

根本的に社会構造を変えるなら（前編）

～最小限の投資で最大限の効果を～

市民科学研究室 橋本正明

地域の農林水産業、人・モノ・カネの経済活動、エネルギー需給、資源循環、など幅広い分野について市民の視点から『地産地消』をキーワードに、『**自分の専門分野の常識は他分野のイノベーションの素である**』ことを標榜し、様々な分野横断的な見地からの知識、知見、意見などを交換し合うことで、分野単独では不可能だった新しい手法の開発や発見、相互発展的なアイデアの創出を目指し、今後の市民生活の向上や地域社会のみならず日本の発展に資することを目的とすることが肝要である。

（1）【熱】： Commons から得られる再生可能エネルギー

我々は身の回りにある未利用エネルギー、特に熱エネルギーの利活用に目を向ける必要がある。化石燃料や鉱石は【私有地】から掘り出され、その採掘地には所有権が設けられ、それ自体は土地の所有者の私的財産であると見做される。

翻って再生可能エネルギーはどうだろう。確かに森林資源には私的所有権が認められており、日照権や水利権、温泉地などでは源泉の所有権といった個人或いは一定の規模の集団に対して付与されている。しかしながら風や環境中の熱には所有権を主張することができない。それらは私有することが不可能なのだ。つまりこれらは【Commons】に属するエネルギーなのである。しかも特に【熱】はどこでも手に入れられるにも関わらず、これまでとかく厄介者扱いされた挙句に環境中に無作為に廃棄され続けてきた。その集大成が都市部では年々酷くなる一方のヒートアイランド現象である。それら無計画に廃棄された熱を処理するために夏はどこでもエアコン冷房が欠かせない。いわばそれは無駄の連鎖反動的スパイラルに他ならない。

地球上の人間は空気≒空間を共有、いわば共有空間に生きている。そこに Commons の拡大解釈が適用できるはずである。前述の制限はあるものの、基本的に再生可能エネルギーは Commons に属する性格が強いエネルギーである。そこから取り出す、即ち Commons から引き出されるエネルギーこそが次世代の新しい、共有財産の公平な分配に応じた資源であるだろう。ヒートアイランド現象（熱汚染）はエネルギーにおける Commons の悲劇であると考えられるだろう。

それに家庭での風呂や給湯など、水を温めることに必要な熱エネルギー（水の比熱）は CO₂ の約 5 倍程度（0℃、CO₂ 気体、H₂O 液体）と大きく、工業用ではプラント材料の余熱など、湯を沸かす際に電気を熱に変換したり、化石エネルギーを燃焼させて温めるよりも、環境中の熱エネルギーを使った方がより CO₂ を排出しない。ちなみに簡単な思考実験を試

みてみよう。実際に太陽熱温水器を使っている家庭（事務所兼：協力六曜社）では、夏では 90°C、冬でも 40°C 前後の熱水が得られるそうである。これについてあくまでも目的であるが、比熱 4187.3655 [J/kg K] として、

水比熱係数×水量×（加温後水温－水道水温）÷灯油換算係数 = 温（水）熱換算灯油量／日
真冬： $4.187\text{KJ} \times 200 \ell \times (40-7.3) \div 36490\text{KJ} = 837.4 \times 32.7 \div 36490 = 0.75042 \ell / \text{日}$
（2 か月でおおよそ 45 ℓ）

真夏： $4.187\text{KJ} \times 200 \ell \times (90-25.4) \div 36490\text{KJ} = 837.4 \times 64.6 \div 36490 = 1.482489 \ell / \text{日}$
（2 か月でおおよそ 88.9 ℓ）

とできる。単純に灯油代だけの節約として考えるよりも、化石燃料の燃焼により発生した熱の抑制と考えるべきである。何故なら燃焼で得られたエネルギーは最終的に環境中に全て排出されてしまうので環境中に過剰な【熱】エネルギーを全量排出してしまうことになる。それは夏だと特にヒートアイランド現象に寄与し、余計な冷房運転で余計な電力消費を生み、余計な火力発電所運転を招き温室効果ガス排出の負のスパイラルを生み出してしまう。そう考えると太陽からの熱をはじめとする環境熱の利活用は化石燃料の使用より遥かにマシであるだろうし、排出せずに済ませた CO₂ についての削減効果を評価すべきである。そして環境中の熱エネルギーを様々な形で利活用（3 R、断熱・熱回収温熱利用、熱回収発電）することで、化石エネルギー（原子力含む）を使ったベースロード電源を置換し、その使用を逡減させることが可能となるであろう。

例えば産業分野の排熱実態調査の報告書（2019）によると、アンケート調査による 2015 年での未利用な工場排熱エネルギーは日本全体で 743,206 TJ となっており、これを原油換算すると、1 TJ = 25.8 kl（原油換算）なので、 $743,206 \times 25.8 \div 1000 = 19,174,714.8 \text{ kl}$ となり、ドラム缶約 9600 万本弱のポテンシャルがあったことになる。これを環境中に垂れ流すのはあまりにモッタイナイどころか、その空調冷暖房のために掛けるエネルギーが二重投資になってしまい、無駄なことこの上ない。

ちなみに平成 27 年（2015）当時の WTI、為替レートで計算すると

NY 原油先物（2015）\$ 48.71 / バレル、¥ 121.0440 / \$

原油量単位換算 158.987294928 リットル / バレルなので、kl あたり原油量金額換算（円）は、 $48.71 \times 121.0440 \div 0.158987294928 \div 1000 = ¥37085.0603 / \text{kl}$ となる。

即ち、廃熱熱量の（当時の先物価格評価での）原油輸入金額評価は、 $19,174,714.8 \times 37085.0603 \div 1000 = 7110.95 \times (10^8) = 7111$ （億円）

つまり 2015 年当時、日本中で 1 年間に 7111 億円ものエネルギーを『ドブに捨てていた』と考えることが可能となる。（以下 2015 年アンケート調査結果表）

表 3 業種別温度帯別排ガス熱量 (アンケート値) [TJ/year]

	食品	繊維	パルプ・紙	化学	石油・石炭	窯業・土石製品	鉄鋼	非鉄金属	機械	電気機械	輸送機械	ガス・熱供給	電力	清掃	その他製造業	合計	
排ガス温度 [°C]	~99	59.7	15.9	278.6	282.4	37.2	446.8	31.7	64.1	23.3	52.8	37.4	22.9	12787.2	0.0	59.7	14199.7
	100~149	375.1	159.8	1997.6	1106.2	359.1	1948.4	127.3	225.2	56.3	79.0	142.2	854.5	48521.5	296.5	12.4	56261.1
	150~199	764.0	124.2	2554.0	3356.0	245.9	2097.1	277.3	66.5	257.9	126.0	88.5	1051.8	1491.1	1055.0	626.8	14182.1
	200~249	74.2	23.4	167.8	627.8	440.8	695.6	172.4	617.0	115.0	84.7	61.2	217.6	20.9	994.6	629.5	4942.4
	250~299	32.4	2.9	22.6	100.7	57.4	139.3	185.0	361.8	222.7	6.0	215.2	0.6	1443.0	0.0	68.2	2857.7
	300~349	21.0	37.6	70.9	330.3	0.0	10.7	11.9	258.8	16.3	0.0	2.7	13.5	2176.7	109.6	38.4	3098.5
	350~399	69.0	0.0	3.5	94.1	0.0	13.6	98.2	213.3	22.2	0.0	12.3	0.0	1234.9	0.0	0.6	1761.7
	400~449	0.0	0.1	0.1	45.8	0.0	3.7	8.9	73.7	0.3	0.6	22.3	45.6	1.4	6.3	0.0	208.7
	450~499	0.0	0.0	0.0	20.5	0.0	0.0	81.1	44.2	24.1	0.0	63.5	36.5	0.2	0.0	6.4	276.5
	500~	2.7	0.0	3.3	156.2	204.6	0.0	28.3	1247.2	48.1	0.0	208.6	0.1	1.0	0.0	99.4	1999.4
排ガス設備 (生産+自家発電設備) からの排ガス熱量アンケート値合計 [TJ/year]	1398.1	363.9	5098.4	6120.0	1345.0	5355.2	1022.1	3171.8	786.2	349.1	853.9	2242.9	67678.0	2462.0	1541.3	99787.9	
設備への投入エネルギーアンケート値 [TJ/year]	14432.0	3534.2	138038.0	73192.0	9685.0	34548.0	8589.0	15059.0	10130.0	4366.7	7114.0	24871.2	916883.3	14515.0	11221.8	1286179.0	

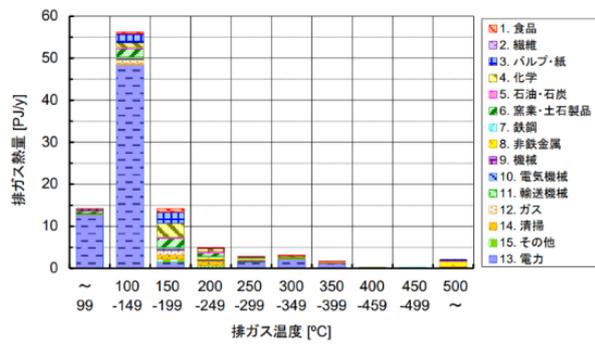
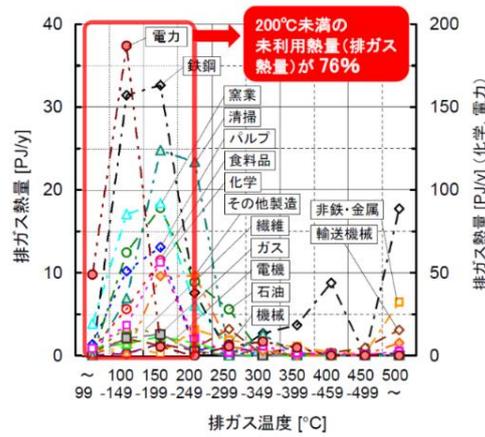


図 1 温度帯別の業種別排ガス熱量 (15 業種) (アンケート値)

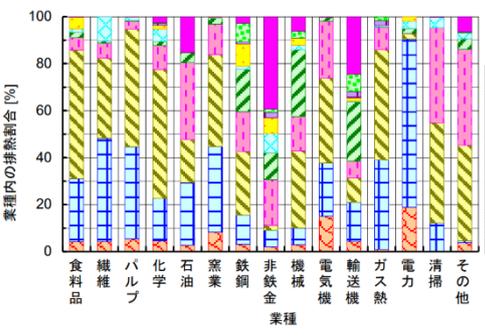


図 3 業種別の温度帯別排ガス熱量の構成割合 (アンケート値)

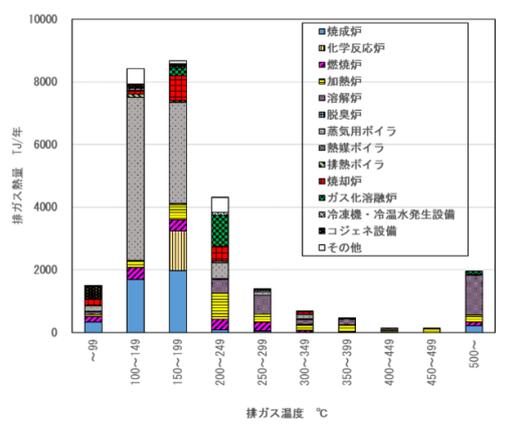


図 5 温度帯別の設備別排ガス熱量 (15 業種、設備数: 1155 基) (アンケート値)

表 5 温度帯別の設備別排ガス熱量 (アンケート値) [TJ/year]

	焼成炉	化学反応炉	燃焼炉	加熱炉	溶解炉	脱臭炉	蒸気用ボイラ	熱媒ボイラ	排熱ボイラ	焼却炉	ガス化溶解炉	冷凍機・冷水発生設備	コージェネ設備	その他	合計	
排ガス温度 [°C]	~99	346.5	0.0	164.2	61.7	97.6	4.8	184.2	0.0	0.0	197.0	0.0	3.3	432.4	1.6	1493.3
	100~149	1697.7	0.0	379.0	215.6	11.5	0.0	5206.6	0.1	102.8	129.0	0.0	69.4	121.6	486.1	8419.4
	150~199	1976.1	1273.1	347.7	482.6	46.0	7.2	3207.8	17.7	41.3	807.0	248.4	41.9	95.1	83.4	8675.2
	200~249	93.5	2.3	325.0	829.1	452.9	18.9	512.4	30.6	22.1	475.6	980.6	98.5	0.0	479.3	4320.9
	250~299	39.0	24.6	271.4	250.3	611.6	2.7	104.1	57.2	8.6	0.0	0.0	5.8	0.0	30.7	1406.0
	300~349	20.2	0.0	53.4	192.2	148.0	30.0	136.5	8.4	0.0	79.6	0.0	13.4	0.0	4.3	686.0
	350~399	0.0	0.0	28.5	218.0	176.6	0.0	5.7	0.0	0.0	22.6	0.0	0.0	0.0	4.9	456.4
	400~449	20.8	0.0	0.0	56.4	51.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	16.8	0.0	145.7
	450~499	1.6	0.0	0.0	123.7	24.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	149.4
	500~	226.9	0.0	119.6	210.4	1269.7	0.3	0.0	0.0	0.0	38.6	99.4	0.0	0.0	0.0	1964.8
合計	4422.1	1300.1	1688.9	2640.0	2889.7	63.9	9357.3	113.9	174.7	1749.4	1328.4	232.3	666.0	1090.3	27717.1	

産業分野の排熱実態調査 企業アンケート (未利用熱エネルギー革新的活用技術研究組合)

これらのアンケート結果からも分かるように、排熱の温度帯は 200°C未満が実に 76%を占めているが、その殆どは電力由来である。しかしこれはそもそも論として化石燃料燃焼型の火力発電の廃止で減らすことが可能であろう。問題はそれ以外の炉の排熱をいかに生かすかのみではなく、炉自体を化石燃料型ではない別の何かに代替すること、必要な温度帯をカバーする非化石熱供給システムで置き換えれば CO₂の排出そのものが消失するのではないだろうか。とかく、エネルギー問題を論じる際に【エネルギー変換効率】が重要視されるが、高効率型と言ってもトリプルコンバインドで最高 60%に満たない熱変換効率では、今後の化石燃料価格高騰の時代に無駄に捨てるエネルギーが多過ぎる。これからは単純な【熱効率】ではなく、【廃棄エネルギー総量】で考えるべきであり、廃棄エネルギー総量を減らす努力を行うべきである。

もう一つ思考実験を重ねてみよう。例えば仮に 2020 年 8 月 15 日に東京都大手町での太陽放射熱（概算）が一律東京都 23 区全体（619 km²）に降り注いだとしてどのくらいの熱量になるか試算すると、

Σ （全天日射量） $\times 619 \times (10^6) \approx 72.846 \times 619 \times (10^6) = 45091.67 \times (10^6)$ GJ、これに原油換算係数 0.0258 を乗じると、 $45091.67 \times (10^6) \times 0.0258 \approx 1163.36 \times (10^6)$ kl

即ちドラム缶にして 58.1 億本、東京ドーム（容積：124 万 m³）およそ 938 杯分もの膨大な資源がこの日たった 1 日で得られる計算になる。

別な例え方をすると、令和 2 年（1 月～12 月）の日本の原油輸入量（概数）14388 万 kl で割ると $116336 \times (10^4) \div [14388 \times (10^4)] \approx 8.085$ 、つまり日本の原油輸入量でおよそ 8 年分に相当すると考えることも可能である。

そしてそれを更に令和 2 年（2020）当時の WTI 原油先物価格、為替レートで計算すると、NY 原油先物（2020）\$ 42.36/バレル、¥ 106.0415/\$

原油量単位換算 158.987294928 リットル/バレルなので、klあたり原油量金額換算（円）は、 $42.36 \times 106.0415 \div 0.158987294928 \approx ¥28253.33/kl$ となる。

即ち、前述の太陽放射熱量の（当時の WTI 先物価格評価での）原油輸入金額評価は、 $1163.36 \times (10^6) \times 28253.33 = 328687.93 \times (10^8) = 328687.93$ （億） ≈ 32.87 兆円

となる。ちなみに参考値としてウクライナ危機とハイパーインフレの加速しつつある 2022 年 4 月 30 日のレートでは、WTI 原油先物価格と為替レートではそれぞれ、\$ 104.11/バレル、¥ 129.849/\$ となり、同様の計算を行うとおよそ ¥85029.35/kl となる。僅か 2 年で日本の原油の実質購買力は 1/3 に低下してしまったのである。

2020 年の国内総生産（GDP）は 52.8 兆円なので、夏の一番日射量のある 1 日に東京都内 23 区に降り注いだ太陽熱のポテンシャルを原油輸入金額評価すると 2020 年の国内総生産（GDP）のおよそ 6 割だったということになるし、前述の計算での 2022 年 4 月での太陽放射熱量の原油輸入金額評価はおよそ 98.6 兆円であり、2 倍近く大幅に超えている。これはもはや輸入が馬鹿らしくなるような数字ではないだろうか。同時にそれは太陽熱やバイオマスによる熱の利活用や断熱による熱損失の低減が大いに意味を持つことになる。そし

て温暖化の進行により年々暑い日、即ち熱エネルギーはより多く降り注ぐのは間違いない。熱エネルギー資源は増大しているのである。

東京 2020年8月15日（1時間ごとの値）

時	気圧(hPa)		降水量 (mm)	気温 (℃)	露点 温度 (℃)	蒸気圧 (hPa)	湿度 (%)	風向・風速(m/s)		日照 時間 (h)	全天 日射量 (MJ/m ²)	雪(cm)		天気	雲量	視程 (km)
	現地	海面						風速	風向			降雪	積雪			
1	1004.6	1007.3	--	27.8	25.8	33.3	89	2.2	南南東			×	×			
2	1004.3	1007.0	--	27.5	25.7	33.1	90	2.5	南			×	×			
3	1004.6	1007.3	--	27.8	25.6	32.9	88	2.4	西南西			×	×	⊙	7	15.0
4	1004.7	1007.4	--	27.9	25.3	32.3	86	1.9	南南西			×	×			
5	1004.8	1007.5	--	27.3	25.5	32.7	90	1.3	南	0.0	0.00	×	×			
6	1005.0	1007.7	--	27.1	25.5	32.6	91	0.6	西南西	0.0	0.10	×	×	⊙	2	15.0
7	1005.4	1008.1	--	28.4	25.6	32.9	85	2.7	西北西	0.1	0.42	×	×			
8	1005.1	1007.8	--	30.3	25.6	32.8	76	1.3	北	0.5	1.02	×	×			
9	1004.9	1007.6	--	30.6	25.4	32.5	74	1.4	西	0.7	1.65	×	×	⊙	5	15.0
10	1004.7	1007.4	--	33.0	25.5	32.7	65	1.3	西北西	0.7	2.11	×	×			
11	1003.9	1006.6	--	34.0	26.2	34.1	64	2.7	南南東	1.0	3.01	×	×			
12	1003.3	1006.0	--	35.2	27.9	37.5	66	3.1	南南東	1.0	3.19	×	×	⊙	3	15.0
13	1003.0	1005.7	--	35.3	26.4	34.3	60	2.9	南南東	1.0	3.12	×	×			
14	1002.6	1005.3	--	35.2	26.3	34.1	60	2.8	南南東	1.0	2.83	×	×			
15	1002.4	1005.1	--	35.4	27.0	35.7	62	3.3	南南東	1.0	2.27	×	×	○	1	15.0
16	1002.5	1005.2	--	34.5	25.6	32.8	60	2.9	南南東	1.0	1.71	×	×			
17	1002.6	1005.3	--	33.9	25.3	32.3	61	2.4	南南東	0.9	1.02	×	×			
18	1002.9	1005.6	--	33.3	25.6	32.8	64	2.8	南東	1.0	0.43	×	×	○	1	15.0
19	1003.4	1006.1	--	31.2	25.8	33.2	73	2.1	南南東	0.1	0.03	×	×			
20	1003.9	1006.6	--	30.1	26.5	34.6	81	2.3	南南東		0.00	×	×			
21	1004.5	1007.2	--	29.8	26.6	34.8	83	1.8	南南東			×	×	⊙	2	20.0
22	1004.8	1007.5	--	29.6	26.6	34.8	84	1.6	南			×	×			
23	1004.7	1007.4	--	29.2	26.6	34.9	86	1.5	南南東			×	×			
24	1004.5	1007.2	--	29.2	26.2	34.1	84	1.4	東南東			×	×			

2020 年 8 月 15 日 東京都大手町 太陽放射熱量データ表（気象庁）

勿論これは机上の空論であるが、どれだけの原油（お金）が毎日私たちの頭の上に降り注いでいるか、そのほんの一部を利用するだけで我々（の国）が豊かになれるのか、新しい時代ではその工夫を考えるべきであろう。そして【地球温暖化やヒートアイランド問題を逆手に取った】熱エネルギーの利活用を行い、熱帯地方などの海外向けに熱エネルギー利活用プラントを製造・輸出すれば新しい日本の輸出産業の柱にも成り得るはずである。

ならば未利用の熱エネルギーを中心にエネルギー・ハーベスティングで電力需要そのものを低減させ、それらの機器の製造を中心にエネルギー産業トータルでの発展を図るべき、そして本当に本気で温暖化対策を行うなら、地球温暖化やヒートアイランドを逆手に取ってでも抜本的な新エネルギー改革を行う必要がある。そこで太陽熱または環境熱利活用普及策について、例えば一世帯当たり 100 万円程度の補助を出して、太陽熱温水器やヒートポンプ冷房、断熱改修を促させてはどうだろうか。

日本のおよそ 5000 万世帯に対して、65 歳以上の高齢者世帯を優先し、20～25 年をかけて実施することを主軸とし、促進の補足条件として 30 歳以下の独身者が結婚する際に空き家バンクの物件に入居することを条件に優先補助の対象とし、空き家対策や家屋所有者の世代交代を促進させる。さらに例外事項として 40 歳以下の既婚世帯で初子が誕生した世帯、

未婚でも子持ちで年収 250 万円以下の世帯を優先補助の対象とすることで、少子化や貧困対策、女性の自立支援、空き家問題解決、エネルギー資源の国産化が一举総合施策的に可能になると私は確信する。

この予算目安はトータルで 50 兆円であっても年に直せば、およそ 2.5 兆円。2020 年度に政府が行ったコロナ対策関連費よりも格段に安く、実際には世代交代を上手く回せばもっと短期間かつ少額で済むはずである。これをオフグリッドハウスの普及策と抱き合わせれば、超高額な無電柱化の予算も不要、または大幅に削減できるはずである。そして財源は原子力予算や軍事費（防衛予算）を削ればよい。たった 1 基の原発の新設を中止し、1 回発射すればそれで終いのミサイル 1 発で何台分の太陽熱温水器が手に入れられることだろうか。そしてその方が、より地球に優しい、持続可能な投資ではないだろうか。

エネルギー源別一次エネルギー国内供給

(単位: 10¹⁵ [PJ], %)

年度	1990	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2020 /2013
一次エネルギー総供給	20,219	23,270	22,075	21,863	22,152	21,391	21,294	21,109	21,318	21,042	20,520	18,674	-15.7%
(前年度比%)		(+6.3)	(▲5.1)	(▲1.0)	(+1.3)	(▲3.4)	(▲0.5)	(▲0.9)	(+1.0)	(▲1.3)	(▲2.5)	(▲9.0)	
一次エネルギー国内供給	19,669	21,995	21,011	20,740	21,052	20,263	20,016	19,858	20,098	19,720	19,136	17,965	-14.7%
(前年度比%)		(+5.5)	(▲4.5)	(▲1.3)	(+1.5)	(▲3.7)	(▲1.2)	(▲0.8)	(+1.2)	(▲1.9)	(▲3.0)	(▲6.1)	
化石燃料	16,382	17,851	18,451	18,973	19,204	18,409	17,949	17,650	17,581	16,867	16,230	15,235	-20.7%
(前年度比%)		(+5.1)	(+3.4)	(+2.8)	(+1.2)	(▲4.1)	(▲2.5)	(▲1.7)	(▲0.4)	(▲4.1)	(▲3.8)	(▲6.1)	
[シェア%]	[83.3]	[81.2]	[87.8]	[91.5]	[91.2]	[90.9]	[89.7]	[88.9]	[87.5]	[85.5]	[84.8]	[84.8]	
石油	11,008	8,858	9,097	9,220	9,003	8,351	8,138	7,880	7,842	7,409	7,101	6,543	-27.3%
(前年度比%)		(+0.5)	(+2.7)	(+1.3)	(▲2.4)	(▲7.2)	(▲2.6)	(▲3.2)	(▲0.5)	(▲5.5)	(▲4.2)	(▲7.9)	
[シェア%]	[56.0]	[40.3]	[43.3]	[44.5]	[42.8]	[41.2]	[40.7]	[39.7]	[39.0]	[37.6]	[37.1]	[36.4]	
石炭	3,318	4,997	4,672	4,883	5,303	5,097	5,154	5,041	5,043	4,948	4,848	4,419	-16.7%
(前年度比%)		(+13.5)	(▲6.5)	(+4.5)	(+8.6)	(▲3.9)	(+1.1)	(▲2.2)	(+0.0)	(▲1.9)	(▲2.0)	(▲8.8)	
[シェア%]	[16.9]	[22.7]	[22.2]	[23.5]	[25.2]	[25.8]	[25.4]	[25.1]	[25.1]	[25.1]	[25.3]	[24.6]	
天然ガス・都市ガス	2,056	3,995	4,681	4,871	4,898	4,961	4,657	4,729	4,696	4,510	4,281	4,272	-12.8%
(前年度比%)		(+5.8)	(+17.2)	(+4.0)	(+0.6)	(+1.3)	(▲6.1)	(+1.5)	(▲0.7)	(▲4.0)	(▲5.1)	(▲0.2)	
[シェア%]	[10.5]	[18.2]	[22.3]	[23.5]	[23.3]	[24.5]	[23.3]	[23.8]	[23.4]	[22.9]	[22.4]	[23.8]	
非化石燃料	3,287	4,144	2,560	1,767	1,848	1,854	2,067	2,208	2,517	2,853	2,906	2,730	47.7%
(前年度比%)		(+7.2)	(▲38.2)	(▲31.0)	(+4.6)	(+0.3)	(+11.5)	(+6.8)	(+14.0)	(+13.4)	(+1.9)	(▲6.1)	
[シェア%]	[16.7]	[18.8]	[12.2]	[8.5]	[8.8]	[9.1]	[10.3]	[11.1]	[12.5]	[14.5]	[15.2]	[15.2]	
原子力	1,884	2,462	873	137	80	0	79	154	281	553	539	328	311.4%
(前年度比%)		(+2.8)	(▲64.5)	(▲84.3)	(▲41.8)	(▲100.0)		(+96.0)	(+82.1)	(+96.9)	(▲2.5)	(▲39.2)	
[シェア%]	[9.6]	[11.2]	[4.2]	[0.7]	[0.4]	[0.0]	[0.4]	[0.8]	[1.4]	[2.8]	[2.8]	[1.8]	
水力	819	716	729	657	679	702	726	678	714	689	676	666	-2.0%
(前年度比%)		(+6.4)	(+1.8)	(▲9.9)	(+3.4)	(+3.3)	(+3.5)	(▲6.6)	(+5.3)	(▲3.5)	(▲1.9)	(▲1.4)	
[シェア%]	[4.2]	[3.3]	[3.5]	[3.2]	[3.2]	[3.5]	[3.6]	[3.4]	[3.6]	[3.3]	[3.5]	[3.7]	
再生可能(除水力)	267	436	444	455	536	614	726	808	934	1,025	1,116	1,196	123.1%
(前年度比%)		(+11.5)	(+1.7)	(+2.4)	(+17.9)	(+14.6)	(+18.3)	(+11.2)	(+15.6)	(+9.8)	(+8.8)	(+7.2)	
[シェア%]	[1.4]	[2.0]	[2.1]	[2.2]	[2.5]	[3.0]	[3.6]	[4.1]	[4.6]	[5.2]	[5.8]	[6.7]	
未活用	318	530	514	519	553	538	536	568	588	586	576	541	-2.3%
(前年度比%)		(+30.9)	(▲3.0)	(+1.0)	(+6.7)	(▲2.8)	(▲0.4)	(+6.0)	(+3.6)	(▲0.3)	(▲1.7)	(▲6.1)	
[シェア%]	[1.6]	[2.4]	[2.4]	[2.5]	[2.6]	[2.7]	[2.7]	[2.9]	[2.9]	[3.0]	[3.0]	[3.0]	

(注1)「2020/2013」は2020年度の2013年度比増減率

(注2)再生可能エネルギーには、太陽光発電、太陽熱利用、風力発電、バイオマスエネルギー、天然温度差エネルギー、他自然エネルギー、地熱エネルギーが含まれる。

(注3)未活用エネルギーには、廃棄物発電、廃タイヤ直接利用の「廃棄物エネルギー回収」、廃棄物ガス、再生油の「廃棄物燃料製品」、「廃棄物その他」、廃熱利用熱供給、産業蒸気回収、産業電力回収の「廃棄エネルギー直接利用」が含まれる。

総合エネルギー統計 令和 2 年度（2020 年度）（経済産業省資源エネルギー庁）

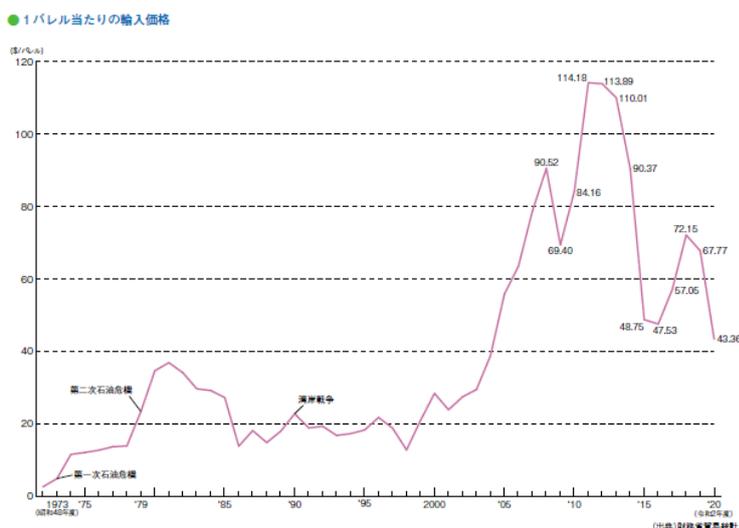
何故今更オイルショックの時代に一時的に爆発的普及を見せたローテクノロジーを持ち出すかという、過去に学びローテクを活用した安価で信頼性における技術を使う姿勢は、全世界的に金融がジャブジャブにされたその原資が未来世代からの借金であるにも関わらず理不尽な戦争によりその多くが無駄に失われるという時間的不正義のまかり通っている現代からの脱却を図るために有効なコストパフォーマンスの高い技術だからである。研究の最前線の技術に無理やり更新することだけが技術革新ではない。とかく高額で未発達、つ

まり成熟しきっていない不安定要素の多い最新の技術は、『ここぞ』という時の切り札とすべきであり、むやみやたらと使うべきではない。それにエネルギー資源の実質的な購買力の落ちた日本にとって国富の流出を止める最良の手段はエネルギーの国産化である。例えばブレトンウッズ体制崩壊(1973.2.14)直後には原油価格は僅か \$ 3.56/バレルからであった。この時期の円→ドルレートは固定相場の ¥360/\$ から解放された円が一時 ¥260 台まで上昇した後、第一次オイルショックにより ¥300 まで円安に戻している。その際原油先物価格は \$ 10.11/バレルへ推移している。当時の消費者物価指数は現在のおよそ 4 割、つまり 2.5 倍の物価上昇であるので、それぞれ

固定相場： $3.56 \times 260 \div 0.158987294928 \doteq ¥5821.85/k\ell$

第一次オイルショック： $10.11 \times 300 \div 0.158987294928 \doteq ¥19077.01/k\ell$ であっても、実質的には現在でなら ¥14550/kℓ から ¥47700/kℓ (概数表記) へ推移したに過ぎない。

e-7 原油輸入価格の推移



電気事業のデータベース (INFOBASE) e-7 原油輸入価格の推移 (電気事業連合会)

かたや 2008 年のリーマンショック (2008.09.15) 直前(2008.7.11)の WTI の瞬間最高値は \$ 147.27/バレルであったが、同年 12 月には \$33.87/バレル(2008.12.19)まで落ち込んでいる。月次平均でもそれぞれ、\$133.48/バレル(2008.7)、\$42.04/バレル(2008.12)となっている。同時に為替レートは ¥106.84/\$ (2008.7 平均) から【有事の円】の効果で ¥91.38/\$ (2008.12 平均) にまで円高へ振れている。即ち日本の実質原油購買力は、

$133.48 \times 106.84 \div 0.158987294928 \doteq ¥89699.06/k\ell$

$42.04 \times 91.38 \div 0.158987294928 \doteq ¥24163.04/k\ell$

リーマンショックを梃子に 3.7 倍向上した (実際には 2008.8 の時点で既に ¥92198.21/kℓ まで下落していた) のである。しかし、現在のウクライナ危機ではリーマンショックとは

逆向きへの振れで¥85029.35/klと史上最低だったリーマンショック直前の状態まで実質購買力は下がり、今度は回復傾向が全く見えない。もはや【有事の円】は過去の幻想であり、かつての【有事のドル】であったオイルショックの時代より半世紀が経過し、実質的な原油購買力は更に落ちているにも関わらず我々は原油依存の経済構造から脱却できていない。少なくともサンシャイン計画とムーンライト計画の研究成果を半世紀かけてじっくりと育成すれば北欧諸国のように化石燃料依存体質を脱却出来たはずである。廃熱や廃棄物をどれだけの費用を掛けて処理していたのか。それらを減らすだけでなく、新たな産業や資源を生み出し【化石燃料の価値を無くしてしまうことが、最大のテロ対策】となる。

そしてどれだけの原油（金）が毎日私たちの頭の上に降り注いでいるか考えを巡らせれば、そのほんの一部を利用するだけで我々全て（の国）が豊かになれる。【新しい時代】ではその工夫を真剣に考えるべきではないだろうか。そして地球温暖化やヒートアイランド問題を逆手に取った熱エネルギーの利活用を行い、熱帯地方などの海外向けに熱エネルギー利活用プラントを製造・輸出すれば新しい日本の輸出産業の柱にも成り得るだろう。

07 原油・石油製品輸入金額

④ 原油・粗油、主要石油製品CIF単価(円建て)

品目	原油・粗油	石 油 製 品						
		ガソリン (自動車用)	ナフサ (石化用)	灯油	軽油	A重油 (農林漁業用)	C重油 (低硫黄)	LPG
統計番号	◎注3参照	2710.12-137	2710.12-181	271012-144,149	271012-151,159	271019-163,164	271019-173,174	2711.12-000
		2710.20-137	2710.20-181	271019-144,149	271019-151,159	271020-163,164	271020-173,174	2711.13-01,020
単位	円/kl	円/kl	円/kl	円/kl	円/kl	円/kl	円/kl	円/t
年月	円/kl	円/kl	円/kl	円/kl	円/kl	円/kl	円/kl	円/t
2019年	45,835	48,813	40,009	56,775	56,627	54,052	51,732	50,618
2020年	31,816	31,951	30,937	41,093	37,883	32,661	41,820	43,976
2018年度	50,274	55,056	47,764	60,750	63,012	60,198	54,382	61,488
2019年度	46,389	48,613	40,921	55,234	53,535	51,865	55,625	50,302
2019年度下期	45,589	47,812	41,054	54,315	51,886	49,034	57,618	50,318
2020年度上期	24,574	26,962	25,821	29,859	33,105	30,600	33,352	38,133
2020年1月	48,354	50,393	43,745	58,274	56,157	54,406	70,803	55,327
2020年2月	48,648	48,991	44,024	54,231	48,854	-	-	54,550
2020年3月	42,228	38,583	40,799	44,823	38,718	32,502	-	45,518
2020年4月	28,829	22,158	29,191	27,837	30,696	-	-	38,489
2020年5月	16,810	17,796	21,983	23,540	25,843	23,574	28,041	35,740
2020年6月	16,644	23,601	18,554	32,243	32,070	31,775	-	35,957
2020年7月	22,110	30,742	25,049	33,419	36,390	34,943	38,703	38,576
2020年8月	29,002	32,574	29,471	37,899	36,908	33,766	-	39,836
2020年9月	30,825	33,276	29,941	41,353	35,388	30,478	-	40,160
2020年10月	29,557	32,757	29,865	35,069	34,482	29,857	36,959	42,693
2020年11月	27,857	32,481	29,578	33,353	34,070	36,631	-	45,454
2020年12月	29,123	32,892	28,608	37,295	38,171	33,793	-	48,307
2021年1月	32,625	36,231	31,800	40,789	40,671	-	46,828	56,418

出所:「財務省貿易統計」

注1. 最新2カ月は速報値。2020年1月から2020年11月は確報値。2019年以前は確定値(年間補正反映済み)。

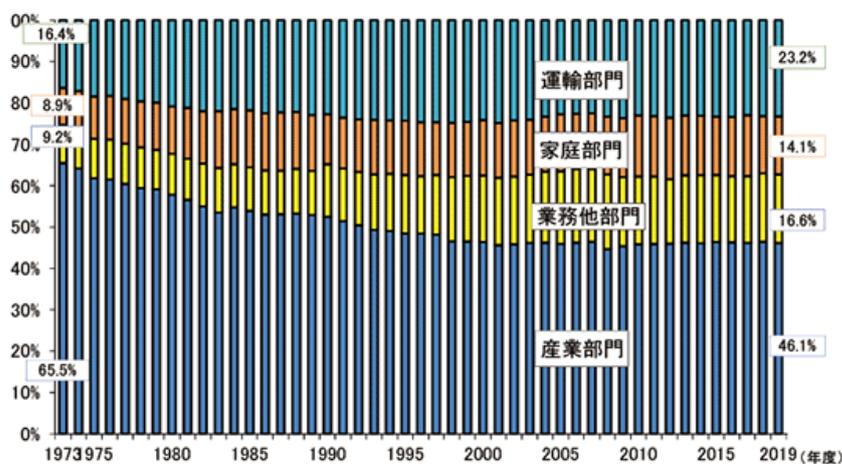
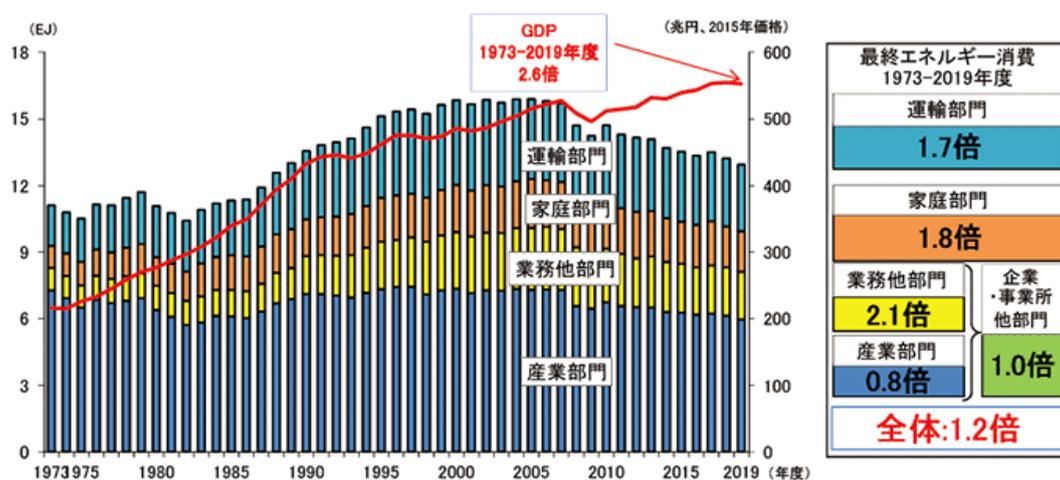
2. 年・年度・年度上期・年度下期は、該当する各月分の輸入数量、円建て輸入金額を積み上げたものから算出。

3. ◎注3に同じ。

エネルギー白書 2021 【第 213-1-7】 原油円建輸入 CIF 価格とドル建て輸入 CIF 価格推移

それだけではない。エネルギー消費量の増大と経済成長は正の相関関係があるとされているが、高度経済成長期には明らかにそうであっても近年、特に東日本大震災以降の年ではそうではなく、エネルギー消費量は減少の一途を辿っているにもかかわらず経済成長は鈍いながらも続いている。それは 2 度に及ぶオイルショックですらそうであり、例外はリーマンショックの影響が色濃い 2008、2009 年とコロナ禍による 2020 年のみである。つまりエネルギー消費量と GDP のグラフの波はオイルショックの時代から連動していない。

むしろオイルショック時や 2011 年以降の節電社会がもたらしたのは省エネルギー産業への投資と成長であり、エネルギー消費量が下がっても、それはエネルギー効率が上がったのであり、それは脱炭素社会において必要不可欠なバイアスである。つまりこれまで我々が信じ込まされてきた指標の相関関係は既に逆転しており、誤った指標と化している。我々は経済成長の指標を変えるべきであり、同時に国民総生産額での経済成長を測る行為そのものを転換、つまり【そもそも経済成長は何のために目指すのか】という原点回帰により、本来の【経世済民】に立ち返り、新しい時代に適合した指標を創り直すべきであるだろう。

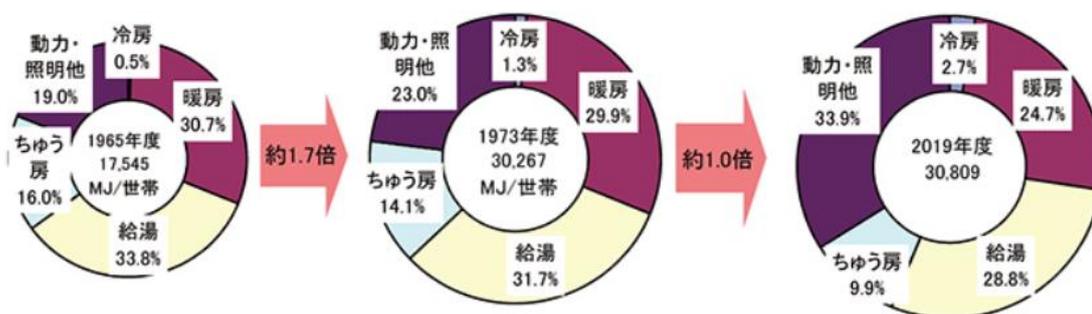


エネルギー白書 2021 【第 211-1-1】最終エネルギー消費と実質 GDP の推移

また、地域特性を生かしたグリッドづくりであれば、例えば山間部であれば太陽光より風力や木質バイオマスが適しているし、温泉地であれば地熱発電や温熱供給を、工業地帯に隣接していれば工場廃熱の利活用などメインに押し出してビジネス化すべきであり、47 都道府県の更に市町村単位までカルテづくりなど細かく落とし込む必要がある。その大前提として【熱の 3 R (Reduce: 断熱、Reuse: 熱→熱利用の熱回収、Recycle: 熱→電力変換: バイナリー発電・熱電変換 etc…)】でまずエネルギー総需要における電力の比率を達磨落としのように数段下げることが可能となり、小さくなった電力需要に対して地域カルテによって再生可能エネルギーのポテンシャルが引き出され、より効率よく供給される地域再生可能エネルギーによる地産地消型の地域エネルギーグリッドの全国展開によって、ベースロード電源たる【大きな発電所】を必要最小限にまで廃し、低炭素型循環社会の構築に貢献できると私は確信するものである。

同時に大掛かりな都市エネルギーデザインを試みるなら、街全体を雨水などの中水で冷却させ、その熱も下水道で集めて熱回収して熱の再利用や、バイナリー発電で電力へリサイクルするという方法、つまり熱を洗い流して再利用することも考えられるのではないか。太陽光と雨水を利用、RO 膜浄化装置で循環利用し自給自足する家、或いは住宅群(住宅団地)に地域温水熱供給を行う。地獄炊き、共同炊事場といった歴史ある温泉場には比較的ありふれた地場のエネルギーを生かした調理手段、温水は温泉宅配のような宅配型であればパイプラインの敷設などという大掛かりな設備投資をせずに済む。それに域の熱を一昔前の太陽光発電パネル程度の変換効率にでも高めることができたなら、室内の壁面や天井のパネルを熱電変換パネルとして LED 照明の電源として利用できるようになるのではないだろうか。

【第212-2-6】世帯当たりのエネルギー消費原単位と用途別エネルギー消費の推移



(注1) 「総合エネルギー統計」は、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。

(注2) 構成比は端数処理(四捨五入)の関係で合計が100%とならないことがある。

エネルギー白書 2021 (※出典: 日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」、経済産業省「総合エネルギー統計」、総務省「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数」を基に作成されたもの)

また、北日本をはじめとする降雪地域であれば雪氷の形態で保存して利用するのがより望ましいし、関東以南では温熱は磚子など陶器に蓄えることでバイナリー発電用熱源として有効活用できるはず、冷熱機と温熱機双方向でのやり取りができるとより効率的に運用できるだろう。そしてトランスヒートコンテナや温泉宅配などパイプラインなどの大規模設備投資を伴わない機動的なインフラや需要消費の受け皿を整えるべきである。そのための温熱の輸送には古くから京都の御所への霊峰富士山からの氷の輸送があるが、江戸時代には徳川家康をはじめとした将軍が熱海や草津などの温泉を江戸城に運び、その温泉を沸かして将軍が入浴、「御汲湯」と称されたことなども伝えられている。現代では「温泉宅配」というサービスもあり、わざわざ箱根からお湯を持ってこなくても、東京はまた違う温泉が湧いている。これをバイオマス発酵熱やごみ発電、環境熱をヒートポンプでかき集めて加温することで、日本全国どこでも温泉が沸かせる。ちなみに日本各地には温泉スタンドが点在している。その他にも冷泉などを資源として地域おこしや魅力ある移住募集のネタにするのも可能であるだろう。それに毎日入浴している高齢者は週 1～2 日しか入浴しない人よりも 3 割近く要介護になるリスクが低くなるそうであり、体が柔らかくなって転倒予防にもなり、同時に公共の目があるという事で安全性が高い（万一の事故の際にも独居だと助けを呼べない）ということもこれからの高齢化社会にとっては一つの解決策になる。現実には独居高齢者にとっては戸建て住宅のユニットバスは「宝の持ち腐れ」の状態。何故なら風呂掃除は高齢者にとって重労働であり、独居高齢者には風呂での入浴は転倒などヒートショックだけでは無いリスクが高く、そのため戸建て住宅であっても入浴を避ける傾向が高まりつつあると考えられる。

それならば、銭湯などの公共入浴施設を充実させ、家にはシャワー設備で十分と言うことも今後の超高齢化社会での住設設備の在り方としては十分可能性があるのではないか、その傾向を早いうちに掴み、時代の流れに逆らわず対処することも必要ではないだろうか。つまり後期高齢者の自宅での入浴事故を防ぐには、公衆浴場の利用が推進されるべき、自治体で補助金としてクーポンやバスなどを発給して、高齢者のコミュニティーへの参加や見守り、場合によってはヘルスケア関連の事業とコラボさせることが必要であろう。さらにヤングケアラーや老々介護者、複数要介護者の家庭で困窮している方々を救済するために近所の銭湯の休日に要介助者を集め、普段入浴が困難な方々に広い浴場でゆったりと、普段から苦勞されている介助者の方々も思う存分に湯船に浸かってもらいながら、地域の人々やボランティアの方々との相互交流などを図れないだろうか。介助は広いスペースが必要であり、内風呂では中々要介助者は元より介助者自体も動線が確保し難く、時には危険すら伴うが、少なくとも銭湯であれば脱衣場や洗い場、浴槽など広いスペースが確保できる。また同時に、集まった同じような境遇の人との交流も図れよう。何よりも普段出歩くことが出来ない要介助者、或いは日々の介助に追われる介助者が休息をとることは身体だけでなく心にもゆとりをもたらず意味でも非常に有意義であろう。これらをデイサービス業務の一環

として協力が可能な業者、或いは病院や老人ホームなどとの連携により、銭湯をこれからの高齢化社会の一つのキーインフラとして価値を見直すことができるのではないか。

その一方で、銭湯などの温浴施設は最適な地産地消のエネルギー供給ステーションであると私は考える。何故なら、現在でこそ数が減少しているが、燃料は建築廃材などを利用しているケースもあり、地域の空き家リノベーションから出る建築廃材を使用する事に支障は少ないと思われる。それにかつては地域での社交場的な地位も併せ持っており、更に屋根に太陽光発電や小型風力、ボイラーに藻バイオマスやプラスチックを油化させてそれらを助燃剤として利用したゴミ発電、フロントやバックヤードの駐車場の地下を利用した雨水貯留施設と濾過装置を備える事で水の再生や雨水の利用を図り、蒸留装置と簡易式のトランスヒート設備があれば非常用電源供給施設としての要件をこれ一つでほぼ満たし、これからの災害多発時代の新しいレジリエンス性の高いインフラとできるのではないだろうか。



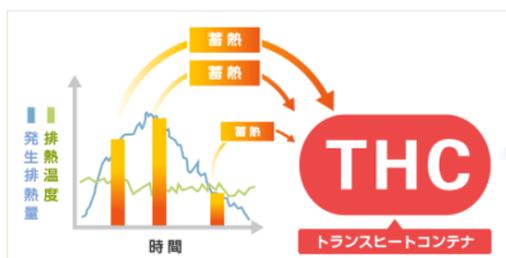
大分県別府市鉄輪温泉地獄釜（文化庁 HP）

また、温泉熱で温室を温める熱源にするというのは既に北海道の森町などで、九州別府の鉄輪温泉では【地獄釜】といって地下からの熱水蒸気を窯に通して調理することが行われているが、これを太陽熱で置き換えることも可能であるし、(木質) バイオマスボイラーやごみ焼却炉の熱、銭湯など街場でも温排熱を得ようと思えばいくらでも得られる。そうすれば、重油や電気などを大量に使用する温室農業について新たな展望が描けるはずである。特に国産バナナの可能性は、これからの温暖化に適応した新しい農業の可能性を十二分に秘めている。それに林業や漁業中心で農業がこれまで盛んでなかった地域でも新しい農業と足し合わせれば、その相乗効果で $(1 + 1)^2 = 4$ 次産業化させることが可能であるだろう。

そしてさらに有効に熱をエネルギー資源として有効活用するなら、シーメンスのような熱水排熱を長期に蓄えられる蓄熱セラミックスを開発し、排熱エネルギーの再利用をごみ焼却熱や太陽熱、地熱、バイオマスを利用した発電で使えばいい。それを工業用の『大きな熱』として使用し、その一部をトランスヒートコンテナのような熱媒体をコンテナ輸送することで、パイプラインのような敷設にコストと時間を要するインフラシステムに頼ることなく、地域で完結するエネルギー自給システムの形成が容易になるのではないだろうか。

排熱源施設側の変化を吸収し、熱利用施設側に安定かつ自由に供給

排熱源施設側の蓄熱イメージ（ばらつきを吸収）



排熱源施設では排熱の温度や量などに変動がある場合においても、トランスヒートコンテナに蓄熱することが可能です。

熱利用施設側の放熱イメージ（安定・間欠供給）



熱利用施設側では、需要に応じてトランスヒートコンテナの熱供給を行うことができます。

トランスヒートコンテナ（熱の宅配便）：（三機工業）

それには地球温暖化やヒートアイランド現象の進行による熱エネルギーの増大を逆手に取るくらいの発想の転換としたたかな戦略が必要になる。しかし、安価で高効率・高性能な太陽熱や産業排熱回収機やヒートポンプ、バイナリー電力回収技術など、産業利用レベルでの熱利用プラントの技術開発を行い輸出産業とすれば、過大な資金とそれ自体に膨大なエネルギー投入が必要な高効率石炭火力発電と CCUS のセット技術輸出より未来の世代にとっては有用な産業の創出となるだろう。即ち、【未来の世代のため】と言いつつ膨大な費用を必要とする技術開発と産業投資行為は未来世代にとって【大きなお世話】であると同時に【迷惑行為】であることを我々は自覚する必要がある。

繰り返しになるが、半世紀前は【オイルショック】、現代では【ウクライナショック】、日本のエネルギー政策は半世紀を巡り巡って『スタートに戻った』。かたやデンマークやアイスランドなどはオイルショックを契機に再生可能エネルギーによって脱化石燃料化を図るゴールが垣間見えているレベルに到達していると思われる。この違いはやはり、【間違ったエネルギー政策】が生み出したものであることは間違いない。今からでも我々は正しい道、Commons からの膨大な未利用エネルギーを活用する道へ立ち戻るべきなのである。

(2) 食の効率化⇌地産地消と防災

都市に降り注ぐ水は近年特に集中豪雨による都市型の水害を引き起こす原因ともなっている。そこで『都市での（屋根）保水による天水利用』、或いは『天水を取り込んで浄化し、植物工場やグリーン・インフラ、都市の空きビル内での養殖漁業への利用』の可能性を検討すべきである。つまり、これからの気候変動影響下の社会において重要なキーワードは「保水」である。山林の保水能力もさることながら、都市部でもいかに土壌の中に降った水を溜めこんでおけるか。河川に流入する量をいかに減らせるか。尚且つ、都市のグリーン・イン

フラを維持するためには、「降った雨（次にいつ降るか分からない）を溜め込んでいつでも使えるようにしておく」ような仕組みやアイデアがあればいいが、日本ではそもそも都市での保水利活用機能についての総合的な都市デザインは欠如していると言わざるを得ない。

都市の保水能力が上がって行けば、蒸散した（水蒸気による）気化熱でヒートアイランドの逡減であるとか、総合的に都市が快適になるとか、エネルギー使用量を極小化したり、色々と水を上手く溜め使いこなすことで、従来と異なったエネルギーの使い方が見えてくるのではないだろうか。水は比熱係数が高く、日常的に存在する同じ重量の物質の中で、最も多く熱量を蓄えることができる。次に都市のあちこちに存在するコンクリートもそれに続く。つまり、湯を沸かすのに化石燃料や電力を使うのは当に『湯水のごとく』エネルギーを使うことに他ならず、むやみにコンクリートを加温するのも冷却するのも大きなエネルギー負荷となりかねない。都市を加温・冷却するのに天然の資源である環境熱や雨水を利活用するのは必要不可欠な視点ではないだろうか。



WOTA BOX 屋外シャワーキット（WOTA 株式会社）水循環型手洗いスタンド WOSH

それに雪国などでは積雪は屋根上にて融雪し、中水として生活用水に利用、雪氷による冷熱などを再エネ電源由来のヒートポンプにて地中熱などと熱交換するのが望ましい。そうすれば落雪や除雪事故などのリスクを下げる事が出来だけでなく、水資源の涵養という意味でも、エネルギー源としても、雪国では邪魔者扱いされる雪氷を有効に活用できることになる。居住地域の各所に融雪再生水回収システムをバイオマス発酵熱や下水汚泥処理熱、ごみ発電排熱などの熱源に併設させることで除雪費用を低減させるような仕組み作りも考えられるはずである。雪氷を昔の雪室や氷室のような冷熱貯蔵を使う手段も有り得る。天からの恵みを有効に使い切る知恵を我々は古い知恵からも学び取れるのである。

都市に降る雨水について話を戻すと、例えば空きビルなどに濾過装置と水槽を設けて養殖用のタンクが置ければ、そこで（雨）水は使える。そうすれば屋内にタンクを設けて「都市（養殖）漁業」をやりながら、水を必要な分だけ外部のグリーン・インフラに対し都度供給して都市の保水機能を維持する。飲料や利水用の水を供給するのは可能ではないか。

その際にビル一つ分丸ごと水槽にしてしまうことが出来ればいいが、水は $1 \text{ m}^3 = 1 \text{ t}$ なので相当見た目よりも重い。しかし、どこのビルでも少しずつであれば可能であろうし、強

度補強してあるようなビルやフロアであれば、大きな水槽やタンクを置いて都市漁業など試みてもよい。一方で雨水の地中貯留についてはそれを可能とする製品や工法が 20 年位前から存在する。それに日本人が大好きなエビを陸上養殖できれば、東南アジアのマングローブ林を切り拓いて数年でダメになる焼き畑（移動農業）的な養殖漁業を少なくさせ、森林破壊防止や気候水循環の正常化を図る可能性も出てくるだろう。

米国事例

＜ポートランドの取組＞



高層ビルの屋上緑化

雨水管理だけでなく、屋根を保護する効果なども期待されている。



Green Street

道路沿いの緑地の縁石を一部空けて、緑地内に雨水を流し込む仕組みになっている。

欧州事例

＜自然環境の保全＞



良質な生態系保全のための空き地の活用



都市近郊の河川

連続した生物の生息地のために重要

出典：国土交通省総合政策局環境政策課調査

グリーンインフラ事例（米国・欧州）：（国土交通省総合政策局環境政策課）

その際には現位置での水循環再生利用が必要であり、プラスチックや化学肥料、PFOS などのような化学物質に汚染された土壌や水環境からではなく、より清浄なものを確保すべきである。中水や下水の利活用の媒体として汚泥や農業用水、水耕栽培の溶液、これらからの熱回収や熱交換も絡めつつ、都市部でも総合的な水資源対策を行う必要があるだろう。

また、昨今の台風をはじめとした大規模気象災害を念頭に置き、これからの時代の防災と食糧自給について森林植樹に絡めて考えると、東京 23 区や大阪、名古屋などの海岸域を中心に低地など、災害危険地帯についての移住が既に必要事項となっている。それにはまず地方移住（水平移住）が可能な方々についてはそれを国策として推進する必要があるだろう。

例えば海拔が低い所をグリーン・インフラ、海岸林や都市農業や非食用の農地に戻し、田園地域のように水田稲作で田んぼダムを形成し保水機能を高め、部分嵩上げて輪中のような居住エリアや周辺より高い処や少しだけ嵩上げた場所をエリア限定的に、言わば『里山（命山）』のようなものを造って住まわせる。居住を現在より水害の影響を受け難いエリアや高さで考える。ゼロメートル地域でさらに低層の人々を優先的に移住させることは必須であろう。それには水平移住（地方移住）だけでなく既存マンションなどの大型建築構造物をリノベーションした垂直移住（マンション中高層階移住）。言わば、『土地や住民を寄せて上げる垂直方向的エリア内移住』ということを考えてみてはどうか。



輪中堤 (国土交通省 HP)

これからの時代、『従来の発想とは異なる抜本的な対策を施した都市計画』というのがあるとしても良い。それは森林植樹に絡めた、これからの時代の防災と食糧自給について計画することでもありと考えられる。地場コミュニティーと直接契約し、食料を生産、供給する農家は食料レジリエンスの面でも【地域に根差した食料貯蔵庫】となるだろう。

【グリーン・インフラ】は自然災害の減災だけでなく、自然エネルギー供給量と省エネによる電力実需要の距離を縮める意味でもとても重要な【社会インフラ】のポテンシャルを秘めている。それだけではなく、【そもそも住んではいけない場所】に住んでいること自体に根本的な問題があるのではないだろうか。



江戸川区ハザードマップ (東京都江戸川区)

(同左) 広域避難先一覧

特に沿岸域は今後の地球温暖化の影響による高潮の危険があり、低地からの居住者の撤退と同時に空き地となる土地の有効活用策が求められるのと、防潮堤が築けない代わりに防潮林として沿岸部に植樹を行う(全国の沿岸部で大体的に行えば CO₂吸収林としての効果も期待ができる)ことで、高潮水害の影響を減ずることが可能となるであろう。また、市

に危険生物対策には、十分な手間と費用を掛け、半農×半猟分野での雇用や人材の創出や十分に訓練された犬猫での放し飼いの群れをコントロールするハンドラーや地域のパトロールで外来生物の進入防除と駆逐を図ってみてはどうだろうか。それに都市農園は何も地表面である必要はなく、屋上農園でも十分にその機能を果たせるだろう。その場合建築物の耐荷重が問題となるが、屋上の全体ではなくプランターで行えば日当たりや季節によってプランターごと作物を移動させ、収穫が終わったら簡単に除去することが可能である。冬はプランターを片付けて屋上に日光が当たれば建物が温まる。夏はスイカや（サツマ）イモなどのような地走性（地面を這うタイプ）のつる性植物で覆わせてやれば、屋上全体が影になり水やりがそのまま打ち水にもなる。屋上緑化という意味でも非常に好ましい。そこで考慮すべきであるのは、『何を一番植えて育てるべきか』ということである。それは大豆ではないだろうか。何故なら現在日進月歩で研究が進み、普及が進み始めている大豆代替肉は大量の水や飼料を通じ膨大な温室効果ガスを排出する家畜類の必要性を減少させられる。そこには必ずしも地球上の人類皆が全てヴィーガンにならずとも温室効果ガスを大いに削減させられる可能性がある。大豆ミート（代替肉）生産業は今後の食糧生産の上で重要な産業となるに違いない。

都市部での農業には【室内で行う農業】という発想も必要である。何故なら植物工場で生産されるクリーンな作物は土が付いていないので、洗わずそのまま食べることができる。今のところ価格は高額気味だが、クリーンな食物へのニーズが必ずあるので、コストダウンを図るために空きビルなど空き店舗や空きテナントを利用すること、事例として閉鎖に追い込まれた半導体の工場のクリーンルームを植物工場に変えたように、都市のど真ん中で土から解放された農業を始め、【生産したその場で食べる】ことを選択肢として考えても良いのではないだろうか。増加する豪雨災害などによっても、貴重な肥料が露地栽培の畑から流出しているのではないか。水耕栽培ならロストする量は最小限で済むはずである。



屋上田圃（URBAN FARMERS CLUB）

これからは【半農×半X】という兼業形態であらゆる場所、あらゆる業種との提携、兼業化を図ることで一次産業従事者の増加策を講じる必要があるだろう。その上で日本の農業は温暖化防止策や食料自給率など食料安全保障面で最も注力すべき政策としてアクアポニックスと米作重点から大豆への転換と自給率が高いことを生かした米粉の生産と販路拡大を国策として図るべきである。何故なら、まず第一に大豆の植物性タンパク質による代替肉は新しい【食肉産業】としてカーボンフットプリントが低減できる。第二に大豆と小麦粉は日本の主要農産物で自給率が低い不名誉な 1 位と 4 位にも関わらず日常で食するあらゆる食品に含まれていると言っても過言ではない。食料安全保障上、これらの農産物に対する何らかの措置は必要不可欠である。第三に米粉による小麦粉の代替は日本の稲作を次の世代に継承し、豊かな里山を保全する意味合いでも、ウクライナ危機による世界的な小麦供給事情においても非常に重要である。そして元々アジア圏では米粉麺などの米加工品を食する習慣があると同時に先進国では健康志向の高まりを背景にしたグルテンフリー食材の需要があり、やり方次第では米粉を海外市場へ輸出品とする可能性すら見えてくるだろう。

(参考 4)

○ 食料自給率の推移

(単位：%)

	昭和 40 年度	50	60	平成 7 年度	17	23	24	25	26	27	28	29	30	令和 元年度	2 年度 (概算)
米	95	110	107	104	95	96	96	96	97	98	97	96	97	97	97
小麦	28	4	14	7	14	11	12	12	13	15	12	14	12	16	15
大麦・はだか麦	73	10	15	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	12	12
いも類	100	99	96	87	81	75	75	76	78	76	74	74	73	73	73
かんしょ	100	100	100	100	93	93	93	93	94	94	94	94	95	95	96
ばれいしょ	100	99	95	83	77	70	71	71	73	71	69	69	67	68	68
品 豆類	25	9	8	5	7	9	10	9	10	9	8	9	7	7	8
大豆	11	4	5	2	5	7	8	7	7	7	7	7	6	6	6
目 野菜	100	99	95	85	79	79	78	79	79	80	80	79	78	79	80
果実	90	84	77	49	41	38	38	40	42	41	41	40	38	38	38
別 うんしゅうみかん	109	102	106	102	103	105	103	103	104	100	100	100	100	103	101
りんご	102	100	97	62	52	52	55	55	56	59	60	57	60	56	61
白 肉類(鯨肉を除く)	90 (42)	77 (16)	81 (13)	57 (8)	54 (8)	55 (8)	55 (8)	55 (8)	55 (9)	54 (9)	53 (8)	52 (8)	51 (7)	52 (7)	53 (7)
牛肉	95 (84)	81 (43)	72 (28)	39 (11)	43 (12)	40 (10)	42 (11)	41 (11)	42 (12)	40 (12)	38 (11)	36 (10)	35 (9)	36 (9)	36 (9)
給 豚肉	100 (31)	86 (12)	86 (9)	62 (7)	50 (6)	52 (6)	53 (6)	54 (6)	51 (7)	51 (7)	50 (7)	49 (6)	49 (6)	49 (6)	50 (6)
鶏肉	97 (30)	97 (13)	92 (10)	69 (7)	67 (8)	66 (8)	66 (8)	66 (8)	67 (9)	66 (9)	65 (9)	64 (8)	64 (8)	64 (8)	66 (8)
率 鶏卵	100 (31)	97 (13)	98 (10)	96 (10)	94 (11)	95 (11)	95 (11)	95 (11)	95 (13)	96 (13)	96 (13)	96 (12)	96 (12)	97 (12)	97 (12)
牛乳・乳製品	86 (63)	81 (44)	85 (43)	72 (32)	68 (29)	65 (28)	64 (27)	64 (27)	63 (27)	62 (27)	62 (27)	60 (26)	59 (25)	59 (25)	61 (26)
魚介類	100	99	93	57	51	52	52	55	55	55	53	52	55	53	55
うち食用	110	100	86	59	57	58	57	60	60	59	56	56	59	55	57
海藻類	88	86	74	68	65	62	68	69	67	70	69	69	68	65	70
砂糖類	31	15	33	31	34	26	28	29	31	33	28	32	34	34	36
油脂類	31	23	32	15	13	13	13	13	13	12	12	13	13	13	13
きのこ類	115	110	102	78	79	87	86	87	88	88	88	88	88	88	89
飼料用を含む穀物全体の自給率	62	40	31	30	28	28	27	28	29	29	28	28	28	28	28
主食用穀物自給率	80	69	69	65	61	59	59	59	60	61	59	59	59	61	60
供給熱量ベースの総合食料自給率	73	54	53	43	40	39	39	39	39	39	38	38	37	38	37
生産額ベースの総合食料自給率	86	83	82	74	70	67	68	66	64	66	68	66	66	66	67
飼料自給率	55	34	27	26	25	26	26	26	27	28	27	26	25	25	25

大豆ほか主要穀物の自給率（令和 2 年度）：（農水省）

大豆の増産を図るには、植物工場で均一の品質を担保する必要があるが、その際に最も重要なのは露地栽培では土づくりだが、植物工場内で根粒菌との共生環境を整えることであるだろう。根粒菌は水耕栽培など高湿度条件では不適とされているが、一方では好気条件であれば可能性が無いわけではなさそうである。いずれにせよ研究そのものが古く、昨今の植物工場や水耕農業の技術進化に合わせ、今一度培地など土壌条件の植物工場内での再現を念頭に根本的に研究の見直しを図り、安定的な大豆の国内生産の目途を付けるべきである。そうすることが労働人口の確保や消費地と生産地を結び、食品ロスの低減だけでなく輸送コストや CO₂の削減をももたらすことだろう。

一方で収穫後の葉や規格外野菜などについて生産者直接の販売や飼料などとして再利用される取り組みは始まっているが、多くは未だ廃棄処分されるのが大半である。特に足の速い葉物野菜を回収する仕組みづくりを行い、牧畜業に供与する互助的な取り組みを行うべきである。生産から流通のより川上で適切に処理を行う方が、食品廃棄物を回収して飼料に加工し直して使うよりも無駄なエネルギーを使う前に適切な利用ができるのではないかと。

牧畜業は、本来あるべき自然に近い環境で適正な飼育を行い、畜産分野でのフェアトレードを図ることで、強制肥育や狭小地、不衛生な環境といったアニマルウェルフェアに反した業態を改めさせることも可能になるのではないだろうか。それに動物性タンパク質を摂取するのであれば、魚食の普及促進も行うべきである。特に陸上養殖については単に消費地の近くで生産する地産地消的要素のみならず、寄生虫のリスクが抑えられることで昔は食されていたが近年廃棄されていた部位も安全においしく食することが可能になる。更に水耕農業とミックスさせたアクアポニックスであればなお良いことだろう。その一方で、3Dプリンタでの培養肉成型による、無駄に殺生しない新しい畜産＝培養型食肉産業も生まれつつある。消費地で部品部材だけでなく、食物をプリントアウトするのは、これもまた生産・流通革命である。次善の策は植物工場やアクアポニックス、自然型の酪農で補えない部分は植物性タンパク質から作る大豆ミートなどの代替肉や細胞培養や培養（人工）肉の製品の開発や市場の流通についてより迅速な安全基準作りや産業の育成が必須ではないだろうか。

それに最近バナメイエビの陸上養殖が注目されている。国産のエビなら熱帯雨林の破壊や、抗生物質の過剰投与などの問題が無く、安心して食べられる。地球温暖化対策やフードマイレージなどだけでなくアニマルウェルフェアの観点からの【新しい食肉産業】である農業系の【代替肉（大豆たんぱく等）】や、【培養肉（細胞培養）】などが今後の6次産業の一翼を担う可能性は十分有り得るだろう。陸上養殖場所としては、居抜きの動物園、水族館、銭湯、屋内外プールが使えるのではないだろうか。ブラックタイガーなどを都市養殖で生産出来れば、熱帯雨林保全や地産地消、安全管理された食材としての可能性が出る。また、展示物を食べるという新しい展示方法など、沼津の深海水族館を参考にして地域密着型の新鮮な魚介や畜産など、地産地消を可能にするアイデアを積極的に取り込むべきである。加え

て都市排熱やごみや汚泥の焼却発電、その他バイオマス発電の排熱は、アクアポニックスをはじめとする陸上養殖における温熱の供給や、雪国バナナなどのような熱帯の作物を日本で栽培を可能にし、農業や水産業に新たな付加価値を与えるだけでなく、地産地消を推進し、食品ロスを少なくする方向へ利用、漢方薬などを育てて地域の医食同源資源として活用することも考慮すべき方策であるだろう。

さらに植物工場は気候災害や天候に左右されないこと（収穫ロスの低減）や、消費地近くでの収穫などフードマイレージの低減とともに農薬などの使用量を抑えるという効果も見込まれる。安全で美味しい作物であれば、今後の農業の有望な選択肢の一つと成り得るだろう。同時に全国の地方への移住者による海・山の清掃と養殖を海・陸問わずに行うことで、自分たちの商売に深く関係する地場の自然生産環境を整え、生産性向上と同時に魅力ある観光資源の賛成と言う副次的効果を得、非常に有効な地域振興策となることになる。つまり、これからは自然環境から収奪するだけでなく、露地栽培では気候変動の影響を受け過ぎるし、密閉型の植物工場では使用するエネルギーが多過ぎて割に合わない。食物を生み出す素材そのものを豊かに養うための環境づくり、即ち『涵養』が肝要であり、密閉型で無農薬な作物は時代のニーズとシーズにマッチしたシステムである畜養陸上養殖やアクアポニックス（養殖＋循環型水耕農業）などによる『完全陸上循環式農林水産業』が、これからの新しい日本の第 1 次産業のスタイルとして確立されるべきである。それにはコロナ禍で餌代など経営状況が苦しい動物園や水族館などと協力関係を築き、使用していない学校のプールや釣り堀などの生け簀、廃業した銭湯などを居抜きして『空き家』の利活用を図り、初期投資額を押さえ、参入障壁を下げるべきものであろう。

そして最も重要なのは、現在の日本でも衣食住の中で一番大切な【食べる】ことが田舎では可能である。スーパーシティ構想のように従来以上にヒトやカネを中央に集中させるのではなく、適度に地方に人を再分配して産業を生み出させることで、地方で問題になっている耕作放棄地や空き家などの諸問題を一緒に可決する何かを生み出せるのではないだろうか。それに地域で細々と保存されている野菜の在来種など、あまり皆に知られていない品種が、現在では作り手が減り途絶えてしまいかねない。地方に人が戻ってくれば、地域野菜や品種の保存活動を通じて地域活性化の一助とすることも不可能ではない。

さらには近年全世界的に顕著な影響が現れ始めた気候変動による洪水や土砂災害などの豪雨災害だけでなく、極端な天候不順による野菜の生育不順や高騰、海流の変化や高温海水水域の滞留によるサンマをはじめとする庶民魚の漁獲高減少を考慮すると、少なくとも屋外での農業や水産業から管理型の養殖型へ、場合によっては細胞培養型へ推移させることを、温暖化適応策ならびに資源循環型の低炭素社会形成の一環として本気で検討すべきではないだろうか。

(3) 【本当の効率】 バイオマスは再エネ普及の要

バイオマスと言えば、とかく森林由来の固形バイオマスが語られることが多いが、食べたら出るものは活用が不十分であることに気付いている者は少ないであろう。都市こそバイオ資源が日夜問わず大量（マス）に産出されている。もっと下水汚泥など廃棄物系の液体・気体のバイオマス利用を進めるべき。特にポテンシャルとしては下水汚泥や食品系の廃棄物分解により発生するメタン、生物起源の燃料である藻バイオマスやバイオエタノールなど非食用とし、食物を使わない方向に定めるべきである。そのためにはセルロース分解技術の研究を推進させ、地産地消の範囲を超えない枠組み作り、最低限国産材での資源製造・消費を行うガイドラインを厳しく制定すべきである。

またバイオマスはしばしばカーボンニュートラルという言葉で【免罪符】のように語られるが、これは未来世代に対する CO₂ の債務であり、元あった森林の回復が行われなくなるデフォルト（債務不履行）リスクが多分にある。カーボンニュートラルというのはあくまでも『吸収の前借行為』ではないだろうか。つまり、デフォルトによって踏み倒される恐れがあってもそれを検証し違反を処罰する方策も何もない性善説に基づいた担保無しの貸し倒れ金予備軍であるだろう。実際に吸収源とされる森林は開発により破壊され、温暖化や森林火災、砂漠化によって減少しているのではないか。我々は言葉の置き換え、特に意味不明瞭な横文字への置き換えによる意味のすり替えや論点のボカシに注意喚起せねばならない。

一方、バイオマス問題でとかく語られがちな木質バイオマスは熱利用の観点で優れているが、そもそも熱やエネルギーの大需要地は都市部である。逆に木質バイオマスは郊外に多く存在している。資源と需要のミスマッチの解消に向けてどのようにすればよいか。そこでそれらを考える上で 1000kcal（1 トンの水を 1°C 温める）あたりの化石燃料（原油・LNG）と木質バイオマス使用量および（原油は輸入レート）価格について変換関数の作成を試み、幾つかの市場価格を当てはめてみよう。

1000kcal の熱量に相当する燃料の価格変換関数（CP_x）の作成

発熱量（C_x）：calorific value、単位当たり価格（P_x）、必要（重）量（M_x）

M₁：木材標準発熱量（3.155kcal/kg）より 1000kcal = (1000 ÷ 3.155) kg ≒ 0.317 t

M₂：発電用原油標準発熱量（9.436kcal/ℓ）より 1000kcal = (1000 ÷ 9.436) ℓ ≒ 106 ℓ

P₁：木材ペレット燃料価格（絶乾 t）

P₂：WT I 原油先物価格（バレル・米ドル）、¥₂：為替レート（¥ → \$）

P₃：天然ガス先物 NYM（BTU・米ドル）、¥₃：為替レート（¥ → \$）

$$CP_1 = P_1 \times M_1 = (25000 \times 0.317) = 7,925 \text{ 円} / 1000\text{kcal}$$

$$CP_2 = (P_2 \times 158.99 \times \text{¥}_2) \div M_2 = (104.99 \times 158.99 \times 119.52) \div 106 \\ \doteq 18,821 \text{ 円} / 1000\text{kcal}$$

$$\begin{aligned}
 CP_3 &= 10^3 \times (P_3 \times 10^{-6} \times 0.25216) \times \text{¥}_3 \\
 &= 10^3 \times 4.891 \div (10^6 \times 0.25216) \times 119.52 = 4.891 \times 119.52 \div 252.16 \\
 &= 2.318 \text{ 円} / 1000\text{kcal}
 \end{aligned}$$

比較発熱量当たりの価格は $CP_3 < CP_1 < CP_2$

注 1) 2014~2017 の針葉樹輸入燃料チップ価格 (¥/絶乾 t) の最高価格値を適用

注 2) 1 バレル \doteq 158.99 ℓ

注 3) WTI 原油先物: \$ 104.99 / バレル (2022.03.21)

注 4) ¥ \rightarrow \$ 為替レート: ¥119.52 / \$ (2022.03.18) として計算

注 5) 天然ガス先物 NYM: \$ 4.891 / 1000000 BTU (2022.03.21)

注 6) 英国熱量単位 1 BTU \doteq 1055.06 (J) \times 0.2390 = 252.16(cal) = 0.25216kcal

次に市場価格ではなく、実際に日本に入っている輸入価格ではどうだろうか。そこには天然ガスを液化して LNG に転換して輸送に適した性状にする必要もあり、もちろんタンカー輸送のコストも掛かる。より現実の価格に即した計算結果が得られるはずである。まずは、財務省報道発表令和 3 年度分 (確報)、主要商品別輸入令和 3 年度分によると、原油及び粗油は 147,056 (千 kl)、8,016,685 (百万円)、液化天然ガスは 71,459 (千 t)、5,004,498 (百万円) であるが、上記を単純計算すると原油及び粗油は 54.5145 円 / ℓ 、液化天然ガスは 70.033 円 / kg となる。

一方、エネルギー源別標準発熱量・炭素排出係数一覧表によれば、

輸入原油は 38.26MJ / ℓ = 9.139kcal / ℓ

輸入天然ガス(LNG)は 54.70MJ / kg = 13.068 kcal / kg

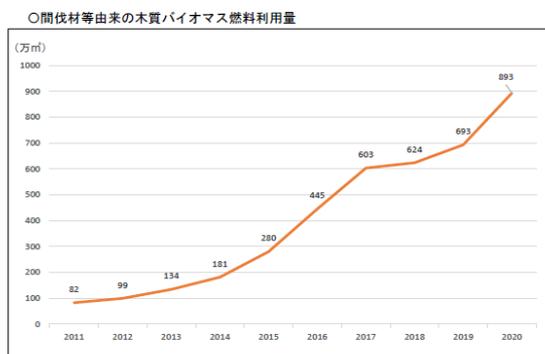
ここから 1 t の水を 1°C 温めるために必要な金額はそれぞれ、

原油及び粗油: $10^3 \times 54.5145 \div 9.139 \doteq 5965.04$ 円 / 1000kcal

液化天然ガス: $10^3 \times 70.033 \div 13.068 = 5359.12$ 円 / 1000kcal

木材需給情報-6 木質バイオマス燃料利用量、紙品種別生産高

- 木質バイオマス発電向け燃料は、一貫して増加傾向が続いている。
- 紙の生産高は2020年6月に減少したが、その後一定程度回復している。



資料: 木材利用課調べ(～平成26年)、林野庁「木材需給表」(平成27年～)

林産物に関するマンスリーレポート (モクレポ令和 4 年 6 月 No.9: 林野庁)

となるが、ちなみに農林水産省の木材流通統計調査の令和 4 年 5 月木材チップ価格ではあくまでもパルプ向けではあるが、針葉樹で 15300 円/t となっており、木材標準発熱量 (3.155kcal/kg) を適用すると前述の計算式より、 $15300 \times 0.317 = 4850.1$ 円/1000kcal と計算できる。明らかに国産チップ材は輸入化石燃料よりも大幅に割安なのである。

問題は国産のチップ材やペレット材が輸入のそれらに対して圧倒的な価格優位性を持っていないということである。せっかく有り余っている国産のバイオマス材がそれでは生かされないどころか、一括大量に管理しやすい輸入品に置き代わりかねない。いたずらに途上国を中心とした森林資源を無駄に消費して CO₂を排出するグリーン・ウォッシュ産業と化してしまう。それにはまず、国内の林業の振興のための産業体質の改善、魅力的な投資となるような需給モデルの迅速な確立と横展開が必要となる。それと同時に国産は免税として輸入バイオマス資源への炭素税の適用や関税率アップなど、輸入障壁を現在より高く設け、今からでも輸入バイオマスは FIT 除外とすべきである。その上で現在の火力発電を随時リプレースし、石炭火力発電は木質バイオマスやバイオコークスなど固形燃料代替、バイオエタノールや黒液は液体系の代替燃料として、LNG の汽力発電はバイオメタンガスや再エネ由来水素での代替を図るべきではないか。仮に CCUS を技術開発するにしても化石燃料由来の使用は全く持って本末転倒であり、過大な設備投資や時間を掛ける意味が全く損なわれてしまう。つまり、『意味のない、無益で無駄な行為』であり行うべきではない。CCUS はバイオマス専焼火力にのみ使う事で結果的に火力発電ですらカーボンマイナスの方向に向えるはずである。

温泉熱発電や、汚泥を含む工場温排水、藻類や貝類を含む海水や河川水との熱交換など多岐にわたる分野での利用、太陽熱やその他の環境中の熱、特に都市部ではエアコン室外機の排熱なども利用できる可能性が広がる。太陽熱や環境熱、バイナリー発電と併せて地域熱供給や石炭火力分野から化石石炭を代替させる。現在日本で大きくシェアを持っている火力発電について、石炭火力発電は混焼実験が進んでいるが、これを急ぎバイオコークス比率を上げ速やかに完全代替を進めるべきである。同時にその製造には不安定電源とされる太陽光や風力発電を利活用してエネルギー出力の標準化に、そして地域特性を生かしたグリッドづくりであれば、例えば山間部であれば太陽光より風力や木質バイオマスが適している、温泉地であれば地熱発電や温熱供給を、工業地帯に隣接していれば工場廃熱の利活用などメインに押し出してビジネス化を行えばよい。そのために 47 都道府県の更に市町村単位までカルテづくりなど細かく落とし込むべきではないだろうか。

同時に温暖化ガスの排出削減のためにはバイオマス発電の出力を火力発電運転出力の上限とすべき、最低限石炭火力、最終的には全ての火力発電をバイオマス火力発電に代替することを要件=逆出力抑制要件を設定することを検討すべきではないか。その上で環境熱利用と併せて不安定とされる太陽光発電や風力発電のバックアップ電源とし、更に燃料の特性別に固体系の木質バイオマスやごみはベースロード、藻バイオマスや黒液などの液体系

はルーティン変動需要調整型、バイオガスは純度を挙げた上でガスタービンへ使い短時間需要変動調整用として電力変動瞬動対応用の揚水発電や蓄電池と組み合わせ賢い運用を行うべきである。再エネのバックアップ火力発電を【純国産】バイオマスで行うくらいの知恵と資源量が少ないならその弱点を補う工夫が必要である。それと発電量は少なくとも、発生する熱エネルギーを有効利用することで、電気で熱を生み出すのと同じか、それ以上の効果を上げられるような仕組みを構築することで、再エネの中で要となる位置付けがなされるであろう。その上で【本当の効率】とは何かをもう一度考え直す必要がある。エネルギー利用の局面において、それは手間暇を惜しまず資源を余すところなく丁寧に使い切ることでと私は考える。つまり安価でシンプルな信頼性の高い技術と知恵をフルに使い、手間暇かけて余すところなく使い切るのが真のエネルギー効率化である。そしてそれは高価で複雑極まりない巨大装置を遠隔からモニターと計器のみを頼りに全自動で動かそうとするもの、【作業効率】とは真逆のものである。手段の効率化に目を奪われ、それに溺れることなく、本当の目的の効率化にこそ心血を注ぐべきである。要は効率ではなく、無駄に失われるエネルギーの総量が問題なのである。

2015 年度の未利用排熱に関して行われた企業アンケート表によると 2015 年の排ガス未利用熱は全国で年間 $743,206 \times 10^3 \text{GJ}$ となっているが、熱量ベースで原油換算すると 1942 万 kl となり、当時のレートで計算すると 48.71 (\$ / バレル)、121.04 (¥ / \$) であるので、1145 億円の価値の未利用エネルギーが無駄にドブに捨てられた事になるのである。

表 6 温度帯別の発電設備別排ガス熱量 (アンケート値) [TJ/year]

排ガス温度 [°C]	ガスエンジン	ディーゼルエンジン	ガスタービン	蒸気タービン	コンバインドサイクル	合計
	~99	0.0	0.0	0.0	5222.8	6316.0
100~149	76.1	28.2	1028.9	21035.8	22014.7	44183.6
150~199	1316.7	82.2	654.4	2914.2	0.0	4967.4
200~249	52.4	24.7	158.9	198.2	46.1	480.3
250~299	0.0	1379.8	0.0	0.0	0.0	1379.8
300~349	225.2	2078.3	0.0	0.0	0.0	2303.5
350~399	133.3	1103.4	0.0	0.0	0.0	1236.6
400~449	48.2	9.9	1.3	0.0	0.0	59.4
450~499	26.3	32.8	63.7	0.0	0.0	122.8
500~	0.1	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0
合計	1878.2	4739.2	1908.1	29371.0	28376.7	66273.2

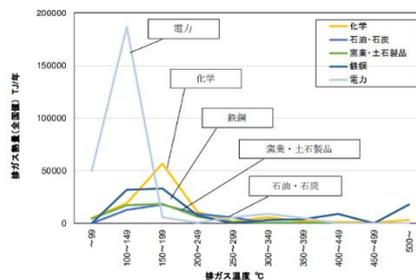


図 23 温度帯別の排ガス熱量の全国推定値 (図 22 で排ガス熱量が多い産業)

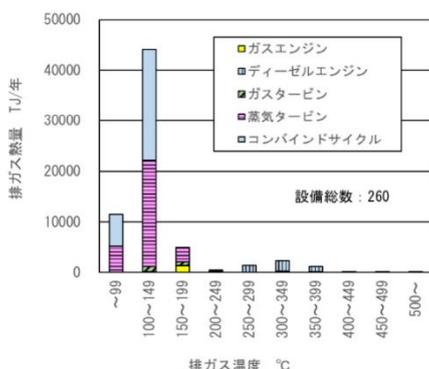


図 7 温度帯別の発電設備別排ガス熱量 (15 業種、設備数: 260 基) (アンケート値)

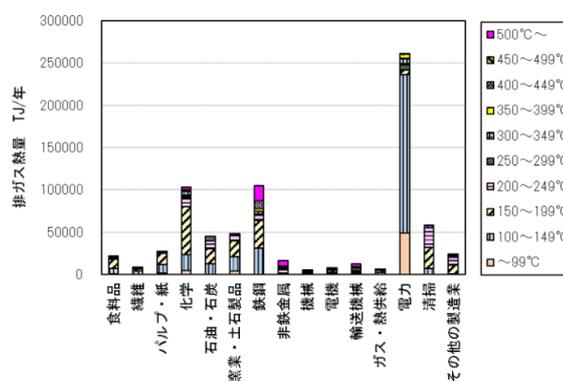


図 26 業種別の温度帯別排ガス熱量 (エネルギー) の全国推定値 (15 業種)

産業分野の排熱実態調査 企業アンケート (未利用熱エネルギー革新的活用技術研究組合)

しかし譬え熱のカスケード利用を行ったとしても、それ以前に国内で有り余っているバイオマス資源を使用しない時点で、湯水のごとく化石燃料を焚き湯水を温めて蒸気をつくることは効率以前に無駄ではないだろうか。それに大規模集中型で高温域の排熱からカスケード利用を行っても全てを拾いきれるわけではない。ならば熱需要地に小規模分散させた熱効率 100%を超えるオーガニックランキンサイクルのバイオマス発電であれば、余すところなく国産エネルギーを有効に使い倒し、【No Mining】、即ち地下資源からの決別を促すことが可能となる。

今や大量生産・大量消費のシステムの弊害により崖っぷちに追い詰められた我々が追求すべきなのはもはや利用効率ではない、【排出総量が問題】なのである。

つまり、燃焼エネルギーを利用する火力発電において、天然ガスの実質利用率は 100%ではないが、オーガニックランキンサイクルシステムのような小規模レベルのバイオマス設備であれば 100%を超える。『本当に重要なのは無駄に打ち捨てられるエネルギーや燃料の絶対量である。』ならば幾らかスケード的利用ができたとしても、むやみに高温で大規模な施設において天然ガスをはじめとした化石燃料を使用するのはかえってムダである。我々は見せかけだけの効率のワナに陥っていないだろうか。

表 8 温度帯別の業種別排ガス熱量の全国推定値 [単位: TJ/year]

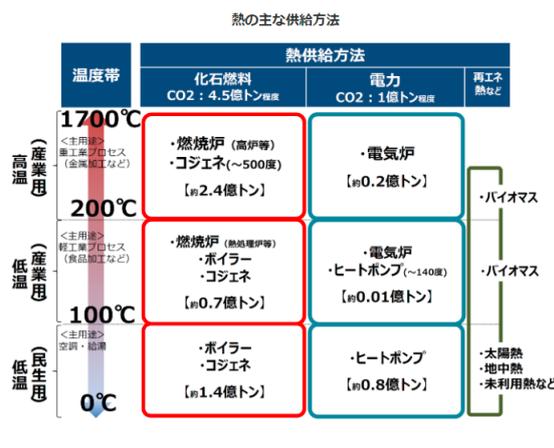
	食料品	繊維	パルプ・紙	化学	石油・石炭	窯業・土石製品	鉄鋼	非鉄金属	機械	電気機械	輸送機械	ガス・熱供給	電力	清掃	その他製造業	合計
排ガス温度 [°C]																
~99	905	347	1434	4759	0	3928	0	331	137	1002	554	58	49242	0	921	63617
100~149	5687	3486	10281	18642	12513	17129	31395	1162	330	1498	2106	2164	186851	6978	191	300414
150~199	11583	2709	13145	56556	17875	18436	32604	343	1513	2391	1311	2663	5742	24829	9663	201363
200~249	1125	510	864	10580	8938	6115	7601	3184	675	1606	906	551	80	23407	9704	75847
250~299	491	62	116	1697	5563	1225	0	1867	1306	113	3188	1	5557	0	1051	22238
300~349	318	318	365	5566	0	94	2694	1335	96	0	40	34	8382	2580	592	22918
350~399	1046	0	18	1586	0	120	3688	1101	130	0	182	0	4755	0	9	12635
400~449	0	2	1	772	0	33	8771	380	2	11	330	115	5	148	0	10570
450~499	0	0	0	345	0	0	0	228	141	0	941	92	1	0	99	1847
500~	41	0	17	2632	0	0	17721	6436	282	0	3090	0	4	0	1532	31755
合計	21197	7937	26240	103136	44889	47080	104474	16367	4611	6621	12648	5679	260621	57942	23763	743206

産業分野の排熱実態調査 企業アンケート（未利用熱エネルギー革新的活用技術研究組合）

表 10 未利用の排熱水熱量、固体顆粒量（エネルギー）の全国推定値

業種	淡水回収水 (m³/日)	海水 (m³/日)	回収水+海水 (m³/日)	温水排熱 (TJ/年)	固体顆粒 (TJ/年)
食料品	947287	683115	1630402	10223	-
繊維	1086801	33684	1120485	7025	-
パルプ・紙	3973549	27711	4001260	25088	-
化学	33263858	12536043	45799901	287165	-
石油・石炭	6006368	6175345	12181713	76379	-
窯業・土石製品	1833469	860845	2694314	16893	4410
鉄鋼	0	0	0	194937	10560
非鉄金属	1742783	1341717	3084500	19340	18
機械	310233	16252	326485	2047	-
電気機械	2136598	0	2136598	13396	-
輸送用機械	5937940	19179	5957119	37351	-
ガス・熱供給	0	0	0	-	-
電力	0	0	0	2016973	-
清掃	0	0	0	-	-
その他製造業	696088	0	696088	4364	-
合計	57934974	21693891	79628865	2711183	14988

(同上) 排熱実態調査企業アンケート



熱の主な供給方法 (資源エネルギーメルマガ)

表13 都道府県別の未利用排ガスエネルギー [単位：TJ/year]

	食料品	繊維	パルプ・紙	化学	石油・石炭	窯業・土石	鉄鋼	非鉄金属	機械	電気機械	輸送機械	ガス・熱供給	電力	清掃	その他製造業	合計
全国計	21197	7937	26240	103136	44889	47080	104474	16367	4611	6621	12648	5679	260621	57942	23763	743206
北海道	1346	55	1650	833	3329	1044	2439	38	34	53	83	88	8601	2061	575	22229
青森	250	21	363	125	19	296	540	36	19	48	10	6	899	580	69	3279
岩手	217	36	218	264	38	686	515	27	46	56	126	8	311	616	283	3446
宮城	408	29	710	637	1407	941	939	133	48	120	110	45	3305	1093	385	10311
秋田	68	50	188	266	13	359	111	49	23	62	15	12	3802	528	175	5720
山形	196	86	247	787	16	612	173	99	37	141	29	13	1568	482	319	4804
福島	231	102	693	2110	44	1467	523	303	76	214	90	17	15891	1083	366	23210
茨城	1100	147	826	5649	141	2194	4993	1260	283	215	121	49	12209	1242	1006	31434
栃木	967	110	874	3188	66	1088	1386	687	139	223	367	19	57	804	506	10480
群馬	602	89	277	3130	30	647	1460	205	115	136	800	52	48	1025	528	9144
埼玉	1070	171	1706	5672	108	1673	1699	1162	189	237	422	292	175	3198	1884	19657
千葉	1020	58	442	6647	8893	1875	10644	341	136	92	26	413	33950	2800	829	68168
東京	506	140	528	1541	99	1188	1046	142	101	287	378	1137	2854	7174	2324	19445
神奈川	1042	84	765	5983	7273	1997	3964	608	265	314	925	608	28982	3784	741	57335
新潟	464	127	884	1577	58	856	1172	152	116	127	42	119	12934	985	333	19947
富山	127	150	593	1970	19	581	1033	668	90	68	33	13	1600	273	355	7571
石川	110	319	86	523	17	414	312	71	91	120	33	9	2735	620	357	5817
福井	36	390	205	835	14	327	167	292	19	92	36	4	2995	421	280	6113
山梨	180	74	63	403	11	414	60	85	83	119	22	10	0	468	197	2189
長野	382	27	249	690	40	774	250	203	136	267	78	35	0	775	480	4385
岐阜	241	255	781	1906	34	2410	1328	149	108	85	231	36	0	962	535	9059
静岡	1356	235	3045	5982	76	1127	1172	962	201	407	934	136	511	1733	1069	18947
愛知	1217	863	1296	7608	2660	4387	14373	1029	523	451	3992	478	23131	3280	1703	66991
三重	322	132	330	4414	3137	1607	507	816	116	494	514	57	9031	642	325	22444
滋賀	306	415	467	3993	28	2323	578	303	165	176	222	74	2	514	586	10150
京都	843	235	440	927	23	1277	300	139	88	140	121	185	4473	1123	809	11125
大阪	865	599	1202	6580	4674	1409	7993	1229	342	285	235	875	10420	4687	1717	43115
兵庫	1127	417	995	5825	378	1963	10324	559	304	457	269	416	18406	2791	897	45127
奈良	127	148	195	640	30	230	183	59	47	33	45	58	0	442	332	2569
和歌山	115	130	121	1121	1545	295	4461	25	43	7	4	45	1775	506	148	10342
鳥取	79	37	344	47	6	75	100	5	7	38	4	5	201	228	71	1248
島根	50	96	70	176	8	249	1002	31	15	58	18	4	2534	264	104	4679
岡山	396	512	313	3672	3606	1272	5827	119	73	116	206	19	3609	857	550	21147
広島	355	372	369	2216	61	852	8012	451	145	231	675	81	4675	1085	622	20201
山口	161	133	356	4645	3002	1605	3789	248	44	23	268	24	7813	689	177	22977
徳島	119	65	449	1523	7	124	215	0	18	58	4	6	6717	368	168	9842
香川	221	111	425	622	294	511	235	860	35	35	54	8	1396	435	212	5454
愛媛	225	425	1915	1463	1470	239	677	1147	33	27	91	8	3337	506	130	11692
高知	51	27	224	53	8	309	135	31	10	4	7	5	620	330	87	1902
福岡	883	88	297	2466	278	2127	5756	300	85	106	664	115	6262	2453	663	22541
佐賀	199	31	255	699	11	279	118	221	19	57	40	6	65	378	239	2617
長崎	172	34	15	69	7	281	145	1	40	66	67	23	8009	643	61	9632
熊本	250	50	333	872	29	414	274	76	48	77	76	17	3326	771	163	6774
大分	146	38	106	1863	1652	715	3367	994	29	90	138	14	8086	581	105	17924
宮崎	272	191	154	794	14	205	40	4	9	55	12	8	300	261	154	2472
鹿児島	655	27	154	98	17	998	19	44	13	56	11	22	460	673	99	3345
沖縄	123	6	24	33	199	363	121	7	4	1	0	6	2547	728	43	4205

企業アンケートによる排ガス熱量の全国推定値（2015年度）
（未利用熱エネルギー革新的活用技術研究組合）

ここで現在日本が輸入している化石燃料に関する国産バイオマス資源の可能性について考察してみよう。まずバイオコックスは原材料で単位熱量の調整が可能、RDF や RPF に準じ 20MJ/KG と仮定、30MJ/KG なら藻バイオマス同等とできる。

2020 年での石炭の輸入量は 1 億 537 万 t、輸入原料炭標準発熱量換算すると、 $28.74\text{GJ}/\text{t} \times 10537 \times 10^4$ である。これを前述の熱量ベースでバイオコックス換算すると約 1 億 5142 万 t になるが、ごみ総排出量は全国で令和 2 年度は 4,167 万トン（東京ドーム約 112 杯分）になる。これにさらに加算する木質バイオマスの必要量を考えてみよう。単純化するために木質バイオマス発電で多く用いられている針葉樹について樹種を考慮せず計算してみよう。絶乾重量 1t に対する丸太換算の針葉樹チップの必要量を 2.2 m³ とし、前述の輸入原料炭標準発熱量である $28.74\text{GJ}/\text{t} \times 10537 \times 10^4$ に対して木材の標準発熱量換算 13.21GJ/（絶乾 t）を適用してみる。

するとおよそ 2 億 3 千万 t、5 億 m³ の木材が必要となるが、長さ 4m・直径 50 cm の丸太は 1 m³ になるので長さ 20m・直径 50 cm の丸太が年間に 1 億本必要ということになる。これは毎日 27 万 4 千本切り出さないと追いつかない数字である。この数字を無理に満たす必要はないが、例えば日本国民 1 億人が毎年 1 本ずつ植樹と伐採を行い、それを 30～50 年サイクルで行うと考えてみるのもよい。10m おきに植樹しても 1 万 km² の面積であれば 38 万 km² の国土に対して決して不可能ではない、それに全国に眠っている森林資源を考慮すると我々はもっと林業に力を入れ直す時代に来ているのではないだろうか。

とすれば今後ごみの排出総量は更に減少が必要であるが、可能な限り石炭火力の廃止と同時にバイオコックスへの代替を進め、5 分の 1 程度は空き家や建て替え需要で発生する建築廃材などを中心としたごみ起源で、あとは全国に眠っている森林資源、特に間伐材や剪定枝、農業系廃棄物をバイオコックス化できないだろうか。勿論、同時に市街地の防災林など防災用グリーンインフラを整備し持続的な供給減を確保する必要があるだろう。

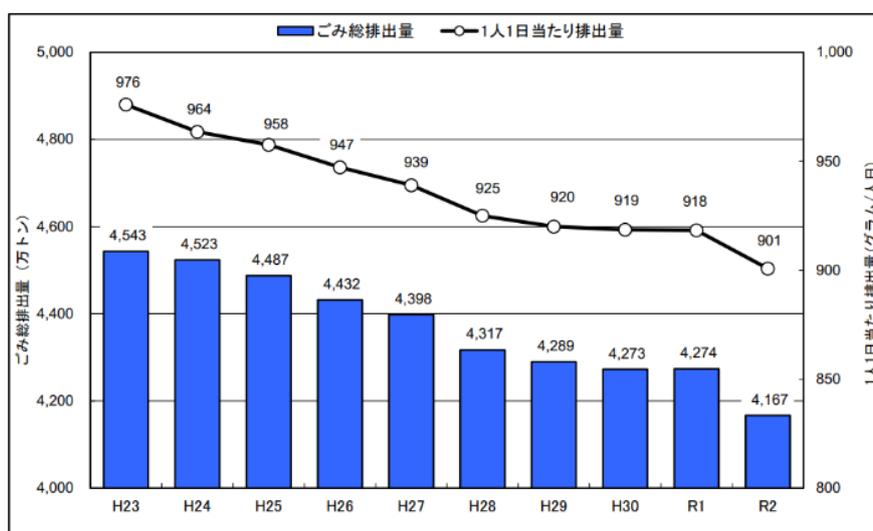


図-1 ごみ総排出量の推移

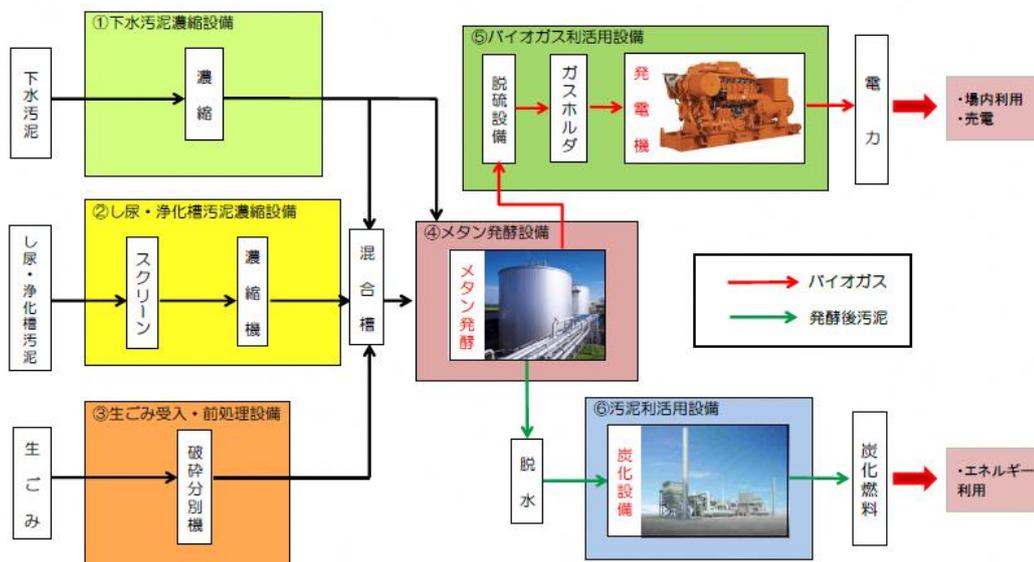
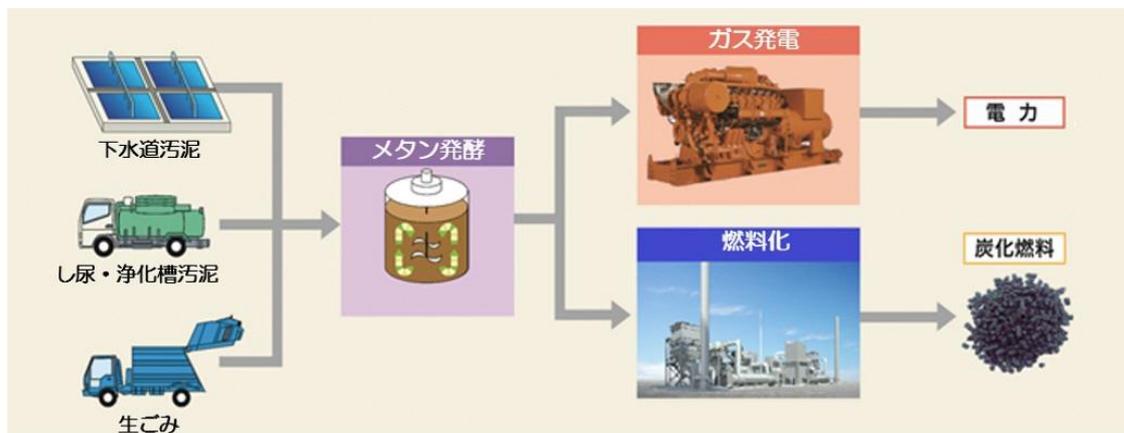
一般廃棄物の排出及び処理状況等（令和 2 年度）について（環境省）

次に原油の総輸入量は 2020 年で 1 億 4,053 万 kl であり、同様に発熱量換算を行ってみると、 $38.26\text{GJ}/\text{kl} \times 14053 \times 10^4$ である。

これは藻バイオマス換算では 1 億 7922 万 t となるが、これらを満たす藻バイオマスはどのくらいの栽培面積が必要であろうか。ちなみに令和 2 年度での全国の下水処理場の総面積はおよそ 122 万 4 千 ha であるが、オーランチオキトリウムの生産能力は理論値で ha 当たり年間 1000 t との試算が 2012 年の藻類産業創成コンソーシアムの報告書での記載がある。仮にこれら全てで藻バイオマス(オーランチオキトリウム)を生産すると仮定した場合、生産ポテンシャルは 12 億 2400 万 t となる。つまり原油輸入量の 6.8 倍のポテンシャルを持っていることになる。それだけではない。下水処理施設では汚泥を乾燥させ、コークスの代替で焚いているケースもある。 $30\text{GJ}/\text{t}$ で輸入石炭と輸入原油分の総熱量を藻バイオマスへと換算すると $28,016.7 \times 10^4 \text{t}$ となる。即ち 2 億 8 千万 t あれば事足りる。ポテンシャルは 4.3 倍にものぼることになるのである。

また、LNG の総輸入量は 2020 年において 7,636 万 t であった。これも同様に発熱量換算を行うと、 $54.70\text{GJ}/\text{t} \times 7636 \times 10^4$ である。バイオガスは m^3 換算のため、同等熱量換算を行うと 1973 億 9600 万 m^3 となる。これについて仮に $300 \text{m}^3/\text{h}$ の精製設備を 24 時間 365 日フル稼働させたとして、87236 基のバイオガス精製プラントがあれば良いことになる。余裕をもって稼働率 70% としても 125,000 基。47 都道府県で割ると僅か 2660 基ずつである。中小規模を含め酒造所や味噌蔵などバイオマス廃棄物を排出している事業所数を懸案すると、譬え幾つかの排出事業所からの廃棄物処理を一か所に取りまとめなくてはならなくても優にその数を上回るプラントが確保できるのではないだろうか。それに愛知県豊橋市の取り組みにみられるように食物残渣と糞尿を混ぜ合わせることで、それらの処理費用の削減だけでなく、それら単独の合計から得られるよりも多くのバイオガスを効率よく発生させる分野横断的で柔軟な発想と実行力で地域の廃棄物を資源へと生まれ変わらせることができ、それは全国へと展開することが可能である。

それにもしオーランチオキトリウムが下水処理場での標準的な処理システムの要素として全国で採用されるようになれば、規模の経済の効果によりその導入コストは低減できる。今すぐに全てを置き換えるわけにはいかないだろうが、まずは耐用年数を超えてリプレースの必要のある処理場や設備から導入を図るべきであろう。下水(生活廃水)由来の藻バイオマス(液体燃料)、(建築)廃材や森林資源由来のバイオコークス(固形燃料)、全ての生物系廃棄物から生じるバイオガス、及びそれらに付随するバイオリファイナリーなど、単に化石燃料を代替するだけではないマテリアルな分野での循環資源としてもバイオマスのポテンシャルは全くと言っていいほど生かされているとは言い難い。しかし、これを生かすことで今後は廃棄物の処理と同時に地域に根差した循環型のバイオマス資源産業の創出が可能となるのである。これは単に資源を海外から輸入し、国富を漏出するだけでは得られない経済波及効果を何倍にももたらし、汗水流して生み出した国富を地域内に止める役割を果たす。【日本はまだまだやれる】のである。



豊橋市バイオマス利活用センター（上：事業概要・下：処理フロー）：（愛知県豊橋市）

そのためにも産業用の高温・大量の熱（蒸気）、長期安定的（ベースロード的）な熱の利用に際して固形のバイオマスは有利。夜間電力などに使える。国産資源が少ないのであればなおのこと、知恵を絞って有効にその性格・特質を生かすべきである。出力不安定再エネと言われる太陽光・風力に関して、蓄電池プラスの補完・調整的な役割（エネルギー供給の裏面補強、再エネの裏打ち）、出力不安定時には糞尿や廃棄物由来のバイオガスやバイオエタノールなどの調整用バイオマス火力、それぞれの多様な性質・特質を生かすための工夫、運用を行うべき。そして再エネ普及の要はバイオマス火力発電、その運用次第である。つまり、太陽光発電事業者や風力発電事業者との総合連系的な協力関係の構築こそ、これから目指すべき道では無いだろうか。何故ならとにかく天候による出力変動や夜間電力をいかに補完するかを考えなくてはならないとベースロード電源である石炭火力発電や原子力発電の延

命・存在意義についての理屈付けに於いて語られる。しかしながら、それらは蓄電池による電力補完だけでなく、バイオマスによって置換することが可能であるだろう。同じ再エネベースロード的電源である水力は豪雨水害や早魃に大きく影響を受ける。地熱は大きな出力の物は温泉地に関わっていて開発認可が遅く、小さな出力のバイナリー発電は普及の速度が遅い。そこで熱利活用による使用形態でのエネルギー補完、即ちバイオマス火力による電力並びに熱利用補完の出番である。ごみなどの廃棄物系はバイオコークスなどに加工し、石炭火力の代替で中高温域に使用し、出力変動型再エネを裏で支えるベースロード的な役割を、液体系のバイオマスは石油系火力代替、バイオガスやメタンは LNG 系の火力発電代替として出力変動対応型のバックアップ電源として、クラウド状に分散させた蓄電池群を瞬動電力対応の電源として考えていくべきである。そこでまずは島嶼地域や遠隔地でのエネルギー供給網の独立を支え、将来的には日本全てを独立的な地域電力網にして、その調整的な役割を負わせることで高額になりがちな化石燃料からの脱却を図ってはどうか。

それにはまずバイオマストレーラーのような燃料を現地調達できる小型バイオマス燃焼炉ユニットを開発してみてもどうか。移動式介護入浴車のように現地で水を調達してお湯を沸かして供給することで輸送するのは燃焼炉ユニットと起動用バッテリーだけであとは現地調達すれば災害派遣も可能ではないだろうか。そうすれば少ない国産材のポテンシャルでも運用次第で十分に太陽光や風力などの出力不安定な電源を補完する【緑の下の力持ち】としての再エネベースロード電源としての運用価値が出る。燃料を輸入して運転しているバイオマス発電所からの電気は、【グリーン・ウォッシュ電気】と言っても過言ではない。これこそ【純国産】とすべきである。そして再エネ普及の切り札であるかのように語られる水素はあくまでも再エネ由来であることが必須要件であり、原子力・高温ガス炉での高温水分解起源、褐炭や原油蒸留副生などの化石燃料起源は【グリーン・ウォッシュ水素】であり、その使用は不可とせねばならない。

その上で先述の表のような利用温度帯域設定、ボイラー温度帯、燃料種別や成分などによる温度帯想定域、産業分類（一般家庭では項目）、それらの利用項目と予測量、人口によるバイオマス資源供給予測（生ごみ、生活ごみ、排せつ物）など、検討項目を細分化（仕分け）して、適合する（バイオマス）熱供給（設備や燃料供給）と需要（事業）のマッチングを行う必要があるのではないか。そしてもし、大気中の CO₂ から分離回収の前処理を必要としない高濃度のメタンの直接合成が可能になるとしたら、CCS や CCUS などよりも余程優れていると言える。もちろん大前提は森林の保全だが、過渡的な技術としてこちらの手法で得られたメタンを燃焼させた後、バイオマス固定することでこれまで止めどなく放出されていた CO₂ を少しでも減らせるであろう。空気中の二酸化炭素が集められ、微生物の栄養源となるギ酸塩などに変換されるならばこれも立派な脱炭素技術になる。家畜のみならず、人間の排出する糞尿をバイオマス資源として発酵熱利用や発電燃料に転化できないだろうか。或いは、牛舎の空調でゲップのメタンを集めてみるなど、屋外に排出されなくて済むような仕組みを考案し、それを促進するための交付金をつけるなど、新規参入者が困らないように

省庁分野横断的な総合的施策を執るべきである。それに発酵分野であれば例えば古くからの日本のバイオマス産業である味噌や酒造メーカーやその跡地であれば太陽光発電の電力だけでなく、発酵熱の温水利用やバイナリー発電など、余すところなくエネルギーの利用が出来る。地域とのエネルギー需給連携ができれば温熱の消費先が定まり、コロナ禍による業績低迷を打開するビジネスとして成立する可能性が出てくるのではないだろうか。

再生可能・未活用エネルギー国内供給

(単位:10¹⁵J [PJ], %)

年度	1990	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2020 /2013
再生可能(除水力)・未活用エネルギー	585	966	958	973	1,089	1,152	1,262	1,375	1,522	1,611	1,692	1,736	59.4%
(前年度比%)		(+21.4)	(▲0.9)	(+1.6)	(+11.9)	(+5.8)	(+9.5)	(+9.0)	(+10.7)	(+5.9)	(+5.0)	(+2.6)	
再生可能エネルギー(水力を除く)	267	436	444	455	536	614	726	808	934	1,025	1,116	1,196	123.1%
太陽エネルギー	51	47	57	71	123	205	301	400	479	542	594	675	448%
太陽光発電	1	30	42	57	110	193	290	390	470	533	586	668	506%
太陽熱利用	51	17	16	14	13	12	11	10	9	8	8	7	-45.8%
風力発電	0	34	40	42	44	44	46	53	55	64	64	76	70.8%
バイオマスエネルギー	200	332	324	320	346	344	358	333	379	398	434	419	21.1%
木材	8	17	17	18	21	24	35	53	73	83	99	126	514%
廃材	8	35	36	35	38	40	42	42	41	44	41	39	3.0%
バイオ燃料	0	9	9	9	10	12	15	18	19	20	19	20	98.9%
黒液直接利用	183	192	181	174	191	196	193	147	166	168	166	138	-27.7%
バイオガス	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-33%
バイオマスその他	0	79	81	84	85	72	72	74	79	84	108	95	10.8%
地熱エネルギー	16	22	23	22	22	22	22	21	21	21	24	25	13.5%
地熱発電	16	22	23	22	22	22	22	21	21	21	24	25	13.5%
地熱直接利用	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
未活用エネルギー	318	530	514	519	553	538	536	568	588	586	576	541	-2.3%
廃棄物エネルギー活用	2	173	196	206	217	208	210	260	275	295	274	265	22.1%
廃棄物発電	0	48	51	51	53	52	52	31	29	31	32	30	-43.3%
廃タイヤ直接利用	0	18	20	20	20	22	23	26	27	29	27	28	35.5%
廃プラスチック直接利用	1	27	29	30	38	38	37	40	39	36	38	37	-2.8%
RDF	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	-13.0%
廃棄物ガス	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
再生油	0	2	9	10	11	10	12	13	13	13	14	14	34.6%
RPF	0	7	12	13	14	13	14	15	16	17	16	18	31.3%
廃棄物その他	0	70	75	81	81	72	72	133	150	169	146	138	70%
廃棄物エネルギー直接利用	316	356	318	313	337	330	326	308	313	291	302	276	-18.0%
廃熱利用熱供給	1	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	5.7%
産業蒸気回収	214	283	246	239	259	254	255	238	245	228	239	219	-15.3%
産業電力回収	101	70	69	71	75	74	69	68	66	61	61	54	-28.2%

(注1) 2020/2013は2020年度の2013年度比増減率

(注2) 再生可能エネルギーには、太陽光発電、太陽熱利用、風力発電、バイオマスエネルギー、天然温度差エネルギー、他自然エネルギー、地熱エネルギーが含まれる。

(注3) 未活用エネルギーには、廃棄物発電、廃タイヤ直接利用の「廃棄物エネルギー回収」、廃棄物ガス、再生油の「廃棄物燃料製品」、「廃棄物その他」、廃熱利用熱供給、

産業蒸気回収、産業電力回収の「廃棄物エネルギー直接利用」が含まれる。

(注4) 2010年度実績から「廃棄物エネルギー活用」の中に「廃プラスチック」と「再生油」と「RPF」が計上されているが、統計調査が開始されたのが2011年1月からであるため、2010年度実績に計上されているのは2011年1月～3月の3か月のみである。

再生可能・未活用エネルギー国内供給(資源エネルギー庁:令和2年度エネルギー需給実績)

そのためにはまず、ごみを【有価物】として扱うような仕組みを構築すべきである。ドイツのようにそれらが有価で取引されるような裏付けを与えれば、むやみにやたらに廃棄しなくなる。デポジットが今ある仕組みの中で一番近い。行動経済学的な観点でナッジすべきであるだろう。そしてごみ発電用のRDFやバイオマスコークスのカロリー調整、品質維持にマイクロプラスチックを配合して利用することを考えてみてはどうだろうか。

ゴミ処理のためのお金(諸経費)を払ってでも社会貢献したいという高い意識を持つ人々が子供世代や若者を中心に活動に目覚め始めている。しかも遊び感覚で愉しく、新しい仲間や発見、そしてより高い気付きが得られる素晴らしい取り組みとしてである。参加者が諸経

費を負担して自ら海岸線のゴミを拾う沖縄の NPO の独創的な取り組みは、山でも出来るのではないだろうか。例えば間伐、荒廃林地の清掃、回復などによる土壤保全によって豪雨時の下流河川への流木の流出など災害リスクを低減させると同時に体力作りやフィットネスのツアーとして、棚田オーナー制度やジビエ料理を加えた食のツアー、温浴施設などと提携した温泉ツアーなど、地域の資源と提携すれば観光産業資源とすることも可能だろう。そして山にもっと興味を持ってもらい、「河川災害を防止する（山を守る≡海を守る）≡命を守る。」という方向で働きかけてみるというのは一つの方法であるだろう。

他方、守り手の不在が問題になった背景には、第二次世界大戦後の土地開放政策により与えられた農地と同様に山林も財産分与の限界点に近いことが挙げられよう。それは鼠算式に権利が分与され、散り散りになってしまい、取りまとめにコストや時間が掛かり過ぎることが問題の根幹にある。所有者不明が一因ということは、空き家問題や農地管理などと同様、相続問題が絡むという意味では根っこは一緒。いっそのこと、コモンズとして一括受託する共同管理母体を地方自治体と地域住民が共同出資して作成し、取りまとめてみてはどうか。昔で言えば入会地の管理などは地域全体が共同で行っていた。災害予防の観点からも地方自治体の関与は必須である。それに昨今問題となっている盗伐が現地を知る人間が関与（手引き）しているとしたら、共同管理の仕組みに組み込むことで相互監視（ある程度予防）できるのではないか。

ドローンなどは同時に森林保全や林業のためにも役に立てられる。オンサイトでのチップづくりなど製品や機材の輸送に使えば、樹の切り出しに必要な林道の整備の必要性が薄れさせることができる。また、単純にモノの輸送という点においても遠隔地などではとても重要なツールになるのではないか。例えば山の上で切り出した間伐材をその場でチップにしてカーゴドローンで搬出させる。現在では積載荷重 30～50 kg のものは既に市場に投入されており、さらには 100 kg のものも研究中であり、民間では離島への荷物の輸送ルートも開設され始めている。それらを群れで自律飛行させてより大きな重量を輸送できるのではないか。このような最新の技術を利用し、オンサイト製材（チップ加工機材）そのものをドローン輸送して作業員と現地合流させること、そして通常は林業業務に従事、災害時には支援物資輸送などに活用したり、緊急時のケガ人の輸送に使えないか防災・災害対策と併せた導入を検討すべきではないだろうか。

そして同時に全国に地元で伐って作って使う活性炭の窯作りを推し進めてはどうだろう。特に山林地では過去や現在の不法投棄による有害化学物質や河川でも PFOS、PFOX といった生活活動由来の化学物質が溢れている。少しでも子供たちに安心して安全な水や大地を残すためにも市民の手で、荒れた森林や竹林を伐採して木炭や竹炭、黒液などで土壤改良材や農薬などの副産物を得ながら地域の湧水や浸透水の浄化を行いながらカーボンニュートラルがデフォルトされてしまわないように適切な森林資源の循環でカーボンデフォルトのリスク回避を実行するのはとても有意義であり、それらの多大な手間は機械では置き換え

られない。つまり手間というものは雇用を生み出す。そしてそれらバイオマス資源は地域の雇用の創出と共に地域に必要なエネルギーも生み出すことができる。

これは国外に国富を流出させなくては得られない採掘型燃料資源では享受不能な多様な便益を地域経済にもたらすだけでなく、ひいては日本のエネルギー安全保障面でも地味ながらも盤石な基底基盤を形成できることだろう。

元気な森(人工林)と農山村を育てるため、木を使う必要

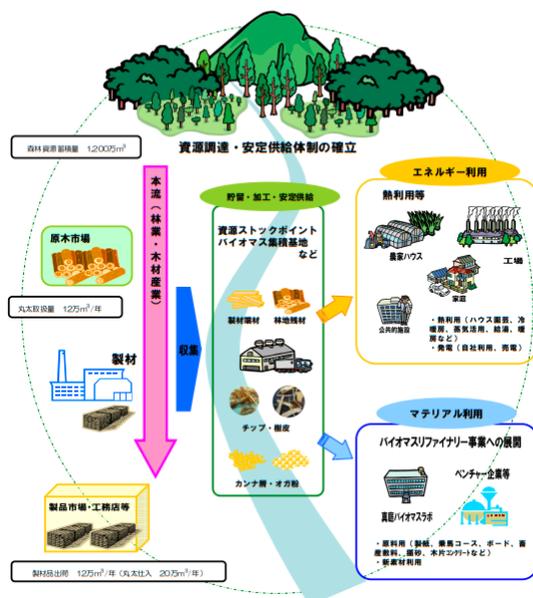


森林の多面的機能の発揮（林野庁）

そうした取り組みを推し進めるためには、例えば岡山県真庭市の先進的な取り組み、富山県砺波市砺波平野の散村のバイオマス資源回収利用や千葉県千葉市の回収事業をモデルとして街路樹や防災林の剪定枝や落ち葉などバイオマスを有価物として回収、バイオマス発電の燃料としてはどうだろうか。街灯になるくらい発光する街路樹を植えれば、日中は日光を遮り憩いの空間を作り、夜は街灯として電力を使わずに街を照らして防犯効果を上げる。これで葉や枝木をバイオマス燃料として利活用できれば更にいい。その上で温熱を温泉宅配の形で届ける。その割引サービスや、その他市の有休資産や介護サービスや移動マーケットの割引クーポン、電気代の足しにしてもらう。都市と田舎、それぞれと互いを結んだ8の字の物質循環、それぞれで循環できるもの。プラごみは都市部プラントで、し尿や生物系バイオマスは田舎で重点処理できるのではないか。それに森林分野での新しいコモングの構築は、単純に緑地の回復だけでなく、変化する生態系についての十分な考察や対応方策が不可欠であるだろう。昭和30年代の産業人口構成、地域人口分布がベストではないか。戦後の引揚者が入植した農地、酪農地、林業地域など、これらを現代の技術で再構築すること。そこで最も地域の条件に適合する燃料性状を固体・液体・気体といった物質三態を問わずして最適解を適用することでバイオマスの資源価値は飛躍的に高まるだろう。そこでバイオマス資源の果たすべき役割は、

- ①熱を供給する
- ②変動型の再エネである太陽光や風力の出力や、日中での需要変動量の調整電力として補完（バックアップ電力）
- ③渇水など季節変動型の電力供給にも対応し、計画的に燃料を備蓄することができる（はず）
- ④地域に眠るバイオマス資源（木質に限らず、廃棄物系含む）を有効活用する

【木質バイオマス資源の活用イメージ】



木質バイオマス活用イメージ（岡山県真庭市）

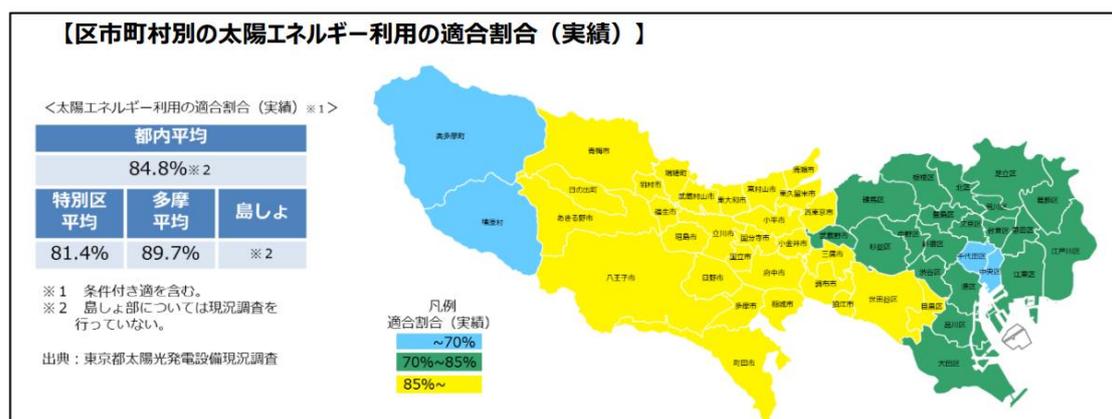
として考えるべきものである。それには決してバイオマスだけで地域再エネを完結させるべきではなく、再エネそのものの普及の要としての、縁の下の力持ち的な役割を担うべき、国産の燃料が限られているのであればなおのこと、知恵を絞った運用が必要である。そして正統派の火力発電を純国産材使用のバイオマス発電のみとすべきである。

それに太陽光発電ではビルや山影、住宅密集地では著しく能力が低下し、公平感が薄い、【熱】であれば環境中での偏差は太陽光よりも低い上に昼夜を問わずして利活用が可能であり、気温以外の天候での影響も比較的低い。都市空間という【コモنز】から得られる再生可能な未利用エネルギー源として直ぐにでも利活用可能な技術も揃っている。太陽光による創エネ事業を進めるのも結構であるが、需要側がザルではいくら大量に再エネを供給しても無駄に漏出してしまっただけである。

例えば東京都を例にとれば、無理に再エネを太陽光に限定せず、23 区内はビルが多くコンクリートの被覆率が高いので熱エネルギー（ヒートポンプや太陽熱温水器）優先で更に集積した熱をバイナリー発電で電力へとリサイクルすることで少しでも電力の消費地での積み増しを行い、化石燃料の使用を低減させることが可能になるだろう。三多摩地区は住宅地など比較的中低層の建築物が多いので太陽光発電と太陽熱温水器の普及を目指し、奥多摩

地区は森林のバイオマスエネルギーの利活用を促進すべきではないだろうか。

従前行われてきた全国一律の金太郎飴的な施策は必ずどこかで行き詰まってきた。それは地域の本来持っているポテンシャルを引き出す視点が欠けていたからに他ならない。つまりは地域が本来持ち合わせている資源を洗い出し、資源ポテンシャルのカルテを作成し、その特性に沿った施策を行い全国へ横展開すべきなのである。



『都民の健康と安全を確保する環境に関する条例の改正について』（東京都）

とかくエネルギー問題では【高効率発電】という言葉が金科玉条のように用いられているが、そもそもエネルギーの消費段階まで考えると、大規模発電は本当に高効率なのだろうか。中小火力を国産のバイオマス燃料で置き換えることで、地産地消的なエネルギー消費ベースでの【本当の効率】を考慮すべきではないか。例えばガスタービン発電であれば、その燃焼温度は優に 1400°C を超えるであろう。そうするといくら効率的に熱回収を行ったとしても、熱損失の総量は小規模な設備で 100% を超える熱利用を重ねることには到底敵わない。繰り返しになるが、無駄に失われるエネルギーの総量が問題なのである。その意味でも大規模集中な化石燃料（特に石油や石炭）燃焼型の発電所をこのような中小規模でカーボンマイナスな発電所に置き換えることは今後の発電事業の新たな潮流とすべきである。

地域に分散した中小の老朽火力発電を廃止にして一極集中型の大型火力発電や 40 年超過の原子力発電を温存させるようなエネルギー政策は北海道のブラックアウトを教訓としておらず根本的におかしい。まず中小老朽火力発電所は国産バイオマス発電にリプレイスし、燃料の輸送に多額のコストが掛かる離島は太陽光発電とバイオマス発電、それと EV によるバックアップにより、化石燃料からの脱却を図るべきであり、それをモデルとして地域完結型のエネルギー循環圏を形成することで日本全体を純粋に国産のエネルギーで満たすべきである。そしてそれこそが本来在りうべきエネルギー資源の安全保障に通じるのである。

【後編（4）ブラックアウトのその先…、オフグリッドなら？ へ続く】

なお本稿前半の末筆ながら、コロナ禍の折【地産地消市民会議】と題した私的な非公式の勉強会にて、様々な知見やご意見をたたかわせて頂いた環境問題に関する様々な分野の専門家諸氏へ、この論考を深める際に大いに参考とさせて頂いたこと等、この場を借りて深く感謝の意を表する次第である。

【参考図書】

- ・火力発電総論 島田敏夫編 社団法人電気学会 2002
- ・電源防衛戦争 電力をめぐる戦後史 田中聡著 亜紀書房 2019
- ・早稲田大学ブックレット 「震災後に考える」災害に強い電力ネットワーク スマートグリッドの基礎知識 横山隆一編著 早稲田大学出版部 2011
- ・都市・地域エネルギーシステム 砂土原聡・村上公哉・吉田聡・原英嗣 共著 鹿島出版会 2012
- ・エネルギーフォーラム新書 017 エネルギー再起動 歴史に学び未来を想う 青柳榮著 株式会社エネルギーフォーラム 2013
- ・エネルギーフォーラム新書 029 電力という商品 浜松照秀著 株式会社エネルギーフォーラム 2014
- ・平凡所新書 727 エネルギーとコストのからくり 大久保泰邦著 株式会社平凡社 2014
- ・月刊エネルギーフォーラム 2013 January 1月号 No.697 P.67～86
特集 火力の挑戦<前編>電力需給のカギを握る運用と技術力
株式会社エネルギーフォーラム
- ・月刊エネルギーフォーラム 2013 February 2月号 No.698 P.51～66
特集 火力の挑戦<後編>新局面に突入した燃料調達
株式会社エネルギーフォーラム
- ・月刊エネルギーフォーラム 2013 March 3月号 No.699 P.59～80
特集 コージェネで実現！スマートエコライフ 株式会社エネルギーフォーラム
- ・月刊エネルギーフォーラム 2013 April 4月号 No.700 P.51～64
特集 綱渡りの電力需給を支える老朽設備 株式会社エネルギーフォーラム
- ・月刊エネルギーフォーラム 2013 Jun 6月号 No.701 P.51～66
特集 台頭する分散型エネルギー [上] 株式会社エネルギーフォーラム
- ・月刊エネルギーフォーラム 2013 July 7月号 No.703 P.51～77
特集 台頭する分散型エネルギー [下] 株式会社エネルギーフォーラム
- ・月刊エネルギーフォーラム 2013 August 8月号 No.704 P.51～66
特集 「太陽熱」の胎動 加速する技術開発と普及への課題
株式会社エネルギーフォーラム
- ・月刊エネルギーフォーラム 2013 December 12月号 No.708 P.51～64
特集 ヒートポンプ・蓄熱を省エネの切り札に！ 株式会社エネルギーフォーラム

- ・月刊エネルギーフォーラム 2014 April 4 月号 No.712 P.43~54
特集 蓄熱の防災力を探る 株式会社エネルギーフォーラム
- ・月刊エネルギーフォーラム 2014 May 5 月号 No.713 P.51~66
特集 もうすぐ“水素社会”がやってくる 株式会社エネルギーフォーラム
- ・月刊エネルギーフォーラム 2014 Jun 6 月号 No.714 P.18~27
報道特集 「経済 VS 環境」で迷走する石炭火力 株式会社エネルギーフォーラム
- ・月刊エネルギーフォーラム 2014 July 7 月号 No.715 P.43~56
特集 分散型の「新境地」に迫る 株式会社エネルギーフォーラム
- ・月刊エネルギーフォーラム 2016 May 5 月号 No.737 P.43~64
特集 次世代エネの本命なるか「水素革命」の光と影 株式会社エネルギーフォーラム
- ・月刊エネルギーフォーラム 2018 October 10 月号 No.766 P.8~19
緊急特集 ブラックアウト「天災」と「人災」 株式会社エネルギーフォーラム
- ・月刊エネルギーフォーラム 2019 March 3 月号 No.771 P.14~26
特集 1 電力強靱化を問う 大災害からの教訓
同上 P.43~54 特集 2 家庭用コージェネの真価 株式会社エネルギーフォーラム
- ・月刊エネルギーフォーラム 2019 Jun 6 月号 No.774 P.43~54
特集 2 蓄熱システムの活路 VPP 時代の新たな役割 株式会社エネルギーフォーラム
- ・月刊エネルギーフォーラム 2019 July 7 月号 No.775 P.14~26
特集 1 系統増強の迷走珍走 再エネと強靱化の矛盾 株式会社エネルギーフォーラム
同上 P.43~56 特集 2 業務用ガス設備の新展開 新型空調からエネサービスまで
- ・月刊エネルギーフォーラム 2019 August 8 月号 No.776 P.14~26
特集 1 脱石炭の偽善 近視眼の悪玉論に警鐘 株式会社エネルギーフォーラム
同上 P.43~58 特集 2 進撃のガス分散型 IoT 時代の高度利用に迫る
- ・月刊エネルギーフォーラム 2019 December 12 月号 No.780 P.14~26
特集 1 地域エネルギーの新局面 分散型の可能性と限界
株式会社エネルギーフォーラム
同上 P.55~70 特集 3 石炭共生 目指すべき 3 つの視点
- ・月刊エネルギーフォーラム 2020 March 3 月号 No.783 P.43~58
特集 2 50 年史にみる地冷の未来 分散型エネの歴史を築く
株式会社エネルギーフォーラム
同上 P.59~78 特集 3 水素新時代の憧憬 大量導入へ広がる供給網
- ・月刊エネルギーフォーラム 2020 September 9 月号 No.789 P.18~30
特集 1 戦略なき火力政策 行き過ぎた脱炭素の落とし穴
株式会社エネルギーフォーラム
同上 P.47~58 特集 2 ヒートポンプ蓄熱の新局面 再エネ調整力・VPP で活用へ

- ・月刊エネルギーフォーラム 2021 February 2 月号 No.794 P.14~26
 特集 1 電力緊急事態宣言 列島を襲う前代未聞の危機
 株式会社エネルギーフォーラム
 同上 P.43~58 特集 2 ゼロエミ火力への号砲 存亡かけた技術開発事情
- ・月刊エネルギーフォーラム 2022 March 3 月号 No.807 P.43~58
 特集 2 水素供給網の新展開 CN 視野に本格導入へ 株式会社エネルギーフォーラム
- ・電設技術No.722 平成 25 年第 59 巻 特集 再生可能エネルギー分野における期待の技術
 P.72~77 2-1 レンズ風車と洋上浮体式再生可能エネルギーファーム
 P.89~93 2-4 地熱バイナリー発電
 P.94~100 3 廃プラスチックからのエネルギー回収
 一般社団法人 日本電設工業協会
- ・風車工学入門 第 2 版 基礎理論から運用のノウハウまで 牛山泉著
 森北出版株式会社 2013
- ・電気総合誌 QHM 第 98 巻第 7 号 2011.7 P.16~40 特集 地熱発電-世界 3 位の地熱
 エネルギー資源を持つ日本の現状と世界の動き 株式会社オーム社
- ・電気総合誌 QHM 第 99 巻第 3 号 2012.3 P.16~44
 特集 民生用「スターリングエンジン」最前線 株式会社オーム社
- ・電気総合誌 QHM 第 99 巻第 5 号 2012.5 P.16~45
 特集 バイオマス利活用 株式会社オーム社
- ・電気総合誌 QHM 第 99 巻第 9 号 2012.9 P.18~51
 特集 ヒートポンプ蓄熱システム 株式会社オーム社
- ・電気総合誌 QHM 第 100 巻第 3 号 2013.3 P.16~40
 特集 クリーンコール技術最新動向 株式会社オーム社
- ・電気総合誌 QHM 第 101 巻第 1 号 2014.1 P.2~26
 特集 地熱バイナリー発電 株式会社オーム社
- ・電気総合誌 QHM 第 101 巻第 2 号 2014.2 P.2~40
 特集 ごみ発電 株式会社オーム社
- ・電気総合誌 QHM 第 105 巻第 2 号 2018.2 P.2~31
 特集 電力送変電技術 電力送電システム編 株式会社オーム社
- ・電気総合誌 QHM 第 105 巻第 8 号 2018.8 P.4~36
 特集 離島の電力系統 株式会社オーム社
- ・NEDO 水素エネルギー白書 イチから知る水素社会
 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 編 日刊工業新聞社 2015
- ・レジリエンス 復活力-あらゆるシステムの破綻と回復を分けるものは何か
 アンドリュー・ゾッリ、アン・マリー・ヒーリー共著 須川綾子訳
 ダイヤモンド社 2013

- ・文春新書 980 首都水没 土屋信行著 株式会社文藝春秋 2014
- ・歴史に学ぶ減災の知恵 建築・町並みはこうして生き延びてきた 大窪健之著
株式会社学芸出版社 2012
- ・岩波新書 1487 ドキュメント豪雨災害ーそのとき人は何を見るか 稲泉連著
株式会社岩波書店 2014
- ・Science Journal 科学 特集 豪雨・猛暑と温暖化 2018 年災害の分析と予測
P.0613~0655 岩波書店 Jul.2019 vol.89 No.7
- ・エクセルギーハウスをつくろう エネルギーを使わない暮らし方 黒岩哲彦著
コモンズ 2014
- ・廃棄物資源循環学会シリーズ③ 災害廃棄物 一般社団法人廃棄物資源循環学会監修
島岡隆行、山本耕平編 中央法規出版株式会社 2009
- ・地球温暖化防止への提言 廃棄物サーマルリサイクルのすすめ THERMAL RECYCLE
志垣政信著 株式会社リサイクル文化社 2008
- ・地域ではじめる 木質バイオマス 熱利用 (一社) 日本木質バイオマスエネルギー協会 編
日刊工業新聞社 2018
- ・熱電供給システムではじめる 木質バイオマスエネルギー 発電 熊崎実編著 日刊工業新
聞社 2016
- ・ヨーロッパ・バイオマス産業レポート なぜオーストリアは森でエネルギー自給できるの
か 西川力著 築地書館株式会社 2016
- ・一<実務で使う>一バイオマス熱利用の理論と実践 特定非営利活動法人農都会議 編
日本工業出版株式会社 2020
- ・自然エネルギーが生み出す地域の雇用 大友詔雄編著 自治体研究社 2012
- ・木質資源とことん活用読本 薪、チップ、ペレットで燃料、冷暖房、発電
熊崎実/沢辺攻 編著 社団法人 農山漁村文化協会 2013
- ・別冊現代農業 2012 年 1 月号 農家が教える自給エネルギーとことん活用読本 光、風、
水、薪、もみ殻… 社団法人 農山漁村文化協会
- ・別冊現代農業 2021 年 10 月号 農家が教える 竹やぶ減らし 社団法人 農山漁村文化
協会
- ・新しいエネルギー 藻類バイオマス 渡邊信編集 株式会社みみずく舎 2010
- ・季刊チルチンびと 94 2018 冬 P.44~166 特集 太陽エネルギー住宅と薪ストーブ
風土社
- ・隔月刊 地球温暖化 No.26 JULY 2013 特集 熱の活かし方 日報ビジネス株式会社
- ・テクノライフ選書 ごみから電気をつくる 鍋島淑郎・森棟隆昭共著 オーム社
平成 11 年
- ・東京で地熱発電ー地熱資源大国ニッポンー 清水政彦著 並木書房 2012

- ・バイオコークス ―再生可能エネルギー社会の礎となる新しい固体バイオエネルギー―
井田民男著 株式会社コロナ社 2022
- ・ヒートアイランド対策 都市平熱化計画の考え方・進め方 空気調和・衛生工学会編
株式会社オーム社 平成 21 年
- ・ヒートアイランドの事典―仕組みを知り、対策を図る― 日本ヒートアイランド学会編集
株式会社朝倉書店 2015
- ・省エネルギー December 2012 Vol.64/No.12 P.21～59 特集 廃熱をもっと使おう
一般財団法人 省エネルギーセンター
- ・省エネルギー May 2017 Vol.69/No.5 P.21～44 特集 気象情報活用による省エネの
可能性 一般財団法人 省エネルギーセンター
- ・省エネルギー December 2017 Vol.69/No.12 P.17～35 特集 1 加速する未利用熱活
用 一般財団法人 省エネルギーセンター
- ・同上 P.37～64 特集 2 ZEB プランナーへの期待
- ・省エネルギー February 2018 Vol.70/No.2 P.21～49 特集 連携省エネで新たな省エ
ネを切り拓く 一般財団法人 省エネルギーセンター
- ・日経エレクトロニクス 2021.07 July 第 1229 号 P.80～87 解説 常識覆す温度差不要の
熱発電 太陽電池超えの可能性も 日経 BP
- ・週刊東洋経済 2021/11/27 P.34～61 第 1 特集 持たざる国・日本に大激震 エネル
ギー危機が来る 東洋経済新報社
- ・同上 第 2 特集 電池世界争奪戦 EV シフト加速で生まれる巨大需要 P.62～75
- ・日経エレクトロニクス 2021.11 第 1234 号 P.28～77 特集 蓄エネマシン猛レース
日経 BP
- ・我が国における食料自給率向上への提言 [PART-3] 耕作放棄地の解消を考える
板垣啓四郎編著 筑波書房 2013
- ・渋谷の農家 小倉崇著 株式会社本の雑誌社 2016
- ・シティ・ファーマー ―世界の都市で始まる食料自給革命
ジェニファー・コックラル＝キング著 白井和宏訳 株式会社白水社 2014
- ・朝日選書 940 海洋大異変 日本の魚食文化に迫る危機 山本智之著 朝日新聞出版 2015
- ・農福連携の「里マチ」づくり 濱田健司著 鹿島出版会 2015
- ・イカロス MOOK 農業ビジネス veggie 2020 Vol.30 P.92～95 特集 都市型農業
雪国でバジルを周年生産 温泉水と IoT で楽な儲かる農業を目指す イカロス出版株式
会社
- ・イカロス MOOK 農業ビジネスマガジン 2015 Vol.10 P.10～53 特集 都市農業の時
代がやってきた！ イカロス出版株式会社
- ・別冊現代農業 2011 年 11 月増刊 季刊地域 No.7 P.6～81 特集 いまこそ農村力発
電 社団法人 農山漁村文化協会

- ・別冊現代農業 2012 年 5 月増刊 季刊地域 No.9 P.6~43 特集 1 耕作放棄地と楽しくつきあう 社団法人 農山漁村文化協会
- ・同上 P.51~63 特集 2 現場からの「森林・林業再生プラン」
- ・別冊現代農業 2013 年 5 月増刊 季刊地域 No.13 P.12~65 特集 地あぶら・廃油・ガソリンスタンド 「むらの油」を宝に育てる 社団法人 農山漁村文化協会
- ・季刊環境ビジネス 2019 年夏号No.150 P.91~117 シリーズ連載 資源循環先進国オランダのサーキュラー・エコノミー 株式会社日本ビジネス出版
- ・肉食の終わりー非動物性食品システム実現へのロードマップ
ジェイシー・リース著 井上太一訳 原書房 2021
- ・PHP 新書 198 環境先進国・江戸 鬼頭宏著 PHP 研究所 2002
- ・岩波新書 1795 行動経済学の使い方 大竹文雄著 株式会社岩波書店 2019
- ・人新世の「資本論」斎藤幸平 著 集英社新書 2020

【参考 URL】(※ ★は図表や写真を引用している URL に付与)

(1) 【熱】: Commons から得られる再生可能エネルギー

【統計データ関連】

- ★気象庁 (過去の気象データ検索): 東京 2020 年 8 月 15 日 (1 時間ごとの値)
https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/hourly_s1.php?prec_no=44&block_no=47662&year=2020&month=08&day=15&view=p1
- ・令和 2 年—2020—資源・エネルギー統計年報 (石油)
経済産業省 資源エネルギー庁 資源・燃料部
<https://www.meti.go.jp/statistics/tyo/sekiyuka/pdf/h2dhhpe2020k.pdf>
- ・国民経済計算 (GDP 統計) 国内総生産 (支出側) 及び各需要項目 (実質年度) 内閣府
https://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/data/data_list/sokuhou/files/2021/qe211_2/gdmenuja.html
- ・世界経済のネタ帳 (WTI 原油価格の推移) https://ecodb.net/commodity/crude_wti.html
- ・世界経済のネタ帳 (US ドル/円為替レートの推移)
https://ecodb.net/exchange/usd_jpy.html
- ★エネルギー白書 2021 年版 資源エネルギー庁
第 1 節 エネルギー需給の概要: 【第 211-1-1】最終エネルギー消費と実質 GDP の推移
<https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2021/html/2-1-1.html>
- ・経済産業省 資源エネルギー庁 標準発熱量・炭素排出係数 (総合エネルギー統計)
エネルギー源別標準発熱量及び炭素排出係数の改訂について 2020 年 1 月 31 日改訂
https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total_energy/carbon.html

- ・産業調査 原油価格高騰の要因とその影響について 福銀調査月報 2008 年 2 月
株式会社福岡銀行
https://www.fukuokabank.co.jp/fuku/tyosa/backno3/b3_200802.pdf
- ・原油価格 (WTI) の推移(長期チャート) かぶれん
<https://kabutore.biz/shisu/nygenyu.html>
- ・WTI 原油価格推移 (2008 ~ 2012) 石油連盟
https://paj.gr.jp/from_chairman/data/20120119_d.pdf
- ・標準発熱量・炭素排出係数(総合エネルギー統計) エネルギー源別標準発熱量及び炭素排出係数の改訂について 2020 年 1 月 31 日改訂 経済産業省 資源エネルギー庁
https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total_energy/carbon.html
- ★15 業種の工場設備の排熱実態調査報告書を公表 —200°C未満を中心とした未利用熱活用技術の開発、導入で省エネに貢献— 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 未利用熱エネルギー革新的活用技術研究組合 News Release 2019.3.4
<http://thermat.jp/HainetsuChousa/?msclid=0aa035d0ce7011ecb69dfae475e919b8>
- ★産業分野の排熱実態調査 報告書 2019 年 3 月
未利用熱エネルギー革新的活用技術研究組合 技術開発センター
<http://www.thermat.jp/HainetsuChousa/HainetsuReport.pdf>
- ★総合エネルギー統計 令和 2 年度 (2020 年度) エネルギー需給実績 (確報)
経済産業省資源エネルギー庁 令和 4 年 4 月 15 日
https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total_energy/
- ・米ドル対円相場(仲値) 一覧表 (2008 年) (株)七十七銀行
<https://www.77bank.co.jp/kawase/usd2008.html>
- ・WTI 原油価格の推移 世界経済のネタ帳 最終更新日:2022 年 4 月 5 日
https://ecodb.net/commodity/crude_wti.html
- ・原油先物 WTI 過去データ Investing.com
<https://jp.investing.com/commodities/crude-oil-historical-data>
- ・平成 24 年度 年次経済財政報告 長期経済統計 物価 - 内閣府
https://www5.cao.go.jp/j-j/wp/wp-je12/h10_data05.html
- ・2015 年基準 消費者物価指数 全国 2020 年 (令和 2 年) 平均 (2021 年 1 月 22 日公表) 総務省統計局
<https://www.stat.go.jp/data/cpi/sokuhou/nen/index-z.html>
- ・同上 時系列データ (品目別価格指数) 全国 年平均 (1970 年~) 総務省統計局
<https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11887159/www.e-stat.go.jp/stat-search/files?tclass=000001074279&cycle=0&layout=datalist>
- ・日本銀行 時系列統計データ検索サイト <https://www.stat-search.boj.or.jp/#>

- ★電気事業のデータベース (INFOBASE) 電気事業連合会
<https://www.fepc.or.jp/library/data/infobase/index.html>
- ・エネルギー源別標準発熱量・炭素排出係数(2018年度改訂)の解説
 経済産業省 総合エネルギー統計検討会事務局 2020年1月
https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total_energy/pdf/stte_028.pdf
- ・太陽エネルギーを液体に長期保存—分子式太陽熱システムを開発
 fabcross for エンジニア 2022-5-23
https://engineer.fabcross.jp/archieve/220523_converting-solar-energy.html
- ・報道発表 令和4年4月分貿易統計(輸出確報; 輸入速報(9桁))
 財務省 令和4年5月27日
<https://www.customs.go.jp/toukei/shinbun/trade-st/2022/2022045.pdf>
- ・報道発表 令和3年度分(確報)財務省 令和4年5月27日
https://www.customs.go.jp/toukei/shinbun/trade-st/2021/2021_216.pdf
- ・天然ガス(日本)価格の推移 世界経済のネタ帳 最終更新日:2022年6月3日
https://ecodb.net/commodity/ngas_jp.html
- ・天然ガス - 先物契約 - 価格 TRADINGECONOMICS
<https://jp.tradingeconomics.com/commodity/natural-gas>
- ・為替 ドル円 リアルタイム チャート StockBrain
<https://nikkei225jp.com/fx/>
- 【温泉・温熱利用・訪問介護入浴】
- ・温泉宅配 <http://onsentakuhabin.com/>
- ・地域振興のためのバイオマス簡易炭化と炭素貯留野菜 COOL VEGETABLE
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jhts/37/2/37_37/_pdf
- ・下北沢 由縁別邸 代田
<https://www.uds-hotels.com/yuenbettei/daita/>
- ・箱根 小田急山のホテル 自家源泉 芦ノ湖温泉つつじの湯から週一回輸送
<https://www.uds-hotels.com/yuenbettei/daita/onsen/>
- ・温泉の歴史(近世) ※江戸時代 日本温泉協会 温泉名人
<https://www.spa.or.jp/onsen/580/>
- ・ゆる〜と - 全国日帰り温泉・銭湯マップ
<https://yuru-to.net/>
- ・源泉かけ流しの朝採れ温泉をご指定場所まで宅配する「温泉ポーター」
 湯河原神谷温泉(グランコスモ・SKY&GARDEN 専用)
<https://porter.e-yuda.com/shopdetail/000000000013/>
- ★大分県別府市鉄輪温泉地獄釜 国指定文化財等データベース 文化庁
<https://kunishitei.bunka.go.jp/heritage/detail/412/00003778>

- ・ 全国温泉スタンドデータベース
<https://onsen-stand.net/?page=1>
- ・ 温泉販売・温泉スタンド まっふる TRAVEL GUIDE
<https://www.mapple.net/region/g020a0500/spot/>
- ・ 安曇野穂高温泉郷の Hot ぶろぐ 穂高温泉供給株式会社
http://blog.livedoor.jp/hotaka_onsen/archives/1055198667.html
- ・ 穂高温泉郷 温泉スタンド (同上)
<http://www.hotakaonsen.co.jp/onsen-stand.html>
- ・ 堀田湯 (東京都足立区) <https://www.4126.tokyo/>
- ・ 東京銭湯 東京都浴場組合 <https://www.1010.or.jp/>
- ・ 訪問入浴介護とは | サービス利用の流れや料金・訪問介護との違いまで解説
学研ココファン 2021/09/27 <https://www.cocofump.co.jp/articles/kaigo/115/>
- ・ 東京銭湯 (71) 銭湯に通うと健康寿命が延びる? (前編) 東京都浴場組合
2022/04/13 <https://www.1010.or.jp/mag-column-71/>
- ・ 東京銭湯 (72) 銭湯に通うと健康寿命が延びる? (後編) 東京都浴場組合
2022/04/28 <https://www.1010.or.jp/mag-column-72/>
- ・ 東京銭湯 行政との連携事業 (入浴補助制度) 東京都浴場組合 2022/04/4
<https://www.1010.or.jp/event-regular/>
- ・ 製品案内 | 簡易浴槽 (訪問入浴) | 株式会社デベロ
<http://www.develo-group.co.jp/simplebath.html>
- ・ 訪問入浴車/湯灌車モリタエコノス製 訪問入浴車の特徴
<https://www.morita-econos.com/welfare/feature/index.html>
- 【蓄熱・熱利用・断熱関連】
- ・ ムーンライト計画 2005 年 09 月 ATOMICA
https://atomica.jaea.go.jp/data/detail/dat_detail_01-05-02-06.html
- ・ サンシャイン/ニューサンシャイン計画 2004 年 02 月 ATOMICA
https://atomica.jaea.go.jp/data/detail/dat_detail_01-05-02-01.html
- ・ 熱の局所的かつ過渡的な逆流現象の原理を初めて解明—「熱インダクタンス現象」の実証
に成功、高度な熱制御の応用に期待—国立研究開発法人産業技術総合研究所 2021/12/16
https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2021/pr20211216/pr20211216.html
- ・ 廃熱を電気エネルギーに変換する高効率熱電材料を開発
fabcross for エンジニア 2021-9-20
https://engineer.fabcross.jp/archieve/210920_ecofriendly-solution.html
- ・ パナソニック、捨てられていた熱エネルギーを冷暖房に活かすエアコン「エオリア X」
家電 Watch 鄭 恵慶 2020 年 9 月 24 日
<https://kaden.watch.impress.co.jp/docs/news/1278831.html>

- ・ 温泉水の熱交換を低コスト化する新装置、未利用熱の活用促進にも期待
スマートジャパン 2020 年 09 月 24 日
<https://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/2009/24/news069.html>
- ・ NEDO 未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発
https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100097.html
- ・ セレン化銀を使用した室温付近で高性能を示す熱電変換材料を開発
— ナノメートル領域での結晶構造の制御により熱電性能指数 $ZT=1.0$ を実現 —
国立研究開発法人産業技術総合研究所 2020/05/28
https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2020/pr20200528_3/pr20200528_3.html
- ・ 放射冷却と太陽熱暖房を組み合わせたハイブリッドシステムを開発—無電源で室内を冷却し、太陽エネルギーで水を加熱 2021-4-22 fabcross for エンジニア
https://engineer.fabcross.jp/arhive/210325_spectrally-selective-mirror.html
- ・ 熱水排熱を長期に蓄えられる蓄熱セラミックスを開発—排熱エネルギーの再利用に期待 東大 2020-7-6 fabcross for エンジニア
https://engineer.fabcross.jp/arhive/200702_utokyo.html
- ・ ケイ砂の蓄熱を利用—再生可能エネルギーを安価に保存するシステムを開発中
fabcross for エンジニア 2021-11-16
https://engineer.fabcross.jp/arhive/211116_energy-storage-technology.html
- ・ 多様な再エネ熱を熱源としたヒートポンプシステムの実証試験を開始、NEDO
fabcross for エンジニア 2022 年 01 月 17 日
<https://built.itmedia.co.jp/bt/articles/2201/17/news031.html>
- ・ 虎ノ門・麻布台プロジェクト、下水熱を地域冷暖房に活用
BUILT x IT 2021 年 07 月 16 日
<https://built.itmedia.co.jp/bt/articles/2107/16/news055.html>
- ・ 室温付近の熱電変換効率を 2 倍にする熱電材料を開発—室温廃熱の有効活用に期待
大阪府立大学ら 2021-8-17 fabcross for エンジニア
https://engineer.fabcross.jp/arhive/210817_oosaka-pref-univ.html
- ・ 金属 3D プリンティングを用いて超高性能熱交換器を開発
2021-10-21 fabcross for エンジニア
https://engineer.fabcross.jp/arhive/211021_extreme-heat-exchanger.html
- ・ 電気不要で冷却—太陽光と水で作動する再生可能な冷却システムを開発
fabcross for エンジニア 2021-10-29
https://engineer.fabcross.jp/arhive/211029_cooling-device.html
- ・ 地熱や工場廃熱などの熱源に置くだけ埋めるだけ！熱エネルギーで直接発電する“増感型熱利用発電”を開発 東京工業大学、三櫻工業
https://www.titech.ac.jp/news/pdf/webtokyotechpr20190711_matsushita_2_oh2g7yww.pdf

- ★トランスヒートコンテナ（熱の宅配便）三機工業株式会社
<https://www.sanki.co.jp/product/thc/>
- ・太陽熱発電 千代田化工建設株式会社
<https://www.chiyodacorp.com/jp/service/solar-energy/>
- ・排気管を発電機に変える——廃熱を効率的にエネルギーに変える 3D プリント熱電チューブを開発 fabcross for エンジニア 2021-10-6
https://engineer.fabcross.jp/arcive/211006_thermoelectric-ink.html
- ・冷却しながら発電する「レドックス・フロー熱発電」の実用性を証明 東工大
 fabcross for エンジニア 2021-10-11
https://engineer.fabcross.jp/arcive/211011_titech-ac.html
- ・高温の配管を覆って排熱を電力に変換するデバイスを開発
 fabcross for エンジニア 2022-2-24
https://engineer.fabcross.jp/arcive/220224_wasted-heat-to-electricity.html
- ・冬は暖かく夏は涼しい——住宅屋根向けのスマートコーティング材を開発
 fabcross for エンジニア 2022-2-26
https://engineer.fabcross.jp/arcive/220226_new-smart-roof-coating.html
- ・風力で熱を蓄積後に発電する「風力熱発電」。エネルギー総合工学研究所（IAE）が年度内にも実証試験に乗り出す。蓄熱の経済コスト低さが魅力（各紙）
 一般社団法人環境金融研究機構（RIEF）2017-08-11 <https://rief-jp.org/ct4/71847>
- ・脱炭素社会に向けて開発進む蓄熱発電 三井物産戦略研究所技術・イノベーション情報部
 インダストリーイノベーション室 稲田雄二 2021/03/02
https://www.mitsui.com/mgssi/ja/report/detail/_icsFiles/afieldfile/2021/03/02/2102m_inada.pdf
- ・丸の内熱供給らが大規模熱源システム向け「AI 制御システム」を開発
 BUILT 2022 年 03 月 16 日
<https://built.itmedia.co.jp/bt/articles/2203/16/news025.html>
- ・熱水を使わない革新的な「CO₂ 地熱発電」、大成建設らが技術開発へ
 スマートジャパン 2021 年 08 月 25 日
<https://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/2108/25/news056.html>
- ・太陽の熱と自然対流を利用——低コストな淡水化システムを開発
 fabcross for エンジニア 2022-3-9
https://engineer.fabcross.jp/arcive/220309_solar-powered-system.html
- ・地中に埋めて、自然の力を利用して冷却保存するサステナブル貯蔵庫「Groundfridge」
 fabcross for エンジニア 2022-4-28
https://engineer.fabcross.jp/arcive/220428_groundfridge.html

- ・透光性と断熱性を兼ね備えたエアロゲルガラスパネルを開発、竹中工務店
2022 年 04 月 28 日 BUILT <https://built.itmedia.co.jp/bt/articles/2204/28/news031.html>
- ・排熱利用熱交換器の導入事例（省エネ対策）MDI 株式会社
<https://www.mdirect.jp/product/product-3260/product-3292/?msckid=8f96038ace6d11ec811dec60b86606ec>
- ・昼は涼しく夜は温かい家——環境に優しい建築用蓄熱材料を開発
fabcross for エンジニア 2022-5-15
https://engineer.fabcross.jp/archeive/220515_heat-storage.html
- ・放射冷却反射フィルム ラディクールジャパン株式会社
<https://radi-cool.co.jp/publics/index/42/>
- ・廃熱利用機 ソーラーナチュラルチラー Panasonic
<https://panasonic.biz/appliance/air/nc/wasteheat/lineup/solarnatural.html>
- ・吸収冷温水機／冷凍機の仕組み 川重冷熱工業株式会社
<https://www.khi.co.jp/corp/kte/product/chiller/principle/>
- ・行動変容が都心の気温や電力消費量に与える影響が明らかに
—都市気候モデルと社会ビッグデータの融合による新推定—
国立研究開発法人産業技術総合研究所 2022/06/03
https://www.aist.go.jp/aist_j/new_research/2022/nr20220603/nr20220603.html
- ★【メールマガジン】実は CO2 削減によく効く、熱エネルギーの低炭素化
経済産業省 資源エネルギー庁 2018-03-20
<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyoo/netsu.html>

(2) 食の効率化≒地産地消と防災

【水・上下水道】

- ★水への自由なアクセスで、制約を超えた暮らしへ。
WOTA BOX <https://wota.co.jp/wota-box/>
- ★水循環型手洗いスタンド WOSH WOTA <https://wota.co.jp/wosh/>
- ・水道いらずの手洗いスタンド WOSH <https://youtu.be/ggowhqqH6VM>
- ・笠井 利浩（福井工業大学）『長崎県五島列島赤島活性化プロジェクト』
https://www.shiminkagaku.org/30203020180321_kasai/
- ・Facebook しまあめラボ <https://www.facebook.com/shima.ame.lab>
- ・ミツカン水の文化センター <https://www.mizu.gr.jp/katsudo/>
- ・積水テクノ成型株式会社・クロスウェブ：<https://sekisui-cw.co.jp/index.html>
- ・大気から飲料水を作る——電力不要で 24 時間稼働できる集水装置を開発
2021-8-2 fabcross for エンジニア
https://engineer.fabcross.jp/archeive/210713_harvesting-drinking-water.html

- ・数分で海水から 99.9%の塩を除去するナノファイバーメンブレン
2021-8-18 fabcross for エンジニア
https://engineer.fabcross.jp/archeive/210817_nanofiber-membranes.html
- ・電力不要で海水を淡水化——EU 主導で進行中の海水淡水化プロジェクト
fabcross for エンジニア 2021-11-15
https://engineer.fabcross.jp/archeive/211115_off-grid-water-desalination.html
- ・気象庁：異常気象リスクマップ：大雨が増えている
<https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/riskmap/heavyrain.html>
- ・ミツカン 水の文化センター 機関誌『水の文化』60号 水の守人
都市に「水と人」の接点を——「グリーンインフラ」世界事情
<https://www.mizu.gr.jp/kikanshi/no60/13.html>
- ・防災対応型家庭用雨水タンク RainHarvest
<https://www.nissei-web.co.jp/c/99/rt00000743>
- ・砂漠で水を作り出し、発電効率を高める太陽電池発電システムを開発
fabcross for エンジニア 2022-3-25
https://engineer.fabcross.jp/archeive/220325_solar-driven-system.html
- ・塩を通さず水だけを超高速で通す、フッ素化ナノチューブを開発 東大が海水淡水化に期待
fabcross for エンジニア 2022-5-16
https://engineer.fabcross.jp/archeive/220516_tokyouniv.html
- ・ボタンひとつでおいしい水を——MIT、ローメンテナンスの携帯淡水化システムを開発
fabcross for エンジニア 2022-5-27
https://engineer.fabcross.jp/archeive/220527_drinking-water.html
- 【防災林・グリーンインフラ】
- ★グリーンインフラストラクチャー ～人と自然環境のより良い関係を目指して～
国土交通省総合政策局環境政策課 平成 29 年 3 月
<https://www.mlit.go.jp/common/001179745.pdf>
- ・同上（取組等の事例）国土交通省総合政策局環境政策課 平成 29 年 3 月
<https://www.mlit.go.jp/common/001180165.pdf>
- ・海岸防災林とは 林野庁
https://www.rinya.maff.go.jp/tohoku/koho/saigaijoho/pdf/pamphlet_aboutbousairin.pdf
- ・国土の防災・減災力を高めるグリーンインフラへ高まる期待
応用地質株式会社 2022.03.28 <https://www.oyo.co.jp/bousai-gensai/019.html>
- ★河川構造物 -輪中堤 国土交通省
https://www.mlit.go.jp/river/pamphlet_jirei/kasen/jiten/yougo/05_06.htm
- ・国土交通省 - 22 いのちやま 先人の知恵「平成の命山」の整備
<https://www.mlit.go.jp/common/001275927.pdf>

- ・平成の命山【湊東地区命山】「湊命山」 静岡県袋井市 2021 年 05 月 31 日
<https://www.city.fukuroi.shizuoka.jp/soshiki/3/2/bosai/1466817404364.html>
- ・防災林に適する主なる樹種 木偏百樹 中川木材産業株式会社
<https://wood.co.jp/6-bunka/mk/a13.html>
- ★「江戸川区水害ハザードマップ」江戸川区 2019 年
 地図「どうなる？」～浸水の深さ・時間～
<https://www.city.edogawa.tokyo.jp/documents/519/chizu-nihon.pdf>
- ・同上 地図「どうする？」～広域避難の情報と避難のタイミング～
<https://www.city.edogawa.tokyo.jp/documents/519/ooban-j2.pdf>
- ★同上 冊子
<https://www.city.edogawa.tokyo.jp/documents/519/sassi-ja.pdf>
- ・防潮林 による津波減衰効果の評価 と減災のための利用の可能性
 原田賢治・今村文彦 海岸工学論文集,第 50 巻(2003) 土木学会,341-345
https://www.jstage.jst.go.jp/article/proce1989/50/0/50_0_341/_pdf/-char/ja
- ・津波に対する海岸防災林の効果に関する事例 林野庁
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/tisan/tisan/pdf/siryou5.pdf>
- ・津波に対する海岸防災林の 効果検証事例 林野庁
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/tisan/tisan/pdf/2siryou2.pdf>
- ★東日本大震災からの復興に係る公園緑地整備の基本的考え方 中間報告 参考資料 2
 国土交通省都市局公園緑地・景観課 平成 23 年
<https://www.mlit.go.jp/common/000168437.pdf>
- 【陸上養殖・農業関連】
- ・陸上養殖の現状と課題 ～サーモン陸上養殖を実証事例として～ 2018.08.20
 (研) 水産研究・教育機構 瀬戸内海区水産研究所 資源生産部 養殖生産グループ 今井 智
https://www.fra.affrc.go.jp/cooperation/knowledge_platform/salmon_sub/1st_session/files/4.pdf
- ・アクポニとはじめる「さかな畑」 ようこそアクアポニックスの世界へ
 株式会社アクポニ <https://aquaponics.co.jp/>
- ・すじ青のりの陸上養殖 三島食品
<https://www.mishima.co.jp/enjoy/torikumi/youshoku/>
- ・バナメイエビの「スマート養殖」最適パッケージ化の実証実験を開始
 ～輸入に依存する中、完全国産種苗による効率の良い養殖をめざす～
 2021.10.11 NTT ドコモ、リージョナルフィッシュ、奥村組、岩谷産業
http://www.iwatani.co.jp/img/jpn/pdf/newsrelease/1412/20211011_news.pdf
- ・バナメイエビの完全養殖 株式会社町おこしエネルギー
http://machiokoshi.co.jp/page1_ebi.html

- ・町おこしエネルギーの事業構想 株式会社町おこしエネルギー
<http://machiokoshi.co.jp/index.html>
- ・再生可能エネルギー×閉鎖循環式陸上エビ養殖事業 エコテック株式会社
<http://www.ecotechworld.jp/shrimp/>
- ・陸上養殖のバナメイエビ誕生 生物系特定産業技術研究支援センター2020年3月2日号
https://www.naro.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/episode_list/134005.html
- ・千葉県産 陸上養殖生サーモン「おかさだち」株式会社 FRD ジャパン <https://frd-j.com/>
- ・三浦の野菜残渣を活用したムラサキウニの養殖技術開発 ～キャベツウニ～
神奈川県水産技術センター企画指導部 白井一茂
<https://www.pref.kanagawa.jp/docs/a2d/cnt/sciencelab/2020suisangijyutu1.html>
- ・バナメイエビ完全陸上養殖 The Green 株式会社 <https://thegreen.jp/>
- ・養殖の民主化～どこでも誰でも水産養殖ができる仕組みを提供する～
株式会社 ARK <https://www.ark-as.jp/>
- ・『逗子・小坪漁港の「キャベツウニ」出荷間近 陸上養殖、今年初の取り組み』
逗子・葉山経済新聞 2020.06.27: <https://zushi-hayama.keizai.biz/headline/349/>
- ・日本サカス株式会社 (日本サカスの導入事例: 栽培漁業・水処理設備)
<https://sacas.co.jp/works/category8/>
- ・閉鎖循環式陸上養殖の実証実験をスタート、奥村組 BUILT 2022年01月07日
<https://built.itmedia.co.jp/bt/articles/2201/07/news013.html>
- ・国際宇宙ステーション「きぼう」日本実験棟で世界初となる袋型培養槽技術による栽培実験を実施 2021年(令和3年)10月22日
国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構、株式会社竹中工務店、キリンホールディングス株式会社、国立大学法人千葉大学、東京理科大学
https://www.jaxa.jp/press/2021/10/20211022-1_j.html
- ・美郷町 雪国ばなな 美郷町産の無農薬バナナ 株式会社秋田食産
<https://akitashokusan.jp/>
- ・雪国育ちのバナナ誕生! 焼却炉の余剰エネルギーを使った新たなモデルケースへ
EMIRA <https://emira-t.jp/topics/15791/>
- ・自給ラボ株式会社～押入れ農園とLED菜園を研究開発・販売中! (jikyu-lab.com)
<https://company.jikyu-lab.com/>
- ・有機農業×ロボット×AIで持続可能な農業を実現するトクイテン、「あいちロボットトランスフォーメーション (ARX)」にロボットベンダーとして採択 2021年10月25日
ROBOT MEDIA <https://robot.mirai-media.net/aichirx/>
- ・農研機構 遺伝資源センター『農業生物資源ジーンバンク』
<https://www.gene.affrc.go.jp/about.php>

- ・ JA 東京中央会『江戸東京野菜について』 <https://www.tokyo-ja.or.jp/farm/edo/>
- ・ 太陽光利用型植物工場の栽培環境を見える化する実証研究を始動、西松建設ら
2021 年 08 月 18 日 BUILT x IT
<https://built.itmedia.co.jp/bt/articles/2108/18/news016.html>
- ・ 売れて儲かる国産大豆づくり 宮越 疆
<https://www.jeinou.com/solution/solution04/>
- ・ 農業で一番儲かる作物とは？一般には明かされない農家のホンネ
株式会社あぐりマッチ <https://agri-match.com/agricultural-form/>
- ・ 大豆加工素材 不二製油株式会社 <https://www.fujioil.co.jp/product/soy/>
- ・ 大豆のまめ知識 農林水産省農産局穀物課豆類班
https://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/daizu/d_tisiki/
- ・ 窒素源を獲得するための根粒共生メカニズム～マメ科植物と根粒菌との分子間相互作用
～ 川原田 泰之 岩手大学 2020.8.28
<https://www.iwate-u.ac.jp/cat-research/2020/08/003532.html?msclkid=650c675ace5911ecb9a0f4e7d02d00bd>
- ・ 水耕栽培でのハンノキおよびトキワギョリュウへの根粒菌 フランキア接種による根粒
形成 山中高史 森林総合研究所研究報告 12 巻 2 号 p. 97-103 2013 年 6 月
<https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2010852707.pdf?msclkid=5fb36012ce5c11ec90a308f84985725e>
- ・ 数種治山用樹種(肥料木)の成長と水耕培養液の pH との関係 北村嘉一・岩川幹夫・
原敏夫・上村誠次 林業試験場研究報告 第 173 号 1965-02
<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/bulletin/151/documents/173-6.pdf?msclkid=5fb391bace5c11ecbd0ff15d704c7dfc>
- ★食糧需給表 令和 2 年度 農林水産省大臣官房政策課食料安全保障室 令和 3 年 8 月
<https://www.maff.go.jp/j/press/kanbo/anpo/attach/pdf/210825-4.pdf>
- ・ 「フード・マイレージ」について 食料・農業・農村政策審議会企画部会地球環境小委員
会 林政審議会施策部会地球環境小委員会 水産政策審議会企画部会地球環境小委員会
合同会議資料 中田哲也 農林水産省北陸農政局企画調整室 2020.9.30
<https://www.maff.go.jp/j/council/seisaku/kikaku/goudou/06/pdf/data2.pdf?msclkid=f2caeff0ce6411ec8780850635677d34>
- ・ 都市農業をめぐる情勢について 農林水産省 令和 4 年 1 月
https://www.maff.go.jp/j/nousin/kouryu/tosi_nougyo/attach/pdf/t_kuwashiku-28.pdf
- ・ 西友、レタス植物工場を都内店舗に開設 店産店消で鮮度抜群、無農薬(*)で安心安全
を提供 LEAFRU 社が運営する植物工場スキームを大森店に導入 2021.02.26
<https://www.seiyu.co.jp/company/pressrelease/2021/02/post3.html?msclkid=651bdd31ce5311ec92b6ee02f6565a8b>

- ・ ICONIC STAGE 「店産、店消」の素材を生かした cafe と shop
<https://www.iconic-stage.com/>
 - ・ SuMPO 環境ラベルプログラム 一般社団法人サステナブル経営推進機構
<https://ecoleaf-label.jp/>
 - ・ 中山間地域をエネルギーと食の両面で救う穀物バイオマス「ソルガム」の可能性
実はご当地グルメに、茎はキノコ栽培や発電に。長野産の穀物が切り開く循環型社会の形
EMIRA 2022.04.13 <https://emira-t.jp/special/20431/>
 - ・ 重労働と環境負荷を削減する“お米作りロボット”誕生。農家の悩み・ジレンマを解消し
持続可能な農業へ。除草剤不要の小規模農家向けアイガモロボ「ミズニゴール」実証実験
の参加・レンタル提供の予約を受付開始 2022 年 4 月 5 日 ROBOT MEDIA
<https://robot.mirai-media.net/rm0405/>
 - ・ 西松建設らは人工光型植物工場のハウレンソウの促成栽培方法を確立、収穫量が 1.6 倍に
BUILT 2022 年 04 月 01 日
<https://built.itmedia.co.jp/bt/articles/2204/01/news032.html>
 - ・ 地下で作物を栽培!?カナダで開発された「垂直農業ソリューション」とは
松岡由希子 AGRI JOURNAL vol.23 (2022 年春号) 2022/05/10
<https://agrijournal.jp/renewableenergy/66285/>
 - ・ 飲食店の廃棄米をクラフトビールに。「籾米ビール-白金-」は、食品ロスを減らすミッシ
ョンだった Kimika IDEAS FOR GOOD 2022.02.19
<https://ideasforgood.jp/2022/02/19/upcycle-hakumai-beer/>
 - ・ 浄水するなら食品ロスで。土に還るオブジェ「Strøm」
木村つぐみ IDEAS_FOR_GOOD 2022.5.17
<https://ideasforgood.jp/2022/05/17/strom-water-filters/>
- 【屋上緑化】**
- ・ 勾配屋根緑化技術 竹中工務店
<https://www.takenaka.co.jp/solution/needs/ecosystem/service07/index.html>
 - ・ 環境先進都市ドイツ・フライブルグ市の取り組み -高野良太郎- Author JST シンポジ
ウム 「グリーン・イノベーションと社会実験ぜ Created Date 11/26/2010
https://www.jst.go.jp/pr/img/sjsympo2010/presentation_takano.pdf
 - ・ アイスランドの自然と調和した別荘…屋根を緑化、土地の傾斜も活用
Frank Olito May. 06, 2021 <https://www.businessinsider.jp/post-233882>
 - ・ 自宅菜園屋上緑化「雨水がぐ〜るぐるの家」TAU 設計工房 一級建築事務所
<https://www.tau-s.com/works/1547>
 - ・ NTT ファシリティーズ『カボチャ・サツマイモ等を用いた新しい屋上緑化の取り組み』
2010.1 <https://www.ntt.co.jp/journal/1001/files/jn201001046.pdf>

- ・ NTT 都市開発『屋上サツマイモ収穫祭等のご案内』 2019.10.23
<https://www.nttud.co.jp/topics/detail/id/n24502.html>
- ・ 海洋観光研究所 江東屋上菜園瓦版 中瀬勝義
https://blog.canpan.info/oedofunaasobi/category_8/1
- ・ 渋谷の街中で追求する農業の可能性 aff (あふ) 2019 年 11 月号 農林水産省
https://www.maff.go.jp/j/pr/aff/1911/spe1_06.html
- ★ CULTIVATE THE FUTUR 都市に農をつたえる つなげる アーバンファーマー
 ズクラブ <https://urbanfarmers.club/>
- ・ まちの畑 | 都心型農園! 都市で畑! 都会で菜園! <http://www.machinohatake.jp/>
- ・ 銀座ミツバチプロジェクト <http://gin-pachi.jp/>
- 【代用・培養食肉関連】
- ・ 【共同発表】肉本来の食感を持つ「培養ステーキ肉」実用化への第一歩 世界初! サイ
 コロステーキ状のウシ筋組織の作製に成功 東京大学生産技術研究所 2019.03.22
<https://www.jst.go.jp/pr/announce/20190322/index.html>
- ・ NEXT MEATS | 代替肉開発スタートアップ 【ネクストミーツ株式会社】人工肉・代替
 肉・植物肉 <https://nextmeats.co.jp/>
- ・ 代替肉食品 (商品一覧) NEXT MEATS 株式会社
<https://shop.nextmeats.jp/collections/now-on-sale>
- ・ 「3D 肉プリンター」2021 年にも食肉業者むけ発売へ。植物ベースのステーキ肉を出力可
 能 エンガジェット日本版 2020 年 07 月 1 日
<https://japanese.engadget.com/3d-meat-printer-2021-081014136.html?3>
- ・ 和牛肉の複雑な組織構造をテラーメイドで作製できる「3D プリント金太郎飴技術」を
 開発 大阪大学ら 2021-8-26 https://engineer.fabcross.jp/archeive/210825_jst.html
- ・ 牛に頼らず酵母で乳タンパク質を再現するフランス企業 Bon Vivant
 2022/4/11 佐藤 あゆみ Foovo <https://foodtech-japan.com/2022/04/11/bon-vivant/>
- ・ イート・ジャスト (Eat Just) の培養肉が世界で初めてシンガポールで販売承認を取得
 Foovo (フーボ) 2020/12/3
<https://foodtech-japan.com/2020/12/03/eat-just-cultured-meat/>
- ・ Space F が韓国初の培養鶏肉と牛肉、そして培養豚肉プロトタイプを発表
 井島渚 Foovo 2022/3/30 <https://foodtech-japan.com/2022/03/30/space-f/>
- ・ 培養肉スーパーミートと欧州大手養鶏企業 PHW、培養肉の欧州導入で合意
 佐藤 あゆみ Foovo 2022/3/30
<https://foodtech-japan.com/2022/03/30/supermeat-3/>
- ・ イート・ジャストの代替卵 JUST Egg が EU 当局の認可を取得
 佐藤 あゆみ Foovo 2022/4/15
<https://foodtech-japan.com/2022/04/15/eat-just-7/>

- ・ BioBetter はタバコ植物を活用して培養肉用の成長因子を開発、培養肉のコスト削減に挑む 2022/4/1 Foovo <https://foodtech-japan.com/2022/04/01/biobetter/>
- ・ 培養ウナギ肉の開発に取り組む北里大学・池田大介准教授にインタビュー 2022/3/1 3D プリンター, Foovo <https://foodtech-japan.com/2022/03/01/unagi/>
- ・ GOOD Meat、世界最大の培養肉用バイオリクターの製造へ 佐藤 あゆみ Foovo 2022/5/29 <https://foodtech-japan.com/2022/05/29/good-meat-4/>
- ・ イスラエル企業 Remilk、アメリカで精密発酵乳タンパク質の認可を取得 佐藤 あゆみ Foovo 2022/6/10 <https://foodtech-japan.com/2022/06/10/remilk-4/>
- ・ Biftek がシンガポールの培養肉企業へ最初の増殖培地サンプルを出荷 佐藤 あゆみ Foovo 2022/6/9 <https://foodtech-japan.com/2022/06/09/biftek/>
- ・ バイオテック企業が培養ペットフードを開発する Good Dog Food を設立 佐藤 あゆみ Foovo 2022/6/29 <https://foodtech-japan.com/2022/06/29/good-dog-food/>
- ・ 米 Jellatech、細胞培養による I 型コラーゲンの生産に成功 | 動物を犠牲にしない「本物のコラーゲン」 佐藤 あゆみ Foovo 2022/6/30
- ・ 【動物性素材不使用】 ヴィーガンレザーとは | 植物性レザー 8 種紹介 ハッピーキヌア編集部 2020 年 9 月 23 日 <https://happy-quinoa.com/veganleather>
- ・ 西松建設らがきくらの最適な栽培環境構築手法を確立、収穫量の 10% アップを実現 BUILT 2021 年 12 月 01 日 <https://built.itmedia.co.jp/bt/articles/2112/01/news018.html>
- ・ 80% は中国依存。漢方薬の原料、生薬の国内栽培適地の探索チャレンジ~データ解析編~ 今村尚人 2021/11/15 宙畑 <https://sorabatake.jp/23902/>
- ・ 株式会社おち山くじら <http://yamakujira.jp/>
- ・ 鳥獣被害対策に活用出来る機器情報 農林水産省 <https://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/kikijouhou/kikijouhou.html>
- ・ 「スマート・テロワール」とは 住民相互の洗練された互酬が織りなす固有の美しさと豊かさ と 健やかさにあふれる農村 非営利一般社団法人スマート・テロワール協会 <https://www.smart-terroir.com/>
- ・ みどりの食料システム戦略トップページ 農林水産省 <https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyo/seisaku/midori/>
- ・ アニマルウェルフェアに配慮した循環型酪農へ。有機認証を取得した『鈴木牧場』とは? AGRI JOURNAL 2022/05/16 <https://agrijournal.jp/production/65516/>

(3) 【本当の効率】 バイオマスは再エネ普及の要

【木質バイオマス関連】

- ★国土交通省 総合政策局 環境政策課「グリーンインフラ推進戦略」について
2019 年 10 月 9 日
<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/content/001311661.pdf>
- ・国土交通省：グリーンインフラポータルサイト
https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_tk_000015.html
- ・パナソニック『パナソニックの空間ソリューション 世界のエコタウン フライブルク』
<https://www2.panasonic.biz/ls/solution/fujisawa/ecotown/freiburg.html>
- ・「持続可能な森林経営のための勉強部屋」藤原敬
「森が育むプラットフォーム」と新たな「森林・林業基本計画」が提示したもの—WMF
総会から(2021/8/1)
http://jsfmf.net/energy/WMF2021/WMF2021.html?utm_source=submitmail&utm_medium=205
- ・木の流れから、未来をつくる。フェアウッド・パートナーズ
<https://fairwood.jp/fairwoodpartners/>
- ・ひむか維新の会 <https://himukaishin.com/>
- ・登米町森林組合 <https://forest100.jp/TOME/>
- ・木材価格統計調査（令和 4 年 2 月）農林水産省
<https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/mokuryu/kakaku/>
- ・木質バイオマスの需給関連情報 林野庁
https://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/biomass/con_7.html
- ・木材は環境にやさしい 林野庁
https://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/kidukai/con_2_3.html
- ・丸太材積表 《長さ 0.6m-12.8m》 <http://shinrin-npo.info/files/survey/3.pdf>
- ・チップパー&シュレッダー 株式会社丸山製作所
<http://www.maruyama.co.jp/products/35/12.html>
- ・木材チップの換算係数 <http://zmchip.com/249chipkansan.pdf>
- ・木材需給表：農林水産省
https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/mokuzai_zyukyu/index.html#r
- ・産業廃棄物の体積(m)から重量(トン)への換算係数（参考値）
https://www.pref.aichi.jp/kankyo/sigen-ka/jigyo/todokede/shinsei/data_shidou/manife/kansanhyou.pdf
- ★ 一般廃棄物の排出及び処理状況等（令和 2 年度）について 環境省 令和 4 年 3 月 29 日
https://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/r2/data/env_press.pdf

- ・木質バイオマスの動向に関する資料 一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会
令和 2 年 6 月
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/jyukyuu/attach/pdf/200629-4.pdf>
- ・剪定枝の運搬・処理について 富山県砺波市
<https://www.city.tonami.lg.jp/info/35953p/>
- ・屋敷林の実態調査と剪定枝（落葉）処理システムの確立（砺波市）
富山大学 奥敬一、中島早紀 2019
https://www.consortium-toyama.jp/pdf/solution_2019_03_oku.pdf
- ・剪定枝等（木の枝・刈り草・葉）の再資源化事業 千葉市環境局資源循環部収集業務課
<https://www.city.chiba.jp/kankyo/junkan/shushugyomu/senteieda-recycle.html>
- ・木質バイオマスの需給関連情報 林野庁
https://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/biomass/con_7.html
- ★林産物に関するマンスリーレポート モクレポ 令和 4 年 6 月 No.9 林野庁
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/toukei/attach/pdf/monthlyreport-57.pdf>
- ・木材チップ市況 令和元年 1 2 月 <http://zmchip.com/chipprice3112.html>
- ・バイオコークス研究所 近畿大学
<https://www.kindai.ac.jp/bio-coke/>
- ・バイオコークスについて 信越バイオエナジー <http://biocoke.jp/aboutbiocoke/>
- ・保管時の安全確保にかかるバイオコークスの発熱特性
大橋 憲・笹内 謙一・水野 諭・井田 民男・淵 端 学 2016.3.18
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jspmee/5/3/5_198/_pdf/-char/ja
- ・高温ガス化直接溶融炉におけるバイオコークス使用による CO2 排出量削減
内山武，奥山契一，中山剛，渡辺純也，秋山肇，鈴木康夫，
小田昭浩，星靖，村田博敏，田中一嘉，井田民男
日本機械学会論文集（B 編）78 巻 789 号（2012-5）
https://www.jstage.jst.go.jp/article/kikaib/78/789/78_1008/_pdf
- ・環境省の固体燃料化に関する取り組み事例
～木質チップを炭化し、粉碎後、ブリケット化し、石炭焚火力発電所にて、石炭の 100%
代替、もしくは混焼する実証試験を実施～
環境省 地球環境局 地球温暖化対策課 地球温暖化対策事業室 平成 29 年 3 月 30 日
https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/b_senmonka/attach/pdf/08-13.pdf
- ・株式会社都市樹木再生センター <http://toshijumoku.co.jp/>
- ・「木質資源の地産地消」TJ グループホールディングス
<https://www.tjgroup.co.jp/business/>
- ・GreenPower という選択 地産地消型の電力供給モデル 株式会社グリーンパワー大東
<https://greenpowerdaito.co.jp/>

- ・ 木質資源の熱（サーマル）利用で、新しい価値の創出へ 株式会社 BPS 大東
<http://bps-daito.co.jp/>
- ・ ⑥-a 通関統計 月別通関量と価格の推移 1
一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会
<https://jwba.or.jp/database/woody-biomass-database/database-price-transition01/>
- ・ 日本のバイオマス発電を支えるベトナム産木質ペレット（後編）：持続可能なビジネスモデル構築への期待（環境配慮、貧困削減、エネルギー需要への対応）
ONE-VALUE 2021 年 10 月 06 日
<https://onevalue.jp/insight/vietnam-biomass-woodpellet-2/>
- ・ 地域別木質チップ市場価格について(令和 2 年 10 月価格)
全国木材資源リサイクル協会連合会 令和 3 年 1 月
<http://woodrecycle.gr.jp/wp/wp-content/uploads/kakaku2-10.pdf>
- ・ 木質ペレットの価格競争力 一般社団法人日本木質ペレット協会 2017/01/16
<https://w-pellet.org/pellet-2/1-7/>
- ・ 熊谷組らが国産バーク材原料の開発に成功、愛媛県でエネルギー循環システムを構築
BUILT 2022 年 01 月 28 日
<https://built.itmedia.co.jp/bt/articles/2201/28/news020.html>
- ・ 廃棄していた「茶かす」をバイオマス燃料に、国内初のボイラーシステムを導入
スマートジャパン 2021 年 09 月 24 日
<https://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/2109/24/news061.html>
- ・ 統計を読む 固体バイオマス燃料の消費量
相川 高信 自然エネルギー財団 上級研究員 2021 年 10 月 18 日
<https://www.renewable-ei.org/activities/column/REupdate/20211018.php>
- ・ 森林バイオマスエネルギーについて 2020 年 01 月 23 日 北海道下川町
<https://www.town.shimokawa.hokkaido.jp/section/2020/01/post-92.html>
- ★実は CO2 削減によく効く、熱エネルギーの低炭素化
経済産業省 資源エネルギー庁 2018-03-20
<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/netsu.html>
- ・ SkyDrive と大林組、重量物運搬ドローン「カーゴドローン」の建設現場における実証実験を共同で実施 2020 年 2 月 17 日 DRONE
<https://www.drone.jp/news/20200217150120.html>
- ・ 1 日 700kg の荷物運搬をドローン“SkyLift”で 株式会社 SkyDrive
<https://skydrive2020.com/cargo-drone/>
- ・ 国産材生産増加が山を裸にする ～日本林業の深刻な課題～ 山林経営者の収益を低下させ続ける林野庁の支援 山下 一仁 キャノングローバル戦略研究所 2021.09.22
https://cigs.canon/article/20210922_6182.html

【バイオリファイナリー関連】

- ★真庭市木質バイオマスエネルギー利活用指針 岡山県真庭市 2019 年 12 月 12 日更新
<https://www.city.maniwa.lg.jp/uploaded/attachment/19293.pdf>
- ★真庭市バイオマス活用推進計画 岡山県真庭市 2020 年 4 月 7 日更新
<https://www.city.maniwa.lg.jp/uploaded/attachment/19294.pdf>
- ・パルプを原料とした国産プラスチック製造検討について～環境省の委託事業に採択～
 王子ホールディングス株式会社／双日プラネット株式会社 2019 年 10 月 21 日
<https://www.ojiholdings.co.jp/Portals/0/resources/content/files/news/2019/7Gd3yKr.pdf>
- ・紙パルプ業界の廃棄物 リグニンを低圧でプラスチックや化学製品に変換する新手法
 fabcross for エンジニア 2022-3-3
https://engineer.fabcross.jp/archieve/220303_technical-lignin.html
- ・太陽光と微生物を使って空気から作り出す食用「単細胞タンパク質」——大豆より 10 倍
 収穫量が多いという試算 2021-8-17 fabcross for エンジニア
https://engineer.fabcross.jp/archieve/210817_protein-production.html
- ・(竹) セルロースナノファイバー 中越パルプ工業株式会社
<http://www.chuetsu-pulp.co.jp/cellulose>
- ・PLAY! PARK「おいでよ紙の森へ！」に竹紙 100 が登場
 2021 年 8 月 26 日 中越パルプ工業株式会社
<http://www.chuetsu-pulp.co.jp/feature/11616>
- ・バイオマス度 90%以上のセルロースファイバー成形材料を開発 パナソニック
 fabcross for エンジニア 2022-3-22
https://engineer.fabcross.jp/archieve/220322_panasonic.html
- ・農山漁村における藻類バイオマスファームの事業化可能性調査報告書
 平成 23 年度農山漁村 6 次産業化対策事業に係る緑と水の環境技術革命プロジェクト事業
 2012 年 3 月 藻類産業創成コンソーシアム
https://algae-consortium.jp/cms/wp-content/uploads/2013/04/roadmapI_120807.pdf
- ・天然資源の有効利用で、人々の生活を改善 株式会社シー・アクト
<http://seaact.com/>
- ・生物系特定産業技術研究支援センター 《こぼれ話 16》藻類からバイオ燃料や化粧品成分生産 2020 年 11 月 2 日号
https://www.naro.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/episode_list/137015.html
- ・原料は森の落ち葉——レーザー照射でエコなマイクロスーパーキャパシターを作製
 fabcross for エンジニア 2022-2-10
https://engineer.fabcross.jp/archieve/220210_micro-supercapacitors.html

- ・ 街路樹が街灯になる——MIT が植物を発光させる技術を開発
fabcross for エンジニア 2021-11-24
https://engineer.fabcross.jp/archieve/211124_plants-that-glow.html
- ・ 中山間地域をエネルギーと食の両面で救う穀物バイオマス「ソルガム」の可能性
実はご当地グルメに、茎はキノコ栽培や発電に。長野産の穀物が切り開く循環型社会の形
EMIRA 2022.04.13 <https://emira-t.jp/special/20431/>
- ・ エネルギー源はオカラ!?逆転の発想で大量の「アンモニア」を生み出す仕組みを発見
酵母と酵素を使い食品廃棄物からアンモニアを生成する細胞表層工学への期待値
EMIRA 2022.03.04 <https://emira-t.jp/special/20180/>
- ・ 大成建設が木材を利用した遮音間仕切壁を開発、遮音等級「Rr-55」を達成
BUILT 2022 年 06 月 07 日
<https://built.itmedia.co.jp/bt/articles/2206/07/news027.html>
- ・ 「渋谷マルイ」が木造化！2026 年開業に向け英国の建築集団「Foster+Partners」が設計
BUILT 2022 年 06 月 27 日
<https://built.itmedia.co.jp/bt/articles/2206/27/news215.html>
- ★木質バイオマスのエネルギー利用の現状と今後の展開について 資料 3
林野庁 令和 2 年 7 月
https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/biomass_hatsuden/pdf/001_03_00.pdf
- 【エコツアー関連】
- ・ 木こり体験ツアー | NPO 法人もりずむ (morhythm.org)
<https://morhythm.org/kikoritour>
- ・ 木こりクラブ (kikoriclub.com) <https://kikoriclub.com/>
- ・ アウトドアフィットネス | OUTDOOR FITNESS <https://outdoorfitness.jp/>
- ・ MANATII 地球の新しい遊び方 (プロジェクト マナティ) <https://www.manatii.org/>
- 【バイオマス発電関連】
- ★産業分野の排熱実態調査報告書 未利用熱エネルギー革新的活用技術研究組合技術開発センター 2019 年 3 月
<http://www.thermat.jp/HainetsuChousa/HainetsuReport.pdf>
- ・ 熱の有効利用について 資源エネルギー庁省エネルギー対策課 平成 27 年 4 月 17 日
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/sho_energy/pdf/012_03_00.pdf?msclkid=31181ffcce6f11ec94ecfc3b4593dffb
- ・ 木質バイオマス発電の現状 一般社団法人 日本木質バイオマスエネルギー協会
平成 30 年 10 月 24 日
https://www.meti.go.jp/shingikai/santeii/pdf/039_07_00.pdf

- ・ 経済産業省 資源エネルギー庁 標準発熱量・炭素排出係数（総合エネルギー統計）
エネルギー源別標準発熱量及び炭素排出係数の改訂について 2020 年 1 月 31 日改訂
https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total_energy/carbon.html
 - ・ 原油価格(WTI 原油先物) 金先物価格 リアルタイムチャート
<https://nikkei225jp.com/oil/>
 - ・ リアルタイム為替レート 株式会社三井住友銀行
<https://www.smbc.co.jp/ex/ExchangeServlet?ScreenID=real>
 - ・ 天然ガス価格（天然ガス先物 NYMEX）推移とチャート・速報
株式マーケットデータ
<https://stock-marketdata.com/naturalgas.html/>
 - ・ 天然ガス価格 天然ガス相場 天然ガス先物情報 - ADVFN
https://jp.advfn.com/commodity/natural_gas.html
 - ・ バイオマス白書 2022 ウェブサイト版 NPO 法人バイオマス産業社会ネットワーク
2022 年 4 月作成 責任編集 泊 みゆき
<https://www.npobin.net/hakusho/2022/index.html>
 - ・ 日本全国の火力発電所一覧地図・ランキング エレクトリカル・ジャパン (Electrical Japan)
<http://agora.ex.nii.ac.jp/earthquake/201103-eastjapan/energy/electrical-japan/type/1.html.ja>
 - ・ 三菱地所らがバイオマス発電の事業会社を設立、第 1 弾の発電所は年間 6900 トンの CO2
削減 BUILT 2021 年 11 月 22 日
<https://built.itmedia.co.jp/bt/articles/2111/22/news012.html>
 - ・ 愛媛県内子町で地域連携型のバイオマス発電所が着工、竹中工務店
BUILT 2022 年 05 月 16 日
<https://built.itmedia.co.jp/bt/articles/2205/16/news017.html>
 - ・ 奥村組らが福島県平田村で木質バイオマス発電事業会社を設立、1990kW の発電施設を
開発 BUILT 2022 年 03 月 18 日
<https://built.itmedia.co.jp/bt/articles/2203/18/news031.html>
 - ・ 福島県で発電規模 1990kW のバイオマス発電設備の運転を開始、奥村組
BUILT 2022 年 06 月 23 日
<https://built.itmedia.co.jp/bt/articles/2206/23/news025.html>
- 【バイオオイル関連】
- ・ オイルを産出する主な藻類 一般社団法人 藻類産業創成コンソーシアム
https://algae-consortium.jp/about_algaebiomass/algae_type
 - ・ 「藻」で挑む、カーボンニュートラル。“Honda DREAMO”
https://www.honda.co.jp/future/EngineerTalk_hondadreamo/

- ・ バイオ燃料の限界を超える人工酵母を開発 2021-8-9 fabcross for エンジニア
https://engineer.fabcross.jp/archieve/210809_expand-biofuels-reach.html
 - ・ 藻類バイオマス利用の研究開発 筑波大学 渡邊信 平成 24 年 11 月 5 日
https://eeeforum.sec.tsukuba.ac.jp/taskforce/pdf/ws20121105_01.pdf
 - ・ 下水処理施設での微細藻類を利用した分散型エネルギー資源の獲得に関する研究について 筑波大学 鈴木石根 2017/11/26
https://www.city.sendai.jp/kankyo/kurashi/machi/machizukuri/energy/documents/020_event_h29_2_siryous3.pdf
 - ・ (平成 28 年度までの取り組み) 藻類バイオマスに係る研究開発の推進
藻類バイオマスプロジェクトの取り組みについて 仙台市 まちづくり政策局
https://www.city.sendai.jp/kankyo/jigyosha/kezai/sangaku/project/sorui/documents/project_description_jp.pdf
 - ・ 使用済み食用油をバイオディーゼルに変えるマイクロスポンジを開発
2020-12-19 fabcross for エンジニア
https://engineer.fabcross.jp/archieve/201217_dirty-old-cooking-oil.html
 - ・ 「SAF」を 3 分解説! 脱炭素化に貢献する次世代航空燃料 EMIRA 2022.3.31
<https://emira-t.jp/pedia/20417/>
 - ・ ユーグレナ、次世代バイオディーゼル燃料「サステオ」の一般向け継続販売開始 愛知県
名古屋市のガソリンスタンドで 6 月 10 日から
Car Watch 編集部: 北村友里恵 2022 年 6 月 7 日
<https://car.watch.impress.co.jp/docs/news/1415007.html>
- 【バイオガス関連】
- ★豊橋市バイオマス資源利活用施設整備・運営事業 豊橋市上下水道局
<https://www.city.toyohashi.lg.jp/30705.htm>
 - ・ 家畜のふん尿が発電の原料に、LP ガス化触媒を新開発 BUILT×IT 2020 年 12 月 04 日
<https://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/2012/04/news058.html>
 - ・ 酒造りに太陽光発電を活用、白鶴酒造が自社工場に自家消費システム
スマートジャパン 2021 年 09 月 22 日
<https://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/2109/22/news060.html>
 - ・ 2 年後の「うどん発電」ちよだ製作所 2013 年 9 月 26 日
<https://team-acp.co.jp/ecomission2013/?p=2560>
 - ・ うどんバイオガス発電 課題は排出者の獲得 2019 年 9 月 4 日
<http://thinkwaste.net/renewable/2574>
 - ・ 讃岐うどん&豚骨スープをエネルギーに! 食品ロスの再生で地域循環を形成した企業の躍動
ご当地グルメからバイオガスやバイオディーゼル燃料を生み出し、社会に還元する取り組み EMIRA 2022.03.16 <https://emira-t.jp/special/20271/>

- ・ EMIRA ビジコン最優秀賞！ 循環型社会を生み出す「生ごみの水切り」ビジネスとは？
EMIRA 2022.3.18 <https://emira-t.jp/prototype/20323/>
 - ・ MIT とスタンフォード大、効率的なガス分離を可能にする新素材を開発
fabcross for エンジニア 2022-5-13
https://engineer.fabcross.jp/archieve/220513_separate-gases.html
 - ・ バイオガス関連事業 東京ガスエンジニアリングソリューションズ
<https://www.tokyogas-es.co.jp/business/energy/bio-gas/index.html>
 - ・ こうべバイオガスの現状 新型バイオガス精製システムの展開
神戸市建設局 中央水環境センター施設課 平成 30 年度
<https://www.mlit.go.jp/common/001259222.pdf>
 - ・ 一般廃棄物処理事業実態調査の結果（令和 2 年度）について 環境省
<https://www.env.go.jp/press/files/jp/117713.pdf>
 - ・ 流域下水道の箇所別事業概要 令和 2 年度末 国土交通省
<https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/content/001468189.pdf>
 - ・ 令和 2 年版 環境・循環型社会・生物多様性白書
第 3 章 循環型社会の形成 第 1 節 廃棄物等の発生、循環的な利用及び処分の現状 環境省
<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/r02/html/hj20020301.html>
 - ・ 下水処理施設に係る排出量
https://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/law/prtr/h25kohyo/05todokedega/syousai/21.pdf
 - ・ 下水汚泥資源利用の 現状と課題
<https://www.mlit.go.jp/crd/city/sewerage/gyosei/sigen1st/04.pdf>
- 【炭素貯留・CCUS 関連】
- ・ CCUS／カーボンリサイクル関係の技術動向 令和 2 年 7 月 経済産業省
https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/green_innovation/pdf/001_07_03.pdf
 - ・ CCUS の早期社会実装会議（第 3 回）～これまでの歩みと脱炭素化に向けた展望～（資料集） 環境省 令和 3 年 8 月 3 日
<http://www.env.go.jp/earth/ccs/ccus-kaigi/ccus2021.html>
 - ・ 100 倍の炭素を回収できる「人工葉」を開発 fabcross for エンジニア 2022-2-16
https://engineer.fabcross.jp/archieve/220216_stackable-artificial-leaf.html
 - ・ 東北電：石炭のデリバティブ取引導入へー電力市場の自由化見据え
Bloomberg 占部絵美、稲島剛史 2014 年 9 月 4 日
<https://www.bloomberg.co.jp/news/articles/2014-09-03/NB9LZI6KLVR601>
 - ・ 苫小牧における CCS 大規模実証試験／苫小牧市 企業立地ガイド
<https://www.city.tomakomai.hokkaido.jp/kigyoritchi/ccs/ccsnogaiyo.html>

- ・ほくでん 石炭火力発電所 http://www.hepco.co.jp/energy/fire_power/coal_fired.html
- ・CO₂ を原料とするアルコール連続生産技術の開発—高機能触媒を固定化することで連続的な生産を達成— 産総研 2021/08/25
https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2021/pr20210825_2/pr20210825_2.html
- ・CO₂ を瞬時に固体炭素に変換する新技術——重工業分野の脱炭素化を後押しし、CO₂ の排出防止と再利用を目指す fabcross for エンジニア 2022-2-25
https://engineer.fabcross.jp/archeive/220225_co2-to-solid-carbon.html
- ・石炭火力発電における微粉炭・アンモニア混合燃焼技術の開発 株式会社 IHI
長谷玄一郎、石井大樹、伊藤隆政、大野恵美、大熊喜朋 IHI 技報 Vol.59 No.4 (2019)
https://www.ihico.jp/var/ezwebin_site/storage/original/application/d6e0f001f97802c6906ba42590706477.pdf
- ・都市ガス機器利用時の排ガスを用いて CO₂ 吸収型コンクリートの製造を開始、鹿島建設ら BUILT x IT 2021 年 08 月 27 日
<https://built.itmedia.co.jp/bt/articles/2108/27/news034.html>
- ・大成建設がカーボンリサイクル・コンクリを壁材で初適用、CO₂ 排出量を 1.1 トン以上削減 BUILT 2021 年 12 月 15 日
<https://built.itmedia.co.jp/bt/articles/2112/15/news020.html>
- ・空気中の CO₂ からカーボンネガティブダイヤモンドを作る——持続可能な合成ダイヤモンド製造事業で B Corp 認証を取得 fabcross for エンジニア 2022-4-11
https://engineer.fabcross.jp/archeive/220411_aether-diamonds.html
- ・欧州電気事業の最近の動向～カーボン・ニュートラル社会実現に向けた取り組み～
2020 年 5 月 26 日 METI 海外電力調査会
https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/denryoku_platform/pdf/009_02_00.pdf
- ・バイオマス発電所で CO₂ 回収、「カーボンネガティブ」を達成へ
スマートジャパン 2021 年 11 月 30 日
<https://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/2111/30/news087.html>
- ・火力発電所における CO₂ 分離・回収およびパイプライン輸送に向けた NEDO 調査事業の受託について ～大型の商用石炭火力発電所における CCUS 社会実装に向けた検討～
2021 年 8 月 6 日 北海道電力株式会社、株式会社 IHI、JFE エンジニアリング株式会社
<https://www.jfe-eng.co.jp/news/2021/20210806.html>
- ・CO₂ 排出量をマイナスにするコンクリートを開発、大林組 2022 年 04 月 25 日 BUILT
<https://built.itmedia.co.jp/bt/articles/2204/25/news029.html>
- ・セメント由来 CO₂ で合成したメタンを供給、東京ガスと太平洋セメントが事業検討へ
スマートジャパン 2022 年 3 月 23 日
<https://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/2203/23/news061.html>

- ・大林組がリグニンを添加したコンクリを開発、1 キロ当たり約 2.4 キロの CO₂ を吸収
2022 年 05 月 30 日 BUILT

<https://built.itmedia.co.jp/bt/articles/2205/31/news025.html>

- ・大気中から年間 100 万トンのカーボンを固定するカーボン回収施設
2021-8-10 fabcross for エンジニア

https://engineer.fabcross.jp/archeive/210810_direct-air-capture.html

- ・大気中の CO₂ から高濃度の都市ガス原料合成法を開発
－CO₂分離回収の前処理を必要としないメタンの直接合成－ 産総研 2021/02/25

https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2021/pr20210225_2/pr20210225_2.html

【水素関連】

- ・水素を動力源とする電気化学システムを用いて、空気中の二酸化炭素を 99%回収する新技術 fabcross for エンジニア 2022-3-10

https://engineer.fabcross.jp/archeive/220310_removing_carbon.html

- ・取扱産業ガス 水素(H₂) 岩谷産業株式会社

https://industry.iwatani.co.jp/industrial-gas/lineup/636/?_ga=2.250648966.1477146029.1647900716-827453913.1647900716

- ・Powered by 水素 晴海フラッグ

三井不動産レジデンシャル、三菱地所レジデンス、野村不動産、住友不動産、住友商事、東急不動産、東京建物、NTT 都市開発、日鉄興和不動産、大和ハウス工業

<https://www.31sumai.com/mfr/X1604/#!/article/2>

- ・人工光合成でソーラー水素を製造、100m² 規模の実証試験に世界で初めて成功 NEDO から fabcross for エンジニア 2021-8-27

https://engineer.fabcross.jp/archeive/210826_nedo.html

- ・商用ガスエンジンに水素を混焼、35%の比率で初めて安定運転に成功
スマートジャパン 2021 年 08 月 27 日

<https://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/2108/27/news059.html>

- ・ホンダが運べる燃料電池タイプの独立電源を披露、FCV のシステムを活用
スマートジャパン 2022 年 03 月 16 日

<https://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/2203/16/news134.html>

- ・トヨタが水素貯蔵モジュールを世界初披露、FCV 「ミライ」のタンクを活用
スマートジャパン 2022 年 03 月 17 日

<https://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/2203/17/news050.html>

- ・GM、移動式急送充電施設や軍用キャンプの電源など「水素燃料電池パワーキューブ」の商用構想を発表 Car Watch 編集部：塩谷公邦 2022 年 1 月 27 日

<https://car.watch.impress.co.jp/docs/news/1383736.html>

- ・大分県で地熱発電実証プラントと水素製造実証プラントを建設、大林組
BUILT 2020 年 11 月 03 日
<https://built.itmedia.co.jp/bt/articles/2011/03/news014.html>
- ・政府、高温ガス炉による水素製造技術を開発へ。2030年めどに
電気新聞ウェブサイト (denkishimbun.com)
<https://www.denkishimbun.com/sp/102549>
- 【その他】
- ・沖ノ鳥島の重要性と海洋法 東京都産業労働局農林水産部水産課
<https://www.sangyo-rodo.metro.tokyo.lg.jp/nourin/suisan/okinotorishima/kaiyou/>
- ・LNG 海上輸送の動向 日本海事新聞 1504 日本海事センター企画研究部 森本清二郎
<https://www.jpmac.or.jp/img/research/pdf/B201522.pdf>
- ・海上運賃の相場 内訳とサーチャージを徹底解説！ HUNADE
<https://hunade.com/kaijyouunchin>
- ・「LNG 輸送の動向とパナマ運河拡張の影響」海運経済研究 2015 年
<https://www.jpmac.or.jp/file/437.pdf>
- ・輸入価格(CIF 価格)、その他流通段階での価格の推移 日本 LP ガス協会
<https://www.j-lpgas.gr.jp/stat/kakaku/>
- ・天然ガス・LNG 価格動向 2022 年 4 月
独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 石油・天然ガス資源情報
<https://oilgas-info.jogmec.go.jp/nglng/1007905/1009340.html>
- ★都民の健康と安全を確保する環境に関する条例（環境確保条例）の改正について
～カーボンハーフの実現に向けた実効性ある制度のあり方について～（中間のまとめ）
東京都 環境審議会 2022（令和4）年 5 月
[https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/basic/conference/council/public_comment/public
_comment_jourei.files/jourei_chuukan.pdf](https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/basic/conference/council/public_comment/public_comment_jourei.files/jourei_chuukan.pdf)
- ・東京都太陽光現況調査概要 東京都環境局 2021 年 6 月 17 日
[https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/climate/renewable_energy/solar_energy/200300a
20210608150837623.files/surveyoutline.pdf](https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/climate/renewable_energy/solar_energy/200300a20210608150837623.files/surveyoutline.pdf)

【自著】

- ・平成 23 年度（第 29 回）技術士 C P D ・技術士業績・研究発表年次大会
『化学物質過敏症などの不定愁訴疾患の発症機序と新しい対処手法に関する仮説』
日本技術士会（2011）
- ・『緑の株式の提案』技術士会創立 60 周年記念大会（ポスター発表）
日本技術士会（2011）
- ・平成 23 年度（第 8 回）技術者倫理研究事例発表大会 投稿論文
『災害に強い非常用エネルギー供給システムづくりへの提言』日本技術士会（2011）
- ・第 10 回縮小社会研究会（2012.3.11）発表
『藻バイオマスによる脱原発と温暖化対策の可能性』
<http://shukusho.org/data/10-1.pdf>
- ・『レミングたちの行く手【A-9】もし、このまま続けば ～If, it goes on～』
市民科学研究室（2015）
http://www.shiminkagaku.org/wp-content/uploads/301060_20150806.pdf
- ・『レミングたちの行く手【C-3】-Vain ～むだ、ムダ、無駄ア！-』もったいない学会（2016）
http://mottainaisociety.org/download/opinion/opinion_hashimoto_20160921.pdf
- ・『レミングたちの行く手【C-4】-天の光はすべて星-』縮小社会研究会（2016）
[http://shukusho.org/data/my-deduction-society/hashimoto/hashimoto\(c-4\).pdf](http://shukusho.org/data/my-deduction-society/hashimoto/hashimoto(c-4).pdf)
- ・『管理農地貸与制度の提案』エコデザイン学会（2016）
- ・『レミングたちの行く手【A-6】生まれざる者～環から外れたモノたち～』
縮小社会研究会（2017）
[http://shukusho.org/data/my-deduction-society/hashimoto/hashimtoto\(A-6\).pdf](http://shukusho.org/data/my-deduction-society/hashimoto/hashimtoto(A-6).pdf)
- ・第 42 回縮小社会研究会（2018.7.7）発表
『空き家問題をビジネスチャンスに～そして本当に送電線は必要不可欠なのか～』
（本文）：<http://shukusho.org/data/42hashimoto.pdf>
（講演資料）：<http://shukusho.org/data/42hashimoto2.pdf>
- ・『熱は「までい」に～じっくりと丁寧な熱の利用を考える～』エコデザイン学会 2018

市民科学研究室の活動は皆様からのご支援で成り立っています。『市民研通信』の記事論文の執筆や発行も同様です。もしこの記事や論文に興味深いと感じていただけるのであれば、ぜひ以下のサイトからワンコイン（100 円）でのカンパをお願いします。小さな力が集まって世の中を変えていく確かな力となる—そんな営みの一歩だと思っただけであればありがたいです。

[ワンコインカンパ](#)

←ここをクリック（市民研の支払いサイトに繋がります）

