第2章

フランスという例外

——フランスの原子力産業、およびそれが新たなエネルギーシステムへの移行を目指す政治的計画に与える影響

クリスティーナ・スチュアート

要 旨

福島原発事故は、原子力発電の割合を減らし、再生可能エネルギーの成長を促進する法令の施行を促したという点で、フランスのエネルギー政策にとっても転換点となった。それでもなお、フランスの原子力業界は無傷のままであり、強大な政治力をもってフランスのエネルギー部門を支配している。これら二つの現実の間に横たわる明確な緊張関係を説明し、その展望を示すことが本章の目的である。まずはフランスの原子力産業がかくも強力な存在となった経緯を検証することで、環境問題、安全性の問題、そして経済的問題に対する原子力業界の反応を分析する。そして最終的に、新たな政治的枠組みにおけるフランス原子力業界の展望を提示する。原子力業界は現在、社会政治学的な分析を土台とし、低炭素技術を前面に打ち出すことで、環境および気候の問題を乗り越えている。また大規模投資を行なうことで、安全性の問題も管理下に置いている。しかし本章は、現在の原子力業界を維持している財政状況が、最終的に不安定な経済的状况を生み出すことを示す。エネルギー移行政策と原子力産業の成長との間の力関係は、政治的というより経済的な問題なのである。

序 論

2015年8月、当時のフランス大統領フランソワ・オランドは、国家の電源構成に占める原子力の割合を削減すべく、「グリーン成長に向けたエネルギー移行法」（エネルギー移行法）を通過させた。この前例のないエネルギー政策の転換によって、原子力発電の割合を現在の76.3パーセント（RTE 2016）から2025年までに50パーセントに減らすこと、および再生可能エネルギー発電の割合を2030年までに40パーセントに増やす（再生可能エネルギー全体の割合を32パーセントまで増やすことで達成する）ことを含む、野心的な環境保護目標を達成する責任をフランスは負うことになった。温室効果ガス排出削減と再生可能エネルギー発電に関する諸々の目標は一般的に受け入れられているが、原子力の割合を法律によって急激に減少させることは、今も議論的となっている。またこれらの具体的なエネルギー移行目標がどのように達成されるかも、いまだ明らかになっていない。フランスの会計検査院によると、電力消費および輸出の水準が安定的に推移するならば、原子力業界は2025年までに7基から20基の原子炉を閉鎖しなければならないとしている。しかしエネルギー移行法が通過して2年、フランスの発電事業をほぼ独占しているフランス電力会社（EDF）は、ドイツとの国境近くに立地し、国内で最も古く、最も不安定で、しかも国際的な係争状態にあるフェッセンアトム原子力発電所をいまだに閉鎖していない。

原子力への依存を低減する新たなエネルギーシステムへの移行計画と、こうした計画の実行を頑なに拒むフランス産業界との間には、対立と緊張が明確な形で存在する。この分裂状態を理解するには、フランス独特の原子力産業と、強力な原子力ロビー団体の存在を認識する必要がある。フランスの原子力産業が独特なのは、政治的権力と不可分の関係にある産業構造のためである。それは現在の中央集権的国家における神経系統であり、フランスの文化に深く根ざし確立されているため、真の意味で疑問符が付けられたことは過去になかった。その独特な産業構造のおかげで、フランスの原子力業界はアメリカに次ぐ世界第2位の規模を誇っており、また国家の電源構成における原子力の割合が最大という点で世界の

先端を走っている。58基の原子炉が総発電量の77パーセントを賄っているフランスは、他のどの国よりも原子力に依存していると言えよう。

国際的研究の結果、原子力発電の衰退という近年の傾向が明らかになっている (Schneider et al. 2016)。国際原子力機関 (IAEA) による原子力発電拡大の見通しも、原子炉の老朽化および廃炉、そして新規建設数の減少を考慮して、毎年更新されている (IAEA 2014/2015)。世界的に原子力発電が縮小している理由は複雑で、国ごとに異なっているが、新たなエネルギー体制への世界的移行という流れは確実に存在している。この新たな体制は、再生可能エネルギー発電の増加と、化石燃料および原子力発電の増加率減少にとどまらない。エネルギーの持続可能性に関する政策は、安定的供給の確保と環境の保護 (気候変動を含む) にますます影響されるようになっていく。国際的研究とは対照的に、原子力発電に関するフランスにおける研究は未来への視点に欠け、原子力産業が過去に行なった決断の分析にほぼ集中している (Topçu 2013)。結果として、フランスの原子力発電がどのような展開を見せているのかについて、一致した意見は存在しない。事実、もがき苦しむフランス原子力産業の姿が国際的研究によって示される一方、フランス側の見通しは楽観的であり、原子力産業を低炭素社会の成長のために欠くことのできないエネルギー資産とみなしている。つまり、原子力についての相反する見解にフランスがどう対応し折り合いをつけていくかを巡って認識の差が存在しているのだ。

本章は、フランスの現状と国際的・国内的政策との間になぜこうした対立が存在しているのかを述べるとともに、世界的なエネルギーシステムの移行という流れの中、この状況がどのように進展するかを明らかにする。また、フランスの原子力産業が他国の原子力産業と比べてどういった点で例外的なのかを説明し、そうした例外的地位がフランスのエネルギーシステムの今後にどの程度影響を与え得るかを理解することが、本章のさらなる目的である。フランスの原子力業界は、原子力の割合を減らして再生可能エネルギーに移行するという現在の政治的目標に対抗する力を持ち得るのか？ まず最初の節で、フランスの原子力産業が歴史的にエネルギー政策を牛耳り、原子力の衰退傾向に抵抗する強力な産業構造を生み出した経緯を論じる。第2節では、地球環境問題と気候変動に関する国際的な

政策の策定において原子力が果たさなくてはならない役割を述べる。第3節では原子力の安全リスクを軽減するためのフランス原子力産業の戦略を扱い、最後に、フランスの原子力産業がどの程度政治的影響力を維持し得るか問いつつ、その経済的分析で本章を締めくくる。

フランス原子力産業の発展

フランスの原子力産業と政策との間に存在する力関係を分析する前に、まずはフランスの原子力産業を独特なものにしているのは何かを理解しなければならない。そのためには原子力技術がフランスで爆発的な勢いをもって誕生し導入された時に遡る必要がある。フランスの原子力産業の成功には、様々な要素が関係している。本章ではそのうちの3つを取り上げるが、いずれも原子力業界の政治的権力の強化に結びついている。この成功物語に貢献した第1の本質的要素は、原子力産業が軍事に起源を有するという事実である。第2に、原子力産業を興した主要な人物は互いに密接なつながりを持ち、また政府とも緊密な関係にある。そして第3に、フランス経済は原子力の輸出能力に頼る形で発展したという事実である。

「思いとどまらせる武器 (l'arme de dissuasion)」という概念は、フランスの「大計画 (grandes programmes)」の父シャルル・ド・ゴール大統領が核分裂技術に与えたものである。第2次世界大戦後、ソビエトが最初の原爆実験に成功したことを受け、ヨーロッパは核分裂技術の持つ力を恐れると同時に、それを高く評価した。そして1952年、欧州防衛共同体プロジェクトは冷戦下における核の脅威から加盟国を守るべく、一つの条約を策定する。フランスを含む6つの加盟国はこの条約に賛成したが、そこには締結国に核兵器の保有を禁じるという特筆すべき条項が含まれていた。しかし、1954年第1次インドシナ戦争でフランス連合がベトナムに敗れたのち、ド・ゴール將軍は国家防衛の名のもとに核兵器の導入を決断した。かくしてフランスは正式にこの条約を拒否する。

1958年、第五共和国の大統領に就任したド・ゴールは、したがって軍の最高司令官に任命され、核兵器に関する最高責任者となった。しかし、かくも強力かつ将来的に危険となり得る技術について、完全な支配権を一人の人物に委ねるの

は、共和国にとって受け入れ難いことだった。このような権力を正当化すべく、ド・ゴールは1962年に国民投票を行なう。その結果、大統領選挙の手続きが修正され、それまでの間接投票から全国民による直接投票システムへと変更された。大統領の地位を民主主義に基づくものにしたことで、ド・ゴールは核兵器の支配を正当化したのである（Chantebout 1986）¹。ド・ゴールは核を単なる軍事的戦略として見ていたわけではなく、国家の独立政策戦略の中心とみなしていた。ド・ゴールにとって、軍事的な核保有だけでは十分ではなく、民間における原子力の活用こそが、大統領は「国家独立の保証人である」というフランス憲法第5条の遵守を保証する解決策だったのである。軍事的戦略物資から民間必需品への核の転換という1960年代に発生したパラダイムシフトは、フランスにおける歴史的転換点となった。

国家のエネルギー面での独立は、石油輸入からの独立とも言い換えられる。この政治戦略は民間による原子力発電を後押しするために用いられた。とりわけ重視されたのが、北アメリカ産石油の輸入量削減である。事実、フランスは独立の象徴として1966年に北大西洋条約機構（NATO）を脱退していた。だが皮肉なことに、ド・ゴールが大統領を退いた（1969）直後、フランスが設計したウラン天然黒鉛炉（UNGG）よりも安価なことからアメリカ製の加圧水型原子炉（PWR）が輸入され、以後新規に建設される原子力発電所で用いられた（Reuss 2007:68）。当然ながら、原子力で賄うことができるのは電力だけなので、完全な「エネルギーの独立」は誇張であった。輸送機関用の油およびガソリンの輸入が影響を受けることはほとんどなく、それは避けることができない事実であった。

EDFは1960年代に原子炉プロジェクトの試作機建設を開始したが、その一方ではエネルギーの電力への移行が徐々に始まっていた。軍の資金も、民間原子力開発への投資とこれら試験的なプロジェクトの継続を後押しした。フランスが民

1——「それゆえ、フランス初となる核兵器の開発と、大統領選挙を直接投票に移行させた1962年の憲法改正は不可分の関係にある。国民の直接投票によって完全なる正当性を与えられた人物だけが、かくも危険度の高い技術の使用を決断するのに必要な倫理的強さを得られるのは確かである」（Chantebout 1986）。

間の原子力発電に移行したことを説明する際、またフランス政府によってなされた巨額の投資を正当化する際に挙げられる理由は、1973年に発生した石油危機と結びついている。しかし時系列的な一貫性を保つためには、民間原子力への投資は1970年代のアラブ・イスラエル紛争におけるフランスの軍事的野心との関係で考慮されなければならない。事実、石油危機に先立つ1973年5月、ピエール・メスメル首相は閣議の中で、1972年から1977年にかけて建設される原子力発電所の計画発電量を、当初の8,000メガワット（MW）から13,000 MWに増強すると述べた（INA 1975）。

それからわずか数ヵ月後、石油危機が世界各国の経済を襲い、民間の原子力発電を存続・発展させる完璧な理由を与えた。かくしてエネルギー面での独立と軍事面での防衛力を提供する原子炉は、他のどの国でも見られない速度で建設が進められる。石油危機は原子力発電を加速させるフランスの決定とほぼ同時に発生したが、民間の原子力計画は石油危機以前すでに策定されていたことに注意しなければならない。その結果、メスメル首相が1974年に発表した、かの有名な「全原子力化（le tout-nucléaire）」計画につながったのである。メスメル計画の第1段階は、発電容量900MWの原子炉を2年間で13基建設することであった。10年後にはウェスティングハウス社製のPWRがフランス全土で50基建設中だった。² フランス国民にとっては、より安価な電力料金という国の約束が、民間原子力事業への投資を正当化する理由となった。³

今日の原子力事業は大きく分けて3段階で建設された。第1段階が1971年から1982年にかけてのCP0（Contract Programme 0）、CP1、CP2であり、第2段階が1977年から1986年にかけてのP4およびP'4、そして第3段階が1984年から1993年にかけて建設されたN4原子炉群である（表2-1参照）。

2———UNGG型原子炉は6基（シノン、サン＝ローラン＝デ＝ゾー、およびビュジェの各原子力発電所に所在）建造されているが、より安価なアメリカ製PWRに移行する決断がなされた。EDFがウェスティングハウス社製モデルを支持する一方、原子力・代替エネルギー庁（CEA）はUNGGを強く支持していた。

3———当時、フランスの電力は主に輸入された石油によって賄われていた。よって石油危機が生じると、電気は極めて高価なものになった。

表2-1 現在稼働しているフランス原子炉群の建設時期

原子炉シリーズ	建造時期	原子炉数		出力規模 (MWe)
CP0	1971-74	6	34	900
CP1	1974-81	18		900
CP2	1976-82	10		900
P4	1977-80	8	20	1,300
P'4	1980-86	12		1,300
N4	1984-93	4	4	1,450
合 計	1971-93		58	純合計出力：63,130MWe

注：MWe=電気出力メガワット。

出典：Brottes and Baupin (2014) を基に作成。

民間における「全原子力化」計画は完全に実行されたわけではないが、フランスの総発電量のほぼ80パーセントが原子力によるものであり、また今日においても軍事的利益から完全に切り離されているわけではない。発電用原子炉に加え、トリカスタン原子力地区にあるようなウラン濃縮施設が軍民の利用に提供されている。事実、これらの施設はフランスにおける燃料サイクル能力の一部となっているだけでなく、プルトニウムの抽出も可能である。これら原子力事業の歴史には軍事の影が常につきまとっているが、現在でも軍との関係は残っているのだ。

現存する原子力発電業界の発展を可能にした主体は、今もなお存在している——存在しているどころか、フランス原子力産業の中心を成しているほどだ。フランスの原子力産業は3つの主体で構成されている。まずはフランスの独占的電力事業者であるフランス電力会社（EDF）である。1946年、競争を回避し国家からの支援を享受させるべく、EDFに複数の会社を統合させ国有化することが決定された。多数の電力関係企業が共存するアメリカやイギリスと異なり、フランスのナショナル・イノベーションシステムは市場競争を促進しなかった。現在のEDFは独自の法律が適用される有限責任企業であり、2004年を境に国有企業ではなくなっているが、現在も株式の84.5パーセントを政府が保有している（EDF 2014）。そのためEDFは「国家の中の国家（etat dans un etat）」という昔からの地位を今も保持し続けている。

原子力産業において第2の主体であるアレヴァは、EDFを支援する主要な原子

力関連企業である。アレヴァの傘下にはアレヴァ原子力発電（NP）とアレヴァ原子力サイクル（NC）があり、アレヴァNPが原子炉の建造を行なう一方、アレヴァNCは使用済み燃料の再処理や廃棄物処分を含む燃料サイクル事業を担当する。ラ・アーグに再処理施設を建設した1966年から核廃棄物と使用済み燃料を取り扱っている。原子力産業の核を構成する第3の主体は、国防を目的とした核開発を行なうべく1945年に創設された原子力・代替エネルギー庁（CEA）である。CEAは今日においても軍民の研究開発を促進・支援している。

これら諸機関同士の協力関係、および機関内部における協力関係は、フランスの伝統的な技術主義によって保証されている。第2次世界大戦以降、フランスの製造業が擁する労働力のほぼ全ては、「国家総軍」（corps d'etat）のメンバーで構成されていた⁴。つまり原子力開発が発展する間、産業大臣だけでなく原子力企業の取締役や幹部職も、同じ名門パリ国立鉱業大学の卒業生が占め続けたのである。彼らが同種の教育を受けたことから、前記3つの機関およびその幹部の間には当然の結果として能率の向上が見られた。官僚の多くもこれらの権威ある機関で勤務したことがあるか、あるいは協力して業務にあたった経験を有しているため、この能率の高さは政治の分野にまで及んだ。これら歴史ある諸機関が互いに、あるいは政府との間で維持している緊密さは、政治的な「大計画」が国民の議論を経ることなく、議会の右派からも左派からも容易に同意を取りつけられることを意味する（Gerbault 2011）。こうした能率の高さは、単一機関内における原子力の価値の連鎖の垂直的な統合によって一層容易に達成された。こうした中央集権的・統一的構造の一大結果こそ、容易かつ異議の少ない核開発の促進なのである⁵。

フランス原子力産業の政治力を決定づけている最後の要素は原子力輸出への依存である。まず第1に、フランスは世界最大の電力輸出国であり、欧州連合（EU）の電力網の一部を構成している。2015年、フランスは546テラワット時（TWh）の電力を生み出したが、消費量は476TWhである（RTE 2016）。つまり、

4——「国家総軍」は歴史的に国立統計経済研究所だけでなく権威ある技術系高等教育機関（パリ国立高等鉱業学校や国立土木学校など）の卒業生を含む。

5——原子力安全局（ASN）など他の主役たちについてはのちに論じる。

フランスの発電容量は国内消費を賄うのに必要とされる分をはるかに上回っているのである。技術的な理由により、原子力発電所を一旦閉鎖し、後に再稼働させるには巨額の費用がかかる。ゆえに、電力需要が変動する状況のもと、原子力発電所の運転を一定の割合で続けるためには電力輸出が必要不可欠なのだ。フランスはヨーロッパ連係電力系統のおかげで原子力発電を支配でき、それによって常に余剰の電力を生み出しているのである。

同じく2015年、フランスは91.3TWhの電力を輸出し、29.9TWhを輸入している（RTE 2016）。この輸入水準は電力価格の変動を反映したものであり、EU内部で原子力発電が常に最も安価なわけではないことを示している。たとえば、スイスはフランスが輸出する電力のほとんどを輸入しており、それにイタリア、ドイツ、ベルギー、イギリス、そしてスペインが続く。一方、再生可能エネルギー電力が原子力発電より安い時、フランスは主にドイツから電力を輸入しており、それにスイスとスペインが続いている。フランスの冷暖房システムは大半が電気によるものであり、そのため西ヨーロッパで最も気温に敏感な国となっている。原子力発電が一定の余剰電力を生み出しているにもかかわらず、寒さの厳しい冬に発電量を急に増やすことはできず、近隣諸国からの電力輸入を余儀なくされているのである。

第2に、フランスは原子炉の輸出国である。原子炉メーカーであるアレヴァNPはこれまでに102基の軽水炉（LWR）を全世界に輸出している。ごく最近も欧州加圧水型原子炉（EPR）という新型原子炉の輸出を開始しており、フィンランドで1基、中国で2基、フランスで1基が建造されている。しかしこの新技術には問題の多いことが明らかとなっている。それを象徴するのが、イギリスで建設が予定されているヒンクリー・ポイントC原子力発電所の2基のEPRに対する投資と、それにまつわる論争である。EPRの設計および輸出に関する問題は、後に詳しく論じる。

第3に、フランスは原子炉の安全技術を輸出している。⁶ チェルノブイリと福島

6——原子力関連の透明性および安全性に関するフランスの法律第2006-686条によると、原子力の保安には安全性の確保（原子炉の建造、稼働、および廃炉を指す）の他、放射線防護、悪意ある行動の予防、そして事故の際における大衆の安全確保が含まれる。

で発生した原発事故以降、原子炉の安全規定は主要な輸出品目となった。事実、これら原発事故によって追加の安全対策が必要になってからというもの、フランスは安全規定の開発に非常に力を入れている。

第4に、フランスの安全技術の一環として、アレヴァNCはラ・アーグおよび六ヶ所村にあるものと同様の燃料再処理施設を輸出している。放射性廃棄物の管理については本章の第3節でさらに論じる。

コンサルタント会社のプライスウォーターハウスクーパーズが行なった調査研究（2011）によると、直接・間接を問わず原子力輸出の取引高を全て考慮に入れると、原発による電力およびその他の原子力関連設備ならびにサービスの輸出額は年間60億ユーロに上り、また潜在的な取引高は450億ユーロと、フランスの国内総生産（GDP）の2パーセントに達する。フランスは現在、原子力輸出が生み出す巨額の利益に強く依存しているのである。

1970年代にフランスが発電の分野で下した決断は、エネルギー部門を原子力技術に邁進させることであった。軍事に起源を有することで原子力への投資が可能になり、原子力産業の担い手たちは政府と密接な関係にあり、経済は原子力輸出に依存している。原子力産業が歴史的にかくも例外的存在となっているのはそのためである。原子力産業が実際に原子力発電の割合を減らすという政策を覆すには、現在の構造が安定的であり続けること、および輸出が順調であり続けることが必要である。しかしながら、重大な技術的問題がこれら二つの要素を脅かしている。すなわち、既存の原子力発電所群の寿命である。どのような政策をとるにせよ、これらは今後10年間で置き換える必要が生ずる。新たな原子炉への交換という、世界的なエネルギー移行の流れに沿った政策をフランスが採用するにあたり、この事実はその政策に余地と力を与えるものに他ならない。エネルギーの世界的枠組みを変えようとする圧力は新たな電源構成の必要性和不可分の関係にあり、新型の原子炉はこの新たな枠組みに調和するものであると原子力産業が立証できなければ、より再生可能なシステムへの移行を迫られることになるだろう。

新たなエネルギーの枠組み

世界的に見て、エネルギーに関する新たな枠組みの基礎を作り上げようとしているのは環境問題と気候問題であり、その枠組みとは、化石燃料による経済成長への決別と再生可能エネルギーの増加である。実際のところ、フランスは原子力を基盤とする低炭素社会を築いているが、同国の保有する原子力発電所群は2016年の段階で平均稼働年数が31年に達しているため、公式に定められた寿命が迫っている⁷。フランスのエネルギー政策と世界的なエネルギー移行は、既存の原発群を置き換える必要性を促し、新たなエネルギーシステムに移るための他に類を見ない機会を与えている。その意味で、オランダ大統領によるエネルギー移行法は、新たなシステムを目指す上で最も重要な政策は何か、および目標はどのようなことであるかを初めて示したものだった。

本節では、エネルギーの新たな枠組みを議論する中でフランスの原子力産業が果たした役割を論じる。まず最初に原子力産業を対象としたエネルギー移行法の詳細を分析し、それがフランスでどのように実施されているかを述べる。次に、再生可能エネルギーによる発電能力の向上と、それに伴う原子力発電に対する市場価格の下落圧力という、最近強まりつつある潮流について論じる。原子力発電に対する市場価格の下落圧力が発生したのは、再生可能エネルギーの競争力が高まったことによる。そして最後に、パリで開催された第21回気候変動枠組条約締約国会議（COP21）において原子力がどのようにみなされたか、そして新たなエネルギー枠組みの一部となるか否かを分析する。

エネルギー移行法は、より持続可能な経済への移行というフランスによる一連の目標を規定しており、その策定は福島原発事故に端を発している。2012年の大統領選期間中、原子力を支持するニコラ・サルコジと再生可能エネルギーを支持するオランダとの間でエネルギーの将来像に関する論戦が行なわれた。また移行法の最終条文は、持続可能なエネルギーシステムをどのように構築するかを巡

7——フランスにおいて原子力の当初の寿命は40年だった。

って2012年から13年にかけて行なわれたエネルギーに関する公開討論の結論を土台にしている。激しい政治折衝の結果、1,000箇所以上の修正を余儀なくされた⁸が、2015年、この法律は現時点における最も野心的な環境法として、当時の環境大臣セグレヌ・ロワイヤルによって提出された。66箇条から成る同法で特筆すべきは以下の諸点である。

- ・電源構成に占める原子力発電の割合を、2025年までに50パーセントまで減少させる。
- ・原子力による発電能力に上限を設け、現在の63.2ギガワット(GWe)に制限する。
- ・電源構成における再生可能エネルギーの割合を増加させ、2030年までに最終発電量の40パーセントを目指す（これを達成すべく、2030年までに最終エネルギー消費における再生可能エネルギーの割合を32パーセントまで増加させる⁹）。
- ・化石燃料エネルギーの最終消費を、2030年までに2012年度比で30パーセント減少させる。
- ・最終エネルギー消費を、2050年までに2012年度比で50パーセント減少させる。
- ・温室効果ガスの排出を、2030年までに1990年度比で40パーセント減少させる。

エネルギー移行法は野心的かつ具体的な法律ではあるが、目標をどのように達成するかは何も示していない。それは原子力発電の割合を減らす詳細な行動目標の提示を目的とした、複数年度エネルギープログラムの役割である。2016年7月1日、ロワイヤル環境相は同省のホームページに275ページの文書を掲載した。2016年10月27日の正式採用に先立ち、当プログラムはエネルギー移行専門家会

8———エネルギー移行法の条文において論争となり、修正が加えられることになった主な要因として、原子力の割合を50パーセントに減らす期限、およびその期限そのものを条文に含めるか否か、原子力の正確な上限目標、最終エネルギー消費の削減に関する諸目標、そして持続可能な低エネルギー集合住宅に関するより野心的な目標が挙げられる（Energiewende Team 2015）。

9———これは最終エネルギー消費量の32パーセントに相当し、2014年は18.7パーセントだった（RTE 2016）。

議と原子力安全局（ASN）によって再検討されると共に、国民からの意見聴取が行なわれた。しかし、何基の原子炉が廃止されるかはこの文書にも記されていない。稼働40年を超える原子炉の廃止および寿命延長に関する決定は、2019年より開始されることになっている。原子力発電に関係する唯一の具体的数値は、原子力による年間発電量を2023年までに10ないし65TWh削減するというものだけであり、これは現在の発電量の2.5ないし15.6パーセントに相当するに過ぎない。参考までに記すと、10Twhの削減はフェッセンアム原子力発電所で最も古い原子炉2基を廃炉するだけで達成できる¹⁰。また65TWhは平均して原子炉10基分に相当する。

だがこれらの上限と下限はいずれも、会計検査院の推定から大きくかけ離れている。会計検査院の報告書によると、エネルギー移行法の目標を達成するには、2025年までに17ないし20基の原子炉を廃炉としなければならない。当然ながら、これらの数字は電力消費量と発電量の増減に左右される。しかしエネルギー移行法と、同法がどのように実施されるべきかを記した文書との間には、今なお隔たりがあると思われる。実際には、この隔たりは強い影響力を持つ原子力ロビーが複数年度エネルギープログラムを策定する上で一定の役割を果たしたことを意味している。エネルギー移行法の成立以来、フランスで廃止された原子炉は1基もなく、現在稼働している中で最も古いフェッセンアム発電所は激しい議論の対象となっている。

フェッセンアム原発の廃止圧力は3つの要因から成っている。2018年に免許が失効すること、ドイツとの国境に近い地震多発地域にあるため閉鎖への国際的圧力が高まっていること、およびエネルギー移行法そのものの圧力である。このうち寿命の問題に関しては、オランド大統領が退任（2017）を迎える前にフェッセンアム原発を閉鎖することを公約に掲げていたものの、その公約を遂行できなくなったため、エマヌエル・マクロン新大統領にその責任が委ねられた。またフェッセンアム原発が国境に近いことで生じた国際問題も、技術的問題のため過去に何度か緊急停止システムが作動した経緯から、同じく重大だと考えられている。

10——2015年、フェッセンアムの原子炉2基は計13TWhの電力を発電した。

3つ目の要因は、エネルギー移行法に記された原子力による発電量の上限と、フラマンヴィル原子力発電所3号機で建設が進められている新型の欧州加圧水型原子炉（EPR）とに由来するものである。フランス初となるこのEPRは1,650MWの発電能力を有するものの、多数の問題が発生して建設が大幅に遅れており、稼働開始は2018年と見込まれている。法律で定められた上限のため、フラマンヴィル3号機の稼働開始に先立ち、フェッセンアイムの原子炉2基を廃炉としなければならない。だが国際社会とフランス政府からの大きな圧力にもかかわらず、EDFは以前に提示された補償額が不十分だとして、原子炉2基の廃炉につながる法的手続きの開始を最近になるまで受け入れなかった。EDFは、ロワイヤル環境相が2016年5月に提示した8,000万ないし1億ユーロではなく、これをはるかに超える20ないし30億ユーロが補償金として支払われるまで、原子炉の閉鎖を受け入れるつもりはないと述べた（*Le Monde* 2016）。2017年1月24日には政府によって4億9000万ユーロが提示され、これはEDFにとって十分な額だとされている。にもかかわらず、フェッセンアイムの原子炉は今もお稼働している。

マクロン大統領の選出以来、エネルギー移行がさらに加速するという新たな自信が生まれている。環境活動家のニコラ・ユロがエコロジー・持続可能開発・エネルギー省大臣に指名されたことは、エネルギー移行がさらに進む兆候である。この事実は、ユロの指名当日、EDFの株価が6.57パーセント下落したことによって示されている（Stothard 2017）。原子力発電の占める割合を50パーセントに削減することは最優先課題であり、そのためにもフェッセンアイム原子力発電所は閉鎖すべきであって、エネルギー移行法で定められた再生可能エネルギーに関する各種目標については真剣に取り組むとマクロン大統領は強調した（Macron 2017）。しかし彼はその一方で、2025年度の目標については先行き不透明で疑わしいとしている。マクロンは自分自身を気候変動への取り組みに熱心な人物とアピールしているが、原子力は今も論争の対象となっている。原子力発電の削減が公約に掲げられてから5年が経ち、オランダの在任中に結果が生まれなかった現在、マクロンは原子力政策について理想的アプローチをとらず現実的な立場を守っており、原子力産業の未来は二つの要素にかかっていると慎重な言葉遣いで述べている。すなわち、ASNが2018年に行なう原子力発電に関する真の費用推定

から生じ得る結果と、原子力に関する決定を行なう際の難しさを考慮した、EDFの経営機構改革の可能性である。環境活動家のユロを大臣に擁した今もなお、マクロン政権下における原子力発電の見通しは、彼自身が原子力業界に及ぼせる影響力の小ささを自覚していることから、外部の要因に左右されることとなるだろう。

原子力産業は現在、フランスのエネルギー政策におけるその野心が挫かれるような方向へと進んでいるが、市場レベルにおいても原子力産業に対する下方圧力が存在する。まず世界市場は、原子力に代わって再生可能エネルギーを支持する傾向にある。1997年に京都議定書が締結されて以来、世界各国は新たな再生可能エネルギーの導入を緩やかながらも進めている。2000年から2015年にかけての、風力、太陽光、および原子力の発電容量はそれぞれ417GWe、229GWe、27GWe¹¹である（Schneider et al. 2016）。EUでは原子力から再生可能エネルギーへの移行がさらに顕著であり、原子力発電所で生み出される電力は1997年以降年間65TWhのペースで減少しているが、風力発電は303TWh、太陽光発電は109TWh増加している。こうした傾向は、原子力発電と比較して再生可能エネルギーの競争力が高まっていることを示している。

様々な電力源の競争力を比較するため、ここでは均等化発電費用（LCOE）という指針を用いる。¹² 経済開発協力機構（OECD）諸国において、風力のLCOEは2009年から2014年にかけて50パーセント減少し、2015年の中央値はメガワット時（MWh）あたり60ドル（範囲は33ドルから135ドル）という水準に達している（IEA 2015）。一方、同年における原子力発電のLCOEの中央値は52ドル（範囲は29ドルから64ドル）だった。しかしこれら推計値の範囲の幅は広く、今日の再生可能エネルギーは特定の状況においてすでに原子力発電よりも安価であるという主張には異論もある。

一般大衆の常識、そしてもちろん、フランスの政治家多数の見解とは反対に、

11——この数字には長期稼働中の原子炉も含まれる。

12——LCOEには建造・運転費用、租税公課、整備費用、および寿命を超えて運転する際の必要経費が含まれる。

再生可能エネルギーに100パーセント移行したとしてもコストが原子力発電より高くつくとは限らない。フランス環境・エネルギー管理庁（ADEME）は2015年に予備的研究を行ない、フランスは2050年までに再生可能エネルギーのみによる発電体制を達成できると結論づけると共に、このシナリオは原子力を含めた状況に匹敵する費用で実現可能だと推定した。この予備的研究は再生可能エネルギーを支持する二つの主要な結論を提示している。第1に、再生可能エネルギー¹³による潜在的発電容量が1,268TWhと見積もられていることであり、これは2050年におけるフランス全土の電力需要の3倍にあたる¹⁴。ADEMEが提示した再生可能エネルギーの電源構成は、風力（陸上および海上）63パーセント、太陽光（太陽電池および太陽熱発電）17パーセント、水力13パーセント、そして再生可能な熱エネルギー（バイオマスおよび地熱）7パーセントである。そして第2の結論は、再生可能エネルギーによる発電が100パーセントとなった場合の価格が、現在政府によって提示されている再生可能エネルギー40パーセント、原子力50パーセントの場合の価格とほぼ同じ水準になることである。再生可能エネルギーの割合が100パーセントであれ40パーセントであれ、発電費用は1MWhあたりおよそ120ユーロになると見積もられている。なお、2016年における発電費用は1MWhあたり90ユーロと推定される。また最終消費者が負担する電力料金は、政府が2050年までに再生可能エネルギーへ100パーセント移行する決断を下すか、あるいは40パーセントの水準にとどまるかにかかわらず、そのコストを反映して30パーセント上昇する見込みである（ADEME 2015）。しかしこれらの根底をなす結論は激しい議論の対象となっている。つまりフランスにおいてさえも、再生可能エネルギー電力を支持する市場の圧力が強まっているのだ。

世界的なエネルギーの枠組みが主に環境問題によって左右されている現在、原子力がこの新たな枠組みの中でどのような役割を果たすのか、最後に過去のCOP21における議論に注目する。フランスの政策および市場の趨勢が原子力による損失に反対して再生可能エネルギーを支持する一方、国際社会は世界的なエ

13——太陽光、風力、バイオマス、地熱、水力、および海流を含む。

14——この推計は技術関連のエネルギー効率を考慮に入れている。

エネルギー体制の中で原子力が果たす役割についてより曖昧な態度をとっている。原子力は「再生可能」なエネルギー源ではないものの、化石燃料と比べれば今なお「低炭素」のエネルギー源である。2014年、気候変動に関する政府間パネルは5番目となる評価報告書を公表し、分析の結果、原子力は風力発電に次いでライフサイクルにおける排出量が低いと結論づけた（Schlömer et al. 2014: 1335）。原子力の炭素排出量が少ないことから、気候変動会議では常にその役割が議論の対象となっている。2015年12月、2週間にわたってパリで開催されたCOP21以降、195の加盟国は、地球温暖化の上限目標を摂氏2度と定め、可能であれば今世紀末まで1.5度を超えないことを目標とする、拘束力のある合意文書を批准した。さらに各国は、温室効果ガス削減と適応戦略に関する「各国が自主的に決定する努力目標」を5年ごとに見直すこととし、新たな努力目標が前回のものに比べてより高いものになることを目指そうとしている。

COP21がフランスの中心部で開催され、とりわけEDFが主たるスポンサーの一つであることから、気候変動との関係で原子力エネルギーが議論されるのではないかと予想された。だが驚くべきことに、原子力はほとんど議題に上らなかった。強力な世論を背景とする団体も参加し、ブースやイベントを用意したにもかかわらず、原子力の将来というテーマに注目が集まることはなかったのである。開催に先立ち、EDFはあからさまに原子力支持のツイートを行なったため、グリーンウォッシュ（環境広報活動）であると非難されていたが、開催期間中に原子力問題が話し合われることはなかった。またIAEAも原子力への支持を明らかにするのを拒んだ。

その対極に目を移すと、核に反対する強力な環境保護団体グリーンピースも原子力問題をまったく話題にしなかった。事実、原子力に関係する唯一のイベントは、OECDが組織した「なぜ気候問題は原子力エネルギーを必要としているか」というものだけである。これは小規模なイベントに過ぎず、最終文書が合意に至る前日に催された。よって合意に影響を与えなかったのは言うまでもない。核保有国会議に参加していたが、一様に受け身の姿勢だった。新たなエネルギーの枠組みに原子力を明確な形で含む決定はなされなかったが、それを排除する決定もまたなされなかった。気候変動における原子力エネルギーの問題について

COP21 がもたらしたのは曖昧さだけだった。目下のところ、気候変動に関する会合は低炭素社会に向けた新たな枠組みを形作っているが、それをもたらすのは再生可能エネルギーだけとは限らないのである。

フランスのエネルギーに関する見通しが合意に至っていない事実は理解できる。フランスの原子力産業が現在占めている地位の高さは、長期的な政策目標と市場の趨勢の両方と矛盾しているように思われる。こうした曖昧さを裏づけるように、未来のエネルギーがどのように生産されるかを決定するCOP21など歴史的な出来事を経てもなお、原子力に関する世界共通の見通しは存在していない。環境問題は再生可能エネルギー部門の地位向上に貢献しているが、原子力発電を直ちに修正するものではない。事実、原子力発電に世界規模の劇的な変化をもたらしてきた出来事は、原発事故を除いて他になかった。完全な脱原発を支持するエコロジスト党とオランダ前大統領との間で、エネルギー移行法に原子力発電の削減目標を含む、という政治的妥協がなされたのも、福島原発事故の結果だったのである。

原子力の安全性

チェルノブイリと福島で発生した原発事故は原子力の安全リスクを全世界に知らしめ、結果として複数の原子炉が運転停止に追い込まれた。しかしフランスは、核の危険を覆い隠そうとする原子力業界による試みの結果、こうした危険な現実から歴史的に目を背けてきた。本節では、安全リスクに端を発する原子力の衰退傾向に対し、フランスの原子力業界がいかに抵抗してきたかを論じる。はじめに、フランスの原子力業界は大衆の懸念から原子炉を守るべく、強力な広報戦略を築き上げたことについて述べる。この戦略は歴史的に成功を収めてきたが、チェルノブイリ事故の後にはそれが一層顕著である。次に、広報戦略の成功にもかかわらず、福島原発事故以降、大衆の信頼を維持する目的で原子力業界が安全強化に資金を投じながら、原子力への支持が急落していることを示す。そして本節の最後において、廃棄物の問題と、フランスの原子力業界が安全性に関わるこの問題にどう向き合っているかを論じる。

フランスの原子力業界は核の危険性と安全面の重要性に絶えず大きな注意を払

い続けてきた。また原子力リスクという概念そのものが自らにとって有害であることを認識していたため、原発事故の危険性を覆い隠そうとする強迫観念に囚われてもきた。フランスの歴史上、原子力に関する最も大規模なプロパガンダは、チェルノブイリ事故の際に発表された次のメディア向け声明文だろう。「チェルノブイリから放出された放射能の雲は、フランスの国境で止まった」(Morice 2011)。なぜそんなことがあり得るのか、当時なされた説明をかいつまんで言えば、風が西ではなく北に向かって吹いていたから、ということであった。

ロシア産天然ガスへの依存からの脱却、あるいは原子力技術の近代化など、原子力産業は核エネルギーの明るい側面ばかりを強調した。「フランスに油田はないかもしれないが、頭脳はある」これは1974年の大統領選挙でヴァレリー・ジスカールデスタンが用いた全国的スローガンである。原発事故に端を発する原子力への懐疑を打ち消そうとする業界の努力は功を奏し、フランスの原子力技術は安全であり、事故は1件たりとも発生していないという信念が広く行き渡り、公にも語られている。2012年、サルコジ元大統領はこう説明した。「原子力発電が国内で行なわれている間、大規模事故は1件も発生しなかった」(Vie Publique 2012)。EDFの保安総監を務めたピエール・タンギーも、フランス国内で原子力事故が起きたことはないと主張した。しかし原子炉の数を考えれば容易に理解できるが、原子力関係の「インシデント」(訳注:重大事故に発展する危険性をもつ出来事)は多数発生している。

さらに、原子力関係の「アクシデント」(事故)も2件発生したが、メディアを通じて全容が伝えられることはなく、フランスの原子炉は並外れた品質を誇っているという印象を与えた。とりわけ1980年にサン＝ローラン＝デ＝ゾー原子力発電所で発生した事故は、国際原子力事象評価尺度(INES: IAEA and OECD/NEA 2013 参照)でレベル4の事故に分類されている¹⁵。参考までに記しておくと、福島およびチェルノブイリの原発事故は最悪のレベル7に分類された。サン＝ローラン＝デ＝ゾー原発事故は燃料の一部がメルトダウンを引き起こし、原子炉が

15——低いレベルはインシデントを指し、高いレベルはより重大なアクシデント(事故)を指す。

自動停止する事態になった。レベル4の原子力事故は、「事業所外への大きなリスクを伴わない事故」であること（詳細な定義はIAEA and OECD/NEA 2013に記されている）、および「放射性物質の少量の外部放出」ならびに「法定限度を超える程度の公衆被曝」という影響があることを指している。しかし2015年になり、サン＝ローラン＝デ＝ゾー原発事故が原因でロワール川にも放射性物質が流出したという報道がなされた。

『Nucléaire, la politique du mensonge』（核、偽りの政治）というドキュメンタリー番組に資料を提供した調査官らは、事故後5年間にわたってロワール川にプルトニウムが流出し続けたことを明かしている（Canal+ 2015）。なお1979年にペンシルベニア州ドーフィン郡で発生したスリーマイル島原子力発電所事故は、炉心溶融とサスケハナ川への放射性物質の流出を伴うもので、INESのレベル5に分類されている。¹⁶ スリーマイル島事故はアメリカのメディアを動かし、原子力の安全性に対する国民の認識に影響を与えたが、驚くべきことにフランスではそうならなかった。このような事故の後で大衆を安心させるためには、曖昧な報道こそが有効だったのである。サン＝ローラン＝デ＝ゾー事故、スリーマイル島事故、そしてチェルノブイリ事故のいずれも、危険性を覆い隠そうとする原子力業界の努力により、フランスにおける原子力発電の発展に影響を及ぼすことはなかった。

20世紀に発生した事故と異なり、2011年の福島原発事故はグローバル化された新たな世界の中で発生した。言い換えれば、原子力産業がグローバル市場化されてからというもの、脱原発が叫ばれるようになるなど、原発事故はより広範囲に影響を及ぼすこととなった。それでもなお、フランスが当時エネルギー政策を変えることはなく、事故直後の3月24日、サルコジ大統領は記者会見で原子力政策に変更がないことを再確認した（INA 2011）。しかしながら、市場におけるフランス原子力業界の国際的地位が影響を受けたことは、否定できない事実である。

原子力の衰退傾向に対する業界の抵抗力を確認する手段として、福島原発事故にフランスがどう反応したかを考察するのは有益である。まずヨーロッパ域内の

16——レベル5「計画された対策の一部の実施を必要とする可能性が高い放射性物質の限定的な放出」（IAEA and OECD/NEA 2013 参照）。

レベルでは、安全技術を輸出することで、フランスが最も信頼性の高い原発を擁していることを立証しなければならなかった。それを受け、フランスはヨーロッパ域内で極めて活発に行動し、後にヨーロッパ原子力安全枠組みとして結実する各種の整備・保安手段を提供、原子力の安全水準を高めることで国民の信頼を勝ち取ったのである。¹⁷一例を挙げると、福島原発事故以降にEU域内で稼働する原子力発電所は、飛行機の突入にも耐えられることが義務づけられている。

次に国内レベルで見ると、福島原発事故に対するフランスの回答は同国が保有する原子炉の安全性を再確認するというものであり、原子力の安全性を監督する独立機関ASNに、国内で稼働する原子炉全58基の監査を実施する許可が初めて与えられた。¹⁸これら監査の結果、直ちに閉鎖する必要がある原子炉は1基もないが、安全強化を可及的速やかに実施する必要があると結論づけられた。またASNが提案した内容には、予備冷却能力の増強、危機管理センターの設置、そして各発電所が「緊急対策チーム」を設けること、つまり訓練を通じて緊急事態への対応に特化した要員の配置を義務づけることが含まれる。当時、これら安全強化策を実施するには130億ユーロの費用を要すると見積もられた(Crumley 2012)。

しかし安全への投資を通じた信頼回復の努力にもかかわらず、原子力エネルギーに対する国民の支持率が深刻な水準に低下するのは避けられなかった。

イプソス・モリ社が2011年6月に行なった世論調査のデータを集計した結果、フランス国民の67パーセントが原子力発電に強く反対する、ないしどちらかと言えば反対する、と回答した(Ipsos 2011)。また別の世論調査では、回答したフランス人の57パーセントが脱原発を支持するという結果になっている(Bufferly 2011)。この段階で、原子力に関する国民世論と、安全面の懸念を否定する原子

17——フランスの原子力業界は西欧原子力規制機関連合の提唱者として、自らの経験と技能から引き出された「ストレステスト」の実施方法を極めて熱心に広めた。「ストレステスト」は、福島原発事故以降、EU内の全原子力発電所で実施されることになったリスクおよび安全性の評価を指す(Ministère du Développement Durable 2012; Dehousse with Verhoeven 2014)。

18——原子力の透明性と安全性に関するフランスの法律第2006-686条は、独立監督機関ASNの創設を定めている。

力業界との間に対立が生じているのは明らかだった。原子力発電が続けられる一方で、2011年の世論は、フランスの原子力業界が現在置かれている不安定な立場を予兆するものだった。原発事故のリスクはフランスにおいて原子炉を閉鎖に追い込むほど強力なものでないとはいえ、原子力業界が必死に維持しようとした「安全」というイメージを損ない、結果として業界の政治的影響力を弱めているのである。

原子力の安全性を巡る世論と業界との対立を浮き彫りにする事例として、核廃棄物管理の問題がある。この問題が原発事故と異なるのは、原子炉を閉鎖したところで問題が解決するわけではないことである。過去50年分の廃棄物がすでに存在し、適切に処理されるのを待っている。多くの国では、放射性廃棄物の問題があるというだけで、原子力事業に乗り出すことを躊躇させるのに十分だが、フランスはここでも内在する危険性を覆い隠す戦略を採用した。原子力発電は廃棄物を僅かしか生み出さないという主張がそれであり、アレヴァのCEOを2001年から2011年まで務めたアンヌ・ロベルジョンによると、その量は「オリンピックの水泳プール1個分」に過ぎないという。

実際のところ、2013年末の時点でフランスが生み出した放射性廃棄物の総量は146万立方メートルに上ると見積もられており（ANDRA 2013）、そのうちの60パーセントにあたる88万立方メートルが核物質から生じたものである。化石燃料による発電業界が生み出した廃棄物の量に比べればはるかに少ないが、オリンピックの水泳プール（3,000立方メートル弱）を大幅に上回っているのは間違いない。強力な原子力ロビー特有の政治的な言い回しが用いられているだけでなく、核廃棄物と正式に認められるものに対する直接的な影響力も、原子力産業が政策に及ぼす力の強さを物語っている。一例を挙げると、放射性廃棄物の処分に関するフランスの法律第2006-686条の条文には、将来的に再利用され得る物質ならば、それは廃棄物とはみなされないと記されている。¹⁹ ウラニウムやプルトニウ

19——「放射性物資には、必要であれば処理工程を経て、将来活用することを意図した放射性物質が含まれる。放射性廃棄物には、将来の活用が定められていない、あるいは検討されていない放射性物質が含まれる」。

ムを含有する物質はいずれも再処理される可能性があるため、これらの元素を含む放射性物質は廃棄物の公式統計から除外されるのである。

廃棄物問題に対するフランスの部分的な解決策として、アレヴァNCが主導する燃料サイクル技術がある。同社は使用済みウラン燃料を再処理し、プルトニウムを分離することで核廃棄物を「リサイクル」すべく、ラ・アーグに工場を建設した。分離されたプルトニウムはフランスにある軽水炉のMOX燃料として用いられる。しかし、リサイクルされたものとリサイクル可能なものとの間には違いがある。ラ・アーグ工場は再処理前のリサイクル可能な物質を保管しているが、その後利用されることがなければ、リサイクル可能なもの、つまり「再生可能物資」は廃棄物のカテゴリーに分類されてしまう。²⁰「再生可能物資」の全てがフランスのものというわけではない。たとえば、ドイツ、ベルギー、オランダ、スイス、そして日本は、使用済み燃料を処理しつつ、一方で廃棄物の貯蔵をめぐる住民との軋轢を避けるためにラ・アーグ工場を用いているが、これらの国による利用は減少しつつある (Schneider and Marignac 2008; International Panel on Fissile Materials 2015)。

核燃料の再処理および濃縮はいくつかの問題を投げかけている。第1に挙げられるのが、プルトニウム抽出能力によって引き起こされる核拡散についての論争である。マーク・ディーゼンドルフが示唆するように、「民間のウラニウム濃縮・再処理施設は」透明性を確保すべく「全て国際的な管理下に置かれる」べきだろう (Diesendorf 2014)。第2に、再処理燃料はコストが高く、しかも低レベル放射性廃棄物を大量に生み出す点が挙げられる。²¹ラ・アーグ工場は使用済み燃料から年間重金属1,700トン (tHM) を処理する能力しか持たない。軽水炉が年間平均21トンの燃料を用い、20トンの使用済み燃料を生成していることから、フランスは毎年およそ1,000トンの使用済み燃料を生み出していることになる (Feiveson et al. 2011)。再処理事業の開始以降、約3万 tHMの燃料が再処理され、

20——再生可能物質には、天然ウラン、濃縮ウラン、プルトニウム、トリウム、および使用済み燃料が含まれる。

21——放射能が低レベルで半減期が長期のもの。

現在では毎年およそ1,200tHMが処理されている²²。また2007年末の時点で、1万3,500tHMの使用済み核燃料が、ラ・アーク工場および各原子力発電所の冷却プールや乾式キャスク保管エリアで再処理されるのを待っていた（Feiveson et al. 2011）。

ラ・アークの操業開始以来、長期にわたって管理の必要な放射性廃棄物がそこで生み出されていることはよく知られており、廃棄物の蓄積は最終的に地層処分技術の開発を促した。フランスでは20年以上前から核廃棄物の地層処分に関わる研究が行なわれており、この解決策が2006年に初めて法律に記載され、Cigéo（地層保管センター）プロジェクトが進展して以降、地層処分は激しい議論的になっている。このプロジェクトは長寿命高レベル放射性廃棄物の長期的な管理を目的としたものであり、承認が得られれば、フランス東部のムーズ県ビュール地区に深さ500メートルの地下地層処分場が建設され、最大8万立方メートルの廃棄物を数千年にわたって保管できる見通しである。認可を受けたこの種の施設はフィンランドのオルキオト処分場しか存在しない。またフランスの法律は、より優れた処理方法が発見された場合に備えて可逆性を確保しなければならないとしている（Cigéo.com 2013）。

現在のところ、Cigéoプロジェクトはこのような廃棄物を処分する上で実行可能な唯一の解決策であるものの、核のゴミ捨て場が近くにあることで環境や健康への影響を懸念するムーズ県の住民をはじめ、極めて強い反対に遭っている（*Le Monde* 2015）。コストもまた論争を激しいものになっている。会計監査院の推計によると、Cigéoプロジェクトの費用は（廃棄物の増加も考慮に入れると）436億ユーロに達する可能性があるという（Collet 2016）。原子力産業が廃棄物を適切に処理できなければ、その政治的影響力はさらに弱まるだろう。

チェルノブイリ原発事故の後も、メディアや広報活動を通じた偽り隠す努力の結果、世論は安定を保ち続けた。しかし福島原発事故を受けて国民の意識は明らかに変わってきている。それでもなお、原子力産業は同国の電力市場随一の地位を占める強い影響力を保っている。廃棄物の問題はすでに存在しているだけでな

22———うち再利用可能なプルトニウムはわずか8.5tHMで、残りは保管される。

く、これからも膨らみ続ける長期的な安全問題であることから一層複雑であり、現時点で巨額となった安全面への投資がさらに必要となる可能性もある。フランスは核のリスクに対応するため、原子炉を閉鎖する代わりに安全面への投資という道を選んだが、それは決して終わることがなく、今後もそのコストは膨らみ続けるだろう。

フランスにおける原子力エネルギーの経済学

この最終節では、フランス原子力産業の生存を脅かしている財政リスクに焦点を当てる。原子力発電の割合を削減するという政府の計画に原子力産業がどの程度影響を与えられるか、あるいはどこまで抵抗できるかは、最終的に、営利事業体として経済的に存続し得るか否かに左右される。これまでの各節では、原発の更新、再生可能エネルギーの競争力向上、そして安全維持に関係する経済的問題の一端に触れた。

本節では原子力産業の財政状況を分析する。第1に、フランスの経済状況が原子力産業弱体化の予兆となっていることを示す。第2に、原子力産業をそうした経済状況に置いた要因を基に「原子力の請求書」を分析することで、その復活の見通しを明らかにする。そして第3に、ヒンクリー・ポイントC原発にまつわる論争が、将来的な原発建設の経済的不確実性を象徴している事実を示す。

近年、フランス原子力産業が財政危機に見舞われている事実を世界は目の当たりにした。2011年以来、アレヴァは巨額の負債に苦しみ、倒産の危機に見舞われている。2014年11月、同社はスタンダード・アンド・プアーズ社の格付けにおいてBB+（「ジャンク債」）に格下げされた。原子炉エンジニアリングにおけるこの独占企業は2015年に負債が63億ユーロに達し（Areva 2016）、BB-へさらに格下げとなった。²³だがアレヴァは負債だけでなく技能面での格差の問題にも直面している。フランスで最後に原子力発電所が建設されたのは1993年だが、当時の労働力は1970年代の拡張時代を経験しており、原子力の分野で優れた知

23——アレヴァの2015年度売上高は42億ユーロであった（Areva 2016）。

識と経験を有していた。しかしそれから14年後の2007年にフラマンヴィル欧州加圧水型原子炉（EPR）の建設が始まった時、原子力に携わる現役の労働者は老いて引退を間近に控えた者、あるいは若く経験が少ない者ばかりだった。こうした技能格差と運転費用の増加がアレヴァの負債をもたらしただのである。かくしてフランス政府の主導により、アレヴァの財政状況を救うための緊急計画が定められた。

まず2015年、EDFがアレヴァNPの株式の大半を27億ユーロで買収する。EDFは今やフランスにおける原子力関連の投資リスクの一切を負う立場にあり、同社自身の負債も2015年末の段階で374億ユーロと膨らむ一方である（EDF 2016）。また2015年12月21日には、EDFが背負っているリスクのため、会計検査院40（CAC40）から同社の名が抹消された。CAC40に加えられた当時、同社の株価は32ユーロだったが、それから10年間で70パーセント下落し、2017年1月の株価は9.75ユーロとなっている（Bourser.com 2017）。

加えて、EDFは2016年に初めて電力料金の自由化に直面した。ヨーロッパの電力市場の自由化を目的としたEU指令92/96を遵守すべく、フランスは2007年に法令を通過させているが、国内の電力市場はほとんど変化しなかった。市場の完全自由化を達成する目的で2010年に制定された電力市場新組織法の条文には、一般家庭向け企業向けかを問わず、大口需要者（最低36キロボルトアンペア）の電力料金につき、2016年以降は規制を一切設けないと記されている²⁴。電力料金はEDFの財政状況を基に国家によって決められるのではなく、1年ごとに電力規制委員会によって定められることとなったのである。

EDFは顧客と共に安定的な電力料金の恩恵をも失いつつある。特に運転費用が増大している現在、競争の結果として電力の卸値が下落したことは、EDFの収入源に大きな影響を与えている。政治的な支援と、事実上EDFに代表される原子力業界との間に生じた溝が、徐々にではあるが確実に、業界の政治的影響力

24——CAC40はフランス株式市場インデックスの指標である。時価総額上位40社がCAC40を構成し、通常はフランスで最も優れた業績を誇る企業が含まれる。

25——一般家庭向け電力料金の自由化は2019年に始まる予定。

を奪いつつある。²⁶

電力市場における独占的地位をEDFが取り戻そうとするなら、財政面の安定性を回復させることが必須だろう。本節ではこの見通しが実現可能か否かを理解するため、財政面におけるEDFの現状と関連した将来の経済的リスクを分析する。こうした経済的リスクの大きさを象徴するのが「原子力の請求書」という言葉だが、それは事業を続けるために原子力業界が支払うべき主な費用を表わしている。この分析を行なうにあたり、我々はいくつかの主な費用、すなわち（安全基準に合致させるための）原発群の補修費用、廃炉費用、そして一番重要な点として、新型EPRの設計開発に関連する費用のみを扱うこととする。

原発群の補修

原発群の寿命が迫る一方、フランスが短期的には脱原発でなく原子力発電の継続を選んだかに見える現在、原子炉の寿命延長が必要となる。寿命の延長は、全ての原子炉を対象とした新たな安全基準を満たすための補修と管理を含む。EDFの推計によると、全原発の寿命を10年伸ばすには550億ユーロの費用を要するという。これだけでも巨大な額だが、会計検査院はその倍となる可能性もあると推計している。

廃 炉

EDFの負債は廃炉費用によっても膨らみ得る。フランスは廃炉の初期段階に関してさえほとんど経験を有していない。最初に廃炉工程が始められたのはブレンニリス原子力発電所であり、稼働を停止した1985年以降、その廃炉費用は35年間で5億ユーロに上る。「廃止された発電所」の定義が明確になっていないため、EDFはこの発電所が「民間による無制限の再活用」と同等の位置にあるとしている。またEDFは全原発群の廃炉費用を300億ユーロ（発電所1箇所あたり5億ユーロ）と見積もっているが、会計検査院によればこれは明らかに過少評価で

26——先に挙げた安全投資に関する費用など、その他の主要なコストも「原子力の請求書」に大きな影響を与えるものと思われる。

ある。会計検査院はその主な理由として、他国の廃炉費用の見積もりがはるかに高いことを挙げている。一例を挙げると、イギリスは原子炉35基の廃炉費用を1,030億ユーロと推計している。²⁷

新型EPRの設計開発

最後に原子力業界が背負う主なコストとして、既存の原子力発電所が閉鎖された後も現行の発電能力を維持すべく、原発群を更新するのにかかる費用がある。この問題に対するアレヴァとEDFの解決策が欧州加圧水型原子炉（EPR）である。建設に要する時間および費用の実例を分析することで、この技術への将来の投資がどうなるかが判断される。アレヴァはEPRを「世界で最も強力な原子炉の一つ」と評している。これは高性能と優れた安全構造を誇る第3世代モデルとされており、発電能力も第2世代モデルの1,450MWから1,650MWに向上している。また同社は、第2世代を擁する発電所と比べ発電費用が10パーセント低減されるとしている。さらにこの新技術が誇る利点として、寿命の20年増加、より容易な維持管理、そして建造期間の短さ（わずか57ヵ月）が挙げられる（Areva 2017）。この最後の利点は、以前の原子炉よりも安い費用で建造できることを意味している。

アレヴァのEPRは、現在全世界で4基が建設されている。フラマンヴィル原発3号機が2007年から建造中であり、本来であれば2012年の稼働開始を予定していた。EDFは建造費用を当初33億ユーロと見積もっていたが、ASNによる安全評価の結果を受けて2007年より工事の遅れと費用の超過が発生しており、2008年5月には鉄骨構造の「異常」のために建造が中断された。修理の結果、費用が20パーセント増加し建造期間も1年延びている。また2011年に発生した福島原発事故を受け、新たな安全基準の適用と追加検査の実施、および構造部材の強化を余儀なくされた結果、建造期間がさらに延び、運用開始も2年延期された。また物資の輸送遅延と、2015年4月にASNが発見した格納容器の異常の結果、発

27——イギリスの原子炉は1基あたり平均900MWの発電能力を有する（Goldberg 2010）。

図2-1 フラマンヴィル原発EPR型原子炉の予想建造費用および期間の推移
出典：Soleymieux（2015）に基づき、著者の許可を得て転載。

電所の稼働開始は2018年にずれ込み、費用も105億ユーロに増加すると見込まれている（図2-1参照）。

2010年、当時のEDF会長フランソワ・ルスリーは、原子力産業の将来的展望を改善すべく、激しい議論的となった一連の過激な勧告書を提出することで、フラマンヴィルEPRにおける失敗の裏側にある理由を浮き彫りにした（Roussery 2010）。その中でルスリーは、フランス独自の課題に光を当てている。EPR建造の初期段階において、事業に関することが原因でEDFとアレヴァは疎遠な関係にあった。戦略的な協調関係の欠如は両者の意思疎通を妨げ、事業面での効率性が低下した。またルスリーは、建造中に問題が数多く発生した理由の一つにEPRの設計自体の複雑さを挙げている。その分析によると、フランスの原子力産業が民間投資を呼び込めず、国家支援に頼りきりだったことが、EPRプロジェクトの経済的困難を説明するもう一つの要因だという——すなわち、両者は単純に経済的な競争力を有していないのだ。現在、EDFとアレヴァはこれまでにないほど緊密な関係を築いているが、EPRが直面している問題こそ、この設計開発の脆弱さを明らかにするものである。

今のところ、かくも巨額な費用を要し、技術的な危険性も高いテクノロジーに

投資することは実現不可能と思われる。EPRの新モデルが標準化されて初めて、規模の経済による学習曲線の改善が達成されるだろう。EPRは現在フラマンヴィル、オルキルト、そして台山で建設中であり、それぞれ同じ技術が用いられていることから、学習曲線はすでに改善されているか、あるいは少なくとも、知識の蓄積に伴い建造期間の短縮も見込めるはずだ。しかし実際にはそうっておらず、各プロジェクトは「最初期」技術の特徴を帯びている。マウロ・マンチーニは、原発建設に内在する諸々の特徴が学習曲線の改善を不可能にしていると説明する（Mancini 2015）。これには雇用可能な労働力の経験値および現地の政治状況といった地域特有の問題が含まれる。その例として、フラマンヴィル原子力発電所を他のEPRプロジェクトと比較すると、同じ技術が用いられているにもかかわらず、フラマンヴィルでのみ大幅な費用超過と遅延問題が発生していることがわかる。

オルキルト原子力発電所のEPRは当初の建設費用が30億ユーロで、2005年の商用運転開始を目指していた。しかし2012年にアレヴァが再評価を行なった結果、この数字は85億ユーロに上方修正され、2016年1月には稼働開始が2018年に延期された。台山の原子炉2基はそれぞれ2009年と2010年に建設が開始され、2013年に稼働を開始する予定だった。だが現在、商用運転の開始は2018年の第4四半期になると見込まれている（EDF 2017）。原子炉2基の最終建設費用は80億ユーロに上ると予想され、その上建設も4年遅れているが、フランスとフィンランドの事例に比べれば比較的成功を収めていると言えるだろう。

しかしながら、特定の部品の品質と、発電所全体の設計の安全性に対し、いまだ疑問の声がくすぶっている（Radio Free Asia 2016）。これらの懸念は、EPRの設計で主格納容器に含まれる炭素の割合が多すぎることをASNが突き止めた2016年4月以降に顕在化したものである。主格納容器の炭素の割合が多いと、原子炉の機械的特性が最適ではないため、亀裂が発生した場合に深刻な危険を引き起こす可能性がある。この問題は結果的に建設費用を押し上げ、稼働開始を再び遅らせることになるだろう。EPRは新たな設計技術を確立させることができず、フランスにおける新規建設の見通しも立っていない。それゆえEPRの経験は、原子力産業がEPRの発電事業および輸出事業から得られるであろう利益の見込みに

深刻な影を落としている。

原子力産業の不安定な財政状況を明らかにするため、最終節ではイギリスのヒンクリー・ポイントC原子力発電所にまつわる論争を取り上げたい。EDFの評判と将来的な成長が危険に晒されている一方、この投資は非常にコストがかかるものであり、プロジェクトが抱えるリスクは産業全体の衰退をもたらしかねないものである。EDFが大半を保有し、残る3分の1を中国企業（中国広核集団；CGNPC）が保有しているヒンクリー・ポイントCプロジェクトには、サマセット州で建設中のEPR2基が含まれている。これら2基の原子炉は最終的にイギリスの電力需要の7パーセントを満たすことが予定されている。建造費用は2013年の段階で160億ポンドと見積もられていたが、2015年10月には20億ポンド増加し、竣工期日も2023年から2025年に延期されている。

投資に関する最終決断を遅らせた最大の原因は費用の問題である。サイモン・テイラーが指摘するように、ヒンクリー・ポイントCは「史上最も高価な発電所」となるだろう（Taylor 2016: 3）。のみならず、それは地上で最も高価な構造物になろうとしている。2016年3月、EDFの財務部門責任者を務めるトマス・ピクマルは、ヒンクリー・ポイントCへの投資に含まれる財務リスクを理由として辞表を提出した。労働者会議もこの投資に強く反対したが、政府はプロジェクトを支持している（Schneider and Froggat 2015）。2016年1月の段階で建設費用は250億ユーロに上ると見込まれていたものの、発電した電力をイギリスが35年間にわたり1メガワット時あたり92.5ポンドで買い取ることに同意したため、フランスには十分な見返りがあるとEDFは主張した。最初の契約書が書き上げられた2012年当時、この価格は電力卸値の2倍であり、現在では3倍の価格となっている（*Economist* 2016）。EDFにとってヒンクリー・ポイントCは魅力溢れる取引対象だった——ただし、それが実現すればの話である。ピクマルはプロジェクトが実現不可能であると考えて辞任したのだった。

それに加え、2016年7月28日に投資の決断が下される数時間前、EDFの意思決定に責任を負う取締役18名のうちの一人、ゲラール・モンガンも辞表を提出した（Cosnard 2016）。これら二つの辞任劇はプロジェクトにまつわるリスクを象徴している。しかしモンガンがその場を去った後、ヒンクリー・ポイントCへの

投資が承認された (Bernard and Cosnard 2016)。EDFのベルナール・レヴィ CEOは、今や全ての障害が取り除かれ、プロジェクトを進めることができると期待した。しかし翌日、驚くべき出来事が再び起きる。「政府はこのプロジェクトを構成する全ての要素に慎重なる検討を加え、秋の初めに決定を下す」とグレッグ・クラークが発表したのである (Financial Times 2016)。2016年9月15日、テレザ・メイ英首相は当プロジェクトに「青信号」を出した。ヒンクリー・ポイントC原発は、将来の原子力発電所が採算の取れるものでないことを如実に示している。EDFが破綻を免れるには、この投資を支援する政府の決断が不可欠である。原子力産業が財政面での安定を取り戻すためには、金銭的にも政治的にも国家の支援が必要であると言っても過言ではないだろう。

原子力業界の主役を演じるアレヴァとEDFが財政危機に陥っているのは明らかである。そうした状況の背後にある理由は、過去の費用と未来の費用にまつわるリスクが共に、すでに高止まりしている見積もりをもはるかに超過していることとつながっている。国策に反するという理由はもちろんのこと、原子力発電の継続に伴う内部費用の増大を理由として、政府はEDFに対する財政支援を否定しているが、原子力関連の高い輸出能力を維持することには賛成している。国内における原子力の将来を最終的に決めるのは経済性となるだろう。しかし国外での繁栄を目指すならば、EPRを成功に導くことが不可欠である。だがEPRの設計には経済的に見て実現不可能な要素があるため、その成否は政治次第であると言える。

結 論

フランスの原子力産業が今日のままであり続けることはない、というのが適切なところだろう。それが置かれていたかつての例外的地位も、より妥協を要する立場へと変容するかもしれない。原子力産業は強大な政治力と安定性を有しているが、エネルギー移行法と、安全に対するリスクを軽減する努力の結果、原子力は競争面で不利な立場に置かれており、原子力産業の存続に必要なコストの上昇は、業界全体が直面している危険度の高さを反映している。政府の支援を受けな

い原子力への投資はほぼ不可能である。結局のところ問題は、原子力の経済性が原子力業界の政治力を覆すか否かということだ。フランス国内の電力市場が自由化された結果、再生可能エネルギーの価格が原子力のそれを下回ることが予想されるため、原子力業界はこれ以上発電事業を支配することができなくなるだろう。しかしそうした衰退傾向が急激に進むことはないと思われる。既存の原発群が発電を続ける限り、その電力は販売されるからである。原子力業界が影響を及ぼせるのは移行の速度だけであり、それは経済的に不利な状況へと突き進んでいるのである。また政府が原子力関連の輸出を支援しているにもかかわらず、国外における見通しも暗い。フランスは安全技術、廃棄物処理、そしておそらく新型EPRから今後も収入を得られるだろうが、EPRについて言えば、その成否を左右するのは経済性ではなく政治的支援の問題であり、そして何より、第3世代原子炉の売り上げを決定するのは、その設計が本当に実現可能であることを外国政府に証明できるか否かだろう。

原子力発電の割合を減らして再生可能エネルギーに移行するという現在の政治目標に対し、フランスの原子力業界は抵抗する力を十分に有しているだろうか？

長期的に見れば答えは否である。しかし短期的に考えるならば、原子力業界は新たな低炭素エネルギーの枠組みにおける原子力の衰退の規模と速度に影響を及ぼせるだろう。原子力産業はそれ自体が移行の時を迎えており、経済性の問題が原子力が今後も国家のエネルギー体制を支配するという見通しに暗い影を落とす中、EPRをはじめとする輸出事業に力を入れている。フランスにおける新たなエネルギーの枠組みは、原子力産業の成長や強みと矛盾するものでなく、再生可能エネルギーの増加と原子力関連の輸出に支えられたより持続可能なシステムを実現すべく、さらなる移行が進むはずだ。

〔参考文献〕

ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie), 2015. Un mix électrique 100% renouvelable? Analyses et optimisations. October. Angers: ADEME. www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport_final.pdf (accessed 1 February 2017).

ANDRA (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs), 2013. Les volumes de déchets.

- www.andra.fr/pages/fr/menu1/les-dechets-radioactifs/les-volumes-de-dechets-11.html (accessed 1 February 2017).
- Areva, 2016. 2015 annual results. Press release, 26 February. www.areva.com/EN/news-10717/2015-annual-results.html (accessed 1 February 2017).
- Areva, 2017. EPRTM reactor: The very high power reactor (1,650 MWe). www.areva.com/EN/global-offer-419/epr-reactor-one-of-the-most-powerful-in-the-world.html (accessed 9 February 2017).
- ASN (Autorité de sûreté nucléaire), 2016. Note d'information: L'ASN met à la disposition du public plusieurs courriers envoyés à AREVA depuis 2006 sur la fabrication de la cuve de l'EPR de Flamanville. 20 April. www.asn.fr/Controler/Actualites-du-control/Contrôle-du-reacteur-EPR-en-construction/Anomalies-de-la-cuve-de-l-EPR/Courriers-relatifs-a-la-fabrication-de-la-cuve-de-l-EPR-de-Flamanville (accessed 1 February 2017).
- Bernard, Philippe, and Denis Cosnard, 2016. EDF décide de lancer Hinkley Point, Londres tergiverse. *Le Monde*, 28 July.
- Boursier.com, 2017. EDF. www.boursier.com/actions/cours/edf-FR00 10242511,FR.html (accessed 9 February 2017).
- Brottes, François, and Denis Baupin, 2014. Rapport fait au nom de la commission d'enquête relative aux coûts passés, présents et futurs de la filière nucléaire, à la durée d'exploitation des réacteurs et à divers aspects économiques et financiers de la production et de la commercialisation de l'électricité nucléaire, dans le périmètre du mix électrique français et européen, ainsi qu'aux conséquences de la fermeture et du démantèlement de réacteurs nucléaires, notamment de la centrale de Fessenheim – Tome I. Assemblée nationale, July.
- Buffery, Vicky, 2011. Majority of French want to drop nuclear energy- poll. Reuters, 13 April.
- Canal+, 2015. *Nucléaire, la politique du mensonge*. Film documentary.
- Chantebout, Bernard, 1986. La dissuasion nucléaire et le pouvoir présidentiel. *Pouvoirs* 38, *L'armée* 21–32.
- Cigéo.com, 2013. Operations at Cigéo. 30 August. www.cigéo.com/le-fonctionnement-du-centre (accessed 1 February 2017).
- Collet, Philippe, 2016. Cigeo: Segolene Royal fixe l'objectif de cout a 25 milliards d'euros pour le stockage des dechets radioactifs. Actu- environnement.com, 18 January. www.actu-environnement.com/ae/news/dechets-radioactifs-cout-objectif-cigeo-arrete-26065.php4 (accessed 1 February 2017).
- Cosnard, Denis, 2016. EDF: hostile au projet Hinkley Point, un administrateur du groupe claqué la porte. *Le Monde*, 28 July.
- Crumley, Bruce, 2012. The Fukushima effect: France starts to turn against its much vaunted nuclear industry. *Time*, 4 January.
- Dehousse, Franklin, with Didier Verhoeven, 2014. The nuclear safety framework in the European

- Union after Fukushima. Egmont Paper 73. Brussels: Academia Press for Egmont, Royal Institute for International Relations.
- Diesendorf, Mark, 2014. *Sustainable Energy Solutions for Climate Change*. Sydney: UNSW Press.
- Economist*, 2016. What's the (Hinkley) point? 25 February.
- EDF (Électricité de France), 2014. Investisseurs et analystes. www.edf.fr/groupe-edf/espaces-dedies/finance/investisseurs-et-analystes/l-essentiel (accessed 1 February 2017).
- EDF (Électricité de France), 2016. Net financial debt and cash flow: Change in net financial debt. 30 June. www.edf.fr/en/the-edf-group/dedicated-sections/finance/investors-analysts/credits-net-financial-debt-and-cash-flow (accessed 1 February 2017).
- EDF (Électricité de France), 2017. La centrale nucléaire de Flamanville: Une production d'électricité au cœur de la Normandie. Dossier de Presse, January. www.edf.fr/sites/default/files/contrib/groupe-edf/producteur-industriel/carte-des-implantations/centrale-flamanville%203%20-%20epr/presentation/2017dpfla3.pdf (accessed 7 September 2017).
- Energiewende Team, 2015. So far, so good? The French energy transition law in the starting blocks. Energy Transition, 29 July. energytransition.org/2015/07/french-energy-transition-law/ (accessed 1 February 2017).
- Feiveson, Harold, Zia Mian, M. V. Ramana, and Frank von Hippel, eds, 2011. *Managing Spent Fuel from Nuclear Power Reactors: Experience and Lessons from Around the World*. Princeton, NJ: International Panel on Fissile Materials, Program on Science and Global Security, Princeton University.
- Financial Times*, 2016. UK under fire over fresh delay to Hinkley Point nuclear plant. 16 July.
- Gerbault, Alain, 2011. Les atomes crochus des politiques avec le nucléaire. *Slate*, 14 March. www.slate.fr/story/35467/lobby-nucleaire (accessed 1 February 2017).
- Goldberg, 2010. Combien coûtera le démantèlement du nucléaire? *L'expansion*, 7 January.
- IAEA (International Atomic Energy Agency), 2014/2015. Energy, electricity and nuclear power estimates for the period up to 2050. Vienna: IAEA.
- IAEA (International Atomic Energy Agency) and OECD/NEA (Nuclear Energy Agency), 2013. *INES: The International Nuclear and Radiological Event Scale User's Manual: 2008 Edition*. Vienna: IAEA. www.iaea.org/sites/default/files/ines.pdf (accessed 1 February 2017).
- IEA (International Energy Agency), 2015. Projected costs of generating electricity 2015 edition: Executive summary. Paris: IEA/Nuclear Energy Agency.
- INA (Institut national de l'audiovisuel), 1975. Debat sur l'implantation des centrales nucléaires au conseil regional. 13 February.
- INA (Institut national de l'audiovisuel), 2011. La France et le choix du nucléaire. 16 March. fresques.ina.fr/jalons/fiche-media/InaEdu05226/la-france-et-le-choix-du-nucleaire.html (accessed 1 February 2017).
- International Panel on Fissile Materials, 2015. Global fissile material report 2015: Nuclear weapon

- and fissile material stockpiles and production. Princeton, NJ: International Panel on Fissile Materials, Program on Science and Global Security, Princeton University.
- Ipsos, 2011. Global citizen reaction to the Fukushima nuclear plant disaster. June. www.ipsos.com/sites/default/files/migrations/en-uk/files/Assets/Docs/Polls/ipsos-global-advisor-nuclear-power-june-2011.pdf (accessed 7 September 2017).
- Le Monde*, 2015. Un campement contre la poubelle nucleaire. 4 August.
- Le Monde*, 2016. EDF refuse d'enclencher la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim. 15 June.
- Macron, Emmanuel, 2017. Programme: En Marche! en-marche.fr/emmanuel-macron/le-programme (accessed 26 June 2017).
- Mancini, Mauro, 2015. The divergence between actual and estimated costs in large industrial and infrastructure projects: Is nuclear special? In *Nuclear New Build: Insights into Financing and Project Management*, 177–88. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development and Nuclear Energy Agency.
- Ministère du Développement Durable, 2012. Résultat des stress tests concernant les installations nucléaires. Press release, 1 October.
- Morice, Louis, 2011. Tchernobyl: Quand le nuage s'est (presque) arrêté à la frontière. *Le Nouvel Observateur*, 7 September. tempsreel.nouvelobs.com/planete/20110907.OBS9926/tchernobyl-quand-le-nuage-s-est-presque-arrete-a-la-frontiere.html (accessed 7 September).
- PricewaterhouseCoopers Advisory, 2011. Le poids socio-économique de l'électronucléaire en France. May.
- Radio Free Asia, 2016. Safety fears cause concern amid delays to China's Taishan nuclear plant. 7 March. www.rfa.org/english/news/china/safety-03072016114147.html (accessed 1 February 2017).
- Reuss, Paul, 2007. L'épopée de l'énergie nucléaire: une histoire scientifique et industrielle. Paris: EDP Sciences.
- Roussely, François, 2010. Avenir de la filière française du nucléaire civil: Synthèse du rapport. 16 June.
- RTE (Réseau de transport d'électricité), 2016. Bilan électrique 2015. Paris: RTE.
- Schlömer S., T. Bruckner, L. Fulton, E. Hertwich, A. McKinnon, D. Perczyk, J. Roy, R. Schaeffer, R. Sims, P. Smith, and R. Wiser, 2014. Annex III: Technology-specific cost and performance parameters. In *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, edited by O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel, and J. C. Minx, 1329–56. Cambridge: Cambridge University Press.

- Schneider, Mycle, and Antony Froggatt, with Julie Hazemann, Todahiro Katsuta, M. V. Ramana, and Steve Thomas, 2015. *The World Nuclear Industry Status Report 2015*. Paris: Mycle Schneider Consulting Project.
- Schneider, Mycle, and Antony Froggatt, with Julie Hazemann, Ian Fairlie, Tadahiro Katsuta, Fulcieri Maltini, and M. V. Ramana, 2016. *The World Nuclear Industry Status Report 2016*. Paris: Mycle Schneider Consulting Project.
- Schneider, Mycle, and Yves Marignac, 2008. Spent fuel reprocesssing in France. Research Report No. 4. Princeton, NJ: International Panel on Fissile Materials, Program on Science and Global Security, Princeton University.
- Soleymieux, Loïc, 2015. EPR de Flamanville: De plus en plus en retard, de plus en plus coûteux. *Le Monde*, 21 April.
- Stothard, Michael, 2017. Green activist and minister Nicolas Hulot to test Macron over energy. *Financial Times*, 19 May.
- Taylor, Simon, 2016. *The Fall and Rise of Nuclear Power in Britain: A History*. Cambridge: UIT Cambridge.
- Topçu, Sezin, 2013. La France nucléaire: l'art de gouverner une technologie contestée. Paris: Ed. du Seuil. doi.org/10.14375/NP9782021052701
- Vie Publique, 2012. Débat télévisé entre MM. Nicolas Sarkozy, président la République et François Hollande, député PS, candidates à l'élection présidentielle 2012, le 2 mai 2012, sur les projets et propositions des deux candidats et sur le bilan du président sortant. discours.vie-publique.fr/notices/123000884.html (accessed 9 February 2017).

This text is taken from *Learning from Fukushima: Nuclear power in East Asia* (Japanese version), edited by Peter Van Ness and Mel Gurtov, co-published 2020 by ANU Press and Ronso-sha Publishing.

doi.org/10.22459/LF.2020.02