博士論文（要約）

コンソーシアムベースの標準化をめぐる集合行為と企業行動に関する研究

自動車産業における車載ソフトウェア標準化の事例

糸久　正人

本研究の目的は、民間企業を主体とした「コンソーシアムベースの標準化」をめぐる多様な企業行動を理解することである。

コンソーシアムベースの標準化は、社会的ニーズが増加している一方、一筋縄ではうまくいかないことが多い。なぜなら、コンソーシアムベースの標準化には、標準の「形成段階」と「導入段階（前期＝標準成立のクリティカルマス達成前）」において、それぞれ異なるタイプの「集合行為のジレンマ」が発生するからである。すなわち、形成段階では自社の開発資源を投入せずにフリーライドすること、導入段階（前期）では標準を先行導入せずに様子見することが合理的な企業行動となる（Markus et al. 2006）。こうした集合行為のジレンマを克服するためには、「企業の異質性」や「モチベーション」が影響を及ぼす（Zhao, Xia and Shaw, 2011）。しかしながら、既存研究では１）個別企業レベルから２段階の集合行為を包括的に捉える視点、および２）２段階の集合行為と企業の異質性、モチベーションの関係に着目した視点が欠落している。したがって、コンソーシアムベースの標準化をめぐる企業行動に関して十分な理解ができていない。

こうしたリサーチギャップを埋めるために、2 段階の集合行為の視点からコンソーシアムベースの標準化を捉えるための概念モデルを提示し、定量的および定性的アプローチによって実証分析を行った。具体的なデータ収集では、自動車産業における車載ソフトウェアの標準「AUTOSAR」をめぐる完成車メーカーとサプライヤーの企業行動に着目し、Face to Face のセミストラクチャード・インタビューを中心としたフィールド調査を行った。

その結果、次の３点が明らかとなった。１）企業の異質性の中でも、「知識量」の多寡は、形成段階の集合行為に正の影響を与える一方、導入段階の集合行為には負の影響を与える。また、「地域特性」としてのドイツダミーは両者に正の影響を与える。２）コンソーシアムベースの標準化をめぐる企業行動には、形成段階と導入段階の集合行為に対する貢献／非貢献で分類すると、貢献・貢献の「推進者」、貢献・非貢献の「監視者」、非貢献・貢献の「採用者」、非貢献・非貢献の「安住者」という４つのグループが存在する。３）こうした４つの企業行動グループは、２段階の集合行為に対して、それぞれ異なるモチベーションで貢献／非貢献することがわかった。

以上の分析結果は、既存研究で想定されている以上に、コンソーシアムベースの標準化は複雑な標準化プロセスであることを示すものである。

なお、本論文の構成は以下の通りである。

第１章　はじめに
第２章　既存研究レビュー
第３章　方法論
第４章　車載ソフトウェアの標準化「AUTOSAR」
第５章　企業行動に関する定量分析
第６章　企業行動に関する定性分析

第７章　ディスカッション
第８章　議論の総括
APPENDIX Ⅰ　製品システムの複雑性とオープンな技術標準の関係
APPENDIX Ⅱ　標準化モードの類型
APPENDIX Ⅲ　コンソーシアムを支援する欧州のイノベーション政策
APPENDIX Ⅳ　完成車メーカーとサプライヤーの互恵性

以下では、各章の内容を要約する。

第１章では、コンソーシアムベースの標準化に対する社会的ニーズが増加している一方、研究蓄積が十分ではない点を指摘した。製品システムの複雑化に伴い、オープンな技術標準の重要性が増大している。こうしたオープンな技術標準は、民間企業を主体としたコンソーシアムベースの標準化で形成される場合が多い（立本, 2017）。コンソーシアムベースの標準化は、形成段階と導入段階（前期）において、それぞれ異なるタイプの集合行為のジレンマが働くため、一筋縄ではうまくいかない標準化モードである（Markus et al., 2006）。しかし、既存研究では、１）２ 段階の集合行為を包括的に捉える視点が欠落していること、２）そうした集合行為に対する貢献に影響を与える企業の異質性やモチベーションについて十分な検討がなされていないという問題が存在する。そこで、本研究の目的として、「コンソーシアムベースの標準化をめぐる多様な企業行動を理解すること」を設定した。

第２章では、研究課題と概念モデルを提示するために、既存研究レビューを行った。まずは本研究で扱う「標準化の対象」について明確化するために、計量書誌学的なアプローチで5 つの標準化モードを定義した。その中で、民間企業を主体とした「コンソーシアムベースの標準化」に着目する理由を述べた上で、コンソーシアムベースの標準化には、形成段階と導入段階（前期）に異なるタイプの「集合行為のジレンマ」が発生することを説明した。すなわち、コンソーシアムベースの標準化によって形成される技術標準は「公共財」としての性質を有しているために、形成段階では自社の開発資源を投入せずにフリーライドすること、導入段階（前期）では不確実性の高い技術標準を先行導入せずに様子見することが、それぞれ合理的な企業行動となる（Markus et al., 2006）。こうした集合行為を克服するには、「企業の異質性」や「モチベーション」が影響を及ぼす（Zhao, Xia and Shaw, 2011）。しかし、既存研究では１）個別企業レベルから２段階の集合行為を包括的に捉える視点、および２）２段階の集合行為と企業の異質性、モチベーションの関係に着目した視点が欠落しているという 2 つのリサーチギャップが存在することを指摘した。こうしたリサーチギャップを検討するために、「企業の異質性」と「モチベーション」、「形成段階の集合行為（標準形成）に対する貢献」、「導入段階の集合行為（先行導入）に対する貢献」の関係を示した概念モデルを提示した。

第３章では、リサーチクエスチョン（RQ と以下略）を定義し、それに答えるための方法論について説明した。RQ は以下の２つを設定した。RQ1：どのような企業の異質性が、形

成段階と導入段階の集合行為に対する貢献／非貢献に影響を与えるのか？ RQ２：どのような企業行動グループが存在し、どのようなモチベーションで集合行為に貢献するのか？ ２つの RQ を統合的に検討するための研究対象として、車載ソフトウェアの標準「AUTOSAR」という単一事例を選択し、AUTOSAR に埋め込まれた個別の企業行動に着目した。本調査では、日欧の ECU サプライヤー14 社を対象とした Face to Face のセミストラクチャード・インタビューによりデータを収集した。

第４章では、本研究が対象とする車載ソフトウェアの標準「AUTOSAR」について説明した。電子制御による自動車の高機能化に伴い、車載ソフトウェアの複雑性が急速に増大している。こうした問題に対処するために、完成車メーカーとサプライヤーが中心となって、車載ソフトウェアを非競争領域（BSW：Basic software）と競争領域（アプリケーション）に分割する新たなアーキテクチャが提唱された。AUTOSAR は、こうしたアーキテクチャ標準であると同時に、AUTOSAR の形成および導入を推進するコンソーシアムの名称でもある。AUTOSAR は 2003 年に発足して以来、2010 年までは「形成段階」、2010 年以降は「導入段階（前期)」と区分できる。

第５章では、RQ1 に対して定量的なアプローチで分析を行った。企業の異質性の中でも、現場観察と KBV（Knowledge-Based View）の観点から、各企業が保有する「知識量」の違いに着目し、以下の３つの仮説の検証を行った。H1：知識量の多い企業ほど、形成段階の集合行為に貢献する、H2：形成段階の集合行為に貢献した企業ほど、導入段階の集合行為に貢献する、H3：知識量が多い企業ほど、導入段階の集合行為に貢献しない。「形成段階の集合行為に対する貢献」は AUTOSAR のメンバーシップ、「導入段階の集合行為への貢献」はフィールド調査をもとに操作化し、「知識量」は AUTOSAR に関係する公開特許数の log をとった。また、知識量以外の異質性は、「地域特性」としてドイツダミー、「取引関係」として完成車メーカーとサプライヤーの違いである OEM ダミー、「企業規模」として売上高を考慮した。仮説の因果関係を分析するために重回帰分析を行い、また仮説間の包括的な関係について理解するために共分散構造分析（SEM）を行った。重回帰分析の結果、3 つの仮説はいずれも有意となった（図１と図２参照)。また、SEM の結果からも H1〜3 の分析モデルの妥当性を確認することができた（図３参照)。すなわち、知識量が多い企業ほど、形成段階の集合行為に貢献する一方、導入段階の集合行為には貢献しないことが示された。また、形成段階の集合行為に貢献する企業ほど、導入段階の集合行為にも貢献することが示された。さらに、コントロール変数として想定していた地域特性を表すドイツダミーは、いずれの集合行為に対しても有意であることが判明した。以上のことから、形成段階と導入段階の集合行為に対する貢献／非貢献が一致している企業と、一致していない企業の存在が示唆された。そこで、「形成段階における集合行為に対する貢献」および「導入段階の集合行為に対する貢献」の２軸の「高・低」に応じて、各企業を 2×2 のマトリクスでプロットし、１）高・高の「推進者」、２）高・低の「監視者」、３）低・高の「採用者」、４）低・低の「安住者」という４つの企業行動グループを定義した。

図１　H1 の推計結果

形成段階の集合行為に対する貢献																		
説明変数	モデル1			モデル2			モデル3			モデル4			モデル5			モデル6		
	b	(s.e.)	β	b	(s.e.)	β	b	(s.e.)	β	b	(s.e.)	β	b	(s.e.)	β	b	(s.e.)	β
定数項	2.011	(1.536)		0.871	(0.744)		0.578	(0.681)		0.555	(0.637)		1.755	(0.245)	***	0.102	(1.750)	
知識量(log)				0.601	(0.275)	0.351 *	0.620	(0.249)	0.362 *	0.485	(0.240)	0.283 +				0.501	(0.250)	0.292 +
ドイツダミー	1.174	(0.475)	0.399 *				1.250	(0.428)	0.424 **	1.174	(0.402)	0.399 **	1.139	(0.420)	0.387 *	1.118	(0.455)	0.380 *
OEMダミー	0.964	(0.373)	0.413 *							0.781	(0.327)	0.335 *	0.937	(0.332)	0.402 **	0.733	(0.374)	0.314 +
企業規模(log)	−0.062	(0.366)	0.03													0.100	(0.359)	0.048
F値		5.337			4.774			7.177			7.372			8.233			5.389	
P		0.000			0.000			0.000			0.000			0.000			0.000	
R^2		0.333			0.123			0.303			0.409			0.333			0.410	
調整済R^2		0.271			0.097			0.261			0.353			0.292			0.334	

n = 36

*** p<.001　**　p<.01　*　p<.05　+　p<.1

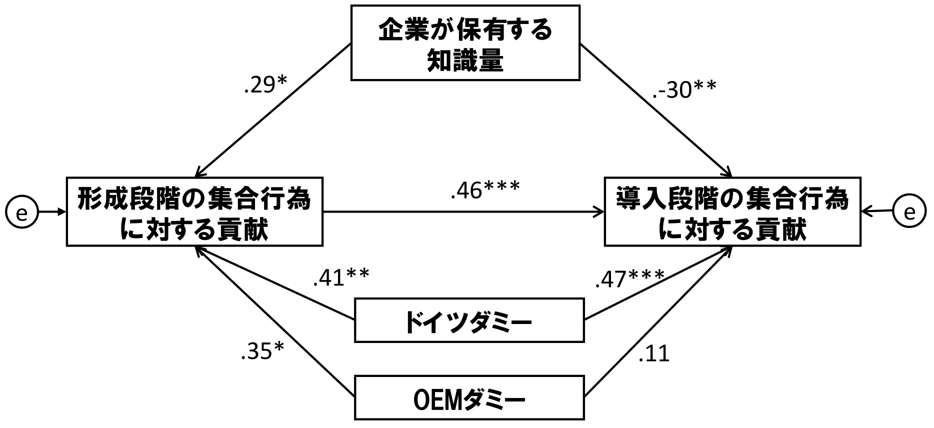
図２　H2 および H3 の推計結果

導入段階の集合行為に対する貢献																		
説明変数	モデル1			モデル2			モデル3			モデル4			モデル5			モデル6		
	b	(s.e.)	β	b	(s.e.)	β	b	(s.e.)	β	b	(s.e.)	β	b	(s.e.)	β	b	(s.e.)	β
定数項	1.169	(1.274)	***	0.700	(0.360)	+	0.484	(1.211)	**	2.055	(0.569)	**	1.935	(0.473)	***	2.196	(1.290)	***
形成への貢献				0.589	(0.133)	0.605 ***	0.341	(0.136)	0.350 *	0.720	(0.129)	0.740 ***	0.503	(0.120)	0.517 ***	0.458	(0.132)	0.471 **
知識量(log)										−0.640	(0.220)	−0.384 **	−0.490	(0.186)	−0.294 *	−0.511	(0.196)	−0.307 *
ドイツダミー	1.863	(0.394)	0.650 ***				1.463	(0.398)	0.510 ***				1.319	(0.330)	0.460 ***	1.382	(0.367)	0.482 ***
OEMダミー	0.469	(0.309)	0.207				0.140	(0.315)	0.062							0.263	(0.292)	0.116
企業規模(log)	0.083	(0.304)	0.041				0.104	(0.281)	0.052							−0.053	(0.265)	−0.027
F値		11.381			19.613			11.528			16.182			15.888			12.325	
P		0.000			0.000			0.000			0.000			0.000			0.000	
R^2		0.516			0.366			0.598			0.495			0.663			0.673	
調整済R^2		0.471			0.347			0.546			0.465			0.632			0.618	

n = 36

*** p<.001　**　p<.01　*　p<.05　+　p<.1

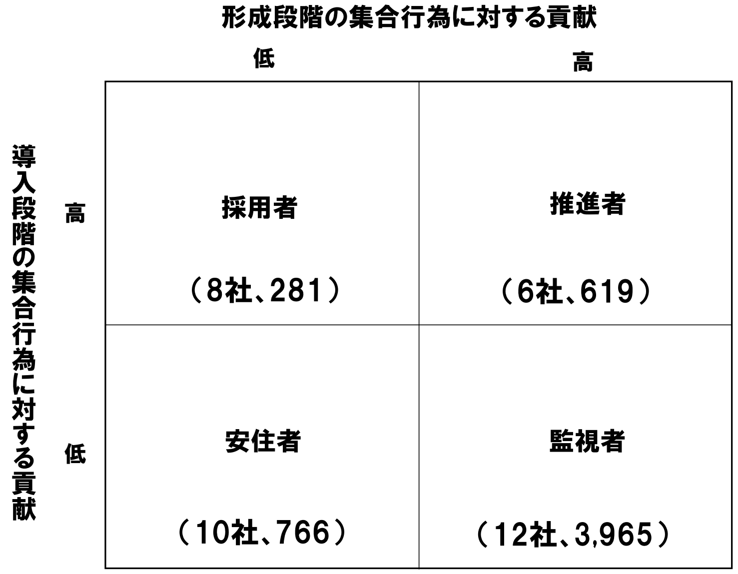
図３　SEM の結果



第６章では、RQ２に対して定性的なアプローチで分析を行った。具体的には、フィードバックレポートを作成し、調査対象企業をすべて再訪してインタビュー調査を行った。その結果、２軸の交点に関しては修正が必要であったが、定量分析で示唆された、コンソーシアムベースの標準化をめぐる４つの企業行動グループの存在を確認した（図 4）。また、各企業行動グループは、それぞれ異なるモチベーションで ２ 段階の集合行為に対する貢献／非貢献を決定していることがわかった。とくに、中程度の知識量を有する推進者は、

AUTOSAR から得られる直接的なメリット（複雑性の解消）の他に、自社の既存システムと親和性の高い標準規格を提唱することで導入コストを低下させたり、AUTOSAR の非競争領域に推奨されるサブシステム標準や、AUTOSAR を実装するための IT ツールを外販したりするなど、標準化に貢献するモチベーションを有していることがわかった。また、監視者は形成段階の集合行為に対して、他社動向を監視しつつ実装のための知識を蓄積するというモチベーションを有し、採用者は導入段階の集合行為に対して、早期の技術キャッチアップを図り、ビジネスの拡大を狙うというモチベーションを有していた。

図4　4つの企業行動グループ



注 1: 括弧内は、当該企業数および平均特許数を表す。

第 7 章では、本研究で示唆された 4 つの企業行動グループが、理論的および実務的にどのような意味を持つのか、という点についてディスカッションを行った。まず、本研究の限界として、単一事例を一般化することの問題、および 2011 年の本調査時点では AUTOSAR が成功事例なのか、失敗事例なのかが判明していないという問題を指摘した。そこで、主に後者の問題を補完するために、2018-19 年にかけて AUTOSAR に関するアフタースタディを実施した。本調査を実施した 2011 年から 2019 年現在にかけて、AUTOSAR のメンバーは 137 から 275 に倍増し、各企業の導入が進んでいる状況であった。したがって、暫定的ではあるが、現在は標準成立のクリティカルマスを達成した「導入段階（後期)」であると判断し、AUTOSAR を成功事例と位置づけた。こうした限界を踏まえた上で、本研究の理論的および実務的な意義として、以下の 4 つを指摘した。1）コンソーシアムベースの標準化において、形成段階と導入段階の集合行為の主要な担い手は異なること、2）形成段階だけをみた「フリーライダー」に対する評価が大きく転換すること、3）推進者は戦略的に標

準化に貢献するモチベーションを構築していること、4）知識量の多い監視者は、とくに注意が必要であることである。

第８章では、本研究の結論をまとめ、今後の研究課題について述べた。本研究の結論は以下の通りである。企業が保有する「知識量」の多寡は、形成段階の集合行為に対する貢献に正の影響を及ぼす一方、導入段階の集合行為に対する貢献に負の影響を及ぼす。また、「地域特性」は両者に影響を与える。その結果、コンソーシアムベースの標準化をめぐっては、2 段階の集合行為に対する貢献／非貢献に応じて、「推進者」、「監視者」、「採用者」、「安住者」という４つの企業行動グループが存在する。そして、形成段階の集合行為には推進者と監視者という知識量が中程度以上の企業群、導入段階の集合行為には推進者と採用者という知識量が中程度以下の企業群が、それぞれ異なるモチベーションで貢献するということである。最後に、今後の研究課題として、1）他の事例との比較研究、2）完成車メーカーとサプライヤー以外の IT ベンダー企業、大学、研究機関などの他のアクターにも着目し、こうしたアクターのモチベーションやアクター間の相互関係を扱った全体的な視点からの研究、3）複数の標準化モードを重層的に活用するマルチモード標準化戦略に関する研究という３つの方向性を示した。

Appendix としては、１）製品システムの複雑性とオープンな技術標準（サブシステム、インターフェース、アーキテクチャ）の関係、２）計量書誌学的なアプローチでレビューした標準化モードの類型、３）コンソーシアムを支援する欧州のイノベーション政策である EUREKA／ITEA の概要、４）コンソーシアムベースの標準化をめぐる完成車メーカーとサプライヤーの互恵性について補足説明を行った。

以上