

ドイツにおける石炭フェーズアウト政策

230327 京大科研研究会

尚絅学院大学 東愛子

ドイツにおける石炭火力フェーズアウト策

【政策1】 直接的に石炭火力による電力供給を禁止する政策

KVBG (Coal Power Generation Reduction and Termination Law : 石炭火力発電削減法)

【政策2】 石炭CHPプラントの燃料転換を促す政策

KWKG (Law for the maintenance, modernization and expansion of combined heat and power generation : CHP法)

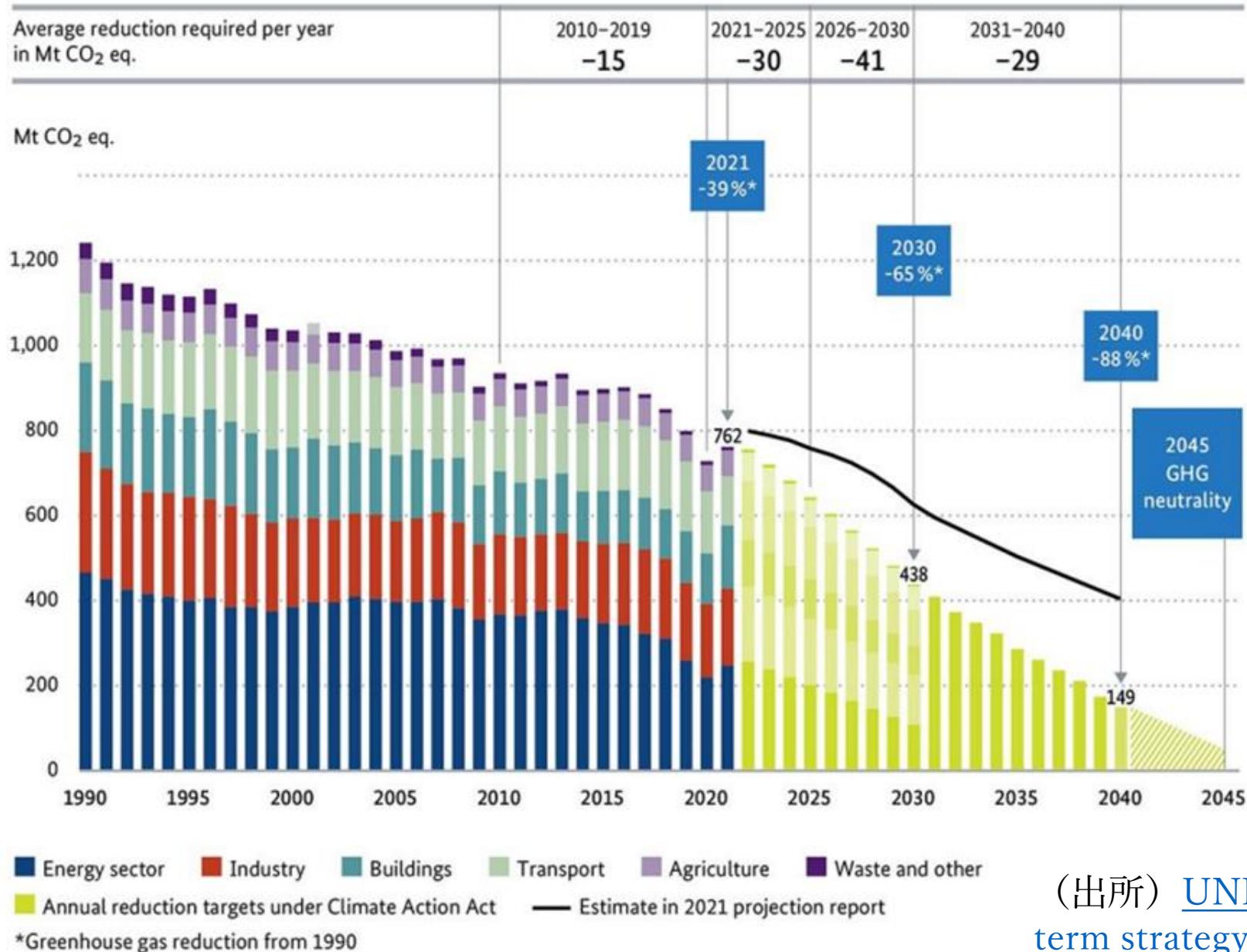
【政策3】 炭素価格付け

【政策1】 直接的に石炭火力による電力供給
を禁止する政策

石炭削減政策の経緯 (Brauers(2018), Oei(2020), Pahle(2010), UNFCCC (2022)より作成)

year	気候変動目標	内容	備考 (石炭・褐炭に関して)	国際的動き
2007	Integrated Energy and Climate Program	90年比40%減 by 2020	石炭褐炭のフェーズアウト議論はなし、石炭・褐炭のCCSとの組み合わせ。	
2014	Climate Action Program 2020	電力セクター2200万tCO ₂ 減by 2020	→2015: Climate Contribution 提案 (発電事業者に炭素税のような追加的負担を要求)、実現せず。	
2016	Climate Action Plan 2050		→2016 Coal Reserveの導入決定	2015パリ合意
2017				2017 COP23@ボンで、イギリスやカナダなど20の国と地域が石炭消費の終了を誓約
2018			→Coal Commission: 石炭委員会立ち上げ。石炭フェーズアウトの政策 (資金メカニズム含む)、影響を受ける地域の産業構造転換を進める政策。	
2017				2017 COP23@ボンで、イギリスやカナダなど20の国と地域が石炭消費の終了を誓約
2019	Climate Action Act	GHG neutral by 2045		EU: GHG削減目標40% by 2030 →55% by 2030に引き上げると発表「Fit for 55」→EU-ETSの年間排出枠引き下げ
		削減パスの設定: at least 65% by 2030、at least 88% by		
		エネルギーセクターは1080万tCO ₂ by2030		
2020.8.14			石炭火力削減法 (The act to reduce and end coal-fired power generation ; KVBG) →2038年までの石炭・褐炭フェーズアウトパスの決定	

ドイツのGHG削減目標



(出所) [UNFCCC \(2022\) “Update to the long-term strategy for climate action of the Federal Republic of Germany”](#)

ドイツ電力セクターの概況

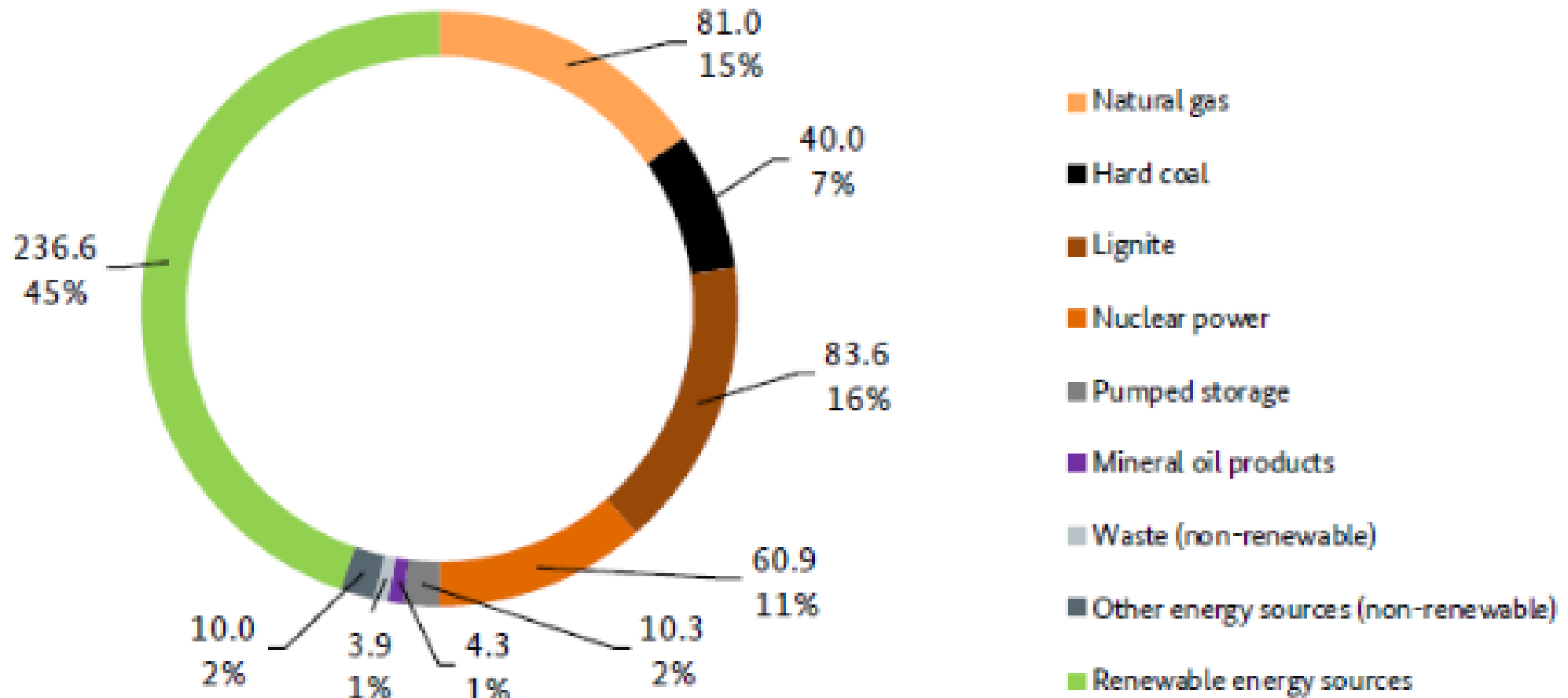


図 1：ドイツの発電量内訳

出所：BNetzA（2022）より抜粋

電力セクター：燃料種別GHG排出量

	2018	2019	(2019比率)	2020	(2020比率)	19-20変化量
Lignite	152.8	117.0	54%	93.4	53%	-23.6
Hard coal	72.4	47.9	22%	33.1	19%	-14.8
Natural gas	22.5	26.3	12%	29.8	17%	3.5
Mineral oil products	2.3	1.3	1%	3.0	2%	1.7
Waste (non-renewable)	7.5	8.0	4%	7.0	4%	-1.0
Other energy sources (non-renewable)	17.2	17.1	8%	10.4	6%	-6.7
Total	274.7	217.6	100%	176.7	100%	-40.9

出所：BNetzA（2022）より抜粋、一部筆者加筆。

発電容量推移

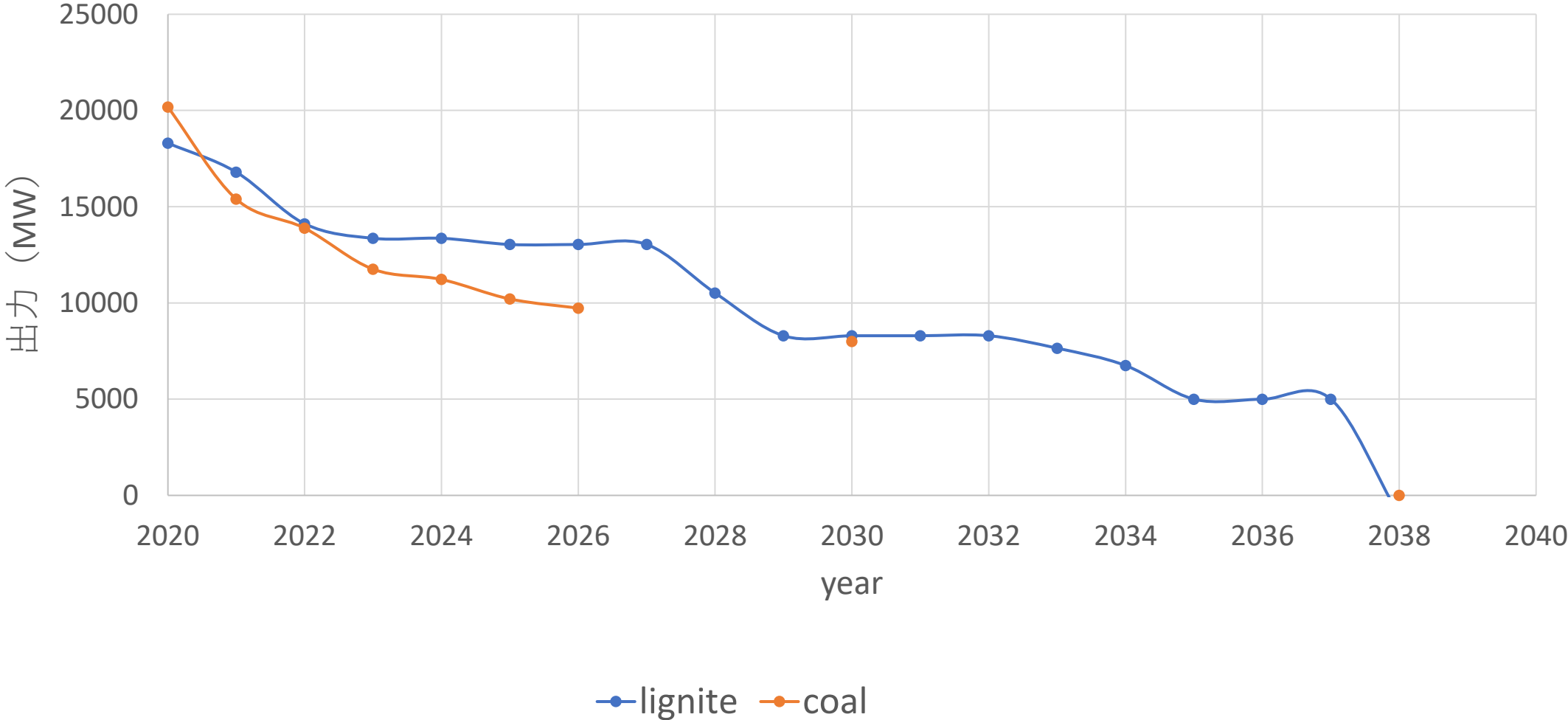
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021.11
Nuclear power	12.1	10.8	10.8	10.8	9.5	9.5	8.1	
Lignite	21.1	21.4	21.3	21.1	20.9	20.9	20.6	
Hard coal	26.2	28.7	27.4	24.0	23.8	22.7	23.8	
Natural gas	29.0	28.4	29.7	29.8	30.1	30.1	31.7	
Mineral oil products	4.2	4.2	4.6	4.4	4.4	4.4	4.8	
Pumped storage	9.2	9.4	9.5	9.5	9.8	9.8	9.8	
Waste (non-renewable)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	
Other energy sources (non-renewable)	3.4	3.4	3.5	3.5	3.5	3.7	3.6	
Total of non-renewable energy sources	106.1	107.1	107.6	104.0	103.1	102.0	103.3	
Renewable energy sources	90.3	97.7	104.2	111.6	118.2	124.4	130.6	
Total	196.4	204.9	211.8	215.6	221.3	226.4	233.8	
非RE	106.1	107.2	107.6	104.0	103.1	102.0	103.2	98.7
(市場外に取り置かれている容量)								10.4

出所：BNetzA（2022）より抜粋、一部筆者加筆。

石炭・褐炭フェーズアウト（政策過程）

- 2016 Coal Reserveの導入決定
- 2018 Coal Commission：石炭委員会立ち上げ。石炭フェーズアウトの政策（資金メカニズム含む）、影響を受ける地域の産業構造転換を進める政策。
- 石炭火力削減法（The act to reduce and end coal-fired power generation；KVBG）→2038年までの石炭・褐炭フェーズアウトパスの決定

KVBGに基づく石炭・褐炭フェーズアウトパス



石炭・褐炭の削減政策 1

KVBG (Coal Power Generation Reduction and Termination Law : 石炭火力発電削減法)

① 褐炭火力のCoal reserve

- 一部の褐炭火力を2016年から市場より取り置く。
- 4年待機後、2020年より順次閉鎖。

② Coal reserve以外の褐炭火力の2038年までの閉鎖

- どの発電所をいつ閉鎖するかKVBG appendix2に規定
- 2038年までに閉鎖

③ 石炭削減オークション

- 自主的削減を進めるため、削減目標量に対するリバースオークション

石炭褐炭削減政策①褐炭の市場からの取り置き: Coal reserve

発電所名	出力 (MW)	security stanby statusに入る時期	最終閉鎖
Buschhaus	400	01.10.2016	30.09.2020
Frimmersdorf P	300	01.10.2017	30.09.2021
Frimmersdorf Q	300	01.10.2017	30.09.2021
Niederaußem F	299	01.10.2018	30.09.2022
Niederaußem E	295	01.10.2018	30.09.2022
Jänschwalde F	465	01.10.2018	30.09.2022
Jänschwalde E	465	01.10.2019	30.09.2023
Neurath C	292	01.10.2019	30.09.2023
計	2816		

出所：BNetzA（2022）、BMW（2019）より抜粋、一部筆者加筆。

- 1億6000万ユーロの支払い, Brauers(2018)

②その他褐炭火力の2038年までの閉鎖

year	閉鎖量	
	lignite(coal reserve)	lignite(閉鎖スケジュール)
	MW	MW
2020	400	297
2021	600	910
2022	1059	1625
2023	757	0
2024		0
2025		321
2026		0
2027		0
2028		2523
2029		2221
2030		0
2031		0
2032		0
2033		648
2034		900
2035		1750
2036		0
2037		0
2038		6061
計	2816	17256

③石炭削減オークション

- i. オークション概要
- ii. オークション量の決定プロセス
- iii. ランキング付け
- iv. 入札量がオークション量に達しない場合の措置 (statutory close)
- v. オークション結果

③ (i) オークション概要

- 石炭火力や150MW未満の小規模褐炭発電所の自主的削減
- 削減目標量に対するリバースオークション（売り手が入札）
- 落札された発電所は、入札した容量価格を受け取る（pay as bid方式）
- 2024年まで7回のオークション予定。オークション終了後は閉鎖に当たって財政的支援行われず。
- 落札された発電所は石炭を使ったエネ供給が禁止される。（燃料転換すればサイトを継続して使うことが可能）

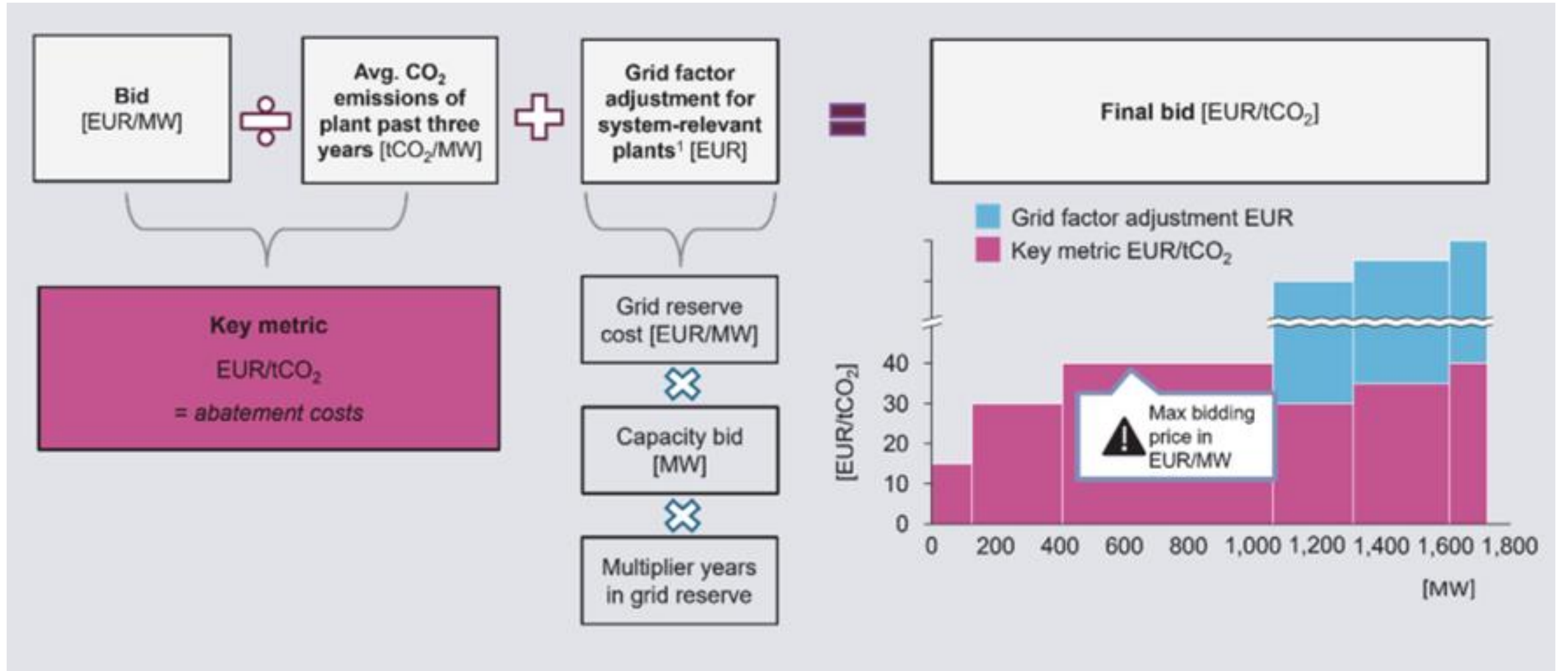
③ (ii) オークション量の決定プロセス

target date	target level		
	total	coal	lignite
	GW	GW	GW
2022	30.000	15.000	15.000
2023		14.125	
2024		13.250	
2025		12.375	
2026		11.500	
2027		10.625	
2028		9.750	
2029		8.875	
2030	17.000	8.000	9.000
2038	0.000	0.000	0.000

				第4回 01.10.2021
		target year		2023
	A	石炭 + 褐炭目標レベル	MW	28375
	B	褐炭量	MW	14473
A	C=A-B	石炭目標量	MW	13902
B		石炭火力として発電が許されている量 § 32 & § 29(4) KVBG, 石炭火力量	MW	24836
C		すでに動いていない容量	MW	11501
D=B-C		スタートレベル	MW	13335
E=D-A+1GW		オークション量	MW	433

(出所) BNetzA資料より筆者作成

③ (iii) 排出削減コストに基づくランキング付け



(出所) Agora(2022)より抜粋

事業者は (A) 平均容量価格 (EUR/MW) と、(B) 平均年間排出量 (tCO₂/MW) の情報を提出。オークションでは平均削減費用 (A/B)の安い順に落札。効率がよく発電時間の長い (排出量の多い) 発電所が落札されやすい。

③ (iv) 入札量がオークション量に達しない場合の措置
(statutory close 強制閉鎖)

- Target yearの目標容量に到達しない場合、BNetzAがstatutory closeを命じることが可能。
- 閉鎖される発電所は、その時点で最も古い発電所。
- 第7回オークションは実施されず、statutory closeのみ。

③ (v) 石炭削減オークション結果

	入札切	target year	オークション容量	上限価格		grid factor	入札数	落札容量	最低入札額	最高入札額
			MW	€/MW	万円/MW	€/MW		MW	€/MW	€/MW
第1回	01.09.2020	2020	4000.000	165,000	2310	-	11	4787.676	6,047	150,000
第2回	4.1.2021	2021	1500.000	155,000	2170	118,898.47	3	1514.000	0	59,000
第3回	30.4.2021	2022	2480.826	155,000	2170	105,736.17	11	2132.682	0	155,000
第4回	1.10.2021	2023	433.016	116,000	1624	93,482.19	3	532.514	45,000	116,000
第5回	1.3.2022	2024	1222.886	107,000	1498	84,789.51	6	1015.604	0	107,000
第6回	1.8.2022	2025	698.882	98,000	1372	71,879.56	1	472.000		98,000
第7回	1.6.2023		実施せず	89,000	1246					
			10335.610					10454.476		19

③ (v) 石炭削減オークションの主要結果

- 第6回までのオークションで10.326GWの石炭火力発電所が落札。これはオークション開始前（2020年時点）の石炭容量23.5GWの44%。
- 10.3GWのうち、第1回（2020年9月1日実施）のオークションで落札された発電所は、2021年に廃止。第2回（2021年1月）実施のオークション分で、Uniperの757MWの発電所も閉鎖されている。
- それ以外の第2回以降の発電所に関しては、2024年3月31日まで暫定的に市場に復帰中（ガス供給ひっ迫のため）。
- 第1回オークションで、VattenfallやRWEの非常に新しい（運転年数6～7年）の発電所がオークションに参加。Agora（2022）によれば、ステークホルダーの石炭フェーズアウトの力が働いたとのこと。
- その結果、オークション後の発電所年齢構成が、オークション前とあまり変わらず、古い発電所が市場に残ってしまっている。
- →第7回オークションを実施せずstatutory closeのみの理由（?）

③ (v) 落札された発電所の年代別構成

発電所運転開始年		オークション前		石炭オークション後のstatus					オークション後	
		KVBG適用時の石炭容量		総計		KVBGによって 2020年に 閉鎖済み	市場に一 時復帰中	運転中	市場残容量	
		MW		MW		MW	MW	MW	MW	
	<1960	142	1%	67	1%	0	0	0	75	1%
1960<=	<1970	1628	7%	709	7%	0	695	0	918	7%
1970<=	<1980	2529	11%	1989	19%	1060	915	14	540	4%
1980<=	<1990	8736	37%	4215	41%	1164	2045	1005	4521	34%
1990<=	<2000	2916	12%	981	10%	0	0	538	1934	15%
2000<=	<2010	275	1%	0	0%	0	0	0	275	2%
2010<=	<=2022	7290	31%	2364	23%	2364	0	0	4926	37%
計		23516		10326		4588	3656	1558	13190	
						44%	35%	15%		

(出所) 筆者作成：22.11.22時点のBNetzA公開の発電所データに基づく

③ (v) 落札発電所サイトの今後の利用形態

		出力 (MW)	比率
現況	熱電併給	6109	58%
今後の利 用形態	gas燃転	4410	42%
	バイオマス燃転	885	8%
	熱供給	2031	19%
	グリッドリザーブ・ capacity reserve	435	4%
	水素・蓄電池・power to gas・セクターカップリン グ	3491	33%
	その他産業利用	3084	30%
	商業利用	725	7%
	未定	757	7%
	閉鎖	1555	15%

(出所) 筆者作成：オークション入札情報に基づく

【政策2】 石炭CHPプラントの燃料転換を促す政策

石炭CHPプラントの燃料転換を促す政策（KWKG：CHP法）

		Coal replacement bonus: One-time payment in EUR/kW						
		ボーナス額(EUR/kW)						
新規プラントの運開年		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
既存プラントの 運開年	1975-1984	20	15	10	5			
	1985-1994	225	210	195	180	165	150	135
	1995-	390	365	340	315	290	265	240

*KVBGの石炭削減オークションにおける上限価格は第1回（2020年）が165€/kW, 第2回第3回（2021年）が155€/kW。

- CHPプラントの発電に対して価格上乘せ。
- 2017年12月～上乘せ額をオークションで決定（max：7ct/kWh）
- さらに、石炭・褐炭CHPを他燃料のCHPに建て替えた場合、石炭ボーナスを受け取れる。（石炭削減オークションと両方参加することは不可。）
- →石炭削減オークションよりも有利な条件であり、石炭フェーズアウトを加速させる中心項目と位置付け。

CHP法：石炭建て替えボーナスの課題

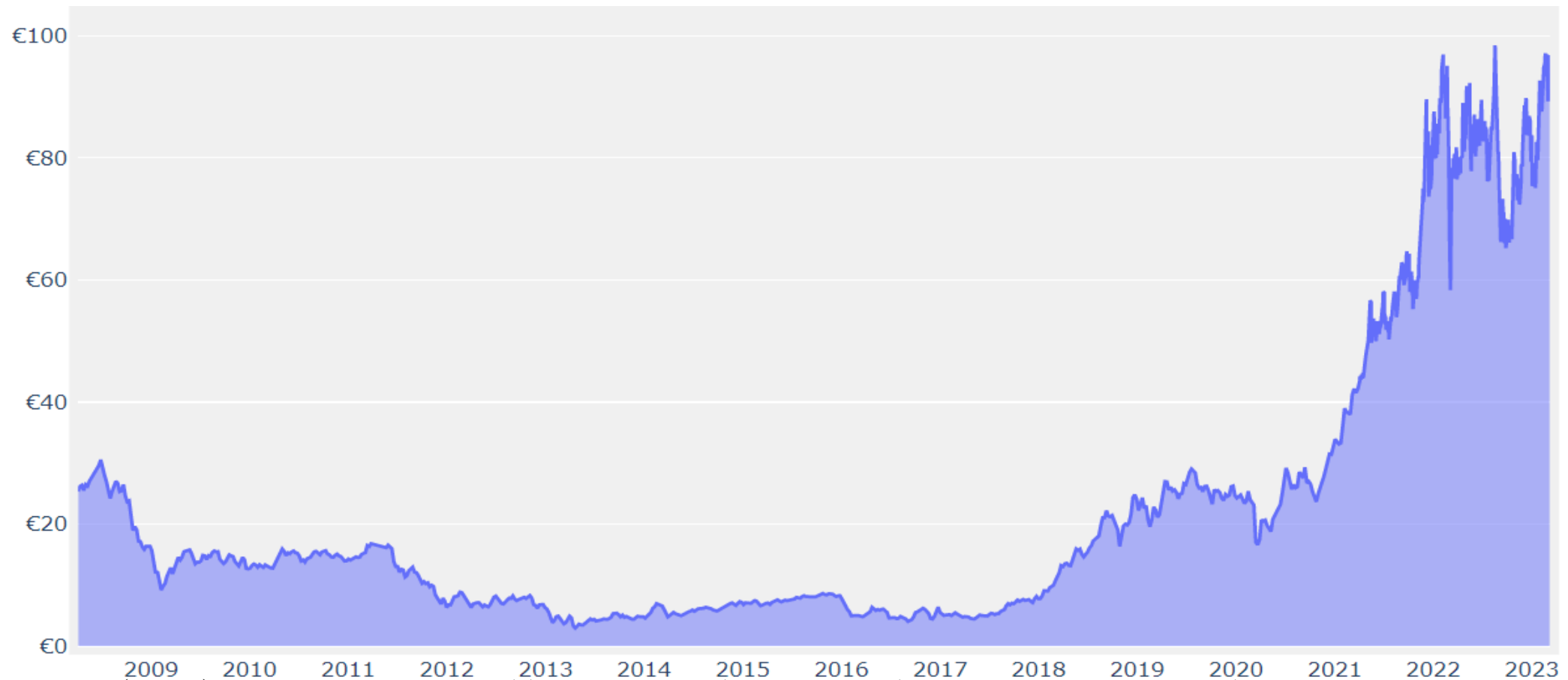
- ① どれだけCO2が削減できる技術を選択するかはボーナスの評価ポイントに入っていない。
(ガスではなくてバイオマス、グリーン水素)
- ② 運転の柔軟性（変動電源と組み合わせていかに適時に電力を作るか）

石炭ボーナスを受け取って燃転したCHPプラントのデータ不明

【政策3】 炭素価格付け：EU-ETS

EUA価格推移

- EU：GHG削減目標40% by 2030→55% by 2030に引き上げると発表「Fit for 55」→EU-ETSの年間排出枠引き下げを予測して価格上昇？
- 2021年以降のガス供給ひっ迫によって、化石燃料政策の転換、それによる許可証の必要量が大きくなるとの思惑からEUA価格上昇。
- ドイツの石炭クローズに伴ってEUA総量がキャンセルアウトされるのか、不明。



(出所) Sandbag : <https://sandbag.be/index.php/carbon-price-viewer/>

今後の現地調査の主要項目

1. 石炭フェーズアウト政策の文献調査における不明点の確認
 - フェーズアウトに要する費用
 - 中央政府、地方政府、事業者の考え
2. CHP法が石炭フェーズアウトにもたらしている影響
 - 石炭削減オークションに参加するのではなく、CHP法の下で燃転を選択したプラント
 - 石炭ボーナスの仕組みをGHG削減の大きさや運転の柔軟性を考慮した仕組みに転換する余地
3. ドイツの石炭フェーズアウトとEU-ETSの仕組みの関係