

再エネ講座公開研究会
2022年10月31日

欧州電力市場の価格高騰要因と 価格高騰時の再エネの役割 ～ ドイツ市場を対象として～

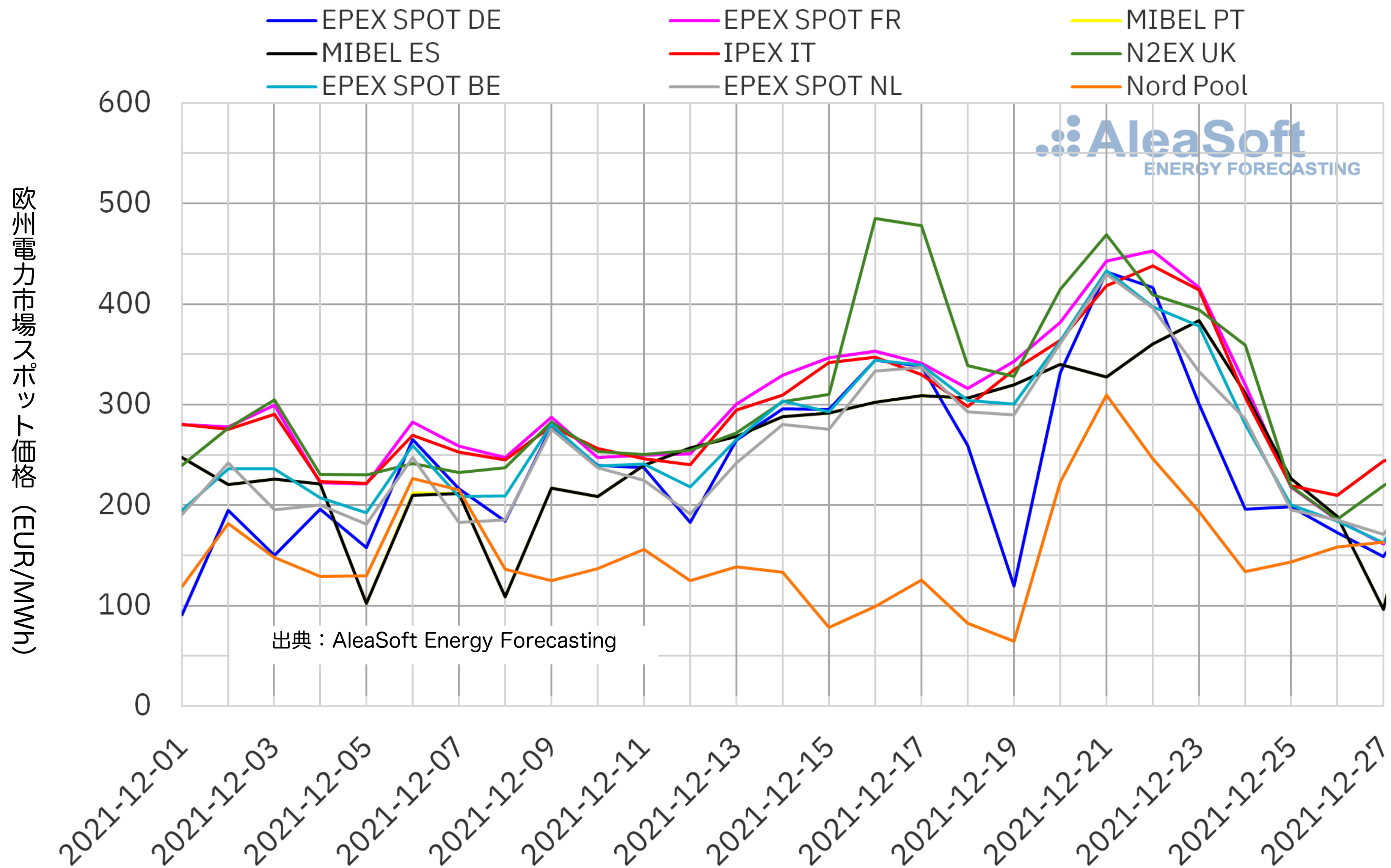
京都大学大学院 経済学研究科

再生可能エネルギー経済学講座 特定講師

杜 依濛・馬 騰・安田 陽

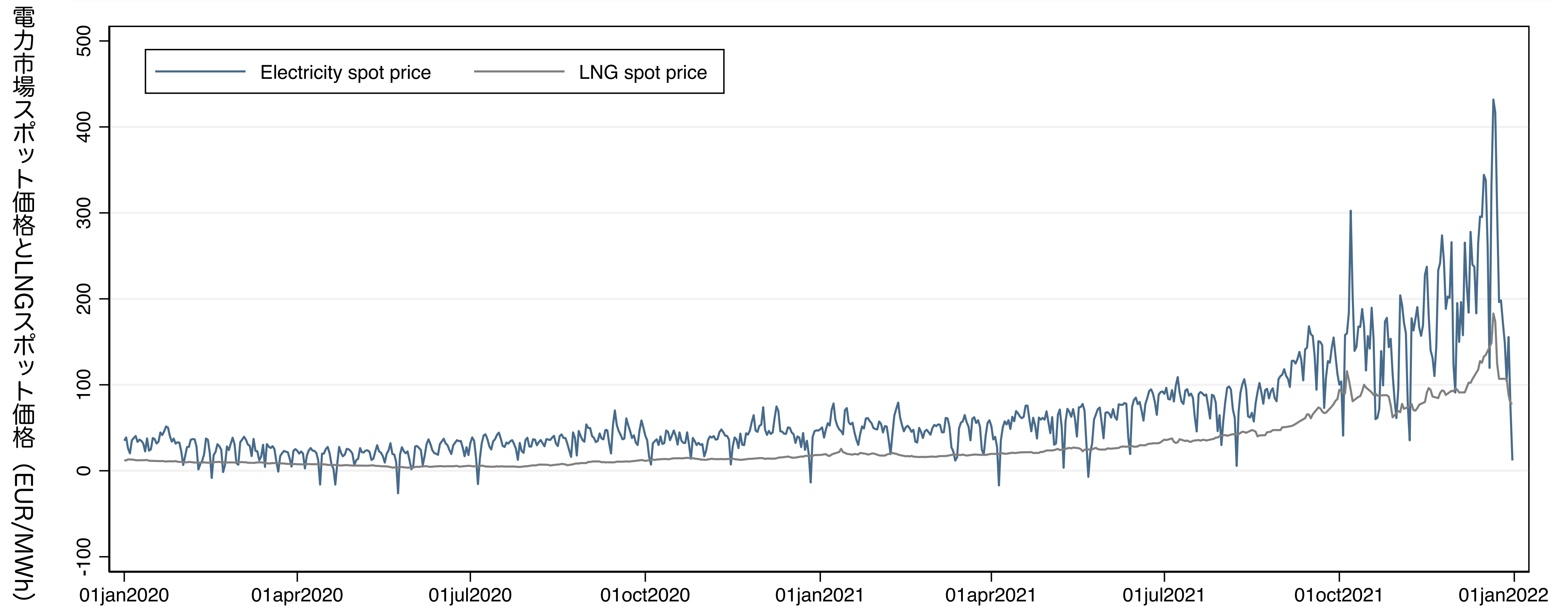
背景

欧州の電力市場価格高騰



ドイツのエネルギー価格高騰の現状

- ❖ エネルギー価格の高騰は、ドイツに現実的な厳しい影響を与えている。2021年、一般家庭のガス代は26%上がり、電力料金は16.5%上昇した（北村・2022）。



出典：EPEX SPOT DE市場データおよびRefinitiv energy dataに基づき筆者作成

エネルギー価格高騰が風力のせい？

April 2017 - Doing Business in Germany | Renewable Energy | Data Center

ENERGY IS EXPENSIVE IN GERMANY – CAN THIS BE A GOOD THING?

The high cost of energy in Germany is a result of the country's transition from fossil fuels and atomic energy to renewables. This could be seen as a marker for a poor market environment – or the opposite, as Mathias Röckel explains.

Refinitiv, 7 Feb 2022

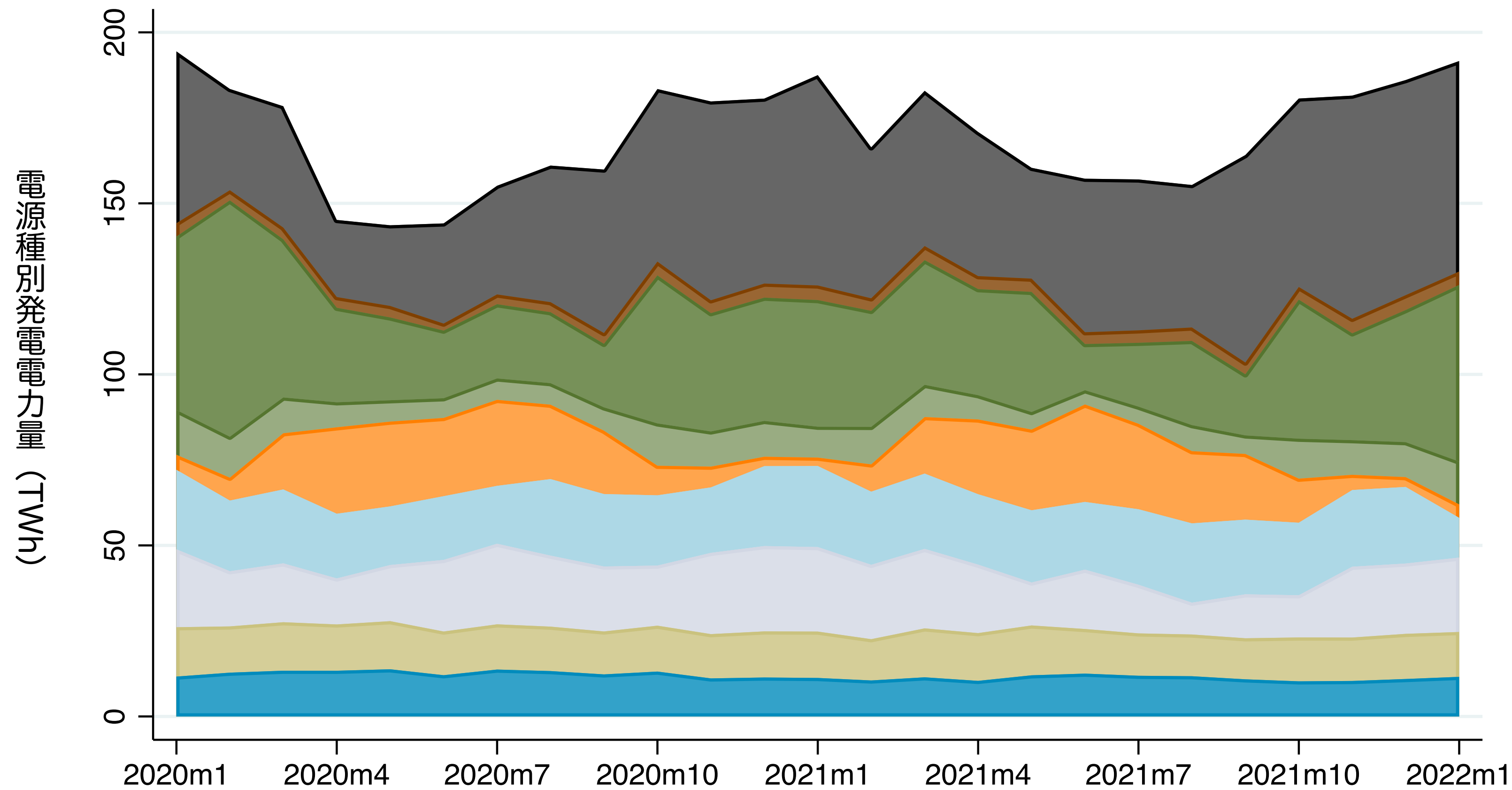
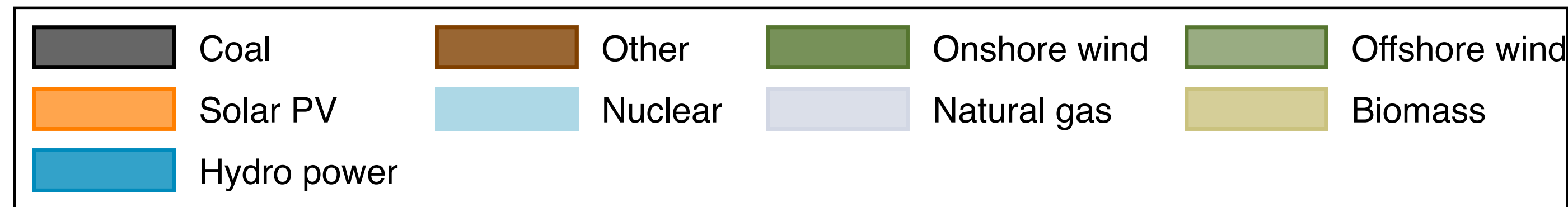
Spot prices rise on likely lower wind power output

The Wall Street Journal, 13 Sep 2021

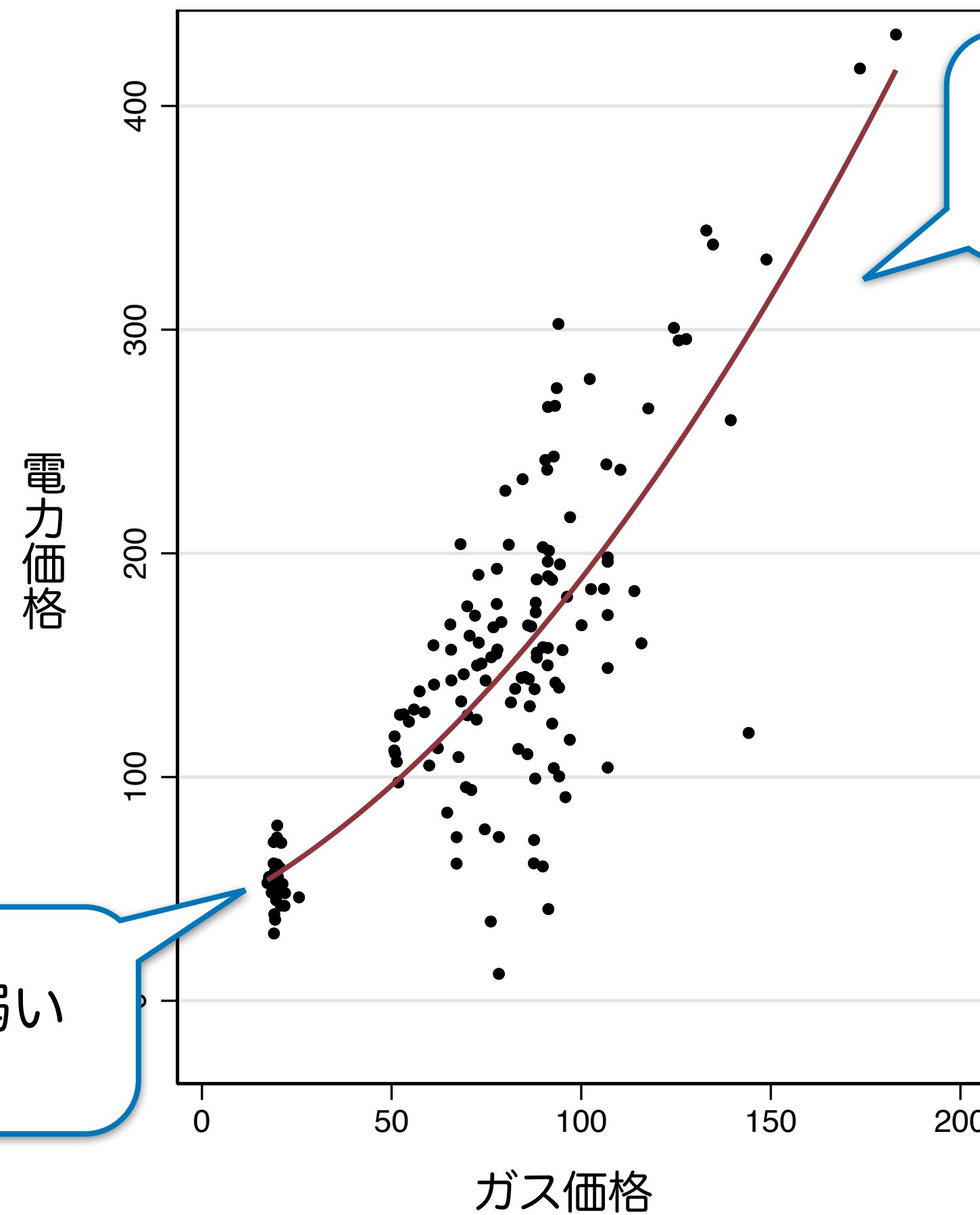
Energy Prices in Europe Hit Records After Wind Stops Blowing

Heavy reliance on wind power, coupled with a shortage of natural gas, has led to a spike in energy prices

ドイツの電源構成



ガス価格と電カスポット価格の相関



相関性が高まる

相関性が弱い

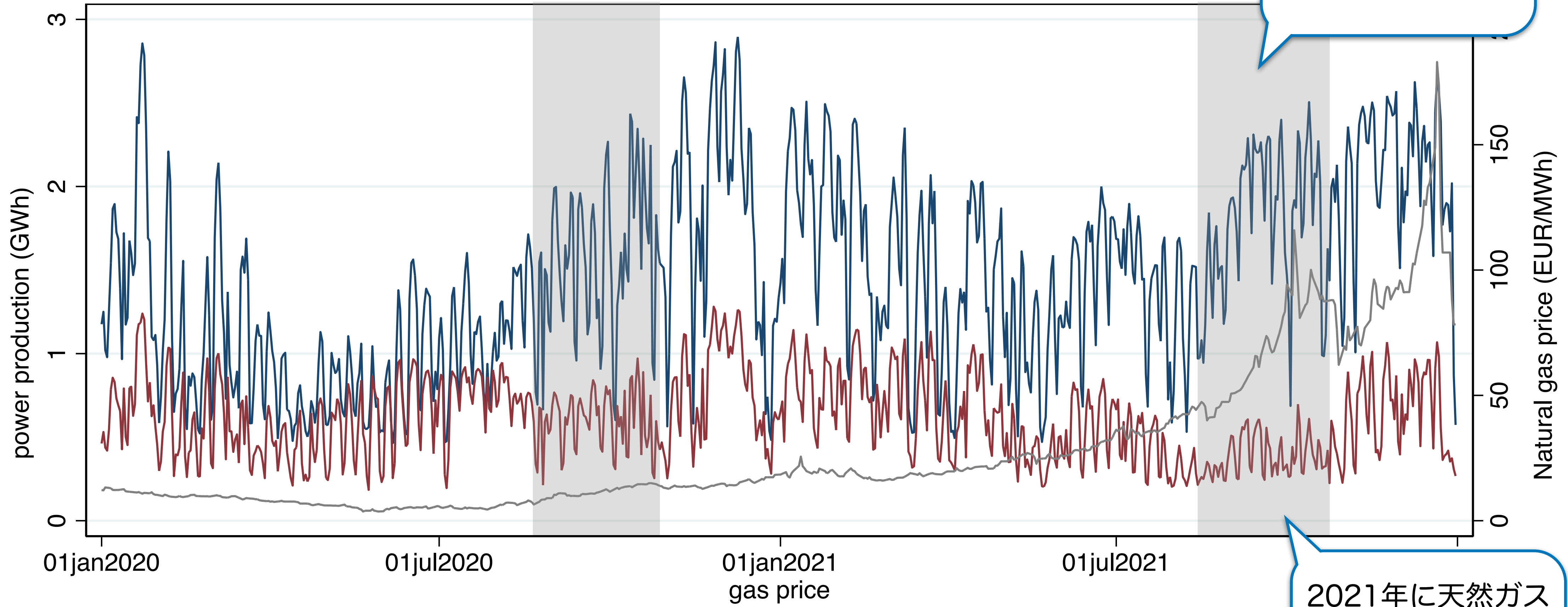
- ❖ 電力需要が低い時に、電力価格がコストの低い電源の限界費用により決定されるため、電力価格とガス価格との相関性も弱い
- ❖ 電力需要の上昇に伴い、限界費用の高い従来型電源による発電が増加されるため、ガス価格と電力価格の相関が強まる傾向

注：50EUR/MWh以下電力価格が表示されていません

ガス価格高騰時の電源使用

← 2020年 → ← 2021年 →

代わりに石炭火力発電量が大きく増加



2021年に天然ガス発電量が大きく減少

— Coal	— Natural gas	— Natural gas price
--------	---------------	---------------------

出典：ENTSO-Eデータに基づき筆者作成



データとモデル

記述統計量

❖ 時系列データ（一日当たり）

2020年1月1日から2021年12月31日

❖ 電力スポット価格：

EPEX SPOT DE market

❖ ガス価格：

RFV Natural Gas THE DE 1st Fut. Day

❖ 電力需要・各種電源発電量：

ENTSO-E

	Unit	Obs	Mean	Std.Dev.	Min	Max
<i>P</i>	EUR/MWh	17,544	63.619	58.616	-26.125	431.92
<i>LNGprice</i>	EUR/MWh	17,544	28.135	29.692	3.6700	183.00
<i>Actualload</i>	GWh	17,544	5.4291	0.6372	3.9366	6.7918
<i>Naturalgas</i>	GWh	17,544	0.6103	0.2486	0.1848	1.2807
<i>Nuclear</i>	GWh	17,544	0.6913	0.0805	0.3961	0.7859
<i>Coal</i>	GWh	17,544	1.4682	0.5812	0.4647	2.8957
<i>Pumpedhydro</i>	GWh	17,544	0.1198	0.0369	0.0393	0.2413
<i>Inflow</i>	GWh	17,544	0.0216	0.0338	-0.0758	0.0984
<i>Biomass</i>	GWh	17,544	0.4350	0.0233	0.3890	0.4800
<i>Solar</i>	GWh	17,544	0.5058	0.3255	0.0215	1.2828
<i>Wind</i>	GWh	17,544	1.3332	0.9176	0.0967	4.1333

注：Augmented Dickey-Fuller検定Phillips-Perron検定により、すべての変数に定常性があると示された；
スポット価格・ガス及び石炭火力発電量に関する時間的なラグ次数がAkaike's Information Criterion、
Bayesian Information Criterion情報量基準により決定された。

分析結果と結論

電力価格に影響する要因

	電力価格 (EUR/MWh)		
	低下時	上昇時	高騰時
ガス価格	-0.251%	0.351%***	0.964%***
天然ガス	2.396%**	0.379%***	0.439%***
石炭	3.384%**	0.275%**	0.456%**
原子力	2.201%*	0.359%**	0.170%

ガス価格の高騰が
メインな原因

原子力による価格高騰を
抑える効果なし

- ❖ 電力価格低下時：電力価格とガス価格との有意な相関が見られない
- ❖ 電力価格上昇時：ガス価格の上昇、天然ガス・石炭・原子力発電の使用増加による効果が見られる
- ❖ 電力価格高騰時：ガス価格の上昇、天然ガス・石炭の使用増加による電力価格高騰が発生する

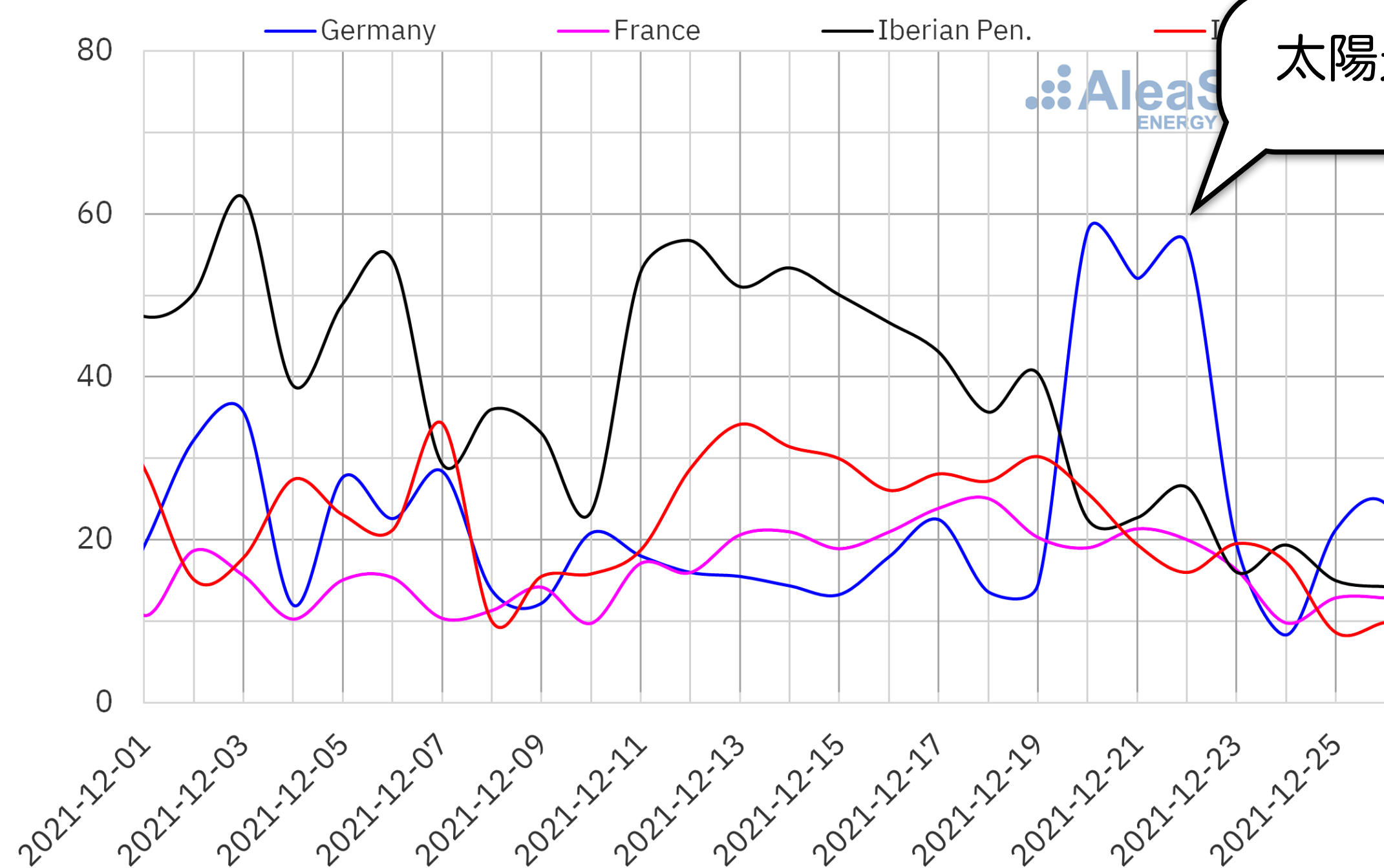
原子力は短時間での出力制御が難しいという技術的な特性があり、価格高騰への対応ができない

価格高騰時の再エネの役割

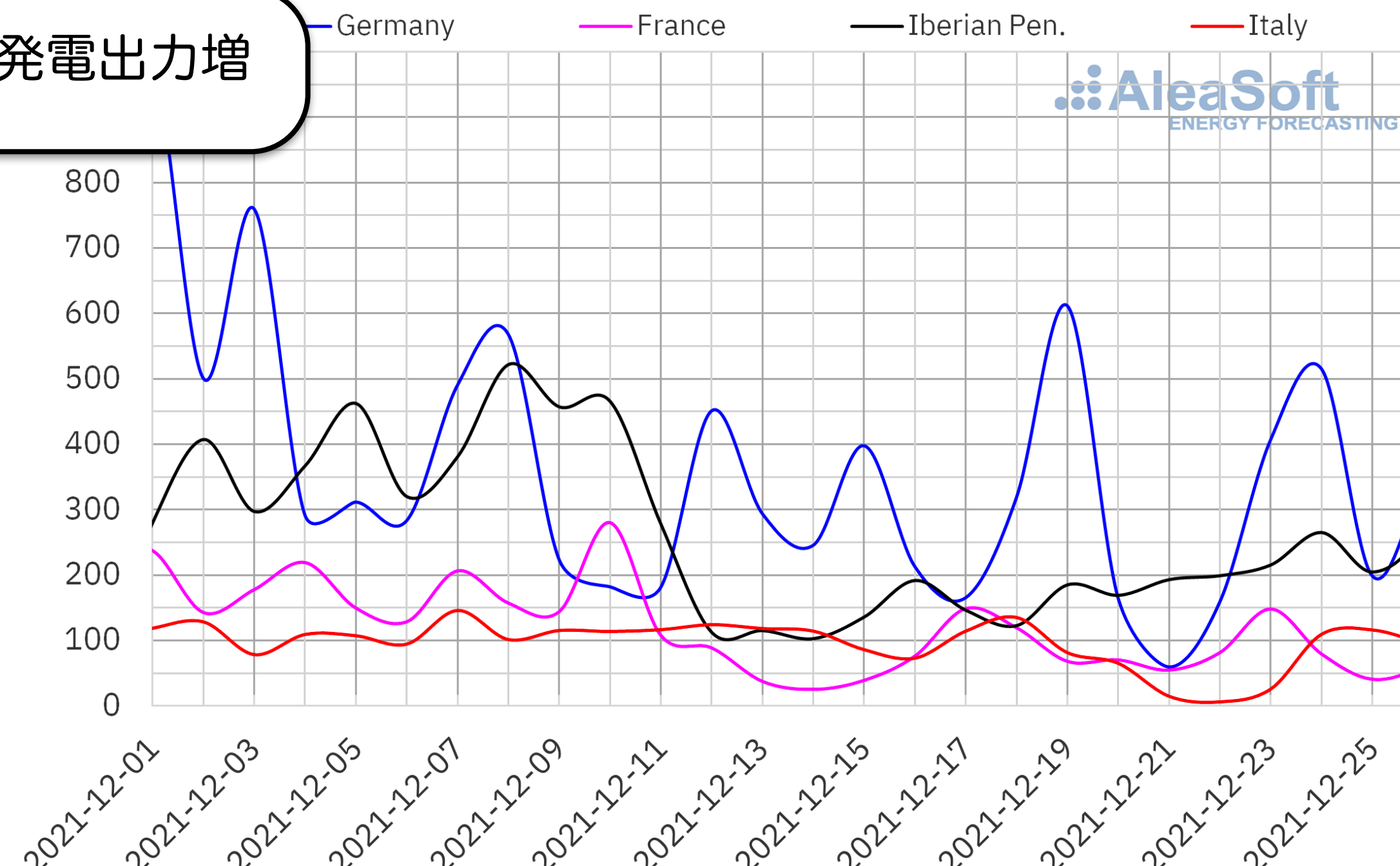
	電力価格 (EUR/MWh)		
	低下時	上昇時	高騰時
風力	-0.679%***	0.031%	-0.014%
太陽光	-0.102%	0.055%	-0.115%**
揚水力	-4.029%***	-0.057%	0.085%

- ❖ 風力：電力価格の低い時にしか価格低下効果が見られない
- ❖ 揚水力：大きな価格低下効果が見られたが、価格高騰時に発揮できない
- ❖ 太陽光：価格高騰時の価格を抑える効果が見られる

European solar energy production [GWh]



European wind energy production [GWh]



外部要因による天然ガス・石炭火力発電量の変化

ガス価格増→ガス火力利用減

	天然ガス	石炭火力
ガス価格	-0.117%***	0.063%***
風力	-0.248%***	-0.206%***
電力需要	2.162%***	1.611%***

ガス価格増→石炭火力利用増

風力出力減→化石燃料利用増

❖ 天然ガス電源発電量の変化

- ・ ガス価格の上昇に伴い、高い生産コストを回避するため、ガス電源使用量が低下
- ・ 風力の出力低下に伴い、需要をまかなうため、生産コストの高いガス電源使用量が増加
- ・ 電力需要の上昇に伴い、ガス電源使用量が増加

❖ 石炭火力電源発電量の変化

- ・ ガス価格の上昇に伴い、天然ガスの代替電源として使用されるため、石炭火力電源使用量が増加
- ・ 風力の出力低下に伴い、柔軟性として運用されるため、石炭火力電源使用量が増加
- ・ 電力需要の上昇に伴い、石炭火力電源使用量が増加

電源使用の変化が電力価格高騰を導いた？

	電力価格 (EUR/MWh)		
	低下時	上昇時	高騰時
(ガス価格増) ガス電源使用減少量	0.791%	1.580%***	-7.061%***
(風力出力減) ガス電源使用増加量	3.909%***	0.480%***	0.366%***
ガス電源使用量	0.338%	0.257%***	0.334%***
(ガス価格増) 石炭火力使用増加量	2.479%	7.172%***	16.51%***
(風力出力減) 石炭火力使用増加量	4.989%*	0.415%*	0.331%
石炭火力使用量	-1.518%	0.127%	0.435%***

価格低い時のみ、
影響が大きい

価格高騰時の
影響がわずか

ここがメイン
な原因！

石炭火力への戻りが電力価格高騰の原因

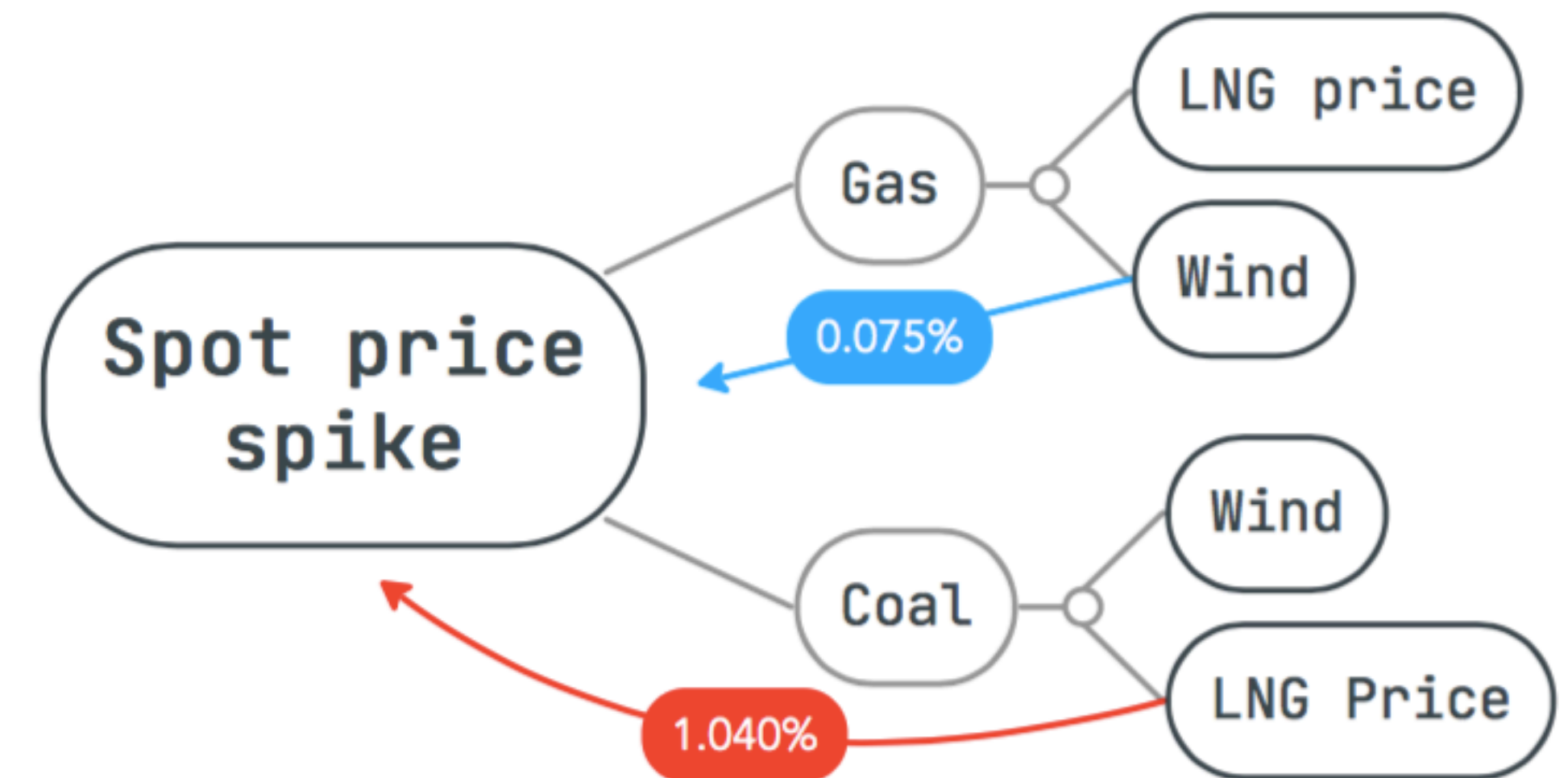
❖ 風力出力低下→ガス火力使用増→スポット価格増：

電力スポット価格が高騰している時に、1%の風力出力低下が0.075%のスポット価格上昇を招いた

❖ ガス価格上昇→石炭火力使用増→スポット価格増：

電力スポット価格が高騰している時に、1%のガス価格上昇が1.040%のスポット価格上昇を招いた

❖ 「ガス価格高騰による石炭火力への戻り」の影響が「風力出力低下によるガス火力への戻り」の影響の約14倍



まとめ

- ❖ ガス価格の高騰時（ガス貯蔵不足時）に、石炭火力が代替電源として使用されている。石炭火力への戻りがエネルギーコスト増を招き、電力価格高騰を導いた。

石炭火力による発電量は17.2%増（2021年同期比）

- ❖ 風力の出力が回復するまでの間、生産コストの高い天然ガスで需要をまかなうことがあるが、その部分の代替効果が電力高騰の発生の原因ではない。

- ❖ 原子力の利用拡大は電力価格の高騰を軽減することに役に立たない

停止予定の原発2基を来年4月半ばまで予備電源として使用するが、「脱原発」の方針は変わらない

- ❖ 太陽光が電力価格高騰時に、電力価格の低下に貢献できるが、効果が比較的に小さい。

2030年までに再エネ割合を65%まで増やす目標設定（EEG2021）。風力・太陽光発電設備容量拡大目標は大幅に引き上げる。

- ❖ 電力輸入や揚水発電などの運用により、電力価格高騰を抑える効果が見られなかった。

柔軟性の拡大と長期大量貯蔵の技術開発が必要とされる