システム, スマートフォンアプリケーション脆弱性検査

<http://www.sakura-is.co.jp/products-services/ps-000-076.html>

⁵⁵ T-Kernel for Android Open Accessory 例

<http://www.t-engine4u.com/products/adk.html>

⁵⁶ コモンクライテリアは情報技術セキュリティの観点から、情報技術に関連した製品及びシステムが適切に設計され、その設計が正しく実装されていることを評価するための国際標準規格。1999年12月にISO/IEC15408 情報技術セキュリティ評価基準として国際標準化され、日本でも2000年にJIS X 5070としてJIS化された。2001年にはIT関連製品のセキュリティ機能・品質をISO/IEC 15408に基づき評価及び認証する「ITセキュリティ評価及び認証制度 (JISEC)」が創設され、現在は情報処理推進機構において認証業務、運営がなされている。

⁵⁷ フェリカネットワークス, モバイル FeliCa IC チップファームウェアセキュリティターゲット

IEC 15408 に基づくコモンクライテリア認証を取得している。これによりセキュリティ機能要求、セキュリティ保証要求を明確にし、第三者により評価・認証を受けている。コモンクライテリア認証においては、モバイル FeliCa IC チップファームウェアの仕様を形式仕様記述言語VDM++を用いて記述することにより、認証レベルEAL 4+を取得している。

- **Android 端末製品認証**
Android 端末製品が、Android Compatibility Definition Document（CDD）における要求仕様を満たしているか検証し、製品認証を行っている。

(コラム) キーテクノロジー等に基づく主導的なプレイヤーの動向

ここで、携帯電話・スマートフォン⁵⁸の開発に関して主要プレイヤーの変化について示す。図 4-3 は、主要プレイヤーの変化についてまとめたものである。

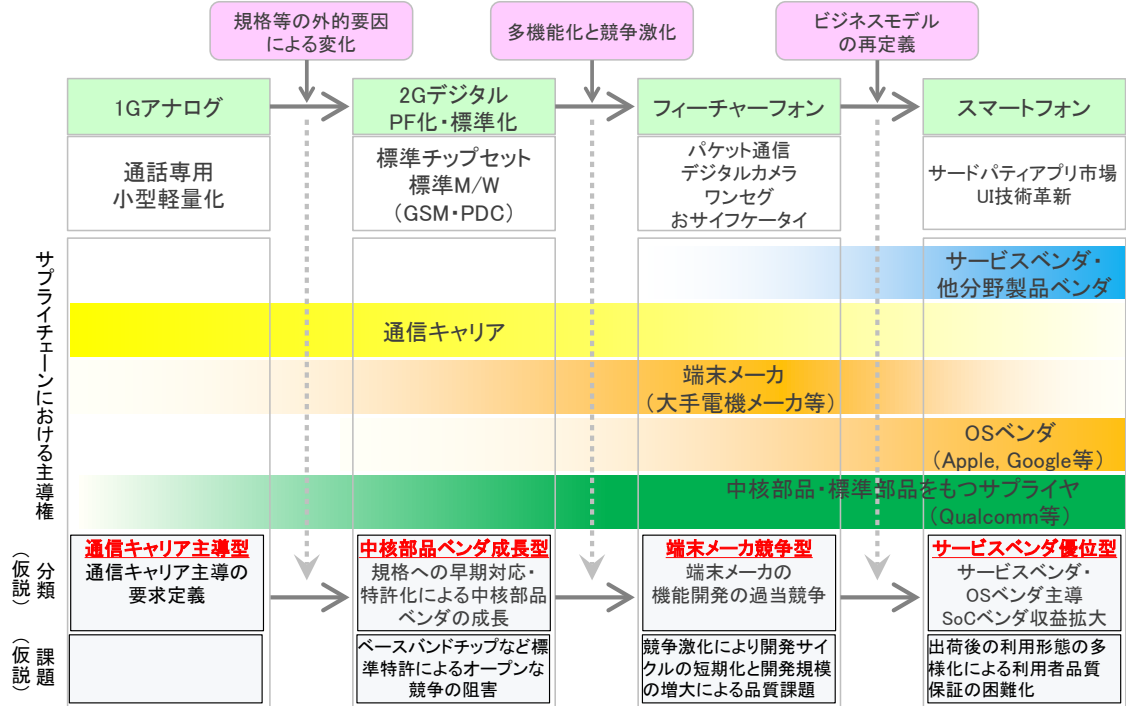


図 4-3 携帯電話・スマートフォンのサプライチェーンと主な変革

上図では、主な変化を(1)規格等の外的要因による変化、(2)多機能化、(3)ビジネスモデルの再定義に着目して整理したものである。これらの変化を通じて、サプライチェーンにおける主導権は、通信キャリアからOSベンダ、サービス、アプリベンダ、中核部品サプライヤに移りつつある様子を示している。

携帯電話の小型化や低価格化が進んだ結果、ベースバンドプロセッサとアプリケーションプロセッサを別のチップとすることは、実装面積や部品原価の観点で不経済であるため、アプリケーションプロセッサとベースバンドプロセッサのSoC化が進んだ。ARMアーキテクチャの中でも、ベースバンドプロセッサに強みを持つQualcommが優位にあった。ベースバンドプロセッサに含まれるモデムは、通信キャリアごとに通信ができることを示すキャリア認証、相互運用性テスト(Interoperability Test:IOT)が必要である。QualcommのGobiは各通信キャリアから認証を取得済みであるため、搭載デバイスはキャリア認証を取るためのテストをやり直す必要がなく、LTEモデムでQualcommが高いシェアを持った。通信規格の進化に追従するモデムやベースバンドプロセッサを出せるメーカーが減り、Qualcommが高い市場シェアを獲得した。Qualcommが、アプリケーションプロセッサとモデムまで統合したSoCには「Snapdragon S1」がある。SoCは、実装面積や部品コストの観点で大きなアドバンテージとなった。2012年には、Qualcommの時価総額が、Intelの時価総額を超えた⁵⁹。2013年4~6月期の調査では、アプリケーションプロセッサの売上げシェアはQualcommが53%で1位となり、Apple、Media tekが、15%、11%の順となっている。

⁵⁸ ここでは、パソコンと同様の機能を併せ持つ携帯電話をスマートフォンと呼ぶ。

⁵⁹ 総務省、平成25年度情報通信白書

4.1.3. ヘルスケア

ヘルスケア分野では、血圧計、電子体温計、活動量計等の個々のヘルスケア機器で計測されるヘルスケアデータをクラウドサービスを用いて統合管理し、さらに公開された API を用いた分析表示アプリケーションを組み合わせる形態が登場している。本調査の対象範囲は、ヘルスケアデータを統合利用するサービスを中心とした。

ヘルスケア機器は、健康の維持や増進のために用いられる機器で、明確な定義は無い⁶⁰が、代表的な機器としては血圧計、電子体温計、活動量計、睡眠計等がある⁶¹。薬事法においては医療機器は、生体に直接影響を与えるものとしており、血圧計や電子体温計等のヘルスケア機器は薬事法対象（＝管理医療機器、一般医療機器等）となる（図 4-4）。一方、ヘルスケアデータを統合利用する新しいサービス・システムは、生体に直接影響を与えるものではないため、薬事法の医療機器の対象外と考えられる。ただし、2013 年 11 月に公布された改正薬事法では、単体ソフトウェア（汎用ハードウェア上で動く医療用ソフトウェア）も規制対象となり、今後は単体ソフトウェア提供者も薬事法対応の検討が必要となる可能性があるが、まだ、範囲は明確になっていない。

管理区分	改正薬事法における規制	機器例
高度管理医療機器	・販売業の許可制 ・製造、販売に係る大臣承認	ペースメーカー、人工心臓弁、人工呼吸器、ステント、インシュリンポンプ、輸液ポンプ、麻酔システム、透析器等
管理医療機器	・販売業の届出制 ・登録機関による認証	電子体温計、電気治療器(マッサージ器)、MRI装置、電子内視鏡、超音波診断装置等
一般医療機器	・販売業の届出不要 ・製造販売承認不要	メス・ピンセット、血圧計、聴診器、X線フィルム等
(単体ソフトウェア)	(リスクに応じて上記管理区分へ分類される)	・診断機能を持った医療用アプリケーション:PC等の汎用ハードウェアにインストールする、診療用を意図したソフトウェア ・生体検査システムソフトウェア:患者の生体情報・画像情報等の臨床データを保管・表示等を意図したソフトウェア

図 4-4 薬事法管理区分

4.1.3.1. 代表的な機器のシステム構成

(1) ヘルスケア機器

ヘルスケア機器は、ヘルスケア機器組込みソフトウェアと機器から得られた個人健康情報を扱うアプリケーションから構成される。例えば、血圧計は、上腕に巻いたカフのセンサより血圧を測定するため、センサやそれらのデータを処理するマイコン、表示装置などから構成される。外部とのデータのやり取りのために Bluetooth、PC 通信のための USB などのインタフェースを搭載する。上腕にセンサを付けるため、血圧計は薬事法対象内の機器である。

(2) ヘルスケアサービス

従来ヘルスケア機器は、単体として利用されてきたが、インターネットの普及や通信規格の標準化が進み、これらの機器を連携・統合利用することにより健康維持、増進への効

⁶⁰ 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング、ヘルスケア/医療・介護
http://www.murc.jp/solution/consulting/healthcare_medical

⁶¹ 日本ホームヘルス機器協会、健康管理機器
<http://www.hapi.or.jp/aboutus/>

果を拡大させるサービスが提供されるようになった。このサービスを医師が診断用に利用する可能性が低いと、現状では改正薬事法の単体ソフトウェア規制外になると考えられる。しかし今後、医療情報との連携が進んだ場合、ヘルスケアサービスが薬事法規制におけるグレーゾーンとなる。

これらヘルスケア機器を連携・統合したシステム及びサービスの構成例を図 4-5 に示す。

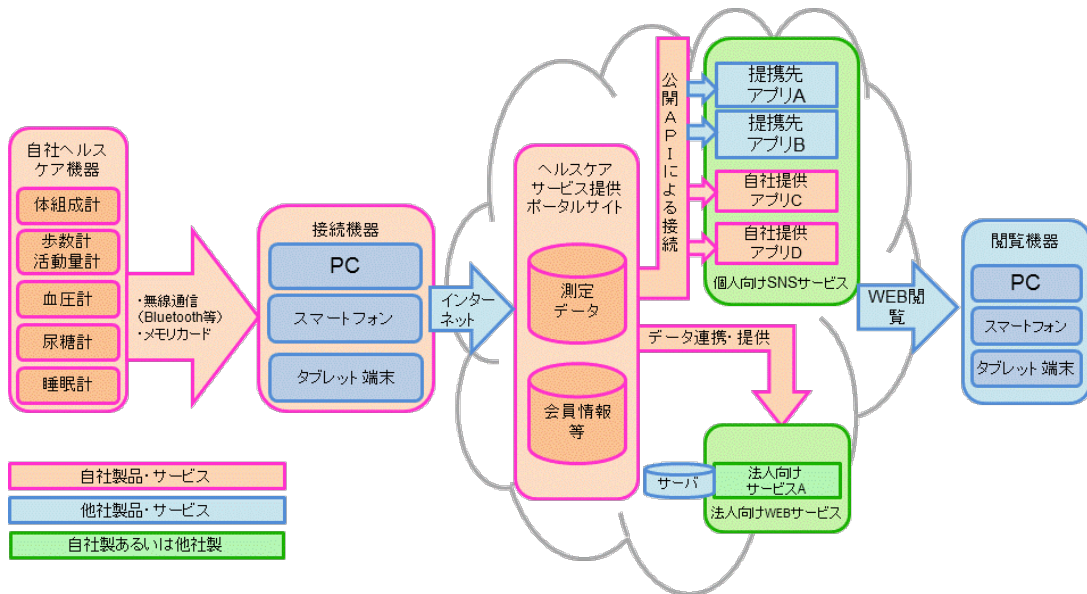


図 4-5 健康管理サービスのシステム構成例

（参考資料⁶²を基に作成）

健康管理サービスにおいては、体組成計、活動量計、血圧計等のヘルスケア機器をインターネットを介して Web システムにより統合管理し、公開 API により SNS サービスなどとして提供するシステムを構築している場合がある。

これらのサービスでは、機器から得られたデータを利用するサードパーティ製アプリとの連携は始まっており、今後も増加する方向性である^{63,64}。

(3) ソフトウェア

上記の通り、ヘルスケア機器のソフトウェアのうち、本体組込みソフトウェアについては、セットメーカーグループ内ソフトウェアベンダと協働で開発する垂直統合体制で開発されることが多い。OS や部品組込みソフトウェア、通信アダプタ等は外部調達を行う場合がある。

ヘルスケアサービスのシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別を整理したものが表 4-6 である。

⁶² 新世代 M2M コンソーシアム, 事例紹介：健康機器とネットワークを活用した健康管理サービス
http://ngm2m.jp/~ngm2m.jp/m2m/m2m/case_info?id=4

⁶³ パートナーサイトで個人健康情報の管理（タニタヘルスリンク）
<http://www.healthplanet.jp/connect/connect.jsp>

⁶⁴ ポータルサイト（ヘルスプラネット）API 公開（タニタヘルスリンク）
<http://www.tanita-thl.co.jp/news/detail31.html>

表 4-6 ヘルスケアサービスのシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別の関係

システム構成		ソフトウェア	ソフトウェアを提供する事業者の種別
ハードウェア			
主な構成要素	細分		
ヘルスケア機器 (単体)	メイン制御用マイコン	アプリケーション	ヘルスケア機器メーカー ヘルスケア機器メーカーグループソフトベンダ
	表示操作マイコン センサ 表示器	ドライバー ファームウェア	機器部品サプライヤ
	フラッシュメモリ ワイヤレス通信トランシーバ	OS/ミドルウェア	ヘルスケア機器メーカーグループソフトベンダ
外部サーバ	Web アプリケーション	分析アプリケーション	ヘルスケア機器メーカー ヘルスケア機器メーカーグループソフトベンダ
		データベースアプリケーション	アプリベンダ
	データベースサーバ	システム管理ソフトウェア	アプリベンダ
データ閲覧端末 (PC、スマートフォン、タブレット端末等)		アプリケーション	ヘルスケア機器メーカー ヘルスケア機器メーカーグループソフトベンダ アプリベンダ
		OS/ミドルウェア	ヘルスケア機器メーカーグループソフトベンダ

4.1.3.2. 代表的な企業とその役割

4.1.3.1.において、代表的なシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別を示した。そこで挙げた事業者の種別に対して、それぞれの役割と企業の例を示したものが表 4-7 である。ソフトウェア提供者ではないが、認証・検証のサービス提供者も参考掲載した。

表 4-7 役割と企業の例(ヘルスケア)⁶⁵

事業者の種別	役割	企業の例
サービスプロバイダ	ヘルスケア機器、ネットワークインフラ、アプリソフト等を用いた計測データの管理・統合サービスを提供する。	オムロンヘルスケア、ドコモヘルスケア、タニタヘルスリンク
アプリベンダ	ヘルスケアアプリケーションを提供する。	Ring coco ⁶⁶
ヘルスケア機器メーカー	利用者向けの最終製品の開発販売を行う。マイコン等の部品等を調達し、組み込みソフトウェアの開発を行い、製品を完成させる。また、健康管理ソフトウェアの開発・提供も行う。	オムロンヘルスケア、パナソニック・ヘルスケア、タニタヘルスリンク、東芝情報システム
機器部品サプライヤ	マイコン、センサなどの部品を開発し、セットメーカーに供給する。	ルネサス ⁶⁷ 、ローム ⁶⁸ 、Texas Instruments ⁶⁹ 、Analog Devices ⁷⁰
ツールベンダ	ヘルスケア機器用ソフトウェア開発環境などのツールを提供する。	マインドツリー ⁷¹
ヘルスケア機器グループソフトベンダ	ヘルスケア機器データの管理ソフトウェアの開発を、ヘルスケア機器メーカーと共同で行う。	パナソニック メディカルソリューションズ ⁷²
受託開発	ヘルスケア機器メーカーや機器部品サプライヤからの開発委託を受けソフトウェアを開発する。	日本ノーベル、アドニス ⁷³ TOPWELL ⁷⁴
(参考掲載) 薬事法機器認証者	規格の策定や認証を行う。	ティフズードジャパン ⁷⁵ 、UL ⁷⁶ 、テクマトリックス ⁷⁷
(参考掲載) 相互接続性検証者	機器間の相互接続性を担保するための標準化や検証を行う。	コンティニュー・ヘルス・アライアンス ⁷⁸

⁶⁵ 図 4-25 における企業単位に相当する。

⁶⁶ 健康管理システム・アプリケーション 「LiLta」 PHR 連携

⁶⁷ 活動量計、血圧計、携帯型心電計などのマイコンを提供する。

ルネサス エレクトロニクス、体重計、体組成計

http://japan.renesas.com/applications/healthcare/healthcare/body_composition_analyzer/index.jsp

⁶⁸ ウェラブル脈波センサ（研究開発中）や、Si ベースの紫外線センサチップで UV-A/B の個別測定ができる新センサなど、長年培ってきた半導体加工技術を応用し、医療現場貢献「パーソナルヘルスケア」を実現する各種のメディカルセンサを提供する。

⁶⁹ Texas Instruments, 医療・ヘルスケア機器分野の動向と TI プロセッサ製品の関わり

http://www.tij.co.jp/lstds/ti_ja/ep/column/appl/062011.page

⁷⁰ 携帯型ヘルスケア機器に向けた SoC (system on a chip) 「ADuCM350」

⁷¹ EtherMind ヘルスデバイス SDK

⁷² パナソニック メディカルソリューションズ <http://panasonic.co.jp/hcc/phc/phcms/>

⁷³ アドニス <http://www.adonis-grp.co.jp/index.html>

⁷⁴ トップウェル <http://www.tpwl.jp/>

⁷⁵ 医療機器品質マネジメントシステムである ISO13485 認証企業

⁷⁶ コンティニュー認証を実施する試験所

⁷⁷ IEC61508、IEC62304、ISO26262 等認証取得支援サービスを提供

⁷⁸ ヘルスケア機器の相互運用のための規格を策定し、製品認証を行う団体。インテルや IBM、グーグルといった企業が参加し、世界中で 240 社超が参加する。 <http://www.continua.jp/product.html>

ヘルスケア機器は、セットメーカーが部品メーカーから部品を調達し、必要なモジュールやソフトウェアを開発することにより単体製品として完成させる。単体製品は、量販店などから消費者に販売される。また、サービスプロバイダにより、インターネットを介して、個人健康情報（パーソナルヘルスケアレコード）を統合管理するためのアプリやサービスを提供する。利用者は、複数のヘルスケア機器を購入し、サービスプロバイダが適用するインターネットサービスによりヘルスケア機器から得られた個人健康情報の統合管理を行うことができる。そのためのアプリ（PC向け、スマートフォン向け等）はアプリベンダが開発する。サービス事業者、アプリベンダ、セットメーカー等にソフトウェアの開発のためにツールベンダは開発ツールを提供する。ソフトウェアの品質は認証サービス提供者によって検証される。

4.1.3.3. オープン化の状況

4.1.3.3.1. 全体概要

ヘルスケアに関するオープン化等の主な取組みについて整理したものが表 4-8 である。

表 4-8 主な取組みの分類整理(ヘルスケア)

取組み分類	概要	事例
標準化・共通プラットフォーム化	ヘルスケア関連新規事業のためのプラットフォーム構築が進められている。 医療機器、ヘルスケア機器に関する国際標準もある。	<ul style="list-style-type: none"> ・ヘルスケア技術オープンプラットフォーム ・IEC/TC62 ・IEC/CD 82304-1 ・IEC 60950-1 ・IEC 62304 ・ISO 14971 ・IEC 62366
オープン化の推進 (製品認証等)	医療情報システム、医用画像システムのデータ交換等に関する規格がある。 ヘルスケア機器や医療機器の通信規格とその認証がある。	<ul style="list-style-type: none"> ・IHE (HL7, DICOM) ・コンティニュー・ヘルス・アライアンス

4.1.3.3.2. オープン化取組み事例

4.1.3.3.1 にまとめた取組み分類に従い、主な取組み事例を以下に示す。

(1) 標準化・共通プラットフォーム化の事例

(i) 国際標準化の取組み

表 4-9 国際標準化の取組み

取組み等	概要
IEC/TC62	医療機器を含むヘルスケア機器の標準化活動
IEC/CD 82304-1	単独のヘルスケアソフトウェアの一般要求事項
IEC 62304	医療機器用ソフトウェアの開発と保守に関する機能安全規格。
IEC 62366	医療機器のユーザビリティに関する要求事項
IEC 60950-1	情報機器などから漏れる電磁波に関する規格
ISO 14971	医療機器のリスクマネジメントに関する要求事項

- IEC/TC62 の動向

医療機器、ヘルスケア機器に関する国際標準は、IEC/TC62 により策定が進められている。2013 年 4 月には中国・上海にて総会が開催されている。その総会において、医療機器ソフトウェア規格をヘルスケアソフトウェアに移行していくことや、セキュリティの問題など、特に、ソフトウェアに関することが大きな話題となり、今後の方向性が決まった。

- IEC/CD 82304-1 (Health software -- Part 1: General requirements for product safety (ヘルスケアソフトウェア))
単独のソフトウェアに関する国際標準規格。これまでの 組込みソフトウェアではなく、単独の一般的要件を明確化することでヘルスケアソフトウェアの製品規格として検討が進められているドラフト段階のものである。
- IEC 62304 (Medical device software - Software life cycle processes (医療機器ソフトウェア—ソフトウェアライフサイクルプロセス))
医療機器用ソフトウェアの開発と保守に関する機能安全規格。ソフトウェアの安全性は、ソフトウェアとその外部（ハードウェアなど）との関わりの中で現れるものとして、医療機器向けのリスクマネジメントの規格である ISO 14971 と組み合わせ、ソフトウェアが関わるリスクを管理しながら、安全要求に対して品質の高いソフトウェアを実現する。
- IEC 62366 (Medical devices -- Application of usability engineering to medical devices (医療機器—ユーザビリティ工学の医療機器への適用))
医療機器のユーザビリティに関する要求事項を規定する。医療機器の製造業者に対して、安全性に関わるユーザビリティに関する分析、設計、検証、妥当性確認のプロセスを規定する。
- IEC 60950-1 (JIS C 6950) (Information technology equipment –Safety –Part 1:General requirements)
情報機器などから漏れる電磁波に関する規格である。
- ISO 14971 (Medical devices -- Application of risk management to medical devices (医療機器—リスクマネジメントの医療機器への適用))
製造業者が体外診断用医療機器を含む医療機器に関連するハザードを特定し、リスクの推定及び評価を行い、これらのリスクをコントロールし、そのコントロールの有効性を監視する手順について規定。要求事項は、医療機器のライフサイクルのいずれの段階にも適用される。

- (ii) プラットフォーム化

- ヘルスケア技術オープンプラットフォーム
2011 年 5 月設立された一般社団法人ヘルスケア技術オープンプラットフォームにより、ヘルスケア関連新規事業、ジョイントベンチャー企業を創成することを目的として、センシングとコミュニケーションによる「どこでもさりげない見守り」や着用可能なセンサとコミュニケータなどのためのプラットフォームを構築、実社会におけるサービス機器の開発を行う。
- (2) オープン化の推進（製品認証等）
 - コンティニュー・ヘルス・アライアンス⁷⁹
コンティニュー・ヘルス・アライアンスは、パーソナル・ヘルスケアの質的向上のため

⁷⁹ <http://www.continua.jp/about/>

めに、ヘルスケア機器や医療機器のデジタル化促進と通信規格の統一を目標に設立された業界団体である。コンティニューによる標準プロトコルを利用するソフトウェアと同じ手順でデータを利用できるようになり、ベンダの枠にとらわれずに、ソフトウェアを開発できる。世界で 240 社を超えるヘルスケア機器メーカー、IT企業、エレクトロニクス企業が参加し、日本では、地域委員会が設立されている。

- コンティニュー設計ガイドライン⁸⁰
コンティニュー対応の機器、ソフトウェア、サービスなどを開発するための、医療機器のデータ通信方法に関するガイドラインである。認証製品やサービスを公開している。
- インタフェースと標準規格のフレームワーク
コンティニューはインタフェースとしてパーソナルデバイス、集約マネージャ、テレヘルスサービスセンター、ヘルスレコードを挙げている。標準規格としてはこれらの要素をつなぐ通信インタフェースと、**ZigBee, Bluetooth** といった標準的な規格から **IHE HL7** などの医療機器専用のプロトコルなどを挙げ、全体のフレームワークを定義している。
- コンティニュー認証
ヘルスケア機器の接続性に関するオープン規格の製品認証を行っており、コンティニュー・ヘルス・アライアンスにて接続性の試験を実施している。

⁸⁰ <http://www.continua.jp/about/guideline.html>

4.1.4. サービスロボット

1980年代以降、自動車や電機・電子産業等のユーザ産業の成長や人手不足を背景に、国内において産業用ロボットの本格的導入が進み、近年ではロボット・セルのような高度な産業用ロボットが生産現場に投入されている。一方サービス業分野へのロボットの实用化に関しては、2005年の愛知万博においてサービスロボット⁸¹の实用化に向けた実証実験が行われたのを始め、実際のビジネスにおいても清掃ロボットや食事支援ロボット、災害復旧作業を行う遠隔操作ロボット等の一部のサービスロボットの導入が進んでいる⁸²。

多くのサービスロボットは現在も研究開発段階⁸³にあり、市場化されている部分は限定的であるが、将来大きな市場が期待されているサービスロボットとして、要介護者及び介護従事者の作業支援を行う介護ロボットがある。世界に先駆けて高齢化が進む日本において、介護サービスへの急激なニーズ拡大と慢性的な介護従事者不足に対する打開策の1つとして、介護ロボットの普及に大きな期待が寄せられている。そこで本項では、サービスロボットの中でも将来大きな市場化が期待される「介護ロボット」を調査対象とした⁸⁴。

4.1.4.1. 代表的な機器・システム構成

(1) サービスロボットのハードウェア

図4-6にサービスロボットのシステム構成の例を示す。一般的なサービスロボットのハードウェアはユーザとの接触を検知するセンサ、ユーザの動作を補助する駆動部及び操作インタフェースから構成される。システム全体の制御はマイコンやCPUで制御し、リアルタイム性が要求される駆動部の制御はそれぞれDSPやマイコンが搭載されている。

⁸¹ 経済産業省のロボット政策研究会の報告における定義によると、ロボットはセンサ、駆動系、知能・制御系の3つの要素技術を有する、「知能化した機械システム」とされ、さらに工場等のラインで生産財として使用される「作業用ロボット」と医療・福祉や防災、メンテナンス、生活支援、アミューズメント等の多様な用途で使用される「サービスロボット」に大別される。

（出典）経済産業省ロボット政策研究会、ロボット政策研究会中間報告書～ロボットで拓くビジネスフロンティア～（2005年）

<http://www.meti.go.jp/policy/robotto/chukanhoukoku.pdf>

⁸² 経済産業省、技術戦略マップ2010（ロボット分野）

http://www.meti.go.jp/policy/economy/gijutsu_kakushin/kenkyu_kaihatu/str2010/a3_1.pdf

⁸³ 平成24年に経済産業省及び厚生労働省より「ロボット技術の介護利用における重点分野」が策定され、平成25年度からは経済産業省の主導による民間企業・研究機関などによるロボットの開発支援と、厚生労働省の主導による介護現場における実証を連携する取組みがスタートしている。「ロボット技術の介護利用における重点分野」は平成26年に改訂され、現在は重点分野として5分野8項目（①移乗介助機器（装着型）／②移乗介助機器（非装着型）／③移動支援機器／④移動支援機器（屋内型）／⑤排泄支援機器／⑥入浴支援機器／⑦見守り支援機器（介護施設型）／⑧見守り支援機器（在宅介護型））が特定され、開発支援が行われている。

⁸⁴ 2012年度の介護ロボットの市場規模は1億7000万円とされ（矢野経済研究所調べ）、目的別には2012年から介護保険の適用となっている排泄支援が1億2000万と全体と7割を占めている。2015年には介護ロボットに対する介護保険の適用範囲が広がることから、今後さらに市場規模が拡大していくと考えられる。

矢野経済研究所、介護ロボット市場に関する調査結果2013

<http://www.yano.co.jp/press/pdf/1196.pdf>

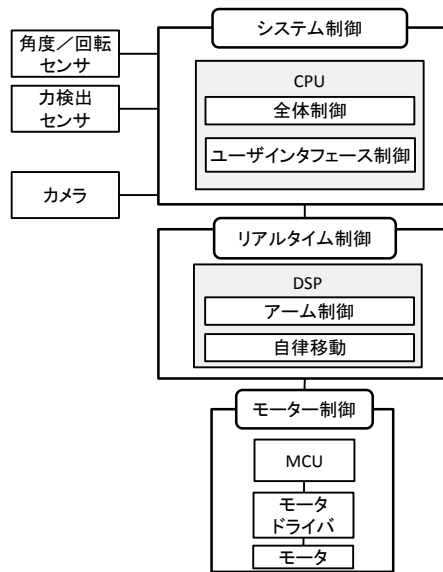


図 4-6 サービスロボットのシステム構成例

(2) サービスロボットのソフトウェア

サービスロボットのソフトウェアとは、システム制御及び各モーター制御のマイコン上で動作するものである。

サービスロボットは新しい産業分野であるため、ソフトウェア開発においてもサプライチェーンは未成熟な段階にあり、OS 等の一部のソフトウェア部品の調達を除いてロボットメーカーのみで開発を行っている事例が多い。介護ロボットの開発においては、介護者や被介護者の動作を直接補助するという機能上、対人安全性の確保が重要であり、また介護施設等で使用されるという性質上、機能を単純化し故障を少なくすることが重要となる。

サービスロボットのシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別を整理したものが表 4-10 である。

表 4-10 サービスロボットのシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別関係

システム構成		ソフトウェアを提供する事業者の種別
ハードウェア 主な構成要素	ソフトウェア	
システム制御	アプリケーション	ロボットメーカー
	ミドルウェア	外部ソフトウェアベンダ 研究機関
	OS・ファームウェア	OS ベンダ 部品メーカー
モーター制御	アプリケーション	ロボットメーカー
	ミドルウェア	外部ソフトウェアベンダ 研究機関
	OS・ファームウェア	OS ベンダ 部品メーカー

4.1.4.2. 代表的な企業とその役割

4.1.4.1.において、代表的なシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別を示した。そこで挙げた事業者の種別に対して、それぞれの役割と企業の例を示したものが表 4-11 である。

表 4-11 役割と企業の例(サービスロボット)⁸⁵

事業者の種別	役割	企業の例
ロボットメーカー	ロボットの最終製品の開発・製造を行う。一般利用者、レンタル事業者、介護施設に対して製品を提供する。	パナソニック、富士機械製造サイバーデザイン
部品メーカー	マイコン、アクチュエータ、付属ファームウェアをロボットメーカーに提供する。	ナブテスコ
外部ソフトウェアベンダ	ロボット向けミドルウェアを開発し、ロボットメーカーに提供する。	セック
研究機関	ロボット向けミドルウェアを開発し、ロボットメーカーに提供する。	産業技術総合研究所
OS ベンダ	OS をロボットメーカーに提供する。	T-Engine フォーラム

4.1.4.3. オープン化の状況

4.1.4.3.1. 全体概要

サービスロボットに関するオープン化等の主な取組みについて整理したものが表 4-12 である。

表 4-12 主な取組みの分類整理(サービスロボット)

取組み分類	概要	事例
標準化・共通プラットフォーム化	ロボット開発のためのソフトウェアプラットフォームやミドルウェアを提供する。	・ RT ミドルウェア
評価・認証	生活支援ロボットの安全性規格とそれに基づく認証の取組みが行われている。	・ ISO 13482

これらの取組みについて、具体的な内容をまとめたものが 4.1.4.3.2. である。

4.1.4.3.2. オープン化取組み事例

4.1.4.3.1 にまとめた取組み分類に従い、主な取組み事例を以下に示す。

(1) 標準化・共通プラットフォーム化の事例

- RT ミドルウェア (Robotic Technology Middleware: RTM)
ロボット機能要素 (RT 機能要素) のソフトウェアモジュール (RT コンポーネント: RTC) を複数組み合わせることでロボットシステム (RT システム) を効率的に構築するためのソフトウェアプラットフォーム。RT ミドルウェアの実装の例を表 4-13 に示す。

⁸⁵図 4-26 における企業単位に相当する。

表 4-13 RT ミドルウェアの実装例

名称（提供機関）	概要
OpenRTM-aist ⁸⁶ （産業技術総合研究所）	産業技術総合研究所が開発・提供している RT ミドルウェア。RT コンポーネントは、C++, Python, Java 言語で開発することができ、主要な OS（Linux/Unix, Windows, Mac OS X）をサポートしている。また、RT コンポーネントのインタフェース仕様は、国際標準化団体 OMG TM （Object Management Group TM ）において公式標準仕様として採択された RTC（Robotic Technology Component）仕様バージョン 1.0 に準拠している。
RTMsafety ⁸⁷ （セック）	新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）「次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト」の委託事業のもとで、産業技術総合研究所とセックが共同開発した機能安全の国際規格 IEC 61508 SIL3 Capable 準拠の RT ミドルウェア。機能安全のための機能を備えることで、機能安全の認証を取得する予定のロボット開発のコストダウンを実現する。
OpenRTM.NET ⁸⁸ （セック）	セックが開発した Microsoft .NET Framework 上で動作する RT ミドルウェア。OMG の RTC Specification 1.0 に準拠しており、OpenRTM-aist と互換性がある。

(2) 規格認証

- ISO 13482（生活支援ロボットの国際安全性規格）

NEDO が平成 21 年度から実施する「生活支援ロボット実用化プロジェクト」の成果に基づき 2014 年 2 月 1 日に策定された、生活支援ロボット（Personal Care Robot）の安全性に関する国際安全性規格。充電電池、ロボット形状、電磁妨害、耐久性、環境センシング、機能安全等の項目が含まれている。既に CYBERDYNE の「ロボットスーツ HAL 福祉用」が 2013 年に ISO 13482 の原案版「ISO/DIS 13482」に基づく認証を取得している他、2014 年 2 月にはパナソニックの離床支援のためのロボット介護機器「リショナー」等が正式版の ISO 13482 の認証を取得している。

⁸⁶ OpenRTM-aist

<http://openrtm.org/>

⁸⁷ RTMsafety

<http://www.sec.co.jp/business/rtmsafety/>

⁸⁸ OpenRTM.NET

<http://www.sec.co.jp/robot/openrtmnet/introduction.html>

4.1.5. スマート家電

2012年以降、各家電メーカーでは、従来の家電製品にネットワーク技術や様々なIT技術を融合させて、高度な機能を実現するスマート家電のコンセプトを打ち出している。スマート家電には明確な技術的定義は無いが、省エネ機能を搭載した家電として、スマートハウス⁸⁹、HEMS⁹⁰の一部として、エネルギー消費を最適化する機能を持った家電を指す場合と、インターネットと接続し、スマートフォン等から遠隔操作が可能な家電を指す場合があり、家電メーカー各社において独自のスマート家電のコンセプトを展開している。本調査におけるスマート家電の定義は上記の両方を含むものとした。

現在スマート家電製品として、いわゆる「白物家電」と呼ばれる生活家電を中心として、テレビ・録画機器等のデジタル・AV機器などが市場に出ている。

スマート家電分野における調査対象は、スマート家電製品に加え、他のスマート家電製品や住宅設備機器等と接続した場合のスマートハウス/HEMSの全体システム、スマートフォンやタブレット端末のスマート家電向けアプリケーションの利用等も含むものとした。

4.1.5.1. 代表的な機器・システム構成

(1) スマート家電

自動車などの場合、1台に数十個のマイコンが搭載されているが、白物家電の場合1台に組み込まれるマイコンは2～3個であることが多く、1つのマイコンで多くの機能を実現する点が特徴的である。一方、テレビ、録画機器、オーディオ等のデジタル・AV機器は一般のPCと同様、単体のOSにより制御されており、拡張性、汎用性の観点でLinuxが多く採用されている。

例としてエアコンのシステム構成例を図4-7に示す。エアコン用のマイコンは、室内機のエアコンを制御するメイン制御用マイコン、室外機のファンモータやインバータ制御用のマイコン、リモコン制御用のマイコン等がある。スマート家電のエアコンの場合、人感センサと連動した気流制御による省エネ機能、温度管理機能等が搭載されており、これらの機能もメイン制御用のマイコンによって実現されている。

⁸⁹ 経済産業省の以下の報告書では、スマートハウスの「スマート」の定義について「従来、「スマート＝IT」が一般論であり、3.11以降は特に「スマート＝節電（新エネ）」という意識が強くなっていますが、「スマート」に、「快適」、「健康」、「断熱」、「クール・ジャパン」、「リフォームやリサイクルのしやすさ」等の本来住宅があるべき概念や、これからの住宅が有するべき概念を含ませたものです。」としている。

経済産業省、スマートハウス関連施策について（2012年1月）

http://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/jyutaku/downloadfiles/2012_01_smarthouse_01.pdf

⁹⁰ Home Energy Management System, 家電製品等の家庭のエネルギー管理を行うシステム。

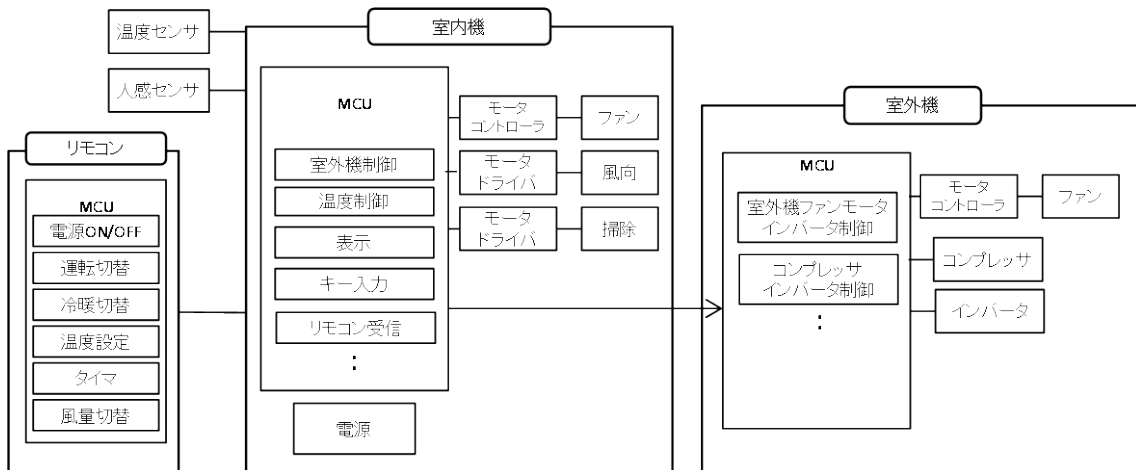


図 4-7 エアコンのシステム構成例

(2) スマート家電を中心としたスマートハウス

スマート家電の場合、家電製品単体だけでなく、家電製品がネットワークを介して他の機器と接続、連携することが前提となるため、それらの構成要素を含めた全体システムとして信頼性向上を行う必要がある。例えば図 4-8 に示すようにスマート家電を中心としたスマートハウスの場合、構成要素としてスマート家電製品、スマート家電製品に外付けする通信アダプタ、エネルギー計測ユニット、HEMS コントローラ、ブロードバンドルータ、クラウドサービスを提供する外部サーバ等、家電のモニタ、遠隔操作を行うスマートフォン、タブレット端末等がある。

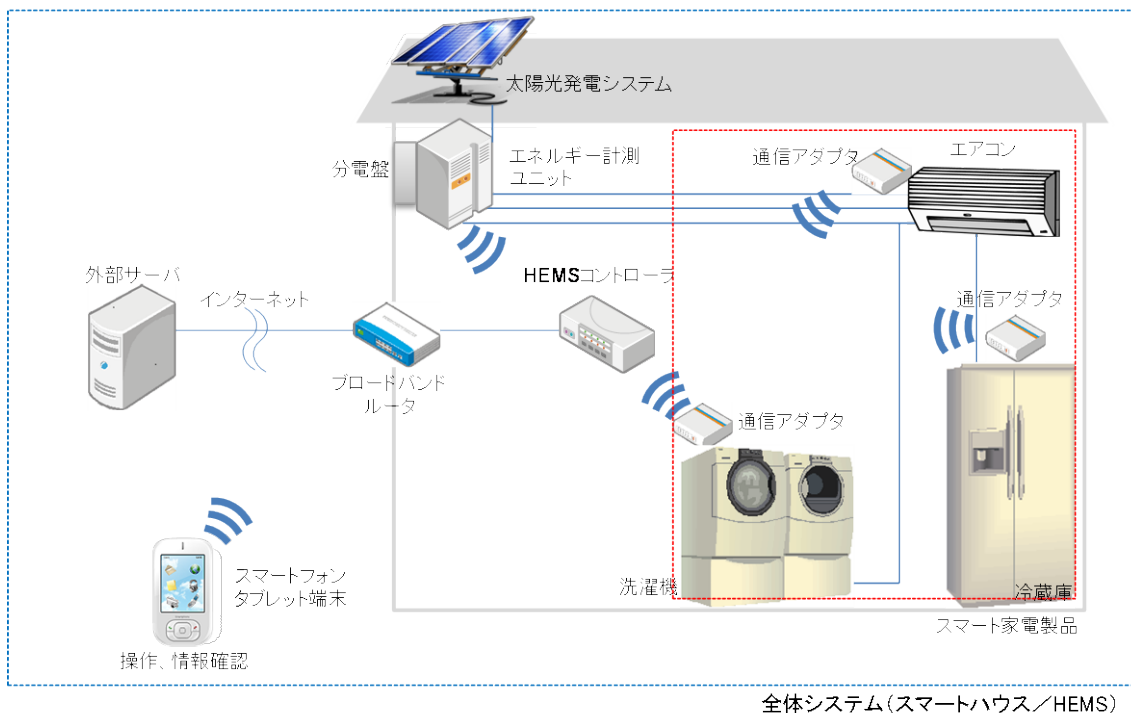


図 4-8 スマート家電を中心としたスマートハウスにおけるシステム構成図の例

各社のスマート家電の全体システムに関しては、表 4-14 にパナソニック、東芝及び三菱電機が発売する製品の事例を紹介する。

表 4-14 各家電メーカーのスマート家電の事例

メーカー・製品名	説明
パナソニック 「スマート家電」 ⁹¹	省エネ性能を強化したコンセプト「エコナビ (ECONAVI)」を搭載した家電製品を発展させ、スマートフォンの専用アプリ「パナソニックスマートアプリ」からアクセスできる専用のクラウドサービスと連携させている。家電とスマートフォンの連携はスマートフォンに搭載されたFelicaまたはNFC ⁹² によるタッチ操作で行う。パナソニックスマートアプリの対象となるのは生活家電、デジタル・AV機器、ヘルスケア関連家電である。アプリを使って実現できる機能は製品ごとに異なり、例えば、エアコンの場合は「どこでもリモコン」機能によって外部からエアコンの設定が可能であり ⁹³ 、洗濯乾燥機の場合は、洗剤・柔軟剤の設定をアプリに入力した後スマートフォンを洗濯乾燥機にタッチすることで、設定が完了する。
東芝 「家電コンシェルジュ」 ⁹⁴	クラウドサービスを通じて家庭内のネットワークで接続した家電を携帯電話等から遠隔操作したり、運転状態の確認を行える「FEMINITY (フェミニティ)」と家庭内で見える化・家電操作が可能となる「SimpleHEMS TM 」を提供している。2013年には同サービスに加え、対応する家電（冷蔵庫、エアコン、ドラム式洗濯乾燥）と専用のホームゲートウェイを Bluetooth でつなぎ、スマートフォンやタブレット端末で家電を操作できるサービスとして「家電コンシェルジュ」というコンセプトを発表した。家電コンシェルジュでは、これまで太陽光発電等を導入していたユーザのみに提供されていた SimpleHEMS の機能も利用可能になった。
三菱電機 「三菱HEMS」 ⁹⁵	家電製品及び住宅設備機器、さらに太陽光発電システム・蓄電池・ガス流量計・水道流量計等を接続し自動節電機能を搭載した統合システムとして提供している。HEMS 対応の家電製品及び住宅設備機器の機器情報は無線 LAN 機能を持つ専用の通信アダプタを介して情報収集ユニットに集約される。また、エネルギー計測ユニットは分電盤から家全体の使用電力量を計測し、水道・ガスはパルス式流量計からそれぞれの使用量を計測して、無線 LAN を介して情報収集ユニットに送信する。ユーザはタブレット端末を介して集約された機器情報や使用電力量を確認できるとともに、各機器の操作もタブレット端末から行うことができる。

上記のスマート家電のシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別を整理したものが表 4-15 である。

⁹¹ パナソニック, スマート家電

<http://panasonic.jp/pss/>

⁹² Near Field Communication : 近距離無線通信技術

⁹³ スマートフォンからの遠隔操作によるエアコンの電源オン機能が搭載された当初、この機能が電安法の基準（「危険が生ずるおそれのないもの」であれば遠隔操作が許される）を満たさないと判断され、一時は機能が削除されたが、家電の業界団体「日本電気協会」が提案した「遠隔操作に対する技術基準の解釈の追加要望」を受けて、経済産業省が技術基準の見直しを行った結果、「電気用品の技術上の基準を定める省令の解釈の一部改正について」（20130424 商局第 1 号）を 2013 年 5 月 10 日付けで適用し、遠隔操作による電源オン機能が認められることになった。

⁹⁴ 東芝, 家電コンシェルジュ

http://www.toshiba.co.jp/eco/smart/index_j.htm

⁹⁵ 三菱電機, 三菱 HEMS

<https://www.mitsubishielectric.co.jp/home/hems/>

表 4-15 スマート家電のシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別の関係

システム構成		ソフトウェアを提供する事業者の種別
ハードウェア 主な構成要素	ソフトウェア	
本体	アプリケーション	家電メーカー 家電メーカーグループ内ソフトウェアベンダ 外部ソフトウェアベンダ
	OS	OS ベンダ
通信アダプタ	ファームウェア	部品メーカー (NW 機器メーカー)
外部サーバ	アプリケーション	家電メーカー 家電メーカーグループ内ソフトウェアベンダ 外部ソフトウェアベンダ
	OS/ミドルウェア	OS ベンダ
外部端末 (スマートフォン、タブレット端末等)	アプリケーション	家電メーカー 家電メーカーグループ内ソフトウェアベンダ 外部ソフトウェアベンダ

4.1.5.2. 代表的な企業とその役割

4.1.5.1.において、代表的なシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別を示した。そこで挙げた事業者の種別に対して、それぞれの役割と企業の例を示したものが表4-16である。

表 4-16 役割と企業の整理(スマート家電)⁹⁶

事業者の種別	役割	企業の例
家電メーカー	製品の企画、開発、製造を行い、製品をユーザに提供する。 製品に付属したサービスの開発、提供も行う。	パナソニック、日立アプライアンス、東芝ライフスタイル、三菱電機、シャープ
部品メーカー	マイコン、センサなどの部品の組込みソフトウェアを開発し、家電メーカーに供給する。	東芝セミコンダクター&ストレージ社、ルネサスエレクトロニクス
家電メーカーグループ内ソフトウェアベンダ	家電メーカーからの開発委託を受け、製品の組込みソフトウェア及びWebアプリケーションやスマートフォン用アプリ等を開発する。	AVC マルチメディアソフト、アプライアンスソリューション
外部ソフトウェアベンダ	家電メーカーグループ内ソフトウェアベンダから委託を受けて、ソフトウェアを開発する。 検証、認証等のサービスを提供する。	東芝情報システム
OS ベンダ	OS や OS ツールを提供する。	ウインドリバー、T-Engine フォーラム

⁹⁶ 図 4-27 における企業単位に相当する。

家電製品のソフトウェア開発は、家電メーカー内で製品単体の組込みソフトウェア開発と家電製品と外部サーバ等の連携におけるアプリケーション開発の 2 系統に分かれている。いずれの開発も家電メーカーの策定する仕様に基づき、基本的には家電メーカー及び家電メーカーグループ内ソフトウェアベンダで分担して行われる。しかし近年ではスマート家電製品の登場によりソフトウェアの開発規模、範囲が拡大し、従来の垂直統合の開発体制では、製品の開発スピードに対応できない状況が出てきており、一部外部ソフトウェアベンダへの開発委託も行われている。

一部の機器部品では家電メーカー間で共通のものもあるが、全体としては各家電メーカーを頂点とした垂直統合型の開発が行われている。また、製品の検証は基本的には家電メーカー本体で実施するが、一部外部の検証サービスを利用する場合もある。

スマート家電の特徴であるネットワークを介したサービス提供においては、家電メーカー自体がサービスプロバイダとして、消費者に直接サービスを提供する。

4.1.5.3. オープン化の状況

4.1.5.3.1. 全体概要

スマート家電に関するオープン化等の主な取組みについて整理したものが表 4-17 である。

表 4-17 主な取組みの分類整理(スマート家電)

取組み分類	概要	事例
標準化・共通プラットフォーム化	<ul style="list-style-type: none"> ・家電製品及び住宅設備機器等の HEMS 対応機器の接続のための通信規格の標準化が行われている。また、それらの相互接続機器の検証環境を提供する。 ・組込みソフトウェア開発の効率向上のため、プラットフォーム化が進められている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ECHONET Lite 規格 ・ 相互接続機器の検証環境の提供 <ul style="list-style-type: none"> － HEMS 認証支援センター － ECHONET プラグフェスト － 日本プラグフェスト － IIOT ・ UniPhier (パナソニック)

4.1.5.3.2. オープン化取組み事例

4.1.5.3.1 にまとめた取組み分類に従い、主な取組み事例を以下に示す。

(1) 標準化・共通プラットフォーム化の事例

● ECHONET Lite規格⁹⁷

主要家電メーカーや電力会社によって設立されたエコネットコンソーシアムが策定した異なるメーカーの家電機器を接続し、様々なサービスの提供を実現するための統一通信規格。ECHONET Lite規格は従来のECHONET規格を軽装化し、現在の創蓄省エネ機器の仕様にあわせて機器オブジェクトの見直し／新規規定を行ったものであり、2012年にはスマートメーターBルート⁹⁸の標準プロトコルとして採用されている。

また、ECHONET 規格、ECHONET Lite 規格は ISO 規格、IEC 規格として国際標準化もされている。ECHONET Lite 規格の特長を以下に示す。

⁹⁷ エコネットコンソーシアム, ECHONET Lite 規格のご紹介 (2012 年)

http://www.echonet.gr.jp/activity/contents/file/file_49_66.pdf

⁹⁸ メーターで計量した電力使用量等の情報を HEMS 対応の製品・システムなどに直接提供する情報提供ルート。

ECHONET Lite の特長

- 通信プロトコル
設置環境、機能要件、開発環境等により自由に伝送媒体を選択可。白物家電、設備系機器、センサ類等小リソースの機器にも搭載可能。
- 制御コマンド
システム構成要素のオブジェクト指向モデル化により、機器開発、相互接続保証が容易。
- 通信アダプタ
同じ通信アダプタを様々な機器に差し替えて利用可能。
- 相互接続機器の検証環境の提供
スマートハウス/HEMS において相互に接続されるスマート家電製品や住宅設備機器の動作検証を行うための検証環境を第三者が提供する事例を表 4-18 に示す。

表 4-18 検証環境の提供の事例

取組み等	概要
HEMS 認証支援センター ⁹⁹	2012 年経済産業省 スマートハウス国際標準化研究事業エネルギーマネジメントシステム標準化における接続・制御技術研究事業として、神奈川工科大学スマートハウス研究センター内に設立された HEMS 機器の ECHONET Lite 規格の認証支援センター。HEMS 機器の開発事業者相互接続検証環境を提供するとともに、ECHONET Lite を搭載する機器開発の経験がない事業者に対して無償で利用できるソフトウェア開発キットを提供している。さらに中小企業等新たに HEMS 事業への参入が期待される事業者のニーズに合致した開発ガイドラインの設計を支援する活動も行っている。
ECHONET プラグフェスト	2012 年よりエコーネットコンソーシアムがコンソーシアム会員向けに開催する ECHONET Lite 規格の互換性確認テストのためのイベント。
日本プラグフェスト ¹⁰⁰	社団法人組込みシステム技術協会が主催する各種インタフェース規格における他社製品との相互運用性を検証する技術イベント。家電に関してはテレビ、録画機器、音響機器等の検証を目的として家電メーカーが参加している。
IIOT ¹⁰¹	2012 年に沖縄県の支援を受けて設立された情報通信機器の相互接続検証・認証基盤施設。主にスマートフォンやタブレット端末等の Android 機器を対象とし、検証方法の策定、検証ツール開発、検証事業を行っている。2013 年度より HEMS に対応した家電製品の検証環境も整備している。

- デジタル家電統合プラットフォーム UniPhier（パナソニック）¹⁰²
パナソニックが開発した携帯電話からホーム AV まで幅広いデジタル家電に適合するプラットフォーム。商品分野間でのソフトウェア、ハードウェア（システム LSI）資産の相互活用を可能にし、トータル開発効率を向上する。UniPhier はシステム全体を司る CPU 部、メディア処理アーキテクチャを統一し専用ライブラリで各種コーデック処理などを実行する UniPhier プロセッサ部、CPU を介さずにデータ転送や暗号処理を行うストリーム I/O 部、システム性能を最大化するメモリスケジューラを搭載したメ

⁹⁹ HEMS 認証支援センター<http://sh-center.org/>¹⁰⁰ 一般社団法人組込みシステム技術協会、日本プラグフェスト<http://www.jasa.or.jp/plugfest/index.html>¹⁰¹ IIOT<http://www.iiot.or.jp/>¹⁰² パナソニック、デジタル家電統合プラットフォーム（UniPhier®）<http://www.semicon.panasonic.co.jp/jp/products/systemsis/uniphier/>

メモリ制御部、高性能なグラフィックスエンジンや高度な AV 入出力を実現する AV I/O 部で構成される「ハードウェア・プラットフォーム」と、デバイスドライバー／OS／ミドルウェア、さらに多様なコーデック環境を実現するメディアライブラリ（マイクロコードで提供）で構成される「ソフトウェアプラットフォーム」から構成される。

4.1.6. 自動車

自動車では、現在、ハイブリッド自動車、電気自動車のような次世代自動車により、自動車の仕組みが大きく変化してきている。ADAS（Advanced Driving Assistant System、先進運転支援システム）のように車の運転を支援するシステムや自動運転などの研究開発も進められている。また、自動車は情報端末の1つとして考えられ、自動車の動きを制御するシステムの他に、カーナビゲーションシステムのような情報系のシステムも搭載されている。

本調査においては、このような状況を踏まえながら、サプライチェーンが把握できるという観点から、自動車の制御系、ECUに対象を絞ることとした。

4.1.6.1. 代表的な機器・システム構成

(1) 自動車の電子制御システムの構成

自動車には、様々な機能を制御するためのソフトウェアが多数搭載されている。

自動車の基本機能である「走る」、「曲がる」、「止まる」という動作の制御を実現するため、エンジン、パワートレイン系、シャシー系などの様々な部品に車載システムが搭載されている。

自動車の電子制御システムのカテゴリは大きく表 4-19 に示すように分類される。

表 4-19 自動車の電子制御システムのカテゴリ

(立命館経営学 第46巻 第3号¹⁰³を基に作成)

カテゴリ	概要
エンジン制御	燃料噴射制御、点火時期制御、アイドル回転数制御、ノック制御などの各種エンジン制御
パワートレイン制御	トランスミッションなどの動力伝達系の制御 (エンジン制御を含む広義の定義も有り)
車両制御	「走る」「曲がる」「止まる」といった動作を電子制御し、応答性・操安性・快適性を改善
ボディ制御	自動車の快適性・利便性・安全性の向上や車の商品性を高めるための電子制御
ITS (Intelligent Transport Systems、高度道路交通システム)、情報系	ITS インフラと自動車を連携するための各種制御 カーナビゲーションシステムなどの情報系

特に、自動車には、ECU (Electronic Control Unite) と呼ばれる自動車制御用のコンピュータが搭載されており、これらの ECU にはソフトウェアが組み込まれている。自動車の ECU は、図 4-9 に示されるように多くの種類がある。

¹⁰³ 立命館経営学, 『立命館経営学』第46巻 第3号
http://www.ritsugakkaikai.jp/pdf/463_03.pdf

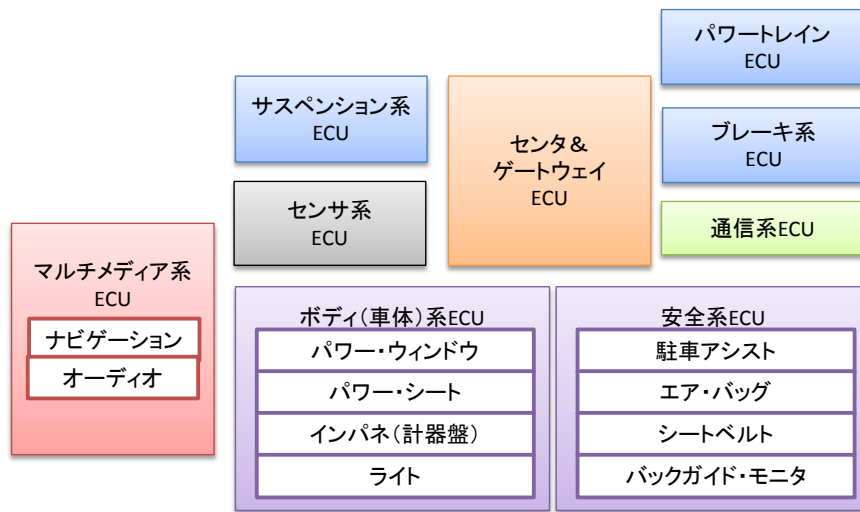


図 4-9 自動車の ECU

(Design Wave Magazine¹⁰⁴を基に作成)

(2) ECU のソフトウェア構成

ECU におけるソフトウェアの構成は、図 4-10 に示す通りである。

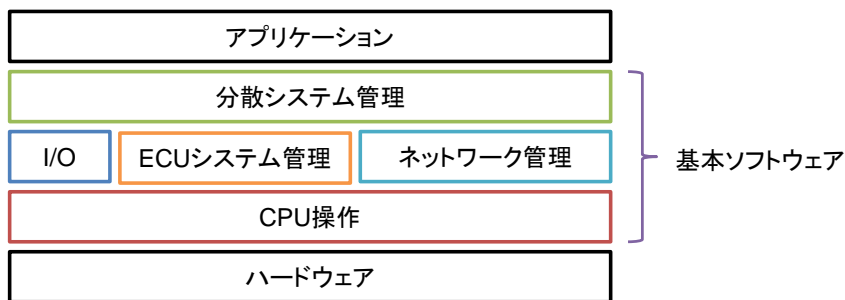


図 4-10 ECU のソフトウェア構成

(トヨタIT開発センター資料¹⁰⁵を基に作成)

ECU のソフトウェアは基本ソフトウェア（分散管理システム、I/O、ECU システム管理、ネットワーク管理、CPU 操作）とアプリケーション・ソフトウェアから構成される。アプリケーション・ソフトウェアが ECU の機能を実現しており、例えばボディ ECU のアプリケーションによるドアロック、ヘッドライト、ワイパー、さらにオートライト、オートワイパー、セキュリティ制御などアプリケーションの多機能化が進んでいる。

基本ソフトウェアはマイコンの管理サービス、リアルタイムオペレーティングシステム、通信サービスなどアプリケーションを動作させるためのインフラ的な部分となる。

この基本ソフトウェアは部品サプライヤやセットメーカにより独自に開発されているが、自動車の商品力は基本ソフトウェアの優劣よりもアプリケーションの優劣で決まる部分が

¹⁰⁴ Design Wave Magazine 2006 年 7 月号, 車載マイコンから機能安全まで, 車載システム設計の基礎の基礎—理解していますか? 車載機器の使用環境と求められる信頼性

<http://www.cqpub.co.jp/dwm/contents/0104/dwm010400200.pdf>

¹⁰⁵ トヨタ IT 開発センター, 今後の車載電子システムとアーキテクチャ指向・形式手法の適用

<http://www.ipa.go.jp/files/000004748.pdf>

大きい。差別化が図りにくい基本ソフトウェアの独自開発は負担であるため、基本ソフトウェアを標準化して業界全体で共有することが考えられている。

また、セットメーカーと部品サプライヤの間では仕様書による仕様の伝達がされていたが、自然言語主体の仕様書では、曖昧な箇所や不完全な箇所があるため、それが不具合発生の原因ともなっていた。そこで仕様記述の標準化なども図られるようになってきている。

自動車の ECU 及びソフトウェアに関連するシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別を整理したものが表 4-20 である。

表 4-20 自動車のシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別の関係

（立命館経営学 第 46 巻 第 3 号¹⁰⁶ を基に作成）

システム構成		ソフトウェア	ソフトウェアを提供する事業者の種別
ハードウェア			
主な構成要素	細分		
エンジン制御	電子制御燃料噴射装置 (PET)、電子制御スロットルシステム、可変バルブタイミングシステム、電子制御燃料噴射装置 (DIE)、電動 EGR	アプリケーション	部品サプライヤ、アプリケーションベンダ
		基本ソフトウェア	部品サプライヤ
パワートレイン制御	電子制御 AT、CVT、クラッチフリーシステム、クルーズコントロールシステム、トラクションコントロールシステム	アプリケーション	部品サプライヤ、アプリケーションベンダ
		基本ソフトウェア	部品サプライヤ
車両制御	ABS、電子制動力配分システム、電子制御ブレーキアシスト、坂道発進補助装置、電子制御パワーステアリング (EPS)、横滑り防止装置 (ESC)、電子制御サスペンション、電子制御エンジンマウント	アプリケーション	部品サプライヤ、アプリケーションベンダ
		基本ソフトウェア	部品サプライヤ
ボディ制御	エアバッグシステム、サイドエアバッグ、ニーエアバッグ、シートベルトプリテンショナー、衝撃感知ドアロック解除システム、イモビライザーシステム、スマートキー、バック&コーナーセンサ、ディスプレイヘッドランプ、AFS、自動防眩式ルームミラー回路ユニット、タイヤ空気圧警報システム、ナビゲーションシステム、メーター	アプリケーション	部品サプライヤ、アプリケーションベンダ
		基本ソフトウェア	部品サプライヤ

¹⁰⁶ 立命館経営学 http://www.ritsugakkaikai.jp/pdf/463_03.pdf

システム構成			ソフトウェアを提供する事業者の種別
ハードウェア		ソフトウェア	
主な構成要素	細分		
ITS、情報系	車両維持・逸脱警報システム、追突車間距離警報装置、プリクラッシュセーフティシステム、ETC、前方死角確認モニタ	アプリケーション	部品サプライヤ、アプリケーションベンダ
		基本ソフトウェア	部品サプライヤ
	カーナビゲーション	アプリケーション	部品サプライヤ、アプリケーションベンダ
		ミドルウェア	部品サプライヤ
		OS	OSベンダ

(3) 次世代自動車における車載制御ソフトウェア

次世代自動車に搭載される車載制御ソフトウェアは、エンジン、パワートレインの制御、ブレーキ、パワーステアリング、サスペンションなどのシャシー制御に加えて、予防安全制御やエネルギーマネジメント制御が加わり、制御・組込みソフトウェア開発力の強化が必要とされる。

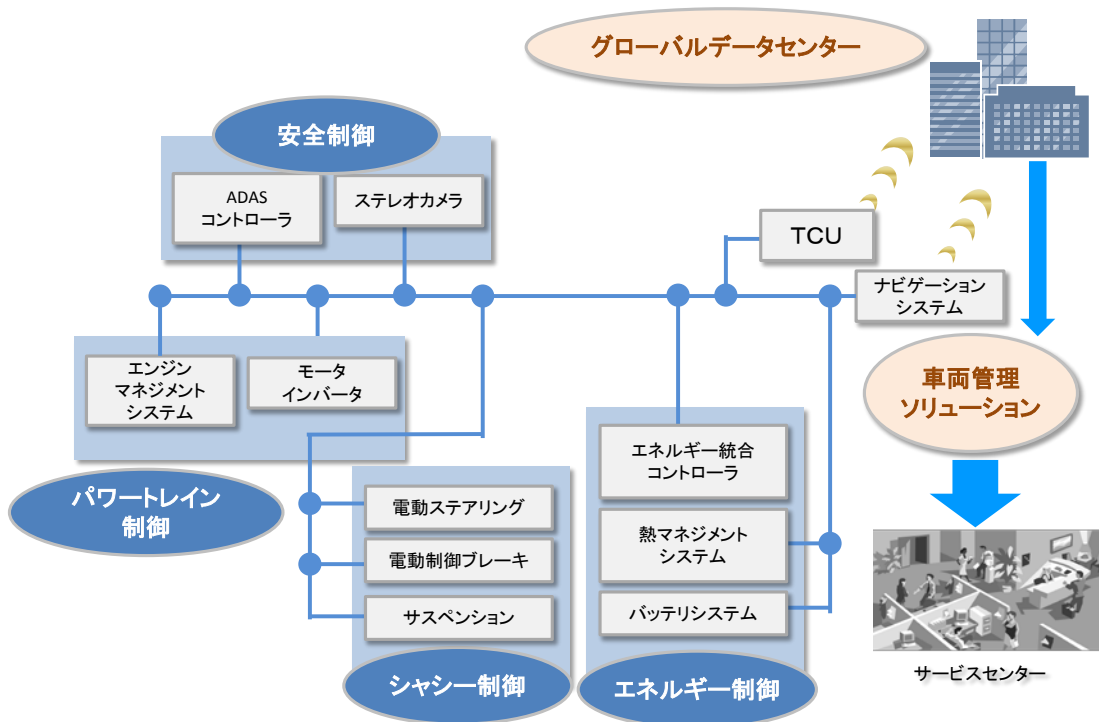


図 4-11 次世代自動車における車載制御ソフトウェアの全体構成

(日立評論 2013.11¹⁰⁷を基に作成)

¹⁰⁷ 日立評論 (2013.11), 複雑化する車載制御ソフトウェア開発を支える最新電子プラットフォーム技術
<http://www.hitachihyoron.com/2013/11/pdf/11a12.pdf>

4.1.6.2. 代表的な企業とその役割

4.1.6.1.では、ECU から見た代表的なシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別を示した。一方、サプライチェーンの観点から見た事業者の種別に対して、それぞれの役割と企業の例を示したものが表 4-21 である。

表 4-21 役割と企業の例(自動車)¹⁰⁸

事業者の種別	役割	企業の例
セットメーカ	自動車の開発	トヨタ、ホンダ、日産、マツダ
Tier-1 サプライヤ	自動車部品の提供。車載制御ソフトウェアの開発	デンソー、富士通テン、アイシン精機、アイシン AW
Tier-2 サプライヤ	Tier-1 の下で、自動車部品の提供、及び車載制御ソフトウェアの開発	デンソーテクノ、デンソークリエイト
受託開発	サプライヤ向けソフトウェア開発またはソフトウェア部品の提供	富士ソフト、東芝情報システム
ツールベンダ	自動車開発(主に車載制御ソフトウェア)に必要なツールの開発と販売	MathWorks、dSPACE
半導体メーカ	自動車に必要な半導体の開発と販売	ルネサスエレクトロニクス、東芝、富士通、デンソー

セットメーカ各社が各サプライヤから必要な機器・システムを調達している。車載制御ソフトウェアの開発はセットメーカが内製する場合や各サプライヤが開発する場合があります。サプライチェーンの中で様々なプレイヤーが開発している。自動車関連のサプライヤだけではなく、電機メーカの系列企業なども車載制御ソフトウェアを開発している。

自動車がこれまでの内燃機関と電子制御による従来の自動車から次世代型自動車であるHV、EV、PHVへと変化するに伴い、サプライチェーンの構造も変化してくるものと考えられる。

従来型の自動車では、サプライチェーンの構造は、セットメーカを頂点とするピラミッド型の垂直統合型であった。この傾向は基本的に今後も変わらないであろうと思われるが、例えば、ベンチャー企業などが次世代自動車を開発するような場合、水平分業型のサプライチェーン構造となるようなことも考えられる。開発は、垂直統合型では、擦り合わせ開発であり、水平統合型では組合せ開発となるであろう。

また、自動車が他の機器と繋がるようなIT融合においては、自動車産業以外の産業との連携が必要となるであろう。

垂直統合型と水平統合型のサプライチェーンにおいては、製品の品質の確保のための取組みはそれぞれ異なってくるものと推測される。垂直統合では、要求仕様をセットメーカではなくサプライヤ側が作成する場合も考えられるが、水平統合では、セットメーカが部品・ソフトウェアを調達するため、要求仕様を厳格に決めることが求められるであろう。

¹⁰⁸ 図 4-28 における企業単位に相当する。

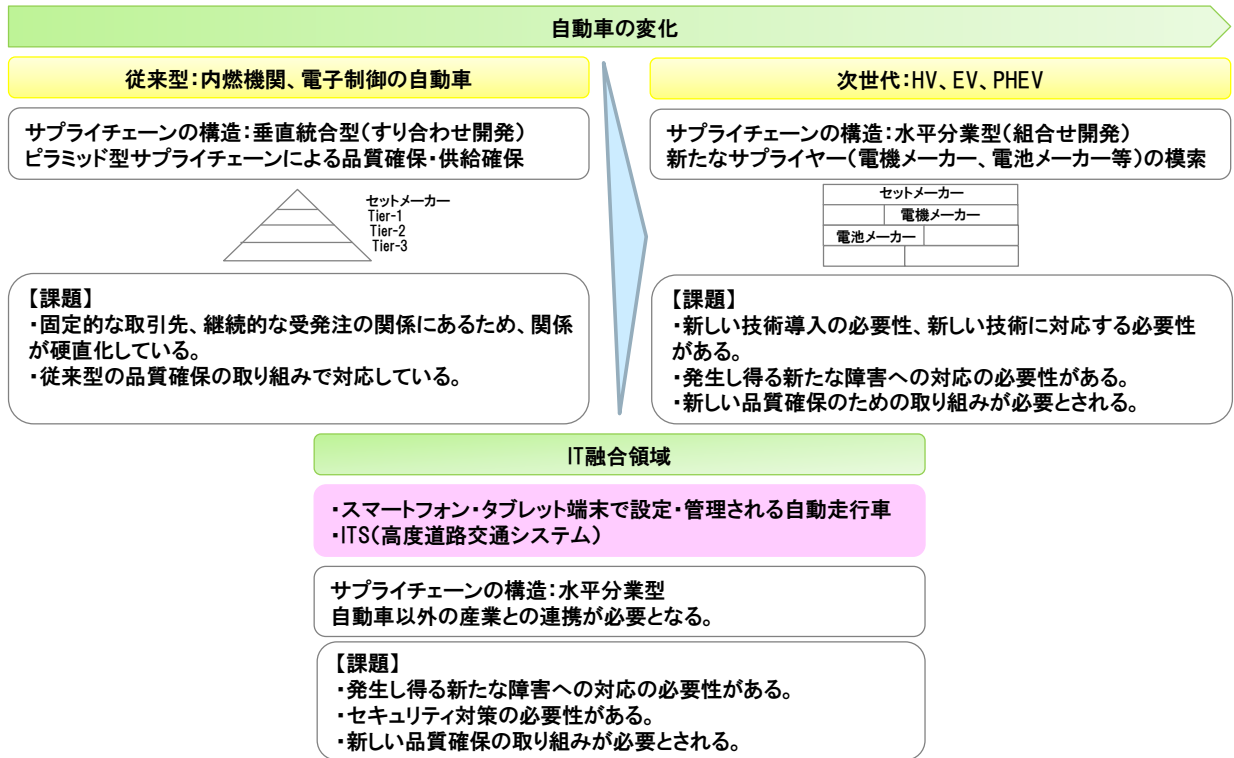


図 4-12 自動車サプライチェーンの変化における課題について

また、自動車の電動化において中核となるリチウムイオン電池については、自動車メーカーと電機・電子メーカーで共同開発を中心としながら資本関係まで踏み込むような事例もみられる。

4.1.6.3. オープン化の状況

4.1.6.3.1. 全体概要

自動車に関するオープン化等の主な取組みについて整理したものが表 4-22 である。

表 4-22 主な取組みの分類整理(自動車)

取組み分類	概要	事例
標準化・共通プラットフォーム化	ECU の基本ソフトウェアの標準化など、自動車に関連するソフトウェアの標準化が進められている。	<ul style="list-style-type: none"> ・ AUTOSAR ・ OSEK/VDX ・ HIS ・ MISRA ・ JASPAR (日本)
	モデルベース開発において、要求仕様をモデルベースで共有することがある。	<ul style="list-style-type: none"> ・ MATLAB/Simulink (Mathworks) ・ dSPACE
オープン化の推進(製品認証等)	機能安全規格の自動車分野向けへの適用が進んでいる。	<ul style="list-style-type: none"> ・ ISO 26262

4.1.6.3.2. オープン化取組み事例

4.1.6.3.1 にまとめた取組み分類に従い、主な取組み事例を以下に示す。

(1) 標準化・共通プラットフォーム化の事例

- **JasPar (Japan Automotive Software Platform and Architecture)**

車載電子制御システムのソフトウェアやネットワークの標準化と共通利用による開発の効率化と高信頼性確保を目指して設立された。

JasPar においては、自動車開発における競争領域と非競争領域のうち、非競争領域において業界横断的な取組みを行っており、例えば、ECU の基本ソフトウェアの共通化など AUTOSAR などと連携して検討を進めている。

(2) 規格認証・監査

- **機能安全規格 (ISO 26262)**

機能安全規格である ISO 26262 は、自動車に搭載されている部品のうち、センサから ECU、アクチュエータ（モータ）までの一連のシステムに含まれる電気・電子機器などのハードウェア／ソフトウェアを対象とする安全規格である。

ISO 26262 では自動車の「要件定義」、「開発」、「生産」、「保守・運用」、「廃車」までのライフサイクル全体が対象として定義されている。自動車メーカーと自動車部品サプライヤの双方で規格を順守する必要があるため、企業の枠組みを越えた取組みが必要とされる。

4.1.7. 鉄道（運行管理系）

鉄道システムは社会における重要インフラの 1 つである。鉄道システムは巨大でかつ複雑なシステムであり、また安全性という意味では人命にも関わるシステムでもある。

鉄道システムは鉄道車両も 1 つのシステムで、またその他信号の制御システムや電車の運行を管理する運行管理システム、最近では JR 東日本の Suica などのシステムもある。

本調査では、これら多くの鉄道に関わるシステムのうち、特に業務系に近い、運行管理システムについて、そのシステムのサプライチェーンの構造に関する考察及び高信頼化への取組みを明らかにすることとした。

4.1.7.1. 代表的な機器・システム構成

ここでは、JR 東日本における運行管理システムを取り上げ、その代表的なシステム構成等を示す。

(1) CTC・PRC

列車集中制御装置 CTC (Centralized Traffic Control) は、1920 年代に米国で考案され、その後日本に導入された。路線・一定区間の単位で信号や分岐器の連動装置を運転指令所又は列車制御所にて遠隔制御できるようにしたシステムであるが、全列車の信号機を手動で操作する必要がある。

信号機を手動で操作する指令員の精神的負担、操作の負担を軽減するため、またコスト削減のために、全列車の信号機を手動で操作することに替えて、コンピュータにより信号機を自動制御する PRC (Programmed Route Control) が開発された。

PRC の最初は、1972 年に山陽新幹線の岡山開業に合わせて導入された COMTRAC (Computer Aided Traffic Control System) である。この COMTRAC が現在の運行管理システム、PRC の原型となった。ここで、PRC にはいくつかの解決すべき以下の課題があった。

- 大規模駅の進路制御が人間依存のままであること
- 輸送障害が発生した場合に、ダイヤ回復に時間がかかること
- 保守作業関係業務が人間依存のままであること
- 旅客案内サービスがほとんどないこと

(2) ATOS

従来型の CTC・PRC の課題を解決するために、東京圏で適用するために開発した運行管理システムが ATOS (Autonomous Decentralized Transport Operation Control System)、 「東京圏輸送管理システム」である。本システムの開発は、日立製作所である。

ATOS ははじめ 1996 年に中央線の線区で導入された。

ATOS のコンセプトとしては、以下の 4 つである。

- 駅から指令中心の輸送管理へ
- 顧客へのサービス向上
- 駅・区所における運転情報の共有化
- 保守作業の効率化と安全性の向上

ATOS の構成を以下に示す。

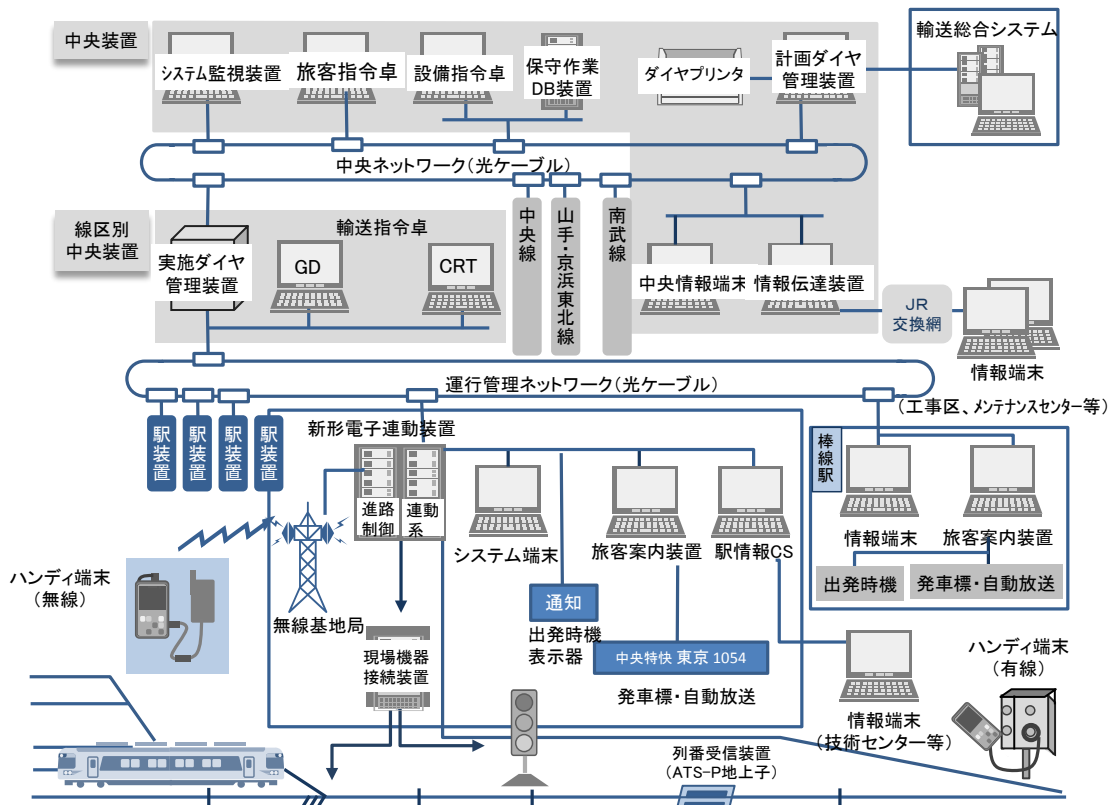


図 4-13 ATOS の構成

(JR東日本研究開発センターの資料¹⁰⁹を基に作成)

ATOS のコンセプトを実現するための、技術コンセプトは次の通りである。

- 汎用機器の活用
- 汎用型電子連動装置の導入
- 大規模駅での自動進路制御機能の実現
- 自律分散システムの採用

JR 東日本運行管理システムである ATOS のシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別を整理したものが表 4-23 である。

¹⁰⁹ JR 東日本研究開発センター-Interpretive Article, 輸送管理、信号・列車制御システムの発展及び課題について

http://www.jreast.co.jp/development/tech/pdf_36/Tech-36-07-10.pdf

表 4-23 ATOS のシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別の関係

(各種資料^{109,110}を基に作成)

システム構成		ソフトウェア	ソフトウェアを提供する事業者の種別
ハードウェア			
主な構成要素	細分		
中央装置	システム監査装置、保守作業 DB 装置、計画ダイヤ管理装置、情報伝達装置	アプリケーション	開発メーカ、開発メーカ子会社
		OS	OS ベンダ
	旅客指令卓、設備指令卓	アプリケーション	開発メーカ、開発メーカ子会社
		OS	OS ベンダ
	中央情報端末	アプリケーション	開発メーカ、開発メーカ子会社
		OS	OS ベンダ
線区別中央装置	実施ダイヤ管理装置	アプリケーション	開発メーカ、開発メーカ子会社
		OS	OS ベンダ
	輸送指令卓	アプリケーション	開発メーカ、開発メーカ子会社
		OS	OS ベンダ
駅装置	情報端末（パソコン）	アプリケーション	開発メーカ、開発メーカ子会社
		OS	OS ベンダ
	旅客案内装置（発射標・自動放送、諸設備インタフェース、作業用端末、出発時機表示器）	アプリケーション	開発メーカ、開発メーカ子会社
		OS	OS ベンダ
	新形電子連動装置（フェイルセーフコントローラ、信号機）	アプリケーション、制御ソフトウェア	開発メーカ、開発メーカ子会社
		OS	OS ベンダ
	システム端末	アプリケーション	開発メーカ、開発メーカ子会社
		OS	OS ベンダ

4.1.7.2. 代表的な企業とその役割

4.1.7.1.では、ATOS の代表的なシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別を示した。一方、サプライチェーンの観点から見た事業者の種別に対して、それぞれの役割と企業の例を示したものが表 4-24 である。

¹¹⁰ 東洋大学大学院，鉄道事業における情報通信技術の応用とその課題

http://www2.toyo.ac.jp/~fujii7/file/japan_society_of_public_utility_economics_kanto_200503_presentation.pdf

表 4-24 役割と企業の例(鉄道)¹¹¹

事業者の種別	役割	企業の例
鉄道事業者	列車の運行管理、旅客サービスの提供	JR 北海道、JR 東日本、JR 東海、JR 西日本 東京メトロ、私鉄、他
情報システム子会社	鉄道事業者の情報システム子会社	ジェイアール東日本情報システム、JR 西日本 IT ソリューションズ、他
電機メーカー	列車の運行管理システムの開発	日立製作所、東芝、三菱電機、他
車両メーカー	鉄道車両の開発	日立製作所、東芝、三菱重工業、他
信号機メーカー	信号機の開発	日本信号、大同信号、他

運行管理システムについては、各鉄道事業者が主に電機メーカーに開発を委託している。電機メーカーは様々な企業があるが、各社がそれぞれ各鉄道事業者の特定の線区における運行管理システムを開発している状況である。

運行管理システムのソフトウェアについては、各電機メーカーの系列企業が開発している。

4.1.7.3. オープン化の状況

4.1.7.3.1. 全体概要

鉄道に関するオープン化等の主な取組みについて整理したものが表 4-25 である。

表 4-25 主な取組みの分類整理(鉄道)

取組み分類	概要	事例
オープン化の推進 (製品認証等)	機能安全規格の鉄道分野向けへの適用が進んでいる。	・ RAMS 規格 (IEC 62278)
	国の認証機関による鉄道分野の製品の第三者認証が開始され、鉄道関連メーカーのさらなる海外展開が促進されるものと期待される。	・ NTSEL

4.1.7.3.2. オープン化取組み事例

4.1.7.3.1 にまとめた取組み分類に従い、主な取組み事例を以下に示す。

(1) 規格認証

- RAMS (IEC 62278:2002 Railway applications- The specification and demonstration of reliability availability maintainability and safety)

鉄道分野の機能安全規格であり、Reliability (信頼性)、Availability (可用性)、Maintainability (保全性)、Safety (安全性) の4つの要件の頭文字からRAMSと呼ばれている。各要件の定義は以下の通り¹¹²。

- 信頼性 (reliability)
アイテム (製品) が所定の条件と所定の時間間隔で要求された機能を実行できる確率
- 可用性 (availability)

¹¹¹ 図 4-29 における企業単位に相当する。

¹¹² 日本鉄道車輛工業会, 鉄道分野における標準化と規格
http://www.jsa.or.jp/stdz/edu/pdf/b2/2_14.pdf

外部から必要な資源の供給を行われた場合に、要求機能を所定の時間内または期間中に、所定の条件下で実行し得る状態を維持することができる製品の能力

- 保全性 (maintainability)
所定の手順と資源を使って所定の条件下で保全を行う場合に、所定の条件下で使用されている製品を所定の時間内に保全することができる確率
- 安全性 (safety)
許容できない危害が発生するリスクがないこと

RAMS 規格は鉄道システム全般を対象としているが、信号分野の要件を考慮した子規格が発行されている。

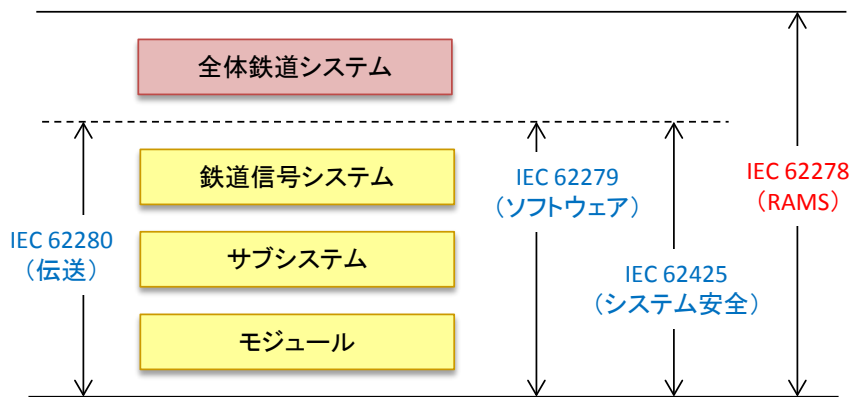


図 4-14 RAMS 規格と信号分野の子規格との関係

(RRR2008 年 9 月号「信号システムのRAMS分析」¹¹³を基に作成)

また、鉄道分野では対象システムの安全性を示す文書（セーフティケース）を作成し、アセッサーはそれに基づいて規格適合のアセスメントを実施する。セーフティケースはシステムの受入、安全性評価、規格適合アセスメントに用いる。

(2) 第三者認証

2012 年に独立行政法人製品評価技術基盤機構（NITE）認定センター（IAJapan）が、独立行政法人交通安全環境研究所（NTSEL）を我が国初の鉄道分野における認証機関として認定した。これにより、認証機関による鉄道分野の製品の第三者認証が開始され、鉄道関連メーカーのさらなる海外展開が促進されるものと期待される。

¹¹³ 鉄道総合技術研究所, 信号システムの RAMS 分析
<http://bunken.rtri.or.jp/PDF/cdroms1/0004/2008/0004004804.pdf>

4.1.8. デジタル複合機

1980年以降、従来の複写機にFAX機能が搭載された複合機¹¹⁴が市場に登場し、その後デジタル化、カラー化、ネットワーク化など様々な機能が追加され、オフィスの事務機器として急速に普及してきた。近年ではネットワーク端末としてデジタル複合機の拡張機能が多様化しており、企業の基幹業務システムや外部のWebサービス、クラウドサービスと連携し紙文書と電子文書を一括して管理するオフィスの情報流通のハブ的な役割を担っている。

デジタル複合機分野における調査対象は、デジタル複合機本体に加え、デジタル複合機と連携するアプリケーション、デジタル複合機を含むソリューションも含むものとした。

4.1.8.1. 代表的な機器・システム構成

(1) デジタル複合機のハードウェア

デジタル複合機は大きく、スキャナ、プリントユニット、給紙機構、用紙搬送、本体操作のユーザインタフェース（液晶画面とコンソールパネル）、フィニッシャ（折り、穴開け、ホッチキス留めなどを行う後処理装置）から構成され、その他、文書データやジョブデータ、設定値等を保管するストレージ、各種記憶媒体や認証等の機体入出力用のローカルの接続インタフェース、Ethernet や無線 LAN、FAX 用の PSTN 公衆網等の遠隔通信インタフェースなども内蔵している。

(2) デジタル複合機のソフトウェア

デジタル複合機の組込みソフトウェアとしては、本体のシステム制御を行うコントローラ、ハードウェアのエンジン制御を行うエンジンソフト等がある。

組込み OS には汎用のリアルタイム OS (VxWorks/ μ ITRON 等) の他、近年では組込み Linux (MontaVista, Wind River, Timesys, Denx 等) が採用されることも多い。

コントローラソフトはスキャナで読み取ったデジタルデータの画像処理を行い、エンジンユニットにデータを出力する他、ネットワーク制御、データ蓄積、印刷や送信のジョブ管理、アドレス帳やユーザ情報などのデータベース管理、操作パネルや Web ページ等のユーザインタフェース制御など様々な制御を行っている。

またエンジンソフトは、モータ、センサ、ヒーター等の各種ハードウェアの制御を行っている。デジタル複合機のエンジン制御はハードウェアの動作タイミングを高精度に制御する必要があるため、エンジンソフトは各ハードウェアのエンジン制御用マイコンに組みこまれるが、スキャナなどの一部のエンジンソフトは本体側の SoC に搭載されるようになっている。近年では、デジタル複合機の機能の大半が SoC に集約される傾向にあり、SoC 組込みのソフトウェア規模が拡大している。

その他、デジタル複合機の機能を実現するソフトウェアとして、ユーザ端末からデジタル複合機を利用したり、管理端末においてデジタル複合機の状態を管理・モニタするためのドライバーソフトやユーティリティソフト、デジタル複合機の機能のカスタマイズや拡張機能を提供するアプリケーションソフトなどがある。

¹¹⁴ 複合機とは、コピー、プリンタ、スキャナ、及びファクスが一体になった機器であり、Multi Function Peripheral (多機能周辺機器)、Multi Function Printer (多機能プリンタ) または Multi Function Product (多機能製品) の略称として MFP とも呼ばれる。

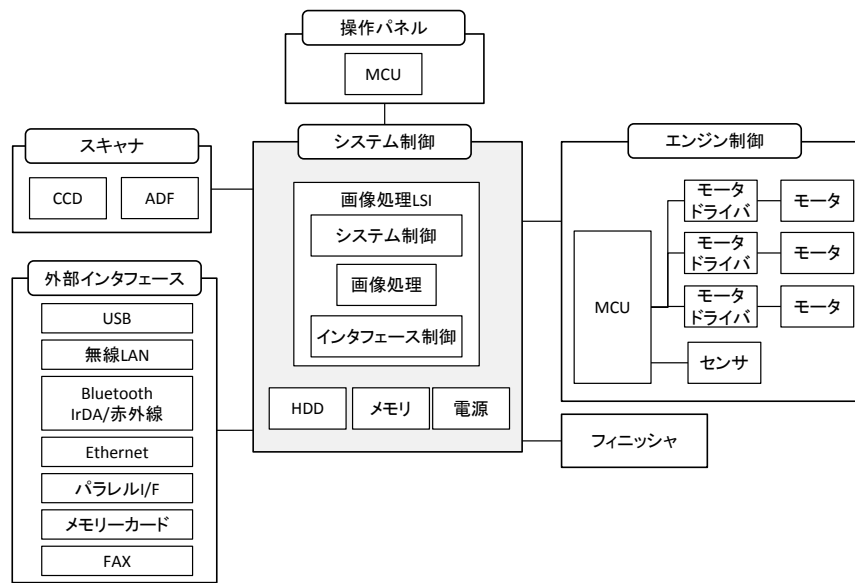


図 4-15 デジタル複合機のシステム構成例

(3) デジタル複合機のシステム構成例

デジタル複合機のネットワーク化に伴い、デジタル複合機は組織内の様々な情報システムと連携して動作し、オフィスの情報流通のハブとなっている。デジタル複合機と連携するシステム構成要素を表 4-26 に示す。

表 4-26 デジタル複合機と連携するシステム構成要素
(IPA資料¹¹⁵を基に作成)

システム構成要素		機能の概要
コンテンツ	PSTN-FAX	既存の電話網を利用したアナログ FAX モデムによりイメージ伝送を行う。
	IP-FAX	メールや SIP (Session Initiation Protocol) により IP 化してイメージ伝送を行う。
	共有ディスク共有フォルダ	スキャンしたイメージや FAX のイメージの保存先。
	メールサーバ	スキャンしたイメージや FAX のイメージをメールで受信する場合の保存先。
	Web サーバ	デジタル複合機が内蔵している Web ブラウザを利用して外部の業務システム等と連携する。
管理	認証	デジタル複合機外部の認証用サーバ(オフィスに設置済みの社内システムにおける社員確認用サーバ等) シングルサインオン機能を提供することもある。
	自動構成設定	デジタル複合機を含むネットワーク内で自動的に IP アドレスを割り当てたり、正しい時刻に同期させたり、デジタル複合機の稼働を監視する。
	遠隔保守	デジタル複合機ベンダや保守業者による遠隔地からのデジタル複合機保守サービスを提供する。

¹¹⁵ 情報処理推進機構, デジタル複合機のセキュリティに関する調査報告書
<http://www.ipa.go.jp/files/000027285.pdf>

上記のようなデジタル複合機のシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別を整理したものが表 4-27 である。

表 4-27 デジタル複合機のシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別の関係

システム構成		ソフトウェア	ソフトウェアを提供する事業者の種別
ハードウェア			
主な構成要素	細分		
本体	コントローラ (SoC)	コントローラソフト (システム制御)	デジタル複合機メーカー デジタル複合機メーカーグループ内ソフトウェアベンダ 部品メーカー
	給紙・紙送り・後処理ユニット	エンジンソフト (エンジン制御)	デジタル複合機メーカー デジタル複合機メーカーグループ内ソフトウェアベンダ 部品メーカー
	—	OS	OS ベンダ
ユーザ端末、管理用端末		ドライバーソフト ユーティリティソフト	デジタル複合機メーカー
外部サーバ/クラウド/モバイル/認証		アプリケーションソフト	デジタル複合機メーカー 外部 SIer

4.1.8.2. 代表的な企業とその役割

4.1.8.1.において、代表的なシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別について示した。

そこで挙げた事業者の種別に対して、それぞれの役割と企業の例を示したものが表 4-28 である。

表 4-28 役割と企業の例(デジタル複合機)¹¹⁶

事業者の種別	役割	企業の例
販売会社（レンタル・リース会社）	<ul style="list-style-type: none"> デジタル複合機の販売、レンタル、リース、保守サービス デジタル複合機の顧客向けアプリケーション、ソリューション開発を行う。（SIer的な役割を果たす） 	富士ゼロックス、大塚商会
外部 SIer	<ul style="list-style-type: none"> デジタル複合機の顧客向けアプリケーション、ソリューション開発を行う。 	東芝ソリューション
デジタル複合機メーカー	<ul style="list-style-type: none"> 最終製品の開発・製造を行う。 ドライバーソフト、ユーティリティソフト等を提供する。 アプリケーション開発キットを提供する。 SIer としてソリューションを開発、提供する。 	キヤノン、リコー富士ゼロックス、京セラドキュメントソリューションズ、セイコーエプソン
部品メーカー	<ul style="list-style-type: none"> 各種部品を製造し、セットメーカーへ提供する。 	富士ゼロックスマニュファクチュアリング、ルネサスエレクトロニクス
デジタル複合機メーカーグループ内ソフトウェアベンダ	<ul style="list-style-type: none"> 基幹系、ネットワーク、アプリケーション等のソフトウェアの開発、テスト、実装を行う。 	富士ゼロックス情報システム、富士ゼロックスアドバンストテクノロジー
外部ソフトウェアベンダ	<ul style="list-style-type: none"> デジタル複合機メーカー内グループ内ソフトウェアベンダからの受託開発を行う。 	富士ソフト、東芝情報システム
OS ベンダ	<ul style="list-style-type: none"> デジタル複合機メーカーに対して OS を提供する。 	ウインドリバー、T-Engine フォーラム

4.1.8.3. オープン化の状況

4.1.8.3.1. 全体概要

デジタル複合機に関するオープン化等の主な取組みについて整理したものが表 4-29 である。

表 4-29 主な取組みの分類整理(デジタル複合機)

取組み分類	概要	事例
標準化・共通プラットフォーム化	<ul style="list-style-type: none"> デジタル複合機の各機能に関する標準化の取組みが行われている。 組込みソフトウェア開発のプラットフォームを提供する。 デジタル複合機メーカーがデジタル複合機と連携するソフトウェアの開発キット等をソリューションパートナーに提供している。 	<ul style="list-style-type: none"> ISO/IEC JTC1/SC280 「複合機向け組込み型次世代ソフトウェアプラットフォーム」 デジタル複合機と連携するアプリケーション開発支援
オープン化の推進（製品認証等）	<ul style="list-style-type: none"> 主にセキュリティ等の規格とそれに基づく認証の取組みが行われている。 	<ul style="list-style-type: none"> コモンクライテリア認証 IEEE 2600.1

¹¹⁶ 図 4-30 における企業単位に相当する。

4.1.8.3.2. オープン化取組み事例

4.1.8.3.1 にまとめた取組み分類に従い、主な取組み事例を以下に示す。

(1) 標準化・共通プラットフォーム化の事例

● ISO/IEC JTC1/SC28

デジタル複合機を含む事務機器ベンダの業界団体である一般社団法人ビジネス機械・情報システム産業協会では、デジタル複合機の国際標準活動に積極的に取り組んでおり、事務機器（主にデジタル複合機、プリンタ）の性能・品質に関する国際標準化を担当している ISO/IEC JTC1/SC28（日本が議長国）の事務局及び国際幹事国業務を務めている。現在 WG は 6 つ（戦略検討、消耗品、生産性、画質評価、オフィスカラー、カートリッジ特性）あり、日本はいずれの WG にも参加している。策定した標準の例として以下のようなものが挙げられる。

- ISO/IEC 24734（プリンタ生産性測定方法）
- ISO/IEC 24735（複写機生産性測定方法）
- ISO/IEC 19798（トナーカートリッジの印刷可能枚数の測定方法）
- ISO/IEC 13660（モノクロハードコピーの画質属性測定方法）
- ISO/IEC 10779（事務機器の情報アクセシビリティ要件）

● 「複合機向け組込み型次世代ソフトウェアプラットフォーム」京セラミタ（現：京セラドキュメントソリューションズ）／IBM¹¹⁷

京セラミタが保有する膨大なデジタル複合機に関するソフトウェア資産を有効に活用して顧客ニーズに対応した製品の開発を進めていくため、モデル駆動型開発の手法を基に、再利用可能なソフトウェアモデルを生成するリバースモデリング手法を確立する、京セラミタと IBM による取組み。具体的には、既存ソフトウェアの振る舞いや構造を分析、新たな要求を取り込んだ抽象度の高いモデルを作成し、モデルの再利用により、高機能化や品質向上に対応した。また、そのモデルをシミュレーションすることによって、実機を作らずに性能予測検証を行うことができるため、不具合を早期段階で発見でき、品質向上や開発期間短縮に役立てることができるとしている。

● デジタル複合機と連携するアプリケーション開発支援

各デジタル複合機メーカーでは顧客、ビジネスパートナー向けにデジタル複合機上で稼働するアプリケーションを開発するためのソフトウェア開発キットの提供や開発サポート等のサービスを行っている。

¹¹⁷ IBM2010年8月30日付プレスリリース、複合機向け組込み型次世代ソフトウェアプラットフォーム
<http://www-06.ibm.com/jp/press/2010/08/3001.html>

表 4-30 デジタル複合機と連携するアプリケーション開発支援の事例

サービス名	概要
Ricoh Developer Program ¹¹⁸ (リコー)	リコー製デジタル複合機と連携するソフトウェア(ソリューション)を開発するための開発キットを提供する。その他開発者向け開発相談会、トレーニングサービス、技術情報提供サービス、イノベーションセンター利用サービス、検証機器貸出サービス、ヘルプデスクサービス等が提供されている。
Fuji Xerox Developer Support Program ¹¹⁹ (富士ゼロックス)	富士ゼロックス製デジタル複合機に搭載するサービスやソリューションを実現するための開発支援プログラム。ハードウェア/ソフトウェアの技術情報の開示、ソフトウェア開発キットの提供、開発のサポート等を行う。
MEAP ADVANCE Developer Support Program ¹²⁰ (キヤノン)	キヤノン製デジタル複合機に搭載できるアプリケーション開発環境 (Embedded Application Platform) とキヤノン製デジタル複合機に搭載できる Web サーバ上のアプリケーションの開発環境 (Web Application Platform) を提供する。

(2) オープン化の推進 (製品認証等)

- コモンクライテリア (ISO/IEC 15408) 認証
2002年にリコーの「imaggio Neo350/450 シリーズ」がデジタル複合機として初めてコモンクライテリア認証を取得し¹²¹、以後各デジタル複合機メーカーでも幅広い製品に対してコモンクライテリア認証取得の取組みが広がっており、2014年5月現在認証を取得したデジタル複合機関連製品は約200機種にのぼる¹²²。
- IEEE 2600.1
IEEE 2600.1はデジタル複合機のコモンクライテリアに関するセキュリティ機能要求等を示したIEEE 2600のプロテクションプロファイル (PP: Protection Profile)¹²³文書の1つである。IEEE 2600のPP文書は想定される使用環境ごとに以下のようなPPが定義されている。
 - IEEE 2600.1 [運等環境 A] 軍、政府系など高いセキュリティ環境での機能要件を記述したもの
 - IEEE 2600.2 [運等環境 B] 大手企業 上記に準じた高いセキュリティ環境での機能要件を記述したもの
 - IEEE 2600.3 [運等環境 C] 公共スペースでのセキュリティ環境を要求されるもの

¹¹⁸ リコー, Ricoh Developer Program<https://www.ricoh.co.jp/operius/partner/>¹¹⁹ 富士ゼロックス, Fuji Xerox Developer Support Program<http://www.fujixerox.co.jp/solution/dsp/concept.html>¹²⁰ キヤノン, MEAP ADVANCE<http://cweb.canon.jp/solution/dsp/sdk/meap/index.html>¹²¹ リコー, 「imaggio Neo350/450 シリーズ」がデジタル複合機本体として初めて ISO/IEC 15408 の認証を取得<https://www.ricoh.co.jp/imaggio/info/iso15408.html>¹²² 情報処理推進機構, CC 認証取得製品リスト. MFP (更新日: 2014年5月9日)<https://www.ipa.go.jp/files/000024283.pdf>¹²³ 特定の分野の製品について必要とされる典型的なセキュリティ要件、環境などを記述した要求仕様書。

- IEEE 2600.4 [運等環境 D] SOHO でのセキュリティを要求されるもの

具体的な要求仕様には、識別認証機能、アクセス制御機能、ネットワーク保護機能（暗号化通信機能）などの典型的なセキュリティ機能の他に、搭載ソフトウェアの正当性を確保するソフトウェア検証機能、残存情報を指定パターンで上書き消去する情報消去機能、管理者によるセキュリティ管理機能、セキュリティに関するログの記録閲覧を可能とする監査機能などの要件が含まれている。

策定にあたっては、従来デジタル複合機において、それまで各社でバラバラに決められていたデジタル複合機・プリンタが搭載すべきセキュリティ機能について、顧客視点でどうあるべきかを検討するためデジタル複合機の主要ベンダ各社を中心にワーキンググループが設置され、2009年に規格化された。2010年にリコーのデジタル複合機が初めてIEEE 2600.1に準拠したコモンクライテリアを取得し¹²⁴、その後キヤノン、富士ゼロックスなど他メーカーのデジタル複合機も取得している。

¹²⁴ リコー, 2010年3月11日付ニュースリリース
<http://www.ricoh.com/ja/release/2010/pdf/0311.pdf>

4.1.9. クラウドサービス

クラウドサービスとは、総務省・スマートクラウド研究会報告書¹²⁵において、「インターネット等のブロードバンド回線を経由して、データセンタに蓄積されたコンピュータ資源を役務（サービス）として、第三者（利用者）に対して遠隔地から提供するもの。なお、利用者は役務として提供されるコンピュータ資源がいずれの場所に存在しているか認知できない場合がある。」と便宜上定義されている。

クラウドサービスは、Amazon EC2 や Google App Engine 等のサービス提供開始以降、急激に拡大している分野であり、多くの提供形態が存在する。Amazon EC2 のようなパブリッククラウドサービスから、システムインテグレータによるプライベートクラウド構築サービス等の企業向けクラウドサービス、ストレージサービス等の一般消費者向けクラウドサービスなど、サービスの広がりとともに、多種多様な提供形態が存在する。

そこで、本調査では、クラウドサービスの分類について整理した上で、主に企業向けに提供されるクラウドサービスを対象として調査を実施した。

4.1.9.1. 代表的な機器・システム構成

(1) クラウドサービスの分類

クラウドの分類は、NIST（National Institute Standards and Technology：アメリカ国立標準技術研究所）のクラウド定義のフレームワーク¹²⁶では、3つのサービス提供モデル、4つの展開モデルで分類される。

サービス提供モデルで分類した場合には、サービスの構成要素により、SaaS（Software as a Service）、PaaS（Platform as a Service）、IaaS（Infrastructure as a Service）に分類することができる。

- SaaS：アプリケーション（ソフトウェア）をサービスとして提供する。
- PaaS：アプリケーションの稼働する OS/実行環境のようなプラットフォームをサービスとして提供する。
- IaaS：サーバ、CPU、ネットワーク、ストレージなどのインフラをサービスとして提供する。

展開形態で整理した場合には、クラウドサービスの利用者により、以下の4つの展開モデルで分類される。

- プライベートクラウド：単一の組織によって運用されるクラウド基盤
- コミュニティクラウド：複数の組織によって共有されるクラウド基盤
- パブリッククラウド：一般公衆や、一般企業が利用可能なクラウドサービスを販売する組織に所有されているクラウド基盤
- ハイブリッドクラウド：上記プライベート、コミュニティ、パブリックの2つ以上のクラウドから構成されるクラウド基盤

(2) システム構成の例

クラウドサービスは、クラウド基盤上に構築されたシステムから、ネットワークを介して直接的もしくは間接的にユーザに提供される。クラウドサービスのシステム構成の例を図4-16に示す。

¹²⁵ 総務省、スマートクラウド研究会報告書

http://www.soumu.go.jp/main_content/000066036.pdf

¹²⁶ NIST, NIST Special Publication 800-145. “The NIST Definition of Cloud Computing”

<http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>

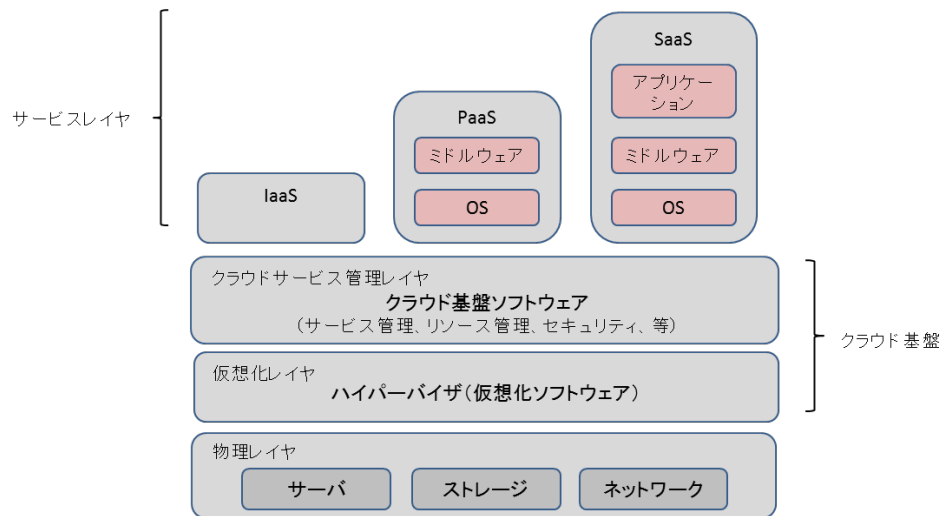


図 4-16 クラウドサービスのシステム構成
(NISTの資料¹²⁷を基に作成)

クラウド基盤では、仮想化技術を利用することにより、巨大なサーバ群のコンピューティング能力を統合的に運用することが可能となり、サーバの稼働率を上げるとともに、サーバを稼働させるための電力消費量の削減等を実現している。これらの仮想化を実現するVMwareやXen等の仮想化ソフトウェアがクラウド基盤を構成するサーバ上では利用されている。また、クラウド基盤には、それらの仮想化されたリソースの管理機能やサービスの管理機能等が必要とされており、それらの機能を提供するクラウド基盤ソフトウェアが利用されている。

IaaSでは仮想化されたリソースがそのまま提供され、PaaSの場合にはその上にOSやミドルウェアが載せられ、さらにSaaSの場合にはアプリケーションが載せられて、サービスとして提供される。

このようなクラウドのシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別を整理したものが表 4-31 である。

表 4-31 クラウドサービスのシステム構成とソフトウェアを提供する事業者の種別
(NISTの資料¹²⁷を基に作成)

システム構成		ソフトウェアを提供する事業者の種別
ハードウェア	ソフトウェア	
サーバ（データセンタ）、ストレージ、回線、ラック、空調	アプリケーション	アプリケーションベンダ
	ミドルウェア・OS	OS・パッケージベンダ
	仮想化ソフトウェア	仮想化ベンダ
	クラウド基盤ソフトウェア	クラウド基盤ソフトウェアベンダ

¹²⁷ NIST, NIST Special Publication 500-292 “NIST Cloud Computing Reference Architecture”
http://www.nist.gov/customcf/get_pdf.cfm?pub_id=909505

4.1.9.2. 代表的な企業とその役割

NISTでは、クラウドのアーキテクチャと関係する事業者を図 4-17 のように示している。

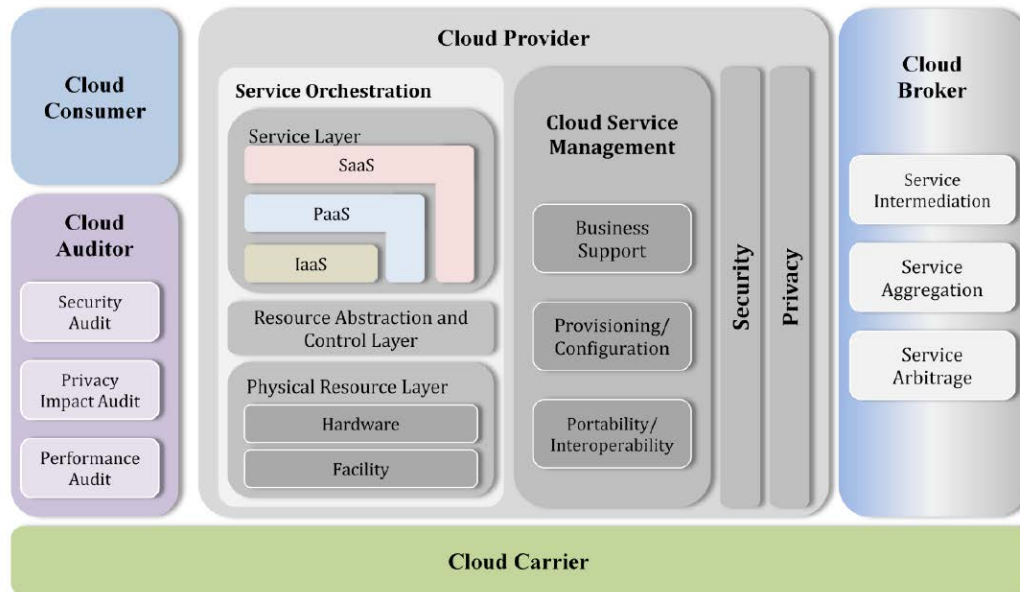


図 4-17 NIST Cloud Computing Reference Architecture

(出典: NIST の資料¹²⁷ の 3 ページに掲載)

NISTのモデルでは、クラウドに関連する事業者は大きく 5 つの分類に分けられている。クラウドサービスの利用者であるCloud Consumer、クラウドサービスを提供する事業者であるCloud Provider、クラウドサービスの運用やパフォーマンスを評価するCloud Auditor、クラウドサービスの管理や利用者との契約の仲介を行うCloud Broker、クラウドサービスにネットワークを提供するCloud Carrierである。さらに、クラウドサービス基盤を構築するために必要なIT 製品やサービスを提供するCloud Enabler、クラウドサービスの導入支援を行うインテグレータCloud Integrator、情報交換を主目的とした組織やコミュニティであるCloud Communityを事業者として加えて 8 つの事業者に分ける場合もある¹²⁸。

上記の NIST のモデルを国内のクラウドサービスに関連する事業者に当てはめると、表 4-32 のように整理される。なお、企業の例については、これらのうちの特定の分類に該当する企業もあれば、複数の分類に該当する企業もあり、特に大手企業については複数の分類に該当する場合が多い。

¹²⁸ 国際大学 GLOCOM 客員研究員 林雅之, オープンクラウドの動向とクラウドサービスモデルの選択肢

表 4-32 役割と企業の例(クラウドサービス)¹²⁹(NIST の資料¹²⁷を基に作成)

事業者の種別	役割	企業の例
システムインテグレータ	従来のシステムインテグレーションを行う事業者。クラウド環境を用いる、あるいはクラウド環境と他の環境と組み合わせてシステムインテグレーションを行う。Cloud Integrator 及び Cloud Broker にあたる。	富士通、NTT データ、NEC、日立製作所
運用管理・プラットフォーム (PF) 事業者	クラウドサービスの運用管理サービス、クラウドの選定も含めたプラットフォームの構築サービス等を提供する。Cloud Integrator 及び Cloud Broker にあたる。	富士通、NTT データ、日立製作所
クラウドサービス事業者	データセンタ等のクラウド環境を運用するための設備を所有し、クラウドサービスを提供する事業者。主に IaaS を提供。Cloud Provider にあたる。	NTT コミュニケーションズ、富士通、日本 IBM、Amazon Web Services
SaaS/PaaS 事業者	SaaS/PaaS を提供する事業者。本調査では、特に、SaaS/PaaS のためのアプリケーション・ミドルウェアを開発し、他社のクラウド基盤を活用してサービスを提供する事業者を指す。Cloud Provider にあたる。	salesforce.com、McAfee、サイボウズ
アプリケーションベンダ	SaaS 環境のためのアプリケーションをクラウドサービス事業者に対して提供する。Cloud Enabler にあたる。	Microsoft、サイボウズ
OS・パッケージベンダ	PaaS 環境のためのミドルウェアやプラットフォームソフトをクラウドサービス事業者に対して提供する。Cloud Enabler にあたる。	Microsoft、Oracle
仮想化ベンダ	仮想化ソフトウェアをクラウドサービス事業者に対して提供する。Cloud Enabler にあたる。	VMware、Citrix Systems
クラウド基盤ソフトウェアベンダ	クラウド基盤ソフトウェアをクラウドサービス事業者に対して提供する。Cloud Enabler にあたる。	VMware、日本 IBM、HP
サービス提供	クラウドサービスの基盤提供者、アプリケーション提供者、利用者等に対して、性能検証や移行データの検証などのサービスを提供する。Cloud Auditor にあたる。	ベリサーブ、SCSK
ネットワーク事業者	クラウドサービスにネットワークを提供する。Cloud Carrier にあたる。	NTT コミュニケーションズ、ソフトバンクテレコム、KDDI

¹²⁹図 4-31 における企業単位に相当する。

4.1.9.3. オープン化の状況

4.1.9.3.1. 全体概要

クラウドに関するオープン化等の主な取組みについて整理したものが表 4-33 である。

表 4-33 主な取組みの分類整理(クラウドサービス)

取組み分類	概要	事例
標準化・共通プラットフォームフォーム化	NIST や Open Cloud Manifesto 等による体系整理、ITU-T、DMTF、SNIA 等によるアーキテクチャや API の標準化等が進められている。また、OpenStack、CloudStack 等の OSS のクラウド基盤ソフトウェアが広く利用されつつあり、活発に開発が進められている。	<ul style="list-style-type: none"> ・ ITU-T SG13 ・ DMTF (Distributed Management Task Force) ・ クラウドセキュリティアライアンス (CSA) ・ グローバルクラウド基盤連携技術フォーラム (GICTF) ・ Open Compute Project ・ OpenStack Foundation ・ OpenStack Foundation
オープン化の推進 (製品認証等)	BSI (英国規格協会) とクラウドセキュリティアライアンス (CSA) によるクラウドセキュリティの認証プログラムが開始されている。また、「JASA ¹³⁰ -クラウドセキュリティ推進協議会」により、クラウド情報セキュリティ監査制度のためのクラウド情報セキュリティ管理基準の策定なども行われている。	<ul style="list-style-type: none"> ・ STAR 認証 ・ クラウド情報セキュリティ管理基準

これらの取組みについて、具体的な内容を 4.1.9.3.2. でまとめた。

4.1.9.3.2. オープン化取組み事例

4.1.9.3.1 にまとめた取組み分類に従い、主な取組み事例を以下に示す。

(1) 標準化・共通プラットフォームフォーム化の事例

クラウドに関連した標準化・共通プラットフォームフォーム化は多くの団体により行われている。クラウドに関連した標準化団体の検討領域は、①体系整理、用語定義、ユースケース、要件管理、②クラウド構成管理、③クラウド間連携の主に 3 つに分類される。以下に各領域で関連する標準化団体を示す。

¹³⁰ JASA：日本セキュリティ監査協会

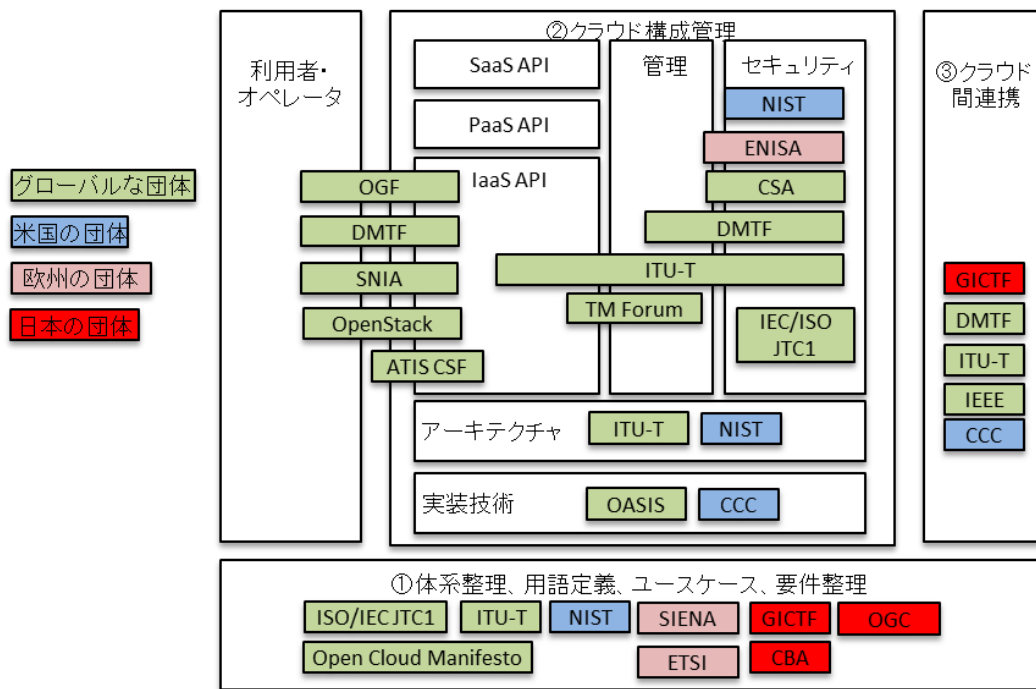


図 4-18 クラウド標準化に向けた検討領域と日米欧の関連標準化団体
(NTT情報流通プラットフォーム研究所資料¹³¹を基に作成)

①体系整理、用語定義、ユースケース、要件管理では、NIST や Open Cloud Manifesto、ITU-T SG13 等により、クラウドの用語の定義や形態の整理、ステークホルダの定義など、活動が進められている。

②クラウド構成管理では、ITU-T SG13、NIST、SNIA 等によりアーキテクチャやクラウド管理 API の標準化等が進められている。

③クラウド間連携では、クラウド間の連携インターフェースやネットワークプロトコルの標準化が、グローバルクラウド基盤連携技術フォーラム (GICTF) や DMTF 等により進められている。

また、Facebook が 2011 年 4 月に自社のサーバとデータセンタの設計仕様をオープンソース化して発足したプロジェクト「Open Compute Project」も進められている。同プロジェクトでは、大規模データセンタに最適なハードウェアの標準化・オープンソース化を進めている。

OSS の活用という点では、OpenStack、CloudStack 等の OSS のクラウド基盤ソフトウェアが広く利用されつつあり、活発に開発が進められている。また、PaaS を構成するためのソフトウェア Cloud Foundry も OSS として提供されている。主な OSS プロジェクトを以下に示す。

¹³¹ NTT 情報流通プラットフォーム研究所, クラウドの標準化動向
<http://www.ntt.co.jp/journal/1104/files/jn201104059.pdf>

表 4-34 クラウドにおける OSS の利用に関わる取組み

取組み等	概要
OpenStack Foundation/日本 OpenStack ユーザ会	OpenStack は IaaS クラウドを構築・管理するための OSS であり、世界各国から多数の企業・開発者が参加し、開発が進められている。元は NASA（アメリカ航空宇宙局）が開発した「Nova」と米国 Rackspace が開発した「Swift」を統合し、「OpenStack」として発表されたもので、現在は 19 社の設立メンバーにより 2012 年 4 月に発足した OpenStack Foundation で管理・推進されている。
Apache CloudStack/日本 CloudStack ユーザ会	CloudStack は OpenStack 同様に IaaS クラウドを構築・管理するための OSS であり、国内でも NTT コミュニケーションズや IDC フロンティア、KDDI など多くの導入事例がある。旧サン・マイクロシステムズ開発責任者らが設立した米 VMops により開発され、2010 年の Ver2.0 からオープンソース化、現在は Apache Software Foundation で管理・推進されている。
Cloud Foundry/日本 Cloud Foundry グループ	VMware の Open PaaS 戦略に基づいて 2011 年 4 月に発表されたもので、オープンソースの PaaS ソフトウェア。Pivotal、VMware、EMC 等が参加し、Cloud Foundry の発展と採用拡大のための Cloud Foundry 財団が設立されている。日本国内での普及促進と情報共有を目的とした「日本 Cloud Foundry グループ」も NTT、NTT コミュニケーションズ、楽天等が参加して活動が行われている。

(2) オープン化の推進（製品認証等）

BSI（英国規格協会）とクラウドセキュリティアライアンス（CSA）によるクラウドセキュリティの認証プログラムや、JASA-クラウドセキュリティ推進協議会によるクラウド情報セキュリティ管理基準の策定が進められている。それぞれの概要を以下に示す。

表 4-35 クラウドにおけるオープン化の推進（製品認証等）の事例

取組み等	概要
STAR 認証プログラム	BSI（英国規格協会）とクラウドセキュリティアライアンス（CSA）により、2013 年 9 月に開始されたクラウドセキュリティの認証プログラム。ISO/IEC 27001:2005 の要求事項と CSA のクラウドコントロールマトリックス（CCM）を用いて、クラウドサービス事業者のセキュリティを第三者が評価する制度。
クラウド情報セキュリティ管理基準	日本セキュリティ監査協会（JASA）は、クラウド事業者や監査事業者 25 社と共に、「JASA-クラウドセキュリティ推進協議会」を 2013 年 4 月に発足させた。2014 年からはクラウドセキュリティ監査制度を開始する予定であり、その基準として利用するため、経済産業省が公開している「クラウドサービス利用のための情報セキュリティマネジメントガイドライン」に基づき「クラウド情報セキュリティ管理基準」を 2012 年に策定している。

4.2. ポジション及びサプライチェーン類型化に関する整理

本節では、ソフトウェア開発のサプライチェーンにおける組織の役割を示すポジションを定義し、サプライチェーンの構造に関して、分野間で共通する基本構造を分類したサプライチェーンの類型化を行った。ここで定義したポジション及び類型に沿って、サプライチェーンの全体像をモデル化し、課題や対策を整理するだけでなく、分野に依存しない横断的な整理を行うことが可能になる。

4.2.1. 取引構造におけるポジションの定義とポジション間の関係

ここでは、サプライチェーンにおける役割をポジションとして定義した。ポジションは、ソフトウェアのサプライチェーンにおける組織を、その役割の観点で分類・整理し、分野に依存しない形で定義したものである。したがって、実際のサプライチェーンにおいては、同一の企業が同時に複数のポジションの役割を持つ場合もある。

4.1 節において分野ごとに調査した代表的な企業やその役割を踏まえて、複雑なサプライチェーンの基本構造を把握・分析するために、ソフトウェアの提供形態に着目し、サプライチェーンを以下の4種類に分類した。

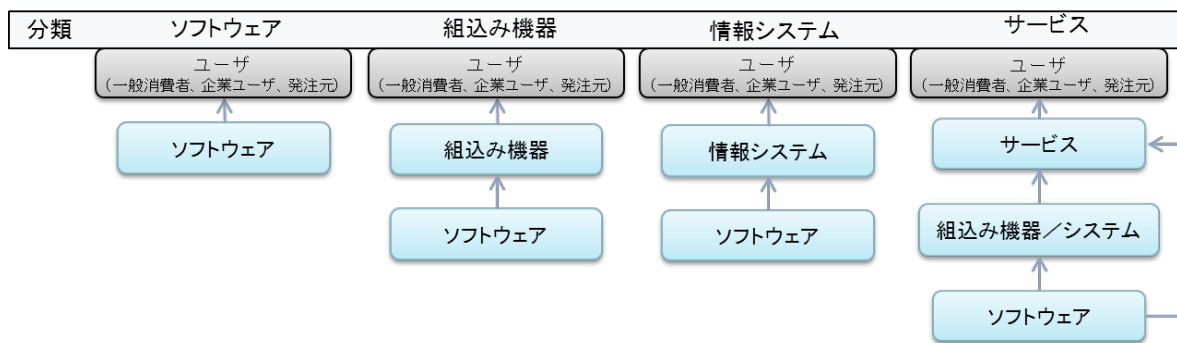


図 4-19 ソフトウェアの提供形態の基本分類

すなわち、分類の「ソフトウェア」はソフトウェアを単独で提供する形態、「組み込み機器」は組み込み機器にソフトウェアを組み込んで提供する形態、「情報システム」は情報システムとして提供する形態、「サービス」は組み込み機器や情報システムを用いてサービスとして提供する形態である。

これらの分類に対して、それぞれ利用者に直接提供するポジションとそれ以外のポジションに関する整理を行った。つまり、「サービス」については、サービスプロバイダとサービス部品提供、「組み込み機器」については、セットメーカーと機器部品提供、「情報システム」については、システムインテグレータとシステム部品提供に整理した。

「ソフトウェア」については、細分化し、利用者に直接ソフトウェアを提供するソフトウェアベンダと、それ以外のアプリケーション開発、受託開発、ソフトウェア部品提供、サービス提供、ツール提供に分けて定義した。

表 4-36 ポジション間の関係整理

		ソフトウェア	組込み機器	情報システム	サービス
要件を決める		ユーザ(企業ユーザ、調達者、一般消費者等)			
仕様策定		ソフトウェアベンダ	セットメーカー	システムインテグレータ	サービスプロバイダ
実装	内製	アプリケーション開発	機器部品提供	システム部品提供	サービス部品提供
	開発委託	受託開発			
	外製 調達	ソフトウェア部品提供 サービス提供 ツール提供			

機器部品提供、システム部品提供、サービス部品提供については、ハードウェア、ソフトウェアの開発に関わるが、そのうちソフトウェア開発については、上図の左端の「ソフトウェア」に関するポジションを入れ子に持つ構造である。

以上の考え方にに基づき各ポジションを定義した結果は、表 4-37 の通りである。

表 4-37 サプライチェーンにおけるポジションの定義

区分	ポジション	定義
ソフトウェア	ソフトウェアベンダ	ユーザからの要求に沿い、ソフトウェアの仕様を決定する。仕様に沿い内製、委託、調達を行い完成品をユーザへ提供する。ユーザ自ら仕様決定の役割を担う場合あり。
	アプリケーション開発	仕様に沿い、アプリケーション（汎用またはカスタム）を開発する。
	受託開発	ソフトウェアメーカーの委託を受け、ソフトウェアを開発し提供（納品）する。
	ソフトウェア部品提供	ソフトウェアメーカーの仕様に沿い、OS/MW、ソフトウェア部品を提供する。OSS コミュニティを含む。
	サービス提供	ソフトウェアメーカーの仕様に沿い、検証サービス、サポートサービスを提供する。
	ツール提供	ソフトウェアメーカーの仕様に沿い、ツールを提供する。
組み込み機器	セットメーカー	機器（汎用またはカスタム）をユーザへ提供する。自ら開発あるいは調達した機器部品を組み合わせる機器を開発する。
	機器部品提供	セットメーカーの仕様に沿い機器部品を提供する。
情報システム	システムインテグレータ	システム（汎用またはカスタム）をユーザへ提供する。自ら開発あるいは調達したシステム部品を組み合わせるシステムを開発する。
	システム部品提供	システムインテグレータの仕様に沿ったシステム部品を提供する。
サービス	サービスプロバイダ	サービスをユーザへ提供する。必要なサービス基盤を開発または仕様を決め、調達する。
	サービス部品提供	サービスプロバイダの仕様に従いサービス部品（機器／情報システム）を提供する。

4.2.2. サプライチェーンの類型化

サプライチェーンの類型化とは、ソフトウェアの品質確保に影響を与える要因に着目し、分野横断的に共通する取引関係のパターンを抽出するものである。品質確保に影響を与える要因として、ここでは以下の観点に着目した。:

■ 観点1（新しいサービス形態の登場）

ソフトウェアをサービスとして提供する新しい形態が登場し、ユーザが自らアプリ・サービスを組み合わせる利用することが可能になった。これに伴い、ソフトウェア提供者が想定しない利用時の品質について新しい考え方が必要になった。（例：4.1 節、スマートフォン、ヘルスケア、クラウドサービス等の分野）

■ 観点2（水平分業化への変化）

品質に関して調達者のコントロール（調達者のコントロールとは、調達者が、供給者（取引先等）との関係において、開発に関わる決定を行うことを意味する。例えば、仕様の変更、不具合修正の優先付けなど、契約後も取引先等との調整が行いやすい関係であることを指す。）が効きやすい企業グループ内の取引から、企業グループ外を含む取引関係が固定されない企業へと水平分業化が進んでいる。これにより企業は垂直統合とは異なる品質確保の取組みが必要になった。（例：4.1 節、スマート家電、デジ

タル複合機、サービスロボット、スマートフォン等の分野)

■ 観点 3 (仕様決定主体)

主に水平分業において、要件定義や外部仕様決定など品質に関わる開発の主導権が調達者にある場合や供給者にある場合などの違いが生じてきた。(例：4.1.節、スマートフォン、クラウドサービス等の分野)

以上のような観点から、階層的、体系的にサプライチェーンを分類すると表 4-38 に示すように分けることができる：

表 4-38 サプライチェーン類型の一覧

類型		説明	典型例	
従来型 ※1	垂直統合型	調達者仕様決定型	資本関係にある企業グループ内で安定的な関係により開発（仕様策定、開発、製造、試験等）を行う。エンドユーザに近いサプライチェーンの下流からニーズに基づき調達者が主導で仕様を策定する。	自動車分野の系列取引
		供給者仕様決定型 ※2	企業グループ内で、コア技術や先端技術を持つ子会社が、供給者主導で仕様を策定する。資本関係が強い場合、水平分業に移行せず垂直統合型を維持する場合がある。	(このケースは少ない)
	水平分業型	調達者仕様決定型	調達側が主体的に決めた仕様に基づいて、資本関係の有無に係らず固定化されない複数企業から発注先を決定する。	開発委託など
		供給者仕様決定型	製品の部品を提供する企業が仕様決定権を持ち、複数の調達先に供給する。調達者にとって部品の管理が希薄になる場合がある。	OSS, COTS などのメジャー製品ベンダ
ユーザ組合せ型※1 (サービス連携型)		複数の企業により提供される製品・サービスをユーザが自ら組み合わせて選択し、同時利用する。	スマートフォンアプリ、クラウドサービス連携など	

※1：ユーザへのソフトウェアの提供形態に焦点を当てた分類

※2：表においては体系的な整理の軸として記載するが、少ないケースであるため、対象とする類型に含めない。

垂直統合型は、発注者のグループ会社や固定的な取引関係のある企業に対して、調達者が主導権をもって取引を進める場合が多いため、本調査では、垂直統合型を 1 つにまとめて整理した。上記のサプライチェーン類型について取引者間の関係を具体的な図にまとめたものが、以下の(1)~(4)である。

(1) サプライチェーン類型: 垂直統合型

図 4-20 の通り、グループ企業内で、調達者から供給者に対して開発委託を行う場合が典型的である。

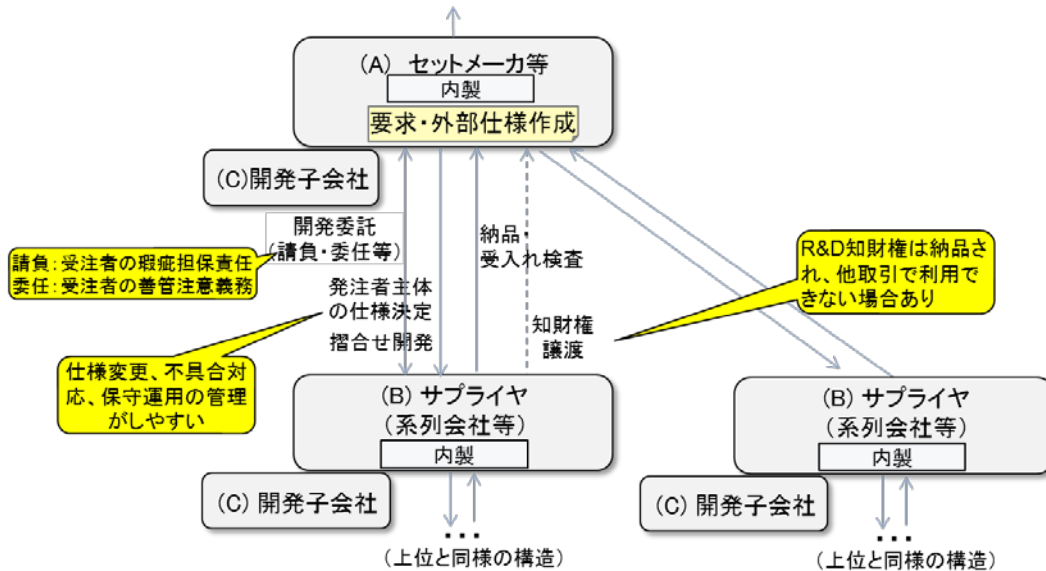


図 4-20 サプライチェーン類型: 垂直統合型の典型的な取引関係図

(A)セットメーカーから(B)サプライヤに対する開発委託が典型的である。取引に関わる企業の具体的なポジションは、表 4-39 の通りである。開発委託は、成果物を規定する請負契約と作業を提供する委任契約があり、前者は成果物に対する瑕疵担保責任を負う。垂直統合型の場合、グループ企業内の取引であるため、仕様変更や不具合対応、保守運用の管理が行いやすい点が特徴である。研究開発を行った場合、取引契約により、知財権は、納品物とともに譲渡する場合としない場合がある。知財権を譲渡する場合、サプライヤは、他社に対して同種の技術を用いたビジネスができず、水平分業化の障害となるケースがある。

表 4-39 図中記号のポジション(垂直統合型)

図中	主なポジション
(A)	セットメーカー システムインテグレータ サービスプロバイダ ソフトウェアベンダ等
(B)	機器部品提供 受託開発 システム部品提供 ソフトウェア部品提供 サービス部品提供等
(C)	アプリケーション開発 受託開発 システム部品提供 ソフトウェア部品提供等

(2) サプライチェーン類型: 水平分業型(供給者仕様決定型)

企業グループ外との取引関係で、OSS の提供や、既製品（COTS）の提供など、供給者が主体的に仕様を決定するパターンである。

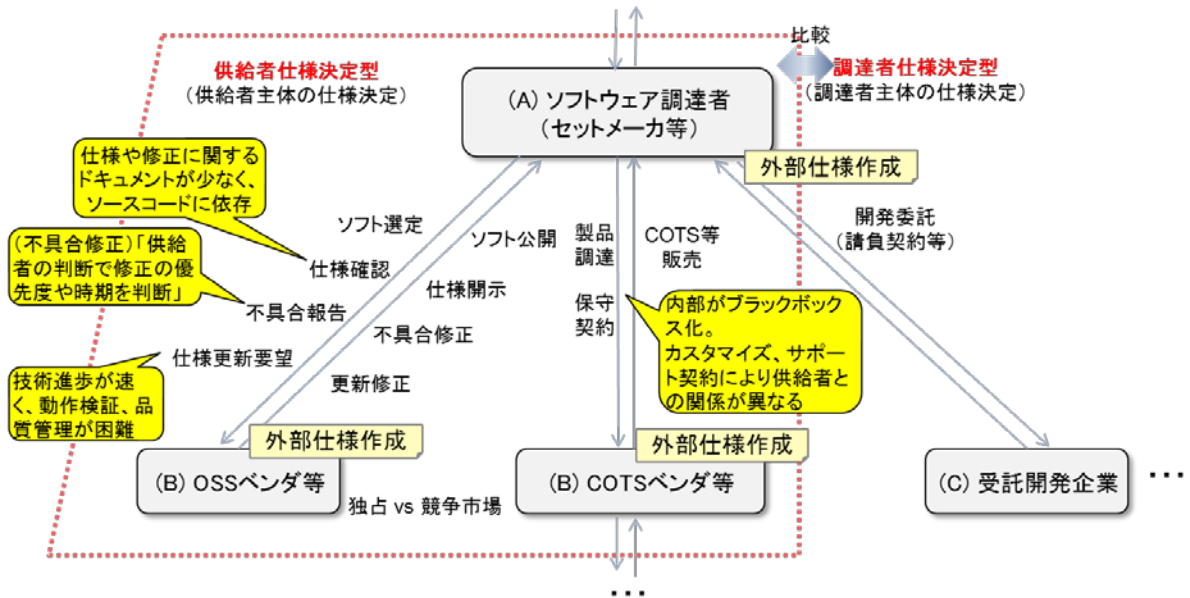


図 4-21 サプライチェーン類型: 水平分業型(供給者仕様決定型)の典型的な取引関係図

グループ会社以外の受発注において、仕様の決定主体が、供給者か調達者かにより、仕様変更、不具合修正などへの影響が異なる。メジャーな OSS、既製品（COTS）などの調達において、供給者が仕様の決定主体となる取引が、供給者主導型取引である。仕様変更や不具合対応の優先付けも供給者が決定する場合が多い。

表 4-40 図中記号のポジション(供給者仕様決定型)

図中	主なポジション
(A)	セットメーカー システムインテグレータ サービスプロバイダ
(B)	ソフトウェアベンダ等
(C)	受託開発等

(3) サプライチェーン類型: 水平分業型(調達者仕様決定型)

企業グループ外との取引関係で、開発委託により調達者が主体的に仕様を決定するパターンである。

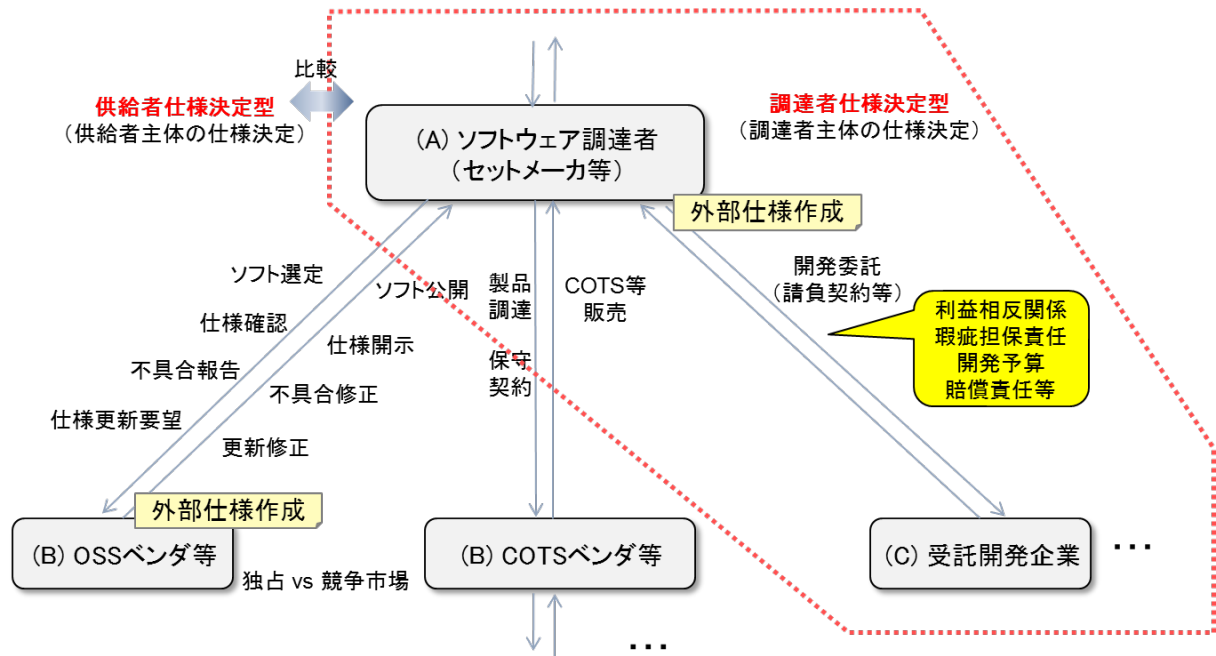


図 4-22 サプライチェーン類型: 水平分業型(調達者仕様決定型)の典型的な取引関係図

グループ会社以外への受発注において、仕様の決定主体が、供給者か調達者かにより、仕様変更、不具合修正などにおける影響が異なる。アプリケーションなどのソフトウェアの開発委託においては、発注者がユーザーニーズを把握し、主体的に仕様を決定する傾向が高い。水平分業型では、開発終了後の不具合対応やバージョンアップは、簡単には対応してもらえなくなるなどの問題がある。

表 4-41 図中記号のポジション(調達者仕様決定型)

図中	主なポジション
(A)	セットメーカー システムインテグレータ サービスプロバイダ
(B)	ソフトウェアベンダ等
(C)	受託開発等

(4) サプライチェーン類型: ユーザ組合せ型(サービス連携型)

ユーザが自らアプリ・サービスを組み合わせて選択し、同時利用する形態を含む取引パターンである。

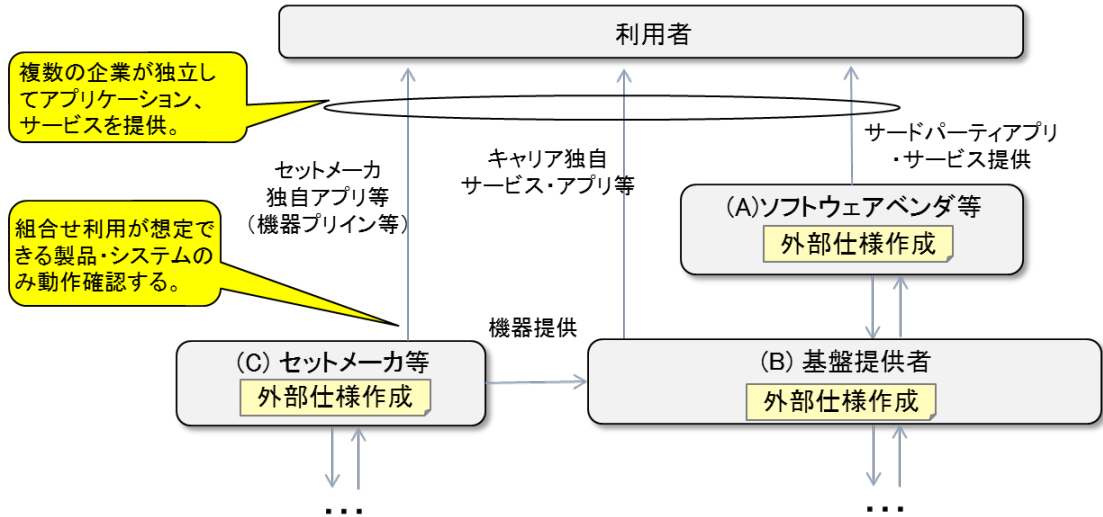


図 4-23 サプライチェーン類型: ユーザ組合せ型の典型的な取引関係図

複数の独立したベンダ等から提供されるアプリ、サービス等を、利用者が自ら選択し、組み合わせて利用する形態をユーザ組合せ型と呼ぶ。ユーザ組合せ型では、想定外の利用などにより利用時の品質を保証することが難しく、責任範囲などについての考え方が変化する。

表 4-42 図中記号のポジション(ユーザ組合せ型)

図中	主なポジション
(A)	サービスプロバイダ ソフトウェアベンダ等
(B)	セットメーカー システムインテグレータ 等
(C)	サービスプロバイダ等

4.2.3. 各類型に該当する産業分野の整理

4.2.3.1. スマートフォン

本調査では、共通プラットフォームとして普及拡大している Android 端末とそのアプリ・サービス分野を対象としてサプライチェーンをまとめることとした。

4.1.2.に示した代表的な企業とその役割を基に、スマートフォン分野におけるソフトウェアを提供する主な事業者の種別とポジションの対応関係を整理したものが表 4-43 である。

表 4-43 スマートフォン分野における事業者とポジションの対応関係

主な事業者の種別	ポジション
通信キャリア	サービスプロバイダ、ソフトウェアベンダ
アプリ・サービスベンダ	ソフトウェアベンダ
端末メーカー	セットメーカー、機器部品提供、ソフトウェアベンダ、アプリケーション開発
OS ベンダ	ソフトウェア部品提供
機器部品サプライヤ	機器部品提供、ソフトウェア部品提供
受託開発	受託開発
ツールベンダ	ツール提供
サービス提供	サービス提供

以上の対応関係に基づき、4.1.2.に示したスマートフォンのシステム構成とソフトウェアを提供する代表的な企業と役割などの情報から、スマートフォン分野における典型的なサプライチェーン構造をまとめたものが図 4-24 である。

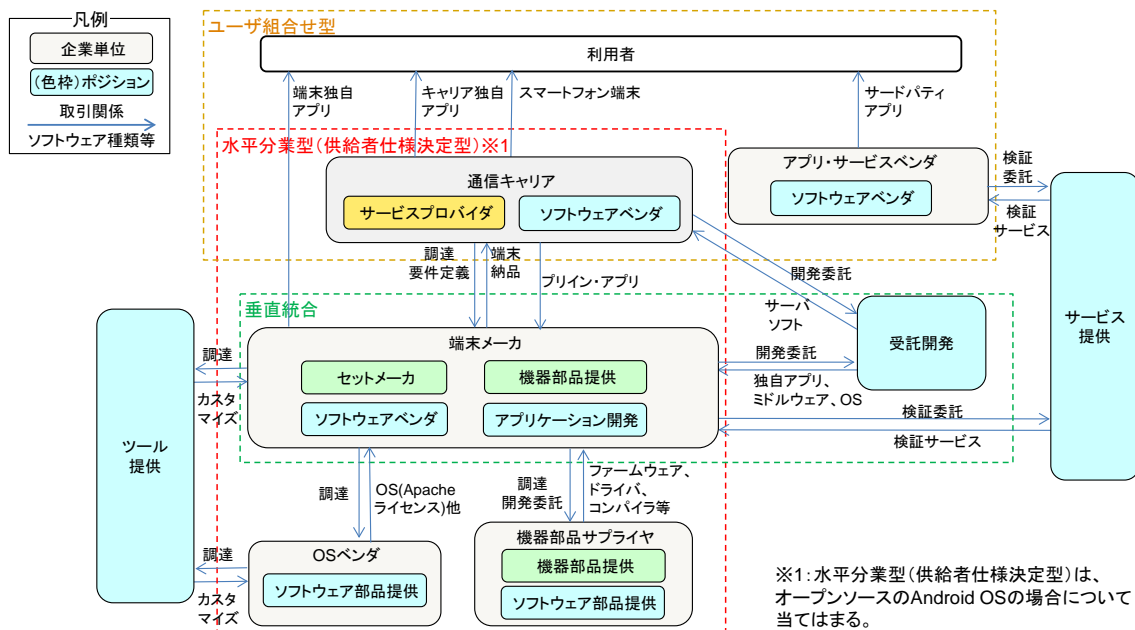


図 4-24 サプライチェーンの典型パターン(スマートフォン)と類型

スマートフォン分野におけるサプライチェーンの動向を整理すると、スマートフォンへの移行により、キャリア主導の仕様決定から、OS ベンダ、アプリベンダ等の供給者主導の

仕様決定へ移行したといえる。また、独立した異なるベンダ等が提供するアプリ・サービスを利用者自ら選択し、組み合わせて利用する形態が増え、利用時の品質の考え方が変化した。

4.2.3.2. ヘルスケア

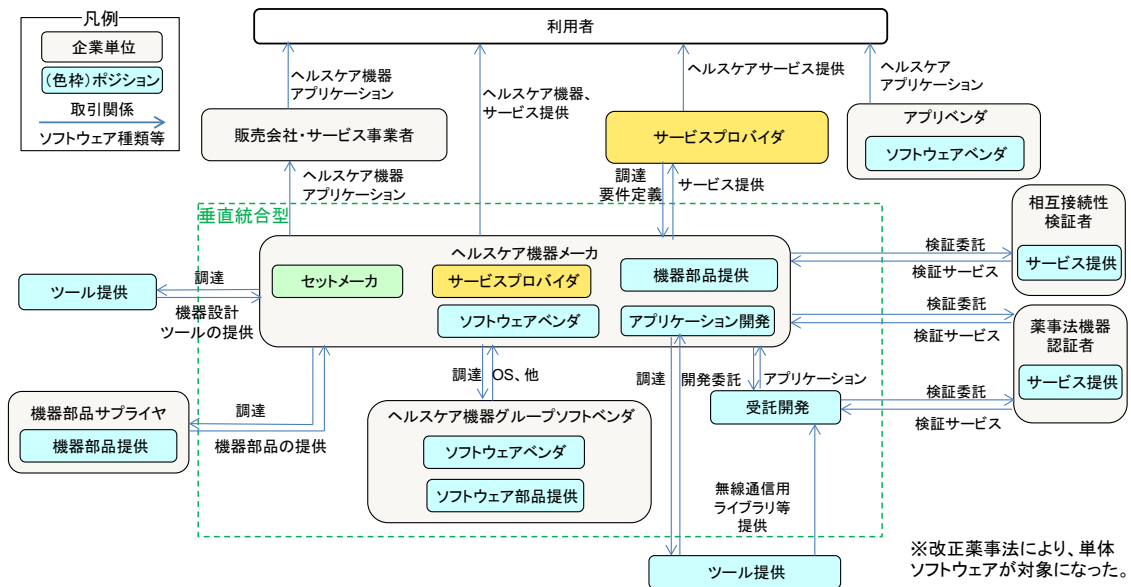
本調査では、ヘルスケア機器組込みソフトウェアとセットメーカーが提供する個人健康情報を扱うアプリケーションを調査対象とした。

4.1.3.に示した代表的な企業とその役割を基に、ヘルスケア分野におけるソフトウェアを提供する主な事業者の種別とポジションの対応関係を整理したものが表 4-44 である。

表 4-44 ヘルスケア分野における事業者とポジションの対応関係

主な事業者の種別	ポジション
サービスプロバイダ	サービスプロバイダ
アプリベンダ	ソフトウェアベンダ
ヘルスケア機器メーカー	セットメーカー、サービスプロバイダ、機器部品提供、ソフトウェアベンダ、アプリケーション開発
機器部品サプライヤ	機器部品提供
ヘルスケア機器メーカーグループソフトベンダ	ソフトウェアベンダ、ソフトウェア部品提供
ツールベンダ	ツール提供
受託開発	受託開発
薬事法機器認証者	サービス提供
相互接続性検証者	サービス提供

以上の対応関係に基づき、4.1.3.に示したヘルスケアサービスの代表的なシステム構成とソフトウェアを提供する代表的な企業と役割などの情報から、ヘルスケア分野における典型的なサプライチェーン構造をまとめたものが図 4-25 である。



ヘルスケア分野では機器のデータを活用したサービス同士を連携させる新しい利用形態が登場している。一方、改正薬事法により単体のソフトウェアも薬事法の対象となるため、作成者トレーサビリティの確保が必須であるが、他分野のように水平分業化することで、その実現が難しくなるという課題が生まれている。

4.2.3.3. サービスロボット

本調査では、サービスロボットのうち、介護ロボットを対象としてサプライチェーンをまとめることとした。介護ロボットは新しい分野のため市場は未成熟ではあるが、ここでは現在の市場形成期における介護ロボットのソフトウェア開発のサプライチェーン構造の事例を示す。

4.1.4.に示した代表的な企業とその役割を基に、現在のサービスロボット分野におけるソフトウェアを提供する主な事業者の種別とポジションの対応関係を整理したものが表4-45である。

表 4-45 サービスロボット分野における事業者とポジションの対応関係

主な事業者の種別	ポジション
ロボットメーカー	セットメーカー、機器部品提供、ソフトウェアベンダ
部品メーカー	機器部品提供、ソフトウェア部品提供
外部ソフトウェアベンダ	ソフトウェア部品提供
研究機関	ソフトウェア部品提供
OSベンダ	ソフトウェア部品提供

以上の対応関係に基づき、4.1.4.に示したサービスロボットのシステム構成とソフトウェアを提供する代表的な企業と役割などの情報から、サービスロボット分野における典型的なサプライチェーン構造をまとめたものが図4-26である。

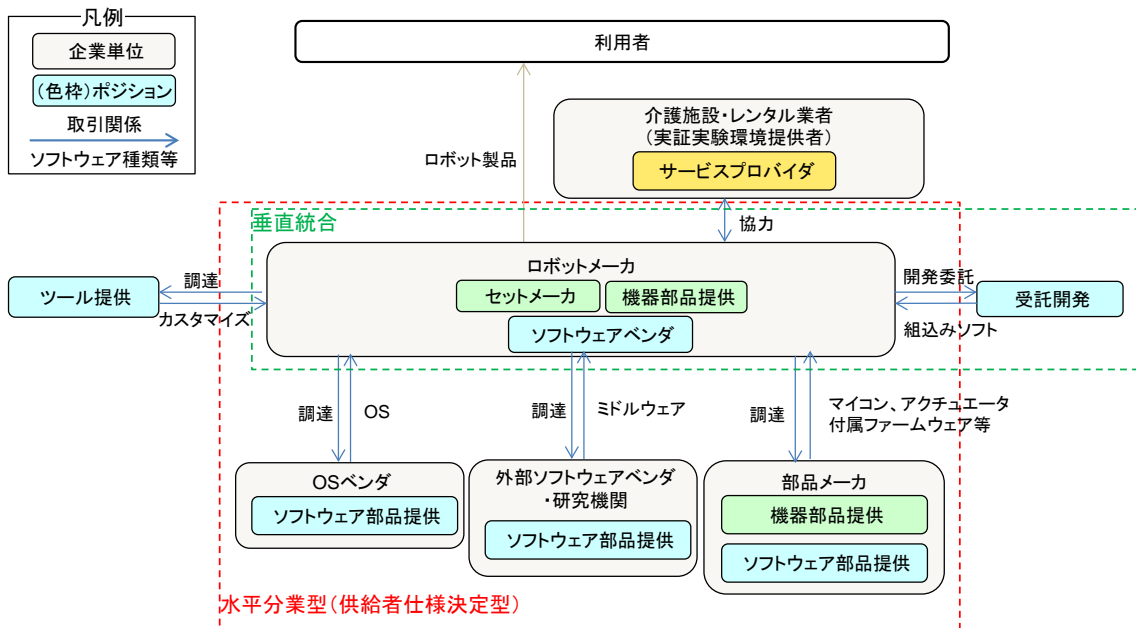


図 4-26 サプライチェーンの典型パターン(サービスロボット)と類型

サービスロボットは比較的新しい産業分野であり、製品や市場が未成熟であるため、ソフトウェア開発のサプライチェーンとしては、一部のソフトウェア部品や機器部品の調達を除いて、ロボットメーカー内でほぼすべてを内製する垂直統合型の事例が多い。

4.2.3.4. スマート家電

本調査では、スマート家電製品のソフトウェア及び他のスマート家電や住宅設備機器等と接続した場合のスマートハウス／HEMS の全体システム、スマートフォンやタブレット端末のアプリケーションを介したクラウドサービス等の利用も対象としてサプライチェーンをまとめることとした。

4.1.5.に示した代表的な企業とその役割を基に、現在のスマート家電分野におけるソフトウェアを提供する主な事業者の種別とポジションの対応関係を整理したものが表 4-46 である。

表 4-46 スマート家電分野における事業者とポジションの対応関係

主な事業者の種別	ポジション
家電メーカー	サービスプロバイダ、サービス部品提供 セットメーカー、機器部品提供 ソフトウェアベンダ、アプリケーション開発
部品メーカー	機器部品提供
家電メーカーグループ内ソフトウェアベンダ	受託開発
外部ソフトウェアベンダ	受託開発、サービス提供
OSベンダ	ソフトウェア部品提供

以上の対応関係に基づき、4.1.5.に示したスマート家電のシステム構成とソフトウェアを提供する代表的な企業と役割などの情報から、スマート家電分野における典型的なサプライチェーン構造をまとめたものが図 4-27 である。

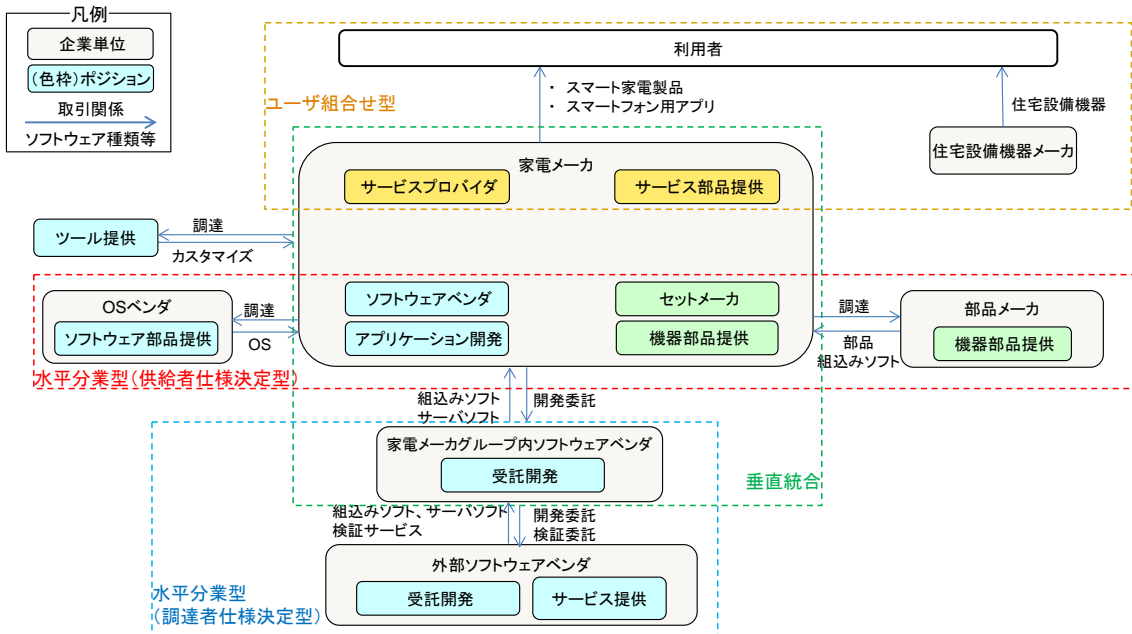


図 4-27 サプライチェーンの典型パターン(スマート家電)と類型

スマート家電分野におけるサプライチェーンの動向を整理すると、ネットワーク化、高機能化に伴うソフトウェア規模の拡大により、従来の家電グループ内の垂直統合から、一部でソフトウェア部品の調達や外部ソフトウェアベンダへの開発委託等の水平分業化が進んでいる。

4.2.3.5. 自動車

本調査では、自動車の制御系システム、特に ECU を対象としてサプライチェーンをまとめることとした。

4.1.6.2.に示した代表的な企業とその役割を基に、自動車分野におけるソフトウェアを提供する主な事業者の種別とポジションの対応関係を整理したものが表 4-47 である。

表 4-47 自動車分野における事業者とポジションの対応関係

主な事業者の種別	ポジション
セットメーカー	セットメーカー、サービスプロバイダ
Tier-1 サプライヤ	機器部品提供、ソフトウェアベンダ
Tier-2 サプライヤ	機器部品提供、ソフトウェアベンダ
セットメーカーの系列ソフトウェア会社	ソフトウェアベンダ
半導体メーカー	機器部品提供、ソフトウェア部品提供
受託開発	受託開発
ツールベンダ	ツール提供

以上の対応関係に基づき、4.1.6.2.に示した自動車のソフトウェアを提供する代表的な企業と役割などの情報から、自動車分野における典型的なサプライチェーン構造をまとめたものが図 4-28 である。

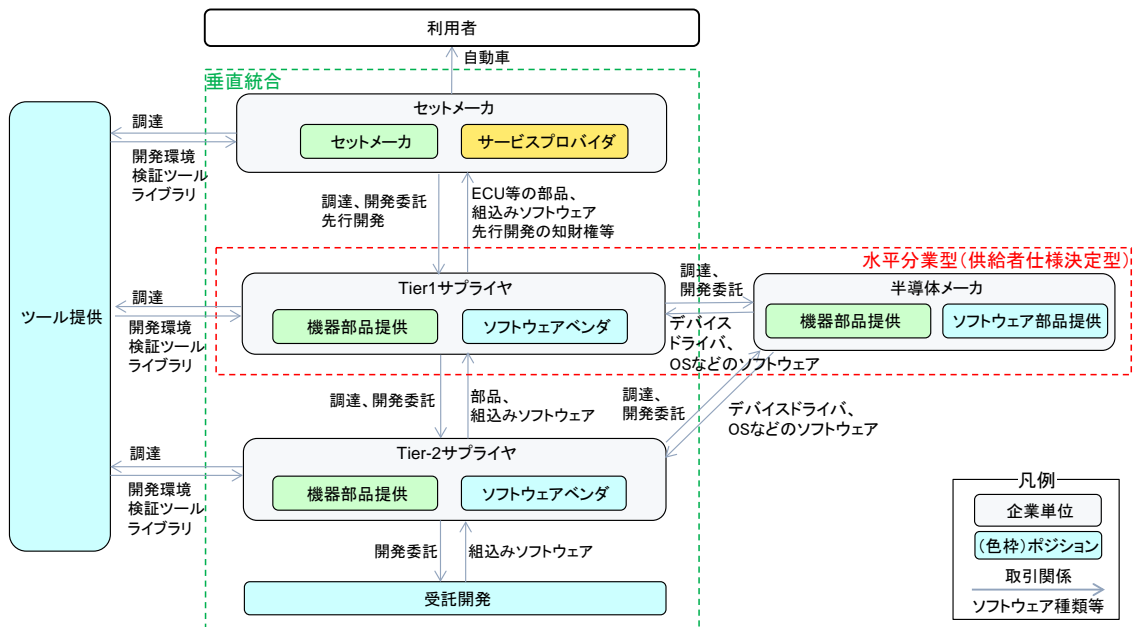


図 4-28 サプライチェーンの典型パターン(自動車)と類型

自動車分野におけるサプライチェーンの動向を整理すると、ハイブリッド車、電気自動

車の開発では、モータの制御などに関連するソフトウェアの開発には、その技術を社内で堅持するためOEMで内製化する傾向がある。

また、ADAS（先進運転支援システム）などにより自動車とITの融合が進んでいくに際しての信頼性確保の技術が今後は、求められるようになるであろう。

4.2.3.6. 鉄道(運行管理系)

本調査では、鉄道の運行管理システムを対象としてサプライチェーンをまとめることとした。

4.1.7.に示した代表的な企業とその役割を基に、鉄道分野におけるソフトウェアを提供する主な事業者の種別とポジションの対応関係を整理したものが表 4-48 である。

表 4-48 鉄道分野における事業者とポジションの対応関係

主な事業者の種別	ポジション
鉄道事業者	サービスプロバイダ、システムインテグレータ
情報システム子会社	ソフトウェアベンダ
電機メーカー	システムインテグレータ、セットメーカー、ソフトウェアベンダ
電機メーカー系列会社	システムインテグレータ、セットメーカー、ソフトウェアベンダ
ソフトウェアベンダ	ソフトウェアベンダ
受託開発	受託開発
ソフトウェア部品提供	ソフトウェア部品提供
機器部品提供	機器部品提供

以上の対応関係に基づき、4.1.7.に示した鉄道運行管理システムのシステム構成とソフトウェアを提供する代表的な企業と役割などの情報から、鉄道分野における典型的なサプライチェーン構造をまとめたものが図 4-29 である。

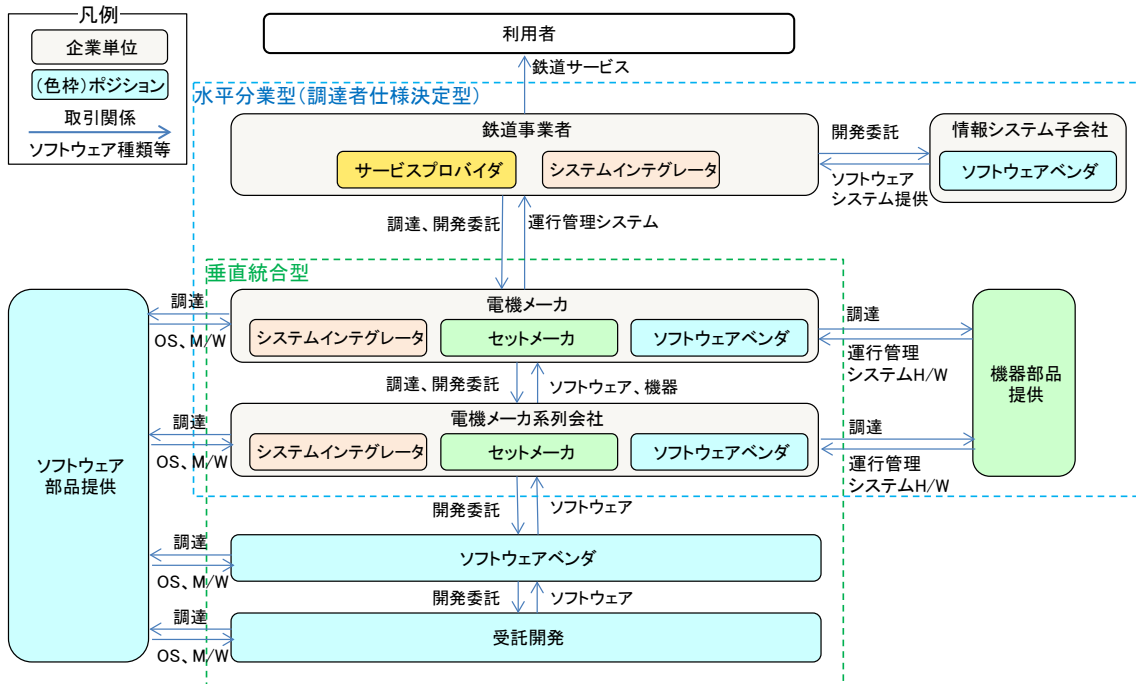


図 4-29 サプライチェーンの典型パターン(鉄道(運行管理系))と類型

鉄道分野におけるサプライチェーンの動向を整理すると、鉄道事業者が独自のシステム子会社を設立するようになり、ATOSなどの運行管理システムの開発において、電機メーカーと鉄道事業者の間に入るなど、サプライチェーンの変化が見られる。

また、海外ベンダへの運行管理システム開発の発注など、取引関係が国内にとどまらなくなってきた。

4.2.3.7. デジタル複合機

本調査では、デジタル複合機本体のソフトウェアとデジタル複合機と連携するアプリケーション、デジタル複合機を含むソリューションも対象としてサプライチェーンをまとめた。

4.1.8.に示した代表的な企業とその役割を基に、デジタル複合機分野におけるソフトウェアを提供する主な事業者の種別とポジションの対応関係を整理したものが表 4-49 である。

表 4-49 デジタル複合機分野における事業者とポジションの対応関係

主な事業者の種別	ポジション
販売会社 (レンタル・リース会社)	システムインテグレータ
外部 SIer	システムインテグレータ
デジタル複合機メーカー	サービスプロバイダ、サービス部品提供 システムインテグレータ、システム部品提供 セットメーカー、機器部品提供 ソフトウェアベンダ、アプリケーション開発
部品メーカー	機器部品提供
デジタル複合機メーカー内グループ内ソフトウェアベンダ	受託開発
外部ソフトウェアベンダ	受託開発
OS ベンダ	ソフトウェア部品提供

以上の対応関係に基づき、4.1.8.に示したデジタル複合機のシステム構成とソフトウェアを提供する代表的な企業と役割などの情報から、デジタル複合機における典型的なサプライチェーン構造をまとめたものが図 4-30 である。

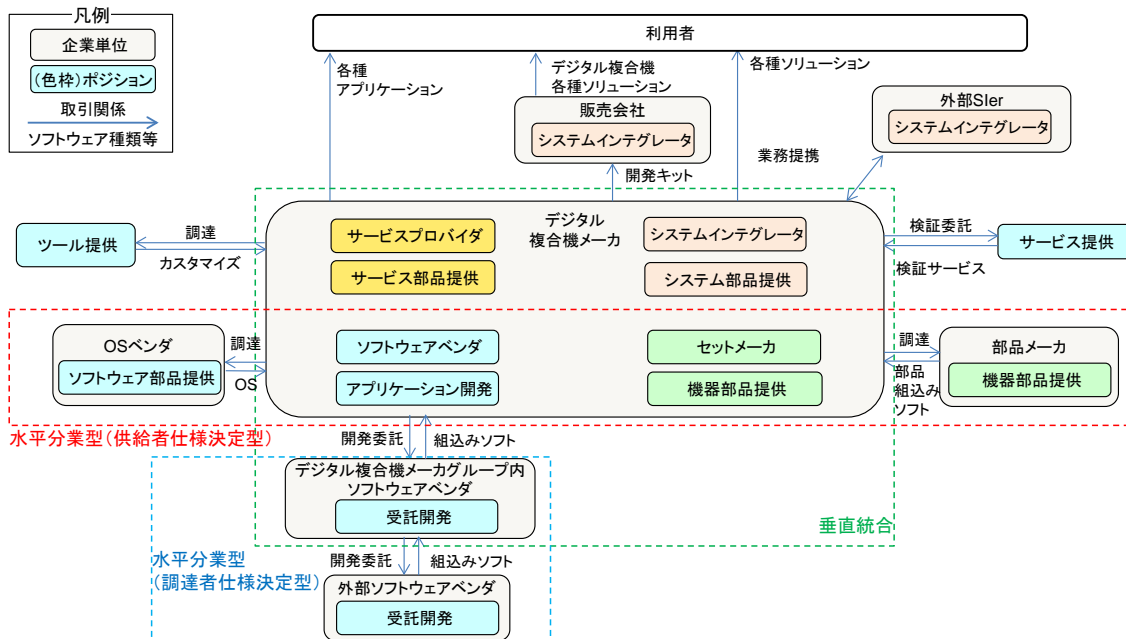


図 4-30 サプライチェーンの典型パターン(デジタル複合機)と類型

デジタル複合機は単体機器としての技術は成熟期にあり、現在は主に他業務システム、サービスとの連携により顧客ニーズに応じたソリューション開発に付加価値が生まれている。また、デジタル複合機の高機能化に伴うソフトウェア規模の拡大により、デジタル複合機メーカー内の垂直統合からソフトウェア部品の調達や外部ソフトウェアベンダへの開発委託（オフショア含む）等水平分業化が進んでいる。

4.2.3.8. クラウドサービス

本調査では、クラウドサービスの主な提供形態として、データセンタ設備等のクラウド環境を運用する設備を持つクラウドサービス事業者がユーザに直接提供するパターン、クラウド環境を運用する設備を持たない SaaS/PaaS 事業者がクラウド環境を運用する設備を持つクラウドサービス事業者の基盤を活用して提供するパターン、システムインテグレータがクラウド基盤を活用したシステムインテグレーションを提供するパターンの 3 パターンを対象として、サプライチェーン構造を整理した。

4.1.9. に示した代表的な企業とその役割を基に、クラウドサービス分野におけるソフトウェア等を提供する主な事業者の種別とポジションの対応関係を整理したものが表 4-50 である。

表 4-50 クラウドサービス分野における事業者とポジションの対応関係

主な事業者の種別	ポジション
システムインテグレータ	システムインテグレータ
運用管理・プラットフォーム (PF) 事業者	サービス部品提供
クラウドサービス事業者	サービスプロバイダ、サービス部品提供、システム部品提供、ソフトウェアベンダ、アプリケーション開発
SaaS/PaaS 事業者	サービスプロバイダ
OS・パッケージベンダ	ソフトウェア部品提供
仮想化ベンダ	ソフトウェア部品提供
クラウド基盤ソフトウェアベンダ	ソフトウェア部品提供
アプリケーションベンダ	ソフトウェア部品提供
サービス提供	サービス提供
ネットワーク事業者	Cloud Carrier にあたり、図 4-31 には掲載なし

以上の対応関係に基づき、4.1.9. 項に示したクラウドサービスの代表的なシステム構成とソフトウェアを提供する代表的な企業と役割などの情報から、クラウドサービス分野における典型的なサプライチェーン構造をまとめたものが図 4-31 である。

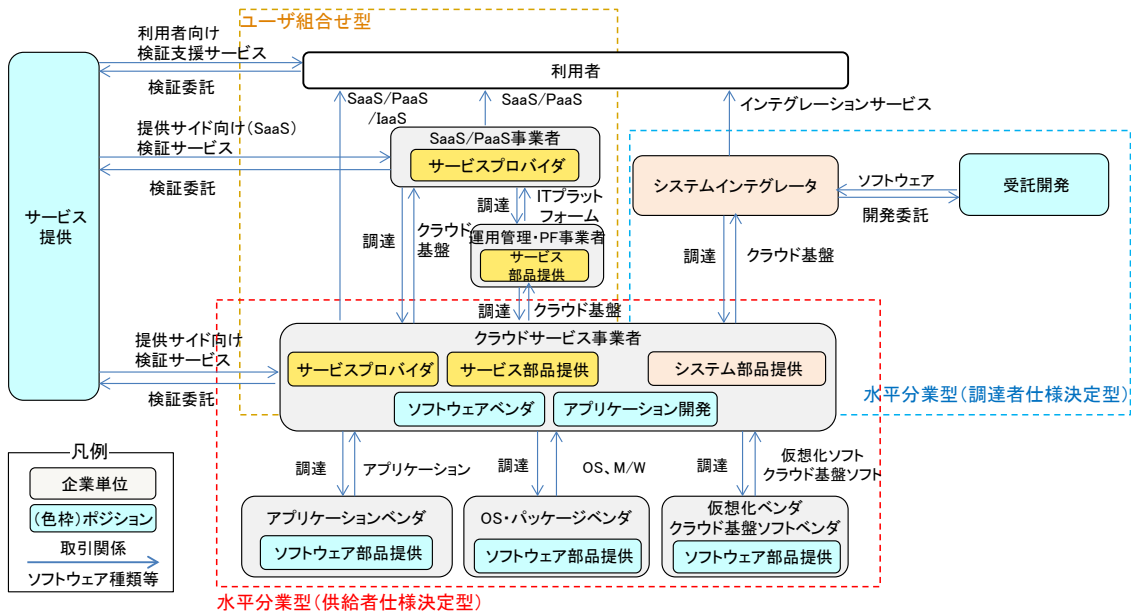


図 4-31 サプライチェーンの典型パターン(クラウドサービス)と類型

クラウドサービス事業者は、OSS 含め、多くの事業者からソフトウェアを調達しており、供給者仕様決定型の水平分業となっている。また、クラウドサービス事業者の提供するクラウド基盤は、操作や管理のための API を公開しているものも多く、それらの API に対応したサードパーティ提供の管理ソフトウェアやクライアントソフトウェアでは広くユーザーに活用されているものもある。ユーザーは公開されている API やサードパーティのソフトウェアを利用することで、複数のクラウドサービスを統合して管理したり、オンプレミスのシステムと統合して管理したりすることが可能になっており、そのような部分はユーザー組合せ型になっているといえる。

4.2.4. サプライチェーンの変化に関する整理

4.2.3.のサプライチェーンの調査においてサプライチェーンの変化に関わる事例として表 4-51 に示す事例が確認できた。

表 4-51 サプライチェーンの変化の分類と該当事例

サプライチェーンの変化	概要（他分野への展開の条件）	調査における分野の具体例
(1) 水平分業型への変化 （調達者仕様決定型）	内製あるいはグループ会社への開発委託など垂直統合型から、グループ会社外への開発委託など調達者が主体的に仕様を決定する水平分業型への変化の動き。	<ul style="list-style-type: none"> ●自動車（ECU用プロセッサとOS等のシステムソフトウェアの調達） ●スマートフォン（検証サービスのアウトソーシング）
(2) 供給者仕様決定型への変化	内製などから、メジャーなOSS、既製品（COTS）等の採用による水平分業型への変化。仕様の決定主体は、部品の供給者側にある。	<ul style="list-style-type: none"> ●スマートフォン（オープンソースAndroid OS 調達） ●スマートフォン（SoC ターンキーソリューション） ●スマート家電（スマートテレビ、SoC ターンキーソリューション） ●ヘルスケア機器（無線通信、SoC ターンキーソリューション） ●サービスロボット（マイコンとシステムソフトウェアの調達）
(3) ユーザ組合せ型への変化	ソフトウェアによるサービスやネットワークを利用して提供されるアプリ・サービスを、利用者が自ら選択し、組み合わせて利用する形態への変化。	<ul style="list-style-type: none"> ●スマートフォン（サードパーティのアプリ・サービスの組合せ連携） ●ヘルスケア（複数の機器の測定データの統合管理・分析用のアプリ・サービスの連携） ●スマート家電（複数の家電の連携コントロール） ●スマートフォンと自動車の情報系の連携

「(1) 水平分業型への変化（調達者仕様決定型）」の変化の要因として、例えば、開発スピードや機能向上が求められ、企業グループ外のリソースの活用が求められる場合などがある。「(2) 供給者仕様決定型への変化」の変化の要因としては、コア技術を持つ企業が、知財権やデファクト標準により競争力を高め仕様決定権を持つ場合などがある。「(3) ユーザ組合せ型への変化」の変化の要因としては、サービス・アプリが連携するインタフェースが確立し、異なる企業のサービス・アプリが容易に組み合わせられるようになった場合などがある。それぞれの場合について、サプライチェーンにおける調達者、供給者、利用者などのステークホルダの関係から変化の様子を表したものが図 4-32 である。

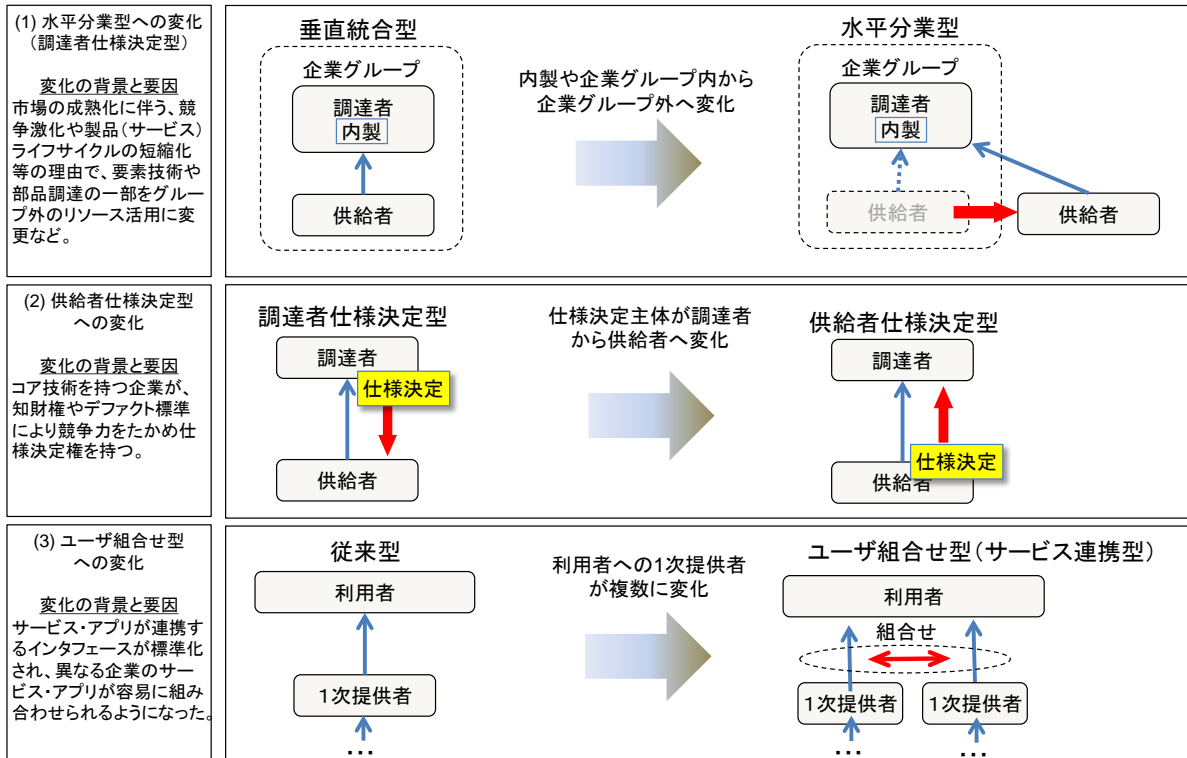


図 4-32 サプライチェーンの変化の要点図示

変化の方向は、一方向ではなく、環境によっては逆方向にも変化する場合がある。

サプライチェーンの変化と品質に対する責任については以下のように考えることができる。従来型産業のサプライチェーンの変化（(1)水平分業化、(2)調達者仕様決定型への変化）については、個々の契約が請負契約、委任契約に応じて責任関係が決まる。請負契約は、成果物に対する瑕疵担保責任を持ち、品質に関する一定の責任を持つと考えられる。また、OSS については、サポートが提供される場合とされない場合などにより個々の状況が異なる。

一方で、ユーザ組合せ型への変化に関しては、従来であれば利用者に対する 1 次提供者が、システム全体を統合し、一義的な責任を負う形態が中心であったが、利用者に対する 1 次提供者が独立した複数の企業である場合、組み合わせられたシステムの品質に対する責任が不明確になる場合がある。

4.3. 新しい産業分野に関する調査

新しい産業分野は、「複数の機器・システム及びクラウドサービス等が相互に接続する分野」である。異なる分野のシステムが相互接続するスマートコミュニティ、スマートシステム等において品質確保の要求が高いため、現在行われているこれらの実証実験を調査対象とした。調査を通じて、スマートコミュニティ、スマートハウス等の実証実験に関して、機器・システムの構成、代表的な企業とその役割、オープン化の状況（見通し、方向性）について明確化することとした。

4.3.1. スマートシティ実証実験

経済産業省では、省内横断的なプロジェクト「次世代エネルギー・社会システム協議会」を2009年に設置し、スマートグリッド/スマートシティの社会実証地域を公募した。そこで選ばれたのが、横浜市、豊田市、けいはんな学研都市（京都府）、北九州市の4地域で、2010年から2014年までの5年計画でスマートグリッド/スマートシティの実証実験が行われている。

以下に、各実証実験の実証テーマと参加企業・団体を示す。

4.3.1.1. 横浜スマートシティ実証実験(YSCP)

(1) 代表的な機器・システムの構成

横浜スマートシティ実証実験(YSCP)は、神奈川県横浜市で展開されている実証実験である。

市民、民間企業、市の連携によりスマートシティのモデルを構築し、そのモデルを日本国内、海外に展開することを目標とした取組みである。

EMS (Energy Management System) を階層的に束ね、システム全体の中で特に需要サイドのエネルギーをマネジメントする。

EMSには管理対象ごとに以下のようなものがある。

- CEMS (Cluster/Community EMS) : 地域全体
- HEMS (Home EMS) : 住宅、集合住宅、マンション
- BEMS (Building EMS) : 業務・商業ビル
- FEMS (Factory EMS) : 工場

HEMS、BEMS、FEMSや充放電対応EV(電気自動車)、充電ステーション、系統安定化を担う蓄電SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)などをCEMSが集約する。

実証実験の全体像は、以下の通りである。

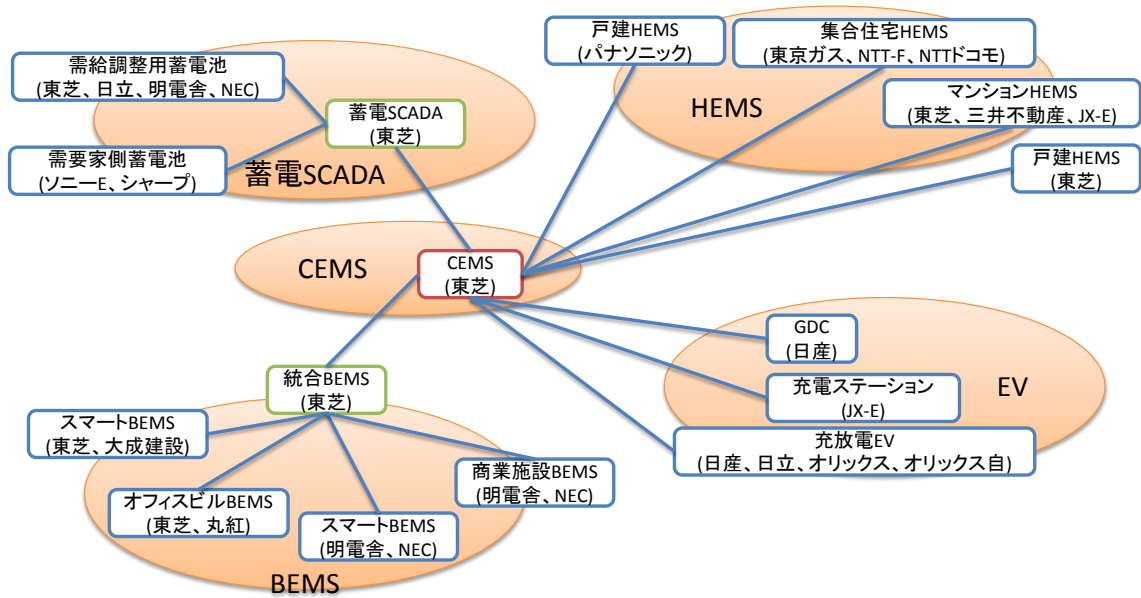


図 4-33 YSCP の全体像

(横浜スマートシティプロジェクト(YSCP)の資料¹³²を基に作成)

YSCP の実施地域は、以下の 3 地区、計 4,000 世帯で実証する。

- みなとみらいエリア（商業地区）
- 横浜グリーンバレーエリア（住宅・工業地区）
- 港北ニュータウンエリア（住宅地区）

(2) 代表的な企業とその役割

表 4-52 に実証実験に関わる代表的な企業とその役割を示す。

各種のエネルギーマネジメントシステムに対して、東京ガス、東京電力のようなインフラ事業者から、自動車メーカーや電機メーカーなどが実証実験に参画している。

また、次世代交通システムについては、横浜市、自動車メーカー、電機メーカーが参画している。

¹³² YSCP 推進協議会，横浜スマートシティプロジェクト（YSCP）
http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004633/013_03_01.pdf

表 4-52 YSCP における参加企業の役割
 (横浜スマートシティプロジェクト マスタープラン¹³³を基に作成)

項目	実証事項	参加企業・団体等
大規模な再生可能エネルギーの導入	3 エリアにおける再生可能エネルギーの導入	横浜市、東芝、パナソニック、明電舎、東京電力、東京ガス、アクセンチュア、他
	市内福祉施設への太陽熱エネルギーの導入	東京ガス、アクセンチュア、他
	ビルへの河川水ヒートポンプの導入	東京電力、アクセンチュア、他
一般世帯向けのエネルギーマネジメント (HEMS)	3 エリアにおける HEMS の導入	パナソニック、東芝、東京電力、東京ガス、横浜市、アクセンチュア、他
	集合住宅における燃料電池、蓄電池を組み合わせたエネルギーマネジメント	東京ガス、日産自動車、アクセンチュア、他
事業者向けのエネルギーマネジメント (BEMS)	3 エリアにおける BEMS の導入	アクセンチュア、明電舎、東芝、横浜市、東京ガス、他
	蓄電池付 BEMS の導入	明電舎、NEC、アクセンチュア、他
	ビル群のエネルギー制御と地域間連携	東芝、アクセンチュア、東京電力、他
地域での熱エネルギーマネジメント	都市廃熱を活用した高温熱供給配管の整備調査	東京ガス、他
	地域冷暖房を活用したエネルギーマネジメント	東京ガス、アクセンチュア、他
	地域冷暖房エリアにおける「見える化」による省 CO2 効果検証	東京電力、アクセンチュア、他
	次世代型地域冷暖房の実現に向けた熱源水ネットワーク整備	東京電力、他
地域エネルギーマネジメントシステムと大規模ネットワークとの相互補完	3 エリアにおける CEMS の導入	東芝、東京電力、アクセンチュア、他
次世代交通システム	3 エリアにおける EV の大量導入と充電インフラの整備	横浜市、日産自動車、東芝、アクセンチュア、他
	充放電対応 EV を用いたエネルギーマネジメント	日産自動車、日立、オリックス、アクセンチュア、他
推進体制	YSCP 推進体制の整備	アクセンチュア、横浜市、YSCP 参加企業

¹³³ 横浜スマートシティプロジェクト マスタープラン

<http://www.city.yokohama.lg.jp/ondan/press/h22/100811/100811m.pdf>

ソフトウェア開発及びシステム開発における課題としては、電機メーカーと東京ガスや東京電力のようなインフラ事業者との間のシステムの連携がとれるか、などが考えられる。

(3) オープン化の状況（見通し、方向性）

オープン化の状況は不明だが、成果の国内外への展開が計画されている。

YSCP は、国内外への展開も目標としているものである。特に海外展開については、以下が検討されている。

- APEC、国際会議などにおける展示・発表
- YSCP の取組みをインド、中国などへ紹介
- アジア諸国におけるスマートシティ動向に関する情報収集
- 海外進出に向けた戦略の検討

その他、以下のような展開がある¹³⁴。

- 東急田園都市線沿線モデル地区「家庭の節電プロジェクト」 環境未来都市 持続可能な住宅地モデルプロジェクト
- 東北復興支援
- 海外都市との連携 アジア・スマートシティ（ASC）会議

また、明電舎は、YSCPにおける成果であるBEMSを主に三陸地域など被災地の復興に向けた街づくり、ビルづくりに展開している¹³⁵。

4.3.1.2. 豊田市低炭素社会システム実証プロジェクト(Smart Melit)

(1) 代表的な機器・システムの構成

豊田市では既に「環境モデル都市」として、EV・PHV タウン構想や ITS 実証実験モデル都市に基づき、次世代自動車・交通システムを先行導入している。

本実証実験の目的は地方都市型の低炭素社会システムを構築し、実証後も街づくりとして展開するとともに、他都市へも横展開することである。

実証実験は、以下の区分で実施されている。

- HEMS（家庭部門）
- BEMS（業務部門）
- 交通部門

¹³⁴ 横浜市温暖化対策統括本部、横浜スマートシティプロジェクト（YSCP）の取組と今後の展開
http://www.jpgrid.org/event/2013/ws40_yoshida.pdf

¹³⁵ Smart City Week 2013, 明電舎、横浜スマートシティプロジェクトの成果を被災地に展開
<http://scw.nikkeibp.co.jp/article/scw/20131023/370305/>

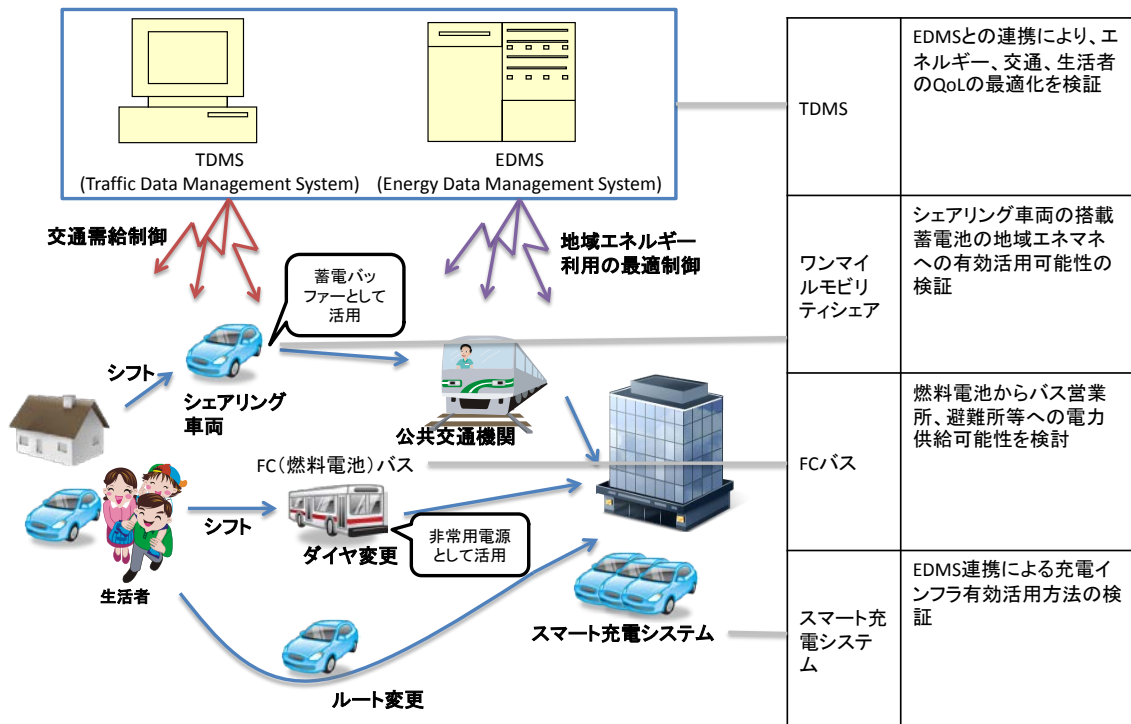


図 4-34 Smart Melit 交通部門における実証内容

(豊田市低炭素社会システム実証推進協議会の資料¹³⁶を基に作成)

(2) 代表的な企業とその役割

表 4-53 に実証実験に関わる代表的な企業とその役割を示す。

交通システムに関しては、豊田市と自動車メーカーが実証実験に参画している一方で、エネルギーマネジメントシステム、特に HEMS については、電力、ガスのインフラ事業者から、自動車メーカー、電機メーカーなど幅広い業種から参画している。

¹³⁶ 豊田市低炭素社会システム実証推進協議会

http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004633/013_04_02.pdf

表 4-53 豊田市低炭素社会システム実証計画の参加企業の役割
 （低炭素都市構築実証プロジェクト マスタープラン¹³⁷を基に作成）

項目	実証事項	参加企業・団体等
家庭内エネルギー利用最適化	HEMS の構築	デンソー、トヨタ自動車、トヨタホーム、中部電力、東邦ガス、シャープ、KDDI、トヨタすまいるライフ、三菱商事
低炭素交通システム	次世代自動車の導入促進	国、豊田市、トヨタ自動車
	充電インフラ/水素ステーションの設置/拡充	豊田市、三菱重工業、三菱商事、豊田市商業施設（コンビニエンスストア、スーパーマーケット）、デンソー、豊田通商、東邦ガス、トヨタ自動車
	ITS を活用した交通流整序とエコドライブ促進	国、愛知県、豊田市、トヨタ自動車
	公共交通利用促進	国、豊田市、トヨタ自動車
	パーソナルモビリティや次世代自動車の共同利用	豊田市、トヨタ自動車、KDDI、豊田自動織機
商業、公共施設等エネルギー利用最適化	VtoCVS/School	豊田市、サークル K サンクス、豊田自動織機、トヨタ自動車
	蓄電設備の商業施設への導入	三菱重工業、三菱商事、豊田市商業施設（コンビニエンスストア、スーパーマーケット）、デンソー、豊田通商
	ハイブリッド型 EMS	豊田市、東邦ガス
生活圏全体での行動最適化	EMS/EDMS	トヨタ自動車、富士通、東芝、他
	各種インセンティブ付与による生活者行動変化検証	豊田市、トヨタ自動車、ドリームインキュベータ、三菱商事、他実証参画企業
	環境学習、啓発活動の実施	豊田市
	低炭素モデル地区の整備	豊田市、トヨタ自動車、トヨタホーム、中部電力、東邦ガス、ほか公募企業等
グローバル展開に向けた検討	グローバル展開に向けた検討	トヨタ自動車、ドリームインキュベータほか参画企業

ソフトウェア開発及びシステム開発における課題としては、自動車メーカーと家電メーカーとの間のシステムの連携がとれるか、などが考えられる。

(3) オープン化の状況（見通し、方向性）

実証実験のグローバル化を検討している。具体的には、以下の取組みが行われている。

標準化戦略策定

- 豊田市実証実験の標榜する低炭素社会システムの付加価値構造の明確化

¹³⁷ 愛知県豊田市における『家庭・コミュニティ型』低炭素都市構築実証プロジェクト マスタープラン
<http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004633/masterplan002.pdf>

- 標準化対象となり得る重要モジュール及び複数モジュールインタフェース部分の要件定義
- 国内外の他実証動向調査を踏まえた標準化戦略の策定

国際標準策定への働きかけ

- 分野ごとの標準策定プロセスを考慮しつつ、サブWG 中心に世界標準策定（IEC / ISO / SAE 等）へ働きかけ
- 投票権保有機関/団体を經由しての連携
- 企業が直接標準化機関と連携

4.3.1.3. けいはんなエコシティ 次世代エネルギー・社会システム実証プロジェクト

(1) 代表的な機器・システムの構成

けいはんな学研都市は関西文化学術研究都市の愛称であり、京都府、大阪府、奈良県の2府県8市町村にまたがる丘陵地域に位置している。

本実証実験の目的は二酸化炭素の排出量を最小化するための地域エネルギーマネジメントシステム（地域EMS）を開発し、それを中心とした次世代エネルギー・社会システムの「けいはんなエコシティモデル」を構築し、これを輸出パッケージ化して国際展開を図ることである。

このパッケージは地域EMS、EV 充電ネットワーク及びこの両者を含めた総合地域EMSシステムの3種類である。

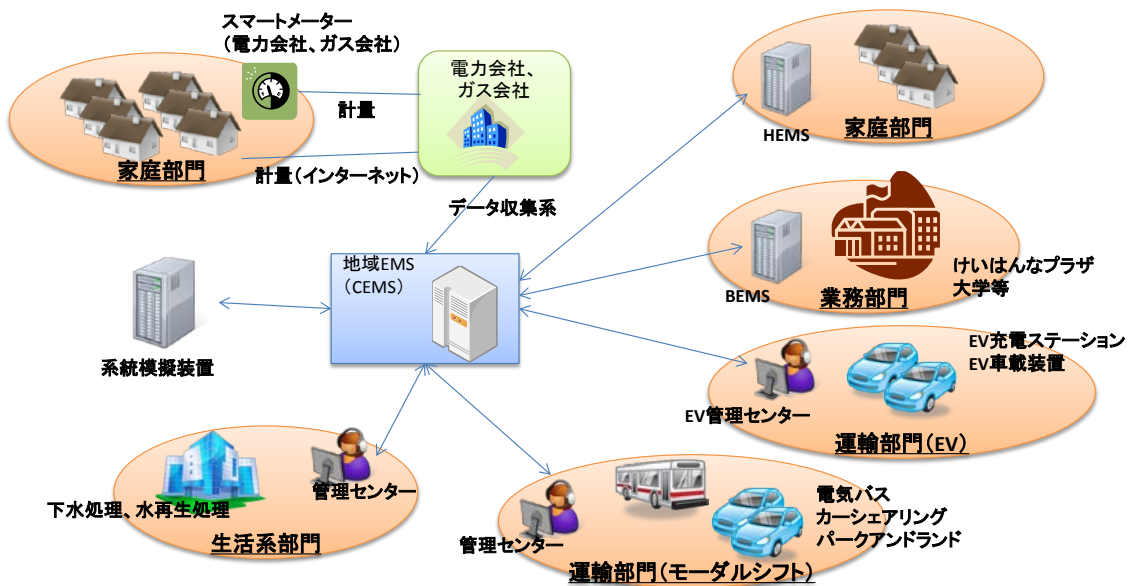


図 4-35 けいはんなエコシティ実証実験の全体像

（産学官連携ジャーナル¹³⁸を基に作成）

(2) 代表的な企業とその役割

表 4-54 に実証実験に関わる代表的な企業とその役割を示す。

¹³⁸ 産学官連携ジャーナル（2011年7月号），けいはんな学研都市エコシティの実証プロジェクトが本格化

http://sangakukan.jp/journal/journal_contents/2011/07/articles/1107-03-2/1107-03-2_article.html

エネルギーマネジメントシステムについては、主に電機メーカーが実証実験に参画している。EV 充電関連に関しては、自動車メーカーから半導体メーカー、ソフトウェア開発ベンダなど幅広い業種から実証実験への参画がある。

表 4-54 けいはんなエコシティ次世代エネルギー・社会システム実証プロジェクト参加企業の役割

（次世代エネルギー・社会システム実証 マスタープラン¹³⁹を基に作成）

実証事項	参加企業・団体等
地域エネルギーマネジメントシステム（地域 EMS）の構築<地域ナノグリッド>	けいはんなエコシティ次世代エネルギー・社会システム実証プロジェクト推進幹事会
けいはんな学研都市地域エネルギーマネジメントシステム開発	三菱重工業、三菱電機、オムロン
HEMS	オムロン
BEMS	富士電機システムズ、古河電気工業、古河電池
EV 充電ネットワークの構築	けいはんなエコシティ次世代エネルギー・社会システム実証プロジェクト推進幹事会
EV 向け充電インフラ及び車載装置の研究開発	三菱重工業、三菱自動車工業、ルネサスエレクトロニクス
EV 充電ネットワークの研究開発	エネゲート、日本ユニシス
地域 EMS 実証のための次世代自動車（EV、PHV）の大規模導入及び EV 充電インフラの導入促進	エネゲート、日本ユニシス、（財）関西文化学術研究都市推進機構、京都府、他
先進的技術開発<家庭内ナノグリッド>	エネルギーの情報化ワーキンググループ、京都府
再生可能エネルギーの大規模導入	（独）都市再生機構、大和ハウス工業、精華台プロジェクト室（京阪電気鉄道、三井不動産、野村不動産）、同志社山手サステイナブルアーバンシティ協議会、同志社大学、京都府地球温暖化防止活動推進センター、（財）関西文化学術研究都市推進機構、京都府、京田辺市、木津川市、精華町
エネルギーマネジメントシステムの国際展開・国際標準化	三菱重工業、三菱商事、他

ソフトウェア開発及びシステム開発における課題としては、CEMS、BEMS 等と EV 充電管理システムが系統電力と連携がとれるか、などが考えられる。

(3) オープン化の状況（見通し、方向性）

国際標準化に関しては以下のような取組みが検討されている。

- ・ 自動車用電池の ID 管理
自動車用電池のセルとパックの双方に装着した ID により、充放電による電池劣化情

¹³⁹ けいはんなエコシティ「次世代エネルギー・社会システム」実証プロジェクト」, 次世代エネルギー・社会システム実証 マスタープラン

<http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004633/masterplan003.pdf>

報等を記録し、セキュリティ管理や再利用時に活用する技術を確立の上、国内外の標準策定機関に働きかける。

- ・ 実証実験で予定している中小ビル向けの SaaS (Software as a Service) 型 CEMS で構築する通信プロトコル等、標準化可能技術を精査の上、国内外の標準化策定機関に働きかける。

4.3.1.4. 北九州スマートコミュニティ創造事業

(1) 代表的な機器・システムの構成

以下の考え方に基づき実証実験を実施している¹⁴⁰。

- ① 基幹エネルギーと新エネルギーの融合による「地域エネルギー共有社会」
- ② 「地域節電所」を通じた地域エネルギーの「全体最適と部分最適の両立」
- ③ ライフスタイル、ビジネススタイルの変革を促すエネルギーの「見える化社会」
- ④ 市民もエネルギーマネジメントに参加する「エネルギーコミュニティの構築」
- ⑤ 上述のシステムに立った、都市インフラ、交通等、「都市システムの整備」
- ⑥ 個別技術はもとより社会実装技術も包含した「社会システム技術の開発」や「ビジネスモデル・雇用の創出」
- ⑦ 国際標準を視野に入れた「世界の標準となるモデルの構築・発信」
- ⑧ 上述の事項をパッケージ化しての「アジア地域への移転体制の構築」

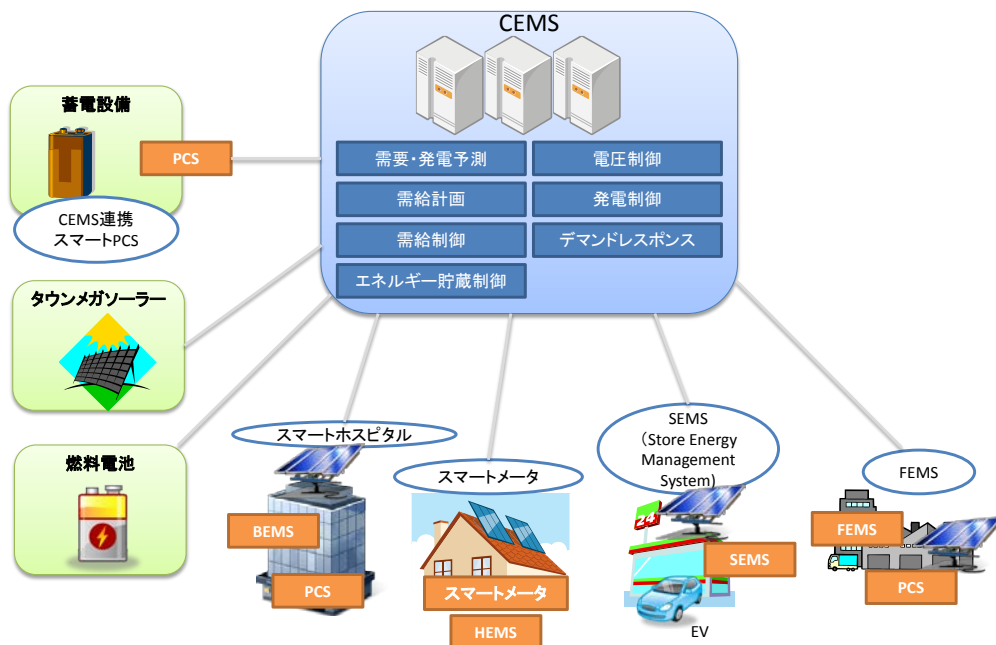


図 4-36 北九州スマートコミュニティ創造事業実証実験の全体像

(富士電機の資料¹⁴¹を基に作成)

¹⁴⁰ 北九州スマートコミュニティ創造協議会，次世代エネルギー・社会システム実証北九州スマートコミュニティ創造事業マスタープラン

<http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004633/masterplan004.pdf>

¹⁴¹ 富士電機技報（2013 vol.86 no.3），北九州スマートコミュニティ創造事業におけるダイナミックプライシング社会実証

http://www.fujielectric.co.jp/about/company/gihou_2013/pdf/86-03/FEJ-86-03-0166-2013.pdf

(2) 代表的な企業とその役割

表 4-55 に実証実験に関わる代表的な企業とその役割を示す。

実証実験の参画は北九州であることから、新日本製鐵関連企業が中心となっている。また本実証実験ではスマートグリッドの実証も含まれており、多くの電機メーカーが参画している。

表 4-55 北九州スマートコミュニティ創造事業実証実験の参加企業の役割

(次世代エネルギー・社会システム実証 北九州スマートコミュニティ創造事業 マスタープラン¹⁴²を基に作成)

実証事項	参加企業・団体等
タウンメガソーラーの実現	民間企業、北九州市
街の発展を想定したメガソーラー整備及び連結	民間企業、ナノオプトニクスエナジー
太陽熱 ESCO 事業の検討・実施	新日鉄エンジニアリング、日鉄エレックス
スマートグリッドに対応した省エネシステム導入	日鉄エレックス、九州ヒューマンメディア創造センター、FAIS、NTT 西日本、安川電機、安川情報システム、内田洋行、JX 日鉱日石エネルギー、東芝ライテック、シャープ、東芝、他
日本最先端の省電力データセンタを核とした地域エネルギーマネジメント等システムを一元的に運用するスマートセンターの整備	IDC フロンティア
スマートメーターの大量導入	富士電機システムズ
LED 等高効率照明制御システムの構築	東芝ライテック、北九州産業学術推進機構
地域気象解析・建築物ない熱気流解析とその結果に基づく設計・施工支援	日本 IBM、北九州市、他
Green Audit Management (グリーン会計監査管理) 基盤の開発・実証	新日鉄ソリューションズ
EV 用リユース電池の適用先の検討・実証	北九州市、日産自動車、北九州産業学術推進機構
カーエレクトロニクス部品のリサイクルによる資源の有効活用	西日本オートリサイクル、フジコー、吉川機械工業、北九州市立大、北九州高専、北九州市
エネルギーマネジメントシステムの構築	富士電機システムズ、日本 IBM、日鉄エレックス、新日鉄エンジニアリング、北九州市、他
スマートシステムの構築	日本 IBM、北九州市
スマートネットワークの信頼性とセキュリティの確保	西日本電信電話、日本 IBM、他
直流電流実験集合住宅の整備、エコビレッジ (エコ長屋) の整備	ナノオプトニクスエナジー、シャープ、NPO 里山を考える会、他
エコポイント・カーボンオフセットシステムの開発・導入	北九州市、市内金融機関、他
東田グリーングリッドの構築	北九州市、立地企業
EV、pHV の大量導入及び充電設備の整備	北九州市、立地企業、民間企業、日本 IBM
高齢者・女性にやさしい急速充電インフラシステムの開発	安川電機、安川情報システム、北九州産業学術推進機構

¹⁴² 次世代エネルギー・社会システム実証 北九州スマートコミュニティ創造事業 マスタープラン
<http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004633/masterplan004.pdf>

実証事項	参加企業・団体等
デマンドバス及び公共交通機関との連結システムの開発・導入	日本 IBM、北九州市、公共交通機関、医療機関、他
革新的技術を導入した域内及び近隣移動モビリティシステムの導入（小型パーソナル移動体導入）	日産自動車、NPO 里山を考える会、NPO タウンモバイルネットワーク北九州、他
エコドライブ総合支援システムの開発・導入	JX 日鉱日石エネルギー
ITS を用いた次世代自動車運用システムの開発実証	安川情報システム、日産自動車、ゼンリン
アジア低炭素化センターを活用した成果の展開	北九州市

ソフトウェア開発及びシステム開発における課題としては、ソフトウェアのリアルタイム制御の検証は困難であるため、需給状況に応じてリアルタイムで制御するエネルギーマネジメントシステムが開発できるか、などが考えられる。

(3) オープン化の状況（見通し、方向性）

スマートグリッドは、地域特性があるため、そのニーズが地域ごとに異なっている。「アジア低炭素化センター」では、アジア諸都市とのネットワークを活用して現地のニーズを把握して、現地に最適な形で技術移転していく。

アジア低炭素化センター内の「事業化推進研究会」で、企業の持つ技術や装置・製品の組合せ、メンテナンスサービスを付け加えることで、技術等のパッケージ化を行い、技術移転を進めていく。

4.3.2. スマートハウス実証実験

4.3.2.1. 福岡スマートハウスコンソーシアム

(1) 代表的な機器・システム構成

持続可能な低炭素社会の実現に向け、家庭内のエネルギー利用における発電、蓄電、制御技術に関連する企業や大学及び公益法人が集結して、福岡スマートハウスコンソーシアム（平成 22 年）が発足した。

福岡市が提供する煉瓦住宅において実証実験を実施している。

実証実験の目的は以下の通りである。

- 電源制御の技術革新によるクリーンエネルギー源活用
- 低炭素社会構築の方向性提示及びその情報発信

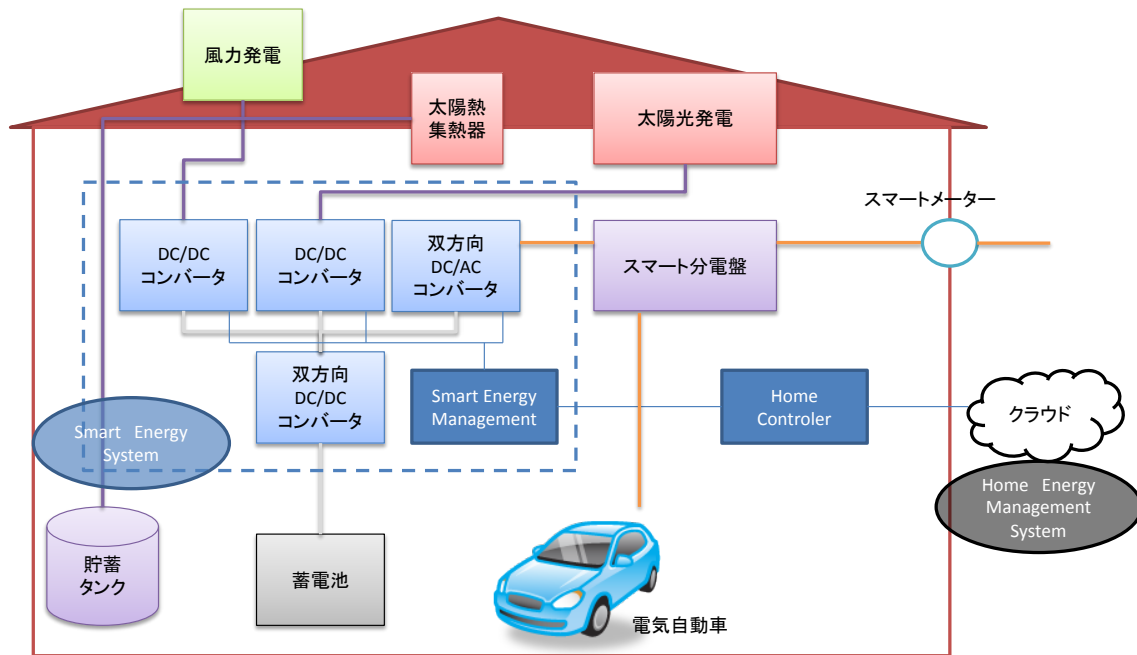


図 4-37 福岡スマートハウス実証実験の全体像
(福岡市の資料¹⁴³を基に作成)

(2) 代表的な企業とその役割

表 4-56 に実証実験に関わる代表的な企業とその役割を示す。

福岡スマートハウスでは、スマートエネルギー研究所が中心となって、スマートハウスの各機器に対する実証実験を様々な企業が実施している。

¹⁴³ 福岡市, 自律協調エネルギーシステムを持つ家~停電対応システム構成~
http://www.smartenergy.co.jp/pdf/smarthouse_system.pdf

表 4-56 福岡スマートハウスコンソーシアムの参加企業／研究団体の役割
 （福岡スマートハウスコンソーシアムWebサイト情報等¹⁴⁴を基に作成）

企業/研究団体	各役割（提供製品等）
スマートエネルギー研究所	プロジェクトの企画・構想・推進
アバール長崎	DC-DC コンバータ、双方向 DC-DC コンバータ、双方向 DC-AC コンバータ
dSPACE Japan	自動車の制御システム構築で実績のあるモデルベース開発シミュレーションツール
崇城大学 エネルギーエレクトロニクス研究所	電源回路シミュレーションツール
ゼファー	小型風力発電システム
ワイヤレスグルーネットワークス	無線通信方式「ZigBee」を用いた HEMS（宅内エネルギー管理システム）の構築
日本テキサス・インスツルメンツ	電力制御プロセッサ及び ZigBee 無線 RF/プロセッサの提供
ホンダソルテック	太陽光発電システム
PALTEK	無線ネットワークのアプリケーション構築
ホシデン	インホームディスプレイ（宅内表示装置）、無線モジュール
アドソル日進	センサ端末、制御端末
村田製作所	LED 照明用電源モジュール、各種センサモジュール
デンソー	高電圧電池パック、家庭用自然冷媒（CO ₂ ）給湯機
ベイサン	リチウムイオン 2 次電池
ロジカルプロダクト	マルチ帯域 無線システムの導入
ダイワ	太陽光発電工事全般

(3) オープン化の状況

オープン化の状況については不明である。

4.3.2.2. 横浜スマートハウス(スマートセル)

(1) 代表的な機器・システム構成

横浜のスマートハウスの実証実験であるスマートセルは横浜スマートコミュニティが計画したものである。

横浜スマートコミュニティは、先に挙げた横浜スマートシティプロジェクト（YSCP）と独立で、82 社と 5 つの研究団体が参加している。

この実証実験では、以下の 2 つのシステムの動作を検証している。

- 次世代スマートハウス向けエネルギーシステム
- ワイヤレス見守りシステム

¹⁴⁴ 福岡スマートハウスコンソーシアム
<http://www.smartenergy.co.jp/fukuoka/>

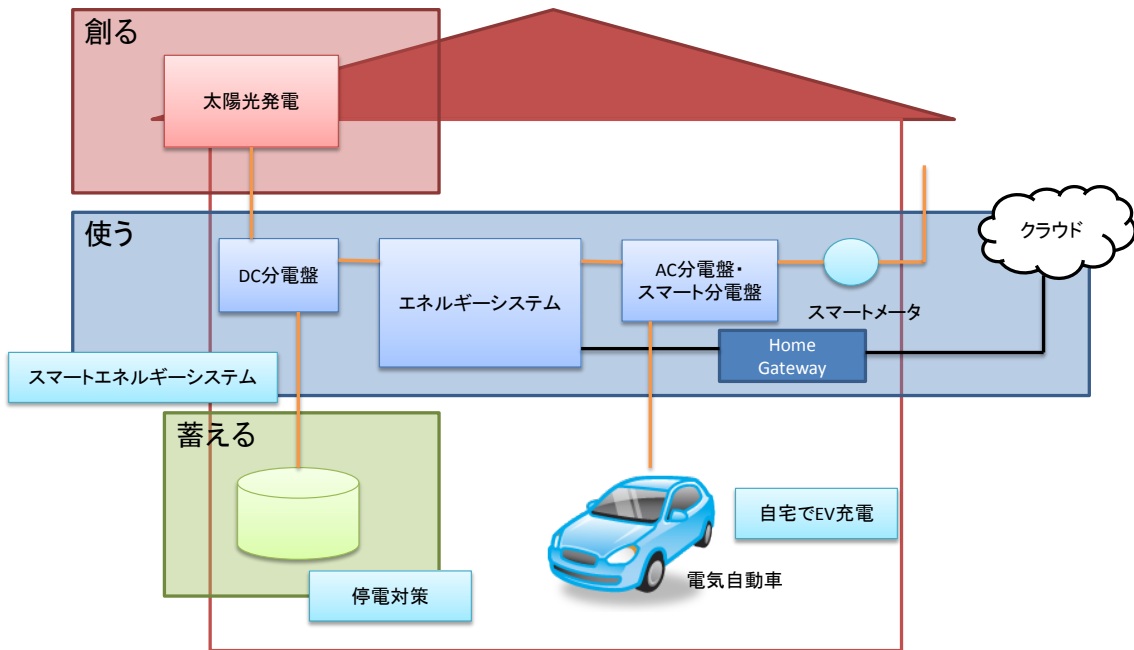


図 4-38 横浜スマートセル実証実験の全体像
 (村田製作所の資料¹⁴⁵を基に作成)

(2) 代表的な企業とその役割

表 4-57 に実証実験に関わる代表的な企業とその役割を示す。

スマートエナジー研究所が技術指導をしており、村田製作所が電源制御の設計をしている。ここにおいては、dSPACE のツールによりソフトウェアのソースコードを生成している。ユビキタスは通信系であり、スマートハウスに関連するクラウド環境を構築している。

¹⁴⁵ 村田製作所 2013 年 4 月 26 日付けニュースリリース, 次世代型スマートハウス向け横浜スマートコミュニティ スマートセル内に実験機を設置エネルギーシステム及びワイヤレス見守りシステムについて http://www.murata.co.jp/new/news_release/2013/0426/

表 4-57 横浜スマートセルの参加企業／研究団体の役割
 （横浜スマートコミュニティWebサイト情報等¹⁴⁶を基に作成）

技術の分類	企業／組織	各役割（提供製品等）
パッシブ技術	BASF ジャパン	高性能断熱材、高流動コンクリート、コンクリート保護材、透水性塗装
	スカイライトチューブ	太陽光照明
	日本板硝子環境アメニティ	高性能ガラス
	ガデリウス・インダストリー	高断熱扉
モデルベース開発	スマートエネルギー研究所、dSPACE Japan、PALTEK、崇城大学	スマートエネルギーシステム開発／検証プラットフォーム
アクティブ制御	村田製作所、スマートエネルギー研究所、dSPACE Japan	エネルギーシステム
	河村電器産業	スマート分電盤
	Anny Group（光冷暖システム）	光冷暖システム、ラジエーター
	村田製作所	ワイヤレス見守りシステム
	ユビキタス	クラウドサービス、無線 LAN 対応電源タップ
	スターエンジニアリング	EV 充電スタンド、太陽電池ソーラーLED 照明灯

(3) オープン化の状況

SVA（スマートシステム検証技術協会）¹⁴⁷において、インタフェースの標準化を検討している。高圧DCバス、試験方法の標準化、系統のテストの標準化などを検討している。

¹⁴⁶ 横浜スマートコミュニティ 2013 年 4 月 26 日付けニュースリリース、横浜スマートコミュニティ「スマートセル」竣工

～次世代コミュニティモデルとなる研究・実験ハウス「スマートセル」の運用を開始～

http://www.smartenergy.co.jp/yokohama/pdf/SmartCellProject_PR_0426.pdf

¹⁴⁷ iTest, スマートシステム検証プロジェクトの構想について

<http://cfv.jp/cvs/event/workshop/2012/09/pdf/itest.pdf>

SVA:複数企業から提供されるシステムが有機的に結合して構成されるスマートシステムの、システム全体としての信頼性・安全性等、利用者が求める品質を第三者が検証するための検証手法・検証技術を確立することにより、消費者が幸せになる安全・安心・快適なスマート社会を実現することを目的として設立された。

4.3.3. 新しい産業分野におけるソフトウェア開発の課題と対策

4.3.3.1. 新しい産業分野において利用されるソフトウェア

新しい産業分野として本調査で取り上げたスマートコミュニティ、スマートシティ、スマートハウスなどの基本的な構成は図 4-39 の通りである。

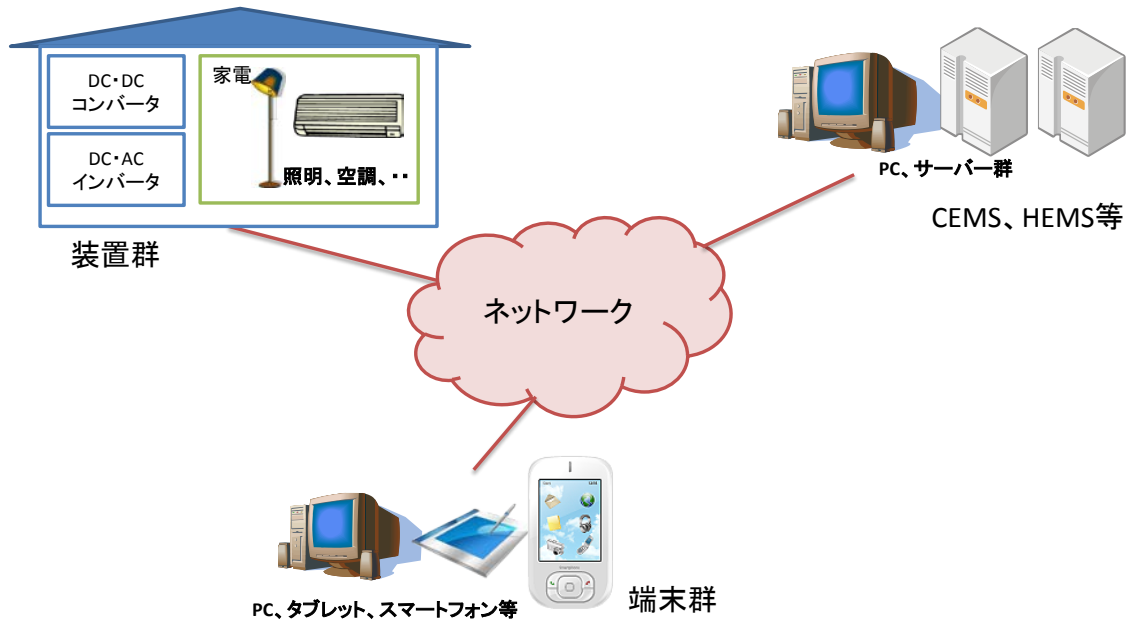


図 4-39 スマートコミュニティ、スマートシティ、スマートハウスなどの基本構成要素

基本的な構成要素は、スマートコミュニティ、スマートシティ、スマートハウスなどに設置される装置群と CEMS、HEMS などのエネルギー管理システム、及び装置群の稼働状況等を確認するための、PC、タブレット、スマートフォンなどの端末である。装置群及び HEMS、SEMS などサーバ及び端末の 3 つの異なるものが繋がっているのがこれらスマートコミュニティ、スマートシティ、スマートハウスにおけるソフトウェア的な特徴である。

ソフトウェアとしては、CEMS、HEMS のアプリケーションと通信関係のソフトウェア、各種機器に固有のソフトウェアが実装されている。

尚、従来は CEMS、HEMS などのサーバであったものをクラウドで置き換えることが近年の傾向である。

装置群の各種機器の基本構成とその構成要素に対する各種ソフトウェアの提供元は以下の通りとなっている。

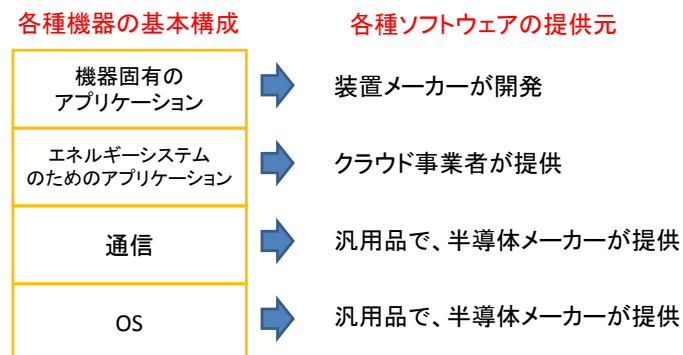


図 4-40 各種機器の構成と各種ソフトウェアの提供元

ルタイムにモデル化する必要があるが、関係するコンポーネントが多くモデル化が困難である。

(2) 対策

このため、以下のような対策が検討され、有効であることも確認されている。

- システム設計にモデリング言語である SysML を用いることで、要求仕様を共有し、ミスを少なくすることができた。

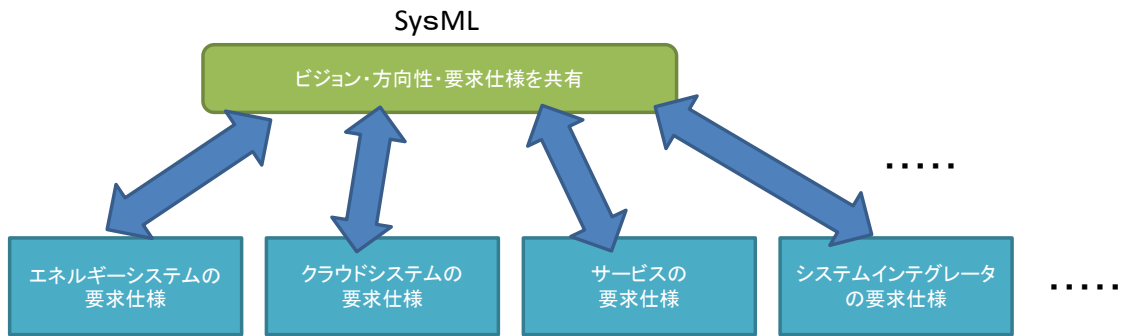


図 4-42 複数の業種をまたいだ仕様設計
(大阪工業大学の資料¹⁴⁸を基に作成)

- エネルギーシステム的设计開発に MBD (Model Based Development) を用いた結果、安全に対する機能確認が容易に行えるようになった。

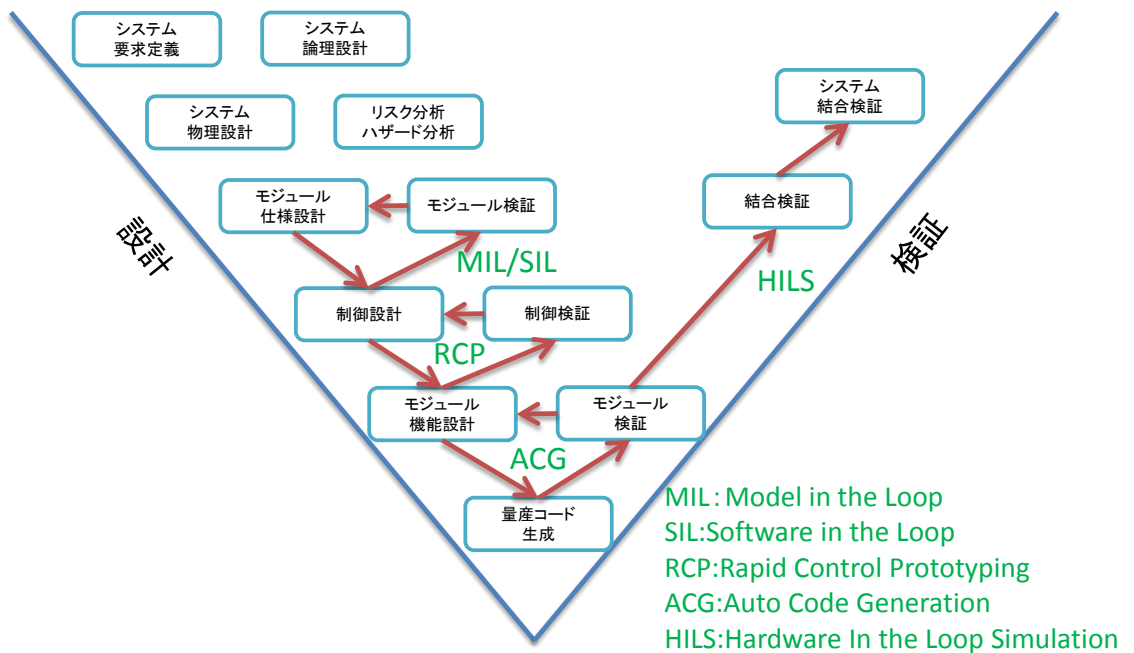


図 4-43 IT 融合するエネルギーシステムのためのモデルベース開発
(大阪工業大学の資料¹⁴⁸を基に作成)

5. 日本国内におけるソフトウェア開発の取引構造（サプライチェーン）に関する詳細調査

本章では、日本国内におけるソフトウェア開発の取引構造（サプライチェーン）における課題について、ヒアリング調査により課題を洗出し、整理した。調査対象とする 8 つの産業分野について、既存の取組み及び現状の課題に対する対策案等について整理した。本調査結果は、6 章の分析において、分野横断的な課題の整理と今後の取組みに関する施策案の検討に活用した。

5.1. 調査方法

ソフトウェア開発のサプライチェーンに関わる課題と対策及びオープン化に関する課題と対策を把握するために、ヒアリング調査を実施した。

5.1.1. ヒアリング対象

調査対象は、4 章で定義した各ポジションについて、異なる 3 社以上を対象とすることで、バランスと網羅性を確保した。

ヒアリングの実施順序は、サプライチェーンの取引関係により直接繋がる企業を優先的に選び、可能な範囲で、サプライチェーンの上位から発注者・受注者の関係をたどり、下位の企業の順で実施するようにした。ヒアリングは、各ポジションごとに異なる 3 社以上、各分野ごとに 4 ポジション以上（同一企業が複数のポジションを兼ねる場合を含める）実施し、合計 31 社を対象として実施した。

5.1.2. ヒアリング調査項目

本調査では、主に以下のようなヒアリング項目を共通項目として、ヒアリング対象企業固有の項目を追加しヒアリングを行った。

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">(0) 企業と事業のプロファイル(1) サプライチェーンにおける企業の位置づけ<ul style="list-style-type: none">➤ サプライチェーンにおける企業の位置づけ、役割、強みや業界のサプライチェーンの変化などについて確認する。(2) 現状の課題への対策と効果の把握（品質課題を含む）<ul style="list-style-type: none">➤ 発注側として、受注側として課題への対策とその効果➤ 未対策の課題(3) オープン化について（品質課題を含む）<ul style="list-style-type: none">➤ オープン化に関する現状・動向、課題・対策・効果について確認する。 |
|--|

5.2. ヒアリング結果の整理

ヒアリング結果を基に、ソフトウェア開発のサプライチェーンに関わる課題と対策と、オープン化の状況、課題、対策等について以下の 5.2.1 で分野ごとに整理した。

- 課題と対策（全般）
 - (1) 対策済みの課題
ヒアリングにおいて確認された対策と対応する課題を記載する。
 - (2) 未対策の課題
ヒアリングにおいて確認された課題で、未対策の課題を記載する。
対策案として、本調査の結果から想定される対策を記載する。
- オープン化に関する現状、課題、対策、効果
 - (1) 現状と動向
ヒアリングにおいて確認された現状と動向を整理する。
 - (2) 課題、対策、効果
ヒアリングにおいて確認された課題と対策を記載する。効果については括弧書きで記載する。

5.2.1. スマートフォン

5.2.1.1. 現状の課題への対策と効果の把握(品質課題を含む)

スマートフォン分野における対策済み課題と未対策の課題を以下に示す。

(1) 対策済みの課題

表 5-1 スマートフォン分野の課題と対策(対策済みのもの)

ポジション	課題	対策（ヒアリング結果）
サービスプロバイダ	Android OS の更新により、アプリが動作しなくなる可能性がある。	自社アプリが動作する OS が更新された場合、OS の更新情報を確認し、影響を受けるアプリを確認し、アプリの修正及び動作検査をする。
ソフトウェア部品提供	様々な Android 機器の品質や信頼性にばらつきがある。	OSS ベンダが Android Compatibility Definition Document (CDD) により、OSS 導入ベンダの製品の検査、認証を行っている。
	Android 端末のサードパーティアプリの実行によりセキュリティなどのリスクがある。	Android OS は、セキュリティ対策のため、すべてのアプリの実行をサンドボックスによる制限範囲内で実行し、特別な権限を必要とする機能については、すべてユーザ許可を必要とする仕組みを導入している。
セットメーカー	スマートフォンアプリの脆弱性がセキュリティ脅威となる。	スマートフォンアプリ脆弱性検査サービスを利用する。
セットメーカー、受託開発等	Android 端末の信頼性の検証の負担が大きい。	周辺機器の開発評価用のツールキット（T-Kernel for Android Open Accessory）を利用する。

(2) 未対策の課題

表 5-2 スマートフォン分野の課題と対策(未対策のもの)

ポジション	課題（取引相手のポジション）	対策案（本調査の考察）
サービスプロバイダ	OSS（Android OS）のパッチ、アップデートの影響を受けアプリの動作検証に多大な負担が発生している。機能更新、不具合対応など、調達者側のコントロールが効きにくい。（ソフトウェア部品提供）	OSS 導入のリスクの情報整理、選定方法、品質の評価方法（サポート状況、ドキュメント整備状況等）を確立する。
	サードパーティアプリと連携して動作するアプリは、自社だけでは品質が保証できない。（サービスプロバイダ）	他社製品の品質評価方法の開発、他社と連携した動作検証の方法を開発する。
ソフトウェアベンダ	Android OS のリリースノートが少なく品質確保が難しい。開発サイクルが短く Android のすべてのソースコードを検証できていない。（ソフトウェア部品提供）	品質評価方法の開発またはソースコード解析ツール、検証サービスの利用により調達 OS を評価する。
ソフトウェア部品提供	セットメーカー、キャリアなどから OSS（Android）ベンダに対する機能更新ニーズ、不具合修正依頼が集中し速やかに行うことは困難。（セットメーカー、サービスプロバイダ）	供給者、調達者の双方が修正で協力できる環境の構築、組織の設立等を検討する。
サービス提供	スマートフォン各社のコンセプトや品質基準が異なり、それに応じた検査が必要となる。	品質基準のベストプラクティスを整備し、検査前に顧客と検査基準の参考にする。

5.2.1.2. オープン化について(品質課題を含む)

(1) 現状と動向

オープン化の現状や動向としては、Google 等の技術企業が主導し、モバイル機器、自動車との連携のための標準プラットフォーム化が注目される。例えば、Google をはじめとする技術企業が集まり、Open Handset Alliance を設立し、高性能で低価格のモバイル機器のプラットフォームによるイノベーションの加速を推進している。また、技術企業及び自動車企業による Open automotive alliance により、自動車のネットワーク接続に関する Android プラットフォームの構築を進めている。一方、google は、Android Compatibility Definition Document (CDD) により、Android 端末の要件を公開し、製品の検査、認証を行っている。

(2) 課題、対策、効果

オープン化に関する課題や対策案を整理したものを以下に示す。

表 5-3 スマートフォン分野のオープン化に関する課題と対策

課題	対策（効果や残る課題等は括弧内に記載）
Android OS のアップデートにおいて、リリースノートが無い場合、アップデート対応が難しい。	ソースの差分を解析し修正を特定している。（効率的なソースコード解析やアップデート対応が難しい。）
Android に対する改良や修正の要望が多数寄せられ、すべてに迅速に対応できるわけではない。	ベンダ内のメーリングリストで改編要望の情報を共有し、優先度を決めて対応している。（不具合の影響、機能更新の効果などを評価し、修正の優先度を判断する手法を確立することが求められる。）
Android 端末認証（CDD）において、自動車分野との接続においてセキュリティのリスクが懸念される。	制御系、アプリ系で、VM ¹⁴⁹ などを用いて security boundary ¹⁵⁰ を設けて、完全にシステムを分けコントロールする仕組みを入れる。（現状では十分実現されていない。）
Android の端末は、ハードウェアが多様であるため、アプリ動作検証の組合せが増える。	（動作検証のノウハウをデータベース化する。まだ十分に実施できていない。）
フィーチャーフォンからスマートフォンに移行し、セキュリティ対策はキャリアの手から離れ、管理が利かなくなった。	端末にウイルススキャンなどを導入した。（完全にウイルス対策を実現することは難しい。）
Google play で自由に公開されるアプリに付随するウイルスなどのセキュリティリスクが存在する。	登録されるアプリに自動的にウイルススキャンを行っている。（一定の効果はあるが、完全ではない。）

5.2.1.3. 課題と対策のまとめ

全体をまとめると、スマートフォン分野においては、オープンソース OS がソフトウェアの中核となっており、そのアップデートにともなう上位アプリの動作への影響、アプリの修正、アプリ導入時のセキュリティリスクなどが課題の原因となっており、動作検証、ウイルススキャンなどの対策がとられている。

¹⁴⁹ 仮想マシンの意味

¹⁵⁰ プログラムのデータアクセス領域を制限する境界の意味

5.2.2. ヘルスケア

5.2.2.1. 現状の課題への対策と効果の把握(品質課題を含む)

ヘルスケア分野における対策済み課題と未対策の課題を以下に示す。

(1) 対策済みの課題

表 5-4 ヘルスケア分野の課題と対策(対策済みのもの)

ポジション	課題	対策
セットメーカー	法制度（薬事法 ¹⁵¹ ）に基づく製品認証のため、OSS導入や開発委託などにより水平分業化が難しい。（セットメーカー、ソフトウェアベンダ、受託開発事業者、サービス提供事業者）	グループ会社と連携する際はグループとしての品質マネジメントシステムがあるので、それに則って検査と確認を行い、薬事法対応の管理を行っている。

(2) 未対策の課題

表 5-5 ヘルスケア分野の課題と対策(未対策のもの)

ポジション	課題（取引相手のポジション）	対策案（本調査の考察）
サービスプロバイダ	分業化において、ソフトウェア開発における品質確保のための作成者トレーサビリティが十分できていない。（サービスプロバイダ、受注開発事業者、部品提供ベンダ）	サービスプロバイダやセットメーカーとソフトウェアメーカー、受託開発事業者等との、トレーサビリティを確保するための取り決めが必要。
	通信事業者など異なる業界のサービスプロバイダとの連携において、センサの要求精度やソフトウェア開発の納期などの水準に大きな違いがあり、統合化したシステムの品質に影響が大きい。（サービスプロバイダ）	要求分析を行い、精度等の要求レベルを合意し、必要な開発期間、品質管理を行う。
ソフトウェアベンダ	スマートフォン向けアプリを提供しているが、スマートフォン OS のバージョンアップ頻度が高いため、マイナーバージョンすべての検査にはコストがかかる。（ソフトウェアベンダ、サービスプロバイダ）	オープンシステムの選定基準にバージョンアップ対応コストを含め、事前に検査コストを見積もる。

5.2.2.2. オープン化について(品質課題を含む)

(1) 現状と動向

ヘルスケア機器は、医療機器認証（管理医療機器、一般医療機器）を取得しているものもあり、セットメーカーのグループ企業内開発が主流となっており、今後もヘルスケア機器組込みソフトウェアのオープン化は薬事法対応の観点から困難であると考えられる。ただし、ヘルスケアサービスにおいてはサードパーティ製アプリとの連携が始まっており、ポータルサイトの API 公開も進んでいることから、サードパーティ製アプリケーションとへ

¹⁵¹ 血圧計や電子体温計等のヘルスケア機器は薬事法対象（＝管理医療機器、一般医療機器等）となる。

ヘルスケア機器やセットメーカー提供アプリとの連携機会は増加すると考えられる。

(2) 課題、対策、効果

オープン化に関する課題や対策案を整理したものを以下に示す。

表 5-6 ヘルスケア分野のオープン化に関する課題と対策

課題	対策（効果や残る課題等は括弧内に記載）
ヘルスケア・医療機器ソフトウェアに関する規格として IEC 62304 や IEC 82304 等のプロセス認証はあるが、OSS や既製品ソフトウェアを組み込む際の障害となる可能性がある。	プロセス認証における OSS 利用の評価方法の検討とそのコンセンサスを得る。
通信規格が標準化されていても実装はメーカーによって異なるため、連携実績の無い場合は動作検証の組合せが増える。	実装レベルの標準化、業界ガイドラインの作成。（動作検証コストの削減、院内ネットワークのセキュリティ強化が期待される。）

5.2.2.3. 課題と対策のまとめ

改正薬事法により、単体ソフトウェアも薬事法対象となることが決まった。併せて、今後ヘルスケア機器と医療機器の連携サービスが進むことは指摘されており、現状以上に薬事法対応が重要になると考えられる。サービスの拡大によって、異なる分野のサービスプロバイダ、ソフトウェアベンダや受託開発事業者、ソフトウェア部品提供者と連携が増える場合、機器やソフトウェアへの要求精度や開発スピードが異なるため、詳細に明文化した契約が必要となる。

オープン化が進んでいない分野ではあるが、その原因としてはブラックボックス化している OSS の利用について既存のプロセス認証での評価方法が明確になっていないことや、水平分業化やオープン化を進めると、開発時に薬事法関連知識を持たないベンダの参入も考えられるため、開発マネジメントや品質確保コストが高くなる可能性等が挙げられる。そのためオープン化によって得られるメリットである他社技術の導入や開発の低コスト化が進んでいないと考えられる。

また、機器同士の通信規格は標準化されているが、異なるメーカーの機器同士を接続する際には実装レベルでの検証が必要となっており、効率化が進んでいないと考えられる。

5.2.3. サービスロボット

5.2.3.1. 現状の課題への対策と効果の把握(品質課題を含む)

サービスロボット分野における対策済み課題と未対策の課題について以下に示す。

(1) 対策済みの課題

表 5-7 サービスロボット分野の課題と対策(対策済みのもの)

ポジション	課題	対策
セットメーカー	開発者が意図しないロボットの利用に対して安全性の担保が難しい。	介護施設における実証実験の結果に基づきユースケースを蓄積し、改良を行う。

(2) 未対策の課題

表 5-8 サービスロボット分野の課題と対策(未対策のもの)

ポジション	課題（取引相手のポジション）	対策案（本調査の考察）
セットメーカー	ロボットが取得、学習するユーザの個人情報（行動履歴、健康データ）の不正利用の脅威に対し、十分な防御機構が設計上組み込まれていない。（ソフトウェアベンダ）	セキュリティ検証サービス、外部コンサルタントを活用し、リスクの洗出しとセキュリティ機能の組み込みを強化する。
	ソフトウェア開発において、産業用ロボットとは異なる消費者向け機器の安全設計の知見やノウハウが不足している。（ソフトウェアベンダ）	実証実験を通じ、消費者向け安全設計の知見・ノウハウを蓄積する。サービスロボットの研究者等の有識者の意見などを基に、要求分析を行う。
ソフトウェアベンダ	ソフトウェアの検証はロボットメーカー内で実機を作動させてアウトプットをチェックしており、かなりの工数を要する。（サービス提供、ツール提供）	サービスロボット向けの自動検証機器を開発する。
ソフトウェア部品提供	安全性確保のためのトレーサビリティ確保が重要であるが、ブラックボックスで使うことができる安全性が保証されたソフトウェアが無い。（セットメーカー）	セットメーカーの要望を踏まえ、業界全体の取組みとしてサービスロボット製品に求められるソフトウェア部品の要件を整理し、開発を促進する。

5.2.3.2. オープン化について(品質課題を含む)

(1) 現状と動向

新エネルギー・産業技術総合開発機構による「生活支援ロボット実用化プロジェクト」の結果に基づき、生活支援ロボット（Personal Care Robot）の安全性に関する国際標準 ISO 13482 が発行されており、現在介護ロボットの開発を行うロボットメーカーにおいて、同標準の取得の取組みが進んでいる。

(2) 課題、対策、効果

オープン化に関する課題や対策案を整理したものを以下に示す。

表 5-9 サービスロボット分野のオープン化に関する課題と対策

課題	対策（効果や残る課題等は括弧内に記載）
機能安全規格 IEC 61508、生活支援ロボットの安全性に関する国際規格 ISO 13482 の要求水準が高く、部品メーカー等を含めて、認証を取得するための体制・内部プロセスが構築できない。（セットメーカー）	実証実験の中で、認証取得を目指すメーカーに対して有識者からの助言等の認証取得支援を行う。（国内サービスロボットメーカーの ISO 13482 の取得が進み、それらの知見を基に認証取得支援サービスが新たに展開される。）

5.2.3.3. 課題と対策のまとめ

介護ロボットは比較的単純な機構のロボットではあるが、介護者・被介護者の動作を直接補助するという機能上、安全性確保が特に重視される分野であり、開発・検証のコストが高くなる傾向にある。今後介護ロボットが普及するためには、機能、安全性、コストが一定以上バランスして確保された介護ロボットの開発が課題となる。そのためには実証実

験を通じてユースケースを蓄積し、開発へのフィードバックを継続していくことが重要である。

ISO 13482 の認証取得に際しても現状はかなりの工数を要するのが実態であるが、実証実験を通じてロボットメーカーの認証取得の支援を行い、国内メーカーの信頼性を高めるとともに、それらの知見を基にした専門の認証取得支援サービスの横展開を促進する等、サービスロボット分野における日本の競争力強化の観点に立った取組みが求められる。

5.2.4. スマート家電

5.2.4.1. 現状の課題への対策と効果の把握(品質課題を含む)

スマート家電分野における対策済み課題と未対策の課題を以下に示す。

(1) 対策済みの課題

表 5-10 スマート家電分野の課題と対策(対策済みのもの)

ポジション	課題	対策
ソフトウェアベンダ	ネットワーク化、高機能化に伴い、ソフトウェア規模が拡大し、従来の家電メーカーの垂直統合体制における摺合せ型開発のプロセスでは、求められる開発スピードと品質確保の両立に対応できない。	家電メーカーを中心として、以下のような開発プロセスの改善が行われている。 ・家電ソフトウェアのプラットフォーム化、ドライバーの統一、インタフェースの統一。 ・契約書、仕様書、ソフトウェアメトリクスの標準化。 ・上流工程における要件定義を徹底し、開発の後戻りを防ぐ。 ・障害事例（自社）のデータベース化、事例の分析結果のレビュー項目への反映。
サービス提供	家電製品がインターネット接続されるため、脆弱性への対応が必要。	ソフトウェアの検証段階の脆弱性診断実施。
セットメーカー	ソフトウェアの規模の拡大に伴いテスト工数が増大。ネットワークや他製品と接続されることでインタフェースや通信プロトコルが多様化し、検証範囲も拡大。スマートフォンとの連携において、すべてのスマートフォンに対する動作保証をすることが困難。	・接続障害、トラブル事例を基にした接続検証の実施、及びその結果の設計仕様への反映。 ・業界団体、標準化団体によるメーカー間の相互接続検証の推進。（プラグフェスト、IIOT等）

(2) 未対策の課題

表 5-11 スマート家電分野の課題と対策(未対策のもの)

ポジション	課題（取引相手のポジション）	対策案（本調査の考察）
セットメーカー	スマート家電のソフトウェア開発のための技術・知識を持ったエンジニアが確保できない。（ソフトウェアベンダ、受託開発）	<ul style="list-style-type: none"> ・組込み系とサーバ系両方のエンジニアを開発体制に入れ、双方の知見の共有を図るとともに、最新の技術動向に対応できるスマート家電の専門エンジニアを家電メーカー内で育成する。 ・発注側、受注側において特定のエンジニアに属人化している知識をドキュメント化し、技術の継承を図る。
ソフトウェアベンダ	調達した OEM 製品やソフトウェア部品に、予期しない OSS の利用があった場合に、ライセンス契約への対応が必要となる。（ソフトウェア部品提供）	OSS の利用に関して、家電メーカーと共同で、OSS 導入のリスクとメリットを洗い出し、選定基準を検討する。
受託開発	家電メーカー本体で、技術力を持ったエンジニアを確保できておらず、RFP（提案依頼書）等の完成度が低く、工数の手戻りが発生する。（セットメーカー）	（セットメーカーの対策案と同様）
	発注元の家電メーカーからの仕様により OSS の利用が制限されている。（セットメーカー、ソフトウェアベンダ）	（ソフトウェアベンダの対策案と同様）

5.2.4.2. オープン化について(品質課題を含む)

(1) 現状と動向

スマート家電製品は、スマートハウス/HEMS 製品群との接続にあたり ECHONET Lite による通信方式の標準化が進んでおり、各家電メーカーで同標準への対応が進んでいる。他家電製品や住宅設備機器と接続されることで、動作検証の範囲が拡大するが、標準化団体や業界団体を中心となってメーカー間の相互接続性検証の機会が提供されている。

(2) 課題、対策、効果

オープン化に関する課題や対策案を整理したものを以下に示す。

表 5-12 スマート家電分野のオープン化に関する課題と対策

課題	対策（効果や残る課題等は括弧内に記載）
共通プラットフォームを進めるにあたり、従来の摺合せ開発、差分開発に携わってきた技術者からその効果や必要性に対して理解が得られない。	技術者に対して、高信頼化の重要性について教育を実施する。
通信規格が標準化されることで、他社家電製品や、住宅設備機器、電気自動車等との接続が想定されるが、システム間のインタフェースが多様であり、インタフェースの標準化が行われていない分野が多いこと、インタフェースの標準化が行われていても、相互接続性検証が十分に行われていない等の理由で、相互運用性に問題がある	スマートコミュニティアライアンスが提供する HEMS－重点機器運用ガイドラインへ準拠し、他社製品との接続を想定したソフトウェアの設計を行う。（国内メーカーはガイドラインに基づく対応を行うと考えられるが、海外メーカーが早期に対応する可能性は低い。）

5.2.4.3. 課題と対策のまとめ

スマート家電分野においては、家電製品自体の高機能化に加え、ネットワーク化によりスマートフォンなどからの遠隔操作が可能になったり、スマートハウス／HEMS 環境の中で他の家電製品や住宅設備機器と接続されるなど、大きな技術的な変化の中で製品のソフトウェア規模、検証範囲が急速に拡大している。このため、従来のソフトウェア開発では製品の品質を確保しつつ開発スピードを維持することが難しく、開発プロセスの改善と体制の拡充が求められている。

5.2.5. 自動車

5.2.5.1. 現状の課題への対策と効果の把握(品質課題を含む)

自動車分野における対策済み課題と未対策の課題を以下に示す。

(1) 対策済みの課題

表 5-13 自動車分野の課題と対策(対策済みのもの)

ポジション	課題	対策
セットメーカ	ソフトウェアを調達する場合に仕様変更のコスト(カスタマイズのための費用)がかかる。	必要に応じてセットメーカでソフトウェアを内製するなどの対応策をとる。
	自動運転などにおける自動車の情報系と制御系の連携の際の安全性やセキュリティの確保。	制御系と情報系が連携する場合のリスク分析、シミュレーションによる検証技術の確立。
	OSにバグがあった場合、バグの検出が困難。	AUTOSARなどの標準化されたOSを利用する。
	自動車の情報系が外部のネットワークと接続する中で、セキュリティ要件が十分に明確になっていない。	ソフトウェア開発の要求分析におけるセキュリティ要件の洗出しを適切に行う。
	海外のサプライヤに対しては、仕様を詳細まで詰めて提示しないと発注ができない。	海外サプライヤ向けの詳細な調達仕様作成方法を確立している。さらには国内外での共通に利用可能な調達仕様方法も検討する。
システムが複雑に繋がっているため、新規開発した部品の場合、その部品を組み込むことによるシステムへの影響範囲が予測できない。	部品をシステムに組み込んだ場合のシミュレーションによる検証技術を活用している。	
機器部品提供	ソフトウェアを開発する企業が上流工程にシフトしており、サプライチェーンの下位の下流工程を担うソフトウェア開発会社が増えている。	CMMIのレベルのようなソフトウェア開発能力を測る指標を活用する。
ソフトウェアベンダ	これまで家電を開発してきたため、電気自動車のソフトウェア開発に関しての制御技術を保有していない。	Tier-1の開発に人材を派遣することでノウハウを共有する。

(2) 未対策の課題

表 5-14 自動車分野の課題と対策(未対策のもの)

ポジション	課題（取引相手のポジション）	対策案（本調査の考察）
セットメーカー	競争力確保のために ECU のソフトウェアを内製するか調達するか判断が困難である。（機器部品提供、ソフトウェアベンダ）	開発の方向性を考慮しつつ内製か調達かを判断するための意思決定の方法論の確立。
機器部品提供	ソフトウェアについてはインタフェースの標準化はできているが、品質に関する基準がない。（セットメーカー）	ソフトウェア標準に対する品質に関する基準の策定、及びセットメーカーとサプライヤ間での基準の共有
	ソフトウェアの品質向上のために共通プラットフォームを導入したいが、OEM との利害衝突がある。（セットメーカー）	OEM とサプライヤ間で、共通プラットフォームの導入メリット、デメリットを洗い出し、導入判断を検討する。
ソフトウェアベンダ	対応車種が多く発生するのでその各要件に対して、ソフトウェア開発のコントロールができていない。（ソフトウェアメーカー）	開発支援ツールの導入。またソフトウェア開発プロセスの標準化などにより、効率の良い開発を行うようにする。
	OEM によってソフトウェアの仕様の出し方が異なっている（モデルベースに基づく仕様の提示など）ため、それに対応できていない。（セットメーカー）	モデルベース開発手法等へのキャッチアップ。またソフトウェア開発プロセスの標準化により、効率の良い開発を行うようにする。
	古い世代の技術者が、新しい技術へのキャッチアップができていない。	新しい技術に対応できる人材の育成。
ツール提供	ツールの信頼性については業界標準的なものがない。	ツールの信頼性に関する業界標準をツール業界で横串で検討し、さらにはセットメーカーとサプライヤを巻き込む必要がある。

5.2.5.2. オープン化について(品質課題を含む)

(1) 現状と動向

ソフトウェアのインタフェースについては標準化が進んでいる。同時に ECU の基本ソフトウェアの標準化など、自動車に関連するソフトウェアの標準化が AUTOSAR などにより、進められている。ECU 自体は、オープン化されていないが CAN などがインタフェースとなり、通信路は標準化されている。

また、機能安全規格（ISO 26262）の自動車分野向けの適用が進んでおり、各社これに対応することが求められている。

(2) 課題、対策、効果

オープン化に関する課題や対策案を整理したものを以下に示す。

表 5-15 自動車分野のオープン化に関する課題と対策

課題	対策（効果や残る課題等は括弧内に記載）
欧州では、Automotive SPICE によってサプライヤの格が決められているので、その中から最適なサプライヤを選ぶことができるが、日本にはそれがない。	代替手段として、CMMI や機能安全規格の認証の取得状況によって判断する。または、日本独自の基準を設ける。
自動車の情報系と制御系、また自動車と外部ネットワークが連携することによりセキュリティの問題が出てくる可能性がある。	ソフトウェア開発におけるセキュリティ要件を明確にする。

5.2.5.3. 課題と対策のまとめ

全体をまとめると、自動車分野においては、OEM によるモデルベース開発のための要求仕様など、仕様の出し方が多様化してきているため、ソフトウェア開発者側にとってはそれに対応するのに苦慮しているものと考えられる。また、電気自動車、ハイブリッド車などの新しい技術に対応することも同時に求められており、これらの技術を習得することも課題となっている。

また、自動車が情報端末化することによるセキュリティの問題も今後表面化してくるのではないかと推測される。

5.2.6. 鉄道（運行管理系）

5.2.6.1. 現状の課題への対策と効果の把握（品質課題を含む）

鉄道分野における対策済み課題と未対策の課題を以下に示す。

(1) 対策済みの課題

表 5-16 鉄道分野の課題と対策（対策済みのもの）

ポジション	課題	対策
サービスプロバイダ	運行管理システムの安全性のシステム要件は、ベンダとの信頼関係により決められているため、障害時の責任の所在が不明確になることがある。	発注者である鉄道事業者側のシステム検証の徹底的な実施をしている。今後は、鉄道事業者とシステム開発をするメーカーとの間での信頼性に関する取り決め、確認手段を確立する必要がある。
	海外メーカーへのシステム開発の発注の際には、日本仕様の安全性を要件としなければならない。	海外メーカーに対し、日本仕様の安全基準に従うということを契約時に要件化する。
システムインテグレータ	システムの信頼性に関して、発注者受注者の間で明文化されたものはなかった。	システムの信頼性に関する発注者受注者間での基準の策定、責任範囲を明確にしている。

(2) 未対策の課題

表 5-17 鉄道分野の課題と対策（未対策のもの）

ポジション	課題（取引相手のポジション）	対策案（本調査の考察）
サービスプロバイダ	サービス品質（非常時の運行、旅客に提供する情報の正確さ）の向上も求められる。	サービス品質に関する要件を明確化し、それに基づくシステム開発の発注。
システムインテグレータ	運行管理システムと信号システムは異なるベンダが提供しており、それらの相互運用の検証が困難	システム統合や相互接続に関する検証を行う組織を確保する必要がある、専門会社の活用などを検討する。

5.2.6.2. オープン化について（品質課題を含む）

(1) 現状と動向

機能安全規格（RAMS）の鉄道分野向けへの適用が進んでおり、それに対応する必要がある。現場の検査は機能安全ベースの検査になっていて、信号システムはフェールセーフで開発することが昔から徹底されている。

国の認証機関による鉄道分野の製品の第三者証明（認証）が開始され、鉄道関連メーカーの海外展開が促進されるものと期待される。

(2) 課題、対策、効果

オープン化に関する課題や対策案を整理したものを以下に示す。

表 5-18 鉄道分野のオープン化に関する課題と対策

課題	対策（効果や残る課題等は括弧内に記載）
システムを開発した人が退職などにより不在となり、システムを理解している人がいなくなる。	OS を Linux などにするようなオープン化の取組みは有効である。これにより、ミドルウェアだけを変えればよいようにする。（システムの改修や更新が容易になる。）

5.2.6.3. 課題と対策のまとめ

全体をまとめると、鉄道分野においては、これまでは、システムの信頼性に関しては、鉄道事業者と運行管理システムを一括で受託開発している電機メーカーとの信頼関係の上に成り立ってきた。鉄道事業者のような社会的に重要なインフラを構築している企業は、そのインフラの安全性が強く求められるようになってきており、これまでのように信頼関係だけでシステムの信頼性を確保することには限界があるし、社会的にも認められないであろう。また、海外メーカーの参入の動きもあるため、鉄道事業者としては、システムのより精緻な要求仕様を作成する必要に迫られる。

5.2.7. デジタル複合機

5.2.7.1. 現状の課題への対策と効果の把握（品質課題を含む）

デジタル複合機分野における対策済み課題と未対策の課題を以下に示す。

(1) 対策済みの課題

表 5-19 デジタル複合機分野の課題と対策(対策済みのもの)

ポジション	課題	対策
システムインテグレータ	システムインテグレータが開発したデジタル複合機と連携するアプリケーションに対して、デジタル複合機メーカー側から品質の検証ができない。	システムインテグレータが開発するソフトウェアに関して、品質に関する規定、ガイドラインを提供し、一定規模以上のソリューション開発はデジタル複合機メーカー内でも検証を行う。
ソフトウェアベンダ	高機能化に伴うソフトウェア規模の拡大によりテスト工数が増大する。	<ul style="list-style-type: none"> ソフトウェアの追加・変更に関する仕様変更、要求事項等のデータベース化により、効率的にテストを実施する。 外部サービス、オフショアを有効的に活用する。

(2) 未対策の課題

表 5-20 デジタル複合機分野の課題と対策(未対策のもの)

ポジション	課題（取引相手のポジション）	対策案（本調査の考察）
サービスプロバイダ	サービス品質が、連携する外部サービス（クラウドサービス、Webサービス等）のサービスレベルに依存してしまう。（連携外部サービス）	連携する外部サービスとの契約において、サービス品質に関する要求事項を明記する。
セットメーカー	機能の集約により機能の相関関係が複雑になり、拡張性、保守性が低下している。（ソフトウェアベンダ）	プラットフォーム、アプリケーション、通信制御等のモジュール化により、拡張性の高い新しいタイプのデジタル複合機の開発を検討する。
ソフトウェアベンダ	ネットワーク接続により、通常のサーバ類と同様のセキュリティリスクが顕在化する。（ソフトウェアベンダ、受託開発）	仕様設計におけるセキュリティ機能の追加、脆弱性検査等の追加検証の実施や外部のセキュリティ検証サービス等を活用する。また、製品出荷後も脆弱性情報の提供、セキュリティパッチの提供を無償で行う。
	高機能化、SoC 化に伴うデジタル複合機本体のソフトウェア規模の拡大により、ソフトウェアの品質維持が難しい。（セットメーカー）	要求分析の強化及び開発の上流工程における品質チェックにより不具合を削減する。
	デジタル複合機のセキュリティに対するソフトウェア開発側と運用・保守側（顧客側）の認識が異なる結果、デジタル複合機に備わっているセキュリティ機能が生かされず（機能が disable され）、不正アクセスや情報漏えいのリスクが高まる。（サービスプロバイダ）	販売会社や顧客に対して、デジタル複合機のセキュリティの重要性に関する教育・啓発活動を行い、ユーザ環境に最適なセキュリティレベルのデジタル複合機の導入と適正な設定を推奨する。
	セキュリティ認証取得において、対象となるサプライチェーンの範囲について明確な基準がない。（セットメーカー）	セキュリティ認証取得に際し、対象とすべきサプライチェーンの範囲、各ポジションに求める対応についてガイドラインを作成する。（施策レベル）

5.2.7.2. オープン化について(品質課題を含む)

(1) 現状と動向

セキュリティ機能の重要性が認識され始めている。特にデジタル複合機では重要な情報が扱われることが多く、デジタル複合機を狙ったマルウェアも登場しており、セキュリティ対策が必要な状況となっているとともに、コモンクライテリアの取得ニーズが高まっている。

また、近年デジタル複合機を中心としたアプリケーションやソリューションの提供がビジネスとして拡大しており、各デジタル複合機メーカーでは自社のデジタル複合機を含むアプリケーション、ソリューションの開発促進のため、デジタル複合機と連携するソフトウェアの開発キットを提供している。

(2) 課題、対策、効果

オープン化に関する課題や対策案を整理したものを以下に示す。

表 5-21 デジタル複合機分野のオープン化に関する課題と対策

課題	対策（効果や残る課題等は括弧内に記載）
海外のソフトウェア部品や OSS を活用することで、デジタル複合機を輸出する際に地域によっては輸出申請の制約が大きくなり、ビジネスに影響が出る。また OSS によっては、ライセンスへの対応がシビアであるため、利用を躊躇せざるを得ない。	OSS 導入による輸出制約、ライセンスによるソースコード開示などのリスクを洗い出し、選定方法、対応方法を明確にする。（開発後に発生する OSS 利用に関わるリスクを最小化する。）
デジタル複合機では、パッチの取扱い（有償提供か無償提供か）、脆弱性情報の公開（一部メーカーは公開、他は非公開）等に関して業界として統一されていない。	デジタル複合機メーカーが情報セキュリティ早期警戒パートナーシップに参加するとともに、デジタル複合機の業界団体において、同パートナーシップを活用したパッチの取扱いや脆弱性情報の公開に関するガイドラインを作成する。（利用者に対して、必要な情報が適切なタイミングで伝わるとともに、業界内での情報共有が進む。）
開発者が開発キットにより開発したアプリケーションやソリューションの品質の検証を行えない。	開発キットの提供とともに、アプリケーションやソリューションの品質を確保するための開発支援や、検証サービスを提供する。（デジタル複合機メーカーからの開発支援を受けることで、アプリケーション、ソリューションの品質の底上げが期待される。）

5.2.7.3. 課題と対策のまとめ

デジタル複合機は単体製品としては成熟期を迎え、ソフトウェア開発に関しても派生開発が主であり、このような状況下におけるサプライチェーン内のソフトウェアの品質確保が大きな課題となっている。また近年では、デジタル複合機本体の SoC 化の流れによる本体への機能の集約により、機能の相関関係が複雑化し、不具合等の解決が難しくなっている。こうした問題に対して、各デジタル複合機メーカーでは開発プロセスの改善や、ツール、検証サービスの利用等の対策をとり対応しているものの、デジタル複合機の構造自体に端を発する課題であるため、根本的な対策とはなっていない。

現在デジタル複合機のビジネスの流れはデジタル複合機を中心としたアプリケーションやソリューションの開発であり、様々なシステムインテグレータや販売会社などが開発したソフトウェアの品質の向上のために、開発支援や検証サービスの提供などの対策がとら

れている。

5.2.8. クラウドサービス

5.2.8.1. 現状の課題への対策と効果の把握(品質課題を含む)

クラウドサービス分野における対策済み課題と未対策の課題を以下に示す。

(1) 対策済みの課題

表 5-22 クラウドサービス分野の課題と対策(対策済みのもの)

ポジション	課題	対策
サービスプロバイダ	高信頼化の取組みはベストエフォートで行われているのが現状であり、クラウド基盤を利用してシステム開発する際にも、検証のための定められた仕組みはない。(システムインテグレータ)	「SaaS 向け SLA ガイドライン」(経済産業省、2008年1月)、「クラウドサービスレベルのチェックリスト」(経済産業省、2010年8月)等のガイドラインが出されている。(現状では、SLA 維持の検証やクラウド基盤の検証は、クラウドサービスの性能検証が一部で行われているのみであり、一般的にはなっておらず、さらなる対策が必要。)
システムインテグレータ	クラウドでも OSS の利用が進んでいる。OSS や COTS などの不具合の改修は、調達者側の意向だけでは決まらず、品質はベストエフォートであるため、品質の確保が課題。(ソフトウェアベンダ)	プラットフォームやクラウド基盤のオープンソース化の進展に伴い、OSS の技術検証や検証結果の情報共有が進められている。(OSS の品質維持などは課題として残っている。)

(2) 未対策の課題

表 5-23 クラウドサービス分野の課題と対策(未対策のもの)

ポジション	課題 (取引相手のポジション)	対策案 (本調査の考察)
サービスプロバイダ	セキュリティ機構の組み込みやサービス継続のためにバックアップ機構の組み込みが必要であり、ソフトウェア開発及び調達の課題となっている。(ソフトウェアベンダ、インテグレータ)	OSS コミュニティ、ソフトウェアベンダの情報交換、クラウド基盤構築における設計のガイドライン等が必要。
システムインテグレータ	クラウド事業者が提供する基盤に依存するため、インテグレータ単独では信頼性を保証できない。SLA が守れていない場合でも、顧客からのサービスレベルの改善要望に対してインテグレータだけでは対応しきれない。(サービスプロバイダ)	クラウド事業者とインテグレータ間での信頼性に関する取り決めの基準策定や、クラウド基盤の評価基準、第三者による品質の見える化が必要。
	クラウドに精通した開発者を十分に確保できておらず、ソフトウェア開発の課題となっている。(受託開発)	業界全体でクラウド分野の技術者育成のための支援が必要。

5.2.8.2. オープン化について(品質課題を含む)

(1) 現状と動向

標準化・共通プラットフォーム化は多くの関連団体により行われている。OpenStack 等の OSS もまた、活発に開発が進められており、多くの導入事例がある。

(2) 課題、対策、効果

オープン化に関する課題や対策案を整理したものを以下に示す。

表 5-24 クラウドサービス分野のオープン化に関する課題と対策

課題	対策（効果や残る課題等は括弧内に記載）
自動車や他のデバイスとの接続、オープンデータ、ビッグデータ等との関わりなどの進展により、サプライチェーンやシステムの実装が複雑化し、システム全体に対する十分な検証が困難となる可能性がある。	自動車や他のデバイスとの接続も想定して、プラットフォームやクラウド基盤のオープンソース化、OSS の技術検証及び検証結果の情報共有が進められている。（複雑なサプライチェーンになった場合、信頼性の取り決めの基準、他社との連携した動作検証の仕組みなどが必要。）
オープンクラウドとして OSS の利用が進んでいるが、OSS はコミュニティにより品質データが十分開示されておらず、品質が十分に保証されていないため、OSS に対する品質管理や検証が難しい。	OSS の利用促進のために、関連団体等により検証や検証結果の共有が進められている。（OSS の品質維持などは課題であり、評価基準の提供やさらなる検証が求められている。）

5.2.8.3. 課題と対策のまとめ

クラウドサービス分野においては、信頼性がクラウドサービス事業者の提供するクラウド基盤に依存し、かつ、その基盤の高信頼性への取組みはベストエフォートが現状となっており、信頼性の保証や第三者による検証が十分ではなく、課題となっている。オープン化に関しては、クラウドシステムの拡大に伴い、プラットフォームやクラウド基盤のオープンソース化や API 等の標準化が進められており、信頼性が十分ではない OSS に対して、関連団体による技術検証や検証結果の共有などによる利用促進のための活動が進められている。

5.3. 分野全体の課題の総括

5.2.1～5.2.8 で整理した課題分野は分野全体でみると多様であり、サプライチェーンの変化に関連して生じる課題が多い。

分野ごとに整理した課題（5.2.1～5.2.8）のうち、サプライチェーンの変化の分類に基づき、品質確保の点で重要と考えられる課題の共通するものを集約・整理したものが表 5-25 である。

表 5-25 ヒアリング結果に基づく課題の分野全体の整理

分野	(1) 水平分業化	(2) 供給者仕様決定	(3) ユーザ組合せ
スマートフォン	— ※1	サポートが不十分なソフトウェア（特定のオープンソース OS）の導入により、仕様変更、不具合修正、保守運用などの点で調達者によるコントロールが利かない。	ユーザが自らアプリやサービスを組み合わせて利用することにより、ベンダが想定しない組合せによる利用時の品質の確保や検査が難しい。
ヘルスケア	分業化におけるソフトウェア部品のトレーサビリティ確保ができていない。	—	通信規格の実装はメーカーによって異なるため、動作検証の組合せの負担が大きい。
サービスロボット	安全性確保のためトレーサビリティ確保、ブラックボックス化の回避、認証取得など第三者によるチェックが必要である。	—	—
スマート家電	組込み系/サーバ系両方の開発知識、オープン化の技術動向に対応できるエンジニアを確保できない。	—	他社家電製品や、住宅設備機器、電気自動車等との接続に関して、メーカー責任分界点が明確になっていない。
自動車	新たな部品を導入する際の品質評価や影響範囲を特定することが難しい。	—	情報系がネットワークと接続する際のセキュリティ要件が明確になっていない。
鉄道（運行管理系）	システムの信頼性に関して、発注者間で明文化されたものはなく、両者の信頼関係に依存しているため、障害発生の際の責任の所在が不明である。	—	—
デジタル複合機	システムインテグレータによる複合機のカスタマイズやアプリケーション、ソリューションの開発に対して、品質の検証が十分に行われていない。	—	—
クラウドサービス	システム全体の品質は、クラウド事業者が提供する基盤に依存するため、インテグレータ単独ではシステム全体の信頼性を保証できない。	オープンクラウドとして OSS 導入が進んでいるが、OSS に対する品質管理、検証不十分である。	—

※1 「—」記号は、ヒアリング結果から課題として該当するものが存在しない意味

水平分業化に関わる課題は、該当する分野が多く、部品の検証や評価が十分できておらず、トレーサビリティが確保されていないことが挙げられる。供給者仕様決定型に関わる課題は、スマートフォン、ヘルスケア、クラウドサービスなどの特定の分野で挙げられており、OSS の導入により調達者による仕様決定、不具合修正など品質に関わるコントロールが効かなくなる点が特徴的である。ユーザ組合せに関しては、スマートフォン、自動車、ヘルスケア、スマート家電など特定の分野で課題が挙げられており、複数の提供者が関係し、責任範囲が不明確になる点が特徴的である。

6. 分析とまとめ

本章では、第3章欧州調査、第4章国内文献調査、第5章国内ヒアリング調査の結果を基に従来型産業分野の課題と対策、新しい産業分野で想定される課題と対策及び、ソフトウェアの高信頼化のための今後の取組みに関する提案についてまとめた。

6.1. 従来型産業分野の課題と対策

6.1.1. ポジション毎の課題と対策案の整理

分野毎の課題と対策の整理(5.2章)及びサプライチェーンにおけるポジションの関係(4.1, 4.2章)を基に、分野横断的にポジション毎に課題を整理した。主に発注側のポジションの課題であり受注側とともに取り組むべき課題を表 6-1 に、主に受注側のポジションの課題であり発注側とともに取り組むべき課題を表 6-2 に示す。

表 6-1 ポジション毎の課題と対策案(発注側のポジションの課題)

ポジション (発注側)	課題等	ポジション (受注側)	対策案
サービスプロ バイダ	異なる企業が提供するサービス・アプリをユーザが自ら組み合わせて利用するため、利用時の品質確保が難しい。	サービスプロ バイダ	<ul style="list-style-type: none"> ・動作保証、責任範囲の明確化と説明文書の作成 ・組合せ利用に関する障害、不具合情報に関する関係者間での共有
	異なる業界等のサービスプロバイダとの連携において、ソフトウェア開発の水準やサービス水準等、要求仕様に違いがある。	サービスプロ バイダ	<ul style="list-style-type: none"> ・連携する外部サービスとの契約において、サービス品質に関する要求事項の明記 ・第三者の評価による品質の見える化
	ネットワーク接続によるセキュリティリスクの増大に対して、リスク分析やセキュリティ対策機構の組み込みが十分でない。	ソフトウェア ベンダ セットメーカ	<ul style="list-style-type: none"> ・リスク分析による設計段階でのセキュリティ要件の明確化 ・脆弱性検査等の追加検証の実施や外部のセキュリティ検証サービス等の活用
システムイ ンテグレー タ	システムの信頼性に関して、ソフトウェアベンダやサービスプロバイダ、セットメーカとの間で責任の所在が明確ではなく、品質の保証も十分ではない。	ソフトウェア ベンダ セットメーカ	<ul style="list-style-type: none"> ・システムの信頼性に関する発注者受注者間での基準の策定、責任範囲の明確化
	インテグレータのカスタマイズ等の結果、システム全体の十分な検証が難しい場合がある。	ソフトウェア ベンダ セットメーカ	<ul style="list-style-type: none"> ・他社と連携した動作検証の方法の開発
セットメー カ	自動車やロボットでは、安全性確保のため、トレーサビリティ確保やブラックボックス化の回避、認証取得等が必要であり、新規部品・ソフトウェア改修等の開発の負荷が大きい。	ソフトウェア ベンダ	<ul style="list-style-type: none"> ・ソフトウェアの品質確保のための品質基準の共有、二次外注の制限、エビデンスの要求 ・部品をシステムに組み込んだ場合のシミュレーションによる検証技術の確立
ソフトウェ アベンダ	OSS 等オープン化されているソフトウェア等の利用がある場合、コントロールが効かず、検証が不十分となっている。	ソフトウェア 部品提供者	<ul style="list-style-type: none"> ・OSS を利用する事業者の連携、ユーザ団体等による OSS の技術検証や検証結果の情報共有 ・ユーザ団体等による影響力の強化

表 6-2 ポジション毎の課題と対策案(受注側のポジションの課題)

ポジション (受注側)	課題等	ポジション (発注側)	対策案
機器部品提供	システムが複雑に繋がっているため、新規開発した部品の場合、その部品を組み込むことによるシステムへの影響範囲が大きく、検証が難しい。	セットメーカー	・部品をシステムに組み込んだ場合のシミュレーションによる検証技術の確立
受託開発	高機能化、ネットワーク化によりソフトウェア規模の拡大に伴い、技術者が不足。機能の集約により機能の相関関係が複雑化し、拡張性、保守性等も低下している。	ソフトウェアベンダ	・ソフトウェアの共通プラットフォーム化、ドライバーの統一、インタフェースの統一
ソフトウェア部品提供	モジュールとして多くの事業者に提供している場合、セットメーカー、ソフトウェアベンダなどから機能更新ニーズ、不具合修正依頼が集中し、迅速な対応が難しい。	セットメーカー	・不具合及び脆弱性への対応方針の共有
		ソフトウェアベンダ	・不具合の影響、機能更新の効果などにより、修正の優先度を判断する手法の確立
サービス提供	国際認証に基づく検証の場合、評価者や認証会社毎に基準が異なっている。	セットメーカー ソフトウェアベンダ	・定期的な情報共有による評価基準の統一
	第三者検証サービス、テストエンジニアの地位が確立されておらず、スキルのある事業者が限られている。そのため、大規模な検証作業になった場合に、外部パートナー選定が難しい。	サービス提供	・外部パートナーの育成
ツール提供	ツールの信頼性について業界標準がなく、評価が難しい。	ソフトウェアベンダ等	・ツールの信頼性に関する業界全体での標準の検討

上記のポジション毎の課題と対策案の全体的な特徴をまとめると、ユーザへの一次提供者であるサービスプロバイダやシステムインテグレータなどについては、サービス連携やユーザによる組合せの自由度の増加に伴う課題がみられた。一方、それ以外のポジションのアプリケーション開発、受託開発等については、ネットワーク化、高機能化に伴い検証や開発など開発工程全般にわたる技術的な課題がみられた。

6.1.2. サプライチェーンの変化に基づく課題と対策案の整理

5.3 節に示した通り、分野全体の課題は多様であるが、これらの課題は、サプライチェーンの変化(4.2.4)に伴い生じる課題が多い。したがって、ここでは、5.3 節に示した課題をサプライチェーンの変化の観点で集約・整理するものとする。その結果が表 6-3 である。

表 6-3 従来型産業分野の課題と対策案

分類		課題の整理	企業の対策案（主なポジション）
従来産業	水平分業型への変化	安定した取引相手との信頼関係に依存できない状況において、発注側は、要求仕様の明確化と品質評価方法の確立が十分できていない。要求仕様に対して、サプライチェーンにおける企業をまたぐ品質確保、第三者による品質チェックが十分ではない。 （該当分野：自動車、クラウドサービス、サービスロボット、鉄道等）	<ul style="list-style-type: none"> 調達要件として、認証取得、外部検査サービスの適用等を検討し、第三者による評価に基づく説明責任を果たす。 （セットメーカ、サービスプロバイダ、ソフトウェアベンダ） 発注仕様に基づき、サプライチェーンにおけるトレーサビリティを確保するためのツールを活用する。また、継続的な保守・機能更新が必要なシステムについては、ブラックボックス化を避け、開発委託した成果物を調達者側で管理する。 （ソフトウェアベンダ、サービスプロバイダ、セットメーカ）
	供給者仕様決定型への変化	外部からの OSS 等の導入により、調達者が、仕様決定や不具合修正の優先付け等のコントロールが利きにくくなる。 （該当分野：スマートフォン、クラウドサービス、ヘルスケア等）	<ul style="list-style-type: none"> 内製から OSS 等への切替えにおいては、供給者による仕様変更、不具合対応の優先付け等に関するリスクや留意点を洗い出し、必要な品質確保の体制を検討する。 （セットメーカ、サービスプロバイダ、システムインテグレータ）
	ユーザ組合せ型への変化	ユーザ自ら製品・サービスを選択し、組み合わせて利用する形態が増え、利用時の品質を出荷時に想定し、検査することが難しくなり、品質確定のタイミングが開発段階から利用段階にシフトした。製品・サービスを提供する複数の企業の責任の所在が曖昧になった。組合せ利用によるセキュリティのリスクが増大した。また、利用者が連携時のリスクを十分に理解できていない。 （該当分野：スマートフォン、自動車、ヘルスケア等）	<ul style="list-style-type: none"> 組合せ利用におけるリスク分析を行い、それに基づき品質要求を明確化する。 組合せ利用における動作保証範囲、提供者の責任範囲を明確にし、利用者に対して注意喚起も含む、分かりやすい説明を行う。又は必要に応じて製品間の制御可否を行う仕組みを導入する。 （セットメーカ、サービスプロバイダ、システムインテグレータ等）
新しい産業分野	異なる分野の製品・システムは、要求仕様に関する考え方が異なるため、相互運用において予測しない障害が発生するリスクが高い。 （該当分野：スマートコミュニティ）	<ul style="list-style-type: none"> 連携する製品・システムを提供する企業間で、分野の用語及び開発プロセスを共通化し、それに基づきインタフェースを定義する。 	

上表においては、各セルには、5.3 節の課題のうち該当する分野の課題を示している。「企業の対策案（主なポジション）」は、課題に対して対策案を整理し、該当するポジションを記載した。

企業向けの対策を効果的に進めるためには、業界や国によるガイドラインや会議等の整備が期待されるものがある。水平分業型への変化に関しては、トレーサビリティ確保、認証取得、ブラックボックス化の回避など、従来の取組みを、サプライチェーンをまたぐ企業間に拡大して実施する対策が特徴である。供給者仕様決定型、ユーザ組合せ型への変化については、従来の取組みを採用するだけでなく、新たな対策の取組みが必要となる。

6.2. 新しい産業分野で想定される課題と対策案

4.3.3 において示した通り、新しい産業分野におけるソフトウェア開発の課題と対策案を整理したものが表 6-4 である。

表 6-4 新しい産業分野におけるソフトウェア開発の課題と対策案の整理

課題	対策案
異なる分野の機器と機器が繋がる場合、異業種間での要求仕様に関する考え方や記述レベルが異なるため、分野間での情報共有が難しい。	新しい産業分野では、ソフトウェア開発において、異業種間で「言葉」を共通化する必要がある。 例えば、モデリング言語などでシステム設計をし、異業種間での分野横断の要求仕様の共有をはかる。
リアルタイム制御系でソフトウェアの挙動を正確に把握することが困難である。またハードウェアとソフトウェアの振る舞いが複雑に絡み合っている。	ソフトウェアのみのシミュレーションでは無く、ソフトウェアとハードウェアからなる実験環境により検証及びシミュレーションを行う。 (モデルベース開発の適用)

このように新しい産業分野では、ソフトウェア開発において、異業種間での共通の言葉が求められる。また、リアルタイム及びハードウェアとソフトウェアの連携をソフトウェアのなるべく上流で検証できると良く、またセーフティとセキュリティを確保するための手法・技術の検証ができると良いので、これらがモデルベース開発を適用することで解決されることが期待される。

7. おわりに

近年のソフトウェア及びシステムの多機能化／高度化、ネットワークを介しての異分野の機器・システム・サービスの接続などに伴うソフトウェア開発における取引構造（サプライチェーン）の変化で、当初は想定していない障害の発生や、障害が発生した場合の影響範囲の拡大が予測できないなど利用者の安全・安心に関わる信頼性の確保が今後の重要な課題となる。

本調査では、従来型産業分野のサプライチェーンと課題を明確化すると共に、その対策、効果を把握し、さらに新たな産業分野のサプライチェーンを推定し、その課題を抽出することにより、それぞれの産業分野でソフトウェアの信頼性の見える化のために取り組むべきことを明確化した。

製品・サービスを提供する企業において、機器やシステムを組み合わせる新たな融合サービスを提供する際に、留意しなければならない事項として本報告書が活用されることを期待する。

また、IPA/SEC では今回の調査結果で明らかとなった課題とその対策をベースに、ソフトウェアの信頼性の見える化を更に推進する予定である。

謝辞

本調査にあたり、ヒアリングによって有用な情報をご提供頂いた皆様に謝意を表す。

IPA/SEC 関係者一同