

資料紹介

日本の原子力発電に関わるデータについて

山口 歩ⁱ

1 問題設定

本稿は論文ではない。原子力に関わる単純なデータ資料である。論者が発掘したものはなく、各所に散ったデータを整理した形になる。発電実績などについては、各年度の『電力需給の概要』に掲載の値を並べ、冊子として入手できなくなった後は、資源エネルギー庁のHPにあるデータをまとめた¹⁾。こうしたデータは『原子力市民年鑑』などにもまとめて掲載されている²⁾。この年鑑は大変優れたもので、日本原子力産業会議が『原子力産業実態調査報告』として発行するデータを丹念に追い、なかなか目につくことがない各年の原子力関係支出（以下原発コスト）も掲載している。ただおしむらくは、出力データなどは稼働開始時から、発行年に至る全データを掲載しているにもかかわらず、原発コストは10年分くらいしか掲載されていない。論者は、こうして散ったデータをまとめて見せる必要を感じている。

原発コストにかかわって、大島が近年最も意味深い書物を著し、「原発は最も経済的」という悪質なデマに終止符を打った。最初は『再生可能エネルギーの政治経済学』という大著が、関連研究者や関心を持っている市民などによって読まれていった³⁾。さらに大島は『原発のコスト』というコンパクトな著書を岩波から発行し、学生も含めた読者にその事実を広めた⁴⁾。ただひとつ懸念されることは、大島

が具体データの意味づけなどを丁寧に説明しているにもかかわらず、その数値のインパクトが高くて、説明理解が不十分なまま、数字が独り歩きしてはいないか？ という問題である。例えば小出の『図解原発のウソ』には下記のようなグラフが掲載されている。

小出はおそらく、市民に問題を明確につたえる意義を感じ、大島以上にビジュアルなグラフを用意しそれを『図解』の一枠に飾ったわけである⁵⁾。

揚水の扱いにはもっと注意が要るかと思うが、誰も気にしていなさそうなので、ここではふれない。問題は、大島があくまでも仮置き of 概算値として注意した値が、こうしたグラフで固定化されないか、ということである。弁解不要と思っているが、論者は、彼らが「原子力は高い」と示したことを不服としているのではない。論者のいいたいことは、原子力のコストはこんな低い値ですむわけがない、とい

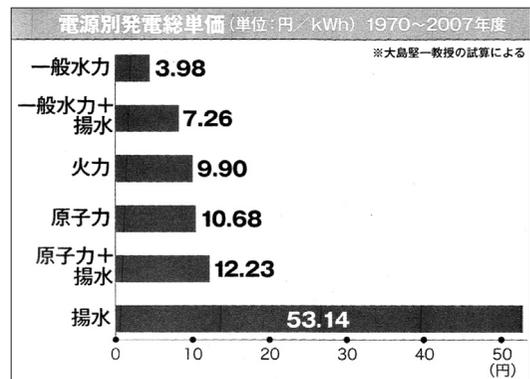


図1 『図解原発のウソ』上の原発のコスト
(小出裕章『図解原発のウソ』(扶桑社)2012 p.76)

i 立命館大学産業社会学部教授

う点である。例えば政府の示す18兆円ばかりの「いい加減」なバックエンド費の見積もりについても、「含まれていないコスト」というタイトルをたて、「そんな小額では全く済まない」ことを、大島は厳重に注意している。その限定が小出の普及書でははっきりしない⁶⁾。

さらに金子は、大島の提示を受けて独自の観点も織り込みつつ、日本原燃の(原発リサイクルの)経済性や、個々の原発の電力生産原価に言及している⁷⁾。特に日本原燃に対する問題指摘は、六ヶ所村再処理工場の「見通しなき作業状況」を照らしながら、そうしたコスト負荷の問題性を市民に「伝える」上で画期的なプレゼンテーションになっていると考える。上に示した、「原発はさらに高い」という論者の「おもわく」についても、(論者以上に)適宜「正確に」示している。(それぞれが正しいと言っているのではない。それぞれが、仮定と結論の流れの中で精密に示されていると言っているのである)その意味で、金子の小論は、大島のそれとならんで、丁寧に吟味してほしい参考文献となる。

そうした高い評価を前提にしてなのであるが、原発「全体」がどのくらいのコストをもつのか、という観点に立つと、金子の指摘の中の「正確を期した値のばらつき」が、逆に問題を見えにくくしている部分もある、と論者は考える。科学的な説明を徹底しようとする、前提条件の違いに留意せざるを得ず、構造、論理はやや煩雑になる。論者も金子も、どの原発がコスト高で、どの原発がそうでない、などという議論をしようとは思っていない。日本原燃や、各種原発(稼働年数ごとやタイプ別なども含め)のコスト策定は、それぞれの個別問題に対する関わりを見せる意味でも意義深いものなのだが、まず、原発は総体として高いのか否か、という根源的提示を置くべきではなかったのか、と考える。

こうした論談状況を見無視して、昨今原発再稼働の圧力が急激に高くなりつつある。市民、マスコミの危険認知が低くなったためとは思えない。ひたすら「あやふやな」経済的見地から、再稼働もやむなし、

という「漠とした空気」が流れてくるのである。そこで論者はもう一度、大島、小出、金子が照らした道を繰り返す。「原発はけして安くはない」を転じて、「原発(一般)は極めて高い」ということを、本稿で示す。

本稿のよりどころとするデータは、関係者(電力企業、資源エネルギー庁、日本原子力産業会議など)が出しているデータがベースである。なにか秘密の文書を開拓したものではない。そうした当事者の提出するデータを的確に解釈すると、当事者の「安い」という説明が矛盾にまみれていることが、簡単な足し算、割り算演算をもちいて、市民に伝えられる。

これまで、政府筋から示される原発のコストは、大方シュミレーション値であった。これを転じて、実際の帳簿から値を掘り起こし、「相対的にも絶対的にも」リアルをめざしたのが大島の道である。さらにいうと、HPや各種論文で(シュミレーションとして)示されているコスト導出技法は、指数関数を駆使した「およそ市民の手に届かない解析」となっている。論者には、こうした論文提示は、ただひたすら「一般市民は頭を使わず、政府を信じろ」という示威行為に見える。電力技術の経済指標たる「電力生産原価」とは、原理的には、関連してかかった全コストを、発生した全電力量で割ったものにすぎない。原発が全部止まったならば、少なくとも今までかかったコストは確定する。発生電力量は完全確定値となる⁸⁾。

2 ただのデータ1

原子力の稼働実績とコスト

2-1 実発電量

表1-1および表1-2は各年の原発の発電量である。グラフでなく表で示したのは、こうして示せば、全ての年の値が手に入るからである。最上段はもちろん年号で、1966年の東海第1から2016年までの値を追った。2016年の右の数値は各原発の合計発電量

表 1-1 90年までの原発の発電実績（単位 億 kwh）⁹⁾

	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
東海1	5	6	10	8	9	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	11	10	10	9	9	9	8	8	8	9
敦賀	0	0	0	1	24	22	23	25	15	14	21	12	21	20	22	7	17	21	20	25	24	24	19	24	27
美浜1	0	0	0	0	7	22	11	8	2	0	0	0	2	1	17	6	0	17	19	24	23	24	27	19	18
福1-1	0	0	0	0	1	27	26	20	11	7	10	2	16	24	22	12	22	26	37	19	27	25	39	6	26
美浜2	0	0	0	0	0	0	21	24	28	12	20	23	32	6	26	32	22	24	31	41	35	29	25	44	27
島根1	0	0	0	0	0	0	0	0	30	31	26	23	28	31	27	29	25	28	31	31	31	32	25	26	33
福1-2	0	0	0	0	0	0	0	0	32	11	33	0	38	45	31	32	55	43	39	37	58	49	43	55	45
高浜1	0	0	0	0	0	0	0	0	23	39	38	5	24	35	28	35	37	57	52	52	44	56	47	52	48
玄海1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	36	38	40	28	38	29	33	37	44	33	28	30	34	27	23
高浜2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	28	56	49	21	47	46	59	40	31	68	43	36	28	60	13
浜岡1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	25	18	10	26	32	33	33	31	26	37	40	33	10	32	10
福1-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	50	29	30	35	47	52	28	38	46	53	59	39	43	64	35
美浜3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	42	32	35	38	68	59	51	56	52	55	64	49	56	58
伊方1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	31	30	30	37	37	41	44	39	39	39	48	38	38
福1-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	41	47	49	43	63	49	45	39	55	65	48	43
福1-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	49	47	48	43	39	56	52	42	37	62	56	41
東海2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	59	69	64	55	71	67	75	78	73	63	70	92
浜岡2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	45	49	48	53	55	59	48	50	58	56	48	43
大飯1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	35	52	45	70	60	98	60	53	74	34	34	51
福1-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	62	63	68	78	61	56	65	85	69	38	88
大飯2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	55	53	65	94	69	71	88	75	67	79	92
玄海2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	46	40	40	40	41	49	36	34	39
伊方2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	43	44	40	39	40	49	37	40	41
福2-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	67	66	72	87	80	63	64	63
福2-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	77	81	81	72	75	84	71
女川1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	35	35	34	36	32	30
川内1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	67	70	64	59	63	78
高浜3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	59	74	65	59	56	67
高浜4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	61	58	61	64	66
福2-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	71	75	69	0	33
柏崎1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	70	80	81	75	61
川内2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	62	63	58	72	64
敦賀2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	79	102	78	74
福2-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	73	75	93
浜岡3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	74	76	82
島根2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	54	64
泊1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	41
柏崎5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94
柏崎2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46

となる。表 1-2 右下隅にみえる最大の数値は、2016年までに全原発が生んだ発電量総量となる。その値は 7 兆 5400 億 kwh である。すでに廃炉が決定した原発は多数あるが、全原発の廃炉が決定すれば、その値が「発電量の確定値」となる。しかしまた、

まだ動いている原発、動かす気配がある原発もあるので、こうした論文の続報が必要となるかもしれない。右端の数値を「設備容量×稼働年数」で割ると各原発の現時点での「稼働率」が示される。

表1-2 90年～2016年までの原発の発電実績（単位 億kwh）¹⁰⁾

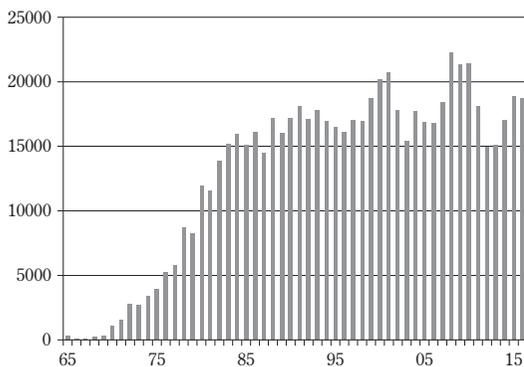
	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
東海1	9	9	11	0	10	9	11	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	290		
敦賀	27	24	20	20	24	24	22	20	24	12	4	28	29	26	27	27	26	17	15	10	21	0	0	0	0	0	0	848		
美浜1	18	20	18	14	0	1	30	24	25	22	30	22	23	26	19	16	17	16	23	22	19	0	0	0	0	0	0	634		
福1-1	26	13	29	21	40	32	18	40	34	28	29	15	23	0	0	19	29	16	22	37	20	0	0	0	0	0	0	870		
美浜2	27	0	0	0	24	31	37	39	36	29	31	40	38	36	24	40	36	13	29	32	26	30	0	0	0	0	0	1073		
島根1	33	38	28	29	22	35	29	31	35	40	4	40	36	29	37	29	20	28	39	26	0	0	0	0	0	0	0	1062		
福1-2	45	32	43	58	24	52	61	56	25	50	54	47	68	0	44	44	31	63	59	50	45	0	0	0	0	0	0	1552		
高浜1	48	64	53	36	40	56	52	49	61	72	63	63	55	76	58	66	55	73	54	62	59	0	0	0	0	0	0	1839		
玄海1	23	29	40	37	28	38	47	41	36	36	45	30	41	38	44	41	39	38	50	41	40	34	0	0	0	0	0	1331		
高浜2	13	30	40	55	50	49	61	63	63	63	62	72	65	58	57	76	60	29	54	67	52	50	0	0	0	0	0	1822		
浜岡1	10	29	33	20	29	37	35	38	46	32	26	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	752		
福1-3	35	41	61	51	42	47	67	10	44	46	69	59	20	43	25	62	50	45	62	49	45	0	0	0	0	0	0	1587		
美浜3	58	58	50	47	63	44	41	64	72	61	50	59	69	66	27	0	17	55	60	54	76	9	0	0	0	0	0	1778		
伊方1	38	36	47	37	41	38	38	40	44	40	31	42	45	39	29	43	43	41	39	36	42	21	0	0	0	0	0	1327		
福1-4	43	61	49	41	62	64	51	35	66	64	46	61	32	2	47	21	52	59	48	57	46	0	0	0	0	0	0	1578		
福1-5	41	53	60	44	44	55	67	50	56	47	34	61	59	38	40	46	41	50	55	59	44	0	0	0	0	0	0	1620		
東海2	92	74	62	83	87	71	78	70	94	3	90	65	65	81	91	55	71	87	72	34	72	0	0	0	0	0	0	2267		
浜岡2	43	59	58	55	45	68	64	58	54	36	70	35	19	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1322		
大飯1	51	60	83	52	47	93	73	78	91	84	65	77	103	85	78	78	74	94	86	56	63	30	0	0	0	0	0	2217		
福1-6	88	74	60	55	96	71	64	83	78	83	66	92	65	24	24	70	79	61	92	77	37	0	0	0	0	0	0	2125		
大飯2	92	69	61	92	71	44	85	71	42	63	90	75	87	92	96	77	73	80	90	69	65	75	0	0	0	0	0	2408		
玄海2	39	49	36	39	33	46	41	36	36	43	40	25	40	48	43	40	31	47	35	38	42	0	0	0	0	0	0	1193		
伊方2	41	46	37	38	40	49	39	38	39	50	39	33	41	50	37	29	40	41	45	38	39	39	0	0	0	0	0	1222		
福2-1	63	86	68	59	77	97	70	65	73	97	76	72	74	56	47	83	72	73	86	90	54	0	0	0	0	0	0	2127		
福2-2	71	72	60	94	73	71	84	89	77	86	76	89	25	0	57	64	97	51	79	90	64	0	0	0	0	0	0	1954		
女川1	30	36	33	35	36	26	45	35	36	38	46	36	20	31	25	15	0	29	0	40	30	0	0	0	0	0	0	832		
川内1	78	58	59	51	78	61	54	56	74	63	59	64	79	66	63	61	81	61	59	62	71	9	0	0	0	0	51	67	1853	
高浜3	67	67	63	60	60	74	58	62	66	66	70	64	68	61	73	60	59	51	52	60	64	72	0	0	0	0	8	0	1733	
高浜4	66	64	62	58	76	59	58	67	76	57	63	64	76	68	62	58	79	60	51	67	68	25	0	0	0	0	0	0	1690	
福2-3	33	65	94	72	48	88	93	78	86	73	96	30	44	7	65	28	85	74	70	79	81	0	0	0	0	0	0	0	1676	
柏崎1	61	87	82	72	73	79	88	72	76	85	92	71	41	0	82	19	90	9	0	0	80	34	0	0	0	0	0	0	1650	
川内2	64	59	59	78	58	59	60	78	61	59	63	78	65	66	61	79	67	62	58	79	61	34	0	0	0	0	0	35	64	1788
敦賀2	74	79	101	81	82	81	92	76	89	46	95	90	91	88	82	97	66	38	23	93	76	11	0	0	0	0	0	0	1922	
福2-4	93	76	59	80	86	81	71	84	96	85	69	83	52	0	36	56	40	74	90	69	60	0	0	0	0	0	0	0	1646	
浜岡3	82	71	69	70	96	81	72	85	80	97	80	65	46	40	77	81	67	76	92	67	64	0	0	0	0	0	0	0	1765	
島根2	64	58	56	58	71	57	58	62	72	60	63	63	72	48	37	63	59	57	32	69	23	59	0	0	0	0	0	0	1325	
泊1	41	38	38	41	51	41	40	42	51	41	44	44	51	41	40	44	51	42	33	42	52	3	0	0	0	0	0	0	950	
柏崎5	94	74	73	76	95	79	82	74	96	81	73	85	89	0	88	72	63	0	0	0	33	80	0	0	0	0	0	0	1407	
柏崎2	46	72	79	91	76	81	72	96	85	86	68	96	39	0	73	67	86	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1219	
泊2	0	40	38	41	40	51	41	40	43	51	43	42	43	41	42	45	43	49	34	36	43	21	0	0	0	0	0	0	867	
大飯3	0	30	82	103	85	81	87	99	97	93	92	88	89	106	21	92	84	88	41	80	89	0	78	44	0	0	0	0	1749	
大飯4	0	0	16	91	94	79	49	103	92	93	83	99	101	91	86	83	105	83	79	90	88	32	73	49	0	0	0	0	1759	
志賀1	0	0	0	32	36	37	37	38	47	36	40	40	46	17	38	41	33	0	0	47	30	0	0	0	0	0	0	0	595	
柏崎3	0	0	0	61	76	83	96	84	70	81	96	73	34	0	73	83	77	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1016	
浜岡4	0	0	0	57	74	87	100	82	75	86	100	91	43	64	76	93	75	81	87	60	68	12	0	0	0	0	0	0	1411	
玄海3	0	0	0	4	75	102	77	86	80	104	84	86	85	106	84	90	79	106	86	84	73	0	0	0	0	0	0	0	1491	
柏崎4	0	0	0	5	39	87	84	79	85	97	64	67	74	67	36	97	30	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	940	
伊方3	0	0	0	0	23	62	74	64	65	57	78	65	70	61	71	80	64	72	66	68	80	6	0	0	0	0	0	49	1175	
女川2	0	0	0	0	0	46	55	60	71	61	61	50	71	35	59	30	27	51	72	37	44	0	0	0	0	0	0	0	830	
柏崎6	0	0	0	0	0	0	47	99	111	107	97	96	98	109	89	85	117	9	0	65	92	120	0	0	0	0	0	0	1341	
柏崎7	0	0	0	0	0	0	0	89	100	88	102	118	83	55	108	93	85	36	0	86	93	46	0	0	0	0	0	0	1182	
玄海4	0	0	0	0	0	0	0	71	79	83	103	84	86	86	101	89	80	82	102	87	87	68	0	0	0	0	0	0	1288	
女川3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	65	70	55	29	42	28	49	54	51	0	0	0	0	0	0	0	455	
浜岡5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	102	40	94	50	14	21	15	0	0	0	0	0	0	361	
東通1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	74	84	67	73	82	0	0	0	0	0	0	0	410	
志賀2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	31	0	93	50	94	0	0	0	0	0	0	0	274	
泊3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	68	83	9	0	0	0	0	0	182	
	1967	2100	2170	2394	2640	2884	2955	3161	3310	3161	3214	3175	2943	2402	2779	2994	3032	2637	2580	2774	2837	1018	160	93	0	94	180	75400		

2-2 原発のコストデータ一覧

次に示すべきは原発設計、建造、運用などにかかったコストである。下図はそれを各年ごとに示した表とグラフになる。ここでも各年度の値が利用でき

表2 原発コストの各年度表（単位億円）¹¹⁾

年		年	
1965	341	1991	18135
1966	67	1992	17137
1967	91	1993	17781
1968	285	1994	16969
1969	309	1995	16501
1970	1079	1996	16067
1971	1574	1997	17010
1972	2797	1998	16963
1973	2736	1999	18744
1974	3413	2000	20197
1975	3927	2001	20736
1976	5223	2002	17810
1977	5758	2003	15461
1978	8683	2004	17742
1979	8250	2005	16865
1980	11925	2006	16845
1981	11595	2007	18412
1982	13872	2008	22275
1983	15160	2009	21353
1984	15933	2010	21420
1985	15136	2011	18101
1986	16070	2012	14986
1987	14516	2013	15083
1988	17187	2014	17021
1989	16021	2015	18901
1990	17175	2016	18695
		合計	676333



グラフ1 上コストをグラフ化（単位億円）

るように表を先に示した。合計値は67兆6333億円にのぼる。並置されたグラフから、85年くらいから平均して1.5兆円以上の支出があることなどが見て取れる。コストの内訳は「研究開発費、各燃料費、運転維持費、建設費」となる。その中で最も大きいのは、総じて「運転維持費」であることについても注意が要る。

また、左記データで特に注目される点は、2011年度以降の値で、それぞれ、1.5兆円（12年）、1.5兆円（13年）、1.7兆円（14年）、1.9兆円（15年）、1.9兆円（16年）となっている。稼働しない原発は、稼働期並み（以上）のコストがかかる。ほとんど稼働状況にない当該時期の原発発電量は500億kwh程度であるから、この時期の原発は電力生産原価170円/kwhというばかばかしい値をとる。昨今電力会社が「再稼働」を急ぐ理由はここにある。もちろん、「だから再稼働してよい」などという理屈はない。しかしまた、それが各電力会社の経済体力を悪化させることは事実で、最悪倒産の姿も予見できる。現実的には、それを避けるために、最終的（経済）負荷を、税金などの形で市民に分担させる、という手法をこの国はとってきた。ここでは、そうした政策批判などに紙面を割かないが、事前の慎重な議論が必要となる。

この紙面のデータで注目されるのは、電力事業の支出が大幅に減少して、そのため原子力関連支出が比率を大きくしていることである。

下は13年度から16年度の4カ年の値であるが、電気事業全体の支出は急激に減少しており、13年度8%であった原子力関連の支出の比率は15%ほどにまで跳ね上がっている。

特に2016年度の電気事業全体の支出減が大きい。これには「調査対象企業1社の分社化により総支出

表3 電気事業全体の支出と原子力関連支出（13～16年度）

	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度
電力事業全体	19.3兆円	19.6兆円	17.3兆円	12.2兆円
原子力関連	1.5兆円	1.7兆円	2.1兆円	1.9兆円

額が大幅に減少となっている」という註が添えられている¹²⁾。説明が全くないが、これは東京電力の分社化を指すとしか考えられない。よく知られている通り、このタイミングで旧東京電力は、「東京電力フュエル & パワー (株)、東京電力パワーグリッド (株)、東京電力エネジーパートナー (株)」と分社した。三つに分社化したうちの発電会社の支出に限定したというのか、ともかく説明はない。2016年以降の東京電力グループの経常費用等はむしろ増加傾向にあるので、意味不明の支出減となっている。

2-4 バックエンド費についての記載

政府は、それまでずっと先延ばしにしてきた「バックエンド費」の概算を2004年度に提示した。その額については、一度20兆円程度と提示された直後、18.8兆円と修正され今日に至る。多くの研究者がこの額の（少なすぎるといふ）虚構性を指摘してきたが、それをうけて値が再検討されることはなかった。実際に必要な費目がいろいろ欠如しているので、不足は明白である。こうした批判が挙げられていながら、それを全部無視しつつ、料金徴収だけが先に進められていることになる。こうした事態は、六ヶ所村再処理工場の実働開始のタイミングにあわせ、費用を電気料金に転嫁させるために便宜上の「請求書」の根拠が仮設された、という大島の指摘に沿って理解するほかはない。

さて資料提示を目的とする本稿が問題とするのは、バックエンドの費用として、どの時点からどれだけの額が支出計上されてきたのか、という点である。

「産業動向調査」は掲載数値の費目、項目立てを何度となく変えてきたが、原子力関係支出の記載箇所においても、「2008年度より、調査内容見直し」と

注意書きがあり、その年度より、「プラント新設、プラント既設、フロントエンド、バックエンド、デコミッションング」の範疇分けが登場する。同時に、5年平均1.7兆円レベルであった「原子力関連支出」がいきなり2.2兆円まで跳ね上がっており、この時点からバックエンド費の計上が本格化した可能性をにわせている¹³⁾。

それ以降の調査報告には、支出総額とその中のバックエンド費が比率として記載されているので、まとめて表にする。

表4の中で具体的金額の記載があるのは10年度のものからで、08年度、09年度は比率のみが掲載されていた。以上の値の信憑性についての検討は別個の課題として残し、ここでは掲載額の総額概数として、2.4兆円ほどが支出された形になっていることを確認する。

2-5 福島第一原発 廃炉費用 賠償費用

福島第一原発の廃炉作業は現在も手探りの状況であり、示されたロードマップなども仮定以上のものではない。当然そこにかかる費用も概算にしかならないが、経済産業省は、何度かその総額のイメージを示してきた。作業の困難性が明るみに出るといふ、その額面が上方修正されてきたのも当然の結果と言える。

例えば16年度には（12月9日）「廃炉は従来の2兆円から8兆円に、賠償は5兆4000億円から7兆9000億円に、中間貯蔵施設の整備費用は1兆1000億円から1兆6000億円に膨らむ」と、と新聞報道されている¹⁴⁾。これを合計額としてみると、さらに費目が増えて、全体で21.5兆円となることが報じられた。

本稿はこうした額面の検証や批判をする任を抱え

表4 バックエンド支出額変遷¹¹⁾

	2008年	09年	10年	11年	12年	13年	14年	15年	16年
支出総額	2.23兆円	2.14兆円	2.14兆円	1.81兆円	1.50兆円	1.51兆円	1.70兆円	2.10兆円	1.87兆円
BE比率	19%	19%	17.8%	15.3%	15%	13%	13%	8%	6%
BE額	約4千億	約4千億	3823億円	2762億円	2189億円	1998億円	2123億円	1756億円	1084億円

ていないが、この時点における廃炉の見積もりが不十分なこととはともかく、補償に関して、増額された値にしても、避難転居をよぎなくされた住民の補償額として全く「不十分な額」であることを一応明記しておきたい。なお、その後も、例えば「公益法人日本経済研究センター」は、「事故処理費用は50兆～70兆円になる恐れ」というレポートを提出している¹⁵⁾。こういった値のブレは、そもそもトリチウムの処理、除染などについて、政府の説明根拠が不明確であることに基づく。現時点では、「後者の提示額」が正しいという根拠も示せるものではないが、少なくとも「説明としてつじつまが合う」額面提示に向け、再検討を求めたい。

3 電力生産原価のみつもり

以上のデータを用いて、原発全体のコスト、＝電力生産原価の簡略なイメージをここでまとめた。再度復習となるが、電力生産原価とは、当該技術が稼働生涯にかけて費やした費用（コスト）総額を、稼働生涯において生んだ電力量で割ったものにすぎない。

本稿は、こうした値のうち、1966年から2016年度にかけて全原発が生んだ発生電力量を7兆5400kwhと確定的に示した。また、2016年度までに費やされた、「研究開発費、各燃料費、運転維持費、建設費」の値総額を67兆6333億円と示した。原発運用に費やされた費用がそれに限定されるのであれば、二つの値を割ってやれば、電力生産原価の値は出る。しかし、その費目に含まれない「バックエンド費用」や「福島第一原発の廃炉と補償に関する費用」についても言及した。当然ながら、これらも研究開発費、各燃料費、運転維持費、建設費に加えて計算されねばならない。とりあえず、以上の項目を重ね合わせて割り算すると値は次のようになる。

$$\frac{\text{コスト総額}}{\text{発生電力量総量}} = \frac{67兆6333億円 + (18.8兆円 - 2.4兆円) + 21.5兆円}{7兆5400億 kwh} \\ \approx 14円 / kwh$$

説明不要かもしれないが、分子の2項目はバックエンドの値であり、政府公表値から「支出済み」とされそうな2.4兆円を引いた額をかりつけた。引き算額はさらに大きい、と批判したい諸氏があれば、論拠を政府公表資料に基づいて示してほしい。論者にとってそれはありがたい。分子の最後の値はいうまでもなく福島第一原発の、廃炉、補償に関する費用である。

これもまた確定値からは程遠い。21.5兆円などは今だけ通用する（通用してないが）「絵に描いたもち」の値である。18.8兆に対する引き算額は、当然もう少し大きくてもよいのだが、それを論ずるものは、先に18.8兆円の「いいかげんさ」を批判すべきであろう。2.4兆円のブレ幅が1兆をこえても論者は弁解する気はないが、18.8兆円が、実際の値の半分以上となることがわかったら（すなわち実際の値がこれの倍ぐらいで済むぐらいであったら）、仰々しく説明して騒がせた非をお詫びしたい気持ちになる¹⁶⁾。絶対にとという言葉は科学にはない。だからこのようにいう。上記の値は「ほぼ確実に」現実の値の「最低値」を暗示することになるであろう。

さらに言えば、昨今政府ですら言及し始めた「政策コスト」も加えられる。電源三法に定められた「税込」の行きつく先は、ほとんどが原発関連であった。その額を足す必要がある際には、この値に足したらよい。ただし、この値を加算する是非の決着などみるまでもなく、原発のコストは高い。

また、大島の論文には、揚水発電の意味を「原発附置施設」とし、そのコストを原発のそれと一緒にして考えるべき、という指摘も加えられている。論者はおおむねそれに賛同するが、二点ほど注意が要ると考える。

第一は、揚水発電は原子力が誕生する以前に存在しており、過剰出力の調整は、原子力のそれに限定されない。これを、そもそも論で問題にする気はない。しかし、将来原発亡き後、社会的調性力を担う

「揚水」の存在意義を下げる指摘にならなければよいが、と思う。また、第二に、現在の「揚水発電」が原子力の過剰出力に対応する手段として活躍するとはいえ、やはり「水力」の一種ではあり、それを「原子力」と混在させるのか？ といった無用の議論を生む。論者も、大島に倣った説明をする中、たびたびそうした批判を受けてきた。もちろんそれに屈するわけではないが、こうした無用の議論で時間を潰している場合でもないと考える。

くりかえすが、上に示した14円の値は、現時点で推定される下限の値である。必要があれば議論の自身に応じて、その項目は変化させたらよい。

現時点(18年度)において、現実値は提示値からややずれてきている。若干つづく原稼稼働で、分母値(発電量総量)は上方修正されている。2011年の事故の後、ひとたび原発は全面停止に陥ったが、2012年から2016年までに若干の再稼働を持って発電電力量500億kwhほどを稼いだ。しかしまた、分子のコストも8兆円以上上乘せられていったことを忘れてはならない。2012年から16年にかけての「若干の稼働状況」は、上記の演算結果を13円から14円に1円引き上げる結果を生んだ。この傾向は16年から今(将来)にむけて、なお進行中である。25円内外の電気代の枠組みの中で、4年に1円のブレ幅の意味はとてつもなく大きいものといえる。

論者は、原発非稼働状況が、火力の加重稼働を生んでいることに言及していない。ちまたでは、原発が動かせないために「〇〇円の化石燃料代が加算された……」という議論も交わされている。

しかし考えてほしい。一般的に火力は建設コストが安く、その分燃料費がかさむタイプの発電施設である。原子力はその逆と言ってよい。そして、火力の発電コスト(安さ)が政府(資源エネルギー庁など)の指摘するように安いのであれば、火力発電、化石燃料を「より以上に」活動させようとも、その発電コストの値は、「より低くなるはず」なので、経済界は、何の被害も受けないはずなのである。

火力の使用量が倍になったとする。燃料価格を一定とすると、燃料コストは倍になる。発電量も倍になると考える。その他のランニングコストは定数とすると、発電コストの変化は次のようになる。

旧来の発電原価 「旧」

$$\frac{\text{資本コスト } C + \text{一般ランニング } R + \text{燃料コスト } F}{A \text{ (旧来の発電量)}}$$

新規の発電原価 「新」

$$\frac{\text{資本コスト } C + \text{一般ランニング } R + \text{燃料コスト } 2F}{2A \text{ (新規の発電量)}}$$

「新」「旧」の値の違いは上記のように表せるが、「新」<「旧」は、ACRFがどのような正の実数値でも「真」となる(各自で確認してください)。それでもなお、経済負担が……ということ事実に現れるのなら、火力などそうそうに「再生可能エネルギー」系に転換すべきであろう。

とはいえ、もうすでに建設済みの原子力があるのであれば、それを使った方が、「現時点の」コスト負担を下げられる(「もっと」安くなる)、ことも間違いない。これは単に、原子力と火力が「過剰施設(足し合わせたら需要を上回る)」であるならばランニングコストの低い原子力を優先的に使うべき、という「勘定」から演繹される。上記の問題が「経済負担」として現象する根本命題は、「日本にはなぜ、これほどの過剰発電施設があるのか」という問題に逢着するはずである。よって以下に、日本の電力需給環境の推移についてのデータも示しながら説明をつづける。

4 電需給との関連—電力需給の逼迫度合い

4-1 日本の過剰設備容量

論者は日本の電力経済を悪化させている元凶は、「原発があるがために、電力生産設備が過剰になること」をかねてから指摘してきた。今回の福島や、また柏崎の事例でも知られるように、一つの原発の不具合、問題性は広範囲の原発の停止を引き起こす。

今回の福島について言えば、「全」原発が止められることになった。原発は、1基あたりの出力が高いため、1000万kw級の補給手段が講じられねばならないことになる。

しかるに、福島の事例においても、計画停電は最初の年の4月に限定的に展開されただけで済んでいる。それはとりもなおさず、その他の「利用していない」電力生産手段が多数存在していたからに他ならない。もちろん、定期点検が必然的に存在する電力界において、いわゆる「過剰な（=最大需要量を超える）」設備があること自体は一般的なことである。問題は、その絶対量と認可出力との関係と言えよう。

電理工学の教科書には、電力設備の「予備率は8%前後が妥当」と記載されてある¹⁷⁾。そして、日本の総設備容量の値に対する、最大需要（負荷量）の割合は75~80%前後になる。逆に言うと、「使用されていない設備容量」の比率は25%にも届く値となる。資源エネルギー庁や電力会社は、それは「予備力（率）」ではないと批判するはずである。「使用されていない設備」の中には定期点検や修理中のモノがある。それを除いた稼働可能技術で「予備力（率）」を確保するのである、というはずである。しかし、問題は電力業界や資源エネルギー庁が定義する「予備力」の大きさではなく、この「使用されて

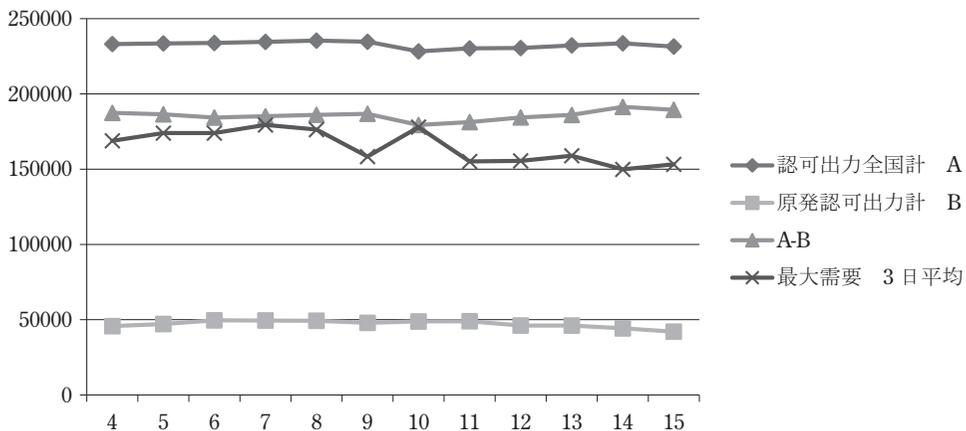
いない設備容量」なのである。予備力が一般的に許容できる数値であるのならば、それは逆に、数基の巨大容量の原発が「頻繁に定期点検」に入るからこそ、「使用されていない資本」が過重になるのである。

例えば電気事業連合会は2005年度、「既設原子力発電所の活用」と題する報告の中で、他国より頻度が多く（年に一回程度）、期間も長い（3ヶ月程度）検査を踏まえた「日本の原発」の信頼性について説明している¹⁸⁾。その日本において福島の事故が起きたということを、改めて政策決定者は熟慮すべきである。しかし、今問題とすべきことは、巨大原発を数多く運用するということが、「稼働していない電力施設」を大量に抱え持つ、ということであった。対する火力の点検サイクルは旧来2~4年ごとであったものが、今次の状況下6年に引き伸ばされる方向になる。それはそれで、問題多き事項なのだが、原発の停止頻度の大きさを対称的に示す事項でもある。

4-2 「利用されていない」電力設備の大きさと原発容量との関係

こうした事態に関わって日本の原発容量と需要最大値との関係を確認しておきたい。

下グラフは、日本の電力設備全体の容量（認可出



グラフ2 電力設備容量（認可出力）全体と最大需要電力量，原発容量との関係¹⁹⁾

力)と年間の最大需要量, 原発の容量との関係を示したものである。モノクロで見にくい, 「認可出力-原発容量」の値を別個に▲印の折れ線グラフとしてしめし, それと最大需要量との大小関係をおった。表が示すように, まず▲の値は, 04年度から16年度にいたるまで, 一貫して最大需要量の上にあったことが分かる。このことは, 「原発出力が0であっても電力需要はぎりぎり賄える社会」であったことを明らかにしている。もちろん, 07年度や10年度近辺で, 供給力不足がたちあらわれた可能性も見えるが, 逆に12年以降, 最大需要との開きが拡大傾向にあることも確認される。この最大需要量はもちろん夏の一時期だけのことであり, 年間を通じてみる場合, この開きはなお拡大している。

さらにいうとグラフ2における認可出力は, 期間内2.3兆KW内外で安定した推移をみせているが, 16年度以降電力自由化の流れを受けて, 旧9電力以外の参入者を迎えた現状は2.7兆KW内外で推移している。しかも原発の廃炉決定があいつぎ, 巨大容量が認可から外れる中で, 全体認可出力は上がっているわけである。さらに需要は全体的には漸減傾向にある。論者は, 「自由化」後の電力参入の乱立状況を手放しで評価するものではないが, 少なくとも, こうした供給力-需要の全体状況の中で, 需給が逼迫する可能性は日増しに低くなっていると考ええる。

4-3 「利用されていない」電力設備の大きさと原発容量との関係 北海道

前節において, 日本全体の問題として, 原発0状態においても, 電力需給が逼迫しない概況を記した。

しかし日本は不幸にして, ただでさえ島国で隔離された電力状況を, 9に区分することで, 各エリアを狭くするという愚挙を許してしまった。「広域優位」は電力経営のイロハである。従って, 全体として原発なしでも需要が賄えるとはいえ, 各個エリアにおいてそれが保証されているとは限らない。

各電力管区は, 別個資本にわかれて経営されているが, 一応電力線は結ばれており, 相互に電気をやり取りする「融通」という手段もある。こうした観点で見たとき, 当該管区において需給逼迫が最も懸念されるのは, 北海道エリアと考えられる。というのも, 電力線の連絡が最も細く脆弱でありかつ, 管区内の需要が相対的に低いからである。需要が相対的に低いというのは需給逼迫の可能性を下げるよりもあげる可能性がある。

表中問題となるのは, 3段目の認可出力から泊原発容量を引いた値が, 管区内の最大需要とどのような関係にあるかである。ぎりぎりとはいえ, 4年, 6年, 8年, 9年~12年において, 最大需要の方が大きかったことが見て取れる。しかしまた13年以降認可出力の増加もあって, 最大需要は泊なくして担える状況が生じている。

当該表には北電の他社受電量も併記した。併記した意図は, その値が極めて小さいことを示すところにある。こうした他社受電が拡大できるのであれば, 過去においても原発なしはイメージできる。

例えば北電とつながった東北電力は東京電力と密な関係を形成していて, 互いに融通, 他社受電の枠を大きく維持できている。

おどろくべきことは, 東京電力の他社からの受電

表5 北海道電力 認可出力, 原発容量, 需要最大等の関係 単位千KW²⁰⁾

	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
北電認可出力 A	6584	6584	6499	6505	6505	6505	7418	7418	7422	7548	7549	7750
泊認可 B	1158	1158	1158	1158	1158	1158	2070	2070	2070	2070	2070	2070
A-B	5426	5341	5341	5347	5347	5347	5348	5348	5352	5478	5479	5680
北電 3日平均	5240	5437	5434	5650	5395	5543	5715	5641	5467	5381	5174	4988
北電 他社受電	819	834	826	797	743	875	870	405	1092	895	951	976

表6 東北電力 東京電力 他社受電量の推移 単位千 KW²¹⁾

	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
東北電力他社受電	1547	2317	2189	2470	2937	1986	2726	4580	3588	2535	2743	1797
東京電力他社受電	10188	9297	7812	11556	10132	10049	8831	8900	9012	8478	7917	7736

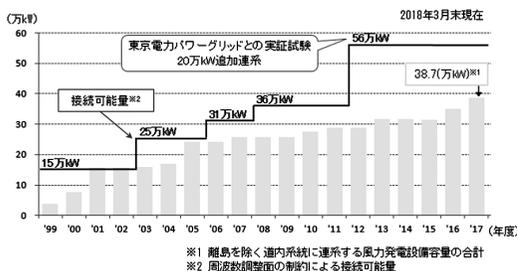
量は、北海道エリアの最大需要量の倍から3倍の量に届く。こうした他社の筆頭に東北電力が存在するのであるから、北海道と東北（本州）の電力系統を太くすれば、北海道エリアの需給逼迫は、解消に向かう可能性がある。当然原発0の状態においてのことである。

北電は、管区エリアの需要がほとんど増加していない中で、10年度泊三号機の認可を勝ち取った。その結果現れたことは、例えば15年度についていえば、認可出力計775万KWに対して最大需要が500万KW弱であり、最大需要の50%以上に相当する「遊休資本（設備）」を抱えるということである。前章までに明らかにした通り、その遊休設備が原発である場合、維持コストは運用時並みにかかっていると想定すべきである。北電がここにきて、災害を逆手にとり、泊稼働断行を目指すのはこうした背景が絡んでいる。

もちろん原発再稼働を目指さなくとも道はいろいろある。例えば、本州とのパイプを太くすることがそれであり、また再生可能エネルギーを広く導入することである。

北電の買い取り制限推移

風力発電は出力が安定しないことから北海道での接続可能量は36万KWが上限。

図2 北電の風力買い取り制限²²⁾

後者の問題について北電は後ろ向きの態度を継続してきた。日本全体が風力導入に後ろ向きであるので、相対的には風力導入量は大きいともいえる。しかし、各時期において、厳しい導入制限量を設け、飛躍増大を阻んできたことも事実である。こうした問題に関しては論者の過去の指摘を参照してもらいたい、ここでは最近の制限事例に触れる。

風力の導入制限の基本的考え方は、需要を上回る出力が出てしまった際の、出力吸収型の調整力が足りない、ことに基づいている。典型的には、需要低減期の深夜などにおいて、基本的に原子力以外の電力供給力をストップさせているとしたら（泊の出力を見れば大いにありうる設定である）、需要を上回る風力の出力を調整できる手段がそこにあるということになる。業界ではこれを「下げシロ」が不足すると表現する。要するに原子力を動かしたいので、風力が入れないという構図になる。

左図は北電による風力買い取り制限の推移を示した図である。全世界的には、風況が良好な場合、指数関数的描像のカーブで建造量の推移が現れるが、図に示される通り、北海道の風力は赤の上限値できっちり押さえこまれている。泊の再稼働審査が進まない中にあっても、なお泊が3号機とも稼働することを前提とした制限を守っている。

北電は18年に東電との「電力融通」を含めた連携の強化に「ようやく」着手するらしい²³⁾。

電力などネットワーク技術の危機管理は、分散通路を確保することが常識とされる。しかるにこの国は、連携を多層に組み立てると連鎖停電がおこるとして、それに後ろ向きであった。電力発生装置についても巨大集中型は、危機管理に向いていない。北電はこの国の基本ラインを忠実に守り、巨大集中をかためて、分散をないがしろにしてきた。

このたびの震災に基づくブラックアウトについては、まず、ネットワークのありかた、と巨大集中発電所の位置が検討されるはずである。ネットワークの在り方を無視して、点在する巨大設備をいくら大きくしても危機管理には全くならない²⁴⁾。

ここぞと、「反原発批判」を展開する論があふれかえっているが、どの論者も次の各点は最低限説明してから発言してほしい。第一に震源地被害が泊でなかったのは結果論ではないのか。第二に、極めて典型櫛形ネットワークを有する日本において、泊をつなぐネットワークが遮断された際どうなるのか。第三に、大規模火力の崩壊が、需給バランスを崩し、他の発電所の停止につながったのであるが、泊が定格で稼働していたとしても、瞬時の調整は原発には無理ではないのか。第4に、本州、北海道の連携技術の未整備がバックアップを阻んだのではないのか。

分散再生可能エネルギーの「出力の不安定性」という論点もいまだ勢力が衰えていないが、太陽光も風力も大規模にネットワークにつながると、出力は平滑になる。風力先進国ほどそれを実証するが、北海道レベルで、どの程度の平滑性が実現しているものなのか、データを一度確認してほしい。そうした分散技術の増大連携をこれまで阻んできたのも巨大原子力であったのだが、本稿にも示した北電の制限についてその意味を一度考えてみてほしい。

緊急対策として何が必要なのかということと、10年単位でなにをしなければならぬのかは並行した議論が必要になる。福島事故の後、さまざまな反省点が挙げられた。論者が大きく取り上げたのが、西と東の周波数の差異を変換するパイプが100万 kw レベルでは脆弱すぎるという点であった。このために西からの電力支援がとどこおったことは広く認知されているはずである。時間はかなりたった。事態はどれだけ改善されたのであろうか。もうひとつ、同じ東エリアにあって、比較的被害がうすい北海道からの電力支援もままならなかった。それも、本州-北海道をつなぐ電力線の技術未整備が原因であった。これがどれだけ改善されたのであろうか。あと

2年で10年がたつ。この国はこのあと何回同じ過ちをみすごすことになるのであろうか。

注

- 1) 経済産業省資源エネルギー庁電力・ガス事業部編『電力需給の概要 2010』(2012) 中和印刷株式会社。
- 2) 原子力資料情報室『原子力市民年鑑2006』(2006) 七つ森書館。
- 3) 大島堅一『再生可能エネルギーの政治経済学』(2010) 東洋経済新報社。
- 4) 大島堅一『原発のコスト』(2011) 岩波新書。
- 5) 小出裕章『図解原発のウソ』(2012) 扶桑社 p.76。
- 6) 誤解のないように言っておきたいが、論者は『原発のウソ』をはじめとする小出の業績と勇気を多とするものである。重箱の隅をつついて彼を批判したいわけではない。ただしこれを放置すると、あのデータが分かりやすいだけに、表が独り歩きしかねない。問題認知を「広める」ことが、今なによりも大事なのであり、そのため小出も論者も「わかりやすさ」の力をもとめている。しかし、「わかりやすさ」には落とし穴があるので注意が必要である。
- 7) 金子勝『原発は不良債権である』(2013) 岩波書店、『原発は火力より高い』(2013) 岩波書店。
- 8) 論者は、全国の小学校の、算数の割り算文章問題に、この論文の「数字」をのせることを願うものである。その演算の手法も、意味も確実に小学生に理解される。
- 9) 前掲(注1)など各年の『電力需要の概要』から作成。
- 10) 前掲(注1)など各年の『電力需要の概要』および各電力会社 HP 上のデータにより最近の値を作成。
- 11) 一般社団法人日本原子力産業協会『原子力発電に係る産業動向調査』各年度報告書に基づき作成
- 12) 前掲 2016年度レポート p.76。
- 13) 2008年度調査報告 p.16。調査内容がどうみなおされたのかについては記載されず。
- 14) 日本経済新聞のネット掲載記事 <https://www.nikkei.com/article/DGXLASFS09H0H> (最終閲

- 覧：2018年8月30日）
東京新聞ネット掲載記事 <http://genpatsu.tokyo-np.co.jp/page/detail/215>（最終閲覧：2018年8月30日）
- 15) 「エネルギー・環境選択の未来・番外編 福島第一原発事故の国民負担」（2017年3月） https://www.jcer.or.jp/policy/pdf/20170307_policy.pdf（最終閲覧：2018年8月30日）
- 16) この問題が大きくずれ込むのは、政府、電力会社が核燃料サイクルの方針を転換させ、ワンスルーをめざすことになった場合である。論者は基本的にその方向を推奨したいが、どうなるであろうか。ただし、ワンスルーに転換したとしても、これまでかけてしまった六ヶ所再処理工場がらみのコストは消えようもなく、もんじゅにからんだ1兆円も債務として残る。こうした方向をむいても、18.8兆円を下回るとは考えていない。
- 17) 奈良宏一『電力自由化と系統技術』（2008）電気学会 p.23。
- 18) 電気事業連合会『既設原子力発電所の活用』平成17年9月28日レポート http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/nuclear_subcommittee/001/001_003/pdf/（最終閲覧：2018年8月30日）
- 19) 資源エネルギー庁 HP 掲載のデータに基づく。全国であるので8月の三日平均最大需要をとった
- 20) 資源エネルギー庁 HP 掲載のデータにもとづく。この場合北海道なので1月の三日平均最大需要をとった。
- 21) 同上。
- 22) 北電HPから http://www.hepco.co.jp/energy/recyclable_energy/wind_power/demonstration.html（最終閲覧：2018年8月30日）
- 23) 同上
- 24) 自然エネルギー財団のHPにある高橋の論点にまとめられている。<https://www.renewable-ei.org/activities/column/REupdate/20180907.php>（最終閲覧：2018年8月30日）