

社会科学が予測する未来

Race to Net-Zero Emissions

吉田 謙太郎

Kentaro Yoshida

九州大学エネルギー研究教育機構 教授

社会科学（経済学）が予測する未来

- 吉田謙太郎 九州大学エネルギー研究教育機構
- 専門分野
 - 環境経済・政策学
- 研究内容
 - 環境価値の経済評価（選択実験、BWS等）
 - 消費者・市民へのアンケート調査に基づくミクロ分野の計量分析
- 主な研究課題
 - 環境政策全般
 - 再生可能エネルギーと電源構成
 - 次世代自動車と市場動向

社会科学（経済学）における予測

- 人や社会、経済の動向予測は難しく、異時点における再現性が低い傾向
 - 自然科学の実験との相違点
- ミクロ（非集計データ）
 - 個人（消費者）、世帯、企業
- マクロ（集計データ）
 - 国レベル、各産業部門、世界全体
- 予測方法
 - 個人の行動予測モデル
 - 社会全体の指標（GDP、為替、所得, etc.）の予測モデル
 - 政策シナリオの合計、目標からのバックキャスティング

社会調査による個人行動モデルの推定

- Best-Worst Scaling手法による仮想シナリオに対する個人の回答に基づく消費者実験結果
 - 再エネを重視した新電力加入に関するモデル構築
 - 潜在クラスロジットモデルに基づく個人の行動予測
- インターネット・アンケート調査によるデータ収集
- 標本サイズ: 2,496人
- 調査時期: 2020年2月
- 男女比50%
- 年齢: 10～60代: 各416人 (16.7%)
- 標本の居住地域
 - 北海道106人 (4.2%)、東北地方165人 (6.6%)、関東地方912人 (36.5%)、中部地方443人 (17.7%)、近畿地方477人 (19.1%)、中国地方137人 (5.5%)、四国地方55人 (2.2%)、九州地方201人 (8.1%)
- 大手電力10社と新電力加入状況
 - 大手電力会社1,786人 (71.6%)、新電力会社288人 (11.5%)、よくわからない396人 (15.9%)、その他26人 (1.0%)

個人の社会経済変数：定義と基本統計量

変数	平均	標準偏差
性別 (男性)	0.500	0.500
年齢Z世代 (18~24歳)	0.227	0.419
年齢ミレニアル世代 (25~39歳)	0.273	0.446
年齢40代	0.167	0.373
年齢60代以上	0.167	0.373
世帯主または配偶者=1, 他=0	0.694	0.461
戸建持ち家=1, 他=0	0.522	0.500
集合住宅持ち家=1, 他=0	0.130	0.337
太陽光発電設備 (有=1, 無=0)	0.112	0.316
新電力加入 (済=1, 無=0)	0.115	0.319
電気使用明細 (確認=1, 無=0)	0.220	0.414
停電可能性 (かなり高い=1, 他=0)	0.075	0.263
FIT (かなり詳しい=1, 他=0)	0.027	0.162
再エネ賦課金 (かなり詳しい=1, 他=0)	0.024	0.154

注：標本サイズ (n) =2496.

潜在クラスロジットモデルによる推定結果と解釈

変数	セグメント1	セグメント2	セグメント3
(選択肢属性)			
選択肢固有定数項A	0.333***	5.873**	-0.716***
電気料金	-0.096***	-0.051*	-0.034***
再生可能エネルギー	-0.006***	-0.067**	0.013***
石炭火力	0.002	-0.327**	-0.001
原子力	0.008*	-1.671***	-0.027***
(回答者特性)			
定数項	0.867***	0.006	—
性別(男性)	-0.177***	-0.425***	—
Z世代	-0.272**	-1.099***	—
ミレニアル世代	0.165	-0.596***	—
年齢40代	0.295***	-0.215	—
年齢60代以上	-0.544***	-0.093	—
世帯主・配偶者	0.024	-0.008	—
戸建持ち家	-0.140*	-0.160	—
集合住宅持ち家	-0.128	-0.196	—
太陽光発電設備有	-0.294***	-0.092	—
新電力加入	-0.302***	-0.175	—
使用明細確認	-0.351***	0.114	—
高停電可能性	-0.445***	-0.320*	—
FIT	-0.648**	0.375	—
再エネ賦課金	0.585**	-1.013*	—
セグメント構成比率	52.0%	15.3%	32.7%
χ^2	3363.6***		

注: ***, **, * は1%, 5%, 10%有意水準.

- セグメント1の比率が52.0%
- セグメント1は再エネの符号がマイナス、原子力はプラス
- 女性、年齢40代、再エネ賦課金に詳しい回答者群が含まれる。再エネが電気料金値上げ要因となることに関心の高い層が含まれる
- セグメント2は再エネ、石炭火力、原子力のすべてマイナスに有意
- セグメント2に男性と年齢30代以下は含まれにくく、選択肢固有定数項Aの係数も大きいため、現状維持志向層が含まれる
- セグメント3は唯一再生エネルギーがプラスに有意、原子力がマイナスに有意。構成比率は32.7%
- セグメント3には、男性、持ち家、太陽光発電設備あり、新電力加入済みの回答者群が含まれる

国際エネルギー機関による 各種政策シナリオに基づく将来予測

Figure 1.4 CO₂ emissions in the WEO-2021 scenarios over time
(下記報告書を参照のこと)

Note: STEPS (Stated Policy Scenario), APS (Announced Pledges Scenario), SDS (Sustainable Development Scenario), NZE (Net Zero Emissions).

Source: International Energy Agency (2021), World Energy Outlook 2021, IEA/OECD.

脱炭素エネルギー源の将来性

- IEAのNet Zero Emissions (NZE)
 - → 「現時点で開発中の新技術が2050年のNZEに50%以上貢献」
- 現在の趨勢からみて、2050年までのCN達成は実現可能か？
 - 「エネルギー使用量は2倍」かつ「GHGs排出量は実質ゼロ」の予測妥当性
- カーボンプライシング等の行動変容に影響を与えることのみでは不十分であり、今世紀末に向けて、ネガティブエミッション技術と核融合等の革新的技術の開発・普及が必要
- 核融合の社会実装（技術革新と費用低減）がGame Changerとなれば、日本や世界にとってのBlue Ocean市場が拓ける可能性
- 2050年以降（Beyond 2050）の世界を構想する革新的技術
 - 既存の脱炭素電源（再エネ、原子力）のデメリット解消
 - 希少資源、廃棄物、安全性、生態系への影響、資源独裁など

脱炭素社会に向けた核融合エネルギーの将来

- 社会科学からの将来予測の前提条件
 - 技術開発（先進性、安全性等）の進展
 - 社会的受容性（NIMBY）
 - 経済面：費用効率性、投資効果、既存技術との価格競争
 - 社会実装時期
- エネルギー源として地政学リスクを低減させる可能性
 - エネルギー資源産出国、再エネ先進企業等とのコンフリクト
 - ESG視点から見た持続可能性
 - 特定の資源産出国の強大な利権と政治力の解消に向けて
 - 原材料は無限に利用できるが、核融合エネルギー運転に特有の希少資源（レアメタル・レアアース等）はあるか？
- Carbon NeutralityとNet Zero Emissions
 - 日本のグリーン成長戦略
 - IEA（Net Zero Emissions by 2050）
 - EUタクソミー（原子力と天然ガス）→現在のウクライナ危機
- （参考）脱炭素電源開発の重要性
 - 各国の電源構成と電気自動車市場（EVシフト）
 - Well-to-wheel Lifecycle GHGs emissions

(参考) 世界主要国における電気自動車の 乗用車販売シェア推移

(単位：%)

	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
中国	0.03	0.06	0.08	0.35	0.94	1.35	2.33	4.47	4.79	5.75
米国	0.17	0.41	0.74	0.89	0.79	1.02	1.16	1.97	1.74	2.04
ノルウェー	0.89	3.23	5.86	14.71	22.66	26.14	39.26	49.14	55.93	74.75
ドイツ	0.05	0.11	0.23	0.42	0.72	0.73	1.56	1.93	2.92	13.54
英国	0.06	0.13	0.17	0.59	1.10	1.39	1.83	2.08	3.14	11.28
日本	0.33	0.53	0.64	0.67	0.56	0.58	1.03	0.94	0.75	0.64
フランス	0.13	0.34	0.55	0.72	1.22	1.49	1.81	2.18	2.82	11.32
カナダ	0.04	0.15	0.22	0.36	0.46	0.75	1.02	2.75	3.25	4.16
韓国	0.02	0.04	0.05	0.09	0.22	0.33	0.94	3.83	2.27	2.85
オランダ	0.16	1.03	5.39	3.88	9.80	5.97	2.50	6.29	15.15	25.03
世界	0.09	0.19	0.32	0.49	0.78	1.00	1.50	2.53	2.73	4.61

出所：IEA (2021) Global EV Outlook 2021.

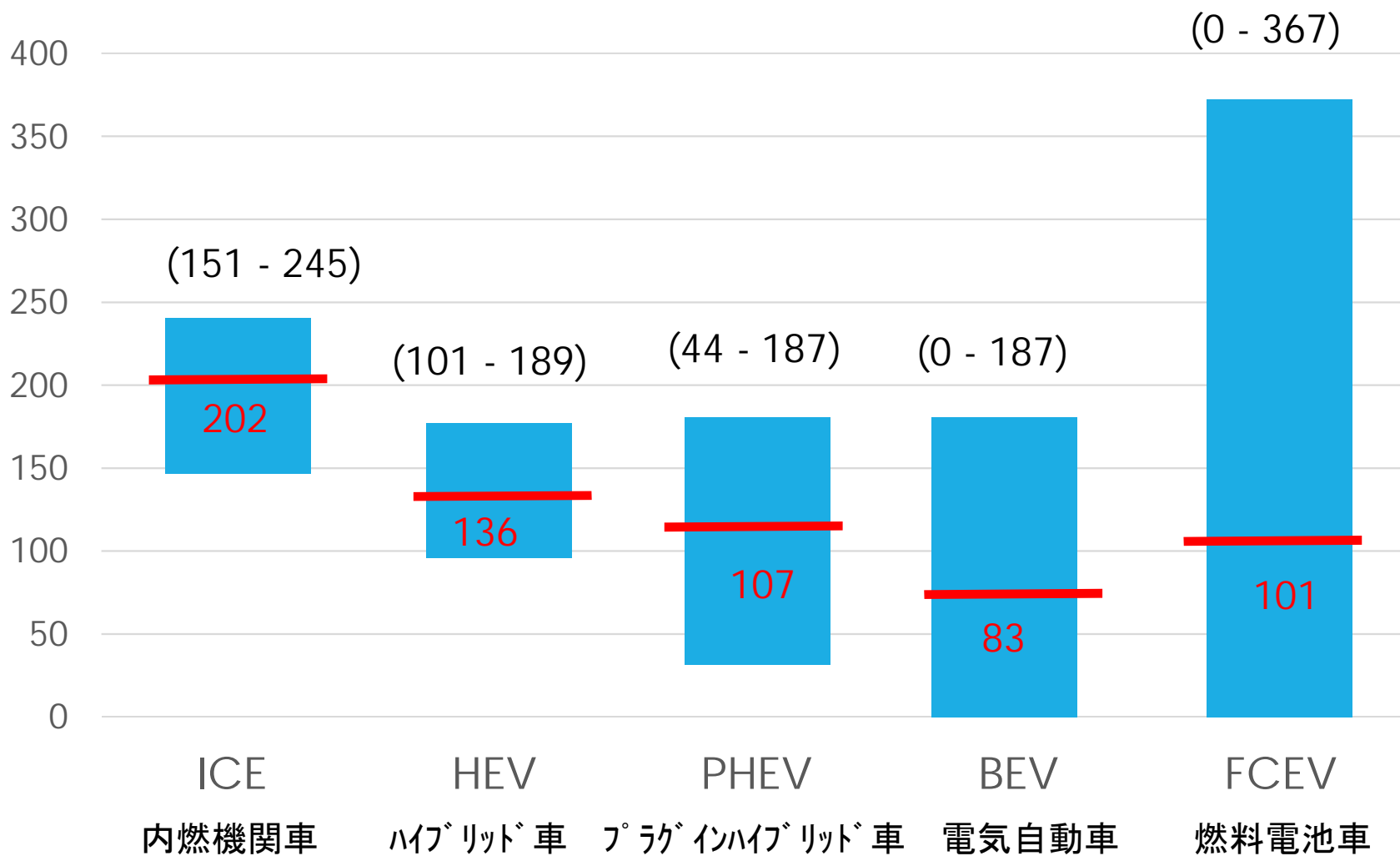
(参考) 主要国における2020年の電源構成 (%)

	水力	再エネ	原子力	天然ガス	石油	石炭	CO ₂ 排出係数 (gCO ₂ /kWh)
日本	8.6	10.9	3.8	37.7	4.7	30.4	487.1
中国	17.1	11.0	4.7	2.8	0.1	64.1	614.0
韓国	1.2	5.0	27.3	25.8	1.1	38.7	484.4
米国	7.4	12.5	19.4	39.3	0.9	20.0	350.4
ドイツ	4.3	38.9	11.1	17.1	0.8	25.5	319.1
フランス	12.5	11.4	66.5	6.6	1.0	1.0	50.5
EU (2019)	10.9	23.1	25.4	21.7	1.7	15.4	221.7
英国	2.5	39.5	16.1	36.5	0.3	2.0	191.9
ノルウェー	92.0	6.5	0.0	0.9	0.1	0.1	7.2
ロシア	19.7	0.3	19.9	42.8	0.8	16.2	355.2
インド	10.4	9.9	2.7	4.2	0.3	72.5	720.5
世界	16.0	10.1	10.3	23.5	2.8	36.7	474.8

出所 : IEA Electricity Information & Emission Factor.

(参考) Well-to-Wheel GHG Emissions by Powertrains

g-CO₂-eq/km



Note: —Average, (lower – upper).

Source: IEA (2020) *Global EV Outlook 2020*.