

祝 第200回 BIN研究会

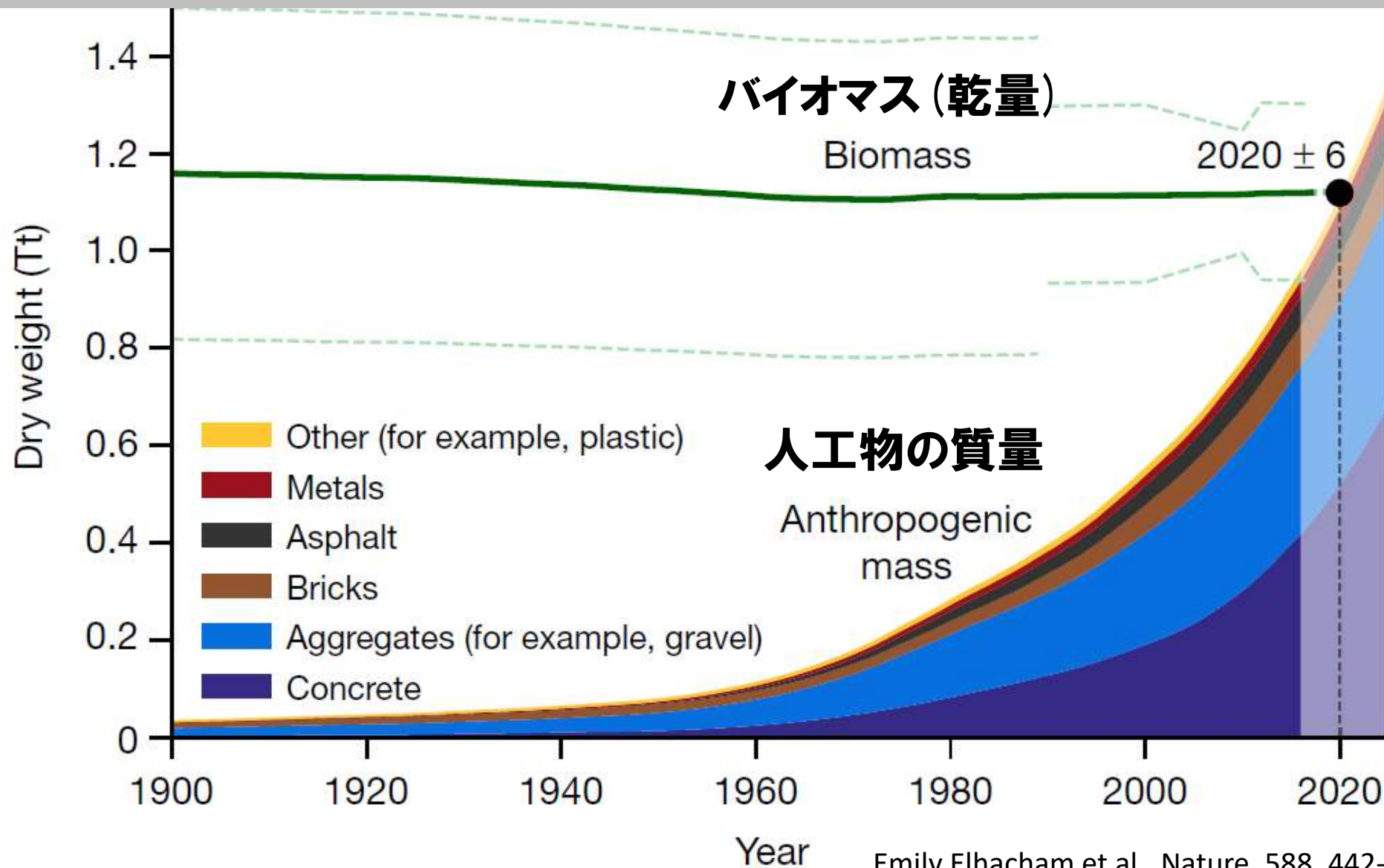
**2050年ネットゼロ＝持続可能社会への移行と
バイオマス**

2021年11月6日14:10～14:50

堀尾正靱
東京農工大名誉教授
(一社) 共生エネルギー社会実装研究所
erises.org



人新世の到来を人工物とバイオマス量の比較に見る-1



Emily Elhacham et al., Nature, 588, 442-447 (2020).

人新世 Anthropocene

Article

Global human-made mass exceeds all living biomass

Emily Elhacham et al., (Department of Plant and Environmental Sciences, Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israel. ✉e-mail: ron.milo@weizmann.ac.il), Nature, 588, 442-447 (2020).

<https://doi.org/10.1038/s41586-020-3010-5>

Received: 1 November 2019

Accepted: 9 October 2020

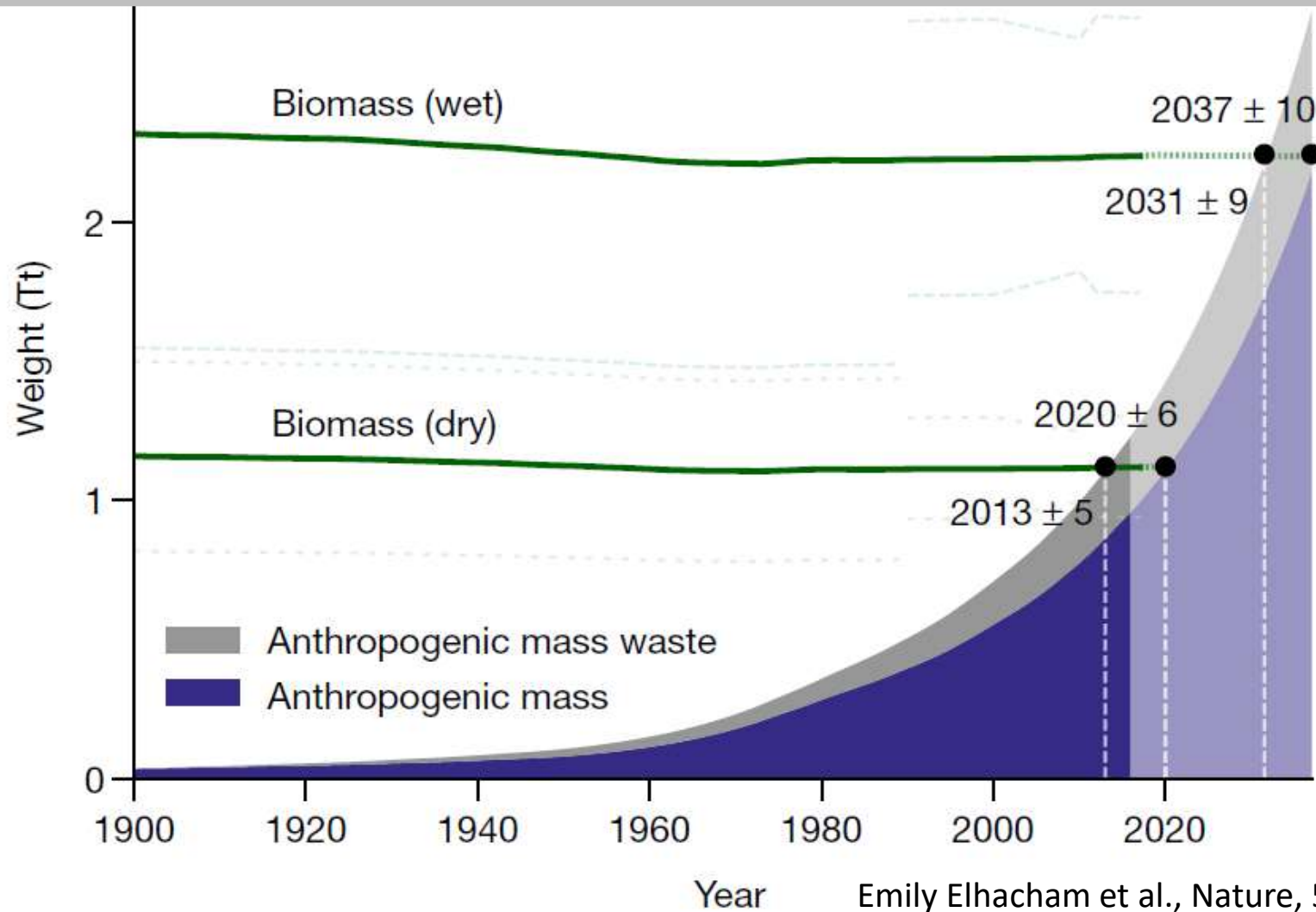
Published online: 9 December 2020

 Check for updates

Emily Elhacham¹, Liad Ben-Uri¹, Jonathan Grozovski¹, Yinon M. Bar-On¹ & Ron Milo^{1✉}

Humanity has become a dominant force in shaping the face of Earth¹⁻⁹. An emerging question is how the overall material output of human activities compares to the overall natural biomass. Here we quantify the human-made mass, referred to as 'anthropogenic mass', and compare it to the overall living biomass on Earth, which currently equals approximately 1.1 teratonnes^{10,11}. We find that Earth is exactly at the crossover point; in the year 2020 (± 6), the anthropogenic mass, which has recently doubled roughly every 20 years, will surpass all global living biomass. On average, for each person on the globe, anthropogenic mass equal to more than his or her bodyweight is produced every week. This quantification of the human enterprise gives a mass-based quantitative and symbolic characterization of the human-induced epoch of the Anthropocene.

人新世の到来を人工物とバイオマス量の比較に見る-2

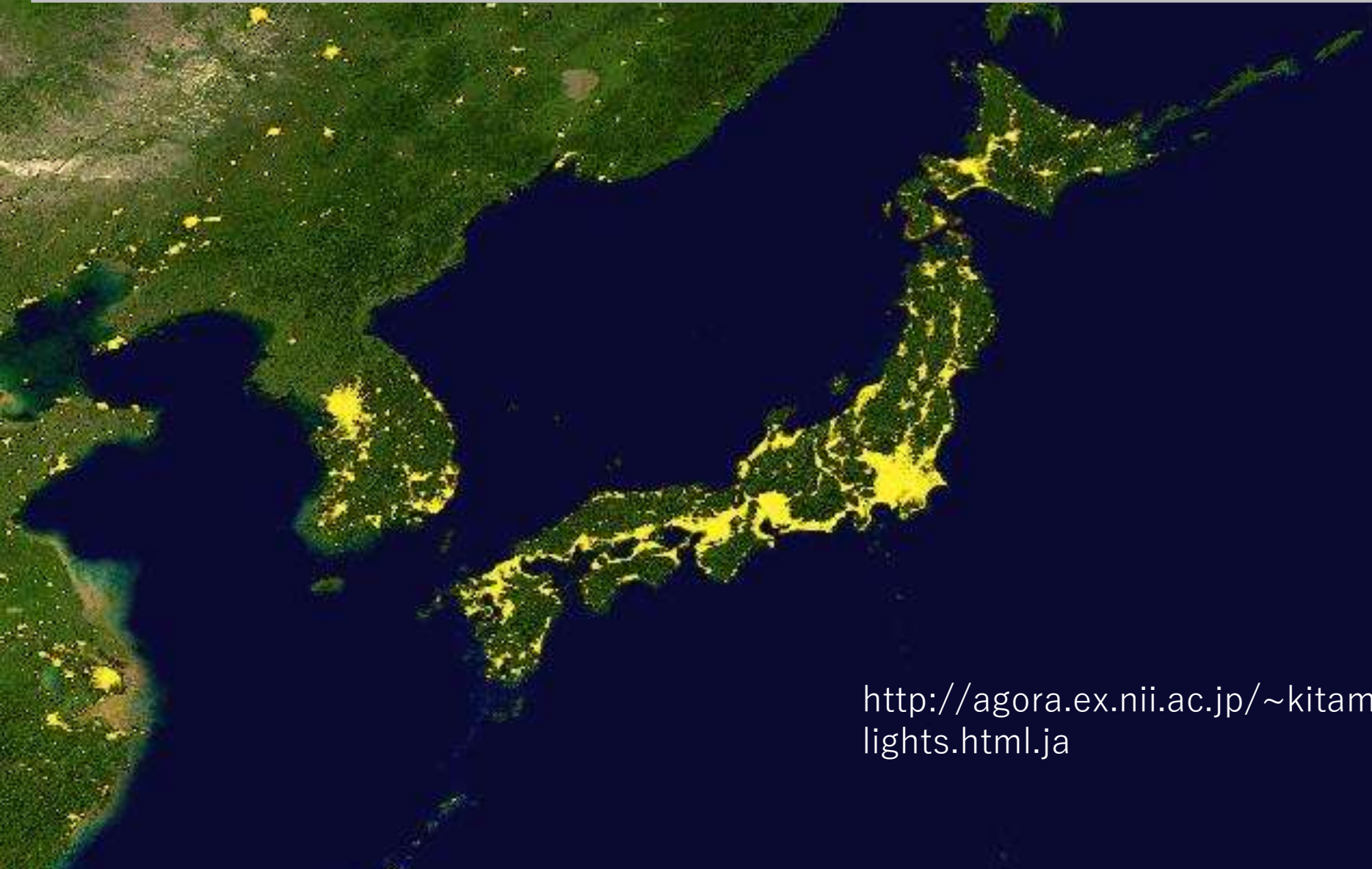


Emily Elhacham et al., Nature, 588, 442-447 (2020).

Fig. 2 | Biomass (dry and wet), anthropogenic mass and anthropogenic mass waste estimates since the beginning of the twentieth century.

累代 Eon	代 Era	紀 Period	世 Epoc	開始年代 Mya (Mill. yrs ago)	特記事項
Phanerozoic 顕生代	新生代 Cenozoic [si : n ə zouik] ceno=new zoic=animal, life	第四紀 Quaternary	人新世 Anthropocene	0.00007?	ノーベル化学賞(オゾンホール研究)受賞者Paul Jozef Crutzen (1933.12.3 - 2021.1.28)らが2000年に提唱。正式な地質年代とするかは議論継続中。
			完新世 Holocene (holos=whole)	0.0117	最終氷期が終わる約1万年前から。地球全体が温暖化、氷河後退。湿潤化で森林が増加、逆に草原が減少してマンモスやトナカイなどの大型哺乳類が絶滅。初期には、大陸氷床の融解によって海面が130m以上急激に上昇。最温暖期には、現在より3~5mほど海水準が高かった(縄文海進)。その後、海面は緩やかに下降、海水準は直近の2,000年ほどは比較的安定
			更新世 (旧:洪積世) Pleistocene	2.6	ヒト属が進化(原人ほか)。ホモ・サピエンス種も中期に出現。更新世の間にヒト亜族の大半が絶滅。最終的に現生人類のみが生き残った。
		新第三紀 Neogene	鮮新世 Pliocene	5.3	寒冷化し、北半球の氷床発達もこの時代に始まった。ヒマラヤ山脈などの大山脈の形成、上昇、激しい岩石の浸食により大量のカルシウム塩が海に流入、二酸化炭素を吸収し石灰岩化して大気中のCO2量は激減し、寒冷化が進行。
		古第三紀 Paleogene	始新世 Eocene	56.0	地表5-7℃の気温上昇、元の二酸化炭素濃度に戻るのに3万年を要した。
			暁新世 Paleocene	66.0	絶滅した恐竜のニッチを埋めるように、陸上では哺乳類が、海洋では魚類が進化
	中生代 Mesozoic	白亜紀 Cretaceous	145.0	花を咲かせる被子植物が出現。魚竜と首長竜などが海洋無酸素事変で絶滅。白亜紀末に地球規模で、恐竜類は鳥類を除いて絶滅。	
		ジュラ紀 Jurassic	201.3	恐竜の時代。	
		三畳紀 Triassic	251.9	南ドイツで発見された地層に、赤色の砂岩、白色の石灰岩、茶色の砂岩と堆積条件の異なる3層が重畳していたことに由来。パンゲア大陸(北極から南極に至る超大陸)が形成。	
	古生代 Paleozoic 無脊椎動物の繁栄から、恐竜が繁栄し始める中生代の手前まで	ペルム紀 Permian	298.9	ペルム紀末に地球史上最大の大量絶滅があった。	
		石炭紀 Carboniferous	358.9	1年中湿潤な熱帯気候。南極では氷河が形成。リグニン分解菌類が十分に進化しておらず森林の炭素が石炭として固定化、ペルム紀初期の大気中の酸素濃度は35%に達し動植物の大型化を可能にした。植物の繁栄で大量の二酸化炭素が吸収され、石炭化したため、大気中CO2濃度が激減し寒冷化の一因となった。	
		デボン紀 Devonian	419.2	イギリス南部のデヴォン州の地層をもとに設定された地質時代。魚類の進化と、化石の量の多さから、「魚の時代」という。	
		シルル紀 Silurian	443.8	生物の本格的な陸上進出が始まり、陸棲節足動物や最古の陸上植物が出現。後期にリグニンを有した植物が登場。1835年にウェールズの古民族名「シルリア族」より命名。	
		オルドビス紀 Ordovician	485.4	ウェールズ地方の古代ケルト系部族「オルドウィケス族」(Ordovices)にちなむ。生物の多様化進行。軟体動物(オウムガイ等)や節足動物(三葉虫等)、半索動物(筆石)が栄えた。後期に顎を持つ魚類が登場。紀末には大量絶滅が発生。	
	カンブリア紀 Cambrian	541.0	岩石が発見された最初の地ウェールズのラテン語名「カンブリア」にちなむ。初期に動物門のほとんどすべてが出現。動物の多様性が一気に増大=カンブリア爆発。現在の生物と比べ、非常に奇異な姿をした生物「カンブリアンモンスター」が多数出現。		
原生代 Proterozoic			2500.0	真核単細胞生物から硬い骨格を持った多細胞生物の化石が多数現れるまで	
太古代(始生代) Archean eon			4000.0	原核生物から真核単細胞生物が現れるまで	
冥王代 Hadean eon			4600.0		

人新世: 人間界が自然のEnvironmentになった!



<http://agora.ex.nii.ac.jp/~kitamoto/research/rs/world-lights.html.ja>

人新世：野生動物たちを人間界が取り巻く

宮崎 学 / Manabu Miyazaki
1949年長野県生まれ。自然と人間をテーマに、社会的視点にたった「自然界の報道写真家」として活動。「けもの道」を中心としたほ乳類及び猛禽類の撮影では自作の自動撮影カメラを駆使し、独自の分野を開拓する。近年では日本各地で問題となっている獣害被害のアドバイザーとしても活躍。1978年『ふくろう』で第1回絵本にっぽん大賞、1982年『鷺と鷹』で日本写真協会新人賞、1990年『フクロウ』で第9回土門拳賞、1995年『死』で日本写真協会年度賞、『アニマル黙示録』で講談社出版文化賞を受賞。他、写真集、著書多数。

2021. 10. 3 NHK ETV 日曜美術館「日曜美術館「アニマルアイズ～写真家・宮崎学～」。

以下のサイトより宮崎さんオリジナルの写真をご覧ください

<https://www.goldwin.co.jp/playearthkids/feature/miyazaki-manabu01/>

気候危機(COP26)、生物多様性危機(COP15)、 プラスチック汚染、パンデミック、資本主義の限界、

TCFD(気候関連財務情報開示タスクフォース／Task Force on Climate-related Financial Disclosuresの略)。TCFDでは投資家が気候変動に配慮した投資判断ができるように、効率的・効果的な気候変動に関する企業の情報開示を促すことを目的にしている。

TNFDとは自然関連財務情報開示タスクフォース(Task Force for Nature-related Financial Disclosures, TNFD)のことで、2020年7月、国連開発計画(UNDP)、世界自然保護基金(WWF)、国連環境開発金融イニシアチブ(UNEP FI)、英国環境NGOのグローバル・キャンピーの4機関によって発足。企業の事業活動が自然資本にもたらすリスクと機会を適切に評価、対外的に報告できることを目指しています。

2020年9月には62の金融機関、企業、政府等による非公式作業部会が設立。日本からは三井住友トラストアセットマネジメントと、NPO法人のSusCon Japanが参画。

世界経済フォーラムのレポート「New Nature Economy Report 2020」
世界のGDP総額の半分以上に相当する約44兆ドルは自然資本から。
自然環境にプラスの経済への転換で、付加価値生成：2030年までに年間約10兆ドル規模
雇用創出： 約4億人

クレディ・スイスレポート「Unearthing investor action on biodiversity」2021.1
アンケートに回答投資家の84%が生物多様性が損なわれることに懸念
55%が今後2年の間に生物多様性への対応が必要と考えている

日本総合研究所 渡辺珠子 <https://ggpartners.jp/article/000129.html>

企業評価は進む!

日本経済新聞

朝刊・夕刊 ストーリー Myニュース 日経会社

トップ 速報 マネー 経済・金融 政治 ビジネス マーケット テクノロジー 国際 オピニオン スポーツ

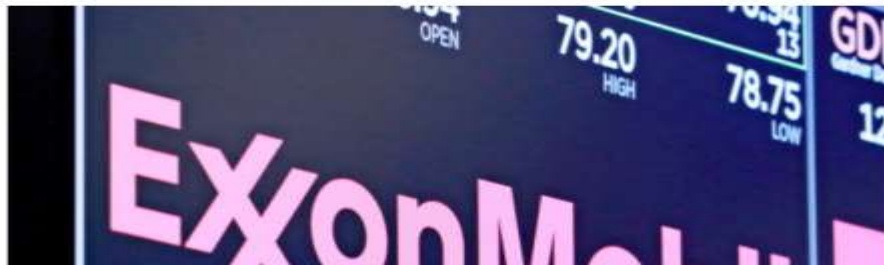
NYダウ構成銘柄、エクソンなど除外 アップル株分割受け

北米 [+フォローする](#)

2020年8月25日 8:02

保存

📄 📧 📄 🐦 📘 📌



「エクソンは06年～12年に時価総額で米国最大の企業だった。世界経済の成長が続き、石油消費も伸びるとの前提でマネーがエネルギー企業に集まった時代だ。ところが環境配慮の「ESG」投資の広がり、エネルギー企業は投資家から敬遠されるようになった。」

日本の企業も動き出している 日鉄も、50年に排出ゼロ 水素利用や電炉拡大を表明

世界の鉄鋼大手が環境対応を本格化している

日本製鉄	2050年に温暖化ガス実質ゼロの目標設定へ。水素製鉄法の実用化を急ぐ
アルセロール・ミタル(ルクセンブルク)	50年までに全世界でCO2排出の実質ゼロを目指す
ティッセン・クルップ(ドイツ)	50年以降のCO2排出実質ゼロの目標に向け、水素製造工場の建設を計画
宝武鋼鉄集団(中国)	豪英資源大手のBHPグループと、温暖化ガスの排出削減の技術開発で覚書を締結

現代：人類史上第3の大変革期

分散型RE100社会

持続可能産業革命

情報革命

格差・矛盾 地球規模環境破壊 パンデミック

社会理論

化石資源依存
大量生産文明

民主主義 格差・矛盾

産業革命

科学革命

中世

宗教・倫理

格差・矛盾

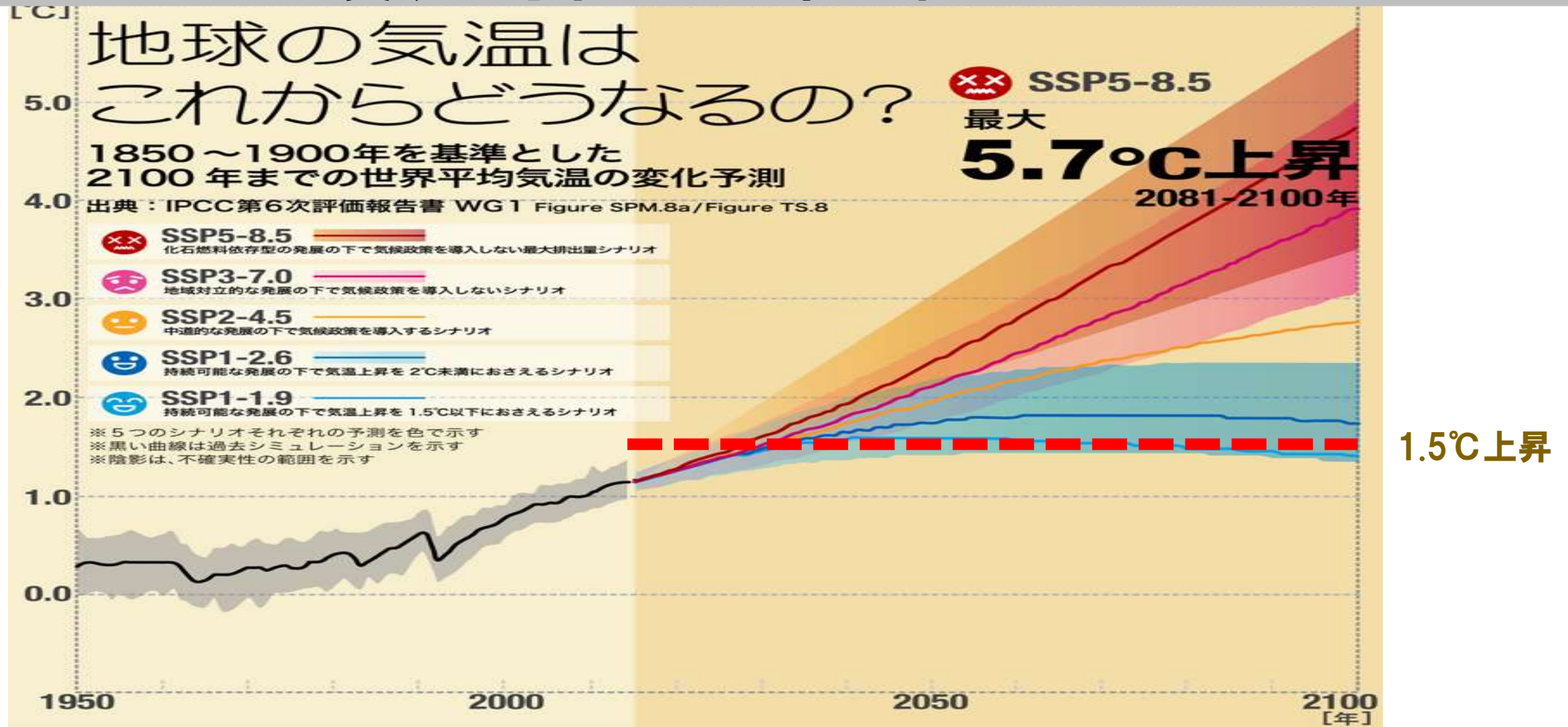
古代農業革命

採集漁撈文明



2021.8 IPCC 6次報告書:

人為による気候大変動: 世界の気温大上昇を予測 賢明な対策をすれば低く抑えられるが



IPCC気候変動に関する政府間パネル第6次報告書第一作業部会報告政策決定者むけ要約をもとに
JCCCA全国地球温暖化防止活動推進センター作成。1.5°Cの点線加筆。

IPCC 緩和と適応のシナリオ群

SSP: Shared Socioeconomic Pass
(共有された社会経済パス)

温暖化緩和のための挑戦・困難

★ SSP 5

(緩和策=CO₂削減中心)
化石燃料依存の展開
技術的対策中心

★ SSP 3

(困難な課題)
地域間対立・制度不全
苦難の道

★ SSP 2

(中位の課題)
中道

★ SSP 1

(容易)
持続可能

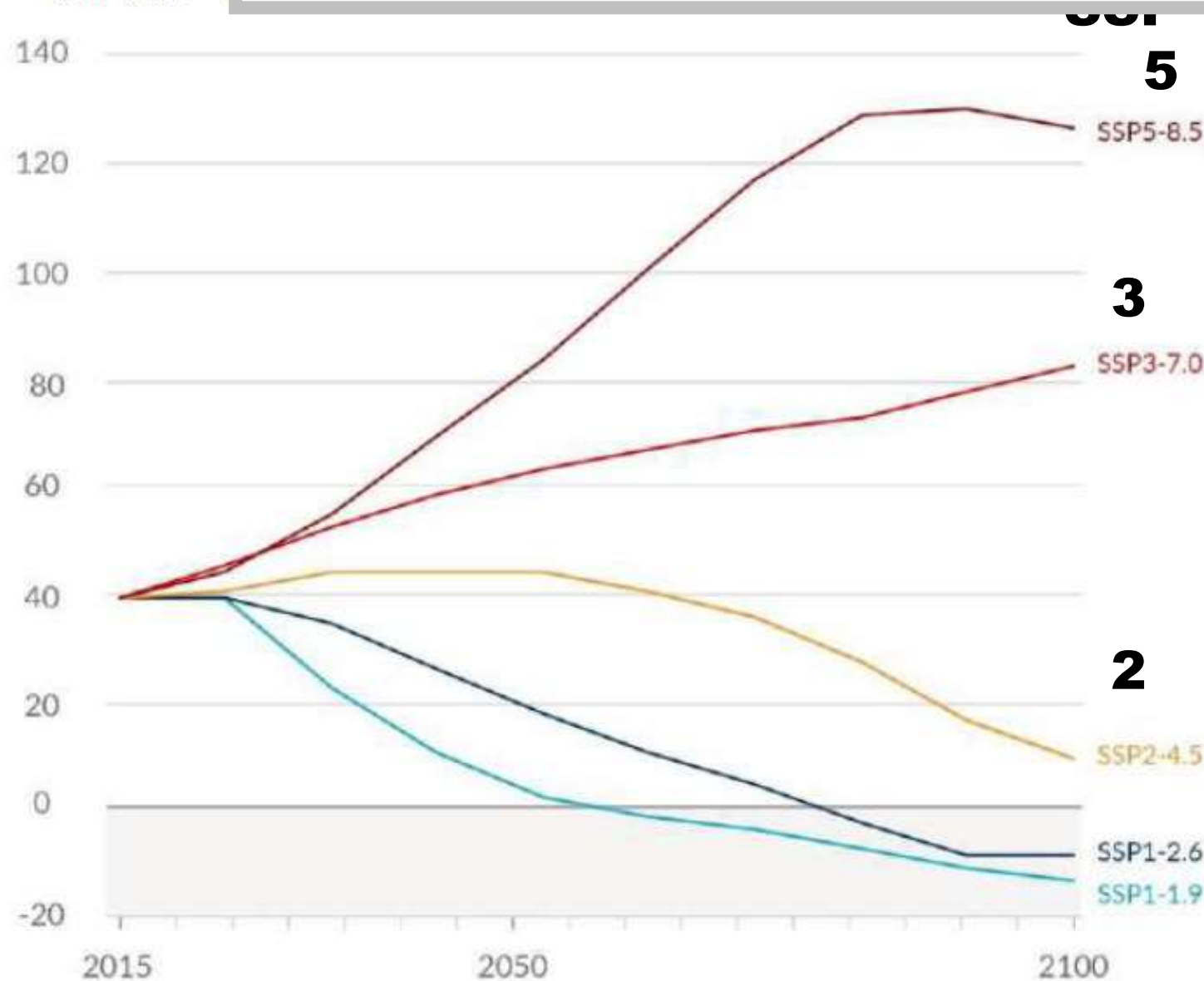
★ SSP 4

(適応対策中心)
不平等・不均等

温暖化適応のための挑戦・困難

IPCC AR6. シナリオとCO₂の応答

二酸化炭素 (CO₂)



温暖化緩和のための挑戦・困難

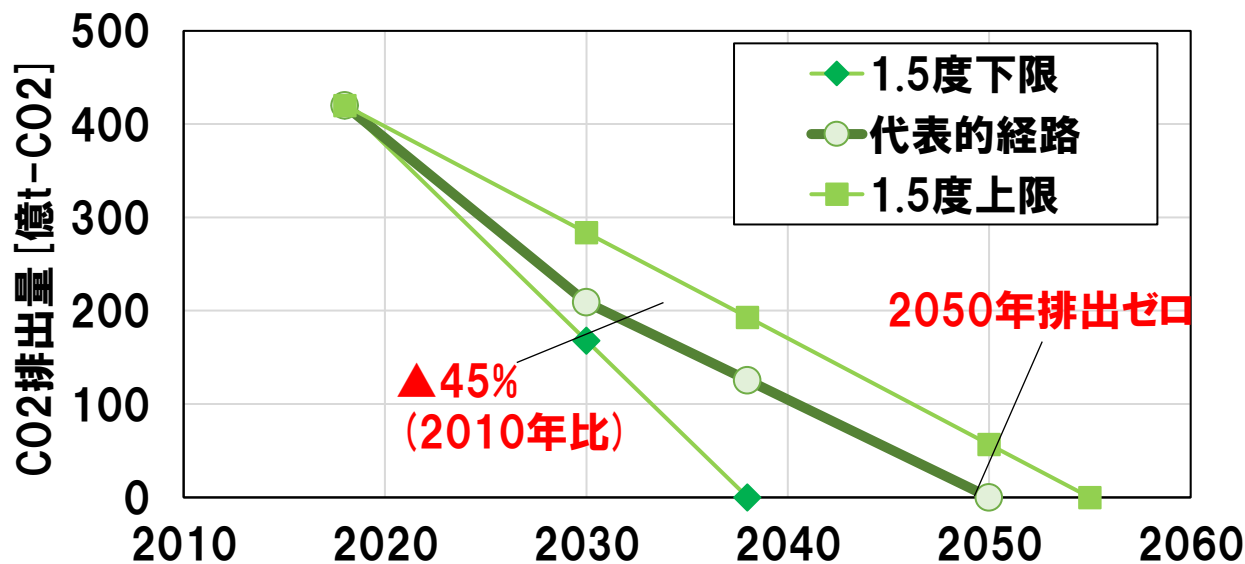
★ SSP 5 (緩和策=CO ₂ 削減中心) 化石燃料依存の展開 技術的対策中心	★ SSP 3 (困難な課題) 地域間対立・制度不全 苦難の道
★ SSP 2 (中位の課題) 中道	
★ SSP 1 (容易) 持続可能	★ SSP 4 (適応対策中心) 不平等・不均等

cioeconomic Pass
社会経済パス)

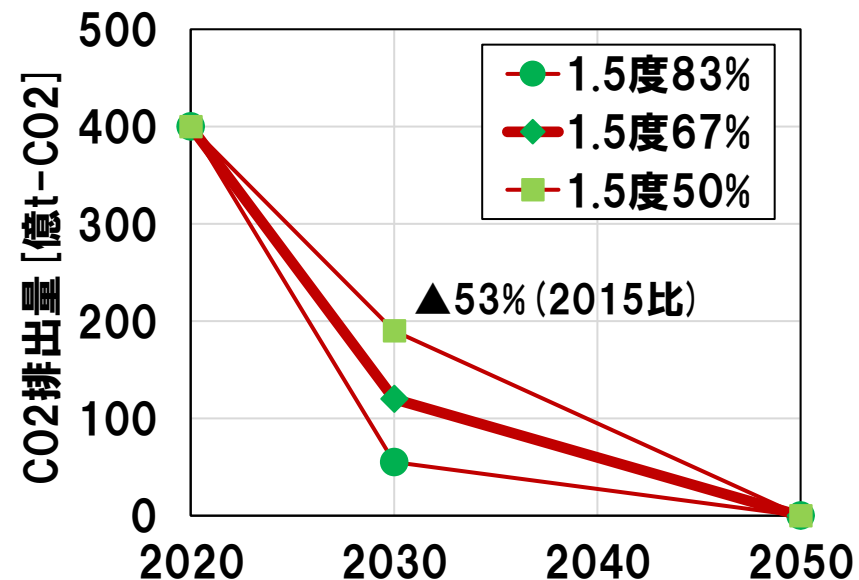
温暖化適応のための挑戦・困難

IPCC AR6 WG1: 気温上昇1.5°C未満抑制のための 世界のCO₂排出抑制課題はさらに厳しくなった

IPCC気候変動に関する政府間パネル 1.5°C特別報告書(2018年発表)



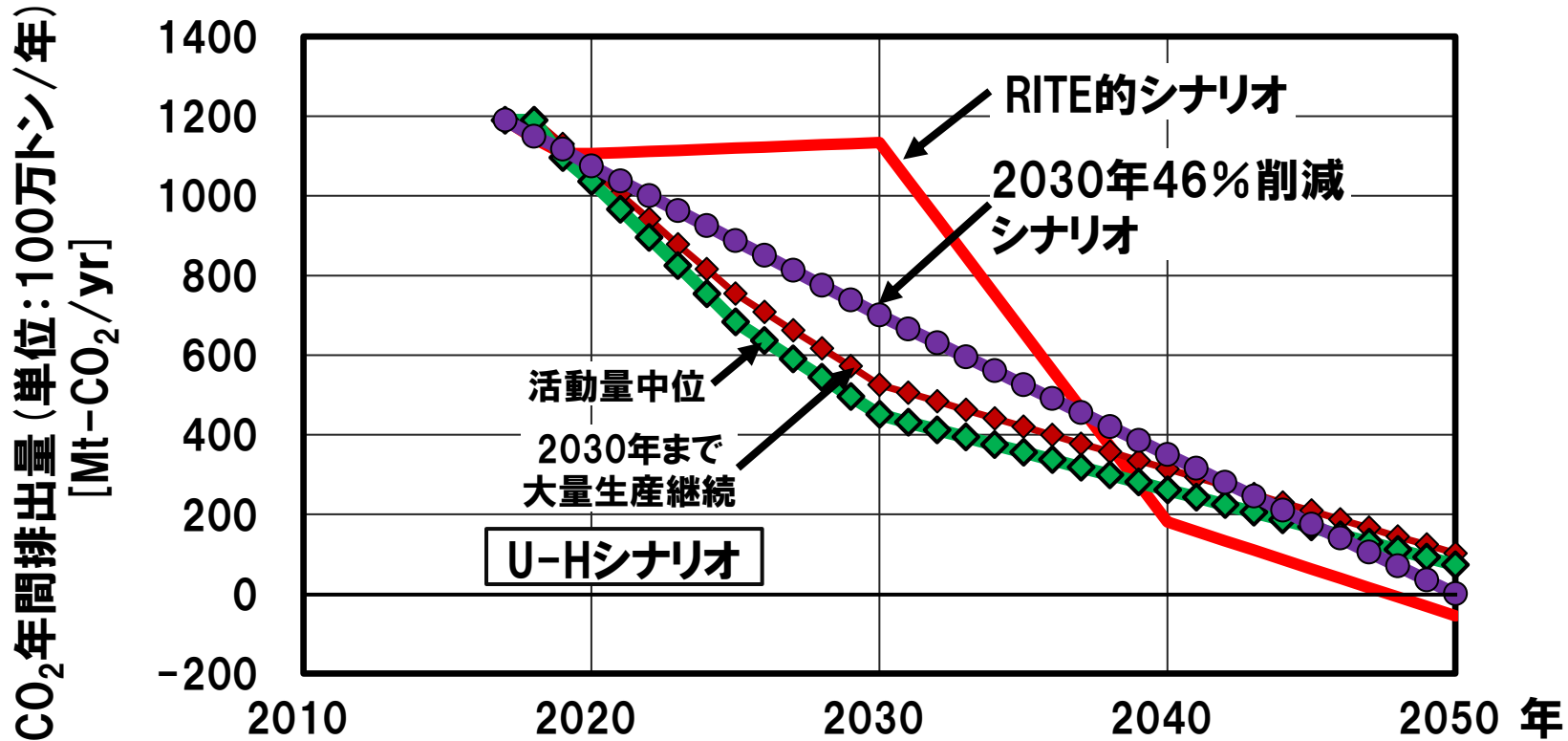
IPCC気候変動に関する政府間パネル 第6次報告書第一作業部会報告書 (2021年8月発表)



これをもとに2050年排出ゼロが多くの国・自治体・企業の目標になった。

- 最近の知見で、さらに厳しくなった。
- 先進国は人口あたり排出量が世界平均の2倍。歴史的排出量も多く、厳しい削減を求められる

日本でのシナリオの議論より



資エネ庁、2050年カーボンニュートラルを見据えた2030年に向けたエネルギー政策の在り方、総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会(第43回会合)資料1、4.28、2021。

https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/2021/042/042_004.pdf

秋元圭吾、佐野史典、2050年カーボンニュートラルのシナリオ分析(中間報告)(RITE提出資料)、総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会(第43回会合)資料2、5.13、2021。

https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/2021/043/043_005.pdf

表 SPM.2: 過去の CO2 排出量及び 残余カーボンバジェット推定値。

残余カーボンバジェットの推定値は、2020 年初頭から世界全体で CO2 排出量が正味ゼロに到達する時点まで算出されている。これらは、CO2 排出量で示しているが、非 CO2 [温室効果ガス] の排出による地球温暖化の影響も評価している。本表における地球温暖化とは、人為的な世界平均気温の上昇を示しており、個々の年における世界全体の気温に対する自然変動の影響は含まれていない。

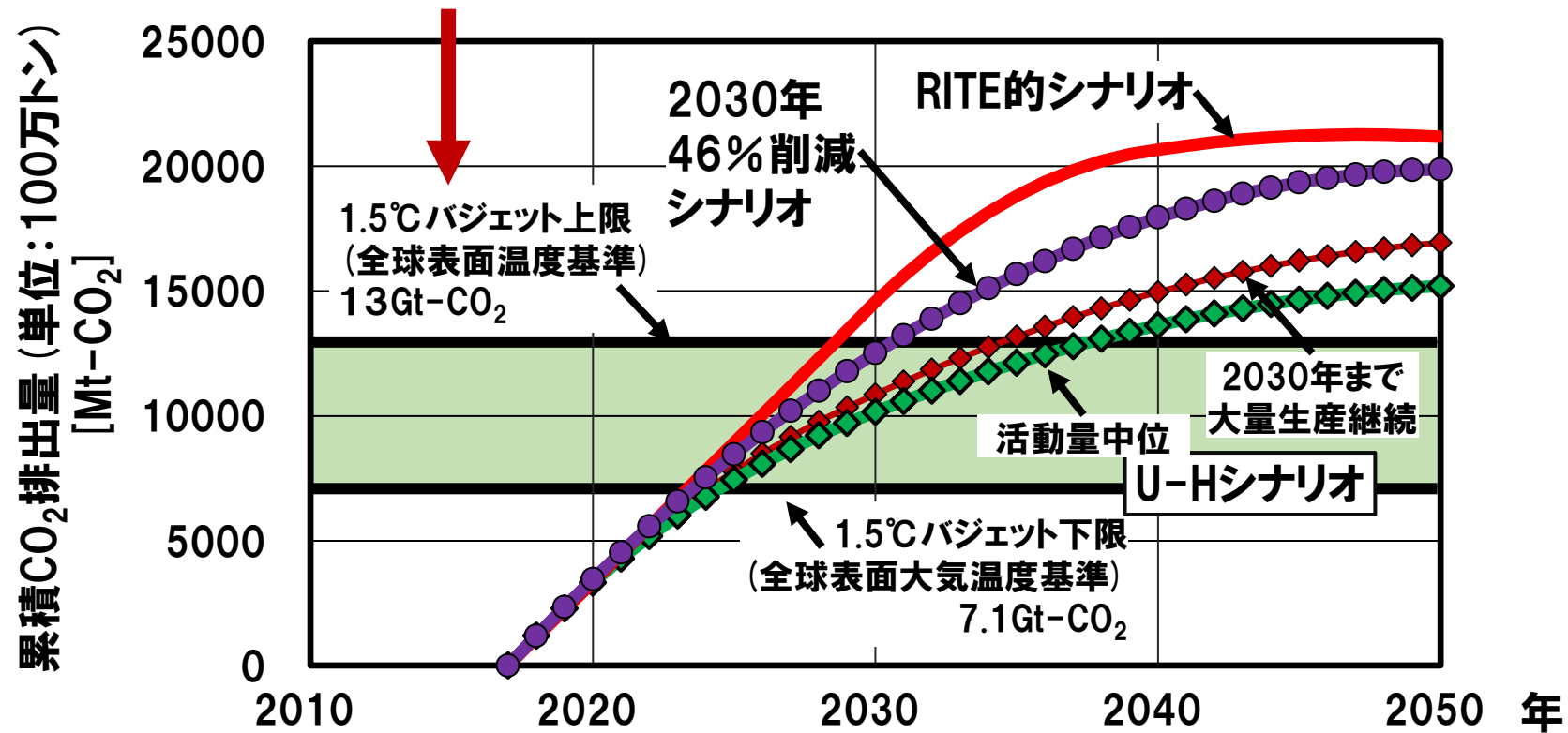
1850～1900 年から 2010～2019 年にかけての地球温暖化 (°C)	1850～2019 年にかけての過去の累積 CO2 排出量 (GtCO ₂)
1.07 (可能性が高い範囲: 0.8～1.3)	2390 (可能性が高い範囲: ± 240)

1850～1900 年を基準とする気温上限までのおよその地球温暖化 (°C) *(1)	2010～2019 年を基準とする気温上限までの追加的な地球温暖化 (°C)	2020 年初頭からの残余カーボンバジェット推定値 (GtCO ₂) 気温上限までで地球温暖化を抑制できる可能性*(2)					非 CO2 [温室効果ガス] 排出削減量のばらつき*(3)
		17%	33%	50%	67%	83%	
1.5	0.43	900	650	500	400	300	非 CO2 [温室効果ガス] 排出削減量の増減により、左記の値は 220 GtCO ₂ 以上増減しうる
1.7	0.63	1450	1050	850	700	550	
2.0	0.93	2300	1700	1350	1150	900	

43 カーボンバジェットという用語は、他の人為的な気候強制力の影響を考慮した上で、地球温暖化を所与の確率で所与の水準に抑えるのことにつながる、世界全体の正味の人為的累積 CO2 排出量の最大値を意味する。これは、工業化以前の時代を起点とした場合は総カーボンバジェットと呼ばれ、最近の特定の時期を起点とした場合は残余カーボンバジェットと呼ばれる(用語集参照)。過去の累積 CO2 排出量は、これまでの温暖化を大部分決定するが、将来の排出は将来の追加的な温暖化を引き起こす。残余カーボンバジェットは、温暖化を特定の気温水準以下に抑えつつ、あとどれだけの CO2 を排出しうるかを示す。

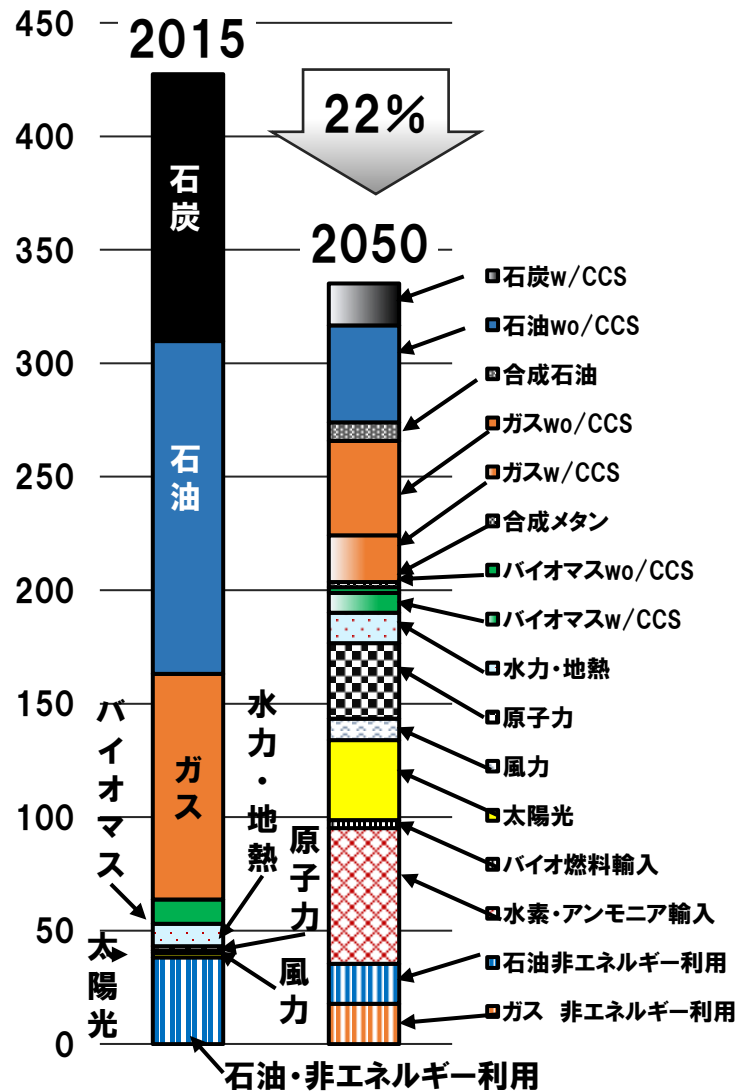
日本の現状：カーボンバジェットの自覚 大幅遅れ

1.5°C特別報告書(2018年発表)のもの

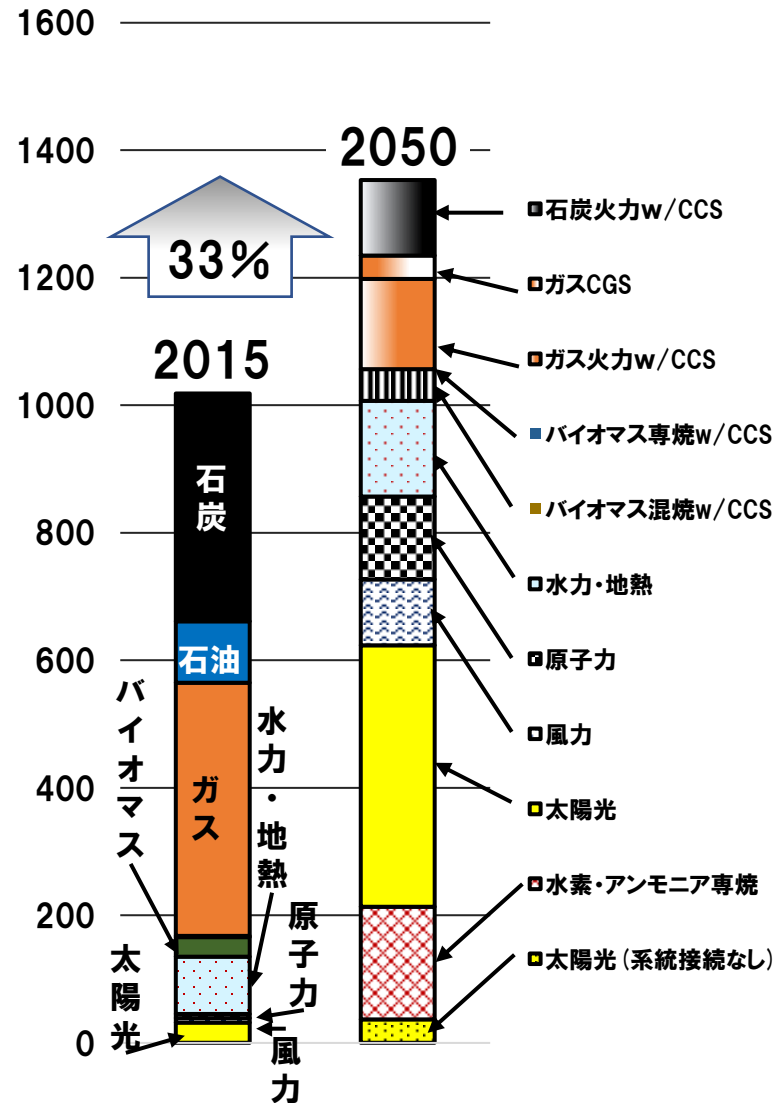


基本政策分科会：RITEによる2050参考値ケースの結果

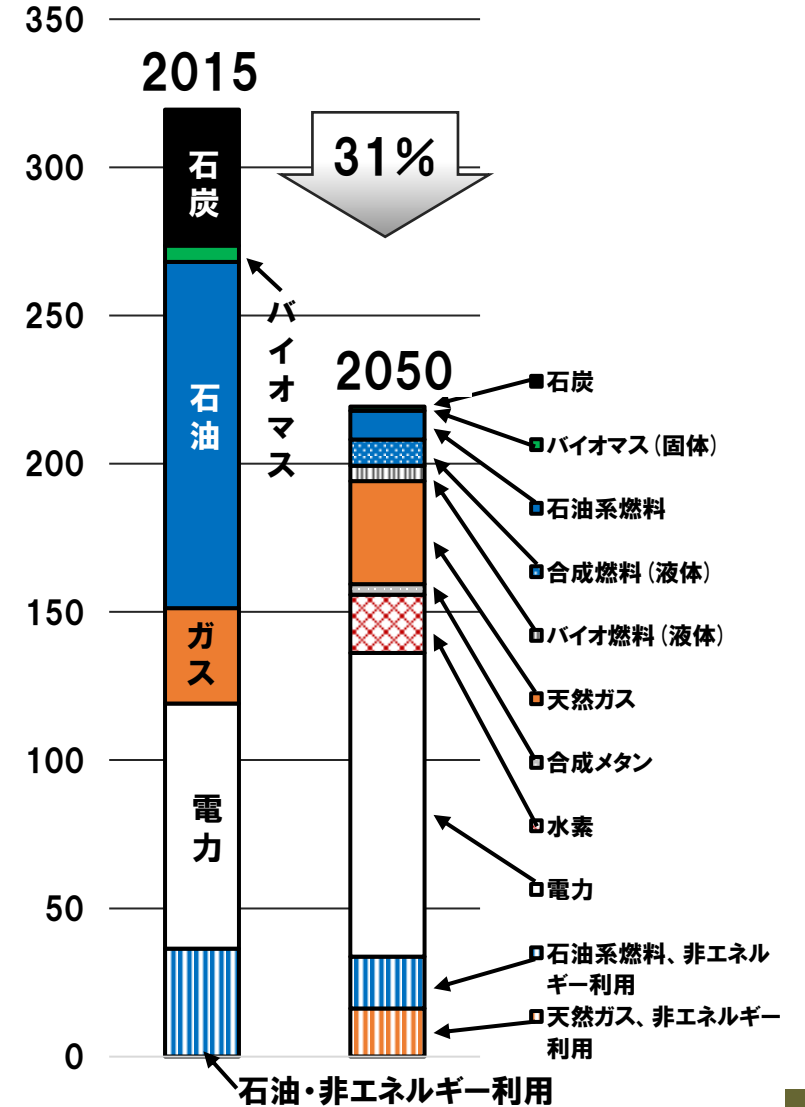
1次エネルギー供給 [Mt-Oe/yr]



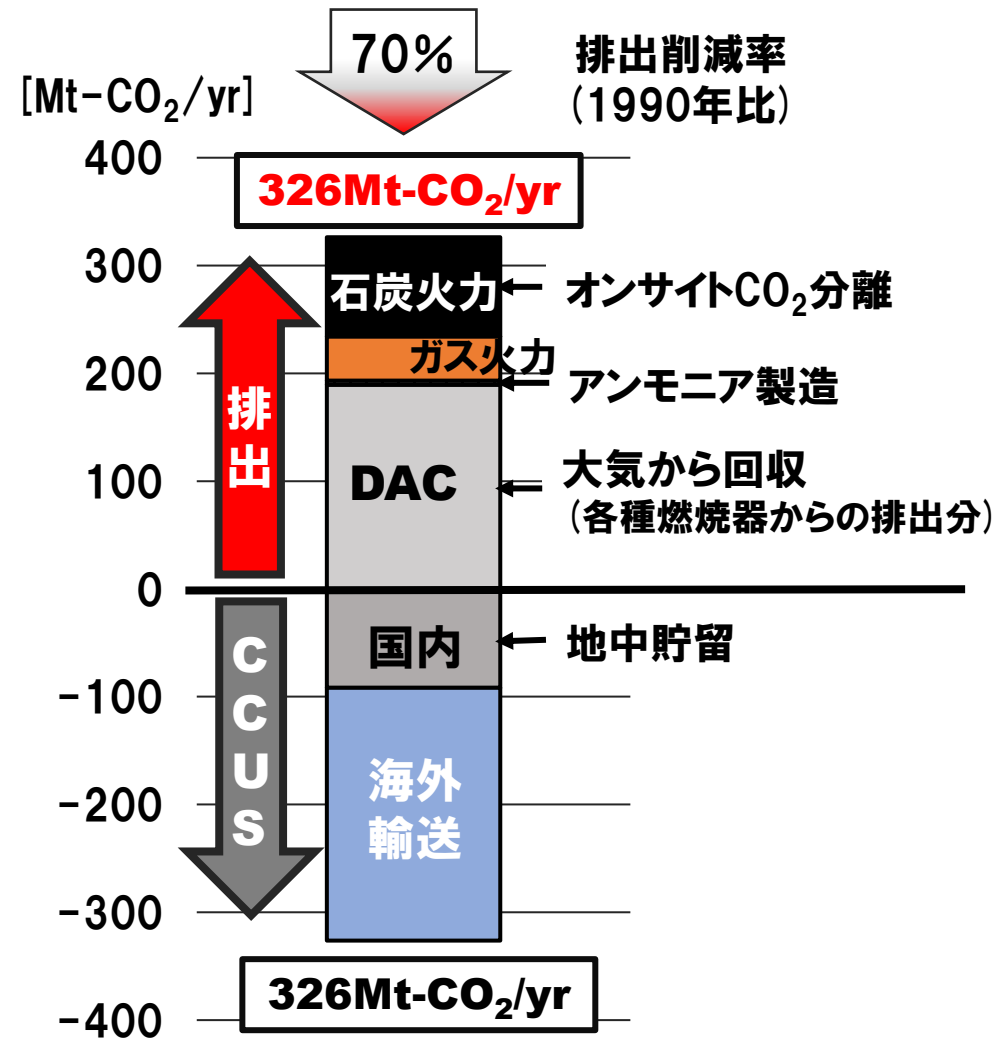
発電電力量 [TWh/yr]



最終エネルギー消費量 [Mt-Oe/yr]



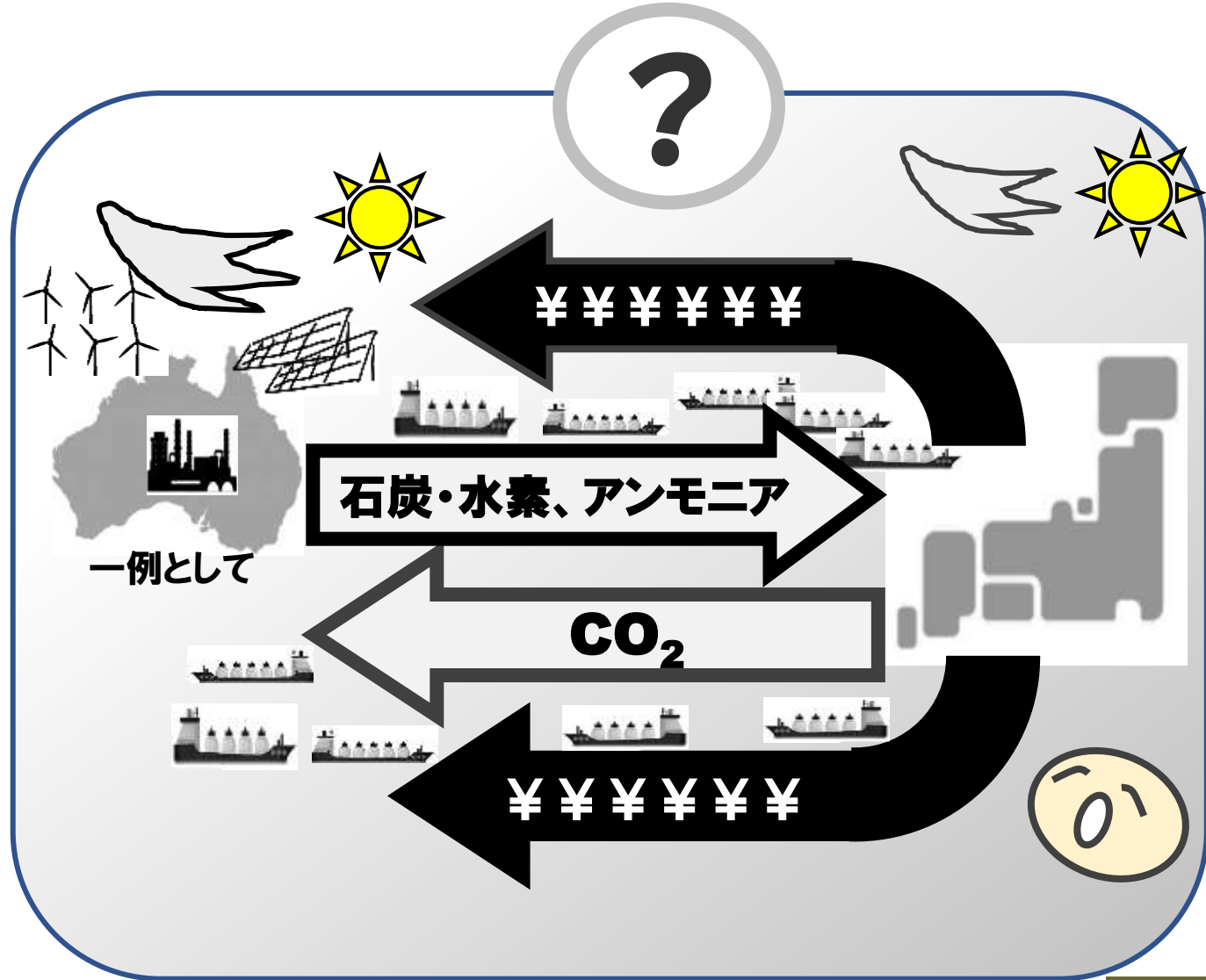
RITEによる2050参考値ケースのCO₂バランス



CCSに適地なし

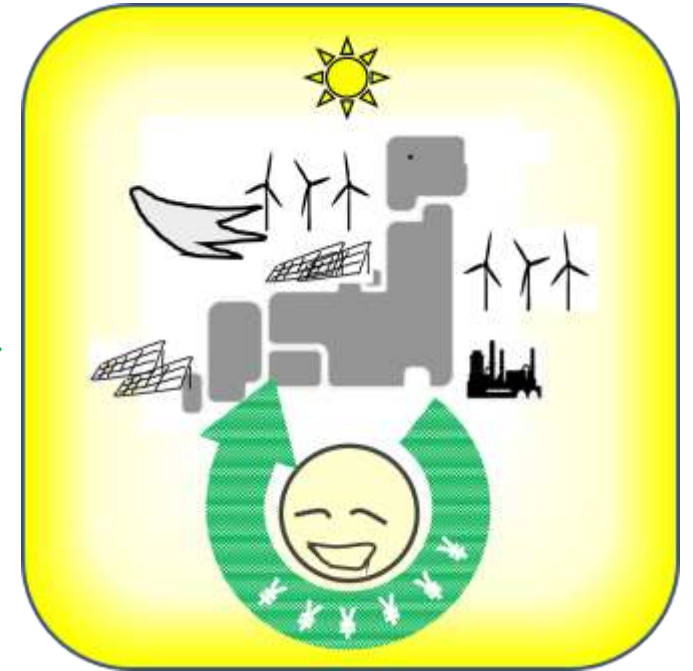
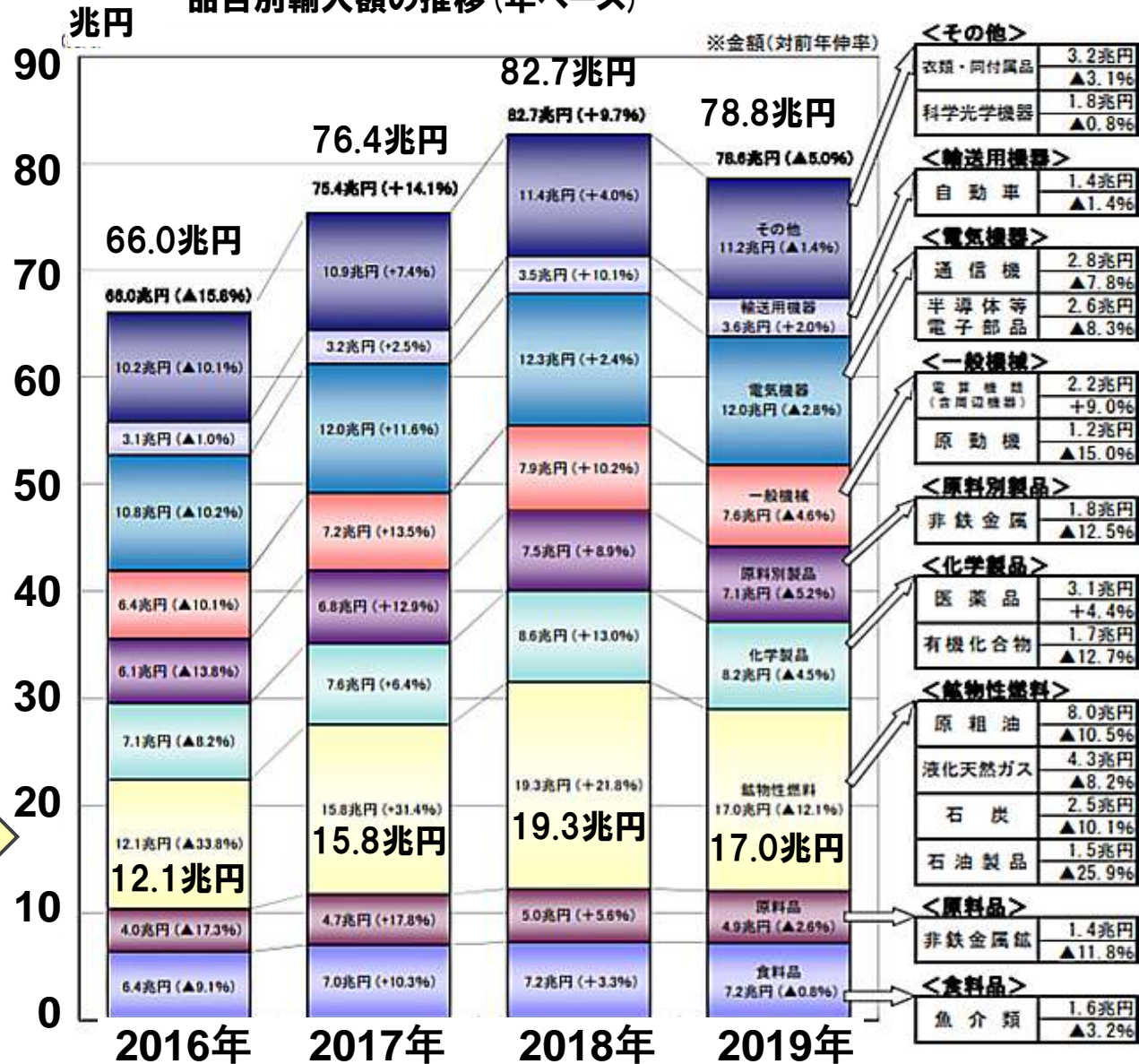


アンモニア・水素？ せっきかくのエネルギー自立のチャンスをなぜ？

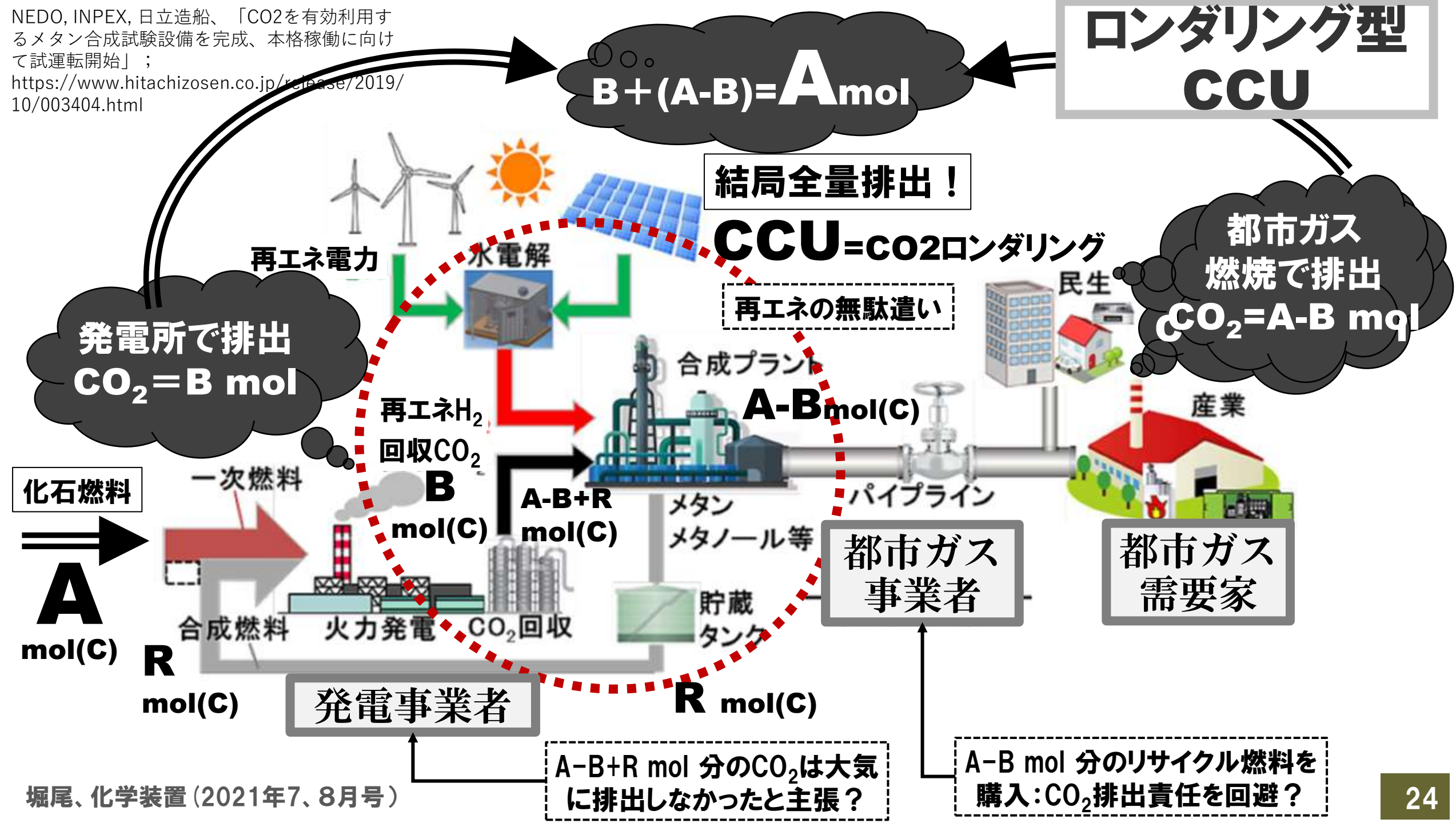


エネルギーシフト(=RE100) はエネルギー自立

品目別輸入額の推移 (年ベース)



NEDO, INPEX, 日立造船、「CO2を有効利用するメタン合成試験設備を完成、本格稼働に向けて試運転開始」;
<https://www.hitachizosen.co.jp/release/2019/10/003404.html>



トヨタ脱炭素 水素エンジンから



鈴鹿サーキットのピットで整備中のトヨタ自動車の水素エンジン車＝いずれも9月、三重県鈴鹿市

EV一辺倒の政策に警鐘

トヨタ自動車が、二酸化炭素(CO₂)をほぼ出さない水素エンジン車でレース参戦を続けている。エンジン開発や、水素供給の仕組みづくりの狙いがある。ただレースに際しての豊田章男社長の言葉からは、ガソリン車を廃止して電気自動車(EV)に傾きがちな政府の脱炭素政策に警鐘を鳴らす狙いも透ける。



豊田章男社長

政府は、2050年までの脱炭素を宣言し、35年までに乗用車の新車販売で純粋なガソリン車をゼロにすることを掲げている。

こうした政策を念頭に5月、初参戦した富士スピードウェイ(静岡県小山町)の耐久レースでの記者会見で豊田社長はこう話した。「全部がEVになったら日本でカーボンニュートラル(脱炭素)は達成できない」

日本は欧州のように再生可能エネルギーの普及が進まず、電源構成の7割超を化石燃料由来の火力発電が占める。その電気を使ってEVを走らせても間接的にCO₂を排出する。電力の脱炭素化に伴わないEVへの転換は、必ずしも脱炭素の実現にはならない。

EVは、電池製造時に大量のエネルギーを使う。現状で車両組み立て、走行、廃棄といった「車の生涯」を考えれば、EVはCO₂を単純には減らせない。脱炭素の切り札とは言いがたいというわけだ。

7月のオートポリス(大分県日田市)のレースの際にはこんな発言もしている。

「敵は炭素で、内燃機関(エンジン)ではない」

トヨタは世界で初めて、エンジンとモーターを併用するハイブリッド車(H

V)の量産化に成功。EVや燃料電池車も含めて、「全方位」で電動車を広げる戦略だ。

一方、豊田社長は水素エンジンに注目。世界初となる水素エンジン車でレース参戦を主導した。水素などからつくる合成燃料の研究も進んでいる。ガソリンから切り替えればCO₂排出量を減らせるという。

エンジン技術を捨てる必要はない。脱炭素への道はEVだけではない。こんな思いが隠れている。脱炭素が雇用問題につながることに危機感も抱く。

「自動車産業の550万人の仕事と生活を守る使命がある。他の仕事にシフトするのは簡単ではない」

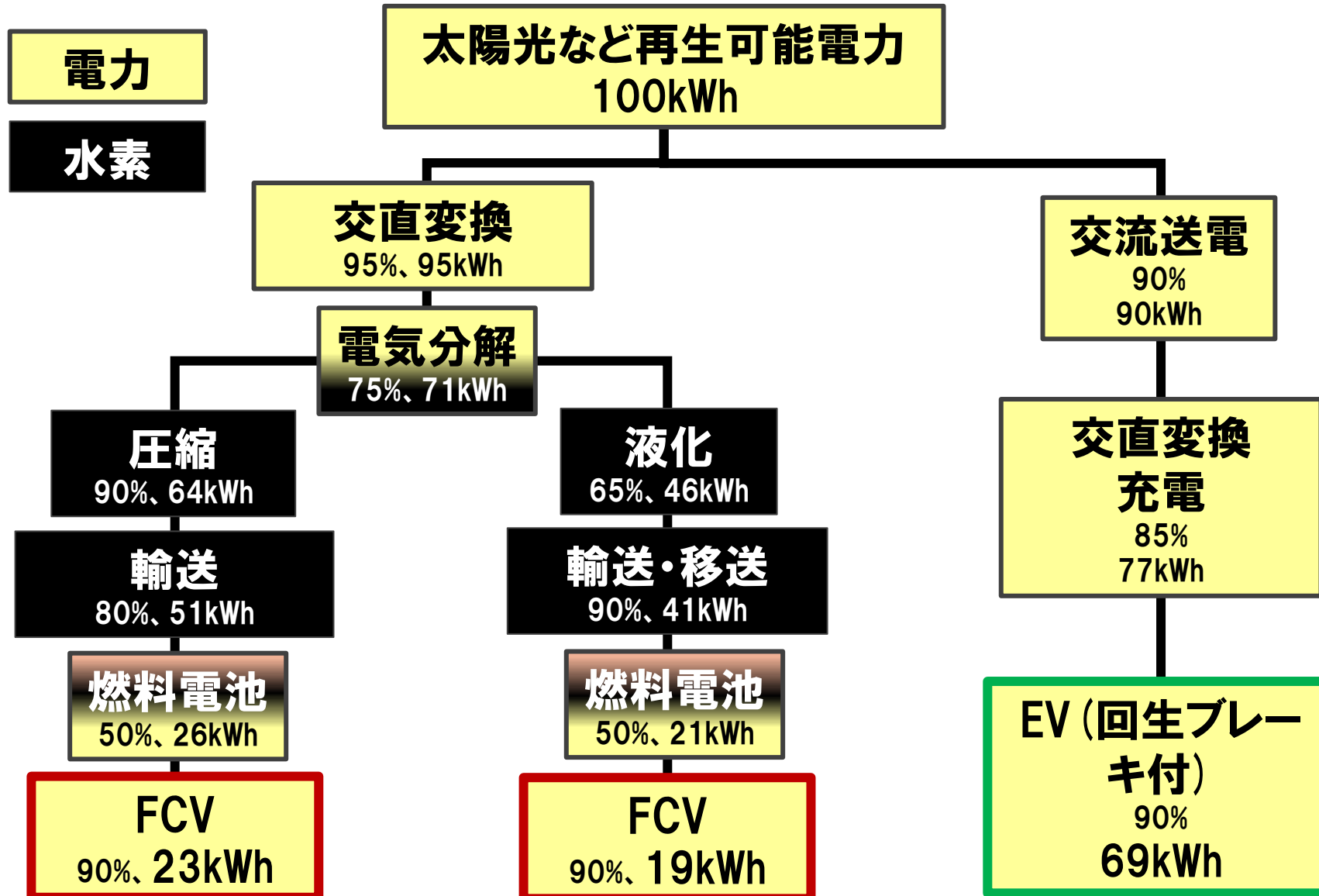
9月、鈴鹿サーキット(三重県鈴鹿市)での発言だ。自動車関連産業の就業人口は製造業や運送業、販売なども含めて約542万人。今のエンジン車の部品は約3万点だが、EVになると部品が約1万点少なくなる。企業の淘汰や雇用問題につながりかねない。国内が火力発電に頼ったままなら、再生エネルギーが調達しやすく、脱炭素化が容易な海外に工場が移るおそれもあるという。

(近藤郷平)

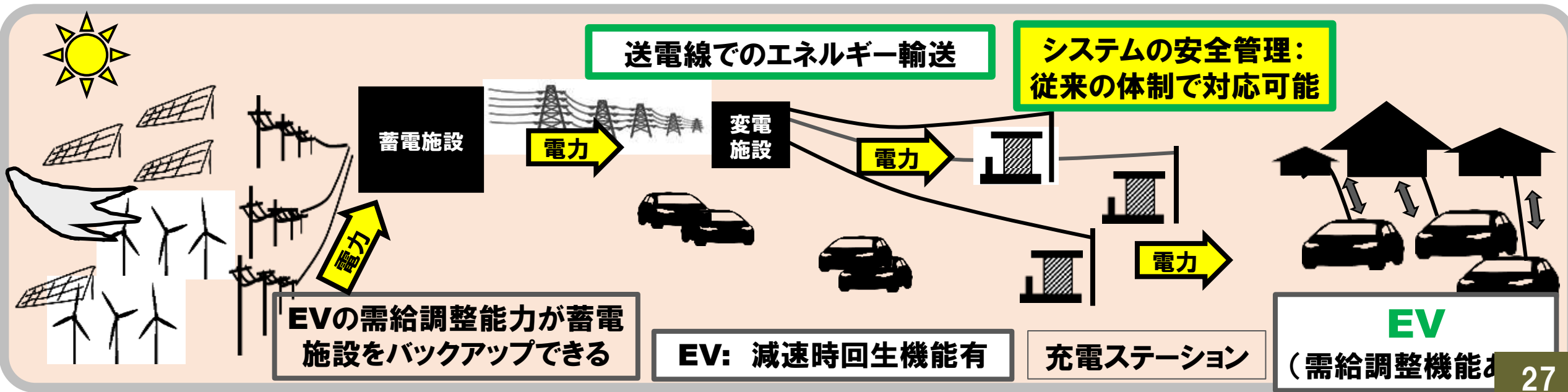
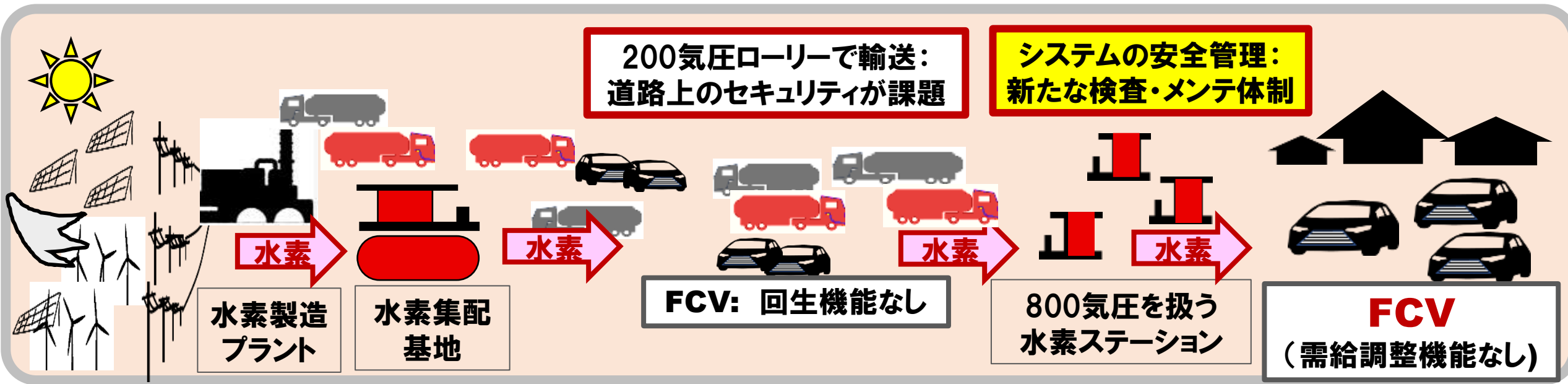
2021. 10. 12

翼賛報道

二兎を追っている暇はあるのか？



EVベースのシステムの優位性はほぼ明白



**既存技術で省エネを進め、化石火力を段階的に休止し、
再エネ導入をすれば、原子力、CCUS、アンモニア等輸入
なしで、2030、2050年目標は達成できる**

高圧水素、水素輸送船、アンモニア燃焼、CO₂分離関係は フォアキャスティング的パラダイム

日経、2021.11. 5

脱炭素技術、日本勢が先行 上位10社中5社 水素やEV特許多く

データ解析企業のアスタミューゼ(東京・千代田)は世界の主要企業が持つ脱炭素の技術の特許の価値を分析し、2050年時点で期待される炭素削減の規模からランキングを作った。上位10社中、日本企業は5社が入り最多だった。水素関連や電気自動車(EV)、パワー半導体など削減効果の大きな技術で特許を多く持つことが反映された。

日本経済新聞社はアスタミューゼに出資している。分析は米コンサル大手のペイン・アンド・カンパニーと共同で実施した。日本経済新聞社はアスタミューゼに出資している。分析は米コンサル大手のペイン・アンド・カンパニーと共同で実施した。

日本勢は上位10社中5社を占め最多だった。水素や太陽電池など脱炭素に貢献する技術の分野で、多くの国がカーボニュートラルをめざす50年時点で、それぞれの技術が二酸化炭素(CO₂)などを減らす能力を推定。企業が持つ関連の特許の質や権利の残存期間などから評価したスコアも算出し、それを算出し順位づけた。

世界トップはトヨタ自動車だった。燃料電池車や水素関連、EVなどの技術が評価されている。3位には三菱重工業が入った。CO₂を吸収、分離し、地中に埋めたり有用な物質に変換したりする「CCUS」の技術が評価された。6位の日立製作所は産業機器の電化技術や電力を効率よく制御するパワー半導体、7位の東芝はCCUSや水力発電の技術などが評価された。日本勢は上位20社で見ても

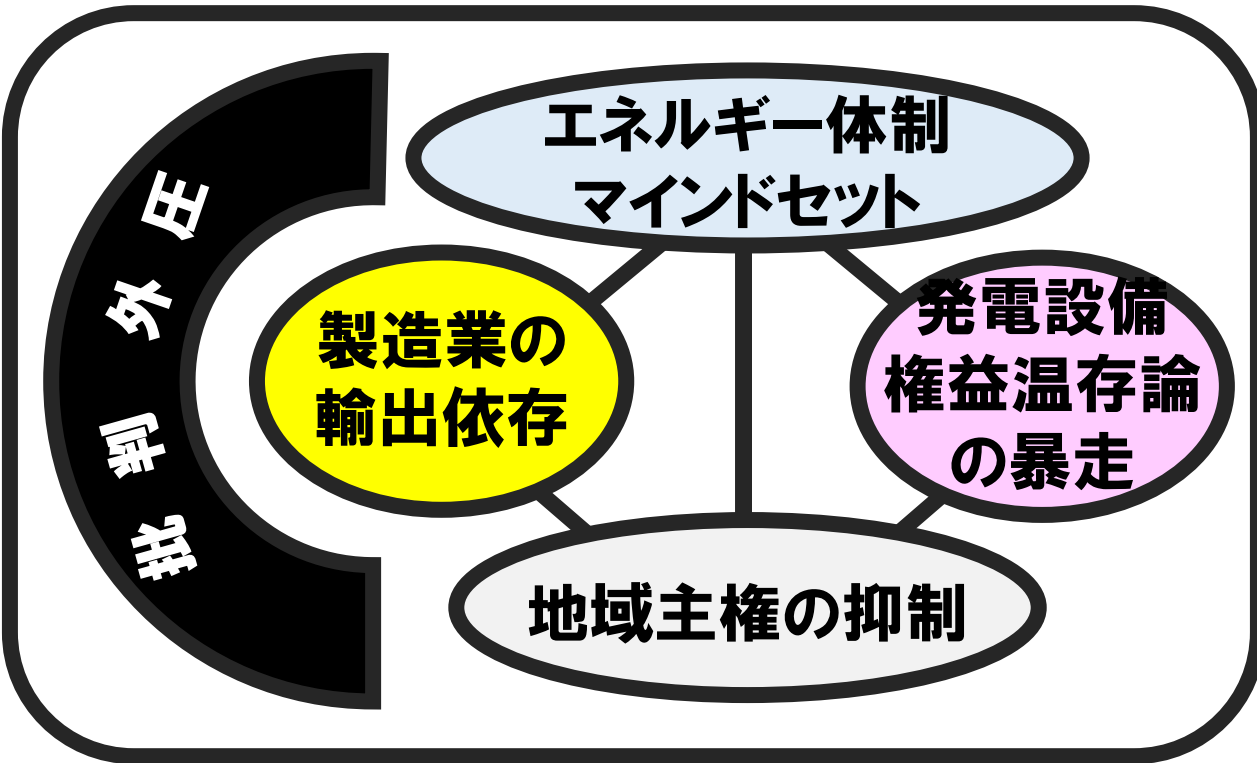
日本勢は上位10社中5社を占め最多だった	
企業名(カッコ内は国籍)	主な技術の例
1位 トヨタ自動車(日本)	燃料電池車、水素インフラ、電気自動車
2位 ゼネラル・エレクトリック(米)	炭素の地層注入、高効率火力発電
3位 三菱重工業(日本)	CO2吸収素材、高効率火力発電
4位 シーメンス(独)	水素・アンモニア発電、風力発電
5位 現代自動車(韓国)	燃料電池車、水素インフラ
6位 日立製作所(日本)	産業機器電化、パワー半導体
7位 東芝(日本)	CO2吸収素材、水力発電
8位 エクソンモービル(米)	CO2吸収素材
9位 ホンダ(日本)	燃料電池車、水素インフラ、電気自動車
10位 ハネウエル・インターナショナル(米)	フロン類の排出抑制

(出所)アスタミューゼ

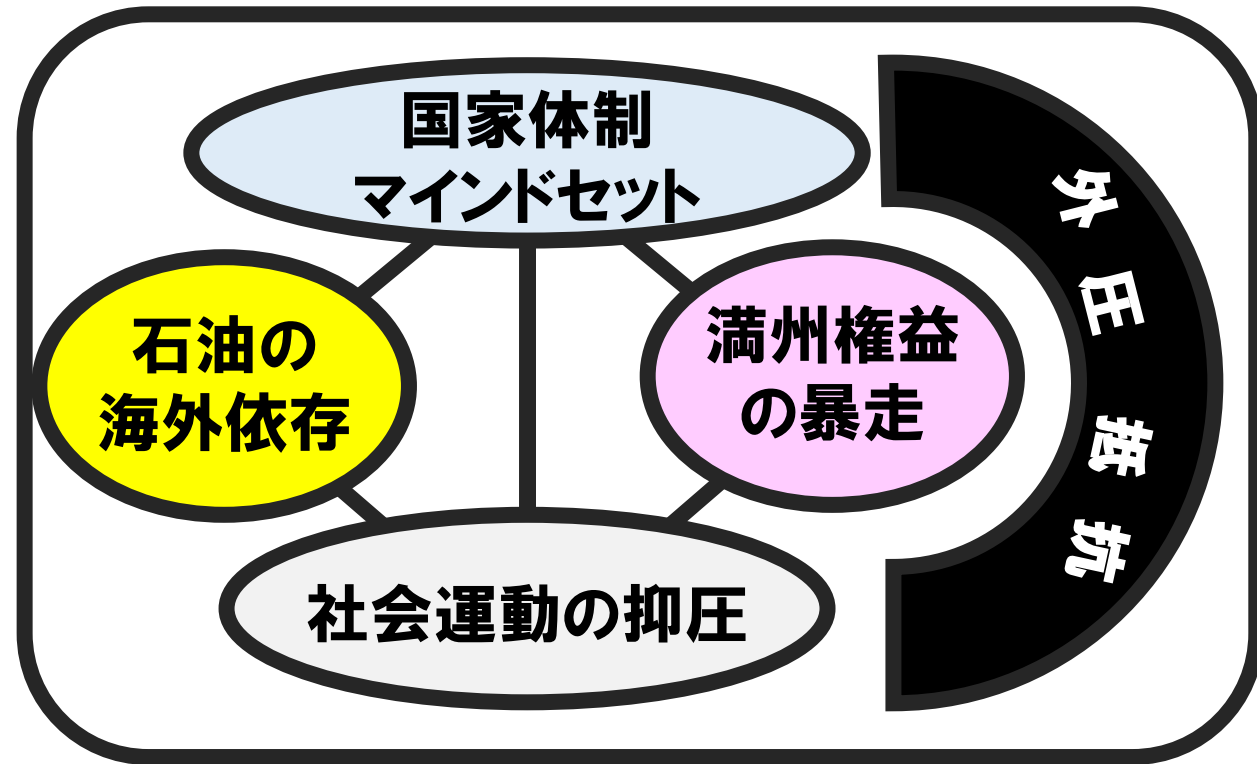
日本勢は上位10社中5社を占め最多だった		
	企業名(カッコ内は国籍)	主な技術の例
1位	トヨタ自動車(日本)	燃料電池車、水素インフラ、電気自動車
2位	ゼネラル・エレクトリック(米)	炭素の地層注入、高効率火力発電
3位	三菱重工業(日本)	CO2吸収素材、高効率火力発電
4位	シーメンス(独)	水素・アンモニア発電、風力発電
5位	現代自動車(韓国)	燃料電池車、水素インフラ
6位	日立製作所(日本)	産業機器電化、パワー半導体
7位	東芝(日本)	CO2吸収素材、水力発電
8位	エクソンモービル(米)	CO2吸収素材
9位	ホンダ(日本)	燃料電池車、水素インフラ、電気自動車
10位	ハネウエル・インターナショナル(米)	フロン類の排出抑制

(出所)アスタミューゼ

日本のエネルギー議論への感想



エネ基本計画をめぐる議論の様相



日米開戦前夜の様相

そもそもどういう未来を目指すのかを考えないと

エネルギー自立
で豊かな日本

バック
キャストイング

自然エネルギーによる
地域循環共生

原子力・石炭、「日本
にはエネルギーがな
い」に固執

バックキャストイングなし！

水素、アンモニアを輸入、
CO₂を逆有償輸出

日本沈没

課題は単純

エネルギー論的にはRE100は可能

省エネ

EV化、ZEB、
ZEH化、産業の
省エネ

脱化石燃料

脱石炭、脱石油・LNG

再エネ導入

太陽光、太陽熱、
風力、バイオマス

省エネの余地は十分ある

	2030年度	2050年度
LNG火力	発電会社想定通り拡大	(2050年までに停止)
石炭火力、石油火力	(2030年までに停止)	
素材製造業(鉄鋼、セメント、化学工業、製紙)	省エネ法ベンチマーク水準を各業種で達成(→同業種の優良工場ですでに取っている対策を業種全体に普及)	2030年原単位水準を維持
非素材製造業 非製造業	補助事業やESCO事業等で既実施の省エネ対策(25%削減)を全体に普及	2030年原単位水準を維持
運輸旅客部門	乗用車は現在の燃費規制のトップレベルに(45%改善)	乗用車、バスは電気自動車に転換(注:再エネ電力)
運輸貨物部門	トラックは現在の燃費規制のトップレベルに(15%改善)	トラックは電気自動車に転換(注:再エネ電力)
業務部門	省エネ機器、断熱建築の普及(55%改善)	断熱建築の普及(70%改善)
家庭部門	省エネ機器、断熱建築の普及(30%改善)	断熱建築の普及(50%改善)

2030年以降の技術改善を見込んでいない(電気自動車以外)。我慢対策は見込まない。

省エネの余地は十分ある

(4A) 洋紙製造業

目指すべき水準: 6626 MJ/t以下
平均値: 13727 MJ/t (前年13922 MJ/t)
標準偏差: 5318 MJ/t
達成事業者数/報告者数: 3/18(割合16.7%)
達成事業者: (株)エコペーパーJP
中越パルプ工業(株)
北越コーポレーション(株)

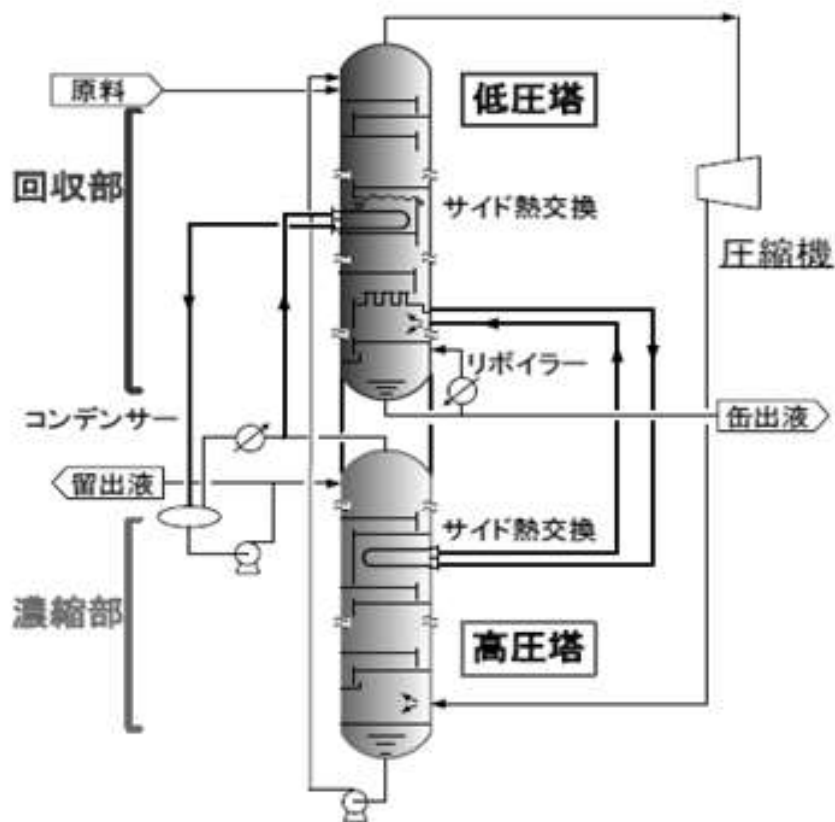
(4B) 板紙製造業

目指すべき水準: 4944 MJ/t以下
平均値: 7407 MJ/t (前年7764 MJ/t)
標準偏差: 3987 MJ/t
達成事業者数/報告者数: 7/32(割合21.9%)
達成事業者: いわき大王製紙(株)

令和2年6月16日
資源エネルギー庁

エネルギーの使用の合理化等に関する法律に基づく
ベンチマーク指標の実績について(令和元年度定期報告分)

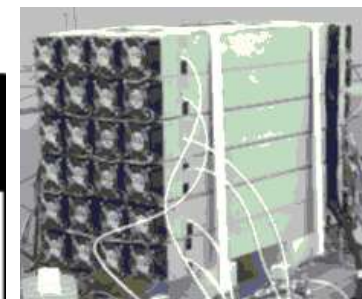
エクセルギー技術、回生技術でさらに大幅省エネが可能



SUPERHIDIC (SH) による 省エネ効果		
	SH	従来型
	kW	kW
リボイラー加熱	0	6055
コンプレッサー	917	0
各種ポンプ	89	64
省エネ効果		
現行電力使用時	約40%削減	
再エネ電力使用時	約80%削減	

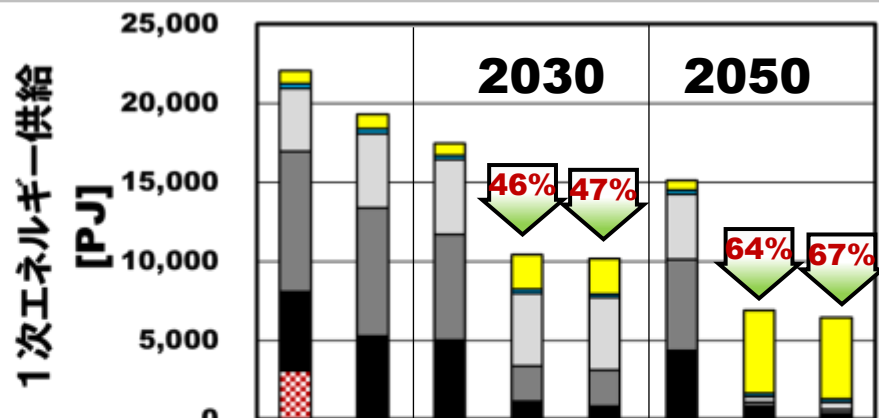


エクセルギー電池による 省エネ効果	
契約電力	72%削減
消費電力量	54%削減

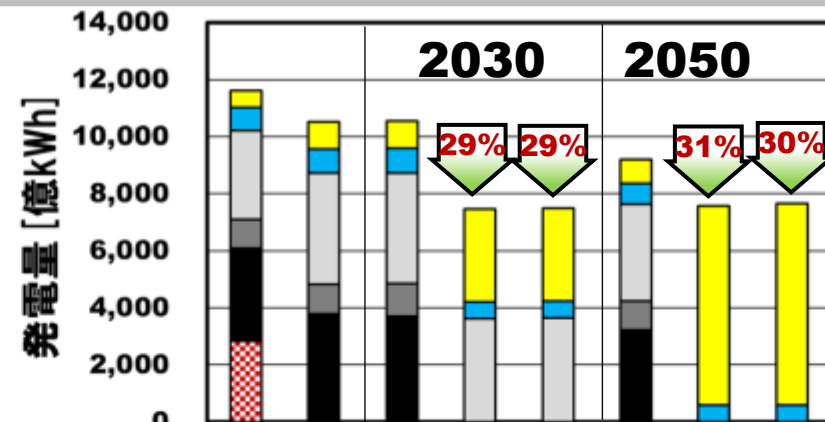


歌川-堀尾シナリオ:1次エネルギー & 発電量

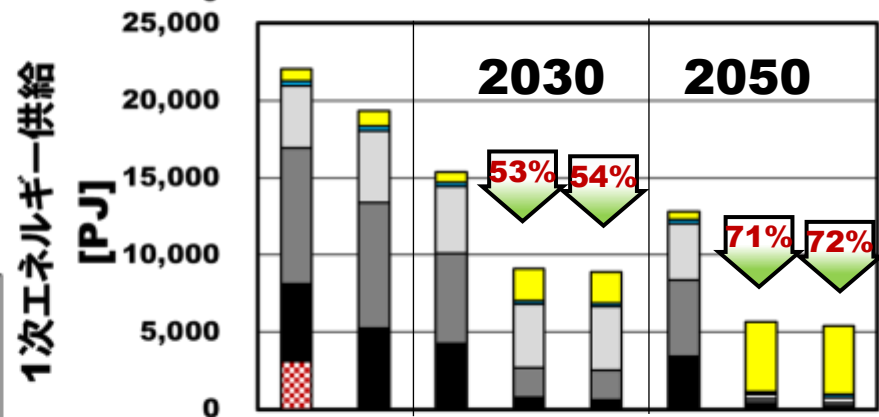
2030年まで
大量生産継続



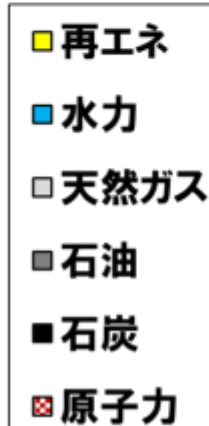
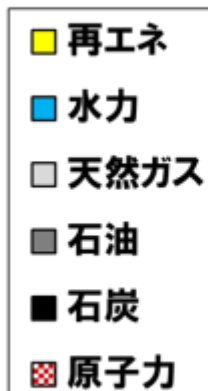
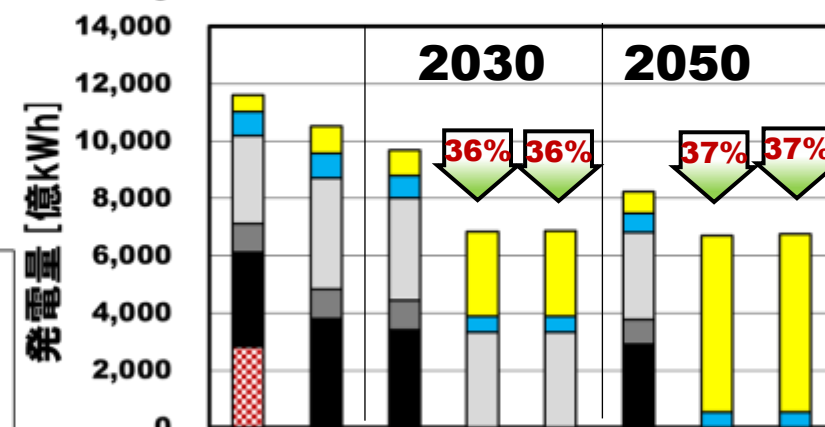
2030年まで
大量生産継続



活動量中位

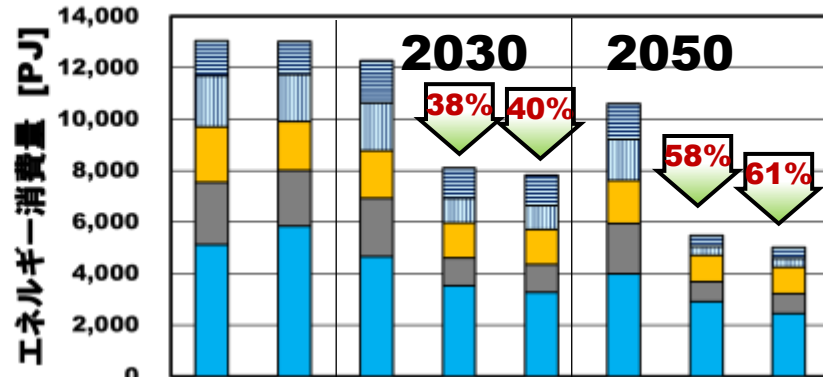


活動量中位

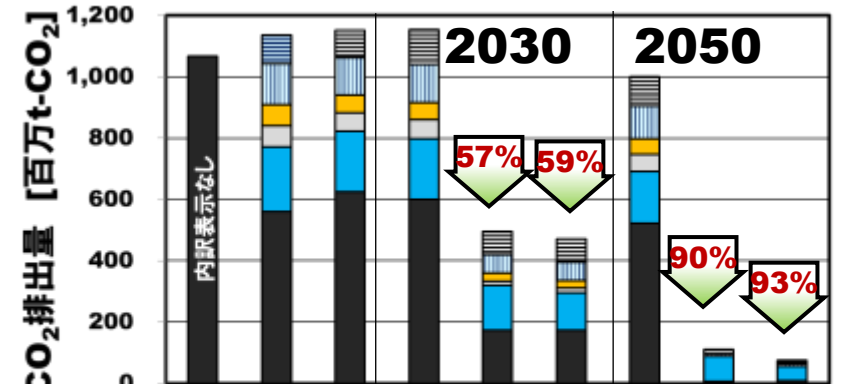


歌川-堀尾シナリオ:エネルギー需要 & CO₂

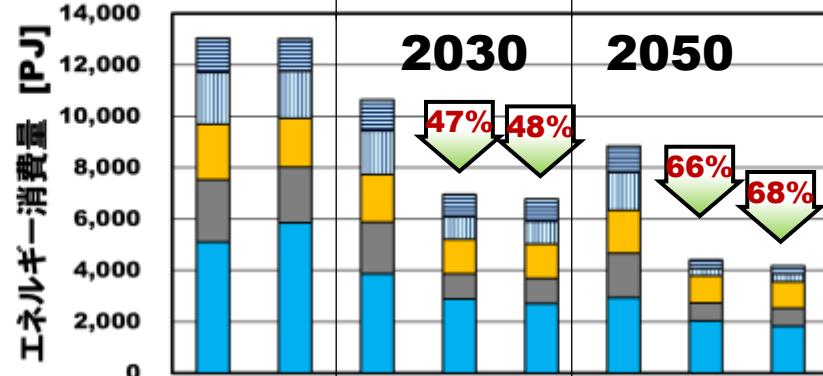
2030年まで
大量生産継続



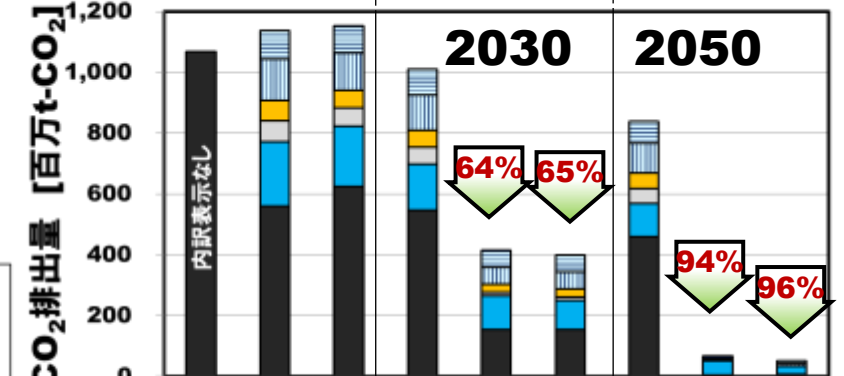
2030年まで
大量生産継続



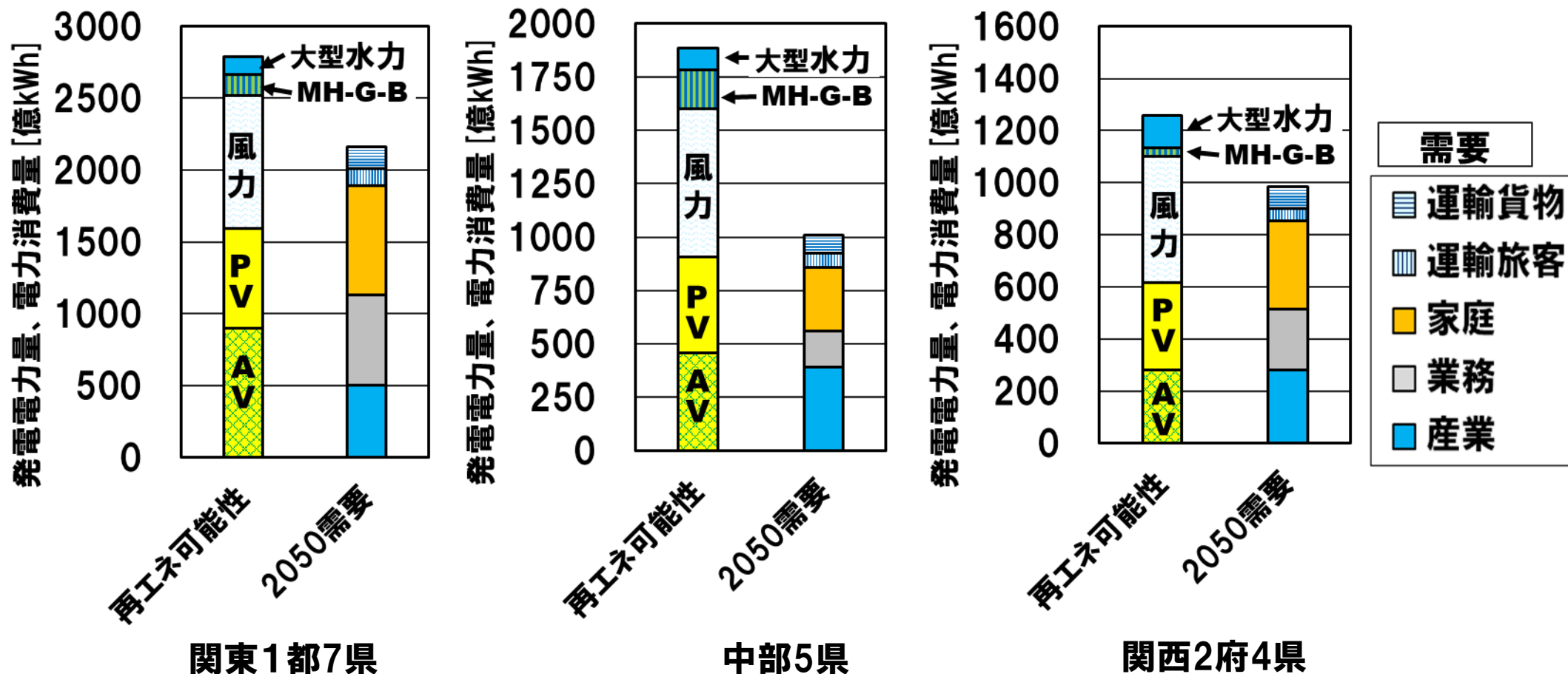
活動量中位



活動量中位



歌川-堀尾による2050年再エネ供給量予測



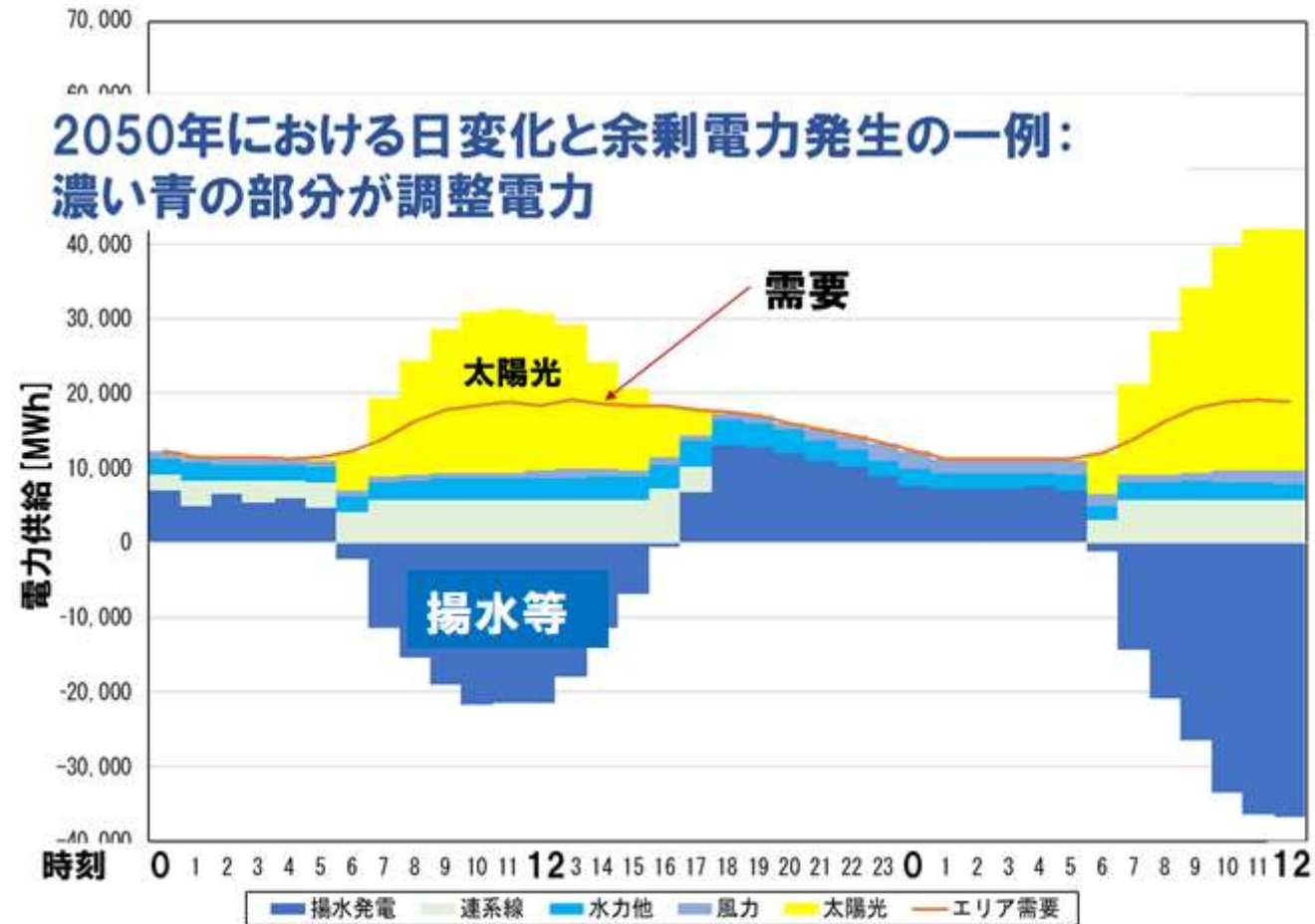
MH-G-B: 小水力、地熱、バイオマス、PV: 太陽光、AV: 営農型太陽光

三大都市圏の再エネの可能性 (風力可能性はJWPA準拠)

	関東地方			中部5県			関西			備考
	設備容量 百万kW	発電量 億kWh	構成	設備容量 百万kW	発電量 億kWh	構成	設備容 量 百万kW	発電量 億kWh	構成	
太陽光(導入)	17	205	7.3%	10	125	6.6%	6	76	6.0%	10kW以上認定設備
太陽光(住宅,業務施設)	27	324	11.6%	17	213	11.3%	13	162	12.9%	ポテンシャルの1/2
太陽光(公共建築物,工場)	14	163	5.9%	9	111	5.9%	8	96	7.6%	ポテンシャル
営農型太陽光 (ソーラーシェアリング)	73	900	32.2%	38	460	24.4%	23	281	22.3%	農地・耕作放棄地の半分に設置
陸上風力	1	36	1.3%	5	126	6.7%	5	112	8.9%	ポテンシャルの1/2
洋上風力着床式	15	458	16.4%	12	400	21.2%	2	65	5.1%	ポテンシャル
洋上風力浮体式	13	435	15.6%	5	167	8.9%	11	308	24.5%	ポテンシャル
小水力	0.8	56	2.0%	2	110	5.8%	0.2	14	1.1%	ポテンシャル
大型水力	6	129	4.6%	3	104	5.5%	4	125	9.9%	2019年度実績
地熱	0.5	38	1.4%	0.5	32	1.7%	0	0.1	0.0%	ポテンシャルの1/2
バイオマス	0.8	48	1.7%	0.6	39	2.1%	0.3	20	1.6%	認定設備による発電だが、一般木質は導入量のみとした。
合計		2,791	100%		1,887	100%		1,259	100%	

風力発電は、陸上は環境省再エネゾーニング基礎調査(2020)の半分、洋上着床式、同浮体式は日本風力発電協会(JWPA)の想定(2020)。太陽光(住宅、業務施設)、地熱は環境省の同調査(2020年)の1/2、小水力発電は環境省の同調査(2020年)分の導入。太陽光の10kW未満導入分は重複を避けるため合計から除いた。

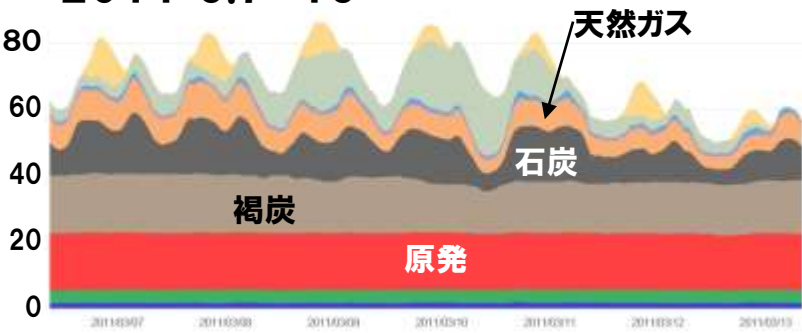
変動性電源時代の需給調整課題が再エネ阻止の理由になっている



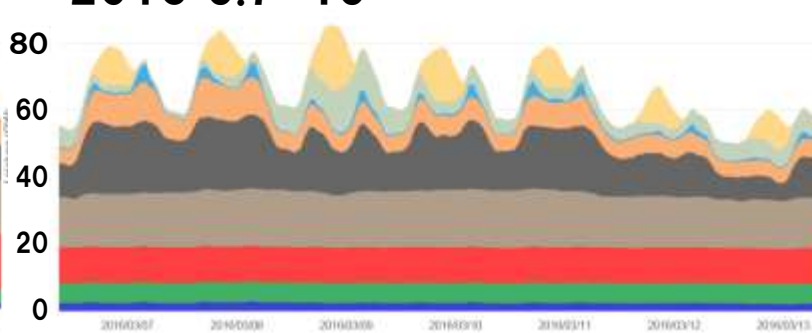
「ゼロカーボンで栄える関西」の展望と課題, 歌川・堀尾、龍谷政策学論集、10(2), 99-129 (2021).

発電出力 [GW]

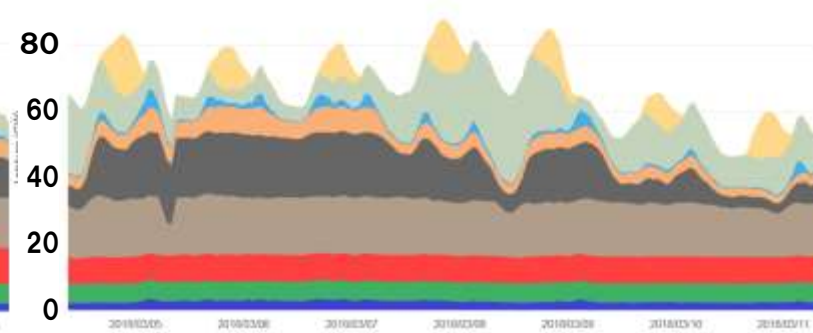
2011 3.7-13



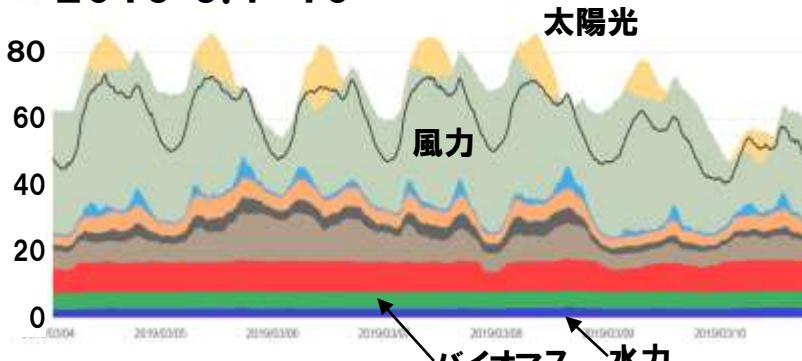
2016 3.7-13



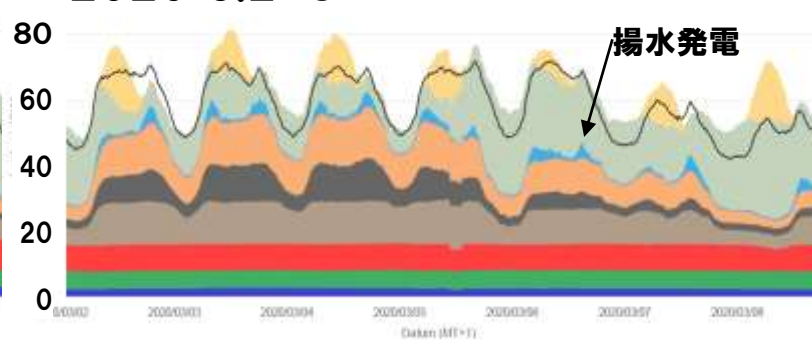
2018 3.5-11



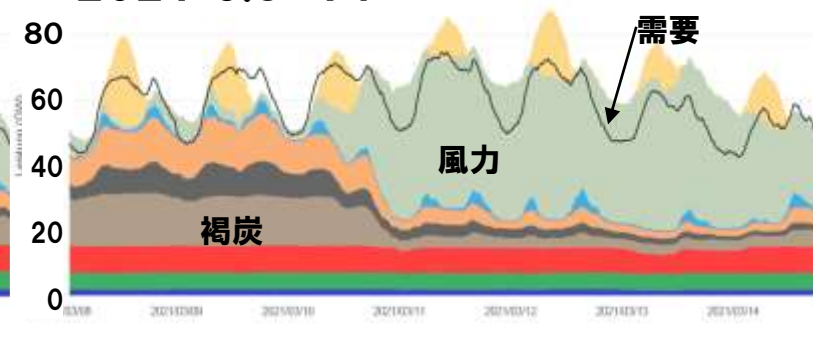
2019 3.4-10



2020 3.2-8



2021 3.8-14



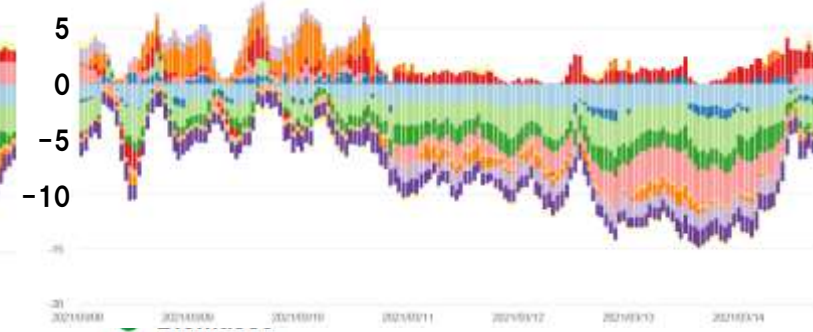
2019 3.4-10



2020 3.2-8



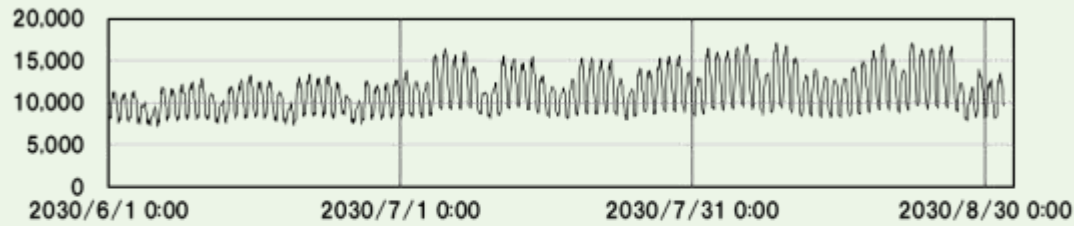
2021 3.8-14



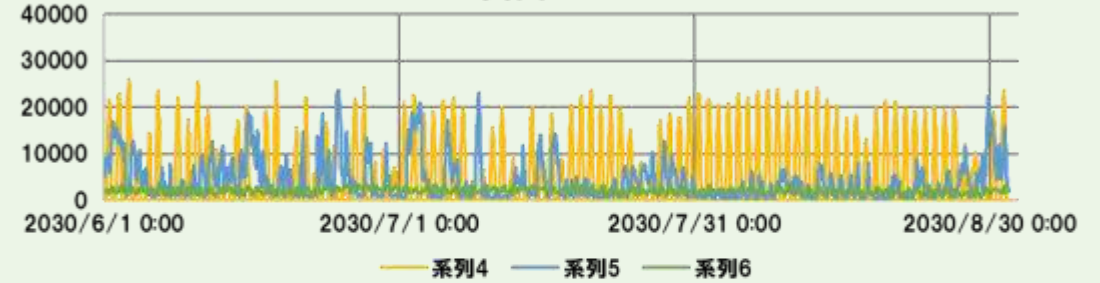
対外電力取引 [GW]

- Kernenergie
- Import Saldo
- Wasserkraft
- Gas
- Braunkohle
- Steinkohle
- Wind
- Andere
- Pumpspeicher
- Anteil EE
- Solar
- Öl
- Saisonspeicher
- Residuallast
- Last

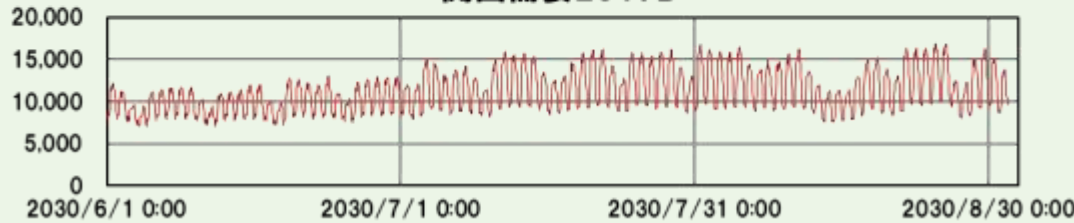
関西需要2016B



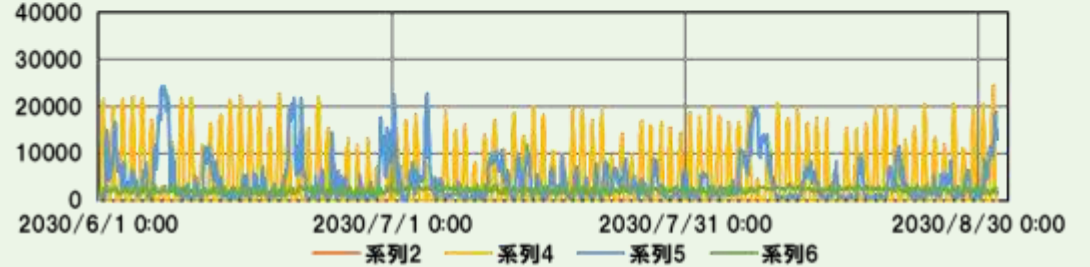
関西RE2016B



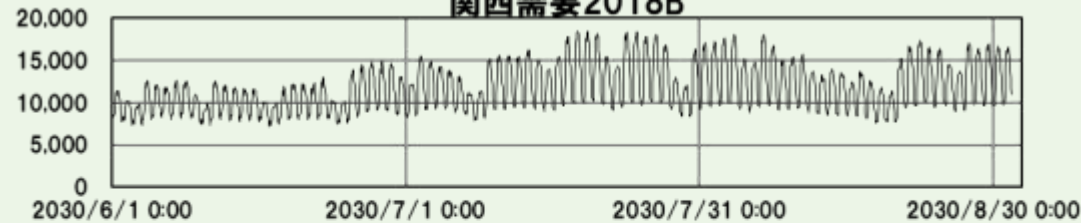
関西需要2017B



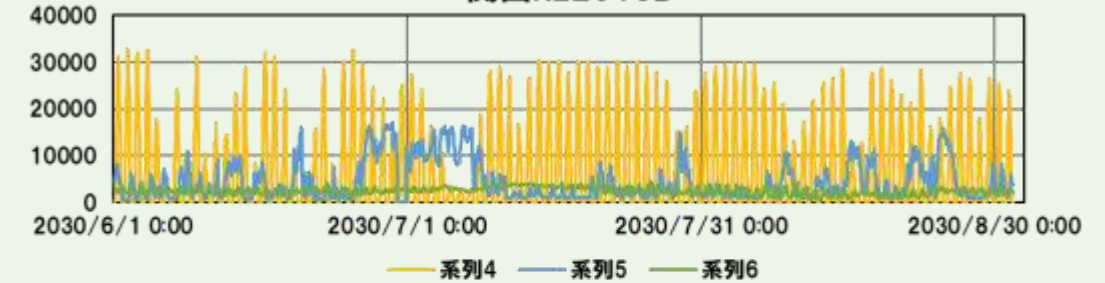
関西RE2017B



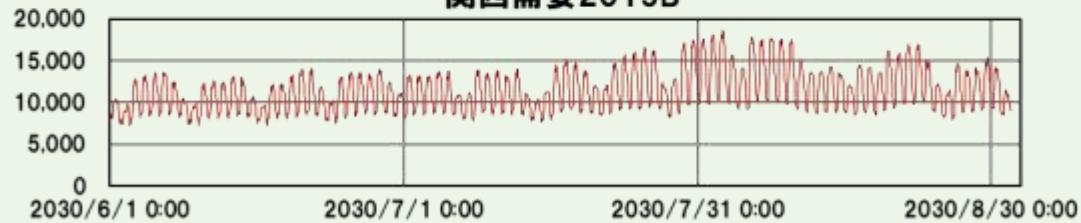
関西需要2018B



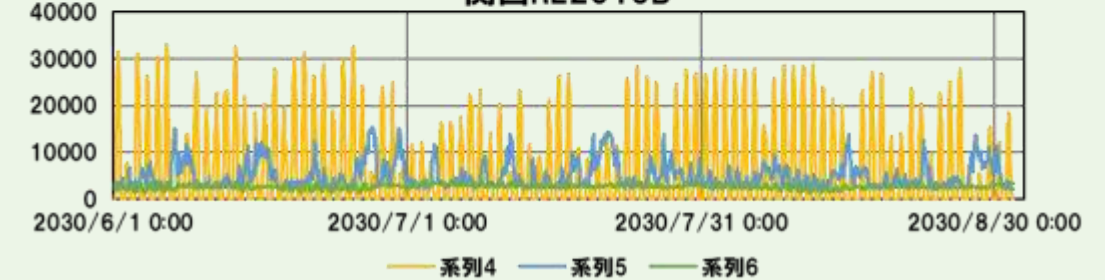
関西RE2018B



関西需要2019B



関西RE2019B

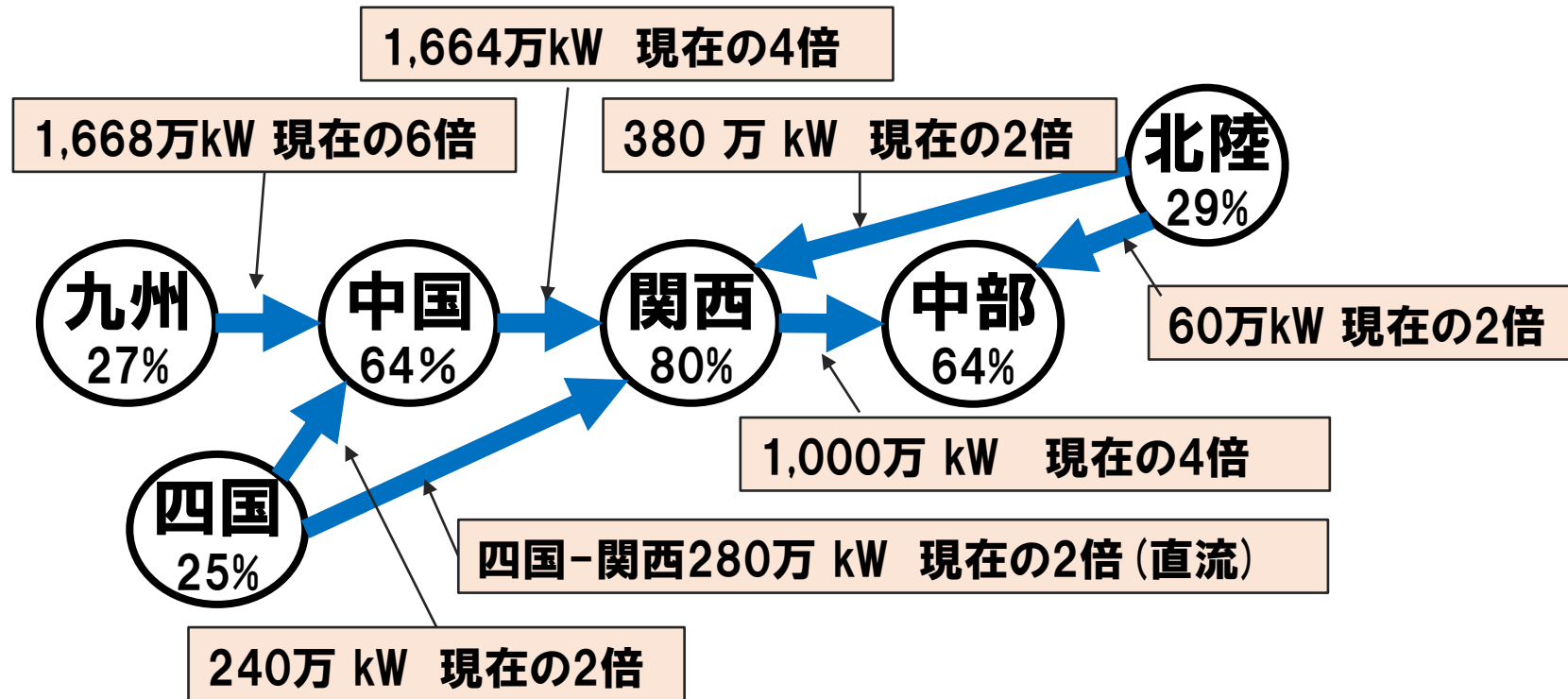


2050年のRE100関西圏における需給調整の規模と手段

2050年の需給調整		調整能力 [万kW]	蓄電電力量 [億kWh]	備考
必要調整電力および 所要蓄電電力量	A	2850	2.28	2017年度実績ベースで2050年を想定した需給トレンドデータにおいて、2017年6月29日am11対応の時点に発生した供給不足が4年間で最も厳しい条件であった。この時の蓄電残量0.35億kWhを設定蓄電総容量2.63億kWhから差し引いた2.28億kWhものを所要最小蓄電容量とした。「瞬間最大電力量」はこれを8時間で割ったもの。
揚水発電による調整	B	506	0.405	関西電力エリアの既設揚水発電所設備容量(506万kW)×8時間
電気自動車による調整	C	830	0.664	1日あたりの量は消費量相当。自家用車、バス・トラックそれぞれの電費を6km/kWh、1km/kWhとし、1日走行距離は年間走行距離と自動車保有台数より30km、27kmとし、それらの50%が効果的に余剰電力発生時に充電を行うものとして算出。但し営業用トラックは見込まない。8時間で放電するとして最大電力を算定。
(家庭用給湯機)	D	(275)	(0.22)	1日あたりの量は、容量を5kWh/世帯、関西圏の2050年の世帯の半分(495万世帯)に普及、その容量の90%を毎日使用し、蓄熱時間を変動再エネにあわせてシフトすると想定。8時間で蓄熱するとして最大電力を算出。給湯機は放電はできないがデマンドレスポンスとしては役に立つので、量的効果を見るために参考値として掲載。
蓄電池施設および水 素製造施設による調整	E	1514	1.21	$E=A-(B+C)$;鉄鋼、セメント、化学等の産業高温熱・還元剤利用業種

「ゼロカーボンで栄える関西」の展望と課題, 歌川・堀尾、龍谷政策学論集、10(2), 99-129 (2021).

設定した連携線容量と出力抑制率（計算値）



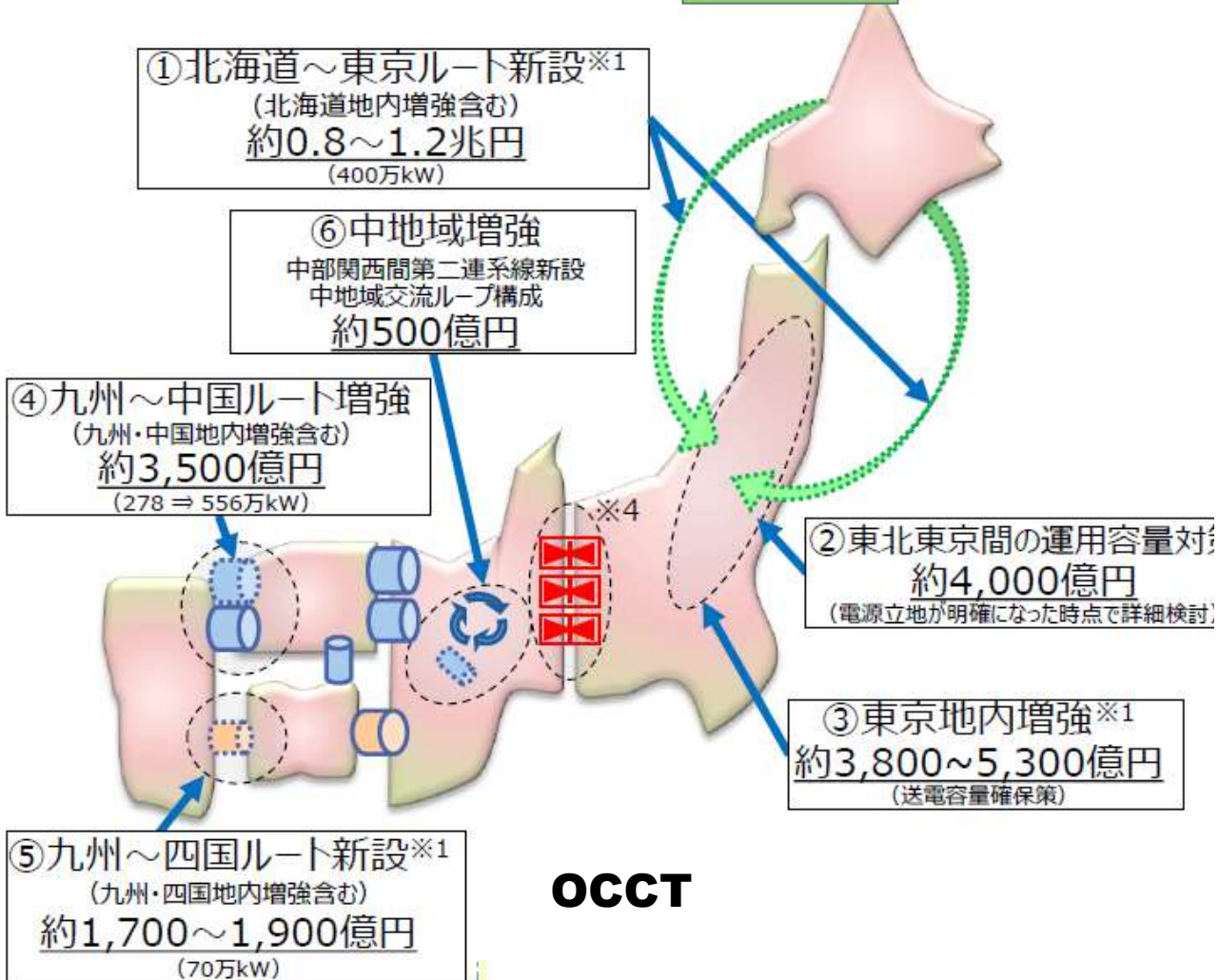
堀尾、化学装置 (2021年7月号)

「ゼロカーボンで栄える関西」の展望と課題, 歌川・堀尾、龍谷政策学論集、10(2), 99-129 (2021).

RE100 時代への送電網の充実は必須

電源偏在シナリオ (30GW)

再エネ比率
37%



直流送電建設イメージ図 (海底ケーブル利用)

2050年：送電網、蓄電池、水素

- 再生可能エネルギー100% OKを目指す。
- 送電網の充実、電力自由化により、需給調整は進む。
- 蓄電池の主眼は負荷追従・タービン発電機のガバナー制御代替
・回生による省エネ、それらを通じたコスト削減と市場参入支援。
- 水素は季節変動等大電力の貯蔵に。

そのために

- 応答性が良く、フローティングできる蓄電池を提供。
- 効率がよく低価格の水電解・燃料電池発電システムを開発する。

2050年の電力システムで施設容量をどう決めるのか

2050年の電力システムにおいて

2次電池容量はどのように決めるべきか？

- **負荷追従（季節変動対応ではない）のためには蓄電池が必要。**
- **その場合、蓄電池容量は、「kWh」ではなく、瞬時の対応能力「kW」で評価する必要がある。**
- **したがって、エリアの最大瞬間需要〇〇万kWを目安として決めればよい。**

水電解施設・燃料電池施設容量はどう決めるべきか？

- **需要よりも過剰な供給を吸収するのが水素システムの役割**
- **したがって、エリアの再エネ供給量と需要の差の最大値◆◆万kW を目安に決めればよい。**

再エネ100%時代の負荷追従、需給調整のイメージ

堀尾の
理解

素材産業等の
工場敷地内で
安全に管理

低圧
水素タンク

低圧
水素タンク

水素供給

水素貯蔵

太陽電池 風力発電
(変動性再エネ)

水力発電
(ベースロード)

バイオマス
(熱・電力・水素)

電力

蓄電池 出力変換装置

水電解・水素貯蔵装置

燃料電池 発電機

低圧
水素
タンク

給電

回生電力

負荷

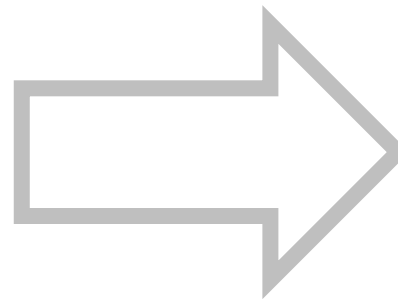
工場 鉄道
港湾 空港
住宅 学校
病院

さて、これから、世論、金融界、企業トップ、政府は？

**世界のガバナンスの
視点**

**ネットゼロへの全体
構想**

**地域からの再エネ
分散共生社会**



**人新世に自然と
人間を取り戻す**

日本にはエネルギーがない？

日本には食・エネルギーの独立がないことに慣れていないか

地域にもかつての独立心がなくなっていないか

どこに日本を変える力は潜んでいるか



自然エネルギーに恵まれた地域の人々が
それを自覚し実行することができれば

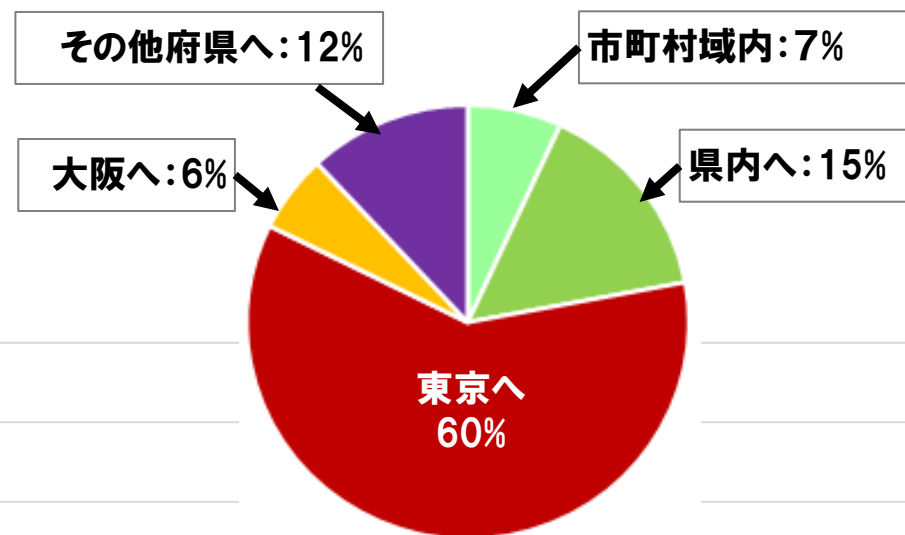
地域主体のビジネス自体がマーケットになる

その時、バイオマスとは？

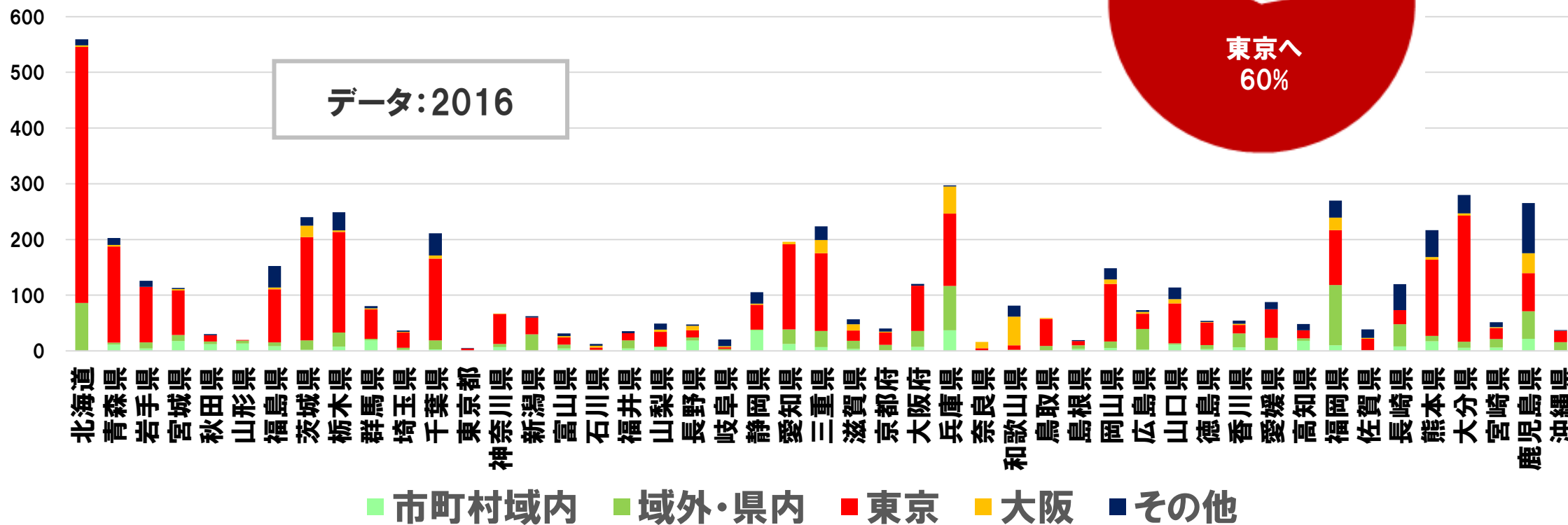
地域の資源収奪型再エネビジネスからの脱却が課題

全国:5426MW

メガソーラや風力反対運動
の主要因は「帰属」問題



データ:2016



とっとり市民電力:再エネ率40%、地産率42%

電力事業実績 <売上高・雇用>



- 5期連続で増収増益を確保していましたが、**今冬の日本卸電力取引所価格暴騰の影響を受け6期は厳しい収益と予想。**
- 6期も売上高は15億円以上となる見通し、雇用も2021年4月からさらに1名採用。

シン・エナジー、再エネ地産地消を全国で

太陽光・風力、地域に合わせ まず淡路島に新電力

2021年11月5日 1:49

シン・エナジー(神戸市)は再生可能エネルギーの発電と供給を地域で完結させ、電力を地産地消する事業を全国で展開する。すでに兵庫県淡路市で新電力の事業体を立ち上げ、供給を始めた。自治体や地元企業と協力し、年1件ペースで各地に同様の仕組みをつくり、地域の脱炭素を後押しする。

淡路市などが出資する第三セクターで、北淡震災記念公園を運営する「ほくだん」(同市)に2021年4月、新電力部門を新設。同月から太陽光発電による電力を公共施設向けに供給し始めた。22年4月には一般の家庭や企業向けの供給も開始する。太陽光に加え、今後は風力、林業残さを使ったバイオマス、食品残さなどのバイオガスによる発電も計画する。

発電で生じた二酸化炭素(CO2)を農業ハウスで利用することや、バイオガス発電の副産物の消化液を特許申請した独自の濃縮技術で農業用肥料にすることも検討。シン・エナジーは向こう10年ほどの間、こうした新電力の事業体を毎年、各地に立ち上げる方針だ。自治体や地元企業と組み、その地域で再エネによる発電と域内への供給をめざす。

太陽光発電パネルを備えた家庭の余剰電力を買い取るなど、住民参加型の事業も想定する。期限切れに伴い固定価格買い取り制度(FIT)から外れた「卒FIT電力」の買い取りを進める。日射量や風の強さといった自然環境など地域特性を考慮し、電源構成を考える。

各県の光熱費

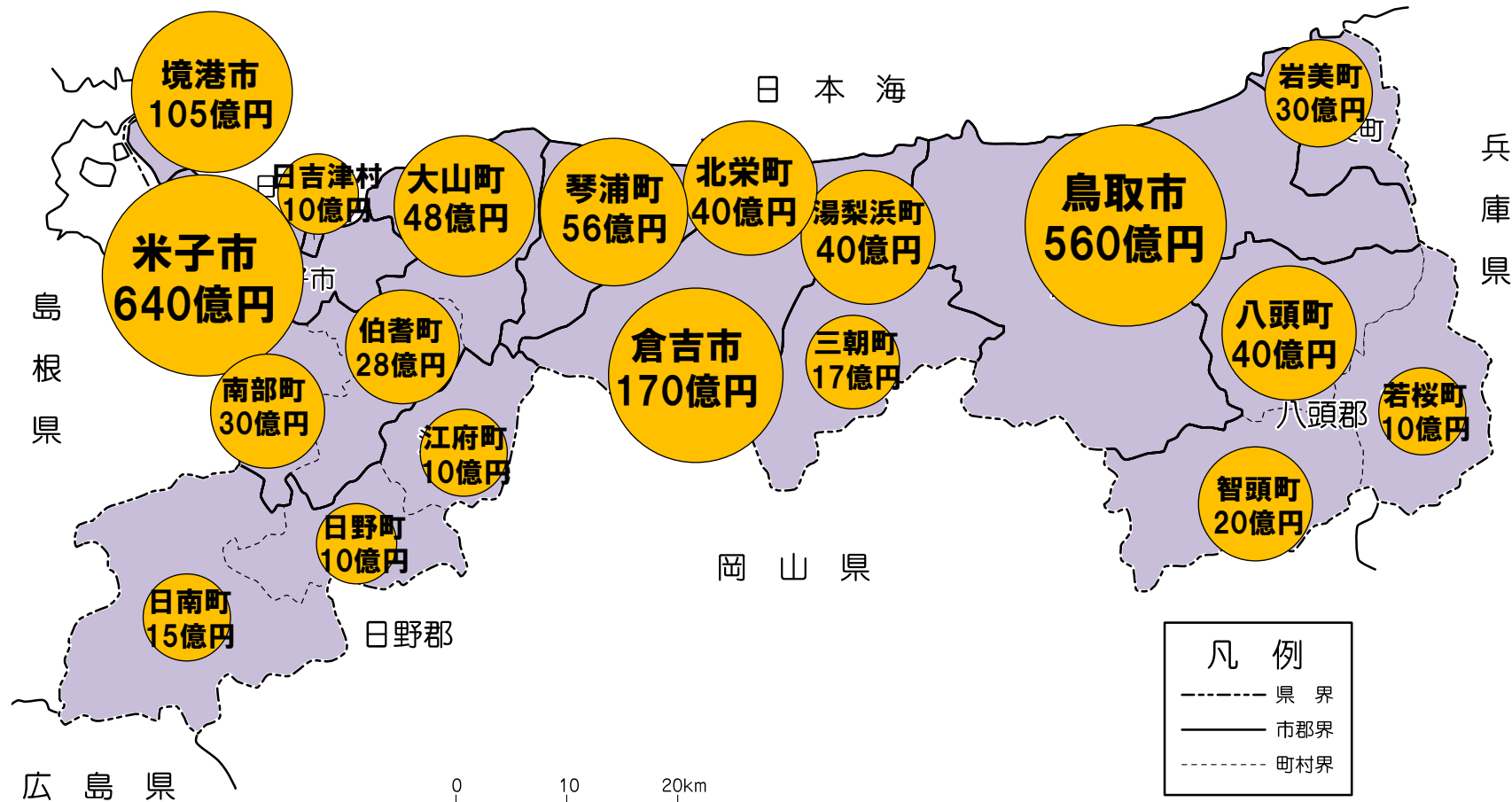
化石系光熱費支出=原資！

現状で巨額の支出。
多くは域外流出。化石燃料費は海外に流出。
この削減は脱炭素対策の設備投資の原資。



産総研
歌川学氏による
(2021.10)

鳥取県市町村の毎年の光熱費推定



年間光熱費推定 (2017年度)
ほぼ域外へ流出

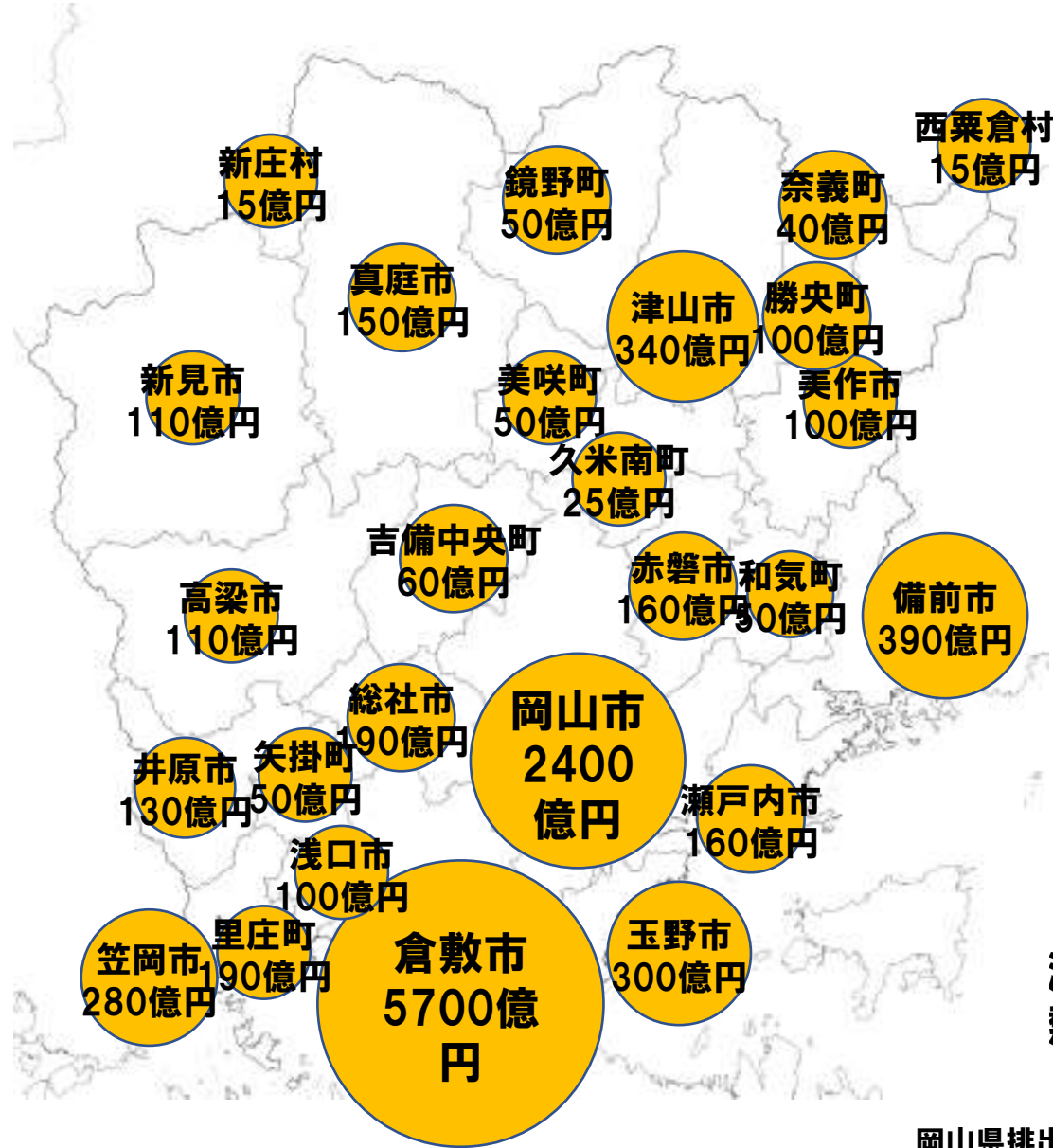
合計は鳥取県合計とあわない。

対策で光熱費減・流出額減
お金が地域で循環

環境省自治体排出量推計、
経済産業省都道府県別エネルギー統計、
日本エネルギー経済研究所エネルギー経済統計要覧2020 (エネルギー単価) より作成
図は鳥取県統計。

産総研
歌川学氏による
(2021.10)

岡山県市町村の毎年の光熱費推定



産総研
歌川学氏による
(2021.10)

温暖化対策投資増(省エネ再エネ)と、この光熱費減でお金が地域に回る。

岡山県排出量統計、経済産業省都道府県別エネルギー統計、環境省自治体排出量情報、経済センサス、光熱費単価情報などより作成。合計は前のスライドとあわない。

広島県市町村の毎年の光熱費推定



バイオマスは地域の力を高めるために

ご清聴ありがとうございました

詳細は erises.org よりダウンロードしてください。
堀尾、化学装置、2021年4月—10月連載
歌川—堀尾、化学工学論文集、2020
龍谷大学政策学論集、2021