令和元（2019）年 9 月 13 日（金）　　大会二日目

09:00～10:30

セッションB2　　エネルギー　23301 教室

座長　村山武彦（東京工業大学）
　　慶田 收（熊本学園大学）

B2-1　エネルギー技術に係る国際協力に関する研究―国際エネルギー機関（IEA）の技術協力プログラムを事例として―

○服部 崇　　南昊錫
京都大学経済研究所

B2-2　再生可能エネルギーを活用した自治体新電力による地域活性化事業の動向

○岩本直
香川大学

B2-3 自治体公用車が保有するエネルギー量の推計

○古矢潤　大澤義明
筑波大学　社会工学専攻

エネルギー技術に係る国際協力に関する研究
－国際エネルギー機関の技術協力プログラムを事例として－

Study on International Cooperation of Energy Technology: Cases from Technology Collaboration Programmes of International Energy Agency

○服部 崇（京都大学経済研究所）
南 昊錫（京都大学経済研究所）

１．はじめに

世界のエネルギーの需要は増加を続けている。世界各国は、エネルギーの安定的な供給を図る必要に常に迫られている。このため、各国ではエネルギーに関する新たな技術の開発・普及が図られてきた。こうした中で、各国が国ごとに技術の開発に取り組むだけではなく、複数国が協力して技術の開発に係る課題に対処することが行われてきた。

国際エネルギー機関（IEA）は、1975 年に複数の加盟国の間でエネルギー技術の研究開発や実証に関するプログラムやプロジェクトを設立・実施する仕組みを導入した。この仕組みは「実施協定」（Implementing Agreement）と呼ばれてきた。40 年間の実施を経て、2015 年に実施協定に基づくプログラムやプロジェクトは「技術協力プログラム」（Technology Collaboration Programme; TCP）と呼ばれることとなった。

IEA の TCP の仕組みがエネルギー技術の開発に係る国際協力の仕組みとして長年にわたって機能してきたのはなぜか。本稿では、いくつかの要因について検討を行った。

２．分析方法

1975 年以来 2019 年 6 月までに設立された 81 件の TCP を分析対象とした。これまでに 31 件が中止され、12 件が統合されたが、2019 年 6 月現在、38 件の TCP が存在している。IEA(2016)などの文献によるほか、IEA の TCP 担当から追加的な統計データを入手するとともに、個別の TCP の担当に対し内容に関する問い合わせを行った。

これらの調査を元に、TCP が長年にわたって機能してきた要因を仮説として提示するとともに、関連するデータを検討した。

３．TCP が機能してきた要因

要因１．TCP が扱うエネルギー技術の内容について時代のニーズに即して自由に決められたこと、アクティビティについて様々な内容を認めてきたこと

1970 年代には、石油危機の影響、石油価格の高騰を背景に代替エネルギーの開発が求められた。1980 年代に入ると、引き続き省エネルギーが追求されたが、1986 年のチェルノブイリ事故の影響からエネルギーの安全性を確保することが求めれた。1990 年代には、1997 年の京都議定書の採択など気候変動対策や低炭素技術の開発が求められるようになった。2000 年代には、デジタル技術の普及とともに電力網と再生可能エネルギーのネットワークなどの必要性が高まった。TCP は 1970 年代から存続しているものも多くあるが、これらの時代のニーズに即して新たに設立されてきた（表 1)。この間に、廃止や統合された TCP も見られる。

表 1. TCP の時期別の件数の推移

時期	設立件数	背景	TCPの例	存続件数
1975-1980	35件	石油危機、石油価格の高騰、代替エネルギーの追及	石炭発電所の効率化、バイオエネルギー、水素、水力、風力	12件
1981-1990	21件	省エネルギーの追求、チェルノブイリ事故、安全の確保	産業、運輸、建物の省エネルギー、核融合開発の安全	8件
1991-2000	15件	京都議定書、気候変動対策、低炭素技術の追求	燃料電池、ハイブリッド・電気自動車、炭素貯留、風力、地熱、太陽光	11件
2001-2019	10件	デジタル技術、電力網と再生可能エネルギー	スマート・グリッド、電力ネットワーク、高効率最終用途機器	7件
	81件			38件

2019 年 6 月現在、38 件の TCP が実施されている。その内訳は、横断的な課題が 2 件、エネルギー最終用途技術が 14 件、化石燃料が 5 件、核融合が 8 件、再生可能エネルギーが 9 件となっている。

また、1975 年から 2015 年までの間に TCP が焦点を当ててきたアクティビティの内容は、応用研究が 80%、情報共有が 12%、概念の証明が 4%、実地調査が 3%、パイロット・実証が 1%となっている。TCP のインプット・アウトプット・アウトカムを整理したものが表 2 である。

表 2. TCP のインプット・アウトプット・アウトカム

インプット		アクティビティ		アウトプット		アウトカム
✓ 実施協定 ✓ 参加者(例、政府、研究所、企業等) ✓ プログラム参加者による投資 ✓ 人的資源	→	✓ 概念の証明 ✓ パイロット・実証 ✓ 実地調査 ✓ 応用研究 ✓ 情報共有	→	✓ 年間報告書、技術レポート等の発行 ✓ 情報・知識の共有のためのフォーラム、会合の開催 ✓ 専門家によるトレーニングと情報発信	→	✓ 業界のより大きな関与 ✓ 政策立案者とのコミュニケーションの強化 ✓ 技術の共有と政策提言

要因 2. TCP への参加・不参加は自由であったこと、IEA 非加盟国や援助者の参画を認めてきたこと

2 カ国以上の IEA 加盟国は、理事会の承認を得て、エネルギー技術の研究開発や実証に関するプログラムやプロジェクトを設立する「実施協定」を結ぶことができる。2 カ国以上の参加者が確保されているのであれば、他の国については TCP への参加・不参加は自由である。脱退も自由である（図 1)。

また、IEA 非加盟国の TCP への参加も認められた。特に、2003 年に「国際エネルギー技術協力のための IEA フレームワーク」が導入されてからは IEA 非加盟国の TCP への参加が増大した。また、これ以降は、国だけではなく、企業や産業界の参画がより柔軟に行われるようになった。

表 3 および表 4 は、2015 年と 2019 年における IEA 加盟国と非 IEA 加盟国、または、契約者（Contracting Party）と賛助者（Sponsor Parties）の参加数である。この間に、2 件の TCP が廃止され、1 件の TCP が新たに設立された。参加者の総数は増加した。また、温室効果ガス研究開発（17）、クリーンコールセンター（7）、

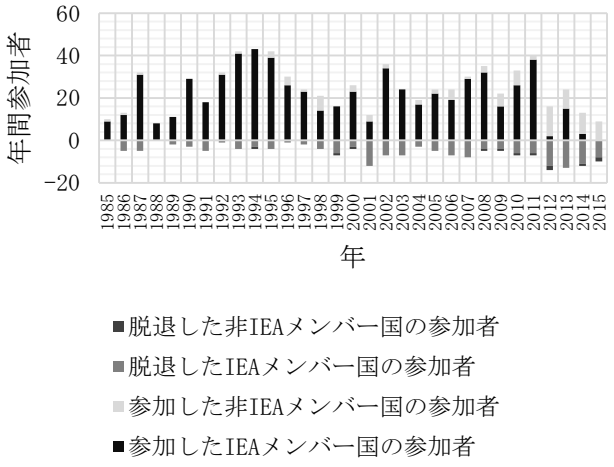


図 1. TCP 参加・脱退の推移

表 3. IEA 加盟国と非 IEA 加盟国の TCP 参加数

	2015 年		2019 年		合計	2015 年	2019 年
	IEA	Non-IEA	IEA	Non-IEA			
参加国数	30	25	31	27	参加国数	55	58
平均	15.23	3.68	15.23	3.52	平均	9.98	9.78
中央値	18.00	1.00	19.00	2.00	中央値	7.00	5.00
標準偏差	10.21	4.60	10.07	4.66	標準偏差	9.95	9.90
最大値	36	20	37	22	最大値	36	37
最小値	0	1	0	1	最小値	0	1

表 4. 契約者（CP）と賛助者（SP）の TCP 参加数

	2015 年		2019 年		合計	2015 年	2019 年
	CPs	SPs	CPs	SPs			
プログラム数	39		38		プログラム数	39	38
参加者数	457	92	472	95	総参加者数	549	567
平均	14	1.23	14.82	1.55	平均	15.23	16.37
中央値	13	0	14	0	中央値	15	16
標準偏差	6.97	3.12	7.35	3.14	標準偏差	8.31	8.48
最大値	27	18	28	17	最大値	37	35
最小値	3	0	3	0	最小値	3	3

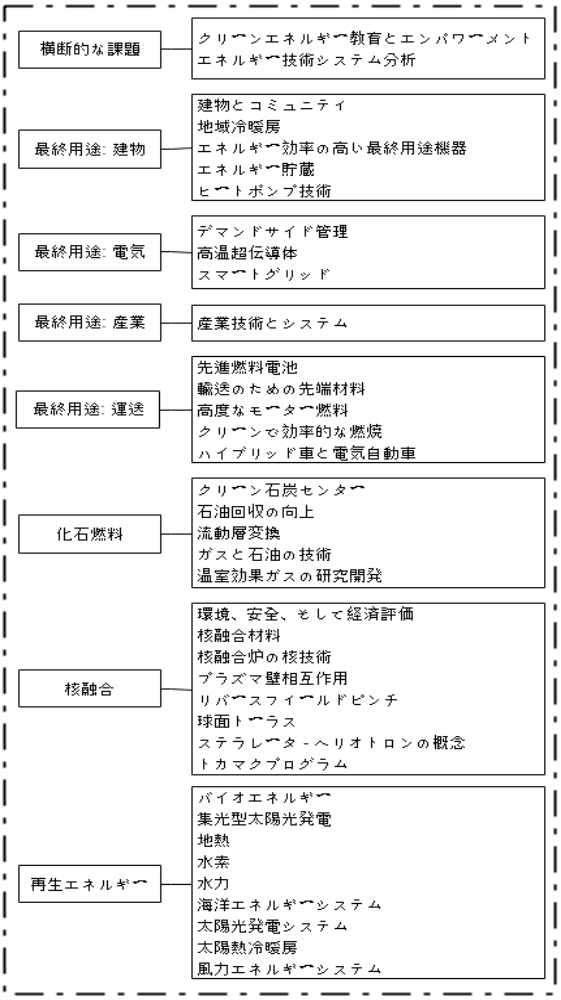
水素（6）、産業技術およびシステム（5）には 5 者以上の賛助者が参画している。

要因 3. TCP の活動を促進するための IEA という制度的基盤が存在すること

TCP は、その取り扱う技術に応じて、エネルギー最終用途技術、化石燃料、核融合開発、再生可能エネルギー技術の 4 つの作業部会（Working Party）に報告がなされるとともに、その上部組織であるエネルギー研究技術委員会(CERT)において包括的な検討が加えられる。こうした IEA 内の委員会、作業部会において TCP の活動を検討し、ガイダンスを与える仕組みが存在したことが TCP のアクティビティを軌道に乗せることに資することとなったものと考えられる。

さらに、ハイレベルでのガイダンスも行われている。例えば、2015 年に開催された IEA 閣僚会合の議長総括では、TCP に関連して、「エネルギー技術の開発・普及、更なるコスト削減、適切な政策を促進することの重要性に鑑み、アウトリーチ、加盟国・非加盟国・研究コミュニティ・産業界などの参加の拡大を強化すること」が IEA に対して促された。

表 5. TCP 一覧（2019 年 6 現在）



４．まとめ

本稿では、TCP が長年にわたって機能してきた要因について、関連データを元に検討してきた。エネルギー技術の開発に係る国際協力については、時代に則して重点をシフトさせながらも継続的に実施が図られてきた。いま、気候変動に対処するための抜本的なエネルギー転換など更なるエネルギー技術に係る国際協力が求められている。TCP における国際協力の柔軟性、包摂性、透明性などは今後の協力の在り方に示唆を与えているものと考える。

【参考文献】

IEA (2016) *Technology Collaboration Protrammes: Highlights and Outcomes*. IEA, Paris.

B2-2

再生可能エネルギーを活用した
自治体新電力による地域活性化事業の動向

Trend of Regional Revitalization Business

by The Municipality New Power Utilizing Renewable Energy

○岩本 直（香川大学大学院地域マネジメント研究科）

１．序論

１．１　背景

日本では電力システム改革が 2000 年代初頭から進められており、その推移については、2000 年 3 月に特別高圧（オフィスビル、デパート、大型工場等）の電力小売自由化が行われ、2004 年 4 月及び 2005 年 4 月に高圧（中小工場、中小ビル等)、そして 2016 年 4 月に低圧（一般家庭、商店等）の自由化が行われ、この低圧の自由化によって電力小売は全面自由化された。この電力小売の全面自由化によって、小売電気事業者が全国各地で多く設立されている。この小売電気事業者が多く設立される要因として、2011 年の東日本大震災による大規模な原子力災害、そして 2018 年の北海道南部胆振地震による全道の停電（ブラックアウト）等により、従来の大規模集中型発電の脆弱性が顕在化したことがあげられる。そして、これらの新たに設立された小売電気事業者のうち、自治体が出資して設立された小売電気事業者（以降、自治体新電力）も全国各地に存在している。そして、自治体新電力では電力事業者であるにもかかわらず、地域活性化に係る事業も実施している事業者も存在している。

１．２　研究の目的

本研究では全国で設立された自治体電力の設立動向（設立数、設立状況、所在地）及びこれらの自治体新電力のうち地域活性化事業も実施している事業者の事業動向（事業内容、事業の継続性）について把握する。本研究によって把握された事項は、現在における自治体新電力の全国的動向及び自治体新電力による地域活性化事業の今後の方向性について有用な知見を提供できるものと思われる。なお、本研究における地域活性化事業とは、自治体新電力が立地する地域の農産物や観光資源等を活用して利益を上げる事業を指すこととする。

１．３　先行研究

本研究に係る先行研究としては、電力小売の全面自由化後の小売電気事業者の動向を考察した先行研究はこれまで行われていない。また、自治体新電力事業における地域活性化事業に関する先行研究もこれまで研究は行われていない。

２．本論

２．１　自治体新電力の動向

2019 年度（2019 年 3 月 31 日）までに、2016 年 4 月における電力全面自由化に係る小売電気事業者として、経済産業省資源エネルギー庁に新規登録を行った小売電気事業者数は、611 社となっており、このうち自治体新電力は 43 社となっている（表 1 参照)。自治体新電力の新規登録状況について年度別でみると　表 2 に示す通りであり、全小売電気事業者における比率の推移で見た場合も含め、自治体新電力の新規登録は現在も大きな下降傾向はなく継続的に発生

していることがわかった。また、自治体新電力が登録された地域は都道府県別でみた場合（表3参照)、岩手県、埼玉県、奈良県、鳥取県、福岡県、鹿児島県がそれぞれ３件と最も多くなっている一方、自治体新電力が存在しないのは計22都道県と多く、北海道や北陸、四国地方等の原発が立地する県、東京都や愛知県といった大都市圏の都県等に自治体新電力が存在しない傾向があることがわかった。

表１　自治体新電力一覧

番号	登録番号	事業者名(◎は一般家庭配電開始済)	登録年月日	所在地	地域活性化事業
1	A0034	一般社団法人泉佐野電力	2015年10月8日	大阪市泉佐野市	無
2	A0124	合同会社北上新電力	2016年1月18日	岩手県北上市	無
3	A0141	株式会社北九州パワー	2016年1月18日	福岡県北九州市	無
4	A0153	みやまスマートエネルギー株式会社◎	2016年2月8日	福岡県みやま市	有
5	A0165	株式会社とっとり市民電力◎	2016年2月8日	鳥取県鳥取市	無
6	A0188	ひおき地域エネルギー株式会社◎	2016年2月23日	鹿児島県日置市	無
7	A0199	ローカルエナジー株式会社	2016年2月23日	鳥取県米子市	無
8	A0218	株式会社中之条パワー◎	2016年3月14日	群馬県吾妻郡中之条町	無
9	A0228	株式会社浜松新電力	2016年3月18日	静岡県浜松市	無
10	A0231	株式会社やまがた新電力	2016年3月18日	山形県山形市	無
11	A0232	一般社団法人東松島みらいとし機構	2016年3月18日	宮城県東松島市	無
12	A0239	宮古新電力株式会社	2016年3月18日	岩手県宮古市	無
13	A0253	いこま電力株式会社	2016年3月18日	奈良県生駒市	無
14	A0245	新電力おおいた株式会社◎	2016年3月18日	大分県由布市	無
15	A0315	株式会社おおた電力	2016年6月16日	群馬県太田市	無
16	A0342	株式会社いちき串木野電力◎	2016年8月31日	鹿児島県いちき串木野市	無
17	A0348	南部だんだんエナジー株式会社◎	2016年9月13日	鳥取県西伯郡南部町	無
18	A0350	こなんウルトラパワー株式会社	2016年9月13日	滋賀県湖南市	無
19	A0351	株式会社CHIBAむつざわエナジー◎	2016年9月13日	千葉県長生郡睦沢町	無
20	A0353	奥出雲電力株式会社	2016年9月27日	島根県仁多郡奥出雲町	無
21	A0356	株式会社成田香取エネルギー	2016年10月11日	千葉県香取市	無
22	A0367	ネイチャーエナジー小国株式会社	2016年11月10日	熊本県阿蘇郡小国町	無
23	A0418	横浜ウォーター株式会社	2017年7月20日	神奈川県横浜市	無
24	A0419	スマートエナジー磐田株式会社	2017年7月20日	静岡県磐田市	無
番号	登録番号	事業者名	登録日	所在地	一般家庭配電
25	A0420	そうまIグリッド合同会社	2017年7月20日	福島県相馬市	無
26	A0435	いこま市民パワー株式会社	2017年10月12日	奈良県生駒市	無
27	A0451	Cocoテラスたがわ株式会社	2017年11月22日	福岡県田川市	無
28	A0468	おおすみ半島スマートエネルギー株式会社	2018年2月23日	鹿児島県肝属郡肝付町	無
29	A0471	久慈地域エネルギー株式会社	2018年2月23日	岩手県久慈市	無

30	A0480	松阪新電力株式会社	2018 年 3 月 8 日	三重県松阪市	無
31	A0488	一般社団法人塩尻市森林公社	2018 年 5 月 11 日	長野県塩尻市	無
32	A0493	株式会社ぶんごおおのエナジー◎	2018 年 5 月 22 日	大分県豊後大野市	無
33	A0511	亀岡ふるさとエナジー株式会社	2018 年 6 月 28 日	京都府亀岡市	無
34	A0514	ふかやｅパワー株式会社	2018 年 6 月 28 日	埼玉県深谷市	無
35	A0525	株式会社ところざわ未来電力	2018 年 7 月 31 日	埼玉県所沢市	無
36	A0535	秩父新電力株式会社	2018 年 10 月 9 日	埼玉県秩父市	無
37	A0534	みよしエナジー株式会社	2018 年 10 月 9 日	徳島県三好郡東みよし町	無
38	A0543	株式会社かみでん里山公社	2018 年 10 月 30 日	宮城県加美郡加美町	無
39	A0546	株式会社三郷ひまわりエナジー	2018 年 10 月 30 日	奈良県生駒郡三郷町	無
40	A0575	加賀市総合サービス株式会社	2019 年 1 月 22 日	石川県加賀市	無
41	A0577	丸紅伊那みらいでんき株式会社	2019 年 1 月 22 日	長野県伊那市	無
42	A0590	福山未来エナジー株式会社	2019 年 2 月 4 日	広島県福山市	無
43	A0610	唐津電力株式会社	2019 年 3 月 29 日	佐賀県唐津市	無

（出典）筆者作成（2019 年 3 月 31 日時点）

表２　自治体新電力の年度別登録数

2015 年度	2016 年度	2017 年度	2018 年度
14 社（6.7%）	8 社（14.2%）	9 社（6.9%）	13 社（6.1%）

（出典）筆者作成（カッコ内数字は当該年度における全小売電気事業者の内に占める割合）

表３　自治体新電力の都道府県別の登録状況

3 件	岩手県、埼玉県、奈良県、鳥取県、福岡県、鹿児島県
2 件	宮城県、群馬県、千葉県、長野県、静岡県、大分県
1 件	福島県、山形県、神奈川県、三重県、滋賀県、石川県、京都府、大阪府、広島県、徳島県、島根県、佐賀県、熊本県
0 件	北海道、青森県、秋田県、新潟県、茨城県、栃木県、東京都、山梨県、岐阜県、愛知県、新潟県、富山県、福井県、兵庫県、和歌山県、岡山県、山口県、香川県、愛媛県、高知県、長崎県、沖縄県

（出典）筆者作成

２．２　自治体新電力による地域活性化事業の動向

自治体新電力の事業は企業向けの売電及び発電が主となっており、一般家庭配電事業も実施しているのは自治体新電力 43 事業者のうち、9 社となっている。また、自治体新電力のうち、地域活性化事業を行っているのは福岡県にある「みやまスマートエネルギー株式会社」（以降、みやま社）のみである。本節では、みやま社の地域活性化事業の事業内容と事業継続性について把握を行うこととする。まず、みやま社の地域活性化事業概要については表 4 に示す通りであり、みやま市の地域産品の企画販売や市民が交流できるコミュニティスペース及びレストラン等（さくらテラス）の運営管理業務となっている。次に、みやま社の事業継続性については、同社はみやま市の前市長である西原親氏のの強いリーダーシップによって設立、運営されてきた。しかし、同社は 2017 年に 1700 万円、2018 年に 1800 万円という赤字を計上し、事業が苦しくなるなか、さらに西原前市長が 2018 年 9 月に病気療養により退任することとなった。この退任による市長選は翌 10 月に実施されたが、選挙の大きな争点として、みやま社の今後の事業継続如何があげられた。この市長選には、みやま社の経営存続に反対を訴える候補者を含む

計 3 人が立候補したが、結果は、みやま社の事業精査が必要であると言及した松嶋盛人氏が当選した。松嶋氏が新市長に就任後、みやま社の事業の変更について注目されたが、結果的には変更はなく、従来の事業が継続して現在まで行われている。

表４　みやまスマートエネルギー株式会社の事業内容

・みやま市の課題の一つである人口減少に対する課題解決電力会社を設立し、電力売買収入の一部を活用し、生活総合支援活動を民間の力を借りて実施し、高齢者や子育て世帯が住みやすいまちをつくることを目的としている。 ・市内の太陽光発電による電力を売電(大手電力企業より 1 円/KWh 高く購入)の上、市内需要家への小売供給を行っており、電力の地産地消に取り組んでいる。 ・みやま市の水道料金とセット払いすることにより毎月 50 円値引き。生活総合支援サービス(高齢者見守りサービス等))に申し込むと毎月 300 ポイント(300 円相当)のポイントを還元。みやま市の地域産品の企画販売や市民が交流できるコミュニティスペース及びレストラン等(さくらテラス)の運営管理。

３．結論

本研究によって把握できた事項は以下の通りとなった。まず、自治体新電力は 43 社であり、自治体新電力の新規登録状況は大きな下降はなく現在も登録が継続的に発生していることがわかった。また、自治体新電力の登録は都道県別でみると最大 3 件（6 県）であり、登録がないのは計 22 都道県となり、原発が立地する県や大都市圏の都県は自治体新電力の登録がない傾向にあることがわかった。また、自治体新電力のうち、地域活性化事業を実施しているのは、みやま社のみであり、同社は、みやま市の地域産品の企画販売や市民が交流できるコミュニティスペース及びレストラン等（さくらテラス）の運営管理を実施していることがわかった。また、この事業は、みやま市が松嶋盛人新市長になった後も事業内容に変更はなく、従来の事業が継続して行われていることもわかった。

参考文献、ホームページ、資料の提供を頂いた部署
経済産業省資源エネルギー庁（2019）『登録小売電気事業者一覧』
経済産業省資源エネルギー庁（2016）『電力ガス産業の将来像』
みやまスマートエネルギー株式会社
新電力 PPS ポータルサイト　https://www-pps.hpmap.net/

B2-3

自治体公用車エネルギーを活用した広域連携

Wide area cooperation utilizing energy of official vehicles

○古矢　潤（筑波大学大学院システム情報工学研究科博士前期課程２年）
小又　暉広（筑波大学大学院システム情報工学研究科博士前期課程２年）
石井　儀光（国土技術政策総合研究所）
大澤　義明(筑波大学社会工学域)

1. はじめに

モビリティ革命という潮流を踏まえ、移動サービスや被災時のバックアップ電源として電気自動車(EV 車)や燃料電池車(FCV 車)など次世代自動車の導入が注目されている。被災時など電力が寸断されている場合には、インターネットなど通信網や鉄道など交通網の麻痺が発生するが、自動車を分散型電源とすることで非常時の自立電源となり、避難者支援など復旧・復興支援活動への活用が可能となる[1)]。

被災事例として、2015 年９月に発生した関東・東北豪雨において、鬼怒川堤防の決壊により広域的な浸水被害が発生し、特に茨城県常総市では東京ドーム換算で約 800 個分相当になる市域の約３分の１が浸水し、生活基盤や産業基盤に甚大な被害を受けた。災害対策本部を置く常総市役所では、浸水による停電が約８日間発生し、避難誘導・復旧活動に支障をきたした。

水害から約４年が経過した現在、ハード対策として鬼怒川や小貝川の河川堤防強化工事や圏央道常総インターチェンジ周辺において防災機能をもつ道の駅建設など、災害の復興から持続可能な社会を見据えた取り組みを実施している。

本研究は、毎年のように全国で発生する大規模水害や今後懸念される南海トラフ地震、首都直下地震などの防災対策として、常総市での大規模水害の経験をもとに、予算制約がある中でハード対策のみでは限界がある為、日々進化するモビリティ技術を組み込んだ実行可能な先進政策を提言することを目的とする。まずは、常総市の公用車をもとに考える。

常総市の公用車は 2016 年度時点で 239 台(ガソリン車 232 台、EV 車２台、ハイブリット車(HV 車)5 台)を保有する。公用車の主な用途として、道水路インフラ整備や住民要望に対する移動、内外部団体等との会議や現地訪問、県庁や都内省庁など広域連携会議等の市外県外出張業務といった行政業務に使用されている。2017 年度の集中管理公用車(23 台)利用データから、公用車による県内の自治体別訪問回数を集計すると常総市内や近隣自治体、さらに県庁所在地である水戸や合同庁舎がある筑西市への移動に多く使われている。車種別訪問回数割合から公用車使用における常総市役所から目的地までの距離の平均を推定すると、EV 車は市内近隣での利用が多く 27km、HV 車においては県内市外や県外などで多く利用されており 48km であった[2)]。この研究では、自治体公用車を EV 車、FCV 車のみとした場合のエネルギー量を推計し、災害時の非常用電源としてどの程度電力確保できるかを数値化する。

一方で、近年では公用車への次世代自動車の導入活用が推進されているが、保有する公用車の稼働率や維持管理費負担など費用対効果の面から適正台数の見直しが求められている。このことから、東京や大阪などにおいて実証実験が行われている公用車カーシェアサービスや、茨城県内において防犯対策のために行われている公用車へのドライブレコーダーの取り付け拡大といった公用車の新しい活用方法が検証されている。そこで、行政業務の移動手段としてのみならず、物流用語でもあるラストワンマイルを解決するための地域の交通手段や防犯対策といった次世代公用車導入の可能性を加味し、有事の際の公用車活用について分析する。近年では自治体間の広域連携が注目されている[3)]。公用車活用として、近隣自治体との移動サービスでの広域連携による効果についても定量的に分析する。

２．公用車標準台数の推計

面積S、人口Pの自治体が保有する公用車の台数をnとする。公用車が多ければ、住民へのアクセスは小さくなるが維持管理費用が増大する。逆に、公用車が少なければ、維持管理負担は小さいがアクセス性は落ちる。このようなトレードオフに着目し、アクセス距離と維持管理費用の和を最小化する公用車台数nは次のように表現される[4]。

$$n \propto P^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{3}} \tag{1}$$

茨城県内 44 自治体を対象とし、ホームページや自治体図書館で公開されている固定資産台帳、歳入歳出決算書や議会会議録など様々な出典元から表 1 のように公用車台数を収集し、これらのデータをもとに、式(1)の比例定数を次の最小二乗法で求めると$n \fallingdotseq 0.01712 P^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{3}}$となる[5]。なお、単純な式変形により人口あたり公用車台数を人口密度$(\rho = P/S)$の逆数という一変数で表すことができる。$n/P \fallingdotseq 0.01712(1/\rho)^{\frac{1}{3}}$

茨城県から求めた比例定数であるが、この値を全国に適応する。すると、全国 1,741 自治体の推計標準台数は 224,551 台で、一自治体平均が約 128 台となる。

茨城県において式(1)を用いて得られる標準台数と公用車実台数との差を比で表したものが図 1 である。中山間地域の県北地区や鉄道網に乏しい鹿行地区では推計台数と比較して、実台数が 50%近く上回っていることが分かる。

図 1 の結果を、縦軸に公用車実台数、横軸に公用車標準台数をプロットした図 2 をみると、45 度線より下に位置する水戸市やひたちなか市、牛久市は公用車が標準より少ない自治体であり、逆に 45 度線より上に位置する常総市や筑西市、境町は公用車が標準より多いことを読み取ることができる。県外や首都圏への出張などで利用できる JR 常磐線沿線など公共交通の整備状況が影響を与えていると推察できる。

さらに、各自治体の財政力指数に着目すると、つくば市や龍ケ崎市、守谷市など県南地域の財政力指数が高い自治体では公用車が少なく、鹿行地区の鉾田市や潮来市、県北地区の大子町や常陸太田市など財政力指数が低い自治体は公用車が多くなっている。公用車維持管理経費の負担が台数によって比例して増加していくため、自治体財政力指数に影響している可能性がある。

表１：自治体公用車台数一覧

市町村	実台数（台）	出典	推計標準台数（台）
つくば市	209	H29決算書	423
水戸市	258	H29統計書	433
神栖市	88	H29固定資産台帳	189
龍ケ崎市	46	H29固定資産台帳	134
ひたちなか市	154	H28議会会議録	234
牛久市	66	H29固定資産台帳	129
取手市	126	H29決算書	160
石岡市	171	H29決算書	184
坂東市	121	H29決算書	123
守谷市	94	H29固定資産台帳	93
高萩市	98	H29固定資産台帳	94
城里町	82	地域防災計画	69
大洗町	51	H29固定資産台帳	33
茨城町	108	H28決算書	87
美浦村	65	H29決算書	43
つくばみらい市	125	H29決算書	102
利根町	56	H29固定資産台帳	32
八千代町	78	H29固定資産台帳	53
阿見町	118	H30議会会議録	93
かすみがうら市	138	H29決算書	112
境町	80	地域防災計画	53
結城市	125	H29議会会議録	97
北茨城市	151	H29財政事情書	122
鹿嶋市	165	H29固定資産台帳	135
五霞町	51	環境計画	21
笠間市	224	H29固定資産台帳	193
東海村	98	H29固定資産台帳	66
河内町	60	H29固定資産台帳	26
桜川市	156	H29固定資産台帳	119
那珂市	153	H29固定資産台帳	114
下妻市	135	H29統計書	93
日立市	384	H29決算書	335
常陸大宮市	199	H29決算書	148
土浦市	301	H29固定資産台帳	233
潮来市	135	H29議会会議録	66
常陸太田市	252	H28議会会議録	174
行方市	194	H29固定資産台帳	112
大子町	163	H29財政事情書	80
古河市	327	H29統計書	235
鉾田市	231	H29固定資産台帳	137
筑西市	324	H29決算書	226
常総市	239	H29固定資産台帳	137
稲敷市	250	H29固定資産台帳	122
小美玉市	253	H29決算書	125

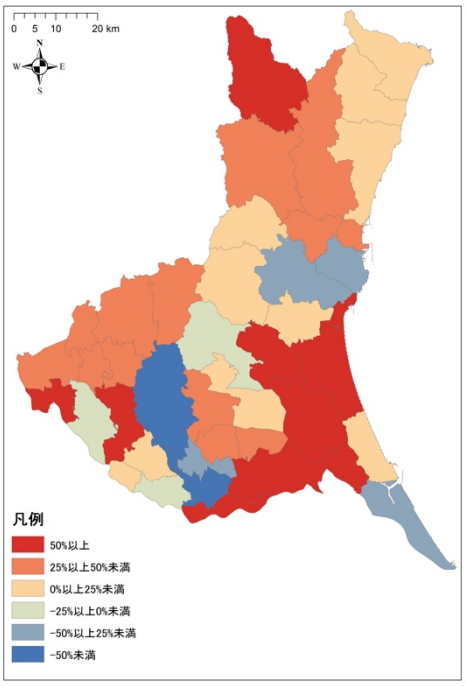


図１：公用車の標準台数と実台数との比

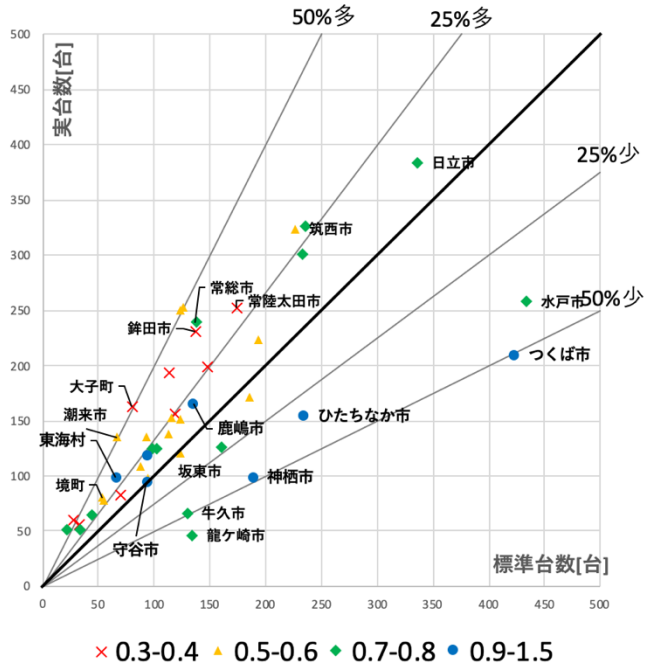


図２：財政力指数別の標準台数と実台数

３．大規模災害時の広域連携への応用

究極のエコカーといわれる FCV 車は充填走行距離が長く、CO2 の排出が一切ない。低炭素社会を目指すきっかけとなりうるが、茨城県ではつくば市と境町のみ導入となっており、いまだに水素ステーションの配備コスト面などから、FCV 車の導入は現実的ではないとの指摘も多い。現在の次世代自動車の蓄電スペックから、EV 車は 1 台 40kwh、FCV 車は 1 台 60kwh を保有できると設定した。

まずは、推計した 224,551 台の全国自治体標準公用車台数から得られるエネルギー保有量を推計した。上述の車両すべてが EV 車とした場合で 8,982 千 kwh、すべてが FCV 車とした場合で 13,473 千 kwh となる。徳島市を例で見ると、市内全世帯の必要電力量合計は 1,189 千 kwh/日だと推定され、電力持続日数は、EV 車で約 7 日、FCV 車で約 11 日となる。

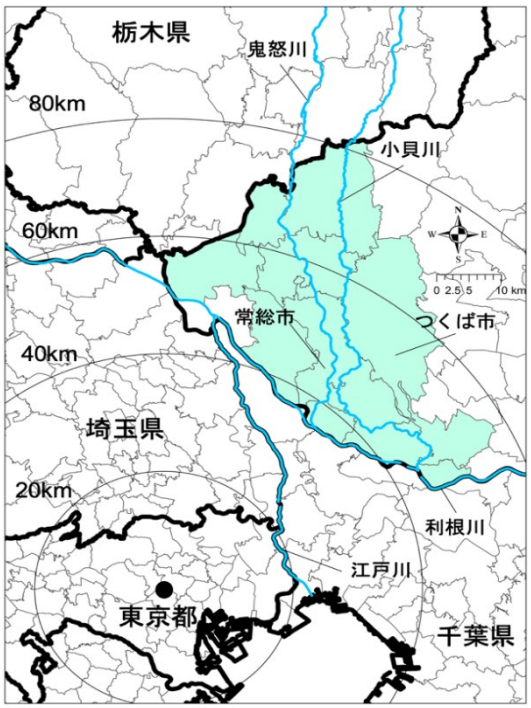


図３：広域避難協定締結自治体

2019 年 5 月に、図 3 の鬼怒川・小貝川流域の茨城県内 13 市町で、水害時に自治体間で住民を受け入れ合う「大規模水害時の広域避難に関する協定」が締結された。この地域での公用車による被災時電力供給について試算する。関東・東北豪雨災害で浸水被害のあった常総市役所の非常用電源における必要電力量は、常総市役所非常用電源 VA 値、力率(0.8)から 28kw と算出した。公用車全てを EV 車、FCV 車(満充電)として持続日数を計算すると、EV 車では 9,560kwh で 14 日間、FCV 車では 14,340kwh で 21 日間の非常電源保持期間を確保できる(表 2)。

これらのデータをもとに 12 市町及び 13 市町の広域連携により被災家庭を支援した場合、一般家庭の消費電力を 10kwh/日とすれば、全車両満充電の場合であるが、EV 車換算で 7,336 世帯分、FCV 車換算で 11,004 世帯分の 1 日あたりの消費電力に匹敵する。例えば、21,329 世帯ある常総市であれば 34%～52%の世帯をカバーでき、大規模災害時のバックアップ電源としてはかなり有効であることはわかった。

表２：自治体公用車が保有するエネルギー量と世帯カバー数（単位：kwh）

市	公用車	EV 車	FCV 車
常総	239 台	9,560	14,340
12 市町	1,768 台	70,720	106,080
12 市町＋牛久	1,834 台	73,360	110,040
世帯カバー数（1 日あたり）	1,834 台	7,336 世帯	11,004 世帯

４．おわりに

Maas(Mobility-as-a-Service)といわれる ICT を活用したシームレスにつながる次世代モビリティによる新たな移動サービスが推進されている [6]。茨城県は公用車台数からみると車社会であり Maas 導入の適地と考えられる。そこで、毎年のように発生する豪雨による大規模水害や懸念される大規模地震などへの対策として、保有する公用車を蓄電機能をもつ次世代自動車に転換する事で、停電時の分散型電源として利活用することが有効的であることを茨城県を事例に数値で確認した。

一方で、本研究の公用車データ収集において、自治体別で固定資産台帳や歳入歳出決算書など様々な資料からの収集となった。市のホームページ閲覧や直接図書館に行かなければ実台数を得ることができない自治体もあり、オープンデータ化が推進されているがデータの体系化ができていないことを実感した。

今後、広域避難計画の策定により、避難者相互受け入れ体制等は整備されつつあり、自治体間の広域連携が密になることが想定され、データの重要性はますます高まっている。定量的な研究により、有事のみならず平時での広域連携として、次世代公用車カーシェアの一般化も視野に入れた新たなモビリティ政策を行政から率先して展開していきたい。

５．謝辞

本研究は、2012 年 2 月に締結した茨城県常総市と筑波大学との包括連携協定の一環で実施した。

６．参考文献

1)高原勇, 大澤義明(2016):自動車に残るエネルギー量の推定と被災地域への応用,日本計画行政学会, 39(4), pp.53-60.
2)古矢潤, 小又暉広, 石井儀光, 大澤義明(2019):公用車が保有するエネルギー量の推計,日本オペレーションズ・リサーチ学会アブストラクト集,43, pp.62-63.
3)神谷秀之,桜井誠一(2013):自治体連携と受援力　もう国には依存できない,公人の友社.
4)盆子原歩,小林隆史,大澤義明(2014):給油所過疎地域に関する数理的考察,都市計画論文集,49, pp.603-608.
5)平成２９年度筑西市歳入歳出決算書,筑西市立中央図書館所蔵,2019 年 6 月 16 日閲覧.
6)日高洋祐ほか(2018):Maas モビリティ革命の先にある全産業のゲームチェンジ, 日経 BP 社.