

「IoE 社会のエネルギーシステム」に関する研究会
運営支援及び特定調査分析業務
成果報告書（詳細版）（2019 年度報告）

2020年4月



一般財団法人
日本エネルギー経済研究所

内容

第1章	研究会の概要	1
第1節	本事業の目的	1
第2節	研究会の概要	2
第2章	研究会のスコープ	8
第3章	IoE 社会の展望	10
第1節	IoE 社会の実現と技術	10
第2節	エネルギーシステムと要素技術	13
第3節	IoE 社会の技術の展開と課題	19
第4章	IoE 社会を実現するためのエネルギーシステム	21
第1節	エネルギーシステムの概要	21
第2節	エネルギーシステムと各技術の便益	25
第3節	評価基準と定量評価	41
第4節	IoE 社会のエネルギーシステムと実現の課題	44
第5章	交通部門とエネルギー部門のセクターカップリング	46
第1節	セクターカップリングのサービス	46
第2節	セクターカップリングのアーキテクチャ	60
第3節	システムアーキテクチャの検討	68
第6章	交通部門とエネルギー部門に関するデータ連携基盤	72
第1節	エネルギー・環境に関する日本の主な統計データ	72
第2節	実証事業のデータ連携基盤	76
第3節	日本におけるデータ連携基盤の検討	79
第7章	今後の課題と展望	83
第1節	研究会での議論の概要と課題	83
第2節	展望(次年度のテーマ)	85
第8章	ヒアリング	88
第1節	モビリティ側のニーズ	88
第2節	モビリティサービス事業者のヒアリング	88

目次

図 1-1 SIP で取り組むテーマ.....	3
図 1-2 研究会体制図.....	5
図 1-3 研究会で扱うテーマと実施スキーム.....	5
図 3-1 IoE 社会のエネルギーシステムのイメージ.....	11
図 3-2 イノベーション・アクションプランの重点領域.....	12
図 3-3 ポテンシャル・実用化が期待される技術と課題.....	14
図 3-4 エネルギー需給解析結果(技術転換シナリオ).....	15
図 3-5 CO2 削減のための電化の貢献.....	16
図 3-6 部門別電化のポテンシャル.....	16
図 3-7 工場外地域の Smart-Grid、DER-system との連携制御.....	18
図 3-8 低炭素化を実現する電力ネットワークシステム.....	19
図 4-1 エネルギーシステムの概要と構成する要素技術の例.....	21
図 4-2 エネルギーシステムのネットワークアーキテクチャ.....	22
図 4-3 ネットワークアーキテクチャとユースケースの検討事例.....	23
図 4-4 欧州でのセクターカップリングのユースケース.....	23
図 4-5 エネルギー需給解析結果(技術転換シナリオ).....	24
図 4-6 Parker Project のアーキテクチャの概要.....	25
図 4-7 テーマ C-①との連携の例①.....	26
図 4-8 テーマ A の便益と他テーマとの連携.....	27
図 4-9 各テーマの便益と連携のイメージ.....	33
図 4-10 テーマ A とテーマ B の便益と連携のイメージ.....	33
図 4-11 テーマ A とテーマ C-②の便益と連携のイメージ.....	34
図 4-12 テーマ A とテーマ C-③の便益と連携のイメージ.....	35
図 4-13 テーマ A とテーマ C-②との連携と便益の事例①.....	44
図 4-14 テーマ A とテーマ C-②との連携と便益の事例②.....	44
図 5-1 PARKER(2016-18).....	49
図 5-2 REDISPATCH V2G(2018-2021).....	50
図 5-3 CITY-ZEN(2014-19).....	50
図 5-4 SMART SOLAR CHARGING(2014-19).....	51
図 5-5 GRID MOTION(2017-19).....	51
図 5-6 KOREAN V2G(2015-17).....	52
図 5-7 M-TECH LABO(2010-13).....	52
図 5-8 JUMPSMARTMAUI(2012-16).....	53
図 5-9 INVENT(2017-2020).....	53
図 5-10 NETWORK IMPACT OF GRID-INTEGRATED VEHICLES(2017-2020).....	54

図 5-11 Parker Project の概要.....	54
図 5-12 ノルウェーの EV の市場シェア	58
図 5-13 CO ₂ 削減目標とEV、MaaS(Mobility as a Service)の拡大.....	59
図 5-14 EV の導入量とVGI (Vehicle Grid Integration) サービスのイメージ	59
図 5-15 欧州での Interoperability(相互運用)に関する検討の段階	60
図 5-16 左:ビジネスレイヤー 右:機能レイヤー	61
図 5-17 左:コミュニケーションレイヤー 右:情報レイヤー	61
図 5-18 Parker Project のアーキテクチャ	62
図 5-19 発電～送電の主な規格.....	64
図 5-20 配電以下のレベル	65
図 5-21 システムアーキテクチャのイメージ.....	70
図 6-1 グリッドデータバンク・ラボの紹介と扱うデータ.....	75
図 6-2 中立的な組織を通じた電力データ活用のイメージ.....	75
図 6-3 実証事業に係る学術・技術文献データ(専門的内容の記事:査読付き論文、技術報告書等)	76
図 6-4 実証事業に係る事例文献データ(プロジェクト紹介の記事:雑誌、パンフレット等)	77
図 6-5 V2Hub の Insights 画面.....	78
図 6-6 V2GHub レポートの事例.....	79
図 6-7 内閣府のデータ連携基盤	80
図 6-8 環境エネルギー分野のデータ連携基盤のアーキテクチャイメージ	81
図 7-1 IoE 社会のエネルギーシステムのデザインの工程表.....	87

表目次

表 1-1 研究会メンバー一覧	4
表 1-2 研究会開催スケジュール.....	6
表 3-1 産業プロセス・熱の脱炭素化の可能性・ポテンシャルに関する文献例.....	17
表 4-1 テーマ A の便益例	28
表 4-2 テーマ B の便益例	28
表 4-3 テーマ C - ①の便益例.....	29
表 4-4 テーマ C - ②の便益例.....	30
表 4-5 テーマ C3 の便益例	31
表 4-6 カリフォルニア州におけるスマートインバータの規定 (Rule21)	38
表 4-7 欧州における自然変動電源に求められる要件と今回の改正①	38
表 4-8 欧州における自然変動電源に求められる要件と今回の改正①	39
表 4-9 太陽光発電区分別に求められる機能①	39

表 4-10	太陽光発電区分別に求められる機能②	40
表 4-11	アーキテクチャ検討候補、次世代スマートインバータの要件	40
表 4-12	テーマ A の便益評価手法、データ、バウンダリの検討	42
表 5-1	V2G Hub で把握するプロジェクトの到達レベル	46
表 5-2	V2G Hub で示されているサービスの整理	47
表 5-3	V2G Hub 個別プロジェクト一覧①	48
表 5-4	V2G Hub 個別プロジェクト一覧②	48
表 5-5	Parker プロジェクトで検討されたサービスとユースケース一覧	55
表 5-6	Innogy 社のサービスとユースケース	56
表 5-7	The Mobility House 社のサービスとユースケース	57
表 5-8	VGI サービスとユースケースの概要	57
表 5-9	プロトコル等と基準の対応の関係	63
表 5-10	IEC61850 と Open ADR	65
表 5-11	IEC61850 と ECHONET Lite の通信速度の比較	66
表 5-12	世界の主な EV 急速充電システム	67
表 5-13	車載用通信プロトコルの種類と通信速度	67
表 5-14	PLC の通信速度	68
表 6-1	電力関連統計情報	72
表 6-2	ガスに関する統計	73
表 6-3	エネルギー消費に関する統計	73
表 6-4	システムの需給に関する情報	74
表 6-5	インバランス料金・調整力に関する情報	74
表 6-6	V2G Hub レポートの事例とサービス	78
表 6-7	ユースケースと課題	81

第1章 研究会の概要

第1節 本事業の目的

我が国は国内のエネルギー資源に乏しいため、現状、ほとんどのエネルギー源を海外からの輸入に頼っている。国策としてエネルギー利用の無駄を省く省エネルギーを継続的に推進してきているが、緊急時のエネルギー供給途絶をはじめとしたリスクや脆弱性については、エネルギー消費の抑制のみで解決されるものではない。これらのリスクを考慮して、エネルギー需給構造の見直しが進められているが、近年の技術革新の動向を踏まえて中長期的な需要構造の変化について戦略的な対応が期待されている。新たなエネルギー技術として、モビリティ分野では電気や水素などを動力源とする次世代自動車や、ガス等を効率的に利用するコージェネレーションの導入がより低コストに実現可能になっていくことが期待されている、これらの技術を用いたエネルギー源の利用用途の拡大が、日本のエネルギー需給構造に大きな変化をもたらすようになっている。

世界的には温室効果ガス排出量の増大に関する懸念、取り組みが進められており、IPCC第5次評価報告書では、気候システムの温暖化について疑う余地がないこと、また、気候変動を抑えるためには温室効果ガスの抜本的かつ継続的な削減が必要であることが示されている。2015年末に開催された国連気候変動枠組条約第21回締約国会議(COP21)では、温室効果ガス排出の大幅な削減を目指し、2020年以降の新たな国際枠組みである「パリ協定」が採択された。「パリ協定」を実現するために、各国で温室効果ガス削減の努力、検討が進められている。日本でも2030年の長期エネルギー需給見通しを策定し、継続的に取り組みを進めることとしているが、IPCCの第5次評価報告書で示されるような大幅な温室効果ガス削減には、現状の削減努力の延長上だけでは達成が難しく、これまでの削減技術とは非連続的な技術も含めて、世界全体での排出量の抜本的な削減を実現するイノベーションを創出することが不可欠であるとされている。

日本での科学技術戦略の検討において多数の技術について検討が進められているが、エネルギー・環境分野で革新的な技術を生み出すイノベーションを創出するためには、個別の技術を強力に開発・導入していくことに加え、それら個別技術の確立・実用化と合わせて、個々の技術(機器・設備等)をネットワーク化し、“System of Systems”(SoS)としてエネルギーバリューチェーン全体で最適化を図ることが求められる。このために情報技術を活用した社会変革の中でこれらの実現が期待され、Society 5.0における、エネルギーと情報が融合する社会(Internet of Energy(IoE)社会)のエネルギーシステムをデザインすることが求められる。

また、温室効果ガス削減だけでなく、自然災害の影響拡大等も踏まえてこれからの社会に求められる要件としては、スマート化(Smart)、デジタル化(Digital)、強靱化(Resilience)が挙げられ、IoE社会に向けた取り組みにおいて、これらSDRを実現する社会の構築が期待される。

本報告書で検討する『IoE社会』とはInternet of Energy社会の略であり、エネルギー情報がインターネットにより結合され、情報交換することにより相互にエネルギー需給が効率的に管理される

社会である。温室効果ガスの大幅削減とともに SDR を実現していくためには、エネルギー毎のシステムとして電気、熱、化学エネルギー等を含めた様々なシステムの集合体であり、総合的なエネルギーマネジメントを実現するために、グランドデザインの策定が望まれている。

本事業では、Society 5.0 の IoE 社会の基盤技術システムについて、システム化することによって、基盤技術とエネルギーシステム相乗効果による便益実現が期待される中で、IoE 社会実現のための“System of Systems”を着実に社会実装することを目指す。特に IoE 社会におけるエネルギーシステムの設計について検討し、その実現に必要な共通基盤技術の開発、および顕在化している社会実装が必要な、以下の研究開発に資するものを目指す。

特に上記の目的に資するために、本事業では戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「IoE 社会のエネルギーシステム」(以下、「本課題」という。)の管理法人である国立研究開発法人科学技術振興機構(以下、「JST」という。)が実施する研究会の運営支援および特定調査分析業務を行った。

第2節 研究会の概要

第1項 2019 年度研究会の論点

本事業では「IoE 社会のエネルギーシステムのデザイン」において実施する「エネルギーマネジメント研究会」として、将来の IoE 社会の実現を目指したエネルギーシステムデザインに関して、特にエネルギーマネジメント視点から産業、民生、運輸等の部門を越えたエネルギーマネジメントのあり方に焦点を当てて議論を行った。研究会ではシステムアーキテクチャ、サービスのユースケース、便益評価のあり方から、データ連携まで多様な論点について議論を行った。

これらを含めて本報告書では“第 4 章 IoE 社会を実現するためのエネルギーシステム”、“第 5 章交通部門とエネルギー部門のセクターカップリング”、“第 6 章交通部門とエネルギー部門に関するデータ連携基盤”という形で整理した。2019 年度の研究会での主な論点と本報告書で関連する章の関係は以下の通り。

- システムアーキテクチャの検討(4 章、5 章)
- 関連サービスとユースケース(4 章、5 章)
- エネルギーマネジメントと各テーマの連携に関する便益評価(4 章)
- エネルギーマネジメントに関連するデータ連携(6 章)
- 産業分野の脱炭素化(本報告書では対象外)

上に関して、本研究会ではエネルギーマネジメントについて SIP 事業におけるテーマ A として中心的に議論した。また、SIP 事業における関連技術開発については、パワーエレクトロニクス(PE)についてはテーマ B、ワイヤレス電力伝送(WPT)については、テーマ C としてそれぞれに検討が進められており、本研究会ではエネルギーマネジメントの関連技術として、それぞれの検討の進捗

報告および連携のあり方について議論を行った。

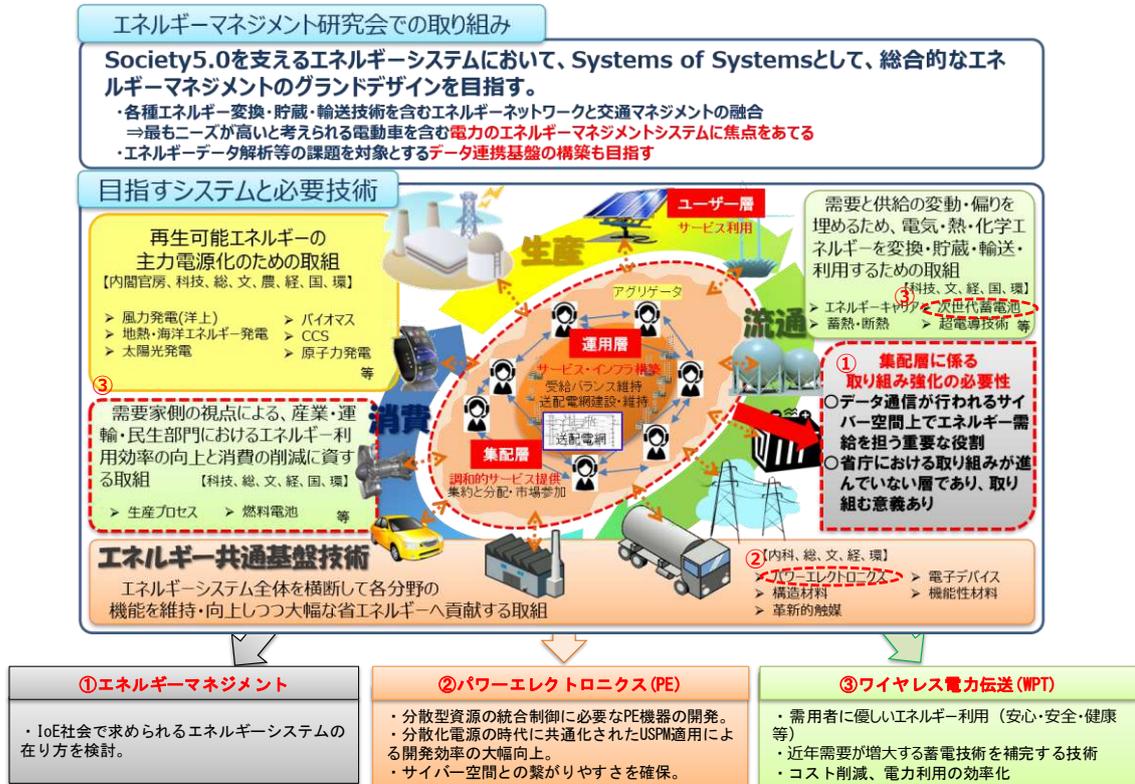


図 1-1 SIP で取り組むテーマ

(出所) エネルギー戦略協議会事務局資料(H29年3月22日)を基に改変。第4回研究会資料

第2項 研究会メンバーと体制

研究会の運営にあたり(一財)日本エネルギー経済研究所が第6回から事務局として担当し、2019年度は計4回実施した。研究会メンバーは、SIP事業のプログラムディレクター、サブプログラムディレクターおよびエネルギーシステム分析等に関する有識者で構成されている。

表 1-1 研究会メンバー一覧

プログラムディレクター (PD)	柏木 孝夫	東京工業大学 特命教授・名誉教授
研究会座長 サブプログラムディレクター (SPD) (テーマA)	浅野 浩志	一般財団法人 電力中央研究所 エネルギーイノベーション創発センター 研究参事
戦略コーディネーター	塩沢 文朗	住友化学株式会社 主幹 レスポンシブルケア部 気候変動対応 兼 技術・研究企画部
メンバー	高澤 哲也	内閣府 政策統括官付 参事官
メンバー	中納 暁洋	内閣府 政策統括官付 ディレクター
メンバー	國友 理	国立研究開発法人 科学技術振興機構 フェロー 兼 東京工業大学 科学技術創成研究院 特任助教
メンバー	大塚 進	国立研究開発法人 科学技術振興機構 調査役
専門委員	井村 順一	東京工業大学 副学長 兼 工学院システム制御系 教授
専門委員	中田 俊彦	東北大学大学院 工学研究科技術社会システム専攻 教授
専門委員	太田 豊	東京都市大学 工学部 電気電子工学科 准教授
サブプログラムディレクター (SPD) (テーマB)	高橋 良和	東北大学 国際集積エレクトロニクス研究開発センター 教授
サブプログラムディレクター (SPD) (テーマC)	床木 裕樹	株式会社 東芝 研究開発本部研究開発センター ワイヤレスシステムラボラトリー 上席エキスパート

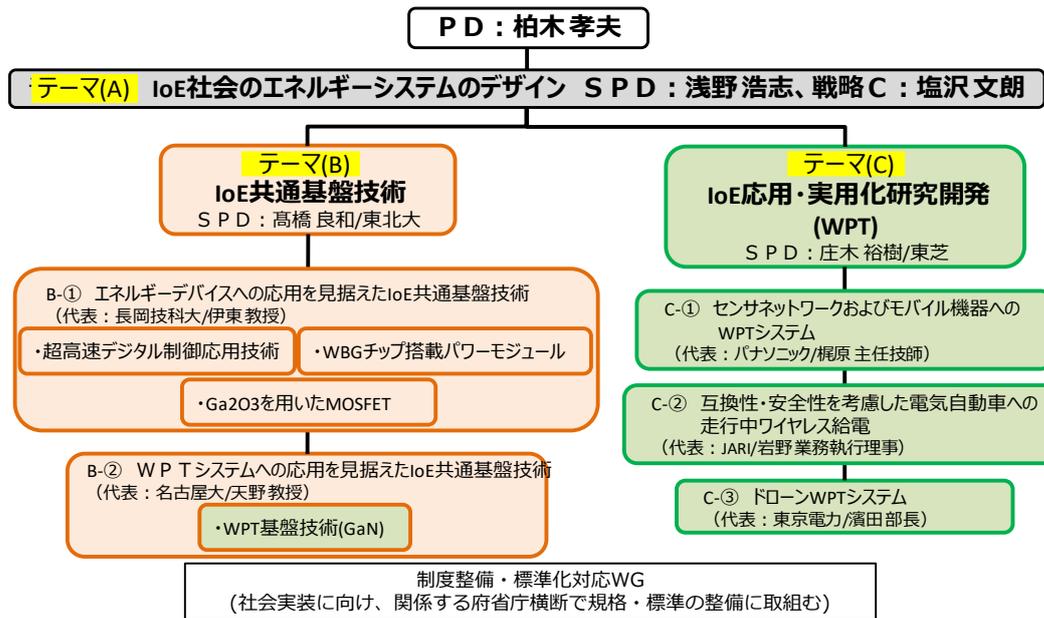


図 1-2 研究会体制図

研究会で取り組むべきテーマ、個別テーマと各テーマ代表者等は下記の通り。



図 1-3 研究会で扱うテーマと実施スキーム

第3項 研究会の開催スケジュール

2019年度内に(一財)日本エネルギー経済研究所が事務局を務めた研究会を4回開催した。

表 1-2 研究会開催スケジュール

	日付	テーマ
第6回	2019年11月13日	ヒアリング報告、欧州の取り組み、アーキテクチャの検討
第7回	2019年12月24日	ユースケースの概要、便益評価、産業分野の脱炭素化
第8回	2020年2月12日	サービスの取りまとめ、各テーマの便益評価、データ連携
第9回	2020年3月17日	テーマBとの連携、来年度の研究計画、地域エネマネ研究会、データ連携のまとめ

研究会ではテーマに沿い、IoE¹社会のエネルギーシステムの検討に向けた専門家のプレゼンテーション及び事前調査の報告、議論を行った。また、本事業では研究会に先立つ事前打ち合わせと研究会議論に基づくフォローアップを行うことで円滑な研究会運営を進めた。

本報告書では、2019年度内に(一財)日本エネルギー経済研究所が事務局を務めた研究会で発表された専門家プレゼンテーション内容を中心に、IoE社会におけるエネルギーマネジメントのあり方についての調査業務および研究会での議論を整理し、課題と展望をまとめた。

第4項 研究会での報告概要

2019年度の研究会での議論の概略は以下のとおり。

- 第6回研究会: 國友フェローから企業ヒアリング報告、事務局から調査報告としてノルウェーのEV普及の取組/CCS・CHAdemo・GB/T等の比較/VGIサービスの事例について報告した。三菱電機鈴木氏、國友フェローからアーキテクチャについての情報提供を受けて、協議を行った。また、國友フェローから課題間の連携について報告が行われた。
- 第7回研究会: 事務局および庄木SPDから便益、定量評価の検討について報告が行われた。便益評価の事例としてJARI(日本自動車研究所)皆川氏から走行中給電の経済成立性の検討について進捗状況が報告が行われ、便益について協議を行った。その後、塩沢戦略コーディネーターおよび黒田フェローから産業分野での熱エネルギーの脱炭素化に向けた取り組み

¹ Internet of Energy の略。エネルギーのインターネットの事で、様々なエネルギーがネットワークに接続され、情報交換することにより相互にエネルギーの需給管理を行う仕組み。(第4回研究会 柏木先生資料より)

の進捗について報告が行われた。

- 第 8 回研究会:事務局からヒアリング報告とサービス事例の概要とりまとめおよび便益、定量評価の検討について報告を行った。庄木 SPD と JARI 人見氏から走行中給電の経済成立性の検討の進捗状況、および高橋 SPD から USPM の検証の進捗について報告が行われた。その後、データ連携について中納委員および事務局からデータ連携の検討状況について報告が行われた。
- 第 9 回研究会:事務局からテーマ B との連携に関する関連情報を報告した。浅野 SPD から来年度の研究計画、塩沢戦略コーディネーターから地域エネマネ研究会について報告が行われ、エネルギーマネジメント研究会として来年度方向性などについて議論を行った。その後、塩沢戦略コーディネーターおよび黒田フェローから産業分野・熱エネルギーの脱炭素化のまとめ、國友フェローから産業分野、熱エネルギーへの IoE 適用の可能性について報告が行われ、IoE 社会での産業分野の脱炭素化とエネルギーマネジメント可能性について議論を行った。最後に高澤参事官よりデータ連携、データ基盤整備における実証事業で得られている文献データの紹介と事務局よりデータ連携のあり方のまとめについて報告が行われた。

第2章 研究会の Scope

社会・産業の構造変革の大きな潮流として、情報技術の進歩が目覚ましく、モノのインターネット (IoT)、人工知能 (AI)、ビッグデータ解析技術、情報通信技術 (ICT) 等の急速な発展とその社会実装が進展することが期待されている。より高度な情報技術を活用することで個別の製品や技術、更には複数の異なるシステム同士が容易に連携協調できるようになり、様々なバリューチェーンを通じて、社会に対して新たな付加価値が提供され、人々に豊かさをもたらす「Society 5.0」(超スマート社会)の実現に繋がるものと期待されている。

エネルギー・環境分野においても、世界的な温室効果ガス排出削減の取り組みの中で、これに貢献する新たな技術を開発、導入を進めていくことが期待される。さらに、それら個別技術の社会実装と合わせて、情報技術、IoT の導入により、産業、業務、家庭、交通などの部門をまたがってあらゆるエネルギー機器や電源の状態監視やリアルタイム制御が可能になることが期待され、エネルギー関連の機器や設備をネットワーク化し、エネルギーシステムとして統括的に捉え、システム全体として最適化を図る取組が求められる。

本事業において運営する研究会では、上のような社会的な流れを踏まえて「IoE 社会のエネルギーシステムのデザイン」において実施する「エネルギーマネジメント研究会」として、将来の IoE 社会の実現を目指したエネルギーシステムデザインに関して、特にエネルギーマネジメント視点から、産業、民生、運輸等の部門を越えたエネルギーマネジメントのあり方に焦点を当てて議論を行った。今年度は特に、国等における取組の中で大きな関心を集めている自動運転と親和性の高い電動車両のマネジメントと再生可能エネルギー電力を中心とする電力システムの統合制御を可能とする交通部門とエネルギー部門の連携について、セクターカップリングとしてそのあり方、便益について検討した。具体的にはセクターカップリングにかかるシステムのアーキテクチャ、各技術による便益の評価および関連データの整理とデータ基盤整備に焦点を当てた。交通とエネルギー部門のセクターカップリングを実現するシステムアーキテクチャの実現により、IoE 社会として再エネ等のグリーンエネルギーで走行可能な EV が普及することで地球環境への影響緩和とともにかつ、エネルギーシステムへの負荷を軽減できることが期待される。

本研究会で主に対象とするエネルギーマネジメント技術に関しては、ホームエネルギー管理システム (HEMS)、ビルエネルギー管理システム (BEMS)、スマートコミュニティ(環境配慮型都市)事業、仮想発電所 (VPP) 事業等、点から面までの各事業(実証事業が中心)が行われてきているところである。他方で近年特に運輸部門の電動化、自動運転が見通せる中で、交通部門とエネルギー部門のセクターカップリングが大きなテーマになりつつある。この課題に関して、本研究会ではエネルギーマネジメントが脱炭素化に及ぼす効果の大きさの把握を試みるとともに、エネルギーマネジメントを効果的に行うためのボトルネックを検討した。また、関連技術開発として SIP のテーマで

ある高性能のパワエレ機器普及による影響や新技術実装により移動する車載蓄電池への走行中給電の制御による影響についても検討を深めるとともに、これらの活用を念頭に置いたエネルギーシステムのアーキテクチャ、エネルギー・環境事業に関するデータ連携を取り込むアーキテクチャを含むエネルギーシステム設計手法について検討した。2019年度の研究会では、これらの論点についての議論を深めることで、関連テーマを含めたエネルギー利用最適化にも資するエネルギーシステムのグランドデザインの構築に資する情報を示すよう検討を深めた。

第3章 IoE 社会の展望

国内のエネルギー資源に乏しい日本のエネルギー事情、技術の潮流、世界的な環境問題への取り組みの加速化の中で、日本政府としても再生可能エネルギーを始めとする CO₂ゼロエミッション技術の更なる技術開発やコスト低減の重要性が指摘されている。また、技術の活用のためのシステム的アプローチが、今後我が国が最も主力を注ぐべき課題として認識し、産官学及び関係府省が連携し、システムの変革を目指す国家プロジェクトとして相応しいという観点から SIP での事業推進が検討され、本研究会を進めるにいたっている。SIP としての国家プロジェクトとして広く新たな技術を使った社会ビジョンが IoE 社会であり、その実現によって先の課題解決に資することが期待されている。

本章では IoE 社会が目指すところと、それを支える技術および実現のための課題について整理する。

第1節 IoE 社会の実現と技術

情報技術の進歩により、日本では内閣府を中心に Society5.0 のような新たな社会像が検討されている。その中で、エネルギーシステムについても、広範囲かつ深く情報技術を活用したシステムの構築が期待されている。これを踏まえて、エネルギー分野での情報技術の活用の深化として Internet of Energy (IoE) というビジョンが掲げられている。

IoE 社会では、エネルギーシステムにおけるエネルギーの需要に関する情報、エネルギーの供給に関する情報の高密度かつ高速に収集、活用されることで今までにないエネルギー関連サービスの提供を通じて、エネルギー需給に関する課題解決が期待されている(図 3-1)。

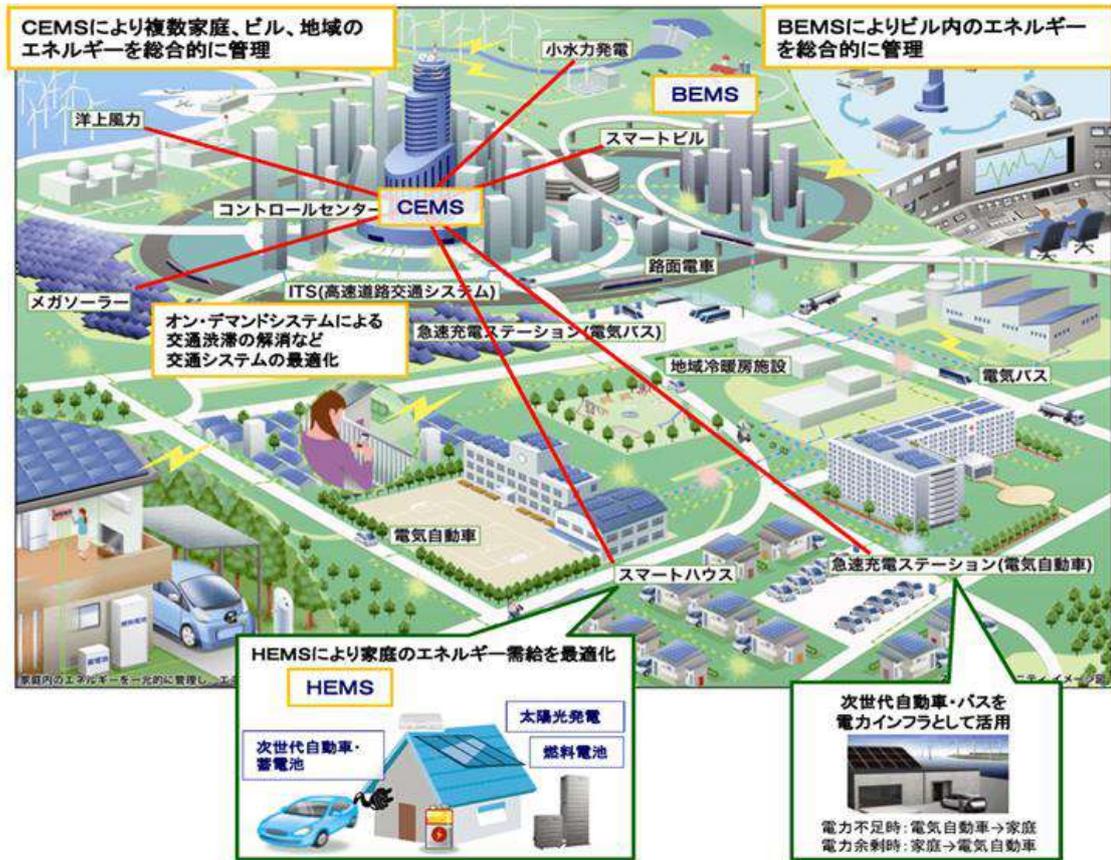


図 3-1 IoE 社会のエネルギーシステムのイメージ

(出所) 経済産業省 HP

また、この IoE 社会を構成する技術要素に関して統合イノベーション戦略推進会議では、革新的環境イノベーション戦略において、エネルギー利用のあり方、将来のエネルギーシステムの概要と関連する要素技術について示している(図 3-2)。

イノベーションアクションプランが示す通り、多様な分野において、また分野や部門をまたがってエネルギー・環境技術の進歩が期待されており、これらの活用のために各技術をつなぐ情報技術、ネットワークの重要性が注目される。

イノベーション・アクションプランの重点領域

技術領域で整理すると、①電力供給に加え、水素・カーボンサイクルを通じ全ての分野で貢献する非化石エネルギー、②再生可能エネルギー導入に不可欠な蓄電池を含むエネルギーネットワーク、③運輸、産業、発電など様々な分野で活用可能な水素、④CO₂の大幅削減に不可欠なカーボンサイクル、CCUS¹⁾、⑤世界GHG排出量の1/4²⁾を占める農林水産分野の5つが重点領域となる。

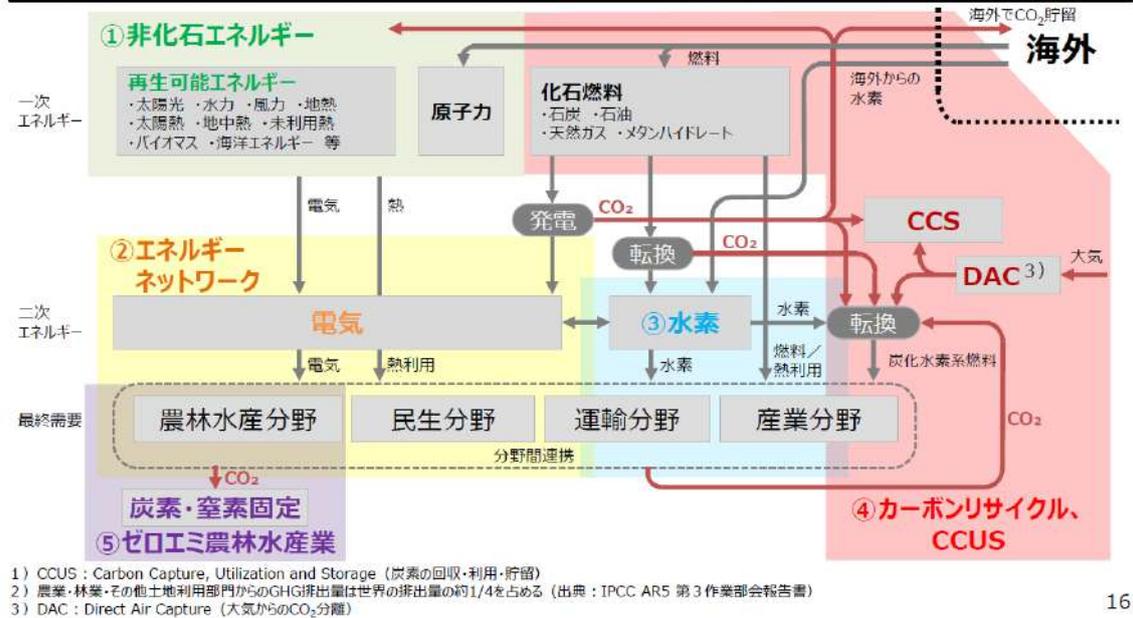


図 3-2 イノベーション・アクションプランの重点領域

(出所) 統合イノベーション戦略推進会議決定、革新的環境イノベーション戦略、2020年1月21日

革新的環境イノベーション戦略では特に“低炭素化を実現する電力ネットワークシステム”として、電力供給サイドと電力需要サイドを情報技術や新たなエネルギー技術を用いて、エネルギーシステムをつないでいくビジョンを示しており、まさに、IoE 社会が目指す情報技術を使ったエネルギーシステムの実現の具体例の一つと考えられる。また、再生可能エネルギーを活用し CO₂ からメタンを合成する技術(P2G:Power to Gas)を含めた炭素の利活用も今後期待される技術としている。

この点について、既に欧米をはじめ電力部門での低炭素化が進んでおり、この分野で情報技術の活用の深化が期待されている。そして、更に電力部門を中心に他部門との連携、セクターカップリングの深化が検討されているところであり、本研究会でもこれらの事例紹介を含めて IoE 社会の実現に関する議論が進められている。

第2節 エネルギーシステムと要素技術

将来の新たな社会像としての IoE 社会の実現に向けて、エネルギーシステムを構成する要素技術について、SIP として取り組むべきテーマを整理している(図 1-3)。研究会では特に IoE 社会を構成する要素としてエネルギーマネジメント、パワーエレクトロニクス、ワイヤレス電力伝送の 3 つのテーマに着目している。本研究会では、これらの要素技術の個別の検討の深化と各技術、テーマ間の連携を深めることで IoE 社会の実現に貢献するための検討を進めた。

第1項 重要業種、技術分野の抽出

多様なエネルギー・環境関連技術がある中で、各要素技術の導入と、それによる便益や効果に関して、2050 年やそれ以降の長期的なエネルギー・環境技術の動向と可能性を視野に入れた検討が行われている。経済産業省及び文部科学省が共同で開催している“エネルギー・環境技術のポテンシャル・実用化評価検討会”では、主に CO₂ 削減の視点から、議論が進められている。同検討会の報告書では以下の二点を指摘している。

- パリ協定を踏まえ、2050 年を見据えた脱炭素化社会の実現には、既存技術のコストダウンも含めたイノベーションが重要。
- エネルギー・環境分野の主要な革新的な技術、特に CO₂ 大量削減に貢献する技術について、ポテンシャル・実用化の観点から、現在の研究開発・実用化状況を確認、基礎基盤研究から社会実装までのボトルネック課題を抽出し、実用化に向けた長期的な研究開発の方向性等を提示。

将来の IoE 社会の実現のためには、これらの長期的な視野での検討事例を踏まえて、今後の技術の導入、実現を検討することが重要であり、本研究会での検討がこれらの技術導入の実現及び社会的な便益の実現にどのように貢献するかも研究会での重要な論点である(図 3-3)。

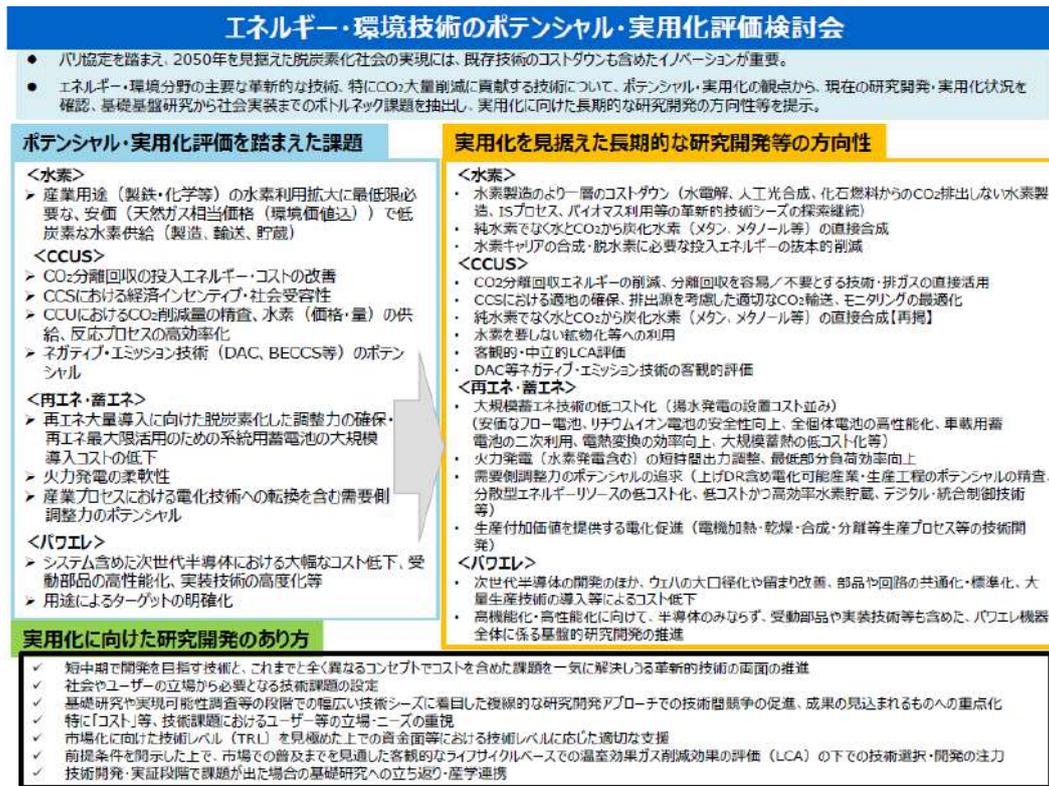


図 3-3 ポテンシャル・実用化が期待される技術と課題

(出所) 経済産業省、文部科学省、エネルギー・環境技術のポテンシャル・実用化評価検討会、2019年6月

また、将来のエネルギー・環境技術についての産学の検討事例として、日立東大ラボでは、「技術転換シナリオ」に焦点を当て、東京大学 藤井・小宮山研究室で開発した技術選択モデルを活用し、同シナリオにおけるエネルギーシステムを定量的に評価している。同、技術選択モデルは、一定期間においてCO₂削減量や発電設備の導入上限といった前提条件の下で、エネルギーシステムのコストを最小化するようにエネルギー技術を選択する同モデル分析では2050年におけるCO₂排出量を対2013年比80%削減することを前提条件に、エネルギーシステムを構成する技術について検討している(図 3-4)。同検討では大幅なCO₂削減にはエネルギー利用効率の向上と、再生可能エネルギーの活用、エネルギー需要部門での電気エネルギーの利用推進が重要であると指摘しており、部門をまたがった視点でエネルギー技術利用とその効果を定量的に示している。

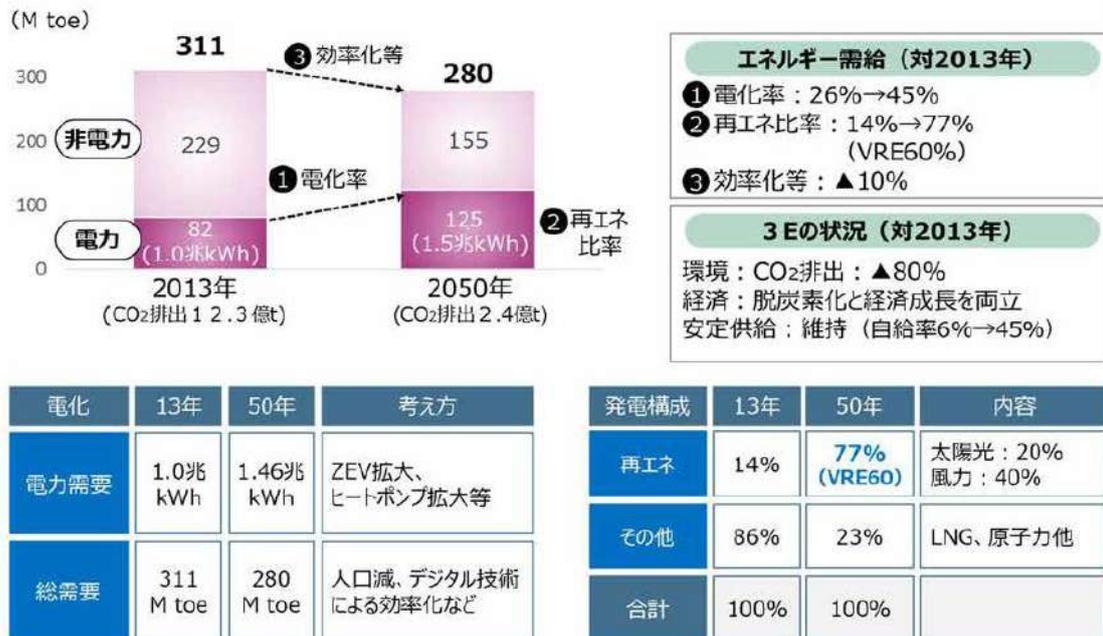


図 3-4 エネルギー需給解析結果(技術転換シナリオ)

(出所) 日立東大ラボ、Society5.0 を支える電力システムの実現に向けて、2019年4月17日

エネルギー需要における、ガス、石油、石炭からのエネルギー源の転換(電化)と再エネの利用については先述のエネルギー・環境技術のポテンシャル・実用化評価検討会でも指摘されている。電気エネルギーはエネルギー貯蔵が難しく、瞬時の需給バランスの確保が求められる。より多様な部門で利用するためには、瞬時のバランスを保つ仕組みが必要であり、そのための情報のやり取りの高度化を進めることで、これらを実現するIoE社会の実現が期待されている。

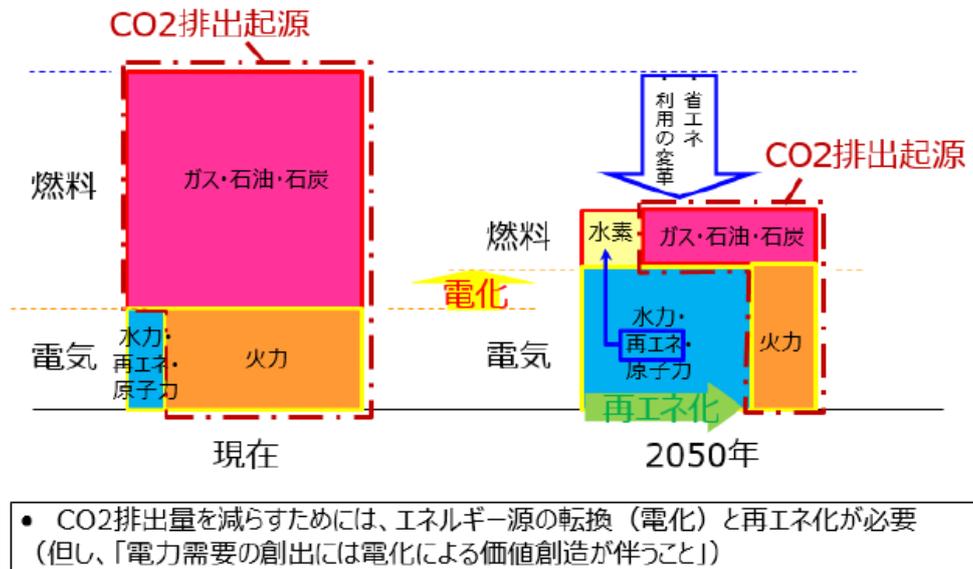


図 3-5 CO2削減のための電化の貢献

(出所)東京電力 HD 矢田部氏(第 8 回エネルギー・環境技術のポテンシャル・実用化評価検討会 資料 6)、2019

特に電化による脱炭素化の貢献に関連して、部門別に見ると産業部門での脱炭素化への貢献が期待されている。また、部門合計としては他部門より大きくはないが、運輸部門の中でも自動車の電化のポテンシャルが大きいとしている(図 3-6)。

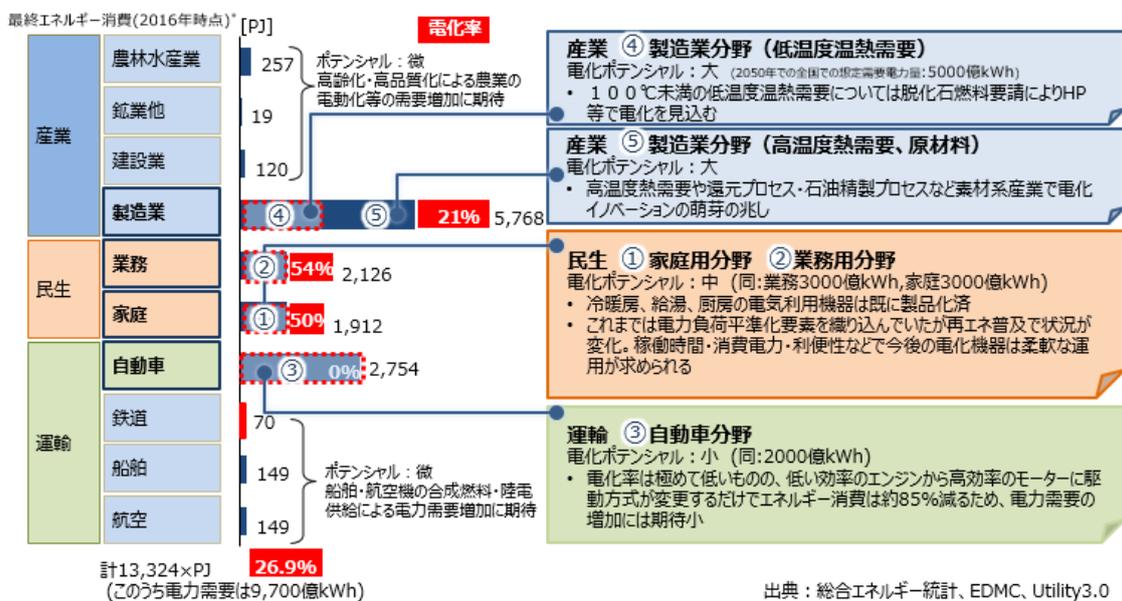


図 3-6 部門別電化のポテンシャル

(出所)東京電力 HD 矢田部氏(第 8 回エネルギー・環境技術のポテンシャル・実用化評価検討会 資料 6)、2019

特に産業プロセス・熱の脱炭素化の可能性・ポテンシャルについて、諸外国において多様な研究が進められている。

表 3-1 産業プロセス・熱の脱炭素化の可能性・ポテンシャルに関する文献例

文献名	発表日等	概要
ICEF Industrial Heat Decarbonization Roadmap (DRAFT) 2019.10	ICEF、2019年10月	産業分野で使用される熱エネルギーの使用実態の分析、産業毎に必要とされる熱エネルギーの特徴、低炭素熱源となるエネルギーの種類と特徴、産業分野の熱エネルギーの低炭素化のために必要となる政策等について調査、提言。
Renewable energy options for industrial process heat	Australia ARENA、2019年11月	オーストラリアの工業プロセス(エネルギー需要の42%、熱需要の52%)の再エネ化の方策をプロセス毎のエネルギー需要の特徴、再エネ毎のプロセス・エネルギーとしての利用可能性、産業立地と再エネ資源の分布の実態を考慮して分析。
US National Electrification Assessment	EPRI、2018年4月	電化の可能性を ①Conservative ②Reference ③Progressive ④Transformation の4ケースで想定。③、④では漸増型の炭素税の導入を想定。
Electrification in the Dutch Process Industry	Netherlands Enterprise Agency (RVO)他、2017年2月	産業プロセスの電化可能性について、技術成熟度、ボトルネック課題、ロードマップなどを掲載。

(出所) 第7回研究会資料より作成

以上の通り特に CO₂ に削減の観点から部門ごとに有望な技術が整理されている。また、電化等エネルギー源のシフトも今後期待されると取り組みの一つである。

第2項 IoT を利用したエネルギーマネジメントの事例

先述の通り多様な技術の利用と、特に電化を中心としたエネルギー転換のためには情報活用に関してより高度な仕組みが期待されている。一例として、産業部門でのこれら技術活用、IoT を利

用したエネルギーマネジメントによる低炭素化の取り組みがある(図 3-7)。この例では、工場内の各技術についてIoTを使ってより高度化するとともに、工場外地域の Smart-Grid や DER-system (Distributed Energy Resources-System:分散型エネルギー資源利用システム)との連携制御を行うことでシステム全体としてのエネルギー効率の向上と、低炭素エネルギーの活用が期待されている。

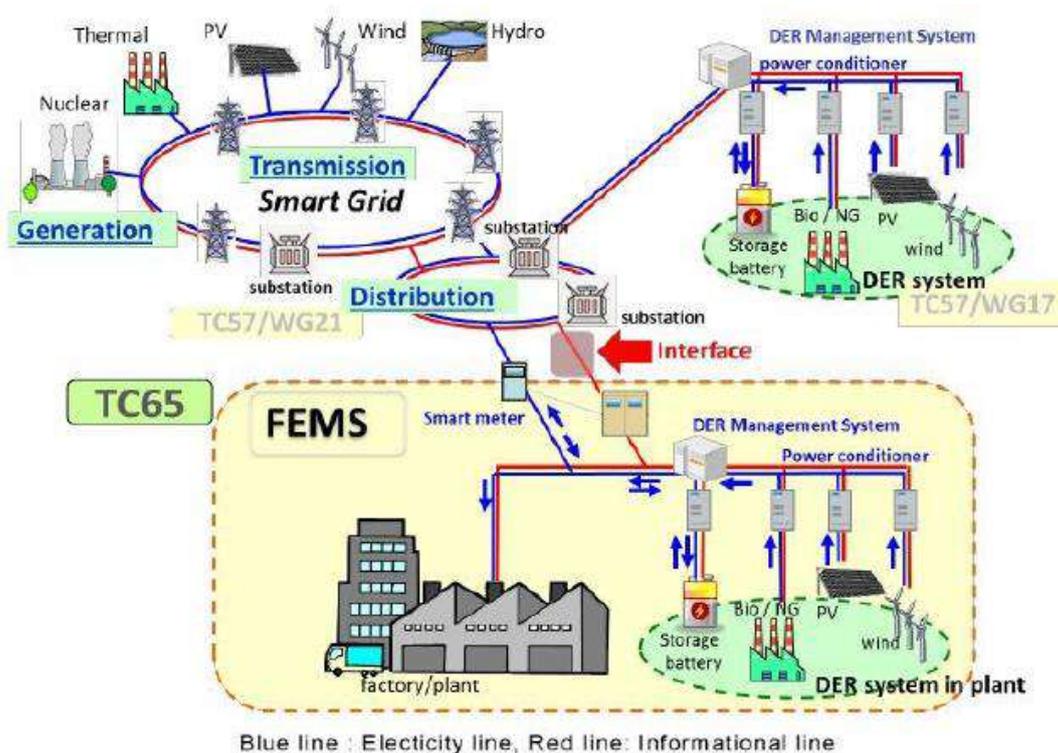


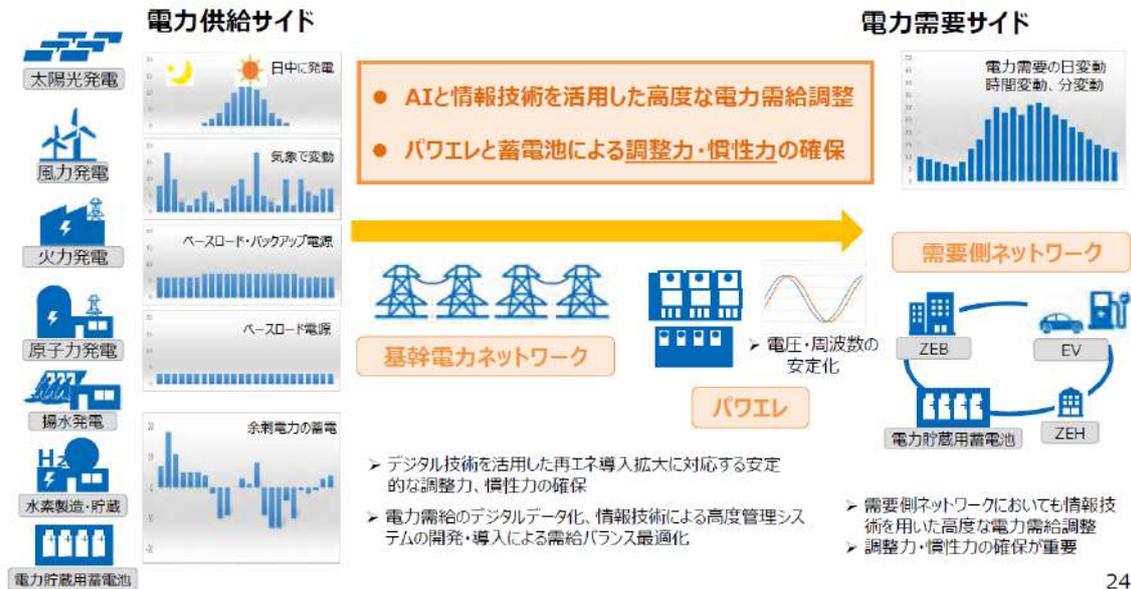
図 3-7 工場外地域の Smart-Grid、DER-system との連携制御

(出所) IEC/TS 62872 :System interface between industrial facilities and the smart grid

また、情報技術を使った部門をまたがるエネルギー需要の高度化としては、先述の通り革新的環境イノベーション戦略で示されている“低炭素化を実現する電力ネットワークシステム”があり、情報技術、IoT を使ったエネルギーシステムの実現の具体例の一つといえる。

(参考3) 低炭素化を実現する電力ネットワークシステム

非化石エネルギーによる電力供給と送電ロス、需要サイドの電力ロスを徹底的に低減するためのパワーエレクトロニクス技術が必須。低コスト、低炭素の制約のもと様々な時間スケールで電力の需給調整を行うためのデジタル・情報技術、AI活用が鍵。電力ネットワークのリジリエンスを維持するための調整力と慣性力の確保に資する、蓄エネ、パワーエレクトロニクス技術の活用。



24

図 3-8 低炭素化を実現する電力ネットワークシステム

(出所) 統合イノベーション戦略推進会議決定、革新的環境イノベーション戦略、2020年1月21日

IoE 社会において部門間を含めたエネルギー技術について、情報技術を用いて統合的に管理していくことはコアとなる要素であり、これを実現するための仕組み作り、これを実現したときの便益の検討が求められる。他方で、個別技術の導入評価に対して、これらを包括的に検討する仕組みや技術の導入効果の検討のためにはより広い視野が必要になる。よって、まさに IoE 社会の実現のために、これら包括的なエネルギーマネジメントのあり方について本研究会で議論を行った。

第3節 IoE 社会の技術の展開と課題

本章で挙げた通り、IoE 社会の実現を支える要素技術として、多様なものが検討されている。また、これらの技術の導入の影響に関して、特に CO₂ 削減効果を中心に定量的な評価が検討されている。これらの技術の導入にあたっては、個別技術の導入のための仕組み、経済性や便益評価とともに全体システムとの調和が求められ、各技術で導入可能な分野の可能性や導入に伴う便益が重複する場合等には、それらの考慮が必要である。また、これらを調和的に導入していくためにはシステム側の対応も必要となり、効率的な技術の導入を促すシステムのあり方についても検討が必要になる。

これらの点について本研究会では、システムの仕組みとして、システムアーキテクチャに関する議論、検討を進め、各技術によって期待されるサービスの例やユースケースのあり方を検討することで求められるアーキテクチャに関する議論を深めた。

各技術の展開にあたっては、技術それぞれの進歩とともにシステムとの調和を取ることで、これらが両輪となって導入が進むことが期待される。そのためにも本研究会でテーマ A を中心として全体を考慮しながら、テーマ B、テーマ C での各技術の動向との連携を深めていくことが課題となる。

第4章 IoE 社会を実現するためのエネルギーシステム

第1節 エネルギーシステムの概要

第1項 要素技術とエネルギーシステム

第3章で示した通りエネルギーシステムを構成する要素技術は多様である(図3-2、図4-1)。IoE社会におけるこれらの要素技術を活用するためには、エネルギーシステムの構築が必要である。エネルギーシステムの構築については、情報技術の発展に伴う制御技術、情報伝達の進化が期待されており、個別技術、システムを統括する System of Systems としてのエネルギーシステムの進化が期待される。

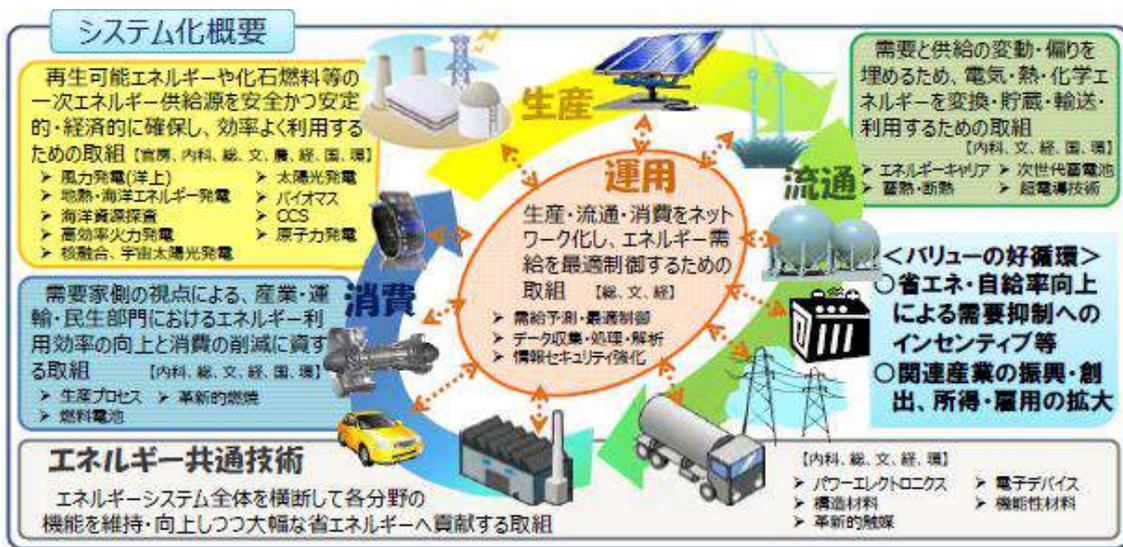


図 4-1 エネルギーシステムの概要と構成する要素技術の例

(出所)エネルギー戦略協議会事務局資料、2017年3月22日

IoE社会でのエネルギーシステムの検討には構成する要素技術の検討にとどまらず、需給関連情報を高速かつ大容量に伝達することを前提としたシステムの構築が求められる。このためには、今後、ネットワークアーキテクチャの構築が求められる可能性がある。システムアーキテクチャの検討にあたっては、その目的、用途毎にいくつかの層(レイヤー)に分けて検討される。具体的には実際のエネルギーをやり取りするための物理層、それにかかる情報のやり取りを担うサイバー層、そして最終的なサービスを提供するためのサービス層によって構成されることが考えられる(図4-2)。このアーキテクチャの構築がIoE社会のためのエネルギーシステム構築の中心的議論の一つであり、本研究会において今年度重点的に議論を進めたテーマの一つである。

エネルギーシステムのネットワークアーキテクチャ

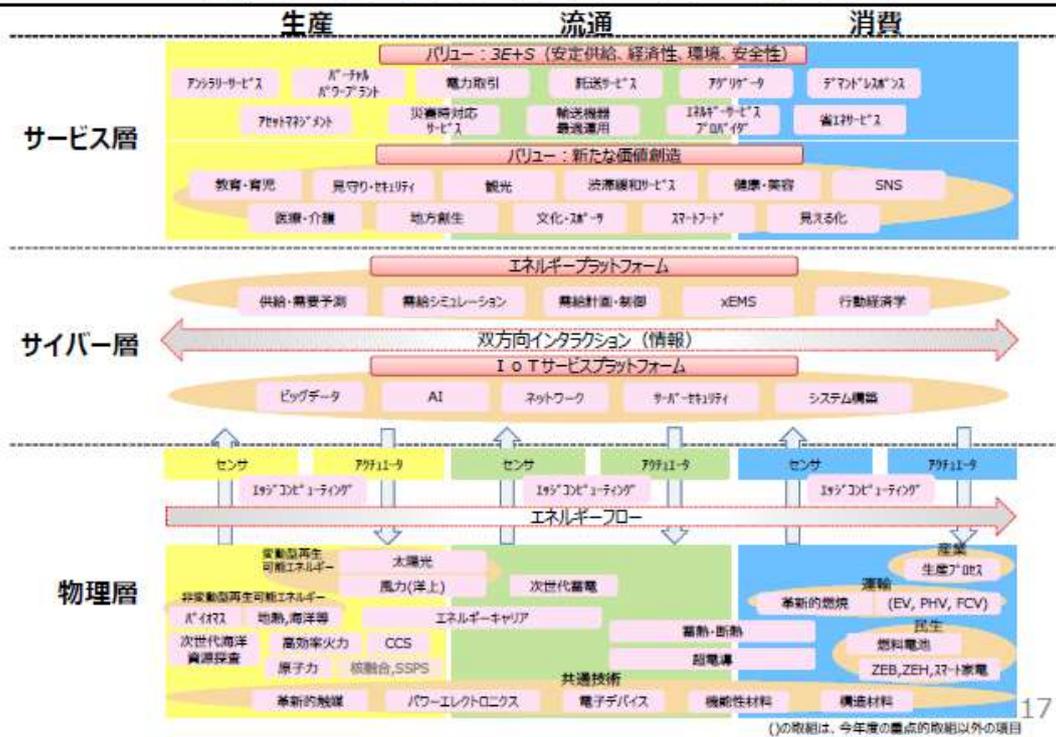


図 4-2 エネルギーシステムのネットワークアーキテクチャ

(出所) エネルギー戦略協議会事務局資料(H29年3月22日)

第2項 ユースケースとエネルギーシステム

システムのアーキテクチャについては、欧州で標準化に関して議論が進められており、期待されるサービスの在り方、ユースケースを踏まえて、それぞれのレイヤーの役割と連携について議論が行われている(図 4-3)。

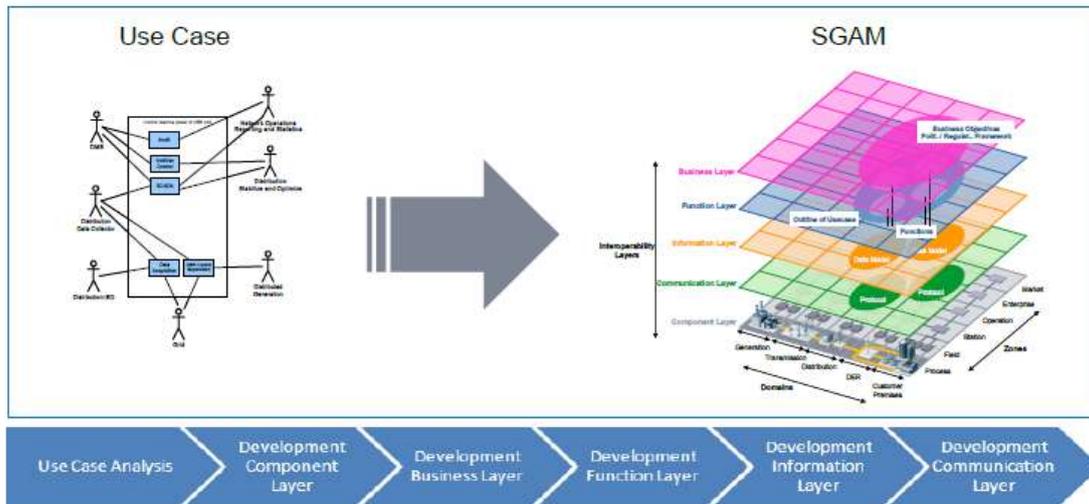


図 4-3 ネットワークアーキテクチャとユースケースの検討事例

(出所) CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group, CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group Smart Grid Reference Architecture, 2012 年 11 月

欧州の検討事例では IoT を使ったシステムがどのように使われていく可能性があるか、ユースケースの事例の整理が行われており、これに基づいて物理層、サイバー層、サービス層のそれぞれに求められる技術的要件や連携のあり方も検討されている(図 4-4)。

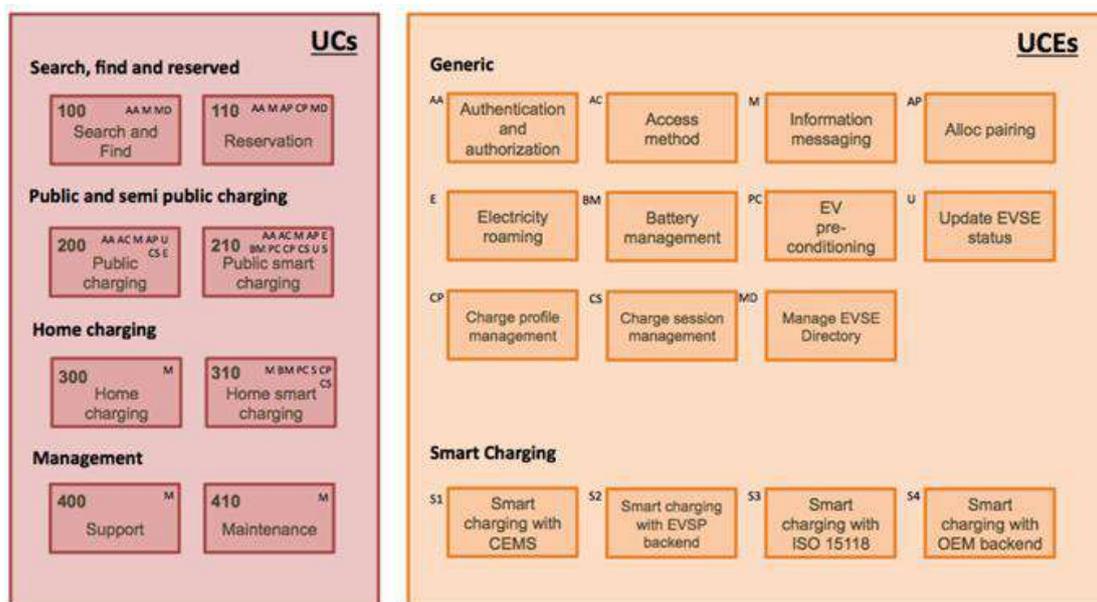


図 4-4 欧州でのセクターカップリングのユースケース

(出所) eMI3, V1.0 Electric Vehicle ICT Interface Specifications Part 1 Use Cases, 2015

また、日本での検討事例として日立東大ラボでは下図のような模式図を示しており、これらがエネルギーシステムや具体的なアーキテクチャを検討するための各層の連携を踏まえたコンセプト図として今後の議論の進展が求められる。

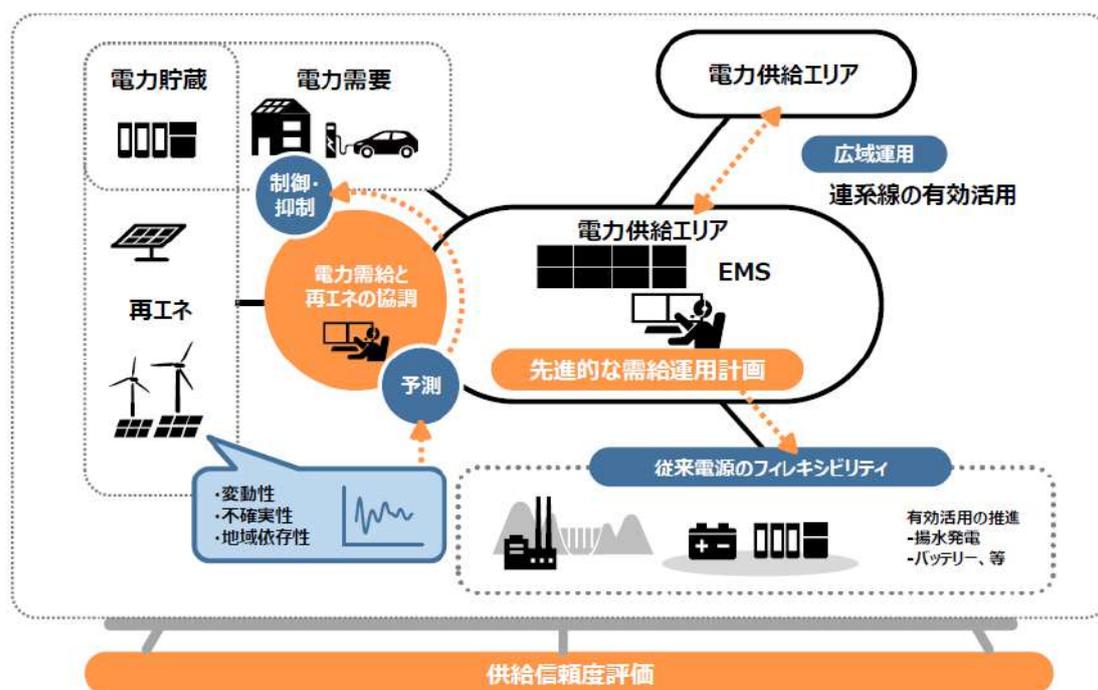


図 4-5 エネルギー需給解析結果(技術転換シナリオ)

(出所) 日立東大ラボ、Society5.0 を支える電力システムの実現に向けて、2019 年 4 月 17 日

これらを踏まえて、電気自動車の充電とエネルギーシステムとの連動というユースケースにおけるアーキテクチャの実例として、デンマークの実証事業である Parker Project のような仕組みが構築されていくことが考えられる(図 4-6)。これらの実証を通じてシステムアーキテクチャに求められる要件や手順の検討が進み、より汎用性の高いシステムアーキテクチャの議論にフィードバックされていくことが期待される。

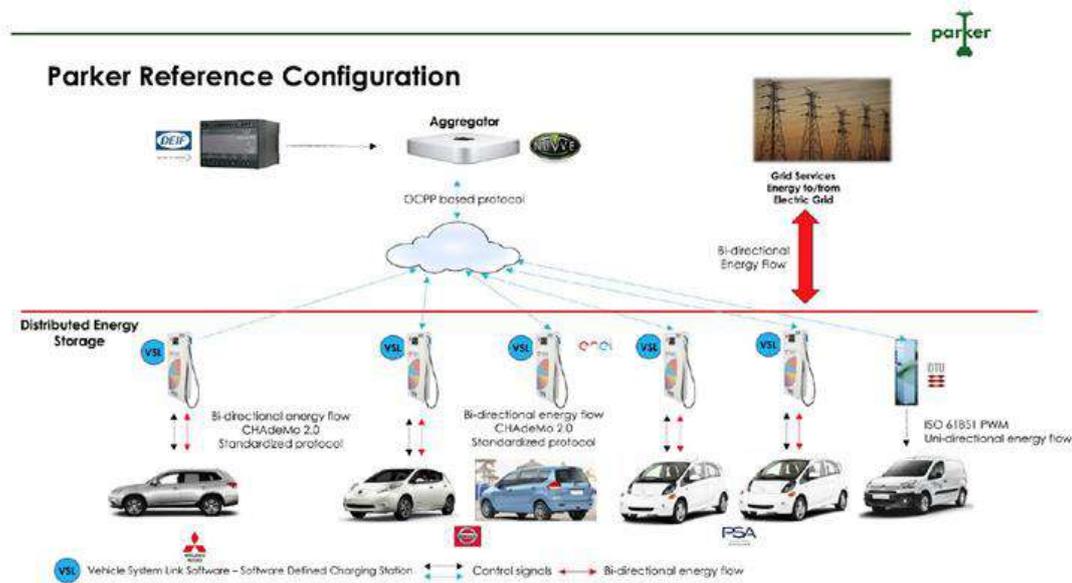


図 4-6 Parker Project のアーキテクチャの概要
(出所)Parker Project

第2節 エネルギーシステムと各技術の便益

各技術の導入による便益については、政府委員会等で議論が進められている。その上で、IoE 社会での技術導入とシステムの貢献については、より包括的な評価が求められる。本節ではまず、本研究会で検討する各テーマによるユースケースとそれに伴う便益を検討し、それらの個別議論を深めるとともに、システムとして各テーマが連携することによって生み出される便益について、項目出しと評価のあり方について検討している。主な項目として以下の点が挙げられる。

- エネルギーシステムを構成する要素技術、ユースケース等の検討
- 各テーマで検討している技術実現により追加的に実現できる便益の評価基準の検討
- 評価基準を定量評価するために必要な課題・データの整理
- IoE 社会、Society 5.0 実装時の社会的価値の収益化(マネタイズ)のあり方等

第1項 各技術のユースケース

本研究会では、テーマ A のエネルギーマネジメントを中心に他のテーマで検討している技術との連携も重要な論点である。それぞれのテーマで検討されている技術開発によって生み出された技術を用いた新たなサービスやユースケースの例が検討されており、それによって多様な便益を生み出すことが期待される。

例えば、近距離のワイヤレス電力送電を可能とする技術開発について議論しているテーマ C-① では、介護施設や工場などでの関連機器にワイヤレスで電力を送ることで配線などが不要になるこ

とが期待されており、図のようなサービス、ユースケースが考えられる(図 4-7)。

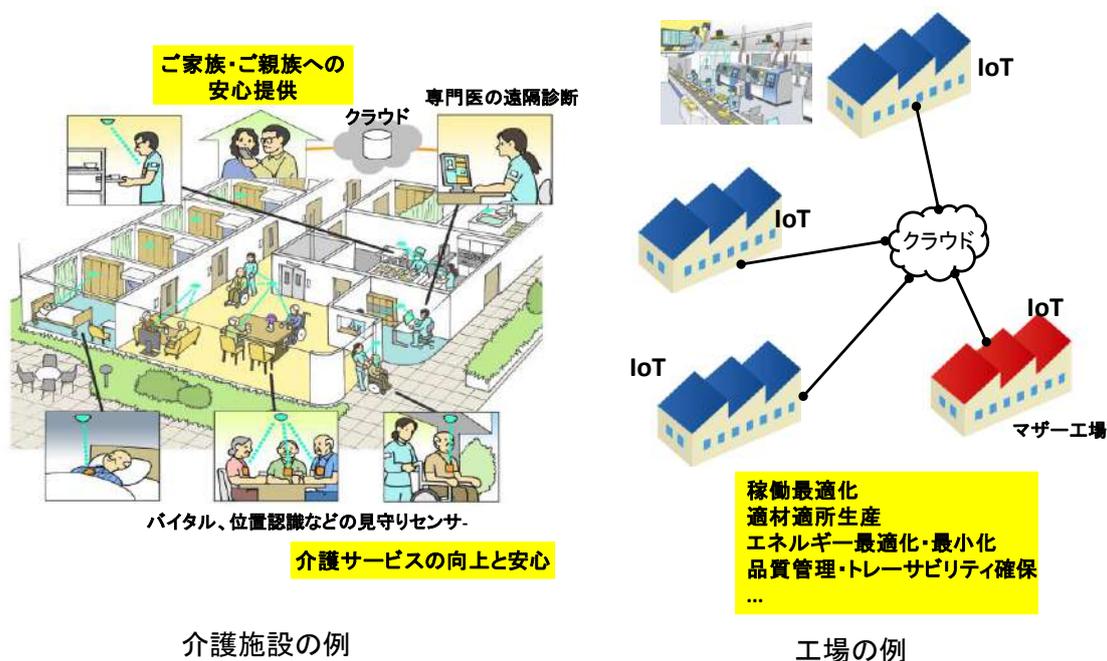


図 4-7 テーマ C-①との連携の例①

(出所) 第 6 回研究会

本研究会の各テーマで検討されている技術をはじめとして、各技術によって多様なユースケースが考えられる。例えば、上記の例であれば給電のワイヤレス化によって配線が不要になり、多様なレイアウトが可能であり、かつ柔軟なレイアウト変更、ラインの変更ができることが期待される。これが新たな技術に依る便益といえる。

SIP をはじめ国策としてどのような技術をどのように導入、評価していくかを検討するためには多様なユースケースについて、それによって社会的にどのような便益を生み出すかを特定化することが求められる。また、その時の費用やもたらされる可能性がある弊害などを考慮することも重要である。その上で、これらの便益を実現化していくことが IoE 社会における技術導入の貢献の実現につながる。次項以降において、本研究会で検討している技術導入に依る便益の事例の整理と、その定量的な評価のあり方について検討する。

第2項 便益の事例 (各テーマ単体)

IoE 社会の実現、新たな技術の導入によって大きな便益が期待される。便益の例としては、エネルギーシステムとしての効率性の向上から経済性の向上、さらには環境負荷の低減まで多様である。前項で示した各技術の利用によるユースケースによってどのような便益が得られるかも、便益を

得る主体、視点によって多様である。しかし、社会的な便益として広くとらえるために、便益を整理していくことが必要である。そして、整理された便益ごとに評価を検討することによって、IoE 社会の便益を明らかにし、もって便益を最大化するための検討を進めることにもつながる。

例えば、テーマ A であるエネルギー管理に関する便益と、他のテーマとの連携のあり方について脱炭素化、スマート化、レジリエンスの視点で整理する(図 4-8)。ここで整理した項目は一例ではあるが、その影響も大きいものから比較的小さいものまで含まれていると考えられる。このため、列挙した項目の深堀と影響の定量的な評価の両面の検討が求められる。

分類	具体例	課題間連携の可能性
A.環境負荷低減効果 脱炭素化	A1.再エネ余剰電力削減	C2との連携
	A2.再エネ自家消費促進によるCO ₂ 削減	Bとの連携
	A3.系統用・家庭用蓄電池削減に伴うエネルギー・素材投入削減	C1, C2との連携
	A4.充放電マネジメントによる蓄電池劣化の回避	Bとの連携
	A5.環境改善(ヒートアイランドや大気汚染・PM2.5の緩和)	B, C1, C2との連携
B.エネルギー効率向上効果	B1.XEMSを通じた「見える化」による消費電力量削減	Bとの連携
	B2.EV導入促進(車両効率改善)による一次エネルギー消費削減	B, C2との連携
	B3.高効率デバイスの普及による消費電力量削減	Bとの連携
C.需給安定化効果 レジリエンス	C1.送電網:需給調整への貢献(調整力の提供)	B, C2との連携
	C2.配電網:電圧制御への貢献	B, C2との連携
	C3.系統混雑の緩和	B, C2との連携
D.強靱性向上効果	D1.災害や停電時の電力供給への貢献(事業継続性への貢献も含む)	C3との連携
E.経済性改善効果 スマート化	E1.EV導入台数の拡大,再生可能エネルギー導入の拡大	B, C2との連携
	E2.エネマネ対応機器販売促進による国内メーカーへの経済波及	B, C1, C2との連携
	E3.V2Gピークカットによる系統発電設備削減	B, C2との連携
	E4.電力負荷平準化による系統電源の設備利用率向上	Bとの連携
	E5.系統用・家庭用蓄電池への設備投資削減	B, C1, C2との連携
	E6.蓄電池(系統, EV)のリアルタイム応答による電力卸価格安定化	B, C2との連携
	E7.エネルギーシステムの省人化(充電所等)	B, C2, C3との連携
F.その他	F1.レジャーやイベント,島嶼地域等での石油系発電機代替	C2との連携
	F2.コネクテッドカーによる交通最適化(渋滞緩和,最適ルーティング)	B, C2との連携
	F3.P2Pや機器間電力取引の促進(環境価値の顕在化)	B, C1との連携
	F4.地方でのモビリティ・エネルギーサービスの拡充・効率化(省人化など)	B, C1, C2, C3との連携

メリットを享受する
主なステークホルダー

国、その他

運用主体/
系統管理者

EV所有者/
利用者

図 4-8 テーマ A の便益と他テーマとの連携

また、テーマの単体での便益例として、それぞれ以下のような項目が研究会において挙げられている(表 4-1、表 4-2、表 4-3、表 4-4、表 4-5)。

表 4-1 テーマ A の便益例

波及効果 メリット	項目	メリット	活用例(市場)	効果
脱炭素、省エネ	XEMSの活用、見える化の促進	EMSの活用、見える化による省エネ行動の促進	エネルギー小売市場のサービス向上、省エネ法対応等	各部門のエネルギー消費量が、EMS、省エネ行動の推進によって〇%削減
	EV導入促進による効率向上	自動車のエネルギー効率向上、一次エネルギーの削減	低燃費、低排出自動車市場	既存の自動車がEVに置き換わることで環境負荷が〇%低減
	高効率デバイスの普及と制御	高効率デバイスの普及による消費電力量削減	各種デバイス、機器市場	既存のデバイスの高効率化による〇%省エネ
	再生エネ余剰の削減、自家消費促進	余剰再生可能エネルギーの有効活用	卸電力市場、非化石価値取引市場	エネルギーシステム制御の高度化によって再生可能エネルギーの余剰を〇%削減、出力抑制を〇%低減
	EV、定置型蓄電池の最適運用	エネルギーロスの低減、電池の劣化の防止	卸電力市場、需給調整市場、EV市場	蓄電池利用の協調を図ることで充放電ロスを〇%、設備余剰等を削減
	地域環境、天候を考慮したエネルギー・モビリティマネジメント	環境や天候を考慮したEV、エネルギーマネジメントの制御によるエネルギー消費、環境汚染物質の削減	モビリティサービス、卸電力市場	地域環境や天候に応じてエネルギー、モビリティシステムを制御することで渋滞の緩和とエネルギー消費、クリーンなエネルギーの活用と環境影響(ヒートアイランドや大気汚染・PM2.5の緩和)を〇%緩和
	島嶼地域等の自家発電	高コストな自家発電設備を再生エネと蓄電池で代替	島しょ部、イベント用の小規模自家発電	小規模なグリッドでの発電機を代替しエネルギー効率を〇%改善、環境負荷を〇%低減
レジリエンス	CASE、MaaSによる交通最適化	モビリティサービスの活用によって交通流を最適化	EV市場、モビリティプラットフォーム、公共交通機関	最適ルーティングによる渋滞緩和、事故リスクの低減と災害時の効率的なモビリティ運用。モビリティの利便性の向上
	EV、定置型蓄電池の最適運用	災害等発生時の安否確認、需給逼迫時の調整力の提供	EV市場、蓄電池市場、需給調整市場	EVを活用した災害時の安否確認、ロジスティクスの確保。需給逼迫時の追加供給力として〇万kWのEV、定置型蓄電池、EVの活用
	送電網の需給調整の高度化	調整力の確保、災害時の迅速な復旧	需給調整市場、容量市場	IoT、ドローン活用等による送電網の高度化により、災害発生時の被害の観測や多様なリソースを活用した広域での調整力の確保
	配電網の需給制御の高度化	DER大量導入時の配電網の電圧制御等、アンシラリーサービスの提供、災害時の迅速な復旧	需給調整市場、容量市場	IoT等による配電網の高度化によって、平時の需給運用の効率の改善
ノンエナジー	EV導入台数の拡大、再生可能エネルギー導入の拡大	エネルギーマネジメントの高度化によって導入可能なEV、再生エネが拡大	需給調整市場、非化石価値取引市場、EV市場	エネルギーマネジメントの高度化によってEVの導入可能台数が〇台増加、再生可能エネルギーの導入可能量が〇万kW拡大
	エネマナ対応機器の導入促進	関連機器の導入による経済波及効果	関連機器市場	エネルギーマネジメントの高度化によって対応機器の導入量が〇万台増加
	P2Pや機器間電力取引の促進	環境価値の顕在化、顧客ニーズにあったエネルギー取引の実現	非化石価値取引市場、エネルギー小売市場のサービス向上	環境ニーズの顕在化に依るEV、再生可能エネルギー導入ニーズの拡大
	モビリティサービスの拡充・効率化	サービスの高度化による効率化、人手不足対策とサービスの改善	EV市場、モビリティプラットフォーム、地方自治体	モビリティサービスの高度化により人手不足(〇人)を解消、もしくは人手が足りない地方などでのモビリティサービスの拡大、利便性の向上
	エネルギーサービスの拡充、システムの効率化	システムの高度化、効率化による人手不足対策とサービスの改善	エネルギー事業者、送配電事業者	システムの高度化により人手不足(〇人)を解消、地方でのエネルギーインフラの確保
	蓄電池(系統、EV)の導入、最適制御と市場参加	蓄電池設備の電力市場への参加の拡大により電力市場価格のボラティリティの低減と予見性の確保	卸電力市場、需給調整市場、容量市場	市場価格の予見性の確保によって、投資を呼び込む
	負荷平準化、DERの活用	送配電、発電設備投資の削減、設備利用率の向上	送配電事業者、容量市場	V2G等の活用によるピークカット、系統混雑の緩和によって関連設備投資を削減。また、設備利用率が〇%向上

表 4-2 テーマ B の便益例

波及効果 メリット	NO.	項目	メリット	活用例(市場)	効果
脱炭素、省エネ	(1) ※Peer review資料 p5	電源設計の単純化+統合容易	多品種への対応(2000種)	太陽光向けPCS	メガソーラ、家庭用、マイクローンバータ多種多様なPVシステムに低コストで対応可能
		大量生産によるスケールメリット	単価の劇的な低下	交流発電PCS	風力、中小水力、バイオディーゼルの多様なPVシステムに低コストで対応可能
		需要に応じた再生エネの活用	蓄電装置の最小化	相互連携マイクログリッド	用途に応じたパワエレ機器の普及拡大
	(2) ※Peer review資料 p4	6x203搭載したコア・パワーモジュール	ユニバーサル性とスマート性の両立	電鉄車両、エネルギー、産業分野	実用化時期の確度向上
		WBG搭載したコア・パワーモジュール	低インダクタンスによる制御性向上	電鉄車両、エネルギー、産業分野	広範囲の分野への適用
		電源設計の単純化+統合容易	パワエレ普及拡大	全パワエレのUSPM化	1700t以上のCO2削減
(3) ※Peer review資料 p4	大量生産によるスケールメリット	単価の劇的な低下	同上	同上	
	高効率パワーデバイスの普及	SiC以上の高性能パワーデバイス(Si)並みの価格で普及	全パワエレ(USPM以外含む)	耐圧600V以上のパワーデバイスの高効率化	
	PN1_grid forming inverter?				
レジリエンス	(1) ※Peer review資料 p5	電源設計の単純化+統合容易	多品種への対応(2000種)	エアコン、冷蔵庫、等の家電品	低価格化による普及拡大
	(1) ※Peer review資料 p5	パワエレ普及拡大		介護ロボット、小型エレベータ	仕様が多様化しても対応容易
		大量生産によるスケールメリット	単価の劇的な低下	介護ロボット、小型エレベータ	
	(2) ※Peer review資料 p4	モジュールのプラットフォーム化	多用途化	電鉄車両、エネルギー、産業分野	広範囲の分野への適用
	(3) ※Peer review資料 p4			全パワエレのUSPM化	世界で1.3兆円程度の市場効果
		大量生産によるスケールメリット	単価の劇的な低下	同上	同上

表 4-3 テーマ C-①の便益例

波及効果 メリット	項目	メリット	活用例(市場)	効果
脱炭素、省エネ	産業負荷の低減 生産性の向上	センサやモバイル端末への充電・給電をワイヤレス化することにより、工場内などのメンテナンスなどの作業のエネルギー負荷を低減したり、人員の移動に伴うエネルギーの低減につながる。	工場内でのロボットやセンサ	02削減12,600t 2025年に想定される3,500万のIoTシステムにおいて、1システムあたり年間1kWhの作業・移動等のエネルギー低減が行えると仮定すると、全体で3,500万kWhの電力低減になる。1kWhあたり360gのCO2削減になるという資料から、全体で12600tのCO2削減につながる。
	NPTセンサーネットワークによる電力見える化	HEMS) CO2削減(快適空間/省力化) 何を検知するセンサ? NPT利用によりセンシングの点での効果は?	住宅	CO2削減: 1,912,849t (2025年想定) 住宅ストック数の10%にNPT-IoTセンシングを導入し、1世帯当たりの年間平均電気消費量4,397kWhの25%削減できたとき。
		HEMS) CO2削減(管理コスト削減/省人化) 何を検知するセンサ? NPT利用によりセンシングの点での効果は?	オフィスビル	CO2削減: 19,560t (2025年想定) 全国のビルの10%にNPT-IoTセンシングを導入し、ビルの年間平均電気消費量2,786,052kWhの20%削減できたとき。
		FEMS) CO2削減/コスト削減/品質向上/省人化 何を検知するセンサ? NPT利用によりセンシングの点での効果は? ※下記「工場のIoT化」と同じ?	工場(主に製造業)	CO2削減: 782,469t (2025年想定) 全国の第3次産業の従業員300名以上の大きな民営事業所の10%にNPT-IoTセンシングを導入し、35%の削減(1/3削減)できたとき。
	スマートメータのNPT化(屋外)	NPTにより、電源がないところにスマートメータ(ガス、水道、電気などの使用量・流量の把握するため)を設置・設置できる利点は、①メンテナンスの費用と時間を減らすことができ、これにより装置の稼働率を上げることによって生産性を向上できる。また、遊んでいる装置を減らすようなプロセス管理も可能、生産性を向上できる。	ガス事業者・水道事業者・電力事業者によるスマートメータ設置と利用	【ガス・水道・電力量の効率利用(無駄の排除)】ガス・水道・電力の供給量の最適化マネジメントの実現により、供給量の利用率の向上 【停止時間の最小化】災害時、故障時などにおける問題箇所の早期把握と復旧時間の短縮化 【省人化】検針・点検業務の効率化
	電力プラントのIoT化(屋内)	発電所など電力プラントにおいて、NPTを利用することにより、人の立ち入り難い箇所等に正常運転確認や異常検出のためのセンサ(カメラ、温度など)を配置・設置することができ、メンテナンスの費用と時間を減らすことができる。結果的に、発電所での稼働等の停止時間を削減でき、発電所としての稼働率が上がり最大の発電能力を維持できる。	電力プラント内センサ(カメラ、温度など)	【発電能力の効率向上】発電所の電力供給の停止時間を削減することにより、発電所の稼働効率を上げることができる。平均の発電能力を向上させる。 【メンテ・点検費用の削減】メンテ・点検・修繕などの費用(人件費も含む)の削減 ※別表に電力量、稼働・維持費用の具体的な数値あり
	工場のIoT化(屋内)	NPTにより、電源がないところにライン装置等の稼働状況検知のセンサ(カメラ、工程管理データ等)を多く設置・設置できる利点は、①メンテナンスの費用と時間を減らすことができ、これにより装置の稼働率を上げることによって生産性を向上できる。また、遊んでいる装置を減らすようなプロセス管理も可能、生産性を向上できる。	工場内センサ(カメラ、工程管理のためのデータ読み取りなど)	【工場の利用率の向上】点検・メンテナンスによる停止時間を削減することにより、工場の稼働効率を上げることができる。 【メンテ・点検費用の削減】メンテ・点検・修繕などの費用(人件費も含む)の削減 【製品等の品質向上】緻密な工程管理による製品等の品質が向上する。歩留まり率の向上。
	高電圧センサへのNPT(屋内)	高電圧のセンサは絶縁する必要があるため、有線ではなく無線で給電することにより絶縁に対応できる。NPTの利用により、電氣的に絶縁できた状態でのセンシングができる。	高電圧センサ	【配電などの停止時間削減】点検やメンテのために配電停止などの時間を削減することにより、配電の稼働効率を上げることができる。 【メンテ・点検費用の削減】メンテ・点検・修繕などの費用(人件費も含む)の削減
	鉄塔・変電所のセンサへのNPT(屋外)	鉄塔上のセンサは遠隔にあり電池交換の手間がかかるので、NPTにより、電池交換不要で長期的に利用できるセンサを構築できる。	鉄塔・変電所のセンサ	【配電などの停止時間削減】点検やメンテのために配電停止などの時間を削減することにより、配電の稼働効率を上げることができる。 【メンテ・点検費用の削減】メンテ・点検・修繕などの費用(人件費も含む)の削減
	ビニールハウスの温度管理のIoT化(屋内/屋外?)	ビニールハウス内はガスで温めている。NPTにより、電源不要の温度センサを数多く設置できることから、ビニールハウス内での緻密な温度管理が可能になる。	農業用ビニールハウス内のセンサ	【緻密な温度管理による省エネ】ビニールハウス内の温度管理の最適化による省エネ。 【温度管理設置費用の低減】電源フリーのセンサによる温度管理が実現でき、温度管理ビニールハウスの設置費用の低コスト化。 【作物の品質向上】緻密な温度管理により作物の品質が向上する。
分散センサへのNPT(屋外)	環境測定(山中での土壌、気候、湿度、有害物質検出など)、海上での高温、海流、ゴミ検出など)や災害時等の救助目的などのために電池レスセンサをばらばらに、NPTにより、充電・給電が可能になり、長時間センサを利用できる。長期の環境調査や救助活動に有効。 ※センサへの充電・給電には、送電機能搭載のドローンの活用が有効と考えられる。	環境測定もしくは救助用分散センサ	【環境測定データの有効活用】CO2削減効果を含む陸上・海上等での地球環境の測定・改善に貢献。 【救助時の効果】人命救助の効果。	
水流計・水位計へのNPT(屋外)	NPTにより、河川等の流水・流量計を電源の無いところにも設置でき、きめ細かな水流、水位の測定が行える。水資源の有効活用、水力発電における水資源の有効活用、災害時の水位測定などが可能。 ※センサへの充電・給電には、送電機能搭載のドローンの活用が有効と考えられる。	水資源活用や水力発電に対応する水流計・水位計、災害対策用の水位計など	【水資源の効率的活用】河川、湖沼などの水資源の効率的活用による効果。 【水力発電における水資源の有効活用】水力発電に利用する水資源の予測・活用による、最大効率での水力利用。 【災害対策】災害時の水位測定による災害予測や災害防止効果。 ※センサへの充電・給電には、送電機能搭載のドローンの活用が有効と考えられる。	
レジリエンス	安心・安全なセンサネットワークの実現	電源供給が有線から無線になることにより、工場内などの監視・点検・管理目的のセンサへの設置が柔軟にできる(安心・安全目的での最適配置が行える)ため、安心・安全面での効果が向上する。	工場内の監視・点検・管理などの目的の各種センサ	安心・安全面の効果をどのように定量化するかは課題
ノンエナジー	電源を意識しない新ネットワーク構築	充電・給電がコードレスになること、意識しなくても端末の電池がなくなるというコードがなくなることで家電機器の配置が柔軟にできる。	携帯端末、情報端末(ゲームなども)、家電機器など	経済効果として、モバイル端末(スマートフォン、タブレットなど)の市場規模が1,270億円(2025年、国内) 2025年スマートフォン市場で240万台システム、搭載率47%として550億円、タブレット端末240万台システム搭載率30%として230億円。(富士経済推定、NPT機器を3,200円~3,500円と想定)。更に、送電インフラ市場として100万台システム×5万円=500億円を仮定)
	工場内センサへの自動充電・給電	工場内センサへのメンテナンス負担軽減	工場内のIoTセンサ	経済効果として、IoTセンサの市場規模が3,750億円(2025年、国内) 2025年のIoTセンサシステムは250万台システム、12.5兆円規模(矢野経済研究所資料より推定)。うち、NPT搭載率30%、システム中のNPTコスト比率10%として、3,750億円)
	生体センシング、位置把握・管理、見守りなどのセンサにNPT機能を付加	ヘルスケア、介護の現場での管理側の作業負担軽減や介護サービスの充実	病院や介護施設などでの高齢者用のヘルスマニタリングや位置把握等のセンサおよびその管理システム	経済効果として、市場規模が500億円(国内、2025年) 生体センシング、位置把握・管理、見守りなどのセンサにNPT機能を付加し、市場規模500億円の10%に搭載されたと仮定。システムやサービスビジネスも考えると更に増える。
	電波の有効利用促進	他の無線システムが利用する周波数帯域がワイヤレス電力伝送システムとも共用できる。	全NPTシステム	周波数帯域の利用効率の向上 (無理やり定量的に表現するとしたら、単位周波数帯域あたりの全無線システムの収容端末数が◎◎倍になるとか)

表 4-4 テーマC-②の便益例

波及効果				
メリット	項目	メリット	※Peer review資料 p14~20、統括的にはP7(①~③に関連)	
脱炭素、省エネ	A1: EV化	CO2削減	活用例(市場) 空港とタクシープール済 ⇒'20.1.8までに 全シナリオを示す予定	効果 定量評価あり
	A2: 電池軽量化	CO2削減	フェーズ3の評価是非 ⇒同上	定量評価あり
	B1: EV化	省エネ	市場規模の前提確認 ⇒全国規模で2030年に16%(67万台) と云う予測があるが、今回のシナリオは地域レベルの規模	定量評価あり ⇒CO2削減と省エネの違いは? ⇒別効果として計上している。
	B2: 電池軽量化	省エネ		定量評価あり
	G1: スマートシティ対応 ⇒AC連携		*1: AC連携のシナリオ・ユースケースの作成が必要(効果はその後を検討されるべき)	
	他: EVの普及拡大 ⇒AC連携		*1	
レジリエンス	G1: スマートシティ対応 ⇒AC連携		*1	
ノンエナジー	C1+C2: 給油/充電時間削減	利便性		定量評価あり
	C3+G2: 充電渋滞時間/対策費削減	利便性、コスト減		
	D1: 電池軽量化	コスト減		経済効果として、モバイル端末(スマートフォン、タブレットなど)の市場規模が1,270億円(2025年、国内) 2025年スマートフォン市場で34百万システム、搭載率47%として550億円。タブレット端末24百万システム搭載率30%として230億円。(富士経済推定、WPT機器を3,200円~3,500円と想定)。更に、送電インフラ市場として100万システム×5万円=500億円を仮定)
	F1: 新規系統設備の整備費減 ⇒どのようなメリットですか?	電源負荷分散効果により系統引込電力の低減(系統側変電所設置場所を既存変電所内に変更出来る)		経済効果として、IoTセンサの市場規模が3,750億円(2025年、国内) 2025年のIoTセンサシステムは250万システム、12.5兆円規模(矢野経済研究所資料より推定)。うち、WPT搭載率30%、システム中のWPTコスト比率10%として、3,750億円)
	F2: EV化	排ガス系道路整備費減		経済効果として、市場規模が500億円(国内、2025年) 生体センシング、位置把握・管理、見守りなどのセンサにWPT機能を付加し、市場規模5000億円の10%に搭載されたと仮定。システムやサービスビジネスも考えると更に増える。
	F3: 駐車マスや充電器設置費減	コスト減		定量評価あり
G1: スマートシティ対応 ⇒AC連携	同上		*1	

表 4-5 テーマ C3 の便益例

波及効果 メリット			※Peer review資料 p4	
項目	メリット	活用例(市場)	効果	
脱炭素、省エネ	(IoT社会のエネルギーシステムの末端にドローンがあるとしたらその役割は?) (ドローンとセンサの組み合わせにより、エネルギーシステムの安定化や強靱化のためデータ収集や配達したいことではないですかね・・・)	人に代わり、必要な時に状態や状況等のセンシング、モニタリング、電力システムの調整力 旧現場支援 ③危険立入困難地域・箇所等の監視(例:火山噴火、山岳斜面崩壊等)	①スマートコミュニティのIoTセンサ ②地震、台風等自然災害復旧現場支援 ③危険立入困難地域・箇所等の監視(例:火山噴火、山岳斜面崩壊等)	①-1:人と機材の大移動・輸送からドローンの自律自動運転移行によるエネルギー効率化 ①-2:ドローン充電基地への蓄電池併設・群制御による再エネ抑制止 ※ドローンおよび充電ポートが大量に普及すれば、再エネ調整力として機能 ②:EVと組み合わせたシステムによるEV活用社会による効果 ③:人力による燃料等補給ゼロの仕組みによるエネルギー効率化 その他 ・小電力センサへの電力供給やセンサデータの収集 ・赤外線カメラ等により24時間稼働し、夜間の探索などにも活用可
	宅配(郵便なども含む)ドローン	宅配網の迅速化・効率化による産業負担軽減	宅配網におけるラストワンマイルへのドローン適用	エネルギー消費量25,000GJ/年削減、CO2換算で2千t/年削減 一部配達業者への導入による試算例: ・ヤマト運輸の全事業所センター7012箇所の中の半分にあたる3500箇所を実施 ・各事業所で1日4回(各往復4km)の配達をドローンに置き換える ■現状(自動車) 1日の走行距離=3500箇所×4回×4km=56,000km 1日の消費エネルギー=56,000km×2.1MJ/km=117,600MJ ※自動車の消費エネルギー=2.1MJ/km(燃費15.5km/l) 1日のエネルギーコスト=56,000km×2.0円/kWh=112万円 1日のCO2排出量=117.6GJ×0.0671CO2t/GJ=7.9t ■ドローン 1日の消費電力量=56,000km×0.1kWh/km=5,600kWh=20,160MJ ※ドローンの消費電力量0.1kWh/km(飛行速度10km/h,消費電力1kWと仮定) 1次エネルギー換算=20,160MJ÷0.4(例えば火力の効率)=50,400MJ 1日のエネルギーコスト=50,400MJ×20円/kWh=100.8万円 1日のCO2排出量=5,600kWh×0.455CO2kg/kWh=2.5t ■削減量 エネルギー消費:676J/日,25,000GJ/年 エネルギーコスト:43万円/日,1.5億円/年 CO2排出量:5.4t/日,2千t/年
	ドローンタクシー	交通輸送の革命 バッテリー容量が大きいため、普及時には調整力としても活用可		MEI 平成29年度製造基盤技術実態等調査 報告書:空の移動と物流の将来像に関する実態調査 平成30年3月30日 報告者:ゼロイト・マトコンサルティング合同会社 ・2030年度の空飛ぶクルマの市場規模を推計 ・市場規模は機体+サービスで国内6500億円、世界約8兆円 ・機体数は国内1万機、世界約15万機 Uberの計画から電力を推計 ・e-VTOLで時速300km、1回の充電で100km飛行(約20分飛行) ・出力500kW×バッテリー容量約166kWh ・国内に1万機普及した場合、最大500万kWの負荷、166万kWhの蓄電池容量となる CO2削減効果として約30万t (NEDO試算:2030年に全国の長大橋梁の10%がドローン等を活用した整備や点検に置き換わった場合)522t(1km飛行させたときに削減できるCO2)×5,810km(長大橋梁の長さ)
	(長大橋梁向け)点検・監視用ドローンにおける産業負担の軽減	センサやモバイル端末への充電・給電をワイヤレス化することにより、工場内などのメンテナンスなどの作業のエネルギー負担を軽減したり、人荷の移動を伴うエネルギーの削減につながる。	官公庁やインフラ会社が利用する(長大橋梁向け)点検・監視用ドローン	省力化、迅速化を定量化できますか? 電所適用時の代表ケースでの試算例: ・拠点から電所までの往復距離 50km ・定期・臨時監視等による現地出向回数 1回/月 ■現状(自動車) 監視1回の消費エネルギー=50km×2.1MJ/km=105MJ 年間=105MJ×12回/年=1,260MJ/年 監視1回のエネルギーコスト=50km×15.5km/l×150円/l=500円 年間=6,000円 監視1回のCO2排出量=105MJ×0.0671CO2t/GJ=7kg 年間=84kg ■ドローン 監視1回の消費電力量=500W×4h=2kWh=7.2MJ ※監視ドローンの消費電力500W,監視時間8時間と仮定 1次エネルギー換算=7.2MJ÷0.4(例えば火力の効率)=18MJ 年間=216MJ/年 監視1回のエネルギーコスト=2kWh×20円/kWh=40円 年間=480円 監視1回のCO2排出量=2kWh×0.455CO2kg/kWh=1kg 年間=12kg ■代表ケースでの削減量(カッコ内:東電PGの全電所を同一条件と仮定し適用した場合) エネルギー消費:1,044MJ/年(1,070GJ/年) エネルギーコスト:5,520円/年(880万円/年) CO2排出量:72kg/年(115t/年) ※電所数:東電PG約1600箇所,全電力約6700箇所 ■その他 ・現地出向員が不要となり省力化、監視コスト削減にも繋がる ・トラブル時の現場確認の迅速化も可能
	電線の遠隔監視・点検	遠隔監視・点検の省力化、迅速化	電力インフラ会社が利用する遠隔監視・点検用ドローン	省力化、迅速化を定量化できますか? 電所適用時の代表ケースでの試算例: ・拠点から電所までの往復距離 50km ・定期・臨時監視等による現地出向回数 1回/月 ■現状(自動車) 監視1回の消費エネルギー=50km×2.1MJ/km=105MJ 年間=105MJ×12回/年=1,260MJ/年 監視1回のエネルギーコスト=50km×15.5km/l×150円/l=500円 年間=6,000円 監視1回のCO2排出量=105MJ×0.0671CO2t/GJ=7kg 年間=84kg ■ドローン 監視1回の消費電力量=500W×4h=2kWh=7.2MJ ※監視ドローンの消費電力500W,監視時間8時間と仮定 1次エネルギー換算=7.2MJ÷0.4(例えば火力の効率)=18MJ 年間=216MJ/年 監視1回のエネルギーコスト=2kWh×20円/kWh=40円 年間=480円 監視1回のCO2排出量=2kWh×0.455CO2kg/kWh=1kg 年間=12kg ■代表ケースでの削減量(カッコ内:東電PGの全電所を同一条件と仮定し適用した場合) エネルギー消費:1,044MJ/年(1,070GJ/年) エネルギーコスト:5,520円/年(880万円/年) CO2排出量:72kg/年(115t/年) ※電所数:東電PG約1600箇所,全電力約6700箇所 ■その他 ・現地出向員が不要となり省力化、監視コスト削減にも繋がる ・トラブル時の現場確認の迅速化も可能
	送電線の長距離監視	監視にかかる産業負担の軽減	電力インフラ会社が利用する長距離監視ドローン	省力化、迅速化を定量化できますか? 電所適用時の代表ケースでの試算例: ・拠点から電所までの往復距離 50km ・定期・臨時監視等による現地出向回数 1回/月 ■現状(自動車) 監視1回の消費エネルギー=50km×2.1MJ/km=105MJ 年間=105MJ×12回/年=1,260MJ/年 監視1回のエネルギーコスト=50km×15.5km/l×150円/l=500円 年間=6,000円 監視1回のCO2排出量=105MJ×0.0671CO2t/GJ=7kg 年間=84kg ■ドローン 監視1回の消費電力量=500W×4h=2kWh=7.2MJ ※監視ドローンの消費電力500W,監視時間8時間と仮定 1次エネルギー換算=7.2MJ÷0.4(例えば火力の効率)=18MJ 年間=216MJ/年 監視1回のエネルギーコスト=2kWh×20円/kWh=40円 年間=480円 監視1回のCO2排出量=2kWh×0.455CO2kg/kWh=1kg 年間=12kg ■代表ケースでの削減量(カッコ内:東電PGの全電所を同一条件と仮定し適用した場合) エネルギー消費:1,044MJ/年(1,070GJ/年) エネルギーコスト:5,520円/年(880万円/年) CO2排出量:72kg/年(115t/年) ※電所数:東電PG約1600箇所,全電力約6700箇所 ■その他 ・現地出向員が不要となり省力化、監視コスト削減にも繋がる ・トラブル時の現場確認の迅速化も可能
	災害時におけるドローン活用	安全安心への社会貢献(災害時の迅速なインフラ復旧など)	官公庁やインフラ会社	時間の価値、安全性、信頼性は定量化できますか? 災害等に伴う停電時間については、30分を超えると生産への影響、家庭では冷蔵庫の食品へのダメージが生じ始める項目であり、定量的には災害状況を早急に把握し30分以内に復旧することの価値が非常に高いと考える。 鉄道でも、踏切や線路確認の迅速化により運行停止時間の短縮が見込まれる。 災害により途絶された地域への緊急医療品搬送、水等の必需品搬送に利用可能。 現在、ドローンの非常災害時活用による価値についてコンサル会社に問い合わせ中。
レジリエンス	人が近づくことが困難な場所での作業	安全安心への社会貢献(原発などで高価なインフラ実現など)	電力会社など	時間の価値、安全性、信頼性は定量化できますか? ・火災現場、噴火、雪山・雪崩時の捜索などにドローンを活用することで二次災害を防止。
	過疎地への物流改革??	弱者救済		設備代替(投資抑制や省力化)の定量化されますか? ・上述の宅配ドローンに関して、1回当たりの荷物配達量が少ない過疎地ではドローン代替による1回飛行あたりの削減効果は大きくなると思われる。 ・国交省では「過疎地域等におけるドローン物流ビジネスモデル検討会」にて検討を開始。第4回の検討会(2019年6月27日)にて中間取り纏め(案)を作成。 http://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/freight/seisakutokatsu_freight_tkl_000158.html ・2020年のドローンサービス市場のうち農業分野は835億円と推定 ・SIP終了後の2023年からNPT搭載率が約3%/年で増加すると仮定すると、2030年にはNPT搭載ドローンが20%強となり市場規模としては200億円程度となると推定
ノンエナジー	農業用ドローン	農業散布や作物状況の把握の作業の迅速化・効率化	農業関係でのドローン利用	設備代替(投資抑制や省力化)の定量化されますか? ・上述の宅配ドローンに関して、1回当たりの荷物配達量が少ない過疎地ではドローン代替による1回飛行あたりの削減効果は大きくなると思われる。 ・国交省では「過疎地域等におけるドローン物流ビジネスモデル検討会」にて検討を開始。第4回の検討会(2019年6月27日)にて中間取り纏め(案)を作成。 http://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/freight/seisakutokatsu_freight_tkl_000158.html ・2020年のドローンサービス市場のうち農業分野は835億円と推定 ・SIP終了後の2023年からNPT搭載率が約3%/年で増加すると仮定すると、2030年にはNPT搭載ドローンが20%強となり市場規模としては200億円程度となると推定

第3項 便益の事例（テーマ連携）

前項で整理された各テーマ単体での便益を踏まえて、各テーマが連携することによって追加的に生み出さる便益が期待される。各テーマで期待される便益の項目と、連携によって期待される具体的な項目は、以下の図の通り整理することができる。

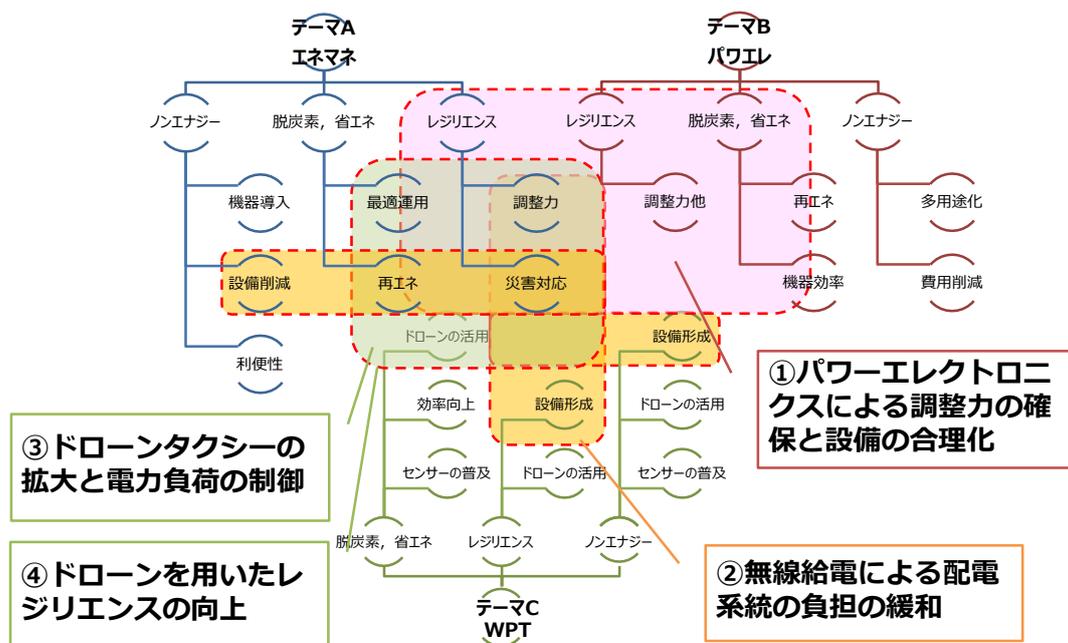


図 4-9 各テーマの便益と連携のイメージ

テーマ A とテーマ B の連携の例は下図の通りである。

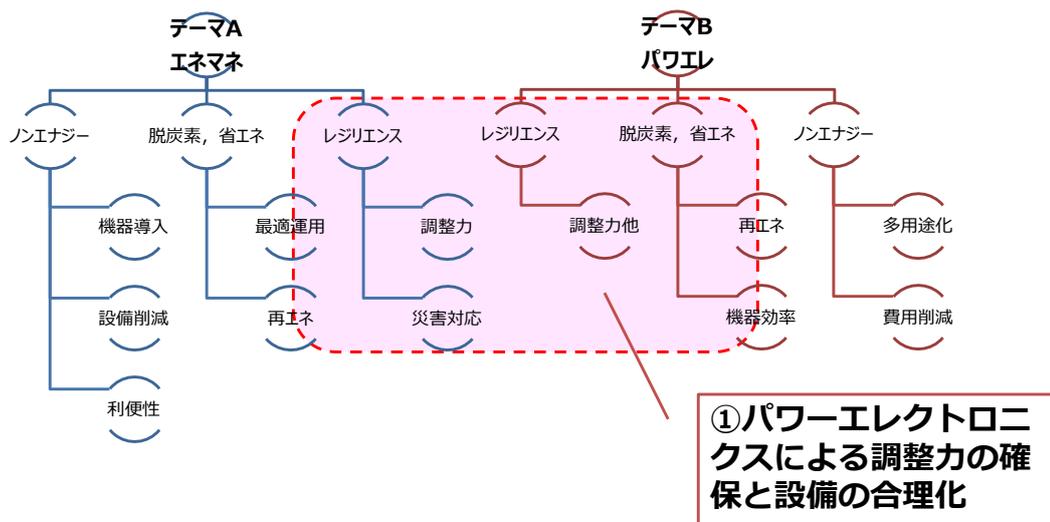


図 4-10 テーマ A とテーマ B の便益と連携のイメージ

テーマ A とテーマ C の連携の例は下図の通りである。

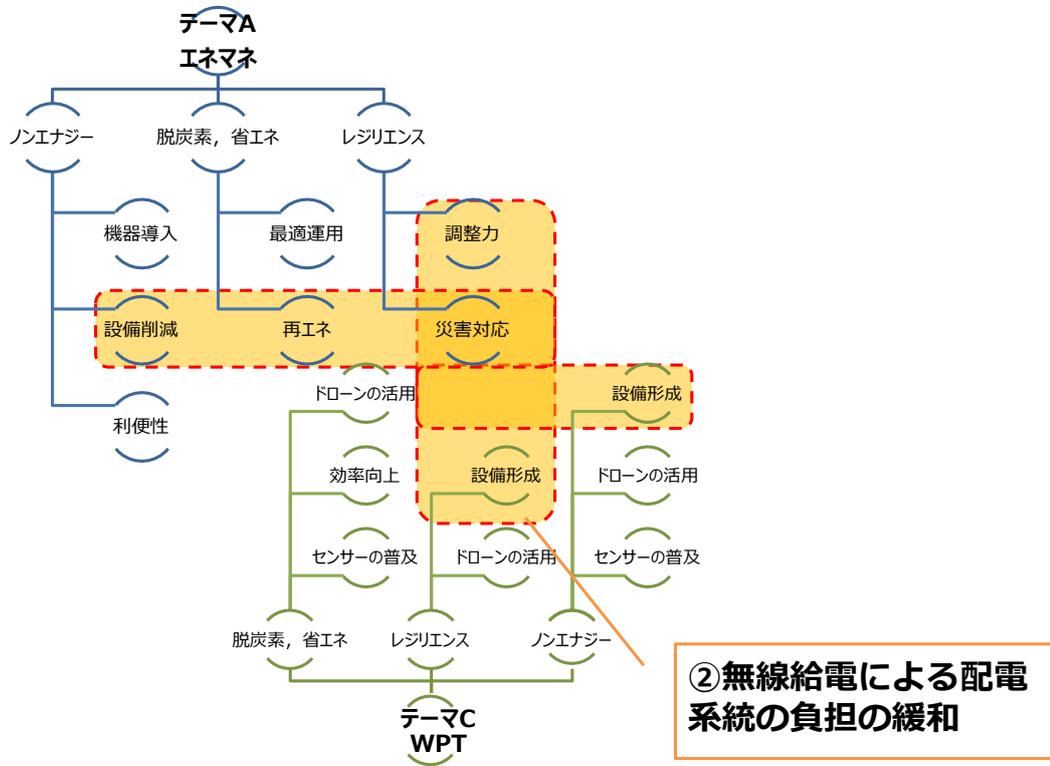


図 4-11 テーマ A とテーマ C-②の便益と連携のイメージ

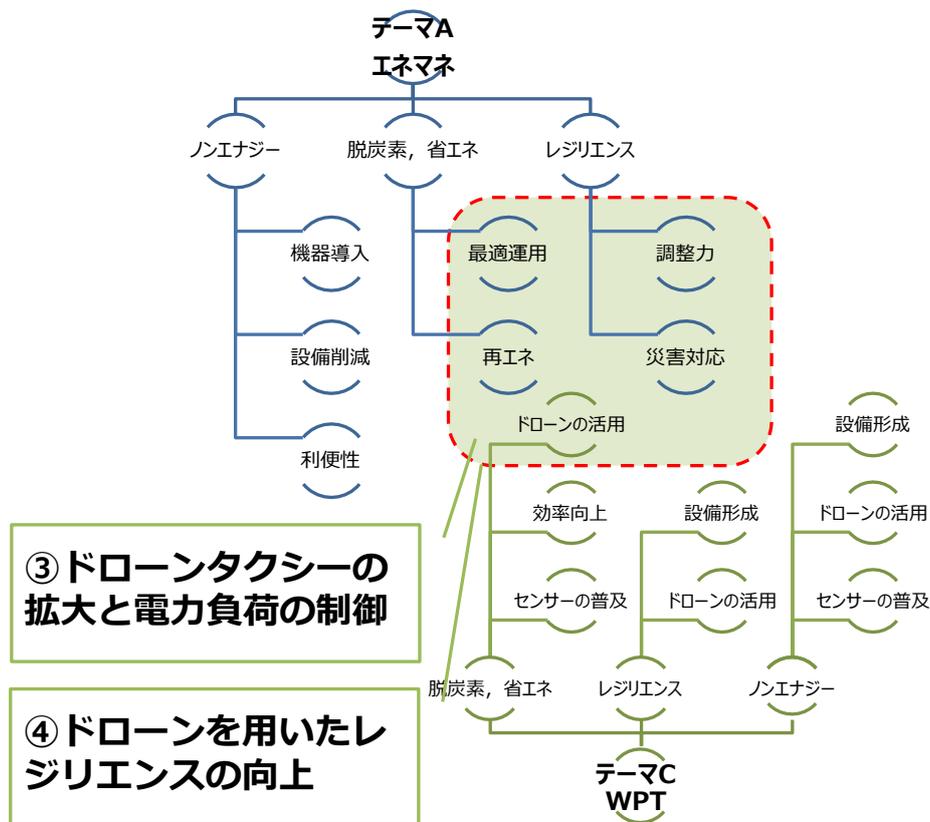


図 4-12 テーマ A とテーマ C-③の便益と連携のイメージ

各テーマとテーマ A との連携において期待される具体的な項目は以下の通りである。

(1)B : 次世代パワエレと IoE システムとの連携と波及効果

- 次世代パワエレ利用により実現できること
 - 従来技術:変換効率が低い
 - 新技術: 変換効率が低い、パワエレを用いた製品での情報収集が可能
- 次世代パワエレを利用する目的
 - 高効率かつモジュール化した製品によって広くパワエレ機器を普及する
 - 次世代パワエレによって、多様な情報収集が可能
- 次世代パワエレの利用による連携の効果
 - デバイスの効率化、設備の小型化
 - 情報収集範囲、収集力などの向上
 - 先進的なスマートインバータによるアンシラリーサービス(高速な周波数制御・電圧制御、系統慣性力の模擬)確保
 - 柔軟性資源評価モデルによる PV 連系可能量の計算

- 系統のレジリエンシー強化(FRT (Fault Ride Through)、black start)

(2) C-①：屋内給電 WPT と IoE システムとの連携と波及効果

- WPT 利用により実現できること
 - 従来技術: 端末の電池交換が必要、人や干渉を与える他の無線システムと共存できない
 - 新技術: 電池不要もしくは電池交換不要、人や他の無線システムがある環境でも安心して利用
- IoE センサに WPT を利用する目的
 - 人が近づけない場所(高所、原発のような危険なところなど)、電源の無い(取りにくい)
 - 場所、広く分散して置きたい場所などに使うセンサに有効
- WPT を利用によりセンサで取得する情報
 - メンテや監視のためのデータ(電力などの流量、機器等監視のための画像データ、環境
 - 監視のための温度などのデータ)
 - 工場内での機器有効活用、工程管理に利用するデータ(機器稼働確認などの画像
 - データ、工程管理のためのデータなど)
- WPT の利用による連携の効果
 - 省エネ、産業負荷(電力)の低減 省人化
 - メンテ・点検等の費用削減 電力量などの有効活用
 - 環境データ活用による環境改善 安全・安心(災害救助など)
- その他
 - ドローンに送電器を積んで、ドローンからセンサへ充電・給電を行うという利用形態の可能性も

(3) C-②: EV 走行中給電 WPT から IoE システムとの連携と波及効果

- WPT 利用による EV 行中給電で実現できること
 - 従来技術: 有線のみによる充電、充電時間がかかり、充電行為の手間あり
 - 新技術: いつでもどこでも充電・給電、意識しないで充電・給電、充電行為からの解放
- WPT の利用による連携の効果
 - CO₂削減(EV 普及、電池軽量化など)
 - 省エネ、産業負荷(電力)の低減(電池削減による EV 軽量化など)
 - エネルギーシステムの地域的アンバランス解消(EV による電力の移動)
 - エネルギーシステムの安定性維持(再生エネルギーの不安定性(周波数など)を補償)
 - スマートシティ対応、Society 5.0 の実現(自動運転、ドローン、ロボットなどへの応用)
 - コスト低減(電池削減による EV の低価格化)
 - 利便性(充電時間や充電行為の削減、意識せずに充電・給電)

(4)C-③: ドローン WPT から IoE システムとの連携と波及効果

- ドローン WPT 利用により実現できること
 - 従来技術:ドローンの電池交換が必要、飛行距離・飛行時間が限られる
 - 新技術: 電池交換不要、電池容量を小さくして軽量化が可能、飛行時間が伸びる
- ドローン WPT を活用する事例
 - センサを搭載し、人が近づけない場所(高所、遠隔地、原発など)での点検・調査
 - 宅配や郵便などの物流利用、交通輸送
 - センサ等を搭載し、災害時に活用(インフラ早期復旧、人命救助など)
 - 農業利用(農薬散布、搭載センサによる作物状況把握など)
- ドローン WPT の利用による連携の効果
 - 産業負荷低減(物流でのライトワンマイルを自動車からドローンへなど)
 - 省力・省人化、迅速化(送電線、変電所、長大橋梁などでの遠隔巡視・点検・監視)
 - 物流・輸送革命(特に地方・過疎地で)
 - 安全・安心(原発での作業用途、災害救助など)
 - 作物の収穫量増大・高品質化(農業利用において)
 - ドローンに IoT センサを搭載し、メンテやインフラ監視のためのデータや環境測定データ等を収集することにより、きめ細かな情報収集によるインフラシステム全体最適化が可能

(5) テーマ A と各テーマの連携による便益の実現のための課題

テーマ A と各テーマの連携による便益の実現のためには、各テーマ間での連携を想定した検討や技術開発が求められる。たとえば、テーマ B との連携では、再エネ大量導入を見据えて、デバイス側の高効率化や情報収集範囲、収集力の向上などが期待されるが、このためにテーマ A として必要な条件をテーマ B の技術開発目標の中で検討しておく必要がある。具体的には、テーマ A の連携が考えられる次世代パワエレの利用事例としてスマートインバータのような先進的な技術の開発が鍵となると考えられる。

本研究会では、次世代パワエレとそれを用いたスマートインバータの検討を想定し、スマートインバータの規格で先行しているカリフォルニアと欧州の例について以下のように整理し、日本の太陽光発電のグリッドコードで求められる機能の整理を行った。表 4-6 の赤字部分が現状の検討で不足している部分であるが、今後は B の研究開発項目とそれに対応する機能を照らし合わせて、進めていくことが期待される。特に貢献できる例としては、慣性力(イナーシャ制御)に関して、テーマ B の研究開発によって高速かつタフな制御性を発揮できるデバイスとモジュールを開発することが考えられる。

表 4-6 カリフォルニア州におけるスマートインバータの規定 (Rule21)

要件	機能	適用時期	
Phase1 : 自律機能	事故時の運転継続	高電圧FRT	2017年9月8日
		低電圧FRT	
		高周波数FRT	
		低周波数FRT	
	力率設定		
	ランプ設定		
	再並列		
	電圧-無効電力制御 (Volt-var 制御)	進相制御 遅相制御	
単独運転検知			
Phase2 : 通信	遠隔制御 : 通信プロトコル、サイバーセキュリティ	2020年1月22日	
Phase3 : 先進機能	Function1	将来に系統運用に活用するデータの規程	・2019年2月22日:Function 5、6 ・2020年1月22日:Function 1、2、3、8 ・未定:Function 4、7
	Function2	遠隔制御:再閉路/解列	
	Function3	最大有効電力制限	
	Function4	有効電力設定機能	
	Function5	周波数-有効電力制御 (Frequency - Watt制御)	
	Function6	電圧-有効電力制御 (Volt - Watt制御)	
	Function7	動的無効電力サポート (オプション)	
	Function8	有効・無効電力のスケジュール制御 (検討中)	

(出所) 太陽光発電協会「太陽光発電の大量導入に向けたグリッドコードの整備」、2019年10月(第23回系統ワーキング)

表 4-7 欧州における自然変動電源に求められる要件と今回の改正①

	EU (RfG)	ドイツ (VDE : 中圧連系要件)	英国 (Grid Code ENA : G59)	アイルランド (Grid Code, Distribution Code)	オランダ (Grid Code)	日本
最大出力抑制機能の有無と概要 (Active/Real Power Control)	有り ・Type A、B、C、Dの発電設備は、系統の周波数変動が生じた場合に出力制御が必要	有り ・DSOの要請に応じ出力制御を行うべきこと ・多大な電圧変動が生じた場合、有効電力を最大10%削減	有り ・出力抑制機能を含む Power System Stabilizer (PSS) を備えること (Grid Code)	有り ・Wind Farmは、有効電力制御と周波数応答を可能にするWind Farm Control Systemを備えること。 ・同システムは、TSOからの指令後10秒以内に制御を実行する。	有り ・系統周波数が50.2~51.5Hzになり、Tennetから出力抑制の指示があった場合には、一定の出力抑制を行う必要がある。 ・出力抑制量 ΔP は、下式により算定される。 $\Delta P = 20 \times \text{定格容量} \times (\text{系統周波数} - 50.2) / 50$	有 ・一般送配電事業者の出力上限指令を受け、自動で出力制御を行う
出力変化率制限機能の有無と概要 (Active power ramp/change rate limitation)	無し	有り ・出力変化率を、定格出力の0.66%/秒以下に取めること	無し	有り ・Wind Farm Control Systemは、出力変化率 (Ramp rate) の制御機能を有する。 ・出力変化率は、TSOから運転日の120日前までに通知される。	無し	無し (継続検討)
ストーム制御機能の有無と概要 (風力のみ) (Storm Control)	無し	無し	無し	無し	無し	有 (今回要件化) ・特別高圧系統に連系する風力発電設備は、高風速時にカットアウトが予想される場合は、即座に停止しないようストーム制御機能を具備する等の対策を行う
周波数調定率制御機能の有無と概要 (Frequency droop control)	変動 $\Delta f/f$ に対する有効電力の変動 $\Delta P/P$ のカーブを規定 ・ドロープ = $(\Delta f/f) / (\Delta P/P) = 2 \sim 12\%$ の範囲でTSOが規定 (発電設備のタイプ別に規定)	有り ・系統周波数が50.2Hzより上昇した場合、及49.8Hzより低下した場合の、有効電力の低下/上昇カーブについて規定	有り ・ドロープ = $(\Delta f/f) / (\Delta P/P) = 3 \sim 5\%$ (Grid Code)	有り ・Wind Farmの周波数応答システムは、系統周波数に応じて有効電力を制御する。 ・ドロープ ($(\Delta f/f) / (\Delta P/P)$) は、2~10% (標準 : 4%) の範囲内でTSOにより設定される。	無し (定格出力100MW以上の通常電源は、primary control power機能を求められるが、再生可能電源の場合は必要無い)	有 (今回要件化) ・特別高圧系統に連系する風力発電設備は、系統周波数に応じて有効電力を制御する ・周波数調定率(ドロープ)は2~5%の範囲内で一般送配電事業者より指定

表 4-8 欧州における自然変動電源に求められる要件と今回の改正①

	EU (RfG)	ドイツ (VDE : 中圧連系要件)	英国 (Grid Code ENA : G59)	アイルランド (Grid Code, Distribution Code)	オランダ (Grid Code)	日本
イナーシャ制御機能の有無と概要 (風力のみ) (Synthetic inertia control) (イナーシャ制御 = 系統周波数低下時に風車の回転エネルギーを電気エネルギーに変換し出力を増加する機能)	有り ・Type C・Dの非同期電源 (バワーパーク) は、周波数安定化のために本機能を備えるようTSOが規定できる。具体的な規定は各TSOに委ねられている ・Type Aを除く全ての電源は、もし可能ならば、本機能を備える	無し	無し	無し	無し	無 (継続検討)
FRT (Fault Ride Through) 要件の有無と概要	有り ・Type Aの電源と直流連系の洋上非同期発電設備を除く、全てのタイプの電源について、同期/非同期を問わず、FRTの時間 - 系統電圧カーブを規定している	有り ・タイプ1 (同期発電機)、タイプ2 (その他) の発電設備について、FRTの時間 - 系統電圧カーブを規定している。	有り ・電源の規模・種類別にFRTの時間 - 系統電圧カーブを規定している (送電系統)	有り ・Grid CodeのWFPS1.4「Fault Ride Through Requirements」において、ウインドファームに属する風力発電設備のFRTの時間 - 系統電圧カーブを規定。 ・ESBのDistribution CodeもGrid Codeと同じFRTカーブを採用している。	有り ・FRTの時間 - 系統電圧カーブを規定している。	有 ・FRTの時間 - 系統電圧カーブを規定
その他調整機能 (従来型電源と同等の機能を求められる等)	有り ・周波数が50Hzから上昇/下降した場合に運転を継続すべき時間 (秒/分) ・電圧変動時の無効電力制御 ・解列後の再接続 ・故障後の有効電力回復 ・系統及び電源の保護	有り ・運転を継続すべき周波数・電圧・時間 ・電力品質 (電圧変動等)、保護協調等 ・電圧変動時の無効電力制御	有り ・運転を継続すべき周波数・時間 (送電系統) ・電力品質 (高調波、不平衡、フリッカ等)、無効電力、単独運転、保護協調等 (配電系統) ・風力発電機はIEC 61400-12に従いフリッカ・テストを行う (配電系統)	有り ・運転を継続すべき周波数・時間 ・電力品質 (電圧変動、フリッカ、高調波、力率等)、単独運転、保護協調等 ・電圧変動時の無効電力制御	有り ・電力品質 (電圧変動、無効電力、力率等)、解列、保護協調、メーリング情報転送等について規定	有り ・限定的周波数検知モード - 周波数上昇 ・発電モジュールの自動的系統接続 ・事故後有効電力復帰 ・制御・電気保護スキーム及びセッティング ・情報交換

(出所)平成30年度 新興国におけるエネルギー使用合理化等に資する事業(海外における再生可能エネルギー等動向調査)調査報告書(公表用)、2019

表 4-9 太陽光発電電圧区別に求められる機能①

要件	機能	基準	電力系統の電圧区分【○必要、△選択、●今後必要】								
			低圧			高圧			特高		
			逆潮流なし	逆潮流あり		逆潮流なし	逆潮流あり		逆潮流なし	逆潮流あり	
		住宅	非住宅		500kW未満	500kW以上					
1 適正電圧・周波数の維持	系統電圧上昇の制限	あり	○	○	○	○	○	○	○	○	
	系統電圧低下の制限	あり	○	○	○	○	○	○	○	○	
	系統周波数上昇の制限	あり		○	○		○	○		○	
	系統周波数低下の制限	あり	○	○	○	○	○	○	○	○	
2 受電点の電圧調整	自動電圧調整	有効電力制御	あり		○	○	○	○	○	○	○
		無効電力制御	あり		○	○	○	○	○	○	○
	進相	あり		○	○		○	○	○	○	
	遅相	あり		○	○		○	○	△	○	
力率一定制御	あり		○	○		○	○			●	
動的無効電力制御	なし						△			△	
3 不要解列の防止	保護協調 (事故範囲の局限化)	発電電圧異常	あり	○	○	○	○	○	○	○	○
		系統側短絡事故	あり	○	○	○	○	○	○	○	○
		系統側地絡	あり		○	○	△	△	△	△	△
		地絡過電圧リレー事故	あり	○						△	△
	電流差動リレー	あり	○							△	△
	FRT (Fault Ride Through)	系統電圧上昇	なし						●	●	●
系統電圧低下	あり	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
周波数上昇	あり		○	○		○	○		○	○	
周波数低下	あり		○	○	○	○	○		○	○	

(出所)太陽光発電協会「太陽光発電の大量導入に向けたグリッドコードの整備」、2019年10月(第23回系統ワーキング)

表 4-10 太陽光発電区分別に求められる機能②

要件	機能	基準	電力系統の電圧区分【○必要、△選択、●今後必要】								
			低圧			高圧			特高		
			逆潮流なし	逆潮流あり 住宅	逆潮流あり 非住宅	逆潮流なし	逆潮流あり 500kW未満	逆潮流あり 500kW以上	逆潮流なし	逆潮流あり	
4 単独運転防止	単独運転検知	受動的方式	あり	△	○	○	△				
		能動的方式	あり	○	○	○	○	○	○		
		逆電力リレー	あり	△	○	○	△				
5 遠隔制御	転送遮断（N-1電制、高圧は単独運転防止）	あり					△	△	○	○	
	最大出力抑制制御（遠隔出力制御） ※自家消費分は除外	あり	○※	○	○	○※	○	○	○※	○	
	有効電力・無効電力の設定	なし		△	●		●	●		●	
	パラメータの設定、機能の有効化・無効化	なし		△	●		●	●		●	
	遠隔操作（起動・停止、再閉路・解列）	なし		△	●		●	●		●	
	将来に系統運用に活用するデータの規程	なし		△	●		●	●		●	
6 周波数変動抑制 （周波数調整）	慣性力（イナーシャ制御）	なし								△	
	周波数調定率制御	なし		△	△		△	●		●	
7 出力変動緩和機能	出力変化率制限制御	なし						△		●	

（出所）太陽光発電協会「太陽光発電の大量導入に向けたグリッドコードの整備」、2019年10月（第23回システムワーキング）

以上よりテーマ B とテーマ A の連携の例としてスマートインバータを考える際には、技術的な使用および連携の際のアーキテクチャ検討を視野に入れて USPM(スマートインバータ等の応用)のデータ交換(フォーマット)や通信規格などの標準化に取り組むことが求められる。これについて、風力発電で要件化された機能と太陽光発電での必要性和課題は以下の通り整理される。

表 4-11 アーキテクチャ検討候補、次世代スマートインバータの要件

	技術要件	内容	必要性	現状
1	最大出力抑制制御	出力の上限を定格出力より低減して運転する機能	あり	・出力制御として導入済み
2	出力変化率制限制御	出力可能値以下の領域において、出力増加率および低減率を制限して運転する機能	あり	・未対応、PV単体では不可(実現には蓄電池などが必要) 【実現手段の例】 ①低圧、②高圧 出力変化に対し、ローカル・地域の系統全体のリソース(温水器、EV、V2H、蓄電池等)で変化分を補完 ②高圧、③特別高圧 出力制御や蓄電池などで上げDRが確保されているシステムは、対応
3	周波数調定率制御	電力系統の周波数上昇時に、周波数調定率に従い風力発電機の出力を減少して運転する機能	あり	・未対応
4	ストーム制御	・強風域における一斉停止防止機能 ・カットアウト風速以上となっても、風車をすぐには停止せず、徐々に出力を低減して運転する機能	なし	・対象外
5	イナーシャ制御 (今回は規定化せず)	電力系統の周波数低下時に、一定時間において発電機の出力を増加して運転する機能(慣性力、周波数調定率制御)	あり	・未対応、PV単体では不可(実現には蓄電池などが必要) 【技術的課題】 ・慣性力のような短時間(0.2秒以下)の制御は低圧の場合、単独運転防止機能の新型能動的方式に干渉する可能性が高い。

(6) 各テーマの連携における代表的な便益と今後の課題

上で整理したテーマ A および各テーマとの連携における便益、定量評価の概念に関して、これら多くの便益が期待される。その中でも便益の効果や大きさ、連携の面での優先順位付けも重要である。研究会では便益は便益の大きさと Tangible(具体的なものである)か否かのバランスで優先的に検討されるべきであると整理を行った。テーマ A と各テーマの連携による便益の中でも優先順位が高いものの例として以下の 4 点が考えられる。

- パワーエレクトロニクスによる調整力の確保と設備の合理化
(機器からの情報を用いた最適運用)→テーマ B との連携
- 無線給電による配電システムの負担の緩和
(充電設備の面的な偏りの緩和)→テーマ C-②との連携
- ドローンタクシーの拡大と電力負荷の制御
(ドローンタクシーの充電需要の緩和)→テーマ C-③との連携
- ドローンを用いたレジリエンスの向上
(設備の点検や災害時の復旧支援)→テーマ C-③との連携

本研究会では各テーマの便益およびテーマ間連携による便益の例を整理した。次年度に向けては上の 4 点を含めてこれらの実現および、それらの定量的な評価を進めることが課題である。

第3節 評価基準と定量評価

第1項 定量評価の考え方

前項で整理した便益を定量的に評価するためには、データ、評価手法、バウンダリ(境界条件)の設定と検討が求められる。テーマ A について先述した便益の項目の評価について、これら 3 つの視点から整理した(表 4-12)。

また、同表では評価手法として以下の二つの手法を検討した。これらを含めて評価対象に応じて評価手法を検討していくことが考えられる。

- マクロ的評価
例: B3. 高効率デバイスの普及による消費電力量削減→高効率デバイスによりエネルギー消費が○%削減×○万台の高効率デバイス
- モデルを用いた評価
例: C2. 配電網: 電圧制御への貢献→EV○台で電圧の変動幅が○%改善される。

表 4-12 テーマ A の便益評価手法、データ、バウンダリの検討

	データ	分析手法	バウンダリ
A1.再エネ余剰電力削減, A2.再エネ自家消費促進によるCO2削減	△	マクロ	全国/都市
A3.系統用・家庭用蓄電池削減に伴うエネルギー・素材投入削減	○	マクロ	全国
A4.充放電マネジメントによる蓄電池劣化の回避	—	—	各自動車
A5.環境改善(ヒートアイランドや大気汚染・PM2.5の緩和)	△	マクロ	都市
B1.XEMSを通じた「見える化」による消費電力量削減	○	マクロ	建物
B2,B3.EV, 高効率デバイスの普及による消費電力量削減	○	マクロ	都市
C1.送電網:需給調整への貢献	—	モデル	都市
C2.配電網:電圧制御への貢献	—	モデル	コミュニティ
C3.系統混雑の緩和	—	モデル	コミュニティ
D1.災害や停電時の電力供給への貢献	モデルケース参照	—	コミュニティ
E1.EV導入台数の拡大,再生可能エネルギー導入の拡大	△	マクロ	全国/都市
E2.エネマネ対応機器販売促進による国内メーカーへの経済波及	△	マクロ	全国
E3,E5.V2Gピークカットによる系統発電設備,蓄電池設備削減	△	モデル	全国/都市
E4.電力負荷平準化による系統電源の設備利用率向上	△	モデル	全国
E6.蓄電池(系統,EV)のリアルタイム応答による電力卸価格安定化	△	モデル	全国
E7.エネルギーシステムの省人化	—	—	コミュニティ
F1.レジャーやイベント,島嶼地域等での石油系発電機代替	△	マクロ	コミュニティ
F2.コネクテッドカーによる交通最適化	—	モデル?	都市
F3.P2Pや機器間電力取引の促進(環境価値の顕在化)	—	マクロ	都市

分析にあたり利用可能なデータがある場合は○, 一部の場合は△, その他・不明は—

特にテーマ連携による具体的な便益評価と評価手法として、下記のようなアプローチが考えられる。

- 項目 D1:災害や停電時の電力供給への貢献(A 単独、A×C-③連携:レジリエンス)
 - RQ :ある施設で EV(+エネマネ、ドローン)での BCP(Business Continuity Plan)の継続性と費用と必要な設備量
 - 分析例 :ある地域・施設の停電シナリオを作成し、①:系統電力+非常用電源のみ、②:①+EV+エネマネ、等を比較、EV 台数増加の費用対効果を見る。
 - 必要データ:施設のエネルギー消費、電力供給途絶頻度・期間の見込み等、停電時損害事例
 - 留意点等:レジリエンスの議論では、供給途絶による損害は定量化が難しい分野
 - 例:モデルケースを想定し、EV による BCP 改善効果を試算

- 項目 A2、E3、E4、E5(A 単独、A×C-②連携:脱炭素・スマート化)
 - RQ:EV 最適管理により、火力や蓄電池の容量削減、負荷率改善→WPT を考慮した追加的効果は?
 - 分析例:充電パターンを固定化した場合と最適化した場合を比較。A×C-②連携では WPT により充電可能台数が増加すると見做す。→モデルを用いて分析を検討

- 必要データ:電力負荷曲線(OCCTO(電力広域的運営推進機関)、部門別の負荷曲線)、発電設備容量(電力調査統計)、都自動車保有台数(自検協資料)、交通流データ、エネマネ機器費用、ワイヤレス給電設備費用等
 - 例:需給モデル、系統モデルを利用し設備容量の変化を試算

- 項目 A2、E5:家庭 CO₂削減や省コスト(A 単独:脱炭素・スマート化)
 - RQ:家庭のエネマネ導入によりエネ需給最適化→太陽光余剰電力削減や家庭用蓄電池削減
 - 分析例:モデル家庭を想定し、電力負荷曲線を推計。需要やEV充電パターンを固定化した場合と、需要側機器やEV充放電パターンも内生化した場合を比較。
 - 必要データ:家電機器別の普及率(消費動向調査)、家電機器の運用実態
 - 例:モデルケースを想定し需給の変化を試算

- 項目 C - ①:V2G(V2G(Vehicle to Grid)サービス)の需給調整への貢献(A 単独、A×C-② 連携:スマート化)
 - RQ :V2G の調整力供給ポテンシャル? 経済的合理性はどれ程か? 地域差?
 - 分析例:EV 普及シナリオにおける時間帯別・地域別の V2G 調整力供出ポテンシャル
電力需給モデル内で需給調整制約式を導入して、経済合理性の観点から分析か
 - 必要データ:交通流データ、都道府県別自動車保有台数(自検協資料)、「需給調整力(一次、二次、三次)」の需要予測等、V2G の応答速度データ
 - 例:系統モデル利用しアンシラリーサービスへの貢献を試算

第2項 定量評価の課題

定量評価にあたってはデータ、手法、バウンダリについてそれぞれ以下の点が課題となる。

データの課題としては、どのようなデータを活用するのか、もしくはデータがない場合はどうするのが課題となる。分析手法については、マクロ的評価であれば問題が少ないが、何らかの評価モデルの活用が求められる場合も考えられる。そして、バウンダリについては、便益の範囲が広く考えられるものについて、どこまでを検討するといったバウンダリの設定が課題になる。

たとえば、テーマ A とテーマ C-②の連携の例として、走行中ワイヤレス給電による、電力システムの負担軽減が期待される。図 4-13 のように電気自動車の充電場所について、ワイヤレス給電が可能となることで充電場所を分散し、地理的に電力システムへの負担を軽減することができる。また、図 4-14 で示す通り、電力需給バランスについて時間的な変動を緩和することも期待される。これらの便益を評価するためには、マクロ的評価にとどまらず何らかの評価モデルが必要になる可能性があり、データについても充電場所のデータの課題やバウンダリについても国全体なのか、ある

地域なのかによって便益が変化するという課題がある。

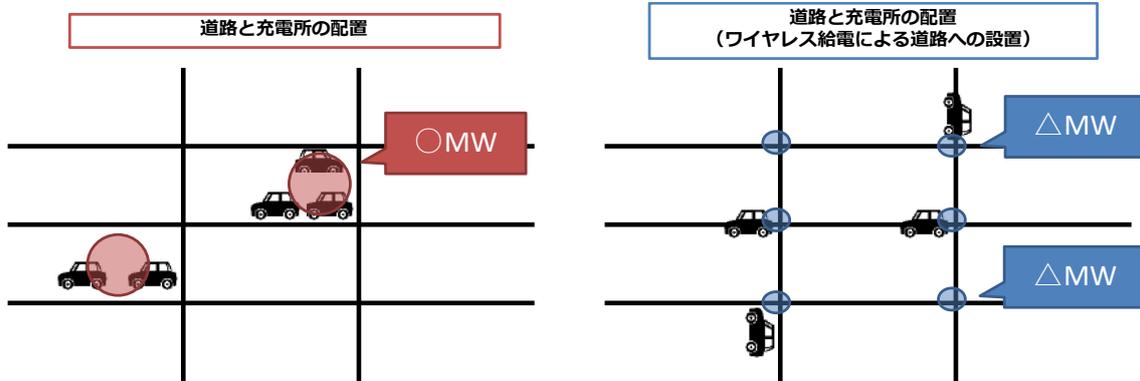


図 4-13 テーマ A とテーマ C-②との連携と便益の事例①

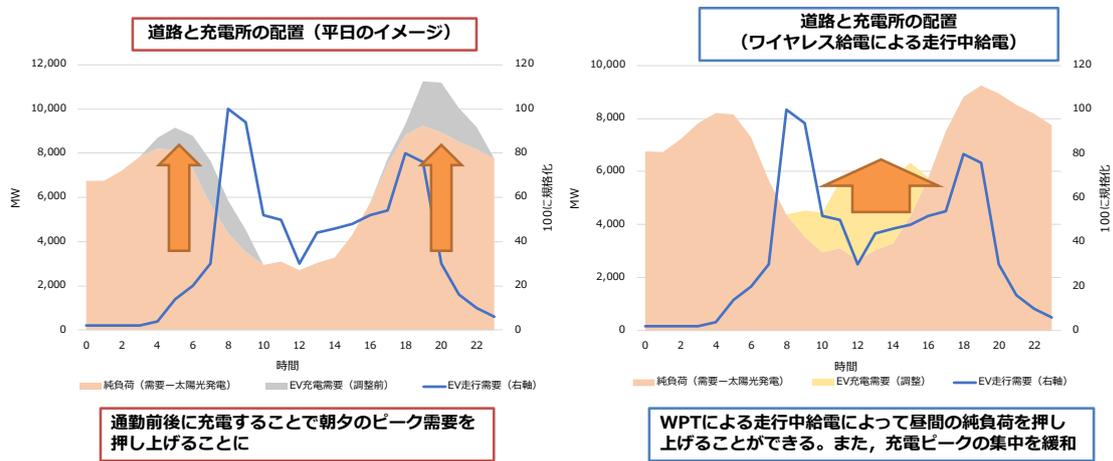


図 4-14 テーマ A とテーマ C-②との連携と便益の事例②

このように便益の定量評価にあたってはたとえば、データ、手法、バウンダリの 3 つの視点を中心に便益ごとに検討することで、それぞれにあったアプローチが求められる。それぞれの実現可能性について深堀することが求められる。

第4節 IoE 社会のエネルギーシステムと実現の課題

● 要素技術とエネルギーシステム

IoE 社会の実現のためには、抜本的な社会システムの構築、変更が求められるため、それを動かしていくためのアーキテクチャの設計が求められる。これは、上で挙げた要素技術の効率的な活用のためにも課題となる。具体的には複数のアーキテクチャや仕組みが乱立する場合には社会的な非効率を生むことになり、事業として競争すべきところと全体として協調すべきところについてア

ーキテクチャの視点で整理することが重要である。これらエネルギーシステムにおけるアーキテクチャの議論のためには要素技術の利用例やユースケースに基づく検討を行うことが課題である。

- 各技術による便益とエネルギーシステム

IoE 社会の実現のためには各要素技術の実装だけでなく、システムやアーキテクチャの視点での技術の導入と刷新が求められる。エネルギーシステムの検討ではステークホルダーが多様なため、民間事業者だけでなく規制当局をはじめ中央政府、地方政府の関与のあり方と IoE 社会の実現による各主体にとっての便益の検討が求められる。本研究会では便益については各技術のユースケースに基づいて深掘りする必要があるという指摘があった。また、便益と各主体の関わり方については、本年度研究会で整理された論点を中心に自治体での事業計画の策定等においてどのように評価していくか等、具体例に基づいた議論や検討が課題であるという指摘があった。

- 便益の定量化の必要性

前節で整理したように IoE 社会を構成する要素技術は部門によっても多様である。これらの技術の導入を進めていくためには、導入に依る効果、便益を明らかにすることが求められる。便益の例として既報告の通り、ポテンシャルとしての CO₂ 削減量が示されている一方で、経済性の分析や便益の帰属先については不明な点が多い。また、各要素技術単体の評価はあるが、これらが組み合わせられたシステムとしての評価について検討の余地があると考えられる。

このため、本研究会では各テーマにおいて要素技術の導入に依る便益の項目および便益の評価のあり方について検討を行っており、今後はこれらについて定量的に数字を計算していくことが課題になる。

次章以降では上の課題を含めて、IoE 社会における連携の重要なポイントとなる交通部門とエネルギー部門のセクターカップリングに関する事例と検討および、定量評価に求められるデータ活用のあり方について示す。

第5章 交通部門とエネルギー部門のセクターカップリング

IoE 社会において導入が期待される技術として EV があり、これの活用のために部門をまたがった連携として交通部門とエネルギー部門のセクターカップリングがある。

研究会ではこのセクターカップリングの実現を視野に入れた検討を行った。交通部門とエネルギー部門のセクターカップリングのためには既存の仕組みに囚われないシステムの検討が求められる。そのためには、システムアーキテクチャの検討と、その前提としてサービスの事例とそのユースケースにもとづく検討が求められる。本研究では、欧米の国々と日本企業のサービス事例を参照し、サービスとユースケースの整理を行った。その上で、システムアーキテクチャの事例の検証、並びに検討範囲と課題の整理を行った。

第1節 セクターカップリングのサービス

第1項 サービスの取りまとめ事例

(1) V2G Hub の概要

セクターカップリングのサービスを取りまとめた事例として、イギリスの配電事業者 UK Power Networks が運営する V2GHub において、世界 50 の実証プロジェクトを取りまとめた A Global Roadtrip report を発表している。

本レポートが集計したプロジェクト調査は以下の 4 点を指摘している。1 点目は、プロジェクト数について、ヨーロッパ 25 件、北米 18 件、アジア 7 件(うち日本は 5 件)と欧米のプロジェクトが中心である。2 点目は、プロジェクトの焦点として、技術的な要素に着目しているものが 98%と非常に多く、対して商業化は 41%、社会性は 27%と相対的に低い。3 点目は、これらのプロジェクトに参加する車メーカーは 12 社存在するが、ルノーと日産による寡占的な市場となっている。これは、CHAdeMO 規格の V2G への統合によるものが大きいためである。4 点目は、プロジェクトの 93%に直流充電器が搭載され、これまで支配的であったが、今後は交流に対応する車両が増えると予想される。

本レポートで把握しているプロジェクトの到達レベルは表 5-1 の通りである。プロジェクト数では使用時間のシフトが多く、次いで周波数応答、DSO (Distributed System Operator) サービスが続く。その一方で、裁定取引や予備力に取り組むプロジェクト数は少ない。周波数応答は商業化段階に到達し、DSO サービスと時間シフトは一部地域で商業化が実現していると評価されている。

表 5-1 V2G Hub で把握するプロジェクトの到達レベル

サービス	世界プロジェクト数	サービス到達レベル					
		1.調査段階	2.テスト中	3.実証済	4.いずれかの地域で商業化	5.商業化(UKなど)	6.商業的に競争
裁定	4	フランス、デンマーク	オランダ				
予備力	2	フランス					
周波数応答	16	フランス	オランダ	米国	デンマーク		まもなく英国で期待
DSOサービス	10	デンマーク	イギリス、オランダ、(ドイツ)	米国	18/19年米国で予定		
時間シフト	23	韓国		米国、オランダ	日本(18/19年米国で予定)		まもなく英国で期待

(出所) V2GHub、A Global Roadtrip report より作成

表 5-2 V2GHub で示されているサービスの整理

	サービスのトリガー	サービスのトリガー
裁定	低い価格で購入し、高い価格で販売する行動。EVを取りまとめるアグリゲーターの卸電力市場の価格予想に基づきサービス提供。	卸電力スポット価格、インバランス料金
予備力	二次予備力・三次予備力等が該当(国により呼称は異なる)し、送電系統運用者が事前入札に基づき調達。送電系統運用者が送信する制御信号に基づきサービス提供。アグリゲーターが複数の電気自動車を取りまとめて入札を実施。	送電系統運用者からの制御信号
周波数応答	一次予備力が該当し、送電系統運用者が事前入札に基づき調達。周波数の変動が閾値を超えるなどした場合にサービス提供。アグリゲーターが複数の電気自動車を取りまとめて入札を実施。	系統周波数
DSOサービス	配電系統の制約(変電所混雑や停電復旧)の解消のため、配電系統運用者が事前の入札に基づき調達。事前に定められた条件を基にサービス提供。特定地域を対象にサービスの提供が求められるが、電気自動車によるサービス提供方法は未定。イギリスでは特定エリアを対象にしたサービス提供となっている。	配電系統運用者からの制御信号
エネルギー使用の時間シフト	事前に定められた時間帯別料金に基づき充電・放電スケジュールを決定。卸電力スポット価格を反映するリアルタイム料金が適用された場合には、当日の需給に応じて充電・放電スケジュールを変更。	(卸電力スポット価格)
緊急時バックアップ	停電時に充電されたEV蓄電池を利用して電力消費を実現。	-

(出所) V2GHub、A Global Roadtrip report より作成

レポート後半では、①DSOサービス②顧客サービス③プロジェクトの成熟度④イギリスへの適用可能性を基準に個別の10プロジェクトが紹介されている。これらのプロジェクトは、欧米の国々を中心に日本の自動車メーカーも多く参加しており、各国の系統運用者や自治体、研究機関、企業等と連携してプロジェクトを推進している。サービスとしては、周波数応答、インバランス取引、時間帯別料金など系統運用者や需要家向けに多様なサービスの実証行っており、技術的、経済的(市場的)に様々な課題が提起されている。以降に10プロジェクトの一覧と概要を掲載する。

表 5-3 V2G Hub 個別プロジェクト一覧①

No.	プロジェクト	国	事業者	サービス	受益者	課題
1	PARKER (2016-18)	デンマーク	リーダー:DTU Elektro/PowerLabDK アグリゲーター:NUVVE EV: Nissan , Groupe PSA, Mitsubishi Motors 充電器:Enel 技術:Mitsubishi Corp	一次予備力	TSO	①異なった種類の自動車・充電器があり、事前認証が煩雑②決済メータの費用が高い③ダブルカウントを含む高いエネルギー料金と税金④長時間の周波数偏差によりkWh容量を超過したため低いkWでの入札が必要⑤バッテリー劣化
				系統制約管理	DSO	
				前日・当日市場取引	TPI (※)	
2	REDISPATCH V2G (2018- 2021)	ドイツ	TSO:TenneT EMS:The Mobility House EV: Nissan	系統制約管理	TSO	強風など様々な変化への対応
3	CITY-ZEN (2014-19)	オランダ	DSO:ALLIANDE EMS:ENERVALIS 充電管理:NEWMOTION 充電器:MAGNUM CAP	系統制約管理・電力 品質	DSO	①系統混雑管理が市場で明確な価格設定をされていない。②充電機器の利用可能性(小規模は利用不可能な時間帯あり)③プロジェクトの規模が小さい。
				インバランス・当日 市場取引	TPI	
4	SMART SOLAR CHARGING (2014-19)	オランダ	リーダー:Lomboxnet DSO:Stedin 充電管理:Last Mile Solutions EV: Renault	系統制約管理	DSO	系統への受け入れ要件が不明確
				周波数応答	TSO	
				インバランス・エネ ルギー取引	TPI	
5	GRID MOTION (2017-19)	フランス	市場アクセス:Direct Energie アグリゲーター: Nuvve EV: Groupe PSA 充電器:Enel 設置:Proxiserve 調査:DTU	周波数応答	TSO	①周波数市場への取引・アクセスは小規模参加の制限あり②最終需要家がエネルギーを販売できない。
				前日・当日取引	TPI	
				時間帯別料金による 削減	需要家	

(出所)V2GHub、A Global Roadtrip report より作成

表 5-4 V2G Hub 個別プロジェクト一覧②

No.	プロジェクト	国	事業者	サービス	受益者	課題
6	KOREAN V2G (2015-17)	韓国	リード:KEPCO EMS:KDN EV:HYUNDAI 充電器:MOBIS,PNE ビジネスモデル:Nemo	需要家の時間シフト	需要家	市場設計(動的な需要応答市場)が必要
7	M-TECH LABO (2010-13)	日本	リード:三菱商事 EMS:三菱電機 EV:三菱自動車 助言:東京工業大学	ピーク抑制	需要家	EVの導入量が少ない
8	JUMPSMARTMAUI (2012-16)	米国	リード:日立 出資:NEDO,みずほ銀行、 ハワイ州政府,ハワイ電力 工業,マウイ電力工業他	ピーク抑制	TSO/DSO	①ユーザーの興味を引くのが難しく、 専門用語のないマーケティング、ブラン ディングが必要②需要応答市場に対 応する連携規格の整備
				周波数応答	TSO/DSO	
9	INVENT (2017-2020)	米国	アグリゲーター:Nuvve EV:三菱自動車, BMW, 日産 充電器:Nuvve, 日立 調査:UCSD	DSR/ピーク抑 制	TSO/DSO	①車の利用可能性②EVSEの信頼性③ 地域的要件へのシステムの適応④EVの 市場アクセス⑤蓄電池の劣化
				周波数制御	TSO	
				需要料金の要請	需要家	
10	NETWORK IMPACT OF GRID-INTEGRATED VEHICLES (2017-2020)	イギリス	DSO:Northern Power Grid アグリゲーター:Nuvve 調査:ニューキャッスル大 学	TBC (車両によって提供される DSOサービスとネットワークへ の影響を確認するテスト。DSO サービスと新しい市場の仕様の 形成を支援するため)		系統への連系プロセスが遅い

(出所) V2GHub、A Global Roadtrip report より作成

(2) V2G Hub 掲載の個別プロジェクト概要

デンマークにおける周波数制御市場への商業的展開： 複数の車両・場所が関与				需要家スナップショット	プラグイン時間：0時～24時	
プロジェクトでは実際に電気自動車が系統サービスを提供する能力のテストを実施。商業化への障壁を特定化し対処した。複数の車体と比較。エンジンとコウラのプロジェクからフォローあり。ポーンホルム島のACESプロジェクトにリンク。		DTU Elektro/PowerLabDK (アグリゲーター), NUVVE (アグリゲーター), Nissan, Groupe PSA, Mitsubishi Motors (CarOEMs), Insero (その他), Frederiksberg Forsyning (ホスト), Enel (充電), Mitsubishi Corp (技術)		セグメント：商業	充電場所：作業場(事業者)	
DTU Elektro/PowerLabDK (アグリゲーター), NUVVE (アグリゲーター), Nissan, Groupe PSA, Mitsubishi Motors (CarOEMs), Insero (その他), Frederiksberg Forsyning (ホスト), Enel (充電), Mitsubishi Corp (技術)		自動車：Nissan LEAF 30kWh, 10xNissan E-NV200 24 kWh & Mitsubishi Outlander 12kWh		Energinetへ24時間サービスを提供。Frederiksberg Forsyningが使用する事業用自動車が日中に使用し、夜間と週末は駐車。他の場所には自治体、商業会社、港が含まれる。		
Energinetへ24時間サービスを提供。Frederiksberg Forsyningが使用する事業用自動車が日中に使用し、夜間と週末は駐車。他の場所には自治体、商業会社、港が含まれる。		Mobility-as-serviceの提供。充電器の提供および充電を管理するサービスを提供する月額料金。V2Gは消費者の充電費用の削減に使用され、FCR-Nの収益は費用削減に使う。EVへの高額の課税により展開は制約的(2017年デンマークでEVは減少)		顧客への提供：充電器を含む月額料金		
受益者	TSO	DSO	TPI	運用スナップショット	V2Gへの蓄電池の使用：30%~95%	
サービス	一次予備力	制約管理	前日・当日市場取引	使用者行動	構造	利用可能性とパフォーマンス
V2G?	V2G	V2G	V2G	使用者ごとに異なる。顧客は電話でアプリにアクセスし、その日のどの時点で必要な充電状態を示す。一部の使用者はアプリを使用せずにスケジュールを設定。使用者の理解が必要。	アプリはNuvveに運転者の好みと必要な料金を通知。サービスの提供のために系統と市場のシグナルと照合される。V2GではCHAdemoプロトコルを使用した。	様々な車両をテスト。技術的な障壁としては①長時間の周波数偏差によりkWh容量を超過したため低いkWでの入札が必要。将来的には90%以上の効率が必要。②バッテリー劣化の影響。
サービス提供時	障害前	障害後	価格差	主たる市場はFCR-N(平常時周波数予備力)であり、プロジェクトは送電会社Energinetへの参加を通じて市場へアクセスし、顧客との商業契約を締結した。特定された主要な規制上の障壁は①異なった種類の自動車・充電器があり、事前認証プロセスで十分に定義することが難しい、②決済メータの費用が高い、③ダブルカウントを含む高いエネルギー料金と税金。		
トリガー	系統周波数	制御信号	入札/落札受領			
応答速度	10秒以下	3~5分以下	15分以下			
持続時間	30分まで	1~4時間	15分ブロック			
状態	実証済	調査済	調査済			

図 5-1 PARKER(2016-18)

(出所) V2GHub、A Global Roadtrip report より作成

V2Gを介した仮想的な再生可能エネルギー発電の送電：送電の制約を緩和し、ネットワーク投資を延期させる		需要家スナップショット	プラグイン時間：夜間																
ドイツでの送電制約に対処するためTSOのサービスに使用する技術的能力の実証。高度に分散した充電所。充電器の設置は開発中の通信プロトコルを使用。	TSO：TenneT、EMS：The Mobility House (TMH)、Car OEM：Nissan	セグメント：商業、TSOのサービスカー、1日あたり約150km + 本社2台 充電場所：変電所及び本社。北・南ドイツ地全域で複数箇所。 充電ポイント南部の：EVTEC Charger 10kW DC V2G、北部の7.6kW V1G 自動車：Nissan LEAF & ENV200, 40kWh. ~10 vehicles. 顧客への提供：N/A。プロジェクトには技術的な課題あり。TenneTが所有者であるため顧客をまとめる必要なし。	標準的な勤務時間中に比較的日常的なスケジュール化された方法でサービスの提供が期待される。充電は一晚で利用可能になる。 潜在的商業価値は高い。ドイツでは再生可能エネルギー発電の出力抑制が行われているが、これを回避するには系統増強が必要。出力抑制5.5TWhは年間で約200万台のEVに充電できる。制約は北部で厳しい。南部でもPVの制約が課題に。																
<table border="1"> <tr><th>受益者</th><th>TSO</th></tr> <tr><td>サービス</td><td>TSO系統制約管理</td></tr> <tr><td>V2G?</td><td>V2G (北部のサイトでは+V1G)</td></tr> <tr><td>サービス提供時</td><td>障害後</td></tr> <tr><td>トリガー</td><td>TSO制御信号</td></tr> <tr><td>応答速度</td><td>数秒から2分</td></tr> <tr><td>持続時間</td><td>潜在的には2~3日</td></tr> <tr><td>状態</td><td>テスト中</td></tr> </table>		受益者	TSO	サービス	TSO系統制約管理	V2G?	V2G (北部のサイトでは+V1G)	サービス提供時	障害後	トリガー	TSO制御信号	応答速度	数秒から2分	持続時間	潜在的には2~3日	状態	テスト中	運用スナップショット	V2Gへの蓄電池の使用：35%まで下げ
受益者	TSO																		
サービス	TSO系統制約管理																		
V2G?	V2G (北部のサイトでは+V1G)																		
サービス提供時	障害後																		
トリガー	TSO制御信号																		
応答速度	数秒から2分																		
持続時間	潜在的には2~3日																		
状態	テスト中																		
動的な需要応答 (DSR) 市場。非垂直統合型市場。規制制の障害は電力貯蔵が規制上の分類に無く、発電と消費段階で課金される「二重課金」問題が発生。各車両を個別に登録する必要がある。		<table border="1"> <tr><th>使用者行動</th><th>構造</th><th>利用可能性とパフォーマンス</th></tr> <tr><td>プロジェクトの焦点ではない。日常的な運転を行うTSO所有者が対象。長期的な目標は異なる運転パターンを持つ他の所有者も検討。昼の勤務時間中にプラグインできる車両を対象にし、EVポートフォリオをバランス化。</td><td>TMHはエネルギー管理ソフト、通信および制御技術を提供。TMHはV2Gをまとめて利用可能性(kWh)をTSOへ報告。TenneTは要求をTMHへ送付、承認・拒否が可能。複数の分散した場所を活用した通信システムの学習が目的。</td><td>2019年から利用可能なデータ。課題はV2Gの多様性に対応する能力。突然の嵐(数時間)から2~3日の天気サイクルまでの範囲。</td></tr> </table>	使用者行動	構造	利用可能性とパフォーマンス	プロジェクトの焦点ではない。日常的な運転を行うTSO所有者が対象。長期的な目標は異なる運転パターンを持つ他の所有者も検討。昼の勤務時間中にプラグインできる車両を対象にし、EVポートフォリオをバランス化。	TMHはエネルギー管理ソフト、通信および制御技術を提供。TMHはV2Gをまとめて利用可能性(kWh)をTSOへ報告。TenneTは要求をTMHへ送付、承認・拒否が可能。複数の分散した場所を活用した通信システムの学習が目的。	2019年から利用可能なデータ。課題はV2Gの多様性に対応する能力。突然の嵐(数時間)から2~3日の天気サイクルまでの範囲。											
使用者行動	構造	利用可能性とパフォーマンス																	
プロジェクトの焦点ではない。日常的な運転を行うTSO所有者が対象。長期的な目標は異なる運転パターンを持つ他の所有者も検討。昼の勤務時間中にプラグインできる車両を対象にし、EVポートフォリオをバランス化。	TMHはエネルギー管理ソフト、通信および制御技術を提供。TMHはV2Gをまとめて利用可能性(kWh)をTSOへ報告。TenneTは要求をTMHへ送付、承認・拒否が可能。複数の分散した場所を活用した通信システムの学習が目的。	2019年から利用可能なデータ。課題はV2Gの多様性に対応する能力。突然の嵐(数時間)から2~3日の天気サイクルまでの範囲。																	

図 5-2 REDISPATCH V2G (2018-2021)

(出所) V2GHub、A Global Roadtrip report より作成

多様な顧客を引き付けるDSOサービスの小規模な商業化トライアル：商用、個人、カーシェア			需要家スナップショット	プラグイン時間：可変的																								
DSOサービスに焦点を当てる先進的な4DC V2G充電器を使ったオランダのプロジェクト。複数の電力部門のユースケースを用いて商業的、社会的、技術的な全体的なアプローチを採用。	DSO：ALLIANDER、CPO：NEWMOTION、EMS：ENERVALIS、充電器：MAGNUM CAP		セグメント：住宅・商業 充電場所：作業場・公共 充電ポイント：4 DC V2G chargers, 10 kW, MagnumCap 自動車：2 Mitsubishi Outlander, 2 Nissan EV200 (mini-an), 1 Nissan LEAF 顧客への提供：1時間あたり10ユーロセントの定額支払い(公的助成あり)	2台の商用ミニバン使用者、不規則な運転をする1個人、ルーティン的な行動を取る1個人(法人リース)、アプリによるカーシェアリングされる1台 商業的価値は定量化されていない。重要な課題は系統混雑管理が市場で明確な価格設定をされていないこと。V2Gのメリットは顧客がオンサイトで太陽光発電を利用し、夜にエネルギーを消費する場合に特に高くなると予想される。																								
<table border="1"> <tr><th>受益者</th><th>DSO</th><th>TPI</th></tr> <tr><td>サービス</td><td>制約管理・電力品質</td><td>インバランス・当日市場取引</td></tr> <tr><td>V2G?</td><td>V2G</td><td>V2G</td></tr> <tr><td>サービス提供時</td><td>障害前</td><td>価格差</td></tr> <tr><td>トリガー</td><td>USEFプラットフォームで予測</td><td>市場のピーク</td></tr> <tr><td>応答速度</td><td>数分~数時間内</td><td>決済期間15分</td></tr> <tr><td>持続時間</td><td>数分~数時間</td><td>数分~数時間</td></tr> <tr><td>状態</td><td>テスト中</td><td>テスト中</td></tr> </table>			受益者	DSO	TPI	サービス	制約管理・電力品質	インバランス・当日市場取引	V2G?	V2G	V2G	サービス提供時	障害前	価格差	トリガー	USEFプラットフォームで予測	市場のピーク	応答速度	数分~数時間内	決済期間15分	持続時間	数分~数時間	数分~数時間	状態	テスト中	テスト中	運用スナップショット	V2Gへの蓄電池の使用：最小SoCは20-30%。充電ポイントに到着すると45%になる。
受益者	DSO	TPI																										
サービス	制約管理・電力品質	インバランス・当日市場取引																										
V2G?	V2G	V2G																										
サービス提供時	障害前	価格差																										
トリガー	USEFプラットフォームで予測	市場のピーク																										
応答速度	数分~数時間内	決済期間15分																										
持続時間	数分~数時間	数分~数時間																										
状態	テスト中	テスト中																										
DSOはV2Gに積極的に関与しており、新しい収益機会が生まれることを期待。障壁には太陽光発電補助金制度、不明確な系統への受け入れ要件がある。			<table border="1"> <tr><th>使用者行動</th><th>構造</th><th>利用可能性とパフォーマンス</th></tr> <tr><td>商業的顧客が十分に従事。管理レベルでの強いグリーンクレジットとレジリエンス、PV自己消費の最大化を信じている。1時間あたり10ユーロセントの支払いも従事を強化。市場レートが低いかどうか懸念。</td><td>USEFプラットフォームを使用。全ての利害関係者は1日前、1時間前又はスポットで予測システムのニーズにアクセスできる。</td><td>応答時間に満足。固定蓄電池より僅かに遅いだけ。最大の挑戦は資産の利用可能性(プラグイン時間と適切な充電SoC状態)。プロジェクトの規模が小さいことで大きな問題。</td></tr> </table>	使用者行動	構造	利用可能性とパフォーマンス	商業的顧客が十分に従事。管理レベルでの強いグリーンクレジットとレジリエンス、PV自己消費の最大化を信じている。1時間あたり10ユーロセントの支払いも従事を強化。市場レートが低いかどうか懸念。	USEFプラットフォームを使用。全ての利害関係者は1日前、1時間前又はスポットで予測システムのニーズにアクセスできる。	応答時間に満足。固定蓄電池より僅かに遅いだけ。最大の挑戦は資産の利用可能性(プラグイン時間と適切な充電SoC状態)。プロジェクトの規模が小さいことで大きな問題。																			
使用者行動	構造	利用可能性とパフォーマンス																										
商業的顧客が十分に従事。管理レベルでの強いグリーンクレジットとレジリエンス、PV自己消費の最大化を信じている。1時間あたり10ユーロセントの支払いも従事を強化。市場レートが低いかどうか懸念。	USEFプラットフォームを使用。全ての利害関係者は1日前、1時間前又はスポットで予測システムのニーズにアクセスできる。	応答時間に満足。固定蓄電池より僅かに遅いだけ。最大の挑戦は資産の利用可能性(プラグイン時間と適切な充電SoC状態)。プロジェクトの規模が小さいことで大きな問題。																										

図 5-3 CITY-ZEN (2014-19)

(出所) V2GHub、A Global Roadtrip report より作成

シティーカーの一部として設置された22台の充電器とロンボク周辺の太陽光発電を備えた先駆的なAC V2Gプロジェクト				需要家スナップショット	プラグイン時間：可変的	
プロジェクトの焦点はV2GのAC標準の開発と電気自動車の充電インフラと太陽光発電の展開を促進し、加速化するシステムの開発。次のプロジェクトはユトレヒトお地域全体で1,000台までの充電器を設置する。		主導：Lombboxnet, CPO：Last Mile Solutions, DSO：Stedin, OEM：Renault、協力：ElaadNL		セグメント：シティーカー・シェア	充電場所：公共	
カーシェアの車両は自家用よりもアイドル状態にならない（自家用90%に対し60-70%のみ）。予測可能な使用法、主に夜間にアイドル状態になる。		顧客への提供：カーシェアの一部。99ユーロ/月。Knと保険含む。		充電ポイント：AC 22kW By Seers Group & The People Group	自動車：22 Renault Zoe (40kWh)	
2019年末に成果が明らかに		運用スナップショット		V2Gへの蓄電池の使用：少量（%）の蓄電池を使用。劣化が小さいことが明らかになった場合は後で公表。		
受益者	DSO	TSO	TPI	使用者行動	構造	利用可能性とパフォーマンス
サービス	制約管理	周波数応答	インバランス・エネルギー取引	2019年末に結果を公表。22kWの一方方向充電所では平均して次の通り。 ・10%の占有と充電 ・50%の占有と非充電	太陽エネルギーの吸収率が高い近隣の公共充電ポイント（低電圧系統に直接接続）。	2019年末に結果を公表。2018年末に双方向機能を備えたRenault Zoe社の車の最初のプロトタイプがユトレヒトに到着。テストは2019年に開始され、2019年末に結果を公表。
V2G?	V2G	V2G	V2G	2019年末に結果を公表。22kWの一方方向充電所では平均して次の通り。 ・10%の占有と充電 ・50%の占有と非充電	太陽エネルギーの吸収率が高い近隣の公共充電ポイント（低電圧系統に直接接続）。	2019年末に結果を公表。2018年末に双方向機能を備えたRenault Zoe社の車の最初のプロトタイプがユトレヒトに到着。テストは2019年に開始され、2019年末に結果を公表。
サービス提供時	障害前	障害前	価格差	2019年末に結果を公表。22kWの一方方向充電所では平均して次の通り。 ・10%の占有と充電 ・50%の占有と非充電	太陽エネルギーの吸収率が高い近隣の公共充電ポイント（低電圧系統に直接接続）。	2019年末に結果を公表。2018年末に双方向機能を備えたRenault Zoe社の車の最初のプロトタイプがユトレヒトに到着。テストは2019年に開始され、2019年末に結果を公表。
トリガー	USEFプラットフォームで予測	USEFプラットフォームで予測	市場のピーク	2019年末に結果を公表。22kWの一方方向充電所では平均して次の通り。 ・10%の占有と充電 ・50%の占有と非充電	太陽エネルギーの吸収率が高い近隣の公共充電ポイント（低電圧系統に直接接続）。	2019年末に結果を公表。2018年末に双方向機能を備えたRenault Zoe社の車の最初のプロトタイプがユトレヒトに到着。テストは2019年に開始され、2019年末に結果を公表。
応答速度	数分～数時間内	数分～数時間内	決済期間15分	2019年末に結果を公表。22kWの一方方向充電所では平均して次の通り。 ・10%の占有と充電 ・50%の占有と非充電	太陽エネルギーの吸収率が高い近隣の公共充電ポイント（低電圧系統に直接接続）。	2019年末に結果を公表。2018年末に双方向機能を備えたRenault Zoe社の車の最初のプロトタイプがユトレヒトに到着。テストは2019年に開始され、2019年末に結果を公表。
持続時間	数分～数時間	数分～数時間	数分～数時間	2019年末に結果を公表。22kWの一方方向充電所では平均して次の通り。 ・10%の占有と充電 ・50%の占有と非充電	太陽エネルギーの吸収率が高い近隣の公共充電ポイント（低電圧系統に直接接続）。	2019年末に結果を公表。2018年末に双方向機能を備えたRenault Zoe社の車の最初のプロトタイプがユトレヒトに到着。テストは2019年に開始され、2019年末に結果を公表。
状態	調査済	調査済	テスト済	2019年末に結果を公表。22kWの一方方向充電所では平均して次の通り。 ・10%の占有と充電 ・50%の占有と非充電	太陽エネルギーの吸収率が高い近隣の公共充電ポイント（低電圧系統に直接接続）。	2019年末に結果を公表。2018年末に双方向機能を備えたRenault Zoe社の車の最初のプロトタイプがユトレヒトに到着。テストは2019年に開始され、2019年末に結果を公表。
DSOはV2Gに積極的に関与しており、新しい収益機会が生まれることを期待。障壁には太陽光発電補助金制度、不明確なシステムへの受け入れ要件がある。						

図 5-4 SMART SOLAR CHARGING (2014-19)

(出所) V2GHub, A Global Roadtrip report より作成

V1G及びV2Gの大規模な民間資本による実証：周波数応答、裁定取引等を対象にしている				需要家スナップショット	プラグイン時間：可変的	
V1GとV2Gの両方を介して系統バランスサービスを提供する。V2G要素はEnelの双方向充電器を備えた15台のB2B EV Peugeot iOn又はCitroën C-ZERO vehiclesである。V1Gは住宅地に設置されたNuvve AC50台。		Car OEM：Groupe PSA、市場アクセス：Direct Energie、充電器：Enel、アグリゲーター：Nuvve、設置：Proxiserve、調査：DTU		セグメント：空港敷地での商業部門	充電場所：作業場所	
ドライバーの種類とプラグインの動作の組み合わせ。車の使用は24時間無休で可能だが、日中に使用料が増える。		顧客への提供：充電無料		充電ポイント：V2G - Enel 10 kW DC、(V1G is using bidirectional Nuvve 18kW AC chargers)	自動車：15 Peugeot iOn or Citroen CZERO	
フランスで最初のV2Gプロジェクト。V2G充電器は商用車で設置され、V1Gは住宅に設置。プロジェクト参加者に商業的実現可能性を実証し、DERの障壁を除くことが目的。		運用スナップショット		V2Gへの蓄電池の使用：30-95%		
受益者	TSO	TPI	エネルギー使用者	使用者行動	構造	利用可能性とパフォーマンス
サービス	周波数応答	前日・当日取引	時間帯別料金による削減	プロジェクトの成果を示すには時期尚早	アプリはNuvveにドライバーの好みと必要な料金を通知。この情報はサービスを提供するために市場のシグナルと照合される。V2GではCHAdemoプロトコルが使用される。住宅用V1G充電器は双方向ACだが、AC互換性のある車両は限定的。	蓄電池の最小/最大使用量は、車の特定のモデルによる。
V2G?	V2G	V2G	V2H/B	プロジェクトの成果を示すには時期尚早	アプリはNuvveにドライバーの好みと必要な料金を通知。この情報はサービスを提供するために市場のシグナルと照合される。V2GではCHAdemoプロトコルが使用される。住宅用V1G充電器は双方向ACだが、AC互換性のある車両は限定的。	蓄電池の最小/最大使用量は、車の特定のモデルによる。
サービス提供時	障害前	価格差（入札結果による）	ピーク料金	プロジェクトの成果を示すには時期尚早	アプリはNuvveにドライバーの好みと必要な料金を通知。この情報はサービスを提供するために市場のシグナルと照合される。V2GではCHAdemoプロトコルが使用される。住宅用V1G充電器は双方向ACだが、AC互換性のある車両は限定的。	蓄電池の最小/最大使用量は、車の特定のモデルによる。
トリガー	系統周波数	入札結果による	計画的	プロジェクトの成果を示すには時期尚早	アプリはNuvveにドライバーの好みと必要な料金を通知。この情報はサービスを提供するために市場のシグナルと照合される。V2GではCHAdemoプロトコルが使用される。住宅用V1G充電器は双方向ACだが、AC互換性のある車両は限定的。	蓄電池の最小/最大使用量は、車の特定のモデルによる。
応答速度	15秒～15分	15分以下	計画的	プロジェクトの成果を示すには時期尚早	アプリはNuvveにドライバーの好みと必要な料金を通知。この情報はサービスを提供するために市場のシグナルと照合される。V2GではCHAdemoプロトコルが使用される。住宅用V1G充電器は双方向ACだが、AC互換性のある車両は限定的。	蓄電池の最小/最大使用量は、車の特定のモデルによる。
持続時間	1週間入札	15分ブロック	料金による	プロジェクトの成果を示すには時期尚早	アプリはNuvveにドライバーの好みと必要な料金を通知。この情報はサービスを提供するために市場のシグナルと照合される。V2GではCHAdemoプロトコルが使用される。住宅用V1G充電器は双方向ACだが、AC互換性のある車両は限定的。	蓄電池の最小/最大使用量は、車の特定のモデルによる。
状態	調査済（テスト計画あり）	調査済（テスト計画あり）	調査済	プロジェクトの成果を示すには時期尚早	アプリはNuvveにドライバーの好みと必要な料金を通知。この情報はサービスを提供するために市場のシグナルと照合される。V2GではCHAdemoプロトコルが使用される。住宅用V1G充電器は双方向ACだが、AC互換性のある車両は限定的。	蓄電池の最小/最大使用量は、車の特定のモデルによる。
DSR市場は十分に発展している。市場は垂直統合型ではない。規制上の障壁は配電レベルでのkW単位の供給力の導入に関連したもの。立ち絵場周波数市場への取引とアクセスは最小規模参加の制限あり。最終需要家はエネルギーを販売できない。						

図 5-5 GRID MOTION (2017-19)

(出所) V2GHub, A Global Roadtrip report より作成

韓国でのEV普及の技術的基礎を築くKEPCOプロジェクト		需要家スナップショット		プラグイン時間：夜間充電																	
韓国でのEVのスムーズな普及を目指す車両系統統合プロジェクトの一部。V2Gの作業は様々な充電器をテストすることで双方向DC充電器とインターフェイスプロトコルの開発に重点を置いた。Hyundai Mobisは最初に双方向充電器を承認。		リード：KEPCO、EV：HYUNDAI、MOBIS (Charger)、I&C (IT)、PNE (Charger)、KDN (EMS)、Nemo (Business Model)		セグメント：商業部門（調査センター）	充電場所：商業部門（調査センター）																
<table border="1"> <tr><th>受益者</th><th>エネルギー使用者</th></tr> <tr><td>サービス</td><td>エネルギー使用者の時間シフト</td></tr> <tr><td>V2G？</td><td>V2G</td></tr> <tr><td>サービス提供時</td><td>ピーク</td></tr> <tr><td>トリガー</td><td>市場シグナル</td></tr> <tr><td>応答速度</td><td>10秒以下</td></tr> <tr><td>持続時間</td><td>1~4時間</td></tr> <tr><td>状態</td><td>テスト済</td></tr> </table>		受益者	エネルギー使用者	サービス	エネルギー使用者の時間シフト	V2G？	V2G	サービス提供時	ピーク	トリガー	市場シグナル	応答速度	10秒以下	持続時間	1~4時間	状態	テスト済	充電ポイント：2 x AC 6.6kW charging / 3.3kW discharging. 1 x 10kW DC		自動車：2 Hyundai(28kWh xAC,1xDC) 1 ITeng (20kWh AC)	通常、夜間又は勤務後に充電され、日中は放電される。テスト済の様々なサービスに依存。
受益者	エネルギー使用者																				
サービス	エネルギー使用者の時間シフト																				
V2G？	V2G																				
サービス提供時	ピーク																				
トリガー	市場シグナル																				
応答速度	10秒以下																				
持続時間	1~4時間																				
状態	テスト済																				
		顧客への提供：N/A		実際の顧客なし（V2Gプログラムに参加している研究者）																	
		運用スナップショット		V2Gへの蓄電池の使用：30-100%																	
		使用者行動	構造	利用可能性とパフォーマンス																	
		実際の顧客はいない。シミュレーションされた使用者の使用パターンでの完全なEV制御。プロジェクトは蓄電池と使用者のより良い範囲でのV2G SoCを見つけることに取り組んでいる。	V2Gサービス提供者が運用する中央管理システムで用いているが、配電系統の監視とEV制御のために地域的サイトに導入することもできる。	10秒以内に応答。テストした3台のEVは様々な種類のDR信号に95%以上の精度で応答。																	
V2Gの採用には動的な需要応答市場が必要。詳細な規制の修正がV2Gのために必要。																					

図 5-6 KOREAN V2G (2015-17)

(出所) V2GHub、A Global Roadtrip report より作成

5台のiMiEVを使用した初期のV2Bトライアルで二次利用蓄電池と共に三菱自動車のオフィスでのピークを12.7%削減		需要家スナップショット		プラグイン時間：日中																	
けいはんなスマートコミュニティプロジェクトの一環として三菱自動車の名古屋工場に設置。ピーク抑制を実現するEMSの開発と実証を1年間行った。		リード：三菱商事、OEM：三菱自動車、EMS：三菱電機、助言：東京工業大学		セグメント：商業部門	充電場所：作業場																
<table border="1"> <tr><th>受益者</th><th>エネルギー使用者</th></tr> <tr><td>サービス</td><td>ピーク抑制</td></tr> <tr><td>V2G？</td><td>V2B</td></tr> <tr><td>サービス提供時</td><td>計画的</td></tr> <tr><td>トリガー</td><td>予測</td></tr> <tr><td>応答速度</td><td>N/A</td></tr> <tr><td>持続時間</td><td>3時間（午後1時~4時）</td></tr> <tr><td>状態</td><td>テスト済</td></tr> </table>		受益者	エネルギー使用者	サービス	ピーク抑制	V2G？	V2B	サービス提供時	計画的	トリガー	予測	応答速度	N/A	持続時間	3時間（午後1時~4時）	状態	テスト済	充電ポイント：3kW DC、三菱電機		自動車：5台の三菱製iMiEV、各々16kWh	平日のみで週末はなし。営業時間中に充電された車。
受益者	エネルギー使用者																				
サービス	ピーク抑制																				
V2G？	V2B																				
サービス提供時	計画的																				
トリガー	予測																				
応答速度	N/A																				
持続時間	3時間（午後1時~4時）																				
状態	テスト済																				
		顧客への提供：消費者の関与を簡素化するため、三菱自動車の従業員が選択された。		三菱自動車の名古屋工場の管理棟の従業員は通勤でプロジェクトに参加。日常的に車両を利用。																	
		運用スナップショット		V2Gへの蓄電池の使用：言及なし																	
		使用者行動	構造	利用可能性とパフォーマンス																	
		車両を通常使用する5名の運転者。通常、職場に到着するとプラグイン。V2Bサービスの時間枠を示すために従業員が残り時間を入力する。	システムは20kWの太陽光発電、5台の放電可能なEV及びEVから収集した80kWhの使用済再充電可能蓄電池で構成されている。電気自動車統合システムは各EVの利用可能な放電可能容量と時間のデータと情報を集約し、EVを輸送手段として使用できるようにする。	EV及び使用済蓄電池から施設へのピーク時間（午後1時~4時）n放電される量は30~50kWh/日。平均してピークの12.7%を抑制。1年間パフォーマンスに問題なし、蓄電池の劣化に顕著な影響なし。																	
EVの取り込みはまだ低水準であり、市場は難しい。電力市場は自由化を推進。V2Bは実現可能だが、V2Gは大きな障壁に直面している。																					

図 5-7 M-TECH LABO (2010-13)

(出所) V2GHub、A Global Roadtrip report より作成

午後6~9時のピーク時間に系統信号にตอบสนองして放電を実証する80台のV2H充電器を設置し、配電システムの負荷と周波数イベントの管理を支援した。			需要家スナップショット	プラグイン時間：夜間
ハワイのマイで再生可能エネルギー、電気自動車、エネルギー貯蔵、制御可能な需要を統合しようとするスマートグリッドプロジェクトの一部。			リード：日立、出資：NEDO, Mizuho Corporate Bank and Cyber Defense Institute, the State of Hawaii; the County of Maui; Maui Electric Company and Hawaiian Electric Company; Hawaii Natural Energy Institute; Maui Economic Development Board, Inc.; University of Hawaii Maui College	セグメント：個別 充電場所：住宅 充電ポイント：6kW Hitachi DC 自動車：Nissan LEAF80台 顧客への提供：充電は無料、他の経済的インセンティブなし。環境問題などに関心のある者等が参加。
受益者	TSO/DSO	TSO/DSO	運用スナップショット	
サービス	ピーク抑制	周波数応答	V2Gへの蓄電池の使用：30-95%	
V2G?	V2G	V2G	使用者行動	
サービス提供時	予測	周波数の変化	構造	
トリガー	制御信号	DSOからの制御信号	利用可能性とパフォーマンス	
応答速度	4秒以下	4秒以下	80世帯が通常に使用し、仕事からの帰宅後に接続。多様性が限定されV2Gの利用可能性を狭める。他のDC充電器も使用し、平均的に1日置きに接続。2013-14年に試行実施。	
持続時間	3時間（午後6~9時）	2時間	自律分散システムによるエネルギー制御。ローカライズされた自律型DMSを備えた統合デマンド管理システム開発した。EV放電ではDMSとEV制御センターを使用して充電スケジュールを作成し、再生可能エネルギーによる推定電力と翌日の負荷とのギャップを補充した。各EVの充電器への接続状態と希望する終了時間を考慮して充電開始時間の指示を行う。ChaDeMoプロトコルを使用。	
状態	実証済	実証済	放電は1kWに制限されているが6kWがモデル化されている。連系規格はハワイ独自であったが現在変更。車両の挙動の予測は困難。ハワイでよりよくはDSRを改訂し、V2Hも対象に。EVは高速で柔軟性があり、他との組み合わせで価値を生む。	
産業・商業に限定されるが動的な需要応答市場がある。V2Hを含む幅広い範囲でアクセスできるよう改訂した。連系規格は困難だが、現在はUL認証に改訂された。				

図 5-8 JUMPSMARTMAUI (2012-16)

(出所) V2GHub, A Global Roadtrip report より作成

複数の車両タイプと充電器を備えたUCSDキャンパスでの大規模な実証で、カリフォルニアでの商用展開への移行を支援				需要家スナップショット	プラグイン時間：可変的
大量の太陽光発電、蓄電池及び発電を備えたUCSD45MWマイクログリッドでの試行。V2B、統合、DSR、周波数制御、太陽光発電予測との相互作用をテストする予定。				セグメント：大学キャンパス 充電場所：大学キャンパス 充電ポイント：9 AC Nuvve PowerPorts (18kW) 9 DC Hitachi (6 kW) 30+ TBD (Phase 2/3)	主に職場での充電は昼間で、大学は昼間の充電 UCSDのTriton Rideプログラムとのコラボ。夜にキャンパスを完全にキャンパスを移動させるもの。UCSDの太陽光発電予測ラボと連携したり、キャンパス内の固定的蓄電プロジェクトと統合を行う。
受益者	TSO/DSO	TSO	エネルギー使用者	運用スナップショット	
サービス	DSR/ピーク抑制	周波数制御	需要料金の要請	V2Gへの蓄電池の使用：OEM・モデルに依存	
V2G?	V2G	V2G	V2H/B	使用者行動	
サービス提供時	TSO/DSOからのひっ迫要請	信号への継続的応答	ピーク料金期間 (kW)	構造	
トリガー	TSO/DSOからのひっ迫要請	系統周波数 (AGC信号)	異常なピーク需要	利用可能性とパフォーマンス	
応答速度	警報は通常前日に実施	4秒以下	15分間か悪	車の数が少ない場合には市場に提供できる容量予測は困難。①プロジェクト車両の予期せぬ障害、②運転者の個人スケジュールの変動、③便利な駐車場の割り当てによるプラグイン時間の最適化。	
持続時間	4時間	継続的	数時間	Nuvve GIV™ アグリゲーションプラットフォーム。高度な太陽光予測との相互作用、建物エネルギー管理システムとの統合、TSO/DSOレベルのDSR市場への対応を検討。2009年からプラットフォームはTSOに周波数制御を提供。	
状態	実証済	テスト済	テスト済	課題は①車の利用可能性、②EVSEの信頼性、③地域的要件へのシステムの適応、④市場アクセスのバス、⑤蓄電池の劣化。V2Gは追加的劣化をもたらす。完全な充放電サイクルは最悪。自動車メーカーは認定されたアグリゲーター又は充電者であるよう認証を受ける場合がある。	
DSO及びTSOレベルでDSR市場及びピーク後のアプリケーションを利用可能にする。現行の障害はTSO周波数制御市場。急速に進化するインバーターの連系規格、電気自動車の市場アクセスオプション、小売と卸売の間の補償メカニズムが含まれる。					

図 5-9 INVENT (2017-2020)

(出所) V2GHub, A Global Roadtrip report より作成

配電ネットワーク上のV2G対応のEVの影響と連系プロセスの理解を目的としたDNOプロジェクト		需要家スナップショット		プラグイン時間：未決定																	
NPGはNuvveが商業的に導入した充電器の設置を監視。範囲には接続の提供、顧客の使用行動の商用オプション調査を含む。1,000箇所の充電所が計画されていたが19に削減。		DNO：Northern Power Grid、アグリゲーター：Nuvve、調査：ニューキャッスル大学		セグメント：商業 (NPG)	充電場所：作業場 (NPGオフィス)																
				充電ポイント：19x MagnumCap 10kW DC	自動車：Nissan NV200s and possible Nissan LEAFs																
				顧客への提供：NPGの車両を前提としており、顧客への提供は想定していない。																	
				NPGの車両を考えると顧客からの申し込みは大きな焦点ではない。																	
		運用スナップショット		V2Gへの蓄電池の使用：TBCだが35-95%と想定																	
		使用者行動	構造	利用可能性とパフォーマンス																	
		言及するには時期尚早	Nuvve アグリゲーションプラットフォームを介して九電。制御信号はテストするサービスにより異なる。	イギリスの連系プロセス（現在G59及び83）は世界で最も複雑なプロセスの一つであり、系統への影響評価を実施するために最大あて6か月かかる。このプロセスを合理化するために型式認証の採用を推奨する。																	
<table border="1"> <tr><th>受益者</th><th>DSO</th></tr> <tr><td>サービス</td><td>TBC（車両によって提供される</td></tr> <tr><td>V2G?</td><td>DSOサービスと</td></tr> <tr><td>サービス提供時</td><td>ネットワークへの影響を確認するテスト、DSOサービス</td></tr> <tr><td>トリガー</td><td>と新しい市場の仕様の形成を支援するため）。</td></tr> <tr><td>応答速度</td><td></td></tr> <tr><td>持続時間</td><td></td></tr> <tr><td>状態</td><td></td></tr> </table>		受益者	DSO	サービス	TBC（車両によって提供される	V2G?	DSOサービスと	サービス提供時	ネットワークへの影響を確認するテスト、DSOサービス	トリガー	と新しい市場の仕様の形成を支援するため）。	応答速度		持続時間		状態		高度に動的なDSR市場があり、TSOとDSOは環境を支援し、アグリゲーター間で強い競争がある。しかし連系プロセスは遅い。			
受益者	DSO																				
サービス	TBC（車両によって提供される																				
V2G?	DSOサービスと																				
サービス提供時	ネットワークへの影響を確認するテスト、DSOサービス																				
トリガー	と新しい市場の仕様の形成を支援するため）。																				
応答速度																					
持続時間																					
状態																					

図 5-10 NETWORK IMPACT OF GRID-INTEGRATED VEHICLES (2017-2020)

(出所) V2GHub、A Global Roadtrip report より作成

第2項 サービスとユースケース

(1) Parker Project

デンマーク工科大学(DTU)では、V2Gに関する様々なサービスの検討を行っており、前項でも掲載した Parker Project は、世界初の商用 V2G ハブ導入事例として知られている。本プロジェクトは、2016年8月から2018年7月にかけて、デンマーク工科大学とデンマークの Frederiksberg forsyning 社(ガス、水、冷暖房供給事業者)の本社において、EVによる電力システムへの貢献度の実証を行い、経済性の評価や技術的課題の特定を行った。

-	実績的な経験 ：研究室、フィールドテストにおいてEVによる電力システムへの貢献度を検討
-	ビジネスポテンシャルの検討 ：現在と将来の系統サービスでのサービスの収益性を検討
-	技術的な検討 ：V2Gによる系統サービス提供のためのEVと充電技術の検討
-	パートナー ：日産、三菱自動車、PSA、NUVVE、Frederiksberg Forsyning A/S、Insero A/S、Enel、DTU Electrical Engineering (PowerLabDK)。
-	事業期間 ：2016年8月から2018年7月まで⇒2019年1月に報告書
-	予算 ：DKK11,639,521 (約170万米ドル) エコ発電研究基金であるForskELから。
-	技術 ：日産の車両、ENDESAの充電、NUVVEのアグリゲーションソフト等の成熟技術を利用

図 5-11 Parker Project の概要

(出所) Peter Bach Andersen et al., "The Parker Project Final Report", 2019年1月31日より作成

Parker Project において検討したサービスとユースケースは表 5-5 の通り整理される。本プロジェクトは、EV が主に系統利用者/小売事業者/需要家等に対して、電力バランス/エネルギーバラ

ンス/系統対策な様々なサービスを提供し、市場、系統の安定化や製品の付加価値の向上などの便益に貢献している。課題としては、技術的には蓄電池の劣化が早まることや長時間の周波数調整に適さないこと、規制については EV 事前認定の判断基準が不明確であることや決済用のメーター設置が必要になること、市場的にはアグリゲーターの役割に関する明確なモデルがないことなど様々な点が挙げられている。

表 5-5 Parker プロジェクトで検討されたサービスとユースケース一覧

カテゴリ	ユースケース	提供者 (対価を得る)	受益者 (対価を支払う)	便益	課題	解決策	データなど	
電力バランス	慣性力の提供、周波数制御	<ul style="list-style-type: none"> EV(個人, 法人) 充電設備提供事業者 アグリゲーター 	<ul style="list-style-type: none"> システム利用者全体 	<ul style="list-style-type: none"> 調整力市場 アンシラリーサービス等収益 	<ul style="list-style-type: none"> 長時間の周波数調整 蓄電池の劣化 採算性 EV事前認定判断基準 	<ul style="list-style-type: none"> "好ましい"充放電を許容する仕組みの導入 充放電制御の最適化 税, サービスコスト改善 入札仕様の見直し アグリゲーター単位の資格認定 	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー消費量 調整力容量情報 価格シグナル 決済情報 	
エネルギーバランス	卸電力、調整力、CO2排出	<ul style="list-style-type: none"> EV(個人, 法人) 充電設備提供事業者 アグリゲーター 	<ul style="list-style-type: none"> 電力取引 系統運営者 小売事業者 	<ul style="list-style-type: none"> 各種市場での収益 	<ul style="list-style-type: none"> 各種市場 アンシラリーサービス 	<ul style="list-style-type: none"> 充放電時損失 蓄電池の劣化 決済メーター設置 	<ul style="list-style-type: none"> 充放電制御の最適化 計量器に関する規格要件の緩和 	<ul style="list-style-type: none"> 容量情報 SOC情報 決済情報
系統対策	需要、電圧制御	<ul style="list-style-type: none"> EV(個人, 法人) 充電設備提供事業者 アグリゲーター 	<ul style="list-style-type: none"> 配電事業者 	<ul style="list-style-type: none"> 各種市場 アンシラリーサービス 	<ul style="list-style-type: none"> アグリゲーターの役割や責任の明確化 採算性 	<ul style="list-style-type: none"> アグリゲーター市場構築 税, サービスコスト改善 	<ul style="list-style-type: none"> SOC情報 決済情報 	
エネルギーの自動化	双方向取引(P2P等)、自家消費	<ul style="list-style-type: none"> EV(個人, 法人) 	<ul style="list-style-type: none"> 小売事業者 需要家 蓄電池? 	<ul style="list-style-type: none"> 市場の値差 蓄電池の販売収益? 	<ul style="list-style-type: none"> アグリゲーターの役割や責任の明確化 採算性 	<ul style="list-style-type: none"> アグリゲーター市場構築 税, サービスコスト改善 	<ul style="list-style-type: none"> SOC情報 決済情報 	
単独運転	バックアップ、オフグリッド	<ul style="list-style-type: none"> EV(個人, 法人) 	<ul style="list-style-type: none"> 需要家 蓄電池 	<ul style="list-style-type: none"> BCPの便益 安定供給 蓄電池の販売収益? 	<ul style="list-style-type: none"> アグリゲーターの役割や責任の明確化 採算性 	<ul style="list-style-type: none"> アグリゲーター市場構築 税, サービスコスト改善 	<ul style="list-style-type: none"> 容量情報 SOC情報 	
機器の充電	自動車から機器、自動車から自動車	<ul style="list-style-type: none"> EV(個人, 法人) 充電設備提供事業者 	<ul style="list-style-type: none"> 需要家 EV所有者 	<ul style="list-style-type: none"> 電気料金削減 	<ul style="list-style-type: none"> 蓄電池の劣化 採算性 利用者の理解 	<ul style="list-style-type: none"> 充放電制御の最適化 税, サービスコスト改善 	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー消費量 決済情報 	

(出所) Peter Bach Andersen et al., "The Parker Project Final Report", 2019/1/31 より作成

(2) Innogy 社

V2G に関連して様々な EV の充電サービスを提供している例として、ドイツの Innogy 社の取り組みが挙げられる。Innogy 社は、元々ドイツの 2 大電力会社 RWE の一部であったが、再エネの分野への出遅れや RWE の経営悪化に伴い再エネの事業会社として分離した会社であり、特に小売りに注力している。Innogy 社の EV 向けサービスとしては、充電ビジネスがメインであり、充電設備運用に関する IT サービスの提供や、アクセス情報の管理、充電顧客向けに需要管理や充電場所等に関する API の提供など、ハードとソフト面でのサービス提供を実施している。職場や駐車場、ホテルのような様々な場所において、充電設備以上の様々なサービスを提供している点が特徴的である。これらのサービスによって、需要家の充電の利便性や料金削減などに貢献する一方で課題として、機器やサービスに係るコストや顧客の情報管理などが指摘されている。

表 5-6 Innogy 社のサービスとユースケース

カテゴリ	ユースケース	提供者 (対価を得る)	受益者 (対価を支払う)	便益	課題	解決策	データ等
充電ビジネス (ソフト)	<ul style="list-style-type: none"> ➢接続管理 ➢制御管理 ➢設備の更新管理 	Innogy	<ul style="list-style-type: none"> ➢EV(個人, 法人) 	<ul style="list-style-type: none"> ➢充電の利便性 ➢充電料金削減 	<ul style="list-style-type: none"> ➢機器, サービスコスト ➢情報管理 	<ul style="list-style-type: none"> ➢APIの開発 ➢コストダウン ➢セキュリティの確保 	<ul style="list-style-type: none"> ➢契約ID管理 ➢SIM card ➢Operating System ➢Apps
充電ビジネス (ハード)	<ul style="list-style-type: none"> ➢充電データ管理 ➢権限の管理 ➢需要管理 	Innogy	<ul style="list-style-type: none"> ➢EV(個人, 法人) ➢充電設備設置者 	<ul style="list-style-type: none"> ➢充電の利便性 ➢充電設備導入費用削減 	<ul style="list-style-type: none"> ➢機器, サービスコスト ➢情報管理 	<ul style="list-style-type: none"> ➢コストダウン ➢セキュリティの確保 	<ul style="list-style-type: none"> ➢契約ID管理 ➢RFIDの利用 ➢ISO15118対応 ➢SOC
職場での充電	<ul style="list-style-type: none"> ➢パウチャーを通じた充電管理 ➢権限の管理 ➢需要管理 	Innogy	<ul style="list-style-type: none"> ➢EV(法人) ➢オフィス 	<ul style="list-style-type: none"> ➢充電の利便性 ➢ピーク料金カット ➢充電料金削減 	<ul style="list-style-type: none"> ➢機器, サービスコスト ➢情報管理 	<ul style="list-style-type: none"> ➢コストダウン ➢セキュリティの確保 	<ul style="list-style-type: none"> ➢スマホや契約IDによる管理 ➢RFIDの利用 ➢ISO15118対応 ➢SOC
駐車場での充電 (ショッピングセンター等)	<ul style="list-style-type: none"> ➢パウチャーでの充電管理 ➢充電データ分析 ➢ビジネスマッチング 	Innogy	<ul style="list-style-type: none"> ➢EV(個人, 法人) ➢駐車場 	<ul style="list-style-type: none"> ➢充電の利便性 ➢ピーク料金カット ➢来店呼び込み ➢充電料金削減 	<ul style="list-style-type: none"> ➢機器, サービスコスト ➢情報管理 	<ul style="list-style-type: none"> ➢コストダウン ➢セキュリティの確保 	<ul style="list-style-type: none"> ➢スマホや契約IDによる管理 ➢RFIDの利用 ➢SOC
ホテルでのサービス	<ul style="list-style-type: none"> ➢遠隔での充電管理 ➢支払い方法の柔軟化 ➢Wifiの利用 	Innogy	<ul style="list-style-type: none"> ➢EV(個人, 法人) ➢ホテル 	<ul style="list-style-type: none"> ➢充電の利便性 ➢宿泊呼び込み ➢充電料金削減 	<ul style="list-style-type: none"> ➢機器, サービスコスト ➢情報管理 	<ul style="list-style-type: none"> ➢APIの開発 ➢コストダウン ➢セキュリティの確保 	<ul style="list-style-type: none"> ➢遠隔操作可能な設備 ➢使いやすいインターフェース

(出所)Innogy、“Intelligent charging solutions for you and your customers”より作成

(3)The Mobility House 社

同じく EV の充電や蓄電池を活用したサービスとして、先の V2GHub でも紹介されたドイツの The Mobility House 社の取り組みが挙げられる。The Mobility House 社は、2009 年にドイツの・ミュンヘンで設立された従業員 140 名規模の会社であるが、ドイツでは 10%程度の EV 充電のシェアを持っている。日本からは、三井物産(2017 年)とルノー・日産自動車・三菱自動車のベンチャーキャピタルファンド「アライアンス・ベンチャーズ」(2019 年)が出資している。

The Mobility House 社のサービスとしては、①EV の充電器の販売や充放電サービスや②V2G 実証によるエネルギーバランス、アンシラリーサービス(Hagen とポルトガルの Port Santo 島で実証実施)、③蓄電池の2次利用(リユース)に係るものに分けられる。①のサービスによって、需要家にとっては、設備費用や充電費用のコスト削減の便益を受けられる。②③のサービスによっては、主に系統運用者が市場での収益や安定供給のコスト削減を図ることができる。一方で、コスト低減や、電池の劣化やリユースの質の確保、SOC など技術的な課題が挙げられている。

表 5-7 The Mobility House 社のサービスとユースケース

カテゴリ	ユースケース	提供者 (対価を得る)	受益者 (対価を支払う)	便益	課題	解決策	データ等
EV充電器の販売等	EV購入者に対する充電器の販売・リース事業	Mobility House	EV(個人, 法人) 充電器設置者	設備導入費用の削減	コスト低減 最適な設備の提案	利用者情報の把握とコンサル 設備開発	需要家データ
EV充電サービス	複数EV所有者向け系統負荷軽減、モニタリング	Mobility House	EV(個人, 法人) 系統利用者	充電費用の削減 ピーク料金カット	卸市場価格の変動	市場動向の検討と各種ヘッジ	需要家データ SOCデータ
エネルギーバランス(実証)	卸電力、調整力、CO2排出	EV(個人, 法人) 充電所	系統運営者 小売事業者	各種市場での収益	サービスの確実性 SOC 電池劣化	効率的な充電制御	SOCデータ 調整力情報 価格シグナル
アンシラリーサービス(実証)	需要、電圧制御	EV(個人, 法人) 充電所	系統運営者 配電事業者	各種市場 アンシラリーサービス	サービスの確実性 SOC 電池劣化	効率的な充電制御	SOCデータ 調整力情報 価格シグナル
蓄電池の二次利用	EV蓄電池を用いた定置用電池の構築	Mobility House	系統運営者	各種市場 アンシラリーサービス	電池劣化 リユースの質の確保	SOCの把握 電池の最適組み合わせ 制御技術	SOCデータ

(出所)The Mobility House、The market for storage and V2G services、2017 より作成

(4) サービスとユースケースと概要

個別プロジェクトのサービスの事例をまとめると表 5-8 の通り整理される。上段から下段にかけてエネルギー側からモビリティ側向けとなっており、幅広くセクターカップリングのサービスが展開されている。

表 5-8 VGI サービスとユースケースの概要

エネルギー	カテゴリ	ユースケース	提供者 (対価を得る)	受益者 (対価を支払う)	便益	課題	解決策	データなど	
↑	電力バランス	慣性力 周波数制御	EV(個人, 法人) 充電設備提供事業者 アグリゲーター	系統利用者全体	慣性力 周波数制御 アンシラリー	長時間の周波数調整 蓄電池の劣化 採算性 EV事前認定基準 市場規模	充電制御の最適化 税、サービスコスト改善 入札仕様の見直し アグリゲーター単位の資格認定	エネルギー消費量 SOC情報 SOC情報 価格シグナル 決済情報	
	エネルギーバランス	卸電力 調整力 CO2排出削減	EV(個人, 法人) 充電設備提供事業者 アグリゲーター	電力取引事業者 系統運営者 小売電気事業者	市場価格安定化 調整力 発電投資削減 再エネ余剰活用				
	系統対策	需要調整 電圧制御 混雑緩和	EV(個人, 法人) 充電設備提供事業者 アグリゲーター	系統運営者 送電事業者 配電事業者	アンシラリー 系統混雑緩和 設備投資削減	充電電時損失 蓄電池の劣化 決済メーター設置	充電制御の最適化 計量器規格要件の緩和	容量情報 SOC情報 決済情報	
	エネルギーの自動化	双方向取引(P2P等) 自家消費	EV(個人, 法人) アグリゲーター	小売電気事業者 EV所有者 電力需要家 蓄電池事業者	市場の価格差、価格安定化 蓄電池販売促進 自家消費促進	アグリゲーターの役割や責任の明確化 採算性	アグリゲーター市場構築 税、サービスコスト改善	SOC情報 決済情報	
	単独運転	バックアップ オフグリッド	EV(個人, 法人)	電力需要家 蓄電池事業者	BCP対応 安定供給 蓄電池販売	アグリゲーターの役割や責任の明確化 採算性	アグリゲーター市場構築 税、サービスコスト改善	容量情報 SOC情報	
	機器の充電	EV→機器 EV→EV	EV(個人, 法人) 充電設備提供事業者 アグリゲーター	電力需要家 EV利用者	電気料金削減 充電方法の拡大	蓄電池の劣化 採算性 利用者の理解	充電制御の最適化 税、サービスコスト改善	エネルギー消費量 決済情報	
	充電器ビジネス	充電情報管理 車両権限管理 需要管理	充電設備提供事業者	EV利用者 充電設備設置者	充電の利便性 充電設備導入費用削減	機器コスト サービスコスト 情報管理	コストダウン セキュリティの確保	契約ID管理 RFIDの利用 充電規格対応 SOC情報	
	蓄電池の二次利用	EV蓄電池を用いた定置用電池の構築	サービスプロバイダ	系統運営者	調整力等 アンシラリー	電池劣化 リユースの質の確保	SOCの把握 電池の最適組み合わせ 制御技術	SOC情報	
	モビリティ	モビリティサービス	車両サービス 運行管理充電所 サービス情報連携(店舗誘導)	サービスプロバイダ	EV利用者 EV所有者 小売事業者	モビリティサービス利便性 洗滌緩和 小売サービス活用	事業者育成 車両データ取得APIの開発 データ売買清算 データセキュリティ インセンティブ	データ蓄積 セキュリティ手法開発 精算スキームの整備	車両のID SOC情報 走行ロケーション 目的時間 到着時間 利用スケジュール

(出所)第7回研究会資料

第3項 将来のサービス普及と課題

V2G サービス普及のためには、電力部門と交通部門をつなぐ EV の普及拡大が不可欠となる。

EV の導入が進んでいる国の例としてノルウェーの取り組みが挙げられる。研究会ではEV普及促進の事例としてノルウェーの EV 促進策の紹介を行った。ノルウェーでは、購入税の免除、購入/リース時の付加価値税 25%の免除、道路税の軽減、有料道路やフェリー利用料の免除、無料駐車場の利用、バスレーンの利用、法人利用車の税軽減が行われている。インフラの整備については、2015 年に National Plan として国内の幹線道路の 50km ごとに急速充電を設置する目標を掲げ、おおむね達成している。これらの結果、EV の導入が急速に進んでおり、オスローやホルダランでは、6割近いシェアに迫っている。

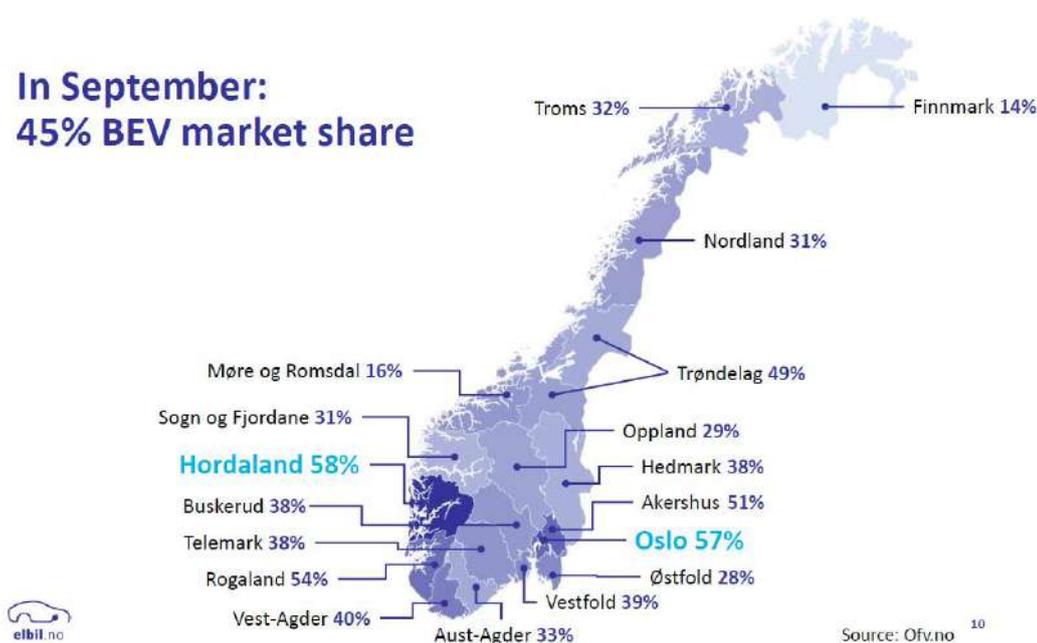


図 5-12 ノルウェーの EV の市場シェア

(出所) Silje Fines Wannebo, Adviser, The Norwegian Road to EV Success, 2019

EV は従来車に比べてコストが高く、充電設備が十分でないために EV の普及にはノルウェーの事例を含めた政策支援が求められる。EV の普及に依るモビリティサービスの利便性の向上のためには、EV そのものの普及とサービスの多様化の両面で進んでいくことが期待される。

また、EV の普及によって将来的には、電源の低炭素化とともに EV の普及を含めたモビリティサービスの展開が期待される。これによって再生可能エネルギーの普及や CO₂ 削減効果も期待され、EV の普及は我が国の温室効果ガス削減目標の達成を含めた IoE 社会の実現の要となると考えられる(図 5-13)。

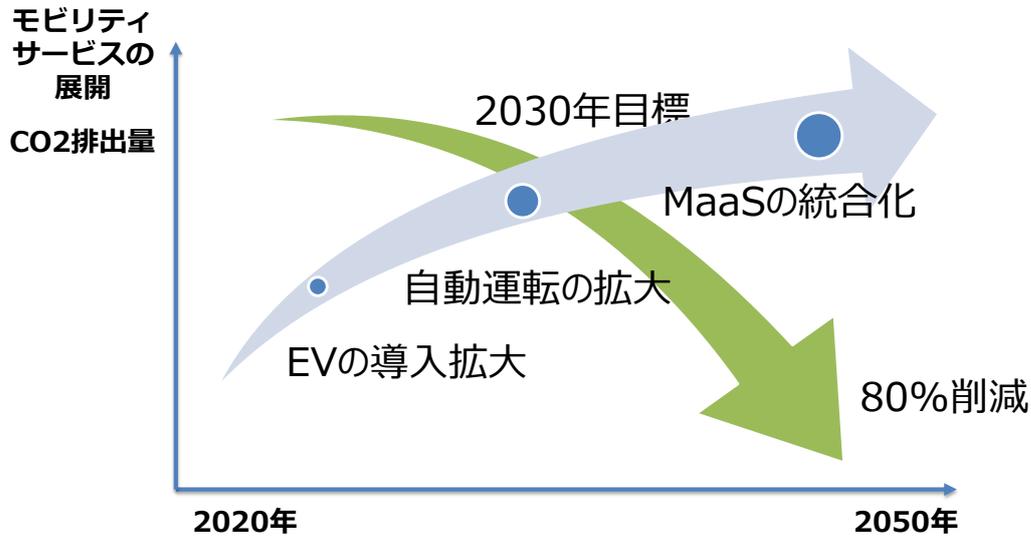


図 5-13 CO₂削減目標とEV、MaaS(Mobility as a Service)の拡大
(出所)第8回研究会資料

他方で研究会では先に整理をしたEV、V2Gのサービス事例を踏まえて、下図の通りEVの拡大とともに検討されるサービスの内容や展開範囲が変わっていく可能性が指摘されている。セクターカップリングに関するサービスの事例や多様であるが、時間軸を考慮して将来的に普及が期待されるサービスやそのための仕組みの整備が期待される。



図 5-14 EVの導入量とVGI(Vehicle Grid Integration)サービスのイメージ
(出所)第8回研究会資料

第2節 セクターカップリングのアーキテクチャ

第1項 アーキテクチャの検討事例

(1) 欧州のスマートグリッドアーキテクチャの検討事例

交通部門とエネルギー部門のセクターカップリングのアーキテクチャに関して、欧州におけるアーキテクチャの検討事例としては、2011年3月より欧州委員会からの要請でスマートグリッドに関する標準化の検討を開始している。2014年に欧州標準化委員会(CEN)、欧州電気標準化委員会(CENELEC)、欧州電気通信標準化機構(ETSI)のスマートグリッドグループによって、スマートグリッドの情報セキュリティに関する報告書が策定されている。スマートグリッドの相互運用(Interoperability)の検討を例として、第1にビジネスユースケースを検討し、ビジネスのアクターとアーキテクチャを描く。第2に必要となる機能、サービスを定義する。第3にこれらの機能と情報フローの整理を行うという手順で検討している(図5-15)。

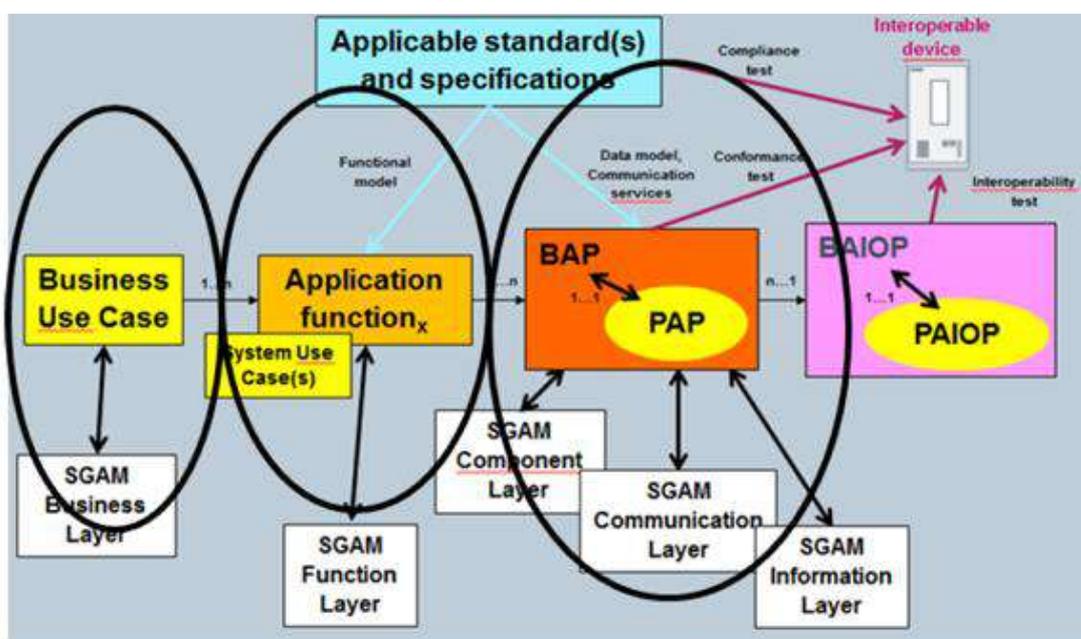


図 5-15 欧州での Interoperability(相互運用)に関する検討の段階

(出所) CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group, Methodologies to facilitate Smart Grid system interoperability through standardization, system design and testing, 2014 に加筆

欧州でのアーキテクチャの検討では、それぞれの検討段階を構成するレイヤーが存在しているが、各レイヤーの構成は以下の通りである。ビジネスレイヤーは、TC8/WG6/DCT8 の IEC/TS 62913-2-4 に準拠して構成しており、機能レイヤーは、コミュニケーションレイヤーとビジネスレイヤーをつなぐ技術的なユースケースに相当する。コミュニケーションレイヤーは、国際的な標準規格

である IEC、ISO、ETSI、ITU、SAE 等の基準で構成している。情報レイヤーは、コミュニケーションレイヤーと関係が深いが、サービスやアプリケーションに焦点を当てており、データのパラメータなどをやり取りすることが中心となっている。

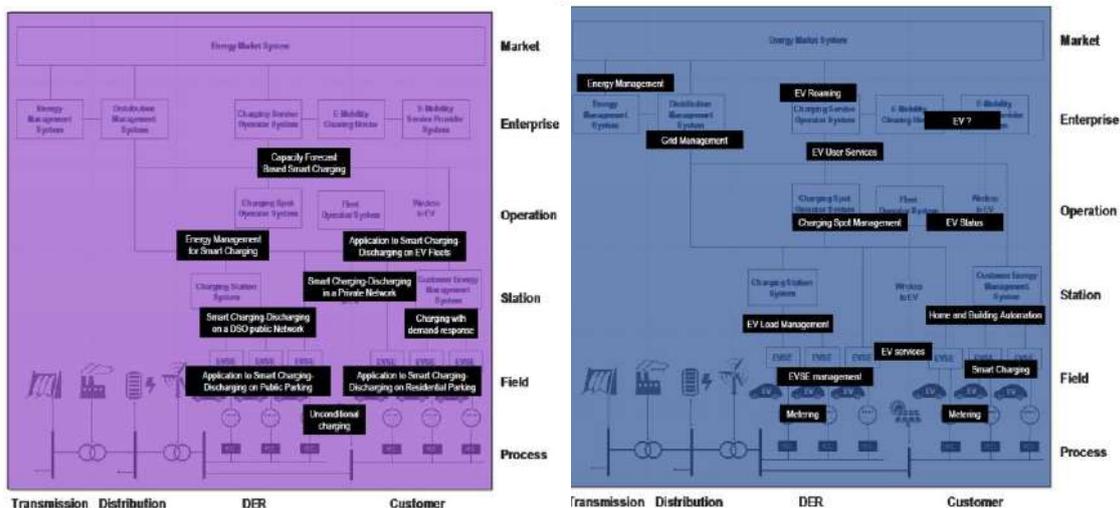


図 5-16 左:ビジネスレイヤー 右:機能レイヤー

(出所) WG Smart Charging、E-Mobility Smart Charging、2015

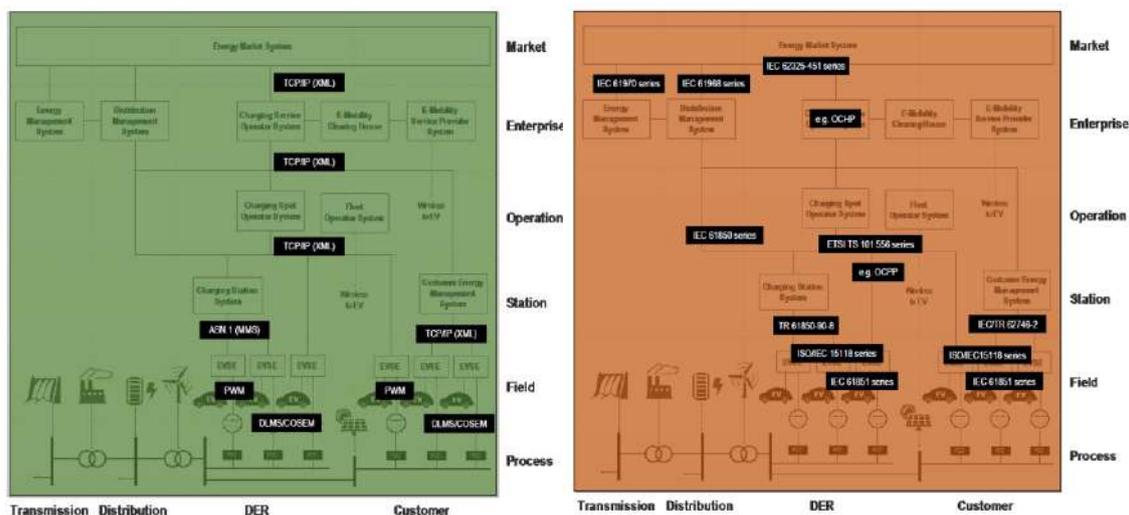


図 5-17 左:コミュニケーションレイヤー 右:情報レイヤー

(出所) WG Smart Charging、E-Mobility Smart Charging、2015

(2) Parker Project

先述の Parker Project でのアーキテクチャの例として、系統運用者からアグリゲーター、EVSE(充

電スタンド)、EV を繋ぐ通信のアーキテクチャ(情報レイヤーに相当)が以下の通り形成されている。

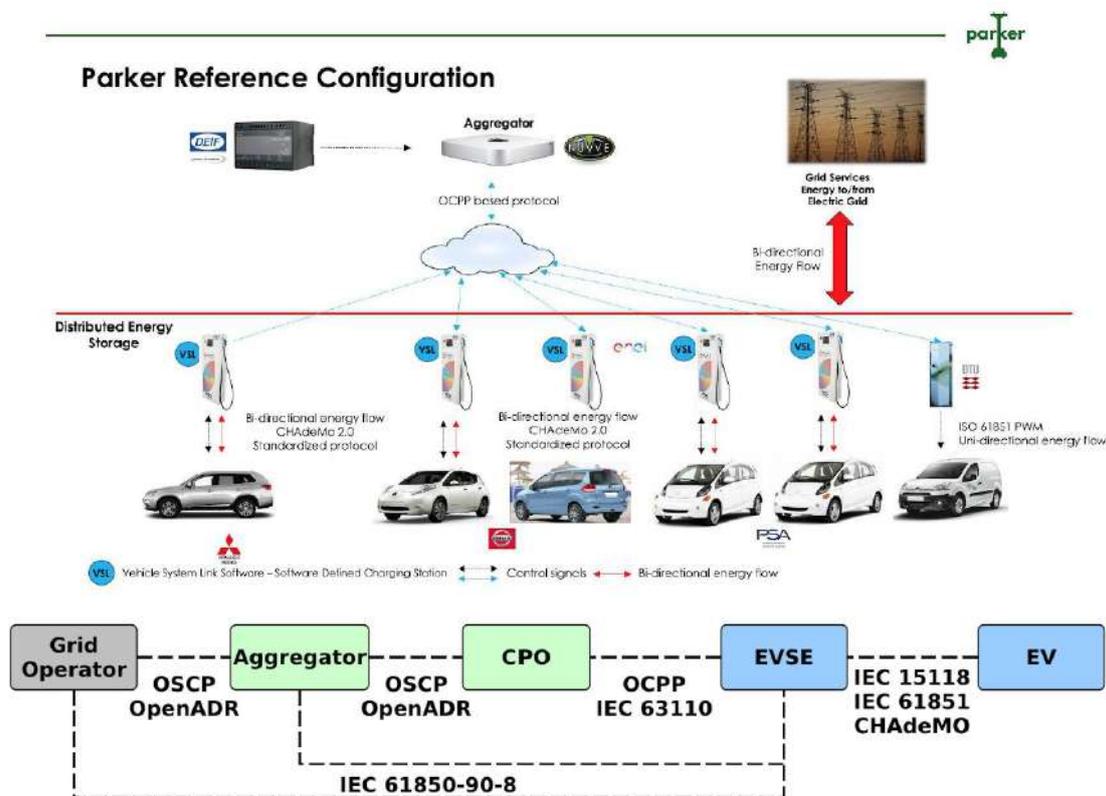


図 5-18 Parker Project のアーキテクチャ

(出所) Peter Bach Andersen et al., "The Parker Project Final Report", 2019年1月31日

欧州での標準化に関するアーキテクチャの議論に加えて、個別プロジェクトの例から、システムアーキテクチャについてもプロジェクトによって異なるレイヤーが存在していることがわかる。このため、サービスとユースケースがそれぞれのレイヤーに関連しているのか整理することが重要である。また、各技術に用いられる規格の標準化との関係、整理が重要と考えられる。

第2項 アーキテクチャにおける協調領域の候補-通信規格

前項の Parker Project 等の例にあるようにシステムアーキテクチャの要素として通信の規格等について標準化に関する議論を進めるとともに、これらの採用について検討されている。本研究会ではシステムアーキテクチャの検討に関して、規格等に関する協調領域の検討にあたって、日本のEV メーカーと電力会社が主に採用する通信プロトコルの通信方式や充電規格に焦点を当てて整理を行った。

(1)EVに関する通信プロトコル

Parker Project の例から EVSE(充電ケーブル)、EVSE-CPO(充電スタンド)等の通信プロトコルと各サービスの対応について表 5-9 の通り整理されている。EV に関する通信プロトコルは、ケーブルやスタンドによって種々存在することがわかる。各サービスに対して、緑は通信プロトコルが対応しているもの、赤は非対応のものを表している。現状では、対応しているものの割合が多いが、非対応のものも多く存在する。セクターカップリングを実現する上では、全てのサービスにおいてそれぞれの規格の対応の可否の検討が必要となる。

表 5-9 プロトコル等と基準の対応の関係

Link	EV-EVSE			EVSE-CPO		CPO-Agg		EVSE-Agg
	IEC 61851	IEC 15118	CHAdeMO	OCPP 1.6	OCPP 2.0	Open ADR	OSCP	IEC 61850-90-8
Bidirectional capability	-	+	+	-	?	+	-	?
Set point granularity	1A	?	1A	?	?	?	?	?
Activation time	<3s	<60s	<1s	-	-	-	-	-
Ramping rate (Up)	N/A							
Ramping rate (Down)								
Set point accuracy								
Set point precision								
Active Power Control	+	+	+	+	+	+	+	+
Reactive Power Control	-	+	-	-	?	+	+	?
SOC	-	+	+	-	?	+	-	?
EV ID	-	+	-	-	?	-	-	?
Vehicle status	+	+	+	+	+	-	-	?
EVSE ID	NA			+	+	+	+	+
Grid ID				-	?	?	+	+

(出所) Peter Bach Andersen et al., ” The Parker Project Final Report ”、2019 年 1 月 31 日

図 5-18 にあるように、現在、送配電事業者からアグリゲーター、CPO への通信は、Open ADR が利用されている。日本企業は今後の EV の大量導入に備えて、よりレスポンスの速い通信速度の規格の検討を行っており、IEC61850 がその候補として検討されている。そこで研究会ではこれらの規格について情報を整理した。

IEC61850 は、元々2004年に公表された「変電所向け通信ネットワークとシステム」に関する規格である。変電所内で使われる多数のベンダーが提供する IED(Intelligent Electric Device)間の情報交換を標準化し、相互運用を達成するために制定されたものである。そのため IEC61850 は、元々にあるように発電から送電までの層に位置付けられていたが(図 5-19)、そこから対象領域が拡大し、配電以下に様々な関連する IEC61850 シリーズが作られている。(図 5-20)

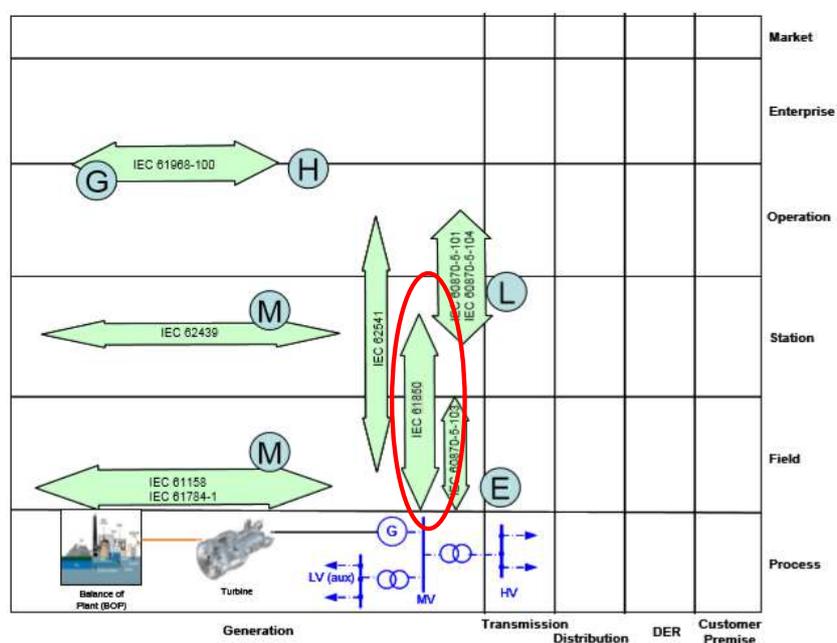


図 5-19 発電～送電の主な規格

(出所) CEN-CENELEC Management Centre (CCMC)、Smart Grid Set of Standards report 1, 2017

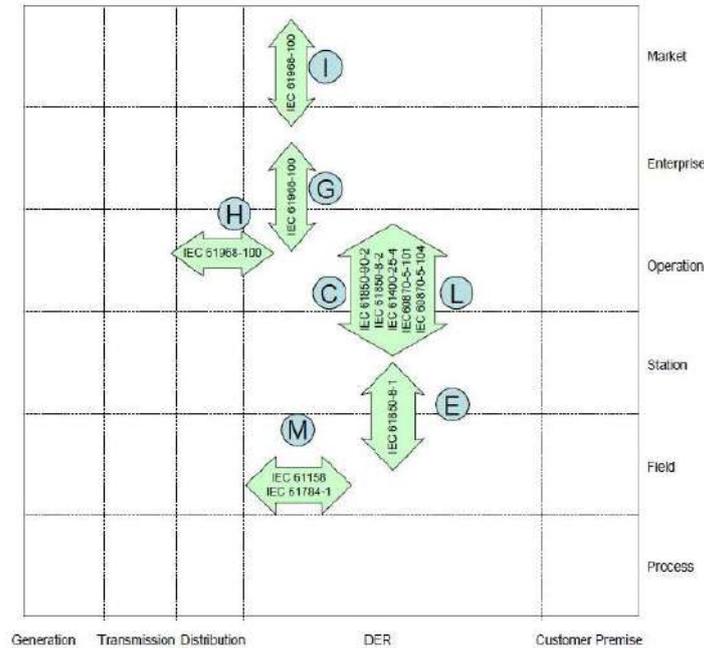


図 5-20 配電以下のレベル

(出所) CEN-CENELEC Management Centre (CCMC)、Smart Grid Set of Standards report 1, 2017

電力システムにおいて慣性力など高速なサービスを提供するためには、関連システムの伝送速度、通信速度が重要になる。IEC61850 の通信速度に関しては、2010 年 6 月発表の IEC スマートグリッド・標準化ロードマップの中で、100Mbps(Mbit/s)とあり、用途として 1 ミリ秒での時間同期機能を有する産業用インターネットとの記載がある。これに対し、Open ADR は、0.024Mbp ~0.1152Mbps と極端に遅い数値となっている(表 5-10)。IEC61850 がミリ秒での高速制御を実現可能であるのに対し、Open ADR は機器の細かな制御、即時制御は対象外となっている。

表 5-10 IEC61850 と Open ADR

	特徴	メリット	デメリット	備考	速度
IEC61850の規格 【MMS, GOOSE Sampled Values】	変電所機器の監視制御用の高信頼高応答な規格	ミリsecオーダーの高速制御を実現可能 IEC/CIM連携が可能 需要家の発電設備などへの適用可能	仕様が複雑、複数プロファイルが存在 認証機関が複数あり、機関毎に試験が異なる	変電所内および電力会社が直接制御するシステム間に利用実績多数 需給調整などのサービスの対応に不向き	100Mbps (Mbit/s)
OpenADR	電気事業者と需要家のエネルギーサービスのユースケースやデータモデルを含めた規格 DRのようなイベント制御スケジュールの通知	複数の需要家/機器に対し共通プロファイルでの調整・制御が可能 需要家内の機器構成の把握や、細かい制御手段の指示は不要	通信負荷が大になりがち 機器の細かな制御、即時制御は対象外 IEC/CIMとの連携にアダプタが必要	認証の仕組みあり 国内外で使用実績あり IECでPAS認定済み	0.024Mbp~ 0.1152Mbps

(出所)WG Smart Charging、E-Mobility Smart Charging、2015

同じく日本企業が採用する通信規格 ECHONET Lite では、通信装置の仕様に依じて、以下の伝送速度が定められているが、IEC61850 と比較すると桁が異なり極端に遅い数値となっている。

表 5-11 IEC61850 と ECHONET Lite の通信速度の比較

通信プロトコル	速度
IEC61850の規格 【MMS,GOOSE,Sampled Values】	100Mbps(Mbit/s)
ECHONET Lite	2400bps(0.024Mbps)(※) 4800bps(0.0048Mbps) 9600bps(0.0096Mbps)(※) 19200bps(0.0192Mbps) 38400bps(0.0384Mbps) 57600bps(0.0576Mbps) 115200bps(0.1152Mbps) (※)ミドルウェアアダプタが対象

(出所)IEC、IEC Smart Grid Standardization Roadmap、2010

以上のことから、現状 EV の導入量が少ない段階においては、電力システムにおいて導入される機器の種類、規模から Open ADR や ECHONET Lite の通信速度でも対応可能であるとされているが、今後 EV の普及拡大に伴い同時に高速制御が求められる場合には、IEC61850 のような高速制御が可能な通信規格が必要になると可能性が考えられる。このため、将来的なアーキテクチャの検討には、以上整理したより高速な通信規格を含めた検討が必要になる。

(2)EV の充電規格

日本企業が推進する EV の急速充電システムの規格として CHAdeMO が挙げられる。世界の急速充電システムには、欧米自動車メーカーを中心に開発が進む CCS1(米国)と CCS2(欧州)、中国の GB/T、Tesla 社の Supercharger が存在する。各規格は、それぞれ通信方式の違い、出力規模、対象車種、V2X 機能の有無等が異なる。市場シェア(設置基数)では、GB/T が 9 割弱を占めるが、本規格は元々 CHAdeMO をベースに開発されている。日本と中国は統一の規格 Chaoji を開発することを 2018 年に発表している。これにより世界シェアは 90%を超える。

表 5-12 世界の主な EV 急速充電システム

		CHAdeMO	CCS1 (米国)	CCS2 (欧州)	GB/T	Super charger
策定団体		CHAdeMO 協議会	CharIN		中国電力企業 連合会	Tesla社
標準化	IEC (国際標準)	✓	✓	✓	✓	
	米国	IEEE	SAE			
	EN (欧州)	✓		✓		
	JIS (日本)	✓	✓	✓	✓	
	GB (中国)				✓	
設置基数		18,000 (7%)	7,000 (3%)		220,000 (87%)	8,500 (3%)
普及地域		世界69カ国	米、欧、韓、豪など		中国	世界
最大出力(仕様)		400kW	200kW	350kW	185kW	?
最大出力(市場)		150kW	50kW	350kW	50kW	120kW
設置年		2009	2014	2013	2013	2012
通信方式		CAN	PLC		CAN	CAN
通信の安全性		高い	低い		高い	高い
車種		大型/普通/小型	大型/普通		大型/普通	普通
V2X機能		商品化済み	現状無し。 研究開発中。		現状無し。 CHAdeMOとの次世代共 同規格で搭載予定。	現状無し

(出所) 日本エネルギー経済研究所、電気自動車の充電規格と V2X:V2X の社会実装に向けてどの規格が先行しているか? を基に作成、2019

充電器と EV 間の通信方式は、CHAdeMO、GB/T、Super Charger が採用する CAN(Controller Area Network)と CCS が採用する電力線通信 (PLC=Power Line Communication)に分けられる。CAN は車載制御機器用のネットワークとして開発された技術であり、通信信頼性の高さに特徴がある。CAN は他の車載用通信プロトコルと比べてコストが比較的安く、ある程度の通信速度を実現できるため、広く採用されていると考えられる。

表 5-13 車載用通信プロトコルの種類と通信速度

通信方式		通信速度	コスト	用途
CAN	クラスA	~10kbps	比較的低い	ライト類、パワーウィンドウ、ドアロックなど
	クラスB	10~125kbps		メーターやオートエアコン、故障診断などのステータス情報系
	クラスC	125kbps~1Mbps		エンジンやトランスミッション、ブレーキの制御などのリアルタイム制御系
LIN		20kbps	低い	ドアミラー、電動ウィンドウ
FlexRay		10Mbps	高い	高性能パワーとレイン、安全機能 (ドライブバイワイヤ、アクティブ・サスペンション、アダプティブ・クルーズコントロール)
MOST		24.8Mbps (50Mbps/150Mbps の規格もあり)	高い	インフォティメント機器(カーナビ、オーディオ、DVD、テレビ等)の通信

(出所) 各種 HP より作成

一方で、通信方式 PLC は、電力線を通信回線として利用する技術である。EV と充電機器間

の通信だけではなく、電力系統側からも発電計画や料金体系等の情報を得られる仕組みであり、電力負荷平準化を図りながら EV と系統全体にとって効率的に充電できるよう設計されている。通信速度では、CAN よりも PLC の方が圧倒的に速い。ただし通信信頼性に課題があるとされ、V2X 実施においては受電側機器との通信・制御の面で技術的障壁となる可能性が指摘されている。

表 5-14 PLC の通信速度

通信方式	モード	速度
第4世代HD-PLC (パナソニックQuatroCore 2016 年発表)	4倍モード	1Gbps
	2倍モード	500Mbps
	標準モード	240Mbps
	1/2倍モード	110Mbps
	1/4倍モード	50Mbps

(出所)各種 HP より作成

CAN と PLC の互換性に関しては、近年欧米メーカーによって、CHAdeMO と CCS の両方の規格に対応する急速充電ステーションが発表されている。車両側では日本メーカーの PLC への対応についてトヨタが 2012 年にアメリカで実証試験を行う報道があったが、それ以降 CAN と PLC の両方に対応する EV は発表されていない。車両側での両充電規格への対応の議論は現時点で具体化していないと考えられる。

第3節 システムアーキテクチャの検討

第1項 セクターカップリングの協調領域

事業者が採用するシステムアーキテクチャは目指すサービスによって異なることが考えられる。このため、サービスの多様化によって多数のシステムアーキテクチャが乱立する可能性が指摘されている。本研究会では多数のアーキテクチャが考えられる中でエネルギー部門と交通部門で各ステークホルダーが協調可能な領域について議論を深め、エネルギー事業者の視点、モビリティサービス事業者の視点から(1)目的と価値(2)範囲(3)対象(4)実現方法という点で整理した。

(1)目的と価値に関しては、エネルギー部門のニーズは明確であり、変動再エネの大量導入に伴い調整力が不足することが懸念されている。このため、この調整力として蓄電池でもある EV をうまく活用できることが期待される。他方で交通部門は、現時点ではニーズは明確ではない。ユーザーの利便性のために MaaS/CASE(Connected、Autonomous、Shared、Electric)のようなサービスがあるが、その中でエネルギー部門に求められるニーズをどう考慮していくかが課題になる。

(2)範囲に関しては、エネルギー分野では明確であり、TSO(Transmission System Operator)

とアグリゲーターが繋がっており、アグリゲーターは V2G 装置(G/W 等)を経由して充放電ステーションとつながっている。この下に EV があるために、これらをカバーした仕組みが求められる。他方で交通部門では、EV を直接大手自動車メーカーのプラットフォームとつなげるところまで拡大できるかが鍵となる。

(3)協調領域の対象は、通信規格/制御や取引の品質/技術が考えられる。通信規格は前章で述べたように VPP (Virtual Power Plant)であれば Open ADR、HEMS であれば Echonet Lite、車なら CHAdeMO といった規格の活用が考えられている。制御や取引の品質の確保は、例えば、通信量は十分まかなえるのか、情報が欠落したとき成立するのか、何か壊れたときに継続できるのか、サイバーセキュリティの面で攻撃を受けて通信が遮断されたときにどのようなルールとするのかなど、品質に関する協調領域の検討が必要になると考えられる。

(4)実現方法に関しては、プラットフォームを最初から民間で作る方法が考えられる。例えば、MONET が計画している民間の大きなプラットフォームを活用するなら、WebAPI(接続部分)だけが協調領域になるかもしれないが、他方でルールの提案や規格の統一だけが協調領域になる可能性もある。また、サイバーセキュリティや BCP のようにガイドラインレベルでとどめる方法も考えられるため、どのような形で協調領域の検討を進めるかは課題である。

第2項 システムアーキテクチャのイメージ

これまでの欧米などの議論を踏まえて、交通部門とエネルギー部門それぞれに求められるシステムアーキテクチャと、それぞれが連動するセクターカップリングのために求められるシステムアーキテクチャが検討される。実証事業の事例を踏まえて、今後期待されるユースケースを実現していくためのアーキテクチャの概念として図 5-21 の通り整理を行った。

図 5-21 の右側が交通の電動化にかかわる部分であり、左側は再エネの導入の進展にかかわる。交通部門で MaaS を最大化することを目指すとして、結果として電動車両が増える可能性がある。その電源を RE100(再生可能エネルギー100%)にするとすれば、電源をクリーンにする制約が出てくるため、MaaS の拡大に伴って再エネ導入の影響を意識する必要がある。結果としてエネルギー部門と交通部門が密接にかかわることで両部門がカップリングすることが期待される。

両部門の協調の可能性については、それぞれのシステムアーキテクチャではシステム像、タイムスケール、WEB の仕組みが違うことに利点がある。図 5-21 の右側で交通の電動化にかかる部分において、今後 MaaS を目指した自動車のシェアリングや電動車両の導入が進むことで、電動車両の蓄電池の量が増えていく。しかし、EV だけでは蓄電池の容量を全て使い切れない可能性があり、この蓄電池の余剰分については再エネ導入拡大の検討において電力部門が交通部門の余剰の蓄電池容量を使うことが考えられる。蓄電池の利用は、電力部門で使うタイミングと電動車両で使うタイミングでは時間が異なる可能性があり、相互の利用について干渉しない可能性が考えられる。

このように研究会では、交通部門とエネルギー部門のセクターカップリングでそれぞれの技術が

協調的に活用できる可能性について指摘があり、システムアーキテクチャの検討においてもこのような具体的な事例を想定して協調領域を検討することが重要と整理が行われた。

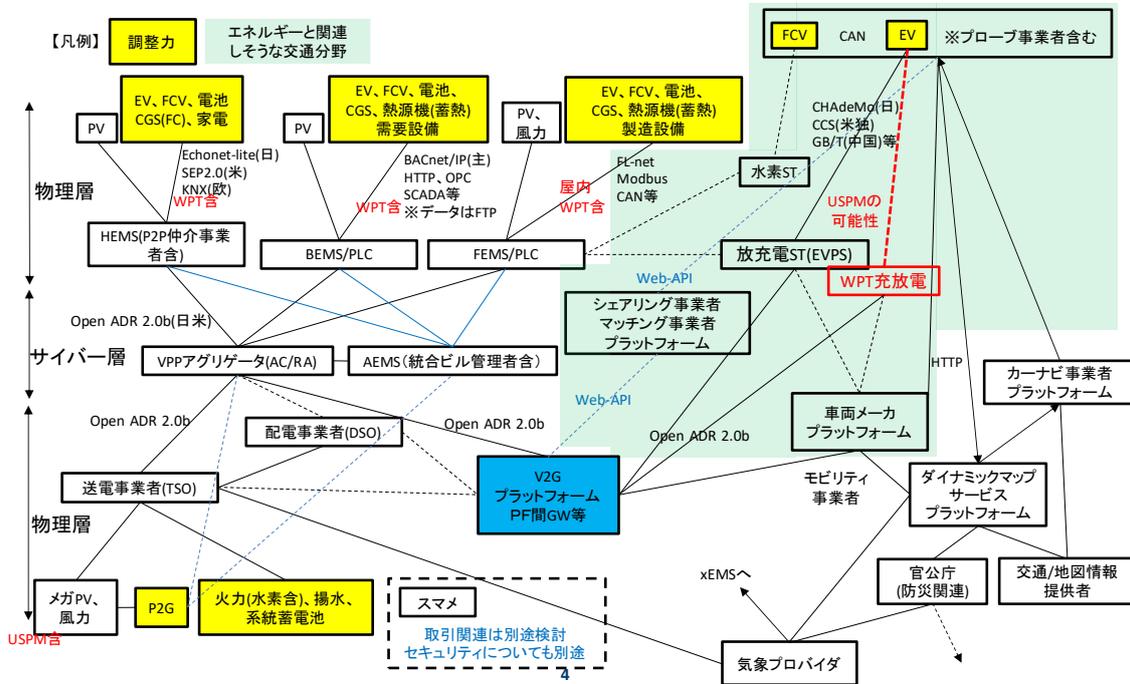


図 5-21 システムアーキテクチャのイメージ
(出所) 第9回研究会

第3項 システムアーキテクチャの検討課題

セクターカップリングにおけるシステムアーキテクチャの検討課題としては主に3点に整理される。1点目は、多くの電力会社/自動車会社の参加である。本研究会で紹介された様々なサービスが普及するためには多くのEVの普及が必要となる。今後、多くの電力会社や自動車会社が参画し、多くのEV充放電器/EVとインターフェースに対応できる枠組みの構築に参加していくことが望ましい。

2点目は、ユースケースの整理である。本研究会ではV2G Hubや各社のサービスの事例を基に日本で実現可能なユースケースを検討した。これらを基に、電力システム改革の進展を考慮しつつ、実証と実用化が検討されるユースケースについて検討が必要となる。

3点目は、協調領域と競争領域の明確化である。エネルギー部門と交通部門で、協調領域と競争領域に関する整理が求められる。協調領域に関しては、前述の通り通信規格/制御や取引の品質/技術が挙げられた。通信規格に関しては規格の候補が既の実現されている。このユースケースとして、各自動車メーカーのテレマティクスシステムを最大限利用するためには、特定の標準に固執することなく、複数の標準が矛盾なく同居できる寛容なオープンインタフェースを規定する

が望ましい。また、充電規格については本研究会でも紹介した日本発の標準(ECHONET Lite、CHAdeMO)に固執せず、将来、他の国での企画の検討を考慮して、それらの標準についても考慮できるような V2G 共通基盤システムを検討していくことが求められる。その際、先行して普及が進みつつある BEMS や HEMS との連携も考慮する必要がある。

本章の第1節では V2G など欧米を中心としたサービスの事例からユースケースの整理を行った。ここでは、エネルギー部門と交通部門向けに様々なサービスが展開されており、技術的、経済的(市場)に様々な課題があることが明らかとなった。第 2 節では、ユースケースに基づきアーキテクチャの事例の整理と協調領域の候補として通信規格の整理を行った。ここでは、アーキテクチャにも、検討段階に応じて様々なレイヤーがあることが明らかとなった。通信規格に関しては EV の導入量に応じて、現状の Open ADR や ECHONET Lite よりも通信速度の速い IEC61850 の活用が候補として挙げられた。第 3 節では、システムアーキテクチャの協調領域の検討並びに課題の整理を行った。全体の課題としては、EV の導入量の増加並びにそれに伴うユースケースの整理、そして協調領域の検討、特に通信速度の検討の深堀の必要性が挙げられた。

第6章 交通部門とエネルギー部門に関するデータ連携基盤

2019年6月に閣議決定された統合イノベーション戦略2019においては、内閣府主導の下、各省と連携して、日本のエネルギー・マネジメントのデータ連携基盤を検討することとなっている。本研究では、内閣府のデータ連携基盤検討にあたって、エネルギー・環境分野についての日本の統計データの紹介とデータ処理の例、そして実証事業のデータの整理例としてV2G Hubを紹介し、ユースケースと課題を整理した。

第1節 エネルギー・環境に関する日本の主な統計データ

第1項 統計データの例

データ連携基盤の検討にあたって、現在日本で整理されている主な統計データを表6-1、表6-2、表6-3に示す。資源エネルギー庁や電力・ガス取引監視等委員会が、月次及び年次単位の統計データを整理している一方で、電力広域的運用推進機関、日本卸電力取引所、各一般送配電事業者らが、リアルタイムに近い系統情報や市場取引の情報を公開している。

表 6-1 電力関連統計情報

担当主体	統計	収録情報	
資源エネルギー庁	電力調査統計	発電所数・出力、発電実績、需要実績、燃料実績、自家発電（月次）	
	固定価格買取制度 情報公表用ウェブサイト	再生可能エネルギー発電固定価格買取制度 エリア別の認定及び導入量（都道府県別・市町村別）（月次であったが2017/9以降3ヵ月毎）、買取電力量及び買取金額（月次）	
電力・ガス取引監視等委員会	電力取引の状況	販売電力量、販売額、契約口数、契約変更、規制料金（月次）	
	電力量（kWh）価格及び電力量	一般送配電事業者が指令をした調整力の電力量（kWh）価格及び電力量（月次）	
電力広域的運用推進機関	系統情報サービス（年次、月次、1時間・30分）	地域間連系線情報	連系線空容量、連系線潮流実績、故障情報一覧、変更賦課対象連系線
		地内機関送電線関連情報	地内基幹送電線運用容量・予想潮流、地内基幹送電線潮流実績、地内基幹送電線の空容量
		需給関連情報	電力使用状況（でんき予報）、電力需要予想・ピーク時供給力、需要実績、供給区域別の需要実績、供給区域別の供給実績
		作業停止計画関連情報	作業停止計画・実績
		再生可能エネルギー関連情報	再生可能エネルギー出力抑制実績
	その他情報	流通設備建設計画、お知らせ情報、1時間前取引受付停止情報、周波数（50Hz・60Hz）	
	スイッチング支援システムの利用状況	スイッチング支援システムの利用状況（月次）	
日本卸電力取引所	取引情報	スポット市場・時間前市場、先渡市場、非化石価値取引市場、間接送電権市場、ベースロード市場、市場監視情報	
	発電情報公開システム	発電所の稼働・停止情報（ユニット毎）	
各一般送配電会社	料金及び約款等	託送料金表、インバランス料金（速報値・確報値）	
	情報公開資料	系統連系制約、系統情報、FIT特例制度1の想定値および実績値等	

（出所）第8回研究会資料

表 6-2 ガスに関する統計

担当主体	統計	収録情報
資源エネルギー庁	ガス事業生産動態統計調査（月次）	生産量、購入量、製品ガス、メーター取付数、調停数、原料、託送供給、従業者数
	ガス事業生産動態統計調査（ガス小売事業）（月次）	平均販売量、集計表（供給地点数、原料、需要家メーター数、生産量（販売量））、集計表（地区別）（供給地点数、原料、需要家メーター数、生産量（販売量））
電力・ガス取引監視等委員会	ガス取引報結果（月次）	事業者数・供給域数、ガス販売量、ガス販売額、契約件数、契約変更件数
一般ガス導管事業者	託送供給約款のご案内	小売託送供給約款、連結託送供給約款
	導管ネットワークに関する情報	導管ネットワーク稼動状況、託送供給可能量

(出所) 第8回研究会資料

表 6-3 エネルギー消費に関する統計

担当主体	統計	収録情報
資源エネルギー庁	経済産業省特定業種石油等消費統計調査（月次）	エネルギー消費量の推移、種別統計（業種別エネルギー消費、燃料受払、電力受払、蒸気受払）、特定生産品目別統計（指定生産品目別エネルギー消費、指定生産品目別燃料在庫）、地域別統計
	エネルギー消費統計調査（年次）	業種別燃料・電力・蒸気受払表、直接エネルギー投入表、原単位表、参考表（都道府県・業種別エネルギー消費量表、都道府県・エネルギー種別エネルギー消費量表、自家発電種類別の発電量、自家発電種類別の販売・払出量、電気自動車向け充電設備の保有割合）
	都道府県別エネルギー消費統計（年次）	都道府県別エネルギーバランス表
環境省	家庭部門のCO2排出実態統計調査（家庭CO2統計）	世帯属性、住宅属性、機器使用状況、省エネルギー行動、エネルギー使用量などを調査し、建て方別、世帯類型別のCO2排出量、設備の使用状況、省エネルギー行動などの結果を全国、地方別に整理。

(出所) 第8回研究会資料

特に系統情報に関しては、日本では、2022年度からのインバランス料金見直しに伴い更新を早めることになっている(表 6-4、表 6-5)。この措置によって、欧州と比較してもそんな色ない系統情報になることが期待される。エネルギーマネジメントという観点ではよりミクロの情報が必要だが、個人情報保護との関係で、個人情報と統計情報の中間的類型である「ある程度集約した情報」としてこれらの活用が検討されている。

表 6-4 系統の需給に関する情報

エリアの需要に関する情報		エリアの発電に関する情報	
項目名	公表のタイミング	項目名	公表のタイミング
エリア総需要量 (実績値)	コマ終了後速やかに公表 (遅くとも30分後まで)	エリア総発電量 (実績値)	コマ終了後速やかに公表 (遅くとも30分後まで)
エリア総需要量 (予測値)	一週間前、前日夕方、当日午前中などに公表	エリア総発電量 (予測値)	一週間前、前日夕方、当日午前中などに公表
エリア総需要量 (需要BG計画値の総計)	翌日計画・当日計画確定後に速やかに公表	エリア総発電量 (発電BG計画値の総計)	翌日計画・当日計画確定後に速やかに公表
エリアの需給状況に関する情報			
項目名	公表のタイミング	項目名	公表のタイミング
連系線の空き容量	状況変化に基づき随時公表	エリア風力・太陽光発電量 (実績値)	コマ終了後速やかに公表 (遅くとも30分後まで)
発電ユニット等の停止情報	状況変化に基づき随時公表	エリア風力・太陽光発電量 (予測値)	一週間前、前日夕方、当日午前中などに公表
広域エリアの供給力/広域予備率 (GC時点での最終計画値)	GC後速やかに公表 (実需給前まで)	エリア風力・太陽光発電量 (発電BG計画値の総計)	翌日計画・当日計画確定後に速やかに公表
広域エリアの供給力/広域予備率 (予測値)	一週間前、前日夕方、前日23時から30分ごとに当日0時から24時までの各コマのGC時点の予測値を公表		
補正料金算定インデックス (GC時点での最終計画値)	コマ終了後速やかに公表 (遅くとも30分後まで)		

(出所) 第8回研究会資料

表 6-5 インバランス料金・調整力に関する情報

インバランス料金に関する情報		調整力に関する情報	
項目名	公表のタイミング	項目名	公表のタイミング
インバランス料金	コマ終了後速やかに公表 (遅くとも30分後まで)	広域運用調整力の指令量	コマ終了後速やかに公表 (遅くとも30分後まで)
広域運用調整力の指令量 (キインバランス量)	コマ終了後速やかに公表 (遅くとも30分後まで)	指令した調整力の限界的なkWh価格 (=インバランス料金の算定根拠)	コマ終了後速やかに公表 (遅くとも30分後まで)
インバランス料金の算定根拠 (指令した調整力の限界的なkWh価格)	コマ終了後速やかに公表 (遅くとも30分後まで)	広域運用システムに登録された調整力の詳細 (メリットオーダー)	コマ終了後速やかに公表 (遅くとも30分後まで) * 公表の方法は登園の間、9エリア全体、東日本3エリア、西日本6エリアそれぞれについて、広域メリットオーダーに近似した直線を公表
インバランス料金の算定根拠 (卸市場価格による補正インバランス料金)	コマ終了後速やかに公表 (遅くとも30分後まで)		
インバランス料金の算定根拠 (需給ひっ迫時補正インバランス料金)	GC後速やかに公表 (実需給前まで)		

(出所) 第8回研究会資料

第2項 統計データ処理、取り扱いの例

消費者のデータなどプライバシーに係るものは統計処理等を行うことで個人を特定されない形にする必要がある。統計データをビジネスでも活用できるように統計処理している例として、グリッドデータバンク・ラボの取り組みが挙げられる。グリッドデータバンク・ラボは、スマートメーターをはじめとした全国での電力設備、データ活用を推進する「グリッドデータバンク・ラボ有限責任事業組合」

として、2018年11月に東京電力パワーグリッドとNTTデータにより設立された。2019年3月に関西電力、中部電力の組合参画を経て現在に至っている。

グリッドデータバンク・ラボが扱うデータは、スマートメーターから得られる30分単位の電力使用量と位置情報である。これらのデータは、需要家の個人情報に関わるため、匿名に加工して統計処理が行われた上で、グリッドデータバンク・ラボの会員に提供される。電力データはホームページ上では公開されておらず、特定の会員のみ入退室可能な施錠管理された部屋で閲覧できるようセキュリティに配慮して、管理が行われている。



図 6-1 グリッドデータバンク・ラボの紹介と扱うデータ

(出所) 第8回研究会資料、グリッドデータバンク・ラボ有限責任事業組合

このように個人情報を含む電力データを適切に取り扱うためには、消費者保護に万全を期す仕組み作りが重要となる。そのためには、情報管理の専門性を持つ中立的な組織が、国の監督のもと設立することが審議会において検討されている。

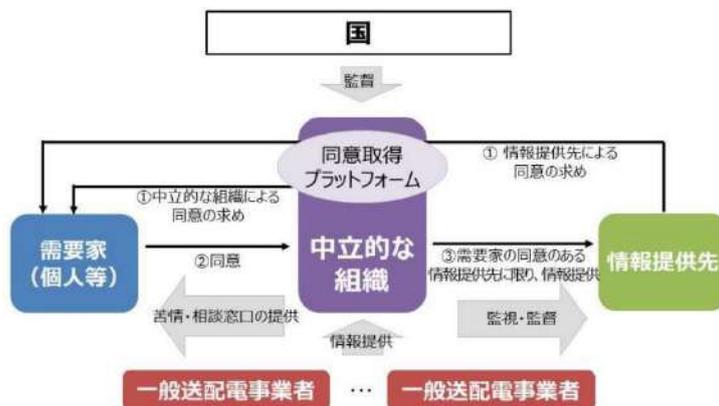


図 6-2 中立的な組織を通じた電力データ活用のイメージ

(出所) 第8回研究会資料、令和2年2月持続可能な電力システム構築小委員会中間取りまとめ

第2節 実証事業のデータ連携基盤

第1項 内閣府による実証事業の文献データの整理

実証事業に関する日本のデータの整理例として、内閣府によって文献・論文データが取りまとめられている(図 6-3、図 6-4)。本データは、次節で述べる内閣府が検討する環境エネルギー分野のデータ基盤の1つの例として、文献データに着目し、各省が行っているエネルギーマネジメント実証事業に係る文献データの有無の確認、データの保存と利活用に関する調査を集約したものである。調査結果は、①学術・技術文献データ(専門的内容の記事:査読付き論文、技術報告書等)と②事例文献データ(プロジェクト紹介の記事:雑誌、パンフレット等)に整理されている。

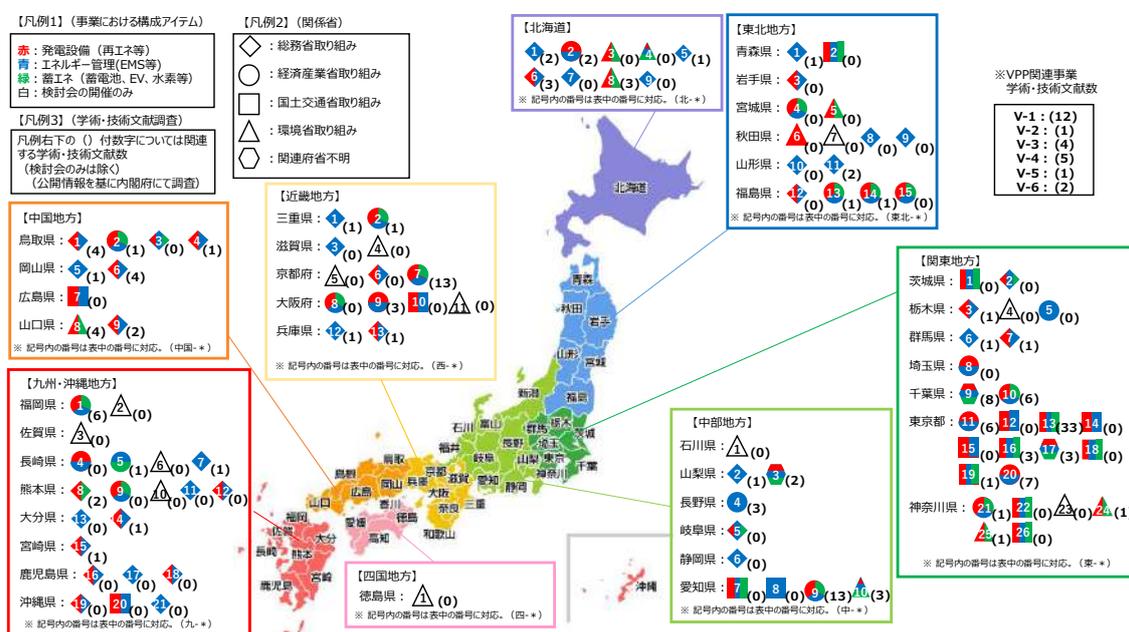


図 6-3 実証事業に係る学術・技術文献データ(専門的内容の記事:査読付き論文、技術報告書等)

(出所)第9回研究会資料

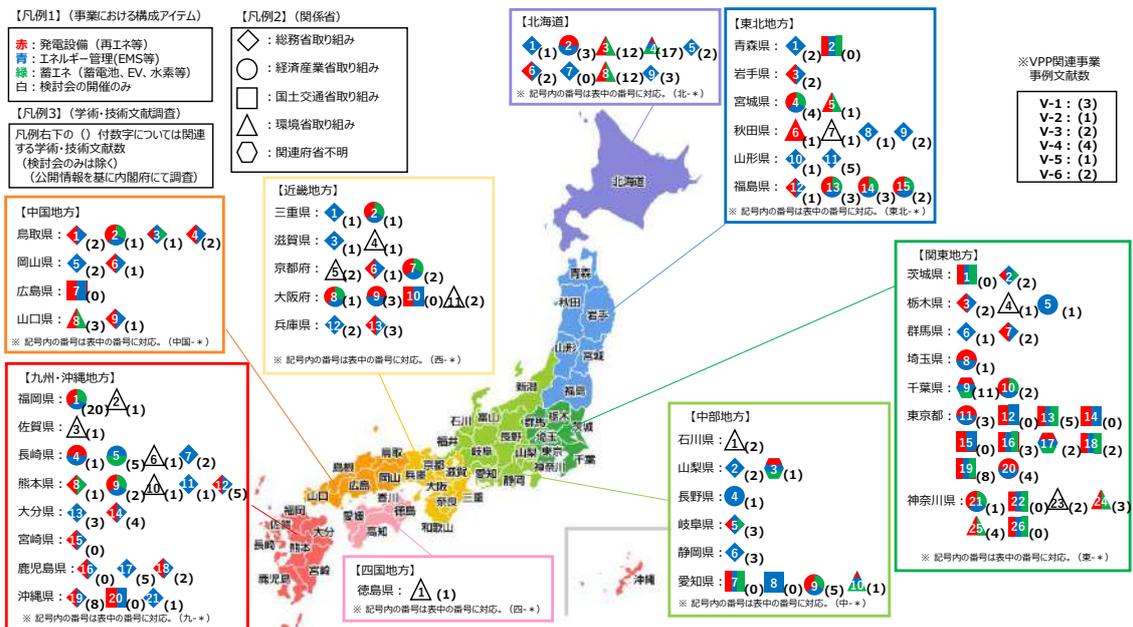


図 6-4 実証事業に係る事例文献データ(プロジェクト紹介の記事:雑誌、パンフレット等)

(出所)第9回研究会資料

第2項 海外のデータ連携基盤の事例

日本では実証データに係る文献データは整理されている一方で、実証事業の成果は、各省庁によって個別に管理されており、国として統一的なフォーマットでは整理されていない。こうした現状に対して、本研究会では海外の実証事業のデータ整理の事例として、5章でも紹介したイギリスのV2G Hubの取り組みが紹介された。

V2G Hubは、イギリスの配電事業者UK Power Networksが開設している世界中のV2Gプロジェクト情報を集約したウェブサイトのことである。ウェブサイトのコンテンツとしては、本ウェブサイトのInsights画面に、世界17ヵ国67プロジェクト(2020年3月時点)の名称、実施国、期間、充電器の数、サービスが掲載されている。また、本画面の操作方法として、期間、サービス、パートナー企業、プロジェクトのステータス、地図ボタンを押すと、それぞれのグラフを表示することができることや、プロジェクトの検索機能として、大陸、パートナー、充電器の数、サービスによってソートをかけることができる。

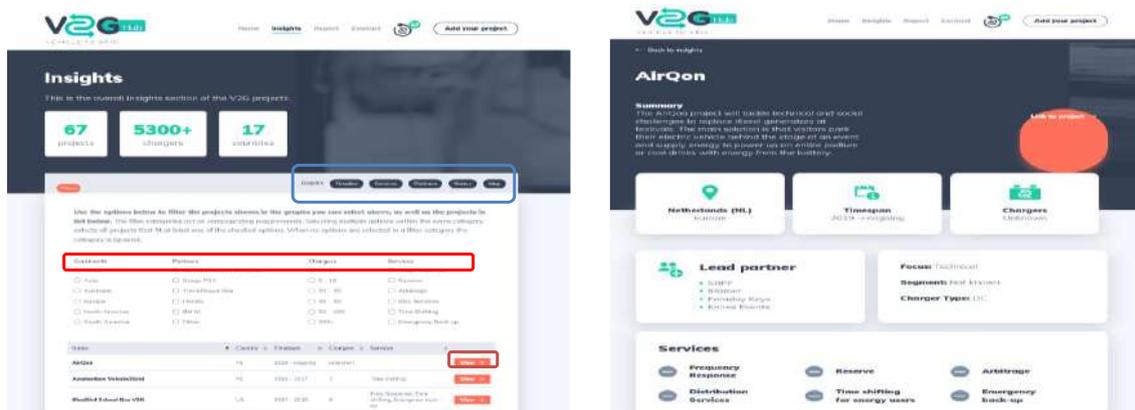


図 6-5 V2Hub の Insights 画面
(出所) 第 8 回研究会資料、V2GHub

V2GHub には、5 章に既述の世界中 50 の V2G プロジェクトを取りまとめた A Global Roadtrip report が掲載されている。本レポートは、イギリスのコンサル会社 Everoze & EVConsult が Innovate UK and UK Power Networks による委託で調査しており、2018 年 10 月に発表されている。本レポートの詳細は、5 章で前述した通りであるが、レポートの後半において、DSO サービス、顧客サービス、プロジェクトの成熟度、イギリスへの適用可能性を基準に 10 プロジェクトが紹介されている。

表 6-6 V2GHub レポートの事例とサービス

プロジェクト	期間	国	周波数 応答	予備力	裁定	配電 サービス	エネルギー 使用の時 間シフト	緊急時 バックア ップ
PARKER	2016-2018	デンマーク	○		○	○		
REDISPATCH V2G	2018-2021	ドイツ						
CITY-ZEN	2014-2019	オランダ			○	○		
SMART SOLAR CHARGING	2014-2019	オランダ				○	○	
GRID MOTION	2017-2019	フランス	○		○		○	
KOREAN V2G	2015-2017	韓国						
M-TECH LABO	2010-2013	日本					○	○
JUMPSMARTMAUI	2012-2016	米国					○	
INVENT	2017-2020	米国	○			○	○	
NETWORK IMPACT OF GRID-INTEGRATED VEHICLES	2017-2020	イギリス						

(出所) 第8回研究会資料、V2GHub

これらの 10 のプロジェクトは、図 6-6 に示すように統一のフォーマットで整理されていることが特徴的

である。①概要欄にはプロジェクト全体の概要の説明、②サービス提供欄には各プロジェクトが具体的に
 に関与する市場などの説明、③需要家スナップショット欄には、需要家側のリソースの量や行動の説明、
 ④運用スナップショット欄には、プロジェクトの成果や今後の課題の説明がされている。

①概要				③需要家スナップショット		
デンマークにおける周波数制御市場への商業的展開：複数の車両・場所が関与				プラグイン時間：0時～24時		
プロジェクトでは実際に電気自動車が系統サービスを提供する能力のテストを実施。商業化への障壁を特定化し対処した。複数の車種を比較。エジソンとニコラのプロジェクトからのフォローあり。ボンホルム島のACESプロジェクトにリンク。		DTU Elektro/PowerLabDK (アクトリター), NUVVE (アクトリター), Nissan, Groupe PSA, Mitsubishi Motors (CarOEMs), Insero (その他), Frederiksberg Forsyning (ホスト), Enel (充電), Mitsubishi Corp (技術)		セグメント：商業	充電場所：作業場(事業者)	Energinetへ24時間サービスを提供。Frederiksberg Forsyningが使用する事業用自動車は日中に使用し、夜間と週末は駐車。他の場所には自治体、商業会社、港が含まれる。
②サービス提供				充電ポイント：50ユニット、ENEL 10kWDC充電器	自動車：Nissan LEAF 30kWh, 10xNissan E-NV200 24 kWh & Mitsubishi Outlander 12kWh	Mobility-as-serviceの提供。充電器の提供および充電を管理するサービスを提供する月額料金。V2Gは消費者の充電費用の削減に使用され、FCR-Nの収益は費用削減に使う。EVへの高額の課税により展開は制約的(2017年デンマークでEVは減少)
受益者	TSO	DSO	TPI	顧客への提供：充電器を含む月額料金		
サービス	一次予備力	制約管理	前日・当日市場取引	④運用スナップショット		
V2G?	V2G	V2G	V2G	V2Gへの蓄電池の使用：30%～95%		
サービス提供時	障害前	障害後	価格差	使用者行動	構造	利用可能性とパフォーマンス
トリガー	系統周波数	制御信号	入札/落札受領	使用者ごとに異なる。顧客は電話でアプリにアクセスし、その日のどの時点で必要な充電状態を示す。一部の使用者はアプリを使用せずにスケジュールを設定。使用者の理解が必要。	アプリはNuvvelに運転者の好みと必要な料金を通知。サービスの提供のために系統と市場のシグナルと照合される。V2GではCHAdemoプロトコルを使用した。	様々な車両をテスト。技術的な障壁としては①長時間の周波数偏差によりkWh容量を超過したため低いkWでの入札が必要。将来的には90%以上の効率が必要。②バッテリー劣化の影響。
応答速度	10秒以下	3～5分以下	15分以下	主たる市場はFCR-N(平常時周波数予備力)であり、プロジェクトは送電会社Energinetへの参加を通じて市場へアクセスし、顧客との商業契約を締結した。特定された主要な規制上の障壁は①異なった種類の自動車・充電器があり、事前認証プロセスで十分に定義することが難しい、②決済メータの費用が高い、③ダブルカウントを含む高いエネルギー料金と税金。		
持続時間	30分まで	1～4時間	15分ブロック			
状態	実証済	調査済	調査済			

図 6-6 V2GHub レポートの事例
 (出所)第8回研究会資料、V2GHub

第3節 日本におけるデータ連携基盤の検討

第1項 内閣府におけるデータ連携基盤の検討

2019年6月に閣議決定された統合イノベーション戦略2019においては、環境エネルギーを特に取組を強化すべき主要分野の1つと位置付けており、その中でエネルギーマネジメントシステムに関して、以下の目標と施策が定められている。

◆ 目標

<エネルギーマネジメントシステム>

本分野のデータ基盤とその活用による新たなエネルギーマネジメントシステムの概念設計を2020年度までに実施。

◆ 目標達成に向けた施策・対応策

<エネルギーマネジメントシステム>

- 出力変動電源の導入や、世界の技術的進展等の状況を踏まえ、Society 5.0のみならず、「地域循環共生圏」の実現にも向けた、分野間データ連携と整合をとった、環境エネルギー分野のデータ基盤と、そのデータ基盤の活用による、新たなエネルギーマネジメントシステムの最

適な概念設計を2020年度までに行う。 【内閣官房、科技、総、文、農、経、国、環】

- エネルギーデータ基盤を組み込んだ、交通システムを含む、電力、ガス(水素)マネジメントモジュール、及び熱マネジメントモジュールの概念設計を2019年度目途に実施する。

【内閣官房、科技、総、文、農、経、国、環】

- 新たなビジネスやサービスの創出等に繋げていくための電力データの利用・提供の拡大に向け、関係法令に関する必要なルール整備について検討を進め、2019年度に一定の結論を得るとともに、得られた結論を踏まえて速やかにルール整備を行う。 【経】

- 関係府省庁はエネルギーに関する実証事業で得られたデータについては、最低5年間保存し、内閣府と協力して、それらのデータの共有を進める。

【内閣官房、科技、総、農、経、国、環】

この目標を実現するため、内閣府が主導してデータ連携基盤の検討を行っている。内閣府が検討するデータ連携基盤は、①エネルギーデータ基盤と②環境エネルギー分野のデータ基盤に分けられる(図 6-7 図 6-8)。①エネルギーデータ基盤とは、②環境エネルギー分野のデータ基盤の下部に位置付けられ、交通システムを含む電力、ガス(水素)マネジメントモジュールや熱マネジメントモジュール等、各マネジメントモジュールのシステム制御や他のデータ基盤と連携を図るものを指す。具体的には、各地域の各企業が収集する電力、ガス、熱のリアルタイムなデータをイメージしている。他方で、②環境エネルギー分野のデータ基盤とは、各エネルギーデータ基盤の上位概念であり、各地域のエネルギーデータ基盤からの情報を吸い上げる。それに加え文献データの検索機能や国内外の実証事業のデータを取り扱う。

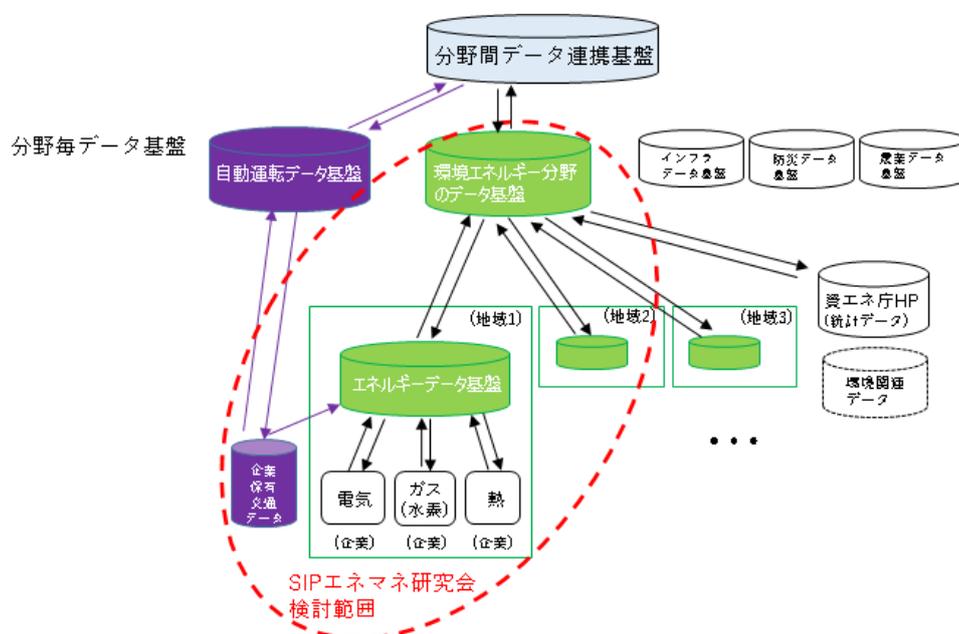


図 6-7 内閣府のデータ連携基盤

(出所)第8回研究会資料

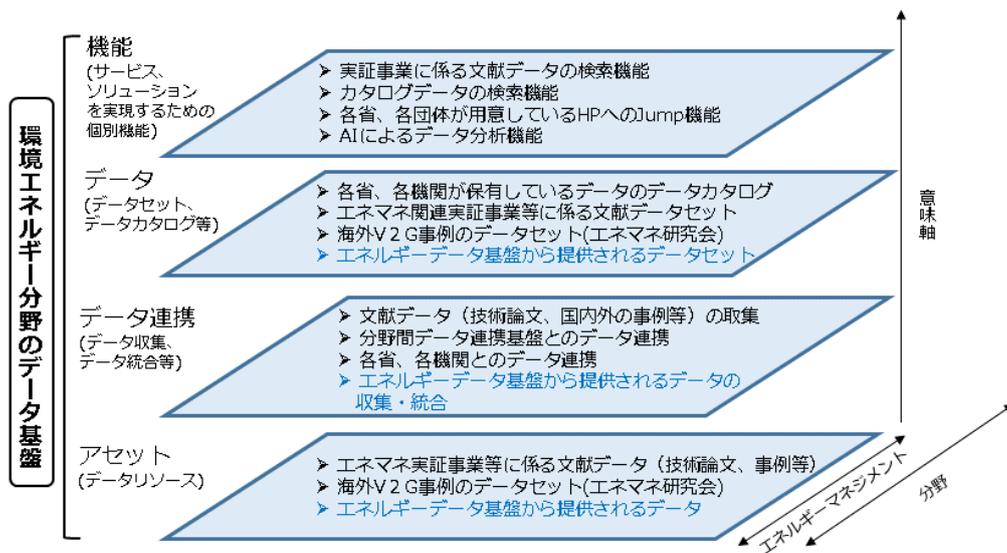


図 6-8 環境エネルギー分野のデータ連携基盤のアーキテクチャイメージ

(出所) 第8回研究会資料

第2項 ユースケースと内閣府データ連携基盤との関連性

以上の代表的なデータの整理を踏まえて、IoE 社会におけるエネルギー・環境分野のデータのあり方、ユースケースとその課題について表 6-7 の通り整理することができる。これらのユースケースの前提としては、データを集めるだけでなく、集めたデータが整理されていること、また、データを集める主体に配慮することが必要となる。

表 6-7 ユースケースと課題

項目	内容	課題
1.データベースのリンク	どこにどのようなデータが存在するか、民間のデータ、文献、論文などがどこにあるかを整理。	-
2.これまでの日本と海外実証事業の整理	V2G hubを参考にNEDOやSIPの実証事業を整理。	<ul style="list-style-type: none"> • 実証の評価の焦点が資金の使われ方に置かれ、社会への貢献の評価はされていなかった。 • 今後は実証の成果を国のデータ基盤に提供することを評価に結びつけるべき。
3.民間企業が必要なデータベースの構築	企業がマッチングサービスをする際に必要なデータを整理。	<ul style="list-style-type: none"> • データ提供者(個人)が損害を被らないようにプライバシーを守ることが必要。 • プラットフォーマー(企業)が有するデータや権利をどのように保護するか検討しない限りデータを提供してもらえない。
4.官公庁のデータベースの構築	国の統計データの整備と自治体の統計データの構築。	<ul style="list-style-type: none"> • エネルギー関係で信頼できる統計データは、財務省の貿易統計と経産省の基幹統計(石油製品需給動態統計調査、ガス事業生産動態統計調査、特定業種石油等消費統計調査)に限られる。 • 特に地方自治体のデータは、都道府県別エネルギー消費統計のみに限られる。 • 統計データを作成するための予算と人が不足している。

(出所) 第9回研究会資料

上記のユースケースと内閣府のデータ連携基盤の関係およびエネルギー・環境部門を含めたデータの取り扱いの課題について以下の点が挙げられる。

エネルギーデータ基盤に関して、例えば電力のデータは、グリッドデータバンク・ラボが扱うスマートメーターのデータで整理されている。このデータをどのように扱うかは、ユースケース 3.に関連する。熱に関して、整理されている統計データとしては、地域熱供給しか存在しない。これを国として集める方向で検討するのであれば、ユースケース 4.に関連する。環境エネルギー分野のデータ基盤に関しては、エネルギーデータ基盤を吸い上げるという意味ではユースケース 3.4.に関連する。データ検索機能や実証事業の扱いはユースケース 1.2.に関連する。

今後政府のエネルギーマネジメントシステムの概念設計を検討するにあたっては、本研究会の議論、ユースケースの整理が参考になることが期待される。さらに議論を深めていくためには、データの取り扱い等について国としての方針が必要であり、これらの議論の進展が期待される。

第7章 今後の課題と展望

2019年度の研究会ではシステアーキテクチャ、サービスとユースケース、便益評価、データ連携、産業分野の脱炭素化に関するテーマを中心に議論を行った。各研究会での議論を通じて、主にシステムアーキテクチャの欧米での検討状況、ユースケースを含めた日本でのシステムアーキテクチャ検討のポイント、各テーマの連携における便益評価の手法と課題、そしてデータ連携のあり方について整理した。

本報告書の各章で整理したとおり IoE 社会のエネルギーシステムについては、得られる便益の評価基準と定量化の重要性が議論された。セクターカップリングについては、世界で実証、提供されているサービスとそれを実現しているアーキテクチャについて議論を行い、物理層、サイバー層、課金層の連携など今後のアーキテクチャ構築のために必要なポイントを整理した。各テーマの連携については、便益に関する深掘りの必要性と連携のあり方および評価手法において深掘りすべき点に関する課題の整理を行った。また、データ連携については、既存データの整理と特にエネルギー・環境分野のデータについては地域のデータの精緻化を含めて整理し、検討することの重要性と指摘があった。

次年度のテーマの検討にあたり、2019年度の研究会での主な論点と各章で整理した事例より、システアーキテクチャ、便益評価、データ連携と事例の3つの観点でそれぞれについて課題が挙げられる。各論点での議論の概要と課題および次年度の展望について以下に示す。

第1節 研究会での議論の概要と課題

第1項 システムアーキテクチャ

- エネルギーシステムとシステアーキテクチャ

IoE 社会において多数のエネルギー関連技術を活用するためには、エネルギーシステムの構築が必要である。エネルギーシステムの構築については、個別技術とともにシステムを統括する System of Systems としてのエネルギーシステムの進化とそれを実現するためのアーキテクチャの検討が求められる。本研究会ではエネルギーシステムにおけるアーキテクチャの議論のためには要素技術の利用例やユースケースに基づく検討が課題であると指摘があった。

研究会では特に交通部門とエネルギー部門のセクターカップリングのためのアーキテクチャについて、ユースケース、データ接受に関する通信プロトコルおよび EV の充電規格の事例を紹介した。欧米等の検討事例より、交通部門とエネルギー部門の連動が期待される IoE 社会においては日本発の規格も含めて、EV の導入拡大に伴って今後新たに検討される規格やサービスにも対応できるような協調領域や共通基盤システムを検討していくことが課題である。

- IoE 社会のシステムアーキテクチャの検討

他方で、IoE 社会の実現にあたっては本研究会で中心的に議論した前述の自動車と電力の連

携だけでなく広く検討される必要がある。特にエネルギーマネジメントに関するシステムアーキテクチャについては、研究会でも議論された産業部門の脱炭素化の可能性や、新たな技術の利用等、交通部門とエネルギー部門の連携にとどまらず広く検討することが期待される。

アーキテクチャの設計においては、効率的な仕組みを構築するために冗長な仕組みや重複を避け民間事業者の間で協調する領域と競争する領域の仕分けの検討が必要である。本研究会ではシステムアーキテクチャに関する先行事例の調査、ヒアリング等を通じて協調領域、競争領域の可能性を明らかにした。また、アーキテクチャの検討には物理層サイバー層、そして、サービス層の協調、調和が課題であることを指摘した。

第2項 便益評価

● 各技術による便益とエネルギーシステム

IoE 社会のためのエネルギーシステムの検討にあたっては、それによって実現する便益とその評価の検討が必要である。エネルギーシステムの検討ではステークホルダーが多様なため、民間事業者だけでなく規制当局をはじめ中央政府、地方政府の関与のあり方と IoE 社会の実現による各主体にとっての便益の検討が求められる。本研究会では便益については各技術のユースケースに基づいて深掘りする必要があると指摘があった。また、各テーマで検討している技術の貢献について具体的な事例を元に検討することが求められる。

便益については、便益と各主体の関わり方について、本年度研究会で整理された論点を中心に自治体での事業計画の策定等においてどのように評価していくか等、具体例に基づいた議論や検討が課題であることが指摘された。

● 便益の定量化の必要性

また、便益の特定化を踏まえて技術の導入を進めるためには、導入に依る効果、便益を定量的に明らかにすることが求められる。本研究会では各テーマにおいて要素技術の導入に依る便益の項目および便益の評価のあり方について検討を行った。今後は本年度検討した項目を踏まえて、分析モデルを用いた評価など、評価手法の進化、有識者のヒアリングなどを中心に定量的に便益を明らかにしていくことが課題である。

● V2G サービスの課題

便益の検討事例として V2G に関するサービスについて日本を含む世界各国で大規模な実証実験が展開されており、そのポテンシャル評価、事業価値の評価と基盤技術の開発が進んでいる。本研究会では各国の V2G サービスの事例を紹介し、制度、市場および技術の面でそれぞれに課題があることを整理した。今後の課題として、V2G サービスの事例の深掘りを踏まえてテーマ連携における交通部門とエネルギー部門のセクターカップリングによる便益の定量化が挙げられる。

第3項 データ連携

- 実証事業の成果の整理と展開

これまでの国の実証事業は評価の焦点が資金の使い方に置かれてきた。そのため実証事業の成果(報告書)は補助金を出す団体によってフォーマットが異なり、共通のデータベースで管理することが困難であった。本研究会では、各国の実証事業の成果を共通フォーマットで整理した参考例として V2GHub の例を示し、日本において実証事業の成果に関して共通フォーマットを検討することが必要であると指摘した。今後のデータ連携の基盤の構築において実証事業の整理を含めて有益な情報提供を進めていくことが課題である。また、これらを元の実証で得られた知見を実現していくためには、具体的な事例研究を元に課題や実現可能性を明らかにすることが求められる。

- 官公庁のデータベースの整理及び構築

本研究会では、官公庁が有するデータに関連して信頼できる国のエネルギーに関する統計データが少ないことが指摘された。エネルギー・環境に関するデータについては精度の高い統計が財務省の財務省の貿易統計と経産省の基幹統計に限られるという課題があり、地方自治体は精度の高い統計がさらに少ないことが指摘された。研究会では、これらの統計データを整理するための予算と人材が、日本は欧米と比べて圧倒的に不足していることも指摘され²、環境整備やデータ収拾に関する諸外国の知見を検討していくことが今後の課題である。

- 提供者の権利とデータの取り扱い

IoE 社会においてより高度な情報処理を目指していく中では、民間企業がビジネスを行う上でデータを提供する側の権利を保護する必要があると考えられる。また、データを提供する個人に対しては、プライバシーを侵害しないように守ることが必要となる。本研究会では、この課題に対処している例として、グリッドデータバンク・ラボによる統計処理とデータ活用の事例を紹介した。一方で、研究会ではすでに企業が持つデータ、例えばマッチングビジネスを行うプラットフォームが有するデータに対して、民間企業のビジネスを阻害しない形でどのように権利やプライバシー保護するかが課題であると指摘があった。これらについては情報銀行のような検討事例もあり、これらも含めて検討していくことが課題である。

第2節 展望（次年度のテーマ）

- システムアーキテクチャ概念の検討とテーマ連携の進化

本年度研究会ではエネルギーマネジメントに関するテーマ A を中心に、テーマ B およびテーマ C の貢献度に関する検討及びテーマ間の連携について検討した。テーマ間の連携については、

² 研究会では米国のエネルギー情報局(EIA)では総勢 1,000 名がかかわり、予算も兆円の単位に及ぶことが指摘され、エネルギー関連データに関する日米のリソースの違いが指摘された。

たとえば産業分野の脱炭素化の検討の深堀りにおいて、テーマ C1 の熱のセンサーネットワークを活用することで更なる脱炭素化が期待されるといった新たな便益の切り口も考えられ、このためのシステムアーキテクチャの検討も重要である。これらも含めて次年度は、全体を俯瞰したアーキテクチャと産業部門のエネルギーマネジメントに関するアーキテクチャやテーマ B との連携としてスマートインバータを活用する時のアーキテクチャ等の関係整理を進めることが求められる。また、水素や P2G 等、新たなエネルギー源を考慮したアーキテクチャの可能性も考えられる。

各テーマに関するアーキテクチャの深化と連携の深化を進めることで、全体としてのシステムアーキテクチャの概念の拡大とさらなる検討を目指す。

- 評価基準と便益の定量評価の深堀り

本年度の研究会では、各テーマの便益について項目出しを行った。また、便益評価の定量評価に関する課題を整理した。次年度は、この定量評価を具体的に実施するために特に優先度が高い項目についての定量評価の具体化を目指す。具体的にはテーマ B との連携の例としてパワーエレクトロニクス技術の進化によるエネルギーマネジメントへの便益の検討がある。また、このための分析手法としてモデル分析の活用なども求められる。また、テーマ C との連携の例としてドローンやセンシング技術を活用したレジリエンスへの貢献を含む NEB (Non-Energy Benefit) の評価等も次年度のテーマである。特にモデル分析や評価手法についてはヒアリング等を実施することで、IoE 社会の技術導入とその便益を検討し、便益の定量評価を可能にする評価手法の確立を目指す。

- データの整備と地域ケーススタディの検討

IoE 社会の実現の検討には詳細なデータが欠かせず、本研究会ではエネルギー・環境分野に関して日本において整理されているデータ例を示した。他方で、自治体などにおけるエネルギー環境事業計画の検討のためには、現在のデータの精度は十分ではないことも指摘された。次年度のテーマとして自治体レベルでのデータの整備と、自治体等における再エネ等の活用を含めた地域エネルギーマネジメントのケーススタディを検討する。

また、ケーススタディにおいてシステムアーキテクチャの概念の検討と活用を進めることで、関係者の調和とアーキテクチャの協調領域に関する検討を進めることを目指す。自治体でのデータ整備とアーキテクチャの検討を通じて地域分散型のエネルギーシステムの構築とそのためのガイドラインを検討し、必要なデータ整備、ならびにケーススタディの成果について自治体間の横展開を進めることを目指す。

研究開発項目	2018年度計画	2019年度計画	2020年度計画	2021年度計画	2022年度計画	出口戦略	製品化	
エネルギー マネジメント 研究会	IoE社会の展望 (運輸・自動車 関連含む)	<ul style="list-style-type: none"> IoE社会の展望（運輸分野、産業分野における重要業種、技術分野の抽出、熟利用の低炭素化の方策検討等） IoE社会を実現するためのエネルギーシステムに関する評価基準の検討 	<ul style="list-style-type: none"> テーマ（B）、（C）実現時のエネルギーシステムの便益評価 交通部門とエネルギー部門のセクターカップリング実現のためのシステムアーキテクチャ構築における課題整理 交通部門とエネルギー部門のセクターカップリング実現のためのシステムアーキテクチャの概念設計（データ連携を含む） 	<ul style="list-style-type: none"> 交通部門とエネルギー部門のセクターカップリングを実現する実証サイトの検討 構築したアーキテクチャをスマートシティプロジェクトを推進する関係府省に提供し検証を目指す。 			<p>各種エネルギー変換・貯蔵・輸送技術を含むエネルギーネットワークと交通マネジメントの部門統合（セクターカップリング）を含むIoE社会のエネルギーシステムのデザインに取り組み、エネルギーや交通の地域特性に応じて社会 実証可能な地域エネルギーシステムの実証につなげる。また、開発したアーキテクチャの国際展開を図る。</p>	<p>本テーマではソフトウェアとしての製品化を目指し、ハードウェアとしての製品化に関する取り組みは実施しない。</p>
		<ul style="list-style-type: none"> 交通部門とエネルギー部門に関するデータ連携基盤のユースケースの検討 	<ul style="list-style-type: none"> 実証事業等のデータに基づくエネルギーシステムの事例研究・地域のエネルギー需要、資源賦存状況に応じた地域分散型エネルギーシステムのデザインのためのガイドラインの策定。 					

図 7-1 IoE 社会のエネルギーシステムのデザインの工程表

(出所) 第 8 回研究会資料

第8章 ヒアリング

研究会では交通部門とエネルギー部門のセクターカップリングについて、各部門を含めた事業者のニーズについて検討した。その中で特にモビリティおよびモビリティ関連サービスを検討している事業者ニーズに関してヒアリングを行った。

第1節 モビリティ側のニーズ

交通部門とエネルギー部門のセクターカップリングについてモビリティ側のニーズ及び課題として以下の点を検討すべきポイントとして整理した。

(1)セクターカップリングの目的と価値

- EV が電力系統に繋ぎたくなるインセンティブは何か。
- モビリティサービスの多様化によって都市／長距離走行／地方(近距離少人数特化)で用途が異なることが考えられるか。

(2)セクターカップリングの範囲の検討

- モビリティサービスとしてノウハウを出したくない領域は何か。
 - 車両メーター、セキュリティやプライバシーの観点、自社学習データ、電池の充放電ノウハウ
- 情報源(ID を割り振る機器)に関し複数の可能性があるか
 - 公共性が高い領域:EVPS(電力会社が主導している認識)
 - 独立性が高い領域:xEMS(もしくは EV 本体)
- エネルギー部門と協調できる領域
 - エネルギー部門としては車両が出す情報は統一したい(SOC 等フィルタは必要)
 - 安全規格、電池リユース(接続規格化)、FCV の電源化、BCP ※メジャーのオープンソース化

(3)セクターカップリングの強調点

- 通信プロトコルは ERAB 検討会で統一された認識(CHAdemo+Echonet-lite)があるが、CHAdemo と取引の連携の検討が必要ではないか。

第2節 モビリティサービス事業者のヒアリング

上で整理したモビリティ側のニーズ、課題についてモビリティサービスの提供を検討している DeNA 社および MONET 社へのヒアリングを行った。以下に概要を整理する。

第1項 DeNA

(1)モビリティサービスの目的と価値

- DeNA のモビリティサービス:モビリティが抱える人手不足の課題解決に資する
 - Mov(タクシー配車)
 - ドライブチャート(ドライブレコーダーとクラウドの AI による事故予防サービス)
 - Anyca(個人間のカーシェアサービス)
- DeNA の狙い:
 - モビリティ・エネルギーともにオープン化、共有化、規格化の流れを見越して検討
 - 電力インフラ、モビリティのレイヤーを共通の IoT でつなぐ
 - ゲーム事業等の経験より需要サイドとのマッチングに強み
 - 安価で高いレベルのセキュリティを実現できることに強み

(2)セクターカップリングでの協調の範囲

- API とデータ授受について上位での薄くて軽いプラットフォーム(例:HTTP)
- 需要側の取り込み(気象、エネルギー、人の行動、移動)
- プライバシーに係る情報処理と情報提供

第2項 MONET

(1)モビリティサービスの目的と価値

- MONET のビジネス:サービス提供者に対して、需要と供給を移動で繋ぐ MaaS プラットフォームを提供
- 企業との連携として、既存事業へモビリティを組み合わせることで新たな価値の創造
- 自治体との連携として、地域のニーズに合わせたサービスを提供することで移動に関する社会課題の解決を目指す
- 1 次交通(JR、JAL 等)と MONET の強みとなる2次交通のプラットフォーム間連携と MONET コンソーシアム参画企業との連携によるサービス向上
- 自動車メーカー8社が参加しており、車両もセットでプラットフォームを提供できることが強み
- 実証を通じていち早く MaaS に関する課題に気づくことができ、新しいルール作りに貢献

(2)セクターカップリングでの協調の範囲

- MaaS 普及に向けた様々な課題やニーズを官公庁と共有
- プラットフォーム間連携によるデータ連携、データ流通支援

以上