

英国における電力自由化と原子力 —我が国への教訓—

Liberalization of the Electric Power Sector and Positioning of Nuclear Energy in the UK -Lessons for Japan-

長山浩章*

Hiroaki Nagayama

ABSTRACT

In this article, institutional designs of the power sector in the United Kingdom are discussed from a historical point of view. The United Kingdom has decided to promote nuclear power since the UK attaches importance on both reduced carbon dioxide emissions and the energy security that nuclear power can provide.

In the UK, not only is there the provision of guarantee for liability for investors, but also there is Feed - in- Tariff with Contracts for Difference (FIT-CfD), which guarantees returns for long-term investments. These systems will be applied to the first new nuclear power stations. In this framework, guarantee of 35 years of electricity purchased at a fixed price will be realized. The NLF (Nuclear Liability Fund), which is segregated from bankruptcy has already been founded. It is also mandatory to form funds that are separate from bankruptcy for new operators.

The important points of institutional designs in the UK power industry are that, first of all, the government provides investment incentives and introduced competition among nuclear and renewable energies, envisioning 20-30 years technological development.

Secondly, the government determined to take full responsibility for decommissioning and at the same time, the government has taken the point of views of introducing competition and governance in its policy. Since decommissioning work will take more than 100 years, the government ought to take a long-term perspective, as the NDA outsourced daily operations to SLCs (Site Licence Companies) and PBOs (Parent Body Organizations) and has concentrated on a long-term strategy to minimize costs in the U.K.

2015年3月1日受付 / 2015年5月11日受理 (Received on March 1, 2015; Accepted on May 11, 2015)

*京都大学国際交流推進機構教授

Professor, The Organization for the promotion of International Relations, Kyoto University

In Japan, though the outline of Electricity Reform has been established, the positioning of the nuclear industry has not yet been defined properly. In addition, a clear goal and the outline of institutional designs of the power sector have not yet been confirmed.

The purpose of this article is to study lessons learned from the experiences of nuclear power policy in the UK in order to review the best practice of institutional designs that can be applied to Japan.

要 約

本稿では原子力発電を CO₂ 排出量の少なさとエネルギーセキュリティの両面から重視し、投資促進政策を固めた英国に注目し、そこに至る制度設計を歴史的な観点から整理したものである。同国では原子力発電に関し債務保証を行う他、廃炉費用なども含めて長期の投資回収に必要な固定価格と、市場価格との差額が保証される差額精算型固定価格買取制度 (FIT-CfD : Feed-in-Tariff with Contracts for Difference) が、新設が決まった原発で初適用となる見通しであり、35年の買い取り予定となっている。また英国では官民が協力して倒産隔離型の原子力債務基金 (NLF : Nuclear Liabilities Fund) を組成し、新設の原発にも同様の Fund を組成することを義務付けている。

英国の制度設計上の重要ポイントは第一にこれら投資上のインセンティブ供与と共に、先 20-30年の時間軸を見据えて、原子力と再生可能エネルギーを技術コストの点から競争させようとしていることである。第二に廃炉作業の制度設計に関して、政府が最後まで責任を取る姿勢を明確にすると同時に、競争やガバナンスの視点を取り入れていることにある。

廃炉事業は 100 年単位の時間がかかるため、NDA が日常の運用は、SLC (Site Licence Company) 及び PBO (Parent Body Organization) に任せ、最小コストになるように長期的、戦略的な視点に集中しているように、我が国も長期的な視点から取り組む体制をつくるべきである。我が国においては電力改革の外形の方向は決まったが、原子力事業の位置づけが未だ問題となっており、制度設計の方向と概略が固まっていない。本稿ではこうした英国の原子力発電に関わる事例を研究し我が国に適用できる制度設計のベストプラクティスを検討するものである。

キーワード：原子力、廃炉

Keywords: Nuclear, decommissioning

はじめに

本稿では原子力発電を CO₂ 排出量の少なさとエネルギーセキュリティの両面から重視し、保護する政策を固めた英国に注目し、その制度設計を歴史的な観点から整理した。

本稿ではこうした英国の原子力発電に関わる事例を研究し我が国に適用できる制度設計のベストプラクティスを検討する。

2. 英国における電力セクター改革

2.1 英国における電力セクター改革のこれまでの流れ

図 1 は英国における電力会社のこれまでの変遷をまとめたものである。英国では 1926 年、中央電力庁 (Central Electricity Authority) および National Grid が設立された。1947 年に

は当時英国内にあった 625 の電力会社が 12 の地区配電局に統合され、電気事業、ガス事業が国有化された。1957 年に中央電力庁が解体され国有発送電公社 (CEGB: Central Electricity Generating Board) と地区配電局が設立された。英国イングランドとウェールズでは、1989 年に電力法 (Electricity Act) により、電力部門の自由化が始まった。強制プールの導入され小売自由化が開始された。1990 年に民営化の流れの中で、国有発送電公社 (CEGB) が発送電分離され、発電会社のナショナルパワー (National Power)、パワージェン (Powergen)、ニュークリア・エレクトリック (Nuclear Electric) の 3 社に分割された。送電事業はナショナルグリッド社 1 社に所有権が分離された。配電・小売事業はそれまでの国有の配電局がそのまま地域電力会社 (REC: Regional

Electricity Company) として民営化された。スコットランドでは、1990 年に南スコットランド電力庁 (SSEB) と北スコットランド水力電力庁 (NSHEB) が発送配電を行うスコティッシュパワー (SP) 社とスコティッシュハイドロエレクトリック社 (Scottish Hydro Electric)、原子力発電を行うスコティッシュ・ニュークリア社 (Scottish Nuclear) の 3 社に分割、民営化された。

1998 年にガスも完全自由化され、1999 年には小売の全面自由化がはじまった。

2000 年に公益事業法 (Utilities Act 2000) において、一事業者が配電ライセンスと小売供給ライセンスは同時には持てない、つまり、両部門の法的分離が定められた。そして、2001 年 3 月に新電力取引調整制度 (NETA: New Electricity Trading Arrangement) によ

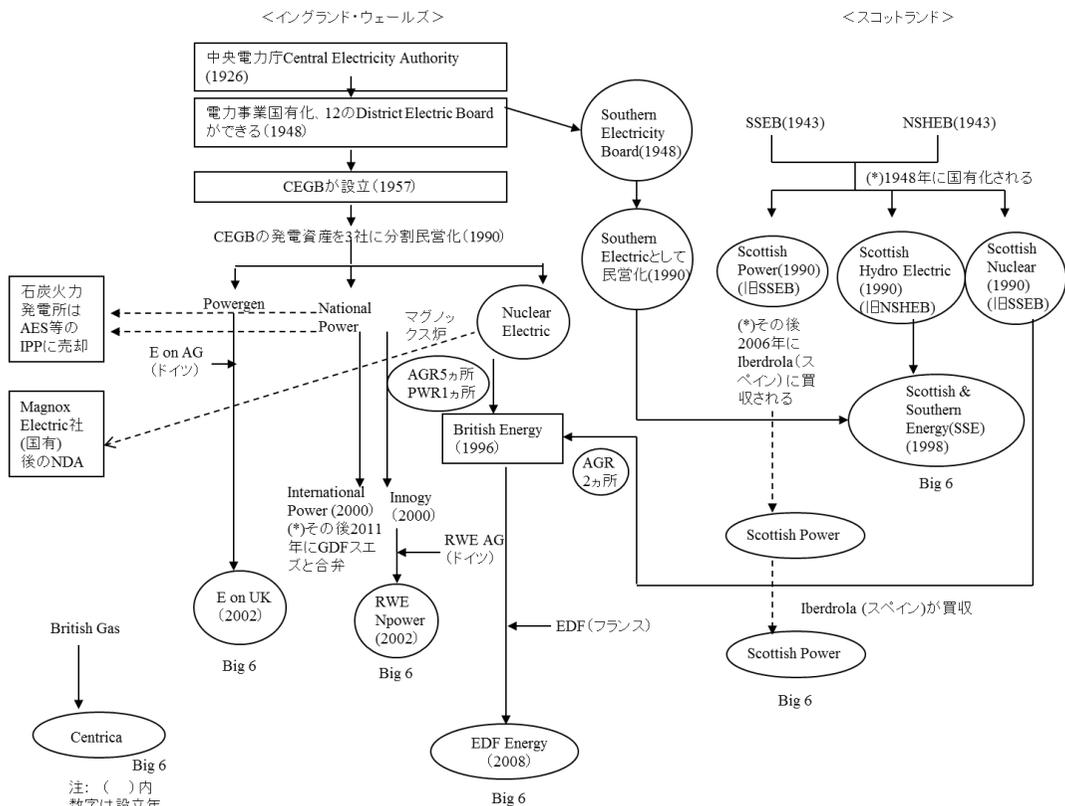


図 1 英国の各電力会社の変遷

注: () 内数字は設立年
出所: 各種資料より筆者作成

り、強制プールモデルから、相対取引モデルに移行した（その後、2005年にスコットランドも含まれた英国電力取引送電制度（BETTA : British Electricity Trading and Transmission Agreements）に移行した）。

大きな市場支配力を持つ企業の存在をなくすため、ナショナルパワー社とパワージェン社が持っていた石炭火力発電所を AES 等の IPPs (Independent Power Producers) に売却させた。原子力発電も他の発電と同じように、小売供給事業者との相対契約、あるいは UKPX (UK Power Exchange) 等民間電力取引所への参加によって電力を販売することになった。NETA への移行によって、原子力発電所（ガス冷却炉/マグノックス炉）は他の同じベース電源との競争を余儀なくされ、ガス火力発電所間の価格競争により電力価格が下落したことからブリティッシュエナジー (BE) の経営破綻につながった。（その後 2002 年に BE には緊急財政支援がなされる）

現在、英国の電力市場は系統運用者のナショナルグリッドが需給調整を行うバランシング・メカニズムと、電力取引所から構成される。英国では 2000 年頃に北海ガス生産がピークを迎え、新規ガス発電所の建設が停滞したことから、中小の小売事業者は電力を卸市場から調達できなくなり、外国資本を含む大規模な、垂直統合の発電・小売会社に集約された。2015 年現在、発電の 6 割、小売供給の 9 割を六大事業者が占めており、そのうち 4 社が外国資本の傘下にある。六大事業者 (Big 6) とは RWE Power (独)、E.ON UK¹ (独)、EDF Energy² (仏)、Scottish Power (スペイン)、残り 2 社は SSE および Centrica の 6 社 (Big 6) である。EDF (仏) の英国における完全子会社 (EDFE) は 8 つの改良型ガス冷却炉 (AGR : Advanced Gas-cooled Reactor) と Sizewell B (PWR) を持つ³。原子力廃止措置機関 (NDA) の所有するウィルファ原子力発電所のマグノックス炉/ガス冷却炉 (GCR : Gas Cooled Reactor) は、マグノックス社が SLC (サイトライセンス会社) として運営している。

2.2 原子力政策の変遷

英国では最初の商用原子炉は 1956 年にコールダーホールにて、軍用と兼用で、マグノックス炉の運転が開始された。その後、原子力潜水艦の開発など軍用にも研究が進められてきたが、原子力発電そのものでは事業の成立が厳しかったことから、1989 年から 2000 年までイングランド及びウェールズで「非化石燃料義務 (NFFO: Non-Fossil Fuel Obligation)」が導入・活用された。このスキームは当初は再生可能エネルギー振興を目的としていたが、その後原子力発電を維持するための財政的仕組みとして導入されたと解釈されている (Mitedcell (1955), Connor (2003))。同様のメカニズムがスコットランドでは SRO、北アイルランドでは (北アイルランド) NFFO (NI-NFFO : Northern Ireland NFFO) が導入された。

非化石燃料義務 (NFFO) は 1989 年電気法第 32 条「非化石燃料資源からの電力」で規定され、2000 年まで実施された。NFFO では原発事業者と再生可能エネルギー事業者に対して基本的にもっとも安い入札価格をつけた事業者から買取契約が結ばれ、一定の買取価格での支払いが保証される (大島 (2010) P168, Connor (2003)) ものである。NFFO は、買取価格の低減効果があったことが指摘されている (大島 (2010)、P182)。

さらに 1989 年の Electricity Act で化石燃料課徴金 (FFL: Fossil Fuel Levy) が導入された。この課徴金によりすべての化石燃料経由で消費者に負担が転嫁された。これは 1996 年まで電力料金を 10% 上げたが、そのほとんどが原子力の補助金(廃炉費用+バックエンド費用)としてあてられた (Connor (2003))。1996 年に化石燃料課徴金 (FFL) は廃止された。

原子力は 1996 年に原子力発電事業が民営化され、ブリティッシュエナジー (BE : British Energy) 社 (現在の EDFE 社) はイングランド・ウェールズの原子力発電事業者であるニュークリアエレクトリック社から比較的採算性のよい改良型ガス冷却炉 (AGR) 5 ヲ所、PWR 1 ヲ所、スコティッシュニュークリアー社から、改良型

ガス冷却炉（AGR）2カ所の計8つのサイトを引き継いだ。

他方、採算性の悪いガス冷却炉（GCR）は国営のマグノックスエレクトリック社（後に英国核燃料公社（BNFL：British Nuclear Fuels Limited）マグノックスジェネレーション社）が引き継いだ。これよりブリティッシュエナジー社は身軽になり民営化に移行することができた。

2003年2月、英国政府はエネルギー白書「英国の将来：低炭素経済の創設」を発行し、原子力発電は、二酸化炭素の排出がないが、経済性が悪いこと、核廃棄物処理の問題に決着がつかないことから、当面は省エネと再生可能エネルギーに注力するも、新規原子力発電施設はオープン（可能性を閉ざさないこと）にしていくことが提言された⁴。

2005年に施行されたElectricity Act 2004は原子力を用いた活動の促進のために使われた。汚染された施設サイトの除染を準備するため、また再生可能エネルギーの使用を発展、促進させるための法案（Act）である。更に2008年英国気候変動法（Climate Change Act）により1990年ベースラインに対し、2050年までに少なくとも80%の温室効果ガスを削減する目標が課せられた。

その後2006年に英国政府は「The Energy Challenge 2006⁵」を発表し、原子力発電をこれまでのCO₂を削減するための有用なオプションの1つから、有力な手段として認識することになった。また、原子力発電所の計画に対して、国のエネルギー戦略・規制問題と、プロジェクトの特定の問題が混在して議論されてきたことが非効率を生んできたとした。

2008年に英国政府は新設原子力発電所建設の促進を明文化するため、新設の原子力発電所の運営者は、廃炉費用の全額と核廃棄物の管理と処分にかかる費用の全額に相当する適切な資金補助が保証されることを確実にするための、Energy Act 2008（the Energy Act）を制定した。

同年フランスのEDFがブリティッシュエナジーを買収した。

また同年、新原子力政策白書を発表し、エネルギーセキュリティと気候温暖化への対応のため、原子力を導入することを鮮明にした。

2010年には、原子力発電に関するNPS（National Policy Statement）により、新規原子力発電所向けに8つの有望なサイトを確定した。⁶これにより、事業者のサイト選定及び確保にかかわる時間が短縮されることになった。この8つのサイトのうち、ヒンクリーポイント（Hinkley Point）にはEDF、中国広核集団（CGN：China General Nuclear Power Group）、中国核工業集団（CNNC：China National Nuclear Corporation）、Areva連合のNNBGencoにより3.2GW（1600MW×2基）の欧州加圧水型炉（EPR：European Pressurized Reactor）が建設される予定である。OldburyとWylfaにはそれぞれ日立のHorizonプロジェクトにより2.7GW（各1340MW×2）のABWRが、Sellafieldには東芝（WH）及びGDF-SUEZのNugenにより3.6GW（1200MW×3基）のAP1000が建設されるべく2015年1月現在、準備作業が進められている。

2012年10月インフラ法（The Infrastructure（Financial Assistance）Act 2012）が女王の裁定をとり成立した⁷。これによりインフラ事業に関連させて、財務省（Treasury）もしくは担当大臣（the Secretary of State）が歳出を行うことができることになった。原子力発電所を含むインフラ事業に500億£を超えない範囲で政府の保証が行われる。

しかし、英国電力取引送電制度（BETTA）においては低炭素技術による電源が優先されているわけではないため、2011年7月電力市場改革法案（EMR：Electricity Market Reform）が出された⁸。政府の電力市場改革法案（EMR）プログラムはイギリスの老朽化した電力インフラをより多様で低炭素のエネルギーミックスで代替するのに必要な投資を促進するためのパッケージを提供するものであり、現在から2020年まで、最高で1100億£の資本投資が必要としている。EMRは差額清算型固定価格買取制度（FIT-CfD）と発電市場容量制度（Capacity Market）の二つの新たなメカニズムを提供す

ることによってこの大きな投資を容易にするように計画されている。EMRは消費者にとって最小限のコストで政府の目標を達成するために、できるだけ早く低炭素技術の競争を可能にすべく意図された⁹。

2012年10月にDECCは“Increasing the use of low-carbon technology”を政策として発表し、2020年までに英国のエネルギー需要の15%を再生可能エネルギー由来のものにするようコミットを行った¹⁰。

電力市場改革 (Electricity Market Reform) の柱の一つとして、CfD (Contract for Difference 差額精算制度) の枠組みの検討が再生可能エネルギー及び原子力向けに進展し、2013年10月21日、Hinkley Point Cに関して英国政府とEDFがStrike Priceを含むCfD契約(つまり、差額清算型固定価格買取制度 (FIT-CfD)) 及び政府債務保証 (Infrastructure Guarantee Scheme) に関する基本合意を公表した。尚、システムオペレーターであるNational GridとEMRの市場設計デザインに関して発生することが予想される利益相互 (Conflict of Interest) はコントロール可能であるとエネルギー・気候変動省 (DECC : Department of Energy & Climate Change) とOFGEMは結論づけた。中でもEMRに関するところ、特に容量オークションを実行するスタッフは隔離 (Ring-Fenced) することとされた¹¹。

その後2013年に国会を通過したEnergy Act 2013の中では以下の4つの施策が打ち出された。

この中では、

- 1) 炭素価格の下限値 (CPF:Carbon Price Floor) の改定

低炭素電源をコスト的に優位にするために、2013年4月1日から炭素価格の下限値 (CPF) を導入した。英国のCPFは欧州連合域内の排出量取引制度 (EU-ETS : European Union Emission Trading Scheme) に英国独自の炭素価格支援値 (CPS : Carbon Price Support) を加えたものになっている。

2013-2030年の長期期間でCPFは19ドル(正味現在価値)の便益と英国の産業競争力を損わせない水準ということで、30 £/tCO₂とされた。

2020年におけるCPFの30 £/tCO₂は2030年には70 £/tCO₂に上昇するが、これは300億~400億£の低炭素発電への投資をもたらすことになり、これにより7.5—9.3GWの容量が増えるとしている¹²。

英国の産業の競争力強化や家庭用電力価格を下げることで、同時に低炭素電源への投資を増やすため2014年3月19日に発表されたBudget 2014により、CPF rateの変更が発表され1tのCO₂に対する炭素価格支援値 (CPS) rate¹³は2016-2017年から2019-2020年まで最大で£18までとされる予定である¹⁴。この背景には、欧州連合域内排出量取引制度 (EU-ETS) の価格水準が低いことがあげられる。

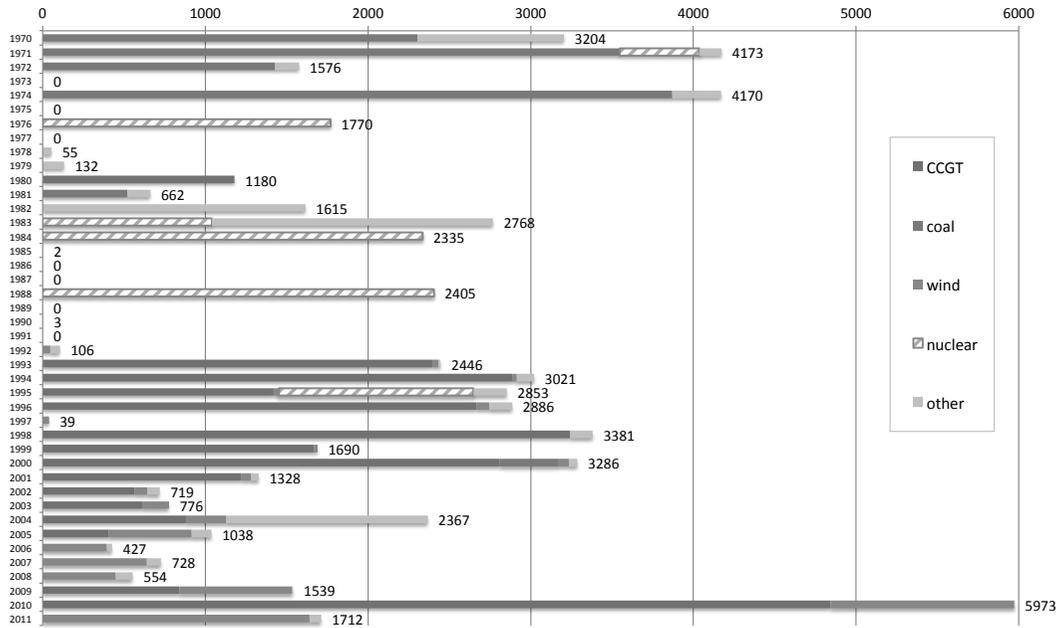
- 2) 差額清算型固定価格買取制度 (FIT-CfD) の導入
- 3) 石炭発電への炭素回収貯留技術 (CCS : Carbon Capture & Storage) の実質的義務付け
- 4) 容量市場 (Capacity Market) の創立

2013年12月18日、CfDの基盤となる電力市場改革法案 (EMR) を含むエネルギー法案の第一次法案 (Energy Act 2013) が女王の裁可を経て法制化された。

2.3 英国における電源構成の現在と将来

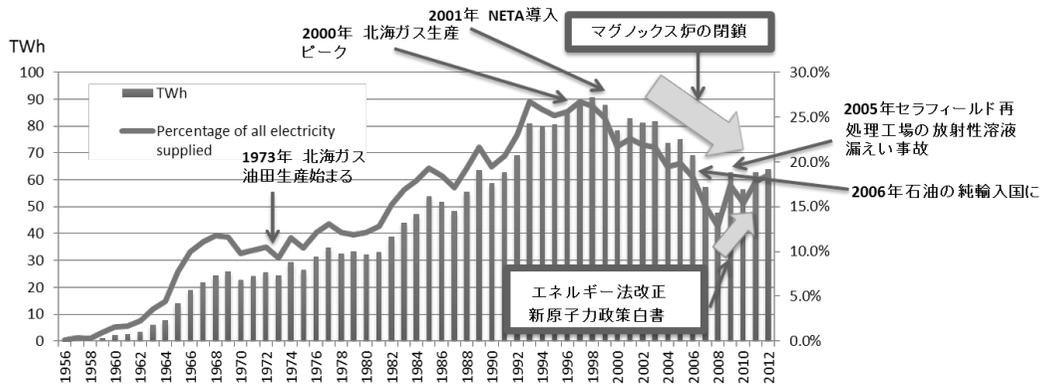
図2にあるように1970年代は石炭が、原子力は1975年—1988年まで建設されたが、1995年のSizewell B以降建設されていない。これに代わって1990年代にコンバインドサイクルガスタービン (CCGT : Combined-Cycle Gas Turbine)、2000年に入り風力発電の運開が増加している。

2014年現在では、容量ベースでガスが30%、石炭が30%、原子力が10%であるが、既設原子力16基は、1995年に運開したPWR1基 (Sizewell B) を除き、2020年代前半に寿命がくる。また英国石炭生産者連盟の覚書き¹⁵ (2011年3月) でも、28GWの石炭火力発電所の容量の内、8GWを2015年末までに閉鎖し、残りの20GWについては2023年以降も運転する場合は、産業からの排出に関する指令 (IED : Industrial Emissions Directive) の勧告に従い、



注1：石炭（Coal）には石炭とバイオマス（Biomass）の混焼火力（Multi-fuel）を含む
 注2：その他（other）には、揚水発電（Pumped storage）、シンプルサイクルのガス火力（Gas）、バイオマス（Biomass）、石油火力（Oil）、水力（Hydro）等を含む
 出所：DECC, "Power Stations in the United Kingdom (operational at the end of May 2013)" より筆者計算
 Digest of United Kingdom Energy Statistics 2013 145-152/268 ページ

図2 英国における運転開始年別電源別発電所



出所：Nuclear Energy Statistics (2013) Paul Bolton, Social & General Statistics よりデータを取り著者作成

図3 英国における原子力発電量と割合

特にNO_xについて、追加の除去のための投資を行うものとしている。このように石炭火力は環境規制により、今後、基幹電源の役割を果たせない¹⁶。こういった理由により再生可能エネルギーの大幅増、新規原子力発電の導入、既設炉の寿命延長を想定しているが、それでも、2020年以降ピーク時に需給ギャップが生じることが想定されている。

またエネルギー・気候変動省 (DECC2012) の予測 (ストレステストケース) では、需要伸長、原子力を含む低炭素化電源の導入遅延の場合、2020年代前半に予備率がマイナスとなると予想されている。

このため、新たな約60GWの電力生産能力が2021年から2030年までに必要である。その不足分を再生可能エネルギーと原子力発電で補っていくことになる。

3. 英国における原子力政策

3.1 英国の原子力政策

英国における原子力は図3にあるように、1998年頃をピークに、発電量、全発電量に占める比率共に一貫して増加し、その後2008年にかけて落ち込んだ。しかし2008年以降、再び上昇に転じている。これは、1990年代中頃よりガス火力発電 (コンバインドサイクルガスタービン (CCGT)) が急増する一方で、北海のガス生産がピークに達し、非ガスの石炭、原子力への促進策がすすめられたことによる。

3.2 新規原発への投資促進策

3.2.1 ヒンクリーポイントCプロジェクト開発の経緯

英国では、原子力発電を地球温暖化の問題に対応し、エネルギーセキュリティからも重要な電源と位置づけ、新規に建設されるヒンクリーポイントC¹⁷では、収益性を確保するために、FIT-CfD (差額清算型固定価格買取制度) により市場価格より高い価格 (92.5 £/MW)¹⁸ で

35年間買い取りを行う予定である。

英国政府とEDFE社の間の投資契約 (Investment Contract¹⁹) にあたっては、政府保証 (Secretary of State Agreement) やレンダーの直接融資契約 (Lender Direct Agreement) が付随しているが、これら支援が欧州委員会 (EC : European Commission) が判断する国家補助 (State Aid) に抵触するかが課題であったが、2014年10月8日欧州委員会 (EC) は英国のヒンクリーポイントC発電所に対するFIT-CfDについてECの定める国家補助規制に適合することを条件付で承認した。

ECは英国のHinkley Point C Projectの建設及び運営に対して、2014年10月8日にプレスリリースを行い²⁰以下の勧告を行った。

尚、こうした勧告を行った背景には、国家の関与が健全な市場競争を歪めるのではないかという懸念があったためである²¹。

- ・ Hinkley Point Cにおける建設と運営に関する補助 (Subsidy) に関する修正された英国案は欧州委員会 (EC) による国家補助規則 (EU State aid rules) に適合する。
- ・ 英国政府による国家補助はそれ相当に (proportionate) 遂行する目的に沿うものであり、(欧州委員会の掲げる) 欧州単一市場域内の競争条件を過度に歪めるものではない。
- ・ 今回の修正は英国国民の財務負担を減じるものである。
- ・ 現行欧州連合条約 (EU Treaty rules) のもとでは、各国 (Member States) はエネルギー・ミックスを決める権限を有する。英国は原子力を推進することを決定したが、この判断は同国内に留まる。しかし公的資金が特定企業を支援する場合はEUはEUの国家補助規則に適合するかを検証する義務がある (第3パラグラフ)
- ・ Hinkley Point Cプロジェクトは35年の差額清算型固定価格買取制度 (Contract for difference) の価格を適用する。
- ・ 支援とプラント建設への市場からの資金調達に関する政府保証の支援を受ける計画であ

る。審査において、英国当局は上記の支援が純粋な市場の失敗によるものであるとし、欧州委員会が当初持っていた疑念を晴らした。Hinkley Point Cの推進者は、前例のないプロジェクトの性格と規模のため、必要なファイナンス面での支援を受けることができなかった。(4、5パラグラフ)

・本判断について、次の修正が支援策による競争の歪みを軽減し、英国の消費者への利益を確証することになる：

- (1) 政府保証における保証料の見直し：当初の保証料の設定はプロジェクトのリスクプロファイルからみてあまりにも低すぎたため、大幅にアップされた。この上昇により補助の額は10億£(約1,700億円：£1 = 170円換算)引き下げられることになる。
- (2) ECの介入後、当該プロジェクトによって得られた利益は英国の電力消費者とより良くシェアされる。オペレータの全体利益(ROE: Return on Equity)が決定時の推定利益率よりも高かった場合には、当該利益は公的支援を行った公的機関とシェアされる。公的機関から原子力事業者を支払われる価格(Strike Price)の低下によってその利益は英国の消費者と分けられることになる。(以上プレス発表資料より抜粋要約)

3.2.2 ヒンクリーポイントCプロジェクトを取り巻くステイクホルダー

プロジェクトのストラクチャーは図4の通りである。新たに建設されるヒンクリー・ポイントC原発は170億£(約2.89兆円：£1 = 170円換算)のデッド・ファイナンスを必要とし、最終的には340億£(約5.78兆円：£1 = 170円換算)の資本金となる。建設費用は245億£(約4.165兆円：£1 = 170円換算)と見積もられている。事業の開始は2023年に予定されており、運転寿命は60年と予想されている。二つの原子炉で合計3.3GWの発電を行い、イギリスの一つの発電所からつくられる電力としては最大の出力で、イギリスの電力生産の7%

をまかなうことになる。

Hinkley Point C原子力発電所ではまだ世界のどこでも運転されていない欧州加圧水型炉(EPR)技術を使う。フランス、フィンランド、中国の3カ所のみだけ、この技術を使う建設中のプロジェクトがある²²。

Hinkley Point CのFIT-CfDの契約が35年、Independent Fund(倒産隔離ファンド)が40年の運営、稼働年数が60年²³である。35年経過以降はマーケット価格に委ねることになる。40年経過以降は、Fundに拠出される資金もなくなることになる²⁴。

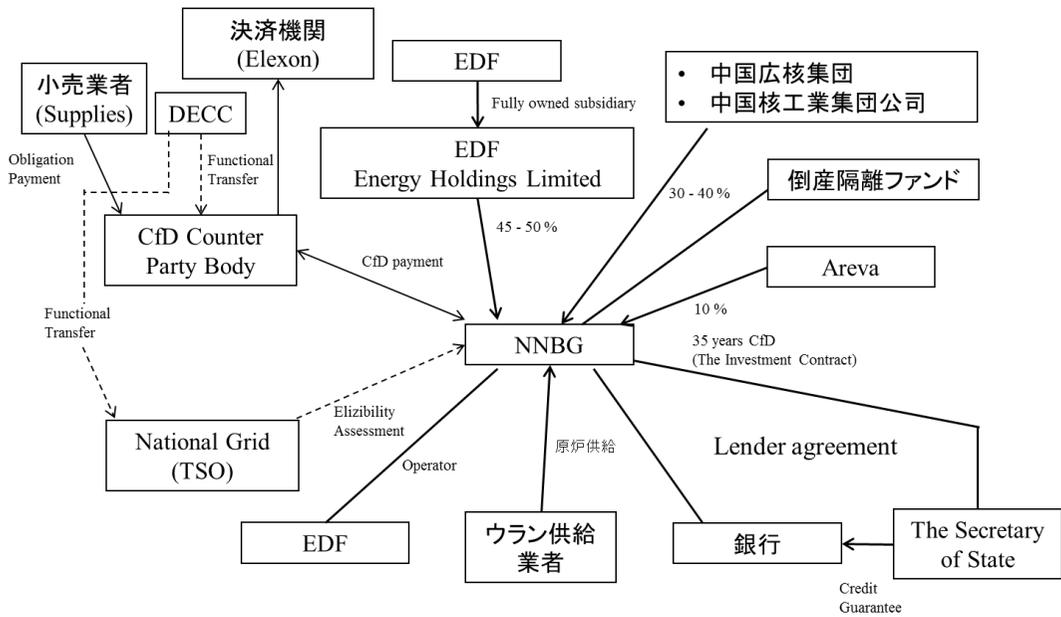
法律・制度の変更もこの政府保証にて担保されるが、政治判断による発電停止、特定技術・案件を対象にした法規制改正、恣意的な法規制改正のリスクに対しても保護されることになる。

尚、発電出力を当局から強制的に削減された場合の保護は、運用開始日COD(Commercial Operation Date)後7.5年、15年、25年、及びCFD契約終了時にレビューし、削減された発電電力量分はStrike Priceで調整される。

英国の債務保証制度は出資者に対しても政府保証が行われることになる。通常、企業が破産した場合、その債権者が企業の残余資産から優先的に弁償を受け、その後で、株主が弁償を受けることになる。

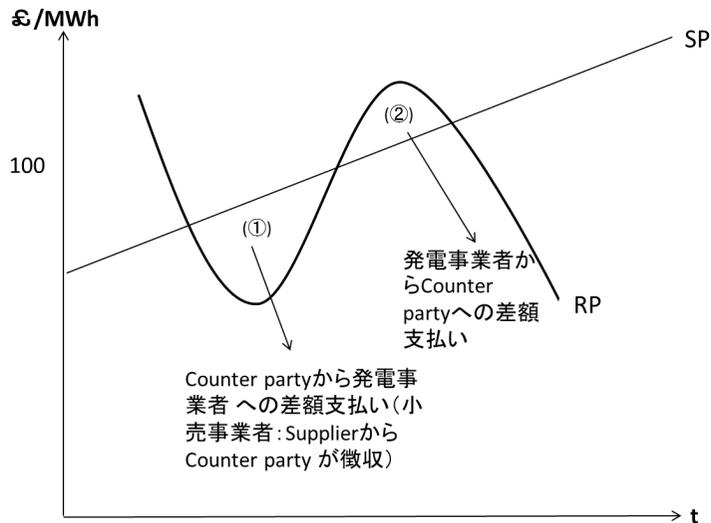
Hinkley Point Cプロジェクトに係るステイクホルダーを整理すると以下ようになる。

- ・Project 内部収益率(IRR: Internal Rate of Return)は10%であるが、Equity 内部収益率(IRR)はD/E Ratioの(負債/資本比率)関係で10%以上になる。
- ・廃炉費用の2£/MWのうち、1.5£/MWが廃炉関連、0.5£/MWが最終処理でStrike Priceに含まれるのは廃炉関連のみになる。
- ・日本では炉ごとに認証を受けるが、英国では1つの炉型が事前認証受ければよい。これは包括的設計審査(GDA: Generic Design Assessment)といわれ、許認可に伴う時間的作業的ロスを削減・効率化するため原子力炉設計の安全性を事前に確認するためのものである。あらかじめ炉型の包括的設計審査(GDA)をとり、その上でSite License



注1 : Elexon : A fully owned subsidiary of National Grid
 注2 : The <Accompany> Investment Contract
 ・ Secretary of State Agreement
 ・ Lender direct agreement

図4 Hinkley Point Cプロジェクトのステイクホルダー



注1 : SP: Strike Price
 RP: Reference Price
 注2 : Strike Priceは消費者物価指数に変動する。

図5 FIT-CfDシステムのメカニズム

を ONR から取ることになる。Environment Agency がその環境面での規制を行う。

- ・電力は 100% マーケットに売却する（つまり FIT-CfD の適用を受ける）必要はない。実際には相対の PPA と Trading のポートフォリオになる見込みである。
 - ・D/E Rate で保証 Guarantee の額が決まることになる。（保証を行う機関は Infrastructure UK²⁵）
- 現在 Shareholder agreement の調整をしている。債務保証 Debt guarantee は UK treasury (Infrastructure UK) を通してなされる。
- ・Debt 65%（この 65% は英国政府保証付きの債務で調達する見込み）、Equity 35% これは既に使用した 16 billion ㎍ も含まれる。出資者は中国の 2 社、Areva、EDF であるが、最終的に決まったわけではない。

出資者には、不測の事態に備えた追加出資の準備が要求される（Contingent Equity²⁶）にいくつかの制限も設けられており、例えば以下のようなものがある。

- 1) 追加出資の義務に上限が設定されている。
- 2) 出資者は、財務省（Infrastructure UK）への裏保証（Counter guarantee）を要求されない。
- 3) 個別に出資をコミットし、Infrastructure UK に対して連帯責任は負わない。

英国においては、EDFE のヒンクリーポイント C プロジェクトの他にも日立が 2012 年 11 月に独の RWE と E.ON から買収した「ホライズン・ニュークリアー・パワー」において、4 基の原発が 2019 年着工、2024 年に運開予定である。

東芝と GDF Suez も Nugen 社を設立し、西カンブリア地方でウェスティングハウスの AP1000 型炉 3.6GW を設立する準備を行っている²⁷。

3.2.3 FIT-CfD のメカニズム

CfD は、行使価格として知られている、市場価格と行使価格（Strike Price）の固定価格水準の間の変動する差額を政府が支払うことによって、発電事業者が直面するであろう投資リスクを減らすものである。反対に市場価格が行使価格を上回った場合、発電事業者側が払い戻

しすることになる。（図 5）

英国における FIT-CfD メカニズムの狙うところは、事業者に投資上のインセンティブを与えながら、原子力発電だけでなく、対再生可能エネルギーとの競争、再生可能エネルギー間でも技術進歩によりコスト低減を促進させることにある。

尚、2014 年 10 月現在において市場価格（Market Price）である、参照市場価格（Reference Price）の定義ができていない。原発の Reference Price は Base load reference Price で 6 ヶ月先物が使われる見込みである²⁸。N2X、London electricity Broker Association の指標で再生エネルギーの Preference Price は Day ahead（前日）市場になる。

FIT-CfD 制度は、2015 年に再生可能エネルギーからその実施が始まる。価格水準の概念には市場価値である RP（Reference Price）、事業者が英国政府と合意したストライクプライス（SP）、実際に発電事業者が取引成立した取引成立加重平均価格である AP（Achieved Price）の 3 種類がある。この 3 つの組み合わせで、事業者の実際の収入が決まることになる。図 6、表 1 は RP が SP を下回る図 5 の (①) のケースを例示したものである。SP は市場価格が低い場合に事業者に投資のインセンティブを与えることを目的にできたため通常は SP は RP よりも高く設定される。

ケース (A) では RP と同じ価格で発電事業者の約定価格（AP）が結果的に成立したため発電事業者の収入は AP の 50 と、SP が RP から乖離した分（DP : Difference Price）（100-50）の 50 の合計の 100 となる。

ケース (B) では AP が RP より低かったため、発電事業者の収入は AP（Achieved Price）の 40 と Counter Party によって支払われる SP と RP の差（DP）の 50 の合計 90 となる。

ケース (C) では AP が RP より高かったため発電事業者の収入は AP の 60 に DP の 50 を足した 110 となる。このようにケース (A) のときも (B) のときも (C) のときもあり、平均的には事業者の収入は SP の 100 の周辺になる。（SP に一致するわけではない）

図7、表2はRPがSPを上回る図5の(②)のケース3つを例示したものである。ケース(D)では事業者の取引成立した価格は150であるが、SPがRPよりも50低いため、この部分は発電所からCounter Partyに逆に差額分が支払われることになる。

発電事業者の収入は $150 - 50 = 100$ である。このときRPとAPが一致するため、発電事業者の収入はSPと一致することになる。

ケース(E)、ケース(F)も同様に考えればSPより上下して存在することになる。このようにRPがSPを上回る場合でも水準はSPに収斂していくことになる。

このように発電事業者にとってはいかにAPを高いレベルで成立させるが収益を分けるポイントとなる。

このため金融(トレーディング)テクニックが必要となる。

3.2.4 徴収調整フレームワーク (LCF: Levy Control Framework)

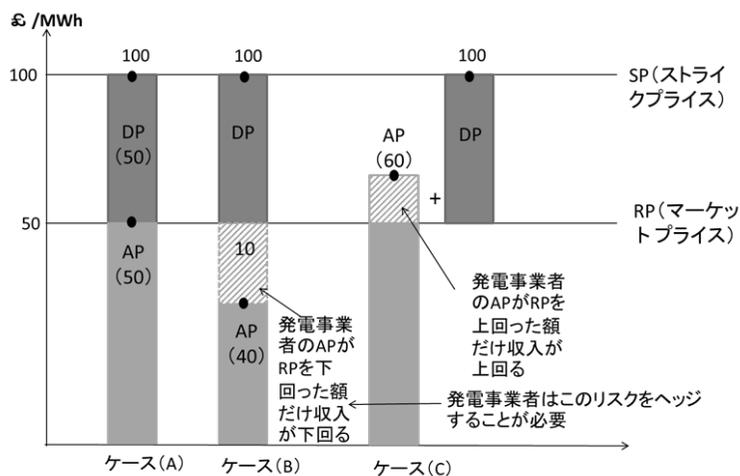
英国においてはDECCと財務省は2011年に徴収調整フレームワーク(LCF)により、電気料金に転嫁される原子力、再生可能エネルギー

を含む低炭素電源への支援(FIT-CfD)の上限枠を定めた。つまり事業者は、FIT-CfDで安定したキャッシュフローを確保しつつも、LCFのもとで限られた予算をめぐって再生可能エネルギー事業者、原発事業者をより低いストライクプライス(SP)で競争させる目論見がある。この目的はコスト効率(Cost effective)がよくファイナンスができる(Affordable)方法でRO(Renewable Obligation)を達成させることにある。2013/14年度のリミットが31.8億円で2020/21年まで76億円で増加する。

2015年現在はRO、FIT及び低所得者向けWarm Home Discountの3つのコンポーネントから、成立している²⁹⁾。

LCFは2020年の再生可能エネルギー目標を達成するように設定されており、現在の予算に原発は含まれていない。原発の稼働期間中は2021年以降も、上限枠は拡大される必要がある³⁰⁾。

政府のエネルギー政策の重要な目的は確実なエネルギー供給を保証すること、法定のCO₂削減目標を達成すること、消費者が購入するエネルギー価格を維持することである。エネルギー・気候変動省(DECC)によるいくつかの



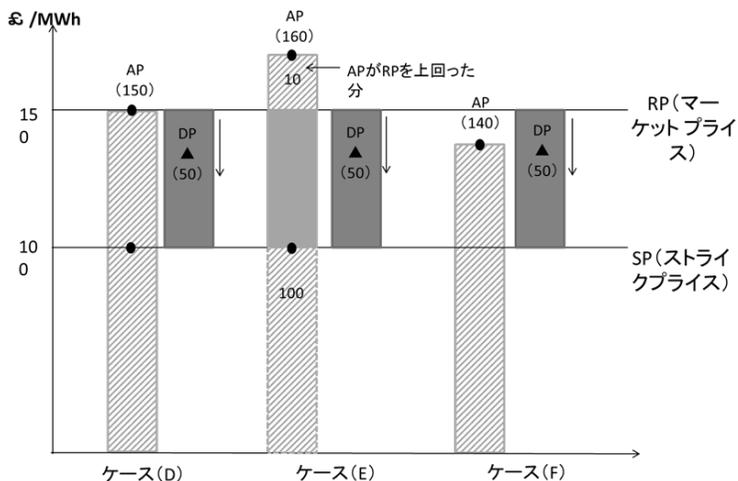
注：DP (Difference Price) はCounter partyによって支払われるSPとRPの差。
AP (Achieved Price) は発電事業者取引成立価格:各種の売電手段による売電価格の加重平均値。事業者ごとにこの価格は異なり、Counter partyが関与、関知することはない。

図6 RPがSPを下回る場合(1)(図5の①のケース)

表 1 RP が SP を下回る場合 (2)

単位：£/MWh

	ケース(A): RPとAPが同じ	ケース(B)	ケース(C)
SP	100	100	100
RP	50	50	50
AP	50	40	60
AP	50	40	60
DP (小売事業者: Supplierから Counter partyが徴収し、発電事 業者に支払われる)	100-50=50	50	50
AP+DP	100	90	110
CfD下での発電事業者 のSPからの乖離	0	10	+10



注：DP (Difference Price) は Counter party によって支払われる SP と RP の差。
 AP (Achieved Price) は発電事業者が売れた価格: 各種の売電手段による売電価格の加重平均値。
 事業者ごとにこの価格は異なり、Counter party が 関与、関知することはない。

図 7 RP が SP を上回る場合 (1) : 図 7 の②のケース

表 2 RP が SP を上回る場合 (2)

単位：£/MWh

	ケース(D) :RPとAPが一致した ケース	ケース(E)	ケース(F)
SP	100	100	100
RP	150	150	150
AP	150	160	140
AP	150	160	140
DP	▲50	▲50	▲50
AP+DP	100	110	90
CfD下での発電事業者 のSPからの乖離	0	+10	▲10

市場介入には電気事業者に対する徴収 (Levy) が伴っている。政府は電気事業者がこれらの課税やそれに基づく出費にかかる費用を消費者の電気料金に上乗せすることを想定している³¹。2015/2016年から2020/2021年の各年の電力向けのLevy (徴収) の最大許容額は2013年7月時点では決まっていない³²。

尚 LCF は前述の NFFO スキームに源流があると思われる。

3.3 英国における廃炉政策

3.3.1 これまでの廃炉事業の流れ

英国の廃炉事業は表3にあるように、旧型ガス炉、パイル炉³³、改良型ガス炉、高速増殖炉、再処理工場、ウラン濃縮施設を20以上のサイトごとに進められている。英国全体で、今後120年間で900億£ (日本円で約16.29兆円) から2200億£ (日本円で約39.82兆円) のレンジで費用がかかると見積もられている (NDA (2015) "Nuclear Provision")。

EDFEによって運営されている改良型ガス冷却炉 (AGR: Advanced Gas-Cooled Reactor) の廃炉はNLFによって賄われるが、それ以外の17のサイトは国の費用によって賄われNDAが主管する。

尚、英国の原子炉 (のうちマグノックス炉)

は85年を経た後から原子炉本体の解体を行う「安全貯蔵」を基本的な戦略としている。一般に、長期貯蔵をすると、放射能が減衰するため、作業が行いやすくなる、放射性廃棄物の発生量やリスクが減る、新たな技術開発の進展が期待できるといったメリットがある。その一方で、長期貯蔵をしている間に技術や経験が失われる可能性があること、資金や会社の存続について不確実性があることなどがデメリットとして挙げられている。

英国のセラフィールドサイト (Sellafield Limited) は英国の廃炉費用の74%を占めると予測されているが (NDA (2015))、これまでの歴史を振り返ると3つの世代に分けられる (図8)。

- 1) 第1世代の国産技術による軍事用プルトニウム生産とマグノックス炉 (GCR) 開発。
- 2) 第2世代は1960～1970年に改良型ガス冷却炉 (AGR) を開発
- 3) 第3世代としての THORP (The Thermal Oxide Reprocessing Plant) は現在、民生用マグノックス炉の再処理と海外からの使用済み核燃料の再処理を行う。

ただし THORP は2018年にEDFE及び外国からの使用済み核燃料再処理作業を終了させ、廃炉になる。それ以降英国においては新たな再処

表3 英国における主な原子力施設の廃炉目標年と費用

サイト名	SLC(サイトライセンスカンパニー)	種類	廃炉最終年(目標)	費用(billion pounds)	費用(億円)	費用割合(%)
ドーンレイ(Dounreay)	Dounreay Site Restoration Ltd	高速増殖炉	2029/30	2.88	5,204	2.5
ドリッグ(Drigg)	LLWR Ltd	低レベル廃棄物貯蔵施設	2080	0.69	1,249	0.6
バークレー(Berkeley)	Magnox Ltd	旧型ガス炉 (Magnox)	2079	1.27	2,290	1.1
トラウスフィニス(Trawsfynydd)	Magnox Ltd	旧型ガス炉 (Magnox)	2083	1.15	2,082	1.0
セラフィールド(Sellafield)	Sellafield Ltd	旧型・新型ガス炉、再処理工場	2015/18	85.10	154,031	74.0
カーペンハースト(Capenhurst)	Capenhurst Nuclear Services, a URENCO Group	ウラン濃縮施設	2120	1.04	1,873	0.9
Geological Disposal Facility	Magnox Ltd	地層処分施設	N/A	9.20	16,652	8.0
Hunterston A	Magnox Ltd	旧型ガス炉 (Magnox)	2080	1.27	2,290	1.1
Wyfa	Magnox Ltd	旧型ガス炉 (Magnox)	2105	1.73	3,122	1.5
Oldbury	Magnox Ltd	旧型ガス炉 (Magnox)	2101	1.73	3,122	1.5
Hinkley Point A	Magnox Ltd	旧型ガス炉 (Magnox)	2090	1.38	2,498	1.2
Harwell and Winfrith	Magnox Ltd	Research Sites Restoration	2064 and 2021	1.27	2,290	1.1
Dungeness A	Magnox Ltd	旧型ガス炉 (Magnox)	2097	1.27	2,290	1.1
Bradwell	Magnox Ltd	旧型ガス炉 (Magnox)	2092	1.15	2,082	1.0
Sizewell A	Magnox Ltd	旧型ガス炉 (Magnox)	2097	1.50	2,706	1.3
Springfields	Springfields Fuels Limited	nuclear fuel manufacturing site (核燃料製造場)	N/A *1	0.58	1,041	0.5
Chapelcross	Magnox Ltd	旧型ガス炉 (Magnox)	2095	1.73	3,122	1.5
合計				115.00	207,942	100.0

注1: £1=181/円で計算

注2: 各原子施設の種別は朝日新聞2013年12月5日を参考にした。費用割合はNuclear Provisionより計算。

注3: Harwell and Winfrithサイトの閉鎖を行っていたResearch Sites International Ltd (RSRL)は2015年4月からMagnox Ltdと合併した。

出所: NDA (2015) "Nuclear Provision - explaining the cost of cleaning up Britain's nuclear legacy"

NDA (2015) "NDA Business Plan - financial year beginning April 2015 to financial year ending March 2018"

<http://www.nda.gov.uk/what-we-do/estate/>

理は行わず、現在あるプルトニウムをプルサーマルで既存の発電所で費消していくことになる。新規の原発から出る使用済核燃料は全量が直接処分されることになる。英国は核兵器のためプルトニウムを貯めても問題にされず、日本やドイツのように燃料として消費しなければならない重荷を免れてきた（ウィリアム（2006），P115）。

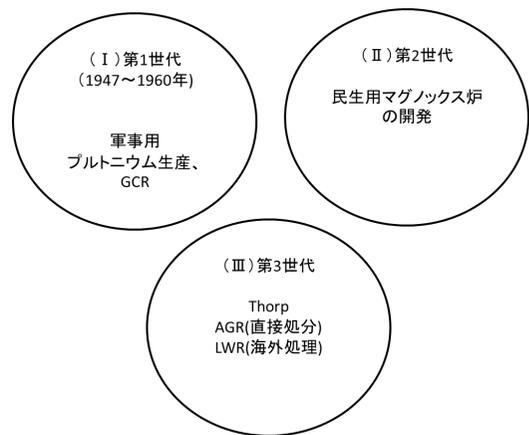
セラフィールドサイドのクリーンナップは遅々として進んでいないことは英国議会の Public Account Committee でも指摘されている³⁴。

3.3.2 廃炉スキーム

3.3.2.1 廃炉スキームの全体像

英国では2005年に、2004年エネルギー法（Energy Act 2004）の規定³⁵に従い、NDA（原子力廃止機関）を設立し、Magnox Electric社のマグノックス炉、旧英国原子力公社（UKAEA: United Kingdom Atomic Energy Authority）の研究炉、英国核燃料公社（BNFL）のサイクル関連施設等を集約した。NDAの前身のBNFLは約7兆円の負債を抱えて破産し、主要な施設をNDAに移管させた³⁶。国有時代に発生した原子力債務についてはNDAにて英国政府が負担することとした。それと共に廃炉措置、運営はサイトライセンスカンパニー（SLC）に委託している。（図9）

- NDAが廃止措置責任を有するサイトは法律で決められており、新規原発はそれに含まれない。ただし、廃棄物処分についてはNDAが場所を確保する責任を有している。
- NDAはEDFE及び今後英国内に建設される全ての原子炉の廃止措置計画を精査する。
- NDAは土地の永久保持者であるが、廃炉作業自体を行うわけではなく、また、原子力事業所のライセンスも保持していない。Management and Operations 契約に従って、Sellafield Limited 等のSLCを監督する。
- NDAは廃炉予算の配分や、廃炉のペース³⁷、内容を左右する権限を有し、実際に廃止措置戦略³⁸を策定し、それをスペックに落とし込



注1：GCR：マグノックス炉

AGR：改良型ガス炉

LWR：軽水炉（Light Water Reactor）

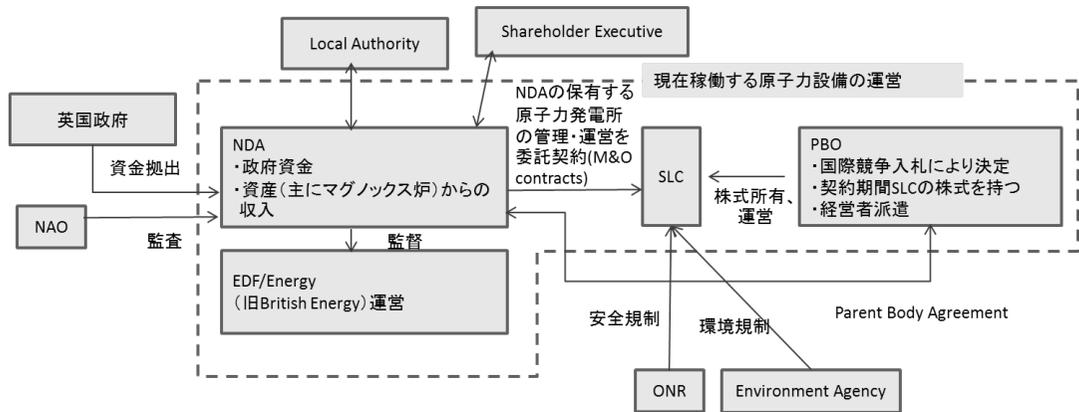
注2：Iでは旧ソ連の脅威に対抗するための核施設の建設が進められた。現在NDAはこのデコミ（decommissioning）を行っている。IIのマグノックス炉の使用済み核燃料は被覆材が腐食するため早期に処理せざるを得ない。

出所：インタビューをもとに筆者作成

図8 セラフィールドサイトの役割

む一方で、SLCはそれを満たす計画（ライフタイムプラン）を作成する。PBOはこのライフタイムプラン（Lifetime Plan）の作成を補助する。この計画が適切に実施できているかがNDAの評価基準となる。

- NDAはSLCの経営方法（How）には関与しないが達成（what）には関与する（以前は関与していて問題があった）
- PBO（Parent Body organization）の中でも Nuclear Management Partners Limitedは AREVA（フランス）、URS（アメリカ）； AMEC（イギリス）によるコンソーシアムにより設立された。
- NDAとの”Parent Body Agreement”契約による契約期間は、PBOはSLCの株式を所有する（貸付される）。年度契約により更新・解除される。解除されると、この株式はNDAに戻ることになる。SLCのうちセラフィールド社についてのみ安全なオペレーションのため、2016年3月より所有権がすべてPBOからNDAに戻され、SLCはそのプログラムを手助けする”Strategic Partner”となる（NDA（2015））。



注1：NDA（原子力廃止機関）：Nuclear Decommissioning Authority（Non Governmental Body）
 SLC（サイトライセンス会社）：Site Licence Company：Magnox Ltd, Magnox L- Sellafield Ltd, LLWR Ltd, Dounreay Sites Restoration Ltd, Capenhurst, Springfields Fuels Ltdがある。Magnox Ltdは12のサイトを所有している。
 PBO（母体組織）：Parent Body Organization：UK Nuclear Waste Management Co. Ltd, UKAEA Ltd, Westinghouse Electric UK Holding Ltd, Reactor Site Management Co, Nuclear Management Partners Ltd（セラフィールド）がある
 M&O: Management & Operation contracts
 NAO: National Audit Office
 ONRの出資はSLC、PBOを含む原子力業界から出資を受けており、政府からの出資は受けていない。
 注2：SLCでセラフィールド社のみは、2016年3月から上記図とは別のアレンジメントになる。
 出所：National Audit Office（2012）”Managing risk reduction at Sellafield”及び2014年9月現地インタビューにより筆者作成、LLWR LTDはLLWR ltdの概要 <http://llwrsite.com/our-company/>

図9 英国における廃炉処理にかかわるステークホルダーの全体像

- SLCは原子力事業所のライセンスを保持し、事業所における原子力の安全と危機管理、環境保全に関する法的責任を持つ。NDAとの契約下において、事業所を運営する。
- SLCに対してNDAは保有する原子力発電所の管理の運営を委託する³⁹。SLCでの運営には廃炉に関する国際標準の技術を持つPBOが競争入札により決められ⁴⁰、SLCに出資した上で、廃棄物処理を遂行するに必要な人を送り込む。
- PBOはSLCが自らが作成する廃止措置計画に定められた期限や目標を達成する上で必要な知見や経験を提供する。PBOの入札プロセスや条件等はNDAが示している。許容可能なリスクの範囲についてはNDAが主導し、規制や地元のステイクホルダーとよく議論している⁴¹。英国の場合、マグノックス炉の廃止措置もNDAの責任範囲内であるが、NDAは法律に基づいて設立された機関で、その費用は国から支出されるという点が、長期的なリソース不足リスクに対する懸念を低下させている。
- 研究開発は複数のサイトにまたがるものであるとNDA、SLCが共同で行い、サイト特有な研究開発はSLCが実施する。結果として得られる知的財産権は、従来はNDAに全て属していたが、2014年現在では変更されている。
- プロセスの透明性確保のため内部監査及び監査局（NAO：National Audit Office）による外部監査がある。議会によるNDAの監査も行われる。監査局（NAO）のRecommendationについては、対応レポートを作らねばならず、これはNDA総裁が英国議会（Public accounts committee）で報告することになる。
- Environment Agencyはイングランドとウェールズでの、放射性放出や放射性物質処分を含む、原子力事業地での環境問題の規制に対する責任を担う。
- Office for Nuclear Regulation（ONR）は2011年の4月に設立された機関で旧 The Nuclear Installations Inspectorate と旧 Civil Nuclear Security であった。英国全土

での原子力の安全と危機管理の規制の責任を負う。

- Shareholder ExecutiveはDepartment of Energy and Climate Change の代理として NDAを監督する、Department for Business, Innovation and Skills 内の執行機関である。

3.3.2.2 NDAの役割

- 2005年4月1日に設立されたNDAの役割は、以下の4つである。

- 1.NDA が保有する民間原子力施設の廃止措置
- 2.放射性廃棄物の長期的な管理に関する政策導入の責任
- 3.EDFE (旧ブリティッシュエナジー (BE)) 及び英国内に建設される全ての原子炉の廃止措置計画を精査する
- 4.原子力債務基金の負担見積り

NDA は 200 名強の従業員数である。うち、既に技術や経験のある人を採用している戦略部門は 25 名程度である。

新しい原発の廃炉について NDA は責任を有しないため直接的な指導や意見はしない。しかし、NDA は廃止措置や廃棄物対策に関する専門性を有するため、政府の意向に基づき、事業者 (2014 年現在 EDFE のみ) が 5 年ごとに示

すことになっている廃止措置計画や、廃棄物処理計画に対して、アドバイスをすることがある。そのため、NDA の業務の大半 (95%) は NDA が廃止措置の責任を有する Legacy 施設であるが、EDFE の原発に関する業務を行う部署がある (Warrington, Preston 近く、6 名ほど)。その部署は EDFE の 8 つの Station の廃止措置計画及び廃棄物処理計画に対してアドバイスをを行う。NDA は原子力債務基金 (NLF) に入った資金を EDFE に戻す時の EDFE からの Allocation の審査を行う。審査には Qualified Scope と Non-qualified scope がある。Costs、Technical Standard などいくつかの Criteria により EDFE の 8 つの原発に等しく適用される。

NDA は内部的には (公式ではないが) 自らの顧客は政府であると思っている⁴²。

NDA の収入も一度、国庫に全て入り、その上で再配分されている。NDA の活動費用の全額が国の予算から支出されている。

3.3.2.3 NDA の財務

図 10、11 にあるように、NDA は通常の民間企業であれば債務超過企業であり、国の全面支援のもとに事業が成立している。

図 10 における事業収入は、所有の再処理施

<支出>

Authority Administration (一般管理費)	38
Expenditure (事業費)	1,113 (サイト回復、燃料処理、廃棄物管理等)
Adjustments to Provisions (引当金)	5,368 (2011 年度原子力引当金、引当金割り戻し調整等)
Other expenditure (その他)	187

<収入>

Income (事業収入)	(1,004) (マグノックス炉による発電、燃料サービス等)
---------------	--------------------------------

Net Expenditure (会計 (税処理分)) 5,702 (7,100 億円相当)

注 1 : 1 £ = 170.4 円

注 2 : Cash Flow における 27 億 £ の Gross gains from parent department は補助金、12 億 £ の Surrender of receipts to Consolidated Fund は収入があったので国庫に返すもの。

出所 : Nuclear Decommissioning Authority "Annual Report and Accounts 2011/2012"

図 10 NDA の 2011 年度 (2012 年度 3 月) 支出収入の内訳 (100 万ポンド)

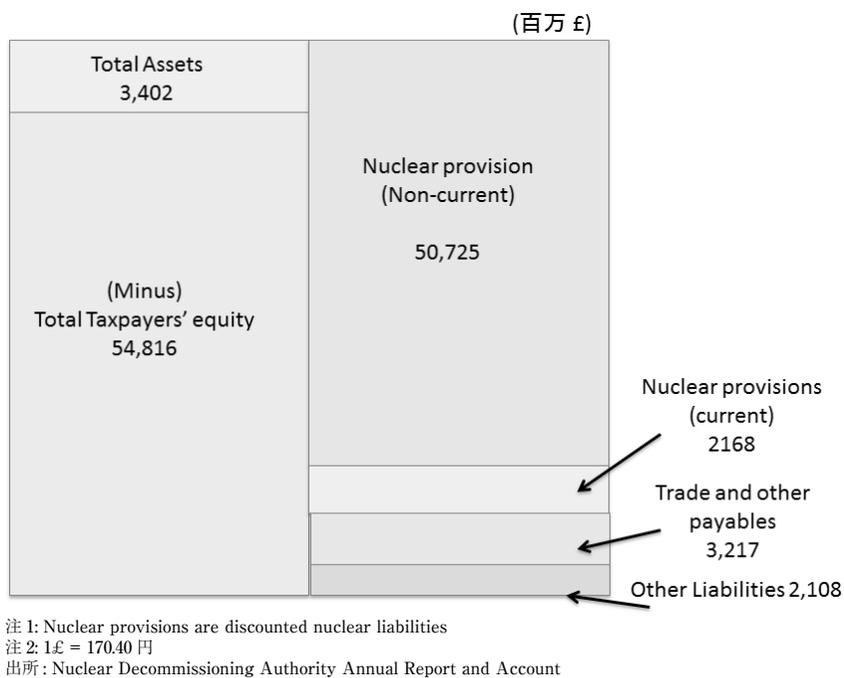
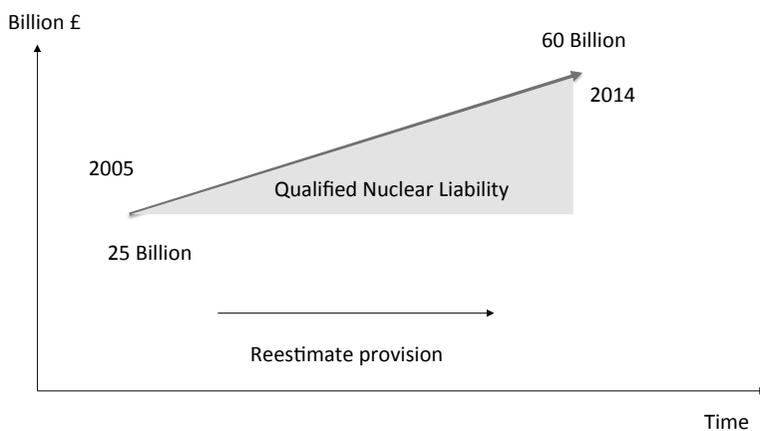
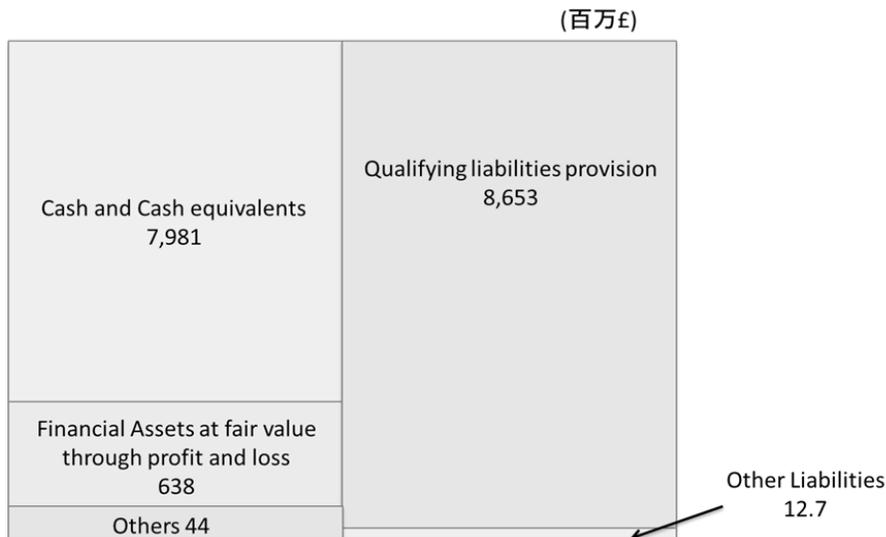


図 11 NDA のバランスシート



注: 何が Qualified Nuclear Liability にあたるかは NDA が決定する。対象物は原子力債務資金調達契約 (NLFA : Nuclear Liabilities Funding Assurance) のリストを参照のこと。
 出所: NDA インタビューより筆者作成

図 12 Qualified Nuclear Liability の債務予測



注 1: 1£ = 170.40 円

注 2: Qualifying Liabilities は NDA が決めた項目 (原子力債務資金調達契約 (NLFA) にリストある)

出所: Nuclear Liabilities Fund Limited, Annual Report for the year ended 31 March 2012

図 13 BS of NLF (2011/2012)

設を使った再処理手数料である。

図 11 にあるように、Cost of decommissioning, security management コストなどで原子力引当金 (Nuclear provision) は増えるが、政府からの資金で補充される。資産は主に再処理関連施設である。

3.3.2.4 NDA のプロジェクトの優先順位付け

NDA が行う戦略の立案及び、戦略に基づき各サイトの廃止措置を進めていく上で、どのように優先順位をつけるか (Prioritisation) は、予算とその分配の妥当性を示す上で重要なテーマである。優先順位は、バリューフレームワーク⁴³を念頭に検討される。具体的な手法論は試行錯誤と改善活動が続けられている。

予算申請は、Shareholders Executive⁴⁴ (6 人程度の人員が NDA の業務担当) が兼務で見えており、同所が承認した場合、財務省に提出される。財務省と予算接衝を経て最終的に NDA の予算が決定される。Shareholders Executive と NDA のミーティングは年に 4 回、その他に非公式会議が随時ある。

また監査局 (NAO) は NDA の以下の 2 点の監視を行う。

- 1) 毎年の会計 (Annual accounting)
- 2) Value for money⁴⁵ の投資が行われているが、Open Ended でコストを計上できないようにチェックしている。

現在の体制になる以前の BNFL⁴⁶ の時代は各関係機関の役割分担があいまいで、BNFL の所有は政府であったが、民間企業として運営されていた。BNFL から NDA に改組した時に「Safer, Faster, Simpler, Cheaper」哲学が培われ組織に根付いた。英国は廃炉の歴史が長いため有用な人材が廃炉に集まっている。

3.3.2.5 各ステイクホルダーへのインセンティブづけ

SLC へのインセンティブ付けは求められた評価基準を満たし、ライフタイムプランが目標より早くもしくは安く達成できた場合は、SLC は追加報酬をもらえるという仕組みがある。

PBO は Commitment achieved で目標達成により評価される。如何にアプローチしたかの

「How」は要求せず、目標を達成したかの「What」だけみる。

目標設定を行い、それに対する評価がなされる。給料は半分がNDA全体の業績、半分が個人の業績となる。

ライフタイムプランに添って計画が進まない場合、SLCもしくはPBOでの報酬が減じられるといった措置がとられる。しかし、廃止措置が計画通りに進まない場合の最終的な責任はNDAにある。なお、SLCはPBOについては競争入札により変更することが可能（パフォーマンスが挙がらない場合の措置のひとつとしても使用可能）。

3.3.2.6 原子力規制委員会（ONR）とNDAの役割分担⁴⁷

ONRは核燃料物質を使用する施設のライセンスを規制する機関である⁴⁸。サイトのライセンスはNDAではなく、SLCが有しているため、直接的にはONRがSLCを規制する。

しかし、時に廃止措置戦略の実現において、規制の見直しや確認が必要であるため、NDAとONRは適宜に対話を実施している。たとえば、廃止措置終了時の汚染の確認方法や、終了後の土地の管理方法は、廃止措置の終了状態（エンドステート）をどのように定義するかと密接に関わるため、規制上、どのように汚染確認を行うか、廃止措置終了後の土地に管理を求めるのか、記録を残して制度的な管理をするのかなどの議論が両者の間でなされている。

NDAが不十分と判断する規制や不合理と判断する規制についてONRと相談する場合がある。また、NDAがより優先度の高いプロジェクトに集中するため、より優先度の低いプロジェクトを後回しにする可能性もある。そういった場合、ONRがサイトの安全を規制する視点と打ち合う可能性がある。

戦略にはこういったことが想定されるため、戦略立案の過程においてNDAはONRとの達成目標のすりあわせとコミットメントを行う。

3.3.2.7 技術の継承⁴⁵

NDA、SLC、PBOでどこに廃炉の技術・ノ

ウハウが残るかについてはNDAが土地、資産を所有しているため、知的財産という観点ではNDAが保有者となる。しかし、ノウハウという観点では、実際にサイトで活動をしているSLCにより多く残るとされる。特に、日々の作業を通じて、PBOからの優れた技術やマネジメント手法がノウハウとして蓄積されていくことが期待されている。また、NDAは多数サイトを抱えているというメリットを活かし、サイト横断的にノウハウの蓄積する仕組みの構築などに力を注いでいる。

なお、PBOに対しては、SLCに対し、その優れたノウハウを提供することが期待されているが、個々の廃止措置プロジェクトから新たな技術開発や運用のノウハウは当然得ていると考えられる。

3.3.2.8 廃炉費用の見積もり

図12はNDAの債務の予測を図示したものである。将来費用現在価値への割引率は2014年現在実質マイナスになっている。インフレ率が3%でBond Rateが1.4%のため-1.6%である。

0 - 5年 -1.6%、5 - 10年 -0.8%、10年以降は2.2%で割り引いているため、50Billion（アニュアルレポートの数字）であるが、もし0 - 5年 -1.6%、5 - 10年 -0.8%、10年以降 -0.4%で割り引くと100Billion 円になる。

NDAが持つ財務的に大きな懸念の1つはこの割引率設定の問題となっている⁴⁹。

3.4 英国における倒産隔離ファンド

3.4.1 原子力債務基金 NLF Limited

3.4.1.1 NLF Limited の設立経緯

企業体としてのNLF Limitedは1996年3月28日に設立され、設立当初の主要な目的は旧ブリティッシュエナジー（BE）に対して、廃炉の長期コストへのファイナンスを行うことであった。

NLFはスコットランド法に基づき設立されたThe Nuclear Trustが100%所有するFund

となっている。これはスコットランド法においてはイングランド法では認められていない公益的 (Charitable) でなくてもよい公共信託が認められているからである⁵⁰。この場合は、不特定多数の人に裨益することになる NLF は、公益的 (Charitable) ではないということで、スコットランド法においてのみ、公共信託 (Charitable Trust) として、税法上の特典を認められることになる⁵¹。NLF の法的 Status を保護する規定はない。1996 年に Charitable Trust の申請をしたが、Charitable Commission に認められなかったという経緯がある⁵²。

BE は 2001-2002 年に財務状況が急速に悪化、2002 年 9 月英国政府に緊急財政支援を求めた。当時英国政府は BE の 20% のシェアを所有しており、また原子力の安全に関する国際的な取り決めと責任のため英国政府は BE に対して 650 Million 万の支援 (credit facility) を行った。2002 年 11 月英国政府は BE の再建計画が承認実施され、さらに財政支援を行うことを宣言した⁵³。英国政府は当時 BE を再国有化したかったが、EU との関係や国内の政局理由からできなかった。この代わりに英国政府は、BE を支援する立場を明確にした⁵⁴。

NLF は 2001 年の NETA 導入に伴う BE の経営危機に際し、公的信頼を回復するため政府による BE への財政支援の実行機関として運営母体である BE とは隔離 (Segregated) された Trust の必要性が認識された。その存在意義は現在のそれとは異なるものである。

このような背景から構造的に原発を所有する事業体である EDFE から隔離された Fund を構成している。(The Nuclear Trusts が 100 万を拠出し、100% 株主である。) The Nuclear Trust には 5 人の受託者 (Trustee) があり、この 5 人は NLF の取締役 (Director) でもある)。5 人のうち 3 人は英国政府が選び、2 人は EDFE が選出する。3 年の任期で更に 3 年延長できる。役割には投資担当、Nuclear Physicist (operator)、Lawyer 等がある。普通株資本はこの 5 人の受託者 (Trustee) が持つ。NLF には従業員はおらず、すべて Director が執行役

員 (Executive) である。

NLF は課税対象の法人である。Tax 後で 0.7% の利益率がある。NLF に求められるもう 1 つの役割は、資産を最大化 (Maximize) して負債を最小化 (Minimize) して納税者の負担を少なくすることにある。

3.4.1.2 NLF の財務状況

1996 年に 2 億 3200 万の資産 (Assets) であったが、現在は 86 億となつている (図 13)。現在 NLF の貸借対照表 (B/S) の Cash and Cash equivalent 79 億のうち、26 億は BE の再上場時のもの、48 億は EDF が支払ったものである。残りは EDF から配当を積み上げたものと見られる。NLF は 2005 年 1 月のロンドン株式市場への再上場時に得た株式を売却し、26 億の Cash にした。2008 年に BE は EDF から買収 Offer を受け、2009 年に BE は EDFE に 125 億で売却した。この時の NLF の株式持ち分の売却益が 48 億である。

BE には英国政府が支援していたが、BE の税引き後のフリーキャッシュフロー (運用後) の 65% を NLF が、35% を他の投資家が請求するメカニズムであった (NLF Cash sweep payment)。Asset の Cash equivalent の部分の 97.5 billion 万は政府からのお金が元ということで National Loans Fund を通して政府の Bond (利子 1%) を買う。

Financial Asset はインフレが 3% のためそれを 2% 上回る 5% で運営されるのが目標である。Financial Assets の 6 億 3800 万は運用会社が運用する。負債項目にある Qualifying Liabilities には Contracted Liability と Uncontracted Liability があり、Contracted liability は使用済核燃料 Spent Fuel (BE とセラフィールド) でこれは政府により支払われる。Uncontracted liability は乾式貯蔵施設の Dry Store を新しく建設するなどの勘定である⁴⁵。

3.4.1.3 NLF からの費用支払メカニズム

英国における原発の倒産隔離スキームでは現在稼働原発を持つ EDFE が NLF に毎年資金を拠出し、Fund とし、その Fund から廃炉関連

の支出を行うには NDA に申請を行い、その承認を得る必要がある (図 14)。

DECC、NLF、EDF は負担協定 (CA: Contribution Agreement) と NLFA (Nuclear Liability Funding Agreement) (原子力負債資金調達契約) を結ぶ。Shareholders Executive は DECC の代理となり Governance と Financial で Expert を派遣する。

EDFE はその他に毎年 100 万 £ を運営費用として拠出する。

3.4.2 新規原発に提出が要求される廃炉基金プログラム (Fund decommissioning Programme (FDP))

今後の新設の原発に関しても、新たな原発事業は廃炉基金プログラム (Fund decommissioning Programme (FDP)) を建設前に作成することが、担当国務大臣 (The Secretary of State) に 2008 年エネルギー法 (The Electricity Act 2008) において規定されている。この FDP には廃炉核廃棄物の管理及び処理に関する詳細とコスト計画が含まれていなければならないこと、そしてこの FDP の承認なしには操業してはならないこと等が定められている⁵⁵。

事業者は、このプログラムによって設立される独立基金が廃棄物や原発の解体に対する責任を果たすには十分なものであることを保証する責任がある。核処理・原子力発電所解体資金保証委員会 (NLFAB: Nuclear Liabilities Financing Assurance Board) は事業者が承認のために提出する財政的な案や、基金の案の定期的な見直し、継続的な精査に関して国務長官に助言を行う⁵⁶。

NDA は廃炉措置・廃棄物管理計画 (DWNP) の、核処理・原子力発電所解体資金保証委員会 (NLFAB) は資金調達計画 (FAP: Funding Arrangements Plan) の意見書を Secretary of State に出す⁵⁷。これを受けて担当国務大臣 (Secretary of State) は承認、否認、修正付き承認、の結果を出す。(図 15)

3.5 廃棄物移設価格 (WTP: Waste Transfer Price)

事業者の FDP の承認とともに、政府は、事業者がもつ使用済核燃料や中レベル放射能廃棄物 (ILW: Intermediate level waste) の所有権と責任を政府に移転させる条件で、事業者と契約を結ぶ (the "Waste Contract")。特に、この契約にはこれらの廃棄物の移転に課される料金をどのように決めるかを設定する必要がある (The "Waste Transfer Price")。廃棄物移設価格は新たな原発の事業者が廃棄物管理コストを全額支払うことができるように政府の政策に合致する水準で設定される⁵⁸ (図 16)。

英国では原則廃炉のための原子炉本体以外の解体後、60 年程度は長期貯蔵保管する「安全貯蔵方式」⁵⁹を採用している。これにより放射能レベルが減衰することで、処理費用が下がりまた現在価値でもコストが大きく下がることになる。

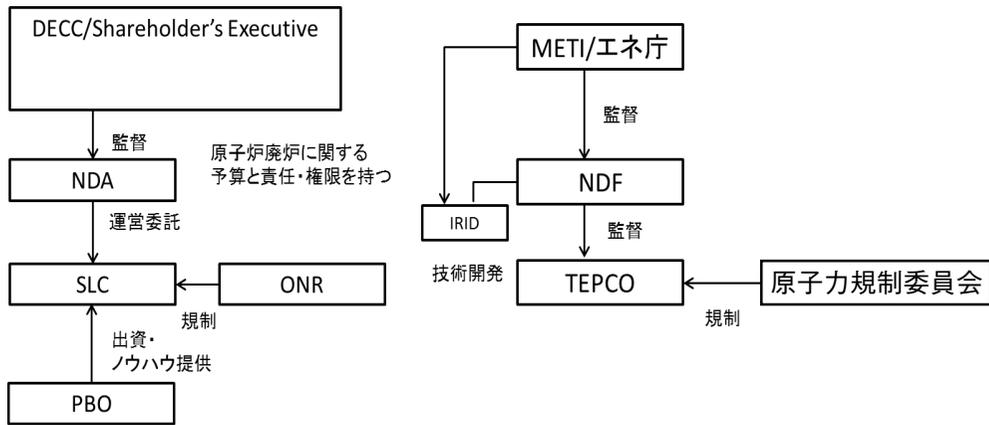
廃棄物移設価格のフォーミュラは以下のようであり、 $WTP = Pricing\ Cost\ Estimate + Risk\ Fee$ で Risk Fee は uncertainty を数値化したものである。

WTP は担当国務大臣 (The Secretary of State) により設定される上限 (Cap: 使用済核燃料で 97 万 £/tU、ILW で 4 万 8400 £/m³) より高くない。図 16 にあるように、2020 年に運開、60 年間稼働して、2080 年に発電を終了するとして、それから 60 年は安全貯蔵を行うものとして WTP を計算する。途中で廃棄物処理を事業者がやめ、NDA に引き渡された場合はその時点の WTP 計算の値で NDA に引き渡される。

4. 日本の原子力事業が英国の経験から学べること

4.1 日本の電力システム改革と原子力発電

我が国においては 2013 年 4 月 2 日に「電力システムに関する改革方針」が閣議決定され、



注：IRID：International Research Institute for Nuclear Decommissioning）：技術研究組合 国際廃炉研究開発機構、TEPCO（Tokyo Electric Power Company）
出所：筆者作成

図 17 英国 NDA と日本 NDF における規制・監督フローの比較

表 4 英国 NDA と日本 NDF の機能の比較

	英国NDA	日本原子力損害賠償、廃炉等支援機構NDF (Nuclear Damage Compensation and Decommissioning Facilitation Corporation)
土地の所有権	○	×
廃止措置の法的責任	○あり	×
資本金、出資等	不足分は政府の予算で賄われる。2013年の Taxpayers' equity は60,192(百万ポンド:約10.3兆円)	資本金:140億円(政府出資:70億円 原子力事業者等12社:70億円) 負担金 一般負担金(原子力事業者による積立)2011度:815億円、2012年度:1008億円、2013年度:1630億円 特別負担金(資金援助を受けた原子力事業者からの返済)2011年度:0円、2012年度:0円、2013年度:500億円 交付国債 賠償のための資金交付の原資として国から交付される国債。現在、累計5兆円が交付されている。 借入等 市中からの政府保証付きの借入れや政府保証債券の発行による資金調達 政府保証枠は毎年度の一般会計予算総則に規定。2014年度の政府保証枠は4兆円。
人員	正規職員(期間の定めなし)は295人(2013年3月31日) NDAグループ全体では935人	34人
スタッフの qualification	各分野の専門家を中途採用	電力会社、メーカー 商社、官庁等からの出向及び経験者採用
地元との交渉	NDA(戦略面),SLC(日々の活動)	各電力会社
規制当局とのやりとり	NDA(戦略面),SLC(ライセンス関係)	各電力会社
廃炉土地の所有権	NDA	各電力会社
廃炉サイトの運営	NDA(戦略)、実施はSLC	各電力会社
廃炉運営コストの負担先	国	東電(運営)、8社(研究開発)
年間コスト	NDAの コスト 8180(百万ポンド:約1.4兆円) 収入 824(百万ポンド:約1,414億円)	経常収益 1兆8788億円 経常費用 1兆6690億円
資金管理責任	NDA	研究費はIRBDが管理、研究費は国、電力会社より、NDAは研究内容+実施の方針を指示

注1：1 ￡=170 円

注2：IRID：International Research Institute for NuclearDecommissioni）：技術研究組合 国際廃炉研究開発機構

出所：英国は Nuclear Decommissioning Authority Annual Report and Accounts (Financial Year: April 2013 to March 2014)

NDA の組織図は <http://www.nda.gov.uk/publication/nda-organisation-chart/>

日本は平成 25 事業年度財務諸表（原子力損害賠償支援機構）

後 40 年が経過した 7 基について、一括計上が必要と見込まれる額（資産）は 1 基あたり 210 億円程度（核燃料関係：120 億円程度、発電設備関係：80 億円程度）とされている⁶⁴。現状では原価算入が認められているため料金改訂を行い、3 年間で回収するようにするためもし実行されれば、短期的に料金水準が上昇する可能性が理論的にある他、費用一括計上するため、債務超過になる可能性もある⁶⁵。このように一括費用計上には問題があるため、固定資産仮勘定の中に新たに「原子力廃止関連仮勘定」を新設し、廃止期間中も 10 年かけて減価償却ができるように電気事業法会計規制を改正する⁶⁶。また託送料金に上乘せして回収できるようにする⁶⁷。これらとは別に解体引当金についても運転期間 40 年に安全貯蔵期間 10 年を加えた期間を原則的に引当期間とし、原価算入ができることとされた。しかしながらこれも上記廃止措置資産と同じく、総括原価方式による料金回収の手当が 2016 年以降なくなれば引当はできなくなるおそれがある。このため 2016 年の小売全面自由化から 2018 年～2020 年を目途とする料金規制撤廃までの期間はこの規制料金の原価に廃炉費用が含まれ、その後の小売料金規制撤廃より後は送配電事業者が「託送料金の仕組みを利用し、小売事業者から費用回収できる程度」の案が議論されている⁶⁸。

4.2.2 日本版 NDA の創設

これまで使用済み核燃料については国が面倒を見るが、廃炉については事業者任せられてきた面があったが、今後はこの部分に関して企業と国の間で責任と費用分担を明確にするだけでなく、国の中でも廃炉に関わる機関ごとの権限と責務を明らかにする必要がある。

我が国では原発政策の関与者が資源エネルギー庁、文部科学省、原子力規制委員会、原子力規制庁、原子力損害賠償・廃炉等支援機構と複数存在し、結局どこが何の権限と責任をもつのが外から見て、明らかではない。この点でも廃炉に政府が責任をもつ日本版 NDA で一元的に廃炉に対応することが望ましい。この点で、野党 6 党が 2014 年 5 月 21 日に共同提案提出し

た「原子力規制委員会設置法改正案」にあるように廃炉に関する審査機能を原子力規制委員会に持たせようとする試みは第一歩として正しいと思われる。

図 17、表 4 は英国と我が国の廃炉に関する規制・監督枠組みを英国の NDA と我が国の原子力損害賠償・廃炉等支援機構（NDF：Nuclear Damage Compensation and Decommissioning Facilitation Corporation）を比較したものである。両国とも規制・監督のフローは似ているが、権限において大きな差異がある。我が国の原子力損害賠償・廃炉等支援機構（NDF）は英国 NDA と比べて、廃炉に関する予算・責任の権限において弱く、電力会社が実際の所有と運営を行うことから、構造上、自主性を持つことができていない。人員体制も現状では十分とは思えず、今後一層の強化が必要となろう。特に廃炉事業は 100 年単位の時間がかかるため、NDA が日常の運用は、SLC 及び PBO に任せ、最小コストになるように長期的、戦略的な視点に集中しているように我が国も長期的な視点から取り組む体制をつくるべきである。

更に日本原子力発電は原発の廃炉作業受託や海外事業強化など事業を多様化する方針を打ち出していることから⁶⁹、英国の SLC（サイトライセンスカンパニー）のように原発廃炉作業運用の受け皿になる可能性もある。

4.2.3 日本版 NLF の創設

廃炉、バックエンド処理に関して、電力会社から倒産隔離された公益信託基金の組成も必要となってくるだろう。前述のように英国では既存原発については電力会社（EDF エナジー）から倒産隔離された NLF（原子力債務基金）が存在している。他方新設の事業者は新たに倒産隔離された Fund を運営する会社を設置する必要がある。米国においても 1988 年に原子炉の廃止措置信託基金要件が規定され、各事業者が倒産隔離の信託基金を設定することになる。現在、ドイツにおいて生じているように、再生可能エネルギーの大量導入で、卸市場の価格が下落し火力発電が収益の中心の電力会社の収益は急速に悪化していることから、原発を抱える事業者

が倒産リスクにさらされている。我が国でも自由化が本格化した時に原発を抱える事業者は倒産リスクがある。こうした点から我が国においても倒産隔離の廃炉基金設立（日本版 NLF）の必要性は大きい。

4.2.4 廃炉処理スキームの提案

図 18 は以上の議論をうけて、自由化された電力市場下における廃炉処理スキームを示したものである。

まず廃炉を国として制度化する仕組みづくりも急がねばならない。2016 年以降の電力小売りの全面自由化により送配電部門を除き総括原価が撤廃されることから、電力会社の経営環境は厳しくなる見込みで、各社個別に原発を維持運営する現在の体制は維持できなくなる恐れがある。このため、我が国においても英国のように作業は個別のサイトで行うにしても、国もしくはそれに代わる機関が一元的に廃炉戦略の方向性を合わせ、廃炉ノウハウを蓄積し（特に同じ型の炉）、最終的に責任を持つ体制作りが必要となる。最近の動きでは日本原子力発電は東西に分社化し、西会社は他社の老朽化した原発での廃炉に協力、東会社は東京電力の柏崎刈羽原発の再稼働で協力する方向を示した⁷⁰。併せて運営や廃炉作業は国際入札で最も優秀で国際競争力のある事業者任せるという方法もあるだろう。

廃炉費用のための倒産隔離基金を信託方式で創設することも必要である。現在は高レベル放射性廃棄物の最終処分に係わる費用は電力会社が NUMO に拠出金を支払い（特定放射性廃棄物に関する拠出金）、核燃料リサイクル費用は、日本原燃に対する電力会社の出資金及び電力会社の日本原燃に対する債務保証による借り入れとなっている（電力会社は使用済核燃料再処理引当金として積立金処理している）。しかし、廃炉費用に関しては原子力発電施設解体引当金として電力会社社内に積み立てるのみで、倒産隔離されていない。我が国においても信託方式で倒産隔離廃炉基金（仮称 日本版 NLF）創設すべきであり、そこからの廃炉費用の拠出に関しては日本版 NDA がその適正を審査し、そ

の資金拠出を承認するシステムを構築すべきである。

4.2.5 原子力発電に係る投資環境の整備

原子力発電は固定費が巨額であることから、建設リスク、市場リスクが大きく、新規投資を促進するためにこれまで見てきたように英国では、政府による原発候補サイトの選定、GDA（炉型認証）、債務保証などの建設リスクへのヘッジ策、FIT-CfD による市場リスクヘッジ策がとられてきた。

我が国においても GDA による炉型の標準化による事業効率化、総括原価が撤廃された中で国家による債務保証、その前提となる原子力事業の集約化により、金融市場での信用リスクを低減させることが肝要であろう。

4.2.6 使用済核燃料の再処理との関係

コスト等検証委員会報告書（2011）でも直接処分モデル⁷¹に比べて現状モデル⁷²及び再処理モデル⁷³はコスト（円/kWh）が高い。このように再処理に経済性がないことは数値から明らかであるが、原発の再稼働を決定した場合は核兵器所有国でない我が国では使用済核燃料の貯蔵・保管・再処理が問題となる。再処理を行いその費用を出資・前払金・債務保証もしくは原子力発電環境整備機構（NUMO）に対する拠出金といった民ベースでの費用の支払いを行った場合、自由化された電力市場では原子力発電を保有する発電事業者は、このことで競争力を失うことになる。六ヶ所再処理工場の稼働がうまくいかない場合はさらに大きな財務リスクを負うことになる。

5. おわりに

英国では原子力発電に関し債務保証を行う他、廃炉費用なども含めて長期の投資回収に必要な固定価格と、市場価格との差額が保証される差額精算型固定価格買取制度（FIT-CfD）が、新設が決まった原発で初適用となる見通しであり、35 年間の買い取り予定となっている。また英国では官民が協力して既存の原発に関して

は、倒産隔離型の NLF（原子力債務基金）を組成し、新設の原発にも同様の Fund を組成することを義務付けている。

英国の制度設計上の重要ポイントは第一にこれら投資上のインセンティブ供与と共に、先 20 年 30 年の時間軸を見据えて、原子力と再生可能エネルギーを技術コストの点から競争させようとしていることである。第二に廃炉作業の制度設計に関して、政府が最後まで責任を取る姿勢を明確にすると同時に、競争やガバナンスの視点を取り入れていることにある。

こうした施策により、英国の原子力産業には廃炉まで含めて、有能な人材が集まってきている。

他方、我が国においては電力改革の外形の方向は決まったが、原子力事業の位置づけが未だ問題となっており、制度設計の方向と概略が固まっていないことから将来的人材の確保までもが危機にさらされている。

いずれにせよ原子力発電は建設初期コストの大きいことから市場価格の変動に左右されるリスクが大きく、このため、英国において導入されている FIT-CfD による長期のヘッジをしない限りは既存・新規問わず、資金調達を行うことが難しくなると思われる。

また、廃炉に関しても競争力やガバナンスの仕組みを取り入れることが必要である。

謝辞

本研究の一部は、公益社団法人トラスト 60（現、トラスト未来フォーラム）の平成 26 年度研究助成及び科学研究費補助金基盤研究（C 課題番号 25518006）の助成を受けております。

本研究にあたってはインターナショナル・ニュークリア・サービス・ジャパン株式会社の桑原一雅代表取締役、NDA の齋藤 典之氏（2014 年 9 月当時東京電力からの出向）（現東京電力株式会社 福島第一廃炉推進カンパニープロジェクト計画部 廃棄物対策グループ）、在日英国大使館 Ms. Naomi Cowan 氏、気候変動省（Department of Energy & Climate Change）の Liz Keenaghan-Clark 氏、他の協

力を得ております。ここに深く感謝申し上げます。

〈参考文献〉

- ウィリアム・ウォーカー（2006）”核の軌”著、鈴木真奈美訳
 エネルギー・環境会議（2011）”コスト等検証委員会報告書”
 大島堅一（2010）”再生可能エネルギーの政治経済学”
 加賀隆一（2015）”国際インフラ事業の仕組みと資金調達”
 渡辺宏之（2006）”スコットランドにおける『信託』の法概念”、早稲田大学比較法研究所、比較法学 39 卷 3 号、P35-54
 経済産業省（2014 年 12 月）”原子力小委員会の中間整理”
 Alexandre Bredimas and William J. Nuttall, 'A Comparison of International Regulatory Organizations and Licensing Procedures for New Nuclear Power Plants' EPRG Working Paper
 Brussels, 8 October 2014, State aid: Commission concludes modified UK measures for Hinkley Point nuclear power plant are compatible with EU rules, IP-14-1093
http://europa.eu/rapid/press-release_IP-14-1093_en.htm
 Connor, Peter M. (2003) "UK Renewable Energy Policy: A Review," Renewable & Sustainable Energy Reviews, Vol.7, No.1, pp.65-82.
 Climate Change Act 2008
 DECC (2010) : "Appraisal of Sustainability of the revised draft Nuclear National Policy Statement: Main Report"
 DECC (2011) : "Planning our electric future: a White Paper for secure, affordable and low-carbon electricity"
 DECC (2011) Statutory Security of Supply Report, 2011, Nov
 Business Plan 2012-2015 P12, DECC
 DECC (2011) : "Waste Transfer Pricing Methodology for the disposal of higher activity waste from new nuclear power stations", P10/44
 DECC (2013 July) "Annex D: Levy Control Framework Update"
 DECC (2013 June) : "Electricity Market Reform: Capacity Market- Detailed Design Proposals"
 DECC (2013 December) : "Investing in renewable technologies - CfD contract terms and strike prices"

- DECC (2013 December) : "Electricity Market Reform: Update on Terms for the contract for Difference"
- DECC (2011) , 'Waste Transfer Pricing Methodology for the disposal of higher activity waste from new nuclear power stations'
- DECC (2013 December) : "Electricity Market Reform: Capacity Market - Detailed Design Proposals"
- DECC (2012) "Energy Security Strategy"
- DECC (2014) "Consultation on the management of overseas origin nuclear fuels held in the UK"
- DEFRA (2010) "Environmental Permitting Guidance The Large Combustion Plants Directive for the Environmental Permitting (England and Wales) Regulation 2010, P.11"
- Dominique Finon and Fabien Roques (2008) , 'Financing arrangements and industrial organisation for new nuclear build in electricity markets' EPRG Working Paper EPRG 0826, Cambridge Working Paper in Economics 0850
- DTI (2003) "Energy white paper-our energy future-creating a low carbon economy"
- DTI (2006) "The Energy Challenge Energy Review Report 2006"
- Energy Act 2008
- European Commission (Brussels, 18.12.2013) "State aid SA. 34947 (2013/C) (ex 2013/N) - United Kingdom Investment Contract (early Contract for Difference) for the Hinkley Point C New Nuclear Power Station"
- Finon D and Roques F (2008) "Financing arrangements and industrial organisation for new nuclear build in electricity markets" EPRG Working Paper EPRG 0826 Cambridge Working Paper in Economics 0850
- HM Treasury (2014, July) "Report to Parliament under the Infrastructure (Financial Assistance) Act 2012"
- HM Treasury Infrastructure UK (2010) "National Infrastructure Plan 2010"
- HM Revenue & Customs (2011 March) "Carbon price floor consultation: The Government Response"
- HM Revenue & Customs (2014年3月19日) "Carbon price floor reform and other technical amendments"
- Roques F, Nuttall W, Newbery D, Neufville R, Connors S (2006) , "Nuclear power: A hedge against uncertain gas and carbon prices?" The Energy Journal 2006,27, 4
- Laurent Pouret and William J. Nuttall, 'Can Nuclear Power Be Flexible?' EPRG Draft Working Paper
- M.C. Grimston and W.J. Nuttall (2013) , 'The Siting of UK Nuclear Power Installations' EPRG Working Paper 1321, Cambridge Working Paper in Economics 1344
- Mitchell, Catherine (1995) "The Renewables NFFO: A review," Energy Policy, Vol.23, No.12, pp.1077-1091.
- NAO (2003) "The New Electricity Trading Arrangements in England and Wales"
- National Audit Office (2008 Jan. 30) : "The Nuclear Decommissioning Authority - Taking forward decommissioning"
- National Audit Office (2013 November) Levy Control Framework
- NDA (2015) "Nuclear Provision - explaining the cost of cleaning up Britain' s nuclear legacy"
- NDA (2015) "NDA Business Plan - financial year beginning April 2015 to financial year ending March 2018"
- NDA (2015) "The New Management Arrangement for Sellafield"
- Nuclear Energy Statistics September (2013)
- Simon Taylor (2011) , 'Can New Nuclear Power Plants be Project Financed?' EPRG Working Paper 1118, Cambridge Working Paper in Economics 1140
- TSO (The Stationery Office) Infrastructure (Financial Assistance) Act 2012
- UK Parliament (2013) , 'Energy Act 2013'

〈注釈〉

- PowerGen が E.ON に至る変遷については以下のとおり
 1995年9月、Hanson社がEastern社を買収
 1996年7月、Eastern社(Hanson社の子会社)がPowerGenとNational Powerから発電所を購入(石炭火力発電所、内訳 PG: 2GW, NP: 4GW)
 1997年2月、Hanson社がEastern社を手放す
 1998年9月、TXUがEastern社を買収、社名をTXU Europeに変更。
 2002年7月、E.ONがPowerGenの買収を完了
 2002年10月、PowerGen(E.ONの子会社として)TXUの英国の資産(英国における電気・ガス供給事業と発電資産)を買収
 2002年11月、TXU Europe倒産
 2004年6月 PowerGenが社名をE.ON EUに変更
- EDF社の配電部門は2010年10月にUK Power

- Networks Holdings Limited に売却された。同グループは香港の長江実業家のインフラ企業のコンソーシアムにより所有されている。(2011年)。
- 3 Magnox ltd の概要
<http://www.magnoxsites.co.uk/what-we-do/our-phases-of-work-overview/>
 - 4 DTI (2003) P4
 - 5 DTI (2006)
 - 6 DECC (2010) : "Appraisal of Sustainability of the revised draft Nuclear National Policy Statement: Main Report"
 - 7 法案が両院の議会のすべての段階を完了した段階で、royal assent を受ける準備が整ったことになる。この時に、正式に女王から法案を制定案 (Act of parliament (law)) とすることへの認可を得ることになる。
 出 所 : <http://www.parliament.uk/about/how/laws/passage-bill/lords/lrds-royal-assent/>
 - 8 DECC (2011) : "Planning our electric future: a White Paper for secure, affordable and low-carbon electricity"
 - 9 "Investing in Renewable Technologies (2013 DECC)" より翻訳抜粋
 - 10 <https://www.gov.uk/government/policies/increasing-the-use-of-low-carbon-technologies>
 - 11 DECC (2013, June)
 - 12 HM Revenue & Customs (2011 March) ,P5
 - 13 CPS (Carbon Price Suppor) = (炭素価格目標値－市場価格) X 排出係数
 対象とする発電事業者は CPS を (英国) 国内政策気候変動税 (CCL : Climate Change Levy) の一部として払わなければならない。
 - 14 HM Revenue & Customs "Carbon price floor: Reform and other technical amendnents,P2, 2014年3月19日
 - 15 <http://www.publications.parliament.uk/pa/cm201012/cmselect/cmenergy/1065/1065we04.htm> 英国石炭連盟の覚えがき (memorandum submitted by the Confederation of UK Coal Producers)
 - 16 この他、既存および新規の火力発電所には環境面での規制が課されている。
 現存の発電所のオペレータは、遅くとも 2004年6月30日に提出された Environment Agency に提出される宣言書に同意せねばならず、その宣言書は、20000時間以上発電所は稼働させず、遅くとも 2015年12月31日には閉鎖しなければならないというもので、2008年1月1日から 2015年12月31日まで有効である。(Environmental Permitting Guidance The Large Combustion Plants Directive for Environmental Permitting (England and Wales) Regulation 2010 2010. March, Defra, P.13)
 現存の火力発電所には、2008年1月1日から以下3つのコンプライアンスの選択肢が与えられる。
 (DEFRA (2010) "Environmental Permitting Guidance_The Large Combustion Plants Directive for the Environmental Permitting (England and Wales) Regulation 2010, P.11")
 - ・新規発電所に対する依存度をベースとした排出限度値のコンプライアンス
 - ・排出量削減計画 (NERP : National Emission Reduction Plan) のもとで、欧州連合域内排出量取引制度 (EU-ETS) 内で操業を行う
 - ・排出限度値のコンプライアンスか排出量削減計画 (NERP) から離脱する場合は、2008年1月1日から 2015年12月31日まで、操業を 20000時間以内に制限する。
 - 17 日立の Horizon プロジェクトは 2012年11月に日立が RWE と EON から買収したプロジェクトである。2019年着工、2024年に運開予定である。
 - 18 但し、EDFE 社がサイズウェル C 原子力発電所に EPR 2基が着工した場合、サイズウェルから Hinkley C 3 兊/MWh が支払われて、ヒンクリーポイントは 92.5 兊/MWh を維持できる (2012年価格)。
 - 19 投資契約 (Investment contract) には Secretary of State Agreement と Lender direct agreement が付随することになる。
 投資契約は CfD の標準契約 (Standard terms and conditions) と可能な限り、同様のものが組み込まれる。(align)
 - 20 http://europa.eu/rapid/press-release_IP-14-1093_en.htm より抜粋
 - 21 企業のためとなる公共関与 (Public Intervention) は、それらが私的な事業者が市場の状況の下で受け入れる条件 (市場経済投資家原則 - MEIP (Market Economy Investor Principle)) に基づいてなされるなら、EU 規則のいう国家補助 (State Aid) ではないと考えられる。もし市場経済投資家原則 (MEIP) が考慮されなければ、公共関与は EU 規則のいう国家補助となる (欧州機能条約第 107 条 - TFEU (Treaty on the Functioning of the European Union))、なぜならそれらが受益者に、その競争相手がもらえないメリットを与えるからである。このため、欧州委員会はそのような補助が、ある種の補助を認める EU の共通規則に適用しているかどうかを調べ始める。もし、このような共通の規則がなければ、EU の単一市場の競争は、特定の会社の利益のための加盟国

- 間の“補助金競争”によって歪められることになる (http://europa.eu/rapid/press-release_IP-14-1093_en.htm より抜粋、第 6 和訳)。
- 22 http://europa.eu/rapid/press-release_IP-14-1093_en.htm より抜粋
- 23 60 年は電力会社がプラントメーカーに要求する耐用年数である。
- 24 通常は企業の残余資産が 100、債務が 80 とすると、債務を弁済し終わった後で、20 を出資者で分け合うことになる。
株主が当初 40 を出資していたのであれば、株主は出資額の半分しか払い戻しを受けられないことになる。
他方英国では債務保証がある場合、保証履行が株主の損失負担よりも先に発動されることになる。上記の例で言えば、株主の当初の資産額が 40 であったならば、株主にとっての回収改修不足となる 20 については、債務保証をしている保証人が保証履行により補填することになる。
ただし、既に減資されている場合は別である。
- 25 Infrastructure UK は 2010 年に設立された HM Treasury (財務省) の一部門である。UK 長期的インフラ優先項目に取り組み、民間セクターからの投資を管理している財務省内の部署
・ 同社は UK インフラストラクチャーでの投資の計画と優先づけを調整し、簡素化する。
・ インフラストラクチャープロジェクトとその過程のより大きい Value for Money を達成することにより UK インフラストラクチャーを向上する
<https://www.gov.uk/government/organisations/infrastructure-uk>
- 26 Contingent Equity とは、いわゆるキャピタル・コール方式により、株主に追加出資を要請できる権利を企業側が有していることで、コスト・オーバーランの場合はこの追加出資により資金調達が行われることになるようである。
- 27 2009 年 2 月 GDF SUEZ (37.5%) , IBERDROLA (37.5%) and Scottish and Southern Energy (25%) の出資割合で NuGen 設立を計画 2009 年 10 月 West Cumbrian の Sellafield に新原発建設のための土地を購入
2011 年 9 月 SSE が NuGen への出資を終了し、持ち株を GDF SUEZ と IBERADROLA に売却。二社はそれぞれ 50% を所有 2013 年 12 月 IBERDROLA は TOSHIBA に所有する株を売却 2014 年 1 月 TOSHIBA は GDF SUEZ が所有する株の一部を購入、これにより比率が TOSHIBA (60%) , GDF SUEZ (40%) となる。
2014 年 12 月 2 日 英国財務省は NuGen 社とムーアサイド原子力発電所建設プロジェクトに債務保証スキームを適用する方向で協力する合意文書に調印した。
- 28 2014 年 9 月現地インタビュー。
- 29 <https://www.gov.uk/government/policies/increasing-the-use-of-low-carbon-technologies/supporting-pages/the-renewables-obligation-ro>
- 30 Capacity Mechanism が LCF に入るかは決まっていない。
- 31 NAO (2013) : Levy Control Framework, 14/44
- 32 DECC (2013 July)
- 33 初めて臨界に達した最初の原子炉で核兵器に使うプルトニウムを製造したものをシカゴ・パイル 1 号といい、それと同型のものをパイル炉とよぶ。
- 34 議会の委員会 (Public Accounts Committee) による NDA のセラフィールド管理に関するレポート (Nuclear Decommissioning Authority: Management Risk at Sellafield)
<http://www.parliament.uk/business/committees/committees-a-z/commons-select/public-accounts-committee/news/nuclear-decommissioning-authority-managing-risk-at-sellafield/>
レポートに対する NDA の反応
<http://www.nda.gov.uk/2014/02/publication-of-pac-report-into-progress-at-sellafield/>
- 35 NDA の設立法 (Energy Act. 2004)
http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2004/20/pdfs/ukpga_20040020_en.pdf
- 36 ウォーカー (2006) , P270
- 37 EEG08
<http://www.nda.gov.uk/publication/egg08-nda-guidance-and-expectations-for-business-cases-and-value-management-rev8/>
- 38 Business Plan (戦略とライフタイムプラン (この文献では SLC Plans と記載) の関係、キークティブティ <http://www.nda.gov.uk/publication/nda-business-plan-financial-year-beginning-april-2014-to-financial-year-ending-march-2017/>
Major Programme and Project report (主なプロジェクトの進捗状況の評価レポート) <http://www.nda.gov.uk/publication/pilot-priority-programme-report-april-2014/>
4 半期ごとの評価レポートの一例
<http://www.nda.gov.uk/publication/quarterly-performance-report-quarter-4-status-for-2013-14/>
NDA のプロジェクトマネジメント手法について記載した文献
<http://www.nda.gov.uk/publication/pep-m-project-controls-framework-document-rev2/>
上記の一連のプロセスを記載した HP サイト
<http://www.nda.gov.uk/what-we-do/our->

- priorities-and-progress/
People and skills strategy
<http://www.nda.gov.uk/publication/people-and-skills-strategy/>
- 39 LLWR ltd の M&O 契約と PBO 契約 (他の SLC の契約書は非公開)
<http://www.nda.gov.uk/publication/management-and-operations-contract-in-respect-of-the-low-level-waste-repository-at-drigg/>
- 40 NDA の PBO の選定について (Contracts, Competition and Supply chain development)
<http://www.nda.gov.uk/contracts-and-competition/>
- 41 2014 年 9 月 NDA インタビュー
- 42 公式には納税者が顧客であるが、NDA の活動の妥当性を監査する政府を間接的に顧客として設定することで、顧客のニーズをより具体的に知ることができるという意味である。
- 43 NDA Strategy 2011, p9
NDA Strategy (2011)
<http://www.nda.gov.uk/publication/nda-strategy-effective-from-april-2011-print-friendly-version/>
- 44 Shareholder Executive の目的は、政府により所有、または一部を所有されている企業の有力な株主になり、納税者に対して、最高の価値を確保するために、民間部門への政府の介入を管理することである。<https://www.gov.uk/government/organisations/the-shareholder-executive>
- 45 同じプロジェクトを公共セクターが実施する際に事業期間を通じて必要な財政負担額の現在価値 (PSC : Public Sector Comparator) と、PFI として実施する場合の事業期間中に要する財政負担額の現在価値 (LCC: Life Cycle Cost) とを比較して、PSC を LCC が下回った場合は、その PFI 事業を進める価値 (VFM) があるということになる。なお LCC と PSC が同じである場合は、PFI 事業のサービスがより良質であれば推し進める価値がある。(加賀 2015)
- 46 英国核燃料会社 (BNFL:British Nuclear Fuels)
1971 年に原子力公社 (UKAEA) の燃料製造、濃縮、再処理などの燃料サイクル関連部門を分割して創設された。84 年には 100% 政府保有の株式非公開有限会社 (PLC) となり民営化される予定であったが、政府方針によって、凍結。05 年に原子力廃止機関 (NDA) が設立され、BNFL の債務と資産は NDA に移管された。その結果、NDA からの委託により原子力施設を運転・管理するだけの国有企業へと変更。事業再編と売却も順次実施され、09 年 5 月にすべてのグループ会社の売却・整理が完了した。再処理と MOX 施設の立地する西カンブリア州セラフィールドサイトの運転・管理は、セラフィールド社 (米国 URS 社、英国 AMEC 社、仏アレバ社の合弁会社ニュークリア・マネジメント・パートナーズ社が所有) に移した後、中止された。英国核燃料会社 (BNFL) - 海外の原子力 | 電気事業連合会
http://www.fepc.or.jp/library/words/genshiryoku/kaigai/europa/1225465_4582.html
- 47 2014 年 9 月 NDA インタビューにより作成。
- 48 ONR の規制について <http://www.onr.org.uk/our-work.htm>
ONR の核燃料物質利用に関するライセンスの規制に関する説明と文書 <http://www.onr.org.uk/licensing.htm>
- 49 2014 年 9 月 NDA インタビュー。
- 50 イングランドにおいては公共の利益のための信託はその目的が公益的 (Charitable) とみなさなければ、通常は無効である。
しかしスコットランドではそのようなルールは適用されず、公共信託 (Public Trust) の有効性は、その目的が公益的であるかに依らない。不特定多数の人々の利益のために設定されているが、公益目的を推進することはない「公共信託」というものが存在しうるのである。しかしながら公共信託は一定の要件を満たせば、税法上、公共信託 (Charitable Trust) とみなされて、税法上の特典を享受することができる (以上渡辺宏之 (2006)、P44 より抜粋)
- 51 2014 年 9 月 NLF インタビュー
- 52 2014 年 9 月 NLF インタビュー
- 53 NAO (2003) P4
- 54 2014 年 9 月 NLF インタビュー
- 55 Energy Act 2008, chapter 8
- 56 DECC (2011) "Waste Transfer Pricing Methodology for the disposal of higher activity waste from new nuclear power stations", 68/114
- 57 2014 年 9 月時点で Hinkley PointC のプロジェクトカンパニーは、資金調達計画 (FAP) と廃炉措置・廃棄物管理計画 (DWMP : Decommissioning and Waste Management Plan) の素案を既に Secretary of State に提出した。
- 58 DECC (2011) : "Waste Transfer Pricing Methodology for the disposal of higher activity waste from new nuclear power stations", P10/44
- 59 Geological Disposal (NDA2010)
<http://www.nda.gov.uk/publication/geological-disposal-generic-environmental-safety-case-main-report-december-2010/?download>,
- 60 原子炉格納容器など
- 61 核燃料は会計上、発電資産と同様の扱いをされる。

- 「発電のみに使用する設備」にはタービン・発電機などが含まれる。
- 62 資源エネルギー庁、平成 26 年 11 月「廃炉を円滑に進めるための会計関連制度の課題」
- 63 資源エネルギー庁、平成 26 年 8 月「競争環境下における原子力事業の在り方」
- 64 資源エネルギー庁、平成 26 年 11 月「廃炉を円滑に進めるための会計関連制度の課題」
- 65 資源エネルギー庁、平成 26 年 11 月「廃炉を円滑に進めるための会計関連制度の課題」
- 66 廃炉に係る会計制度検証ワーキンググループ、平成 26 年 12 月 17 日会合
- 67 現行の託送料金制度においても送配電部門に係る費用の他、電源開発促進税、既発電分の原子力バックエンド費用（放射能廃棄物の処理や使用済み核燃料の再処理、原子炉の廃炉事業）については、託送料金を通して回収されている。
- 68 廃炉に係る会計制度検証ワーキンググループ平成 27 年 1 月 14 日会合
- 69 日本経済新聞 2014 年 11 月 29 日
- 70 日本経済新聞 2015 年 1 月 17 日
- 71 使用済核燃料全量を中間貯蔵後に直接処分するモデル
- 72 使用済核燃料の半分は 20 年貯蔵後、再処理をし、残りの半分は 50 年貯蔵後、再処理を行うモデル
- 73 使用済核燃料は全て、3 年後に再処理するモデル