



大型製品システム開発の外部委託マネジメントー日本 の鉄道車両開発の事例研究ー

北林, 孝顕

(Degree)

博士 (経営学)

(Date of Degree)

2018-03-25

(Date of Publication)

2019-03-01

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲第7100号

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1007100>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



博士論文

大型製品システム開発の外部委託マネジメント
—日本の鉄道車両開発の事例研究—

平成 30 年 1 月 22 日 提出
神戸大学大学院経営学研究科
所属研究室 梶原武久研究室
現代経営学専攻
学籍番号 091B402B
氏名 北林孝顕

目次

第1章 序論.....	1
1.1 問題意識と本論文の主題.....	1
1.2 本研究の構成.....	9
第2章 先行研究レビュー.....	10
2.1 日本の自動車開発.....	10
2.2 産業・製品特性と製品開発マネジメント.....	12
2.3 大型製品システム開発.....	13
2.4 開発業務の外部委託マネジメント.....	16
2.4.1 境界の設定.....	17
2.4.2 パートナー選択.....	20
2.4.3 ガバナンス選択.....	22
2.4.4 組織間調整.....	24
2.5 先行研究の限界.....	27
第3章 調査デザイン.....	30
3.1 分析の枠組み.....	30
3.2 分析デザイン.....	31
3.3 調査対象.....	32
3.4 調査方法.....	37
3.5 分析の進め方.....	38
第4章 日本の鉄道車両開発の事例研究.....	40
4.1 鉄道事業者W社のW1系開発プロジェクト.....	40
4.1.1 プロジェクトの概要.....	40
4.1.2 開発戦略.....	40
4.1.3 開発体制.....	41
4.1.4 開発プロセス.....	43
4.1.4.1 コンセプト作成.....	44
4.1.4.2 製品基本計画.....	44
4.1.4.3 製品エンジニアリング.....	46
4.1.5 開発業務の外部委託マネジメント.....	49
4.2 鉄道事業者X社のX2系開発プロジェクト.....	50
4.2.1 プロジェクトの概要.....	50

4.2.2	開発戦略	50
4.2.3	開発体制	51
4.2.4	開発プロセス	52
4.2.4.1	コンセプト作成	53
4.2.4.2	製品基本計画	54
4.2.4.3	製品エンジニアリング	54
4.2.5	開発業務の外部委託マネジメント	58
4.3	鉄道事業者Y社のY3系開発プロジェクト	59
4.3.1	プロジェクトの概要	59
4.3.2	開発戦略	59
4.3.3	開発体制	60
4.3.4	開発プロセス	61
4.3.4.1	コンセプト作成	62
4.3.4.2	製品基本計画	62
4.3.4.3	製品エンジニアリング	63
4.3.5	開発業務の外部委託マネジメント	67
4.4	鉄道事業者Z社のZ4系開発プロジェクト	67
4.4.1	プロジェクトの概要	67
4.4.2	開発戦略	67
4.4.3	開発体制	69
4.4.4	開発プロセス	70
4.4.4.1	コンセプト作成	71
4.4.4.2	製品基本計画	72
4.4.4.3	製品エンジニアリング	72
4.4.5	開発業務の外部委託マネジメント	75
第5章	考察	77
5.1	広範な開発業務の外部委託マネジメントの特徴	78
5.1.1	境界の設定	79
5.1.2	パートナー選択・ガバナンス選択	81
5.1.3	組織間調整	82
5.1.4	広範な開発業務の外部委託マネジメントの難しさ	86
5.2	広範な開発業務の効果的な外部委託マネジメント	87
5.3	広範な開発業務の外部委託を効果的にマネジメントするために必要な知識	92

第6章 結論と今後の展望	98
6.1 本研究の要約と結論	98
6.2 学術的貢献	100
6.3 実践的貢献	101
6.4 本研究の限界と今後の研究課題	103
参考文献	105
添付資料1 新型車両開発プロジェクトリスト	113
添付資料2 インタビュー調査面会者リスト	118
添付資料3 日本の鉄道車両開発の実態に関するインタビュー・ガイドライン	120
添付資料4 開発業務の外部委託マネジメントに関するインタビュー・ガイドライン	123

第1章 序論

1.1 問題意識と本論文の主題

本研究では、大型製品システム開発における開発業務の外部委託の効果的なマネジメント手法について研究を行う。

近年、製品開発における開発業務の外部委託が増えてきており、その重要性が増している (Amaral and Parker, 2008; Eppinger and Chitkara, 2006)。

一般的な外部委託は企業にとって中核ではない業務、つまり、間接業務などの周辺業務が対象の中心であった (島田, 1996)。しかし、開発業務の外部委託は中核業務¹の外部委託である。企業にとって本来的に重要であった業務を外部に委ねることは容易ではない (Quinn, 2000)。開発業務の外部委託に際して、委託する側 (以下、バイヤーと呼ぶ) にとって、様々なプロセスを取り仕切り、外部委託先 (以下、サプライヤーと呼ぶ) とコミュニケーションを図り、重要な細部に関する情報を把握する必要がある。その結果として、目標の不一致、予期せぬライバル意識、お粗末なバージョン管理といった点が原因で、開発業務の外部委託の多くは不振にあえいでいるか、あるいは頓挫していると言われる (Amaral and Parker, 2008)。

外部委託マネジメントに関する先行研究では、その困難性が認識され、効果的なマネジメント手法に関して議論が蓄積されてきた。しかし、過去の研究の多くが、周辺業務や間接業務を対象とするものであり、中核業務に関わる開発業務の外部委託に対して、安易に適用されることは妥当ではない。なぜなら、開発業務は周辺業務や間接業務と比べて、複雑で、かつ専門的なスキルを要するため、その外部委託にはより高度なマネジメントが必要となるからである (Quinn, 2000)。また、中核業務としての開発業務の外部委託は、比較的新しい現象であるため、十分に研究の蓄積があるとは言えず、知識ギャップが存在している (Anderson et al., 2007)。

本研究では、大型製品システム開発を調査対象としている。大型製品システムとは、産業財、高付加価値製品、コントロールシステム、ネットワーク、都市などの高コストで技術集約的な製品、システム、ネットワーク、契約の総称である (Hobday, 1998)。具体的には、ばら積み船、旅客機、高速鉄道、電信管理システム、貨物積み下ろしシステム、衛星システム、原子力発電所、化学工場などが挙げられる。大型製品システムの特徴としては、価格が高い、生産量が少ない、部品点数が多い、技術新規性が高い、最終製品や部品のカスタム度が高いといった点が挙げられる (Hobday, 1998; Hobday et al., 2005)。大型

¹ 中核業務とは、開発・設計、製造、物流、営業といった直接業務など、周辺業務と比べて、より複雑で、より専門的なスキルを要する業務を指す (島田, 1996)。

製品システムは、多くの部品や機器で構成されているため、開発業務すべてを自社で担当することは困難であり、その多くを外部委託せざるを得ない。中でも、鉄道車両開発における開発業務の外部委託には、自動車や電気機器などの他の産業と比較して、構造面の設計統合化を含む広範な開発業務がサプライヤーである鉄道車両メーカーに委託されるため²、サプライヤーの裁量の程度が大きい点や、しばしば競合関係にあるサプライヤー同士の協働によって開発業務が遂行される³点などの特徴がある。これらの特徴は、鉄道車両開発における開発業務の外部委託に伴うリスクを増大させるとともに、効果的にマネジメントすることを困難にするものと推察される。特に、鉄道車両開発において、バイヤーである鉄道事業者の多くは自社専用のインフラを所有している。このため、バイヤーにとって、自社専用のインフラに合うように使い勝手が良く、故障の少ない鉄道車両を開発することは重要な業務である。以上の問題意識から、本研究では、鉄道車両開発を素材として、広範な開発業務の外部委託における効果的なマネジメント手法を明らかにする。具体的には、以下3つの研究課題を明らかにすることを目的とする。

研究課題 1：広範な開発業務の外部委託マネジメントの特徴は何か

研究課題 2：広範な開発業務の外部委託において、高いカスタム度の実現に効果的なバイヤーのマネジメント行動とはどのようなものか

研究課題 3：広範な開発業務の外部委託において、なぜバイヤーは高いカスタム度の実現に効果的なマネジメント行動をとることができるのか

研究課題 1 は、広範な開発業務の外部委託マネジメントの特徴は何かである。広範な開発業務の外部委託とは、バイヤーが開発対象製品システム全体、もしくはその大部分の設計統合化を含む開発業務をサプライヤーに外部委託していることを指す。一方、広範ではない、部分的な開発業務の外部委託⁴とは、設計統合化の主体であるバイヤーが、開発対象製品システムの一部の部品や機器の開発業務をサプライヤーに外部委託していることを指

² 設計統合化には、構造面と機能面がある（武石, 2003）。構造面の設計統合化とは、開発対象製品システム内における部品間の配置上の調整であり、機能面の設計統合化とは、開発対象製品システム内における部品間の機能・性能上の調整である。設計統合化の詳細については、「3.3 調査対象」を参照されたい。

³ 競合関係にあるサプライヤー同士の協働を促進する難しさとその克服方法については、北林（2017）を参照されたい。

⁴ 例えば、設計統合化の主体である自動車メーカーが、新しいタイプの乗用車を開発するために、一部の部品や機器の開発業務をサプライヤーに外部委託していることを、部分的な開発業務の外部委託と呼んでいる。

す。本研究の目的は、広範な開発業務の外部委託における効果的なマネジメント手法を明らかにすることにあるが、それを明らかにしようにも、そのマネジメントに何か特徴があるのか、部分的な開発業務の外部委託マネジメントと比べて何が難しいのかが明らかになっていない。また、広範な開発業務の外部委託マネジメントの特徴を明らかにするために、部分的な開発業務の外部委託マネジメントと比較しようにも、調査対象である鉄道車両開発の実態が明らかになっていない。本研究では、鉄道車両開発の実態を記述し、それと部分的な開発業務の外部委託マネジメントを比較することによって、その特徴を明らかにする⁵。

研究課題2は、広範な開発業務の外部委託において、高いカスタム度の実現に効果的なバイヤーのマネジメント行動とはどのようなものである。カスタム度とは、製品仕様において個別顧客のニーズへの適応度を高めた結果を意味する（高嶋・南，2006）。鉄道車両開発において、バイヤーはより良い輸送サービスを提供するために、自社のサービスに適合した、使い勝手の良い鉄道車両を開発する必要がある。また、バイヤーは自社専用のインフラを所有しているため、性能や安全性に関わる部分については、自社専用のインフラに合うように車両をカスタマイズする必要がある。鉄道車両開発においては、寡占市場というバイヤー・サプライヤー間の裏切りが比較的生じにくい状況の中で、バイヤーはサプライヤーとの開発に関する情報ギャップによって生じる彼らの機会主義的行動をマネジメントしながら、カスタム度の高い鉄道車両を開発しなければならない。しかし、すべてのバイヤーが、カスタム度の高い鉄道車両を開発できているわけではない⁶。本研究では、バイヤーからの評価が高かった鉄道車両開発プロジェクトと低かったプロジェクトの彼らのマネジメント行動を比較することによって、広範な開発業務の外部委託において、高いカスタム度の実現に効果的だと思われる複数の要因を特定する。

研究課題3は、広範な開発業務の外部委託において、なぜバイヤーは高いカスタム度の実現に効果的なマネジメント行動をとることができるのかである。本研究で着目するのはマネジメントのベースにある知識管理のあり方である。資源ベース理論によると、開発業務を外部委託すると、それらの業務に関する知識を失い、コントロールしにくくなるとい

⁵ 鉄道車両は鉄道システムの一部であるため、そういう意味で、鉄道車両開発において、バイヤーはサプライヤーに部分的な開発業務を外部委託していると捉えることもできる。しかし、本研究では、新しく開発する範囲を開発対象製品システムと呼んでいる。このため、鉄道車両開発においては、開発対象製品システム全体が新型鉄道車両であり、その開発業務の大部分をサプライヤーに外部委託している事例であると捉えている。

⁶ 鉄道事業者や鉄道車両メーカーの開発担当者へのインタビューによる。

った本質的な問題が生じると言われる⁷ (Anderson and Parker, 2002)。また、過去の研究は、この問題を解決するためには、設計統合化を担当することによって身につく統合知識を活かして、開発の主導権を握ることが重要であると指摘している(武石, 2003)。しかし、その設計統合化を含む広範な開発業務を外部委託し、統合知識を獲得しにくい状況において、バイヤーはどのような知識を持ち、それをどのように活かして開発の主導権を握っているのかについては、十分に研究の蓄積があるとは言えず、知識ギャップが存在している。その知識ギャップを埋めるために、本研究では、広範な開発業務の外部委託において、高いカスタム度を実現しているバイヤーが有する知識やそれを維持する仕組みを特定し、それらと研究課題2で特定したマネジメント行動群との関係を分析する。

本研究の発見事実を先取りすると、以下の3点が挙げられる。

1 つ目は、広範な開発業務の外部委託においては、部分的な開発業務の外部委託と比べると、バイヤーが設計統合化に関与しにくく、かつ開発スケジュールをコントロールしにくいという状況が生まれる点である。これらの点は、広範な開発業務の外部委託の中でも、構造面の設計統合化を外部委託することによって、仕様決定と設計統合化を担当する組織が分かれる場合に生じる難しさである。このような場合、上述の2点を克服することが外部委託成功の鍵となる。

2 つ目は、広範な開発業務の外部委託において、高いカスタム度の実現に効果的なバイヤーのマネジメント行動としては、コア部品⁸の直接コントロール、タイムリーな仕様決定、機器間インターフェイス情報の入念なチェックといった複数の要因が挙げられる点である。コア部品の直接コントロール、タイムリーな仕様決定、機器間インターフェイス情報の入念なチェックというマネジメント行動は相互に関連し合っており、これら3つの行動が機能すれば、設計統合化と開発スケジュールのコントロールという広範な開発業務の外部委託における2つの課題を克服することができ、高いカスタム度を実現することが可能になると考えられる。

3 つ目は、コア部品知識、過去の不具合情報、使い勝手の知見という3つの知識が、高いカスタム度の実現に効果的なバイヤーのマネジメント行動を支えている点である。これ

⁷ 資源ベース理論は、企業をユニークな経営資源の集まりとみなし、他社に類比できない経営資源が競争優位の源泉であると捉える理論である(Barney, 1991)。資源ベース理論は模倣困難で移動不可能な能力が企業に持続的な競争優位をもたらすことを前提としている(Hamel and Prahalad, 1994)。取引コスト理論が取引コストと内部コストの総和の最小化に注目するのに対して、資源ベース理論は経営資源の交換と活用による価値の最大化に注目している。

⁸ コア部品とは、製品システムの性能や安全に直結する主要部品や機器を指す。

らの知識が必要な理由としては、構造面の設計統合化を含む広範な開発業務を外部委託している点と共に、鉄道事業者が他者への販売目的で製品システムや部品や機器の開発業務をサプライヤーに外部委託しているバイヤー（以下、メーカーと呼ぶ）ではなく、自社にて使用する目的で製品システムや部品や機器の開発業務をサプライヤーに外部委託しているバイヤー（以下、ユーザーと呼ぶ）である点が影響している。ユーザーにとっては、製品システムを開発するための知識よりも、製品システムを使いやすく、かつ安定的に使用することができるための知見の方が重要である。したがって、鉄道車両開発においても、ユーザーである鉄道事業者は、使いやすく、かつ安定的に使用することができる鉄道車両を開発するために、統合知識や部品知識の中でも、性能や安全に直結する主要機器の性能に関する知識や過去の不具合情報や使い勝手に関する知見を大事にしていると考えられる。

本研究の学術的貢献としては、大きく3つあると考えている。1つ目は、広範な開発業務の外部委託に着目し、高いカスタム度の実現に効果的なバイヤーのマネジメント行動とそれを支える要因を明らかにした点である。開発業務の外部委託マネジメントに関する先行研究において、まとまった仕事をサプライヤーに任せるのがよいという議論と、サプライヤーに任せ過ぎるとそれらに関する知識を失い、コントロールしにくくなるという議論が対立している。例えば、藤本（1997）は、バイヤーが関連する仕事群を一つのサプライヤーに一括して委託し、かつ早くからサプライヤーを開発に巻き込むことが、サプライヤーが長期的にまとめ能力を蓄積することにつながると指摘している。一方、武石（2003）は、サプライヤーが長期的にまとめ能力を蓄積していくと、バイヤーの部品専門知識や製品統合能力が失われていくという別の問題が生じることを指摘している。この問題に対し、武石（2003）は、バイヤーはまとまった仕事をサプライヤーに任せつつも、設計統合化を幅広く担当することによって、統合知識を獲得、維持することが重要であると指摘している。しかし、過去の研究は、自動車産業を中心に、設計統合化の主体であるバイヤーが、開発対象製品システムの一部の部品や機器の開発業務をサプライヤーに外部委託している状況に焦点を当てており、その設計統合化を外部委託している状況にはあまり触れていない。本研究は、開発業務の外部委託において、まとまった仕事をサプライヤーに任せても、製品システムのオペレーションやメンテナンス業務、改造工事の内製化といった設計統合化以外の業務を通して開発に必要な知識を獲得することができるという新たな知見を提供している。

2つ目は、大型製品システム開発において、開発業務を外部委託しているユーザーによる知識管理のあり方を示した点である。大型製品システム開発を成功させるためには、ユ

ユーザーであってもメーカーであっても、バイヤー側である種の知識を維持しておくことが重要である。しかし、両者ではその開発目的や開発での役割が異なるため、知識管理のあり方についても異なることが推察される。Flowers (2007) は、大型製品システム開発において、ユーザーはメーカーと比べて開発頻度が少ないため、開発に必要な知識を維持することが難しいと指摘している。また、彼は、大型製品システム開発において、ユーザーは開発に必要な知識を外部のメーカーやコンサルタントに頼ることが多いため、自ら担当している業務以上の知識を持つことができていない傾向にあると指摘している。しかし、過去の研究は、大型製品システム開発においては、事業環境から生じるニーズを伝達するユーザーの存在が重要であると指摘しているにもかかわらず、メーカー視点の研究に偏っており、ユーザーによる知識管理に関する知見が不足している。本研究では、開発業務を外部委託しているユーザーに着目し、彼らが主要機器を直接手配する制度やメンテナンス業務・改造工事の内製化といった仕組みを通して獲得した知識を開発専門部隊に集約することによって、開発に必要な知識を維持しているというユーザーによる知識管理のあり方の一例を示している。

3 つ目は、日本の鉄道車両開発マネジメントの実態を記述した点である。大型製品システム開発に関する先行研究を見る限り、大量輸送能力や安全性という点で世界トップクラスと評価されている日本の鉄道⁹のキーコンポーネントである鉄道車両の開発実態を記述している研究は少ない。特に、技術的・工学的ではなく、社会科学的な視点で日本の鉄道車両開発マネジメントの実態を詳細に記述している研究はない¹⁰。鉄道事業者にとって、鉄道車両は本業に必要な大型製品システムであるため、その開発は重要な業務である。しかし、鉄道車両は多くの部品や機器で構成されているため、開発業務すべてを自社で担当するのは困難である。このため、鉄道事業者は広範な開発業務をサプライヤーである鉄道車両メーカーに外部委託せざるを得ない状況にある。鉄道車両開発においては、寡占市場という比較的裏切りが生じにくい状況の中で、鉄道事業者は鉄道車両メーカーとの開発に関する情報ギャップによって生じる彼らの機会主義的行動を効果的にマネジメントしながら、上手に開発を進めてはいるが、すべてのプロジェクトでうまくいっているわけではな

⁹ 日本の鉄道の大量輸送能力や安全性が世界トップクラスである点については、溝口 (2010) を参照されたい。

¹⁰ 2015年11月15日現在、鉄道車両の開発に関する既存研究について、文献データベース CiNii で、鉄道、製品開発を検索すると、1994年から2013年までに該当する論文は15本存在する。しかし、すべてが技術・工学的な内容の論文である。また、Web of Science Core Collection で、Rolling Stock, Product Development を検索すると、同期間に該当する論文は31本存在するが、この中にも日本の鉄道車両開発に関する論文は無く、そのほとんどが技術・工学的な内容の論文である。

い。効果的にマネジメントできないと、カスタム度の高い鉄道車両を開発できないだけでなく、車両手直し等による納入遅延、鉄道車両メーカーからの追加費用の発生、次回車両発注時における開発費用の増加などの問題が鉄道事業者側に生じる。これは技術的・工学的な問題ではなく、組織的な問題が原因である。本研究は、社会科学的な視点で、日本の鉄道車両開発マネジメントの実態を記述したことによって、これらの組織的な問題を分析可能にしている。

また、本研究には、実践的貢献もある。本研究は、開発業務を外部委託しているバイヤーに対して、専門性が高く、信頼できるサプライヤーであったとしても、カスタム度の高い製品システムを開発するためには、任せ過ぎはよくないという実践的な示唆を与えてくれる。藤本（1997）は、バイヤーが価値連鎖に沿った互いに関連した仕事群を一つのサプライヤーに一括して委託し、一方でサプライヤーが長期的にまとめ能力を蓄積することによって、製品システムのコストダウンや品質向上を達成できていると指摘している。しかし、本研究の結果は、まとめて任せ過ぎると、バイヤーは設計統合化に関与しにくくなり、カスタム度の高い製品システムを開発しにくくなる可能性があることを示唆している。実際、欧州における鉄道事業者の一部は、ある時期から機電一括方式で鉄道車両メーカーに鉄道車両の開発業務を外部委託し始めた結果、彼らをコントロールできなくなり、今では彼らの開発した標準型車両を購入せざるを得なくなったと言われる（溝口、2010）。したがって、開発業務の外部委託において、カスタム度の高い製品システムを開発するためには、バイヤーはサプライヤーにある程度はまとめて任せつつも、コア部品の直接コントロール、タイムリーな仕様決定、機器間インターフェイス情報の入念なチェックといったマネジメント行動には深く関与しておくことが重要である。

また、本研究は、大型製品システム開発において、広範な開発業務を外部委託しているバイヤーに対して、実践的な示唆を与えてくれる。大型製品システムは、多くのカスタマイズされた部品や機器で構成されているため、開発業務すべてを自社で担当するのは困難である。このため、大型製品システムを開発する企業は、広範な開発業務を専門のサプライヤーに外部委託せざるを得ない。本研究は、構造面の設計統合化を含む広範な開発業務を外部委託しているバイヤーに対して、主要機器を直接手配したり、タイムリーに仕様を決定したり、機器間のインターフェイス情報の入念にチェックしたりといった、カスタム度の高い製品システムを開発するために効果的なマネジメント行動を具体的に示している。

さらに、本研究は、大型製品システム開発において、広範な開発業務の外部委託を効果的にマネジメントするためには、コア部品知識、過去の不具合情報、使い勝手に関する知

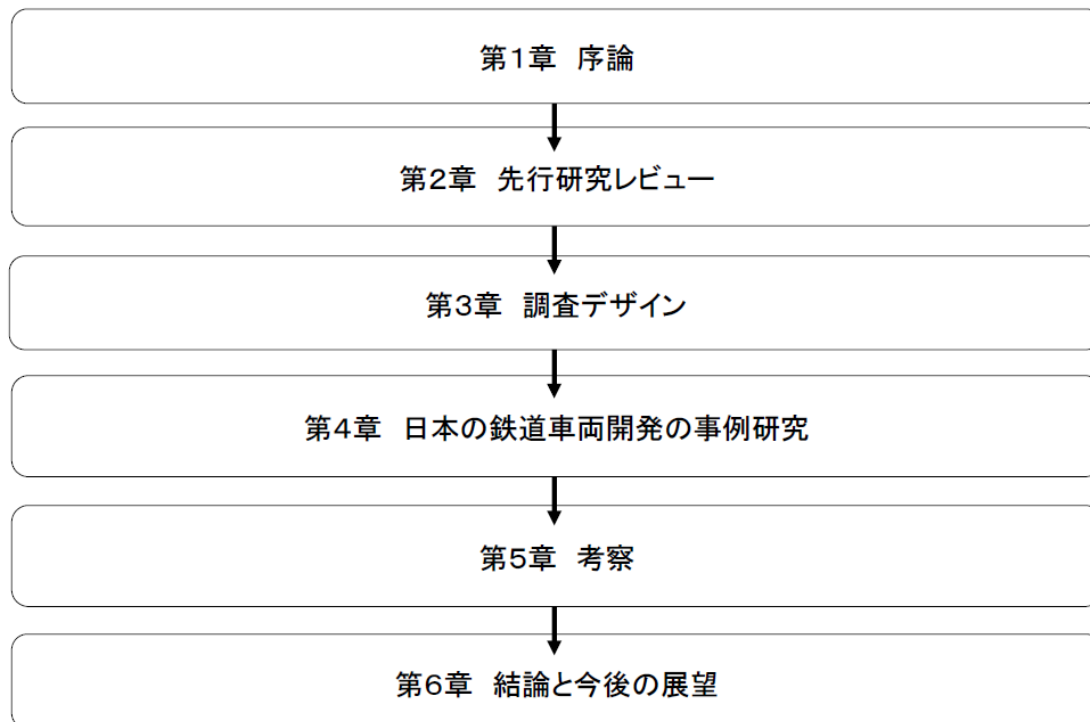
見といった 3 つの知識を獲得し、それを維持することが重要であると示している。特に、これらの知識の中でも、製品システムのオペレーションやメンテナンス業務を担当することによって獲得できる過去の不具合情報や使い勝手に関する知見は重要である。広範な開発業務を外部委託しているバイヤーは、過去の不具合情報や使い勝手に関する知見を集約し、これらを製品システムの基本仕様や基本計画にしっかりと反映させることによって、たとえ構造面の設計統合化を含む広範な開発業務を外部委託したとしても、使い勝手が良く、かつ故障の少ない製品システムを開発させることが可能となる。カスタム度の高い製品システムを開発するためには、広範な開発業務を外部委託しているバイヤーは、過去の不具合情報や使い勝手に関する知見を集約・蓄積する仕組みや組織と、これらの知識を製品システムの基本仕様や基本計画に反映させるための開発プロセスをサプライヤーと協力しながら構築していく必要がある。

最後に、本研究は、大型製品システム開発において、広範な開発業務を外部委託しているバイヤーの中でも、開発頻度が少ないことを理由に十分な開発専任部隊を設置できないバイヤーに対しても、実践的な示唆を与えてくれる。開発頻度が少ないにもかかわらず、開発専任部隊を設置することの問題点としては、開発プロジェクトが無い期間に開発専任部隊の業務が無くなる点が挙げられる。その際の有効な手段としては、開発プロジェクトが無い期間は、開発専任部隊に製品システムのオペレーションやメンテナンス業務、改造工事などを担当させることである。このように開発専任部隊と製品システムのオペレーション、メンテナンス業務、改造工事業務に関する部門との兼務、もしくは柔軟なローテーションを行うことによって、たとえ開発頻度が少なくても、コア部品知識、過去の不具合情報、使い勝手の知見などを獲得、維持し続けることが可能となる。そして、新しい製品システムの開発が決まった段階で、彼らを開発専任部隊に呼び戻し、開発プロジェクトを担当させることによって、コア部品の直接コントロール、タイムリーな仕様決定、機器間インターフェイス情報の入念なチェックといったマネジメント行動に深く関与することが可能となる。

1.2 本研究の構成

本研究の構成は以下の通りである（図 1.2.1）。

図 1.2.1 本研究の構成



（筆者が作成）

第2章では、大型製品システム開発や開発業務の外部委託マネジメントに関する先行研究レビューを行う。過去の研究がどのような議論をしてきたのかを整理した上で、その限界を明らかにする。第3章では、調査デザインとして、分析の枠組み、分析デザイン、調査対象、調査方法、分析の進め方を示す。第4章では、企業内部資料やインタビュー調査から得られたデータをもとに、鉄道事業者W社（匿名）のW1系開発プロジェクト（仮称）、鉄道事業者X社（匿名）のX2系開発プロジェクト（仮称）、鉄道事業者Y社（匿名）のY3系開発プロジェクト（仮称）、鉄道事業者Z社（匿名）のZ4系開発プロジェクト（仮称）における開発業務の外部委託マネジメントの実態を記述する。第5章では、鉄道車両開発における開発業務の外部委託マネジメントの共通点や相違点を抽出し、それらを比較・分析することによって、広範な開発業務の外部委託マネジメントについて考察する。そして、最終となる第6章では、博士論文の内容を要約した上で、本研究の貢献、本研究の限界と今後の研究課題を述べる。

第2章 先行研究レビュー

本章では、広範な開発業務の外部委託における効果的なマネジメント手法を明らかにする上で参考になる開発業務の外部委託マネジメントに関する先行研究レビューを行う。過去の研究がどのような議論をしてきたのかを整理し、開発業務の外部委託マネジメントに関する研究課題を特定する。

はじめに、広範な開発業務の外部委託マネジメントの特徴を明らかにすることを目的に、鉄道車両開発の実態と先行研究の蓄積豊富な自動車開発マネジメントを比較するために、日本の自動車開発に関する先行研究をレビューする。次に、製品特性が製品開発マネジメントに与える影響を理解するために、製品特性と製品開発マネジメントに関する先行研究をレビューする。次に、消費財開発とは異なる特徴を有すると言われる大型製品システム開発の特徴を理解するために、大型製品システム開発に関する先行研究をレビューする。次に、過去の研究が、開発業務の外部委託における効果的なマネジメント手法について、何を明らかにしてきたのかを理解するために、開発業務の外部委託マネジメントに関する先行研究をレビューする。そして、本章の最後には、先行研究の限界を指摘する。

2.1 日本の自動車開発

日本の自動車開発は、国際競争力の高い日本産業の代表格として、多くの研究者から注目を集めてきた（Clark and Fujimoto, 1991; 延岡, 1996; Aoshima, 1996; 浅沼, 1997; 藤本, 1997; 武石, 2003; 石井, 2003; 藤本・延岡, 2006; 石井, 2013 など）。自動車には、ブランド差別化の進んだ国際寡占商品、高価な耐久消費財、構造的に複雑な加工組立製品、機能的にも複雑な製品といった製品特性がある。その自動車の開発は、製品レベルの国際競争激化、競争環境の不確実化・不安定化、消費者ニーズの根本的多様化、消費者ニーズの洗練化・複合化といった厳しい競争環境の中で、国際的にトップクラスの製品開発力を持ち続けること、つまり、速い開発スピード、高い開發生産性、高い総合商品力の三拍子揃うことが求められる点に難しさがある（Clark and Fujimoto, 1991）。過去の研究は、これらの難しさを克服している日本の自動車メーカーによる開発には、以下のような特徴があると指摘している。

第1に、オーバーラップ型開発である。オーバーラップ型開発とは、例えば、詳細設計と生産準備といった本来は縦につないでいくべき開発段階をオーバーラップさせて同時並行的に進めることである（Clark and Fujimoto, 1991）。日本企業は欧米企業よりも大胆にオーバーラップを行っており、これが開発期間短縮に貢献していた。これを支えてきたの

は、上流段階と下流段階とが互いに不完全な情報を頻繁に交換し、それを手掛かりに相手の動きを予測しあって相互適応することであった。その前提としては、曖昧情報の処理能力、完全主義や日和見主義の克服、開発と生産の相互信頼関係、部門間調整メカニズムの発達などがある（藤本, 1997）。

第2に、フロントローディングである。フロントローディングとは、開発初期の段階でより多くの問題解決サイクルをあらかじめ回しておくことによって、開発後半におけるより手間のかかる設計変更の繰り返し回数を減らすという方法である（延岡, 2006）。製品開発の達人の域にある日本企業は、オーバーラップ型開発やフロントローディングなどを上手に組み合わせ、高い製品開発パフォーマンスを実現してきた（藤本, 1997）。これに対し、1990年中盤以降、欧米企業は日本企業に追いつくべく、3次元CADなどのツールを活用したフロントローディングを実施してきた。しかし、試作品完成以前の図面の段階で、部門横断的なデザインレビューによって統合性のチェックを実施するなど、日本企業がフロントローディングを更に深化させたので、結果的に日本企業に追いつくことができていないことが確認されている（藤本・延岡, 2006）。

第3に、重量級プロダクトマネジャーの存在である。重量級プロダクトマネジャーとは、製品ごとに開発組織の内部統合（プロジェクトチームを通じた部門間調整）と外部統合（コンセプトを媒介とする開発プロセスと将来市場との統合）を同時に、かつ強力に推進する責任者である（Clark and Fujimoto, 1991）。つまり、重量級プロダクトマネジャーとは、強力なプロジェクトコーディネーターとコンセプト推進役を兼ねているプロジェクト専任の開発責任者である。重量級プロダクトマネジャーには、開発のみならず、生産や営業などを含む幅広い分野での部門間調整、製品コンセプトの創造や具体化、基本仕様・コスト目標・レイアウト・主要部品の方式選択などの権限が与えられている。重量級プロダクトマネジャーの多くが、幅広い技術的知識や顧客の曖昧なニーズを解読する能力、将来市場に対する想像力などを有しており、主に積極的な課題解決や直接的・間接的コミュニケーションに時間を割いている。優れた自動車メーカーが製品と開発組織の首尾一貫性を同時に実現することができたのは、この重量級プロダクトマネジャーの存在が大きかった（藤本, 1997）。

第4に、部品サプライヤーの開発力の活用である。この部品サプライヤー開発力の活用に関する研究蓄積は多い（浅沼, 1997; 藤本, 1997; 延岡, 1999; 酒向, 1998; 近能, 2002 ほか）。例えば、日本のサプライヤー管理に関する代表的な研究の一つに浅沼（1997）がある。浅沼（1997）は、自動車メーカーと部品サプライヤーの関係性について、日米間の比

較を行っている。分析の結果、開発の早期からのサプライヤーの関与、価格引き下げ圧力とサプライヤーの協力、サプライヤーによる部品改善提案とそのインセンティブ、サプライヤーの供給責任と品質保証責任、評価と競争を伴う長期的関係、フレキシブル生産システムといった点が、日本の自動車メーカーによるサプライヤー管理の特徴であり、国際舞台の中での競争力を獲得する上で重要な要因であったことを示している。

2.2 産業・製品特性と製品開発マネジメント

日本企業における製品開発の産業間比較を幅広く行った研究に藤本・安本（2000）がある。本節では、この藤本・安本（2000）のレビューを行い、産業・製品特性が製品開発マネジメントに与える影響について整理する。

藤本・安本（2000）は、自動車開発に関する研究で得られた知見が他の産業でも通用するのかという問題意識のもと、産業横断的な製品開発の比較分析を行っている。彼らは、携帯電話端末、カラーテレビ、スーパーコンピュータ、医薬品、合成樹脂、ビール、化粧品、ゲームソフト、毛織物・アパレルといった9つの産業における製品開発の事例研究と、衣料・繊維、食品・飲料品、薬品・生物、消費者向け化成品、産業向け化成品・素材、ソフト・システム、消費者向け電子・電器、電子部品、事業者向け精密機器、乗用車・バイク、機械部品、産業向け機械・設備といった12の産業、203社への質問票調査の両面から、多義性¹¹、複雑性¹²、不確実性といった3つの産業・製品特性と製品開発マネジメントとの関係を分析している。分析の結果、産業・製品特性と製品開発マネジメントとの間にいくつかの関係があることが発見された。その中でも、前節でとり上げた日本の自動車開発マネジメントに関連していた点は以下の3点である。

第1に、ニーズの多義性が高く、かつ製品の複雑性が高い特徴を持つ産業における製品開発においては、重量級プロダクトマネジャーがプロジェクトを統合的にまとめ上げている傾向にあるという点である。製品が複雑である点を反映して、開発プロジェクトチームが比較的大きくなっているため、これを内部統合する開発リーダーの役割が大きくなっていく。また、ニーズの多義性が高いため、製品コンセプトを通じた顧客の外部統合も重要となってくる。これは自動車開発に代表されるような重量級プロダクトマネジャーが活躍するパターンである。

第2に、ニーズの多義性が低い、もしくはニーズの不確実性が低い特徴を持つ産業にお

¹¹ 多義性とは、開発者にとって、ある記号が複数の意味を指示すること、また、ある現実状態を複数の意味に解釈できることである（藤本・安本, 2000）。

¹² 製品開発における複雑性の本質や要因などについては、藤本（2013）を参照されたい。

ける製品開発においては、問題発見・解決のオーバーラップが行われる傾向にあるという点である。ニーズがある程度特定しやすい分野では、問題を早めに特定し、解決することが可能になるため、開発と生産準備のオーバーラップがしやすくなる。一方、この点はニーズの多義性が高く、かつニーズの不確実性が高い特徴を持つ自動車開発に関する先行研究とは異なる結果である。しかし、藤本・安本（2000）は、非公式コミュニケーションや部門横断的デザインレビューなど独自の工夫を積み重ねながら開発を進めることによって、オーバーラップ型開発を実現していることこそが、日本の自動車メーカーの国際的な競争の優位性につながっていると指摘している。

第3に、ニーズの不確実性が低い、もしくは技術的な原因と結果の不確実性が低い特徴を持つ産業における製品開発においては、問題解決の早期収束が行われる傾向にあるという点である。これはまさに開発のフロントローディングを意味している。製品技術が不確実であったり、構成要素が相互に影響し合う分野では、開発初期段階から問題を特定し、完成度を高めることには限界がある。逆に、技術やニーズが比較的特定されている場合には、問題を特定して解決しやすく、フロントローディングを図りやすいということになる。

2.3 大型製品システム開発

大型製品システムの開発を対象とした研究群に複雑な製品システム（Complex Products and Systems）に関する研究群がある。本節では、この複雑な製品システムに関する研究群のレビューを行い、大型製品システム開発の特徴を整理する。

大型製品システム概念を整理した研究に Hobday（1998）がある。彼は、大型製品システムは、産業財、高付加価値製品、コントロールシステム、ネットワーク、都市などの高コストで技術集約的な製品、システム、ネットワーク、契約と定義している。具体的には、ばら積み船、旅客機、高速鉄道、電信管理システム、貨物積み下ろしシステム、衛星システム、原子力発電所、化学工場などが挙げられる¹³¹⁴。彼は、大型製品システム開発においては、1回限りのプロジェクトか小バッチ生産になりやすく、設計、プロジェクトマネジメント、システムエンジニアリング、システムインテグレーションが重視される傾

¹³ Hobday（1998）は、大型製品システムには、ハイテクなコンポーネントとシステムが含まれるが、コストに関わらず、ローテクあるいは中程度の技術の製品は含まないと述べている。

¹⁴ 通常、大量生産される最終製品は一つの機能を発揮するもので、ネットワークに結合されない限り、より大きなシステムの一部とならない。コンポーネントは、常により大きなシステムの中で初めてある機能を発揮する。したがって、最終製品とコンポーネントの間には曖昧な領域が存在する（向井, 2014）。

向にあると指摘している。システムインテグレーションとは、コンポーネントの設計を外部に出すという事前の分業の仕切りを行い、サプライヤーの仕事を調整し、システムレベルの相互依存性に対処し、製品として統合することである¹⁵ (Brusoni et al., 2001)。大型製品システムの特徴としては、価格が高い、生産量が少ない、部品点数が多い、技術新規性が高い、最終製品や部品のカスタム度が高いといった点が挙げられる (Hobday, 1998; Hobday et al., 2005)。彼は、これらの特徴によって、製造段階における情報の不確実性が高まり、そのことがリスクのフィードバックループの必要性を高めることにつながるため、大型製品システム開発における組織間の調整やプロジェクトマネジメントはより難しくなると指摘している。

複雑な製品システムに関する研究群の主たる研究課題は3つある。1つ目は、多様な知識の活用である。大型製品システムの開発は、1度限りのプロジェクトか小バッチ生産になりやすい。そのプロジェクトは、複数の組織の一時的な連携となり、1つの企業の境界を超えるものとなる。したがって、大型製品システムの開発を取りまとめる企業（以下、システムインテグレータと呼ぶ）は、ユーザーやサプライヤーといった開発に関わる主要な組織群と良好なネットワークを構築し、多様な知識を活用しながら、彼らと一緒に開発を進め、それを取りまとめていく必要がある。例えば、Brusoni et al. (2001) は、航空機エンジン制御システム開発の事例研究を通して、大型製品システム開発においては、システムインテグレータがアーキテクチャ知識とコンポーネント知識を核としたシステムインテグレーション能力を有することが重要であると指摘している。アーキテクチャ知識とは、部品を統合し、相互に結びつけ、全体としてまとまりのよい一貫性のあるシステムにするための方法についての知識であり、コンポーネント知識とは、部品の核となるコンセプトとそれを実現するための方法についての知識である (Henderson and Clark, 1990)。彼らは、システムインテグレータが、自社が手掛けると決めた以上に幅広い知識を有することによって、部品間の変化速度の不均衡、あるいは製品レベルでの相互依存性の予測不可能な状況に適応することが可能になると指摘している。また、Davies and Brady (2000) は、テレコミュニケーションシステムの事例研究を通して、システムインテグレータが新しい製品やサービスの提供など、ビジネスを拡大させていくためには、戦略的能力や機能

¹⁵ 本研究において、システムインテグレーションと設計統合化の「統合」は別の言葉として扱っている。システムインテグレーションは、事前の分業の仕切り、サプライヤーの仕事の調整、システムレベルの相互依存性への対処という3つの行動の総称であり、設計統合化とは、開発対象製品システム内における部品間の配置上や機能・性能上の調整のことである。なお、機能面の設計統合化は、システムインテグレーションの定義中にある「システムレベルの相互依存性に対処」と同義語であると捉えている。

的能力に加えてプロジェクト管理能力を構築することが重要であると指摘している。さらに、Prencipe (2003) は、航空機エンジン産業における4年間のフィールド調査を通して、システムインテグレータにとって重要なのは、顧客要求に適合するよう既存の製品アーキテクチャ¹⁶を活用すること (exploitation) と新しい製品アーキテクチャを探索すること (exploration) といった2つの異なるタイプの活動を同時に推し進めることができる能力であると指摘している。

また、本研究群には、システムインテグレータにはどのような能力が必要なのかに加えて、システムインテグレータはこれらの能力をどのように維持しているのかに関する研究蓄積も多い。例えば、Prencipe (1997) は、ロールスロイス社の事例研究を通して、システムインテグレータは、システムインテグレーション能力を維持するために、周辺部品やサブシステムの開発や設計を外部委託しても、それらの研究開発を意図的に続けることによって、コンポーネント知識を維持していると指摘している。また、Davies et al. (2009) は、ロンドンヒースロー空港のターミナル建設プロジェクトの事例研究を通して、この巨大プロジェクトにおけるシステムインテグレータは、外部のコンサルティング会社から経験豊富な人材を引き抜き、プロジェクトの運営を担当させることによって、建材や設備などの詳細な技術的知識を蓄積していると指摘している。また、Geyer and Davies (2000) は、独国と英国の大型鉄道建設プロジェクトの事例研究を通して、一部のシステムインテグレータは鉄道のメンテナンス業務を請け負うことによって、システムインテグレーション能力の獲得に取り組んでいると指摘している。さらに、Brusoni et al. (2001) は、航空機エンジンの制御システム開発の事例研究を通して、システムインテグレータはサプライヤー群と緩やかに連結することによって、自らが内製している部品やサブシステムより広い範囲の技術に関する知識を獲得し、維持していることを明らかにしている。最後に、Hobday et al. (2005) は、近年システムインテグレータは顧客により近づくために、オペレーションやメンテナンスといったサービス業務を取り込もうとしていると指摘している。彼らは、システムインテグレータはサービス業務を取り込むことによって、顧客からのフィードバックループの数を増やすことができ、結果として、より高い価値を生み出すことにつながっていると指摘している。

2つ目は、システムインテグレーション能力の進化である。本研究群では、システムインテグレータはソリューションビジネスにどのように対応しているのかという問題意識のもと、その対応に必要な能力や組織に焦点を当てた研究が行われている。例えば、Davies

¹⁶ 製品アーキテクチャとは、製品の構成要素をどのように分解し、どのようなルールで結合するかについての基本設計思想のことである (Henderson and Clark, 1990)。

(2004) は、鉄道車両・信号システム、携帯電話ネットワーク、フライトシミュレーション、インフラ、テレコムネットワークの5つの事例研究を通して、多くのシステムインテグレータが、開発・製造からソリューションビジネスの提供へとその業務範囲を拡大しており、そのために必要な新しい能力を構築しようとしていると指摘している。また、Davies et al. (2007) は、ソリューションビジネスを提供しているシステムインテグレータの多くは、システムセーリング¹⁷とシステムインテグレーションという2つの異なる業務を両立させるために、これら2つのタイプのハイブリッド組織構造を適用していると指摘している。

3つ目は、後発者の成功要因である。本研究群では、大型製品システム開発という点において経験豊富な先進国を追いかける後発者が、開発に必要な能力をどのように身につけているのかという問題意識のもと、後発者の能力に焦点を当てた研究が行われている。例えば、Kiamehr et al. (2013) は、イランの発電システムの事例研究を通して、後発者のシステムインテグレーション能力は機能的、プロジェクト、戦略的という3つのレベルで構成されており、これらの能力は先進国から派遣された技術者の支援によって、短期間で大きな進化を遂げていることを明らかにしている。また、Park (2013) は、韓国のテレコムシステム3事例の比較事例研究を通して、後発者に必要な能力としては、開発に関連する組織間のネットワークを構築する能力、広くて深い統合された知識とスキル、理念やポリシーの影響力の3つが挙げられるが、これらの能力の取得方法や活用方法は時代と共に変わってきていることを指摘している。さらに、Lee and Yoon (2015) は、ブラジル、韓国、中国における航空軍事産業の比較事例研究を通して、後発者は先進国のシステムインテグレータへの製造協力や彼らとの共同開発を通して新たな技術を学習することが多いが、その学習パターンは国や産業のコンテキスト次第で異なることを指摘している。

2.4 開発業務の外部委託マネジメント

開発業務の外部委託とは、製品開発における設計業務の一部を外部の企業に委ねることである。開発業務の外部委託については、武石(2003)がマネジメントの全体像を分析する枠組みを提示しているため、本レビューではこの枠組みを参考にしている。武石(2003)は、開発業務の外部委託マネジメントの全体像として、境界の設定、企業間関係のマネジメント、企業間の分業プロセスのマネジメント、企業内部のマネジメントという4つの視点を提供している。ただし、本研究では、武石(2003)の4つの視点を参考にしつつも、

¹⁷ システムセーリングとは、ソリューションビジネスの提供に必要な製品・サービスコンポーネントすべて、またはほとんどを生産することである。

外部委託固有の組織間マネジメントに論点を絞るため、企業内部のマネジメントに関する先行研究を除いている。また、企業間関係のマネジメントにはパートナー選択とガバナンス選択という2つの論点が存在するため、本研究では、この2つは分けてレビューを行っている。つまり、開発業務の外部委託において、何を外部委託して、何を自ら行うかを問う境界の設定、どの企業を外部委託のパートナーとして選ぶかを問うパートナー選択、そのパートナーとどのような取引構造を選ぶかを問うガバナンス選択、そして、パートナーとの日々のやり取りをどのように進めていくかを問う組織間調整といった4つの視点で先行研究のレビューを行う。

2.4.1 境界の設定

1 つ目は境界の設定である。開発業務の外部委託先の選定に先立って、そもそもどの設計を内部で行うか、外部に委託するかを決める必要がある。開発業務の内外製区分の決定（make or buy decision）である。一般に、内外製区分の決定においては、品質・納期・生産能力・コスト競争力・技術力・フレキシビリティなどについて、社内外を比較して、有利な方をとるのが基本である（藤本，1997）。また、内外製のどちらが契約の作成や契約相手の行動の監視など、取引にともなって生じるコストが安いかで決めるという考え方もある。他にも、雇用量への配慮、技術的な機密保持、対部品サプライヤーの交渉力確保、技術力温存などは内製化の促進要因となる。さらに、固定費用負担の軽減、社内組織のシンプル化、自社の強みに的を絞った戦略展開、餅は餅屋的発想などは外製化の促進要因である。

開発業務の内外製区分の決定方法は様々である中、その内外製区分を分類した研究に浅沼（1997）がある。彼は、開発業務の内外製を貸与図方式、承認図方式、市販品という3つのパターンに分類している¹⁸。貸与図方式は、バイヤーが基本的な要求仕様の決定から部品詳細設計までを含めてすべてを行い、サプライヤーは与えられた設計図をもとに製造だけ行う方式である。承認図方式は、基本的な要求仕様はバイヤーが作成・提示し、それに基づいてサプライヤーが詳細設計を行い、バイヤーの承認を得る方式である。市販品は、仕様設定を含めた設計、そして製造もサプライヤーが行い、バイヤーはそれを購入するだけの方式である。

過去の研究の多くが、日本の自動車メーカーは欧米企業と比べてサプライヤーに対し、詳細設計と試作と製造をまとめて任せる承認図方式、部品の加工とサブ組立をまとめて任

¹⁸ 貸与図方式、承認図方式、市販品という分類は、設計主体による分類である（藤本，1997）。詳しくは、国狭（1994）など、専門書を参照されたい。

せるサブアッセンブリ納入、製造と品質管理をまとめて任せる無検査納入などをより多く採用する傾向にあり、これこそが日本の自動車メーカーの強みの一つであることを示している（Clark and Fujimoto, 1991 ほか）。例えば、Clark and Fujimoto（1991）の1980年代半ばから後半にかけての調査によると、日本では承認図方式が60%を占めたが、米国では貸与図方式が81%と大部分を占め、欧州は両者の中間、承認図方式が39%、貸与図方式が34%であった。つまり、欧米と比べて日本では部品の詳細設計でサプライヤーがより大きな役割を分担していたことがわかる。

承認図方式の場合、サプライヤーが自ら図面を作成するので、新モデルが立ち上がる更に早期の企画段階から自動車メーカーと接触し、次期モデルについて緊密な情報交換を行い、互いに情報を共有しながら納入する部品の開発業務を行う必要がある。そこで、開発初期段階からサプライヤーとの設計統合化をスムーズに進めるために、日本の自動車メーカーの多くはゲストエンジニア制度を採用している。ゲストエンジニア制度とは、サプライヤーから自動車メーカーに技術者を派遣され、駐在する制度である。例えば、トヨタ自動車では1,600人以上のゲストエンジニアが設計開発に従事していた時期がある（藤本・延岡, 2006）。Clark and Fujimoto（1991）は、これらの点が少なからず日本の自動車メーカーの開発スピードや効率性の向上に寄与していたと結論付けている。日本の新車開発工数での優位のうち約3分の1、開発リードタイムにおける4~5ヶ月分の優位は分業のおかげである、というのが彼らの推測結果である。藤本（1997）は、自動車メーカーが関連する仕事群を一つのサプライヤーに一括して委託し、かつ早くからサプライヤーを開発に巻き込むことが、サプライヤーが長期的にまとめ能力を蓄積することにつながり、結果として外部委託の成果に強く結びついている点を指摘している。

一方、サプライヤーが長期的にまとめ能力を蓄積していくと、バイヤー側に別の問題が生じる危険性がある。それは、バイヤーの部品専門知識や製品統合能力が失われていくという問題である（武石, 2003）。この問題を解決する方法の1つに部分的統合がある。部分的統合とは、外部委託によって多くのコストや便益を得ることを目的に、バイヤーにとってコアとなる技術を含んだ部品を内部で少しだけ設計・製造し、残りの大多数を外部委託することである。トヨタ自動車は、トランスミッションや他のクリティカルな技術について、この部分的統合を採用している。部分的統合は、すべて外部委託する場合と比べて、短期的には割高になるかもしれない（Anderson and Parker, 2002）。しかし、部分的統合は、大多数を外部委託しているコアとなる技術を含んだ部品の設計や製造を、将来的に内部にすべて引き戻す選択肢をつくり出してくれる。サプライヤーはすべて引き戻されるの

を恐れて、バイヤーに対してより協力的にならざるを得ない。ただし、これらの議論は、開発業務の外部委託を効果的にマネジメントするためには、バイヤー側にある種の知識が必要ということが前提にある。では、開発業務の外部委託において、バイヤー側である種の知識を持っておくことは本当に重要なのだろうか。

企業の知識は、企業の行為や意思決定をつかさどる重要な能力である。それは製品開発活動においても他ならない。開発業務の外部委託における知識の重要性を指摘している研究に武石（2003）がある。彼は、日本の自動車メーカー8社と部品サプライヤー9社に対して調査を実施し、開発業務の外部委託における知識を部品知識と統合知識に分類した上で、バイヤーの知識の役割について分析している。統合知識とは、アーキテクチャ知識の概念よりも少し狭い、個々の部品からみた、他の関連する部品との調整・統合に要する知識を示しており、部品の組付け設計、車両の中での他の部品とのレイアウト上の調整、車両の中での他の部品との機能・性能上の調整という3つの尺度で測定されている。彼は、自動車メーカーの存在意義は部品をまとめて車に仕上げていくことにあるため、彼らにとって重要なのは部品知識よりも統合知識の方であり、その知識を明確なローテーション政策や強力なプロダクトマネジャー育成によって強化していることを示している。また、開発業務の外部委託において、バイヤー側である種の知識を持っておくだけでなく、組織間で知識を共有することの重要性を指摘している研究に石井（2003）がある。彼は、自動車産業の共同開発・共同生産に関する事例研究を通して、組織間の学習効果を促進するためには、共有知識と非共有知識を明確にすることや自社の意思決定を妨げない限りはパートナーから与えられた知識を信頼することが重要であると指摘している。さらに、サプライヤー側の知識の重要性を指摘している研究に具（2008）がある。彼は、自動車産業におけるサプライヤー間の協業開発に関する2つの事例研究を通して、最終消費者のニーズや車両全体の機能要件を踏まえた提案を自動車メーカーに行うためには、サプライヤー側の知識を車両全体に広げていく必要があることを示している。

一方、開発業務の外部委託における知識の重要性という点では、情報システム開発に関する研究も参考になる。例えば、Kirsch et al.（2002）は、情報システムのユーザーと開発プロジェクトリーダーへの質問票調査を通じて、ユーザーが有する情報システム開発プロセスに関する知識の量が、開発プロジェクトのコントロールパターンに影響を与えることを示している。彼らは、情報システム開発プロセスの知識がほとんどないユーザーはベンダーコントロールに苦労しているが、これらの知識が豊富なユーザーはベンダーを効果的にコントロールしていると指摘している。また、Tiwana and Keil（2007）は、ソフトウェ

アサービスの外部委託提携に関するフィールド調査を通じて、周辺知識を持つことはパートナー間の効果的なガバナンスにつながることを示している。周辺知識とは、外部委託した活動範囲における知識である。彼らは、周辺知識は成果物ベースの公式コントロールを補完し、パートナー間の効果的なガバナンスを促進するため、委託元にとっては重要な知識であると指摘している。さらに、Tiwana and Keil (2007)とは異なるタイプの知識に注目している研究が Rustagi et al. (2008) である。彼らは、情報システム開発において、技術的知識や関係的マネジメント知識 (Relationship management knowledge) を有しているユーザーがベンダーを効果的にコントロールできていることを示している。関係的マネジメント知識とは、例えば、契約交渉、パフォーマンス監視、ベンダーコミュニケーションに関する知識である。彼らは、近年、情報システム開発における外部委託の数が増えている中、このような知識の必要性が高まりつつあると指摘している。

2.4.2 パートナー選択

2 つ目はパートナー選択である。過去の研究の多くが、パートナー選択について、企業はパートナーとの相互依存性を重視していることを示している (Litwak and Hyton, 1962; Paulson, 1976; Schmidt and Kochan, 1977)。企業は、存続・成長するために必要であるが、保有していない資源を獲得しなければならない。したがって、協調関係のもと、企業間で互いに欠けている資源を補い合う必要がある (Richardson, 1972)。

また、過去の研究の多くが、従来からのパートナーを継続すべきか、新しいパートナーを選択すべきかといった継続か、新規かの問題について議論している¹⁹ (Luo, 2002; Goerzen, 2007)。例えば、Luo (2002) は、200 社を超える合併企業を対象に、パートナーとの協力関係と合併企業のパフォーマンスの関係を分析した結果、従来からのパートナーとの合併企業は、そうでない合併企業よりも、パフォーマンスが良好であることを示している。パートナー間で取り決めた条件は、契約書に記載する。しかし、すべての条件を契約書に記載することは難しい。また、環境の変化や不測の事態など、契約書で想定しない状況が生じる可能性もある。Luo (2002) は、このような時に、従来からのパートナーであれば、これまでの経験をもとに適切な対応を行うことができると指摘している。一方、Goerzen (2007) は、日本企業 600 社、18,000 件のアライアンスを対象にパートナーとの取引継続性とアライアンスのパフォーマンスの関係を分析した結果、同じパートナーと繰返しアライアンスを行う傾向の強い企業ほど、そうでない企業と比べてパフォーマンス

¹⁹ アライアンスにおいて従来からのパートナーを継続すべきか、新しいパートナーを選択すべきかといった問題の詳細な議論については安田 (2010) を参照されたい。

が劣ることを示している。企業はアライアンスなどを通してネットワークを拡充することによって、パートナーが保有する多くの資源にアクセスすることが可能となる。新しいパートナーを選択することが企業の競争力を高め、それが好業績につながる。繰返し同じパートナーとアライアンスを続けることは、このような機会を失っている。しかし、取引コストの観点で見ると、新しいパートナーを選択することは負担が大きい。業績の悪い企業には、そのような余裕はない。Goerzen (2007) は、すでに馴染みのある、従来からのパートナーを選択することによって、取引コストを抑えようとするのは当然であると結論づけている。

さらに、過去の研究の多くが、パートナー選択におけるマルチソーシングの重要性を指摘している（伊丹, 1988; Clark and Fujimoto, 1991; 浅沼, 1997; 藤本, 1997; 延岡, 1999; 韓, 2002; 近能, 2002; 具, 2008）。過去の研究の多くは、日本の自動車メーカーは、各品目について少数のサプライヤーと継続的取引を行うことによって、サプライヤー間の激しい競争と技術進歩の効果的な促進を両立させていると指摘している。また、過去の研究の多くは、バイヤー・サプライヤー間における情報共有の必要性の比較的低い貸与図方式が中心の米国の自動車メーカーの多くは、同一品番・図面レベルでのマルチソーシング（多数供給源政策）を採用している一方、サプライヤーとの密な開発連携を必要とする承認図方式が中心の日本の自動車メーカーの多くは、同一品番・図面番号レベルではシングルソーシング、部品カテゴリーレベルではマルチソーシング（複社発注施策）を採用していると指摘している。

ここで注意しなければならないのは、マルチソーシングには、同一品番・図面番号レベルと部品カテゴリーレベルがある点である。例えば、トヨタ自動車のヘッドランプのサプライヤーは複数存在しており、多くの場合、これらのサプライヤーが同一品番・図面レベルでの開発コンペに参加している（藤本, 1997）。このため、同一品番・図面番号レベルでは、シングルソーシングが多い。しかし、部品カテゴリーレベルでは、できるだけ多くの部品供給源を作り出すために、日本の自動車メーカーは、複数のサプライヤーに対してマルチソーシングしていることが多い。これらのサプライヤーの選定基準については、目先の入札価格だけではなく、品質・コスト・納期のバランス、さらにそれらの改善能力、開発能力、それを長期的に支える経営者の資質や財務体質まで多面的である。例えば、トヨタ自動車の場合、現行メーカーレイアウトと呼ばれる従来の納入実績のパターンをある程度尊重し、取引関係の継続性を確保しつつも、各サプライヤーに対する現状の総合評価を反映させた形で発注パターンを変化させている（藤本, 1997）。こうして日本の自動車メー

カーは、サプライヤー同士をうまく競争させることによって、彼らの継続的な能力向上を図っている。

2.4.3 ガバナンス選択

3 つ目はガバナンス選択である。パートナーとの取引構造は、資本に基づく関係と契約に基づく関係に分類できる (Yoshino and Ranger, 1995; Gulati, 1995)。資本に基づく関係とは、資本を通して企業同士が部分的に連結することを意味する。例えば、資本に基づく関係には、少数出資や株式交換といった資本移転、対等 JV (ジョイント・ベンチャー) や非対等 JV といった資本創出、買収・合併といった資本解消などの形態がある。資本に基づく関係においては、双方のコミットメントのレベルは高く、容易にその関係を解消することはできない。したがって、重要度の高いプロジェクトを行う場合など、パートナー同士がお互いに強いコミットメントを必要とする場合、企業は資本に基づく関係を選択する。また、パートナーの機会主義的行動を抑制するために多大なコストがかかる場合なども、企業は資本に基づく関係を選択する (Pisano et al., 1988)。ただし、資本に基づく関係は、パートナーと交渉し、組織化するまでに多大な時間を必要とし、かつ退出コストが高いという問題がある。

一方、契約に基づく関係とは、契約を通して企業同士が部分的に連結することを意味する。契約に基づく関係には、通常取引、フランチャイズ、ライセンス、相互ライセンスといった伝統的契約と共同研究、共同開発、生産委託、共同生産といった非伝統的契約に基づく関係に分類できる。伝統的契約に基づく関係とは、一時的もしくは短期的な取引を意味する。必要なスキルや能力を有しているパートナーであれば、不特定多数の市場参加者の中から、誰を取引相手として選択してもよい。非伝統的契約に基づく関係は、長期的かつ継続的な取引を意味する。この場合、パートナーとの信頼関係が構築できれば、お互い協力し合いながら業務を進めることが可能となる。契約に基づく関係は、資本に基づく関係と比べて、すぐに交渉し、限定した範囲のみを選択してパートナーと連結することができるという点で有効である。また、契約に基づく関係は、双方のコミットメントのレベルは相対的に低く、状況の変化に応じて、その関係を柔軟に変えていくことが可能となる。特に、変化の激しい経営環境のもとでは、このような柔軟性が重視される傾向にある (Chen, 2003)。ただし、契約に基づく関係は、資本に基づく関係と比べて、パートナーの機会主義的行動に弱い。例えば、パートナーに対して、重要なアライアンスの投資をするよう説得するのは難しい (Joskow, 1987)。更に難しいのは、新技術開発の際、パートナー間で

その所有権に関する意見の相違が生じる点である。たとえ合意しても、企業を越えてその技術に関する暗黙知を移転するのは難しい（Hennart, 1988; Badaracco, 1991）。したがって、契約に基づく関係においては、いかに契約を締結していくか、つまり、契約期間や契約文書の程度、契約内容をいかに交渉していくかなどが問題となる（Ripin and Sayles, 1999）。

他方、自動車産業における開発業務の外部委託に関する研究は、資本や契約に基づく関係を補完する要因として、長期・継続取引関係と少数者間の有効競争という2つの視点を示している（藤本, 1997）。1つ目は、長期・継続取引関係である。過去の研究の多くが、長期安定的な取引関係は国際的な競争力に貢献していることを明らかにしている（Nishiguchi, 1994; 延岡, 1996; 藤本, 1997; 酒向, 1998; Dyer and Nobeoka, 2000; 真鍋, 2002 ほか）。継続的取引がもたらす機能としては、協調的関係の形成と取引企業間の知識共有が挙げられる（Dyer and Nobeoka, 2000）。繰返しゲームにおける取引相手の報復がもつ抑止力、あるいは一つの取引相手を裏切ることによって他の取引相手の信用を失うことがもつ抑止力が協調関係を安定的なものとし、また情報共有により競争上有利なシステムの導入が可能になる。また、取引相手の長期的な能力を評価することで、モラル・ハザードを回避できるようになることも継続的取引がもたらす機能である。長期・継続取引関係の例としては、協力会の存在が挙げられる。協力会とは、特定企業に納入するサプライヤーを構成員とする任意団体のことである。有名なところでは、トヨタ自動車の協豊会や栄豊会が挙げられる。自動車メーカーと協力会はコミュニケーションを密にすることによって、共栄と持続的な発展を目指している関係にある。このような継続的取引が企業間の協調や情報共有を促進し、それがシステム全体の改善や国際競争力の向上をもたらしている（藤本, 1997）。

2つ目は、少数者間の有効競争である。日本の自動車メーカーは各品目について比較的少数のサプライヤーと取引している。部品当たりのサプライヤー数が少ないと、きめ細かい管理・育成が可能となる。しかし、その反面、サプライヤーが交渉力を発揮して部品の値を吊り上げる可能性もある。これに対する一つの対策は、自動車メーカー自身がその部品を内製化してしまうという潜在的な競争プレッシャーの存在である。そして、もう一つが少数者間の有効競争である。少数者間の有効競争とは、サプライヤーを長期的・多面的な評価に基づき選択するバイヤーに対して、複数のサプライヤーが単なる短期的な価格競争を超えて、より継続的な能力構築競争を繰り広げることである。このような状況では、仮に2~3社の部品サプライヤー間の寡占競争であっても、結託による部品価格つり上げ

などの弊害は生じにくく、むしろ能力構築をめぐる切磋琢磨を通じて、部品のコストや品質が改善される。このことを、戦後日本の自動車産業が身をもって実証してきた（藤本，1997）。

また、過去の研究の多くが、資本や契約に基づく関係を補完する3つ目の要因として信頼²⁰を挙げている（酒向，1998；Dyer，2000；Gulati，1995）。例えば、酒向（1998）は、企業間の信頼は、パートナーの将来行動における不確実性を低減し、パートナーの機会主義的行動への不安緩和や、パートナーの当該関係へのコミットメントを高めることにつながると論じている。また、Dyer（2000）は、バイヤー・サプライヤー間の信頼は、取引コストの低減やバイヤー・サプライヤー間の知識・情報シェア活性化につながることを示している。さらに、Gulati（1995）は、組織間信頼は、パートナーの専有性の問題（流用の懸念）の低減につながることを示している。

パートナー間の信頼関係を構築するためには、いくつかの方法がある。例えば、Gulati（1995）は、過去のパートナーシップ経験を生かしたパートナー間のネットワークを通して、価値ある情報を提供しあうことによって、信頼関係が構築されることを示している。また、Dyer（2000）は、バイヤーによるサプライヤー選択やサプライヤー支援の公正さが信頼関係構築のベースになっていることを示している。このように、パートナー間で信頼関係を構築することによって、バイヤーはサプライヤーに対して特別なコントロールをすることなく、開発業務の外部委託を効果的に進めることが可能となる。

2.4.4 組織間調整

4つ目は組織間調整である。Galbraith（1973）は、調整業務を情報処理と捉えて、これをスムーズに進めるためには、情報処理の軽減と情報処理能力の向上が必要であり、事前の調整手段として標準化、事後の調整手段としてヒエラルキー（階層制）が有効であることを示している。事前の取り決め通りに物事が進めば、自然と統合されたアウトプットが生み出されるはずである。しかし、実際には標準化によって事前に規定された通りにすべて物事が進むわけではない。顧客の要求が突然変わったり、作業者がミスをしたり、などの不確実性が存在する。したがって、事前に決められた通りでないことが発生した時に、その問題を事後的に解決・調整する手段が必要となる。その典型が、例外事象が生じたたびに判断を下す監督者を設置することである。こうして作業者の上に管理階層が形成され、ヒエラルキー（階層制）が形成される。

²⁰ Sako（1992）は信頼を、ある取引主体が他方の取引主体に対して持つ（予測可能で相互に受容できる方法で行動・対応は行われるという）期待であると定義している。

一方、Anderson et al. (2007) は、開発業務の外部委託の調整業務はより複雑性を増している点を強調した上で、Galbraith (1973) が示している調整メカニズムを補完するメカニズムとして、バウンダリー・スパナー、学習効果、インセンティブ設計、モジュラー化、情報システムの5つを挙げている。

1つ目は、バウンダリー・スパナーである。バウンダリー・スパナーとは、組織間の情報のリエゾニックな役割を担う人やプロセスである (Adams, 1976)。バウンダリー・スパナーは外部組織との利害調整と内部組織の利害調整の交点に位置している。外部組織の事情からある調整をしようとする内部組織の利害調整が必要となり、そこからの要請が跳ね返ってくる。その結果、また外部組織との調整が必要になり、再びサイクルが繰り返される。このやり取りの中心にいるのが、バウンダリー・スパナーである。過去の研究の多くが、開発業務の外部委託における組織間のコミュニケーションや調整業務を改善する方法として、バウンダリー・スパナーの活用を挙げている (Ancona and Caldwell, 1992; 武石, 2003)。開発業務の外部委託において、優れた成果を実現するためには、バイヤーとサプライヤーがあたかも一つの企業のように連携する必要がある。そのためには、内部組織と外部組織にまたがる調整、問題解決のサイクルをできるだけ迅速に、かつ効果的に回す機能が重要となる。

もう1つの視点は、バイヤー・サプライヤー間のインターフェイスをつなぐプロセスの適用である。例えば、コンカレントエンジニアリングがその一例である。コンカレントエンジニアリングとは、製品設計と生産準備などを同時に進行させる並行開発方式であり、Clark and Fujimoto (1991) が指摘していたオーバーラップ型開発と同意語である。Loch and Terwiesch (1998) は、コンカレントエンジニアリングが組織間コミュニケーションを促進すると指摘している。したがって、コンカレントエンジニアリングを通じて、バイヤーは開発の早期段階でサプライヤーを巻き込み、彼らとのコミュニケーションを活性化させることによって、開発の効率化が期待できる (Handfield et al., 1999)。

2つ目は、学習効果である。バイヤーは、サプライヤーとの緊密なコミュニケーションを通じて、製品開発チーム全体の生産性を上げることが可能である。特に、学習効果はバイヤー・サプライヤー間の調整業務の効率化に大きな影響を与える (Sobrero and Roberts, 2001; Boone and Ganeshan, 2001)。例えば、製品開発プロセスはバイヤー・サプライヤー間で異なることが多い。しかも、製品開発プロセスは、企業にとって競争優位に直結する重要な資産であるため、企業はそのプロセスを外部に公開しようとはしない。しかし、バイヤー・サプライヤー間のコミュニケーションは、異なる製品開発プロセスによって生

じる認識のギャップを理解し、それを縮めるのに効果的である。異なる製品開発プロセスによって生じる認識のギャップが埋まると、それに関するパートナー間の調整業務が不要となる。つまり、開発業務の外部委託において、コミュニケーションを活性化させることによって、バイヤー・サプライヤー間の認識のギャップが縮まり、結果として調整業務の効率化が実現できる。

3 つ目は、インセンティブ設計である。バイヤーはインセンティブを効果的に設計することによって、組織間の調整業務を減らすことができる。開発業務の外部委託において、組織間の調整業務を減らすことができるインセンティブ設計はいくつかある (Handfield et al., 1999)。例えば、組織間の目標の整合性や日本企業によく見られる協力的関係などが挙げられる (Gilbert and Cova, 2003)。バイヤーとサプライヤーが同じ目標を持つことは、利害が一致しないことによって生じる調整業務を大幅に減らすことにつながる。また、バイヤー・サプライヤー間の協力的関係は、文化の違いによる誤解や調整業務のミスを減らす効果があり、結果として調整業務の効率化が期待できる。

4 つ目は、モジュラー化である。過度なモジュラー化は、それ自身が問題をつくり出す²¹ (Ethiraj and Levinthal, 2004)、適切なモジュラー化は組織に多くのメリットをもたらす。青島・武石 (2001) は、モジュラー化のメリットとして、各モジュールの独立性が確保されることによって、システムに対する変化をモジュールレベルに局部化できること、モジュラー化されているとモジュールレベルでの再利用が可能になること、システムを空間的・時間的に拡大することが可能になることに加えて、構成要素間の調整や擦り合わせにかかるコストが大幅に削減できることを指摘している。開発業務の外部委託において、バイヤーは適度なモジュラー化を採用することによって、様々な調整業務を省略することができる (Parker and Anderson, 2002)。

5 つ目は、情報システムである。Web の出現によって、情報システムをベースにしたコミュニケーションが急増している (Hameri and Nihtila, 1997)。情報システムによるコミ

²¹ 青島・武石 (2001) は、過度のモジュラー化の欠点について 2 点挙げている。1 つ目は、インターフェイスを集約化することによって、構成要素間の中で無視してもよいと考える部分を特定化してしまう点にある。これは、無関心な部分をつくり出すことにつながる。したがって、その部分に重要な機能が含まれている場合、モジュラー化は問題を引き起こす。2 つ目は、モジュラー化が集約化・ルール化されたインターフェイスを持つことに起因する問題である。モジュラー化におけるインターフェイスは汎用的であり、個々の構成要素に対して必ずしも最適化されているとは限らない。そのため、モジュラー化されたシステムにおける各構成要素は、原理的に冗長性を持つことになる。更に、モジュラーの最大パフォーマンスがインターフェイスの固定化によって制約される。このため、モジュール単位でのイノベーションがどれだけ進んでも、これ以上実現できないというシステム・パフォーマンスの限界を持つことになる。

コミュニケーションは、システムや部品レベルでの問題解決 (Joglekar and Whitney, 1999), 開発意図に関するコミュニケーション (Aoshima et al., 2004), 組織を越えた部品表の交換 (Bardhan et al., 2005) などによって、開発業務の外部委託における組織間調整の効率化に寄与している。また、情報システムによるコミュニケーションは、組織間調整の効率化と共に、技術的な問題解決にも活用されている。例えば、Argyres (1999) は、複数の企業が関わる航空機設計において、情報システムが航空機特有の要求を満たすために必要となる組織間調整の効率化を可能にしていることを示している。組織間の協力を支援する情報システムの活用は、組織間調整の効率化と共に、より高い品質の製品を生み出すことにもつながっている。

2.5 先行研究の限界

本章では、広範な開発業務の外部委託における効果的なマネジメント手法を明らかにする上で参考になる日本の自動車開発、製品特性と製品開発マネジメント、大型製品システム開発、開発業務の外部委託マネジメントに関する先行研究をレビューした。その結果、先行研究の限界が3点見えてきた。

1 つ目は、開発業務の外部委託において、まとまった仕事をサプライヤーに任せるのがよいという議論と、サプライヤーに任せ過ぎるとそれらに関する知識を失い、コントロールしにくくなるという議論が対立している点である。藤本 (1997) は、バイヤーが関連する仕事群を一つのサプライヤーに一括して委託し、かつ早くからサプライヤーを開発に巻き込むことが、サプライヤーが長期的にまとめ能力を蓄積することにつながると指摘している。一方、武石 (2003) は、サプライヤーが長期的にまとめ能力を蓄積していくと、バイヤーの部品専門知識や製品統合能力が失われていくという別の問題が生じることを指摘している。この問題に対し、武石 (2003) は、バイヤーはまとまった仕事をサプライヤーに任せつつも、設計統合化を幅広く担当することによって、統合知識を獲得、維持し、それを活かして開発の主導権を握ることが重要であると指摘している。しかし、過去の研究は、自動車産業を中心に、設計統合化の主体であるバイヤーが、開発対象製品システムの一部の部品や機器の開発業務をサプライヤーに外部委託している状況に焦点を当てており、その設計統合化の多くを外部委託している状況にはあまり触れていない。このため、設計統合化の多くを外部委託するような、広範な開発業務の外部委託における効果的なマネジメント手法に関する知見が依然として不足したままである。

2 つ目は、ユーザーによる大型製品システム開発マネジメントに関する知見が不足して

いる点である。大型製品システム開発を成功させるためには、ユーザーであってもメーカーであっても、バイヤー側である種の知識を維持しておくことが重要である。しかし、両者ではその開発目的や開発での役割が異なるため²²、知識管理のあり方についても異なることが推察される。Flowers（2007）は、大型製品システム開発において、ユーザーはメーカーと比べて開発頻度が少ないため、開発に必要な知識を維持することが難しいと指摘している。また、彼は、大型製品システム開発において、ユーザーは開発に必要な知識を外部のメーカーやコンサルタントに頼ることが多いため、自ら担当している業務以上の知識を持つことができていない傾向にあると指摘している。しかし、過去の研究は、大型製品システム開発においては、事業環境から生じるニーズを伝達するユーザーの存在が重要であると指摘しているにもかかわらず、メーカー視点の研究に偏っている。このため、大型製品システム開発におけるユーザーによる知識管理に関する知見は依存として不足したままである。

3 つ目は、鉄道車両開発マネジメントの実態が明らかになっていない点である。大型製品システム開発に関する先行研究を見る限り、大量輸送能力や安全性という点で世界トップクラスと評価されている日本の鉄道のキーコンポーネントである鉄道車両の開発実態を記述している研究は少ない。特に、技術的・工学的ではなく、社会科学的な視点で日本の鉄道車両開発マネジメントの実態を詳細に記述している研究はない。鉄道事業者にとって、鉄道車両は本業に必要な大型製品システムであるため、その開発は重要な業務である。しかし、鉄道車両は多くの部品や機器で構成されているため、開発業務すべてを自社で担当するのは困難である。このため、鉄道事業者は広範な開発業務をサプライヤーである鉄道車両メーカーに外部委託せざるを得ない状況にある。鉄道車両開発においては、寡占市場という比較的裏切りが生じにくい状況の中で、鉄道事業者は鉄道車両メーカーとの開発に関する情報ギャップによって生じる彼らの機会主義的行動を効果的にマネジメントしながら、上手に開発を進めてはいるが、すべてのプロジェクトでうまくいっているわけではない²³。効果的にマネジメントできないと、カスタム度の高い鉄道車両を開発できないだけでなく、車両手直し等による納入遅延、鉄道車両メーカーからの追加費用の発生、次回車両発注時における開発費用の増加などの問題が鉄道事業者側に生じる。これは技術的・工学的な問題ではなく、組織的な問題が原因である。にもかかわらず、過去の研究は、社会科学的な視点で鉄道車両開発マネジメントの実態を明らかにしていないため、これらの組

²² ユーザーは、製品を使うことで便益を得るプレーヤーであり、メーカーは、製品を生産し、販売することで便益を得るプレーヤーである（小川, 2013）。

²³ 鉄道事業者や鉄道車両メーカーの開発担当者へのインタビューによる。

織的な問題の分析が進んでいない。

そこで本研究では、自社にて使用する目的で大型製品システムを開発するバイヤーが、設計統合化を含む広範な開発業務の外部委託をどのようにマネジメントしているのか、そのためにどのような知識を持ち、それをどのように維持しているのかを明らかにすることを目的に、鉄道車両開発の事例研究を行う。

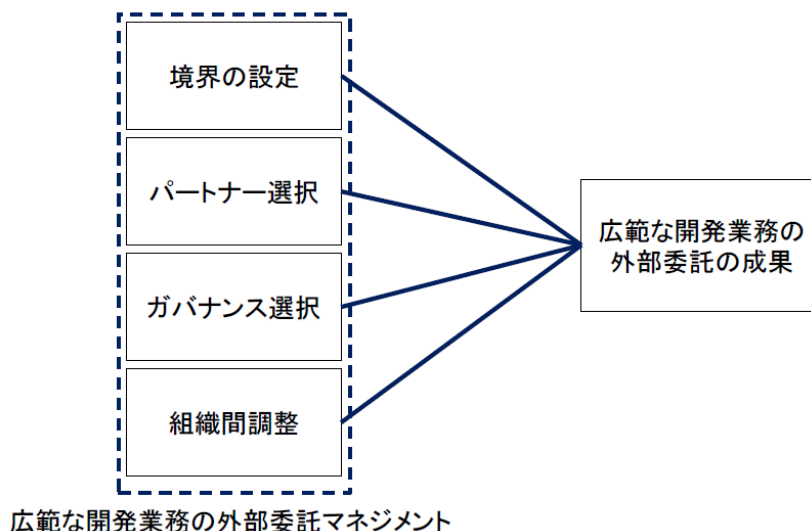
第3章 調査デザイン

本章では、広範な開発業務の外部委託における効果的なマネジメント手法を明らかにするために、どのような分析枠組みを設けるのか、どのようなデータを使ってどのようなデザインで分析を進めるか、そして、どのようにデータを集めるのかを示す。具体的には、分析の枠組み、分析デザイン、調査対象、調査方法、分析の進め方について説明する。

3.1 分析の枠組み

本研究では、図 3.1.1 に示す分析の枠組みを設ける。

図 3.1.1 分析の枠組み



(筆者が作成)

広範な開発業務の外部委託マネジメントの主たる目標の一つに、広範な開発業務をサプライヤーに任せつつも、高いカスタム度を実現させること、つまり、バイヤーの意図に沿った製品システムや部品・機器を開発させることがある。本研究では、この目標を達成するためのマネジメントの要素として、第2章の先行研究レビューでとり上げた境界の設定、パートナー選択、ガバナンス選択、組織間調整の4点を挙げている。この目標を達成したかどうかの成果はプロジェクトの評価を用いている。これはプロジェクト終了後に、鉄道事業者の開発責任者がプロジェクトの成果を納期、公式試験、出来栄え（外観・内装・機能）、納入後対応という視点で総合的に評価した結果である。評価は特に良い、良い、やや問題あり、非常に問題ありの4段階で行われている。本研究では、この分析の枠組みを用

いて、広範な開発業務の外部委託マネジメントの特徴を明らかにすることを目的とした鉄道車両開発マネジメントと自動車開発マネジメントの比較分析と、広範な開発業務の効果的な外部委託マネジメントを明らかにすることを目的とした鉄道車両開発プロジェクト間の比較分析を行っている。

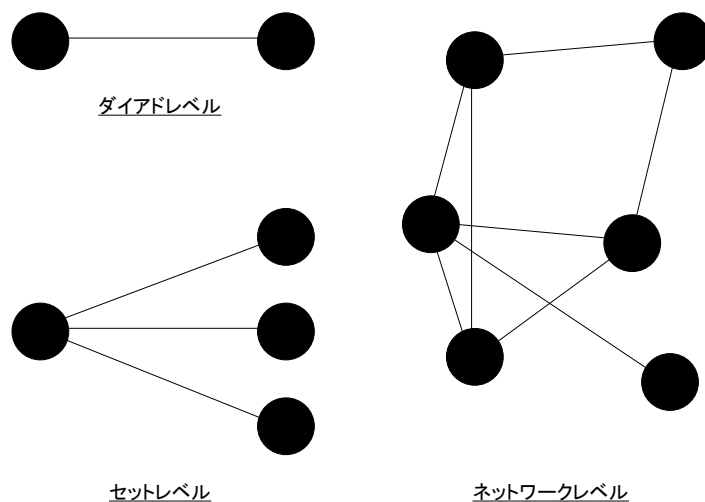
3.2 分析デザイン

分析の基本単位は、鉄道車両開発プロジェクトである。鉄道車両開発プロジェクトは、大きく3つに分類できる。鉄道車両を新規に開発する新型車両開発プロジェクト、過去に開発した車両をほぼそのまま製造するだけの量産車両製造プロジェクト、老朽化した車両の改修を行う車両改造プロジェクトである。しかし、量産車両製造プロジェクトには開発業務がほとんど無いため、このようなプロジェクトは本研究の対象としていない。また、車両改造プロジェクトは、プロジェクトによって開発業務の範囲や内容が異なるため、このようなプロジェクトも本研究の対象としていない。

一方、分析の基本単位は個別プロジェクトであるが、開発業務の外部委託マネジメントのベースにある知識管理のあり方について議論する際には企業レベル、つまり、鉄道事業者間でどのように違うのかという点についても焦点を当てる。プロジェクト単位でのデータの分析結果から企業単位の話に転換するには注意が必要である。やや思い切った飛躍をしてしまうこともあるが、できるだけ鉄道事業者ごとの比較ができるようなデータを同時に収集することによって、鉄道事業者間の比較分析を行う。

分析レベルは、セットレベルで設定している。分析レベルの設定とは、どのレベルに焦点を当てて分析を行うのかである。企業間のマネジメントの違いを分析する場合、3つの分析レベルが考えられる (Van de Ven and Ferry, 1980)。ダイアドレベル、セットレベル、ネットワークレベルの3つである (図 3.2.1)。

図 3.2.1 企業間システムの分析レベル



出所 武石（2003, p.41）より一部抜粋

鉄道車両開発マネジメントと自動車開発マネジメントの比較分析は、4つの鉄道車両開発プロジェクトに共通する鉄道事業者のマネジメント行動と先行研究の蓄積が豊富な自動車産業における開発業務の外部委託マネジメントを比較するという意味でセットレベルの分析である。また、鉄道車両開発プロジェクト間の比較分析も、鉄道事業者からの評価が高かった複数のプロジェクトと低かったプロジェクトにおける開発業務の外部委託マネジメントを比較するという意味でセットレベルの分析である。

3.3 調査対象

本研究では、大型製品システム開発を調査対象としている。大型製品システムには、価格が高い、生産量が少ない等に加えて、最終製品や部品・機器のカスタム度が高いという特徴がある。また、大型製品システムは、多くのカスタマイズされた部品や機器で構成されているため、バイヤーが開発業務の多くをサプライヤーに外部委託せざるを得ない状況にある。さらに、大型製品システム開発において、サプライヤーはバイヤーよりも開発頻度が多く、開発にも慣れていているため、バイヤーはサプライヤーに開発業務をある程度まとめて外部委託する傾向にある。特に、本研究の調査対象である鉄道車両開発においては、鉄道事業者の多くが構造面の設計統合化を含む広範な開発業務を鉄道車両メーカーに外部

委託している²⁴。

設計統合化には、構造面と機能面がある（武石, 2003）。構造面の設計統合化とは、開発対象製品システム内における部品間の配置上の調整であり、機能面の設計統合化とは、開発対象製品システム内における部品間の機能・性能上の調整である²⁵。大型製品システム開発においては、多様な部品や機器が構造面、機能面で相互に関連し合っている。このため、大型製品システム開発に向けて、関連する部品間の構造的、機能的な調整を積み重ねて全体最適化を追い求めるという作業が重要となる。鉄道車両開発においても、限られた車両空間の中で、機能面を追求しつつ、かつ重量バランスよく部品や機器を配置する作業は重要である²⁶。

しかし、鉄道車両開発における機能面の設計統合化は、鉄道車両メーカーに外部委託する範囲や外部委託した業務への関わり方が鉄道事業者によって異なる一方で、構造面の設計統合化については、鉄道事業者の多くがそれらを含む開発業務を鉄道車両メーカーに外部委託している。鉄道車両開発においては、鉄道車両メーカーが最終組立を担当していることが多い。その理由としては、鉄道事業者は鉄道車両メーカーと比べて開発頻度が少ないため、最終組立に必要な大型設備や組立作業者とといった開発資源を抱えたいとあまり思わない点が挙げられる。このため、鉄道事業者は最終組立と関連の深い構造面の設計統合化を含む広範な開発業務を鉄道車両メーカーに外部委託している。

開発業務の外部委託マネジメントに関する先行研究は、自動車産業を中心に、仕様決定と設計統合化の主体であるバイヤーが、開発対象製品システムの一部の部品や機器の開発業務をサプライヤーに外部委託している状況に焦点を当てている。このような状況の中で、バイヤーは、開発対象製品システム内における部品間の調整に関する全体最適を把握しているという情報の優位性を活かして、論理的に専門性の高いサプライヤーを説得したり、時には発注者としての交渉力を発揮することによって、開発の主導権を握っている。これに対し、本研究は、その設計統合化の主体の多くがサプライヤー側にある状況に焦点を当てている。この状況において、バイヤーは開発対象製品システム内における部品間の調整

²⁴ 同じように、構造面の設計統合化を含む広範な開発業務を外部委託している事例としては、エアラインから航空機メーカーへの航空機開発の外部委託、船主から造船メーカーへの造船設計の外部委託、プラントオーナーからプラントメーカーへのプラントエンジニアリング業務の外部委託などが挙げられる。

²⁵ 構造面の設計統合化の代表的なアウトプットとしては、開発対象製品システム内の部品の配置を示した図面（例えば、配置図など）が挙げられる。また、機能面の設計統合化の代表的なアウトプットとしては、開発対象製品システム内の部品間の関係性を示した図面（例えば、ツナギ図やフロー図など）が挙げられる。

²⁶ 重量バランスよく部品や機器を配置しないと脱線の原因となる。

に関する全体最適を把握しているという情報の優位性を失ってしまうため、サプライヤーに対して開発の主導権を握りにくくなることが予想される。もちろん、この状況においても、バイヤーは仕様決定の主体であるため、交渉力を発揮することによって、開発の主導権を握ることはできる。しかし、全体最適への配慮の少ないバイヤーの言動は、設計統合化の主体であるサプライヤーを混乱させることにつながりかねない。その結果、意図通りに製品システム開発が進まない等、その問題はバイヤー側に返ってくる可能性が高い。したがって、設計統合化を含む広範な開発業務を外部委託しているバイヤーにとっては、いかに開発の主導権を握って、サプライヤーを混乱させずに、自分達のニーズを製品システムに反映させるかは重要な課題である。この課題をどのように克服しているかを明らかにするために、構造面の設計統合化を含む広範な開発業務を外部委託している鉄道車両開発を調査対象としている。

本研究では、鉄道車両開発の中でも、JRグループと大手民営鉄道による開発を調査対象としている。JRグループと大手民営鉄道を選択するにあたっては、鉄道車両の開発頻度を考慮している。日本鉄道車輛工業会が発刊した『車両要目表』によると、2008年から2013年の間に開発された新型車両は73車種あるが、そのうち約78%がJRグループと大手民営鉄道が開発した車両である（表3.3.1）。

表 3.3.1 2008年から2013年に開発された新型車両

鉄道事業者	鉄道車両の種別							小計	(割合)
	通勤車両	特急車両	新幹線	気動車	路面電車	新交通	電気機関車		
JRグループ	12	7	8	5	0	0	3	35	(48%)
大手民営鉄道	17	5	0	0	0	0	0	22	(30%)
中小民営鉄道	2	0	0	3	3	2	0	10	(14%)
公営	3	0	0	0	2	1	0	6	(8%)
合計	34	12	8	8	5	3	3	73	(100%)
(割合)	(47%)	(16%)	(11%)	(11%)	(7%)	(4%)	(4%)	(100%)	—

出所 日本鉄道車輛工業会（2008-2014）をもとに筆者が作成

開発頻度の低いバイヤーは、開発マネジメントのノウハウを蓄積しにくい環境にあるため、開発の度にマネジメント行動が変わってしまう懸念がある。一方、開発頻度の高いバイヤーは、開発マネジメントのノウハウを蓄積しやすい環境にあるため、ある程度定まったマネジメント手法で開発を進めていることが予想される。したがって、開発頻度の高いJRグループと大手民営鉄道を調査対象とすることによって、鉄道車両開発における代表的

な外部委託マネジメントの実態を明らかにすることが期待できる。

対象プロジェクトの選定にあたっては、はじめに、鉄道車両メーカーB社が2008年から2013年に完遂した15の新型車両開発プロジェクトの中から、JRグループと大手民営鉄道による、機関車などの特殊車両は除いた12のプロジェクトに絞り込んでいる（表3.3.2）。

表 3.3.2 2008年から2013年に鉄道車両メーカーB社が担当した新型車両開発

プロジェクト No.	鉄道事業者	納期	種別	両数	鉄道事業者によるプロジェクト評価
①	大手民営鉄道	2008年上期	通勤車両	48	良い
②	JRグループ	2008年下期	新幹線	4	良い
③	JRグループ	2008年下期	新幹線	42	良い
④	JRグループ	2009年上期	新幹線	5	特に良い
⑤	JRグループ	2010年上期	新幹線	4	特に良い
⑥	大手民営鉄道	2010年上下期	通勤車両	50	特に良い
⑦	JRグループ	2010年下期	通勤車両	28	良い
⑧	大手民営鉄道	2011年下期	通勤車両	4	やや問題あり
⑨	JRグループ	2011年下期	特急車両	12	やや問題あり
⑩	JRグループ	2011年下期	通勤車両	12	良い
⑪	JRグループ	2013年下期	特急車両	4	やや問題あり
⑫	JRグループ	2013年下期	新幹線	36	特に良い

出所 鉄道車両メーカーB社の社内資料をもとに筆者が作成

本研究の目的は、広範な開発業務の外部委託における効果的なマネジメント手法を明らかにすることである。したがって、開発業務の外部委託先である鉄道車両メーカーの良し悪しがバイヤーである鉄道事業者のマネジメント行動に与える影響をできるだけ排除することが望ましい。このため、1つの鉄道車両メーカーが担当したプロジェクトを対象を限定している²⁷。鉄道車両メーカーB社を選択した理由は、2008年から2013年に日本の鉄道車両メーカーの中で、最も多くの新型車両開発プロジェクトを担当し、かつ通勤車両、特急車両、新幹線と幅広い車種の車両を複数回ずつ開発しているため、鉄道車両メーカーの代表として相応しいと判断したからである²⁸。

²⁷ ただし、本研究の対象プロジェクトの中には、鉄道車両メーカーB社単独で担当していないプロジェクトも含まれている。

²⁸ 2008年から2013年の間に開発された新型車両は73車種あるが、鉄道車両メーカーB社は、そのうち23車種を担当している。

次に、この 12 のプロジェクトを組織の成り立ち、製品の技術新規性、バイヤーによるプロジェクト評価という 3 つの視点で層別している（表 3.3.3）。

表 3.3.3 プロジェクトの層別

	高評価		低評価
	JRグループ	大手民営鉄道	
通特 勤急 車車 両両	プロジェクトNo. ⑦⑩	プロジェクトNo. ①⑥	プロジェクトNo. ⑧⑨⑪
新 幹 線	プロジェクトNo. ②③④⑤⑫		

出所 鉄道車両メーカーB社の社内資料をもとに筆者が作成

1 つ目の視点は、組織の成り立ちの違いである。JR グループと大手民営鉄道では、鉄道車両開発の歴史や経験が異なっている。このため、両者では、鉄道車両開発における開発戦略、開発体制、開発プロセス、外部委託マネジメントも異なっている可能性が高い。したがって、この両者は分けて調査する必要がある。

2 つ目の視点は、製品の技術新規性の違いである。通勤車両や特急車両は新幹線と比べるとベース車両からの変更点が少ないため、技術新規性は低いと捉えることができる。一方、新幹線は通勤車両や特急車両と比べるとベース車両からの変更点が多いため、技術新規性は高いと捉えることができる。製品の新規技術性が高まると、その開発における不確実性が高まり、マネジメントも困難になる（藤本・安本, 2000）。したがって、この 2 つも分けて調査する必要がある。

3 つ目の視点は、鉄道事業者からのプロジェクト評価の違いである。広範な開発業務の外部委託における効果的なマネジメント手法を明らかにするためには、鉄道事業者からの評価が高かったプロジェクトと低かったプロジェクト²⁹におけるマネジメントを比較し、その違いを特定することが有効である。したがって、鉄道事業者からの評価が高かったプロジェクトだけではなく、低かったプロジェクトにおける開発業務の外部委託マネジメン

²⁹ 本研究では、鉄道事業者によるプロジェクト評価のうち、特に良いと良いを高い評価、やや問題ありと非常に問題ありを低い評価と位置づけている。

トの実態も調査する必要がある。

以上の3つの視点を参考に、12のプロジェクトを4つに分類し、本研究の対象プロジェクトとして、それぞれの象限から1事例ずつ選択している。1つ目はJRグループによる通勤車両開発の事例として鉄道事業者W社のW1系開発プロジェクト、2つ目はJRグループによる新幹線開発の事例として、鉄道事業者X社のX2系開発プロジェクト、3つ目は大手民営鉄道による通勤車両開発の事例として鉄道事業者Z社のZ4系開発プロジェクト、4つ目は鉄道事業者によるプロジェクト評価が低かった事例として、鉄道事業者Y社のY3系開発プロジェクトである。

3.4 調査方法

本研究では、複数事例研究を採用している。Yin（1994）は、事例研究は複雑でダイナミックなプロセスを解明するのに適していると指摘している。また、彼は、単一事例研究と比べると、複数事例研究から得られた証拠はより説得力があり、研究自体はより強固であると指摘している。広範な開発業務における効果的な外部委託マネジメントを明らかにするためには、成果の高い事例と低い事例のマネジメントを比較する必要があり、それは複数の事例研究を行うことによって可能となる。また、広範な開発業務の外部委託マネジメントとその成果との間のスタティックな関係のみならず、広範な開発業務の外部委託マネジメントがその成果に与える影響とそのメカニズムを明らかにするためには、開発マネジメントの実態を把握する必要があり、それは企業内部の開発現場に立ち立った詳細な事例研究を行うことによって可能となる。

本研究における分析は、2010年4月から2017年3月までに実施した鉄道車両開発関係者へのインタビューと会議資料、プロジェクト計画、技術文書などの企業内部資料にもとづいて行っている。

インタビュー調査は、鉄道事業者や鉄道車両メーカーの開発責任者を中心³⁰に計36回³¹、

³⁰ 本研究では、鉄道事業者の開発責任者を中心にインタビュー調査を実施しているが、そのほとんどが入社直後に車掌業務を経験した後、車両設計部門へと配属されている。また、鉄道事業者の多くが、定期的に車両設計部門とメンテナンス部門との間でローテーション異動を行っている。このためだと思われるが、本研究のインタビュー対象者であった鉄道事業者の開発責任者は、車両オペレーションやメンテナンス業務についても、ある程度理解していた。したがって、本調査における設計者バイアスはあまり考慮しなくてよいと考えている。

³¹ この36回には、事例研究でとりあげた鉄道車両開発プロジェクトとは直接関係ない、日本の鉄道車両開発マネジメントを幅広く理解するために実施したインタビューも含まれている。

延べ 43 人に対して行っている。調査期間中、筆者は鉄道車両メーカーB 社の鉄道車両部門とは別の本社部門に属しており、鉄道車両メーカーB 社の鉄道車両開発関係者とは知人、その他のインタビュー対象者とは知人ではなかったという関係である。このため、本研究では、調査データの客観性を保持するために様々な工夫をしている。例えば、筆者は研究者として中立な立場であることを説明した上で、その研究目的に賛同してくれた方のみを対象にインタビュー調査を実施している。また、インタビュー調査の際には、特にプロジェクトの評価については慎重に問うようにし、できる限り企業内部資料などを参照してもらうようにその都度依頼している。さらに、エリートバイアス³²を避けるために、場合によっては、鉄道事業者や鉄道車両メーカーの開発担当者に対してインタビューを行ったり³³、発見事実については企業内部資料で再確認したりしている。

インタビュー方法は、質問項目をあらかじめ決めていくが、場合によっては面会者の答えに合わせて、自由に聞き取りを行うという半構造化インタビュー (May, 2001) の形式で行っている。インタビューでは、企業内部資料を分析しても不明だった点について重点的に質問している³⁴。例えば、鉄道事業者 W 社の開発関係者には「W1 系をどのような体制で開発したのか」や「W1 系のコンセプトをどのように作成したのか」を、鉄道車両メーカーB 社の開発関係者には「W1 系開発における設計分担、設計会議はどのように行われたのか」を中心に聞き取りを繰り返し行っている。インタビュー内容は、面会者の許諾を得て IC レコーダーに録音している。インタビュー後は録音データに基づいて文書化を行い、面会者に内容を確認している。

3.5 分析の進め方

分析の進め方としては、まず次の第 4 章で、インタビュー調査や企業内部資料から得られたデータをもとに、鉄道事業者 W 社の W1 系開発プロジェクト、鉄道事業者 X 社の X2 系開発プロジェクト、鉄道事業者 Y 社の Y3 系開発プロジェクト、鉄道事業者 Z 社の Z4 系開発プロジェクトにおけるマネジメント行動の実態を記述する。

続く第 5 章では、4 つの鉄道車両開発プロジェクトにおける開発業務の外部委託マネジ

³² エリートバイアスとは、通常公式に組織を代表する人たち、つまり役職が上位の人たちからだけ情報を集めることによって生じる認識の歪みである。

³³ インタビュー調査面会者については、「添付資料 2 インタビュー調査面会者リスト」を参照されたい。

³⁴ インタビュー・ガイドラインについては、「添付資料 3 日本の鉄道車両開発の実態に関するインタビュー・ガイドライン」と「添付資料 4 開発業務の外部委託マネジメントに関するインタビュー・ガイドライン」を参照されたい。

メントの共通点や相違点を抽出し、それらを比較・分析することによって、広範な開発業務の外部委託マネジメントについて考察する。具体的には、はじめに、広範な開発業務の外部委託マネジメントの特徴を明らかにするために、4つの開発プロジェクトに共通する鉄道事業者のマネジメント行動と先行研究の蓄積が豊富な自動車産業における開発業務の外部委託マネジメントを比較することによって、その違いを特定し、理由を考察する。次に、広範な開発業務の効果的な外部委託マネジメントを明らかにするために、鉄道事業者からの評価が高かったプロジェクトと低かったプロジェクトにおける開発業務の外部委託マネジメントを比較し、その違いを特定する。最後に、広範な開発業務の外部委託を効果的にマネジメントするために必要な知識を明らかにするために、鉄道事業者や鉄道車両メーカーの開発関係者へのインタビューによって得られたマネジメントのベースにある知識管理に関する情報を整理し、考察を行う。

第4章 日本の鉄道車両開発の事例研究

4.1 鉄道事業者 W 社の W1 系開発プロジェクト

4.1.1 プロジェクトの概要

W1 系は 2011 年春以降に順次開業する P 駅（仮称）周辺の開発を見据え、各路線からの P 駅直通の拡大ならびに輸送力増強を図ることを目的に、設計方針検討から営業運転まで約 4 年もの歳月をかけて開発され、2010 年 12 月に投入された近郊車両である。開発両数は 226 両、製造コストは総額 250 億円である。

4.1.2 開発戦略

鉄道事業者³⁵にとって、新型車両の開発は巨大な投資である。鉄道事業者 W 社も、その投資の是非や投資額については社内で何度も議論を重ねた上で決定している。しかも、鉄道事業者 W 社の開発担当者は、「新型車両の開発予算は年々厳しくなっている」と述べている。

このような状況の中、鉄道事業者 W 社は、大量輸送を実現するための車両の性能や使い勝手の良さ、安全性を確保するためのメンテナンスし易さや製造容易性、環境面を考慮した省エネルギー性など、できるだけ多くのニーズを取り込みながら新型車両の開発を進めていかなければならないという問題意識を抱えていた。全く同じ型の車両を開発し続ければ、製造容易性が向上するため、結果として開発コストの低減が見込めるが、それでは車両の性能や使い勝手の良さ、メンテナンスし易さ、省エネルギー性は一向に変わらない。一方、頻りに車両の改良を重ねれば、車両の性能や使い勝手の良さ、メンテナンスし易さ、省エネルギー性は向上するが、それでは初期トラブルのリスクを常に抱えることになるし、開発コストの低減もなかなか見込めない。鉄道事業者 W 社は、新型車両を開発する際、多くのステークホルダーからのニーズの取り込みと開発コスト低減のトレードオフを解決するのに長年苦労してきた。

そこで鉄道事業者 W 社は、2000 年以降、製品戦略として、できるだけ車種を絞り込んだコストダウン型ベース車両の開発を掲げている。すべて同じ車種であれば、線区をこえた車両の置き換えや組合せが容易になるため、車両配置の最適化や輸送サービスの向上につながりやすい。また、運転士や車掌のいる運輸部門やメンテナンス部門にとっても、すべて同じ車種の方がオペレーションしやすいし、メンテナンスもしやすい。鉄道事業者 W 社は、2000 年には交直流特急電車のベース車両として W3 系（仮称）、2005 年には直流通勤

³⁵ 鉄道事業者とは、JR グループや阪急阪神ホールディングスといった鉄道を使用して旅客輸送または貨物輸送の運営、または軌道の維持管理を行う個人または法人・企業である。

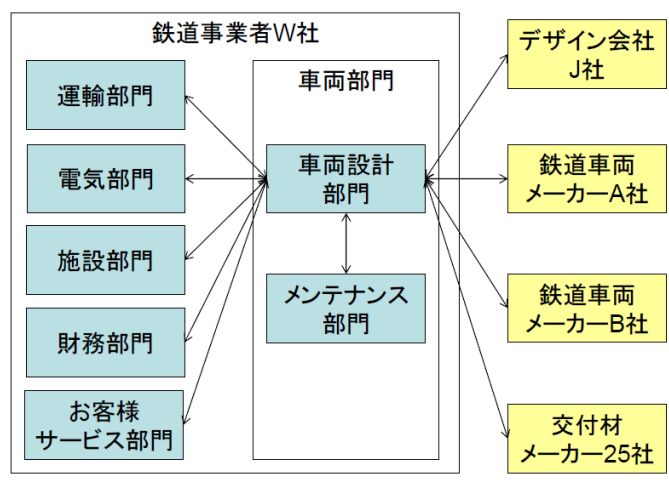
電車のベース車両として W6 系（仮称）、2006 年には交直流近郊電車のベース車両として W2 系（仮称）、そして、2010 年には直流近郊電車のベース車両として W1 系を開発している。

鉄道事業者 W 社は、W1 系をコストダウン型ベース車両の開発で培ってきた技術の集大成の車両とすることを目標としている。また、鉄道事業者 W 社は、過去の事故の教訓から、限られた予算、決められたスケジュールの中で、できるだけ多くの安全対策を盛り込むことも目標に追加している。この目標を達成するために、過去のコストダウン型ベース車両の開発経緯を把握している鉄道車両メーカーや交付材メーカーらと開発を進めるというのが W1 系開発の基本方針である。

4.1.3 開発体制

W1 系の開発は、プロジェクトオーナーである鉄道事業者 W 社のほか、デザイン会社 J 社（匿名）、鉄道車両メーカー A 社と B 社、交付材メーカー 25 社が関与して行われている（図 4.1.3.1）。

図 4.1.3.1 W1 系開発プロジェクト体制



（筆者が作成）

W1 系開発において、プロジェクトの中心にいたのは鉄道事業者 W 社の「車両部 車両設計室（以下、車両設計部門と呼ぶ）」である。当時の車両設計部門は、室長 1 名と新幹線担当として課長 1 名、担当課長 4 名、専門課長 1 名、担当者 19 名、在来線担当として課長 1 名、担当課長 3 名、専門課長 2 名、担当者 13 名の総勢 45 名で構成されている。

W1 系の開発責任者は車両設計部門の在来線担当の課長であり、課長を中心とした車両設計部門が主に方針や仕様の決定、プロジェクト全体の管理、メーカー間の調整などを担当している。W1 系の開発責任者は車両の仕様に関する決定権を有しており、鉄道車両のコンセプト、品質、性能、開発スケジュールに対する責任を負っている。しかし、開発予算に関する決定権は財務部門が有しており、その責任は切り離されている。

鉄道事業者 W 社は、駅舎や鉄道車両のデザイン業務について、デザイン会社 J 社と年間契約を結んでいる。デザイン会社³⁶とは、車両の外観や内観のデザインを担当する企業である。W1 系開発においても、デザイン会社 J 社が、主に製品基本計画段階において、車両のデザインパス³⁷の作成を担当している。

鉄道事業者 W 社は、プロジェクト毎に車両の設計・製造を担当する鉄道車両メーカーを選定している。W1 系開発において、鉄道事業者 W 社は、実績面に加えて、価格面と技術面の両面を評価して、鉄道車両メーカー A 社と B 社を選定し、車両開発業務を共同設計方式³⁸で発注している。W1 系開発においては、鉄道車両メーカー A 社が主に側構体・客室・客室設備の基本設計・詳細設計を、鉄道車両メーカー B 社が主に側構体・床下機器配置・運転室の基本設計・詳細設計を担当している。

鉄道事業者 W 社は、ほとんどの車両開発プロジェクトにおいて、交付材制度を採用している。交付材制度とは、鉄道事業者がある種の部品や機器を直接手配し、鉄道車両メーカーに支給する制度である。W1 系開発において、鉄道事業者 W 社は、主電動機や車両制御装置といった主回路・制御関係、ブレーキ装置や戸閉め機械といった空気・ブレーキ・戸閉回路・補助回路関係、自動列車停止装置や映像及び音声記録装置といった保安装置関係、デジタル伝送装置や情報表示装置といった伝送装置関係、空調装置や放送装置といった放送装置・サービス機器・配信情報装置関係など、計 38 の部品や機器を交付材と位置づけ、これらの設計・製造を 25 社の交付材メーカーに発注している。

³⁶ デザイン会社には、一般的な工業デザイン会社、鉄道専門のデザイン会社、鉄道車両メーカー内のデザイン部門など、様々な形態がある。

³⁷ デザインパスとは、空間のイメージがわかるように、一定の図法により車両の外観や内観を立体的に描いた透視図である。

³⁸ 鉄道事業者から鉄道車両メーカーへの車両開発業務の発注方式は、一社設計方式と共同設計方式の 2 種類に大別できる。一社設計とは、1 つの車両を鉄道車両メーカー 1 社で設計する方式であり、共同設計とは、1 つの車両を複数の鉄道車両メーカーで分担して設計する方式である。どちらの発注方式を採用するかは鉄道事業者によって異なるが、JR グループはほとんどの車両開発業務で共同設計を採用している。共同設計の特徴的な点は、例えば、鉄道車両メーカー A 社は、設計に関しては事前協議によって決められた設計所掌の部分を担当するが、外注・購買や組立・製造については、自社が設計した部分だけでなく、鉄道車両メーカー B 社が設計した部分も含む車両全体を担当しなければならない点である。

ただし、鉄道事業者 W 社は、台車についてはすべてではなく、その一部を交付材にしている。鉄道事業者 W 社は、車両本体とは別契約で、台車の設計・製造業務を鉄道車両メーカー A 社と B 社に共同設計方式で発注している。一方、鉄道事業者 W 社は、台車の製造業務の一部を台車メーカー S 社（匿名）に発注しており、その台車を交付材として鉄道車両メーカー A 社と B 社に支給している。

鉄道事業者 W 社は、プロジェクト毎に交付材メーカーを選定している。また、交付材メーカーについては、リスクマネジメントの観点から、鉄道事業者 W 社は、各部品や機器ごとに複数社選定することが多い。W1 系開発においても、鉄道事業者 W 社は、主電動機や車両制御装置やパンタグラフなど、主要な部品や機器については 2 社以上選定している。なお、鉄道事業者 W 社と交付材メーカーとの間には、自動車産業などで見られるような協力会のような制度はなく、資本関係もほとんどない。しかし、多くの交付材メーカーは継続的な部品供給などに関わっているため、鉄道事業者 W 社と長期的な取引関係を構築している。

4.1.4 開発プロセス

一般に、製品開発プロセスは、コンセプト作成、製品基本計画、製品エンジニアリング、工程エンジニアリングの 4 つに分かれる³⁹（藤本, 1997）。しかし、鉄道車両開発における工程エンジニアリングは、鉄道車両メーカー側でほとんど完結するため、外部委託マネジメントとの関係は弱い。したがって、ここでは、W1 系開発プロジェクトにおけるコンセプト作成段階、製品基本計画段階、製品エンジニアリング段階の開発マネジメントの実態を記述する⁴⁰（図 4.1.4.1）。

³⁹ なお、製品開発とは狭義には、市場で販売される新商品の製品設計情報を創造するための企業活動のことであり、広義には、これに加えて、その商品を生産するための工程設計情報および現物の生産工程を新たに準備することを含む（藤本, 2001）。本研究における製品開発は、製品設計情報を創造するという狭義の製品開発を指すものとする。

⁴⁰ W1 系の工程エンジニアリングの詳細については、北林（2016）を参照されたい。

図 4.1.4.1 W1 系開発プロジェクトの流れ

開発段階	主担当	2007年	2008年	2009年	2010年	備考
コンセプト作成	鉄道事業者W社	設計方針の検討 07/01		08/05		鉄道事業者W社が作成
製品基本計画	鉄道事業者W社		車両の素案・デザインの検討 ↑↑↑↑↑ 技術提案	09/04		鉄道車両メーカーA社・B社や交付材メーカーからの技術提案を参考にしながら、鉄道事業者W社が作成
	鉄道車両メーカーA社・B社 交付材メーカー					
製品エンジニアリング	鉄道事業者W社			確認・調整・進捗管理 ↑↑↑↑↑ 詳細検討・車両重量管理など		鉄道車両メーカーや交付材メーカーが担当(ただし、鉄道事業者W社がデザインレビューで設計内容を確認)
	鉄道車両メーカーA社・B社 交付材メーカー				10/02	
工程エンジニアリング ・製造(第一編成)	鉄道車両メーカーA社・B社 交付材メーカー			09/09	10/05 試験へ	鉄道車両メーカーA社・B社や交付材メーカーが担当(ただし、車両の最終組立は鉄道車両メーカーA社・B社が担当)

(筆者が作成)

4.1.4.1 コンセプト作成

W1 系開発は、鉄道事業者 W 社内の主に運輸部門と車両設計部門からの 2 つのニーズによって発足したプロジェクトである。運輸部門は、2011 年春以降に順次開業する P 駅周辺の開発プロジェクトを見据え、各路線からの P 駅直通の拡大ならびに輸送力増強を図ることを検討している。具体的には、運輸部門は、運行ダイヤを整流化するために、当時ある区間で運用していた最高時速 120 キロの古い車両を、すべて最高時速 130 キロの新型近郊車両に置き換えることを検討している。

同じ時期に車両設計部門は、新型の近郊車両の開発を検討している。車両設計部門は、2005 年 12 月に車種を 2 種類に絞り込んだ新型の通勤車両 W6 系を開発している。しかし、近郊車両については、4 車種で構成されるベース車両 W7 系(仮称)を開発してから既に 15 年近く経過していた。このため、車両設計部門は、車種を更に絞り込んだコストダウン型の近郊車両を開発したいと常々考えていた。そして、2007 年某日、車両設計部門が運輸部門作成の輸送計画を受領したところから、W1 系開発はスタートしている。W1 系の設計方針は、早くから W6 系をベース車両とする方向で決まっている。この方針に、W6 系換修面における推奨点・問題点の改善、前面衝突対策、高床運転台化、バリアフリー対策、安全対策といった主な変更点を加えた形で、車両設計部門は W1 系の設計方針を完成させている。

4.1.4.2 製品基本計画

車両設計部門が設計方針をまとめた後、2008 年 7 月 18 日には W1 系のベース車両とな

る W6 系を担当した鉄道車両メーカーA 社と、W1 系の前の近郊車両のベース車両であった W7 系を担当した鉄道車両メーカーB 社が、車両設計部門に対して技術提案会という場で 1 回目の技術提案を行っている。技術提案会とは、鉄道車両メーカーや交付材メーカーから車両設計部門への技術提案や鉄道車両メーカーによるベース車両の勉強、各メーカーの営業活動に対する車両設計部門の対応を行う場である。第 1 回技術提案会で車両設計部門は鉄道車両メーカーA 社と B 社に対し、W1 系の設計方針について説明している。

この後、技術提案会は月 1~2 回程度、提案や説明が必要な際に都度開催され、2009 年 4 月 20 日の第 17 回まで続いている。この間、鉄道車両メーカーA 社と B 社以外の鉄道車両メーカーも技術提案を行っている。第 1 回から 2008 年 8 月 6 日の第 3 回までの論点は、W6 系検修面における推奨点・問題点の改善、前面衝突対策、高床運転台化、バリアフリー対策、安全対策といった W6 系からの変更点に関する技術説明であり、2008 年 10 月 10 日の第 4 回から第 17 回までの論点は上述の 5 つの変更点の詳細な技術説明と鉄道車両メーカーからの仕様に対する質問対応であった。

一方、技術提案会と並行して、車両設計部門は鉄道車両メーカーからの技術提案を参考にしながら、車両の素案やデザインの検討を進めている。素案とは、車両の基本仕様や概略コストを含む計画案である。車両設計部門は運輸部門、電気部門、施設部門、財務部門、お客様サービス部門、メンテナンス部門といった鉄道事業者 W 社内の関連部門を集めて、W1 系開発の社内全体会議を開催している。社内全体会議の場で、車両設計部門は関連部門に対し、素案の確認、例えば、運輸部門には車両の操作性や輸送計画、メンテナンス部門にはメンテナンス性、施設部門には車両重量や車両限界、電気部門には電力関係などを確認するよう依頼している。その際、運輸部門からは、「貫通路にワイパーが欲しい」とか「乗務員室のクーラーの吹き出し口を変えて欲しい」といった要望が出ている。車両設計部門は、これらの要望を個別に調整しながら、場合によっては、技術提案会を通じて鉄道車両メーカーに対して、「これらの要望は技術的に問題ないか」「これらの要望を反映させた場合、車両価格はどうなるのか」などについて検討依頼している。

車両のデザインについては、車両設計部門はデザイン会社 J 社のデザイナーと協力しながら進めている。はじめに、車両設計部門はデザイナーに対し、「W6 系の近郊バージョンとしたい」「W7 系と併結してもデザインに統一感をもたせたい」「見た目でも安全そう、頑丈そうに見えるようにしたい」「前面窓を少し上方に移動したい」「しかし、子供でも前面展望できるといった従来からのコンセプトは残したい」といった W1 系のデザインイメージを伝えるところから車両のデザインはスタートしている。そのイメージをベースに、

まずはデザイン会社J社内部でデザインを検討している。今回デザイナーを一番悩ませたのは「前面窓を少し上方に移動したい」と「子供でも前面展望できるといった従来からのコンセプトは残したい」という相反する要求をどのように両立させるかであった。検討の結果、デザイナーは子供の視線ギリギリまで前面の中央窓のみを下方へ移動させることによって、このトレードオフを解消している。ただし、他の左右の前面窓を上方へ移動したことによって外観上の違和感という新たな問題が生じてしまっている。この問題についてもデザイナーは、前面の黒色の塗り分けや三角形の前尾灯を採用することによって解決している。そして、デザイナーはデザインパースを3案程度作成し、車両設計部門に提示している。そのパースについて、車両設計部門とデザイナー間で何回か意見交換・修正を繰り返した後、W1系のデザインパース案は完成している。その後、2009年2月16日には鉄道事業者W社の社内会議においてW1系のデザインパースが正式に承認されている。

製品基本計画段階において、車両設計部門は鉄道車両メーカーからの技術提案を参考にしながら、与えられた予算に収まるよう、何度も何度も車両の素案やデザインの検討を重ねている。そして、2009年3月某日に鉄道車両メーカーA社とB社から提出された見積内容が鉄道事業者W社内で承認されたことを受けて、2009年4月某日、鉄道事業者W社は、鉄道車両メーカーA社とB社に共同設計方式による車両開発業務の発注内示を出している。発注両数については50%ずつをベースにしつつも、あとは鉄道車両メーカーの見積価格や技術評価等を鉄道事業者W社が総合的に判断して決定している。W1系開発においては、最終的に鉄道車両メーカーA社142両、B社84両、計226両という発注両数となっている。

4.1.4.3 製品エンジニアリング

発注内示以降の技術提案会は、設計会議へと名称を変えている。設計会議は、鉄道事業者にとっては車両の基本設計・詳細設計内容を確認する、いわばデザインレビューの場であり、鉄道車両メーカーにとっては基本設計内容を詳細化したものを提示して、鉄道事業者から承認を貰う場である。車両設計部門は、第1回設計会議を2009年4月30日に開催し、設計・製作スケジュール、設計分担の整理、車両の種類・バリエーション、技術開発関係、懸案事項の確認、交付材等の情報について鉄道車両メーカーA社やB社と議論している。

W1系開発の設計分担は、鉄道車両メーカーA社とB社の間で、過去の実績や各鉄道車両メーカーの強みなどを考慮しながら事前に調整を行い、最終的に鉄道事業者W社に承認

をとるという流れで決まっている。最終的には、客室と客室設備は鉄道車両メーカーA社、床下機器配置と運転室は鉄道車両メーカーB社、側構体は特許の関係もあり、鉄道車両メーカーA社とB社がそれぞれ別の設計を行うことで分担は決まっている。

2009年7月27日、車両設計部門は、鉄道車両メーカーA社とB社と交付材メーカー25社を集めて、全体会議という名のW1系開発のキックオフミーティングを開催している。全体会議の中で、車両設計部門は、設計会議の進め方、設計分担等、全体スケジュール、車両の概要、関係法令等の周知徹底に関する取扱いについて全メーカーに改めて説明している。また、全体会議の中で、車両設計部門は、「W1系は、W7系の後継車として安全性・サービスの向上を図るとともに、回生ブレーキの活用を拡大する等、環境性能に優れた車両とする」や「安全や環境など社会的な要求レベルに遅れが許されないものとして、特に、衝突安全性向上、バリアフリー整備ガイドラインへの対応に関しては率先垂範して対応する」といった設計方針を全メーカーに直接伝えている。

全体会議後は、鉄道車両メーカーA社とB社と各交付材メーカーによって車両や各部品や機器の詳細設計が進められている。交付材メーカーは担当分の部品や機器の詳細設計を行い、鉄道車両メーカーはもう一方の鉄道車両メーカーや交付材メーカーからの設計情報を参考にしつつ、構体強度解析・振動解析・空調解析・照度解析といった各種シミュレーション技術を効果的に活用しながら、自社担当分の詳細設計を行っている。

鉄道車両メーカーA社とB社と各交付材メーカーによって検討された内容は、車両設計部門との設計会議の場で審議されている。設計会議は1~2週間に一度の頻度で、車体・艤装、台車・パンタグラフ、VVVF・ブレーキ、空調、保安装置、デジタル伝送の6つのグループに分かれて開催されている。特に、車両全体を対象とした車体・艤装グループの設計会議は2010年2月23日の第23回まで続いている。その車体艤装の設計会議の様子については、鉄道車両メーカーB社の開発責任者が以下のように述べている。

お客さんは、昨年6月に人事異動でガラッと変わられましたけど、本当に運が良かったと言いますか、それも良い方向に変わってもらえたと思います。前のお客さんはとっつき難い人達だったのですが、ある程度話をしたら、理解してくれるお客さんでしたね。(鉄道車両メーカーB社の開発責任者)

設計会議において、車両設計部門は、鉄道車両メーカーA社やB社からの要望や悩みに積極的に耳を傾けており、問題があれば、すぐさま対応している。例えば、車両設計部門

は、懸案事項であった交付材に関する課題をできるだけ早く解決するために、車体・艤装の設計会議に関連する交付材メーカーを必要に応じて設計会議に参加させている。2009年9月18日の第10回設計会議には水揚汚物メーカーG社（匿名）が、2009年10月2日の第11回設計会議には一般電気品メーカーH社（匿名）がそれぞれ車体・艤装の設計会議に参加し、車両設計部門や鉄道車両メーカーA社やB社と設計上の課題解決について議論している。また、2009年9月2日、車両設計部門は交付材の設計が遅れ気味であったデジタル伝送メーカーI社（匿名）と鉄道車両メーカーA社とB社の間でデジタル伝送ツナギ設計会議と称する臨時会議を開催し、設計上の課題を解決している。さらに、車両設計部門は、車体・艤装、台車・パンタグラフ、VVVF・ブレーキ、空調、保安装置、デジタル伝送に分かれている各設計会議における情報、特に機器間ツナギと呼ばれる機器間のインターフェイスに関する情報を、鉄道車両メーカーA社とB社と各交付材メーカーと調整・共有化するために、ツナギ全体会議と称するデザインレビューを計3回開催している。ツナギ全体会議では、すべてのメーカーが入れ替わり立ち替わり集合し、ほぼ一日かけて機器間ツナギに関する変更点や課題について議論されている。そのツナギ全体会議の様子については、鉄道車両メーカーB社の開発責任者が以下のように述べている。

鉄道事業者W社は、元室長がツナギ図にこだわっていたという経緯もあって、他のどの事業者よりも、ツナギ図を細部までこだわるという社風になっていると思います。鉄道事業者W社のツナギ全体会議は、有識者全員で全図をレビューするデザインレビューになっています。会議では、図面の書き方や見た目の綺麗さも指摘されます。そのおかげで、鉄道事業者W社のツナギ図は非常に完成度の高いツナギ図になっています。我々としても、交付材メーカーに提案や相談が出来る機会が多く、仕事はやりやすいですし、鉄道車両メーカー側がフォローしなくても、出図期限までには確実にツナギ図が揃います。（鉄道車両メーカーB社の開発責任者）

補助回路や制御回路のツナギ図は鉄道車両メーカーが作図しています。その他は交付材メーカーが作図しています。しかし、鉄道車両メーカーや交付材メーカーが作図したツナギ図に対し、鉄道事業者W社は必ず赤ペンを入れてくれます。（鉄道車両メーカーB社の開発責任者）

車両設計部門は、ツナギ図は鉄道事業者のものであるという認識を強く持っている。W1

系開発においても、車両設計部門が、ツナギ図の内容を入念にチェックしている。

最終的に、鉄道車両メーカーA社とB社が共に編成図、形式図、見付図、断面図、機器配置図、ツナギ図などを通して、車両の基本設計・詳細設計内容を一通り車両設計部門に確認してもらった段階で設計会議は終了している。その後もW1系の開発・製造・試運転は順調に進み、2010年12月に無事営業運転を開始している。プロジェクト終了後、鉄道事業者W社の開発責任者は、プロジェクトの評価について以下のように述べている。

室内を含め、清掃が不十分である。汚れている箇所も多い。しかも、指摘箇所の手直しが出来ていない。(鉄道事業者W社の開発責任者)

以上のように、鉄道事業者W社の開発責任者は、納入時の車両の状態や指摘箇所の手直しがなかなか進んでいない点について不満を漏らしている。しかし、プロジェクトとしては順調に進み、納入された車両の出来栄えにも大きな問題は無かったため、鉄道事業者W社の開発責任者は総合評価を「良い」としている。

4.1.5 開発業務の外部委託マネジメント

鉄道事業者W社は、鉄道車両の主要な部品や機器は交付材メーカーへ、それ以外の部分はまとめて鉄道車両メーカーへ開発業務を承認図方式で外部委託していた。これらサプライヤーの選定にあたっては、鉄道事業者W社は、実績面の評価に加えて、価格面と技術面を重視していた。特に、鉄道事業者W社は、鉄道車両メーカーについては共同設計方式による複社発注を採用していた。発注後は、車両仕様に関する決定権を有する鉄道事業者W社の車両設計部門が、社内外の組織間調整の中心にいた。具体的には、鉄道事業者W社の車両設計部門は、設計会議を通して、鉄道車両メーカーや交付材メーカーの設計内容や設計スケジュールを確認し、問題があれば、すぐさま対処していた。また、設計統合化の問題については、鉄道車両メーカーが3次元CAD等でチェックしている一方、鉄道事業者W社もツナギ全体会議を開催し、組織横断的なレビューを何度も行うことで、その内容を入念にチェックしていた。以上が、W1系開発プロジェクトにおいて、鉄道事業者W社が実行していた開発業務の外部委託マネジメントの概要である。

4.2 鉄道事業者 X 社の X2 系開発プロジェクト

4.2.1 プロジェクトの概要

X2 系は新幹線の高速化による最高時速 360 キロの営業運転を目指すことを目的に、構想から営業運転まで約 11 年もの歳月をかけて開発され、2011 年 3 月に投入された新型新幹線である。開発両数は量産先行車として 1 編成 10 両、1 編成あたりの製造コストは約 45 億円である。

4.2.2 開発戦略

鉄道事業者 X 社は 2000 年策定の中期経営構想の中で、さらに利便性を高めるために、営業最高時速 275 キロであった新幹線を 360 キロで運転させる構想があることを掲げている。この構想を受けて、2002 年に鉄道事業者 X 社は「新幹線高速化推進プロジェクト」を立上げ、新型新幹線の開発を開始している。

はじめに、鉄道事業者 X 社は、鉄道車両メーカーや各機器メーカーと協力しながら、新型新幹線の基本仕様と要素開発に関する基礎的な調査を行っている。2003 年 5 月には、鉄道車両メーカー B 社が、鉄道事業者 X 社に対して、先頭形状、客室内静粛性向上、車外騒音対策、着雪対策、新型台車、車体傾斜、空カブレーキなどに関する検討結果を報告している。

これらの調査と並行して、鉄道事業者 X 社は、2003 年 3 月から 6 月にかけて、営業最高時速 275 キロを実現していた当時の標準型新幹線 X0 系を使って、時速 360 キロの高速走行試験を実施している。ここで鉄道事業者 X 社は、新幹線が時速 360 キロで走行した時の基礎データ収集を行っている。特に、鉄道事業者 X 社は、車外騒音を問題視していたため、新しい騒音対策を試しながら、様々なデータを収集している。

これらの調査や試験で収集したデータや鉄道車両メーカーや交付材メーカーからの技術提案をもとに、2004 年に鉄道事業者 X 社は、新幹線高速試験車両 X1 系の基本仕様をまとめ、車両の開発に着手している。X1 系の開発は、鉄道事業者 X 社の研究開発部門を中心に、鉄道車両メーカー B 社や C 社をはじめとする多くの機器メーカーによる協力のもと進められている。2005 年 6 月からは、鉄道事業者 X 社は、地上設備も含めた各種試験を順次行っている。

X1 系で 60 万キロにおよぶ試験走行を重ねた結果、鉄道事業者 X 社は、「環境対策や費用対効果を考慮すると、営業最高時速 360 キロではなく、320 キロが妥当である」と当初の目標の見直しを行っている。この見直しされた目標に対応した新しい新幹線を開発する

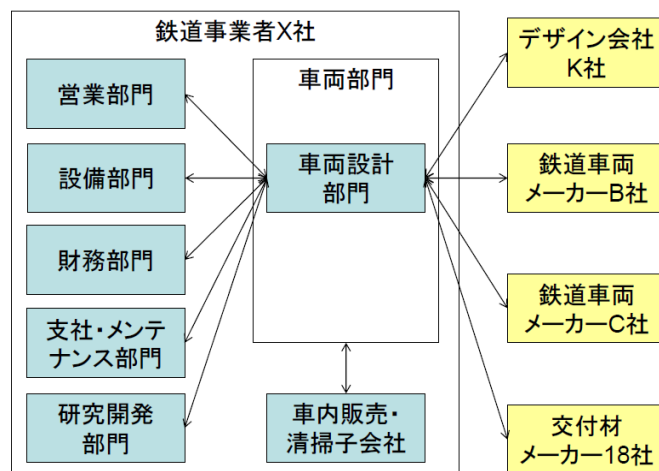
ために、鉄道事業者 X 社は 2006 年に X2 系開発プロジェクトを立ち上げている。

X2 系開発において、鉄道事業者 X 社は、営業最高時速 320 キロに上げて、標準型新幹線 X0 系の乗り心地を保つ車両を開発することを目標としている。この目標を達成するためには、開発段階で営業運転上の問題点をすべて洗い出し、それらを解決しなければならない。これらを実現するために、鉄道事業者 X 社は、X2 系はとにかく技術的に難しい車両であるので、技術水準が高く、新幹線開発経験の豊富な鉄道車両メーカーや交付材メーカーと一緒に技術的な問題を解決していくという基本方針を打ち出している。

4.2.3 開発体制

X2 系の開発は、プロジェクトオーナーである鉄道事業者 X 社のほか、デザイン会社 K 社（匿名）、鉄道車両メーカー B 社と C 社（匿名）、交付材メーカー 18 社が関与して行われている（図 4.2.3.1）。

図 4.2.3.1 X2 系開発プロジェクト体制



(筆者が作成)

X2 系開発において、プロジェクトの中心にいたのは鉄道事業者 X 社の「鉄道事業本部 運輸車両部（以下、車両設計部門と呼ぶ）」である。当時の車両設計部門は約 40 名で構成されている。X2 系の開発責任者は車両設計部門の課長であり、課長を中心とした車両設計部門が主に方針や仕様の決定、プロジェクト全体の管理、メーカー間の調整などを担当している。X2 系の開発責任者は車両の仕様に関する決定権を有しており、鉄道車両のコンセプト、品質、性能、開発スケジュールに対する責任を負っている。しかし、開発予算に関

する決定権は財務部門が有しており、その責任は切り離されている。

鉄道事業者 X 社は、プロジェクト毎に車両のデザインを担当するデザイン会社を選定している。X2 系開発においては、鉄道事業者 X 社は、デザイン会社 K 社を選定している。デザイン会社 K 社は、主に製品エンジニアリング段階において、車両のデザインコンセプトやデザインパースの作成を担当している。

鉄道事業者 X 社は、プロジェクト毎に車両の設計・製造を担当する鉄道車両メーカーを選定している。X2 系開発においては、鉄道事業者 X 社は、新幹線高速試験車両 X1 系の開発を担当した鉄道車両メーカー B 社と C 社を選定し、車両開発業務を共同設計方式で発注している。X2 系開発においては、鉄道車両メーカー B 社が主に先頭構体・運転室の基本設計・詳細設計を、鉄道車両メーカー C 社が主に側構体・客室・床下機器配置の基本設計・詳細設計を担当している。

鉄道事業者 X 社も、鉄道事業者 W 社と同様、ほとんどの車両開発プロジェクトにおいて、交付材制度を採用している。X2 系開発においても、鉄道事業者 X 社は、主回路・制御関係、ブレーキ関係、保安装置関係、伝送装置関係、放送装置・サービス機器・配信情報装置関係など、計 85 の部品や機器を交付材と位置づけ、これらの設計・製造を 18 社の交付材メーカーに発注している。

ただし、鉄道事業者 X 社は、台車については、全数を交付材にしていない。鉄道事業者 X 社は、車両本体とは別契約で、台車の設計・製造業務を台車メーカー S 社、鉄道車両メーカー B 社と C 社に共同設計方式で発注している。そして、台車メーカー S 社が製造した台車については、交付材として鉄道車両メーカー B 社と C 社に支給している。

鉄道事業者 X 社は、プロジェクト毎に交付材メーカーを選定している。また、交付材メーカーについては、リスクマネジメントの観点から、鉄道事業者 X 社は、各部品や機器ごとに複数社選定することが多い。X2 系開発においても、鉄道事業者 X 社は、主電動機や車両制御装置など、主要な部品や機器については 2 社以上選定している。なお、鉄道事業者 X 社と交付材メーカーの間には、自動車産業などで見られるような協力会のような制度はなく、資本関係もない。しかし、多くの交付材メーカーは継続的な部品供給などに関わっているため、鉄道事業者 X 社と長期的な取引関係を構築している。

4.2.4 開発プロセス

X2 系開発プロジェクトにおけるコンセプト作成段階、製品基本計画段階、製品エンジニアリング段階の開発マネジメントの実態を以下に記述する（図 4.2.4.1）。

図 4.2.4.1 X2 系開発プロジェクトの流れ

開発段階	主担当	2006年	2007年	2008年	2009年	備考
コンセプト作成	鉄道事業者X社	設計方針の検討 06/05	07/12			鉄道事業者X社が作成
製品基本計画	鉄道事業者X社		車両の素案検討			鉄道車両メーカーB社・C社や交付材メーカーからの技術提案を参考にしながら、鉄道事業者X社が作成
	鉄道車両メーカーB社・C社 交付材メーカー		技術提案 07/10			
製品エンジニアリング	鉄道事業者X社		車両デザイン検討・設計確認・調整・進捗管理			鉄道車両メーカーや交付材メーカーが担当(ただし、鉄道事業者X社がデザインレビューで設計内容を確認)
	鉄道車両メーカーB社・C社 交付材メーカー		詳細検討・車両重量管理など			
工程エンジニアリング ・製造(第一編成)	鉄道車両メーカーB社・C社 交付材メーカー			08/04 生産準備・製造	09/05 試験へ	鉄道車両メーカーB社・C社や交付材メーカーが担当(ただし、車両の最終組立は鉄道車両メーカーB社・C社が担当)

(筆者が作成)

4.2.4.1 コンセプト作成

X2 系の設計方針は、新幹線高速試験車両 X1 系による各種試験結果をもとに車両設計部門によって策定されている。設計方針としては、X1 系の基本仕様をベースとしながらも、営業最高時速 360 キロを 320 キロに引き下げる内容で修正されている。

営業最高時速を引き下げた理由として、鉄道事業者 X 社の開発責任者は環境性能とコストのバランスを挙げている。鉄道事業者 X 社は、営業最高時速 275 キロを実現していた標準型新幹線 X0 系を長年使用しており、その車両性能を高く評価している。したがって、X2 系を開発するにあたっては、X0 系のどこかを修正するというよりも、X0 系の車両をベースにいかに最高時速を上げるかが車両設計部門の中で課題となっている。しかし、最高時速を 45 キロ上げると、乗り心地が悪くなり、騒音や振動も大きくなる。これらの点を X0 系の最高時速 275 キロと同等以上にするというのが X2 系開発の最低条件であり、車両設計部門が越えなければならない壁であった。

車両の最高速度を上げつつ、乗客の快適性や車外の沿線騒音や振動といった環境性能を守るためには、車両の性能を上げると共に、地上設備に防音壁を立てる、構造物を強化するなど、様々な方策が考えられる。例えば、環境性能を満足するために、X1 系の先頭形状は 15 メートルという過去の新幹線の中で最長となっている。性能をさらに向上させるためには、先頭形状をさらに延ばすという選択肢も考えられるが、先頭部を 15 メートルにした結果、X0 系と比べて 6 列 30 名分の座席が減ってしまっている。この点について、鉄道事業者 X 社の開発責任者は、「お客様に快適に目的地まで移動していただく。そのお客様の快適さの一つとして、到達時分の短縮があります。それを実現するために最高速度を

上げるのですが、それとは別に会社の立場、経営面から見ますと、お金をかけて高速化を図って、その結果、お客様が増えてくれることが重要となります。費用対効果が一番バランスされるのが最高時速 320 キロだったということです」と述べている。

4.2.4.2 製品基本計画

車両設計部門が設計方針をまとめた後、鉄道車両メーカーや交付材メーカーは、車両設計部門に対して、技術提案会という場で技術提案を行っている。例えば、2007 年 8 月 24 日と 9 月 5 日には、X1 系の開発を担当した鉄道車両メーカー B 社が、車両設計部門に対して、X2 系の仕様確認や技術提案を行っている。

一方、技術提案会と並行して、車両設計部門は鉄道車両メーカーや交付材メーカーからの技術提案を参考にしながら、与えられた予算に収まるよう、何度も車両の素案の検討を重ねている。そして、2007 年 9 月に鉄道車両メーカー B 社と C 社から提出された見積と提案内容が鉄道事業者 X 社内で承認されたことを受けて、2007 年 10 月某日、鉄道事業者 X 社は鉄道車両メーカー B 社と C 社に共同設計方式による車両開発業務の発注内示を出している。X2 系の開発両数は、量産先行車として 1 編成 10 両であり、このうち 5 両を鉄道車両メーカー B 社、残りの 5 両を鉄道車両メーカー C 社へ発注している。そして、この内示とほぼ同時期に、鉄道事業者 X 社は、主回路・制御関係、ブレーキ関係、保安装置関係、伝送装置関係、放送装置・サービス機器・配信情報装置関係などの部品や機器を交付材と位置づけ、これらの設計・製造を各交付材メーカーに直接発注している。

4.2.4.3 製品エンジニアリング

発注内示以降の技術提案会は、設計会議へと名称を変えている。車両設計部門は、X2 系開発のキックオフミーティングである第 1 回車体艤装設計会議を 2007 年 10 月 16 日に開催し、設計スケジュール、設計分担案、先頭構体構造、先頭構体荷重試験、先頭形状、モックアップについて鉄道車両メーカー B 社や C 社と議論している。

X2 系開発の設計分担は、鉄道車両メーカー B 社と C 社の間で、X1 系の開発実績、各鉄道車両メーカーの強み、均等な設計ボリュームの配分などを考慮しながら事前に調整を行い、最終的に鉄道事業者 X 社に承認をとるという流れで決まっている。最終的には、先頭構体設計、先頭形状・運転室設計は鉄道車両メーカー B 社、側構体設計、客室設計、床下機器配置設計は鉄道車両メーカー C 社、出入台・個室設計は鉄道車両メーカー B 社と C 社がそれぞれ担当する車両の部分の部分を設計することで分担は決まっている。

キックオフミーティング後は、鉄道車両メーカー B 社と C 社と各交付材メーカーが車両

全体や各部品や機器の詳細設計を進めている。交付材メーカーは担当分の部品や機器の詳細設計を行い、鉄道車両メーカーはもう一方の鉄道車両メーカーや交付材メーカーからの設計情報を参考にしつつ、構造解析・振動解析・空調解析・照度解析といった各種シミュレーション技術や3次元CADを効果的に活用しながら、自社担当分の車両の基本設計や詳細設計を進めている。

鉄道車両メーカーB社とC社と各交付材メーカーによって検討された内容は、鉄道事業者X社との設計会議の場で確認・承認されている。設計会議は1~2週間に一度の頻度で、車体艤装、主回路・制御関係、ブレーキ関係、保安装置関係、伝送装置関係、放送装置・サービス機器・配信情報装置関係といった各部品や機器ごとに分かれて開催されている。例えば、車両全体を対象とした車体艤装の設計会議は、車両設計部門と鉄道車両メーカーB社とC社の3者の間で2009年1月8日の第38回まで続いている。その車体艤装の設計会議の様子については、鉄道車両メーカーB社の開発責任者が以下のように述べている。

この課長がすごく助かったのは、コンセプトがしっかりしていたこと。鉄道事業者X社として、この車両のコンセプトはこうだということを明確に持っていました。鉄道事業者X社が仕様決定すべきものは安全上であり、乗客の使い勝手であり、メンテナンス性であると。これは鉄道事業者X社が決めます。製作性だったり、コストだったり、材料や機器の入手性は鉄道車両メーカーの判断で仕様決定すべきものだということを明確に分けられていたので、非常に判断がスピーディだった。(鉄道車両メーカーB社の開発責任者)

自分達が決めなければならないことが決まっていなければ、それは自分の責任だということですのでそれをフォローして決めていただけたし、鉄道車両メーカーが決めていなければならないことを決めてなかったら、早く決めろとフォローしてきました。その辺りを明確に切り分けして、審議を進行していきました。余計なチャチャを入れたり、審議の遅れというのは無かったです。そこがやりやすかったです。設計を確定していくスピードは、私の経験の中でも、ものすごく速かったと思っています。(鉄道車両メーカーB社の開発責任者)

鉄道車両開発において、車両設計部門は、鉄道事業者が決定すべき事項と鉄道車両メーカーが決定すべき事項を明確に区別している。X2系開発の車体艤装の設計会議においても、

車両設計部門は、鉄道車両の安全面、使い勝手、メンテナンスといった鉄道事業者が決定すべき事項についてはタイムリーに判断を下している。

車体艤装の設計会議では、X2系に関する数多くの開発上の課題が議論されているが、論点の一つとして先頭形状の検討が挙げられる。新幹線高速試験車両 X1 系では、形状①と形状②という 2 種類の先頭車両を開発している。60 万キロにもおよぶ試験走行を重ねた結果や環境対策、費用対効果の面を考慮して、最終的に X2 系では形状②が採用されている。しかし、X2 系は試験車両ではなく、営業運転車両であるため、運転室や客室を少し広くするなど、先頭形状の更なる改良が求められている。設計会議の中で、鉄道事業者 X 社は鉄道車両メーカー B 社に対して、「営業運転車両としての条件を考慮しても、X1 系並みの先頭形状の性能が出ることをシミュレーションで示して欲しい」や「2008 年 4 月に先頭車両小型模型の風洞試験を実施するので、2007 年 12 月上旬には先頭形状を決定したい」と述べている。これに対し、鉄道車両メーカー B 社は、何度もシミュレーションを行っているが、なかなか思うような結果を出せていない。特に、鉄道車両メーカー B 社は、トンネルを通過する時に発生する衝撃圧が X1 系並みにならないという問題をなかなかクリアできずにいた。しかし、設計会議における議論や鉄道事業者 X 社の研究開発部門からのアドバイスを参考に検討を重ねた結果、鉄道車両メーカー B 社は指定された納期内にこの課題を解決している。

車体艤装の設計会議において、車両設計部門は、詳細設計と並行して車両のデザインについても議論している。2007 年 11 月 14 日、車両設計部門は、デザイン会社 K 社のデザイナーと 1 回目の車両デザイン会議を開催している。その会議で、車両設計部門はデザイナーに対して、「エクステリアデザインは、環境性能を考慮した最適な形状にすること」や「インテリアデザインは、ゆとり、やさしさ、あなたの、をキーワードにデザインすること」といった X2 系のデザインイメージを伝えている。そのイメージをベースに、デザイナーがデザイン案を数案作成し、1 週間後には車両設計部門へ提示している。その後、鉄道車両メーカー C 社からの強い要望もあり、2007 年 11 月 30 日の第 6 回車体艤装設計会議からは、デザイン会社 K 社も毎回出席し、車両のデザインと詳細設計との整合性について、鉄道車両メーカー B 社や C 社と議論を重ねている。そして、車体艤装の設計会議で議論された車両のデザイン案は、2008 年 12 月には鉄道事業者 X 社の社内会議で審議・承認され、2009 年 2 月 3 日にはマスコミにも公表されている。

詳細設計の最終段階には、車両設計部門は、機器間のインターフェイスに関する情報を鉄道車両メーカー B 社や C 社と調整・共有化するために、配線チェック会と称するデザイ

ンレビューを開催している。配線チェック会では、車両設計部門が主回路系のツナギ図を、鉄道車両メーカーB社とC社がそれぞれ担当する補助回路系のツナギ図を持ち寄り、そのインターフェイスを一つ一つチェックしている。その配線チェック会の様子については、鉄道車両メーカーB社の開発責任者が以下のように述べている。

基本的にツナギは鉄道事業者X社が担当です。ですから、主回路系は鉄道事業者X社、補助回路は鉄道車両メーカーB社とC社で分担しながらやりました。配線チェック会というのを3社で集まって、最後の方でやるので、そこでツナギに関しては明らかになっていきます。それも速かったですよ、速かったと言うとおかしいですが、割としっかりと鉄道事業者X社がまとめていただけたかなと。(鉄道車両メーカーB社の開発責任者)

配線チェック会に交付材メーカーは来ないです。あくまで鉄道事業者X社が担当します。鉄道事業者X社にも配線図が好きな人がいるんですよ。ツナギ図が好きな人がいて、家に配線図を持って帰ってチェックするぐらい好きなんですよ。自分の考えたツナギと合っているかどうかというのを本当に細かくチェックしている。だから、ある意味、鉄道事業者X社の一番の仕事っていうのはそこではないかなと思います。ツナギが間違っていたら、電車は動かないので。自分の思想だったり、鉄道事業者X社の思想をすべてツナギ図に入れてくる。(鉄道車両メーカーB社の開発責任者)

基本は鉄道事業者X社です。それに付随する補助回路を我々がそれぞれ受け持っていたので、そこでのインターフェイスを見なければいけないですから。結局、取りまとめたりするのは、例えば、特別高圧回路であれば鉄道車両メーカーC社です。それぞれ得意分野があるので、主回路そのものは鉄道事業者X社ですけど、それを最終的に図面にまとめていくのは、それぞれの鉄道車両メーカーです。(鉄道車両メーカーB社の開発責任者)

そうですね。ベテランですね。年は若いですけど。逆に若い人の方が良いんですよ。頭が切れる人。こんなぶ厚いツナギ図を全部覚えていますからね。ベテランの課長さんクラスのツナギ担当の方がいて、細かいところまで覚えている担当がいて。ツナギは鉄道事業者X社の肝でしょうね。(鉄道車両メーカーB社の開発責任者)

車両設計部門は、ツナギ図は鉄道事業者のものであるという認識を強く持っているため、ツナギ図の専門家を育成・配置している。X2 系開発においても、彼らが、鉄道事業者 X 社の思想をツナギ図に反映させるために、その内容については入念にチェックしている。

最終的に、鉄道車両メーカー B 社と C 社が共に編成図、形式図、見付図、断面図、機器配置図、ツナギ図などを通して、車両の基本設計・詳細設計内容を一通り車両設計部門に確認してもらった段階で設計会議は終了している。その後も X2 系の開発は順調に進み、2011 年 3 月に無事営業運転を開始している。プロジェクト終了後、鉄道事業者 X 社の開発責任者は、プロジェクトの評価について以下のように述べている。

量産先行車でありながら、大きな工程の問題もなく、また納入・試運転も順調、現在も走行試験が行われているが、大きなトラブルは起こっていない。X0 系での品質向上の取り組み姿勢が随所に生かされている。量産車ではスーパーグリーン車の本工事等変更点も多いが、貴社への期待は非常に高いので、期待に応えるべく、品質向上に取り組んでいただきたい。(鉄道事業者 X 社の開発責任者)

以上のように、プロジェクトとしてはプロジェクトとしては順調に進み、納入された車両の出来栄にも満足だったため、鉄道事業者 X 社の開発責任者は総合評価を「特に良い」としている。

4.2.5 開発業務の外部委託マネジメント

鉄道事業者 X 社は、鉄道車両の主要な部品や機器は交付材メーカーへ、それ以外の部分はまとめて鉄道車両メーカーへ開発業務を承認図方式で外部委託していた。これらサプライヤーの選定にあたっては、鉄道事業者 X 社は、試験車両の開発を担当した鉄道車両メーカー 2 社による共同設計方式を採用していた。発注後は、車両仕様に関する決定権を有する鉄道事業者 X 社の車両設計部門が、社内外の組織間調整の中心にいた。具体的には、鉄道事業者 X 社の車両設計部門は、設計会議を通して、鉄道車両メーカーや交付材メーカーの設計内容や設計スケジュールを確認し、問題があれば、すぐさま対処していた。また、設計統合化の問題については、鉄道車両メーカーが 3 次元 CAD 等でチェックしている一方、鉄道事業者 X 社も、詳細設計の最終段階で配線チェック会を開催し、組織横断的なレビューを行うことで、その内容を入念にチェックしていた。以上が、X2 系開発プロジェク

トにおいて、鉄道事業者 X 社が実行していた開発業務の外部委託マネジメントの概要である。

4.3 鉄道事業者 Y 社の Y3 系開発プロジェクト

4.3.1 プロジェクトの概要

Y3 系は 20 年以上使用され続けてきた既存の気動車 Y0 系の置換えを目的に、設計方針検討から営業運転まで約 3 年もの歳月をかけて開発され、2014 年 6 月に投入された特急車両である。開発両数は量産先行車として計 4 両、車両の製造コストは約 10 億円である。

4.3.2 開発戦略

JR グループは 1987 年 4 月の発足から約 30 年が経過しているが、この間、鉄道事業者 Y 社は経営的に苦しい状況が続いてきた。鉄道事業者 Y 社には都市圏輸送が存在せず、整備新幹線計画もない。この地域は、社会状況として高齢化と人口減少が全国に先駆けて進行しているため、その見通しも厳しい。

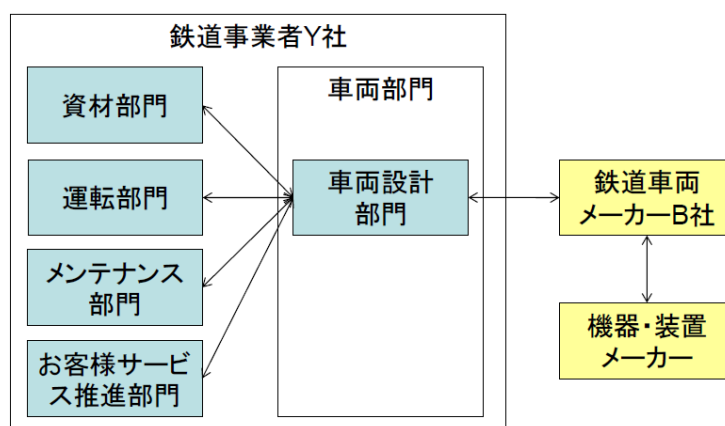
このように将来の安全安定輸送のための投資にも苦慮する状況は国の交通政策としても看過することができないとして、2011 年度から「鉄道・運輸機構の特例業務勘定における利益剰余金等を活用した経営安定化のための支援措置」が行われている。経営環境が厳しい鉄道事業者 Y 社に対し、無利子貸付により経営安定基金 1,400 億円の積み増しが行われた。また、これと同時に、老朽施設の更新のために助成金の交付と無利子貸付も行われ、鉄道事業者 Y 社に計 400 億円が措置された。鉄道事業者 Y 社はこれらの支援を受けて、2020 年度を目標に自立経営の確立を目指す「Regeneration2020」を策定している。そして、鉄道事業者 Y 社は、第一段階として 2012～2016 年度、第二段階として 2017～2020 年度の中期経営計画を立案している。その中で Y3 系開発は、同社鉄道事業の柱である都市間輸送を維持するために、計 400 億円の設備投資の支援枠により行われている。

このように Y3 系開発は、多額の支援によって実現したプロジェクトであるため、鉄道事業者 Y 社としては、限られた予算、決められたスケジュールの中で、できる限り輸送サービスとメンテナンス性を向上させた車両の開発を目指していた。また、Y3 系開発において、鉄道事業者 Y 社は、乗客に選択してもらえる車両を開発するために、斬新なデザインにもこだわっている。しかし、鉄道事業者 Y 社は、気動車の開発経験は豊富にあったが、電気式の新型車両開発は約 20 年ぶりであったため、電気式の新型車両開発経験が豊富な鉄道車両メーカーに開発業務の大部分を任せるといった基本方針を打ち出している。

4.3.3 開発体制

Y3 系の開発は、主にプロジェクトオーナーである鉄道事業者 Y 社と鉄道車両メーカー B 社によって行われている（図 4.3.3.1）。

図 4.3.3.1 Y3 系開発プロジェクト体制



（筆者が作成）

Y3 系開発において、プロジェクトの中心にいたのは鉄道事業者 Y 社の「運輸部 運転車両課（以下、車両設計部門と呼ぶ）」である。当時の車両設計部門は課長 1 名、副長 1 名、主席 1 名、担当 1 名の計 4 名で構成されている。Y3 系の開発責任者は車両設計部門の課長であり、課長を中心とした車両設計部門が主に方針や仕様の決定、プロジェクト全体の管理、鉄道事業者内や鉄道車両メーカーとの調整などを担当している。Y3 系の開発責任者は車両の仕様に関する決定権を有しており、鉄道車両のコンセプト、品質、性能、開発スケジュールに対する責任を負っている。しかし、開発予算に関する決定権は資材部門が有しており、その責任は切り離されている。

Y3 系開発において、鉄道車両メーカー B 社は、構体・客室・床下機器配置・運転室の基本設計・詳細設計・生産準備といった車両設計業務に加えて、車両の外観や内観のデザインパース作成といった車両デザイン業務も担当している。一方、車両のデザインコンセプトの策定については、鉄道事業者 Y 社の工務系社員によるデザインプロジェクトチームも担当している。鉄道事業者 Y 社では、民営化 25 周年並びに新たな中期経営計画のスタートにあたり、乗客により親しんでもらえる会社を目指し、車両をはじめ、駅舎、備品、カード等の統一したデザインコンセプトを策定することになり、プロジェクトチームを結成

している。

鉄道事業者 Y 社は、プロジェクト毎に車両の設計・製造を担当する鉄道車両メーカーを選定している。Y3 系開発においては、鉄道事業者 Y 社は既存の気動車 Y0 系で採用していた振り方式ではなく、車体傾斜方式の台車を採用したいと強く希望していた。鉄道事業者 Y 社は、車体傾斜方式は振り方式の台車と比べて、一般台車と変わらないほどシンプルな構造である点を高く評価していた。構造が複雑で動きも激しい振り方式の台車は経年の疲労も早く、既存の車両においても、既に 1~2 回の台車交換を行っていたからである。そこで鉄道事業者 Y 社は、複数の鉄道車両メーカーから技術提案をもらい、それを価格面と技術面で総合的に評価している。その結果、鉄道事業者 Y 社は、車体傾斜方式の自社技術を有し、かつ価格も安かった鉄道車両メーカー B 社を選定している。鉄道車両メーカー B 社は、主回路・制御関係、ブレーキ関係、保安装置関係、伝送装置関係、放送装置・サービス機器・配信情報装置関係の機器の手配や台車の設計・製造を含む機電一括方式で Y3 系開発業務を受注している。したがって、Y3 系開発において、鉄道車両メーカー B は、各機器メーカーと機器購入に関する取引を直接行っている。ただし、多くの機器メーカーは継続的な部品供給などに関わっているため、鉄道事業者 Y 社と長期的な取引関係を構築している。

4.3.4 開発プロセス

Y3 系開発プロジェクトにおけるコンセプト作成段階、製品基本計画段階、製品エンジニアリング段階の開発マネジメントの実態を以下に記述する（図 4.3.4.1）。

図 4.3.4.1 Y3 系開発プロジェクトの流れ

開発段階	主担当	2011年	2012年	2013年	2014年	備考
コンセプト作成	鉄道事業者Y社	設計方針の検討 11/04	11/12			鉄道事業者Y社が作成
製品基本計画	鉄道事業者Y社		車両の素案検討			鉄道車両メーカーB社や他のメーカーからの技術提案を参考にしながら、鉄道事業者Y社が作成
	鉄道車両メーカーB社		技術提案	12/07		
製品エンジニアリング	鉄道事業者Y社		確認・調整・進捗管理			鉄道車両メーカーB社が担当(ただし、鉄道事業者Y社がデザインレビューで設計内容を確認)
	鉄道車両メーカーB社		車両デザイン検討・詳細設計	13/08		
工程エンジニアリング・製造(第一編成)	鉄道車両メーカーB社		12/12	生産準備・製造	13/02	試験へ

(筆者が作成)

4.3.4.1 コンセプト作成

Y3系開発は、電化区間を走る特急気動車Y0系の置換えが目的である。気動車とは、エンジンを搭載した車両のことで、人員・荷物もしくは貨物を積載する空間を有し、運転に必要な動力源として内燃機関や蒸気機関などの熱機関を搭載して自走する車両である。Y0系は使用年数が長い上、気動車は一般に電車より圧倒的に機器の部品点数が多く、メンテナンスの手間と経費がかかっていた。また、原油価格が高騰すると気動車の燃料費が増加し、鉄道事業者Y社の経営を圧迫していた。そこで車両設計部門は、事業の効率化を進めるために、Y3系については気動車ではなく、電車にすることを決定している。

次に、車両設計部門は、事業の効率化と現代レベルに引き上げたサービスとすることを軸に、「お客さまに選択していただける魅力ある車両」「最新技術の導入による経費節減」「信頼性・耐久性・保守性の向上」「省エネ・環境配慮形の車両」というY3系の設計コンセプトを策定している。

乗客用のサービス設備については、車両設計部門は、Y3系が新幹線と接続する特急車両への充当を前提としていることから、在来線車両への適用可否も検討の上、他社の新幹線を含めた新型特急車両において実績があるものを搭載するという設計方針を打ち出している。また、車両のシステム面については、車体傾斜方式など、既存車両から改善を目的として大きく変更したものもあるが、基本的には車両の性能確保を前提とした上で、長期の耐久実績、新車導入にともなう社員教育の簡素化、予備品の種類数の抑制を考慮して、既存車両において特に問題の無い機器はそのままにするという指針を打ち出している。なお、車両設計部門は、既存車両と共通化する機器の一部については、Y3系への搭載に伴い使用限度を見直し、既存車両の検査体系にフィードバックすることによって、経費節減効果を出せないかという検討を行っている。また、Y3系用に設計する機器については、最小限の変更で既存車両に代替品として使用可能とするなど、新車投入効果を既存車両にも波及させることができるよう、車両設計部門は検討を重ねている。

4.3.4.2 製品基本計画

車両設計部門が設計方針をまとめた後、各鉄道車両メーカーは車両設計部門に対して、技術提案会という場で技術提案を行っている。例えば、鉄道車両メーカーB社は、車両設計部門から、Y3系に車体傾斜方式を採用できるか否かの基礎検討として既存路線における車体傾斜時の影響度をシミュレーションするよう依頼されたことを受けて、2011年12月5日にその結果を報告している。また、2011年12月27日には、鉄道車両メーカーB社は、

車両設計部門に対し、Y3系向け台車の技術提案を行っている。さらに、2012年3月16日と4月20日には、車両設計部門は、鉄道車両メーカーB社からY3系技術提案に関するヒアリングを行っている。

一方、技術提案会と並行して、車両設計部門は複数の鉄道車両メーカーからの技術提案を参考にしながら、与えられた予算に収まるよう、何度も車両の素案の検討を重ねている。最終的に、鉄道事業者Y社の車両設計部門と資材部門は、各鉄道車両メーカーから提出された見積と技術提案を価格と技術の両面において総合的な評価を行い、鉄道車両メーカーB社に絞り込んでいる。そして、2012年7月某日、鉄道車両メーカーB社から提出された見積と技術提案が鉄道事業者Y社内で承認されたことを受けて、鉄道事業者Y社は鉄道車両メーカーB社に主回路・制御関係、ブレーキ関係、保安装置関係、伝送装置関係、放送装置・サービス機器・配信情報装置関係の機器の手配や台車の設計・製造を含む機電一括方式によるY3系開発業務の発注内示を出している。発注両数は計4両である。

4.3.4.3 製品エンジニアリング

発注内示後、車両設計部門は、鉄道車両メーカーB社との設計会議を開催している。車両設計部門は、Y3系開発のキックオフミーティングである第1回設計会議を2012年7月27日に開催し、設計工程表、定員、バリアフリー、車体断面、車体傾斜、トイレ、個室の設備品、パネル付ホロ、新規連結器、非常ハシゴ、窓ガラス、床下空調、運転室機器について鉄道車両メーカーB社と議論している。

キックオフミーティング後は、鉄道車両メーカーB社が構体強度解析・振動解析・空調解析・照度解析といった各種シミュレーション技術や、構体・床下機器配置設計での3次元CADを効果的に活用しながら車両の基本設計や詳細設計を進めている。

鉄道車両メーカーB社によって検討された内容は、鉄道事業者Y社との設計会議の場で確認・承認されている。設計会議は2~3週間に一度の頻度で開催され、鉄道事業者Y社と鉄道車両メーカーB社の2者で、基本設計や詳細設計の懸案事項について議論されている。設計会議は2013年8月22日の第21回まで続いている。

設計会議では、Y3系に関する数多くの開発上の課題が議論されているが、長きにわたって議論された課題の一つに車体傾斜方式の検討がある。車両設計部門は、Y3系の台車に車体傾斜方式と振り方式のどちらを採用するかについて正式に決定するまでに何度も検討を重ねている。車両設計部門は、開発当初から新幹線等で実績があり、台車構造の簡素化やメンテナンス性の向上も見込める車体傾斜方式をY3系の台車に採用する方針を決めてい

た。しかし、Y0系などで長年培ってきた振り方式ではなく、車体傾斜方式に変えるにあたり、鉄道事業者Y社内で「本当に変えても大丈夫か」という意見が後を絶たなかったため、シミュレーション解析などを用いた専門家による検証が必要という結論に至っている。しかし、それらの検証に計画以上の時間がかかってしまったため、車体傾斜方式にするか、振り方式にするかを決定する時期が遅れてしまっている。最終的に、振り方式ではなく、車体傾斜方式を採用することが決まったのは、当初おおよそその基本設計を完了する予定であった2012年12月下旬である。

車体傾斜方式については、他にも問題が生じている。鉄道車両メーカーB社が車体傾斜方式で基本設計を進めようとしたところ、当初より計画していた重電メーカーP社（匿名）のモーターが車体傾斜制御装置と干渉し、スペース的に入らないことが判明している。その様子については、鉄道車両メーカーB社の開発責任者が以下のように述べている。

いざそれで基本設計を進めようとしたら、重電メーカーP社のモーターが大きすぎて入らない。それが12月にわかった。急遽、重電メーカーQ社製に変えないといけなくなった。モーターが入らないから、モーターを重電メーカーP社製から重電メーカーQ社製に変えないといけなくなった。言ってみたら、電車の基幹部分を半年ぐらいかけて、いろいろ検討してきたのにモーターが大きすぎて入らないから変えないといけなくなりました。そこで、重電メーカーQ社製に変えたかったのですが、その主回路のインバータ部分は重電メーカーP社製、台車に積むモーターだけを重電メーカーQ社製という案を、鉄道車両メーカーB社としては、最小限のリスク、変更、手戻りを考慮して提案しました。しかし、それではメンテナンスがバラバラになってしまうから、カバーしきれないという理由で、鉄道事業者Y社はそれを拒否しました。我々も頑張ったのですがダメで、インバータも重電メーカーQ社製にしました。（中略）これが初期の大きい手戻りです。（鉄道車両メーカーB社の開発責任者）

本当は12月までにというと、イメージで言えば、断面図はほぼ完成している。大きい部品は一度鉄道事業者Y社に提示するような、例えば、荷棚であるとか、機器もある程度大きなものは承認を貰っていくとか、詳細設計に向けたステージにいかないといけない。しかし、ようやく12月ごろに断面図が確定して、機器を入れたら入らないという状況だったので、かなり危機的だったと思います。（鉄道車両メーカーB社の開発責任者）

この問題に対し、鉄道車両メーカーB社は、手戻りを最小限にするために、車体傾斜制御装置と干渉するモーターだけを重電メーカーQ社（匿名）製に変更し、その他の主回路部分は当初計画していた重電メーカーP社製のままとすることを鉄道事業者Y社に対して提案している。しかし、鉄道事業者Y社は、鉄道車両メーカーB社に対し、メンテナンス業者がバラバラになるので、主回路すべて重電メーカーQ社製に統一するよう要請している。この要請により、鉄道車両メーカーB社は、機器配置の大幅な変更を余儀なくされている。

また、2013年1月には鉄道事業者Y社のデザインプロジェクトチームより、これまでの議論とは異なるパターンのエクステリアデザイン案が提示され、鉄道車両メーカーB社は更に混乱に陥っている。その様子については、鉄道車両メーカーB社の開発責任者が以下のように述べている。

今度はデザイナーが出てきます。2012年10月からです。鉄道事業者Y社が抱えているデザイナーからラフスケッチが出てきました。それを受けて、当社でももう少し細かいデザインをするという形式だったのですが、デザインが全然違うパターンが出てきました。その対応が2013年1月から始まりました。先頭形状が変わると、運転台の機器配置にも関わりますし、構体の形状にも関わります。特に、今回2両編成、3両編成ですので、致命的です。今回設計が遅れたのは、圧倒的に運転室の機器配置が遅れたからです。（鉄道車両メーカーB社の開発責任者）

デザイナーとは10月ぐらいから少しずつやり取りはしていたのですが、「やはり、こういう顔にして欲しい」「コストを考えると、局面を二次元にした方がよいのではないか」という話が出てきたのが、年を明けてからでした。全く会話が来ていなかったわけではないのですが、先頭形状を決めるデッドラインは10月ですとか、11月ですとか、そういう細かなマネジメントは来ていませんでした。（鉄道車両メーカーB社の開発責任者）

詳細設計段階の後半には、機器間のインターフェイスに関する情報を鉄道車両メーカーB社と調整・共有化するために、車両設計部門は配線チェック会と称するデザインレビューを数回開催している。その配線チェック会の様子については、鉄道車両メーカーB社の

開発責任者が以下のように述べている。

鉄道事業者 Y 社との配線チェック会はかなり多く、車体艤装の設計会議以上に実施していました。ツナギ図は、各機器メーカーと鉄道車両メーカー B 社が分担して作図しました。機電一括方式ということもあり、他の JR グループと比べると、鉄道事業者 Y 社はツナギ図のチェックを鉄道車両メーカー任せにしている範囲が多かったと思います。(鉄道車両メーカー B 社の開発責任者)

車両設計部門は、ツナギ図は鉄道事業者のものであるという認識を持っており、その内容についてはしっかりとチェックしている。しかし、Y3 系開発においては、機電一括方式ということもあり、他の JR グループと比べると、鉄道事業者 Y 社はツナギ図のチェックを鉄道車両メーカー任せにしている範囲が多かった。

最終的に、鉄道車両メーカー B 社が編成図、形式図、見付図、断面図、機器配置図、ツナギ図などを通して、車両の基本設計・詳細設計内容を一通り車両設計部門に確認してもらった段階で設計会議は終了している。Y3 系開発は全般的に手戻りが多く、あまり順調に進まなかったようだが、最終的には当初のスケジュール通り 2014 年 6 月に無事営業運転を開始している。しかし、プロジェクト終了後、鉄道車両メーカー B 社の開発責任者は、プロジェクトの評価について以下のように述べている。

量産先行車であることから、設計段階での客先との仕様打合せが不十分で構体製作および艤装完成段階での設計変更や客先追加要望などが多発し、工程が混乱した。この結果、多くの未完工事件数を残したまま、完成度の低い状態での出荷となった。(鉄道車両メーカー B 社の開発責任者)

また、鉄道事業者 Y 社の開発責任者は、プロジェクトの評価について以下のように述べている。

機電一括案件であり、貴社製車体傾斜装置を当社の在来線電車へ初めて採用する等、技術的にも負荷の高い案件であったが、指定納期に納入できたことに対しては評価している。ただし、設計検証が不十分な機能や残工事が相当数残っているため、これらの課題を全て完遂して欲しい。(鉄道事業者 Y 社の開発責任者)

以上のように、鉄道事業者 Y 社の開発責任者は、プロジェクトの納期が守られた点については一定の評価をしているものの、設計検証が不十分な機能や残工事が相当数残っている点については不満を漏らしており、総合評価を「やや問題あり」としている。

4.3.5 開発業務の外部委託マネジメント

鉄道事業者 Y 社は、鉄道車両メーカー 1 社に対し、鉄道車両の主要な部品や機器を含む機電一括の開発業務を承認図方式で外部委託していた。このサプライヤーの選定にあたっては、鉄道事業者 Y 社は、価格面と技術面を重視していた。発注後は、車両仕様に関する決定権を有する鉄道事業者 Y 社の車両設計部門が、社内外の組織間調整の中心にいた。具体的には、鉄道事業者 Y 社の車両設計部門は、設計会議を通して、鉄道車両メーカーの設計内容や設計スケジュールを確認していた。ただし、鉄道事業者 Y 社の車両設計部門は、問題があれば、すぐさま対処しようと試みてはいるが、いくつかの重要な問題についてはタイムリーに解決できなかった。また、設計統合化の問題については、鉄道車両メーカーが 3 次元 CAD 等でチェックしている一方、鉄道事業者 Y 社も配線チェック会を開催し、組織横断的なレビューを何度も行うことで、その内容を入念にチェックしていた。しかし、鉄道事業者 Y 社の車両設計部門によるツナギ図のチェックについては、鉄道車両メーカー任せにしている範囲が他のプロジェクトと比べてやや多かった。以上が、Y3 系開発プロジェクトにおいて、鉄道事業者 Y 社が実行していた開発業務の外部委託マネジメントの概要である。

4.4 鉄道事業者 Z 社の Z4 系開発プロジェクト

4.4.1 プロジェクトの概要

Z4 系は 1971 年から量産され、その後もリニューアルや制御装置更新工事などを実施しながら、約 40 年間使用され続けてきた既存の通勤車両 Z1 系の置換えを目的に、設計方針検討から営業運転まで約 3 年もの歳月をかけて開発され、2010 年 11 月に投入された通勤車両である。開発両数は先行発注 50 両、その後の発注が 70 両と 40 両で計 160 両、車両の製造コストは総額約 200 億円である。

4.4.2 開発戦略

鉄道事業者 Z 社は 1920 年に創業し、1927 年に日本で最初の地下鉄を開業しているが、

1941年に戦時下の政府による交通事業の統制によって、その経営は営団へと引き継がれている。戦後は国鉄と東京都が出資する特殊法人という位置づけであったが、1986年に政府によって鉄道事業者Z社民営化の基本方針が打ち出され、2004年に民営化されている。

2016年3月現在、鉄道事業者Z社は9路線、約2,700両の車両を保有している。1920年の創業以来、鉄道事業者Z社は路線を順調に拡張し、その都度、その路線に合わせた車両を開発してきた。その理由としては、路線ごとに車両の大きさや相互乗り入れ先が異なる点が挙げられる。例えば、路線①と路線②は他社との相互乗り入れをしていないが、路線①は戦前の日本最初の地下鉄であり、路線②は戦後に改良を加えた地下鉄であるため、車両の大きさが微妙に異なっている。その後、路線③で車両の大型化を実現したが、路線④以降に現在一般的な20メートル車と更に大型化したため、路線③だけが中途半端な大きさになっている。路線④以降はほぼ同じ大きさだが、路線⑦と路線⑧は乗り入れ先の関係で微妙に小さい。また、路線③以降はすべて相互乗り入れをしているが、乗り入れ先の組合せはすべて異なっている。鉄道事業者Z社としては、微妙に小さい車両を標準車両とする開発戦略をとることもできるが、鉄道事業者Z社の車両は乗車率の極めて高い都心部を走行するため、車両の定員をたとえ1名でも減らしたくない。したがって、鉄道事業者Z社は、路線ごとに最適な車両を開発しようと試みている。

鉄道事業者Z社が車両を開発するタイミングとしては、2つのパターンがある。1つ目は、輸送上の問題解決である。例えば、ある路線で遅延が多く発生している場合、運転部門が車両部門と協議しながら、運行ダイヤの変更やそのために必要な車両の開発計画といった輸送改善計画を立案するパターンである。2つ目は、老朽化による車両の入れ替えである。鉄道事業者Z社は必要に応じて車両を開発し続けてきた結果、近い将来、複数路線の車両を一気に入れ替えなければならない状況にあることを把握している。複数路線の車両を一気に入れ替えるのは、投資の面でも開発のマンパワーの面でも難しい。そこで鉄道事業者Z社は2006年に、今後は5年ごとに路線ごとに車両を入れ替えていくという車両開発方針を打ち出している。5年ごとに9路線を順次入れ替えていくと、45年に一度はすべての車両を入れ替えることになる。これは車両の製品ライフサイクルとほぼ合致する。現在では、鉄道事業者Z社は車両の更新計画を策定し、これに基づいて車両を計画的に開発している。Z4系開発もこの更新計画の一部である。

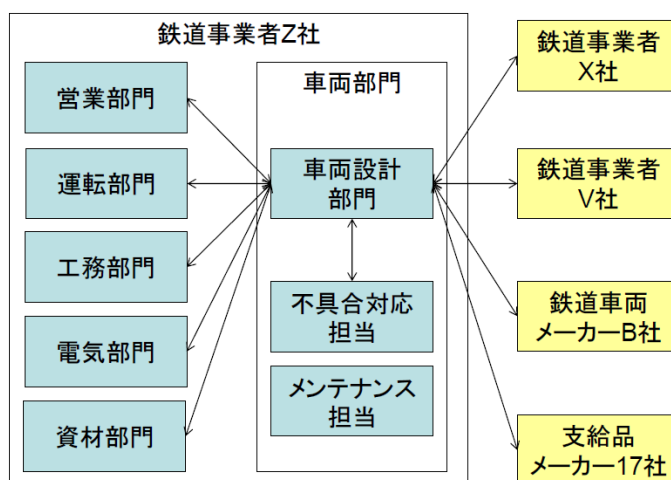
鉄道事業者Z社は、路線ごとに車両の仕様が多少異なっても構わないので、できるだけZ4系の開発コストを抑える方針を打ち出している。このため、Z4系開発については、2006年に投入された新型通勤車両Z0系の基本仕様をベースにすることを早々と決めている。

この車両をベースにしつつ、限られた予算、決められたスケジュールの中で、できるだけ斬新なデザインにするというのがZ4系開発の基本方針である。

4.4.3 開発体制

Z4系の開発は、プロジェクトオーナーである鉄道事業者Z社のほか、鉄道車両メーカーB社、支給品メーカー17社が関与して行われている（図4.4.3.1）。

図4.4.3.1 Z4系開発プロジェクト体制



Z4系開発において、プロジェクトの中心にいたのは鉄道事業者Z社の車両部設計課（以下、車両設計部門と呼ぶ）である。当時の車両設計部門は課長1名、課長補佐3名、担当が約15名で構成されている。Z4系の開発責任者は車両設計部門の課長補佐であり、課長補佐を中心とした車両設計部門が主に方針や仕様の決定、プロジェクト全体の管理、鉄道事業者内やメーカー間の調整などを担当している。Z4系の開発責任者は車両の仕様に関する決定権を有しており、鉄道車両のコンセプト、品質、性能、開発スケジュールに対する責任を負っている。しかし、開発予算に関する決定権は資材部門が有しており、その責任は切り離されている。

Z4系開発において、鉄道車両メーカーB社は、構体・客室・床下機器配置・運転室の基本設計・詳細設計・生産準備といった車両設計業務に加えて、車両の外観や内観のデザイン・パース作成といった車両デザイン業務も担当している。鉄道事業者Z社は、鉄道車両開発プロジェクト毎に競争入札によって鉄道車両メーカー1社を選定している。民営化以前の鉄道事業者Z社は、開発リスクの分散やメーカーの能力底上げを理由に共同設計方式に

よる複数発注を採用することが多かった。しかし、民営化後、鉄道事業者 Z 社は低価格調達をより重視するようになったため、調達の基本方針を競争入札による一社発注へと変えている。Z4 系開発においても、鉄道事業者 Z 社は、競争入札を通して鉄道車両メーカー B 社を選定している。

支給品メーカーとは、交付材メーカー同様、鉄道事業者が手配し、鉄道車両メーカーに支給する部品や機器に関するメーカーのことである。Z4 系開発においては、鉄道事業者 Z 社は制御装置、放送装置、戸閉装置、主電動機、冷房装置、集電装置、無線装置、ATC 装置、ATS 装置、ブレーキ装置、蓄電池、補助電気装置、電源装置、車両制御情報管理装置、台車装置、連結器、車両情報表示装置など、計 18 の部品や機器を支給品と位置づけ、これらの設計・製造を 17 社の支給品メーカーに発注している。

鉄道事業者 Z 社は、支給品メーカーも鉄道車両メーカー同様、プロジェクト毎に競争入札によって選定している。ただし、一部の部品や機器については、鉄道事業者 Z 社はある特定のメーカーに発注している。例えば、鉄道事業者 Z 社は、新型台車の開発やそのための要素開発など、台車の安全性向上を目的とした開発を一緒に進めるために、台車メーカー S 社と長期にわたって継続的に開発契約を結んでいる。このため、鉄道事業者 Z 社は、台車については、同社の技術ノウハウを知り尽くした台車メーカー S 社に必ず発注している。なお、鉄道事業者 Z 社と支給品メーカーの間には、自動車産業などで見られる協会のような枠組みはなく、資本関係もない。しかし、多くの支給品メーカーは継続的な部品供給などに関わっているため、鉄道事業者 Z 社と長期的な取引関係を構築している。

4.4.4 開発プロセス

Z4 系開発プロジェクトにおけるコンセプト作成段階、製品基本計画段階、製品エンジニアリング段階の開発マネジメントの実態を以下に記述する（図 4.4.4.1）。

図 4.4.4.1 Z4 系開発プロジェクトの流れ

開発段階	主担当	2007年	2008年	2009年	2010年	備考
コンセプト作成	鉄道事業者Z社		設計方針の検討 08/01 ~ 08/06			鉄道事業者Z社が作成
製品基本計画	鉄道事業者Z社		車両の提案検討			鉄道車両メーカーB社や他のメーカーからの技術提案を参考にしながら、鉄道事業者Z社が作成
	鉄道車両メーカーB社 支給品メーカー		技術提案 09/03			
製品エンジニアリング	鉄道事業者Z社			確認・調整・進捗管理		鉄道車両メーカーB社や支給品メーカーが担当(ただし、鉄道事業者Z社がデザインレビューで設計内容を確認)
	鉄道車両メーカーB社 支給品メーカー		車両デザイン検討・詳細設計	詳細検討・車両重量管理など	10/02	
工程エンジニアリング・製造(第一編成)	鉄道車両メーカーB社			09/08 生産準備	10/07 製造試験へ	鉄道車両メーカーB社や支給品メーカーが担当(ただし、車両の最終組立は鉄道車両メーカーB社が担当)

(筆者が作成)

4.4.4.1 コンセプト作成

Z4 系開発は、車両更新計画に基づいて 2008 年に発足したプロジェクトである。Z4 系が走行する路線は 1969 年に路線の一部が開通し、1979 年には全線開通している。現在、Z4 系が走行する路線は、鉄道事業者 V 社や X 社の路線との相互直通運転を実施し、1 日あたり約 115 万人の乗客が利用している。

Z4 系が走行する路線の主力車両 Z1 系は、1971 年から量産され、その後もリニューアルや制御装置更新工事などを実施しながら、約 40 年間使用され続けてきた。しかし、導入から長期間が経過し、技術の陳腐化や機器の劣化が目立ち始めたため、このうち 160 両を Z4 系に更新することになった。

はじめに、車両設計部門は急曲線、駅間距離の短さ、乗車率の高さといったこの路線特有の過酷な環境下における運用を考慮し、「次世代の通勤車両として、あらゆる分野で最先端かつ実績ある鉄道車両技術をバランスよく融合し、製造すること」という設計コンセプトを策定している。また、車両設計部門は、このコンセプトに加えて、各機器の省エネルギー化をはじめ、走行騒音の低減、リサイクル性や安全性の向上を目標として掲げている。具体的には、車両設計部門は、2006 年に投入された新型通勤車両 Z0 系の基本仕様をベースにしつつも、路線ごとに色を出すために斬新なエクステリア・インテリアデザインを提案すること、鉄道事業者 V 社や X 社への相互乗り入れの対応をすること、という設計方針をまとめている。

4.4.4.2 製品基本計画

車両設計部門は設計方針をまとめた後、鉄道車両メーカーや各支給品メーカーと技術提案会を開催している。例えば、車両設計部門は、2009年1月21日に鉄道車両メーカーB社と1回目の技術提案会を開催しており、その後も2009年2月25日まで計3回開催している。1回目の技術提案会では、Z4系の発注方式、発注時期、仕様の確認、2回目は、Z4系の編成図・形式図・インテリアデザイン・構体構造の提案、機器配置の仕様確認とコストダウン提案、仕様の確認、3回目は、構体構造の解析結果報告、主要緒元・編成図・形式図・車体断面・客室見付・機器配置の確認を車両設計部門は鉄道車両メーカーB社と行っている。

一方、技術提案会と並行して、車両設計部門は鉄道車両メーカーや支給品メーカーからの技術提案や、車両部門内の不具合対応担当やメンテナンス担当の意見を参考にしながら、車両の素案を検討している。Z4系開発においては、車両設計部門は、ベース車両であるZ0系の素案を修正する形で素案の検討を進めている。検討が進んだ段階で、車両設計部門は運転部門、営業部門、工務部門、電気部門といった鉄道事業者Z社内の関連部門に対して個別に検討結果を説明し、それぞれの部門から合意を得るよう努めている。特に、運転部門からの要望は毎回多いため、新型車両開発の時だけではなく、半年に一度、車両設計部門は車両改修要望という名目で新型車両に対する要望事項を収集し、それを車両の素案に反映するようにしている。そして、車両の素案をまとめた後、鉄道事業者Z社は、複数の鉄道車両メーカーによる競争入札を行い、2009年3月某日に先行発注50両分の車両開発業務を鉄道車両メーカーB社に発注している。この発注とほぼ同時期に、鉄道事業者Z社は制御装置、放送装置、戸閉装置、主電動機、冷房装置、集電装置、無線装置、ATC装置、ATS装置、ブレーキ装置、蓄電池、補助電気装置、電源装置、車両制御情報管理装置、台車装置、連結器、車両情報表示装置などの部品や機器を支給品と位置づけ、これらの設計・製造を各支給品メーカーに発注している。

4.4.4.3 製品エンジニアリング

鉄道車両メーカーB社や交付材メーカーへの発注以降の技術提案会は、設計会議へと名称を変えている。車両設計部門は、第1回設計会議を2009年3月18日に開催しており、運転室機器の確認、構体構造の衝突解析、エクステリアデザインのイメージについて鉄道車両メーカーB社と議論している。

2009年4月20日には、車両設計部門はZ4系のキックオフミーティングを開催してい

る。キックオフミーティングでは、車両設計部門が開発体制や開発スケジュールを改めて確認すると共に、編成図・形式図、エクステリア・インテリアデザイン、側断面・妻断面、構体関係、客室機器配置、床下機器配置、屋上機器配置、機器搭載品確認表といった基本設計や詳細設計について鉄道車両メーカーB社と議論している。

キックオフミーティング後は、鉄道車両メーカーB社や各支給品メーカーが車両全体や各部品や機器の詳細設計を進めている。支給品メーカーは担当分の部品や機器の詳細設計を行い、鉄道車両メーカーは支給品メーカーからの設計情報を参考にしつつ、構体強度解析・振動解析・空調解析・照度解析といった各種シミュレーション技術や3次元CADを効果的に活用しながら、車両の詳細設計を進めている。

鉄道車両メーカーB社や各支給品メーカーによって検討された内容は、車両設計部門との設計会議の場で審議される。設計会議は2～3週間に一度の頻度で、車体艤装、制御装置、放送装置、戸閉装置、主電動機、冷房装置、集電装置、無線装置、ATC装置、ATS装置、ブレーキ装置、蓄電池、補助電気装置、電源装置、車両制御情報管理装置、台車装置、連結器、車両情報表示装置といった各部品や機器ごとに分かれて開催されている。特に、車両全体を対象とした車体艤装の設計会議は、車両設計部門と鉄道車両メーカーB社の間で2010年2月18日の第22回まで続いている。その設計会議の様子については、鉄道車両メーカーB社の開発責任者が以下のように述べている。

鉄道事業者Z社が100点満点でスケジュールを守れたかっていうとそうではないが、全体的には自分達が決めるという意識はあり、無責任に放り投げはしなかった。(鉄道車両メーカーB社の開発責任者)

今回は限られた時間の中では、かなり協力していただいたと思います。鉄道事業者Z社で初めて採用していただいた構造や材料もある。もちろん、全部飲んでもらえたわけでもないし、条件付きだったり、いろいろありますけど、比較的積極的に、まず話は聞いてくれますし、自分達で判断して問題無ければ、自分達が初採用するものでも採用してもらえました。(鉄道車両メーカーB社の開発責任者)

車体艤装の設計会議において、鉄道車両メーカーB社は、新しい構造や材料の提案を何度も行っているが、そのほとんどを採用するなど、車両設計部門はタイムリーに仕様を決定している。

車体艤装の設計会議において、車両設計部門は、詳細設計と並行して車両のデザインについても議論している。車両のデザイン検討は、発注後の2009年3月24日に、鉄道車両メーカーB社が予め準備していたデザイン案を見せながら、鉄道事業者Z社の要望を聞くところから正式に始まっている。その場で、車両設計部門は、「Z0系を超えるエクステリアデザインでないと採用するのは難しい」や「客室が広く見えるようなインテリアデザインにして欲しい」など、鉄道車両メーカーB社に対して要求を出している。一方、鉄道車両メーカーB社は、「7月中旬に構体材料の発注を行う必要があるため、6月初旬までにエクステリアデザインを決定して欲しい」や「インテリアデザインは9月末までに決定して欲しい」など、デザイン決定スケジュールに関する要求を車両設計部門に対して出している。

その後、鉄道車両メーカーB社が設計会議の場でデザイン案を提示し、それに対して車両設計部門がコメントするというやり取りが何度も続いている。そして、エクステリアデザインについては、2009年6月2日に鉄道車両メーカーB社から提出されたデザイン案が鉄道事業者Z社の社長や担当役員によって承認され、デザインの方針が決定されている。その後も鉄道車両メーカーB社と車両設計部門との間で協議を続けながら、デザイン案の微修正が続き、最終的には2009年10月21日にエクステリアデザイン、11月10日にインテリアデザインが決定されている。

Z4系開発では、懸念事項であった支給品に関する課題をできるだけ早く解決するために、鉄道車両メーカーB社は鉄道事業者Z社に対し、支給品メーカーを含めた合同設計会議を開催するよう何度か要求している。例えば、2009年5月22日には、鉄道事業者Z社、鉄道車両メーカーB社、台車メーカーS社の3社で合同設計会議を開催し、台車に関する設計上の課題について議論している。また、2009年7月13日には、鉄道事業者Z社、鉄道車両メーカーB社、重電メーカーR社（匿名）の3社で合同設計会議を開催し、空調装置に関する設計上の課題について議論している。さらに、2009年7月13日と10月22日には、鉄道事業者Z社、鉄道車両メーカーB社、重電メーカーT社（匿名）の3社で合同設計会議を開催し、主回路装置に関する設計上の課題について議論している。

一方、部品や機器ごとに分かれている各設計会議における情報、特に機器間ツナギと呼ばれる機器間のインターフェイスに関する情報を、鉄道事業者Z社と鉄道車両メーカーB社と各支給品メーカー間で調整・共有化するために、車両設計部門はツナギ・インターフェイス会議と称するデザインレビューを計5回、車体艤装の設計会議の中で開催している。ツナギ・インターフェイス会議では、車両設計部門と鉄道車両メーカーB社のシステム設

計担当者が機器間ツナギに関する変更点や課題について集中的に議論している。そのツナギ・インターフェイス会議の様子については、鉄道車両メーカーB社の開発責任者が以下のように述べている。

基本的には、ツナギは彼ら（鉄道事業者Z社）のものだという認識はありました。その分担という意味では、彼らがしっかりしていました。ただ、マンパワーの問題かどうかはわかりませんが、かなり遅れがちだったのは確かです。決まっている分担に関しては遅れてきたけど、やるべき分担としては向こうでしっかり見てもらっていた。（鉄道車両メーカーB社の開発責任者）

Z4系開発において、車両設計部門はマンパワーの問題もあり、ツナギ図のチェックが遅れがちであった。しかし、車両設計部門は、ツナギ図は鉄道事業者のものであるという認識を強く持っており、その内容については入念にチェックしている。

最終的に、鉄道車両メーカーB社が編成図、形式図、見付図、断面図、機器配置図、ツナギ図などを通して、車両の基本設計・詳細設計内容を一通り車両設計部門に確認してもらった段階で設計会議は終了している。その後もZ4系の開発は順調に進み、2010年11月に無事営業運転を開始している。プロジェクト終了後、鉄道事業者Z社の開発責任者は、プロジェクトの評価について以下のように述べている。

納入後の指摘件数は多いものの、都度対応できており、評価している。（鉄道事業者Z社の開発責任者）

以上のように、プロジェクトとしては順調に進み、納入された車両の出来栄にも満足だったため、鉄道事業者Z社の開発責任者は総合評価を「特に良い」としている。

4.4.5 開発業務の外部委託マネジメント

鉄道事業者Z社は、鉄道車両の主要な部品や機器は支給品メーカーに、それ以外の部分はまとめて鉄道車両メーカーに開発業務を承認図方式で外部委託していた。これらサプライヤーの選定にあたっては、鉄道事業者Z社は、競争入札による一社発注を採用していた。発注後は、車両仕様に関する決定権を有する鉄道事業者Z社の車両設計部門が、社内外の組織間調整の中心にいた。具体的には、鉄道事業者Z社の車両設計部門は、設計会議を通

して、鉄道車両メーカーや支給品メーカーの設計内容や設計スケジュールを確認し、問題があれば、すぐさま対処していた。また、設計統合化の問題については、鉄道車両メーカーが3次元CAD等でチェックしている一方、鉄道事業者Z社もツナギ・インターフェイス会議を開催し、組織横断的なレビューを何度も行うことで、その内容を入念にチェックしていた。以上が、Z4系開発プロジェクトにおいて、鉄道事業者Z社が実行していた開発業務の外部委託マネジメントの概要である。

第5章 考察

前章では、広範な開発業務の外部委託マネジメントが実施されている鉄道車両開発の実態を明らかにするために、4つの鉄道車両開発プロジェクトの実態を記述した。次に、4つの鉄道車両開発プロジェクトにおける開発業務の外部委託マネジメントの共通点や相違点を抽出するために、前章で記述した鉄道車両開発の実態を本研究の分析視点である境界の設定、パートナー選択、ガバナンス選択、組織間調整で整理を行った（表5.0.1）。

表5.0.1 4つの鉄道車両開発プロジェクトの実態

	W1系	X2系	Y3系	Z4系
1. プロジェクト概要				
1) 車種	近郊車両	新幹線	特急車両	通勤車両
2) 両数	28両	5両	4両	50両
3) 鉄道事業者	JRグループW社	JRグループX社	JRグループY社	大手民営鉄道Z社
4) 鉄道車両メーカー	A社、B社	B社、C社	B社	B社
2. 外部委託マネジメント				
A. 境界の設定				
a) まとまった仕事を委託 (承認図方式) (ゲストエンジニア制度) (車両デザイン) (交付材制度)	構造面の設計統合化を外部委託 承認図方式を採用 ゲストエンジニア制度は不採用 デザイン会社に委託 標準的な支給品範囲(ただし、台車は一部支給品)	同左 同左 同左 デザイン会社に委託 標準的な支給品範囲(ただし、台車は一部支給品)	同左 同左 同左 鉄道車両メーカーに委託 支給品はほとんど無かった(機電一括契約)	同左 同左 同左 鉄道車両メーカーに委託 標準的な支給品範囲(台車はすべて支給品)
B. パートナー選択 & ガバナンス選択				
a) マルチソーシング	共同設計方式による複数発注	共同設計方式による複数発注	一社発注	競争入札による一社発注(ただし、台車は特命で発注)
b) 長期継続取引関係	協力会社こそ存在しないが、サプライヤーと長期安定的な取引関係を構築していた	同左	同左	同左
c) 少数者間の有効競争	少数のサプライヤーと取引していた	同左	同左	同左
C. 組織間調整				
a) バウンダリースパナー (権限) (ツナギ図のチェック) (役割)	車両仕様に関する決定権を有していた すべて入念にチェック タイムリーに仕様を決定	同左 すべて入念にチェック タイムリーに仕様を決定	同左 チェックをメーカー任せにしている範囲が多かった 重要な仕様をタイムリーに決定できていなかった	同左 すべて入念にチェック タイムリーに仕様を決定
b) コンカレント エンジニアリング	積極的な開発のオーバーラップは見られなかった	同左	同左	同左
c) フロントローディング (デザインレビュー)	組織横断的なレビューは見られた	同左	同左	同左
Z. プロジェクトの総合評価				
a) 鉄道事業者の評価	良い	特に良い	やや問題あり	特に良い

(筆者が作成)

本章では、4つの鉄道車両開発プロジェクトにおける開発業務の外部委託マネジメントの共通点や相違点を抽出し、それらを比較・分析することによって、広範な開発業務の外部委託マネジメントについて考察する。

5.1 広範な開発業務の外部委託マネジメントの特徴

本節では、広範な開発業務の外部委託マネジメントは部分的な開発業務の外部委託マネジメントと比べて何が難しいのかを明らかにするために、鉄道車両開発の実態と研究蓄積豊富な自動車産業における開発業務の外部委託マネジメントを比較することによって、その違いを特定し、理由を考察する。

はじめに、表 5.0.1 から 4 つの鉄道車両開発プロジェクトにおける開発業務の外部委託マネジメントの共通点を抽出する。その結果、これら 4 つの鉄道車両開発プロジェクトには、構造面の設計統合化の外部委託、承認図方式の採用、ゲストエンジニア制度の不採用、サプライヤーとの長期安定的な取引関係の構築、少数サプライヤーとの取引、車両仕様の決定権保有、積極的な開発オーバーラップはしていない、組織横断的なレビューの実施などの共通点があり、取引頻度が低い、資産特殊性⁴¹が高い、不確実性が高い、サプライヤーの裁量範囲が広いという 4 つの点が鉄道車両開発の一般的な特徴であることがわかった（表 5.1.1）。

表 5.1.1 自動車開発マネジメントと鉄道車両開発の実態の比較

自動車開発マネジメントの特徴	鉄道車両開発の実態	主な差異理由
A. 境界の設定		
a)まとまった仕事を委託 (承認図方式)	・構造面の設計統合化を外部委託 ・承認図方式を採用	・開発頻度が低い (取引頻度が低い) ・専門サプライヤーの存在 (資産特殊性が高い) —
(ゲストエンジニア制度)	・ゲストエンジニア制度は不採用	・ニーズの多義性が低い (不確実性が低い) ・構造面の設計統合化を外部委託 (サプライヤーの裁量範囲が広い)
B. パートナー選択&ガバナンス選択		
b)長期継続取引関係	・協会こそ存在しないが、サプライヤーと 長期的安定的な取引関係を構築していた	—
c)少数者間の有効競争	・少数のサプライヤーと取引していた	—
C. 組織間調整		
a)バウンダリースパナー (権限)	・車両仕様に関する決定権を有していた	・ニーズの多義性が低い (不確実性が低い) ・構造面の設計統合化を外部委託 (サプライヤーの裁量範囲が広い)
b)コンカレントエンジニアリング	・積極的な開発のオーバーラップは 見られなかった	・構造面の設計統合化を外部委託 (サプライヤーの裁量範囲が広い)
c)フロントローディング (デザインレビュー)	・組織横断的なレビューは見られた	—

(筆者が作成)

⁴¹ 資産特殊性とは、特定の取引先との関係の中でのみ機能する特殊化された資産への投資の程度である。通常、取引対象の資産特殊性や取引環境の不確実性、取引頻度が高いほど、取引コストは大きくなる (Williamson, 1985)。

以下、広範な開発業務の外部委託マネジメントは部分的な開発業務の外部委託マネジメントと比べて何が難しいのかを明らかにするために、4つの鉄道車両開発プロジェクトにおける開発業務の外部委託マネジメントの共通点と研究蓄積豊富な自動車産業における開発業務の外部委託マネジメントを比較・分析する。

5.1.1 境界の設定

境界の設定という視点で自動車開発と鉄道車両開発を比較した結果、共通点が1つ見られた。それは承認図方式の採用である。例えば、W1系開発プロジェクトにおいて、鉄道事業者W社の車両設計部門は、主に設計会議の場で、鉄道車両メーカーA社とB社から提示された車両の基本設計・詳細設計の内容を確認・承認していた。これはClark and Fujimoto (1991)が指摘していた内容と同じである。承認図方式の場合、サプライヤーが自ら設計図を作成するので、新モデルが立ち上がる更に早期の企画段階からバイヤーと接触し、次期モデルについて緊密な情報交換を行い、互いに情報を共有しながら納入する部品の設計業務を行うことが多い。この承認図方式を通して、鉄道事業者も開発の早期段階から鉄道車両メーカーや交付材メーカーの関与を促し、設計統合化に関する問題を早期に解決しようと試みている。

一方、境界の設定という視点で自動車開発と鉄道車両開発を比較した結果、2つの違いが見られた。1つ目の違いとしては、鉄道事業者が構造面の設計統合化を含む広範な開発業務を鉄道車両メーカーに外部委託している点が挙げられる。例えば、W1系開発プロジェクトにおいて、鉄道事業者W社は、ツナギ図の作成やチェックなどの機能面の設計統合化については、鉄道車両メーカーA社やB社との3者間で業務を分担していたが、構造面の設計統合化については、その業務を鉄道車両メーカーA社とB社に外部委託していた。自動車開発においては、バイヤーである自動車メーカーが機能面と構造面の両面の設計統合化の主体であった(Clark and Fujimoto, 1991)。しかし、鉄道車両開発においては、サプライヤーである鉄道車両メーカーが構造面の設計統合化の主体である点が自動車開発とは異なっている。

鉄道車両のような大型製品システムは多くの部品や機器で構成されているため、バイヤーである鉄道事業者自らが広範な開発業務を担当することは難しい。また、鉄道車両の開発頻度は多くても年1回程度とそれほど高くないため、鉄道事業者内部で広範な開発業務を行うと、人的資源などの開発資源を有効活用しにくいという問題が生じる。さらに、外

部には製品の最終組立を含む鉄道車両開発業務を請け負う専門のサプライヤーが複数存在している状況にある。これらの点を考慮して、鉄道事業者は、構造面の設計統合化を含む広範な開発業務を鉄道車両メーカーに外部委託していると考えられる。

この点は取引コスト理論⁴²で説明することができる。開発業務の外部委託は、業務が複雑なため、不確実性が高まり、結果として取引コストの増大につながる。また、開発業務の外部委託においては、サプライヤーはバイヤーが決定する仕様に合わせて開発業務を遂行する必要があるため、資産特殊性の程度が高まる。取引コスト理論の観点から考えると、開発業務は企業内部で実施すべき業務である。ただし、開発業務の内部化には、様々な問題点が伴うことが多い (Dyer, 2000)。第 1 に、開発業務の内部化はコスト低減や品質向上に向けて強いインセンティブが働かないことが多い。第 2 に、開発業務が内部化されると、外部の専門スキルの高い設計業者を利用しにくくなる。第 3 に、不確実性に直面した時に自前だと柔軟に環境適応することが難しくなる。第 4 に、開発業務を内部化すると、人件費が高つくことが多い。これらのデメリットが大きい場合は、開発業務といえども外部委託の対象となる。鉄道車両開発においては、外部の専門サプライヤーが存在しているため、彼らを活用しないことは資源の有効活用という観点で問題がある。また、鉄道車両開発は開発頻度がそれほど多くないため、開発専門部隊を維持するのは難しい。さらに、鉄道車両開発は自動車開発と比べて、ニーズがつかみやすく、業務の不確実性が低いため、取引コストは小さくなる。したがって、鉄道事業者は、取引コストの増大と内部化した時のデメリットを比較した上で、よりメリットの多い外部委託を選択していると考えられる。

2 つ目の違いとしては、鉄道事業者がゲストエンジニア制度を採用していない点が挙げられる。例えば、W1 系開発プロジェクトにおいて、鉄道車両メーカーや交付材メーカーから鉄道事業者 W 社に技術者が派遣され、駐在しているという事実は無かった。この点は、藤本・延岡 (2006) が指摘していた点とは異なっている。

この違いは、構造面の設計統合化を含む広範な開発業務を外部委託している点が影響し

⁴² 取引コスト理論は、取引の主体の総費用を市場 (外部取引) と組織 (内部取引) の間で比較し、総費用の少ない方を選択するという取引形態についての理論である (Williamson, 1985)。取引コストとは、取引相手を探索し、正当な契約を締結するための種々の活動にかかわるコスト (事前の取引コスト) だけではなく、取引が契約通りに履行されているの監視や再交渉のコスト (事後的な取引コスト) も含む概念である。この理論は前提として、人間は限定された情報能力の範囲でしか合理的に行動できない限定合理性と、自分の利益のために相手を騙してでも行動する機会主義という 2 つの人間の行動を仮定している。このような世界では、市場取引における無駄、すなわち取引コストが発生する。例えば、予期せぬ事態に備えて準備すること、相手に騙されないように詳細な契約書を作成すること、相手の履行状況を注意深く監視すること、などが取引コストを発生させる原因となる。

ている。自動車開発において、自動車メーカーは、機能面や構造面の設計統合化を早期に高めるために、サプライヤーと緊密なコミュニケーションをとることができるゲストエンジニア制度を採用している。しかし、鉄道車両開発の場合、構造面の設計統合化の主体は鉄道事業者ではなく、鉄道車両メーカーである。鉄道車両メーカーにとって、構造面の設計統合化は内部の問題であるため、それを解決するために技術者をわざわざ鉄道事業者に常駐させる必要性は少ない。また、鉄道事業者にとっても、構造面の設計統合化は鉄道車両メーカーに外部委託しているため、わざわざ技術者に常駐してもらう必要性も少ない。さらに、後段で詳しく説明するが、鉄道車両開発においては、開発のオーバーラップはほとんど行われていないため、自動車開発ほど、バイヤー・サプライヤー間で緊密なコミュニケーションをとる必要性も少ない。したがって、鉄道車両開発においては、鉄道事業者も鉄道車両メーカーもゲストエンジニアの派遣を基本的には必要としていないと考えられる。

この点も、取引コスト理論で説明することができる。開発業務の外部委託は、業務が複雑なため、不確実性が高まり、結果として取引コストの増大につながる一方、鉄道車両開発は、自動車開発と比べてニーズがつかみやすく、業務の不確実性が低いため、組織間調整はそれほど複雑にはならない。したがって、鉄道車両開発において、バイヤーはサプライヤーとの緊密なコミュニケーションを可能にするゲストエンジニア制をわざわざ採用していないと考えられる。

5.1.2 パートナー選択・ガバナンス選択

パートナー選択とガバナンス選択という視点で自動車開発と鉄道車両開発を比較した結果、共通点が2つ見られた。それはサプライヤーとの長期安定的な取引関係の構築と少数サプライヤーとの取引である。例えば、W1系開発プロジェクトにおいて、鉄道事業者W社は、ある程度固定された、開発実績の豊富な少数の候補者の中から、プロジェクトごとに鉄道車両メーカーや交付材メーカーを選定していた。これは藤本（1997）が日本の自動車メーカーにおけるサプライヤー管理の特徴として指摘していた長期・継続取引関係や少数者間の有効競争と同じ内容である。

ただし、鉄道車両開発には、トヨタ自動車の協豊会や栄豊会のような協力会は存在しない。自動車開発において、自動車メーカーが協力会を形成している理由としては、サプライヤー数が多いため、サプライヤー間の競争が激しいこと、特定のサプライヤーが特定の自動車メーカーと集中的に取引を行うと、十分な取引量を確保できること、自動車メーカ

一とサプライヤー間の摺合せが重要であることなどが挙げられる。これに対し、鉄道車両開発は、参入障壁が高いため、サプライヤー数が少なく、特定のサプライヤーを囲い込むと、他の鉄道事業者が車両を開発することができなくなる可能性が出てくる。また、囲い込まれるサプライヤー側からみると、特定の鉄道事業者との取引だけでは、事業規模を維持するだけの十分な取引量を確保できないという問題がある。これらの理由により、鉄道事業者は協力会のような特定のサプライヤー集団をつくっていないと考えられる。

しかし、実際は鉄道車両特有の部品や機器が多いため、鉄道車両開発は新規サプライヤーにとって参入障壁の高い産業となっている。このため、鉄道車両開発には協力会は存在しないものの、鉄道事業者はある程度固定された、開発実績の豊富な少数サプライヤーの中から、プロジェクトごとに鉄道車両メーカーや交付材メーカーを選定している。したがって、鉄道車両開発においても、目には見えないが、実質的には協力会に近い集団が存在していると考えられる。

5.1.3 組織間調整

組織間調整という視点で自動車開発と鉄道車両開発を比較した結果、2つの違いが見られた。1つ目の違いとしては、鉄道事業者の開発責任者は内部統合と外部統合を同時に、かつ強力に推進する立場ではなかった点である。例えば、W1系開発プロジェクトにおいて、鉄道事業者W社の開発責任者は、社内やサプライヤーとの調整を繰り返しながら、車両の仕様を決定し、かつプロジェクトを管理する役割を担っていたが、重量級プロダクトマネジャーのように、開発のみならず、生産や営業などを含む幅広い分野での部門間調整や強力に設計統合化を推進する立場ではなかった。この点は藤本・安本（2000）が指摘していた「ニーズの多義性が高く、かつ製品の複雑性が高い特徴を持つ産業における製品開発においては、重量級プロダクトマネジャーがプロジェクトを総合的にまとめあげている」点と整合している。つまり、ニーズがある程度特定しやすい鉄道車両開発においては、内部統合と外部統合を強力に推し進める重量級プロダクトマネジャーは必要ないと考えられる。また、この点については、構造面の設計統合化を含む広範な開発業務を外部委託している点も影響している。自動車開発においては、自動車メーカー自らが製品コンセプトを作成し、機能面、構造面の設計統合化を担当している。このため、この2つの活動をつなぎ、かつこれらの活動を強力に推し進める開発責任者がバイヤー側に必要となる。しかし、鉄道車両開発の場合、構造面の設計統合化を担当しているのは鉄道事業者ではなく、鉄道車両メーカーである。このため、鉄道車両開発において、鉄道事業者の開発責任者は自動

車メーカーの開発責任者ほど広い範囲に目を配ることはできない状況にある。

この点は、資源依存理論⁴³で説明することができる。開発業務の外部委託は、業務の専門性が高いため、サプライヤーが限定される。少数のサプライヤーはバイヤーに対し、交渉力を有することになる。自動車開発と比べると、鉄道車両開発におけるサプライヤー数は少ない。このため、鉄道車両メーカーは鉄道事業者に対し、より交渉力を有することになり、その裁量範囲も広くなる。したがって、鉄道事業者の開発責任者は、自動車開発の開発責任者のように、内部統合と外部統合を同時に、かつ強力に推進する立場ではなかったと考えられる。

2 つ目の違いとしては、鉄道車両開発において、設計方針策定、基本設計、詳細設計といったそれぞれの開発段階がオーバーラップしている様子うかがえなかった点である。この点は藤本・安本（2000）が指摘していた「ニーズの多義性が低い、もしくはニーズの不確実性が低い特徴を持つ産業における製品開発においては、問題発見・解決のオーバーラップが行われている」点とは整合していない。もちろん、活動の時間的オーバーラップが全く無かった訳ではない。例えば、W1 開発プロジェクトにおいて、鉄道車両メーカーの設計部門は、鉄道車両の構体の詳細設計図が出図される前に、鉄道車両製造に必要な材料の種類・形状・数量をまとめた材料表を発行することによって、構体の材料手配を先行して進めていた。しかし、これらの活動は全体のごく一部であり、基本的には上流での設計活動がまだ不確実な状況下で、下流活動がフライングスタートするといった意味でのオーバーラップはほとんど行われていなかった。

開発のオーバーラップの主要な狙いの一つは、開発リードタイムの短縮である。自動車開発において、開発リードタイムの短縮は、厳しい競争環境を勝ち抜くための命題である。一方、鉄道車両開発においては、開発リードタイムの短縮は必要なことではあるが、それよりもむしろ、より良い輸送サービスを提供するために、使い勝手がよく、かつ故障が少ない車両を開発することに重きを置いている。このため、鉄道車両開発においては、開発リードタイム短縮を目的に、設計手戻りリスクのある開発のオーバーラップはわざわざ行われていないと考えられる。また、鉄道車両開発において、開発のオーバーラップがほと

⁴³ 資源依存理論は、組織間の資源依存関係とその関係から導出されるパワー関係のコントロールに関する理論である（Pfeffer and Salancik, 1978）。組織は、その存続と成長に必要な資源を完全にコントロールできるような存在ではなく、資源を所有する他組織と相互依存関係にある。しかしながら、相互依存関係に偏りがある場合、資源をより多く有している組織は、資源をより少なく所有している組織に対し、パワーを有することになる。こうしたパワーは、より少ないパワーを有する組織にとって脅威となる。したがって、より少ないパワーを有する組織は、より多いパワーを有する組織への資源依存度を減らすこと、もしくはパワーを高めることが、組織の存続・成長にとって重要となる。

んど行われない理由としては、構造面の設計統合化を含む広範な開発業務を外部委託している点も影響している。自動車開発では、バイヤーである自動車メーカーが仕様決定も機能面や構造面の設計統合化も担当している。このため、開発リードタイムを短縮するために、自動車メーカーが仕様変更による設計手戻りのリスクをとって、活動の時間的オーバーラップを仕掛けることが可能になっている。しかし、鉄道車両開発の場合、仕様決定は鉄道事業者であるが、機能面の設計統合化は鉄道事業者と鉄道車両メーカーで分担し、構造面の設計統合化は鉄道車両メーカーが担当している。このため、鉄道車両開発において、鉄道車両メーカーは、鉄道事業者からの仕様変更による設計手戻りを恐れて、活動の時間的オーバーラップを仕掛けることがなかなかできない状況にある。

この点も、資源依存理論で説明することができる。開発業務の外部委託は、業務の専門性が高いため、サプライヤーが限定される。少数のサプライヤーはバイヤーに対し、交渉力を有することになる。自動車開発と比べると、鉄道車両開発におけるサプライヤー数は少ない。このため、鉄道車両メーカーは鉄道事業者に対し、より交渉力を有することになり、その裁量範囲も広がる。したがって、鉄道事業者は、開発のオーバーラップを仕掛けたくても、仕様変更による設計手戻りを恐れる鉄道車両メーカーをなかなか動かすことができない状況にあると考えられる。

一方、鉄道事業者はオーバーラップ型開発よりもむしろフロントローディング活動の方を重視していたと捉えることもできる。例えば、鉄道事業者 W 社は、製品基本計画段階に多くの問題点を洗い出し、主に鉄道車両メーカーや交付材メーカーから提案されるそれらの解決方法を車両の素案やデザインにできるだけ反映することによって、早期に車両の性能や安全性をつくり込もうとしていた。また、製品エンジニアリング段階では、鉄道事業者 W 社が設計会議やツナギ全体会議と称するデザインレビューを開催し、鉄道車両メーカーや交付材メーカーが各種シミュレーション技術を活用することによって、関連部門による設計品質の組織的な事前評価を行っていた。この点は藤本・安本（2000）が指摘していた「ニーズの不確実性が低い、もしくは技術的な原因と結果の不確実性が低い特徴を持つ産業における製品開発においては、問題解決の早期収束が行われている」点と整合している。

藤本・延岡（2006）は、開発初期段階から、すべての関連技術者が共同で問題解決に取り組む組織ルーチンができてきている状況において、バイヤーはフロントローディングをうまく推進することができると指摘している。1990 年代中盤以降、IT 技術の導入が遅れていた日本の自動車メーカーの方が、欧米の自動車メーカー以上にフロントローディングをう

まく推進することができていた理由は、この組織能力の違いが大きい。この点は、鉄道車両開発においても当てはまる。つまり、鉄道車両開発においても、開発初期段階から、すべての関連技術者が共同で問題解決に取り組む組織ルーチンができていると考えられる。鉄道車両開発は寡占市場であるため、ある程度顔を知った者同士が、長期にわたって協力し合いながら開発を進めてきたという長い歴史がある。この長い歴史の中で、鉄道車両開発においても、開発初期段階から、すべての関連技術者が共同で問題解決に取り組む組織ルーチンができるようになってきたと考えられる。

また、鉄道車両開発がオーバーラップ型ではなく、フロントローディング型を重視している理由としては、ニーズの不確実性が低い点が挙げられる。ニーズが明確だからこそ、開発初期段階で製品仕様を固定化しても後々大きな問題にはなりにくい。したがって、鉄道車両開発においては、活動の時間的オーバーラップを重視するのではなく、むしろ徹底して前倒しで問題点を検討し、基本計画に反映することを重視していると考えられる。

さらに、鉄道車両開発がオーバーラップ型ではなく、フロントローディング型を重視しているもう1つの理由としては、カスタム度が高い点が挙げられる。鉄道車両は、自動車と比べるとカスタム度の高い製品である（表 5.1.3.1）。

表 5.1.3.1 鉄道車両と自動車のカスタム度比較

	鉄道車両		自動車		航空機(参考)	
1. 外観の色・デザイン	○	鉄道事業者ごとにカスタマイズされる	△	自動車メーカーのカタログの中から選択される	○	エアラインごとにカスタマイズされる
2. 室内の内装・設備	○	同上	△	同上	○	同上
3. 製品の基本構造	○	同上	×	基本的にカスタマイズされない	×	基本的にカスタマイズされない
4. 主要機器の種類・配置	○	同上	×	同上	×	同上

(○:カスタム度が高い、△:カスタム度が中程度、×:カスタム度が低い)

(筆者が作成)

自動車の場合、購入者は自動車メーカーのカタログの中から好みの色や内装・設備を選択することができるが、車体構造やエンジンなどの駆動部をカスタマイズすることは基本的にできない。一方、鉄道車両の場合は、外観や客室内の内装・設備だけでなく、車体構造や主要機器の種類・配置も鉄道事業者ごとにカスタマイズされることが多い。つまり、鉄道車両は自動車と比べてカスタマイズされている範囲が広いため、結果として製品のカスタム度が高くなっている。

鉄道車両のカスタム度が高い理由としては、自社専用のインフラを所有しているか否かが大きく影響している。例えば、鉄道事業の主要なインフラとしては線路や信号装置、駅舎などが挙げられる。これらは鉄道事業者が自社専用のインフラとして所有していることが多い。したがって、鉄道車両開発において、鉄道事業者は鉄道車両を自社専用インフラに最適化するようにカスタマイズする必要がある。

一方、自動車の主要なインフラとしては道路が挙げられる。しかし、道路は基本的に誰でも利用でき、特定のユーザーやメーカーのみが独占できるインフラではない。したがって、自動車メーカーは特定のインフラに最適化させた自動車を開発する必要はない。そもそも、鉄道車両のような大型製品システムは、オペレーションやメンテナンスも含めた製品ライフサイクル全体を理解していないと、製品の要求仕様や目標を決めることが難しい。そこで自社専用インフラを所有している鉄道事業者が、使い勝手の良さやメンテナンスのしやすさを鉄道車両の基本計画にできるだけ反映するべく、開発業務に深く関与し、フロントローディングを牽引しているのではないかと考えられる。

5.1.4 広範な開発業務の外部委託マネジメントの難しさ

以上、境界の設定、パートナー選択、ガバナンス選択、組織間調整という視点で、4つの鉄道車両開発プロジェクトにおける開発業務の外部委託マネジメントの共通点と研究蓄積豊富な自動車産業における開発業務の外部委託マネジメントの分析を行った。分析結果を総括すると、広範な開発業務における外部委託マネジメントの難しさが2点見えてきた。1つ目は、設計統合化に関与しにくいという点、2つ目は開発スケジュールをコントロールしにくいという点である。

構造面の設計統合化を含む広範な開発業務を外部委託すると、バイヤーには、社内に多くの開発資源を抱える必要がない点や専門性の高い外部サプライヤーを活用できる点等のメリットがある。その一方で、構造面の設計統合化を含む広範な開発業務を外部委託しているバイヤーは開発対象製品システム内における部品間の調整に関する全体最適を把握しているという情報の優位性を失ってしまうため、サプライヤーに対して開発の主導権を握りにくくなるという問題に直面する。これは Anderson and Parker (2002) が指摘している開発業務を外部委託すると、それらの業務に関する知識を失い、コントロールしにくくなるという内容と同じである。この開発の主導権を握りにくくなるという問題は、サプライヤーが設計手戻りを恐れて、活動の時間的オーバーラップを仕掛けなかったり、サプライヤー内部の開発状況にまで目が行き届かなかったり、サプライヤーと緊密なコミュニケ

ーションをとりにくいという様々な問題へとつながる可能性を秘めている。このような問題が生じると、バイヤーが設計統合化に関与しにくく、かつ開発スケジュールをコントロールしにくいという状況が生まれる。したがって、広範な開発業務の外部委託においては、いかにサプライヤーが担当する設計統合化に関与するか、いかに開発プロジェクトを遅延させないように進めるかがバイヤーにとって課題となる。

これらの点は、広範な開発業務の外部委託の中でも、構造面の設計統合化を外部委託することによって、仕様決定と設計統合化を担当する組織が分かれる場合に生じる難しさである。このような場合、上述の2点を克服することが外部委託成功の鍵となる。広範な開発業務の外部委託において、高いカスタム度を実現しているバイヤーは、これらの課題を上手に克服していると考えられる。

5.2 広範な開発業務の効果的な外部委託マネジメント

本節では、前節で示した難しさのある広範な開発業務の外部委託において、高いカスタム度の実現に効果的なバイヤーのマネジメント行動とはどのようなものかを明らかにするために、鉄道事業者からの評価が高かったプロジェクトと低かったプロジェクトにおける開発業務の外部委託マネジメントを比較し、その違いを特定する。

比較方法としては、4つという少数の事例を扱っているため、ミルの差異法を参考にしている⁴⁴。従属変数をプロジェクトの評価、説明変数をバイヤーのマネジメント行動としている。はじめに、従属変数の値が異なる非類似事例を選定するために、4つの鉄道車両開発プロジェクトを評価の高かったプロジェクトと低かったプロジェクトに層別している。その結果、評価の高かったプロジェクトとして、W1系開発プロジェクト、X2系開発プロジェクト、Z4系開発プロジェクト、評価の低かったプロジェクトとして、Y3系開発プロジェクトを挙げている。

次に、各事例の結果と関連すると思われるすべての説明変数を列挙している。具体的には、表 5.0.1 の中から、評価の高かったプロジェクトと低かったプロジェクトにおける開発業務の外部委託マネジメントの相違点を列挙している。その結果、相違点として、交付材制度、バウンダリー・スパーの役割、ツナギ図のチェックの3点を挙げている(表 5.2.1)。

⁴⁴ ミルの差異法では、因果を推論するために、従属変数の値が異なる結果を持つ事例が比較される (Mill, 2002)。

表 5.2.1 評価の高かったプロジェクトと低かったプロジェクトの相違点

	W社・X社・Z社の マネジメント	Y社の マネジメント	差異理由
1) 事前の分業の仕切り (交付材制度)	標準的な支給品範囲	支給品はほとんど無かつ た	・電気式車両開発が久々であった (電気式の経験が多いサプライヤーに任せた) ・交付材を手配するためのマンパワー不足
2) サプライヤーとの調整 (バウンダリースパナーの役割)	タイムリーに仕様を決定	重要な仕様をタイムリーに 決定できていなかった	・電気式車両開発が久々であった (社内調整に時間がかかった)
3) システムレベルの 相互依存性への対処 (ツナギ図のチェック)	すべて入念にチェック	チェックをメーカー任せに している範囲が多かった	・電気式車両開発が久々であった (機電一括契約にした) ・ツナギ図をチェックするためのマンパワー不足

(筆者が作成)

分析の結果、これら3つのマネジメント行動がプロジェクトの評価に影響を及ぼしている可能性があることがわかった。以下、それぞれのマネジメント行動が、プロジェクトの評価にどのように影響を及ぼしているのかについて、その因果を考察する。

1つ目は、交付材制度である。W1系、X2系、Z4系の開発プロジェクトにおいては、主回路・制御関係、空気・ブレーキ・戸閉回路・補助回路関係、保安装置関係、伝送装置関係、放送装置・サービス機器・配信情報装置関係など、約40種類の主要な部品や機器が支給品であった。これに対し、Y3系開発プロジェクトだけが支給品のほとんど無い機電一括契約であった。

鉄道事業者W社、X社、Z社が交付材制度を採用している理由としては、鉄道車両の性能や安全に直結する主要機器（以下、コア部品と呼ぶ）を直接手配し、自分達のニーズを製品システムに反映させることによって、設計統合化に参与しにくいという広範な開発業務の外部委託マネジメントの難しさを克服しようとしている点大きい。これは企業にとって重要なものは内部に残し、そうでないものを外部委託するという資源ベース理論の考え方そのものである(Barney, 1991)。また、主要機器の開発コストを把握しやすくなる点、主要機器の開発スケジュールを直接コントロールすることができる点も、彼らが交付材制度を採用している大きな理由となっている。

一方、鉄道事業者Y社が交付材制度を採用しなかった理由としては、電気式の車両開発が久々であった点や社内のマンパワーが不足していた点が挙げられる。鉄道事業者Y社はエンジン方式の車両開発経験は豊富であり、そこでは交付材制度を何度も採用している。しかし、電気式の車両開発は約20年ぶりであったことや、主要機器を直接手配するためのマンパワーが不足していたこともあり、Y3系開発プロジェクトにおいて、鉄道事業者Y社は電気式の車両開発経験が豊富な鉄道車両メーカーB社に主要機器の手配を含んだ機電

一括契約での発注を選択している。

2つ目は、バウンダリー・スパナーの役割である。W1系、X2系、Z4系の開発プロジェクトにおいては、鉄道事業者が決めるべき時期に決めるべき仕様を決めていた。これに対し、Y3系開発プロジェクトにおいては、鉄道事業者が車体傾斜の採用や車両デザインといった車両開発を進める上で重要な事項をタイムリーに決めることができなかった。その結果、Y3系開発プロジェクトにおいては、鉄道車両メーカーB社に大きな設計手戻りが何度も発生している。

鉄道事業者W社、X社、Z社がタイムリーに仕様を決定している理由としては、設計会議の場でサプライヤーに定期的に開発状況を報告させ、決めるべき時期に決めるべき仕様を決めることによって、開発スケジュールをコントロールしにくいという広範な開発業務の外部委託マネジメントの難しさを克服しようとしている点大きい。また、バイヤーがタイムリーに仕様を決定しなければ、サプライヤーがスケジュール遅延した時の言い訳にされる可能性もある。この点も、彼らがタイムリーに仕様を決定している大きな理由となっている。これらの点は、Ancona and Caldwell (1992) が指摘していたバウンダリー・スパナーの重要性と同じである。中間組織における開発業務の外部委託においては、組織内外の境界にまたがる一連の複雑なやり取りの中心にいるバウンダリー・スパナーの役割が重要となる。

一方、鉄道事業者Y社がタイムリーに仕様を決定できなかった理由としては、これも電気式の車両開発が久々であった点が影響している。電気式の車両開発が久々であったということもあり、鉄道事業者Y社の社内からは「これも検討した方がいい」「いや、こちらを検討した方がいい」といった様々な意見が数多く出ている。これらの意見を、車両設計部門がタイムリーにまとめることができなかった点大きい。また、電気式の車両開発が久々であったため、車両設計部門も長年実現したかったことを、じっくりと時間をかけて検討したかったという点も影響している。

3つ目は、ツナギ図のチェックである。W1系、X2系、Z4系の開発プロジェクトにおいては、鉄道事業者がツナギ図を重視しており、自らが入念にチェックしていた。しかし、Y3系開発プロジェクトにおいては、他のプロジェクトと比べると、鉄道事業者がツナギ図のチェックを鉄道車両メーカー任せにしている範囲が多かった。

鉄道事業者W社、X社、Z社がツナギ図を入念にチェックしている理由としては、鉄道車両に搭載する機器間のインターフェイス情報をすべて確認し、過去の不具合に対する解決策や車両改造後の最新情報をツナギ図に反映させることによって、設計統合化に関与し

にくいという広範な開発業務の外部委託マネジメントの難しさを克服しようとしている点
が大きい。鉄道車両開発において、鉄道事業者の開発責任者は内部統合と外部統合を同時
に、かつ強かに推進する立場にはいない。しかし、鉄道事業者は設計統合化に全く関与し
ていないわけではない。広範な開発業務の外部委託においても、Clark and Fujimoto (1991)
が指摘している通り、バイヤーは出来るだけ設計統合化に深く関与することが重要となる。

一方、鉄道事業者 Y 社がツナギ図のチェックを鉄道車両メーカーにある程度任せられた理由
としては、電気式の車両開発が久々だったため、電気式の車両開発経験が豊富な鉄道車両
メーカー B 社に主要機器の手配を含んだ機電一括契約での発注を選択した点が影響してい
る。また、ツナギ図を入念にチェックするためのマンパワーが不足していたことも大きく
影響している。

以上が分析結果である。鉄道車両開発においては、寡占市場というバイヤー・サプライ
ヤー間の裏切りが比較的生じにくい状況の中で、鉄道事業者は鉄道車両メーカーとの開発
に関する情報ギャップによって生じる彼らの機会主義的行動をマネジメントしながら、カ
スタム度の高い鉄道車両を開発しなければならない。しかし、すべての鉄道事業者がカス
タム度の高い鉄道車両を開発できているわけではない。本分析を通して、このような状況
の中で、高いカスタム度の実現に効果的なバイヤーのマネジメント行動としては、コア部
品の直接コントロール、タイムリーな仕様決定、機器間インターフェイス情報の入念なチ
ェックといった複数の要因が考えられることがわかった。

一方、これら 3 つの行動をまとめてみると、大型製品システム開発に関する先行研究の
中で Brusoni et al. (2001) が提示しているシステムインテグレーションの概念に類似して
いることがわかった。システムインテグレーションとは、コンポーネントの設計を外部に
出すという事前の分業の仕切りを行い、サプライヤーの仕事を調整し、システムレベルの
相互依存性に対処し、製品として統合することである。事前の分業の仕切りの一例として
交付材制度、サプライヤーの仕事の調整の一例としてバウンダリー・スパーの役割、シ
ステムレベルの相互依存性への対処の一例としてツナギ図のチェックと捉えると、これら
はまさにシステムインテグレーション行動と言い換えることができる。つまり、広範な開
発業務の外部委託において、高いカスタム度の実現に対して効果的なバイヤーのマネジメ
ント行動とは、コア部品の直接コントロール、タイムリーな仕様決定、機器間インターフ
ェイス情報の入念なチェックといったシステムインテグレーション行動に深く関与するこ
とであると考えられる。

システムインテグレーション行動の中で一番のポイントとなるのは、機器間インターフ

エイスの入念なチェック、つまり、機能面の設計統合化への深い関与である。鉄道車両開発において、構造面の設計統合化の主体は鉄道車両メーカーであるが、機能面の設計統合化については、鉄道事業者と鉄道車両メーカーで作業を分担していることが多い。しかし、鉄道車両開発において、高いカスタム度を実現している鉄道事業者は、この機能面の設計統合化に深く関与している傾向にある。

構造面の設計統合化を含む広範な開発業務を外部委託すると、バイヤーは開発対象製品システム内における部品間の調整に関する全体最適を把握しているという情報の優位性を失ってしまうため、サプライヤーに対して開発の主導権を握りにくくなるという問題に直面する。もちろん、この状況においても、バイヤーは仕様決定の主体であるため、交渉力を発揮することによって、開発の主導権をある程度握ることはできる。しかし、全体最適への配慮の少ないバイヤーの言動は、構造面の設計統合化の主体であるサプライヤーを混乱させることにつながる。その結果、意図通りに製品システム開発が進まない等、その問題はバイヤー側に返ってくる。したがって、構造面の設計統合化を含む広範な開発業務の外部委託において、設計統合化の主体であるサプライヤーを混乱させずに、カスタム度の高い製品システムを開発するためには、バイヤーは自分達のニーズである性能や安全面に関係している機能面の設計統合化に深く関与することによって、全体最適に配慮した仕様決定をタイムリーに行い、サプライヤーを動かしていく必要がある。

ただし、機能面の設計統合化に深く関与するためには、鉄道車両に搭載する主要機器について熟知しておく必要がある。そのためには、コア部品を直接コントロールすることが有効となる。鉄道車両開発において、高いカスタム度を実現している鉄道事業者は、主要機器に関する情報連携の中心に自分を位置づけることによって、機能面の設計統合化に関する情報のハブになっている。また、機能面の設計統合化に深く関与するからには、仕様決定の主体として、タイムリーに仕様を決定し、開発スケジュールをコントロールする必要がある。つまり、コア部品の直接コントロール、タイムリーな仕様決定、機器間インターフェイス情報の入念なチェックというマネジメント行動は相互に関連し合っており、これら3つの行動が機能すれば、設計統合化と開発スケジュールのコントロールという広範な開発業務の外部委託における2つの課題を克服することができ、高いカスタム度を実現することが可能となると考えられる。

この点は、資源依存理論で説明することができる。開発業務の外部委託は、業務の専門性が高いため、サプライヤーが限定される。少数のサプライヤーはバイヤーに対し、交渉力を有することになる。特に、広範な開発業務の外部委託においては、業務の専門性がよ

り高くなるため、サプライヤーの交渉力は益々強くなることが推察される。そこで鉄道事業者は、鉄道車両開発において、自分達のニーズに直接関係のある機能面の設計統合化に深く関与し、外部委託している開発業務の専門性を低下させることによって、鉄道車両メーカーに対する交渉力を強めていると考えられる。

自動車開発と比べると、鉄道車両開発におけるサプライヤー数は少ない。このため、鉄道車両メーカーは鉄道事業者に対し、より交渉力を有することになり、その裁量範囲も広くなる。したがって、鉄道事業者の開発責任者は、自動車開発の開発責任者のように、内部統合と外部統合を同時に、かつ強力に推進する立場ではなかったと考えられる。

最後に、Y3系開発プロジェクトにおいて、鉄道事業者Y社がシステムインテグレーション行動に深く関与することができなかつた原因を分析する。鉄道事業者Y社がシステムインテグレーション行動に深く関与することができなかつた原因としては、開発専任部隊が十分に機能しなかつた点が挙げられる。Y3系開発プロジェクトにおいて、鉄道事業者Y社は電気式の車両開発が久々であったことを理由に、社内の意見をタイムリーにまとめることができずいたり、電気式の車両開発経験が豊富な鉄道車両メーカーB社に主要機器の手配を含んだ機電一括契約での発注を選択したりしている。また、鉄道事業者Y社は開発頻度が低いため、車両設計部門に人を集めることが難しい状況にあった。このため、Y3系開発プロジェクトにおいて、鉄道事業者Y社は、マンパワー不足を理由に機電一括契約を選択しており、その結果、ツナギ図のチェックの多くを鉄道車両メーカーに任せざるを得なくなっている。つまり、システムインテグレーション行動に深く関与するためには、バイヤー側に十分な開発資源が必要となると考えられる。

5.3 広範な開発業務の外部委託を効果的にマネジメントするために必要な知識

本節では、広範な開発業務の外部委託において、なぜバイヤーは高いカスタム度の実現に効果的なマネジメント行動をとることができるのかを明らかにするために、鉄道事業者や鉄道車両メーカーの開発関係者へのインタビューによって得られた情報を整理し、分析を行う。本節で特に着目するのはマネジメントのベースにある知識管理のあり方である。資源ベース理論によると、広範な開発業務を外部委託すると、それらの業務に関する知識を失っていくといった本質的な問題が生じると言われる (Anderson and Parker, 2002)。また、過去の研究は、開発業務の外部委託を効果的にマネジメントするためには、設計統合化を担当することによって身につく統合知識が重要であると指摘している (武石, 2003)。本節では、構造面の設計統合化を含む広範な開発業務を外部委託している鉄道事業者が、

なぜ開発業務を効果的にマネジメントできるのかについて考察する。

はじめに、鉄道事業者や鉄道車両メーカーの開発関係者に、コア部品を直接コントロールしたり、タイムリーに仕様を決定したり、機器間のインターフェイス情報を入念にチェックするために必要な知識とそれを維持するための仕組みに関するインタビュー調査結果を整理する（表 5.3.1）。

表 5.3.1 システムインテグレーション行動に必要な知識とそれを維持するための仕組み

	必要な知識	知識を維持するための仕組み
1) 事前の分業の仕切り (交付材制度)	<ul style="list-style-type: none"> ・主要機器の性能に関する知識 ・主要機器とその周辺機器に関する過去の不具合情報 ・主要機器の使い勝手に関する知見 	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄道オペレーション ・鉄道車両のメンテナンス業務 ・鉄道車両の改造工事 ・(交付材制度)
2) サプライヤーとの調整 (バウンダリースパナーの役割)	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄道車両全体の性能に関する知識 ・鉄道車両全体に関する過去の不具合情報 ・鉄道車両全体の使い勝手に関する知見 	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄道オペレーション ・鉄道車両のメンテナンス業務 ・鉄道車両の改造工事
3) システムレベルの 相互依存性への対処 (ツナギ図のチェック)	<ul style="list-style-type: none"> ・主要機器の性能に関する知識 ・機器間のインターフェイスに関連する過去の不具合情報 	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄道オペレーション ・鉄道車両の改造工事

(筆者が作成)

整理した結果、3つの知識が、高いカスタム度の実現に効果的なバイヤーのマネジメント行動を支えていることが見えてきた。1つ目は、鉄道車両を構成する主要機器の性能に関する知識（以下、コア部品知識と呼ぶ）である。鉄道事業者W社、X社、Z社の開発担当者は、主電動機、車両制御装置、ブレーキ装置といった鉄道車両の性能や安全にとって重要な機器が、それぞれどのような性能を有しているのかについて熟知している。コア部品を直接コントロールするためには、鉄道事業者はその仕様や要求機能をサプライヤーに対して詳細に提示する必要がある。また、設計会議でタイムリーに仕様を決定するためには、鉄道事業者は鉄道車両メーカーからの技術提案が主要機器で構成された鉄道車両全体に関する仕様や要求機能に適合しているかどうかについて判断していく必要がある。さらに、機器間のインターフェイス情報を入念にチェックするためには、鉄道事業者は主要機器の詳細な機能を理解しておく必要がある。つまり、広範な開発業務の外部委託において、バイヤーがシステムインテグレーション行動に深く関与するためには、コア部品知識が必要となる。

2つ目は、主要機器を中心とした鉄道車両に関する過去の不具合情報である。過去の不

具合情報とは、例えば、過去に開発した車両において、主要機器間をつなぐ配線ルートを変更したら、ある種の問題が生じたといった類の情報である。鉄道事業者の多くは線路や信号システムなど、自社専用のインフラを所有している。それゆえ、自社特有の鉄道車両の不具合が生じることもある。新型車両で同じ不具合を発生させないためにも、鉄道事業者は鉄道車両に関する過去の不具合を熟知し、かつそれらを解決してきた歴史や経緯を十分に理解した上で、それらの知見を主要機器の設計、鉄道車両メーカー担当範囲の設計、機器間のインターフェイス情報に反映させる必要がある。つまり、広範な開発業務の外部委託において、バイヤーがシステムインテグレーション行動に深く関与するためには、鉄道車両に関する過去の不具合情報が必要となる。

3 つ目は、運転士や車掌といった運輸部門やメンテナンス部門が有している鉄道車両の使い勝手に関する知見である。使い勝手に関する知見とは、例えば、この機器のボタンやレバーを変更したら、運転士や車掌が操作を間違える危険性が高いとかメンテナンス部門がメンテナンスしにくくなるといった類の知見である。鉄道事業者の本業はサービス業である。それゆえ、開発した鉄道車両を通じて、エンドユーザーである乗客に対し、良い輸送サービスを提供することが鉄道事業者の最大の使命である。使い勝手のよい車両を通じて、より良い輸送サービスを提供するためにも、鉄道事業者は鉄道オペレーションやメンテナンス上の使い勝手に関する知見を主要機器の設計、鉄道車両メーカー担当範囲の設計、機器間のインターフェイス情報に反映させる必要がある。つまり、広範な開発業務の外部委託において、バイヤーがシステムインテグレーション行動に深く関与するためには、使い勝手に関する知見が必要となる。

これら3つの知識は、武石（2003）が指摘してきた統合知識や部品知識とは少し異なっている。コア部品知識は、部品知識の中でも、主要機器に特化した知識であり、かつ生産プロセスに関する知識は含まれていない。また、コア部品知識は、機能面の知識に特化しており、構造面の知識はあまり含まれていない。さらに、過去の不具合情報や使い勝手に関する知見は、統合知識や部品知識に含まれるが、あくまでごく一部の知識であり、どちらかと言うと、統合知識や部品知識を持つ前提として必要な知見と位置づけられる。

これらの違いも、構造面の設計統合化を含む広範な開発業務を外部委託している点が影響している。鉄道事業者は、鉄道車両の製造を含む開発業務を鉄道車両メーカーに外部委託していることが多い。このため、鉄道事業者は、生産プロセスに関する知見についてはあまり必要としていない。また、鉄道車両の性能やオペレーション、メンテナンスに関するニーズを製品に直接反映させるために、高いカスタム度を実現している鉄道事業者は機

業面の設計統合化に深く関与しようと試みている。このため、これらの鉄道事業者は、主要機器や機能面に特化した知識を必要としている。

また、これらの違いは、ユーザーとメーカーの違いも影響している。ユーザーにとっては、製品システムを開発するための知識よりも、製品システムを使いやすく、かつ安定的に使用することができるための知見の方が重要である。なぜなら、これらの知見は製品システムの仕様や基本計画を決定する上で不可欠な知識だからである。しかも、これらの知見は、メーカーよりも、製品システムのオペレーションやメンテナンスを担当しているユーザーの方が獲得しやすい知見である。したがって、鉄道車両開発においても、ユーザーである鉄道事業者は、使いやすく、かつ安定的に使用することができる鉄道車両を開発するために、統合知識や部品知識の中でも、性能や安全に直結する主要機器の性能に関する知識や過去の不具合情報や使い勝手に関する知見を保有していると考えられる。

次に、コア部品知識、過去の不具合情報、使い勝手に関する知見を獲得し、維持するための仕組みについて考察を行う。鉄道事業者 W 社、X 社、Z 社は、交付材制度という仕組みを通して、コア部品知識を獲得していた。そして、さらに、これらの鉄道事業者は、このコア部品知識を活用して、交付材制度を効果的に運用していた。この点は、Brusoni et al. (2001) が指摘していたサプライヤーとの連結による知識獲得と同じ内容である。鉄道事業者 W 社、X 社、Z 社は、部品や機器に関する情報を交付材メーカーと直接かつ頻繁にやり取りすることによって、コア部品知識を獲得し、維持している。しかも、鉄道事業者 W 社と X 社は、ほとんどの交付材を複数の交付材メーカーに発注している。したがって、鉄道事業者 W 社、X 社は、複数の交付材メーカーから技術情報を収集し、時にはそれらを比較することによって、質が高く幅広いコア部品知識を身につけることが出来ていると考えられる。

一方、過去の不具合情報や使い勝手に関する知見は、鉄道オペレーションやメンテナンス業務を通して獲得されている。この点は、Geyer and Davies (2000) が指摘していたメンテナンス業務を請け負うことや Hobday et al. (2005) が指摘していた顧客からのフィードバックループによる知識獲得に近い。ただし、鉄道車両開発の場合、顧客とは鉄道事業者内の運輸部門やメンテナンス部門を意味することに注意しなければならない。鉄道事業者 W 社、X 社、Z 社は、運輸部門やメンテナンス部門と定期的に情報交換を行うことによって、過去の不具合情報や使い勝手に関する知見を獲得し、維持している。このため、過去の不具合情報や使い勝手に関する知見は、鉄道車両メーカーや交付材メーカーではなかなか蓄積しにくい知識であると考えられる。

さらに、これらの知識をどのように獲得し、維持しているかを考える上では、鉄道事業者が鉄道車両の改造工事を内製化している点にも注目する必要がある。この点は、Prencipe (1997) が指摘していた研究開発を意図的に続けることによる知識獲得と同じである。鉄道車両は営業運転開始後も細々とした改造が延々と続いていくことが多い。この改造工事によって、鉄道車両の性能や安全性は洗練化されていく。例えば、鉄道事業者 W 社においては、新しい機器を開発したので、現在運行しているすべての車両にそれを設置しようという話が不定期に出ている。2014 年には、新しく開発した異常動揺検知装置をすべての車両に設置しようと改造工事に着手している。ただし、鉄道事業者 W 社は全部で約 6,500 両の鉄道車両を保有している。しかも、これらの車両はすべて同じ種類ではなく、運転室の機器配置 1 つとっても車系ごとに異なっている。このため、鉄道事業者 W 社は、車系ごとに改造用の図面を作成した上で、改造工事を実施する必要がある。これら改造用の図面作成や改造工事といった業務は、鉄道車両メーカーや交付材メーカーに外部委託されることもあるが、鉄道事業者 W 社内のメンテナンス部門が実施することが多い。そして、メンテナンス部門が改造用の図面作成や改造工事といった業務を実施する際においても、ツナギ図だけは車両設計部門が最終確認を行っている。つまり、鉄道事業者 W 社の車両設計部門は新型車両開発の時だけでなく、頻繁に行っている改造工事の際においても、コア部品知識、過去の不具合情報、使い勝手に関する知見を磨き続けていると考えられる。

以上のように、鉄道事業者 W 社、X 社、Z 社は、交付材制度、メンテナンス業務や改造工事の内製化といった仕組みを通してコア部品知識、過去の不具合情報、使い勝手に関する知見を獲得し、維持している。そして、これらを支えていたのが、車両設計部門という開発専任部隊の存在である。この点は、Davies et al. (2009) が指摘していた外部人材の活用による知識獲得・維持とは異なっている。この違いは、開発頻度が影響している。Davies et al. (2009) の研究対象であった空港のターミナル建設と比較すると、鉄道車両開発の頻度は高い。このため、鉄道車両開発は、空港のターミナル建設と比べると、開発のノウハウが途切れないように、そのノウハウをバイヤー内部にしっかりと蓄積しておく意義は大きいと考えられる。

一方、開発した鉄道車両を通じてエンドユーザーである乗客に対し、良い輸送サービスを提供することを生業としている鉄道事業者にとって、開発専任部隊を常設し、十分に機能させることは容易ではない。実際、鉄道事業者 W 社内においても、「社内に開発専任部隊を置く必要があるのか」といった議論が定期的に生じていると言う。それでもなお、鉄道事業者 W 社は社内に鉄道車両の開発専任部隊を常設している。その理由としては、鉄道

車両の性能や安全性にとって重要な機器であるコア部品を直接コントロールしたり、鉄道車両メーカーの開発が遅れないようにタイムリーに仕様を決定したり、鉄道車両の性能を左右する機器間のインターフェイス情報を入念にチェックするためには、開発責任者である鉄道事業者側にも開発の知識やノウハウが必要だからという点が大きい。つまり、鉄道車両開発において、鉄道事業者のニーズに合った鉄道車両を開発するためには、コア部品知識、過去の不具合情報、使い勝手に関する知見を1か所に集約し、蓄積していくための箱となる組織が必要であり、そのような組織が交付材制度、メンテナンス業務や改造工事の内製化といった仕組みの実行を支えていると考えられる⁴⁵。

さらに、ここでもう1つポイントになるのは、開発専任部隊とメンテナンス部門の一体運営である。例えば、鉄道事業者W社は、開発業務が少ない時は車両設計部門からメンテナンス部門へ技術者を素早く異動させたり、車両設計部門とメンテナンス部門間の人材交流によって、車両設計部門に過去の不具合情報や使い勝手に関する知見を蓄積したりするような工夫をしていた。開発専任部隊とメンテナンス部門の一体運営によって、メンテナンス業務の知識やノウハウを持った開発専任部隊の維持が可能となり、そのことが交付材制度、メンテナンス業務や改造工事の内製化といった仕組みの実行につながっていると考えられる。

⁴⁵ 鉄道事業者が、開発専任部隊を設置しているもう1つの大きな理由としては、鉄道が認定事業である点が挙げられる。新型車両の開発や既存車両の改造を行った際には、鉄道事業者は必ず国土交通省へ車両確認申請書を提出する必要がある。したがって、鉄道事業者の中に、この申請業務を行う専門家が必要という事情も大きい。

第6章 結論と今後の展望

6.1 本研究の要約と結論

本研究では、自社にて使用する目的で大型製品システムを開発するバイヤーが、設計統合化を含む広範な開発業務の外部委託をどのようにマネジメントしているのか、そのためにどのような知識を持ち、それをどのように維持しているのかを明らかにすることを目的に、鉄道車両開発の事例研究を行った。分析の結果、広範な開発業務の外部委託マネジメントについて、いくつかの点が明らかになった。

はじめに、広範な開発業務の外部委託マネジメントの特徴は何かを明らかにするために、鉄道車両開発の実態と研究蓄積豊富な自動車産業における開発業務の外部委託マネジメントを比較することによって、その違いを特定し、理由を考察した。分析の結果、広範な開発業務の外部委託は、部分的な開発業務の外部委託と比べると、バイヤーが設計統合化に関与しにくく、かつ開発スケジュールをコントロールしにくいという状況が生まれることがわかった。これらの点は、広範な開発業務の外部委託の中でも、構造面の設計統合化を外部委託することによって、仕様決定と設計統合化を担当する組織が分かれる場合に生じる難しさである。このような場合、上述の2点を克服することが外部委託成功の鍵となる。

次に、広範な開発業務の外部委託において、高いカスタム度の実現に効果的なバイヤーのマネジメント行動とはどのようなものかを明らかにするために、鉄道事業者からの評価が高かったプロジェクトと低かったプロジェクトにおける開発業務の外部委託マネジメントを比較し、その違いを特定した。分析の結果、広範な開発業務の外部委託において、高いカスタム度の実現に効果的なバイヤーのマネジメント行動としては、コア部品の直接コントロール、タイムリーな仕様決定、機器間インターフェイス情報の入念なチェックといった複数の要因が挙げられることがわかった。コア部品の直接コントロール、タイムリーな仕様決定、機器間インターフェイス情報の入念なチェックというマネジメント行動は相互に関連し合っており、これら3つの行動が機能すれば、設計統合化と開発スケジュールのコントロールという広範な開発業務の外部委託における2つの課題を克服することができ、高いカスタム度を実現することが可能になると考えられる。

最後に、広範な開発業務の外部委託において、なぜバイヤーは高いカスタム度の実現に効果的なマネジメント行動をとることができるのかを明らかにするために、鉄道事業者や鉄道車両メーカーの開発関係者へのインタビューによって得られた情報を整理し、分析を行った。分析の結果、コア部品知識、過去の不具合情報、使い勝手の知見という3つの知識が、高いカスタム度の実現に効果的なバイヤーのマネジメント行動を支えていることが

わかった。これらの知識が必要な理由としては、構造面の設計統合化を含む広範な開発業務を外部委託している点と共に、鉄道事業者が他者への販売目的で製品システムや部品や機器の開発業務をサプライヤーに外部委託しているバイヤーではなく、自社にて使用する目的で製品システムや部品や機器の開発業務をサプライヤーに外部委託しているバイヤーである点が影響している。ユーザーにとっては、製品システムを開発するための知識よりも、製品システムを使いやすく、かつ安定的に使用することができるための知見の方が重要である。したがって、鉄道車両開発においても、ユーザーである鉄道事業者は、使いやすく、かつ安定的に使用することができる鉄道車両を開発するために、統合知識や部品知識の中でも、性能や安全に直結する主要機器の性能に関する知識や過去の不具合情報や使い勝手に関する知見を大事にしていると考えられる。

最後に、繰り返しとなるが、本研究の主題である広範な開発業務の外部委託における効果的なマネジメント手法について明らかになった点を整理する。第1章で掲げた3つの研究課題について明らかになった点を要約すると、以下の通りとなる。

研究課題 1：広範な開発業務の外部委託マネジメントの特徴は何か

考察結果 1：広範な開発業務の外部委託は、部分的な開発業務の外部委託と比べると、バイヤーは開発対象製品システム内における部品間の調整に関する全体最適を把握しているという情報の優位性を失っていくため、開発の主導権を握りにくくなり、その結果、設計統合化に関与しにくく、かつ開発スケジュールをコントロールしにくい状況が生まれやすいという特徴がある

研究課題 2：広範な開発業務の外部委託において、高いカスタム度の実現に効果的なバイヤーのマネジメント行動とはどのようなものか

考察結果 2：広範な開発業務の外部委託において、高いカスタム度の実現に効果的なバイヤーのマネジメント行動としては、コア部品の直接コントロール、タイムリーな仕様決定、機器間インターフェイス情報の入念なチェックといった複数の要因が考えられる

研究課題 3：広範な開発業務の外部委託において、なぜバイヤーは高いカスタム度の実現に効果的なマネジメント行動をとることができるのか

考察結果 3：広範な開発業務の外部委託において、高いカスタム度を実現しているバイ

ヤーは、製品システムのオペレーション・メンテナンス業務・改造工事などの業務や仕組みを通して、コア部品知識、過去の不具合情報、使い勝手に関する知見を獲得、維持し、これらの知識をマネジメント行動に活かす開発専任部隊を有している

6.2 学術的貢献

本研究の学術的な貢献としては、3点挙げられる。1つ目は、広範な開発業務の外部委託に着目し、高いカスタム度の実現に効果的なバイヤーのマネジメント行動とそれを支える要因を明らかにした点である。開発業務の外部委託マネジメントに関する先行研究において、まとまった仕事をサプライヤーに任せるのがよいという議論と、サプライヤーに任せ過ぎるとそれらに関する知識を失い、コントロールしにくくなるという議論が対立している。例えば、藤本（1997）は、バイヤーが関連する仕事群を一つのサプライヤーに一括して委託し、かつ早くからサプライヤーを開発に巻き込むことが、サプライヤーが長期的にまとめ能力を蓄積することにつながると指摘している。一方、武石（2003）は、サプライヤーが長期的にまとめ能力を蓄積していくと、バイヤーの部品専門知識や製品統合能力が失われていくという別の問題が生じることを指摘している。この問題に対し、武石（2003）は、バイヤーはまとまった仕事をサプライヤーに任せつつも、設計統合化を幅広く担当することによって、統合知識を獲得、維持することが重要であると指摘している。しかし、過去の研究は、自動車産業を中心に、設計統合化の主体であるバイヤーが、開発対象製品システムの一部の部品や機器の開発業務をサプライヤーに外部委託している状況に焦点を当てており、その設計統合化を外部委託している状況にはあまり触れていない。本研究は、開発業務の外部委託において、まとまった仕事をサプライヤーに任せても、製品システムのオペレーションやメンテナンス業務、改造工事の内製化といった設計統合化以外の業務を通して開発に必要な知識を獲得することができるという新たな知見を提供している。

2つ目は、大型製品システム開発において、開発業務を外部委託しているユーザーによる知識管理のあり方を示した点である。大型製品システム開発を成功させるためには、ユーザーであってもメーカーであっても、バイヤー側である種の知識を維持しておくことが重要である。しかし、両者ではその開発目的や開発での役割が異なるため、知識管理のあり方についても異なることが推察される。Flowers（2007）は、大型製品システム開発において、ユーザーはメーカーと比べて開発頻度が少ないため、開発に必要な知識を維持す

ることが難しいと指摘している。また、彼は、大型製品システム開発において、ユーザーは開発に必要な知識を外部のメーカーやコンサルタントに頼ることが多いため、自ら担当している業務以上の知識を持つことができていない傾向にあると指摘している。しかし、過去の研究は、大型製品システム開発においては、事業環境から生じるニーズを伝達するユーザーの存在が重要であると指摘しているにもかかわらず、メーカー視点の研究に偏っており、ユーザーによる知識管理に関する知見が不足している。本研究では、開発業務を外部委託しているユーザーに着目し、彼らが主要機器を直接手配する制度やメンテナンス業務・改造工事の内製化といった仕組みを通して獲得した知識を開発専門部隊に集約することによって、開発に必要な知識を維持しているというユーザーによる知識管理のあり方の一例を示している。

3 つ目は、日本の鉄道車両開発マネジメントの実態を記述した点である。大型製品システム開発に関する先行研究を見る限り、大量輸送能力や安全性という点で世界トップクラスと評価されている日本の鉄道のキーコンポーネントである鉄道車両の開発実態を記述している研究は少ない。特に、技術的・工学的ではなく、社会科学的な視点で日本の鉄道車両開発マネジメントの実態を詳細に記述している研究はない。鉄道事業者にとって、鉄道車両は本業に必要な大型製品システムであるため、その開発は重要な業務である。しかし、鉄道車両は多くの部品や機器で構成されているため、開発業務すべてを自社で担当するのは困難である。このため、鉄道事業者は広範な開発業務をサプライヤーである鉄道車両メーカーに外部委託せざるを得ない状況にある。鉄道車両開発においては、寡占市場という比較的裏切りが生じにくい状況の中で、鉄道事業者は鉄道車両メーカーとの開発に関する情報ギャップによって生じる彼らの機会主義的行動を効果的にマネジメントしながら、上手に開発を進めてはいるが、すべてのプロジェクトでうまくいっているわけではない。効果的にマネジメントできないと、カスタム度の高い鉄道車両を開発できないだけでなく、車両手直し等による納入遅延、鉄道車両メーカーからの追加費用の発生、次回車両発注時における開発費用の増加などの問題が鉄道事業者側に生じる。これは技術的・工学的な問題ではなく、組織的な問題が原因である。本研究は、社会科学的な視点で、日本の鉄道車両開発マネジメントの実態を記述したことによって、これらの組織的な問題を分析可能にしている。

6.3 実践的貢献

本研究は、開発業務を外部委託しているバイヤーに対して、専門性が高く、信頼できる

サプライヤーであったとしても、カスタム度の高い製品システムを開発するためには、任せ過ぎはよくないという実践的な示唆を与えてくれる。藤本（1997）は、バイヤーが価値連鎖に沿った互いに関連した仕事群を一つのサプライヤーに一括して委託し、一方でサプライヤーが長期的にまとめ能力を蓄積することによって、製品システムのコストダウンや品質向上を達成できていると指摘している。しかし、本研究の結果は、まとめて任せ過ぎると、バイヤーは設計統合化に関与しにくくなり、カスタム度の高い製品システムを開発しにくくなる可能性があることを示唆している。実際、欧州における鉄道事業者の一部は、ある時期から機電一括方式で鉄道車両メーカーに鉄道車両の開発業務を外部委託し始めた結果、彼らをコントロールできなくなり、今では彼らの開発した標準型車両を購入せざるを得なくなったと言われる（溝口，2010）。したがって、開発業務の外部委託において、カスタム度の高い製品システムを開発するためには、バイヤーはサプライヤーにある程度はまとめて任せつつも、コア部品の直接コントロール、タイムリーな仕様決定、機器間インターフェイス情報の入念なチェックといったマネジメント行動には深く関与しておくことが重要である。

また、本研究は、大型製品システム開発において、広範な開発業務を外部委託しているバイヤーに対して、実践的な示唆を与えてくれる。大型製品システムは、多くのカスタマイズされた部品や機器で構成されているため、開発業務すべてを自社で担当するのは困難である。このため、大型製品システムを開発する企業は、広範な開発業務を専門のサプライヤーに外部委託せざるを得ない。本研究は、構造面の設計統合化を含む広範な開発業務を外部委託しているバイヤーに対して、主要機器を直接手配したり、タイムリーに仕様を決定したり、機器間のインターフェイス情報の入念にチェックしたりといった、カスタム度の高い製品システムを開発するために効果的なマネジメント行動を具体的に示している。

さらに、本研究は、大型製品システム開発において、広範な開発業務の外部委託を効果的にマネジメントするためには、コア部品知識、過去の不具合情報、使い勝手に関する知見といった3つの知識を獲得し、それを維持することが重要であると示している。特に、これらの知識の中でも、製品システムのオペレーションやメンテナンス業務を担当することによって獲得できる過去の不具合情報や使い勝手に関する知見は重要である。広範な開発業務を外部委託しているバイヤーは、過去の不具合情報や使い勝手に関する知見を集約し、これらを製品システムの基本仕様や基本計画にしっかりと反映させることによって、たとえ構造面の設計統合化を含む広範な開発業務を外部委託したとしても、使い勝手が良く、かつ故障の少ない製品システムを開発させることが可能となる。カスタム度の高い製

品システムを開発するためには、広範な開発業務を外部委託しているバイヤーは、過去の不具合情報や使い勝手に関する知見を集約・蓄積する仕組みや組織と、これらの知識を製品システムの基本仕様や基本計画に反映させるための開発プロセスをサプライヤーと協力し合いながら構築していく必要がある。

最後に、本研究は、大型製品システム開発において、広範な開発業務を外部委託しているバイヤーの中でも、開発頻度が少ないことを理由に十分な開発専任部隊を設置できないバイヤーに対しても、実践的な示唆を与えてくれる。開発頻度が少ないにもかかわらず、開発専任部隊を設置することの問題点としては、開発プロジェクトが無い期間に開発専任部隊の業務が無くなる点が挙げられる。その際の有効な手段としては、開発プロジェクトが無い期間は、開発専任部隊に製品システムのオペレーションやメンテナンス業務、改造工事などを担当させることである。このように開発専任部隊と製品システムのオペレーション、メンテナンス業務、改造工事業務に関する部門との兼務、もしくは柔軟なローテーションを行うことによって、たとえ開発頻度が少なくても、コア部品知識、過去の不具合情報、使い勝手の知見などを獲得、維持し続けることが可能となる。そして、新しい製品システムの開発が決まった段階で、彼らを開発専任部隊に呼び戻し、開発プロジェクトを担当させることによって、コア部品の直接コントロール、タイムリーな仕様決定、機器間インターフェイス情報の入念なチェックといったマネジメント行動に深く関与することが可能となる。

6.4 本研究の限界と今後の研究課題

最後に、本研究の限界と今後の研究課題について3点述べる。

1つ目は、単一プロジェクトの評価をベースに、それを支える組織能力の議論を行っている点である。本研究では、鉄道事業者1社につき、プロジェクト1つを選定し、その評価の良し悪しで、マネジメントの比較を行い、それを支えている知識の考察を行っている。しかし、実際は、同じ鉄道事業者の中でも、評価の高いプロジェクトと低いプロジェクトが混在している。したがって、本来は鉄道事業者1社につき、複数のプロジェクト評価を集め、その平均値をとった上で、高い鉄道事業者と低い鉄道事業者のマネジメント行動を比較し、それを支えている知識を考察すべきであった。本研究においては、収集できたプロジェクト評価に関するデータが少なかったため、これらを実行することは出来なかったが、今後の研究課題の一つである。

2つ目は、コストに関連するプロジェクトの評価を扱っていない点である。本研究では、

広範な開発業務の外部委託において、カスタム度の高い製品システムを開発するためには、システムインテグレーション行動への深い関与が重要であることを明らかにしている。しかし、こうした行動にどれぐらいの時間がかかっているのか、どれぐらいの費用がかかっているのかにまでは踏み込めていない。ある時点で製品システムとして良いものが出来たとしても、そのための費用負担が大きいようでは、やがて無理が生じてしまう。また、組織内で開発のための知識を蓄積することは重要ではあるが、その負担は大きく、本当に成果に見合ったものなのかどうかははっきりしていない。この点についても、今後の研究課題の一つである。

3 つ目は、組織能力の構築メカニズムに触れていない点である。本研究では、広範な開発業務を効果的にマネジメントしているバイヤーは、交付材制度、メンテナンス業務や改造工事の内製化といった仕組みを通して、システムインテグレーション行動に深く関与するための知識を獲得し、維持していることを明らかにしている。しかし、このような知識は短期間で身につくものではなく、長年の製品システム・技術開発経験の積み重ねで蓄積されていくものである。したがって、大型製品システムの性能や安全に関わる主要機器の技術はどのように進化してきたのか、その進化の裏側にはバイヤーのどのような意思決定やマネジメント行動があったのかなどを調査することによって、組織能力の構築メカニズムに関する理解がより深まると考えられる。この点についても、今後の研究課題の一つである。

広範な開発業務の外部委託マネジメントに関する研究の知見は豊富とは言えない。この分野については、今後も上述の研究課題に関する研究を積み重ねていく必要がある。

参考文献

- Adams, J. S. (1976) "The structure and dynamics of behavior in organizational boundary roles," *In M. D. Dunnette (ed.), Handbook of Industrial and Organizational Behavior*, Chicago, IL : Rand McNally, pp.1175-1199.
- Amaral, J. and Parker, G. (2008) "Prevent disasters in design outsourcing," *Harvard Business Review*, September, Vol.86, No.9, pp.30-34.
- Ancona, D. and Caldwell, D. (1992) "Demography and design: Predictors of new product team performance," *Organization Science*, Vol.3, No.3, pp.321-341.
- Anderson, E. G., Davis-Blake, A., Erzurumlu, S. S., Joglekar, N. and Parker, G. G. (2007) "The effects of outsourcing, offshoring, and distributed product development organization on coordinating the NPD process," *Handbook of New Product Development Management*, C. Loch and S. Kavadias, Routledge.
- Anderson, E. G. and Parker, G. G. (2002) "The effect of learning on the make/buy decision," *Production and Operations Management*, Vol.11, No.3, pp.313-329.
- Aoshima, Y. (1996) "Knowledge retention and new product development performance," *Hitotsubashi Journal of Commerce and Management*, Vol.31, pp.13-58.
- Aoshima, Y., Nobeoka K., and Takeda Y. (2004) "The impact of 3D-CAD on new product development," *Journal of Korean Economic Development*, Vol.10, No.2, pp.65-89.
- Argyres, N. (1999) "The impact of information technology on coordination: Evidence from the B-2 "stealth" bomber," *Organization Science*, Vol.10, pp.162-180.
- Badaracco, J. (1991) *The Knowledge Link: How Firms Compete Through Strategic Alliances*, Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Bardhan, I., Krishnan, V. and Lin, S. (2005) "A model to measure the business value of information technology: The case of project and information work," *University of Texas Working Paper*, March.
- Barney, J. B. (1991) "Firm resources and sustained competitive advantage," *Journal of Management*, Vol.17, No.1, pp.99-120.
- Boone, T. and Ganeshan, R. (2001) "The impact of information technology on learning in professional service organizations," *Journal of Operations Management*, Vol.19, No.4, pp.485-495.
- Brusoni, S., Prencipe, A. and Pavitt, K. (2001) "Knowledge specialization and the

- boundaries of the firm: Why do firms know more than they make?," *Administrative Science Quarterly*, Vol. 46, pp. 597-621.
- Chen, C. J. (2003) "The effects of environment and partner characteristics on the choice of alliance forms," *International Journal of Project Management*, Vol.21, pp.115-124.
- Clark, K. B. and Fujimoto, T. (1991) *Product Development Performance: Strategy, Organization, and Management in the World Auto Industry*, Boston, MA, Harvard Business School Press. (田村明比古訳 『製品開発力』 ダイヤモンド社 1993年)
- Davies, A. (2004) "Moving base into high-value integrated solutions: A value stream approach," *Industrial and Corporate Change*, Vol. 13, No. 5, pp. 727-756.
- Davies, A. and Brady, T. (2000) "Organisational capabilities and learning in complex product systems: Towards repeatable solutions," *Research Policy*, Vol. 29(7), pp. 931-953.
- Davies, A., Brady, T. and Hobday, M. (2007) "Organizing for solutions: Systems seller vs systems integrator," *Industrial Marketing Management*, , Vol. 36(2), pp. 183-193.
- Davies, A., Gann, D. and Douglas, T. (2009) "Innovation in megaprojects: Systems integration at London heathrow terminal 5," *California Management Review*, Vol.51, No.2, pp.101-125.
- Dyer, J. H. (2000) *Collaborative Advantage – Winning Through Extended Enterprise Supplier Networks*, Oxford University Press.
- Dyer, J. H. and Nobeoka, K. (2000) "Creating and managing a high-performance knowledge-sharing network: The Toyota case," *Strategic Management Journal*, Vol.21, No.3, pp.345-367.
- Eppinger, S. D. and Chitkara, A. R. (2006) "The new practice of global product development," *Sloan Management Review*, Vol.47, No.4, pp.22-30.
- Ethiraj, S. and Levinthal, D. A. (2004) "Modularity and innovation in complex systems," *Management Science*, Vol.50, No.2, pp.159-173.
- Flowers, S. (2007) "Organizational capabilities and technology acquisition: Why firms know less than they buy," *Industrial and Corporate Change*, Vol.16, No.3, pp.317-346.
- Galbraith, J. R. (1973) *Designing Complex Organization*, Addison-Wesley, Boston, MA. (梅津祐良訳 『横断組織の設計』 ダイヤモンド社 1980年)
- Geyer, A. and Davies, A. (2000) "Managing project – system interfaces: Case studies of

- railway projects in restructured UK and German markets,” *Research Policy*, Vol. 29, pp. 991-1013.
- Gilbert, S. M. and Cvsa, V. (2003) “Strategic commitment to price to stimulate downstream innovation in a supply chain,” *European Journal of Operational Research*, Vol.150, No.3, pp.617-639.
- Goerzen, A. (2007) “Alliance networks and firm performance: The impact of repeated partnerships,” *Strategic Management Journal*, Vol.28, pp.487-509.
- Gulati, R. (1995) “Does familiarity breed trust? The implications of repeated ties for contractual choice in alliances,” *Academy of Management Journal*, Vol.38, No.1, pp.85-112.
- Hamel, G. and Prahalad, C. (1994) *Competing for the Future*, Harvard University Press, Boston, MA. (一条和生訳 『コア・コンピタンス経営 ー大競争時代を勝ち抜く戦略』 日本経済新聞社 1995 年)
- Hameri, A. P. and Nihtila, J. (1997) “Distributed new product development project based on internet and worldwide web: A case study,” *Journal of Product Innovation Management*, Vol.14, pp.77-87.
- Handfield, R. B., Ragatz, G. L., Petersen, K. J., and Monczka, R. M. (1999) “Involving suppliers in new product development,” *California Management Review*, Vol.42, No.1, pp.59-82.
- Henderson, R. and Clark, K. B. (1990) “Architectural innovation: The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms,” *Administrative Science Quarterly*, Vol.35, pp.9-30.
- Hennart, J. -F. (1998) “A transaction costs theory of equity joint ventures,” *Strategic Management Journal*, Vol.9, No. 4, pp.361-374.
- Hobday, M. (1998) “Product complexity, innovation and industrial organization,” *Research Policy*, Vol. 26(6), pp. 689-710.
- Hobday, M., Davies, A. and Prencipe, A. (2005) “Systems integration: A core capability of the modern corporation,” *Industrial and Corporate Change*, Vol.14, No.6, pp.1109-1143.
- Joglekar, N. and Whitney, D. (1999) “Automation usage pattern during complex electro mechanical product development,” *CTPID Report*, MIT.
- Joskow, P. L. (1987) “Contract duration and relationship-specific investments: Empirical

- evidence from coal markets," *American Economic Review*, Vol.77, No.1, pp.168-185.
- Kiamehr, M. and Hobday, M. (2013) "Latecomer systems integration capability in complex capital goods: The case of Iran's electricity generation systems," *Industrial and Corporate Change*, Vol.23, No.3, pp.689-716.
- Kirsch, L. J., Sambamurthy, V., Ko, D. and Purvis, R. L. (2002) "Controlling information systems development projects: The view from the client," *Management Science*, Vol.48, No.4, pp.484-498.
- Lee, J. J. and Yoon, H. (2015) "A comparative study of technological learning and organizational capability development in complex products systems: Distinctive paths of three latecomers in military aircraft industry," *Research Policy*, Vol. 44, No.7, pp. 1296-1313.
- Litwak, E. and Hylton, L. F. (1962) "Interorganizational analysis: A hypothesis on coordinating agencies," *Administrative Science Quarterly*, Vol.6, pp.395-420.
- Loch, C. and Terwiesch, C. (1998) "Communication and uncertainty in concurrent engineering," *Management Science*, Vol.44, No.8, pp.1032-1048.
- Luo, Y. (2002) "Contract, cooperation, and performance in international joint ventures," *Strategic Management Journal*, Vol.23, pp.903-919.
- May, T. (2001) *Social Research: Issues, Methods and Process, Third Edition*, Open University Press. (中野正大訳 『社会調査の考え方—論点と方法』 第3版 世界思想社 2005年)
- Mill, J. S. (2002) *A System of Logic*, University Press of the Pacific.
- Nishiguchi, T. (1994) *Strategic Industrial Sourcing: The Japanese Advantage*, New York, NY, Oxford University Press. (西口敏宏著 『戦略的アウトソーシングの進化』 東京大学出版会 2000年)
- Park, T. (2013) "How a latecomer succeeded in a complex product system industry: Three case studies in the Korean telecommunication systems," *Industrial and Corporate Change*, Vol.22, No.2, pp.363-396.
- Parker, G. G. and Anderson, E. G. (2002) "From buyer to integrator: The transformation of the supply chain manager in the vertically disintegrating firm," *Product and Operations Management*, Vol.11, No.1, pp.75-91.
- Paulson, S. K. (1976) "A theory and comparative analysis of interorganizational dyads,"

- Rural Sociology*, Vol.41, pp.311-329.
- Pfeffer, J. and Salancik, G. R. (1978) *The External Control of Organizations: A Resource Dependence Perspective*, New York, Harper and Row.
- Pisano, G. P., Russo, M. V. and Teece, D. J. (1988) "Joint ventures and collaborative agreements in the telecommunications equipment industry," in D. C. Mowery (ed.), *International Collaborative Ventures in U.S. Manufacturing*, Cambridge, MA: Ballinger Publishing Company.
- Prencipe, A. (1997) "Technological competences and product's evolutionary dynamics: A case study from the aero-engine industry," *Research Policy*, Vol. 25, No.8, pp. 1261-1276.
- Prencipe, A. (2003) "Corporate strategy and systems integration capabilities: Managing networks in complex systems industries," in Prencipe, A., Davies, A. and Hobday, M. (eds), *The Business of Systems Integration*, Oxford University Press: Oxford.
- Quinn, J. B. (2000) "Outsourcing innovation: The new engine of growth," *Sloan Management Review*, Summer, pp.13-28.
- Richardson, G. B. (1972) "The organisation of industry," *Economic Journal*, Vol.82, No.327, pp.883-896.
- Ripin, K. M. and Sayles, L. R. (1999) *Insider Strategies for Outsourcing Information Systems*, Oxford University Press. (NTT データ経営研究所訳『IT アウトソーシング戦略』2000年)
- Rustagi, S., William, R. K. and Kirsch, L. J. (2008) "Predictors of formal control usage in IT outsourcing partnerships," *Information Systems Research*, Vol.19, No.2, pp.126-143.
- Sako, M. (1992) *Prices, Quality and Trust: Inter-Firm Relations in Britain and Japan*, Cambridge University Press.
- Schmidt, S. and Kochan, T. (1977) "Interorganizational relationships: Patterns and motivations," *Administrative Science Quarterly*, Vol.22, pp.220-234.
- Sobrero M. and Roberts, E. B. (2001) "The trade-off between efficiency and learning in interorganizational relationships for product development," *Management Science*, Vol.47, No.4, pp.493-511.
- Tiwana, A. and Keil, M. (2007) "Does peripheral knowledge complement control? An empirical test in technology outsourcing alliances," *Strategic Management Journal*, Vol.28,

pp.623-634.

Van de Ven, Andrew H. and Ferry, D. L. (1980) *Measuring and Assessing Organizations*, New York, NY: John Wiley & Sons.

Williamson, O. E. (1985) *Economic Institutions of Capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting*, Free Press.

Yin, R. K. (1994) *Case Study Research: Design and Methods, Second Edition*, Sage Publications Inc. (近藤公彦訳 『ケース・スタディの方法』 第2版 千倉書房 2011年)

Yoshino, M. and Ranger, V. S. (1995) *Strategic Alliances*, Harvard Business School Press.

青島矢一・武石彰 (2001) 「アーキテクチャという考え方」(藤本隆宏・武石彰・青島矢一編『ビジネス・アーキテクチャー製品・組織・プロセスの戦略的設計』 有斐閣 2001年 所収).

浅沼万里 (1997) 『日本の企業組織 革新的適応のメカニズムー長期取引関係の構造と機能』 東洋経済新報社.

伊丹敬之 (1988) 「見える手による競争ー部品供給体制の効率性」(伊丹敬之・加護野忠男・小林孝雄・榊原清則・伊藤元重編『競争と革新ー自動車産業の企業成長』 東洋経済新報社 1988年 所収).

石井真一 (2003) 『企業間提携の戦略と組織』 中央経済社.

石井真一 (2013) 『国際協働のマネジメントー欧米におけるトヨタの製品開発ー』 千倉書房.

小川進 (2013) 『ユーザーイノベーション: 消費者から始まるものづくりの未来』 東洋経済新報社.

韓美京 (2002) 『製品アーキテクチャと製品開発』 信山社出版.

北林孝顕 (2016) 「日本の鉄道車両開発マネジメントの特徴とグローバル展開: T3系開発プロジェクトの事例」『オペレーションズ・マネジメント&ストラテジー』 第5巻 第2号 34-54頁.

北林孝顕 (2017) 「マルチソーシングにおけるサプライヤー間の協力要因ー日本の鉄道車両開発における共同設計の事例研究ー」『日本経営学会誌』 第39号 3-14頁.

具承桓 (2008) 『製品アーキテクチャのダイナミズム』 ミネルヴァ書房.

国狭武己 (1994) 『資材・購買管理』 日刊工業新聞社.

近能善範 (2002) 「自動車部品取引のネットワーク構造とサプライヤーのパフォーマンス」『組織科学』 第35巻 第3号 83-100頁.

- 酒向真理（1998）「日本のサプライヤー関係における信頼の役割」（藤本隆宏・西口敏宏・伊藤秀志編『リーディングス・サプライヤーシステムー新しい企業間関係を創る』有斐閣 1998年所収）.
- 島田達巳（1996）「アウトソーシングの基本問題」『企業会計』第48巻第7号 26-32頁.
- 高嶋克義・南知恵子（2006）『生産財マーケティング』有斐閣.
- 武石彰（2003）『分業と競争 競争優位のアウトソーシング・マネジメント』有斐閣.
- 日本鉄道車輛工業会（2008a）『車両要目表 第1集』.
- 日本鉄道車輛工業会（2008b）『車両要目表 第2集』.
- 日本鉄道車輛工業会（2009a）『車両要目表 第3集』.
- 日本鉄道車輛工業会（2009b）『車両要目表 第4集』.
- 日本鉄道車輛工業会（2010a）『車両要目表 第5集』.
- 日本鉄道車輛工業会（2010b）『車両要目表 第6集』.
- 日本鉄道車輛工業会（2013）『車両要目表 第7集』.
- 日本鉄道車輛工業会（2014）『車両要目表 第8集』.
- 延岡健太郎（1996）『マルチプロジェクト戦略ーポストリーンの製品開発マネジメント』有斐閣.
- 延岡健太郎（1999）「日本自動車産業における部品調達構造の変化」『国民経済雑誌』第180巻第3号 57-69頁.
- 延岡健太郎（2006）『MOT 技術経営入門』日本経済新聞出版社.
- 藤本隆宏（1997）『生産システムの進化論ートヨタ自動車にみる組織能力と創発プロセス』有斐閣.
- 藤本隆宏（2001）『生産マネジメント入門Ⅱ 生産資源・技術管理編』日本経済新聞社.
- 藤本隆宏（2013）『「人工物」複雑化の時代 設計立国日本の産業競争力』有斐閣.
- 藤本隆宏・延岡健太郎（2006）「競争力分析における継続の力：製品開発と組織能力の進化」『組織科学』第39巻第4号 43-55頁.
- 藤本隆宏・安本雅典（2000）『成功する製品開発』有斐閣.
- 真鍋誠司（2002）「企業間協調における信頼とパワーの効果」『組織科学』第36巻第1号 80-94頁.
- 溝口正仁（2010）『鉄道工業ビジネスー拡大する世界市場への挑戦ー』成山堂書店.
- 向井悠一郎（2014）「複雑な製品システムのイノベーション」『赤門マネジメント・レビュー』第13巻第1号 21-35頁.

安田洋史（2010）『アライアンス戦略論』 NTT 出版.

添付資料 1 新型車両開発プロジェクトリスト

2008年3月（創刊号）から2014年3月までに鉄道車輛工業会発刊『車両要目表』に掲載された新型車両のリストを以下に示す。

表 補 1 新型車両開発プロジェクトリスト

No.	形式	鉄道事業者	鉄道車両メーカー	主要機器メーカー	主要装置メーカー
1	789系特急形交流電車(0番代)	北海道旅客鉄道	川崎重工業	東芝 三菱電機	三菱電機 三菱重工業 ナブテスコ
2	E531系一般形交直流電車	東日本旅客鉄道	東急車輛製造 川崎重工業	三菱電機 日立製作所 東洋電機製造	ナブテスコ 三菱電機 三菱重工業
3	700系新幹線電車	東海旅客鉄道	日本車輛製造 日立製作所 川崎重工業	東芝 三菱電機 日立製作所 富士電機システムズ	ナブテスコ 三菱電機 三菱重工業
4	321系通勤形直流電車	西日本旅客鉄道	近畿車輛	三菱電機 東芝 日立製作所 東洋電機製造	三菱電機 三菱重工業
5	187系特急形液体式気動車	西日本旅客鉄道	新潟鐵工所	コマツディーゼル 新潟コンバータ	三菱電機 三菱重工業
6	EH200形直流電気機関車	日本貨物鉄道	東芝	東芝	ナブテスコ
7	E257系500番代特急形直流電車	東日本旅客鉄道	日立製作所 近畿車輛 東急車輛製造	日立製作所 三菱電機	ナブテスコ 三菱電機 三菱重工業
8	E231系0番代通勤形直流電車	東日本旅客鉄道	東急車輛製造 新津車両製作所	三菱電機	ナブテスコ 三菱電機 三菱重工業
9	E2系1000番代新幹線電車	東日本旅客鉄道	川崎重工業 日立製作所 日本車輛製造 東急車輛製造	日立製作所 三菱電機 東芝 富士電機システムズ	ナブテスコ 三菱電機 三菱重工業

10	700系7000番代新幹線電車	西日本旅客鉄道	川崎重工業 日立製作所 近畿車輛 日本車輛製造	三菱電機 東芝 東洋電機製造	ナブテスコ 三菱電機 三菱重工業
11	1500型気動車	四国旅客鉄道	新潟トランス	コマツディーゼル 日立ニコトランスミッション	三菱電機 三菱重工業
12	800系新幹線電車	九州旅客鉄道	日立製作所	東芝	三菱電機 三菱重工業
13	885系特急形交流電車	九州旅客鉄道	日立製作所	日立製作所 東芝	ナブテスコ 三菱電機 三菱重工業
14	EF510形交直流電気機関車	日本貨物鉄道	川崎重工業	三菱電機	三菱電機 三菱重工業
15	E4系新幹線電車	東日本旅客鉄道	川崎重工業 日立製作所	日立製作所 三菱電機 東芝	ナブテスコ 三菱電機 三菱重工業
16	E233系0番代通勤形直流電車	東日本旅客鉄道	東急車輛製造 川崎重工業 新津車両製作所	三菱電機	三菱電機 三菱重工業 ナブテスコ
17	E721系500番代一般形交流電車	東日本旅客鉄道	川崎重工業 東急車輛製造	三菱電機 日立製作所	ナブテスコ 三菱電機 三菱重工業
18	キハE130系気動車	東日本旅客鉄道	新潟トランス 東急車輛製造	コマツディーゼル 日立ニコトランスミッション	ナブテスコ
19	683系特急形交直流電車	西日本旅客鉄道	日立製作所 川崎重工業 近畿車輛	三菱電機 東芝	ナブテスコ 三菱重工業 三菱電機
20	817系近郊形交流電車	九州旅客鉄道	日立製作所	日立製作所 東芝	ナブテスコ 三菱電機 三菱重工業
21	M250系直流貨物電車	日本貨物鉄道	川崎重工業 日本車輛製造	東芝	ナブテスコ 三菱電機 三菱重工業
22	半蔵門線08系通勤形直流電車	東京地下鉄	日本車輛製造	三菱電機 日立製作所	三菱電機 三菱重工業
23	E3系2000番代新幹	東日本旅客鉄道	川崎重工業	三菱電機	ナブテスコ

	線電車		東急車輛製造	日立製作所	三菱電機 三菱重工業
24	125系一般形直流電車	西日本旅客鉄道	川崎重工業 近畿車輛	三菱電機 東洋電機製造	三菱重工業 ナブテスコ
25	日暮里・舎人ライナー300形新交通システム車両	東京都交通局	新潟トランス	三菱電機	ナブテスコ
26	5000系通勤車両	東京急行電鉄	東急車輛製造	日立製作所	ナブテスコ
27	50000系通勤車両	東武鉄道	日立製作所	日立製作所	ナブテスコ
28	60000系特急電車	小田急電鉄	日本車輛製造	三菱電機 東芝	三菱電機 三菱重工業
29	9000系電車	京王電鉄	東急車輛製造 日本車輛製造	日立製作所	ナブテスコ
30	8000系通勤電車	南海電気鉄道	東急車輛製造	日立製作所	三菱重工業 三菱電機
31	5100形超低床車両	広島電鉄	近畿車輛 三菱重工業	東洋電機製造	三菱重工業
32	TX-2000系電車	首都圏新都市鉄道	日立製作所	日立製作所	三菱重工業 三菱電機
33	E259系特急形直流電車	東日本旅客鉄道	東急車輛製造 近畿車輛	日立製作所	ナブテスコ 三菱電機 三菱重工業
34	キハ122・127系一般形気動車	西日本旅客鉄道	新潟トランス	コマツディーゼル 日立ニコトランスミッション	三菱電機 三菱重工業 ナブテスコ
35	10000形リニア地下鉄車両	横浜市交通局	川崎重工業	三菱電機	三菱電機 三菱重工業
36	0800形路面電車(超低床式)	熊本市交通局	新潟トランス	三菱電機	Knorr-Bremse AG
37	9000系車両(5次車)	東京地下鉄	日本車輛製造	三菱電機	三菱電機 三菱重工業
38	4000形通勤車両	小田急電鉄	東急車輛製造 新津車両製作所	三菱電機	三菱電機 三菱重工業
39	30000系一般形直流電車	西武鉄道	日立製作所	日立製作所	ナブテスコ
40	4000系電車	名古屋鉄道	日本車輛製造	三菱電機	三菱電機

					三菱重工業
41	22600系特急電車	近畿日本鉄道	近畿車輛	三菱電機	ナブテスコ
42	1000形車両	沖縄都市モノレール	日立製作所 川崎重工業	日立製作所	ナブテスコ
43	E233系2000代通勤形直流電車	東日本旅客鉄道	東急車輛製造	三菱電機	ナブテスコ 三菱電機 三菱重工業
44	521系近郊形交直流電車	西日本旅客鉄道	川崎重工業 近畿車輛	三菱電機 東芝	三菱電機 三菱重工業 ナブテスコ
45	8800形車両	東京都交通局	アルナ車両	東洋電機製造	ナブテスコ
46	30000系通勤形直流電車	大阪市交通局	近畿車輛	三菱電機	三菱電機 三菱重工業
47	10000系通勤形直流電車	東京地下鉄	日立製作所	三菱電機	三菱電機 三菱重工業
48	AE形スカイライナー特急形直流電車	京成電鉄	日本車輛製造 東急車輛製造	東洋電機製造	三菱電機 三菱重工業
49	1000系(5次車)通勤形直流電車	京王電鉄	東急車輛製造	日立製作所	ナブテスコ
50	キハ5000形一般形液体式気動車	関東鉄道	新潟トランス	新潟原動機 日立ニコトランスミッション	三菱電機 三菱重工業
51	2200系併結特急用直流電車	名古屋鉄道	日本車輛製造	三菱電機	三菱電機 三菱重工業
52	6000系通勤形直流電車	神戸電鉄	川崎重工業	三菱電機	三菱電機 三菱重工業
53	EF510形500代交直流式電気機関車	東日本旅客鉄道	川崎重工業	三菱電機	三菱電機 三菱重工業
54	キハ189系特急形気動車	西日本旅客鉄道	新潟トランス	コマツディーゼル 日立ニコトランスミッション	三菱電機 三菱重工業 ナブテスコ
55	225系近郊形直流電車	西日本旅客鉄道	川崎重工業 近畿車輛	東芝 東洋電機製造 三菱電機	三菱電機 三菱重工業 ナブテスコ
56	800系新幹線電車(3次車)	九州旅客鉄道	日立製作所	東芝	三菱電機 三菱重工業
57	6050形電車	名古屋市交通局	日本車輛製造	東洋電機製造	三菱電機

					三菱重工業
58	15000系通勤型直流電車	東京地下鉄	日立製作所	三菱電機	三菱電機 三菱重工業
59	7000系通勤形直流電車	東京急行電鉄	東急車輛製造	東芝	ナブテスコ
60	3050形通勤形直流電車	京成電鉄	日本車輛製造	東洋電機製造	三菱電機 三菱重工業
61	2000形車両	横浜新都市交通	東急車輛製造	東洋電機製造	三菱電機 三菱重工業
62	デ9000形低床式電車	富山市	新潟トランス	三菱電機	Hanning & Kahl
63	3000形通勤形直流電車	西日本鉄道	川崎重工業	東芝	三菱電機 三菱重工業
64	735系通勤形交流電車	北海道旅客鉄道	日立製作所	日立製作所 三菱電機	三菱電機 三菱重工業 ナブテスコ
65	E5系新幹線電車 (量産車)	東日本旅客鉄道	川崎重工業 日立製作所	三菱電機 日立製作所 東芝	三菱電機 三菱重工業 ナブテスコ
66	E657系特急形交流電車	東日本旅客鉄道	近畿車輛 日立製作所 総合車両製作所	日立製作所	三菱電機 三菱重工業 ナブテスコ
67	287系特急形直流電車	西日本旅客鉄道	近畿車輛 川崎重工業	三菱電機 東芝	三菱電機 三菱重工業 ナブテスコ
68	1000系通勤形直流電車	東京地下鉄	日本車輛製造	東芝	三菱電機 三菱重工業
69	16000系通勤形直流電車	東京地下鉄	川崎重工業 日立製作所	東芝	三菱電機 三菱重工業
70	12000系特急形直流電車	南海電気鉄道	東急車輛製造	日立製作所	三菱電機 三菱重工業
71	YR-3000形一般形気動車	由利高原鉄道	日本車輛製造	コマツディーゼル 日立ニコトランスミッション	ナブテスコ
72	WKT-500形一般形気動車	わたらせ渓谷鐵道	新潟トランス	新潟原動機 日立ニコトランスミッション	三菱電機 三菱重工業
73	T100形低床式電車	富山地方鉄道	アルナ車両	東芝	ナブテスコ

添付資料 2 インタビュー調査面会者リスト

本研究を進める過程でインタビューに協力いただいた方々のリストを以下の表に示す。リストの中には会社名、個人名を出しても差し支えない面会者も含まれるが、守秘義務などにより、名前を記載することができない企業、面会者が多いため、統一して匿名としている。

表 補 2 インタビュー調査面会者リスト

No.	企業	面会者	対象プロジェクト	日付	所要時間
1	鉄道車両メーカーB社	設計部門 O氏	W1系	2010.4.15	17:30-18:30
2	(前)鉄道車両メーカーA社	設計部門 K氏	W1系	2010.4.27	17:30-18:30
3	鉄道車両メーカーB社	設計部門 N氏	W1系	2010.5.20	17:30-18:30
4	鉄道車両メーカーB社	設計部門 S氏	X2系	2010.6.16	17:30-18:30
5	鉄道車両メーカーB社	設計部門 M氏	X2系	2010.7.1	17:30-18:30
6	(前)鉄道車両メーカーA社 鉄道車両メーカーB社	設計部門 O氏、S氏 設計部門 K氏	W1系 X2系	2010.7.13	17:30-19:15
7	(前)鉄道事業者X社	(前)車両設計部門 Y氏	全般	2010.7.28	10:00-11:00
8	鉄道事業者W社	車両設計部門 K氏	W1系	2012.3.27	19:00-20:30
9	鉄道事業者⑤社	(前)車両設計部門 H氏	—	2012.4.13	18:00-19:30
10	(前)鉄道事業者X社	(前)車両設計部門 Y氏	全般	2012.4.16	16:00-17:00
11	鉄道事業者W社	車両設計部門 K氏	W1系	2012.4.19	19:45-20:30
12	鉄道事業者W社	車両設計部門 K氏	W1系	2012.11.28	20:00-20:45
13	鉄道事業者③社	(前)車両設計部門 H氏	—	2013.3.13	16:15-18:00
14	鉄道事業者W社	車両設計部門 O氏	全般	2013.3.19	17:45-18:30
15	鉄道事業者Z社	(前)車両設計部門 O氏	Z4系	2013.5.2	16:10-17:20
16	鉄道事業者③社	(前)車両設計部門 M氏	—	2013.5.21	16:15-17:15
17	(前)鉄道車両メーカーA社	設計部門 K氏	W1系	2013.8.7	15:10-15:30
18	鉄道車両メーカーB社	生産設計部門 Y氏	W1系	2013.8.7	16:00-17:00
19	(前)鉄道事業者X社	(前)車両設計部門 Y氏	全般	2013.11.21	15:15-16:30
20	鉄道事業者W社	車両設計部門 O氏	全般	2013.11.25	18:30-20:00
21	鉄道事業者②社	車両設計部門 K氏、I氏	—	2013.12.24	10:30-12:00
22	鉄道事業者X社	車両設計部門 T氏、W氏	全般	2014.1.31	10:00-11:30
23	(前)鉄道事業者⑥社	(前)車両設計部門 N氏	—	2014.2.3	14:00-16:30
24	鉄道事業者④社	車両設計部門 T氏 経営企画部門 K氏、N氏	—	2014.2.6	14:00-15:30
25	鉄道事業者①社	車両設計部門 K氏	—	2014.2.12	16:00-17:30
26	鉄道車両メーカーB社	設計部門 O氏	W1系	2014.4.14	17:30-18:15
27	(前)鉄道車両メーカーA社	設計部門 K氏	W1系	2014.4.14	19:00-19:45
28	鉄道事業者W社	車両設計部門 O氏	全般	2014.4.21	18:30-20:00
29	鉄道事業者W社	車両設計部門 O氏	全般	2014.7.15	17:30-19:00
30	鉄道事業者X社	車両設計部門 T氏、W氏	全般	2014.7.24	10:00-11:30

31	鉄道車両メーカーB社	設計部門 N氏	W1系	2014.9.2	13:10-14:00
32	鉄道事業者W社	車両設計部門 O氏	全般	2016.2.22	18:40-20:15
33	鉄道車両メーカーB社	設計部門 O氏	全般	2016.2.26	18:15-18:45
34	鉄道車両メーカーB社	設計部門 S氏	Z4系	2016.11.9	16:00-16:30
35	鉄道車両メーカーB社	設計部門 M氏	X2系	2016.12.8	16:00-17:00
36	鉄道車両メーカーB社	設計部門 T氏	Y3系	2016.12.14	16:15-17:00

添付資料 3 日本の鉄道車両開発の実態に関するインタビュー・ガイドライン

2013年 月 日

様

神戸大学大学院経営学研究科
北林 孝顕

調査ご協力をお願い

拝啓、時下ますますご清祥のこととお慶び申し上げます。

この度は、調査へのご協力をご快諾いただき、誠にありがとうございます。

今回の調査の課題は、鉄道車両はどのように開発されているのかを尋ねることにあります。極めて高い専門性を必要とする鉄道車両の開発という仕事は、長年の経験を一つ一つ積み重ねることによってつくられているでしょうから、鉄道車両の開発者として長いキャリアをお持ちの〇〇様のご経験を、ぜひお聞かせいただきたいと思っております。

ご多忙中まことに恐縮ですが、以下に述べさせていただきます調査の方法やお聞きしたい項目をご一読いただき、調査にご協力いただきたく思います。尚、調査で伺ったことに関しては、研究目的以外には利用いたしませんし、知り得たプライバシーに関することにつきましては（個人名、企業名など）は特定されないように細心の配慮をすることをお約束申し上げます。

甚だ勝手なお願いとは存じますが、どうかこの課題を探究するうえで大切なことをいろいろ教えてくださいますよう、よろしく願いいたします。

敬具

調査内容・方法

時間：1時間半～2時間程度

方法：インタビュー（事前にお聞きしたい項目を用意しておりますが、当日のお話にあわせて自由に聞き取りをさせていただきます。）

- * ご了承のもと、ICレコーダーに録音させていただきます。なお、記録されたデータは研究目的以外には使用いたしません。また、個人名や企業名が特定される場合には仮名を用いるなどプライバシーを保護いたします。

お聞きしたい項目

1. お仕事の概要

〇〇さんの業務経歴，仕事内容のおおまかな説明

2. 鉄道車両の開発プロセス

1) プロジェクトの選定

・貴社の中で，典型的な鉄道車両開発プロジェクトを一つ挙げて下さい。

2) ××プロジェクトについて

①プロジェクトの概要・特徴

- ・××プロジェクトの概要（車両概要，開発期間，体制など）を教えてください。
- ・××プロジェクトにおける〇〇さんの立場を教えてください。
- ・××プロジェクトの流れ（開発プロセス・業務フローなど）を教えてください。
- ・××プロジェクトに他のプロジェクトと違う特徴があれば教えてください。

②コンセプト作成

・コンセプト作成段階の流れと各業務の詳細（いつ，誰が，どこで，何を，どのように，インプット，アウトプットなど）を教えてください。特に，どのように基本仕様をまとめていったのかについて教えてください。

③製品基本計画

・製品基本計画段階の流れと各業務の詳細（いつ，誰が，どこで，何を，どのように，インプット，アウトプットなど）を教えてください。特に，どのように基本設計を進めていったのかについて教えてください。

④製品エンジニアリング

・製品エンジニアリング段階と各業務の詳細（いつ，誰が，どこで，何を，どのように，インプット，アウトプットなど）を教えてください。特に，どのように詳細設計を進めていったのかについて教えてください。

⑤工程エンジニアリング

・工程エンジニアリング段階と各業務の詳細（いつ，誰が，どこで，何を，どのように，インプット，アウトプットなど）を教えてください。特に，どのように生産準備を進めていったのかを教えてください。

⑥その他

- ・××プロジェクトは社内ですべて成功とされていますか。それとも成功ではないとされていますか。また，それはなぜですか。
- ・××プロジェクトを進める上で，特に気を遣われた点は何でしょうか。また，それはなぜでしょうか。
- ・××プロジェクトで一番苦労された点は何でしょうか。また，それはなぜでしょうか。

- ・××プロジェクトで得られた教訓はありますか。また、その教訓は今後どのように活かすつもりでしょうか。

フィードバック

インタビューより得られたデータの分析結果あるいはそれに基づいて作成された論文をお渡しいたします。フィードバックの際に、ご意見をいただけると幸いです。

以上

添付資料 4 開発業務の外部委託マネジメントに関するインタビュー・ガイドライン

2014年 月 日

様

神戸大学大学院経営学研究科
北林 孝顕

調査ご協力をお願い

拝啓、時下ますますご清祥のこととお慶び申し上げます。

この度は、調査へのご協力をご快諾いただき、誠にありがとうございます。

今回の調査は、鉄道車両開発の戦略・歴史的な変遷・実態・課題を尋ねることにあります。極めて高い専門性を必要とする鉄道車両の開発という仕事は、長年の経験を一つ一つ積み重ねることによってつくられているでしょうから、鉄道車両の開発者として長いキャリアをお持ちの〇〇様のご経験を、ぜひお聞かせいただきたいと思っております。

ご多忙中まことに恐縮ですが、以下に述べさせていただきます調査の方法やお聞きしたい項目をご一読いただき、調査にご協力いただきたく思います。尚、調査で伺ったことに関しては、研究目的以外には利用いたしませんし、知り得たプライバシーに関することにつきましては（個人名、企業名など）は特定されないように細心の配慮をすることをお約束申し上げます。

甚だ勝手なお願いとは存じますが、どうかこの課題を探究するうえで大切なことをいろいろ教えてくださいますよう、よろしく願いいたします。

敬具

調査内容・方法

時間：1時間～1時間半程度

方法：インタビュー（事前にお聞きしたい項目を用意しておりますが、当日のお話にあわせて自由に聞き取りをさせていただきます。）

- * ご了承のもと、ICレコーダーに録音させていただきます。なお、記録されたデータは研究目的以外には使用いたしません。また、個人名や企業名が特定される場合には仮名を用いるなどプライバシーを保護いたします。

お聞きしたい項目

0. 車両開発全般

- Q0-1 車両開発戦略や車両開発方針があれば教えてください。また、車両開発戦略や車両開発方針は誰がいつどのように立案しているのでしょうか？
- Q0-2 国鉄時代は設計業務を内部で行っていたとお聞きしました。現在は設計業務の多くを専門メーカーに外部委託していると思うのですが、それはなぜでしょうか？
- Q0-3 今まで数多くのメーカー選定を行ってきたと思うのですが、メーカー選定の歴史を教えてください。特に、主にどのような理由でメーカーを選定してきたかに関する変遷やその背景を教えてください。
- Q0-4 車両開発の歴史を教えてください。特に、いつ標準車両を開発して、それをどのように派生させていったかについて教えてください。

1. 開発業務の外部委託

- Q1-1 交付材の範囲を教えてください。また、なぜ上記の部品・装置を交付材にしているのでしょうか？
- Q1-2 複数の鉄道事業者の方から、鉄道車両開発においてツナギ図が重要だとお聞きしたのですが、なぜ重要なのでしょうか？
- Q1-3 ツナギ図の作成にどのように関わっているのでしょうか？また、ツナギ図を作成する上で、気をつけている点はありますか？

2. オペレーション・メンテナンスの保持

- Q2-1 なぜ貴社は鉄道のメンテナンス業務を内部で保持しているのでしょうか？
- Q2-2 鉄道のオペレーションやメンテナンスで得られたノウハウを鉄道車両開発にどのように活かしているのでしょうか？
- Q2-3 鉄道のオペレーションやメンテナンスで得られたノウハウを鉄道車両開発に活かす上でよく直面する問題点などがありますか？また、その問題点をどのように克服しているのでしょうか？

3. 自社主導の技術開発

- Q3-1 研究所設立の目的を教えてください。また、研究所でどのような技術を開発したのかについても教えてください。
- Q3-2 サプライヤーと共同で技術開発を行う目的を教えてください。また、サプライヤーとどのような技術を共同で開発したのかについても教えてください。
- Q3-3 上記技術開発の方針や計画は、どの部門がいつどのように立案しているのでしょうか？また、上記で開発した技術を、どの車両で適用するかといった方

針や計画は、どの部門がいつどのように立案しているのでしょうか？

4. 開発パフォーマンス

Q 4-1 複数プロジェクトの全般的な評価を教えてください。

- 1) 総合製品力（認知された総合品質・適合品質・設計品質）
- 2) 開発費用
- 3) 開発リードタイム

フィードバック

インタビューより得られたデータの分析結果あるいはそれに基づいて作成された論文をお渡しいたします。フィードバックの際に、ご意見をいただくと幸いです。

以上