

欧州の原発ルネサンスをけん引するフランス —クリーンエネルギーの安定確保と原発輸出に取り組む—

2023/3

三井物産戦略研究所
国際情報部 欧州・ロシア室
フアマン ミハエル

Summary

- 2023年1月から、持続可能な経済活動を促すEUタクソノミーで、原子力発電が気候変動抑制に寄与する「グリーン投資」の対象になり、欧州最大の原発保有国フランスの原発戦略に注目が集まっている。
- マクロン仏大統領は2022年2月、自国開発の欧州加圧水型炉（EPR）の改良型、EPR2を2050年までに6基新設する計画を明らかにしている。8基の追加建設の検討や複数の小型モジュール炉（SMR）の導入も視野に入れており、総発電容量25GWの原発新設を目指す。
- フランスでは、原発推進による同国産業の再興を期待し、原発の国外への売り込みも積極的に打って出る見通しだ。

はじめに

欧州では近年、原子力発電のクリーンエネルギーとしての位置付けが高まっている。ロシア産化石燃料への依存度引き下げを進めるなかで、原子力発電は脱炭素社会の実現にも資する重要なエネルギー源として脚光を浴びる¹。

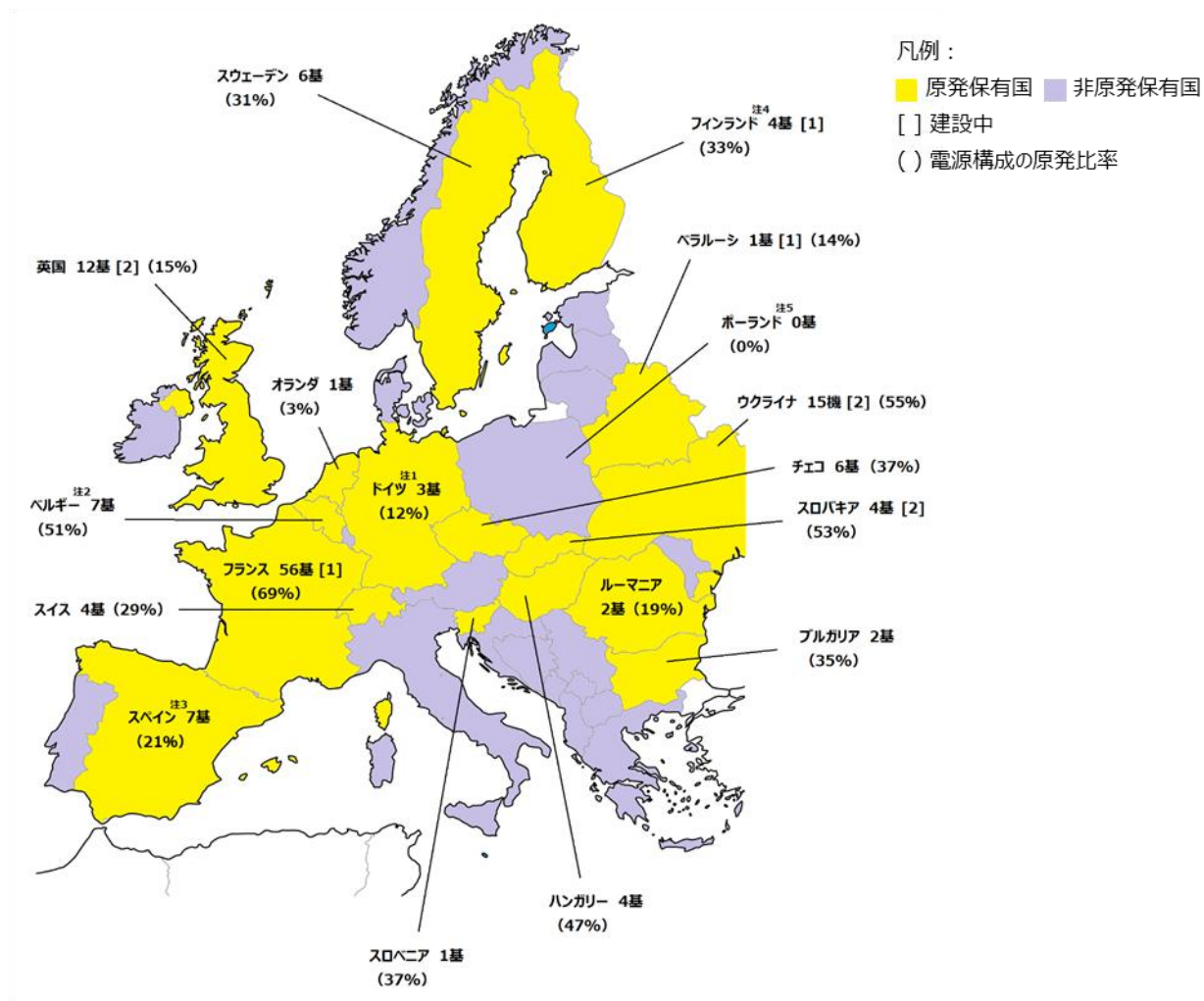
現在、5カ国で計8基の原発の建設が行われている（図表1）。また、新設計画も相次ぐ。チェコ政府は2022年3月に原発1基の増設入札を開始し、ポーランド政府は同年12月に同国初の原発建設を発注した。オランダ政府も2基の原発を新設すると、同12月に発表した。

この原発ルネサンスのけん引役はフランスのマクロン政権だ。マクロン大統領は2022年2月、2050年までにカーボンニュートラルを達成するための重要な取り組みの一環として、国内で少なくとも原発6基の新設や複数の小型モジュール炉（SMR）²の建設を盛り込んだ計画を明らかにした。産業基盤の強化を狙い、クリーンエネルギーの安定確保と原発輸出に取り組む。

¹ 福島第一原発事故や核廃棄物処理の問題により勢いを増していた脱原発の動きは、エネルギーの安定調達を図るために逆行を余儀なくされた形だ。

² SMRの定義は国や設計開発者によって異なるが、国際原子力機関（IAEA）は出力300MW以下の原子炉としている。

図表1 欧州各国の原発保有状況（2021年12月31日時点）



注1：ドイツは2022年末と定めていた脱原発の期限を2023年4月まで延長

注2：ベルギーは2025年までに全廃予定だったが、最も新しい原発2基の運転期間を2035年まで延長することを決定

注3：スペインは2035年までに全廃予定

注4：フィンランドは5基目の原発を2022年に稼働開始

注5：ポーランド政府は2043年までに最大6基の原発を稼働させる計画

出所：IAEA, "Nuclear Power Reactors in the World" (2022) および各種報道から三井物産戦略研究所作成

1 脱炭素実現の足掛かりとしての原子力発電

1.1 EUの原子力発電への期待

EUでは2023年1月に、持続可能な経済活動を促す「EUタクソノミー」規制の改正が適用され、改めて原発と天然ガス発電が気候変動抑制に寄与する「グリーン投資」の対象になるとのお墨付きを得た。EUが掲げる「2050年の域内温暖化ガス排出実質ゼロ」の達成に向けては、①原発の新設や、②厳格な温暖化ガス排出基準を達成

できる天然ガス発電所の稼働継続が不可欠とされている。今後は両分野への民間投資誘致に注力する見通しだ。

1.2 独仏の妥協により実現したEUタクソノミー規制改正

今回のEUタクソノミー規制改正は、域内経済規模首位のドイツと2位のフランスの妥協により実現した。原子力発電は、使用済み核燃料から生じる高レベル放射性廃棄物を長期にわたって管理する必要などがあるため、EUでは脱原発を掲げるドイツを筆頭に、持続可能なエネルギー源と見なすことは妥当ではないとの見方が少なくない。

一方、欧州最大の原子力発電国フランスはドイツを、天然ガスへの依存度が高く、その半分強をロシアから調達するエネルギー政策は持続可能性を有せず、エネルギー安全保障の確保が不十分だと、長年にわたり批判してきた。結局、互いのエネルギー政策を受け入れることにより、EUタクソノミー規制の改正にこぎつけた格好だ。

1.3 核廃棄物最終処理施設をフランスで率先して整備

フランスは欧州最大の放射性廃棄物の排出国だ³。仏放射性廃棄物管理機関（ANDRA）によると、軍民を問わずこれまで溜まった核廃棄物の体積はすでに170万立方メートルに及ぶ⁴。しかし、最終処理問題には目途が付いている。

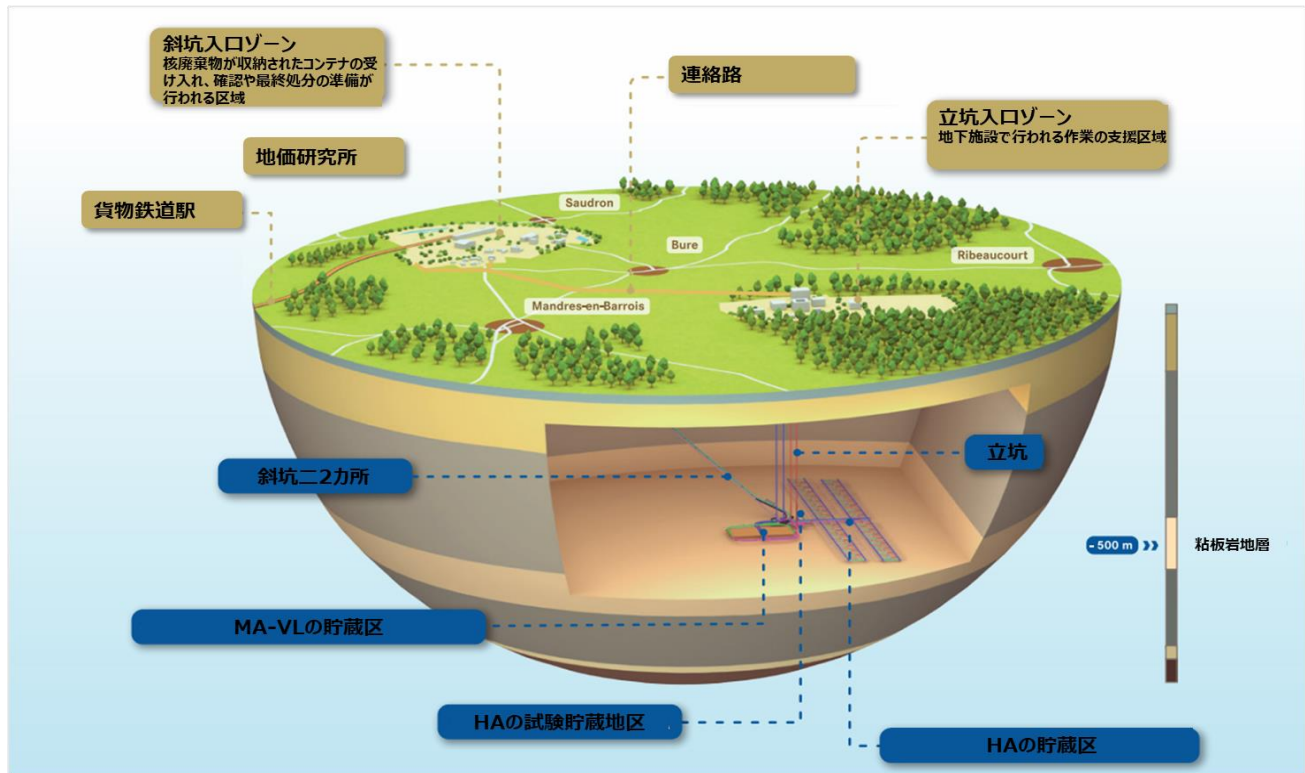
同国のムーズ県ビュール村で進められる深地層処分場「CIGEO」の設置計画（図表2-1～3）を、2022年にエネルギー移行省が公益事業として認定したことを受け、ANDRAが2023年1月にCIGEOの設置許可申請書を仏原子力安全規制当局（ASN）に提出した。現在、長寿命高・中レベル放射性廃棄物の大部分は北西部のラ・アーク再処理施設に中間貯蔵されているが、ANDRAは2027年からCIGEOの建設を開始し、2040年から最終処理を本格化できる見通しを立てている⁵。

³ フランスの放射性廃棄物量は年間で約1,150トンに上る。

⁴ 同体積の6割は原発由来。うち、4万7,000立方メートル分を長寿命、高・中レベル放射性廃棄物（HAやMA-VL）が占める。

⁵ 仏政府は2150年の施設閉鎖までの総費用を250億ユーロと見積もっており、電力公社（EDF）や核燃料最大手オラノ、原子力庁（CEA）にその負担の義務がある。

図表2-1 Cigeoストレージセンター



出所：ANDRA 資料「Plan directeur de l'exploitation de Cigéo」（2022/12）

<https://www.andra.fr/sites/default/files/2023-02/Plan%20directeur%20de%20l%27exploitation%20de%20Cig%C3%A9o%20-%20web.pdf>
（2023年3月10日参照、三井物産戦略研究所が翻訳）

図表2-2 計画の主なマイルストーン

1991	● HAやMA-VLの最終処分場としての適性調査をビュール村を含む3カ所を対象に実施する法律が成立
2000	● 地下研究所の建設を開始
2005	● ムーズ県での深地層処分の実現可能性および安全性をANDRAが肯定的に評価し、仏原子力安全規制当局（ASN）などは同評価が正当性を持つと判断
2016	● 深地層処分施設の設置許可条件を明確化した法律が成立（HAやMA-VLの最終処分場として可逆性100年以上等を要求）
2022	● 仏エネルギー移行省がCIGEO計画の適法性・公益性を認定する公益宣言（DUP）を发出
2023	● ANDRAがCIGEOの設置許可申請書をASNに提出
2027	● 深地層処分施設の建設開始
2035-2040	● HAやMA-VLの深地層貯蔵を開始（試行段階）
2040	● HAやMA-VLの深地層貯蔵を本格化
2150	● 深地層処分施設の最終閉鎖

出所：ANDRA 資料「Dépôt de la demande d'autorisation de création de Cigéo」（2023/1）から三井物産戦略研究所作成

https://www.andra.fr/sites/default/files/2023-01/ANDRA-CIGEO-Mag-4p-2023-depot_DAC.pdf（2023年3月10日参照、三井物産戦略研究所が翻訳）

図表2-3 地層処分場（Cigéo）設置地区



出所：三井物産戦略研究所作成

2 フランスでの原子力の役割

2.1 軍事・民生利用の両立

フランスの原子力開発は、第二次世界大戦直後のドゴール将軍⁶による原子力庁の設置から始まったが、常に軍事利用（核抑止力）と民生利用の両立が追求されている。マクロン政権も2017年に発表した「国防と国家安全保障の戦略的見直し」で、原子力の重要性を再確認した⁷。

同国は、1970年代の石油危機をきっかけに原発の大規模開発を推進し、既存の56基で2021年の国内総発電量532TWhの68%を賄った。しかし近年、17基が稼働年数40年を超えるなど、老朽化問題が深刻化してきている（図表3）⁸。

2.2 仏産業の脱炭素化への期待を背負う

仏政府は、現行の「エネルギー多年度計画」（図表4）の下で、再エネのさらなる普及に注力しているが、電力の安定供給のために原発利用を前提としている。2050年までに最終電力消費量に占める再エネの比率を50%に引き上げる目標を設定しているが、残りは原発で賄う計画だ。

その実現に向けてマクロン大統領は2021年に、経済の競争力強化と未来産業の創出を狙う投資計画「フランス2030」を発表した。産業再興の必要性を訴えて300億ユーロを投資、うち80億ユーロを原子力や水素エネルギーを使ったクリーン電力への転換、製造業の脱炭素に充てる⁹。

2.3 原子力強化への取り組み

仏送電事業者RTEが、2020年に公表された国家低炭素戦略（SNBC）の中で予想する2050年の最終エネルギー消費量を基に、同年の最終電力消費量について3つの主要シナリオ（①ベースライン、②エネルギー効率の大幅向上、③産業再興徹底）を比較、研究した報告書「エネルギー未来2050」を2021年に発表。これによると、フランスの2050年の最終電力消費量は2020年比で、最小で横ばい、最大で32%増（産業再興徹底シナリオ）となる。この産業再興徹底シナリオに基づく電源構成の予想（N03シナリオ）では、2050年には少なくとも原発14基および複数のSMRの新設が必要となる。試算では、その合計容量は約25GW強に及ぶ。

2022年2月にマクロン大統領はN03シナリオ通り、フランスが開発した欧州加圧水型炉（EPR）を改良したEPR2を2050年までに6基新設すると述べた。さらに8基の追加建設とSMR複数基の導入も検討する（図表5）。

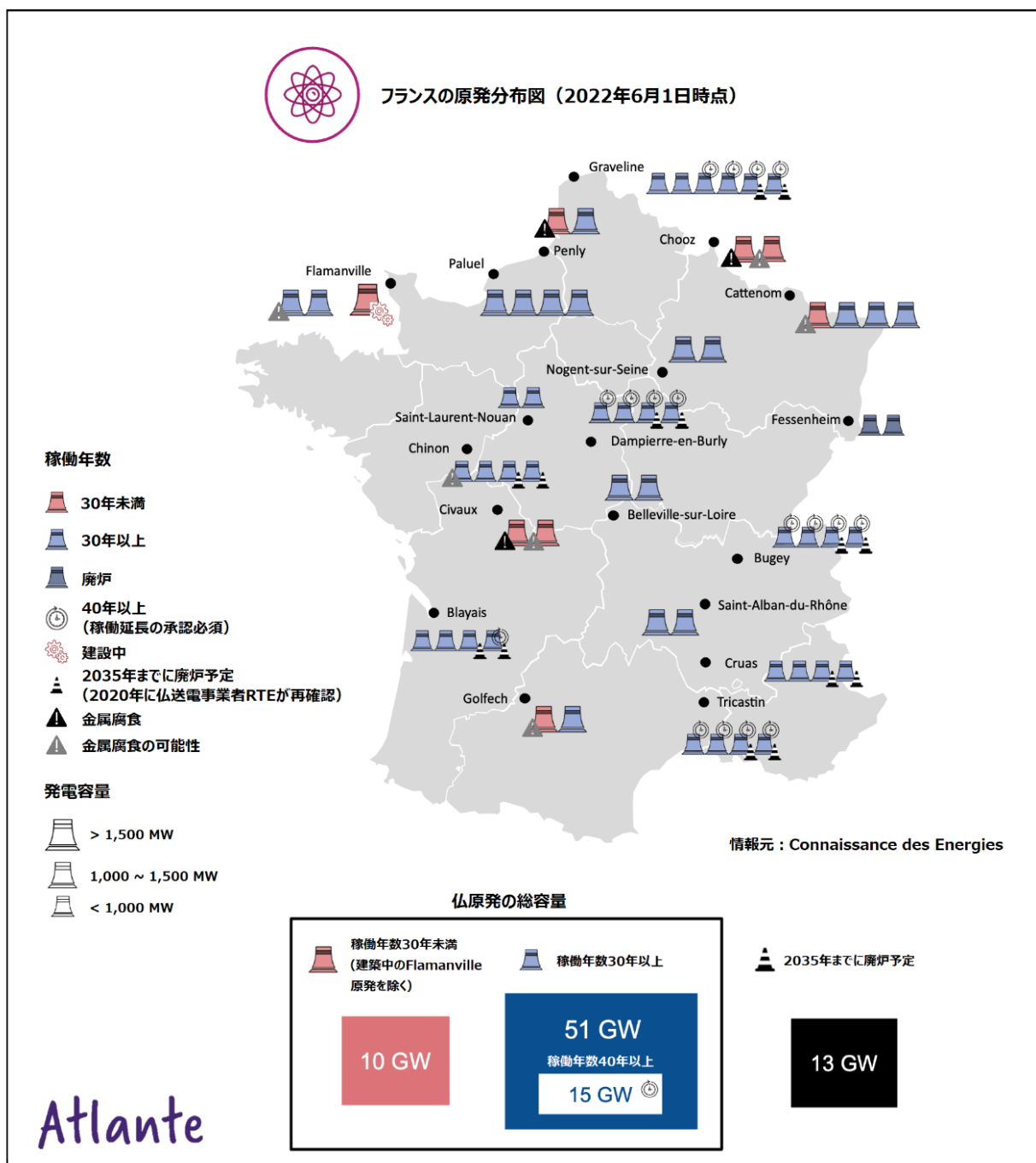
⁶ 当時の仏臨時政府主席、1959年に第五共和政で最初の大統領に就任。

⁷ マクロン大統領は「国防と国家安全保障の戦略的見直し」の中で、フランスが国際的な影響力を維持するには、核戦略を堅持する同国が主導してEUの防衛力強化やエネルギー自立を促進することが不可欠だと強調している。こうした経緯から、ドイツの脱原発政策やロシア産天然ガス需要の見直し、2050年までの温暖化ガス排出実質ゼロ実現に向けた原子力の利用強化を求め続けてきた。

⁸ 現在フランスでは修理などによる原発の停止が相次いでおり、EU域内の電力需要を調整するEU単一電力市場の制度下で密接な取引関係にある隣国ドイツも、仏産電力の安定輸入が危うくなっている。

⁹ 原発推進により多くの雇用機会が生み出され、産業再興への期待が高まる。国内の原子力関連の雇用は周辺産業も含めて約40万人とされており、仏政府は原発産業の強化に活路を求める構えだ。重大な事故や不祥事がない限り、同国の世論も政府の原発推進戦略を支持し続けるとみられる。

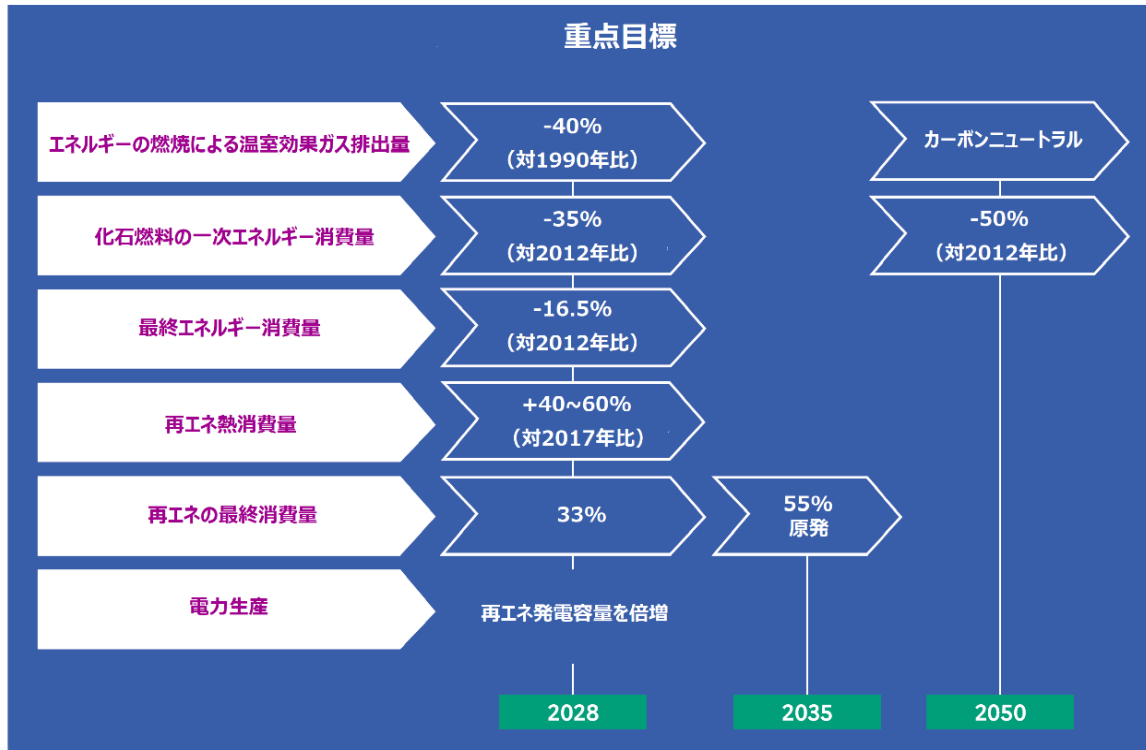
図表3 フランスの原発56基の所在地



出所：Atlanteウェブサイト

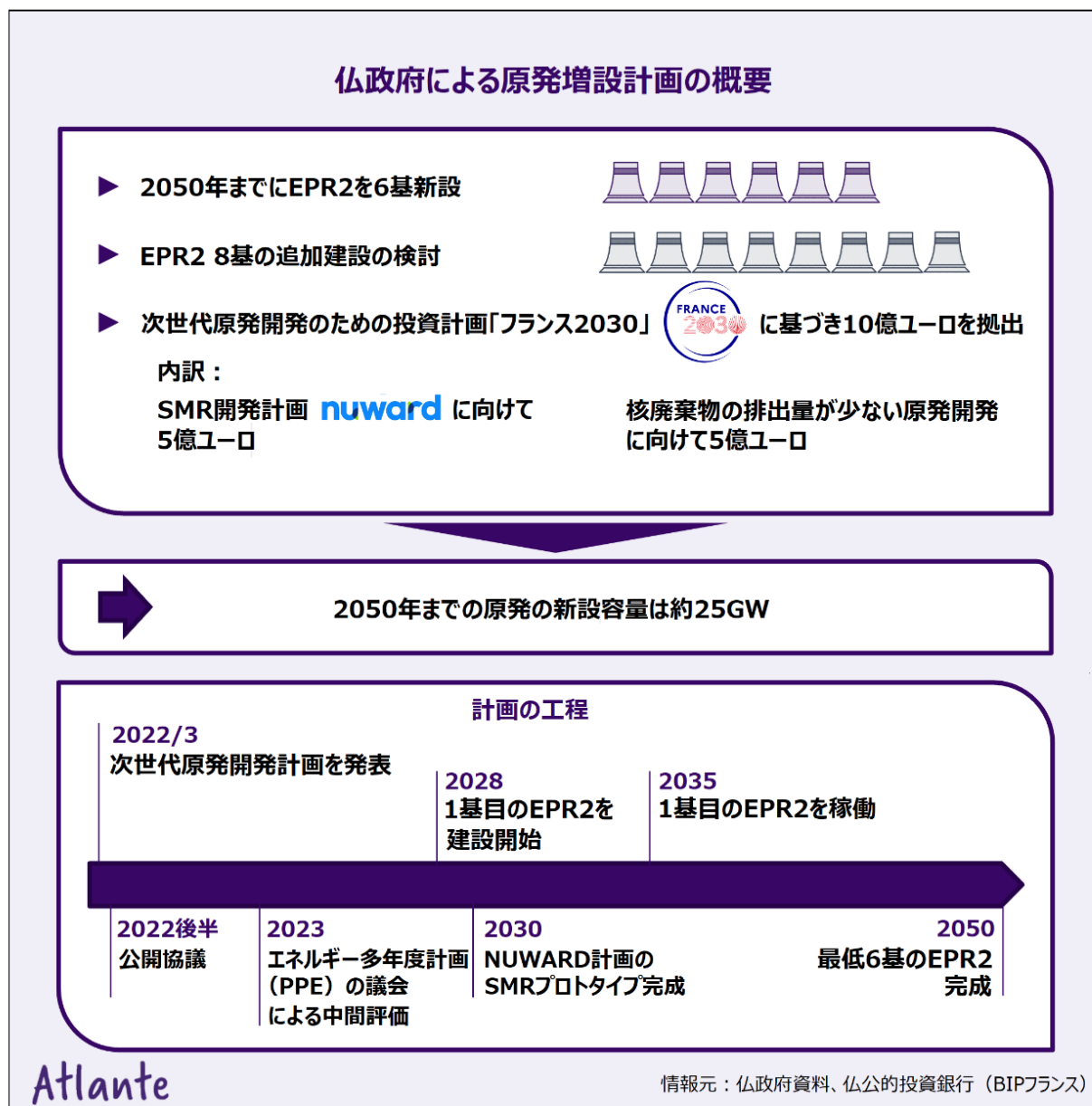
www.atlante.fr/nucleaire-entre-ravalement-et-renouvellement-tout-reste-a-construire/
(2023年3月10日参照、三井物産戦略研究所が翻訳)

図表4 仏エネルギー多年度計画（PPE、2019～2028年）の概要



出所：仏環境連帯移行省 «La France accélère sa transition énergétique, PROGRAMMATION PLURIANNUELLE DE L'ÉNERGIE»
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/PPE_2020_en%204%20pages.pdf
 (2023年3月10日参照、三井物産戦略研究所が翻訳)

図表5 仏政府による2050年までの原発新設計画



出所：Atlanteウェブサイト

www.atlante.fr/nucleaire-entre-ravalement-et-renouvellement-tout-reste-a-construire/
 （2023年3月10日参照、三井物産戦略研究所が翻訳）

3 原発の国外売り込みにも注力するフランス

3.1 原発輸出攻勢の思惑

フランス政府は、国内での原発新設とともに国外輸出にも注力する方針だ。国際エネルギー機関（IEA）の予想によると、世界の電力生産量に占める原子力発電量は2050年までに倍増する見通し（図表6）で、政府は特にポーランドを中心に、ロシア製を敬遠する中欧での商機をうかがう。またEUのウクライナ復興戦

略の一環として、同国での原発増設のほか、原子力発電を活用した水素製造も目指している。

これまでフランスは原発9基（中国に6基、韓国に2基、フィンランドに1基）の輸出に成功してきた。

図表6 世界の発電量の見通し

	発電量 (KWh)					割合 (%)			年平均増加率 (%)	
	2019	2020	2030	2040	2050	2020	2030	2050	2020~2030	2020~2050
総発電量	26,922	26,778	37,316	56,553	71,164	100	100	100	3.4	3.3
再エネ	7,153	7,660	22,817	47,521	62,333	29	61	88	12	7.2
太陽光	665	821	6,970	17,031	23,469	3	19	33	24	12
風力	1,423	1,592	8,008	18,787	24,785	6	21	35	18	9.6
水力	4,294	4,418	5,870	7,445	8,461	17	16	12	2.9	2.2
バイオマス	665	718	1,407	2,676	3,279	3	4	5	7.0	5.2
CO ₂ 回収・貯留	-	-	129	673	842	-	0	1	n.a.	n.a.
集光型太陽熱	14	14	204	880	1,386	0	1	2	31	17.0
地熱	92	94	330	625	821	0	1	1	13	7.5
潮流・波力	1	2	27	77	132	0	0	0	28	14
原発	2,792	2,698	3,777	4,855	5,497	10	10	8	3.4	2.4
水素	-	-	875	1,857	1,713	-	2	2	n.a.	n.a.
化石燃料 (CO₂回収・貯留)	1	4	459	1,659	1,332	0	1	2	61	21
石炭	1	4	289	966	663	0	1	1	54	19
天然ガス	-	-	170	694	669	-	0	1	n.a.	n.a.
化石燃料 (CO₂削減策なし)	16,941	16,382	9,358	632	259	61	25	0	-5.4	-13.0
石炭	9,832	9,426	2,947	0	0	35	8	0	-11	-40
天然ガス	6,314	6,200	6,222	626	253	23	17	0	0.0	-10
石油	795	756	189	6	6	3	1	0	-13	-15

出所：IEA, "Net Zero by 2050. A Roadmap for the Global Energy Sector" (2021/10)

https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroBy2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf
(2023年3月10日参照)

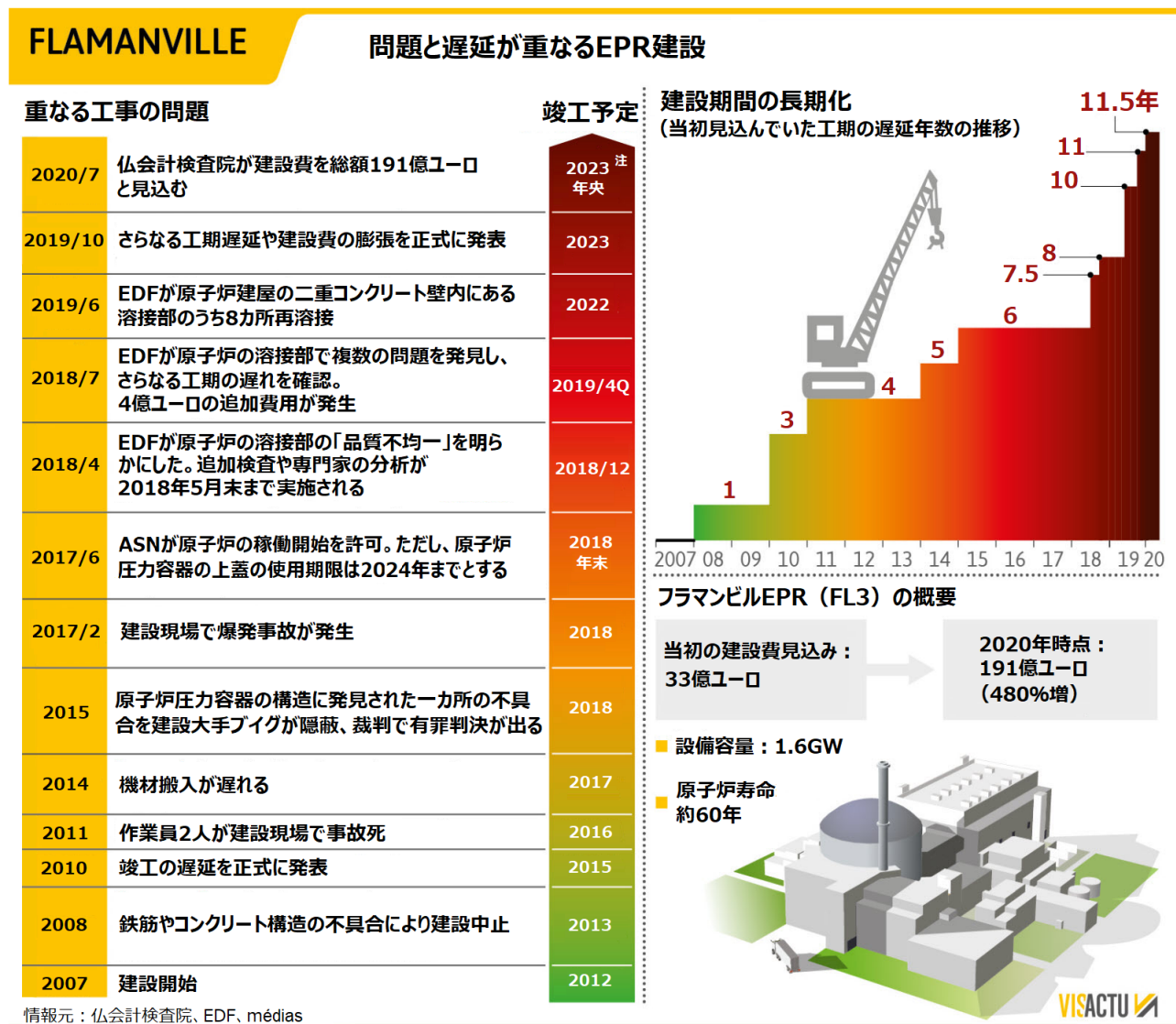
3.2 立ちはだかる既存EPR建設問題

2007年に仏北西部のフラマンビルで始まったEPR建設（FL3）は、EPR技術のさらなる高度化を示すモデルケースとして広く注目を浴びている。しかし、工期が当初予定の5年から17年に延びる見通しで、建設コストも上昇を続けている（図表7）。2022年にフィンランドで稼働開始したEPRも、部品の供給遅延などにより建設期間が当初予定の4年から約17年に延び、建設費も2～3倍に膨張した。英国でも、2024年に開始予定の原発新設プロジェクト、サイズウェルC（出力1.6GWのEPR×2基）の総工費が200億ポンド（約3.2兆円）からさらに増える懸念が強まっている。同国政府は2022年に発表した「エネルギー安全保障戦略」で、2030年までに最大8基の原発新設を目指すとしているが、建設時の諸問題を背景に、フランスの追加受注に大きな暗雲が垂れ込めている。

マクロン政権が後押しするEPR2はEPRの基本構想¹⁰を引き継ぎつつ、安全性をさらに向上させ、建設費を30%削減する点をセールスポイントとしている。EPR技術への信頼回復につなげ、劣勢になったEPR輸出の巻き返しを図るとみられる。

¹⁰ 出力1.6GW、原子炉寿命約60年、運転サイクル最大24カ月等。

図表7 フラマンビルEPRの建設問題



注) 新型コロナ禍で労働者の動きが制限されたことなどにより原子炉の溶接工程がさらに遅れ、EDFは2022年12月、竣工予定を2024年1Qに先送りした。(筆者付記)
 出所：Les Dernières Nouvelles d'Alsace

www.dna.fr/economie/2020/07/09/epr-de-flamanville-la-cour-des-comptes-appelle-a-la-vigilance

(2023年3月10日参照、三井物産戦略研究所が翻訳)

3.3 意欲的に取り組むSMR開発

フランス政府は同国初となる商業用SMR開発プロジェクト「NUWARD (NUclear forWARD)」の推進により、SMRの販路開拓も目指す。NUWARDでは、同国での50年以上の加圧水型軽水炉 (PWR) の運用経験に基づき、出力34MWのSMR (出力17MWの小型PWR×2基で構成) を開発中¹¹。2030年に「NUWARD」実証プラントの建設に取り掛かり、2030年代中に世界市場に送り出す方針だ。

¹¹ CEA、EDF、政府の管轄下にある防衛企業ナバル・グループ (Naval Group)、SMRの専門企業テクニカトム (TechnicAtome) が主導。

米調査会社ポラリス・マーケット・リサーチによると、2030年の世界のSMR市場規模はアジアを中心に2021年比37%増の130億ドルに拡大し、世界各国で開発が加熱する見通しだ。ロシアや中国はすでにSMRの実用化に成功している。一方、フランスは2030年代初頭に導入予定で（図表8）、世界の主なSMR開発国に後塵を拝しており、受注競争を勝ち抜く実力が問われる。

図表8 世界の主なSMR開発計画

導入国	原子炉名	発電容量 (MW)	設計開発者	導入予定
ロシア	KLT-40S（海上浮体式）	35×2	OKBMアフリカントフ	2019年 （2020年運転開始）
	BREST-300	300	露エネルギー技術研究所（NIKIET）	2020年代中
	RITM-200M	55×2	OKBMアフリカントフ	2020年代末
	VBER-300（海上浮体式）	295	OKBMアフリカントフ	2020年代末
中国	HTR-PM	210	清華大学	2020年代初頭 （2022年運転開始）
	ACPR-50S（海上浮体式）	60	中国広核集団（CGN）	2020年代央
	ACP100/玲瓏一号	125	中国核工業集団（CNNC）	2020年代央
アルゼンチン	CAREM	30	アルゼンチン原子力委員会（CNEA）	2020年代初頭
英国	UK-SMR	470 ^注	ロールス・ロイス	2020年代央
米国	NuScale	77×6	ニュースケール・パワー	2020年代末
	SMR-160	160	ホルテック	2020年代末～2030年代初頭
	BWRX-300	300	GE日立ニュークリア・エナジー	2030年代
カナダ	IMSR	195	テレストリアル・エナジー	2020年代末
韓国	SMART	107	韓国原子力研究院（KAERI）、 アブドゥッラー国王原子力・再エネ都市（K.A. CARE）	2020年代末
日本	4S	10/50	東芝エネルギーシステムズ	2020年代末～2030年代初頭
フランス	NUWARD	170×2	CEA、EDF、ナバル・グループ、テクニカトム	2030年代初頭

注）IAEAのSMR定義では出力300MW以下としているが、英政府やロールス・ロイス社はUK-SMRをSMRに分類している。

出所：IAEA, “Small Modular Reactors: A new nuclear energy paradigm”（Pre-print, 2022/9）、Marco Baroni, «Énergie nucléaire: la nouvelle donne internationale», La Fondation pour l’innovation politique（2021/2）、各種報道から三井物産戦略研究所作成

4 今後の見通し

マクロン大統領が2022年に発表した原発ルネサンス計画は、同国の2050年の電源構成を原子力50%と再エネ50%にすることで経済効率が最適化されるという前提で策定されている。同大統領は、1月に原子力発電がEUタクソノミーで「グリーン認証」を得たことを足掛かりに、原発の開発や輸出を積極的に推進し、攻勢に出るとみられる。

欧州委員会のブルトン域内市場担当委員によると、電力需要を満たし、温暖化ガス排出実質ゼロ目標を達成

するには、EUは2050年までに次世代原発の開発と建設に5,000億ユーロを投じる必要がある。EUだけでも原発産業に膨大な商機が生まれる。

フランスは、EPRやEPR2の輸出については、中欧諸国を中心に欧州で活気を帯びつつある原発市場に照準を合わせるとみられる。従来導入してきたロシア製原発を忌避する動きが広がり、米国や韓国勢との受注競争が激化されるなかで、現在建設中のEPRの工期遅延による建設費増額などが競争の足かせになりかねない。一方でSMRに関しては、拡大基調にある世界全体の市場を視野に入れた輸出戦略を展開するだろう。

またフランスの積極的な後押しにより、EUでは、化石燃料に頼る既存の経済から再エネに立脚する経済への転換を加速すべく、再エネではない原発由来の水素を「グリーン水素」として認める機運が高まっている。フランスは、例えばウクライナ復興の一環としても、同国での原発由来グリーン水素の製造や、EUへの輸出実現に率先して取り組む見通しだ。

当レポートに掲載されているあらゆる内容は無断転載・複製を禁じます。当レポートは信頼できるとされる情報ソースから入手した情報・データに基づき作成していますが、当社はその正確性、完全性、信頼性等を保証するものではありません。当レポートは執筆者の見解に基づき作成されたものであり、当社及び三井物産グループの統一した見解を示すものではありません。また、当レポートのご利用により、直接的あるいは間接的な不利益・損害が発生したとしても、当社及び三井物産グループは一切責任を負いません。レポートに掲載された内容は予告なしに変更することがあります。