

MMRC
DISCUSSION PAPER SERIES

No. 441

**産業横断的な標準化プロセスにおけるネットワークの検討
—ドイツにおけるEV標準化の事例—**

横浜国立大学環境情報学府

安本 雅典

東京大学ものづくり経営研究センター

糸久 正人

ETH Zurich Swiss Car Team (協力)

2013年3月

 **MONOZUKURI** 東京大学ものづくり経営研究センター
MMRC Manufacturing Management Research Center (MMRC)

ディスカッション・ペーパー・シリーズは未定稿を議論を目的として公開しているものである。
引用・複写の際には著者の了解を得られたい。

<http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/index.html>

Investigating the Networks in the Process of Cross-Industrial Standardization: The Case of the EV (Electronic Vehicle) Standardization in Germany

Masanori YASUMOTO
Yokohama National University

Masato ITOHISA
MMRC, the University of Tokyo

in collaboration with ETH Zurich Swiss Car Team

Abstract:

The article explores the standardization process of EV across regions/countries and industries. More specifically, considering the standardization activities and R&D programs in EU, the article examines the framework of consensus formation and the networks between players in the standardization process by Germany. The results shows that (1) there exists a collaborative framework between a variety of private and public organizations for the standardization across German and EU, and thereby that the standard shaped across industries in German can be sublimated into the standard at the EU and international levels. Also, (2) in the German standardization process, the framework encourages interactions between the interindustrial consortium informally proposing specific issues and the public organizations formally proposing the direction drawn from these issues, and thereby drives the standardization. Reflecting these findings, the article elucidates that as for the human network, (3) few direct human linkages are found between the Germany and EU levels while many German hub players are identified between organizations both at the Germany and EU levels. Furthermore, turning eyes to the firm networks, the article shows that (4) a few German firms representing relevant industries center the networks both in German and EU bridging between the Germany and EU levels. These results suggest that under relevant institutional settings, a complex and large system such as EV system is standardized driven by the multi-layer networking in which hub players bridge between a variety of players with different roles across industries within and between countries/regions.

Key words:

Standardization, Innovation, R&D consortium, EV(Electric Vehicle)

産業横断的な標準化プロセスにおけるネットワークの検討： ドイツにおける EV 標準化の事例

安本 雅典
横浜国立大学

糸久 正人
東京大学ものづくり経営研究センター

ETH Zurich Swiss Car Team (協力)

要約：

本稿では、EV (Electric Vehicle：電気自動車) に関して、国・地域や産業を横断する標準化プロセスを探索的に分析する。具体的には、EU の標準化活動や R&D プログラムに関連して、いかにしてドイツにおける EV の標準化がなされているのか、そのコンセンサス形成の枠組みと標準化プロセスにおけるプレイヤー間のネットワークを検討した。その結果、①ドイツ・EU にわたる標準化のための官民のさまざまな組織間の協調の枠組みが存在し、それにより、ドイツ国内で産業横断的に構築された標準が EU や国際レベルでの標準に結びつくようになっていることが分かった。また、②ドイツにおける標準化プロセスでは、産業・企業間にわたって具体的課題を提示する企業のコンソーシアムと、そうして得られた課題をまとめて全体の方向性を提示しつつ標準化する公的組織が、相互作用する枠組みが存在していた。これらをふまえてプレイヤー間のネットワークを分析したところ、③ドイツ国内と EU レベルとでは、あまり直接の結びつきは観察されなかったが、ドイツ国内や EU レベルではハブ的なドイツ人のプレイヤーが多く見出された。ただし、④企業レベルで見た場合には、各産業を代表する少数の企業がドイツ国内でも EU でも中心的な位置を占め、ハブとしてドイツと EU を結び付けていることが明らかになった。こうした発見は、EV のような複雑で大規模なシステムは、制度的な枠組みの下で、国・地域内外で産業間にわたり、一群のハブのプレイヤーを通じて役割の異なる様々なプレイヤーが結びつき重層的なネットワークが形成されることで、標準化とともに推進されていることを示唆している。

キーワード：

標準化、イノベーション、R&D コンソーシアム、EV (Electric Vehicle；電気自動車)

1. はじめに

本稿では、複数の産業や国・地域を横断して、どのようなメカニズムで大規模イノベーションのための標準化が推進されるのかを検討する。具体的には、標準の形成プロセスにおける枠組や、参加プレイヤーの人的／企業間ネットワーク構造に焦点を当てる。大規模システムを構築し普及させるためには、各企業が協力して R&D 活動に取り組む必要がある。なぜなら、各企業の資源には制限があるからである。そうした際に、参加企業が共通に準拠すべき技術仕様、あるいはそれぞれのビジネス領域（ビジネス・インターフェース）などを決定するために標準化活動が重要となる¹。

こうした支配的標準を実現する手段としては、従来はインテルやマイクロソフトに代表されるように、「市場の競争」による 1 社主導のデファクト型の標準化が注目を集めてきた（e.g., Gawer & Cusumano, 2002; 小川, 2008）。しかしながら、システムの複雑化やネットワーク化の必要性から、より協調的なプロセスとして、複数プレイヤーの合意にもとづくコンセンサス型の標準（e.g., 新宅・江藤, 2009）が注目されている。

コンセンサス標準における技術仕様の標準化に参加したり、その活動を主導することは、企業にとって戦略的に重要である（e.g., Leiponen, 2008; 立本, 2011）。また、欧州の例からも分かるように、政策的な後押しを受けて企業が連携し国際標準化を進めることで、企業が優位性を確保する可能性は高まる（e.g., Bekkers et al., 2002; 徳田他, 2011）。だが、とくに複数の産業にわたる複雑なシステムのコンセンサス標準の形成には、多様な企業が参加・貢献しているために、一部の有力企業の戦略に注目するだけでは十分に理解できない面がある。

社会インフラのような業界横断的な大規模システムの場合、産業の枠を越えて企業グループ（コンソーシアム）を形成し、国際的に公的なものとして認められうる標準を構築していく必要がある。企業間で公的な「お墨付き」を得られた技術（標準）を共有することで、相互接続性や互換性を確保したり、システムや構成要素の供給のコストを抑えなければ、普及は容易ではないためである。自社システムの普及が死活問題であれば、個々の企業（グループ）はそれぞれ自社システムの普及を競い合うかもしれないが（Katz and Shapiro, 1994）、これは重複投資や過剰な競争を生む恐れがある。その一方で、一社では対応しきれない大規模システムのように、そうした試みが自社（グループ）だけでは難しく、必要な投資すら控えられてしまう可能性がある。

とくに開発負担が大きい割には、普及に関して不確実性が高く採算が見込めない状況であれば、以上の課題を克服するためには、市場ではなくコンソーシアムによる調整により、企業間で共有される標準を形作っていくことが必要となる（e.g., Farrell and Saloner, 1988）。しかしながら、ある一つの産業において形作られるコンセンサス標準への理解は進

¹一方、市場の面においても、標準化は有利な環境条件を作り出すという点で、特に多様性を内包するグローバル化社会においては、きわめて重要な企業活動である。なぜなら、産業や国・地域ごとの文化や規制に起因する「違い」に対して、ひとつの支配的な標準を普及させることに成功すれば、各企業は単一市場の拡大による規模の経済のメリットを享受することができるからである。

んでいるものの、システムの複雑化や大規模化にともなって、官民交えて、国・地域および産業のレベルを超えて推進される重層的な標準化の動きについては理解が進んでいるとは言いがたい。

そこで、本稿では、欧州における ITS (Intelligent Transportation System) やスマートシティを見据えたドイツにおける EV (電気自動車) の標準化への取り組みに注目し、国・地域や産業を横断する標準化への取組を探索的に検討する。最初に、国際的な標準化の枠組みを概観したうえで、ドイツ-EU 間における標準化の枠組と背景について整理する。そのうえで、企業レベルからドイツ、欧州、国際レベルにわたるコンセンサス形成に関して、プレイヤー間の「つながり」のネットワークを検討する。この検討においては、まず関連する標準化コンソーシアムや R&D プログラムに参加する人的ネットワークを分析し、そのうえで企業を含む組織間のネットワークを検討する。最後に、これらの結果をふまえて、結論とインプリケーションを提示する。

2. 問題設定

もっともよく標準化が取り上げられるのは、国際的に技術を普及させつつ、機器やシステムの相互接続性や互換性を確保する必要性が見込まれる、通信のような産業であろう。こうした産業では、そもそも、つながらなければ機器やシステムは意味をなさない。一方、相互接続性や互換性が確保され、普及が進むことで、より多くのプレイヤーの参加や利用が進めば、飛躍的に個々のプレイヤーの便益は高まり、また全体としても社会的便益は高まる (Katz and Shapiro, 1994)。

こうしたケースでは、以上の意味で公共性が高いために、ISO (International Standardization Organization)、IEC (International Electrotechnical Commission)、ITU (International Telecommunication Union) などの国際標準化機関のお墨付きをえたデジタリ型の標準化が注目されてきた。ITU を通じた、携帯電話をはじめとする通信分野の標準化がその典型である。しかし、最終的に権威を与えるのはこうした国際機関であっても、標準化の対象となる技術や製品に合った実効性を持つものでなければならない以上、実際に標準化対象に関わる技術や製品を手掛けるプレイヤー (とくに企業) の保有技術や意向をもとに標準化は進められているはずである。

本研究で取り上げる EV は社会インフラにも関わってくるため、国際的な普及を進めるのであれば、機器やシステムの相互運用性や互換性を広く確保するほうが望ましい。この点で、国・地域を横断した標準化の試みを通じて、国際標準化機関による公的な標準化が目指される必要性は高い。しかも、スマートシティなど大規模システムを見据えた EV の場合、従来の単独の産業内の標準化とは異なり、自動車、電機・通信、素材といった多くの産業を横断して、標準化を進めていく必要がある。したがって、ISO、IEC、ITU といったそれぞれの産業の公的な国際標準化の枠組みの違いを前提に、多様なプレイヤー間で産業横断的に企業グループを形成して、標準化を進める必要がある。だが、既存研究においては個々

の産業におけるコンセンサス標準の分析は進んでいるものの (e.g., Leiponen, 2007; 徳田他、2011)、国・地域および産業のレベルを超えて推進される重層的な複数の標準化の動きに関して、包括的に捉えたものはほとんど存在していない。

デジュリ標準をはじめ、標準そのものは技術仕様を公開するという点で公的な側面を持ち、必ずしも提案を主導した企業がビジネス上の成果を甘受できる保障はない。したがって、参加企業の貢献を引出すためには、参加企業にビジネス面での互酬性を期待させるものでなくてはならない (Doz, Olk and Ring, 2000; 糸久, 2012)。一つの国・地域や産業における標準化に比べ、背景や利害の異なる国・地域や産業にわたって、参加企業が相互利益への期待を形成することは、より複雑で困難であると予想される。では、どのような枠組みの下で、どのようにプレーヤー間の協調的な関係が構築されることで、国・地域および産業を横断した標準化は進められているのだろうか。こうした問いに対し、本稿では、制度的な枠組みと、その下での参加メンバーのネットワークのあり方を検討する。

3. EUにおける標準化の枠組み

(1) 国際的な標準化の枠組み

コンセンサス標準では、その支配性をより強固なものにするために、ISO、IEC、ITUなどの国際標準化機関のお墨付きをえたデジュリ型を目指す場合が多い。ITSや電力システムなどの社会インフラに関わってくるシステムを構築し普及させる上では、公的機関による権威付けはとくに重要であろう。一方、国際標準化機関の立場からみても、はじめから標準を策定するよりは、あらかじめ民間ベースで一定のコンセンサスが得られているものを国際標準とする方が効率的である。

とくにこうした動きは、欧州を中心に活発化している。WTO加盟国は貿易障壁を取り払うために、国際標準化機関が定めた標準を遵守するというTBT協定(貿易の技術的障害に関する協定)を結んでいる。この協定を前提とした場合、コンセンサス標準を公的な標準とすることによって、制度的にある程度の強制力を有して、標準を普及させることができる。したがって、民間の企業グループのコンセンサス標準から公的な国際標準(デジュリ標準)へと昇華する仕組みが重要となる。

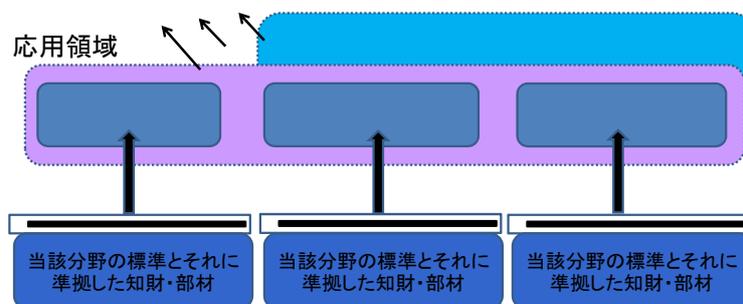
EUの場合、制度的には、ISOとCEN(European Committee for Standardization)との協定であるウィーン協定(1991年)、IECとCENELEC(European Committee for Electrotechnical Standardization)との協定であるドレスデン協定(1996年)という枠組があるために、EUレベルの標準か、それぞれに対応するISOやIECといった国際標準化機関かのいずれかで承認された標準が、他方でも同時承認されるという仕組みが整備されている(後掲図2参照)。これらの協定によって、実際に支配的な国際標準となる保障はないものの(例えば携帯電話の通信規格のように複数の国際標準が並立することがある)、EUレベルで合意が形成された標準は、すなわち自動的に国際標準として認定されうるようになっているのである。

そのうえ、規制や標準の方針は公的機関が決定して、その詳細は民間に任せるという内容を含んだ New Approach（2000年）がドイツを中心に採用されている。したがって、制度的には、民間のコンソーシアムによって、国や EU の標準、さらに国際標準といった公的な標準が円滑に形作られる仕組みになっていると考えることができる。

以上の点をふまえると、少なくとも EU については、国内標準から地域標準、あるいは地域標準から国際標準へとなる道筋は制度的に用意されていると考えられる。ただし、その一方で、複数の産業間にわたる標準化の道筋は必ずしも明らかではない。ITS や電力システムなどの社会インフラも関わってくる EV のような業界横断的な複雑なシステムの場合、自動車、エレクトロニクス、電力などの枠を越えて、標準を形成する必要がある。これは、公的な標準化についても、ISO、IEC、ITU などに代表される、個々の産業別の枠組を横断した取組が求められていること意味する。社会インフラも関わってくる EV では、各産業内のみならず、産業間にわたる標準化を連動させて進める必要がある。

EU やドイツの枠組みにおいては、標準化を通じて、産業横断的なイノベーションと産業の発展を促すことが明確に意識されている(図1、例えば DIN, 2009)。ドイツを中心とする EV の標準化についても同様の原則が確認されている (NPE, 2011)。こうした点をふまえると、複数の産業にわたって、ドイツ国内のみならず、さらに EU レベルまでのコンセンサスへの調整を行うハブ的な役割を有した「つながり」が焦点となる。

図1 イノベーションと産業の持続的発展
(例：通信、電子機器、自動車、エネルギー・システムの融合など)



(2) ドイツ・EU における EV の標準化の背景

本研究では、EU、とくに EV の標準化の中心となっているドイツの状況を確認するために、まず公開資料の検討、関連企業との定期的な情報交換・検討会、欧州の研究パートナー (ETH Zurich Swiss Car Team) との共同調査を通じ、EV をめぐる標準化の枠組みや主要なプログラム、関係機関、プレーヤーを把握した。こうした予備調査は、2012年1月～5月にかけて行われた。

それぞれの狙いにより詳細は異なるものの、ドイツ - EU の標準化活動は EU やドイツ国内の R&D の指針や、政策的なプラットフォームとも言える各種のプログラムと連動した戦略

的な試みの一環として位置づけられている (DIN, 2009 ; NPE, 2011 ; 徳田他, 2011)。EV の標準化もこうした背景のもとで進められてきた。

EU における EV の標準化に関わるプログラムは、大別して国・都市間にわたる ITS インフラ、各都市域圏内の ITS システム、EV 車両、ならびにそれぞれに関連する基盤システムや要素技術について進められている。ITS に関しては、主として道路インフラやモビリティサービスに関してのビジョンや R&D のロードマップ策定、技術の標準化を担う「ERTRAC (European Road Transport Research Advisory Council)」、畜エネルギー、パワーエレクトロニクス、電動車両制御、運転支援、ネットワーク連携などのスマートシステムの統合に関連した要素技術の R&D や政策の方向性を定める「EPoSS (European Technology Platform on Smart Systems Integration)」といったプログラムが存在する。これらに加え、スマートグリッドなどの電力システムについて、R&D や政策の方向性を定める「SmartGrids」が存在している。それぞれは、自動車、情報通信およびエレクトロニクス、電力などの産業の利害関係者によって調整がなされ、推進されている。

さらに、EU の関連政策ビジョン「Horizon2020」のもとで、以上の産業別のプログラムを横断して、畜エネルギーシステム、ドライブトレイン、車両システム統合、交通システム統合、グリッド統合など、要素技術から車両や ITS、電力システムに至るまでを、一貫して計画、検証、標準化する試みが存在する (例えば EGVI : European Green Vehicle Initiative、旧 EGCI:European Green Car Initiative)。ERTRAC をはじめ、これらのプログラムや試みでは、評価・測定基準やデータ・セキュリティを含め、関連するシステムの要件や仕様の標準化も進められようとしている。合わせて、自動車にとって重要な安全や信頼性についても、それぞれのプログラムやイニシアティブにおいて検討や検証が進められている。

このうち、本研究の対象となる EV の標準化は、主として EV 車両とそれに関連する ITS システムに関するものである。EV の標準化は、EU レベルの上述のプログラムや試みと連動し、その実現を担うかたちで、関連産業全般にわたって強みを持つドイツを中心に進められてきている。

(3) ドイツにおけるフォーマル／インフォーマル組織を通じた標準化

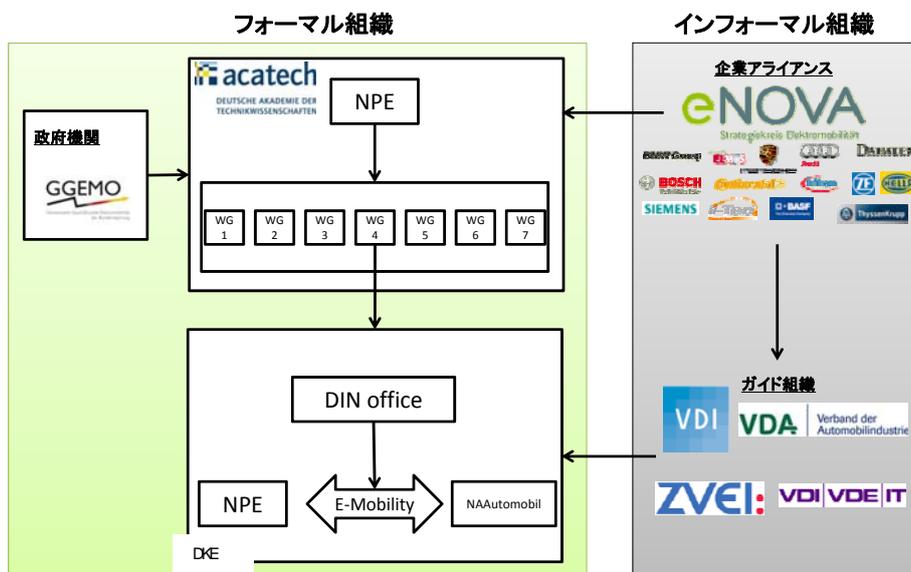
EV をめぐるデジュリ標準の標準化のための組織は、国・地域から国際レベルにおよんで重層的に存在している。しかも、EV のように複数の産業にまたがるケースでは、標準化の地域的な広がりや産業によってマトリック的な構成となる。公的にはこうした組織を通じて、標準化が行われる (図 2)。

図2 国際、地域、国レベルの標準化機関



しかしながら、こうした公的な組織に委ねられる以前に、ドイツ国内を中心に実質的な標準化への取り組みは進められている（図3）。以下、NPE(2011)などの公刊資料を基に、概観してみる(詳細は巻末参考資料参照)。

図3 EVに関するドイツ国内の標準化プロセス



ドイツでは、EVに関連する多様な産業における有力企業のコンソーシアムとも言えるeNOVAから、EVの標準の指針と原型は提示されている。eNOVAの構成メンバーは、2012

年時点では、14社に及ぶ²。具体的には、eNOVAが、EVに関する、事業化の課題、R&D戦略、ロードマップ等を提示している。eNOVAは、これらをVDI（ドイツ産業連盟）、VDA（ドイツ自動車協会）などの民間産業団体に提示して指針を示すとともに、ドイツのEV関連産業の国際展開を支えるナショナル・プラットフォームの構築を目指している。

ドイツにおけるEVに関するナショナル・プラットフォーム・プログラム、NPE (National Platform for Electromobility)³は、省庁横断的な政府機関であるGGEMO (Joint Agency for Electric Mobility of the Federal Government)の調整によって、産業界とのジョイント・パートナーシップ・プログラムとして発足した。NPEの狙いは、EVの実現により国際競争力を高めることにあるが、より具体的には、標準化促進による国際的な普及とイノベーションを明確に意識して、参加企業のビジネス上の期待を満たしうるナショナル・プラットフォームを構築することにある。

NPEの指針は、Acatechと呼ばれるドイツの産業・科学技術全般に関わる半ば公的な産学連携組織を主体に(そのうちのEV担当)、経済・産業振興、技術移転、人材育成を意識した科学技術的観点から提示されている。一方、NPEには、産業界によるeNOVAから、プラットフォーム実現のためのより具体的な勧告が与えられている。勧告は、関連する重要技術分野の開発や実用化に関するもののみならず、NPEの実現と事業化についての戦略やロードマップなどに関するものを広く含んでいる。eNOVAによるこうした勧告を受けつつ、連邦政府の下で、NPEは推進されている。

NPEにおいて注目すべきなのは、技術の開発や実用化を推進するとともに、標準化などを通じて国際的な普及を促すことで、国際競争力を確保しようとしている点である。NPEでは、EU域内での展開のみならず、新興国をはじめとする海外との分業や、海外への普及が明確に言及されている。そのために、自ら率先してモデルとなるインフラ構築を進めて、見本を提示し、実証成果を発信しようとしている(ショー・ケースやライトハウス・アプローチ)⁴。実際、中国をはじめとする普及対象となる新興国関係者への、技術面を含む方向性の提示や実証成果のデモンストレーションが視野に入れられている。既にドイツ国内のEV関連の会合やイベントには、中国などの代表者が少なからず招待されている。

² 具体的には、Audi、BASF、BMW、Bosch、Continental、Daimler、Elmos、Hella、Infenion、li-Tec、Porsche、Siemens、Tyssen Krupp、ZFである。

³ NPEの先駆けとなるE-Mobility構想は、当初、The German Federal Government's Integrated Energy and Climate Programの重要な要素として明記されてから、エネルギー政策と相まって、ドイツ連邦政府の重要課題となった。関連官庁であるThe Federal Ministry of Economics and Technology (BMWi)、The Federal Ministry of Transport, Building and Urban Affairs (BMVBS)、The Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU) and The Federal Ministry of Education and Research (BMBF)、産業界、学界間の議論を経てゴールが設定され、The Federal Ministry of Economics and Technologyが実行を担うことになり、2010年にGGEMOが設置された。NPEは、同年、閣議了承されている。

⁴ 見本提示や実証実験の試みとしては、例えば、eNOVAを中心に、BoschやDaimlerが進めようとしてきた、Hsubjectという充電インフラに関わるオープンITプラットフォーム構築がある。こうした実証の試みについては、ドイツのような国家的な連携は存在しないものの、日本におけるケースの方が数も多く、実証において先行している。ただし、日本においては個々の実証の試みがそれぞれ独立になされる傾向が強く、統一的なプログラムや標準化活動が存在しているわけではない。

さらに特徴的なのは、NPEにおける7つのワーキンググループ（WG）で、これらの全ての座長はeNOVAに属する企業から出ていることである。ワーキンググループには、ドライビング、バッテリー、充電インフラ&ネットワーク統合、素材&リサイクリング、認証&教育、制度やビジネス・モデルの枠組みの構築に加え、標準化のためのワーキンググループ（WG4）が用意されている。このように、NPEの枠組みにおいては、EVの標準化は、標準化のみで完結するものではなく、普及とイノベーション促進のためのツールの一つとして他の試みと関連づけられて位置づけられている。

このWG4で検討された標準化に関する提案は、ドイツ政府のフォーマルな標準化機関DIN（E-mobility Office）に提起され、ここが中心となってそれぞれ電機・通信産業と自動車産業の標準化推進を担っている、DKEおよびNAAutomobilが調整・連携して実際の標準化を進めている。DKEは主としてEV車両と外部とのインターフェースや電気系やITS系のインフラのシステムの標準化を担い、NAAutomobilは主としてEV車両本体のシステムや構成要素の標準化を進めている。この産業横断的な調整の取組（EVの標準化に関わるE-Mobility）は、VDI、VDAなどの民間団体を通じて、産業界の標準化に関するインフォーマルな技術的支援や助言を受けている。

以上のように、NPEにおいては、EVの標準化に関わる専門家に止まらず、広く産業、学術、政府の関係者の意向が反映されるようになっている。NPEの枠組みでは、これらの関係者によりコンセンサスが得られたビジョンや方向性の下で、普及やイノベーション促進のための重要なツールとして、標準化が進められているのである。

4. ドイツ-EUにおけるEVの標準化プロセス

（1）データ収集と分析方法

ドイツ国内で標準化が進んだ（進められている）技術は、フォーマルにはDIN、DKEを通じて、EUレベルのCEN、CENELECなど、国際レベルのISO、IECなどの公的標準化機関に提起されていくことになる。一方、これまでの検討から、ドイツ国内での標準化プロセスは、一部の「人」あるいは「企業」によって、フォーマル/インフォーマルの橋渡しがなされていると予想される。こうした橋渡しはドイツ国内のみならずEUレベルでも観察できる可能性がある。そこで、本稿では、企業について、ドイツ国内およびEUでのEV開発・標準化の関連プログラムへの参加（各プログラムの公表データにより確認）に関するネットワーク分析を試みた。

具体的なデータは、欧州自動車産業の中心であるドイツと、EUレベルでのEV関連のプログラム（ドイツ国内ではNPEなど、EUではERTRAC、EPoSS、EUCARなど）に着目し、各プログラムの委員（人名）と参加企業の情報を収集した。対象となったプログラムは、2012年1～8月にかけて、国内車載システム・メーカーや車載ソフトウェア・ベンダーと共同研究の検討を重ねつつ、ETH-Zurichによりドイツ語圏を中心としたEU圏内で確認されたものである。具体的には、EUレベルではARTEMIS、CAPIRE、CEN、

CENELEC、ERTRAC、ETSI、EPoSS、EUCAR、Green Cars、SmartGrids、ドイツ・レベルでは Acatech、DIN、DKE、GGEMO、NPE、VDA、VDE が該当する（概要は Appendix 1）⁵。

情報を収集したプログラムや試みへの参加を、EU とドイツのそれぞれについて集計したところ、参加メンバー/企業の傾向は表 1 の通りとなった(参加人数が 3 人以上の企業や機関を抜粋)。表 1 に見られるように、一国としてはドイツの企業(および産業団体機関)の参加は多く、なかでもいくつかのドイツ企業はドイツ国内においても EU においても参加人数が傑出している（オレンジ部分）⁶。

表 1 参加メンバーの傾向(企業および産業団体)

| | | Total | EU Total | EU SDOs Total | EU Consortia Total | GER Total |
|----------------|-------|-------|----------|---------------|--------------------|-----------|
| Audi | GER | 9 | 2 | 0 | 2 | 7 |
| BASF SE | GER | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| BMW | GER | 12 | 6 | 3 | 3 | 6 |
| Bosch | GER | 8 | 5 | 0 | 5 | 3 |
| Siemens | GER | 15 | 8 | 1 | 7 | 7 |
| Thyssen Krupp | GER | 6 | 1 | 0 | 1 | 5 |
| Volkswagen | GER | 14 | 9 | 3 | 6 | 5 |
| Daimler | GER | 8 | 4 | 3 | 1 | 4 |
| Continental | GER | 4 | 3 | 1 | 2 | 1 |
| Infineon | GER | 3 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| Fiat | EU | 5 | 5 | 2 | 3 | 0 |
| Renault | EU | 5 | 5 | 3 | 2 | 0 |
| EADS | EU | 4 | 3 | 0 | 3 | 1 |
| AIT Austria | EU | 3 | 3 | 0 | 3 | 0 |
| AVI Austria | EU | 5 | 5 | 0 | 5 | 0 |
| BDI(ドイツ産業連盟) | GER | 8 | 1 | 0 | 1 | 7 |
| VDA(ドイツ自動車工業会) | GER | 4 | 1 | 0 | 1 | 3 |
| ACEA | INTL | 3 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Others | GER | 37 | 11 | 0 | 11 | 28 |
| | EU | 26 | 23 | 0 | 23 | 3 |
| | AM&AS | 11 | 9 | 1 | 8 | 2 |
| Total | | 85 | 45 | 1 | 42 | 42 |

こうして収集されたデータをもとに、「参加委員（人名）×標準化コンソーシアム」および「企業×標準化コンソーシアム」のマトリクスを作成し、2-mode のネットワーク分析を行った。ネットワーク分析ソフトには、予備検討には UCINET6.0、より詳細な検討には NetMiner4.0 を使用し、固有値中心性にもとづく分析を行った。

(2) 人的ネットワーク

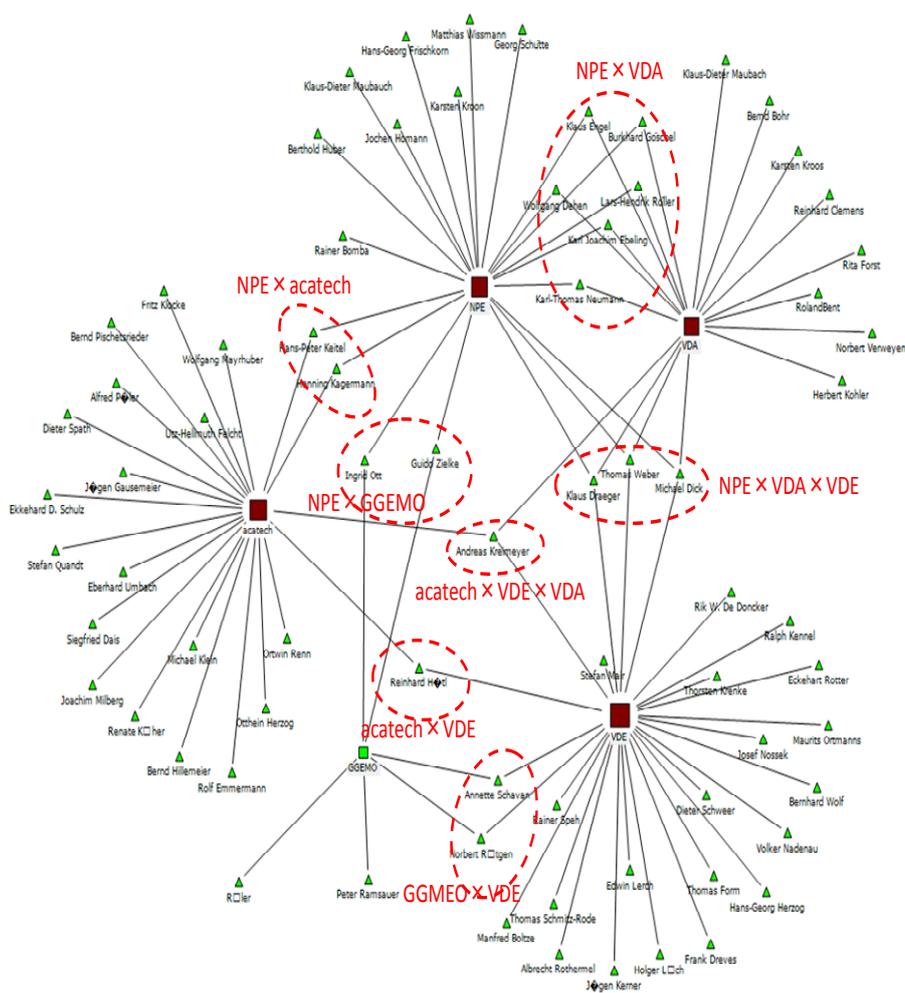
まず、「参加委員（人）×標準化コンソーシアム」のネットワーク分析では、ドイツ国内

⁵ ISO、IEC、ITU といった国際機関は各国が国単位で票を持っていること、個々の委員の氏名や所属の明示がないことが多く把握し難いこと、そして何よりも先に見たウィーン協定やドレスデン協定からすれば検討の必要が低いことから、分析に含んでいない。

⁶ 他に大学、研究機関、政府機関についての集計も行われているが、その集計においても、ドイツのこれらの機関からの参加は少なくない（Appendix 3）。

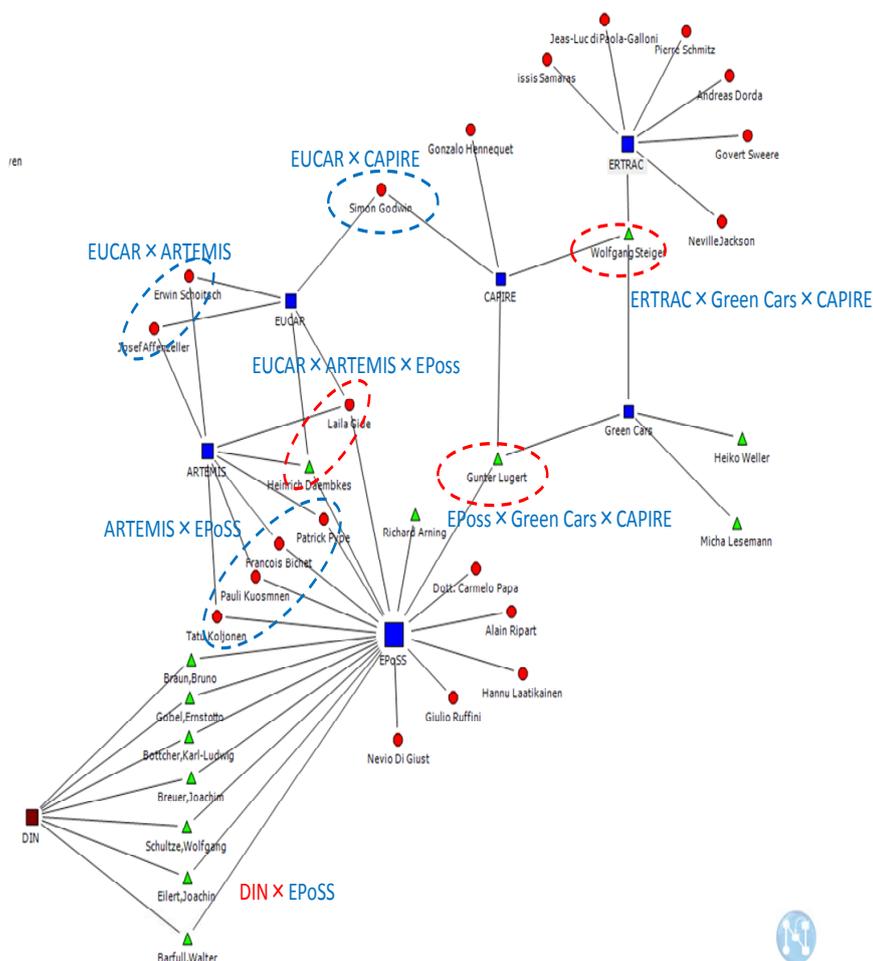
の **Andress Kreimeyer** 氏 (BASF)、**Thomas Weber** 氏 (ダイムラー)、**Michel Dick** 氏 (アウディ) など、EU/国際レベルの **Gunter Lugert** 氏 (シーメンス)、**Wolfgang Steiger** 氏 (フォルクスワーゲン) など、それぞれのレベルにおいて中心的な役割を果たしている委員が存在している (図4、図5)。しかし、ドイツ国内と EU/国際レベルを直接的につなぐ委員はほとんど観察されなかった。

図4 ドイツにおけるEV関連の各標準化コンソーシアムにおける人的ネットワーク



注：■は各標準化コンソーシアム、●は各委員を意味する。また、各ノードの大きさは中心性の高さを表している。

図5 EUにおけるEV関連の各標準化コンソーシアムにおける人的ネットワーク

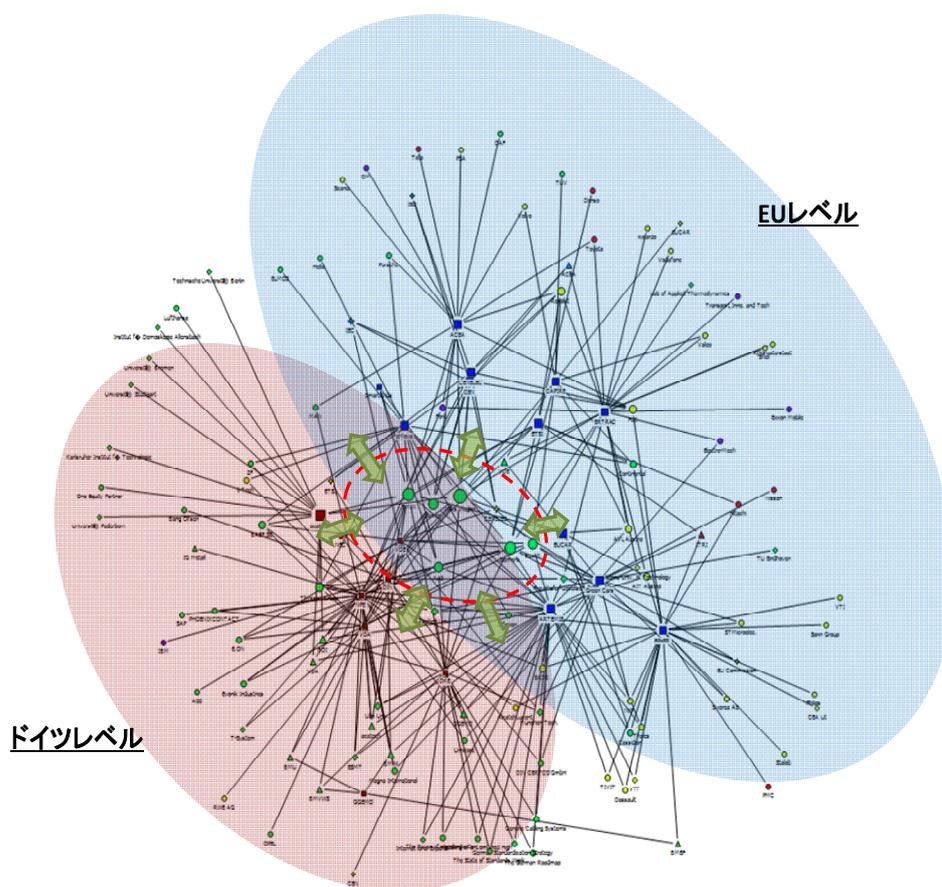


注：■は各標準化コンソーシアム、●は各委員を意味する。また、各ノードの大きさは中心性の高さを表している。

(3) 企業などの参加組織間ネットワーク

「企業×標準化コンソーシアム」の分析では、以下のネットワークを描くことができた(図6)。ドイツレベルとEU/国際レベルをつなぐ中心的な役割を果たすハブ組織が複数観察された。具体的には、フォルクスワーゲン、BMW、ダイムラーといった完成車メーカー、ボッシュ、コンチネンタルなどのサプライヤーに加え、重電メーカーのシーメンス、応用研究機関のフラウンホフナー、アーヘン工科大学などである。これらの企業/組織はドイツ国内においても、中心に位置することが確認されている(Appendix4)。これらの企業/組織を中心に、ドイツ国内のローカルな標準化活動(コンセンサス)、およびEU/国際レベルの公的な国際標準化活動(デジュリ)が調整されている可能性が高い。

図6 ドイツ-EU間のEV関連の企業/組織間のネットワーク

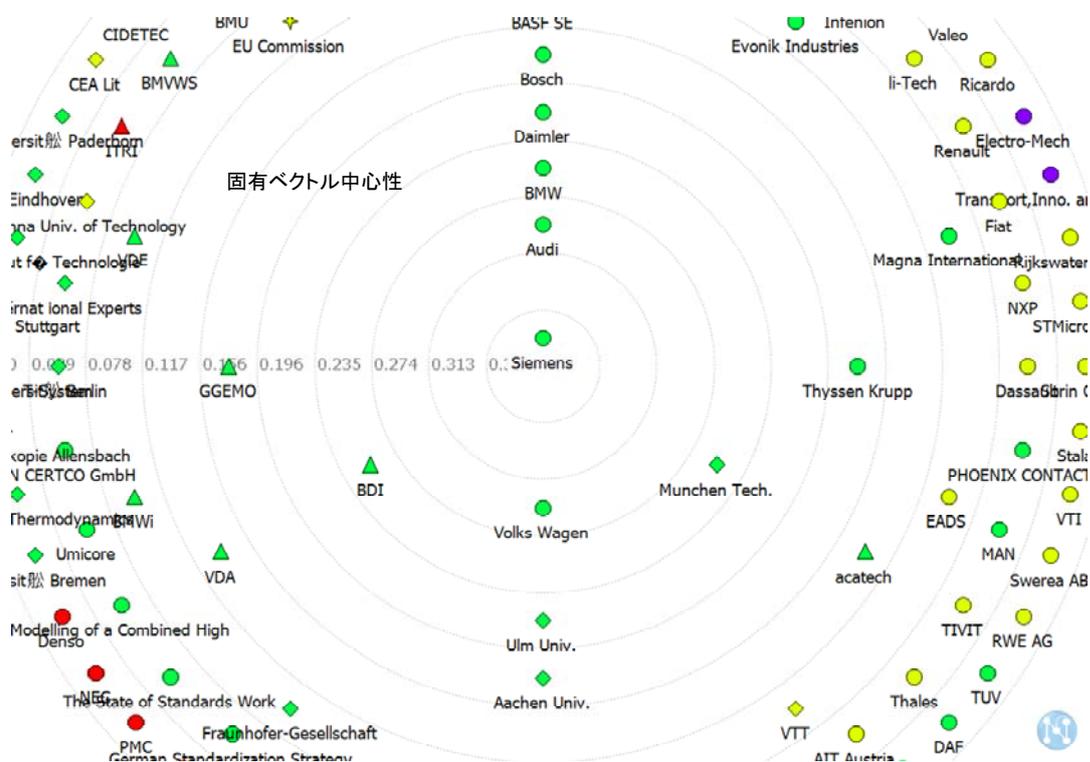


注：■は各標準化コンソーシアム、●は各企業/組織を意味する。また、各ノードの大きさは中心性の高さを表している。

国際的に有力なドイツ企業やドイツの大学・研究機関の一部（中央オレンジ枠内の緑ノード）は、ドイツ国内（左のピンク部分）と EU レベル（右の青部分）での標準化プロセスの両方に関与している。このネットワークの参加プレーヤーを中心性をもとに配列すると（図7）、以上の傾向が明確に見て取れる（緑のノードはドイツの組織、黄色はその他の EU、赤色は日本を含むアジア、紫色はその他を示す）。

こうした結果は、標準化をドイツ国内から EU に広げる際にも、フォーマルのみならずインフォーマルなプロセスが存在することを示唆している。もともとはドイツ国内を中心とした私的企業のアライアンスを軸とした標準化は、このようなフォーマル-インフォーマルのプロセスを経て、やがて国際的に認知されるデジュリ標準としての地位を獲得すると考えられる。

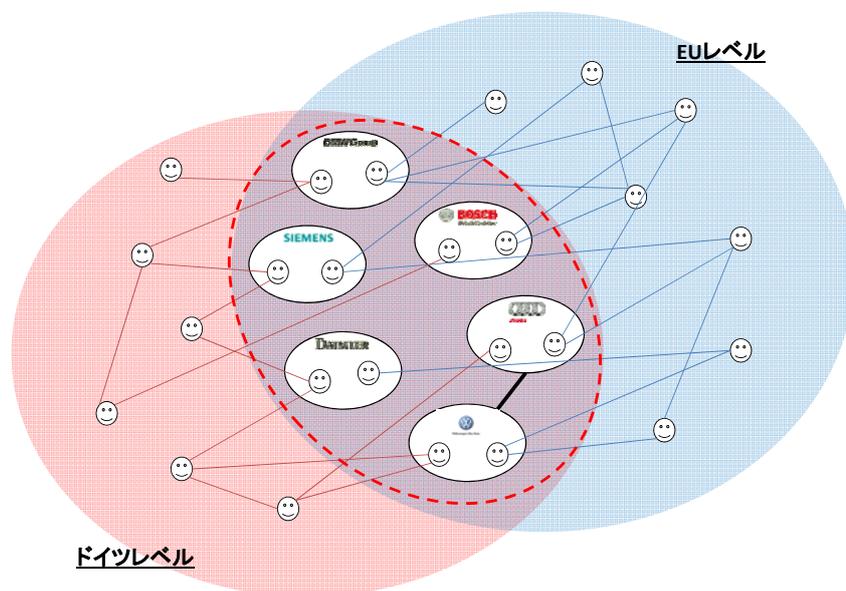
図7 ドイツ-EU間のEV関連の企業/組織間の中心性



以上のポイントを整理すると、以下のようなになる。(1) ドイツ国内のプログラムは Acatech の委員が、欧州レベルのプログラムではドイツ人（およびより少ない数のフランス人）の委員が中心となって、それぞれつながっている。しかし、(2) ドイツ国内のプログラムと EU レベルのプログラムは、人的ネットワークレベルでは直接的にはつながっていない。一方、(3) 企業レベルで見た場合、シーメンス、VW、アウディ、BMW、ダイムラー、ボッシュの 6 社は、ドイツ国内のみならず、EU レベルにおいてもネットワークの中心となっており、またドイツ国内と EU レベルのプログラムを橋渡しするハブとなっている。

以上のことから、上記 6 社は EV の標準化ネットワークの中で中心的位置を占めており、かつドイツレベルと EU レベルの間の構造的空隙を埋めている。すなわち、これらの企業は他の企業と比較して情報の非対称性を利用したメリットを享受している可能性がある。また、その実現方法として、人的にはドイツ国内をまとめる委員、EU レベルをまとめる委員という形で役割分担をする一方、企業内の調整メカニズムによって、企業としてドイツ - EU 間の橋渡しをしていると推測される（図 8）。

図8 ドイツ-EU間をつなぐハブ企業の位置づけ



5. 結論と今後の課題

ドイツ-EU における標準化の事例を検討した結果、以下の発見事実が明らかとなった。まず、EU における EV の標準化においてはドイツが圧倒的なプレゼンスを有し、(1) ドイツ-EU にわたる標準化のための産学官のさまざまな組織間の協調の枠組みが存在しており、それによりドイツ国内で産業横断的に構築された標準が EU/国際レベルでの標準に結びつくようになっていることが分かった。その制度的枠組みの下で、(2) ドイツにおける標準化プロセスでは、産業・企業間にわたって具体的課題を提示する企業のコンソーシアムと、インフォーマル組織から得られた課題をまとめて全体の方向性を提示しつつ、標準化する公的組織が相互作用する枠組みが存在していた。

これらをふまえ、(3) 人的なネットワークを見た場合、ドイツ国内と EU レベルとでは、あまり直接の結びつきは観察されなかったが、ドイツ国内や EU レベルではハブ的なドイツ人のプレーヤーが少なからず見出された。EU とドイツの主要プログラムの間は、ドイツ政府機関である DIN が結ばれており、フォーマルなものに止まる。ただし、企業のドイツや EU におけるプログラムへの参加ネットワークを検討したところ、(4) 各産業を代表する少数の企業がドイツ国内でも EU でも中心的な位置を占め、ハブとしてドイツと EU を結び付けていることが明らかになった。各種の標準化関連機関の周辺にクラスターが見出されるとともに、それらを結ぶ一群のハブ的プレーヤーが存在し国内外で産業間を結んでいるが、その多くはドイツ企業であった。

以上の発見は、EV のような複雑で大規模なシステムは、公的機関や特定の少数の企業がコンセンサス形成上のネットワークの中心になっているとはいえ、それらのみが主導して一元的に標準化され、推進されるものではないことを示している。むしろ、一定の制度

的な枠組みの下で、一群のハブ的プレーヤーを通じて、国・地域内外、産業間で、役割の異なる様々なプレーヤーが結びついて重層的なネットワークを形成し、R&Dとともに標準化を推進していることを示唆している。これらの発見は、標準化のプロセスには様々な機関や企業が、インフォーマル/フォーマルに役割分担しながら関与しており、公的標準化を取り上げるだけでも、企業や大学/研究機関といった民間による試みを取り上げるだけでも、政策や戦略の検討を進める上では不十分であることを示している。これらを包括的にとらえる必要がある。

また、ドイツにおけるナショナル・プラットフォームは半ば公的な取り組みではあるが、eNOVA などによる民間のインフォーマルな標準化プロセスを通じてビジネス上の成果への期待を形成し、様々な背景を持つ参加企業の貢献を促すことで、協調の場 (Gawer, 2009) を提供していると考えられる。こうした参加企業へのインセンティブ付けの観点から見れば、ドイツ・EU においては、まさに「EV 実現のための協調のプラットフォーム」としての NPE が主であり、「EV の標準化活動」はこうしたプラットフォームを前提としたツールと言うべきものである。参加プレーヤーによる期待の形成は、標準化をはじめ、利害や背景の異なる様々なプレーヤーが協調する上では不可欠であると思われる。

国際分業を左右する標準化に関する研究は増えているが、標準化プロセスの実態は十分に明らかにされてきたとは言い難い。本稿は予備検討とも言うべきものであり、詳細については検討すべき点が少なからず残されているものの、国・地域や産業を横断する国際標準化の実態を解き明かす手がかりを提示しているという点で、一定の示唆を提示していると考えられる。

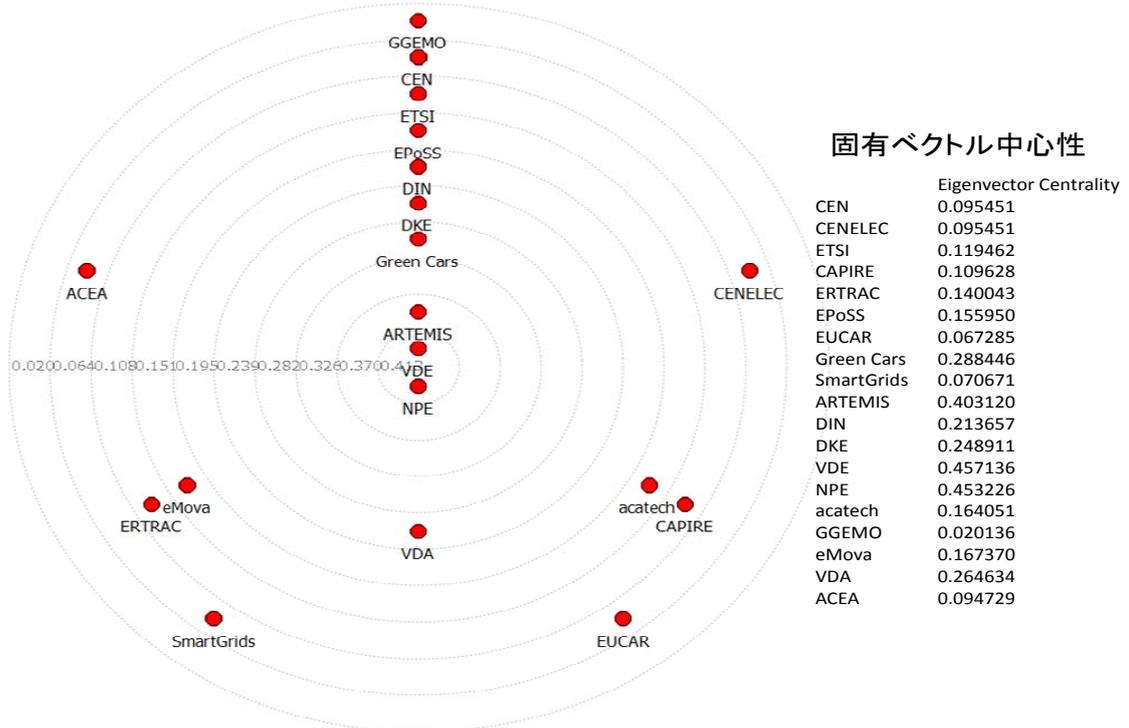
なお、先にふれたように、ドイツ・EU の間には、ニューアプローチ、ウィーン・ドレスデン協定というドイツ・EU が考えた民間企業間の標準がデジュリとなり易い仕組が存在している。これらの制度的な仕組が現実的にどのくらい機能しているのか、という点は今後の検討課題であろう。

Appendix 3 代表的な参加メンバーの傾向（大学、研究機関、政府/国際機関）

| | | Total | Intl SDO Total | EU Total | EU SDOs Total | EU Consorts Total | GER Total | GER SDOs Total | GER Cons Total |
|-------------------------|-------|-------|----------------|----------|---------------|-------------------|-----------|----------------|----------------|
| CRWTH | GER | 7 | 0 | 2 | 0 | 2 | 5 | 1 | 4 |
| Aachen Univ. | GER | 7 | 0 | 2 | 0 | 2 | 5 | 1 | 4 |
| Tech. TU MB | GER | 9 | 0 | 1 | 0 | 1 | 4 | 1 | 3 |
| Ulm Univ. | GER | 4 | 0 | 3 | 0 | 3 | 1 | 1 | 0 |
| Fraunhofer-Gesellschaft | GER | 3 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| ITRI | AS | 3 | 0 | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Others | GER | 27 | 0 | 12 | 0 | 12 | 23 | 3 | 20 |
| | EU | 3 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| | Total | 42 | 0 | 17 | 0 | 17 | 23 | 3 | 20 |

| | | Total | Intl SDO Total | EU Total | EU SDOs Total | EU Consorts Total | GER Total | GER SDOs Total | GER Cons Total |
|------------|---------|-------|----------------|----------|---------------|-------------------|-----------|----------------|----------------|
| ACEA | GER | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 2 |
| CENELEC | GER | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 2 |
| ETSI | GER | 4 | 0 | 1 | 0 | 1 | 3 | 1 | 2 |
| CAPIRE | GER | 3 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 2 |
| ERTRAC | GER | 5 | 0 | 4 | 0 | 4 | 1 | 0 | 1 |
| Green Cars | GER | 5 | 0 | 2 | 0 | 2 | 3 | 1 | 2 |
| SmartGrids | GER | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| ARTEMIS | EU | 3 | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| DIN | EU | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 |
| DKE | EU | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| VDE | EU | 3 | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| NPE | EU | 3 | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Others | GER | 25 | 0 | 9 | 0 | 9 | 15 | 4 | 11 |
| | EU/INTL | 14 | 0 | 10 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 |
| Total | | 52 | 0 | 19 | 0 | 19 | 20 | 6 | 14 |

Appendix 4 EV 標準化に関わる関連プログラム/機関の中心性



参考文献

- Bekkers, R. et al. (2002) "Intellectual Property Rights, Strategic Technology Agreements and Market Structure," *Research Policy*, 31(7), 1141-1161.
- DIN German Institute for Standardization (2009) "The German Standardization Strategy: An Update," DIN and DKE.
- Doz, Y. L., P. M. Olk and P. S. Ring (2000) "Formation Processes of R&D Consortia: Which Path to Take? Where does it lead?" *Strategic Management Journal*, Vol.21, No.3, pp.239-266.
- Farrell, J. and Saloner, G. (1988) Coordination through Committees and Markets, *Rand Journal of Economics*, 19-2, 235.
- Gawer ed. (2009) *Platforms, Markets, and Innovation*, Edward Elgar.
- Gawer, A. and M. Cusumano (2002) *Platform Leadership*, HBSP.
- Greenstein, S. and Stango, V. eds. (2007) "Introduction," in Greenstein, S. and Stango, V. (eds.) *Standards and Public Policy*, pp.1-16, UK: Cambridge University Press.
- 糸久正人 (2012) 「標準に対するユーザーとサプライヤーのコンセンサス：コンフリクトを克服した互恵性の達成」『研究技術計画』Vo.27, No.1.
- Katz, M. L. and Shapiro, C. (1994) "Systems Competition and Network Effects," *The Journal of Economic Perspectives*, 8-2 (Spring), 93-115.
- Leiponen, A. E. (2008) "Competing through Cooperation: The Organization of Standard Setting in Wireless Telecommunications," *Management Science*, 54(11), 1904-1919.
- National Platform for Electromobility (NPE) (2011) "Second Report of the National Platform for Electromobility," German Federal Government.
- 小川絢一 (2009) 『国際標準化と事業戦略：日本型イノベーションとしての標準化ビジネスモデル』白桃書房.
- 新宅純二郎・江藤学編 (2008) 『コンセンサス標準：事業活用のすべて』, 日本経済新聞社.
- 立本博文 (2011) 「競争戦略としてのコンセンサス標準化」, MMRC Discussion Paper Series, No.346.
- 徳田昭雄・立本博文・小川絢一編著 (2011) 『オープン・イノベーション・システム：欧州における自動車組み込みシステムの開発と標準化』, 同文館。

主要参考資料 (発表主体、発表時期不明のものが一部含まれている)

- Bremer, Wolfgang (2009) Normungsbedarf für alternative Antriebe und Elektrofahrzeuge (Need for the standardization of alternative drive and electric vehicles), Study carried out within the framework of the BMWi - supported "Innovation with Norms and Standards (INS)" project, Berlin, Supported by the Federal Ministry of Economics and Technology (BMWi) on the basis of a decision by the German Bundestag.
- Die deutsche Normungs - Roadmap Elektromobilität – Version 2, Jan. (2012).
- Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council (2009) "Establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy - related products," October.
- DKE German Commission for Electrical, Electronic & Information Technologies of DIN and VDE (2010) "German Standardization Roadmap E - Energy/Smart Grid," Frankfurt.
- Elektromobilität – Vorschriften im Bereich Kraftfahrzeugtechnik und Gefahrguttransporte (E - mobility regulations in automotive technology and the transport of dangerous goods); Report of the team "Vorschriftenentwicklung" in Working Group 4 (Normung, Standardisierung, Zertifizierung) of the German National Platform for E - mobility (NPE).

Focus Group on European Electro - Mobility Standardization for road vehicles and associated infrastructure Report in response to Commission Mandate M/468 concerning the charging of electric vehicles. Focus Group on European Electro - Mobility CEN - CENELEC Meeting Centre – Avenue Marnix 17, B - 1000 Brussels.

German Federal Government's National E - mobility Development Plan (2009).

The German Standardization Roadmap for E - mobility – Version 1.0.1, Nov.(2010).

VDE Study (2010) “Elektrofahrzeuge – Bedeutung, Stand der Technik, Handlungsbedarf” (“Electric vehicles – Significance, state of technology, need for action”), Energietechnische Gesellschaft (ETG) (Power Engineering Society in VDE), Frankfurt, Germany.

WG 4 – Benchmark paper Standardization and Certification. Nov. 30. (2010).

謝辞：

本研究は 2012 年度文部科学省科学研究費基盤研究 (B) の成果の一部であり、また車載エレクトロニクス・メーカー1 社ならびに ETH Zurich (Swiss Car Team)との共同研究にも負っている。