

公益事業学会2023年度(第73回)大会

研究報告予稿集

期 会	日 場	2023年6月10・11日 大阪公立大学 杉本キャンパス
--------	--------	------------------------------------

公益事業学会

研究報告予稿集

目 次

【上下水道セッション】

水道料金改定の制度分析（笠井 文雄）.....	1
水道事業の官民連携に対する住民意識の決定要因分析（原田 峻平・渡邊 壽大）.....	7
公共下水道事業の生産性・効率性分析（田中 智泰）.....	13

【電力・ガスセッション】

日米における電力先物取引における価格変動に関する分析（草薙 真一・落合 夏海）.....	19
あるべき電力システムの需給運用方式について（戸田 直樹）.....	25
欧州における LNG 取引の報告制度（丸山 真弘）.....	31
韓国におけるガス供給インフラの新設・建て替えの長期計画と関連制度についての最近の議論 （Nak-Gyun Kim）.....	37

【その他公益事業全般セッション】

テレワーク導入による時間制約の緩和が国内宿泊旅行日程に与える影響（中村 彰宏・高尾 美鈴・中村 知誠・ 後藤孝夫）.....	43
ネット中立性原則とネットワーク投資をめぐる論点（実積 寿也）.....	49
レストラン列車の勝算（湧口 清隆・安達 晃史・那須野 育大）.....	55
人口減少下におけるインフラ整備に関する利用者視点の課題の考察（後藤 久典）.....	61

水道料金改定の制度分析

笠井文雄（東京交通短期大学）

概要

わが国の水道事業体は、水道統計によれば 2020 年度に 1312 の事業者が存在し、それぞれ異なる水道料金表を有している。また、水道料金はそのほとんどが地方自治体の条例によって規定されている公共料金であり、地域住民が地方自治によって負担を決める内容であることから社会的関心が高い。

その水道料金の算定にあたっては、水道使用者の公正な利益と水道事業の健全な発達を図り、地域住民の福祉の増進に寄与するよう配慮されなければならないが、総料金収入額は総括原価と一致しなければならないと水道料金算定要領に規定されているが、こうした内容に基づき適正な料金改定が実施されているか定量的に分析した研究は少ない。

そこで、本研究では、水道料金改定の状況を定量的に分析し、今後の課題を明らかにする。

1 はじめに

水道料金は、水道法や地方公営企業法で総括原価主義が規定されている。これにより、費用に見合った料金収入を確保する必要がある、水道事業を財務上、持続的に運営するために必要である。料金設定にはこうした財務的な持続可能性だけでなく、経済的効率性、環境の持続可能性、アフォーダビリティという社会的配慮といった社会的な目標も諸外国では考慮されている（OECD,2010）。しかし、本稿では、水道法や地方公営企業法に規定されている収支採算性にあう適正な料金改定が実施されるかどうかという問題に焦点を当てて分析を行う。

日本水道協会が水道事業体の料金改定の手続きを規定した「水道料金算定要領」では、水道事業体が将来の需要予測に合わせて費用を見積もり、現行の水道料金収入では補えない場合、水道料金を改定することとされている。このことについて、例えば遠山(1994)は、水道料金の改定プロセスの事例を取り上げ、料金改定は議会の議決によって決定されることから、「水道料金および下水道使用料の改定においては、政治的考慮や政策的配慮など、非経済的要素の介入が著しい」と指摘している。また、長峯(2015)は、水道事業の持続可能性について、収支シミュレーション分析を行なっている。山下他(2022)は料金単価を被説明変数として、用途別料金体系は料金水準が低く、収支も悪い、管路老朽化率は統計的に有意でないとの結論を得ている。Ruester and Zschille (2010) はドイツ、García-Valinas et al. (2013) はスペインの水道事業体をそれぞれ対象として、家庭用における水道料金水準の決定要因について分析している。しかしながら、水道料金の改定が適正に実施されているかどうかについて、わが国の水道事業を対象として実証した分析は調べた限り見られなかった。そこで本稿では、水道料金改定に関する分析を行うこととする。

本稿の構成は以下の通りである。まず次節では、料金改定の現状と課題を整理する。続く第3節では、データを整理するとともに、分析手法を論じる。第4節ではその結果を示すとともに、解釈を試みる。最後に第5節では、内容を要約するとともに、今後の研究課題を論

じる。

2 現状と課題

本節では、分析の前提となる水道料金改定に関する状況を概観する。水道事業の維持・向上に関する専門委員会（2016）は、「約 5 割の上水道事業者において、給水原価が供給単価を上回っている一方、水道料金の値上げを行った水道事業者は、平成 22 年～平成 26 年の年平均で全体の約 4 %にとどまっている。十分な更新費用等を水道料金原価に見積もっていない場合が多いと考えられ、このままでは、老朽化・耐震化費用の増大と水需要の減少とが相まって、将来、急激な水道料金の引上げを招くおそれがある」ことを指摘している。

一方で、令和 2 年度版『地方公営企業年鑑』によると、法適用企業と法非適用企業を合わせた水道事業の収支の状況において、純利益を生じた黒字事業は全事業の 88.6%に当たる 1,587 事業、赤字事業は全事業の 11.4%に当たる 204 事業、水道事業全体の収支は 2,860 億 36 百万円の黒字となっている。このことは、約 5 割の上水道事業者において給水原価が供給単価を上回っていることとは整合的ではなく、実際のデータに基づく検証が必要といえよう。

また、水道料金算定要領によれば、料金改定にあたっては今後 3 年から 5 年の期間の収支見積もりを推計し、収入が不足する場合に料金改定を実施する。この収支見積もりは水道事業体が 3 年から 5 年置きに作成する経営計画の中で作成されることが多い。このため、ある 1 年の収支が赤字であっても、すぐさま料金改定が必要な状況となるわけではない。一方で、わが国の給水人口は水道普及率が 100%に近くなって久しく、人口減少に伴い、水需要の増加は見込めない状況であり、資本集約的で耐用年数が長い設備が多くを占めるため短期的に費用削減調整が困難であることから、短期的な収支改善は難しい。

ここで、水道料金の改定実施割合を確認する。図表 1 のとおり、2014 年及び 2019 年度の改定実施割合がほかの年度と比較して極端に高い値を示しているが、これは消費税改定に伴う単純転嫁と考えられる。また、料金改定は値上げだけではなく、値下げも少数ながら見られる。例えば、大阪府堺市では令和元年 10 月 1 日に消費税改定に伴う引き上げを実施した後、同年 12 月 1 日に引き上げを実施している。このことから、水道料金の値上げが 4 %程度であるといえる。

図表 1 水道料金の改定実施割合

年度	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
事業数	1943	1943	1945	1928	1800	1591	1563	1547	1512	1460	1437	1426	1411	1397	1388	1377	1351	1346	1330	1321	1312
改定事業数	190	177	155	108	152	118	89	116	153	95	159	120	67	66	1084	61	72	85	68	1105	75
改定事業数比率(%)	9.8	9.1	8.0	5.6	8.4	7.4	5.7	7.5	10.1	6.5	11.1	8.4	4.7	4.7	78.1	4.4	5.3	6.3	5.1	83.6	5.7

出所：『水道統計』各年度版に基づき筆者作成

次に、図表 2 は、1995 年度以降の家計の支出額に占める水道料金の割合を示したものである。表に示したとおり近年の水道料金の割合はそれほど変化が見られない。このことから、表に示した期間中、水道料金の負担割合に変化がみられないことがわかる。

図表 2 1 カ月平均の消費支出額に対する水道料金の割合

年度	1995	2000	2005	2010	2015	2018	2019	2020
消費支出総額（円）	329,062	317,328	300,531	290,244	287,373	287,315	293,379	277,926
水道料金（円）	2,646	2,758	2,624	2,425	2,338	2,268	2,306	2,373
構成比（％）	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9

出所：令和 2 年度『水道統計』

3 分析手法とデータ

(1) 方法論

本稿では、料金改定が適正に実施されているかについて定量的に分析するため、料金改定を目的変数とするロジスティック回帰分析を用いる。つまり目的変数が 0 と 1 からなる 2 値データ Y が $Y=1$ となる確率を $p(Y=1)$ 、 n 個の説明変数 X をそれぞれ $x_1, x_2, \dots, x_n$ 、偏回帰係数をそれぞれ $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ とすると、ロジスティック回帰モデルは次の式で表すことができる。

$$\log\left(\frac{p(Y=1)}{1-p(Y=1)}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n$$

このとき、 $p(Y=1)$ を $\log\left(\frac{p(Y=1)}{1-p(Y=1)}\right)$ に変換することで、0 から 1 の間の値しか取らない $p(Y=1)$ を $-\infty$ から $+\infty$ までの値を取る連続データに変換する。

$$p_i = \frac{\exp(f_i)}{1 + \exp(f_i)}$$

ここで、 $y_i = p_i + \varepsilon_i$ 、 p_i は目的変数であり、料金改定を実施した確率である。また、推計方法は一般的な最尤法を用いる。

(2) データ

ここで本稿で用いるデータについて整理する。わが国の水道料金や財務データについて年度単位で事業体別に網羅的にとりまとめた資料として、日本水道協会が編集する『水道料金表』、厚生労働省が編集する『水道統計』、総務省自治財政局が編集する『地方公営企業年鑑』の 3 つがある。これらのデータについては、事業体別に一致していない指標が多くあり、データを組み合わせる用いることが難しい。このため、本稿では 3 つの中で分析に必要なデータが最も多く含まれている『水道統計』の各年度版を用いることとする。

次に対象データであるが、2020 年度に存在する市営の末端水道事業体とする。目的変数は 2016 年度から 2020 年度までの間の 5 年間料金改定の有無とする。また、説明変数は 2015 年度の財務情報である。目的変数である料金改定実施の有無について、実施期間が長い理由は、図表 1 のとおり料金改定を実施する事業体の割合が相対的に少ないからである。

続いてサンプルの抽出方法について説明する。まず 2020 年度の水道事業体のうち、東日本大震災の影響が考えられる岩手県、宮城県、福島県の水道事業体を除外する。このうち規模をコントロールするため、市営のみとする。つまり、私営水道、企業団、町村営事業体を除外する。さらに、複数の料金表がある水道事業体を除外する。この結果、残る事業体は 718 事業者となる。ここで 2018 年 10 月 1 日にあった消費税改定に伴う料金改定の影響を除くため、2018 年 10 月 1 日から 2019 年 4 月 1 日までに改定率 0%から 2%までの料金改定は実質的な料金改定があったとはみなさないこととする。こうした結果、2016 年度から 2020 年度までの 5 年間に料金改定を実施した事業体は 86、実施しなかった事業体は 632 となる。なお、観測期間中に複数回の料金改定を実施した事業体も見られるがこれは水道料金の激変緩和のため、複数回の料金改定で徐々に料金を引き上げる対応をとる事業体があるためと考えられる。

また、説明変数であるが、料金改定の決定前の財務状況に基づき分析するため、2015 年度のデータを用いる。料金改定にあたっての算定期間は水道料金算定要領では 3 年から 5 年程度とされることから、5 年間のうちに料金改定があった事業体の状況を一律に比較するには、2015 年度が妥当と考えられる。

具体的には、水道統計のデータから直接または算出して得られる給水人口、経常収支比率、自己資本比率、管路経年化率の 4 つの変数を用いる。ここで、2015 年度から 2020 年度までに合併があった事業体は比較が困難なことから除外する。また、この観測期間中は、インフレ率も変化がないため、物価調整は行わない。さらに、給水人口も変化が極めて小さいことから、差分をとり、需要構造の変化を把握することは行わない。管路経年化率は、水道事業の主要設備である導水管、配水管、給水管の総延長のうち、敷設後 20 年以上経過した比率を算定する。

ここで各説明変数についての仮説についてそれぞれ論じる。第一に、需要家の規模を示す給水人口であるが、事業体の規模の代理変数として用いる。規模が拡大するほど、料金改定に関する専門家が多いことが考えられ、料金改定実施に対して正の影響があることが考えられる。

第二に、経常収支比率であるが、経常収益と経常費用の比率を算出して用いる。総務省のウェブサイトによれば収益性をみる代表的な指標とされており、経常収支比率が悪いほど、改定が行われやすいことが考えられる。水道料金算定要領では、今後 3 年から 5 年程度の収支状況に基づき料金水準が設定されることとされている。現状よりも大幅な需要増加による収入増加が見込まれれば現状の収支が悪い場合でも料金改定を実施する必要性はないか、人口減少が長期的にみこまれているわが国の現状を考慮すると、現行料金水準を維持したまま収支が改善しないという仮定は問題ないと考えられる。

第三に、全資本のうち自己資本の比率を示す自己資本比率を取り上げる。総務省によれば、自己資本比率は財政状態の健全性を示す指標とされる。

第四に、管路老朽化比率を取り上げる。導送配水管延長のうち、耐用年数超過した管延長の割合を示すもので、財政状態の健全性を示す指標とされている。

このほかコントロール変数として料金値下げ改定ダミーを用いる。

以下、分析結果及びその解釈については大会当日に報告する。

参考文献

- García-Valinas, M.A., Gonzalez-Gomez, F., Picazo-Tadeo, A.J., (2013) *Is the price of water for residential use related to provider ownership? Empirical evidence from Spain*. Utilities Policy 24, pp.59-69.
- 長峯純一 (2015) 「水道インフラの更新投資と水道事業の持続可能性」『フィナンシャル・レビュー』 2015 (4) , pp. 141-161
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2010) “*Pricing Water Resources and Water and Sanitation Services*”, OECD, London, UK.
- Ruester, S. and Zschille, M., (2010) *The impact of governance structure on firm performance: an application to the German water distribution sector*. Utilities Policy 18 (3), pp.154-162.
- 水道事業の維持・向上に関する専門委員会 (2016) 『国民生活を支える水道事業の基盤強化等に向けて講ずべき施策について』 <https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-10601000-Daijinkanboukouseikagakuka-Kouseikagakuka/0000145345.pdf>
- 遠山嘉博 (1994) 「水道料金改定における政治的要素」『公共選択の研究』第 23 号, pp.5-20
- 山下耕二・赤井伸郎・福田健一郎・関隆宏 (2022) 「老朽化と料金体系が水道料金に与える影響」『フィナンシャル・レビュー』 2022 (4) , pp. 202-223

水道事業の官民連携に対する住民意識の決定要因分析

原田 峻平（名古屋市立大学）

渡邊 壽大（淑徳大学）

1. はじめに

人口減少や水道管の更新投資の増大によって厳しい経営環境にある水道事業では、民間活力の導入が進んでいる。その中で、水道事業のコンセッション方式は、国が「PPP/PFI 推進アクションプラン（令和 4 年版）」で重点分野の一つに指定して活用促進を図っており、2022 年 4 月には宮城県で実際に導入されている。しかし、現時点で導入されているのはこの宮城県のみにとどまっており、導入に向けた議論が進んでいた浜松市でも、住民の理解が十分に得られていないことを理由として議論を延期している。本研究では、こうした現状を踏まえ、宮城県の住民へのアンケート調査を実施して、水道事業でのコンセッション方式導入に対する住民の意識（賛成か反対か）を決定する要因は何かを明らかにすることである。

本稿の構成は以下の通りである。まず、次節で水道事業についての住民アンケートを実施した研究を整理し、水道事業に対する住民意識の決定要因について検討する。次に、実際に宮城県の住民に対して行ったアンケート調査の概要を紹介し、コンセッション方式への賛成割合がこういった要因に影響を受けているのかについて考察する。最後に、今後の研究の予定について提示する。

2. 先行研究

清水・山田(2022)は、水道事業に対する住民参加についての意識調査を行い、水道事業に関する認知度（料金、水質など）が高まると水道事業への住民参加への意識も高まることを示している。堀・伊藤(2019)は、値上げに対する容認度の決定要因をアンケート調査から明らかにしており、経営の現状に対する認識が高くなっても直接的な値上げ容認にはつながらないが、コミュニケーションの十分さを示す「情報評価」の改善を通じて値上げ容認につながる可能性があることを示唆している。この時、コミュニケーションは一方的なものよりも双方向であることが望ましいとも述べている。池本ら(2018)は、水道耐震化に対する認知度が低く、それへの支払意思額が低いにも関わらず、断水の許容限度は 3 日程度だったことから、水の備蓄の呼びかけなどソフト面での対策の組み合わせが必要だと指摘している。

こうした一連の研究でも、コンセッション方式など民間事業者の参画に対する住民意識について調査したものはなく、アンケート調査を実施する意義があると言える。また、経営の現状の認知度と住民の意識に関連があることや、行政からの情報発信が十分に住民に受け止められていない可能性があることなどが示唆されており、次節でのアンケート調査でも、水道事業の経営の現状の認知度との関係などを明らかにしていく。

3. アンケート調査

3-1. アンケート調査の概要

渡邊・原田(2023)では、本研究の予備的な調査として宮城県に所在する大学を含む 4 大学

の学生にアンケートを実施した。その結果から、宮城県在住の学生の間でもコンセッション方式が宮城県で導入されたことの認知度はかなり低く、また、その用語の意味なども十分に理解されていないことを明らかにした。さらに、講義でコンセッションの内容について詳細に解説を受けた学生でコンセッション導入への賛成割合が高くなるが、講義で用語を聞いたことがあるだけの学生ではそれ以外の学生と賛成割合に差がみられないことなども指摘した。本研究では、認知度の低さや用語の理解度と賛成割合の間の関係が学生だけのものなのか、より一般の住民にも当てはまるのかを明らかにするため、宮城県の住民に対して同様のアンケート調査を実施した。

本研究のアンケート調査は楽天インサイトに委託し、全て web 調査で実施した。調査期間は 2022 年 11 月で、回答者数は宮城県民の 300 人である。居住市町の内訳は、人口比に従って仙台市 135 人、その他の市町で 165 人とした。回答者の平均年齢は 46.2 歳である。アンケート項目は表 1 の通りで、基本的には渡邊・原田(2023)での学生アンケートの項目と同じである。

表 1 アンケート項目

Q1	コンセッション方式という用語の意味を知っているか 2022 年 4 月に宮城県で水道事業にコンセッションが導入されたことを知っているか
Q2	水道事業へのコンセッション方式導入に賛成か反対か また、その理由は？ 賛成：サービス向上、料金、海外事例、民間を信頼、公共信頼せず、なんとなく 反対：安全性、料金、海外事例、民間信頼せず、公共を信頼、なんとなく
Q3	水道事業ではコンセッション方式以外に浄水場や水道管の維持管理に民間事業者への委託が行われていることを知っているか
Q4	今の水道事業への満足度（不満から満足まで 5 段階）
Q5	水道事業に期待することは何か 安全な水の供給、災害時含む供給の安定性、安さ、味、特になし、その他
Q6	公共と民間のどちらを信頼しているか どちらも信頼している、公共を信頼、民間を信頼、どちらも信頼していない
Q7	水道事業が抱えている課題を知っているか 人手不足、管路などの老朽化、財源不足
Q8	水道料金の支払い者などの基本情報 居住市区町村、料金支払い者、職業

3-2. アンケート結果から見る住民意識の決定要因

ここからは、アンケートの結果を整理していく。まず、コンセッション方式の認知度について、宮城県の住民と学生の結果の比較を表 2 に示した。用語の意味を知っている住民は 11%（宮城県の学生で 4%）、宮城県で導入されたことを知っている住民は 26%（宮城県の学生で 4%）といずれも学生よりは住民のほうが高い値となった。t 値より、これは統計的にも有意な差である。ただし、学生より高い値となっているものの、用語の意味で 11%、宮城県で導入されたことでも 26%しか認知されておらず、認知度は高くはないと言える。

表 2 コンセッションの認知度

	用語の意味			宮城での導入		
	住民	宮城学生	t値	住民	宮城学生	t値
知っている	11%	4%	2.571882	26%	4%	5.695759
知らない	89%	96%		74%	96%	

次に、コンセッション方式が導入された範囲は宮城県の全ての市町村（35 市町村）ではなく、仙台市など 25 市町村への水道用水供給事業である¹ことから、実際にコンセッション方式の対象となった地域とそれ以外の地域の住民で認知度に差がみられるかどうかを確認した²。その結果は表 3 に示した通りで、対象地域の住民とそれ以外の住民で、用語の意味も宮城県で導入されたことも知っている割合に有意な差はみられなかった。表 2、表 3 の結果から、コンセッション方式導入が対象地域の住民の中で十分に認知され、理解されているとは言えないことが明らかとなった。

表 3 対象地域住民でのコンセッションの認知度

	用語の意味			宮城での導入		
	対象地域	対象外	t値	対象地域	対象外	t値
知っている	13%	10%	0.818758	27%	25%	0.366007
知らない	87%	90%		73%	75%	

続いて、コンセッション方式の用語の意味や宮城県で導入されたことを知っているかどうかで、コンセッション方式導入への賛成割合に違いがみられるかどうかを確認する。表 4 より、全体では賛成（9%）、どちらかと言えば賛成（38%）を合わせて約半分となっているが、用語の意味を知っている人では賛成（12%）、どちらかと言えば賛成（50%）を合わせて 6 割を超えている。一方で、用語の意味を知らない人は賛成（9%）、どちらかと言えば賛成（36%）を合わせて 45%となっており、賛成者の割合が下がることが確認できる。t 値より、この差は統計的に有意（有意水準 5%）となっている。宮城県での導入を知っているかどうかではほぼ同じ賛成割合となっており、統計的にも有意な差はみられない。ここから、コンセッション方式導入への賛否に影響を与えるのは、単なる導入事例の認知ではなく、用語の意味まで含めた理解であることが示唆される。

表 4 コンセッションの理解と賛否の関係

	全体	用語の意味			宮城での事例		
		知っている	知らない	t値	知っている	知らない	t値
賛成	9%	12%	9%	1.836062	14%	8%	-0.29584
どちらかと言えば賛成	38%	50%	36%		32%	40%	
どちらかと言えば反対	38%	18%	40%		30%	40%	
反対	15%	21%	15%		24%	12%	

¹ 事業概要（簡易版）（<https://www.pref.miyagi.jp/documents/4433/jigyougaiyou-kani.pdf>）

² 表 2 に示した宮城県の学生も、アンケートの実施大学自体はコンセッション方式の対象地域外に所在している。ただし、回答者は仙台市など対象地域在住者も多くなっている。

今回のアンケートでは、コンセッション方式導入への賛成、反対の理由も聞いている。表5、表6は用語の意味や導入事例を知っているかどうかと、賛成・反対理由の関係を示したものである。ここから明らかなのは、用語の意味や導入事例を知っていると、賛成するにしても反対するにしても「なんとなく」という回答を選ぶ人が少なくなり、何らかの具体的な理由をもって意見を決定しているということである。また、用語の意味を知っている人で賛成する人は知らないで賛成している人と比べて、料金よりもサービス向上を理由に挙げる人が多くなっている。一方、用語の意味を知って反対している人は、安全性や料金を理由に挙げる人が多くなっている。さらに、海外での事例を理由に挙げている人は用語の意味や導入事例を知っていて反対している人で特に多くなっており、宮城県の資料が海外で再公営化しているという意見について詳しく反論を提示しているのはこうした民意を踏まえていることであると考えられる³。

表5 コンセッションの理解と賛成理由の関係

用語の意味	回答者割合	サービス	料金	海外事例	民間信頼	公共信頼×	その他	なんとなく
知っている	15%	62%	52%	5%	19%	5%	0%	0%
知らない	85%	49%	68%	3%	8%	3%	1%	18%
全体	100%	51%	65%	4%	10%	4%	1%	16%

宮城の事例	回答者割合	サービス	料金	海外事例	民間信頼	公共信頼×	その他	なんとなく
知っている	26%	61%	75%	11%	11%	8%	0%	3%
知らない	74%	48%	62%	1%	10%	2%	1%	20%
全体	100%	51%	65%	4%	10%	4%	1%	16%

表6 コンセッションの理解と反対理由の関係

用語意味	回答者割合	安全性	料金	海外事例	民間信頼×	公共信頼	その他	なんとなく
知っている	8%	77%	85%	46%	62%	31%	0%	8%
知らない	92%	53%	71%	21%	29%	21%	1%	15%
全体	100%	62%	81%	26%	35%	24%	1%	16%

宮城事例	回答者割合	安全性	料金	海外事例	民間信頼×	公共信頼	その他	なんとなく
知っている	28%	69%	85%	54%	46%	23%	3%	0%
知らない	72%	51%	67%	11%	26%	21%	1%	19%
全体	100%	56%	72%	23%	32%	21%	1%	13%

続いて、コンセッション方式以外にも水道事業では多くの委託事例が既に存在していることの認知度も聞いた。表7にその結果を示しているが、既に委託事例が多いことを知っている人は38%で、コンセッション方式の意味や導入についての認知度よりは高くなっている。しかし、その認知度は賛成者の割合に影響を与えていないこともここから明らかとなった。すなわち、既に多くの民間委託事例があることを知っていたとしても、必ずしもコンセッション方式に賛成するわけではなく、民間委託とコンセッション方式の間には住民の意

³ みやぎ型管理運営方式『Q & A』(https://www.pref.miyagi.jp/documents/4433/r011118_qa.pdf)

識の中で差があるということが示唆される。

表 7 民力活用実施の認知度と賛否の関係

	割合	賛成	どちらか と言えば 賛成	どちらか と言えば 反対	反対	t値
知っている	38%	11%	37%	31%	21%	0.225293
知らない	62%	8%	38%	42%	12%	

次に、水道事業の経営課題について知っている人の割合は、人手不足で 18%、老朽化で 71%、財源不足で 48%となり、水道管など施設の老朽化については知っている人が多く、その更新のための財源が不足していることを知っている人は少なくなり、人手不足については知っている人がかなり少ないという学生アンケートと類似した結果が得られた。こうした経営課題に直面していることを多くの住民に認識してもらうことは、今後の施策について理解を得るためには必要であると考えられる。ただし、表 8 に示したように、経営課題の認知度とコンセッション方式導入への賛成割合については統計的に有意な差は見られないことも明らかとなっており、経営課題の認知度を高めていくとともに、それがなぜコンセッション方式を含む民間事業者の参画の必要性につながるのかということも周知していくことが求められていると言える。

表 8 経営課題の認知度と賛否の関係

	人材不足			老朽化			財源不足		
	知っている	知らない	t値	知っている	知らない	t値	知っている	知らない	t値
割合	18%	82%	-	71%	29%	-	48%	52%	-
賛成	18%	7%	-0.55151	11%	6%	-0.65826	12%	6%	0.426949
どちらかと言えば賛成	25%	40%		35%	44%		36%	39%	
どちらかと言えば反対	38%	38%		36%	41%		32%	43%	
反対	18%	15%		18%	9%		19%	12%	

最後に、水道事業に限らず、公共と民間のいずれをより信頼しているのか、という質問への回答とコンセッション方式導入への賛成割合を示したものが表 9 である。ここから、公共をより信頼している人が 33%、どちらも同じくらい信頼している人が 32%とほぼ同じ割合で、このうち前者ではコンセッション方式導入への賛成割合が 28%（賛成 4%、どちらかと言えば賛成 24%）と低く、後者では賛成割合が 68%（賛成 13%、どちらかと言えば賛成 55%）と高くなっていることが分かる。また、民間事業者を公共よりも信頼していると回答した人の割合は 12%と低くなっており、この層ではコンセッション方式導入への賛成割合が 76%（賛成 22%、どちらかと言えば賛成 54%）と最も高くなっている。こうした差は統計的にも有意（有意水準 1%）となっており、水道事業に限らない一般的な公共と民間への信頼度がコンセッション方式導入への賛成割合に大きく影響していることが明らかとなった。

表 9 公共・民間への信頼度と賛否の関係

	割合	賛成	どちらか と言えば 賛成	どちらか と言えば 反対	反対	F値
公共（政府）をより信頼している	33%	4%	24%	53%	19%	19.52546
民間事業者をより信頼している	12%	22%	54%	11%	14%	
どちらも同じくらい信頼している	32%	13%	55%	27%	5%	
どちらも信頼していない	23%	6%	25%	45%	25%	

4. まとめ

3 節で紹介したアンケート調査の結果から、次のようなことが明らかとなった。まず、宮城県の住民の間でもコンセッション方式の導入の認知度や用語の意味の理解度は必ずしも高くはないが、用語の意味の理解度はコンセッション方式への賛成割合を高めている可能性がある。少なくとも、用語の意味を理解すると賛成するにも反対するにも「なんとなく」ではなく具体的な理由で回答するようになることは明らかであり、宮城県の資料を見ても具体的な反対理由を意識した解説をしていることが伺えた。民間委託の実施の認知度や経営課題の認知度もコンセッション方式導入の賛成割合に影響をしているわけではなく、一般的な公共と民間事業者への信頼度の違いがコンセッション方式への賛成割合に最も大きな影響を与えている要因であった。

筆者らはこの結果について宮城県庁の担当者に報告し意見を求めたところ、認知度の低さについては「宮城県でのコンセッション方式は県の用水供給事業で導入しており、県は各市町の末端給水事業に水を売っている。住民が実際に水道の供給を受けるのは各市町からなので、そのコンセッション方式であればもう少し住民の認知度も高まり、様々な議論が出た可能性はある」との見解が聞かれた。そこで、今後は末端給水事業でのコンセッション方式を検討した末に住民の理解が不十分であるとして検討を延期した浜松市でも同様の住民アンケートを実施して、さらに住民意識の決定要因について研究を進めていく予定である。

謝辞

本研究は、公益財団法人戸部眞紀財団 2022 年度研究助成（22-JD-001）および令和 4 年度石巻専修大学 IS 奨学研究助成を受けたものです。ここに記して感謝いたします。

参考文献

- 堀さやか・伊藤禎彦(2019)「人口減少下における水道料金値上げに対する支払い意思に係る要因分析」、『環境衛生工学研究』、33 巻 3 号、pp.94-96。
- 池本良子・山中明彦・宮島昌克・安田誠宏・森崎啓・高野典礼(2018).「住民意識を考慮したソフト・ハード両面からの上下水道減災対策の最適化手法の提案」、『土木学会論文集 A1 (構造・地震工学)』、Vol.74、No.4、I_578-I_585。
- 清水聡行・山田淳(2022)「人口減少下における水道事業と住民参加に関する意識調査」、『環境システム研究論文発表会講演集』、Vol. 50、pp. 85-90。
- 渡邊壽大・原田峻平(2023)「水道事業に対する住民意識の把握－学生アンケートに基づく考察－」、『石巻専修大学経営学研究』、34 巻、pp.21-27。

公共下水道事業の生産性・効率性分析*

－地域特性を考慮した分析－

田中 智泰（近畿大学経営学部）

1 はじめに

近年、地方公営企業は非常に厳しい経営状況に直面している。本格的な人口減少社会に突入し、主な収入源である料金収入が長期的に伸び悩んでいる。一方、老朽施設の更新や頻発する自然災害への対策で資本費の増加が抑えられない。また、職員数の減少により技術の継承も問題となっている。地方公営企業は厳しい経営状況に直面し、経営効率化は喫緊の課題となっている。

地方公営企業の中で公共下水道事業は一部を除き市町村営で運営されており、事業者を取り巻く環境や汚水処理の方法はさまざまである。事業者の規模を見てみると、実際公共下水道に接続している水洗化人口が 100 人未満の事業者から 1,000 万人近い事業者まで、事業者の規模にはかなりの差がある¹。また、公共下水道は上水道と異なり整備のタイミングが遅く、事業者によって普及状況が大きく異なっている。古くから整備されてきた大都市部の事業者では普及率ほぼ 100%で維持管理が重要な課題であるのに対し、普及率が低い地方部の事業者では公共下水道の整備が重要な業務になっている。そして、汚水処理の方法も事業者によって大きく異なっている。自前で処理場を持ち自前で汚水処理をしている事業者がある一方で、自前で処理場を持たず流域下水道など他の事業者に接続し汚水処理を委託している事業者、あるいは、自前の汚水処理場で汚水処理をし、かつ、流域下水道などの他の事業者に接続し汚水処理を委託している事業者もある。

このように、事業者の置かれた環境や汚水処理の方式の違いは事業者の投入産出構造の違いに大きく影響し、ひいては生産性や効率性の差に影響してくると思われる。そこで本研究は公共下水道事業者の置かれた環境や地域特性を考慮したうえで、生産性と効率性の分析を行う。これまで田中（2021）において市街化区域の公共下水道事業者（狭義の公共下水道事業者）の投入指向型距離関数を推定し、生産性と効率性の分析を行った。また、田中（2022）および Tanaka (2023)では田中（2021）をもとに分析対象を市街化区域外の下水道（特定環境保全公共下水道）まで拡張し、事業者の生産性と効率性の計測を行った。これにより、ほぼすべての公共下水道事業者を分析対象にすることができた。一方、我が国下水道事業における広域化・共同化および官民連携の取り組みに関する生産性・効率性の計測共同体（2020、2021）では、事業者の汚水処理方式の違いを考慮した分析を行っているが、事業者の範囲が狭義の公共下水道事業者に限られており、特定環境保全公共下水道を含めた分析を行っていない。以上より、事業者の汚水処理方式の違いや地域特性を考慮しつつ、田中（2022）および Tanaka (2023)と同様に、狭義の公共下水道に特定環境保全公共下水道を加えた事業者を対象に分析を行うことが本研究の目的である。

* 本研究は JSPS 科研費（22K01471）の助成を受けたものである。

¹ 『地方公営企業年鑑』2019 年度数値。

2 先行研究

諸外国の費用構造、生産性、効率性に関する先行研究では、上下水道事業一体の分析が主流であり、研究のテーマとしては上下水道事業の規模の経済性、上水道と下水道の範囲の経済性、民営化の効果、価格規制の効果などがある²。これらの研究で事業者の置かれた環境や地域特性をコントロールする変数として採用されたものを見ると、顧客密度

(Martins, et al., 2006 ; Nauges and Berg, 2008 ; Maziotis and Molinos-Senante, 2022)、有収率 (Ferro and Mercadier, 2016 ; Maziotis and Molinos-Senante, 2022 ; Mercadier, et al., 2016)、メーターの設置状況 (Saal, et al., 2007 ; Nauges and Berg, 2008 ; Mercadier, et al., 2016)、施設の状況 (Mercadier, et al., 2016 ; Nauges and Berg, 2008)、水源の違い (Saal, et al., 2007 ; Mercadier, et al., 2016 ; Maziotis and Molinos-Senante, 2022)、地理的要因 (Saal, et al., 2007 ; Mercadier, et al., 2016)、財務状況 (Ferro and Mercadier, 2016) がある。

一方わが国の下水道事業の研究では、まず、汚水処理の方式の違いをコントロールした研究がある。それは、我が国下水道事業における広域化・共同化および官民連携の取り組みに関する生産性・効率性の計測共同体 (2020、2021) である。これらでは狭義の公共下水道事業を独自処理事業者、独自処理と他団体処理併用事業者、他団体処理事業者に分類し、それぞれの分類で投入指向距離関数を推定している。

ほかに地域特性のコントロール変数として、Sato (2012)、北村 (2020) そして我が国下水道事業における広域化・共同化および官民連携の取り組みに関する生産性・効率性の計測共同体 (2020) が人口密度を用いている。また、我が国下水道事業における広域化・共同化および官民連携の取り組みに関する生産性・効率性の計測共同体 (2020) は雨水処理比率と独自処理比率もコントロール変数として採用している。

3 実証分析

3.1 投入指向型距離関数

本研究では、生産性と効率性を計測するために公共下水道事業者の投入指向距離関数を推定する³。投入指向距離関数は以下のように定式化される。

$$D_I(\mathbf{y}, \mathbf{x}) = \max\{\rho: (\mathbf{x}/\rho) \in L(\mathbf{y})\} \quad (1)式$$

ただし、 $\mathbf{y}$: 産出ベクトル、 $\mathbf{x}$: 投入ベクトル、 $L(\mathbf{y})$: $\mathbf{y}$ を産出できる $\mathbf{x}$ の集合。

$D_I(\mathbf{y}, \mathbf{x})$ は $\mathbf{x}$ に対して非減少関数で一次同次、 $\mathbf{y}$ に対して減少関数である。 $\mathbf{x} \in L(\mathbf{y})$ なら

² 下水道事業だけの分析では、例えば汚水処理施設の効率性を分析するものがある (Hernandez-Sancho and Sala-Garrido, 2009; Hernandez-Chover, et al., 2018; Pan et al., 2020 など)。

³ ほかに投入指向型距離関数を推定した研究には、Saal, et al. (2007)、Ferro and Mercadier (2016)、北村 (2020)、我が国下水道事業における広域化・共同化および官民連携の取り組みに関する生産性・効率性の計測共同体 (2020、2021)、田中 (2021、2022)、Tanaka (2023)がある。

ば、 $D_I(\mathbf{y}, \mathbf{x}) \geq 1$ となる。最も効率的に生産を行っているならば $D_I(\mathbf{y}, \mathbf{x}) = 1$ となり、 $D_I(\mathbf{y}, \mathbf{x}) > 1$ であれば技術的非効率が発生している。

産出を M 種類、投入を K 種類とし、タイムトレンド t と事業者の置かれた地域特性 Z_p を加えて、(1)式をトランスログ型と仮定すると以下ようになる。

$$\begin{aligned} \ln D_I = & \alpha_0 + \sum_{m=1}^M \alpha_m \ln y_m + \frac{1}{2} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^M \alpha_{mn} (\ln y_m) (\ln y_n) + \sum_{k=1}^K \beta_k \ln x_k \\ & + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^K \beta_{kl} (\ln x_k) (\ln x_l) + \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M \gamma_{km} (\ln x_k) (\ln y_m) \\ & + \delta_t t + \frac{1}{2} \delta_{tt} t^2 + \sum_{m=1}^M \delta_{mt} (\ln y_m) t + \sum_{k=1}^K \delta_{kt} (\ln x_k) t + \sum_p Z_p + v \end{aligned} \quad (2)式$$

ただし、 Z_p : 地域特性、

v : 誤差項。

投入に関して一次同次であることと対称性の制約から、(2)式に以下のパラメータ制約を課す。

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^K \beta_k = 1, \sum_{l=1}^K \beta_{kl} = 0, \sum_{k=1}^K \gamma_{km} = 0, \alpha_{mn} = \alpha_{nm}, \\ \beta_{kl} = \beta_{lk} \end{aligned} \quad (3)式$$

(3)式を(2)式に代入し、左辺の $\ln D_I$ を右辺に移項し、右辺の $\ln x_K$ を左辺に移行すると以下のようになる。

$$\begin{aligned} -\ln x_K = & \alpha_0 + \sum_{m=1}^M \alpha_m \ln y_m + \frac{1}{2} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^M \alpha_{mn} (\ln y_m) (\ln y_n) + \sum_{k=1}^{K-1} \beta_k \ln x_k^* \\ & + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{K-1} \sum_{l=1}^{K-1} \beta_{kl} (\ln x_k^*) (\ln x_l^*) + \sum_{k=1}^{K-1} \sum_{m=1}^M \gamma_{km} (\ln x_k^*) (\ln y_m) \\ & + \delta_t t + \frac{1}{2} \delta_{tt} t^2 + \sum_{m=1}^M \delta_{mt} (\ln y_m) t + \sum_{k=1}^{K-1} \delta_{kt} (\ln x_k^*) t + \sum_p Z_p + v - u \end{aligned} \quad (4)式$$

ただし、 $x_k^* = x_k / x_K$ 、 $u = \ln D_I$ である。

$D_I \geq 1$ であるから $u \geq 0$ となる。 u を半正規分布に従うと仮定すると、(4)式は u を非効率項とする確率フロンティアモデルとなる。

3.2 汚水処理方式の違い

本研究では我が国下水道事業における広域化・共同化および官民連携の取り組みに関する生産性・効率性の計測共同体（2020、2021）と同様に、公共下水道事業者の汚水処理方式

の違いをまずコントロールする。先述のとおり、汚水処理を 100%自前で行っている事業者と他事業者に接続し汚水処理を委託している事業者では投入構造が大きく異なってくる。汚水処理を 100%自前で行っている事業者であれば、汚水処理場という大きな資本投入が必要になる。しかしながら、他事業者に汚水処理を委託している場合には汚水処理場は必要なく、代わりに処理の委託にかかる投入が必要になる。したがって、本研究では分析対象の公共下水道事業者を単独事業者（100%自前処理）、接続事業者（100%他事業者接続）、混合事業者（自前処理と他事業者接続の混合）の 3 種類に分けて分析する。

3.3 分析対象

本研究の分析対象は 2000 年度から 2019 年度の 20 年間の狭義の公共下水道事業者と特定環境保全公共下水道である。

4 技術効率性と TFP 成長率

投入指向型距離関数の推定結果から技術効率性を以下の方法で求める。

$$TE = E[\exp(-u) | \epsilon] \quad (5)式$$

ただし、 $\epsilon = v - u$ 。

また、Saal, et al. (2007)にしたがって投入指向型距離関数の推定結果から TFP 成長率を計算する。

$$\begin{aligned} TFP = & \frac{1}{2} \sum_{m=1}^M \{ (1 - RTS_T) \epsilon_{mT} + (1 - RTS_{T-1}) \epsilon_{mT-1} \} \ln \left(\frac{y_{mT}}{y_{mT-1}} \right) \\ & + \frac{1}{2} \left\{ \frac{\partial \ln D(T)}{\partial T} + \frac{\partial \ln D(T-1)}{\partial T} \right\} + \{ \ln TE(T) - \ln TE(T-1) \} \end{aligned} \quad (6)式$$

ただし、 $\epsilon_{mT} = \partial \ln D(T) / \partial \ln y_m$,

$\ln D(T) = \ln D(y, x, T)$,

$\ln TE(T) = -\ln D(T)$ 。

* 分析データや分析結果の詳細は大会当日に報告する。

参考文献

- 北村友宏（2020）「上下水道事業における多様化の経済性」、神戸大学大学院経済学研究科ディスカッションペーパー、No. 2005。
- 田中智泰（2021）「公共下水道事業における全要素生産性成長率の要因分析」、『公益事業研究』第73巻、第1号、1－9頁。
- （2022）「公共下水道事業の生産性・効率性分析－特定環境保全公共下水道を含めた分析－」、公益事業学会第72回2022年度大会報告、オンライン開催（中央大学）。
- 田平正典（1998）「滋賀県下市町村の上・下水道事業の費用分析：生産関数による接近」、『彦根論叢』、第311号、95－116頁。
- 中山徳良（2001）「下水道事業の費用構造」、『公益事業研究』、第53巻、第2号、23－31頁。
- 我が国下水道事業における広域化・共同化および官民連携の取り組みに関する生産性・効率性の計測共同体（2020）『我が国下水道事業における広域化・共同化および官民連携の取り組みに関する生産性・効率性の計測』、国土交通省令和元年度下水道技術研究開発（GAIAプロジェクト）報告書。
- （2021）『我が国下水道事業における広域化・共同化および官民連携の取り組みに関する生産性・効率性の計測』、国土交通省令和2年度下水道技術研究開発（GAIAプロジェクト）報告書。
- Ferro, G. and A. C. Mercadier (2016) “Technical Efficiency in Chile's Water and Sanitation Providers,” *Utility Policy*, Vol. 43, Part A, pp. 97-106.
- Hernandez-Chover, V., Bellver-Domingo, A. and F. Hernandez-Sancho (2019) “Efficiency of Wastewater Treatment Facilities: The Influence of Scale Economies”, *Journal of Environmental Management*, Vol. 228, pp. 77-84.
- Hernandez-Sancho, F. and R. Sala-Garrido (2009) “Technical Efficiency and Cost Analysis in Wastewater Treatment Processes: A DEA Approach,” *Desalination*, Vol. 249, Issue 1, pp.230-234.
- Maziotis, A. and M. Molinos-Senante (2022) “Economies of Integration and Sources of Change in Productivity in the Chilean Water and Sewerage Industry: A Translog Cost Function Approach,” *Environmental Science and Pollution Research*, Vol. 29, pp. 8503-8513.
- Mercadier, C. A., Cont, A. W. and G. Ferro (2016) “Economies of Scale in Peru's Water and Sanitation Sector,” *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 45, Issue 2, pp. 215-228.
- Moziotis, A., Saal, S. D., Thanassoulis, E., and M. Molinos-Senante (2015) “Profit, Productivity and Price Performance Changes in the Water and Sewerage Industry: An Empirical Application for England and Wales,” *Clean Technologies and Environmental Policy*, Vol. 17, pp. 1005-1018.
- Nauges, C. and C. van den Berg (2008) “Economies of Density, Scale and Scope in the Water Supply and Sewerage Sector: A Study of Four Developing and Transition Economies,” *Journal of Regulatory Economics*, Vol. 34, pp.144-163.
- Pan, D. Hong, W. and F. Kong (2020) “Efficiency Evaluation of Urban Wastewater Treatment: Evidence from 113 Cities in the Yangtze River Economic Belt in China,” *Journal of Environmental Management*, Vol. 270, pp. 1-9.
- Saal, S. D. and D. Parker (2000) “The Impact of Privatization and Regulation on the Water and Sewerage Industry in England and Wales: A Translog Cost Function Model,” *Managerial and Decision Science*, Vol. 20, No. 6, pp.253-268.
- Saal, S. D. and D. Parker (2001) “Productivity and Price Performance in the Privatized Water and Sewerage Companies of England and Wales,” *Journal of Regulatory Economics*, Vol. 20, No. 1, pp.61-90.

- Saal, S. D., Parker, D. and T. Weyman-Jones (2007) “Determining the Contribution of Technical Change, Efficiency Change and Scale Change to Productivity Growth in the Privatized English and Welsh Water and Sewerage Industry: 1985-2000,” *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 28, Issue 1-2, pp. 127-139.
- Satoh, E. (2012) “Consolidation and Scale Economies in the Japanese Sewerage Industry, *Global COE Hi-Stat Discussion Paper Series* 240.
- Tanaka, T. (2023) “Economies of Scale and Consolidation Effects in the Japanese Sewerage Industry,” in Mizutani, F., Urakami, T. and E. Nakamura (Eds.) *Current Issues in Public Utilities and Public Policy: Empirical Studies Focusing on Japan*, Springer, Chapter 4, pp. 47-69.

日米における電力先物取引における価格変動に関する分析

草薙 真一（兵庫県立大学）

落合 夏海（兵庫県立大学）

1. はじめに

日本では、電気事業の成功のためには、電力価格変動の先物取引によるリスクヘッジが必要不可欠であることが知られるようになり、さらなる先物取引市場の成長が望まれている。また、より使いやすい市場へのニーズも増大している。電力先物には様々な商品があり、各市場がそれらの商品の価値を高めることにも大きな期待がかかっている。

電力先物取引市場で上場されている商品について、東京商品取引所では日本卸電力取引所（JEPX）の一日前市場と先物取引をリンクさせ、複数の商品を生み出している。利用者は、そのような電力先物と電力先渡しを使い分けている。電力先物市場は、①「価格の固定」だけを行う取引であって電力の物理的な受渡しとは切り離されていることや、②市場参加者も当業者（電気事業者）だけではなく非当業者（金融機関等）の参加も可能であることから、電力先渡し市場とは異なる。日本では JEPX が電力先渡し取引の場を提供している。なお、電力先物取引と電力先渡し取引は補完関係にある。米国においても、前者は「Futures」とか「Financial forward」などと呼ばれるし、後者は「Physical forward」などと呼ばれて、両市場は併存しているが、日本でもそのような理解により取引が行われている。

電力先物取引では、マーケットメーカーの存在も重要である。マーケットメーカーは、ヘッジ商品の購入者（主に新規参入者）から販売側にリスクを転嫁する。市場黎明期にあつては、この制度を導入し、商品やある期間における量の確保が求められる場合が多い。米国では、マーケットメーカーの数が増えると、市場に提示されている価格の信頼性が高まり、ヘッジしている可能性が高いスポット価格を把握することができるなど、市場の利便性は向上すると考えられている。エネルギー安全保障の問題が脱炭素化と絡み合う、いわば移行期の流れの中にあつて、早急なエネルギー価格や電力価格の適切なリスク管理手法の導入が求められている。電力先物取引は日本では近年上場された金融商品であり、エネルギー価格の上昇による電力価格の上昇に鑑みて、電力スポット価格の変動への適切なリスク管理に資するものとされるようになってきている。その活用には米国など海外の電力市場やそのデリバティブ取引の動向を観察することが大いに参考となる。これにより、エネルギーの脱炭素化への流れの中で、将来有望な成長が見込める分野に資金を循環させることにもつなげられるであろう。本稿では、米国の仕組みから、電力商品先物取引の機能と、特にそれが今後果たす役割について考察したい。なお、本稿は、2022 年 12 月 6 日に、電気学会主催の学会合同研究会として開催された電気学会電力系統技術研究会（テーマは「電力自由化」で、公益事業学会は他学会とともに協賛させていただいた）にて本稿著者 2 名も発表の機会をいただいたが、そのときの「米国における先物取引のための金融的送電権」（草薙）および「電力市場のスポット価格変動とフォワードカーブに関する分析」（落合）をアップデートしたものである。

2. 日本において存在感を高める先物取引市場

日本においていわゆる電力市場というものは、多様な種類のものが多様な形態で存在する。もっとも知られるスポット市場とは、基本的に一日前市場のことであり、そのスポット市場が時間前市場により補完される。現在ではロシアによるウクライナ侵攻による燃料不足を原因とすると見られる燃料価格の高騰に加え、再生可能エネルギーの比率が高まっていることへの対応も求められる。多くの再生可能エネルギーの発電事業者は固定費を固定価格契約で回収しており、政策的な措置によってヘッジできている。しかし、FIT による買取期間を徒過すると、収入は減少することになる。もっとも、多くの場合それら固定費のコスト回収が既に済んでいるか、残存しても少額であるため、あまりリスクヘッジの理由はない場合も考えられる。再生可能エネルギー発電所を長期契約で売電し、その電力価格がガス価格リンクによって変動させる場合には、より高度なヘッジ戦略が必要になる。たとえば、このような場合は、クロスヘッジすることもある。小売価格は市場価格が変化したとしても変更しづらく、小売電気事業者の調達には、ある程度長期間調達価格を固定化するニーズがある。発電所を持たない新規参入者の場合は、ベースロード型商品でのヘッジを志向するかもしれない。アグリゲーターやトレーダーは、ヘッジ商品でマージンを取り、彼らが販売する商品の短期的なリスクを吸収しようとするかもしれない。事業者も自社の発電資産を中心に発電量をアグリゲートし、電力先物市場でリスクヘッジするかもしれない。このような状況にあって、外国の戦争やテロ、突発的な災害や異常気象等様々な理由により電力需給がひっ迫することが懸念されている。これにより電力価格が高騰する傾向にあるため、リスクヘッジをする電力先物取引のニーズが増大している。そして、そのようなニーズを持つ者には電力の最終需要家も含まれるようになっている。電力調達コストが極端に増減することを嫌うからである。

日本で電力先物取引を扱っているのは、取引が開始されたのが 2019 年 9 月と比較的早期であった東京商品取引所（TOCOM）と、取引が開始されたのがより最近の 2020 年 5 月であった EEX Japan である。これらの電力先物取引市場の利用は、電力価格が高騰する状況における、もっとも端的なリスクヘッジ手法となっている。なお、EEX はドイツ取引所（Deutsche Börse）グループの傘下にある。ドイツ取引所の持ち株比率は 75% である。そのような出自の違いはあるものの、我が国においては両方の市場で電力先物取引量はおおむね成長過程にある。

3. 米国における RTO/ISO の形成と先物取引市場

米国では、電力先物取引の成り立ちが日本とは大きく異なる。電力自由化において価格変動のリスクヘッジのために必要不可欠になる電力先物取引市場を作ることは、日本ではかなり独自の第三者の作業の成果として、近年誕生したと言える。しかし米国では、日本とは異なる経緯をたどりつつ、より古くから、「自ら成長」したと言える。まずそれを探訪する。

1977 年 10 月以来、連邦レベルの電気やガスの規制当局であり続けている米国連邦エネルギー規制委員会(FERC: Federal Energy Regulatory Commission)は、Order888 を 1996 年 4 月に発し、さらに 1999 年 12 月、連邦行政規則である Order2000 を発して電気事業制度改革をなした。その直後から民間ベースで地域送電機関(RTO: Regional Transmission

Organization)及び独立系統運用機関(ISO: Independent System Operator)が次々と設立されている。FERC は、電力会社の送電事業を別部門化することを義務付けた（日本で旧一般電気事業者の送電部門の別法人化が実現したのは、時代が下って2016年4月のことである）。同時に、送電網を所有する電力会社に対して、非差別的なオープン・アクセスを義務付けた。送電線オープン・アクセスによる競争促進と送電系統の広域運用により、効率的な電力供給体制を構築すべく、広域的な系統運用を行う送電機関としての RTO/ISO の設立が推奨された（日本で電力広域的運営推進機関（広域機関）が発足したのは、時代が下って 2015 年 4 月である）。その結果、米国では 7 つの組織化された市場のスポット市場に決済できる状況に至った。そこで電力の地点別限界価格 (LMP) を公開したため、市場ベースの市場に金融的送電権 (FTR) オークションを提供できることとなったのである。なお、これらの 7 つの市場とは、ISO-NE、NYISO、PJM、MISO、ERCOT、SPP、および CAISO である。これらは、中立性や透明性を持つ必要があるとされる ISO/RTO に他ならない。これらの組織が、先物取引の各指標を提供する立場でありえたと言える。

RTO/ISO では、電力価格形成メカニズムとして、ノードプライシングに基づく地点別限界価格 (LMP: Locational Marginal Price) が提供されていることから、派生商品を多数構成可能である。この状況を受けた派生的市場として、いわゆる先物取引として観念することができ金融的送電権(FTR: Financial Transmission Right)に係る市場が形成されることとなった。LMP は、送電線混雑管理手法の一つであり、「系統内のある地点において電力需要の増加があった場合、この増加分に対応して電力供給をするのに必要な限界費用」と定義される。そして、発電限界費用(Generation Marginal Cost)と送電線混雑損失費用(Transmission Congestion Loss Cost)と限界送電損失費用(Marginal Transmission Loss Cost)の主要 3 要素から構成される。仮に送電線混雑が全く無い場合、理論的には全地点均一の LMP が設定されることになる。FTR は、混雑料金(すなわち送電混雑によって生じる LMP の価格差)の不確実性をヘッジするためのツールであり、これを用いて系統利用者の金融的負担を回避すべく電力デリバティブ商品を上場することが可能である。これらの取引市場や商品等についての監視はどのように機能しているのか。基本的には CFTC(Commodity Futures Trading Commission)すなわち商品先物取引委員会が規制機関となる。CFTC は 1974 年に設立された米大統領直轄の政府機関である。もともと米国では、電力デリバティブ市場は、OTC（相対取引）市場を中心に発達してきた。このようなエネルギー商品の OTC デリバティブは、2000 年商品先物近代化法(CFMA2000: Commodity Futures Modernization Act of 2000)により、商品取引所法(CEA: Commodity Exchange Act)の適用を受けず、よって CFTC の規制を受けずに取引出来る時期があった。この時期に、FERC の規制の下で、電力 OTC デリバティブ市場の取引機会は拡大した。しかし、オバマ政権下の 2010 年 7 月に成立したドッド=フランク・ウォール街改革及び消費者保護法(The Dodd=Frank Wall Street Reform and Consumer Protection Act という米国連邦法で、通称「ドッド=フランク法」)に基づく規制強化が大きな節目となり、CFTC が規制当局として、規制管轄を整理することになった。卸電力取引を料金面で規制する FERC の規制権限との関係の整理は特に重要であった。ドッド=フランク法 720 条(b)に基づき、両者は市場監視の共同に関する MOU (Memorandum of Understanding) を締結することになった。当該 MOU に基づき、両者は電力の様々な市場監視に関する情報共有を促進するとともに、重複情報を最小化し、更には両者によって

収集される機微且つ秘匿情報の取り扱いについても検討することとなった。2014 年 3 月に、当該 MOU に基づいて、CFTC と FERC の間における情報共有を開始し、また両機関に跨る市場監視及びデータ分析のためのワーキンググループ(Interagency Surveillance and Data Analytics Group)を創設するなど、市場監視という観点からの両者の健全な関係性が保たれようとしている。つぎに、これらの規制の下で機能する米国の代表的な先物取引市場を概観する。

(1) ノーダルエクスチェンジ社

Nodal Exchange は、北米における電力・ガスを専門とする取引所である。米国では上述の 7つの市場が LMP を公開しており、地点別の電力混雑の状況に応じて市場向けの Financial Transmission Rights (FTR)オークションを実施可能になっている構造であることを受け、Nodal Exchange は、EEX グループに統合されて後、電力先物取引量を増加させた。電力先物商品の種類は、すでに 1,000 を超えて提供されている。

Nodal Exchange では電力先物商品に加えて、天然ガス先物商品も取り扱い、電力とガスの証拠金相殺も提供し、大量の売り・買い注文、あるいは大口の取引を実施する意思のある市場参加者に対してインセンティブを与えている。Nodal Exchange 規則集(Nodal Exchange Rulebook)には、「流動性供給者プログラム (Liquidity Provider Program)」があり、大量の売り・買い注文、あるいは大口の取引を実施する意思のある市場参加者に対してインセンティブを与える。流動性供給者は取引所によって決定され、取引手数料の割引といったインセンティブを与えることができる。Nodal Exchange における電力関連商品は、地点(Nodal)ベースの先物契約として提供されており、上述の 7つの RTO/ISO に加え、現在は商業的に重要な電力市場である Mid-C において、それぞれの day-ahead market 及び real-time market の電力先物商品等が上場されている。Nodal Exchange における全ての取引は、Nodal Clear においてにてクリアリングされる。Nodal Clear は商品取引法に基づく正式な機関であり、米国商品先物取引委員会(CFTC)によって規制されている。

(2) ICE フューチャーズ U.S.社

ICE Futures U.S. (ICE フューチャーズ U.S.社) はニューヨークに本拠を置くデリバティブ取引所であり、米国を拠点とする ICE(Intercontinental Exchange)グループ傘下の電子取引所でもある。ICE は世界の金融・商品相場において取引所、手形交換所を運営し、情報サービスを提供している。たとえば、ICE Data Services は、富裕層に対応する機能もある。ICE は 2000 年 5 月に投資銀行やオイルメジャー等の出資によって、高い透明性及びアクセス性と 24 時間取引機能を備える OTC 市場を構築してきた。まずエネルギー関連デリバティブの店頭取引市場として米国で設立され、最新鋭の高速売買システム（電子取引プラットフォーム）の提供と顧客需要に適したデリバティブ商品（先物・オプション等）の開発を得意とした。ICE グループは、ジョージア州アトランタに本部を置く、エネルギーや農産物、貴金属、排出権、株価指数、外国為替、金利、CDS など、多様なデリバティブ取引を主力とする電子取引所と取引所の運営会社の総合体である。現在の ICE Futures U.S.は NYBOT が 2007 年 9 月に名称を変更したものである。そして ICE は、2013 年に NYSE ユーロネクストを買収し、世界最大の株式市場であるニューヨーク証券取引所 (NYSE) をも傘下に収めた。このようにして ICE は、デリバティブと現物の多様な取引所を運営する他に、クリアリングハウスも運営するようになった。米国では従来、ICE Futures U.S.には取

引所について「ICE」と「NYSE」の二つのブランドを保有し、存在感があったが、現在は Nodal Exchange が全米最大の取引量を誇る。電力商品の先物への移管後の月次データを見ると、ICE futures U.S.の電力先物取引における出来高は、減少傾向にある。

4. 米国の規制当局による先物取引規制手法

米国における電力取引に係る規制権限については、州際取引は主に FERC が管轄するのに対し、州内取引は州政府が管轄している。これはいわゆる州際通商条項（合衆国憲法 1 章 8 節 3 項）に基づく。電気の小売市場については各州の公益事業委員会（Public Utility Commission あるいは Public Service Commission）の規制管轄下にある。電力小売市場における自由化は、当初は州単位で議論が進んだものの、21 世紀初頭のカリフォルニア電力危機を受けてその変化は落ち着きを見せている。小売全面自由化がなされていない州の中でも自由化の度合いは各州によって多様である。また、連邦電力法(FPA: Federal Power Act)では、その Title16§824d(f)(4)において、電気事業者の負担費用増減を反映させる料金において事前公聴会なしに増減を実施することができることを根拠に、金融派生商品に係る費用等を認める公益事業委員会もある。例えば州レベルで、燃料費・卸電力購入費の安定化のためのデリバティブ利用に係る費用に関して、州公益事業委員会がヘッジとして有効と認めた場合はコスト回収を認める（ミネソタ州）。米国でもそのような多様性があるが、時間前市場における取引戦略の一つとして、需給調整市場との間における裁定取引がある。基本的には、小売事業者は、供給力確保義務を課され自らのポートフォリオの需給調整の責任を担っており、時間前市場における取引等を通じて、可能な限りインバランス発生を回避するように努める。最終的に発生したインバランスは、TSO との間でインバランス精算価格によって、支払いを実施することになる。このインバランス精算価格が価格シグナルとして正しく機能しない場合、意図的なインバランスが引き起こされることになる。その結果として、RTO/ISO 側は系統運用が難しい状況に陥る可能性がある。

市場参加者が、時間前市場よりも需給調整市場における期待利益を志向する場合、時間前市場を回避して、需給調整市場において売り入札を実施する可能性がある。この需給調整市場における期待利益を背景とした入札回避は、容量出し惜しみとどのように区分するかについて論点となりうる。時間前市場は、主に発電事業者などが、前日予測からの誤差が発生した場合においてその調整を図るために活用されてきた。近年は、再エネ電源の出力予測や需要予測に係るサービスがシミュレーション技術等により高度に発展を遂げており、アグリゲーターらの中には、当該サービスを積極的に活用することによって、時間前市場において自らのポートフォリオを最適化すると同時に、発電事業者による調整を目的とした取引のカウンターパートとして同時に取引利益の創出を図ることも可能になっている。また時間前市場において、株式市場で利用が進んでいる高頻度取引(HFT: High Frequency Trading)やロボット取引ないしアルゴリズム取引等が導入されており、ここ数年で市場参加者の取引様態は大きく変化したといえる。

5. 結語

電力自由化の進展により競争的な市場環境が創出されるとともに、発電事業者は、より切実に卸電力価格の変動リスクをヘッジする必要に迫られるようになった。発電事業者の

多くは、インプットとなる燃料価格(天然ガス、石炭等)とアウトプットとなる電力価格の価格差を収益としており、日々変動するこれら 2つの価格を適切に管理することが求められる。米国と同様、日本の電力先物取引を取り巻く環境は、高度化しつつ、使いやすい市場になると見られる。日本で電気の小売登録をするのみの事業者にあっても、リスクヘッジの重要性は大きい。今後は最終需要家としての多くの一般企業において、電気の高騰を懸念して先物取引でリスクヘッジする必要が一般に認識されるようになる可能性もあろう。

参考文献

- (1) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング「電力先物市場に係る調査事業」(経済産業省令和元年度商取引・サービス環境の適正化に係る事業)

https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2019FY/000157.pdf

(2023 年 4 月 22 日アクセス)

- (2) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング「諸外国の卸電力市場における時間前市場及び先渡市場・先物市場調査」(経済産業省令和 2 年度産業経済研究委託事業)

https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2020FY/000345.pdf

(2023 年 4 月 22 日アクセス)

- (3) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング「電力先物市場等の在り方に関する調査」(経済産業省令和 3 年度商取引・サービス環境の適正化に係る事業)

https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2021FY/000354.pdf

(2023 年 4 月 22 日アクセス)

- (4) 日本商品取引所グループ「電力市場価格のリスクヘッジを可能にする電力先物とは」

<https://www.jpx.co.jp/announce/electricity-futures/>

(2023 年 4 月 22 日アクセス)

- (5) 草薙真一「2020 年度冬季における JEPX スポット市場価格高騰の要因分析」先物・オプションレポート 2021 年 7 月号

<https://www.jpx.co.jp/derivatives/futures-options-report/archives/nlsgeu00000595vz-att/renk2107.pdf>

(2023 年 4 月 22 日アクセス)

- (6) 草薙真一「JEPX スポット市場のリスクヘッジを可能にする TOCOM の電力先物市場のあり方」先物・オプションレポート 2021 年 8 月号

<https://www.jpx.co.jp/derivatives/futures-options-report/archives/nlsgeu00000595vz-att/renk2108.pdf>

(2023 年 4 月 22 日アクセス)

- (7) 草薙真一(2017 年)『米国エネルギー法の研究－経済規制と環境規制の法と政策－』白桃書房

- (8) 草薙真一(2022 年)「米国における電力先物取引(特集 米国エネルギー: 州政府のアプローチ)」『海外投融資』Vol.31、No.5、pp.19-23。

- (9) 落合夏海(2022 年)「電力市場のスポット価格変動とフォワードカーブに関する分析」電気学会電力系統技術研究会『電気学会研究会資料』1-3 頁。

- (10) 草薙真一(2022 年)「米国における先物取引のための金融的送電権」電気学会電力系統技術研究会『電気学会研究会資料』61-66 頁。

あるべき電力システムの需給運用方式について

戸田 直樹（東京電力ホールディングス）

1. はじめに

電力システムの需給運用の仕組みは全面プール方式とバランシンググループ（BG）方式に大別される。日本の電力システム改革は、2000年に小売部分自由化を開始した際にBG方式を採用し現在に至っているが、本稿では、全面プール制への移行が望まれることを指摘する。

第2章では、全面プール方式とBG方式の違いについて説明し、BG方式は理論上、システム全体の効率で全面プール方式に及ばないことを示す。第3章では、日本が効率で劣後するBG方式をあえて採用してきた理由を示す。第4章では、東日本大震災後に進められた制度変更の結果、BG方式を採用した理由は既に消滅していることを示す。第5章では、脱炭素化に向けて自然変動電源の大量導入が想定されるなどの環境変化により、全面プール方式への移行がむしろ望まれることを指摘する。第6章はまとめである。

2. 全面プール方式とBG方式

全面プール方式とBG方式の違いについて説明する。

電力システムには必ず単一の系統運用者¹が存在する。電力システムには、電気の需要と同量の供給が常に行われる必要があり、その需給バランスが一定程度以上崩れた時は、最悪広域停電に至り、市場そのものが崩壊するというデリケートな制約（同時同量の制約）がある。系統運用者は、電力システムを安定運用するために、各瞬間で需要と供給がバランスしていること（同時同量）を確保する役割を負う。電力システム全体の需給のバランスが崩れると周波数が変動する。日本では東日本は50Hz、西日本では60Hzが標準周波数だが、需要と供給が完全にバランスしていれば、周波数は標準周波数と一致し、バランスが崩れればそこから変動する。系統運用者はこの周波数の変動を観察することによって、電力システムの各瞬間における需給バランスが分かり、それを手掛かりに、自らコントロール可能な電源等²を活用して、システム全体の同時同量を確保する。

全面プール方式とは、電力システムを構成するすべての電源等を系統運用者が一元的にコントロールする方式を言う。卸電力市場も系統運用者が自ら運営し、電気の現物を取引する市場はこれが唯一のものになる³。現在は米国東部等で採用されている。

¹ 系統運用者には、送配電設備を所有し、需給運用・系統運用も行うTSO（Transmission System Operator）、送配電設備を所有せず電力システムの運用だけを行うISO（Independent System Operator）/RTO（Regional Transmission Organization）があり、TSOは欧州で一般的であり、ISO/RTOは米国で一般的である。

² 系統運用者やBGが需給運用に利用可能な発電設備、デマンドレスポンス（DR）等を総称して「電源等」と呼ぶこととする。

³ 先物市場など、市場価格の変動リスクをヘッジするための金融的な市場はこれとは別に存在しうる。

全面プール方式では、電力システム内の需要と供給に関するすべての情報が系統運用者に常に集中する。系統運用者は、電源等の市場への入札価格（kWh 価格）のみならず、各電源等の起動のための価格、起動時間、出力変化速度、送配電系統の制約なども考慮したうえですべての電源等を一元的にコントロールし⁴、ある程度長期のターム（例：24 時間）で、システム全体の最経済的な需給運用を目指す。

対して BG 方式は、日本以外では欧州で一般的な方式である。全面プール方式のように系統運用者が一元的に需給のバランスを確保するのではなく、系統を利用する発電事業者や小売電気事業者にも BG として一定の役割を求める。BG とは、需給バランスの確保について一定の役割を負っていることに由来する呼称である。BG は事業者単独でも複数事業者が共同しても編成可能で、小売電気事業者による「需要 BG」と発電事業者による「発電 BG」がある。需要 BG は、自らが獲得した需要に対して、自ら保有する電源や卸電力取引を通じて調達した供給力を用いて、供給とバランスさせる責任を負う（これ以降の説明は、需要 BG を前提とする）。

BG は自らの需要を時々刻々の変化まで把握することはできないので⁵、BG に各瞬間の需給のバランスが求められることはない。一定の時間（日本の場合は 30 分）で区切って、その時間中（この区切られた時間のことを「コマ」と言う）の需要側と供給側の電力量（kWh）を一致させることが BG の責任になる。

図 1 は BG 方式を図式化したものである。BG による需給調整は、実際に電気を消費する実需給の一定時間前（日本では 1 時間前）のゲートクローズ（GC：Gate Closure）まで行われ、その後の調整は系統運用者にバトンタッチする。GC の段階で各 BG の需要と供給は一致しているが、これは需要予測に基づく計画であって、需要予測の誤差や供給力の不調などを反映して、実績では需給のギャップが生じる（これを「インバランス」と呼ぶ）。系統運用者はシステム全体の周波数の変動を通じてシステム全体の需要と供給のギャップを随時把握し、「調整力」として調達した電源等を活用してインバランスを補い、各瞬間の同時同量を達成する。

⁴ コントロールの対象が多数になる時は、制御を階層化することはあり得る。

⁵ 系統運用者にとっての周波数に相当する指標がないことによる。すべての需要家の電力消費についての高い粒度（例えば秒単位）のデータを高速大容量通信を活用して収集すれば系統運用者に近い条件での把握は可能となる可能性があるが、現時点では現実的と思えないので、ここでは把握できないとした。

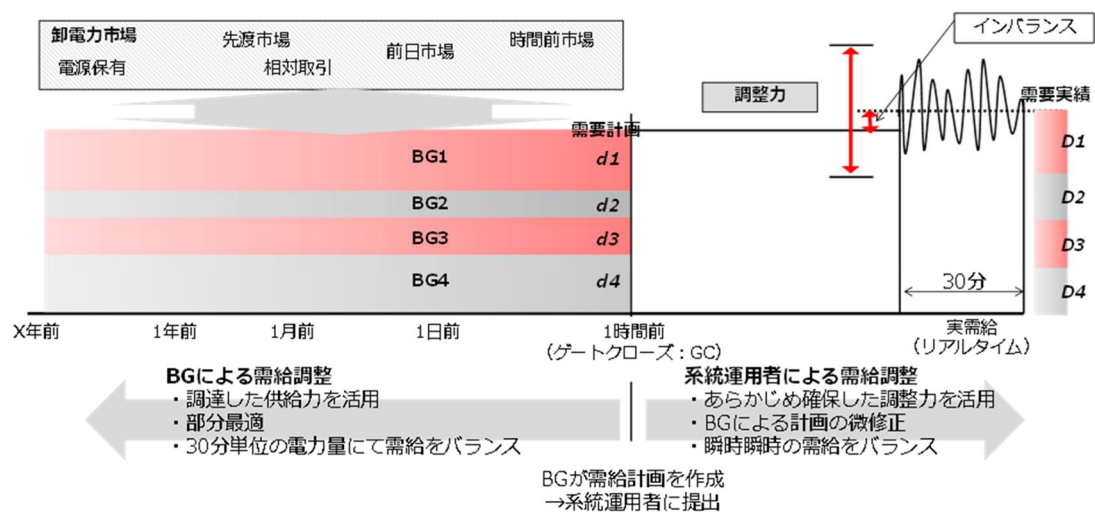


図1 BG方式による需給運用 出所：筆者作成

すべての電源等を一元的にコントロールして全体最適を目指す全面プールに対し、BG方式は各BGが自らの部分最適を追求することが基本である。GC後の系統運用者による調整は「しわ取り」と呼ばれることがある通り、微調整であり、系統運用者がコントロールできる電源等もそれに必要な量に限定されるのが通常である。したがって、理論上、システム全体の効率は全面プール方式に及ばない。

3. 日本がBG方式を採用した背景

日本における電力システム改革は、効率で劣後するBG方式をあえて採用してきた。この理由は次の2点である。いずれも日本が東日本大震災前まで進めてきた電力システム改革の考え方に由来する。

第一に、小売電気事業者の責任を曖昧にしないためである。電気は同時同量というデリケートな制約を持つゆえに、「発電と小売との関係が特定され、小売需要に対して『供給する責任』が明確となる仕組み」が重要と考えられた。供給する責任とは「獲得した需要に見合う供給力を自ら保有することまたは長期相対契約を通じて確保すること」であり、日本卸電力取引所(JEPX)を通じた供給力の調達、あくまで自社電源と長期相対契約を補完する位置づけと整理されていた⁶。

ところが、全面プール方式の下では、小売電気事業者は、自社電源や長期相対契約を確保しなくても、系統運用者が運営する単一の市場を通じて調達した電気を転売するだけで容易にビジネスが成立してしまい、「供給する責任」が曖昧になる。

第二に、BG方式は系統運用者を構造的に分離する必要性が小さいことである。全面プール方式の下では、系統運用者は単一の市場の主宰者である。各電源の入札価格、技術特性等のデータを取得し、相互に競争相手である全電源の運用を一元的に決めるのであるから、発

⁶ 総合資源エネルギー調査会電気事業分科会報告(経済産業省、2003)の該当する記載は次の通り。「電気の特性を考えれば、事業者による電源の調達は、引き続き自己保有又は長期相対契約によるものが中心と考えられるが、上記のとおり、卸電力取引市場の整備は、これらを補完するものである」

電・小売のプレイヤーから独立した高度な中立性が求められる。対して、BG 方式では、電源の運用を決めるのは基本的に BG であり、系統運用者はその計画をゲートクローズ時に受領するだけである。価格等機微な情報を取得するわけではなく、緊急時を除き BG の電源運用に介入することはないので、求められる中立性のレベルが違う。

そして、日本が系統運用者の構造的な分離を回避してきたのは、発送電一貫体制の一般電気事業者に対して、安定供給確保の役割を中心的に担うことを期待する、という考え方を採ってきたことによる⁷。その考え方にに基づき、電力システムの需給運用については、新規参入者には、30 分同時同量という疑似的な同時同量以上の貢献は期待せず、電力システムの安定に必要なより精緻な瞬時の同時同量は、もっぱら発送電一貫体制の一般電気事業者が確保することとしていた。すなわち、発送一貫体制を維持するために BG 制の採用は必然であったわけである。

4. 震災後の電力システム改革で BG 方式を維持する理由は消滅

電気の安定供給の重要性を鑑みて漸進的に進められてきた日本の電力システム改革は、東日本大震災を契機に、新規参入・競争促進を重視する方向に変化した。その変化に伴って講じられた措置により、3.で掲げた BG 方式採用の理由は、今は成立しなくなっている。措置とは次の2点である。

第一に、大手電力に対して、余剰供給力全量を限界費用により JEPX のスポット市場に投入することを事実上強制した（いわゆる「限界費用玉出し」）。この措置が採られた背景には、政府が小売全面自由化を敢行するために、卸電力市場の活性化を重視したことがある⁸。この措置の結果、JEPX のスポット市場では、固定費負担を大きく免れる価格で電気が調達できる状況が人為的に作り出された。これは、自社電源や長期相対契約を確保するよりも、JEPX から電気を調達する方が競争優位に立てることを意味し、この状況が数年にわたり継続したことで、震災前の「供給する責任」の考え方は骨抜きになった。

これは、発電事業者の視点に立てば、市場価格が電源を維持できる水準よりも安くなってしまうことを意味する。電力システム全体として供給力が不足する懸念が指摘されることとなり、容量市場の導入が決まった。2024 年度から本格的に実装される。これは、「供給する責任」が「獲得した需要に見合う供給力を自ら保有することまたは長期相対契約を通じて確保すること」から「容量市場で決まる kW 価値の対価を負担すること」に変化することを意味する。すなわち、自社電源や長期相対契約を確保することは、「供給する責任」を果た

⁷ 総合資源エネルギー調査会電気事業分科会報告（経済産業省、2003）の該当する記載は次の通り。「電気事業制度の中核的役割を担う一般電気事業者には、エネルギーセキュリティ及び環境負荷の観点から優れた特性を有する原子力発電や水力発電等の初期投資が大きく投資回収期間の長い長期固定電源の推進に向けた取り組みが引き続き期待される」

「この意味（筆者注：規制需要家への供給義務、自由化対象需要家への最終保障義務の確実な履行）でも、発電から小売まで一貫した体制で、規制需要等に対し確実に電力供給を行う「責任ある供給主体」として、一般電気事業者制度の存続が求められると言える」

⁸ 電力システム改革専門委員会報告書（経済産業省、2013）の該当する記載は次の通り。「卸電力市場活性化は、小売市場における新規参入促進や競争の促進に不可欠であり、「需要家の選択肢」そのものと裏腹の関係にあるため、小売全面自由化を進めるに先立ち、最大限の取組により促進されなければならない」

するために必須でなくなったので、効率で劣後する BG 方式をあえて継続する理由はなくなったと言える。

第二に、競争促進を重視し、送配電部門の中立性を向上させるべく構造的な分離（法的分離）に踏み込んだ。安定供給を中心的に担う発送電一貫体制の「一般電気事業者」は、電気事業法の事業類型として廃止され、安定供給は、市場の需給調整機能に期待し、関係する各事業者がそれぞれの責任を果たすことを通じて確保することとされた⁹。

5. 全面プール制への転換がむしろ望まれる

第 4 章で指摘したとおり、日本で BG 方式を選択し続ける理由は既に成立しない。加えて、2050 年カーボンニュートラルが政府目標となり、太陽光発電や風力発電など自然変動電源が大量に導入されることを想定すると、早晚 BG 方式の限界が顕在化することが見込まれる。すなわち、全面プール制への転換がむしろ望まれる。

自然変動電源が大量に導入されれば、BG は需要だけでなく、自然変動電源の出力変動も予測して需給計画を作成することが求められる。これは BG の負担を増やすと同時に、GC 時に BG が系統運用者に提出する需給計画の精度が低下する。需給計画の精度が低下すれば系統運用者が需給ギャップを調整する「しわとり」の負担も増え、需給運用全体の効率が低下する。

日本と同様に BG 方式を採用している欧州では、BG の需給計画の精度を向上させるべく、様々な取り組みが行われているようだ。自然変動電源の出力予測の精度向上は勿論、需給計画作成のために BG が取得する需要側・供給側のデータを増やす、コマの時間粒度をさらに細かくする（例：30 分→15 分）、GC を実需給に近くする（例：1 時間前→30 分前→さらに前）等が行われており、ある程度成功しているようである。しかし、全面プール方式であれば、同時同量確保の責任者である系統運用者は、周波数の変動を観察することにより時々刻々の需給バランス変動を迅速に把握し、全ての電源等を一元的に活用して、需給運用の全体最適を達成することが可能である。つまり、BG がいかに取り組もうとも、得られる情報と活用できる手段におのずと限界がある。

全面プール制採用にあたっては課題もある。一点あげると、発電事業者の視点から見ると、燃料調達量が見通しにくくなる。これは、発電所の運用がもっぱら系統運用者が主宰する単一市場で決定されるためである。BG 方式の下では、発電事業者と小売電気事業者が相対契約を通じて、あらかじめコマごとに定めた電気の量を、あらかじめ定めた単価により取引することを約しており、発電事業者はこれをもとに燃料を調達することができる。

ただし、相対契約は全面プール制の下でも再現することができる。「あらかじめ定めた電気の量」は、発電事業者が当該量を価格ゼロで単一市場に売り入札し、小売電気事業者が成り行き価格で買い入札することにより再現できる。当然に市場価格と契約価格は異なるが、発電事業者と小売電気事業者の間で別途差額を調整する契約（CFD）を締結することによって「あらかじめ定めた単価」も再現することができる。この「ゼロ円入札+CFD」により、

⁹ 電力システム改革専門委員会報告書（経済産業省、2013）の該当する記載は次の通り。
「新たな枠組みでは、これまで安定供給を担ってきた一般電気事業者という枠組みがなくなることとなるため、供給力・予備力の確保についても、関係する各事業者がそれぞれの責任を果たすことによってはじめて可能となる」

発電事業者は発電した電力が安定的に引き取られることを前提に燃料を調達することが可能になる。

もっともゼロ円入札+CFD は、電源のコスト構造とは無関係な入札行動であり、システム全体として電源の最適運用から乖離する。当該小売電気事業者にとっても、自身の価格競争力を低下させる等のデメリットがあるので、過剰な利用にはおのずと歯止めがかかることが想定される。

6. まとめ

日本の電力システム改革においてこれまで採用されてきた BG 方式について、全面プール制へ移行すべきであることを指摘した。理由は2つあり、第一に、第4章で指摘した通り、採用の理由が既に成立していないこと、第二に、第5章で指摘した通り、BG による需給運用は得られる情報も運用手段も限定的な制約の中で行われるものであり、この BG による需給運用に多くを期待する BG 方式は、自然変動電源の大量導入が想定される今後の電力システムの運用において、早晚限界が顕在化することが想定されること、である。また、第5章では、全面プール方式移行に伴い生じる課題として、発電事業者から見た燃料調達の見通しの悪化があること、しかし、ゼロ円入札+CFD を用いて BG 方式と同等程度の予見性を再現できること、も指摘した。

もっとも、ゼロ円入札+CFD により、燃料調達の予見性の問題がすべて解決できるわけではない。日本政府は2050年カーボンニュートラルを目標として掲げ、産業革命以来の化石燃料中心の産業構造・社会構造をクリーンエネルギー中心の構造に転換するGX（グリーントランスフォーメーション）を推進していく方針を表明している。これにより、今後火力発電がいつまでどの程度活用できるのかが不透明になっており、このことも、燃料調達の見通しを不透明化し、電力安定供給に支障が生じるリスクを高める。これは、電力システムの需給運用が全面プール方式か BG 方式かに関係なく生じる問題であり、脱炭素社会への移行プロセスがハードランディングになってしまうことを回避するために、別途対応が必要な課題である。

参考文献

経済産業省（2003）『今後の望ましい電気事業制度の骨格について』、総合資源エネルギー調査会電気事業分科会報告

経済産業省（2013）『電力システム改革専門委員会報告書』

欧州における LNG 取引の報告制度

丸山 真弘（電力中央研究所）

1. はじめに

欧州連合（European Union: EU）は、2022 年 12 月 19 日制定の Council Regulation (EU) No 2022/2576（本規則）において、EU 構成国が液化天然ガス（Liquefied Natural Gas: LNG）の購入を今後より協調的に管理していくためのいくつかの手法を定めた。そのうちの 1 つが、欧州連合エネルギー規制者協調庁（European Union Agency for the Cooperation of Energy Regulators: ACER）による LNG の価格評価（LNG price assessment）の策定・公表である。この評価策定に必要な情報を得るため、本規則では、LNG 市場の参加者に対し、LNG の取引（transaction）や注文（bid / offer）についての情報を ACER に提出することを求めている。

本報告では、この「LNG 取引（trading）の報告制度」（本制度）について、その法的根拠や従来の類似の制度との関係、今後の課題等といった論点から概観する。

2. 本制度の法的根拠

EU のエネルギー分野では通常、EU 運営条約（Treaty On the Functioning of the European Union: TFEU）194 条を根拠とし、EU 理事会と欧州議会の双方が立法手続に関与する通常立法手続により EU 法が制定される。しかし本規則は、TFEU122 条 1 項を根拠とし、欧州議会の関与がない理事会規則として制定された。

TFEU122 条 1 項は、構成国間の連帯の精神に基づき、特にエネルギーの分野における特定の製品の供給に深刻な困難が生じたような場合に、経済状況に応じた措置を採る権限を EU 理事会に与えている。この規定を使うことで、欧州議会の関与を省いた迅速な立法が可能となっている。2022 年のロシアによるウクライナ侵略と、それに伴うエネルギー危機の状況を受け、EU ではガスの需要抑制策（Council Regulation (EU) No. 2022/1369）やエネルギー価格の高騰に対する各種の介入策（Council Regulation (EU) No. 2022/1854）が、この規定を根拠として制定されている。

EU は、TFEU122 条を根拠とし、本制度を迅速に制定する必要性について、以下のように説明している。

- ロシアからのガス供給量が減少し、ガス供給の多様化が叫ばれる中、LNG の輸入は EU にとって不可欠になっている。その状況の下、輸入価格が安定した予測可能なものとなることが求められている。
- しかし、EU の LNG 市場はまだ発展途上の段階にあり、市場価格の正確性を評価することは困難な状況にある。このため、LNG の価格について正確かつ客観的で信頼できる評価が緊急に必要とされている。
- 客観的な評価は、EU で受け渡される全ての LNG 取引に基づいて策定されるべきである。現状、卸売エネルギー市場の参加者は取引に関する情報を ACER に提出すること

が、Regulation (EU) No.1227/2011 (REMIT¹規則) と Commission Implementation Regulation (EU) NO.1348/2014 (REMIT 実施細則) により求められている。しかし、これは EU を配達先とする全ての LNG 取引を対象としたものではなく、評価策定のための完全かつ包括的な情報を集めることはできない。

その上で本規則は、今後 REMIT 規則の改定の際には、本制度を含む LNG の価格評価の策定・公表の内容を盛り込み、制度の恒久化を図るとしている。実際、2023 年 3 月 14 日に発表された欧州委員会によるエネルギー市場改革の提案では、本制度を含む LNG の価格評価の策定・公表の内容を盛り込んだ REMIT 規則・REMIT 実施細則の改定が含まれている。この点については 4. で改めて検討する。

本規則は、2022 年 10 月 18 日に欧州委員会により提案 (COM (2022) 549 final) され、先に述べたように、12 月 19 日に EU 理事会により制定された。本規則では、本制度を含む LNG の価格評価の策定・公表に加え、ガスの共同購入の円滑化とそのための需要集約プラットフォームの設立、LNG 施設やガス貯蔵施設、パイプラインの利用促進策、ガスの当日市場の価格安定メカニズム、危機的状況におけるガス供給に関する構成国の連帯等についても規定されている。12 月 29 日に公布・施行され、価格評価については 2023 年 1 月 13 日より公表が開始されることが求められていたが、報告された取引データが不十分であることを理由に、実際の公表は 1 月 19 日までずれ込むこととなった。

3. 本制度の内容

本制度は、LNG 市場参加者に対し、毎日技術的に可能な限り実時間で、価格評価が発表される時刻 (中部ヨーロッパ時間 18:00) より前に、LNG 市場データを ACER に提出することを求めている (第 20 条 1 項)。ここでの用語の定義は以下の通りである。

- LNG 市場参加者: 法人であるか自然人であるかを問わず、また所在地や居住地を問わず、LNG トレーディングに関わっている者 (第 2 条 8 項)
- LNG 市場データ: 第 21 条に規定された、LNG トレーディングの取引や注文の記録 (第 2 条 7 項)
- LNG トレーディング: LNG の売買の取引や注文であり、以下のいずれかの条件をみたすもの (第 2 条 6 項)
 - (a) 具体的な配送先が EU 域内のターミナルである
 - (b) 結果的に配送先が EU 域内のターミナルとなる
 - (c) トレーディングの相手方が EU 域内のターミナルで LNG の再ガス化を行う

また、本制度の下で LNG 市場データとして提出が求められているものは以下の通りとされる (第 21 条、詳細については表を参照)

- (a) 契約の当事者
- (b) 報告の対象者

¹ REMIT は、Regulation on Wholesale Energy Market Integrity and Transparency の略。

- (c) 取引価格: 契約時の単価とユーロ/MWh での値 (必要な場合には換算レートも)
- (d) 契約量 (quantity) : 契約時のものと MWh での値
- (e) 契約の価値 (value)
- (f) LNG カーゴの到着時期 (配送日)
- (g) 受け渡しの条件
- (h) 配送地: REMIT 規則・REMIT 実施細則で用いられているのと同じ、LNG 施設リストの識別子を利用
- (i) 以下の時刻情報
 - i. 注文の日時
 - ii. 取引の日時
 - iii. 取引・注文の報告日時
 - iv. ACER によるデータ受領日時

さらに、ACER は LNG 市場データの提出に関する詳細事項についてのガイダンスを定めることができる。ガイダンスでは、以下のような事項が示されている。

- LNG の取引 (transaction) : 買い手と売り手の間で LNG と代金を交換する契約
- LNG の注文 (bid / offer) : LNG 市場参加者による LNG の購入のための (競争的な) 購入 / 販売価格設定の取引プラットフォームへの登録、価格形成に影響を与える主体への伝達、登録なしに取引相手に対する相互の伝達。相手がそれを受け入れ、最終的な取引に至るか否かに関わらず LNG 市場データとして報告することが求められるが、確定的なものに限られる
- 取引については、当事者双方がそれぞれ市場データを提出することが必要。注文については、bid / offer の提示者が市場データを提出する。

LNG の取引に関する様々な契約のうち、今後の取引のルールを定めるものの、この段階では契約当事者間で何らの具体的な法的義務を規定するものではない契約 (マスター契約) は報告の対象とはならない。また、マスター契約に基づく個別の契約のうち、取引価格、取引量、納期等が定められた契約 (スポット契約) は報告の対象となるが、価格算定式やある程度の幅の取引量は決まっているものの、詳細については未決定の要素が残る契約 (ポートフォリオ契約) については、それ自体は報告の対象とはならず、契約に基づき具体的な取引が実行された時点をもって報告することが求められる。また、これ以外にも、再ガス化施設のタンク内での取引や注文、液化状態のままの LNG の使用のための売買、容量 75,000m³ 未満の LNG カーゴによる配送を伴う取引や LNG トラックへの積み込み・積み下ろし、再ガス化の容量や配送地の最適化のために実施されるスワップ取引、仮想ガス貯蔵 (Virtual Gas Storage) の取引等が報告の対象から除外されている。

なお、REMIT 規則・REMIT 実施細則の側では、スポット契約については、契約から 1 か月以内に報告が求められる。ポートフォリオ契約について、契約締結から 1 か月以内に「非標準契約」として報告が求められるとともに、具体的な取引実行から 1 か月以内に契約の執

行に対する報告が求められる。また、LNG 施設の運用者は、カーゴからの積み下ろしの状況や、今後の計画について、REMIT 規則・REMIT 実施細則に基づく基礎的データ (fundamental data) として ACER に提出することが求められている。一方で、出荷地で受け渡しとリスク移転が行われる本船渡し (Free on Board: FOB) 取引では、出荷地が EU 域外である場合には REMIT 規則・REMIT 実施細則が定める卸売エネルギー取引の要件である「EU 域内を受け渡し地とする取引」に該当しないため、報告の対象外となる。しかし、本制度の下では最終的な配送先が EU 域内のターミナルである場合には報告の対象となる。

4. REMIT 規則・REMIT 実施細則との関係

3.で指摘したように、本制度の下での LNG 市場データの報告が求められる事項と REMIT 規則・REMIT 実施細則の下での取引データ・基本的データの報告が求められる事項は、その多くが重なっているものの、異なる部分が存在している。本制度と REMIT 規則・REMIT 実施細則の究極的な目標は、LNG を含むエネルギー市場の透明性や健全性を確保することを通じ、市場参加者を中心とする関係者の市場に対する信認を図るという点では共通している。しかし、本制度の具体的な目的は、EU 域内への LNG の輸入価格の客観的な評価ツールを策定するため必要となる情報を収集することにある一方、REMIT 規則・REMIT 実施細則での情報収集は、LNG を含む卸売エネルギー市場において、相場操縦やインサイダー取引といった濫用行為が行われているか否かを監視することにあるという点が異なっている。報告が求められる事項の差は、この目的の違いによると考えられる。

2.で既に述べたように、本規則は現在のエネルギー危機の中、正確かつ客観的で信頼できる LNG の価格評価が緊急に求められているという状況に対応するため、TFEU194 条に基づく通常の立法手続ではなく、TFEU122 条を根拠として制定された。ロシアのウクライナ侵略に端を発したエネルギーに関する状況の変化を受け、欧州委員会は 2023 年 3 月 14 日にエネルギー市場改革のための EU 法の改正提案を公表した。この中では、REMIT 規則・REMIT 実施細則の見直しについても、金融市場規制との整合化やこれまではガイダンスに記載されていた内部情報の公開に関する事項の法制化、ACER の調査権限の強化といった事項に加え、本制度を含む LNG の価格評価の策定・公表の内容がそのまま含まれている。

この動きは、本規則において既に示されていたものであり、REMIT 規則・REMIT 実施細則の改正提案や、提案の背景について解説した欧州委員会スタッフの作業文書においても、類似のデータ報告の制度を持ちながらも、その具体的な目的が必ずしも一致していない REMIT 規則・REMIT 実施細則の中に、本制度を含む LNG の価格評価の策定・公表の制度を位置づけるのかという点は、積極的には示されていない。本制度の恒久化のために、新たに TFEU194 条に基づく別の EU 法を制定するのではなく、既に類似の制度が規定されており、究極的な目標としては共通性を持つ REMIT 規則・REMIT 実施細則の中に、他の規定の改定と合わせる形で含めるという手法を採用したことは、類似の規制が並立することを避け、データの報告を求められる市場参加者の手間を軽減するという点では望ましい解決策

かもしれない。しかし、「卸売エネルギー市場に悪影響を与える濫用行為を禁止するためのルールを定める」という REMIT 規則の目的（第 1 条）との関係では疑問が残る。今後、エネルギー市場改革のための EU 法の改正提案に関する議論が進む中で、この点についても検討がなされることが望まれる。

表：LNG 市場データとして提出が求められる内容

Field No.	Field name	BID	OFFER	TRANSACTION
1	Type of LNG market data	M	M	M
2	Identification of the reporting party	-	-	M
3	ID of the buyer	M	-	M
4	ID of the seller	-	M	M
5.1	Original price	M	M	M
5.2	Original price formula	M*	M*	M*
5.3	Index values at the time of the transaction	M*	M*	M*
5.4	Original price currency	M	M	M
5.5	Original unit	M	M	M
5.6	Price in EUR/MWh	M	M	M
5.7	Exchange rate applied for Field 5.6	M*	M*	M*
5.8	Conversion rate applied for Field 5.6	M*	M*	M*
6.1	Original contract quantity (EST.)	M	M	M
6.2 (a)	Original contract quantity (MIN.)	M*	M*	M*
6.2 (b)	Original contract quantity (MAX.)	M*	M*	M*
6.3	Original contract quantity unit	M	M	M
6.4	Original contract quantity in MWh (For EST value)	M*	M*	M*
6.4 (a)	Original contract quantity in MWh (For MIN value)	M*	M*	M*
6.4 (b)	Original contract quantity in MWh (For MAX value)	M*	M*	M*
6.5	Original-to-MWh quantity unit conversion rate	M*	M*	M*
7.1	Contract value	M	M	M
7.2	Contract value currency	M	M	M
7.3	Contract value in EUR	M*	M*	M*
7.4	Exchange rate for contract value in EUR	M*	M*	M*
8.1	Arrival start date	M	M	M
8.2	Arrival end date	M	M	M
9	Vessel ID or name	M*	M*	M*
10	Terms of delivery	M	M	M
11	Type of contract	M	M	M
12	Portfolio contract price formula	M*	M*	M*
13	Special arrangement	O	O	O
14	Delivery point	M	M	M
15	Timestamp of the bid or offer	M	M	-
16	Organised market place ID or platform	M	M	M
17	Transaction timestamp	-	-	M
18	Reporter's name and surname	M	M	M
19	Reporter's email	M	M	M
20	Contact person's name and surname	M	M	M
21	Contact person's email	M	M	M
22	Contact person's phone	M	M	M

M:強制 M*:条件付き強制 -:適用外 O:選択

参考文献

European Union Agency for the Cooperation of Energy Regulators (2023) “ACER Guidance on reporting LNG market data” Version 2.0, 23rd, March.

European Commission (2022) “Proposal for a Council Regulation Enhancing solidarity through better coordination of gas purchases, exchanges of gas across borders and reliable price benchmarks” COM(2022) 549 final, 18th, October.

European Commission (2023a) “Commission Staff Working Document Reform of Electricity documents” SWD(2023) 58 final, 14th, March.

European Commission (2023b) “Proposal for Regulation (EU) of the European Parliament and of the Council amending Regulation (EU) No 1227/2011 and (EU) 2019/942 to improve the Union’s protecting against market manipulation in the wholesale energy market” COM(2023) 148 final, 14th, March.

韓国におけるガス供給インフラの新設・建て替えの長期計画と 関連制度についての最近の議論 - 水素発電の普及に合わせて

Nak-Gyun Kim (Korea Gas Corporation)

1. 序論

カーボンニュートラルに向けてエネルギーミックスの転換が求められている中、再生可能エネルギーと共に水素の必要性も強く叫ばれている。しかし、新しいエネルギーの普及にはそれに対応するインフラが必要であり、その投資を促すには長期に渡り安定的な費用回収と収益確保の仕組みを作らねばならない。また、エネルギー「転換」というからには、需給・インフラ計画において既存エネルギーと歩調を合わせる必要もある。また、エネルギー産業や政策の本懐は国民への安くて安定的なエネルギー供給であるから、国民負担の増加をなるべく抑えられるような仕組みにする必要がある。

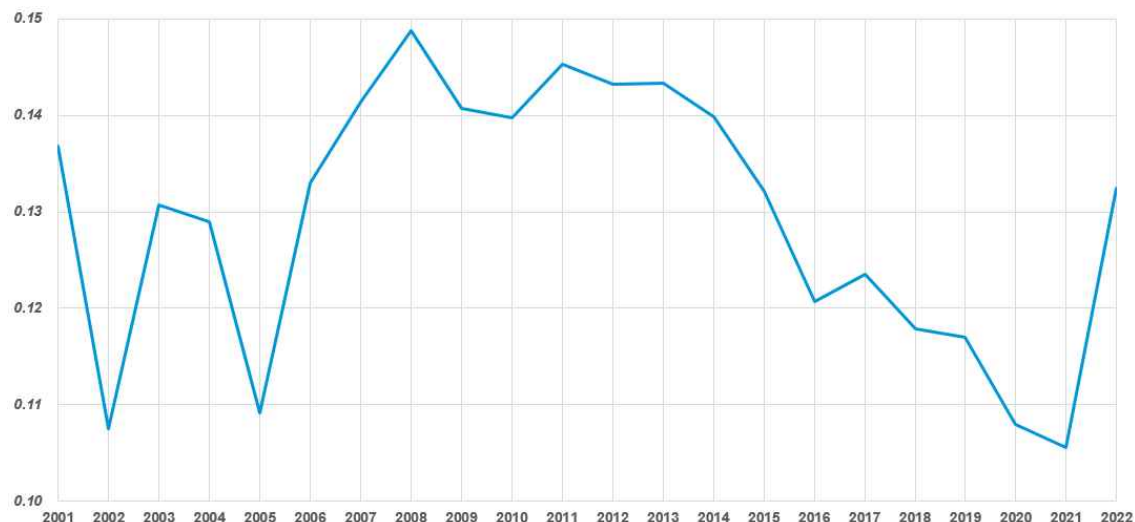
これらの要件をもう少し具体的に換言しよう。大まかにいえば、①LNG 調達の基本的な性質に配慮しつつ、②水素の原料費と供給費を回収できることが前提であり、③利用率を高めて少しでも単価を下げ、④料金への影響をなるべく抑える仕組みを目指すべき、とまとめることができる。さらに、エネルギー利用技術の発展の度合いや需要家の利便性を考えると、当面の水素の普及は最終需要よりも発電用が中心になる可能性が高い。したがって、まずは「ガス・水素→電力」という供給チェーンを対象に、上述した①～④の要件に合った制度設計が当面の重要な課題であろう。

以降、本稿では上述の問題意識に基づき、水素発電に関する最近の韓国における議論や政策を紹介し、未だ解決されていない課題を明らかにする。その後、筆者が政府に提出した電力・ガス・水素市場の改定案の概略を紹介する。同じ北東アジアのエネルギー輸入国として、エネルギー安定調達・供給のため互いに切磋琢磨するための礎となれば幸いである。

2. 要件①の問題と韓国の対策

政策的な観点から見れば、要件①のポイントは国民のガス料金の負担減のため、水素需要の不確実性を無くすことである。周知のとおり、ガス発電は柔軟なピークロード電源としての役割だけでなく、原発の運転状況の急変や石炭への環境規制など様々な不確実性に対する最後の砦としての役割も担ってきた。つまり、電力の不確実性は往々にして発電用ガス需要の急変として表れる。発電量が未確定の水素発電が加わることは、ガス需要の不確実性がさらに増すことに他ならない。LNG は長期契約ベースであり、国際 LNG 需給のひっ迫さの度合いで購買者・販売者の間の交渉優位が大きく変わる。よって需要見通しに確信を持てず、購買者有利の時期に安い長期契約の確保に失敗すれば、長きに渡る国民の負担増につながる。参考までに北東アジアにおける LNG 長期契約の傾き係数の平均値の推移を示す。

図 1：北東アジアにおける LNG 長期契約の傾き係数の平均値（締結年ベース）



資料：Wood Mackenzie の聞き取り調査による契約ごとの推定価格公式を元に筆者作成

韓国では早くから上述の懸念が提起されており、水素業界からも需要の可視性の要求が強かった。これを受け、まずは「水素経済育成および水素安全管理に関する法律」（以下、「水素法」）が制定（2020.2.4）された。さらに議論の末、水素発電のための専用の長期入札枠を創設する方針が打ち出され、今年 3 月には「水素発電入札市場年度別購買量算定等に関する告示」（以下、「告示」）が出され、まずは初期の 4 年分の入札量が示された。形式上、この告示は 4 月 3 日までの意見聴取のための草案ではあったが、諸事情を鑑みるとほぼ確定されたと言って良い。下表に具体的な数値を示す。

表 1：韓国の各年の水素発電の入札量（※混焼入札の場合、混焼率に応じた発電量）

入札実施年	2023	2024	2025	2026
運転開始年	2025	2026	2027	2028
一般水素	1,300 GWh	1,300 GWh	1,300 GWh	1,300 GWh
クリーン水素	-	-	3,500 GWh	6,000 GWh

資料：産業通商資源府（2023.3.13）広告第 2023-240 号「水素発電入札市場年度別購買量算定等に関する告示」制定（案）行政予告 別表 1、2

さらに今後の方針として次のことが予定されている。韓国電力取引所（KPX）の制度詳細説明会によれば①一般水素発電は過渡的なものとして 4～5 年だけ公募して後はクリーン水素発電を基本にし、②水素発電は SMP 決定の対象外とし、発電機ごとに単価を支払うが、③一般水素は応募時に提出された発電単価のうち、燃料費に相当する部分を弊社の都市ガス料金の変動率を乗じて毎月アップデートしたものを月次単価とし、④クリーン水素は応募時に提出された利益込み LCOE を発電所廃止まで固定単価として支払う。

政策的な観点から見れば、①は排出量削減という趣旨に沿っており、②は電気料金負担の軽減のため理に適っている。また、事業の観点から見れば、③も改質元の原料費変動を考えれば納得できる。④の場合は価格変動リスクが残ることになるが、最近では系統併入でき

ない、または最初から考えないで水素の製造・販売狙いの再生可能エネルギー業者が増えていて、その多くは固定価格を希望している。これらのことを考えると④も交渉次第では十分に安定収益を実現可能である。

また、落札した事業者には「原則として」落札した発電量を最低 10 年以上保障する。上表の数値は累計ではなく各年なので、2028 年には一般 5,200GWh とクリーン 9,500GWh の発電量が供給されることを意味し、LNG 約 220 万トンである。現在、水素法ではクリーン水素認定のための排出原単位が未確定など多少の未確定要素はあるが、一先ず大まかな見通しは立てられるようになったと言える。

3. 要件②～④の問題と残る課題

ところで、上述の設計では設備費は応募時に提出した固定単価を支払うとしている。これは利用率次第で利益率が上下することを意味する。上述で「原則として」と一部強調したのがこのためであり、水素インフラ投資や供給費回収への影響が懸念されるポイントである。というのも 2025～2027 年を待つまでもなく、現在すでに系統制約による発電量の変化が大きいためである。以降、韓国の電力・ガス市場の説明を挟みつつ議論を進める。

韓国の電力市場は KPX に提出される月次燃料費実績と予防整備計画・故障停止申告に基づく義務入札・コストベースである。発電機が正常な限り入札は義務であり、当月の入札単価は前月に提出済みの燃料費により決まっている。給電計画は 2 回立てられ、初回は発電側の制約（GF や上げ・下げ代など）だけを反映した経済給電計画で「計画発電量」（PSE）と SMP を決め、次に系統制約と熱電併給の熱供給制約を反映した計画で発電量を決め直す。これは無制約計画で SMP を安く抑え、制約による発電量の変化を発電機ごとに計算し清算するため、制約による発電量抑制分を「制約非発電量」（COFF）、増加分を「制約発電量」（CON）、さらに系統制約による増加分は SCON、熱供給制約による分は GSCON と呼ぶ。

以上により発電機別 SCON/GSCON/COFF を毎時間算出し、電源別の集計が発表される。再生可能エネルギーは給電計画において外生変数なので、抑制量は COFF ではなく不定期公開である。もっとも、再生可能エネルギーの出力抑制はまだ少ない。現在、両方揃っている最新の実績は下表のとおりである。最右列の MGO は「計量発電量」つまり実発電量である。特定の発電機によって複数の制約が解消されたりその逆もあったりするので厳密に $CON = COFF$ が成り立つ訳ではない。また、需要予測の誤差のため $PSE = MGO$ ではない。

表 2：2021 年の韓国の電力市場取引結果

単位：GWh	PSE	CON	COFF	MGO
原子力	151,396	123	99	150,457
石炭	207,047	1,171	31,027	188,855
LNG	140,174	56,761	31,630	163,401
その他	2,571	6,899	92	34,348
総計	501,189	64,954	62,848	537,061
再生可能エネルギーの出力抑制量（済州島の風力・太陽光のみ実績あり）：12.016 GWh				

資料：韓国電力取引所（2022）電力市場運営実績、公共データ公開ポータル（www.data.go.kr）

表2の原資料ではSCONとGSCONの区別がされないが、SCON、GSCON、COFFの総量が速報値として公開されており、同年の年間合計を下表に示す。速報値なので表2の統計とは若干異なる。なお、COFFに関しては発生原因の分解は元々されていないが、概念上CONとほぼ同じ構成比のはずである。

表3：2021年の韓国の制約発電・非発電の月次速報値合計と構成比（単位：MWh）

SCON	GSCON	CON 合計	COFF	SCON %	GSCON %
47,887,495	17,059,990	64,947,484	62,857,466	73.73%	26.27%

資料：韓国電力取引所ホームページの情報公開掲示板

表2~3 からわかるとおり、水素へと燃料転換していくであろうLNGは発電量の19%が制約により抑制されており、石炭の抑制分（発電量の16%）と合わせて、ほとんどが別のLNG発電機へ再配分されている。抑制の発生原因は3/4程度が系統制約である。

以上を踏まえ水素発電が実際に運転開始したときの状況を予想すると次の通りである。まずメリットオーダーにおいては水素を優先する方針なので、冬季に熱電併給のGSCONによって抑制される可能性は低い。その場合はオーダーの低い別のピークロード発電機が対象になるだろう。しかし、系統制約による抑制は回避できず、このリスクは今後も増大する可能性が高い。参考までにCON/COFFの推移を下表に示す。燃料源別の構成はあまり変わっていないので総計だけに留める。なおこのデータは2012年から発表されている。

表4：韓国の制約発電・非発電とLNG発電量の推移

単位：GWh	2012	2014	2016	2018	2021
CON	27,090	29,192	31,248	50,239	64,954
COFF	21,363	26,698	37,360	48,226	62,848
MGO	471,796	490,403	509,233	537,065	537,061

資料：韓国電力取引所 電力市場運営実績 各年号

以上を踏まえると、供給費を応募時の提出単価で固定するというのは相当なリスクにつながることがわかる。韓国の送配電・小売りは韓国電力公社（KEPCO）の独占であり用途別全国一律料金であるため、自治体や住民としても発電所を地元に誘致する経済的誘因がないことも系統制約に拍車をかけている。

4. 問題解決のための筆者の提言

以上のように、韓国は水素発電入札市場を目指し環境づくりを急ピッチに進めているが、肝心の電力市場における系統制約リスクが大きく、これを丸ごと事業者が引き受ける方針になっている。系統制約そのものは避けられないにしても、何らかの経済的補てんがないと事業が成り立たなくなる恐れがある。特に韓国ではガスインフラを持つ弊社が水素インフラ整備とクリーン水素輸入を求められているが、設備費を固定発電単価にされてしまう

と、弊社と発電事業者との間に水素料金の決め方で揉める可能性が高い。発電事業者としては水素料金における供給費部分も固定単価を求めるだろうし、弊社としてはリスクが大きいためである。以下、この問題への筆者の提言を述べる。本節は筆者の 2022 年度政策研究として提出したものから一部だけを抽出し、最新の動向に合わせ加筆修正したものである。

まず CON/COFF についての韓国の電力取引清算ルールについて簡単に触れる。前述した実績燃料費から決定済みの当月発電単価 UC に基づき、下表のとおり行う。

表 5：韓国の電力取引清算ルール

用語	計画発電量	制約非発電量	系統制約発電量	自家制約発電量
略語	PSE	COFF	SCON	GSCON
支払	SMP	SMP - UC	Max(SMP, UC)	Min(SMP, UC)

資料：韓国電力取引所（2019）電力取引清算規則解説書

このルールの考え方は次の通りである。①COFF が発生したということは経済的な電力を供給可能であったが、発電事業者自身の責任ではない何らかの理由で抑制されたのだから、失った機会利益を補てんし、②SCON を与えられた発電機には最低でも差し引きゼロか利益を取れるように配慮し、③逆に GSCON を要求した発電機は、最大でも差し引きゼロか損失になるようペナルティを課すということである。

ここで、もっぱら熱電併給により発生する GSCON に着目したい。熱供給事業の特性上、熱電併給は需要地付近に建設されるため、系統制約による COFF を受けることはあまりない。一般的なパターンとしてMerit Orderの高い発電機は PSE と SCON の対象になりやすく、低い発電機は少量の PSE と GSCON によって熱を供給している。したがって、Orderの低い熱電併給は暖房熱の需要が高まる冬季を中心に LNG の代わりに水素で発電することによって GSCON の発生を避けることが可能になり、水素インフラの利用率低下による単価マージンのひっ迫も回避できる。また、この対策は水素だけでなく、電力・ガス業界にもポジティブな効果を及ぼしうる。周知のとおり LNG の需給が最も逼迫しスポット価格が上昇するのは冬季である。水素発電によって冬季の発電用 LNG 需要を代替すれば、冬季の高値買いを緩和させ SMP 引き下げにも役立つ。また、熱電併給の総合効率改善により、水素の高い燃料費による負担増も軽減できる。韓国には水素の初期普及を担うだけの LNG 熱電併給が既にあるので、水素インフラさえ追加すればこの案はすぐに実行可能である。参考までに韓国の火力発電の発電専用と熱電併給の構成を下表に示す。

表 6：韓国の火力発電の発電専用と熱電併給の設備容量（2022 年末）と発電量（2022 年間）

	設備容量 (MW)			発電量 (MWh)		
	発電専用	熱電併給	合計	発電専用	熱電併給	合計
石炭	36,869	1,141	38,010	186,747,582	9,828,693	196,576,276
LNG	33,800	7,401	41,201	108,865,037	54,595,371	163,460,408
石油	749	171	920	1,216,309	412,768	1,629,077

資料：韓国電力公社 電力統計速報 各月号

5. より長期を見越しての総合協力の必要性

ところで、現在の韓国のエネルギー産業構造では、このような長期かつ広範囲にわたる計画を総合的に進めることは困難である。というのも韓国ではエネルギー基本計画を最上位として、電力・ガスそして新たに水素計画が立案されるが、いわゆる縦割り行政や棲み分けの徹底により相互連携が難しくなっているからだ。同じ電力の中で系統を無視した単一母線ベースのKPXの「電力需給基本計画」と、KEPCOの「長期送変電設備計画」が別々に行われているのがその最たる例であり、さらに言えば電力系統の複雑化により弊社の担当する「長期天然ガス需給計画」、「水素需給基本計画」（今年から）も電力計画との連携が難しくなりつつある。

前述のように、筆者の提言はメリットオーダーの低い熱電併給を中心に水素の混焼や燃料転換をスタートさせるべきということであるが、これの実現には電力・ガス・水素産業の各主体の相互連携が不可欠である。まず、水素の調達・需給計画のため発電所別の熱需要とパターンを把握し共有せねばならない。電力と違って「全国熱系統」なるものはないので、個別の発電所ごとか、最低でも同じ受入基地から水素を供給される地域ごとの需給管理が必要になるからだ。需給を支える設備計画にもそれらのデータと検討結果が反映されるべきなのは言うまでもない。

また、水素に転換していく中で既設のガスインフラの利用率が下がることも予想されるが、これにより供給費単価が上がってガス料金への上方圧力につながることも避けられない。この場合、「発電用ガスによる供給費をなぜ都市ガスにまで転嫁するのか」という不満が噴出することも予想される。これは、①発電用は弊社から発電所へ直接供給しているが、都市ガスは各地域の都市ガス会社を通じての販売で、②現在、弊社のガス料金制度は用途別全国単一料金なので、用途の区別は一応されているが、本質的に規模の経済効果による若干の違いしかなく完全に分離されている訳ではないためである。この問題の解消には発電用と都市ガス料金の完全な分離、さらには地域ごとの差別料金の導入が必要になるが、それには政府と各自治体の了承が必要になる。弊社の卸料金は政府承認制であり、小売りガス料金は自治体承認制だからだ。

以上、本稿では目前に迫った水素混焼発電の初期普及を円滑に運ぶための、比較的に実現可能性の高い対策を提示した。しかしこれはあくまで当面の対策でしかない。近年「エネルギー転換は社会全体で取り組むべき課題」という言葉をよく目と耳にするが、ただのキャッチコピーではなく本当にその通りだということを、社内・政府・学会の三方面に携わる者として身を以て思い知っているという所感を添えたい。

参考文献

韓国電力公社（2022.3~2023.2）『電力統計速報』

韓国電力取引所（2012~2022）『電力市場運営実績』

韓国電力取引所（2019）『電力取引清算規則解説書』

公共データポータル（www.data.go.kr）

産業通商資源府（2023.3.13）『広告第 2023-240 号「水素発電入札市場年度別購買量算定等に関する告示」制定（案）行政予告』

テレワーク導入による時間制約の緩和が国内宿泊旅行日程に与える影響

中央大学	中村彰宏
大阪経済法科大学	高尾美鈴
慶応義塾大学	中村知誠
中央大学	後藤孝夫

1. 研究の背景とリサーチクエスチョン

現在、ビッグデータや AI 活用を含めた新しい情報技術が日々登場し、ビジネスや生活の在り様の変革が求められている。このように社会変革への機運が高まる中、COVID-19 流行を契機に、テレワークやオンライン教育等が急進展した。新しく進展したオンラインサービスの代表の一つであるテレワークのメリットとして「柔軟な働き方の実現」があり、労働時間の制約緩和と、通勤時間が無くなることによる体力的な疲労の緩和などの効果がある。このようなテレワーク導入率の高まりは、観光行動に関する時間制約・場所の制約を緩和すると考えられる。COVID-19 感染拡大前の旅行阻害要因を調査した公益財団法人日本交通公社（2019）によると、旅行阻害要因の第1位は「仕事などで休暇がとれない（33.7%）」、第2位は「家族、友人等と休日が重ならない（31.4%）」となっている。従前はまとまった休暇を取りにくい状況であったが、テレワーク実施により、時間や場所を有効に活用できる柔軟な働き方ができることで、柔軟に観光行動を変更できるようになると考えられる。実際、Giménez et. al.(2018)においても、テレワーカーは通勤者と比べて、一般的なビジネスアワーの時間帯にレジャーや非市場型の仕事に従事する割合が高いことが報告されている。

観光資源はストックが不可能であるため、混雑が発生し、ピークシーズンは料金が高くなる。テレワーク進展により労働時間制約が緩和されて、人々がよりフレキシブルに休暇を取りやすくなれば、観光需要ピークが従来より平準化する可能性がある¹。このような観光行動を含めた移動と情報通信の相互依存関係を分析した研究は国内外で数多く存在しているが(中村, 2002 など)、情報通信技術が発展するにつれて情報通信側の OD（起終点）が把握困難となり、COVID-19 感染拡大前の国内を対象とした定量研究は減少傾向にあった。一方、テレワーク実施の成果を検討する研究は COVID-19 感染拡大前にも数多く行われてきた。服部他（2022）によれば、これらの研究は、①テレワークが肯定的な成果をもたらすとする研究群と②テレワークがもたらす否定的な結果²に注目するものに分類でき、正負両方

¹ オンラインツアーの可能性も指摘されているが、オンラインツアーは単なる旅行の代替手段ではなく、旅行者と現地を繋ぐための役割が期待されており、観光客は依然として観光地に赴くことを望んでいることがわかる（宮崎, 2021）。

² テレワークがもたらす否定的な研究結果として、テレワークによって、就労者が業務上の負荷を大きく認識し、業務への没頭傾向を強めることで、対面での業務と比較して、長時間労働の温床となる可能性が指摘されている。詳しくは、Felstead and Henseke(2017)および服部他（2022）を参照。

の研究結果が報告されている。

これら一連の研究は、企業行動とテレワークの関係性に着目をした研究となるが³、本研究では観光行動とテレワークの関係性を分析する⁴。本研究では、まず、テレワークの進展により、観光需要のピークが従来よりも平準化する可能性について、2022年8月に筆者らが実施したWEBアンケート調査のデータをもとに検証する。

加えて、本研究ではテレワーク実施により、どのような属性の観光旅行が需要ピークの平準化に資するかについても分析した。後半の分析については、テレワークが観光需要を平準化する理由として、「時間制約の緩和」と「場所の制約の緩和」に着目した。

前者の「時間制約の緩和」については、前述したテレワーク実施がもたらす肯定的な成果として、「テレワークが生活時間の配分に関して就労者自身に大きな裁量の余地をもたらすこと」があった。これは、テレワークを実施することで、通勤・通学などに費やす移動時間が必要なくなると考えられることから、その分の時間を利用して、これまではあきらめていたタイミング⁵で観光に行けるようになるのではないかと考えられる。そうすれば、Nakahira and Yabuta (2017) で推計されているような観光の季節変動性や大型連休などにおける混雑現象についても、テレワーク実施に伴って混雑する日程での旅行を避けることが可能になり、一定程度の観光行動の平準化が可能になると考えられる。

後者の「場所の制約の緩和」については、本来であれば自己都合で日時をコントロールできなかった仕事や受講をするために職場や学校といった決まった場所へ必ず行かなければならないところ、テレワーク実施によって仕事や学習の場所の自由度が増すことを意味している。より具体的には、テレワーク実施により、職場へ行かずに仕事を遠隔地（自宅や観光地など）で行うことができれば、平日の観光や長期間の観光といった、より柔軟な観光行動をとることができるようになると考えられる。前述したように、日本人の旅行阻害要因が休日・休暇要因に変化してきていることを考えると、テレワーク実施によって場所の制約が緩和するかどうかを検証することは有用であると考えられる。

以上の2つの視点を考慮した研究に中村他(2022)があるが、中村他(2022)では、本研究のように定量的にテレワーク導入と観光需要の平準化の相互依存関係を分析していない。また、両者の相互依存関係を分析した研究として高尾他(2023)があるが、本研究は、高尾他(2023)でサンプル数等の問題から詳細に分析できていなかった点を、新たなWEBアンケート調査を実施してより詳細なデータにより仮説検証を実施している。本研究の分析の結果、相対的に混雑している時期に行っていた国内宿泊観光旅行が、テレワーク導入により、相対的に混雑していない時期に移行し、混雑緩和の可能性があることなどが明らかとなった。

³ 企業行動とテレワークの関係性に着目をした研究として、その他には出張とオンライン会議サービスの関係を分析した研究があるが、安達(2022)や山口・齊藤(2022)など少数にとどまっている。また、テレワークの頻度と居住地選択の関係性をみた定量研究として、高木他(2022)がある。

⁴ 数少ない観光行動とテレワークの関係性は、その多くがワーケーションやプレジャーを対象とした一次データの定性分析にとどまっている。たとえば、辻本(2021)あるいは守屋・池知(2021)などを参照。

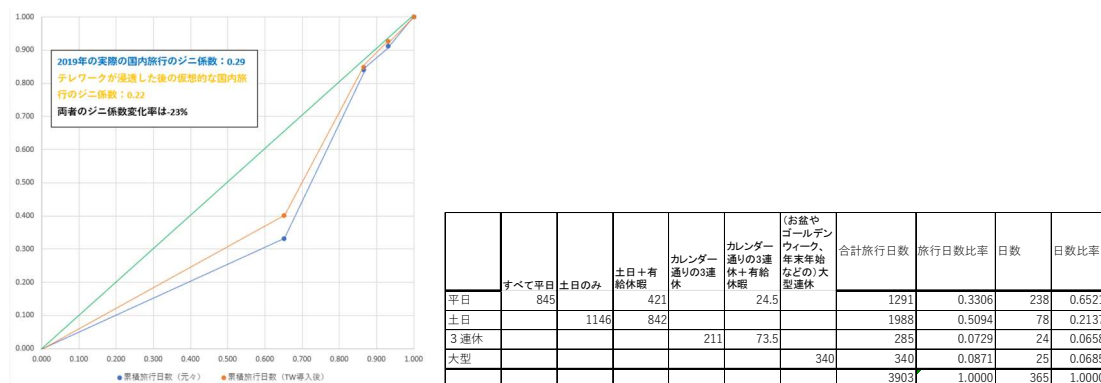
⁵ たとえば、連休の次の日(平日)がテレワーク可能であれば、テレワーク実施前であれば連休最終日の朝や前日に帰宅することが多かったが、時間制約の緩和に伴い、連休すべてを観光に費やすことが可能となることで観光行動の変更が生じるのではないかと本研究では想定している。

2. 検証に用いるデータと仮説検証

本研究で用いるデータは、2022年8月に筆者らが日本で実施した web アンケート調査データである。アンケート調査は、日本全国の勤労者を対象として、有効サンプル数は3,200である。Web アンケート調査会社のモニターを対象とし、日本の勤労者の年代・性別分布に合致するように回収を試みた。調査では、COVID-19 が日本で流行する前の1年間で実際に回答者が行った国内宿泊旅行の時期や目的、同行者などを調査した。その上で、仮想的に当該期間に自身がテレワークができていたとしたら、別のタイミングで当該旅行に行っていたかどうかを尋ねる質問を設定した。

2.1 テレワークの進展により観光需要は平準化するか？

アンケート調査では、コロナ前の1年間に国内宿泊旅行に1度でも行った回答者は810人であった。回答者は、当該1年間にに行った全ての国内宿泊旅行について回答しており、その合計の旅行数は、3,969回であった。3,969回の国内宿泊旅行のうち、もともと土日に行っていた旅行の11%程度が平日に移り、もともと3連休に行っていた旅行の15%が平日に移り、24%が通常の土日に移ることが明らかとなった。また、大型連休に行っていた旅行も一定数他のより混雑しない時期に移ることが示されている。



図表1：旅行需要の平準化

この結果は、テレワークの導入により、観光需要のピークシフトする可能性を示しているが、本研究では、平準化を捉える指標としてジニ係数を計算した⁶。具体的には、1年365日のうち「1.平日」「2. (通常の) 土日」「3.3 連休」「4.大型連休」が何日あるかをまず調査した。コロナ前として本WEB調査の「国内宿泊旅行」の調査対象である2019年の「4.大型連休」は25日、「3.3 連休」は24日、「2. (通常の) 土日」は78日、残りの238日が「1.平日」であった⁷。横軸に1年間(365日)の経過日数、縦軸に累積旅行日数をとった場合、

⁶ 観光需要の季節変動をジニ係数で捉えようとした研究には、大井(2022)などがある。

⁷ 具体的には、「4.大型連休」として、『「GWは10連休(4/27-5/6)」「お盆休みは最大9連休(8/10-16)(しかし、3連休8/10-12含む、その場合下の3連休は7回)」「シルバーウィークは実質なしで3連休が2回(9/14,15,16と9/21,22,23)」「年末年始は最大9連休(12/28-1/5)」』を想定した。その中から、8/10-12を3連休としてカウントし、お盆休みを6連休と仮定した結果、大型連休の日数は、GW、お盆、年末年始を合計して、10+6+9=25日となった。「3.3 連休」はシルバーウィークのものを入れて8回(1/12-14, 2/9-11, 7/13-15, 8/10-12, 9/14-16, 9/21-23, 10/12-14, 11/2-4)あり合計8×3=24日であった。「2. (通常の) 土日」は、本来365/7=52.1...52回、うち3連休が8回で、結果として3連休とならない土日の回数は44回、連休の中に含まれるのがGW(2回)、お盆(1回)、年末年始(2

仮に、1年365日全ての日程で平準化して旅行がされていれば、そのグラフは45度線となる。この45度線を基準として、それぞれ国内宿泊旅行の累積日数を「1.平日」「2.(通常の)土日」「3.3連休」「4.大型連休」の順に積み上げてグラフを作成しジニ係数を計算した。

アンケート調査で実際に2019年に実施された国内宿泊旅行のグラフを作成した結果、そのジニ係数は0.29となった。そして、同じく、アンケート調査結果から、テレワークが浸透した後の仮想的な国内宿泊旅行の累積日数でグラフを作成した結果のジニ係数は0.22となった。両者のジニ係数変化率は-23%となっており、テレワークの浸透は観光旅行の需要の平準化に寄与することが明らかとなった。

2.2 テレワークの進展により観光需要は平準化するのか？

そもそも観光とは観光地に行くために、職場にはいられない状況を生み出す。しかしながら、テレワークが可能であれば、観光地からオンラインで仕事ができる可能性がある。日程が定まりどうしても外せない会議に、観光地からリモートでアクセスすることができれば、フレキシブルな日程で観光旅行をしやすくなる。その結果、これまでは週末に行っていた観光旅行を、旅行代金が相対的に安い時期（オフピーク時）、例えば平日に変更できる可能性が生じよう。この点を「1 観光の機会費用」と呼ぶことにする。この点について、本研究では二つの視点を設定した。本研究に用いるアンケート調査では、自身の仕事のうち、どのくらいの仕事がリモートワークで可能かどうかを尋ねる設問を設定した。また、同様に、自身の仕事のうち、自分で日程や時間を決められず、自分以外の都合で日時が決まる仕事がどの提訴あるかを尋ねる設問を設定した。前者については、「リモートワークできる仕事が多いほど、テレワーク導入で観光旅行時期をピークからずらしやすくなる」という仮説を、後者については「他者の都合で日時が決まる仕事が多い人ほど、テレワーク導入で観光旅行時期をピークからずらしやすくなる」という仮説を設定することとした。

さらに、本研究では、テレワークにより通勤時間が無くなることで体力が温存されることに注目した。観光旅行から帰って即次の日に通勤して働くことは、体力的に厳しいことも多い。そのため、観光旅行から帰った次の日はホントの意味での休養日として、休暇を取得するケースも多い。長期の休暇が取りにくい日本では、結果的に、祭日などを含めた連休や、それ以外の大型連休に観光需要が集中する。テレワークにより通勤が必須ではなくなった場合には、観光旅行から帰宅後、次の日からテレワークにより仕事を始めやすくなる。その結果、相対的には短い休暇しか取れないタイミングで観光旅行に行ける可能性が高まる。通勤が無くなることの体力的なメリットは、通勤時間が長い人ほど恩恵を受けることから、「通勤時間が長い人ほど、テレワークの導入で観光のピークシフトが起きやすくなる」という仮説を設定することとした。以上の仮説を設定し、その他の個人属性などをコントロール変数として説明変数に加えた次の推定式を推定した。

回) それらを引くと39回となり、結果として39回×2日=78日となる。その他の「1.平日」の数は、365日－(25日＋24日＋78日)＝238日とした。なお、アンケート調査回答における、「土日＋有給」や「3連休＋有給」は、平日を1日有給だと仮定し、プラス1日を平日に割り当てて計算した。

$$Y_{it} = a + br*remjob_i + bu*unconjob_i + bc*comtime_i + bw*wftacpt_i + be*emhit_i + bo*ocomit_i + bn*ninit_i + bpn*natureit_i + bph*historyit_i + bpo*onsenit_i + bpo*onsenit_i + bps*sportit_i + bpc*concertit_i + bs*sex_i + ba*age_i + bhi*hincome_i + \varepsilon_{it}$$

ここで、Y は、ピーク時の旅行を相対的に混雑の小さい日程に変更した際に 1，そうでないときに 0 をとるダミー変数である。添え字 i は回答者個人を示し、t は個別の旅行を示す添え字である。サンプル分割したデータを用いて、上式をロジットモデルで推計した（ ε_{it} は iid 極値分布する誤差項）。各変数の定義は図表 2 に示している。

remjob	Percentage of total jobs that can be done remotely
unconjob	Percentage of total jobs for which dates and times are determined by other people's availability
comtime	One-way commuting time (minutes)
wftacpt	1 if you feel you can work online while on a sightseeing trip, 0 otherwise
emh	1 if accompanied by an elementary, junior high, or high school student on the trip, 0 otherwise
ocom	1 if the traveler is accompanied by someone other than an elementary, junior high, or high school student, 0 otherwise
nin	Number of accompanying persons for the trip
nature	Purpose of the trip is nature
history	Purpose of trip is historical exploration
onsen	Purpose of trip is hot springs
sport	Purpose of trip is sports
concert	Purpose of trip is to attend a concert or other art event
sex	1 for men, 2 for women
age	Age
hincome	Household income

図表 2：推計モデルの変数

3. 推計結果とまとめ

前節で示した推計式をそれぞれ分割されたサンプルで推計した結果を表 3 に示した。表 3 の最左列の推計は、最もサンプル数の多かった現実には土日に実施された観光旅行のデータである。もともと土日に行った観光旅行が、どのような個人、どのような旅行であった場合に、仮想的なテレワーク導入により平日に変更されるかを分析した結果である。表 3 真ん中の推計結果は、同様に、もともと 3 連休に行っていた旅行を、通常の週末か平日かのいずれかに変更するかどうかを分析した結果、図表 3 最右列は、同様に、もともと大型連休に行っていた旅行を変更するかどうかを分析した結果である。

	Week end		3 days Week end		Large Seasonal Vacations	
	Coeff.	p-value	Coeff.	p-value	Coeff.	p-value
remjob	-0.163	(0.413)	0.424	(0.273)	0.522	(0.214)
unconjob	0.491	(0.003)	-0.568	(0.094)	-0.073	(0.838)
comtime	0.004	(0.127)	0.009	(0.096)	0.003	(0.578)
wftacpt	0.546	(0.001)	0.714	(0.030)	0.878	(0.015)
emh	-0.317	(0.090)	-0.443	(0.186)	-0.755	(0.028)
ocom	-0.105	(0.514)	-0.239	(0.510)	0.363	(0.361)
nin	-0.017	(0.503)	-0.003	(0.966)	0.013	(0.890)
nature	-0.161	(0.274)	-0.018	(0.947)	0.685	(0.015)
history	0.173	(0.268)	-0.277	(0.350)	0.132	(0.664)
onsen	0.276	(0.046)	0.233	(0.368)	-0.502	(0.072)
sport	0.292	(0.107)	-0.845	(0.032)	-0.388	(0.363)
concert	-0.396	(0.110)	-0.438	(0.376)	-0.996	(0.147)
sex	0.691	(0.000)	0.913	(0.001)	1.081	(0.000)
age	-0.006	(0.299)	-0.020	(0.139)	0.000	(0.990)
hincome	0.000	(0.870)	0.000	(0.678)	0.000	(0.236)
constant	-3.104	(0.000)	-0.824	(0.325)	-2.742	(0.002)
# of samples	2409		309		340	
McFadden Index	0.038		0.1026		0.1259	

図表 3：推計結果：

それぞれ、土日に実施された旅行データ（平日にシフトするか否か）、3 連休に実施された旅行データ（土日ないしは平日にシフトするか否か）、大型連休に実施された旅行データ（3 連休、土日、平日のいずれかにスフとするか否か）

紙面の都合から、推計結果の詳細についての文章での報告は割愛するが、リモートワークしやすい仕事か否かは観光のピークシフトしやすさに影響がなさそうである。一方で、仕事

が他者の都合で決まる程度、旅行先で仕事をするに対する回答者個人の意向、同伴者の違い、旅行目的の差異などは、観光のピークシフトしやすさに影響していることがわかる。

本研究の分析結果から、テレワーク導入により観光需要が平準化する可能性が示され、ピークシフトする旅行者や観光旅行の属性には一定の傾向があることなどが明らかとなった。

謝辞

本稿は 2021 年度中央大学共同研究プロジェクト「アフターコロナを見据えた交通と通信の相互依存関係の学際的研究」の成果の一部である。

参考文献

安達弘展(2022)「新型コロナウイルスが出張に与えた影響と終息後の出張について」『運輸と経済』82 (6)、pp.42-47。

Felstead, A., and Henseke, G. (2017). “Assessing the growth of remote working and its consequences for effort, well-being and work-life balance.” *New Technology, Work and Employment*, 32, pp.195-212.

公益財団法人日本交通公社 (2019)『旅行年報 2019』

Gimenez-Nadal J. I., Molina, J.A., Velilla, J. (2018) “Telework, the Timing of Work, and Instantaneous Well-Being: Evidence from Time Use Data” IZA Discussion Papers, No.11271. (<https://www.econstor.eu/bitstream/10419/177075/1/dp11271.pdf>)

服部泰宏・江夏幾多郎・麓仁美 (2022)「リモートワーク・シフトとその揺り戻しの規定要因」高橋潔・加藤俊彦編『リモートワークを科学する I 調査分析編』、pp.200-223。

宮崎沙弥 (2021)「コロナ禍後の旅行再開を見据えたオンラインツアーによる地域との交流のあり方」JTB 総合研究所 <https://www.tourism.jp/tourism-database/column/2021/04/covid19-online-tour/> (2022 年 11 月 6 日最終アクセス)

守屋邦彦・池知貴大 (2021)「日本人ブレイジャー旅行者の特性と地域における取組みについての一考察」『観光研究』33 (3)、pp.37-45。

Nakahira, K., and Yabuta, M. (2017). “An Empirical Investigation of Tourism Demand Variability: The Gini Index and Entropy Measure Approach.” *IERC Discussion Paper*, 295.

中村彰宏 (2002)「交通と通話の代替・補完」『交通学研究』(45)、pp. 137-146。

中村彰宏・高尾美鈴・中村知誠・後藤孝夫 (2022)「オンライン化の進展による社会変容」『都市の持続可能な発展と公共財：東京・上海の都市比較研究』、pp.67-90、柊風舎。

大井達雄 (2022)「ジニ係数の差の要因分解手法を使用した宿泊需要の季節変動分析」『データサイエンス研究』1、pp. 19-35。

高木麟太郎・新井崇俊・今井公太郎 (2022)「ロジットモデルを用いたテレワーク頻度を考慮した居住地分布の考察」『都市計画論文集』57 (3)、pp.1079-1085。

辻本千春 (2021)「温泉地における「ワーケーション」についての考察—関係人口構築と旅行商品の視点から—」『日本観光研究学会全国大会学術論文集』36、pp.83-87。

山口涼・齊藤千紗(2022)「ポストコロナの働き方と鉄道事業者が注目すべき変化」『運輸と経済』82 (6)、pp.28-36。

ネット中立性原則とネットワーク投資をめぐる論点

実積寿也（中央大学）

1. はじめに

Society5.0 の実現やデジタル田園都市国家構想の推進に向けてあらゆる社会経済活動がインターネットへの依存を強めるにつれ、ブロードバンド網の拡充・強化は国家的・社会的な要請となっている。一方、市場経済を基盤とするわが国では、ネットワークの構築・維持は民間事業者委ねられている。

利潤最大化を目指す民間事業者の投資水準は限界便益と限界費用が均衡する点で定まる。その私的均衡が社会便益を最大化するためには、関連する便益と費用について十分な情報が共有されているという完全情報条件と、関連する便益と費用が漏れなく市場メカニズムの俎上に載っているという広範性条件、さらには完全競争条件を満たしたうえで、事業者自身の行動の自由が確保されている必要がある。しかしながら、ブロードバンド事業については、①情報通信分野の急速な技術開発により新規サービスが相次いで市場投入されること、②自然独占性が懸念されるネットワーク事業（ネット事業）については一定の料金規律が課されていることが通常であること、③ネット中立性によりネット事業のビジネスモデルには一定の制約が事実上存在すること、という特徴があり、上記条件の充足を期待することが困難であり、民間頼みのネットワーク整備では最適な結果を得られない。特に、ブロードバンド網の存在を前提にビジネスを展開する事業者（Over The Top 事業者 [OTT 事業者]）が、産業平均を大きく上回る収益力を示している現状は、ネットワーク投資が生み出す莫大な外部経済の存在を示唆しており、現行の投資水準は適正水準に対して過少である可能性が高い。

過少投資を改善し、社会便益を最大化するためには、ピグー流の課金等により外部性の内部化を行う必要がある¹。諸外国では、OTT 事業者にネットワーク投資への一定の貢献（“fair contribution”と称される）を追加的に求めるための検討が進んでいるが、わが国は、OTT 事業者からの貢献を求めることには消極的である。

本稿では、そうした議論を前提に論点を整理し、ブロードバンド網を適切に維持・拡充するための方策と、それがネット中立性にとってどのような意味を持つのかを議論し、政策提案を行う。

2. ネットワーク投資をとりまく現状・先行文献

ブロードバンド網を流れるトラフィックの急拡大が続いている。CISCO 社の推計²によれば、グローバル市場において、消費者が利用するトラフィックは 2017 年から 2022 年の 5 年間で 4 倍、月 292.8EB に、ビジネス利用については 3.1 倍、月 58.0EB に達し、TeleGeography（2023）の調査でも、同様の結果が得られている。増加に大きな貢献をしているのはビデオ配信であり、同じ期間で、消費者向けネットビデオのトラフィックは 4.3 倍、月 240.2EB に達し、2022 年時点で消費者トラフィックの 82%を占める。ビデオの発信元は OTT 事業者が主であり、これにより欧州のネット事業者に対し、総費用ベースで固定網に年間 80～100 億ユーロ、モバイル網には年間 280～300 億ユーロの負担が生じている（Frontier Economics, 2022）。同様の事情はわが国でも観察され、総務省の集計³によればトラフィック総量は急増しており、増加の主な原因はビデオ視聴であると推定されている。当該トラフィックがネットワークに大きな負担をかけている点については、カタル W 杯のネット配信（ABEMA）や 2023 年に WBC2023 の日本戦配信（Amazon Prime Video）がピーク利用量を更新した事実からも明らかである。

なお、利用者側が求めているのは単純な通信速度だけではない。ビデオが高精細になるにつれ、より高速な通信が求められることは事実であるが⁴、コンテンツ分野における成長エンジンとして注目を集めている e

¹ ピーク時には後述する ZPR の結果、ネットワークの過剰使用が招来され、OTT 事業者を原因とする外部不経済の発生がある。その場合、利用を抑制する方向で内部化を行うことが求められる。この点については本稿の主たる分析対象とはしない。

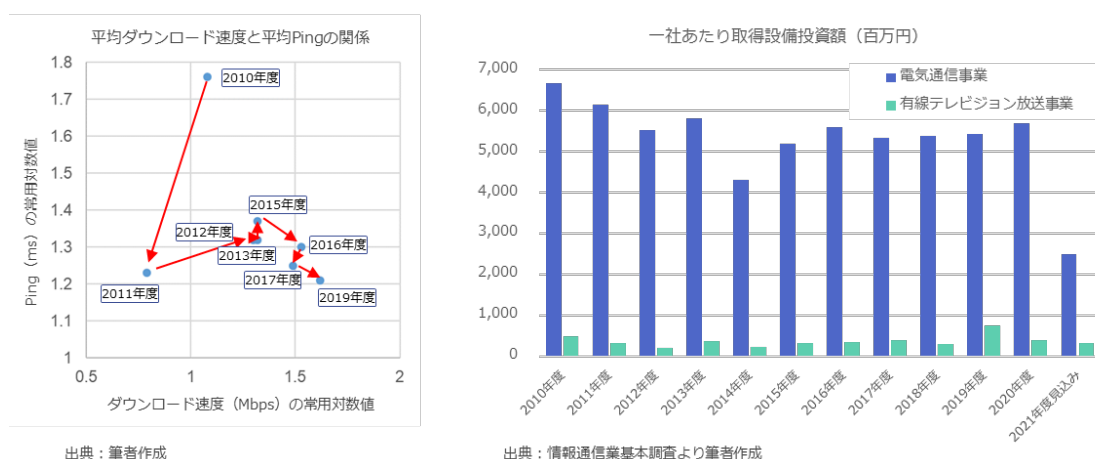
² https://www.cisco.com/c/dam/m/en_us/solutions/service-provider/vni-forecast-highlights/pdf/Global_Business_Highlights.pdf、https://www.cisco.com/c/dam/m/en_us/solutions/service-provider/vni-forecast-highlights/pdf/Global_Device_Growth_Traffic_Profiles.pdf

³ 「我が国のインターネットにおけるトラフィックの集計・試算—2022 年 11 月のトラフィックの集計結果の公表—」
(https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban04_02000210.html)

⁴ Netflix の場合は、HD 画質には 3Mbps、4K 画質には 15Mbps のダウンロード速度を推奨している。
(<https://help.netflix.com/ja/node/306>)

スポーツの分野では、遅延（レイテンシ）が極小な通信が必要とされており⁵、ネット事業者にとっては従来型の通信設備拡充以外にも、ルータ段数の縮小などを含むネットワークデザイン自体の変更までも要請される事態となっている。

こうした需要に対応するため、ネット事業者側では積極的な設備改善が実施されてきている（図表 1）。2010 年から 2019 年にかけて筆者が行った実証計測によれば、わが国の固定ブロードバンド環境ではまずレイテンシ改善が進み、その後、実効通信速度が高速化している⁶。投資水準については電気通信事業者が有線テレビ事業者を圧する水準である。加えて、わが国では、2025 年度末を目途に、周波数割当に条件付きオークションの導入が行うべく制度設計が進められている。実現の暁には、本制度はネット事業者にとっては投資費用増大をもたらす要因となる。



図表 1 わが国の固定ブロードバンド品質および設備投資の経年変化

一方、収入は低迷している。Omdia 社の資料⁷によれば、グローバル市場において通信事業者の契約者当たり平均収入（ARPU）は 2021 年以降の 5 年間で 4.2% 低下することが予想されている。国内の状況も同様であり、NTT 東西が提供するフレッツ光や、モバイル各社の ARPU も過去 5 年程度は低下傾向を示している^{8,9}。

旺盛な投資需要を支えるためには、顧客単価を改善するか、新たな収入源を見出す必要がある。しかしながら、電気通信事業・サービスについては、自然独占性の存在が想定され、さらに、社会経済活動を支える不可欠性をもつため、料金設定は一定の外部制約に服している。制約は公正報酬率規制のように法規制に基づくものばかりではない。2018 年 8 月の官房長官発言を嚆矢とする携帯料金値下げ要請のような政治的制約も存在する。新たな収入源としては、①非通信サービスの拡充、および、②OTT 事業者への課金、という二つの方策がありうる。方策①は、料金値下げを強いられたわが国の携帯各社が追求している道であり、大手 3 社の 2021 年度決算で、営業利益における「非通信事業」の割合は 4 割まで成長している¹⁰。方策②については、日本以外で模索されているものであるが、ネット中立性で尊重されるゼロ・プライス・ルール（ZPR）との抵触が指摘され、あまり普及していない。

⁵ 「格闘ゲーマーにとって『光は遅すぎる』60 分の 1 秒』単位で競うスゴい世界」（J-CAST ニュース, 2017/4/14）（<https://www.j-cast.com/2017/04/14295666.html?p=all>）

⁶ ただし、高速化のプロセスで事業者間競争が激化し、広告表示に用いられる上限表示速度が実効速度を上回る速度で改訂された結果、通信品質に関し利用者側の完全情報条件が損なわれる事態が発生している（実積, 2022）。

⁷ “Telecom services revenue will fall 4.2% per user as new tech fails to deliver enough value by 2027”（Omdia, 2022/10/13）（<https://omdia.tech.informa.com/pr/2022-oct/omdia-telecom-services-revenue-will-fall-42-per-user-as-new-tech-fails-to-deliver-enough-value-by-2027>）

⁸ 「NTT アニュアルレポート 2022」（<https://group.ntt.jp/newsrelease/2022/09/30/220930b.html>）、「テレコミュニケーション虎の巻」（KDDI, 2022/7/1）（https://www.kddi.com/extlib/files/corporate/teletora/pdf/kddi_toranomaki2022.pdf）

⁹ 過去 3 年間は新型コロナ対策としての行動制限の結果であり、対策緩和に伴い ARPU はプラス方向への圧力を受けるという見解も存在する。（例えば、『魔の 3 年』が終わる携帯大手、業績回復へステルス値上げ?」（日経クロステック, 2023/1/25）における堀越発言（<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/02324/012300007/>））

¹⁰ 「非通信事業への収益モデル転換を推進するなか、懸念される携帯会社の設備投資へのモチベーション」（ケータイ Watch, 2022/10/4）（<https://k-tai.watch.impress.co.jp/docs/column/mca/1443676.html>）

そもそも、ZPR は着信トラヒックへの課金を禁じるというルールであり、公式な法的根拠等はなく、標準的な契約慣行に過ぎない。しかしながら、Nuechterlein (2008) 等は、これがネット中立性の本質だと主張する。ZPR を重視する理由は、支配的プロバイダ (ISP) による交渉力濫用を防ぐためであり、着信を無料にし、ISP による OTT 事業者 (特に、コンテンツ・アプリケーション事業者) への差別を不可能にすることで、ネットワークのオープン性・中立性を維持できることが期待されている¹¹。Lee and Wu (2009) や D'Annunzio and Russo (2015) は、ZPR がいない場合、コンテンツ差別を通じて、ネット空間の分断が発生するとを予測している。また、Lee and Wu (2009)、Chettiar et al. (2010) や Chettiar and Holladay (2010) は、ネット事業者の負担によってネットワーク無償利用を許容することで OTT 事業者を補助する仕組みとして ZPR を評価している。ZPR が経済厚生に及ぼす影響については未だ確定的な結論は得られておらず、先行研究¹²で扱われているモデル分析では前提条件に応じて異なる結果が得られている。ただし、それらモデルでは、ネット品質の改善が新たなリッチコンテンツや新アプリの導入を可能にする点や、コンテンツ品質の改善が ISP の市場受容性を高める点は考慮されていない。

3. 各国の議論

以降では、ZPR を緩和し、OTT 事業者に一定の負担をシェアさせることで、ブロードバンド網構築を促進するという方策②に注目する。まず、韓国では、SK Broadband (以降、SK) が Netflix に対してネットワーク増強費用の一部負担を要求しており、両者は 2020 年 4 月以来、法廷論争中である。SK 側は Netflix コンテンツ配信のために増設した国際回線費用および国内ネットワークの利用費用を請求し、Netflix 側はそれに対し要求はネット中立性違反であると反論した。2021 年 6 月に下されたソウル中央地裁判決では、①ネット中立性はトラヒック公平取扱い原則で本件には無関係、②Netflix 社には費用負担義務あり、③具体的な負担額の水準については当事者交渉で決定すべき、とされた。具体的な負担方法について、Netflix 側は自社の提供するコンテンツ配信ネットワーク (CDN) である Open Connect Appliance (OCA) の提供を申し出ているが、SK 側は拒否している。本件については、その後、Netflix が上告を行い、高裁で審議中である。本件は韓国国会でもその解決策が検討されており、その一つの結果として ISP と OTT 事業者間の契約締結や対価支払い等を義務付ける電気通信事業法改正が実施され、通称 Netflix 法と呼ばれる条項が設けられている。

同様の検討は、他の国々でも観察される。例えば、米国連邦通信委員会 (FCC) の Carr 委員は、電話料収入が減少するなかでユニバーサルサービス基金を支えるために、ネットにフリーライドしている巨大 OTT 事業者への課金を法制化すべきという意見を表明している (Carr, 2021)。さらに、FCC は 2022 年 8 月に議会に提出したレポート (FCC, 2022) の中で、コンテンツ事業者等への課金に肯定的な意向を示し、議会に対し必要な立法手続きをとることを求めている。

欧州も例外ではない。本問題については 2000 年代後期以降、議論が継続されてきており、ネット事業者の団体 (European Telecommunications Network Operators' Association [ETNO]) は発側ネットワーク支払い (Sending party network pays [SPNP]) を ISP 間の清算原則にすべきであるという主張を繰り返していた (ETNO, 2012)。さらに近年では、欧州の電気通信事業者 13 社の CEO は、2021 年 11 月 29 日に共同声明 (Arnoldner et al., 2021) を公開し、大量のトラヒックの発生者である巨大 OTT 事業者は電気通信事業者のネットワーク投資に対して応分の負担を負うべきことを主張している。実際、共同声明に参加しているドイツテレコムは、2021 年 7 月、Meta 子会社 Edge に IP トランジット費用の支払いを求めてボン地裁に提訴中である¹³。こうした事業者からの要望を受け、2022 年 5 月 2 日には EU のベステアー上級副委員長 (競争政策担当) は、ネットワーク費用の公平な負担について検討する必要性について言及した¹⁴。報道によれば、制度設計にむけての協議は 2023 年 1Q に開始される予定である¹⁵。さらに、他の先進国と比べてブロードバンド投資が年 650 億ユーロ程度不足しているという想定 (EIB, 2016) をベースとしてネットワーク投資負担をブロードバンド受益者全般に

¹¹ ZPR が存在したとしても、競争条件が平等になるわけではない。大手 OTT 事業者は、CDN 機能を利用することで、自らの利用者に対して高品質なサービスを提供できる。ZPR は、中小事業者が採りうる競争戦略の幅を狭める効果も有する。

¹² Hemphill (2008)、Musacchio et al. (2009)、Schuett (2010)、Cheng et al. (2011)、Borreau and Lestage (2019)、Jitsuzumi (2022) など。

¹³ なお、本訴訟については現在、反トラスト法裁判所に移管されている。

¹⁴ <https://www.reuters.com/business/media-telecom/eus-vestager-assessing-if-tech-giants-should-share-telecoms-network-costs-2022-05-02/>

¹⁵ <https://minpo.online/article/-itisp.html>

拡大する方針を定め¹⁶、2023年5月19日を締切として関連情報を収集中である¹⁷。他方、英国では、ネット中立性規則の緩和を念頭に検討プロセスを2022年10月に開始した Ofcom は、OTT 事業者への課金の意義は認めつつも、それを制度化するには根拠が不十分であると表明し (Ofcom, 2022)、規制化には消極的である。

ネット中立性原則の遵守の立場を永らくとってきたインドでは、モバイル事業者団体 (Cellular Operators Association of India) が OTT 事業者への課金に積極的であり、法的枠組みの導入を政府に求めている一方、インターネット&モバイル協会 (Internet and Mobile Association of India) はそうした措置は国内の OTT スタートアップの成長を害するとして反対の意向を示している¹⁸。

これらに対し、日本での議論は、ブロードバンドサービスを基礎的電気通信役務に包含する際の議論を除き見るべきものはない。2022年6月13日、固定ブロードバンドをユニバーサルサービスの対象とする電気通信事業法の改正が成立した。年間約227億円と推定される必要経費は、大手ネット事業者が拠出する仕組みである。「ブロードバンド基盤の在り方に関する研究会」の議論においては、ブロードバンドサービスの受益者として OTT 事業者の負担可能性も議論の俎上には載ったようであるが、2022年2月にまとめられた最終報告書¹⁹においては「ネットワークのコスト負担の在り方全体を巡る議論の中で、中長期的な視点から、海外の事例も参考にしつつ、総合的に検討していくことが適当である」(脚注32)として結論が先送りされた結果、2023年6月16日施行予定の電気通信事業法第110条の5においては、基礎的電気通信役務支援機関は年度ごとに一定事業規模以上のネット事業者から第二種負担金を徴収可能とされた。

4. 政策提案

ネットワーク拡充は、エンドユーザーのネット利用体験 (Quality of Experience [QoE]) の改善を通じて、投資主体に収入増という直接便益をもたらすことに加え、ネットワーク上でビジネスを展開する OTT 事業にも事業環境の改善というメリットをもたらす。後者については外部性を構成するため、放置した場合、ネットワーク投資の水準が最適を下回り、同時にコンテンツ生産が過大となる。外部性の存在を実証的に明らかにすることは困難ではあるが、外部性の主な受益者である大手 OTT 事業者の営業利益率が産業平均を大幅に上回っていることは、享受している外部性の大きさを一部示唆する。

こうした外部性の下での資源配分最適化には、内部化の工夫が欠かせない。ミクロ経済の枠組みでは、Pigou 税 (もしくは Pigou 補助金) の水準にトラヒック単価を設定した paid peering の採用が一つの解として提案される。最適均衡点で発生する限界外部効果の水準に設定された税を外部経済の享受側 (あるいは外部不経済の発生側) に付加することで資源配分の最適化を達成できる。ただし、最適税率の設定には、外部経済や市場需要、供給に関する情報を十分に知悉している必要がある。そもそも、ネットワーク容量をトラヒックに対して機械的に公平配分することは、コンテンツやアプリ毎に要求するトラヒック量やパターン、要求品質が異なる以上、社会厚生最大化とは相容れない。最適な配分は、通信容量利用の限界費用と、当該容量の活用によって実現される各コンテンツの限界品質改善が均衡する点に得られる。Pigou 税による解決は、情報の非対称性が不可避な規制庁には困難である。

OTT 事業者側が常に外部性の受益側であり、Pigou 税の負担側であるとは限らない。Viard and Economides (2014) は、利用可能コンテンツの増加がブロードバンド需要に与えるプラスの影響、すなわち外部経済をもつことを実証的に示している。この場合、私的均衡として得られるネットワーク規模は過剰水準となり、逆にコンテンツ投資は過少となる。結果として Pigou 税を負担すべきはネット事業者側である。

外部性が双方向に発生している可能性を考えれば、最適な資金移動が最終的にどちら方向に発生するのかは実証的な課題となるが、最適税率の決定には情報に近い当事者自身の積極的関与が望ましい。当事者間交渉で効率的に最適税率を決定する手法として本稿では図表2に示すような二種類の新市場の創設を提案する。適切な競争フレームワークの下で、関係者が公開の市場取引を通じて均衡点を探ることでコースの定理が予

¹⁶ “Communication From The Commission To The European Parliament, The Council, The European Economic And Social Committee And The Committee Of The Regions Establishing a European Declaration on Digital rights and principles for the Digital Decade,” COM/2022/27 final

¹⁷ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/consultations/future-electronic-communications-sector-and-its-infrastructure>

¹⁸ https://www.exchange4media.com/digital-news/ott-players-must-pay-telcos-for-using-their-network-coai-to-govt-123981.html?fbclid=IwAR2XZE8Q9F2cpP9lBgrwMjZ_bCgpDKQHGR8iIXGc64uMjG-bFo7DZQh9klQ

¹⁹ 「ブロードバンド基盤の在り方に関する研究会最終取りまとめ」(https://www.soumu.go.jp/main_content/000791565.pdf)

測する通り社会的余剰の最大化を図ることが期待できる。

第一の市場は、ネットワーク整備が OTT 事業者に及ぼす外部経済への対処を目指すもので、混雑時に通信品質の大きな低下を回避できるサービス（具体的にはベストエフォート（BE）品質を超える品質の提供であり、幹線部分の通信容量やエッジサーバーの容量確保によって実現される）を取引対象にする。高い通信品質（Quality of Service [QoS]）を求める OTT 事業者は、本サービスを利用することでいわゆる fast lane を獲得する。本市場の創出においては当該ネット事業者が提供を行う BE 品質の明文化や、トラヒック増に対応した将来の投資計画の策定・公開が必須である。本市場が理想的に機能すれば、過少水準に留まるネット容量が最適となることに加え、配信単価の上昇に直面する OTT 事業者によってトラヒック節約型の採用・開発が促進される結果、エコシステムの環境負荷軽減が期待できる。懸念すべきは、市場支配力を持つネット事業者による取引制限・差別や、ネットワーク投資削減による希少性演出の可能性である。ただし、これらは通信法制ではなく競争法制により対処すべき事項である。BE 品質の低下には無頓着にトラヒックを流し込む事業者への対処も必須であり、積極的なトラヒック制御や、発生する外部不経済の原因者への Pigou 税付加（あるいは、排出権取引市場のように最大利用量を設定し有料で販売する）などの解決策が想定できるが、その場合、ネット中立性原則への抵触についての検討も必須である。

創設すべき第二の市場は、コンテンツ配信権市場である。サッカーW 杯や WBC などの人気コンテンツについての配信権市場はすでに確立しているが、ここでは、その対象を全コンテンツに拡大することを提案する。ゼロ価格やマイナス価格でしか取引が成立しないコンテンツが生まれる余地はあるが、OTT 事業者が発生させる外部経済の内部化を通じて最適資源配分が実現できる。懸念すべきは、人気コンテンツ・アプリの保有を基礎とした市場支配力を持つ OTT 事業者による取引制限・差別と、人為的なコンテンツ生産制限の可能性であり、これらも第一の市場の場合と同じく競争法制による対処が必要である。長期的には、コンテンツ生産量が増加し、トラヒックを多く発生するリッチ化が進むことが想定できる。他方、ネット事業者の財務状況は悪化し、5G や beyond 5G 向けの設備投資にはブレーキがかかる可能性がある。

	Fast Lane市場	コンテンツ配信権市場
設定目的	ネットワーク投資によりOTT事業者に対して発生する外部経済の内部化	コンテンツ投資によりネット事業者に対して発生する外部経済の内部化
概要	- 私的均衡で得られるQoSをBE水準であると定義 - 将来のトラヒック増に対応する投資計画については可能な限り明確化し、予想されるBE水準について情報開示 - OTT事業者がBE水準を超えるQoSを求める場合は、ネット事業者から追加QoSを有料購入 - 対象は幹線容量やエッジサーバー容量など - ユーザー自身によるローカル部分の自発的強化は可能	- コンテンツ・アプリの時限独占配信権を取引 - 料金水準はコンテンツの人気度に依存。場合によってはマイナス価格もありうる - オークションによる価格決定が可能
主な効果 ●：プラス効果 ■：マイナス効果	● ネットワーク投資の加速 - 平均QoS改善、ユニバーサルサービスへの貢献 ● コンテンツ・アプリの過剰供給・消費の是正 ● トラヒック節約型技術開発の促進 - エネルギー節約、SDG friendlyな均衡の実現 ■ 弱小OTT事業者の退出によるコンテンツ市場寡占化	● コンテンツ・アプリ量の過少供給の是正 ● コンテンツ品質改善が加速 ■ ネットワーク投資の減速 - 平均QoSの低下 - ユニバーサルサービス毀損 ■ 弱小ネット事業者の退出による寡占化
政策上の懸念	- ネット事業者による市場支配力濫用 - Fast Lane市場での反競争的行為・独占価格設定 - ネット投資削減による希少性水増し - 過剰流入コンテンツへの対処 - DPI活用による積極的帯域制御 - 最低BE水準の法定化を通じた規制介入 - ピーク時におけるPigou的な混雑料金設定 - ピーク時利用権の販売 - ネット中立性原則との抵触 - ZPR、トラヒックの公平取扱い	- OTT事業者による市場支配力濫用 - 配信権市場での反競争的行為・独占価格設定 - コンテンツ制作抑制による希少性水増し - なお、OTT事業者はネット中立性原則の対象ではない

図表 2 二つの市場の創設

この二種類の市場取引を事業者間で相殺すれば最終的な資金移動の規模や方向が定まる。いずれにせよ、当事者間交渉による ZPR 撤回を許容することが必須である。情報公開を徹底し、競争法制を適切に運用する

ことで、ZPR が本来目指していた支配的プレイヤーの市場支配力濫用を抑制することが期待できよう。

5. おわりに

ブロードバンド社会を支えるインターネット、さらにそれを支えるネットワーク設備は社会全体に大きな便益をもたらしており、今後とも不可欠なインフラであると考えられている。しなしながら、その提供責任は民間事業者であるネット事業者の双肩にかかっており、外部性内部化の施策が十分とはいえない現状では資源配分が最適とはいえない。本稿ではこの問題に着目し、諸外国での議論の状況を取りまとめたうえで、新市場創設の提案を行った。ただし、この仕組みを実地に移すためにはネット中立性の目指すべき価値について改めて再検討を行い、その達成方策の議論を行うことが必要である。本問題に関わる関係者を広範に巻き込んだうえで早急に議論を進めることが求められる。

参考文献

- Arnoldner, T., Andreev, N., Boutin, G., Brekke, S., Farwerck, J., Fonseca, A., Höttges, T., Jansen, P., Kirkby, A., Pallete, J.M.A., Read, N., Richard, S., and Schaeppli, U. (2021) “Joint CEO Statement: Europe needs to translate its digital ambitions into concrete actions,” available at <https://etno.eu/news/all-news/717-ceo-statement-2021.html>
- Bourreau, M. and Lestage, R. (2019) “Net neutrality and asymmetric platform competition,” *Journal of Regulatory Economics*, 55, 140–171.
- Carr, B. (2021) “Opinion: Ending big tech’s free ride,” *Newsweek*, May 24, available at <https://www.newsweek.com/ending-big-techs-free-ride-opinion-1593696>
- Cheng, H.K., Bandyopadhyay, S. and Guo, H. (2011) “The debate on net neutrality: A policy perspective,” *Information Systems Research*, 22(1), 60–82.
- Chettiar, I.M. and Holladay, J.S. (2010) “Free to invest: The economic benefits of preserving net neutrality,” Report No.4, Institute for Policy Integrity, New York University School of Law.
- Chettiar, I.M., Holladay, J.S., and Rosenberg, J. (2010) “The value of open: An update on net neutrality,” Policy Brief No.9, Institute for Policy Integrity, New York University School of Law.
- D’Annunzio, A. and Russo, A. (2015) “Net neutrality and internet fragmentation: The role of online advertising,” *International Journal of Industrial Organization*, 43, 30–47.
- European Investment Bank (EIB) (2016) *Restoring EU competitiveness: 2016 updated version*, available at https://www.eib.org/attachments/efs/restoring_eu_competitiveness_en.pdf
- European Telecommunications Network Operators’ Association (ETNO) (2012) “ETNO paper on Contribution to WCIT: ITRs Proposal to Address New Internet Ecosystem,” available at <https://www.etno.eu/datas/itu-matters/etno-ip-interconnection.pdf>
- FCC (2022) “Report on the future of the Universal Service Fund,” DA/FCC#: FCC-22-67, Docket/RM: 21-476, available at <https://www.fcc.gov/document/fcc-reports-congress-future-universal-service-fund>
- Frontier Economics (2022) “Estimating OTT traffic-related costs on European telecommunications networks: A report for Deutsche Telekom, Orange, Telefonica and Vodafone,” available at https://www.telefonica.com/es/wp-content/uploads/sites/4/2022/05/2022-03-30-Frontier_Fair-Share_FINAL-REPORT.pdf
- Hemphill, C.S. (2008) “Network neutrality and the false promise of zero-price regulation,” *Yale Journal on Regulation*, 25(2), 135–179.
- 実積寿也 (2022) 「固定ブロードバンドの実効速度に関する分析—2009 年～2020 年の計測データからの知見」『公益事業研究』, 73(2), 13–28.
- Jitsuzumi, T. (2022) “Economic impact of asymmetric paid peering: Implications of the Netflix vs. SK Broadband dispute,” Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4178217> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4178217>
- Lee, R.S. and Wu, T. (2009) “Subsidizing creativity through network design: Zero-pricing and net neutrality,” *Journal of Economic Perspectives*, 23(3), 61–76.
- Musacchio, J., Schwartz, G., and Walrand, J. (2009) “A two-sided market analysis of provider investment incentives with an application to the net-neutrality issue,” *Review of Network Economics*, 8(1), 22–39.
- Nuechterlein, J.E. (2008) “Antitrust oversight of an antitrust dispute: An institutional perspective on the net neutrality debate,” *Journal on Telecommunications and High Technology Law*, 7(1), 19–66.
- Office of Communications (Ofcom) (2022) “Net neutrality review: Consultation,” available at https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0028/245926/net-neutrality-review.pdf
- Schuett, F. (2010) “Network neutrality: A survey of the economic literature,” *Review of Network Economics*, 9(2), 1–13.
- TeleGeography (2023) *The State of the Network 2023 edition*, available at <https://www2.telegeography.com/download-state-of-the-network>
- Viard, V.B., and Economides, N. (2014) “The effect of content on global Internet adoption and the global “digital divide”,” *Management Science*, 61(3), 665–687. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2013.1875>

レストラン列車の勝算

湧口 清隆（相模女子大学人間社会学部教授）

安達 晃史（大阪産業大学経営学部准教授）

那須野 育大（大阪産業大学経営学部准教授）

要旨 車内で食事を楽しむことを目的とする「レストラン列車」が全国的に増えている。料理や料金にバリエーションはあるものの概ね 10,000 円を超える料金で運行事業者の収入は確保できる反面、経費も大きく、鉄道事業者の収益にあまり貢献しないのではないかと、また共倒れするのではないかとという疑問も生ずる。しかし、レストラン列車の費用構造や運行方式（専用車両か否か、編成の長短など）を勘案すると、各鉄道事業者は概ねさまざまな観光列車の中から収益を最も見込める方式でレストラン列車を導入し、営業していることがうかがえる。鉄道会社の立地と輸送密度の関係からレストラン列車の勝算を明らかにする。

I. はじめに

車内で食事を楽しむことを目的とする「レストラン列車」は、当初ごく少数の第3セクター鉄道で導入されたが、2010年代以降、JR各社、数多くの第3セクター鉄道、さらに一部の大手民鉄に拡大している。全国各地にレストラン列車が登場し、供食形態により代金は異なるものの多くは10,000円以上の価格で営業を行うなかで、定期外利用者の集客手段であるべきレストラン列車が共倒れになる危険性はないのであろうか。また、概して定員が少ないなかで鉄道事業への収益に大きく貢献するものなのであろうか。さらに、沿線地域との協業として有効かつ効果的な手段となっているのであろうか。

筆者らはレストラン列車を含む「観光列車」を運行する鉄道事業者にアンケートを実施する一方、ヒアリングを重ねてきた。それらの結果を踏まえ、本稿ではこれらの疑問に対し定性的かつ定量的に回答するとともに、①レストラン列車の事業としての成功条件と②赤字路線の維持存続に果たす役割を明らかにしていきたい。

II. レストラン列車の定義と既往研究

(1) 観光列車、レストラン列車の定義

本稿では、既往文献の定義に基づき、「鉄道利用者が乗車目的でわざわざ選択して乗車する本源需要としての列車」を「観光列車」とする（安達・宋・湧口 2021、p.131）。また、乗車の主たる目的が飲食かつ車内泊を伴わない列車で、①乗客全員に飲食物を提供する、②弁当を除く食事の事前予約サービスを実施している、③食堂車、カフェなど飲食専用車両を連結している、のいずれか1つ以上の条件を満たす列車を「レストラン列車」とする（那須野 2018、p.11）。

尤もこれらの定義も完璧なものではなく、例えば、鉄道マニアが廃車直前の車両への乗車を目的に定期列車に乗車する場合¹や、編成の一部だけが食堂車やカフェで飲食目的ではない乗客も存在する場合²も、「観光列車」や「レストラン列車」に該当してしまうことから、定義の適用にあたっては一定程度の補正が必要であろう。一方で、これらの定義に基づけば、「レストラン列車」は「観

光列車」に包摂されるといえる。以上の点を考慮して、本稿では表1に掲げる列車を「レストラン列車」として定義し、分析を行う。

(2) 既往研究

観光列車に関する既往研究としては、観光列車全般を横断的に分析したものと個別の観光列車を事例研究したものに大別される（安達・宋・湧口 2021、pp.132-133）。レストラン列車を横断的にかつ経営的視点で研究したものは那須野（2018）だけで、事例研究として「ながら」号を対象とした坂本・大野（2016）、「伊予灘ものがたり」を対象とした米田（2015）、藤田（2019）、「ろくもん」を対象とした張（2019）が挙げられる。これらの研究では主として乗客が観光列車に見出す価値に注目が置かれ、鉄道事業者の経営面の分析は行われてこなかった。その背景として、黒字か赤字かも含め、鉄道事業者から経営面に関するデータが得られにくかったことが挙げられる。

安達・宋・湧口（2021）は、コロナ禍前のデータをもとに、定期外旅客比率など路線特性と導入された観光列車のタイプとをクラスター分析で関係づけ、①レストラン列車を運行する鉄道事業者の定期外旅客比率は低い傾向にある、②レストラン列車以外の観光列車を運行する鉄道事業者の定期外旅客比率は高い傾向にある、③観光列車事業を行う鉄道事業者の運輸収入は定期外旅客比率が高い事業者と低い事業者で大きく、中程度（40～50％）の事業者では小さくなりがちであることを示した（安達・宋・湧口 2021、p.133）。そのうえで、鉄道事業者の収益増加目的だけを考慮するとレストラン列車の導入が最適解にならないことを示唆した。この点を踏まえ、安達・宋・湧口・那須野（2022）は、2021年2～3月に観光列車を運行する鉄道事業者アンケートを実施し、因子分析結果をもとに、観光列車を黒字化させていくためには、鉄道事業者の収益増加目的だけではなく観光入込客増加という地域活性化目的も反映させたものでなければならないことを明らかにした。

一方、那須野・安達・湧口（2023）は、しなの鉄道「ろくもん」の状況を前提として、（コロナ禍前の定員で）平均乗車率80％、収支均衡乗車率50％で、存続が俎上に上がる函館本線南側区間に各種観光列車を導入した場合の収支試算を出している。

表1 レストラン列車一覧

	列車名	編成	厨房	乗車方法
1	ながまれ海峡号	1		T
2	ごっつお玉手箱列車	1		T
3	TOHOKU EMOTION	3	○	T
4	海里	4	△	T*
5	フルーティアふくしま	2	△	T
6	西武 旅するレストラン「52席の至福」	4	○	T
7	富士山ビュー特急	3		T*
8	THE ROYAL EXPRESS	8	○	T
9	越乃 Shu * Kara	3	△	T*
10	えちごトキめきリゾート雪月花	2	△	T
11	一万三千尺物語	3	○	T
12	ろくもん	3	△	T*
13	特急北信濃ワインパレー列車	4	△	T
14	のと里山里海号	2		
15	花嫁のれん	2		
16	ベル・モンターニュ・エ・メール～べるもんた～	1	△	
17	急行大正ロマン号(食堂車)	2～		T*
18	ながら	2	△	T*
19	薬草列車・しし鍋列車	1		T
20	青の交響曲	3	△	T

	列車名	編成	厨房	乗車方法
21	特急しまかぜ	6	○	
22	丹後くろまつ号	1	△	T
23	WEST EXPRESS 銀河	5		T
24	etSETOra	2	△	
25	あめつち	2	△	
26	四国まんなか千年ものがたり	3	△	
27	伊予灘ものがたり	3	△	
28	志国土佐 時代の夜明けものがたり	2	△	
29	特急36プラス3	6	○	T
30	ことごと列車	2	○	T
31	THE RAIL KITCHEN CHIKUGO	3	○	T
32	或る列車	2	△	T
33	ふたつ星4047	3	△	T
34	しまてつかフェトレイン	2		T
35	おれんじ食堂	2	△	T*

○：厨房
△：簡易厨房

T：ツアー
T*：一般車あり

出典：筆者作成

Ⅲ. レストラン列車の費用構造

報告者はこれまで JR 各社を除く日本各地の鉄道事業者を訪問して、観光列車やレストラン列車に関するインタビュー調査を複数回実施してきた。ここから、レストラン列車の費用構造に関する2つの特徴が見えてきた。

第一は、レストラン列車の導入時、事業者負担は一部にとどまる点である。実際、2021年9月17日（金）に実施した長良川鉄道へのインタビュー調査によると、レストラン列車「ながら」の導入時には、国や自治体の補助金が充当され、事業者負担は限定的であったという。また、2022年9月5日（月）に実施したえちごトキめき鉄道へのインタビュー調査によると、2016年の観光列車「雪月花」の導入時には、県が約6億円の費用を全て負担しているとのことであった（事業者負担はゼロ）。ただし、この点は初期費用が減免されていることを意味しているだけで、車両整備費等の維持・管理費用は鉄道事業者負担である点は留意しなければならない。

第二は、レストラン列車の利益率の低さである。多くのレストラン列車の利益率は10%程度にとどまり、必ずしも儲かるとは言えない。2022年2月28日（月）に実施したしなの鉄道へのインタビュー調査によると、「コロナ前においても、レストラン列車『ろくもん』は運行経費がかかるため、『たくさん稼げる』という状況ではなかった」という。また、同年9月5日（月）に実施したえちごトキめき鉄道へのインタビュー調査によると、「レストラン列車『雪月花』は2021年度黒字であったが、大きな利益を上げられるものではない」とのことであった。

たしかに、乗車料金を見ると、「ろくもん」は15,800円、「雪月花」は24,800円と大きい。しかし、手元に残る利益は少ない。この理由は、レストラン列車の利益が次のように計算されることによる。すなわち、まず売上から経費（人件費、料理代等）が控除されて、手元に残る金額が粗利益となる。次に、この粗利益は、鉄道事業の会計原則に基づき、運賃と料金部分が「鉄道運輸収入」に、これ以外の料理やサービスに関する部分が「運輸雑収入」に、それぞれ計上される。このうち後者の運輸雑収入が、レストラン列車の利益と見なされるのである。しなの鉄道担当者によると、「レストラン列車『ろくもん』の効果は、運輸雑収入の増加に大きく出ている」とのことであった。なお、多くのレストラン列車では利用当日分の全線乗車券がセットされているために、運賃と料金部分は全線一日乗車券及び指定席・グリーン料金相当である。

このように、レストラン列車の利益は運輸雑収入に基づき計算されるため、利益率は10%程度にとどまり、必ずしも儲かるとは言えない。他事業者においても、仮に観光列車の乗車料金を1人当たり10,000円とした場合、利益は1,000円程度と考えられる。しかし、この利益率は、飲食企業における営業利益率平均8.6%³と概ね同様の数値であり、必ずしも低いものではない点に留意が必要である。上述の会計原則に基づく、経費部分は概ね7割程度と見込まれる。飲食店の食材原価は価格の2～3割と言われる状況を考慮すると、レストラン列車だから乗車賃がかかって、その分食事が犠牲になっているということはないと言える。

Ⅳ. レストラン列車の勝算

報告者は JR 各社へのインタビュー調査は行えずにいるが、上述の費用構造をもとにレストラン列車の運営の特徴を挙げると、以下の点が指摘できるであろう。

- レストラン列車のうち、専用車両を用いているケースでは車両購入費・整備費の回収はレストラン列車の料金から行うことが想定されていない。
 - 導入時の補助金の存在
 - 飲食なしコース向けの車両特別料金の活用

- 主たる顧客層の居住地からレストラン列車乗車地までの交通費支払いを勘案（主に JR 各社のケース）
- 輸送密度が低い路線では、日中 20～30 人程度の乗客増加でも、輸送密度を上げることが可能になる。
 - 輸送密度が小さい路線ほど 1 両編成のレストラン列車が採用される傾向が高い
 - 専用車両を設ける場合には稼働率向上のために平日団体ツアー客の集客が重要になるが、ツアーの顧客層が中高年層で、レストラン列車のターゲットと合致
 - 平日団体ツアー客の存在を考慮すると、観光バスとの定員の見合いで 1 両では輸送力不足となり 2 両必要になるが、個人向け営業では専用車両 2 両を埋めることは困難なため、食事なしコースの設定が必要
 - 専用車両を用いない場合には、個人向け営業のレストラン列車は 1 両となりがち
- 乗車率 100%はそもそも難しい。
 - 個人客の存在を考えると、相席を行わない限り、乗車率 100%は難しい。4 人掛けに 3 人なら 75%、平均 80%が現実的な乗車率
 - JR の列車を中心に座席と食事の予約を切り分けることにより、相席を促している可能性も示唆される
 - 飲食は事前予約制で経費のロスを防げることから損益分岐点は概ね 50%強か
- 集客面でメリットが大きい。
 - 沿線に有名な観光施設がない場合でも、食事を提供する店舗や料理人を売りにすることで集客しやすい
 - 車両と異なり料理は無限の差別化が可能で、リピーター客を集客しやすい
 - ふるさと納税との相性が良い

これらの点を大会報告では具体的数値及び統計分析から明らかにし、中小鉄道事業者の観光列車としてレストラン列車に勝算があることを示していく。

<注>

¹ JR 北海道においてキハ 183 系廃車前に「オホーツク」などの定期特急列車に乗車する場合

² 近鉄特急において「しまかぜ」の乗客の大半は定員上も乗車目的上もカフェを利用しないものの、「しまかぜ」はレストラン列車と定義されてしまう。

³ 経済産業省(1998)参照。一般的に飲食企業では固定費の割合が高いため、利益率は低い傾向にある。

<追記>

本研究は科研費基盤研究(C)「観光列車と沿線地域の持続可能性－協働メカニズムの「見える化」に関する実証研究－」（課題番号 22K12625）の研究成果の一部である。

<参考文献>

安達晃史・宋娟貞・湧口清隆(2021)「観光列車の類型化と受益者負担メカニズムへの定量的アプローチ－パネルデータ分析による基礎的考察－」『交通学研究』第 64 号、pp.131-138.

安達晃史・宋娟貞・湧口清隆・那須野育大(2022)「アフターコロナにおける観光列車と沿線地域の在り方」『交通学研究』第 65 号、pp.51-58.

経済産業省(1998)「商工業実態基本調査」大臣官房調査統計グループ企業統計室.

<https://www.meti.go.jp/statistics/tyo/syokozi/index.html>（閲覧日：2022 年 12 月 3 日）

坂本桂二・大野貴司(2016)「ローカル鉄道経営における観光列車導入の可能性：長良川鉄道における観光列車導入を事例として」『地域経済』第 35 集、pp.25-34.

張茜(2019)「観光列車の運行と沿線地域の活性化に関する考察：しなの鉄道・観光列車「ろくもん」を事例として」『立教観光学研究紀要』第 21 号、pp.59-60.

那須野育大(2018)「鉄道経営と地域活性化に関する一考察：レストラン列車のマーケティング」『公益事業研究』第 70 巻 第 1 号、pp.11-24.

- 那須野育大・安達晃史・湧口清隆(2023)「観光列車による赤字路線活性化の可能性ー新しい利用価値・非利用価値の検討ー」『交通学研究』第 66 号、pp.55-62.
- 藤田知也(2019)「観光列車の導入による地域経済への効果とその課題ー観光列車「伊予灘ものがたり」を事例に」『観光学術学会『観光学評論』第 7 巻 第 2 号、pp.83-94.
- 米田誠司(2015)「観光列車における観光価値の生成過程に関する一考察 ー観光列車「伊予灘ものがたり」にみる関係性の構築からー」『日本観光研究学会全国大会学術論文集』第 30 巻、pp. 81-84.

人口減少下におけるインフラ整備に関する利用者視点の課題の考察

後藤 久典（電力中央研究所）

1. はじめに

わが国において、インフラの老朽化とともに人口減少が進むことにより、インフラの維持にかかる利用者あたりの費用負担が増大することが予想される。供給の効率化を進めつつ、費用負担の増大が避けられない場合には、費用負担の増大による利用者への影響や利用者の受容性などに留意することが課題と考えられる。利用者による費用負担が困難な場合には、インフラの縮小も含めた整備のあり方を再検討せざるを得ない可能性もありうる。

本稿では、インフラの維持に要する費用負担、縮小も視野に入れた整備のあり方、インフラ利用や居住地選択に関する選好などに関して、事例や先行研究の調査を通じて、利用者の視点から課題を考察する。

2. インフラ整備に関する方向性と利用者への影響

人口減少下でのインフラ維持の考え方として、田口（2020）は、(1) 供給の効率化、(2) 収入の確保（料金値上げなど）、(3) サービスの縮小という3つの方向性を示している。(1) 供給の効率化によっても、(2) 収入の確保や(3) サービスの縮小を避けることができないければ利用者への影響が生じる。現状では、水道事業における料金値上げ、乗合バスなどにおけるサービスの縮小が生じている。%

(1) 供給の効率化や(3) サービスの縮小に関連して、コンパクトシティの取り組みが挙げられる。コンパクトシティは、都市の中心部に都市・生活機能等を集約し、それと連携して公共交通機関を整備した都市であり、その沿線への居住を促すことで、インフラを縮小・再編し、その維持を図ろうとするものである（公共交通機関の整備に注目すると、コンパクト・プラス・ネットワーク、ネットワーク型コンパクトシティといわれる）。国土交通省は、モデル都市の選定や取組事例の紹介を行っている。代表的な事例として、富山市、宇都宮市など取り組みがある。%

これらの方向性を利用者の視点でみると、(2) 料金値上げを行う場合、それが利用者を受容されるかどうかインフラサービスの維持にとって課題となる。(3) サービスの縮小においては、集約地域への居住をどのように促すかが課題である。コンパクトシティは公共交通機関の利用を中心に据えた施策であることから、利用者から見た交通の利便性が重要である。また、コンパクトシティのようなサービスの縮小にかかわる政策が受容されるかどうか課題である。

3. インフラ整備に関する利用者視点の先行研究のレビュー

3.1 先行研究レビューの概要

人口減少に関する課題は、世界の中でも日本が先行して課題を抱えていると考えられるため、国内文献を対象とした。文献検索には、国立情報学研究所が提供する文献データベース CiNii Research を主に用いた。「人口減少」、「インフラ」、「コンパクトシティ」などのキーワードを用いて文献を検索し、利用者視点の研究を中心に文献を抽出した。ただし、必ずし

も体系的・網羅的に文献を抽出できたわけではなく、レビューした文献以外にも重要な文献がある可能性には留意する必要がある。

先行研究は、①人口減少やその影響のリスク認知、②インフラ整備施策の方向性に関する選好、③居住地選択、④まちづくりへの住民参加の 4 つに分類することができた。以下では、4 つの分類ごとに代表的な先行研究を参照しながら、その知見を整理する。

3.2 ①人口減少やその影響のリスク認知

安立他（2012）では、公共交通、商業施設、郵便局・銀行、医療施設、小中学校を対象として、これらのサービスの撤退可能性や撤退による影響の認知について、島根県松江市の居住者を対象としたアンケートにより調査されている。谷口・森（2013）では、人口減少による商業施設の撤退や高齢化などを背景として、買い物活動が困難となる可能性を念頭に、福島県いわき市の住民を対象に買い物活動に関するアンケート調査が実施され、自動車を運転できなくなるリスクや公共交通機関の撤退リスクを認知できていない傾向が明らかにされている。

また、利用者の視点ではないが、平・桑野（2003）による自治体の担当者を対象としたアンケート調査では、3 分の 2 の自治体が人口増加を望むものの、目標とする人口を達成可能と判断している自治体は 6 分の 1 であるなど、理想と現実乖離が見られることが示されている。

3.3 ②インフラ整備施策の方向性に関する選好

国土交通省（2014）は、「平成 25 年度国土交通白書」の第 2 章「これからの社会インフラのあり方」において、コンパクトシティの効果や社会インフラの維持管理・更新の対策に関して国民の意識調査結果を示している。これによれば、社会インフラの維持・更新が困難になった際の対策について、「実施すべき」、「どちらかといえば実施すべき」と回答した割合は、「利用料金の徴収・引き上げ・増税」で 27.9%、「サービス水準の引き下げ」で 30.3%、「廃止・縮小」で 46.6%であったのに対して、「長寿命化」で 63.9%、「維持管理・更新における住民協力の拡大」で 64.3%であった。実施すべきという割合が高かった住民協力の内容としては、増税や料金の徴収等の経済的負担は 25.4%（「実施すべき」＋「どちらかといえば実施すべき」）と低い一方、住民による点検・通報（72.7%）、美化・清掃（74%）、維持管理・更新工事（58.1%）への協力への回答割合が高い。また、日常的な移動手段が徒歩、自転車、バス、電車・地下鉄・路面電車である場合、現状の水準での公共交通の運営が困難になった際に、費用負担が増加してもサービス水準を維持、または、費用負担はそのままサービス水準が最低限となっても我慢するという回答が多く、次いで、移動に困らない中心市街地に引っ越すという回答が続いていた。他方、日常的に自家用車・バイクを利用する場合、これらの割合は相対的に低い。さらに、コンパクトシティの効果について、「効果が期待できない」との回答が 28.8%ある一方、「高齢者などの自家用車を利用しにくい人々が、歩いて商店街や公共公益施設を利用することができるようになる」（42.5%）、「道路や下水道などの新たな社会インフラの整備費、または維持管理・更新費が削減できる」（38.1%）、「公共交通機関を利用するようになるので、環境負荷低減につながる」（34.7）との回答が多い。

学術研究においては、越川他（2017）では、コンパクトシティ政策の主体となる自治体に

焦点を当てた研究が少ないという問題意識から、自治体担当者の意識調査を行っている。この研究では、コンパクトシティ政策に関する情報や成功事例を一度のレクチャーを通じて提供する手法（ワンショット型レクチャー）がコンパクトシティ政策の受容性に与える影響について、担当者の個人属性や直面する問題との関係性が分析されている。

安藤（2022）は、イラスト形式で仮想的な都市空間として異なるパターンを提示し、自動車または徒歩・鉄道の交通手段の選択について分析を行っている。この分析によれば、鉄道の利用促進には、歩行者専用空間の創出による安全性や快適性の確保、鉄道車両内の空間的余裕、居住地から目的地までの歩行者中心の都市空間の連続性が有効であることが明らかにされている。また、回遊の促進では、歩行者空間の活用が必要と指摘されている。

建川・森本（2019）は、コンパクトシティにおける非集約エリアにおける将来像について三次元のバーチャルリアリティを用いて可視化し、都市部と地方部の2箇所アンケート調査を行い、都市の集約に対する賛否について分析している。

神原他（2017）は、愛媛県大洲市を対象に、市民文化系施設、保険・福祉系施設、子育て支援施設、医療施設、スポーツ・レクリエーション系施設を対象に、こうした公共施設の削減に対する受容条件をアンケート調査により分析している。受容条件としては、人口減少等に関する論点の認知、行政への信頼、地域間の不公平認知、地域への愛着や帰属意識などが分析されている。施設削減の非受容群では少子高齢化・人口減少と公共施設の老朽化に関する論点を認知する傾向が高く、問題を強く認知している人ほど既存施設の存続を望む意向が働いた可能性が指摘されている。

丸田他（2020）は、コンジョイント分析により、道路、水道、下水道、河川管理施設、発電施設を対象にインフラの修繕や改築に対する住民の選好を分析している。

3.4 ③居住地選択

公共交通機関を利用しやすい沿線地域に住民が転居するかどうかは、居住地選択に関する研究が参考となる。本稿では、人口減少を背景とした研究やそれに関連しう研究を中心にレビューしたところ、表1に示すように、(A) 注目する主な要因、(B) 対象地域、(C) 注目する対象者の属性に関して多様な論点が提起され、分析が行われていた。

(A) 注目する主な要因としては、交通環境、商業施設などの生活環境、ライフステージ、自然環境、人間関係、場所感覚、土地柄や地縁、価値観などの心理的要因、新技術・スマート化など、多様な要因が注目されていた。コンパクトシティは公共交通機関の利用を促す施策であり、この点では交通環境に注目した研究がよく見られる。また、コンパクトシティに直接関連する研究として、山崎他（2015）では、集約地域に居住するメリットと、撤退対象となる地域に居住するデメリットを提示し、それによる居住地選択への影響を分析し、メリットだけでなく、デメリットの提示によっても、居住地選択が影響されることが示されている。(B) 対象地域としては、日本全国を対象とする研究もあるが、都市部、郊外、地方都市、中山間地域など特定地域を対象とする研究が多い。(C) 注目する対象者の属性としては、高齢者、子育て世代・世帯、若年層に注目した研究がある。

3.5 ④まちづくりへの住民参加

田中・中村（2022）は、宝塚市と京都市の住民へのアンケート調査により、都市計画・ま

表 1 居住地選択に関する先行研究

文献	注目する主な要因	対象地域	注目する対象者の属性
藤井（2008）	交通行動	群馬県高崎市	高崎市への転居者
山崎他（2012）	ライフスタイル（交通手段、生活施設、居住地イメージ、就業希望、住宅タイプ）	東京都市圏	15歳以上
城月他（2014）	場所感覚（場所愛着、場所アイデンティティ、場所依存）	愛知県長久手市（新興郊外ニュータウン）	対象地域の居住者
尾藤（2014）	住宅性能・制約（広さ・間取り、日当たり・断熱性等、古さ・耐震性、住居費）、住宅周辺・まち（住環境、立地、土地柄）	（不明）	住替・住替検討
近藤他（2015）	生活施設への近接性の満足度と重要性、交通手段の利便性の重要度	東京都市圏内の31市区町	15歳以上
山崎他（2015）	集約地域居住のメリット、撤退地域居住のデメリット	地方政令指定都市	転居意向を持つ個人
小室他（2015）	年齢、土地・建物の所有状況、生活環境など	福島市蓬萊団地（郊外住宅団地）	世帯主、子ども世代
西出（2016）	都会イメージ、価値観（職業観、人生の価値）	福井県若狹町（地方部）	若年層（小学5年～大学卒業年次）
田村他（2016）	生活利便施設、交通手段など	広島県北部（中山間地域）	18歳以上
小島（2017）	人口学的要因・社経経済的要因・居住歴	全国	高齢者
石川・加藤（2017）	地域情報提供、居住満足度	愛知県尾張東部	20～30代
北（2017）	様相論	全国	特になし
近藤他（2019）	社会属性（職業、学歴、世帯構成、居住形態、居住年数、居住のきっかけ、世帯年収、転居経験）、地域特性	滋賀県、京都府、大阪府	男女
松下他（2019）	利便性、自然環境、街の雰囲気、人間関係、行政サービス、街への親近感、住宅事情など	全国	高齢者、過去10年間に引越経験あり
ライフステージの変化に伴う居住地選択に応じた都市空間形成戦略研究会（2020）	ライフステージ	名古屋市	20～79歳
鈴木他（2021）	地縁・歴史的要因（土地柄、地縁）	地方（中部地方・三重県のうち、人口の規模・増減、高齢化率、大都市圏が否かなどで選定）	
安藤・氏原（2022）	ウォーカビリティ	三大都市圏、地方中枢・中核都市圏、地方中心都市圏・その他	自動車利用者
大門（2022）	都市のスマート化（テレワーク、ネット通販、自動運転車両）	大都市圏、地方都市圏	20～60代
西原他（2023）	多様な要因（転居のきっかけ、重視点、居住地の良い点）	香川県（アンケートは世帯増加地域を対象）	対象地域の居住者

ちづくりの参加意識や参加の現状について調査している。住民が主体的に参加すべきだと思う地域の役割としては、街並み、ゴミ削減、泥棒等への防犯、緑の維持、リサイクルなどが多く挙げられている。

徳久（2021）は新潟県上越市の住民へのアンケート調査により、防災や子育て支援、環境保全、地域交通など 13 の地域課題の解決にあたって期待する組織（県、市役所、町内会、住民組織、市民団体、民間企業など）や、地域活動への参加を困難にする要因などについて把握している。地域課題解決では全般的に行政（市役所など）への期待が高く、コンパクトシティにかかわる地域交通に関しては市役所や県だけでなく民間企業への期待も高い。

国内を対象とした研究ではないが、宋他（2019）は米国ポートランド市の地域組織の関係者を対象に、コンパクトシティ政策への参加意識などを分析している。また、インフラの整備とは対象が異なるが、長曾我部他（2021）は、広島県と鳥取県の市民組織の参加者を対象としたアンケート調査により、活動への参加動機について分析している。また、桜井他（2016）では、横浜市のうち緑化を推進する地域の住民へのアンケート調査にもとづき、緑化活動への参加意欲と、コミュニティへの関与度、地域への愛着、緑化行動必要性の認識との関係を

分析し、コミュニティへの関与度、緑化行動必要性の認識が緑化活動への参加意欲に影響していることが示されている。

4. おわりに：利用者視点の課題の考察

先行研究レビューをふまえ、利用者視点の課題について考察する。

①人口減少やその影響のリスク認知に関する先行研究では、人口減少の影響やリスクが、住民にはあまり認知されていないことが指摘されていた。ただし、先行研究は10年以上前に行われており、その後人口減少も進んでいることから、最近の状況をふまえた研究は課題といえる。また、料金値上げは利用者の負担を高め、サービスの縮小は効用を下げる可能性があるため、人口減少やその影響のリスク認知がなければ、容易には受容されない可能性があると考えられるが、先行研究ではリスク認知と施策の受容性との関係については分析されておらず、この点の分析も課題といえる。

②インフラ整備施策の方向性に関する選好に関しては、コンパクトシティやインフラの縮小について研究が行われてきた。また、問題を強く認知している人ほど既存施設の存続を望む意向が働いた可能性が指摘されていたが、これは人口減少に関する危機感が強まるほど、かえってサービスの縮小が受け入れられない可能性を示唆している。①の論点と関わるが、問題の論点やリスクの認知にはさまざまな捉え方があると考えられるため、今後詳細な分析が課題と考えられる。また、こうした施策の受容性を高める上で、バーチャルリアリティといった新たなコミュニケーション技術の活用も含め、情報提供施策の有効性についても分析されていた。今後も施策の受容性向上のために、新たな技術の活用可能性を探ることは有用と考えられる。

③居住地選択に関しては、多くの研究蓄積があり、研究によって注目する要因や地域、住民の属性は多様であった。特定の地域や住民属性を前提とした施策検討だけでなく、コンパクトシティの施策や経験を水平展開する上で、知見の体系化を進めることが有用と考えられる。また、近年はカーシェアリングやシェアサイクル、自動運転、パーソナルモビリティ、リモートワークなど新たなサービスや技術が登場している。人口減少とあわせて高齢化も進んでおり、高齢者の移動支援は公共交通機関の利用を想定するコンパクトシティにおいて重要と考えられる。しかし、新サービス・技術に注目する先行研究は一部にあるが研究の蓄積は多くないことから、今後の研究や施策の発展が課題といえる。

④まちづくりへの住民参加は、住民ニーズを反映した施策の形成や、施策検討プロセスに参加することで施策の受容性が高まる効果が期待される。ただし、コンパクトシティなどインフラ整備に関する施策検討に対する住民の参加意欲が高いかどうかなど、住民参加の有効性は明らかではなく、その検討は課題といえる。

5. 参考文献

田口裕史（2020）「人口減少下における地域インフラサービスの持続可能性—分野横断的視点からの現況と課題の整理—」、電力中央研究所研究資料 Y19513.

【①人口減少やその影響のリスク認知】

安立光陽、鈴木勉、谷口守（2012）「コンパクトシティ形成過程における都市構造リスクに関する予見」、土木学会論文集 D3（土木計画学）、68(2)：70-83.

谷口守、森英高（2013）「買い物活動困難化に関するリスク認知構造分析」、第48回土木計画学研究発表会・講演集.

平修久、桑野斉（2003）「自治体の将来人口と人口減少に対する意識」、都市計画報告集 1(1)：28-31.

【②インフラ整備施策の方向性に関する選好】

- 国土交通省 (2014)、「平成 25 年度国土交通白書」
越川知紘、菊池 雅彦、谷口守 (2017)「コンパクトシティ政策に対する意識とその変容構造—地方自治体の都市計画担当者を対象にして—」、土木学会論文集 D3 (土木計画学) 73 (5): I_379-I_388.
安藤亮介 (2022)「居住地から目的地までの都市空間に着目した徒歩を促す要因に関する研究」、岡山大学、博士論文。
建川未帆、森本章倫 (2019)「非集約エリアの将来像の可視化と居住地選択に関する研究」、土木学会論文集 D3 (土木計画学) 75 (5): I_295-I_303.
神原明里、Irwan Setiawan、羽鳥剛史 (2017)「公共施設の統廃合計画における施設削減に対する地域住民の受容条件に関する研究」、土木学会論文集 D3 (土木計画学) 73 (5): I_433-I_443.
丸田壮一郎、若松美保子、馬奈木俊介 (2020)「老朽化するインフラの修繕・改築への住民の選好に関する研究」環境共生、36 (2): 140-150.

【③居住地選択】

- ライフステージの変化に伴う居住地選択に応じた都市空間形成戦略研究会 (2020)「ライフステージの変化に伴う居住地選択に応じた都市空間形成戦略」
安藤亮介、氏原岳人 (2022)「居住地から目的地までの都市空間と交通手段に着目した主観的・客観的評価のウォーカビリティ指標を用いた徒歩回遊を促す要因に関する研究」、都市計画論文集 57 (2): 390-405.
近藤紀章、中野桂、田中勝也 (2019)「社会属性と地域特性が将来居住地選択に与える影響に関する研究」、都市計画論文集 54 (3): 766-771.
近藤雄太、大森宣暁、長田哲平 (2015)「ライフスタイルの決定要因が居住地・勤務地の選択意向に及ぼす影響」、都市計画論文集 50 (3): 768-773.
山崎敦広、高見淳史、大森宣暁、原田昇 (2012)「個人のライフスタイルと将来居住地選好に関する基礎的研究」、都市計画論文集 47 (3): 349-354.
山崎敦広、高見淳史、力石真、大森宣暁、原田昇 (2015)「居住のメリット・デメリットの提示に着目した居住集約化誘導方策に関する基礎的研究」、都市計画論文集 50 (1): 20-27.
小室和也、川崎興太、今西一男 (2015)「郊外住宅団地の居住実態と子ども世代の居住動向に関する研究」、都市計画報告集 14 (1): 21-26.
小島克久 (2017)「高齢者の居住地移動とその要因—「人口移動調査」のデータによる分析—」、都市住宅学 2017 (96): 13-17.
松下岳史、木附晃実、馬奈木俊介 (2019)「高齢者の居住地選択の要因分析」、土木学会論文集 D3 (土木計画学) 75 (5): I_347-I_352.
城月雅大、大槻知史、石橋健一 (2014)「住民の「場所感覚」が都市の居住評価に与える影響に関する実証研究：コンパクトシティ政策に対する「まちづくり心理学」的視点」、名古屋外国語大学現代国際学部紀要 10: 113-126.
西原まり、鈴木達也、饗庭伸 (2023)「居住地変化から見た都市計画変更の検証と居住誘導の可能性」、日本建築学会計画系論文集 88 (804): 536-547.
西出崇 (2016)「地方部における若年層の居住地選択志向に対する都会イメージおよび価値観の影響」、政策科学 23 (4): 159-177.
石川良文、加藤秀弥 (2017)「居住地選択における決定要因の実証分析—愛知県尾張東部を事例として—」、第 55 回土木計画学研究発表会。
大門創 (2022)「都市のスマート化が居住地選択へ及ぼす影響に関する基礎的研究」、都市計画論文集 57 (1): 98-105.
田村将太、田中貴宏、西名大作 (2016)「中山間地域における住民の将来の居住意向に関する研究」、日本建築学会環境系論文集 81 (724): 553-562.
藤井聡 (2008)「交通行動が居住地選択に及ぼす影響についての仮説検証—コンパクト・シティの誘導に向けた交通政策に関する基礎的研究」、交通工学 43 (6): 53-62.
尾藤文人 (2014)「居住地と居住形態の選択要因の把握を通じた多世代共存社会、ストック循環型社会の形成に関する調査研究」、国土交通省 国土交通政策研究所。
北雄介 (2017)「居住地選択とその評価指標に関する様相論的分析」、日本建築学会計画系論文集 82 (732): 485-495.
鈴木温、吉川涼介、平沼克、青木俊明 (2021)「地縁・歴史的要因が地方部の居住継続性に与える影響」、土木学会論文集 D3 (土木計画学) 76 (5): I_557-I_567.
【④住民参加】
桜井良、小堀洋美、中村雅子、菊池貴大 (2016)「住民のコミュニティへの関与度や愛着が緑化意欲に与える影響」、環境科学会誌 29 (3): 149-158.
宋俊煥、嶋心治、小林剛士、趙世晨 (2019)「ポートランド市の地域組織におけるコンパクトシティ政策への参加意識と活動特性に関する研究」、都市計画論文集 54 (3): 298-305.
長曾我部まどか、桑野将司、谷本圭志 (2021)「市民組織の種類に着目した参加動機の特徴分析」、土木学会論文集 D3 (土木計画学) 76 (5): I_101-I_111.
田中みさ子、中村久美 (2022)「一戸建て住宅居住者の都市計画への参加意識と行動」、大阪産業大学人間環境論集 21: 29-45.
徳久恭子 (2021)「人口減少社会における公共サービスのあり方：上越市における住民へのアンケート調査を手がかりに」、立命館法学 398: 421-457.