

英国の原子力産業の動向

英国原子力産業協会 (NIA) による
日本原子力産業協会および日本電機工業会に対する
報告書 (仮訳)

2013 年 3 月



英国の原子力産業の動向
英国原子力産業協会(NIA)による
日本原子力産業協会および日本電機工業会に対する
報告書

目次

エグゼクティブサマリー

1. 序文
2. 英国原子力産業の動向調査概要
3. 英国原子力産業の状況
 - (1) 英国における原子力開発の背景
 - (2) 英国におけるエネルギー需給の動向
 - (3) 英国におけるエネルギー・原子力政策の歩み
 - (4) 英国における原子力発電所の変遷
 - (5) 英国における原子力政策の変遷
4. 英国原子力産業の動向調査結果
 - (1) 英国原子力産業の全体的動向
 - (2) 研究機関
 - (3) 教育機関
 - (4) 行政機関/規制機関
5. 分析
 - (1) 英国原子力産業の現況
 - (2) 英国原子力産業の観点から見た日本原子力産業の課題

附属 A 大学研究センター

附属 B 英国民生原子力産業構成図

英国エネルギー政策年表

電力産業の国有化 → ガス産業の国有化 →	1948	
石炭生産量 2 億 2800 万トン → 石炭由来ガスがガス総生産量に占める割合 94% →	1953	← 政府白書による民生原子力計画の提案 ← コールダーホールにおいて世界初の原子力発電所の運転開始 ← 最初の商用マグノックス炉が運転開始 ウィンズケール原子炉火災事故
	1958	
OPEC 発足 →		
英国への LNG 初出荷 → 北海ガス田の発見 →	1963	← バークレーのマグノックス炉運転開始 ← 政府、第二次原子力計画を提案
天然ガス転換計画の開始 →	1968	← ダンジネス B における初の AGR 建設開始
		← ウィルファにおいて最後のマグノックス発電所が運転開始
第一次石油危機 →	1973	
北海油田生産開始 →		← ヒンクリーポイントとハンターストンにおける初の AGR 完成
天然ガス転換計画の実施 →	1978	← 政府、10 基の PWR 導入計画を発表
第二次石油危機 → イラン・イラク戦争 -原油価格高騰		
1 年におよぶ炭鉱労働者ストライキ →	1983	← サイズウェル B 発電所建設に関する調査計画
ブリティッシュガスの民営化 →		← チェルノブイリ事故
パイパーアルファ石油生産基地の爆発事故 →	1988	← サイズウェル B 発電所の建設開始 ← ニュークリアエレクトリック社と スコティッシュニュークリア社の創設
電力産業の民営化 → 最初の CCGT 発電所運転開始 →	1993	← トーネスにおいて最後の AGR 運転開始 ← BNFL、UKAEA から分割
		← サイズウェル B 発電所の運転開始 ← ブリティッシュエナジーの民営化
英国、ガスの輸出超過国になる → ガス市場の完全自由競争化 → 電気市場の完全自由競争化 → 英国のガス生産ピーク。洋上風力発電の開始 →	1998	
イラク戦争 - 原油価格上昇 →	2003	← 政府白書、原子力発電所の新設はありえないと発表 ← 英国原子力廃止措置機関の設立
	2008	← 政府、新規原子力はエネルギーミックスの一部になると発表 ← EDF、ブリティッシュエナジーを買収 セラフィールドにおける廃止措置の開始 ← 原子力発電所の新設に備えて原子力債務基金の設立 ← 政府、原子力発電所の新設予定地 8 カ所を発表 ← 政府、福島原発事故に対応 EDF、ヒンクリーポイント C 発電所の計画申請を提出

エグゼクティブサマリー

英国原子力産業では、復興が始まっており、3つの事業者が英国内の5カ所で1600万kWの発電所を新設する準備を進めている。このうち最初の発電所は、サマセットのヒンクリーポイントCに予定されており、3月19日に計画に対する承認を得ている。

しかし、最後の原子力発電所であるサイズウェルB加圧水型軽水炉がサフォークで完成してからほぼ20年経過している。本報告書の目的は、この長い建設期間の隔たりが原子力産業（原子力発電事業者とサプライチェーン）にどのような影響を与えているかを調べることである。

当時はまだ国有であった原子力発電事業者のニュークリアエレクトリック（Nuclear Electric）社が、PWR計画を続行しないことを決定した。しかし、このように決定させたのは、政策や電気事業の民営化後の市場環境だった。また、英国のマグノックス炉計画とAGR計画の経緯も影響していた。これらの計画には以下の特徴があった。

- 英国独自の原子炉設計に基づくことを望んでいた
- 英国の設計と産業力が国際化される機会が限られた
- 設計の標準化が限られたため、建設費用および運転費用が高騰することになった

サイズウェルB発電所が建設されるまでには、既にいくつもの問題が解決され、プロジェクトには多くの強みがあった。建設は予定どおり進み、修正予算内に収まった。また後続の第三世代の設計に引けをとらないことは広く知られている。しかし、プロジェクトは既に国際化が進み、設計は英国にライセンス供与されたウェスティングハウス社の技術をベースにしており、原子炉圧力容器はフランスで製造されたものであった。

サイズウェルB発電所以降に計画を続行しないという決定がなされたのは、政府の反対が原因ではない。実際のところ、当時の政府は原子力発電を支持していた。むしろ電気事業の民営化に中止決定の原因があった。当時の市場状況において巨額の投資を正当化することは難しかったのである。また、当時のガス料金が低く金利も高かったため、長期にわたる原子力への投資は魅力がなかったことも影響していた。

サイズウェルB発電所より前に産業力は既にある程度失われていたが、新設計画が中止された結果、産業力が失われたことは明確だった。企業は、英国内および海外における他の市場に参入して多角化するために、様々な戦略を追求した。英国は、原子力発電所の新設において主要な機器を提供することはできないが、それ以外の機器の多くを供給・設置する産業力を維持しており、製造能力と生産量を向上させるために努力を続けている

原子力廃止措置機構が主導する「廃止措置計画」は成功例とみなされ、企業が原子力における能力と経験を維持するための重要な手段の1つになっている。

原子力産業は、複数政党の支持を得ており、世論も好意的で、ステークホルダーとの関係も良好である。英国の原子力産業は、原子力の復興を確信をもって期待している。

1. 序文

本報告書は、英国原子力産業協会（NIA）が、日本原子力産業協会（JAIF）と日本電機工業会（JEMA）のために作成したものである。

英国の原子力産業に関する NIA の専門的知識および理解のほか、英国の原子力産業の専門家による調査および報告も利用している。

英国は、日本の原子力産業と長年強固な関係を保ってきたことを喜ばしく思っており、NIA では JAIF および JEMA と引き続き協力し、原子力産業が成長し、世界の原子力発電所が安全に運転できるように支援していくことを期待している。



キース・パーカー

NIA チーフエグゼクティブ

2. 原子力産業の動向調査概要

2.1 本報告書では、1950年代半ばから今日までの英国民生原子力産業の歩みを取り上げるほか、原子力計画が始まる前の電気事業の状況についても述べる。

2.2 本調査は、1995年にサイズウェル B 発電所が完成して以降原子力発電所を新設しない決定がなされることになった状況、およびそれが英国の原子力産業に与えた影響に主眼をおいている。また、サイズウェル B プロジェクトが開始されるまで原子力産業がどのように発展し、中止決定後に原子力産業がどのような経験を経てその能力を維持してきたかも述べる。

2.3 本調査で使用した方法およびアプローチ、並びに報告書の構成については、事前に JAIF と JEMA の同意を得ている。

- 政府統計を含む公式データソースの使用
- 企業レポート、報道および政府発表などの調査用一次データの使用
- 学術論文、原子力産業専門家および専門機関による公式・非公式見解などの情報の分析

2.4 以下に示す原子力産業の要人にもインタビューを行っている。

Bob Hawley	ニュークリアエレクトリック社 前チーフエグゼクティブ
Robert Armour	ブリティッシュエナジー社 前会社秘書役(Company Secretary)、法律顧問
Gregg Butler	BNFL 社 前副チーフエグゼクティブ
Grace McGlynn	BNFL 社 前広報室長
Alain Chevalier	NNC および PWR プロジェクト 前 PWR プロジェクトマネージャー
Bill Bryce	Doosan Power systems 社 理事
Adrian Bull	国立原子力研究所 (NNL) 広報渉外部長
Steve Robinson	環境評議会 前チーフエグゼクティブ

2.5 上記の皆様およびその所属機関、並びに本調査にアドバイスおよびご協力頂いたその他の英国原子力産業代表の皆様には感謝申し上げます。

3. 英国原子力産業の状況

(1) 英国における原子力開発の背景

3.1.1 英国の原子力計画は、核兵器計画によって始まり発展した最も早い計画の1つであった。1947年にオックスフォードシャー州のハーウェルに英国初であり欧州初の研究炉が設置され、同年に政府は英国北西部にあるカンブリアに、旧兵器製造施設であったウィンズケール原子炉の開発を開始した。ウィンズケールに建設した2基の原子炉は、英国の原子爆弾で使用する兵器級プルトニウムの生産に使用されることになっていた。

3.1.2 後になってこれは発電にも使用できることが判明し、1956年、ウィンズケールに近いコールドーホールで最初の原子炉が軍事用と発電用を兼ねて運転を開始した。これに続いて、コールドーホールとスコットランドのチャペルクロスで7基の小型（出力5万kW）原型炉が建設された。これらはすべてマグノックス炉であり、天然ウラン金属燃料を使用し、黒鉛減速材を用い二酸化炭素で冷却していた。天然ウラン燃料を使用することにしたのは、英国がエネルギー供給において国際的に独立性を保つためであり、プレストンのスプリングフィールズで燃料を製造していたことも一因になっていた。マグノックス炉の軍事的役割は兵器用プルトニウムの生産であったが、この役割はウィンズケールにある他の施設に移管され、原子炉は以降発電専用になった。

3.1.3 政府は、これと平行して原子力潜水艦計画も開始した。これは、1958年に締結した協力協定に従い、米国のPWR技術をベースにしていた。最初の原子力潜水艦ドレッドノート（HMS Dreadnought）は、1960年に進水した。

3.1.4 原子力潜水艦技術では外国と協力（米国の海軍計画の指揮をとったハイマン・リコーバー海軍少将の反対に遭いそれを乗り越えた後によりやく実現した）したが、英国におけるこれまでの原子力政策は、軍事用および民生用どちらの場合も、英国の国産技術への期待に大きく影響されてきている。政府内には、英国は、将来利用できなくなる可能性がある米国の技術に頼らないようにしなければならないという考え方が広く行き渡っていた。特に1946年マクマホン法が成立し、原子力技術における米国の国際協力が終焉して以来、その考えは一層強まった。

3.1.5 原子力技術において英国が科学的に秀でているという国家威信も極めて強く、英国は設計においてリーダーシップを維持し、世界に提供し続けることができるという信念につながっていた。

3.1.6 原子力開発におけるもう1つ重要な背景は、1945年以降の数十年間における英国のエネルギー政策を巡る環境であった。当時、経済復興は低価格エネルギーの十分な供給にかかっていると認識されていたが、石炭の供給に大きく依存していた英国経済は危機にさられることになった。そのため、主に原子力によって石炭火力発電を置き換えることができ、燃料資源の多様化への機会になると考えられた。

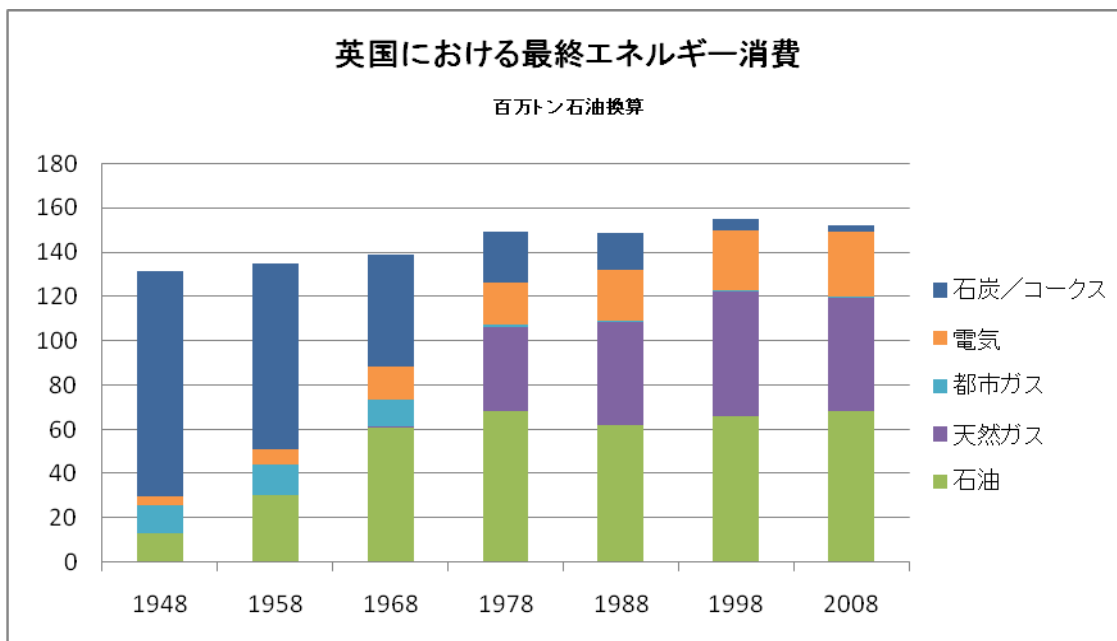
3.1.7 1960年代半ばには、石炭産業は原子力を脅威と感じるようになったが、始めのうちはそのようには見られていなかった。1955年に民生原子力計画が開始したが、当時の政府白書は次のように記述している。

鉱山の労働力を十分確保することは、最も難しい問題の1つであり、今後もそうであり続けるであろう。原子力などの他のエネルギー源によって問題を軽減できるかもしれないが、十分な労働力を探し維持するという問題の解決にはほとんどならない。人員が過剰になるということはない。鉱業は、いかなる場合も国にとって主要な雇用創出産業であり続けるだろう。しかし、原子力の登場により、鉱業が負っている過度な負担が軽減されることも期待できる。

(2) 英国におけるエネルギー需給の動向

3.2.1 1948年以降、英国のエネルギー源の圧倒的多くは、石炭とコークスであり、家庭でも、発電でも、工業用コークス炉でも使用されていた。そのほとんどが英国内で生産されていた。石炭は、都市ガスの製造にも使用された。当時ガスは主に暖房に使用されていた。

3.2.2 当時、石油はすべて輸入されており、英国のエネルギー自給には石炭が最も重要であった。しかし、石炭への依存には重大なマイナス要因、すなわち、火力発電の脆弱性と石炭産業全般の衰退もあった。これは、後になって、英国が原子力などの代替発電源を開発することになる最も重要なきっかけの1つになった。



3.2.3 英国において1948年以降に生じたエネルギー供給の大きな変化は、これまでエネルギー供給源の主流であった石炭がほぼゼロになったことである。1948年には、1,400を超える深部炭鉱があり、72万人の雇用があった。しかし、2008年には、炭鉱数は13になり、雇用人数も6千人に減少している。

3.2.4 もう1つの大きな変化は、天然ガスの台頭である。1960年代後半に、英国に近い北海の深海掘削プラットフォームでガスが開発され、天然ガスの利用が急増した。このガスは、最初は家庭および商業施設で暖房用としてのみ使用された。しかし、後になって発電にも使用されるようになった。

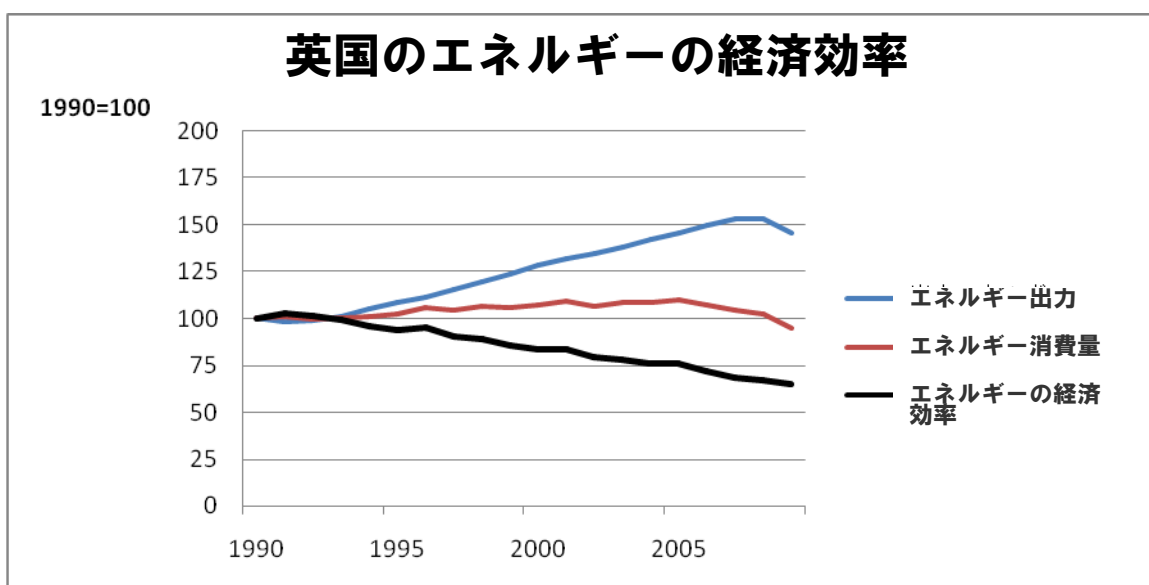
3.2.5 上記の図から、次の2つも増加したことが分かる。

- 石油の利用増加。主に運輸部門で使用された。

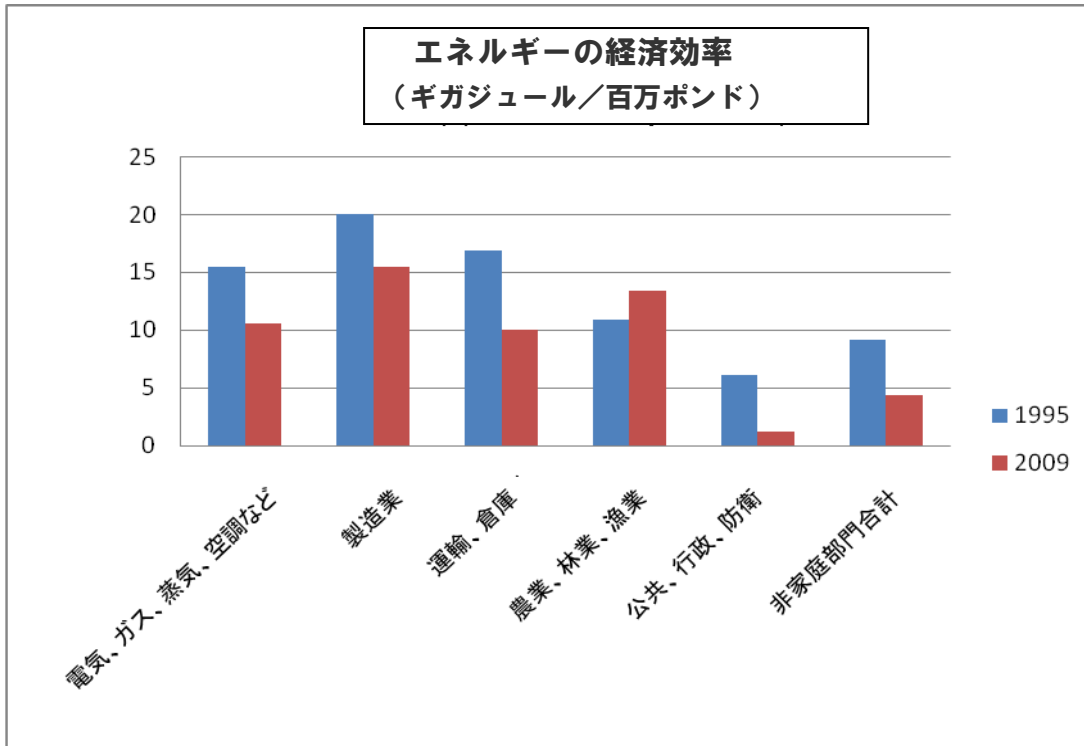
- 一次電気の増加。最初は水力発電だけだったが、1950年代からは原子力発電の割合が増加し始めた。

3.2.6 全体として、1948年以降30年間でエネルギーの総消費量が増加している。ただし、それ以外の経済成長ほど増加の速度は早くはなかった。他の工業先進国と同様に、これは経済成長がサービス部門に移ったことが主な要因である。製造産業は相対的に衰退しており、特に鉄鋼生産などの重工業は顕著である。こういった産業がかつては石炭やコークスを大量に使用していたのである。

3.2.7 エネルギーの経済効率は、1990年から2009年の間に35.1%改善しているが、その間にGDPは45.8%増加している。



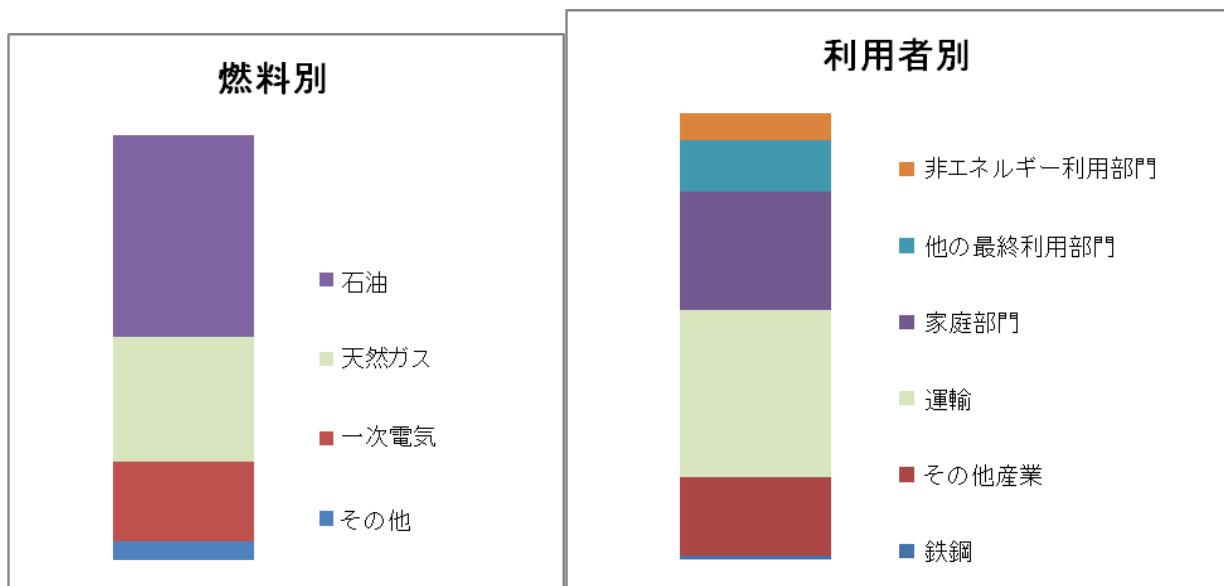
3.2.8 経済バランスの変化だけでなく、エネルギーの利用効率が大半の部門で改善され、家庭部門を除いた分野全体で52.6%改善している。



2011年におけるエネルギー需要

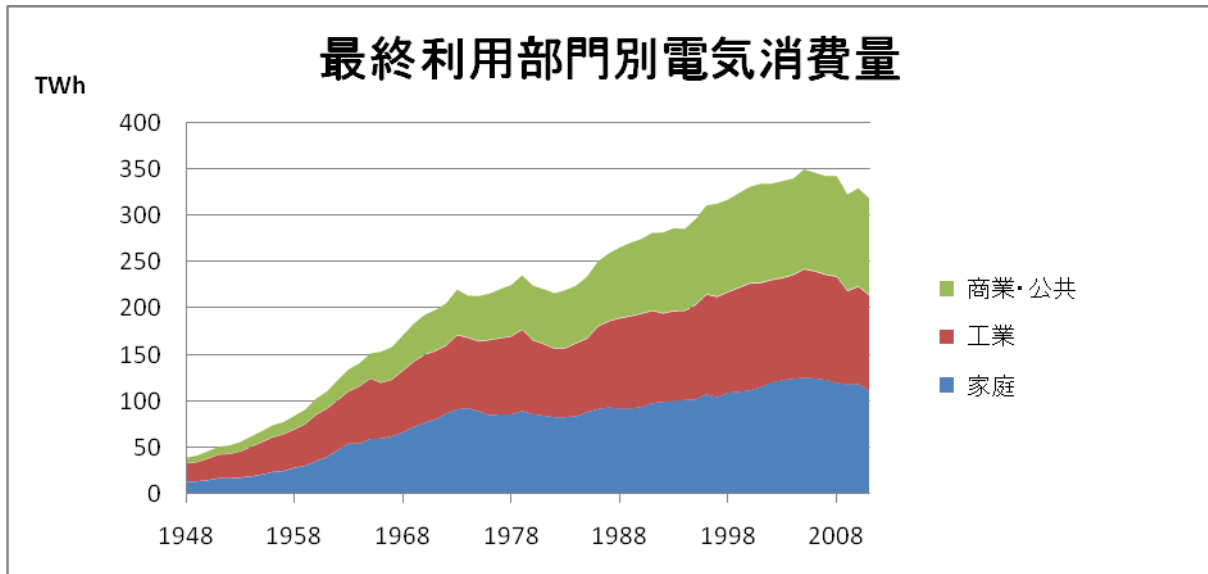
3.2.9 今日、エネルギー需要は、運輸、家庭、産業の3部門にほぼ均等にわかれている。産業部門では、主に化学（工業用の31.5%）、金属製品（12.5%）、鉄鋼（8%）、食品加工（12%）が占めている。主な燃料は石油であるが、続いて天然ガス、一次電気が使用されている。

2011年最終エネルギー消費

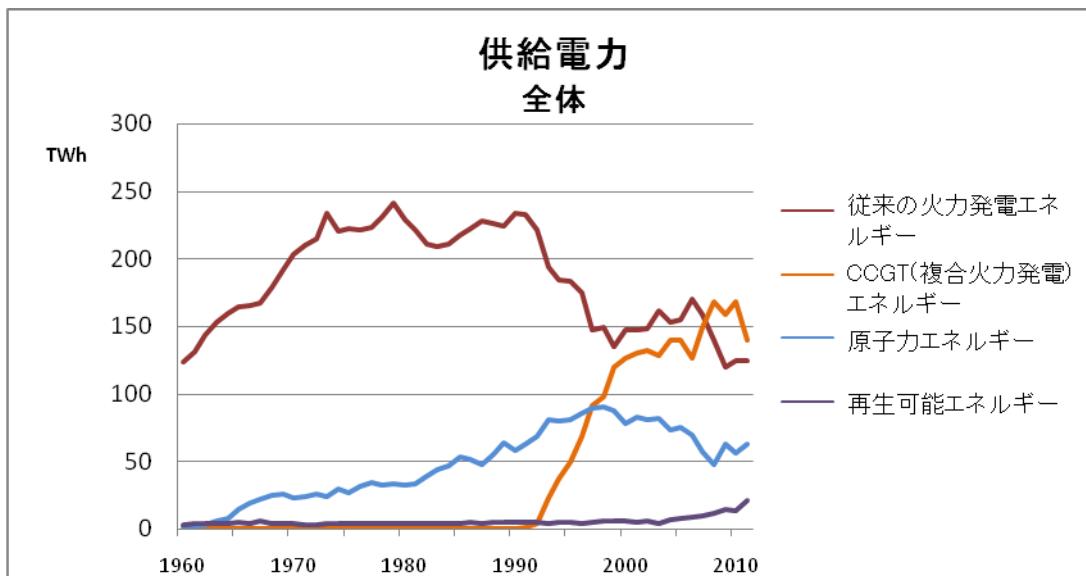


電気の需給

3.2.10 1948年、電気消費のほぼ半分は産業部門であった。今日では、産業、商用（店舗および事務所）、家庭の部門で消費がほぼ等分されている。ただし、産業部門は今や3部門中で最も少なくなっている。どの部門でも、GDPの成長に伴い、消費量は増加している。

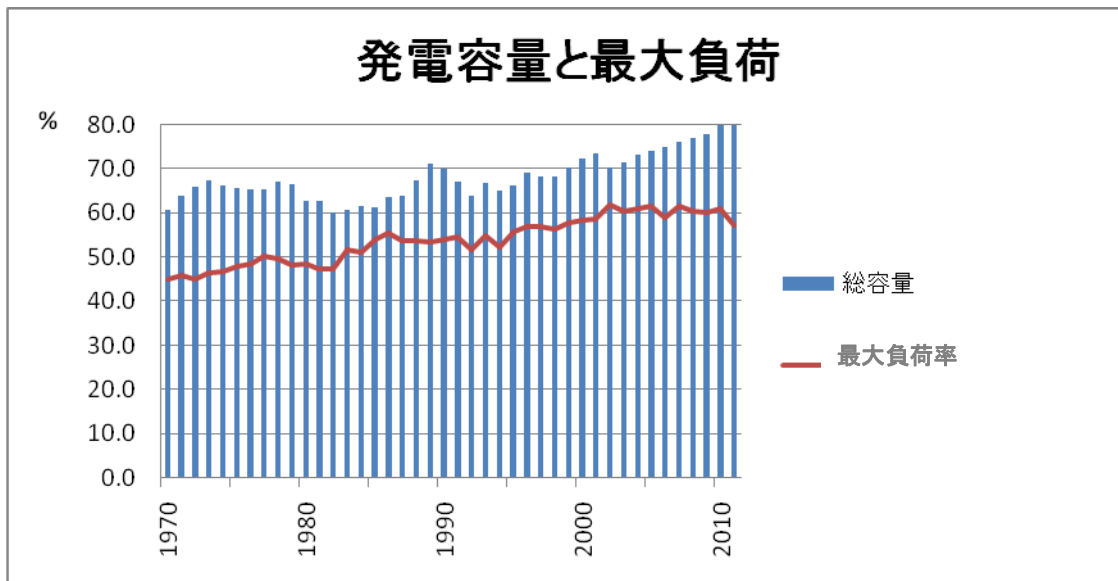


3.2.11 発電に使用する一次エネルギー源は驚異的にシフトしている。新設の原子力発電所が運転を開始するようになったため、原子力は1960年代初めから安定して増加している。しかし、優勢だった石炭の役割は、ガス火力 CCGT 発電所が1990年に急増し始めて以来大きく変化している。



3.2.12 さらに、「EU 大型燃焼施設指令」の施行により、多くの火力発電所を閉鎖しており、2015年末までに1100万kWの発電容量を失うことになる。これらの発電所は主に旧式の大規模石炭発電所であり、二酸化硫黄や窒素酸化物の排出量を削減するための装置を設置することが

難しい。この閉鎖により発電容量のほぼ 15%が失われ、発電網の電力供給予備率は 14%からわずかに4%に減少する見込みである。



3.2.13 発電所は数が減り大型化している。現在 3分の2超の発電所の発電容量は 100 万 kW を超え、89%超の発電所の発電容量が 50 万 kW を超えている。

(3) 英国におけるエネルギー・原子力政策の歩み

3.3.1 英国のエネルギー政策は、数十年間にわたり、かなり安定しており、どの政党でもどの政権でも政策目標に関してはコンセンサスが成立していた。エネルギー政策は、経済成長と繁栄を支える上で第一の目標であると考えられてきた。経済成長期においては、エネルギー源や、そのエネルギーを家庭や産業にいかにか低コストで供給するかが主な関心事であった。

3.3.2 政府は、エネルギーそのものが不足することは懸念しておらず、エネルギー供給の安定化、特に石油、後年は天然ガスの信頼できる供給元を国際市場のどこで確保するかに関心を寄せていた。また、どの政権も、英国が石炭に依存していることを懸念していた。これらの懸念から、エネルギー不足や停電を避けるために、どのエネルギー源についても予備率を概して高く保っていた。

3.3.3 1970年代の第一次石油危機は、運輸部門と電気事業に影響を及ぼした。運輸部門では、流通段階で課されるコストが上昇したため、主に運賃に影響した。電気事業では、他国と同様に英国内の多くの投資が石油火力発電所に向けられた。

3.3.4 1972年と1974年、英国全国炭鉱労働組合が1920年代以来初の全国的ストライキを行った。この結果停電になり、電気事業が石炭に依存していることに政治的懸念が高まることとなった。

3.3.5 しかし、これらの事件や石油危機があっても、エネルギー政策の目標は政治的にはまだ共有されていた。政党間で異なっていたのは、主にどの政党が最も効果的に目標を達成できるか、特にどの政党が炭鉱業において良好な労使関係を維持できるかであった。

市場実験

3.3.6 過去そしてこれらの政策目標から大きな転換をもたらしたのは、1980年代に保守政権が行った市場実験であった。他の部門では民営化が始まったが、エネルギー部門の民営化は1986年にブリティッシュガスが売却されてようやく始まった。

3.3.7 それまでは、エネルギーなどの主要な公益事業は自然独占であり、競争や市場の力に委ねるには不向きであると考えられてきた。民営化の当初、政府は競争を導入できないことを容認し（実際に競争が生じたのは後になってからである）、市場の力ではなく規制を当てにしていた。規制と民営事業の金融規律により、（他の部門では市場の力からもたらされる）効率の改善へのインセンティブが生まれると考えられていた。

民営化前の電力供給事業の構造

1947年、電力供給事業は複数の小規模機関が統合され、1つの国有組織になった。発電と配電は分離されたままであった。イングランドとウェールズに1つの発電機構が設立され、1957年に英国中央電力公社（Central Electricity Generating Board :CEGB）となった。スコットランドには、南スコットランド発電公社（South of Scotland Electricity Board:SSEB）と北スコットランド水力発電公社（North of Scotland Hydro-Electric Board）という別の発電事業者が存在していた。

これらの発電事業者は、極めて少数の大企業を除いては顧客に電気を直接供給せず、イングランド、ウェールズおよびスコットランドの14の配電公社（Area Board）に配電し、そこから顧客に供給していた。

3.3.8 ブリティッシュガスを民営化するために導入され、後に電気事業でも適用された規制方式は、一定の規制期間において顧客に対する価格上限を定めるというものだった。これにより、事業者は合意された利益率を設定できただけでなく、事業者が効率を改善すれば株主のために利益を保持できることにもなった。

3.3.9 その後の規制期間における価格統制は、効率の改善を考慮に入れたレベルに設定され、以降は利益の一部を顧客に配当できるようになった。

3.3.10 このシステムは、全体的には生産性を高める上で成功したと思われる。ブリティッシュガスでは、労働生産性が 1990 年代初めに 1 年で 6% 上昇し、雇用数は民営化から 8 年の間に 4 分の 1 減少した。しかし、利益が行き渡るようになったのは、最初の規制期間が経過した後に規制が強化されたためである。また、料金は燃料価格の変化にまだかなり左右されていた。

電気事業の民営化

3.3.11 電気通信、ガス、水道の各事業の民営化が成功したと一般的に見なされたため、電気事業は、原子力を除いて 1990 年に民営化された。ブリティッシュガスは 1 つの組織として売却されたが、電気事業はもっと複雑であり、発電事業と送電事業は、顧客への電気供給とは切り離して売却された。

3.3.12 発電部門では、CEGB における化石燃料所有権が、ナショナルパワー社 (National Power) とパワージェン社 (Powergen) の 2 つに分割され、競争が生じた。電気を顧客に供給する配電公社は、地域電力会社 (Regional Electricity Company: REC) に変わった。

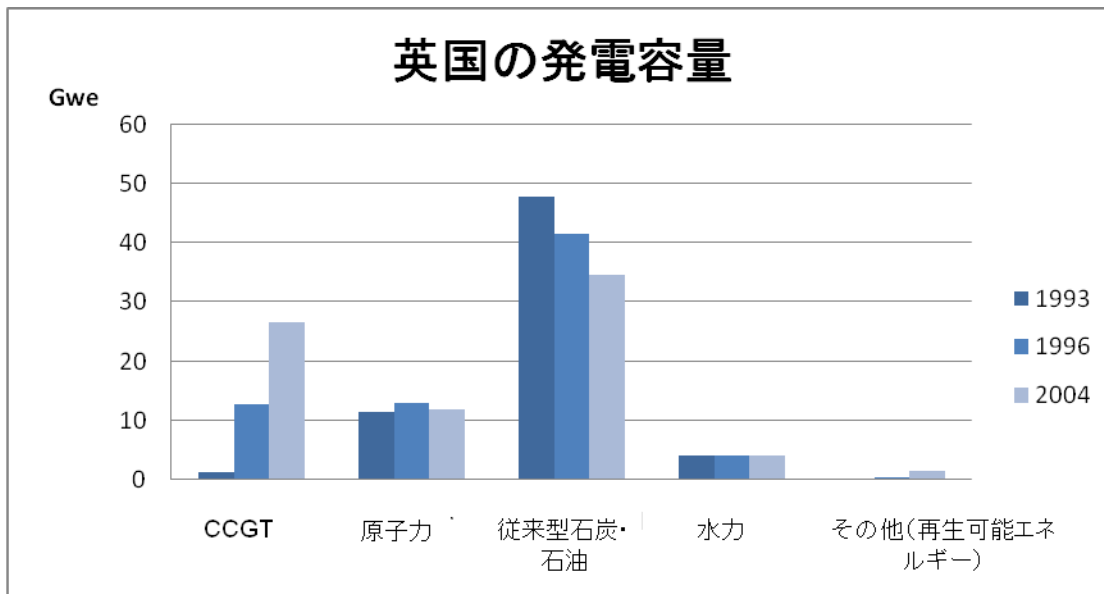
3.3.13 最初の間、REC は被規制事業であり、管轄地域内の顧客に専売権を持ち、ガス事業の場合と同様に価格上限制度の対象であった。やがて、大規模な産業顧客を皮切りに、顧客が供給業者を選択できるようになって競争が徐々に拡大していき、1999 年にはすべての顧客が対象となった。

3.3.14 卸売市場すなわち、発電事業者が電気を売る電力プール市場 (electricity pool) が生成された。入札は 30 分の時間枠で行われ、どの発電事業者にも同じ枠でプールに売る電気に対しては同じ価格が支払われた。この狙いは、電力事業の市場にある程度の緊張を与えることにあった。

3.3.15 しかし、REC と発電事業者は双務契約を締結することもでき、やがて、電気 90% 超がこの双務契約によって供給されるようになった。

3.3.16 民営化は、生産性を改善し、顧客への価格を下げることを目的としていた。また、民営化は投資の決定方法にも大きな影響を及ぼした。当時は金利が高かったため、資本を多く必要とするプロジェクトへの投資を正当化することは困難となり、短期の投資時間枠で確実に利益を得ることに重点が置かれた。

3.3.17 これによって生じた最も重要な結果は、ガスタービン複合 (CCGT) 発電所の爆発的な普及であった。CCGT 発電所は資本コストが低く、当時はガス料金も低かったので、短期間で投資を回収できた。EU 規制の変更により、ガスが初めて発電に使用され、「ダッシュ・フォー・ガス (dash for gas)」と呼ばれるガスへの移行が一気に始まった。最初の CCGT は、1991 年に運転を開始し、2004 年までに発電容量の 4 分の 1 超がガス発電によるものになっている。



3.3.18 ガスに一気に移行したことによって最も影響を受けたのは石炭発電であったが、高い生産性への意欲を駆り立てたことと短期間の投資回収に重点を置いたことは原子力にも影響を与えた。

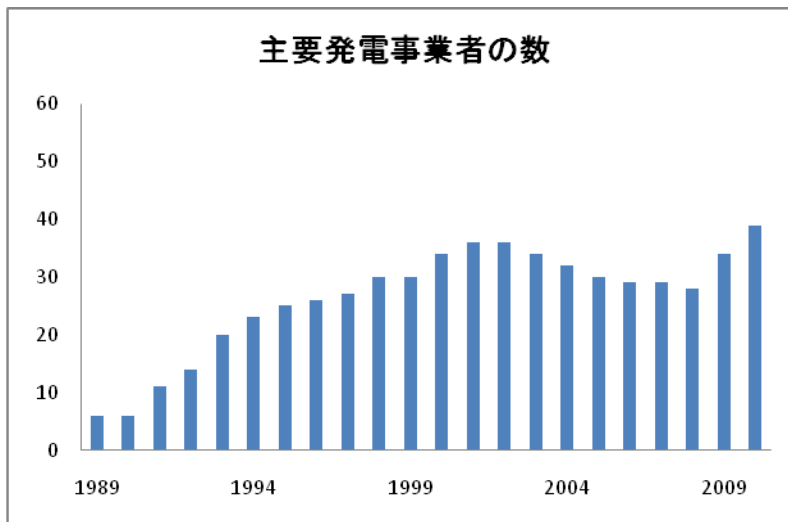
3.3.19 民営化の主な目的は、新規投資よりも既存資産の効率的な活用を高めることであった。しかし、民営化後の10年間で増加した発電容量は2000万kWほどであり、そのうち半分は民営化から2年間に増加した分である。増加した発電容量のうち50万kWは、RECが建設したガス火力CCGTによるものであった。

3.3.20 市場に新規に参入した事業者の中には、CCGT発電所を新設した事業者もいれば、2大発電事業者が売却した1000万kWを購入した事業者もいた。

3.3.21 電力プール市場は、効果がなく大規模発電事業者による市場独占を許すだけであると批判された。まず、発電価格が上昇し、発電会社はその利ざやを高めることができた。価格はその後低下し始めたが、プール価格はそれでも新規参入者の料金よりも高かった。新規参入者は長期電力購入契約を締結して、ガス火力CCGTを主に運転していた。これらの批判により、電力プールシステムは改正され、2001年に新電力取引制度（New Electricity Trading Arrangements: NETA）に変更された。これは、発電事業者と供給会社間の双務契約にこれまで以上に依存しており、発電事業者に支払われる卸売価格の急落を招いた。

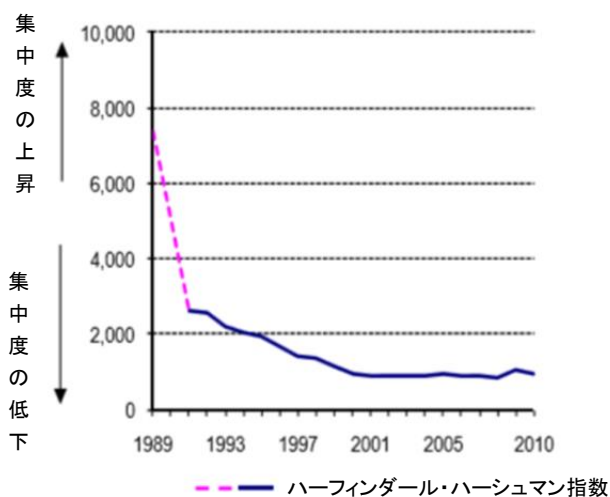
市場実験の結果

3.3.22 民営化は、競争を促進し価格を下げることを意図していた。しかし民営化の効果だけでなく、発電事業者の数が増加したため、競争はさらに激化した。発電事業における競争度合を測定する方法の1つは、発電市場における各事業者の市場シェアを調べることである。事業者数は、民営化された1990年には6社だったが、今日では39社に増加している。



3.3.23 2010年における市場シェアは、39社の発電事業者間で差はあるものの、市場全体を見ると集中度合はかなり下がっている。特に1992年から2000年の間に大幅に低下し、事業者が多様になっている。市場集中度は、ハーフィンダール・ハーシュマン指数（Herfindahl-Hirschman Index: HHI）（以下のグラフを参照）で測定することができ、発電市場は民営化以降集中度が低下していることが分かる。

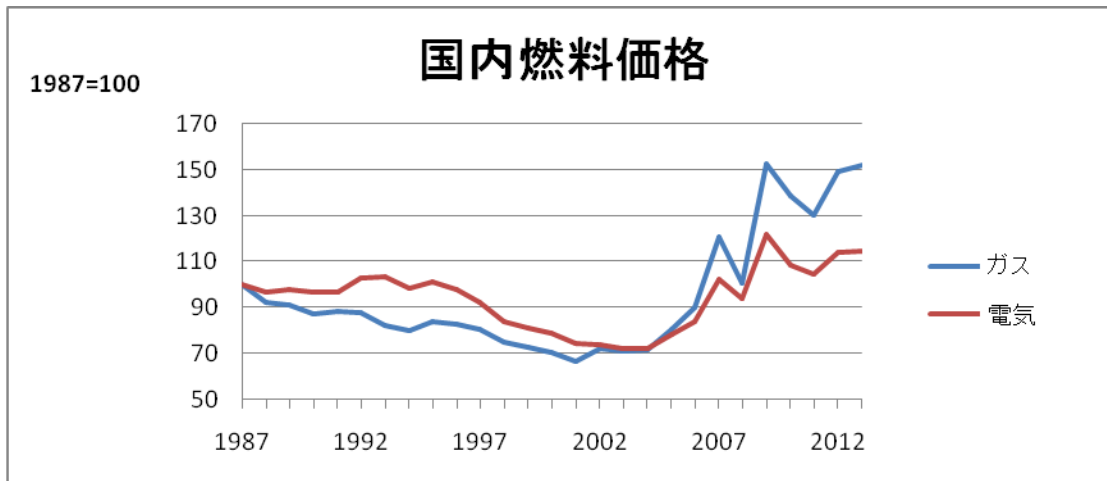
1989年から2010年における発電事業の競争



3.3.24 国営発電事業者を小規模な民営企業に分割した影響は、ハーフィンダール・ハーシュマン指数による集中度にすぐに表れている。新事業者が1992年以降に自前のCCGT発電所を建設するようになると、さらに指数は下がっている。しかし、2000年以降は集中度は横ばい状態である。発電事業に新規参入する者もいるが、既存事業者は買収されたり、発電所を購入して資産を増やしたりしている。

3.3.25 その結果、発電価格で上位3社のシェアは、2004年から2010年にかけて約40%にとどまっている。

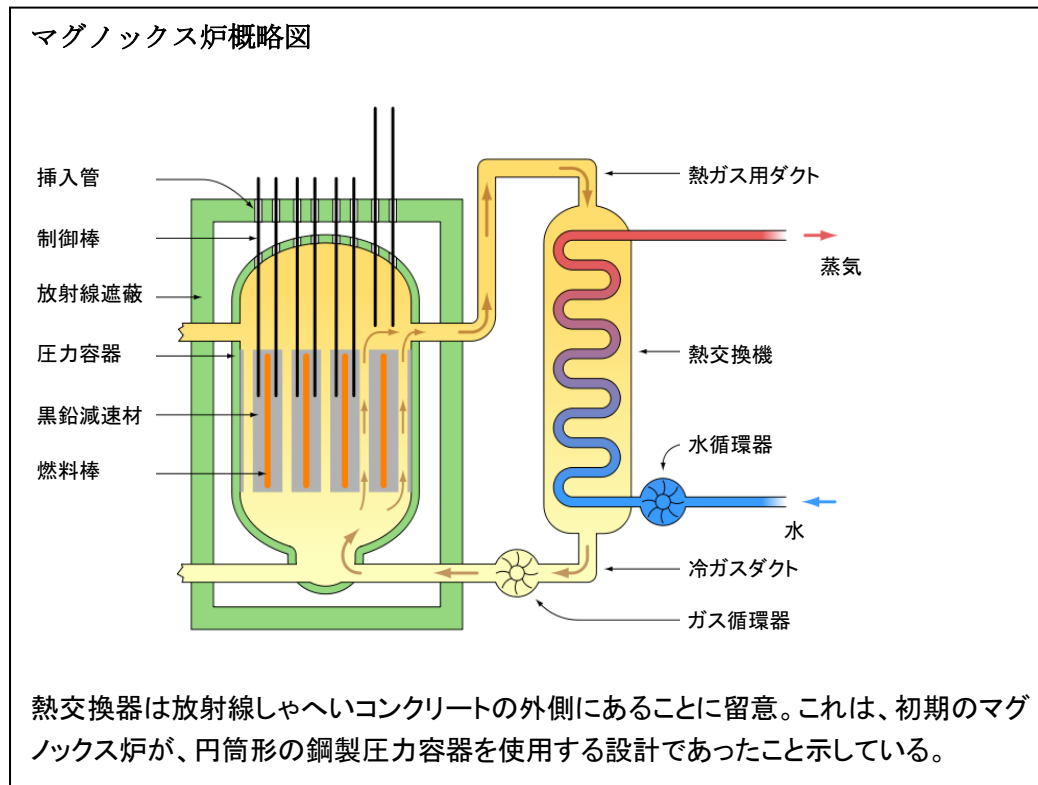
3.3.26 競争激化による影響は、したがって様々であった。価格は大規模事業者によって支配されたままであり、燃料価格、特に国際市場のガス価格によってかなり影響を受けていた。国内燃料価格は民営化後に低下したが、再び上昇に転じ、2005年以降は急激に上昇している。



(4) 英国における原子力発電所の変遷

マグノックス計画

3.4.1 コールダーホールで軍事用と発電用を兼ねた最初の原子炉が運転を開始したのと同様時期を同じくして、政府は、1965年までに140～180万kWのマグノックス炉を建設するという、商用原子力開発計画を発表した。その後すぐに、スエズ危機が発生して政府が新規発電の大規模増加を支持するようになり、原子力計画は500～600万kWに拡大された。政府は、高速増殖炉を将来利用するための調査計画も開始した。



3.4.2 興味深いことに、当時、安く発電することがマグノックス発電所を建設する目的ではなかった。1962年にバークレーとブラッドウェルで発電所が操業を開始したとき、エディンバラ公は次のように語っている。

「これらの原子力発電所の重要性は、発電コストをはるかに上回っている。英国のこの天候による電気需要の急増、一定量を超えた石炭使用に対する実質的な制約、石油燃料への過度の依存による実質的かつ経済的損失により、英国の今後のエネルギー計画において原子力がますます重要になることは極めて明白である。」

3.4.3 しかし、原子力に対するこの初期の熱狂は、1957年に起きたウィンズケールの事故以降急激に冷めた。この事故では、軍事用プルトニウム原子炉の1つで火災が発生し、放射性汚染が広がった。その後の見直しにより、原子力安全規制の責任は、英国原子力公社（UK Atomic Energy Authority:UKAEA）から英国安全衛生庁（Health and Safety Executive）に所属する独立した原子力施設検査局（Nuclear Installations Inspectorate）に移った。しかし、軍事用計画から引き

継いだ秘密主義は、民生産業にも浸透しており、地方自治体やその他のステークホルダーに関与する必要があることを実際に理解するまで数十年は要すると思われた。

産業コンソーシアムの設立

3.4.4 政府は、UKAEA の推奨に応じてマグノックス炉プロジェクトを推進するため、産業コンソーシアムの設立を奨励することを決定した。UKAEA は、政府の原子力施設を運営するだけでなく、商用の新設計画に関する諮問機関でもあった。産業コンソーシアムを設立する目的は、原子力発電所全体の設計と建設を請け負い、やがては海外に販売する技術と財力を十分備えた建設組織がプロジェクトを推進できるようにすることであった。また、英国産業が新規原子力発電市場でシェアを確保する最適な方法であるとも考えられた。

3.4.5 最終的に、5 つの産業コンソーシアムが設立され、英国内の 18 基と海外の 2 基（日本とイタリア）のマグノックス炉を請け負うことになった。

3.4.6 皮肉なことに、産業コンソーシアムは、プロジェクトの調査、開発、設計において競争をもたらした。UKAEA は、天然ウラン棒と黒鉛減速材を設計ベースにすべきであると奨励したが、これを大規模発電において商業的に可能な形態にするための詳細設計は、産業コンソーシアムに委ねられた。当然のことながら、産業コンソーシアムはそれぞれ異なる設計を採用した。UKAEA は、政府と請け負った建設業者の両方のアドバイザーを務めるだけでなく、設計の安全性に対する権限機関の役割も果たした。

3.4.7 産業コンソーシアムは、それぞれにそのグループ会社の製造工場を本拠にしてエンジニアリング研究開発チームを設置し、ときには産業コンソーシアム向けに独自の研究所を設立した。いずれも UKAEA や政府が所有する事業者である英国中央電力公社と緊密に協力した。中央電力公社は、プロジェクトの顧客として設立されたものである。

3.4.8 最終的に、発電容量が約 420 万 kW の マグノックス炉 26 基が 11 カ所に建設された。このうちの最後の原子炉は、北ウェールズのウィルファに建設され、最大規模となった。ウィルファ 1 はまだ運転を続けており、2014 年に閉鎖される予定である。

英国のマグノックス炉			
原子炉	万 kW	運転開始	閉鎖/状況
パークレー 1	13.8	1962	1989
パークレー 2	13.8	1962	1988
ブラッドウェル 1	12.3	1962	2002
ブラッドウェル 2	12.3	1962	2002
コールダーホール 1	5	1956	2003
コールダーホール 2	5	1957	2003
コールダーホール 3	5	1958	2003
コールダーホール 4	5	1959	2003
チャペルクロス 1	4.9	1959	2004
チャペルクロス 2	4.9	1959	2004
チャペルクロス 3	4.9	1959	2004
チャペルクロス 4	4.9	1960	2004
ダンジネス A1	22.5	1965	2006
ダンジネス A2	22.5	1965	2006
ヒンクリーポイント A1	23.5	1965	2000
ヒンクリーポイント A2	23.5	1965	2000
ハンターストン A1	16	1964	1990
ハンターストン A2	16	1964	1989
オールドベリー 1	21.7	1967	2012
オールドベリー 2	21.7	1968	2011
サイズウェル A1	21	1966	2006
サイズウェル A2	21	1966	2006
トロースフィニッド 1	19.6	1965	1993
トロースフィニッド 2	19.6	1965	1993
ウィルファ 1	49	1971	2014 年末まで稼働
ウィルファ 2	49	1971	2012
合計：26			

3.4.9 英国原子力計画の初期段階における重要な特徴は、核兵器計画から始まっていること、英国独自の設計開発に重点をおいたこと、コンソーシアムを設立し競合させたことなどであり、計画の展開や以降の成功に大きな影響を与えている。特に以下の特徴があった。

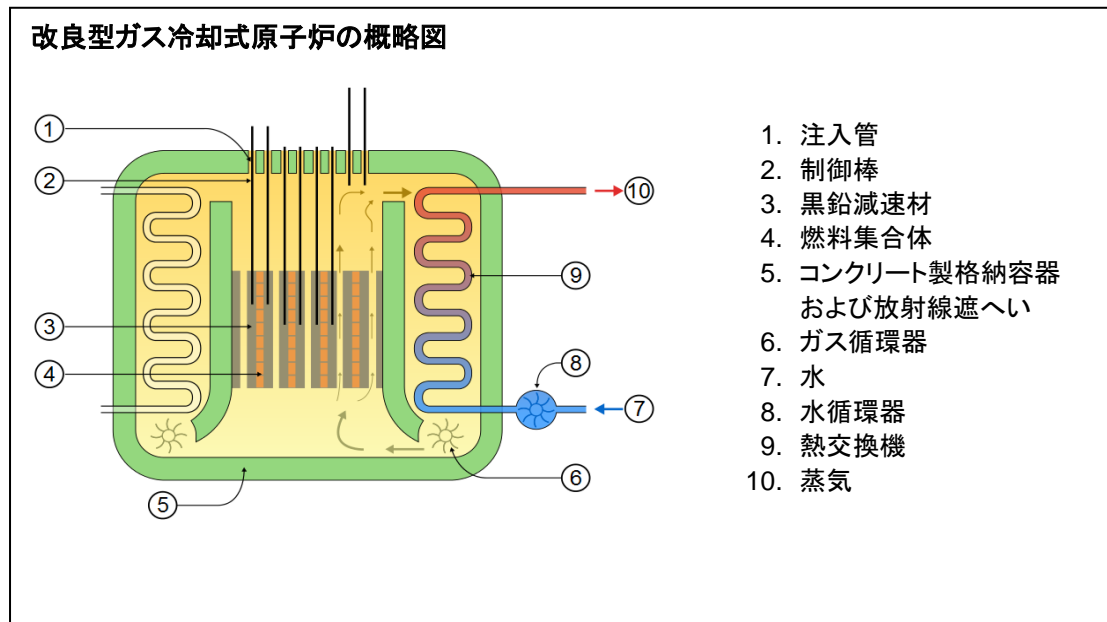
- 研究開発に比較的高額な投資を行った
- 国際化される機会が限られた
- 設計・建設方法の標準化が限られたため、それに伴うコストが高くなった

3.4.10 また、この期間においては、兵器プログラムと発電プログラムのどちらにおいても最終的に必要になる廃炉について、そしてマグノックス炉の廃炉は他の設計のものよりもはるかに高額になることに、ほとんどまたは全く注意が払われていなかった。このことにより、コストおよび否定的な認識という遺産が残り、今日でも原子力産業に影響を与えている。

AGR 計画 — 英国独自の技術の追及

3.4.11 マグノックス計画が完成に近づいた頃、政府は、1964 年の白書で第二次原子力計画を発表し、審議を始めた。採用する原子炉技術に関しては、米国設計の水冷型原子炉を推奨する

国有企業 CEGB と多少の論争が生じた。しかし、結局英国原子力公社の独自設計である改良型ガス冷却式原子炉（AGR）が採用された。そしてこの原子炉設計を選択したことが、英国がエネルギー技術において国際的に独立した路線を辿る大きなきっかけとなった。国家威信は当時政府にとって重要なファクターであった。



3.4.12 AGR ツインプラントが英国内の7カ所に建設され、1976年から1989年の間に運転を開始した。発電容量は760万kWであった。しかし、標準化の機会はほとんどなかった。建設された14基の原子炉の設計は、実に12種類に及んでいたためである。さらに、AGR に関してはいくつもの技術上および運転上の問題があり、AGR 設計は英国以外では採用されなかった。

AGR 発電所			
発電所名	発電容量 (万 kW)	発電開始	廃炉予定
ダンジネス B 1&2	2 × 54.5	1983 & 1985	2018
ハートルプール 1&2	2 × 59.5	1983 & 1984	2019
ヘイシャム I-1 & I-2	2 × 58	1983 & 1984	2019
ヘイシャム II-1 & II-2	2 × 61.5	1988	2023
ヒンクリーポイント B 1&2	2 x 61 (ただし実際に発電しているのはその70%である) (43万kW)	1976	2023
ハンターストン B 1&2	2 x 61 (ただし実際に発電しているのはその70%である) (42万kW)	1976 & 1977	2023
トーネス 1&2	2 x 62.5	1988 & 1989	2023
合計 14 基	約 760		

3.4.13 採用された AGR 設計は、当時ベースになっていたウィンズケールの改良型ガス冷却炉の3万kW原型炉の20倍であった。これには、燃料システムの改良が必要であり、WAGR 原型炉で十分試験済みであった燃料集合体をさらに大きくしなければならなかった。当時は、これが経済的に好ましいと考えられたからである。また、60万kW発電所用のタービンは、既存の設計に基づいていたが、この規模ではまだ試験がなされていなかった。しかしすべての AGR につい

て最も基本的に難題となったのは、発電所建設現地で、またその場のプレストレスト・コンクリート圧力容器内で、極めて大規模で高度な技術による建設・組立が必要だったことである。

3.4.14 AGR 計画を開始するにあたり、政府はまだ産業コンソーシアムに設計を競わせ、プロジェクトを推進させようとしていた。マグノックスの計画段階で合併があったため、5つの産業コンソーシアムが3つになり、AGR 計画に参加することになった。しかし、そのうちの1つである APC コンソーシアムは、ダンジネス B 発電所において最初の AGR 契約に成功したが、財政難に陥り破産を申請した。そのため、政府は残った2つのコンソーシアムを統合して、国営のナショナル・ニュークリア・コーポレーション (National Nuclear Corporation :NNC) を設立した。AGR の後期の開発と建設はこの NNC が担当した。

3.4.15 AGR 技術の設計・建設における重大な問題は、ダンジネス B 発電所において最も顕著に表れた。ダンジネス B 発電所は 1965 年に最初に建設が開始されたが、完成し発電できるようになるのに 20 年要した。設計ミス、機器の製造ミス、現場建設時の欠陥などの問題が生じたのである。1969 年には、請け負ったコンソーシアムが倒産し、事実上ペーパーカンパニーになった。CEGB は管理機関を設立し、建設プロジェクトを継続させた。発電所が発電を開始した後でさえ、確実に発電できるようになるまでにさらに数年要した。

3.4.16 AGR に関するこれらの問題のいくつかは計画段階で解決され、その結果最も成功したプロジェクトが、1980 年代後半に完成したトーンズプロジェクトとヘイシャムプロジェクトであった。しかし、この時点で、他の原子炉技術への移行に関する論争が既に繰り返されてきた。

繰り返しになるが、したがって、第二次原子力計画には以下の特徴があった。

- 英国独自の原子炉技術に大きく依存していた
- 設計の標準化が限られた
- 英国の設計が国際化される機会がなかった

第三次原子力計画へ向かうか？

3.4.17 AGR 計画はまだ進行中であったが、政府は 1970 年代に既に将来に向けた代替りの技術を検討していた。たとえば軽水炉やガス冷却炉である。CEGB は、今後の開発は実績がある設計にのみ基づいて行うべきだと主張し、PWR を推奨した。しかし、これは当時の労働雇用大臣トニーベンが個人的に反対した。1979 年に政権が交代すると、勝利した保守政権はウェスティングハウスの PWR を支持した。大臣らは、10 基の PWR 計画を検討したが、政府はわずか 4 基の原子炉計画の概要を示しただけであった。

3.4.18 CEGB では、プロジェクトの責任をコンソーシアムに譲るのではなく自らが指揮をとることを決定した。既にマグノックス計画と AGR 計画で建設を行っており、最後まで生き残ったコンソーシアムである NNC は、ウェスティングハウスの原子炉技術に基づいて設計を行った。ただし英国向けに大幅に変更した。プロジェクトに携わった NNC の職員の大半は CEGB に移った。その他の供給業者は CEGB と直接契約を結んだ。

3.4.19 サイズウェル B における初号機の調査計画立案は長引き、1987 年になってようやく承認が得られた。これにより、調査が遅れただけでなく、様々な問題が生じた。計画の立案段階でこれらの問題に取り組んだ結果、設計は改善された。設計のすべての面で再検討が可能にな

り、すべての土木構造物や機械設備に最高の標準が採用される結果になった。サイズウェル B が後の第3世代原子炉の設計に匹敵することは広く認められている。

3.4.20 このような変更によりコストも膨らみ、予算は1987年の16億9千百万ポンドから、1990年には20億3千万ポンドに上昇した。

3.4.21 サイズウェル B の建設は成功し、プロジェクトは工程どおりで修正予算内に完了したが、以降のプロジェクトに対する熱意は弱まっていた。CEGB の民営化後にその原子炉をすべて引き継いだ公営のニュークリア・エレクトリック社は、1990年にヒンクリーポイント C において2番目の PWR 建設許可を得たが、結局建設しないことを決定した。その結果、建設された PWR はサイズウェル B だけとなった。

3.4.22 この間に、「英国産品愛用運動 (buy-British)」をやめて実績のある設計に基づいた原子力発電所の建設支持に切り替える試みがなされたにもかかわらず、政治的妥協の結果、一連の PWR の初期計画は遅れ、縮小された。しかし、新たな建設計画の放棄に至ったのは、単に原子力に対する政治的支持の低下によるものではなかった。これについて説明するには、民営化における複雑な状況に目を向ける必要がある。

民営化

3.4.23 まだサイズウェル B の建設中であつたが、1990年に政府は電気事業を民営化した。原子力は最初売却対象にはならなかったが、原子力部門を除いた電気事業の民営化と後日の原子力部門の売却は、原子力計画に大きな影響を与えた。

3.4.24 原子力が1990年の電気事業の民営化から外されたのは、これまでの債務、燃料に関する長期契約、および AGR の高い運転コストに関する不安が高まったため、資金調達ができなかったからである。PWR 計画の資本コストも重要なファクターとなった。市場心理だけでなく、高利率とガスの低価格によっても、資本を多く必要とし回収期間も長いプロジェクトにおける資金調達が困難となり、その結果投資計画は賃借対照表で予想収益ではなく債務と見なされた。

3.4.25 したがって、主要な電気事業者の原子力発電の所有権は、国有企業であるニュークリア・エレクトリック社とスコティッシュ・ニュークリア社の2社に分割された。当時、これらにはマグノックス炉や AGR が含まれており、それ以外の様々な原子力所有権および非原子力所有権と一緒にされていた。

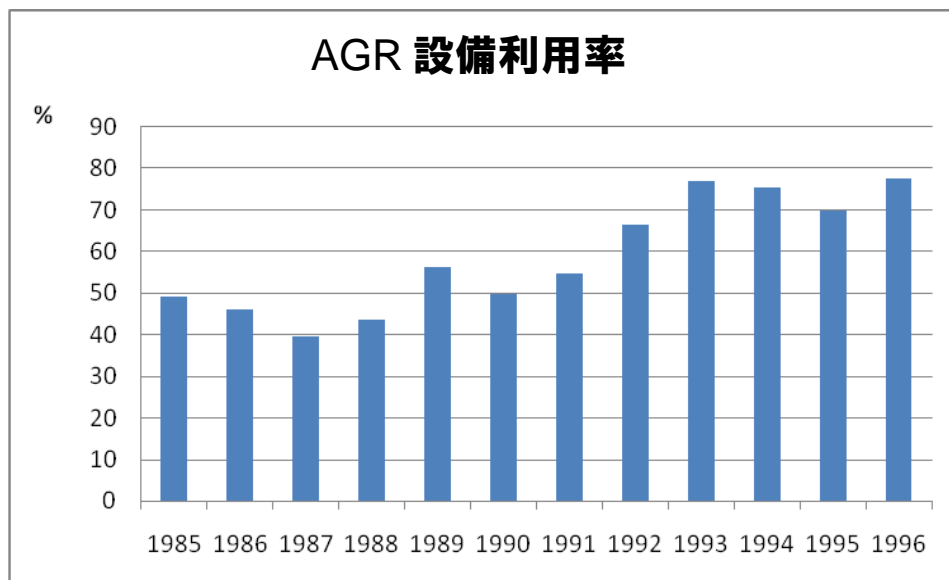
3.4.26 当時どちらの企業も新たに民営化された市場で経済的に成り立たなかったため、政府が収益を保障する制度を用意した。これが「非化石燃料買取義務 (Non Fossil Fuel Obligation :NFFO)」であり、電力供給事業者は原子力発電事業者から一定割合の電気を購入することが義務付けられた。この NFFO は、基本的にはマグノックス炉の廃止債務に対する資金調達手段となるはずであつたが、原子力発電事業者に重要な収益保証が与えられることになり、その財務状況の安定化に役立つことになった。

3.4.27 民営化された発電事業者の生産性が上がり、(短期間の)資金調達力も高まったため、ニュークリア・エレクトリック社とスコティッシュ・ニュークリア社は自分たちの運転費用を段階的に削減していくことにした。

3.4.28 原子力事業における固定費用が高いためにまず優先されたのが、低い設備利用率の改善であり、これは AGR によって達成されている。しかし AGR 設計の最大の問題は、燃料装荷

工程にあった。AGR は全出力で燃料交換をするよう設計されており、それはコストを大きく削減するためであった。実際は、極めて高温の状態で機器を扱うことになるため、これを完全に達成することは不可能であり、工程が複雑になることが明らかになった。しかし、1つの方法だけではなく、徐々に改善を図ることを奨励する文化を育て、チーム間で教訓を共有することによって改善を実現した。興味深いことに、あるコメンテーターは、これを「米国経由で輸入された日本のアプローチ」と表現している。すなわち職員がチームとして作業を行い、作業にプライドを持つことでやる気を起こしているという。成功の大きな要因は、CEGB から引き継いだ階級構造と中央集権構造を壊し、すべての管理職者が改善にひたすら励むようにしたことである。

3.4.29 その結果、設備利用率は 1990 年には 50%だったが徐々に改善し、その後 3 年間で 75%を超えるまでになった。



3.4.30 やがて、利用率改善により、NFFO への依存度が下がった。

民営化準備期間中の生産性の変化					
	1992	1993	1994	1995	1996
運転費用 p/kWh	3.3	2.8	2.5	2.4	2.5
従業員当たりの発電量 GWh	5.0	6.3	7.3	8.0	9.4
出所：1996年ブリティッシュ・エナジー目論見書					

3.4.31 生産性が改善し、サイズウェル B が工程どおりにかつ修正予算内で納入されたため、原子力事業者は民営化に成功したと信じた。そのため、政府を説得して、新会社ブリティッシュ・エナジー社を設立した。ニュークリア・エレクトリック社とスコティッシュ・ニュークリア社の AGR は引き継いだ。民営化に備え、マグノックス炉とそれ以外の債務は引き継がなかった。

民営化と新設計画

3.4.32 電気事業の民営化が最初に計画されていたとき、政府内でも電気事業者の中でも、民営化は、今後続く PWR の新設において商業ベースの資金調達を確保する最適な方法にもなると考えられていた。今から考えると、これは明らかに間違っていた。しかし、民営化が検討され始めていた当時、将来の PWR 計画の商業ベースの資金調達が期待されたのも無理はない。

3.4.33 政府は、原子力事業の民営化に関する見通しを発表する際に、新たな発電所に対して民間による資金調達を確保できるかどうか重要な要因になることを明らかにした。

3.4.34 しかし、民営化の準備が進むにしたがい、PWR を継続すれば売却が不可能になることが明らかになった。目論見書に新たな PWR への投資計画を盛り込めば、巨大な見込債務が生じ、収益が不確かになり、資金調達が不可能になったであろう。

3.4.34 原子力事業者は、原子力発電所の新設は政府の保証なしにはありえないと主張したが、政府は保証を与えることに乗り気ではなかった。結果として、政府は、新規原子力発電所に対する公共投資はしないことを決定した。

3.4.35 政府は当時、どれだけ発電容量が必要でそれをどこから調達するかに関するエネルギー政策を持たないことを誇っていたが、それは公共投資を行わないという決定には関係なかった。こういったことは政府ではなく市場の問題であり、新たな発電容量を将来開発することは基本的に重要でないと考えた。すなわち、新たな発電容量の必要性ではなく、相対的な燃料コストの変化に左右されるということであった。

3.4.36 したがって、政府の一步引いた政策は、市場が長期の投資を好まなかったことと合わせて、サイズウェル B 後の PWR 計画放棄につながった。しかし、計画を終了させたのは、政府が原子力発電に反対したための政策ではなく、民営化し投資先の決定は市場に任せるという政策だった。

3.4.37 ブリティッシュ・エナジー社は、株式市場での資金調達により 1996 年に民営化を達成し、株主価値の最大化に着手した。民営化の最初の数年において、ブリティッシュ・エナジー社の利益は急増し、株価は大幅に上がった。

3.4.38 同社は、この初期の資金調達の成功に基づいて多角化を試み、様々な結果をもたらしている。

- 電気供給会社 Swalec (South Wales Electricity) を取得し、わずか数週間後に処分した。
- エッグバラ (Eggborough) にある 200 万 kW の石炭火力発電所を取得し、発電資産の柔軟性の改善を目指した。しかし、市場で最も高値で買収したため、評価価格は 6 億 4 千ポンドから 2002 年には 3 億ポンドに低下した。
- 米国において海外企業を買収した。Philadelphia Electric Company との合弁事業により Amergen を設立し、カナダでは Bruce Power を設立した。これらの企業は利益を生んだが、投資をしなければならないということは短期間のキャッシュフローにならないことを意味していた。

3.4.39 この多角化にもかかわらず、同社はベースロードの電力価格にまだかなり依存していた。しかし、2000 年に新電力取引制度 (New Electricity Trading Arrangements: NETA) が導入された後、この価格は急落している。この制度は負荷追従運転の発電所に有利になった。時期を

同じくしてガス料金が下がり、さらなる価格崩壊が生じた。卸売価格はブリティッシュ・エナジー社の生産コストを下回り、大きな損失になった。

NETA に基づく価格崩壊					
ブリティッシュエナジーの実績	1999/2000	2000/1	2001/2	2002/3	2003/4
運転損益	£430m	£230m	-£281m	-£3,899m	£340m
電気料金 (ペンス/kWh)	2.6p	2.3p	2.0p	1.8p	1.7p

3.4.40 ブリティッシュ・エナジー社の経営を困難にした要因はほかにもあった。

- BNFL との高額な再処理契約に縛られた。
- 原子力発電所は二酸化炭素を排出しないにもかかわらず、追加の課税、すなわち 2001 年に政府が導入した気候変動課税 (0.15 p/kWh まで) が課された。

3.4.41 2002 年、ブリティッシュ・エナジー社は債務に耐えることができなくなった。そのため、政府は信用供与を認め、運営を継続できるようにした。同社は構造改革を余儀なくされた。

3.4.42 この構造改革は 2005 年に完了した。協定の一部として、ブリティッシュ・エナジー社は北米で取得した物件を処分した。これは 23 億ポンドにのぼった。また BNFL との再処理契約も条件が改定された。

3.4.43 構造改革でなされた重要な決定は、同社が毎年原子力債務基金 (Nuclear Liabilities Fund :NLF) にその純現金収入の 65%を提供することであった。NLF はブリティッシュ・エナジー社が所有する既存のすべての原子力発電所に対して、その将来の廃止措置費用に責任を負う。このキャッシュフローは後に株式に変換されて NLF に提供され、政府が管理し、株式の 36%をブリティッシュ・エナジー社が所有することになった。

3.4.44 同社の AGR は経年劣化による問題を生じ続けていたが、構造改革後に電気の卸売価格は上昇した。また、同社は新設候補地を所有していた。したがって、2008 年に政府が原子力発電所新設計画を支持すると、ブリティッシュ・エナジー社は争奪戦の対象になり、最終的に EDF が勝利した。2009 年 1 月に 125 億ポンドで買収された。2009 年後半には、セントリカ社 (Centrica) がブリティッシュ・エナジー社の 20%の株を 23 億ポンドで購入した。

3.4.45 EDF がブリティッシュ・エナジー社を買収するにあたり、いくつもの条件が付けられた。例えば、エッグバラの石炭火力発電所とサットンブリッジにある EDF の 79 万 kW ガス火力発電所の処分であった。

BNFL の成長と構造改革

3.4.46 当時、原子力産業でもう 1 つ主要な役割を果たしていたのは英国核燃料公社 (British Nuclear Fuels Limited: BNFL) であった。BNFL は 1971 年の UKAEA の分割によって設立された。UKAEA は研究機関として存続し、BNFL はコールダーホールとチャペルクロスにあるマグノックス炉、スプリングフィールドにある核燃料製造施設とセラフィールドの敷地 (セラフィールドに改称されたのは 1981 年以降である) を引き継いだ。

3.4.47 1984年、BNFLは株式会社になったが、引き続き政府が100%出資していた。世界の最大規模の原子力企業の1つになり、核燃料サイクルのほぼすべての分野でサービスを提供した。

3.4.48 BNFLの主な業務の1つは、使用済み燃料（英国のすべてのAGRから生じる使用済み酸化物燃料を含む）の再処理であった。酸化物燃料再処理工場（Thermal Oxide Reprocessing Plant: THORP）がセラフィールドに建設され、1994年に操業を開始した。英国内の原子炉から生じる燃料の再処理だけでなく、ドイツや日本などとも契約して再処理を行った。しかし、2005年に放射性廃棄物の漏えい事故が発生したため、THORPの今後について再検討され、既存契約がすべて終了した後の2018年に閉鎖することが決定された。

3.4.49 BNFLは、1998年に残りのマグノックス炉を引き継いで以来重要な発電事業者になった。ウェスティングハウス・エレクトリック社も買収し、米国廃止措置部門を設置した。

3.4.50 さらにプルトニウムとウランから混合酸化物（MOX）燃料を製造する工場も建設した。この工場は1997年に完成したが、建設費と運転費用は12億ポンドに達し、その操業は2001年まで認められなかった。また潜在的な生産能力の評価も大幅に低下した。工場は、2005年に初めて輸出用に燃料集合体を製造したが、2010年まで顧客として残っていたのは日本の電気事業者だけであった。2011年、福島原発事故を受けて、この工場を閉鎖することが発表された。

3.4.51 廃炉は同社の重要な使命の1つであったが、それを実施するための奨励金は提供されなかった。政府は2003年に、今後原子力発電所の新設を支持せず、廃炉に優先順位を移すことを決定し、それに伴ってBNFLの見直しにも着手した。

3.4.52 この結果、同社は4つの部門に分割されることになった。2005年、BNFLが所有する英国内の施設および関連の廃止措置債務は、原子力廃止措置機関（Nuclear Decommissioning Authority: NDA）に移管され、BNFLはその下請け会社になり、政府所有となった。それから4年後には商業資産を処分した。たとえば、2006年にはウェスティングハウスを東芝に売却し、2008年にはウラン濃縮会社ウレンコ（Urenco）における所有株式の3分の1を処分している。2009年には残りの運転事業がなくなり、正式に解散した。

(5) 英国における原子力政策の変遷

3.5.1 政府の原子力政策は、計画における最初の 30 年間、エネルギー政策と同様に政党間のコンセンサス対象になっていた。経済性およびエネルギー安全保障の理由から、原子力発電に対する支持があった。そこには、英国独自の設計とエンジニアリング能力を推進することへの共通の願望があった。

原子力に対する労働党の変化

3.5.2 1970 年代には、推奨する原子炉設計に関していくつかの相違が明らかになってきた。労働党政府は英国の原子炉設計を推進し続けたのに対し、保守党は PWR を推奨した。しかし、1980 年代にははるかに重要な相違が生じた。保守党政府が市場による解決と民営化を支持したのと同じ時期に、労働党は反原子力に転じ始めたのである。最初は原子力への依存を減らすことを要求し、次に保守党の PWR 計画の撤回を求め、さらには原子力発電所の一切の新設に反対し、既存発電所の運転寿命の延長に反対するまでになった。

3.5.3 労働党の原子力政策は次に示すように 3 つの特徴がある。

- 1979 年以降に政策が左傾化した。
- 防衛分野において一方的核軍縮政策を採択し、民生原子力政策との区別がつかなくなった。
- 全国炭鉱労働組合 (National Union of Mineworkers) が原子力発電を終了させようと企てた。特に、左翼のアーサー・スカーギルが 1982 年に労働組合委員長に選出された後に活発になった。

3.5.4 1980 年代後半になると、労働党も環境を重視するグリーンイデオロギーの影響を大きく受けるようになった。これは、当初は 1979 年後のイデオロギーの左傾化の一部であったが、トニー・ブレアが 1994 年に党首になってからも存続し、実際に今日まで存続している。

3.5.5 トニー・ブレアが率いる労働党政府は、原子力政策を見直した。政府内の見解は明らかに分かれていたが、最終的に脱原発が優勢だった。2003 年には、原子力の「現在の経済性」により「原子力発電所の新設には魅力がなく、核廃棄物の処理という重要な問題がある」と発表した。このため、今後原子力発電所の新設を支持するつもりはないと語った。ただし、批判的に、新設の可能性は残すとも述べている。

BNFL の国家社会対話

3.5.6 原子力産業に対する公衆の信頼を改善する上で重要であったのが、1980 年代に BNFL が実施したステイクホルダー・エンゲージメントによる思い切った実験であった。

3.5.7 同社はその従業員および労働組合と強力な関係を築き、発電所周辺の自治体との関係も強かった。しかし、これら以外の多くの団体から敵視され、信頼できないと見なされた。

3.5.8 原子力発電に対する環境上の懸念は、1980 年代にサイズウェル B の調査計画立案時に特に注目され、その後も操業中の発電所に関してある程度続いていた。しかし、BNFL は、国民が懸念する最も困難な問題 (核廃棄物の管理、燃料およびプルトニウムの再処理など) の多くについて、「本当に困っている」のは同社であることを認識していた。

3.5.9 同社は、これらを含む様々な問題について有力な言い分があると確信していた。ただし、そのための方法は、批判に反駁するための強固な証拠を集めるという、本質的に技術的なものであった。しかし、このような技術的な言い分では国民の懸念を和らげ、同社の活動が社会的にも政治的にも受け容れられる（広義では同社の「運転許可」を得る）には十分でないことを理解した。

3.5.10 そこで、異なる方法を試みることを決定し、ステイクホルダー・エンゲージメントや社会的対話のより幅広いプロセスの一部として、批判者と直接議論を交わすことにした。独立した実績のある公益財団である環境協議会（Environment Council）と協力し、環境協議会が対話を促進し、プロセスを管理した。環境協議会は、いくつもの困難な環境問題について対話を成立させてきていたが、BNFL の場合ほど困難で大規模なケースはこれまで扱ったことがないことが分かった。

3.5.11 環境協議会を介してようやく接触が可能になったが、ステイクホルダーの組織との会合は、1998 年に関係がない場所で開催された。最初のうち、対話は難しく、BNFL と環境団体の間でも、環境団体と出席した他のステイクホルダーの間でも捗らなかった。しかし、徐々に信頼が築きあげられ、特定した優先度の高い問題について真剣な対話が重ねられるようになった。優先度の高い問題は以下のとおりである。

- 廃棄物
- 放出物
- 使用済燃料管理計画
- 英国のプルトニウム処理
- BNFL の事業見通し
- セキュリティ

3.5.12 成功をもたらした重要なファクターは、BNFL が最上位の問題から取りかかったことである。これは、対話が誠実で理解があると参加者に確信させる上で不可欠であった。

3.5.13 科学的情報の対立による混乱を避けるために、専門家グループ同士で意見を交わすという、共同事実確認（joint fact finding）方式を採用した。取り組むべき問題を明らかにし、どのような証拠を収集し、誰が収集するかについて参加者が同意する。これにより両者が作業の結果をコミットすることになる。

3.5.14 適切な行動と共同作業を奨励するために、プロセスにおいて重要な問題も配慮した。たとえば、会合場所、会議室の配置方法、使用する言語などである。

3.5.15 しかし、同意しコンセンサスを得る分野を特定するだけでも容易ではなかった。対話の初期段階で同意できる問題を特定したが、対話において相違している部分をさらに明らかにし、それらに直接取り組んだ。これにより、互いの懸念と関心が妥当であることをすべての側が理解することができ、当事者の各ファクターに対する価値観がそれぞれ異なっていることも受け入れられた。

3.5.16 社会対話は 6 年間続いた。対話に直接携わった BNFL の職員は、この対話は、自らおよび BNFL がとる方法に大きな影響を与えたと感じていた。どのような影響を与えたかは、対話の開始前と終了後の同社のビジョンステートメントを比較すると明らかである。

1998 「原子力分野においてグローバルなリーディングカンパニーになる」こと。これには、使用済み燃料の価値および最近買収したマグノックス炉発電事業の価値を最大限にすることが含まれる。

2004 「経営力を備え、環境に責任を負い、社会的に貢献し、実績に十分説明責任を負う企業になること」。「主眼は英国の原子力施設の廃止と除染、並びに放射性廃棄物の安全で専門的な処理におく」ものとする。

3.5.17 社会対話は BNFL の責務が NDA に移管された時点で終了した。社会対話で形成されたアプローチのいくつかは、NDA が行っているステイクホルダー・エンゲージメントや、後に政府が新規建設に関して開催した協議を見れば明らかである。放射性廃棄物管理政策の策定においてはもっと明白である。しかし、BNFL の社会対話では明らかであった時期および企業の社会的責任に関するコミットメントのレベルになると遂行されていない。

核廃棄物政策

3.5.18 原子力に関する環境上の懸念は、次第に廃棄物と使用済み燃料の管理方法に向けられた。

3.5.18 公害問題王立委員会 (Royal Commission on Environmental Pollution) は、1976 年に極めて重大な報告書を発表した。これは、「フラワーレポート (Flowers Report)」として知られている。(委員長であるフラワー卿に因んで命名されたものである。)

3.5.19 フラワーレポートで掲げられた重要な勧告は、英国は、廃棄物処分問題が解決されない限り原子力の拡大に関わるべきではないということである。これは、解決策を国民が受け入れるかどうかの問題であり、したがって、これは技術的な問題ではなく政治的問題であった。また今日でもそうである。

3.5.20 英国の核廃棄物という遺産は極めて複雑である。核兵器に関して米国に後れをとりたくないという思惑から、あらゆるかぎりの新原子力技術とすべての新規原子力発電所建設を革新したいという期待まで様々な思考の影響を受けている。しかし、高レベル放射性廃棄物の管理に関する技術的解決をめざして続けられてきた試みは、政府やステイクホルダーの支持を得られなかったため失敗した。これが政治的に決断できず遅れとなり、放射性廃棄物処分場の候補地の特定に 3 回も失敗している。他方廃棄物は地上に保管されたままである。その大半はカンブリア州のセラフィールドサイトに置かれている。

3.5.21 2003 年、政府は英国の高レベル放射性廃棄物を長期にわたって管理する方法について検討するため、放射性廃棄物対策委員会 (Committee on Radioactive Waste Management: CORWM) を設置した。この委員会は、熟考の上、技術的問題の大半は既に十分理解されているためそれを単に調査するのではなく、選択肢に関するステイクホルダーの支持の構築に着手した。同委員会は、2006 年に報告書を発表し、以下の勧告を行っている。

- 深地層処分が長期的に最適な解決法である。
- それまでは、安全で確実な中間貯蔵が必要である。
- さらなる研究開発が必要である。

3.5.22 政府は CORWM の勧告を受け入れ、自治体が地層処分施設を受け入れることができるかどうかを自発的に調査できるようにするための諮問手続きを開始した。

原子力政策における最近の展開

3.5.23 政策のシフトが始まったのは、2003年に政府が今後の新設の可能性がなくなったと思わせる発表をしてから間もなくであった。2005年、政府は政策の見直しを開始した。転換点は、トニー・ブレア首相が英国産業連盟における講演で、原子力発電所の新設を支持すると述べたときであった。

3.5.24 これに続き、2007年の政府白書で、民間部門に新規原子力発電所を開発するという選択権を与えるべきであるという政府の一次見解が明らかにされた。

3.5.25 政府の見解は、それまでの保守党政権の方針を継承し、「原子力発電所の新設に対する投資は民間部門がするものである」であったが、このような投資を可能にするために促進的措置をとった。たとえば、計画立案制度や包括的設計審査（Generic Design Assessment: GDA）手続きの変更などである。

正当性 EU法では、新規の原子力活動による恩恵が健康上のリスクを上回ることを政府は立証しなければならないとしている。

国家政策声明書 独立した計画調査局の意思決定プロセスのベースとなる、開発の戦略的必要性の声明。採択された場合、この声明は、特定の種類の開発に対する戦略的必要性に関する問題点について、計画立案手続きでは考慮する必要がなくなることを意味する。

原子力について、声明には、新規原子力発電所の第一段階の開発に適した戦略的立地を示した戦略的立地評価が含まれていた。

包括的設計審査 (GDA) 原子力規制局（Office for Nuclear Regulation）、安全衛生庁の一部、および環境局が共同で行う手続き。GDAにより、所定の設置場所に特定の設計の原子炉を建設するための許認可を申請する前に、新たな原子炉設計の包括的な安全性、保安対策及び環境面を評価できる。

廃止措置資金確保計画 (FDP) 2008年のエネルギー法では、新規原子力発電所の事業者が廃炉費用の全額、並びに廃棄物の管理および処分のコストの全負担分を拠出するために、確実な資金調達の準備をしておくことを求めている。

電力市場の改革 英国電力市場の改革は、低炭素電力源を開発する投資家により大きな確実性を与えることを意図している。

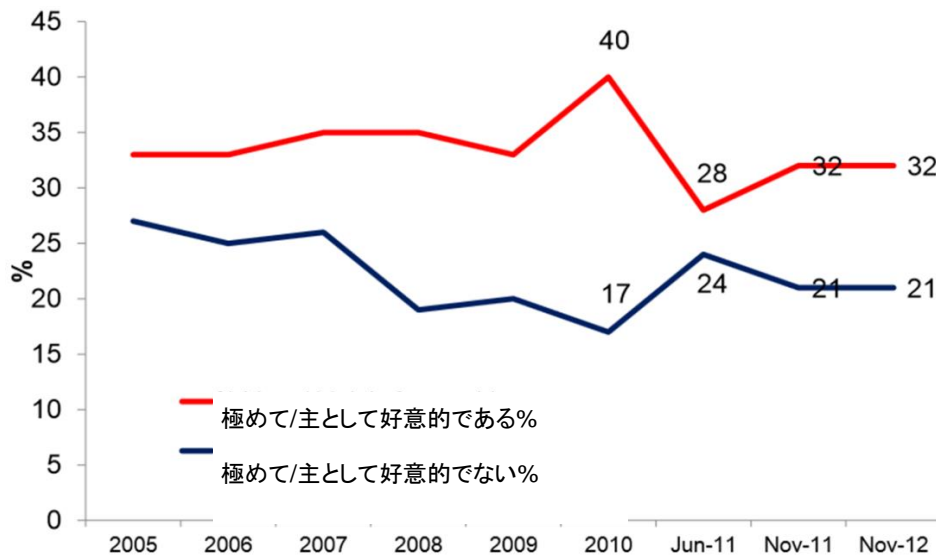
改革の主な点は以下のとおりである：

- 炭素の下限価格。EU域内排出権取引制度における今後の炭素価格についてより強い確実性を与える
- 差額精算方式を付加した固定価格買い取り制度の実施
- 予備率確保メカニズム（capacity mechanism）の導入
- 排出性能基準

3.5.26 原子力計画に対する支持は、2010年に政権が交代した後も続き、党派を超えた支持による恩恵を受けている。この支持が続いている重要な要因は、世論が好意的であったことであ

る。福島原発事故の後に支持が一時的に低下した後、原子力に対する支持は回復し、現在では2011年と同じレベルに戻っている。

原子力エネルギー産業に対するあなたの意見または印象は、どれくらい好意的か、または好意的でないか？(極めて/主として好意的である割合(%)、極めて/主として好意的でない割合(%))



原子力政策の現状

3.5.27 前述した促進的措置は現在実施されており、現在議会で可決されようとしているエネルギー法改正法案（Energy Bill）には、電力市場の改革手続きが盛り込まれている。

3.5.28 政府は、原子力のシェア目標を定めていないが、促進的措置により、民間コンソーシアムによる投資を支援しようとしている。発電容量が 1600 万 kW の原子力発電所の新設計画は、3つの開発コンソーシアムによって5カ所で進められている。



EDF エナジー

ヒンクリーポイントで2基 x 160万 kW EPR
サイズウェルで2基 x 160万 kW EPR



ホライズン

最大 780 万 kW
日立による買収完了後、ウィルファとオールドベリーにおける ABWR の建設が承認される予定



ニュージェン

Iberdrola/GDF Suez 合弁事業
2025年までに最大 360 万 kW 発電
採用する技術は未定

3.5.29 これらのプロジェクトは民間から資金を調達しているが、どのプロジェクトも差金決済取引（Contracts for Difference: CFD）によって保証されることになる。CFD は、現在議会で審議中のエネルギー法改正法案に基づいて導入された。

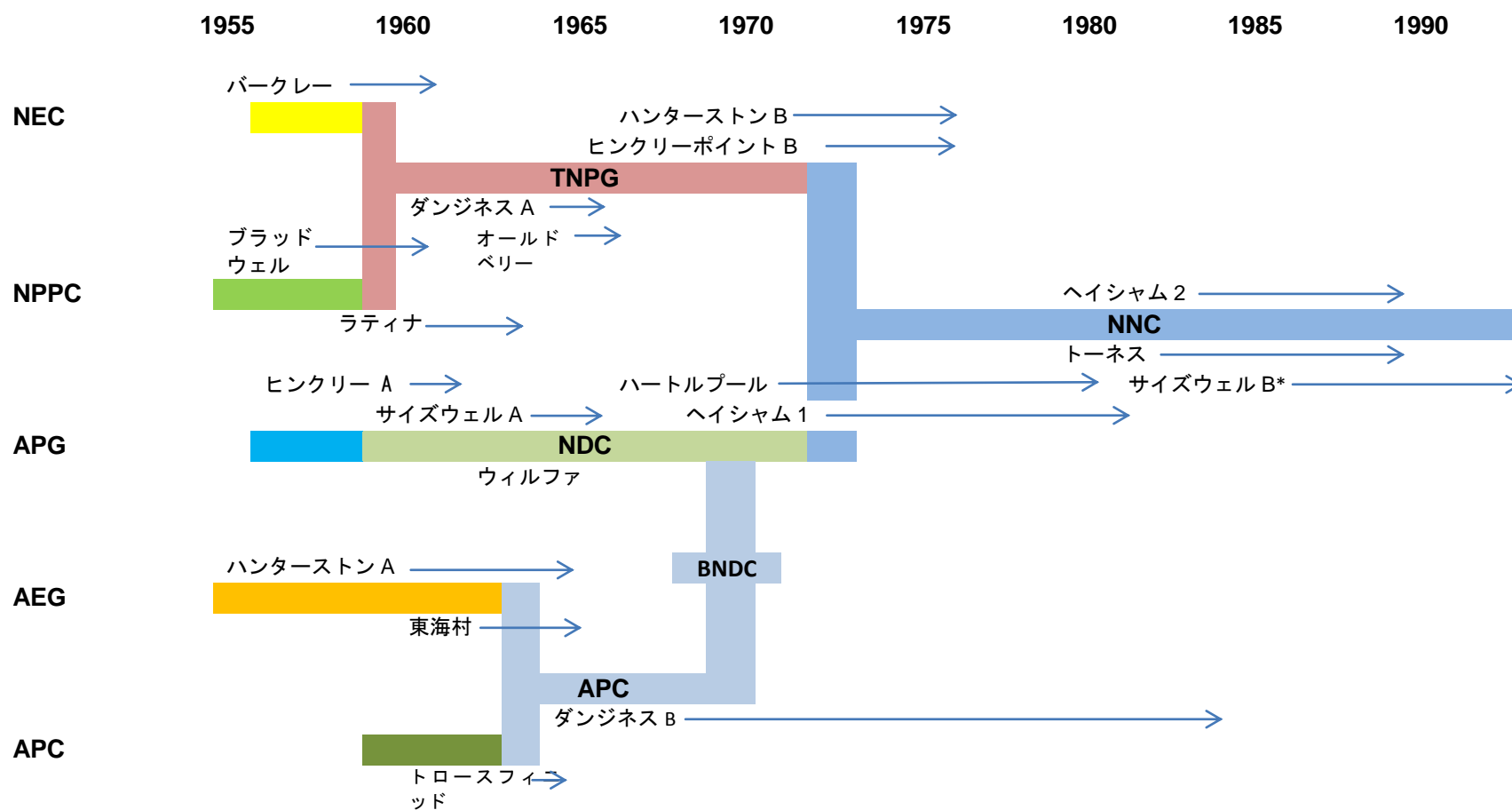
3.5.30 ヒンクリーポイントにおける EDF エナジーの発電所計画は、2013 年 3 月 19 日に承認された。

3.5.31 新規原子力発電所の開発企業は、その廃止措置および廃棄物管理に関連した費用に責任を負うが、政府は原子力廃止措置機関を通してマグノックス炉などの旧型施設の廃止措置を支援している。この資金は主に政府が調達しており（ある程度事業収益を得ているが）、年間支出は 20 億ポンドを超えている。この大半は、施設を管理する事業実施会社（Site License Company: SLC）を通して締結した契約に費やされる。

3.5.32 前述したように、政府は CORWM を通して 放射性廃棄物安全管理計画を協議していたが、地方自治体はその管轄内で地層処分場を設置する可能性をさらに調べることに関心があれば自発的に表明することを求めた。それを受けて 3 つの自治体が自発的取り組みを開始した。どれもカンブリア州の既存のセラフィールドサイトの近辺であった。しかし、2013 年 1 月にそのうちの 1 つが撤退した。政府は、現在この政策をどうやって進めるか検討中であるが、CORWM の勧告に従い、深地層処分政策を支持する姿勢を維持しており、自治体が自発的に参加する方式を支持している。ただし、深地層処分場が建設されるのは 2040 年以降になると予想されている。

3.5.33 上院科学技術委員会（House of Lords Science and Technology Committee）は報告書で政府の原子力研究開発に対する政策を強く批判したが、政府は、それを受けて、新たに原子力産業調査諮問委員会（Nuclear Industry Research Advisory Board）を設置し、長期にわたる研究開発戦略を展開することを明らかにした。

原子カコンソーシアムとプロジェクト



*注：サイズウェル B が建設されるまでに NNC の役割は変わっていた。NNC は詳細設計を提供し、ウェスティングハウスと合弁事業 PWR 電力プロジェクトを立ち上げ、プロジェクトに参加し推進した。

4. 英国原子力産業の動向調査結果

(1) 英国原子力産業の全体的動向

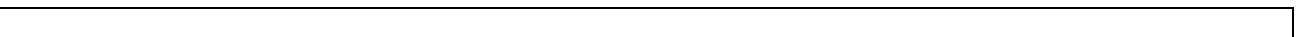
4.1.1 既に指摘したように、政府は、マグノックス炉計画後には AGR 炉計画を推進するために、産業コンソーシアムの設立を奨励した。これらのコンソーシアムは、最初はタービン発電機や工業用ボイラー（熱交換機）の製造業者を中心に設立されたが、その後の展開は少し異なっていた。建設会社にコンソーシアムの一部として参加を求めた場合もあれば、指名の建設会社パートナーとして参加を求めた場合もあった。また、コンソーシアムが独立して、または共有して設立された場合もあれば、単なる契約提携の場合もあった。

4.1.2 前掲の図は、1955 年以降のコンソーシアムの展開と統合、並びにこれらのコンソーシアムが契約し請け負ったプロジェクトを示している。

4.1.3 以下の表は、早期の請負コンソーシアムを構成した会社の一覧であり、色分けして現在の状態を示している。事業から完全に撤退したものは赤色で、国際グループの一部となり、該当する能力を維持しているが現在英国内では提供していないものをオレンジ色で、英国内で能力を有しているがもはや専門分野が異なっているものを黄色で、英国内で現在も該当分野の能力を維持しているものを緑色で示してある。

4.1.4 最後の AGR がトーンズとヘイシャムで建設されたとき、これらはまだ英国プロジェクトとして認識されていた。NNC は、政府がマグノックス炉の請負を奨励したコンソーシアムとして存続していたが、発電所を設計したものの、タービンは GEC と NEI が提供した。この 2 つは合併により統合されたが、初期コンソーシアムに参加していた。

4.1.5 7 年後にサイズウェル B を建設したときは、NNC が英国産設計を提供したが、既に米国で確立していたウェスティングハウスの SNUPPS（WH 社標準プラント）の原子炉設計をベースにしていた。初期コンソーシアムに参加した主要な機器供給業者のうち、サイズウェル B プロジェクトで残っていたのは GEC-Alsthom（それまでに英仏合併があり、現在は Alstom の一部になっている）と Babcock Energy（現 Doosan Power Systems）だけになっていた。GEC-Alsthom はラグビー（Rugby）にあった旧 GEC 工場からタービンを供給し、Babcock Energy は蒸気発生器を供給した。



1955～1957 年における原子力発電所請負コンソーシアム					
	発電所/タービン	ボイラー/熱交換器	原子炉機械装置	原子炉圧力容器	建設エンジニアリング会社
AEI - JOHN THOMPSON	関連電機産業	John Thompson	John Thompson Ordnance	John Thompson	Balfour Beatty および John Laing が従事したがコンソーシアムメンバーではなかった
EE/B&W/TWC	English Electric	Babcock & Wilcox	English Electric	Babcock & Wilcox	Taylor Woodrow Construction
GEC / SIMON CARVES	GEC	Simon Carves	GEC	Motherwell Bridge が従事したがコンソーシアムメンバーではなかった	John Mowlem (スコットランド) が従事したがコンソーシアムメンバーではなかった
NUCLEAR POWER PLANT CO (NPPC)	C A Parsons	Clark Chapman	Strachan & Henshaw	Whessoe	Sir Robert McAlpine および Alexander Findlay
	A Reyrolle	Head Wrightson			
ATOMIC POWER CONSTRUCTIONS (APC)	Richardsons Westgarth	International Combustion	Fairey Engineering	Babcock & Wilcox が従事したがコンソーシアムメンバーではなかった	Trollope & Colls および Holland, Hannen & Cubitts
	Crompton Parkinson				
出所: 「UK Experience Of Consortia Engineering For Nuclear Power Stations (原子力発電所の建設コンソーシアムに関する英国の経験)」 (S H Wearne および R H Bird 共著、2009 年) および NIA 調査結果					
備考		英国で現在も能力を有している企業			
		グローバルグループに属して能力を有しているが現在英国からは提供していない			
		英国企業の一部であるが、現在この分野の能力を有していない			
		現存していない			

4.1.6 このため、PWR 計画では、主な構造機器に関して既に国際化が進んでおり、計画が 4 基以上の原子力発電所建設計画に拡大されたならば存続できたと思われる。

4.1.7 にもかかわらず、サイズウェル B の作業の大部分（ハードウェア契約価格で 90%超）は英国企業が請け負った。以下に列挙した主要な受注者とコンサルタントは、関連したワークパッケージにおいて現在も英国内で機能している。参加した英国企業は以下の表に示すとおりである。

John Laing	主な土木工事
GEC Alstom	タービン発電機
Babcock Energy	蒸気発生器、溶接部検査
BPA	配管、機械設備
Kier	水冷工事
Taymech	HVAC 機器
Davy Energy	放射性廃棄物処理装置
NG Bailey	ケーブル布線および鋼鉄ケーブル製品
PWR Projects	主電源補助システム
BNFL	燃料の設計および供給
Weir Pumps	主な給水ポンプ
NEI	計装制御

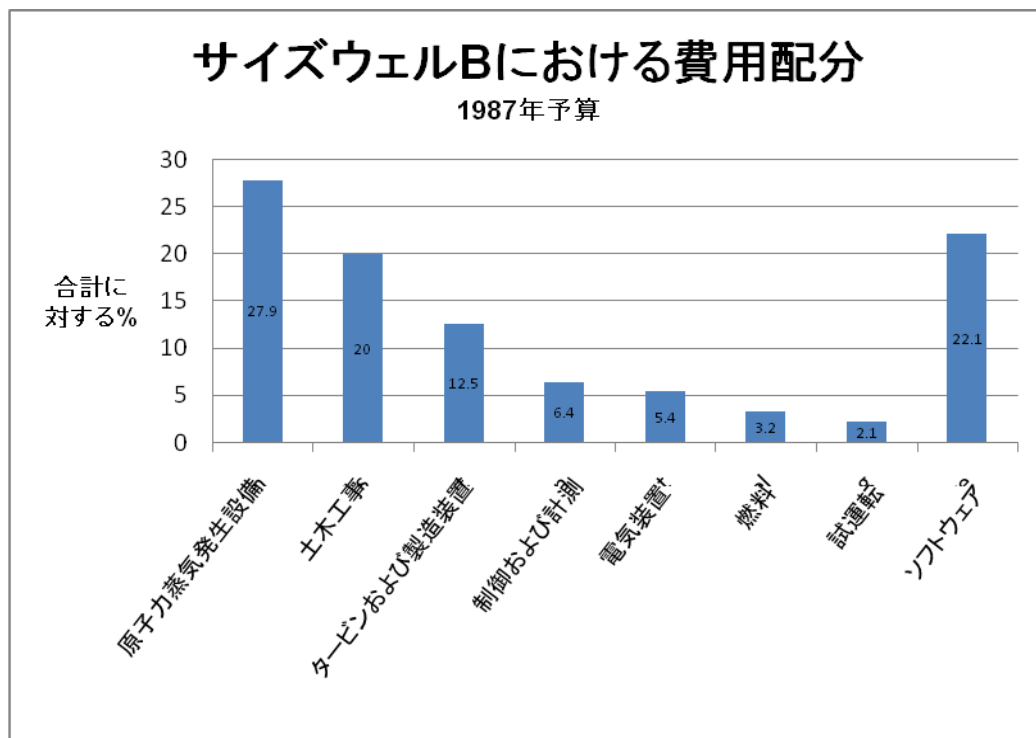
サイズウェル B 受注者		現在英国内で能力を有している	
主な受注者			
主な土木工事	John Laing Construction	✓	
原子炉圧力容器	Framatome		
主電源システム	Westinghouse		
タービン発電機	GEC Alstom		現 Alstom
蒸気発生器	Babcock Energy		現 Doosan Power
配管および機械装置	BPA Joint Venture	✓	Babcock による合弁企業
水冷工事	Kier Construction	✓	
電気配線	NG Bailey	✓	
ケーブル供給	Pirelli General		Pirelli と GEC の合弁企業
主電源補助システム	PWR Power Projects		NNC と Westinghouse の合弁企業
換気空調系	Taymech		Taylor Woodrow の専門家部門、現在保守を担当
放射性廃棄物処理設備	Davy Energy	✓	
燃料供給	BNFL		契約は AREVA に譲渡されている
放射性廃棄物処理機械	Laing Industrial	✓	
主な給水ポンプ	Weir Pumps	✓	
制御室機器	Cegelec		
ディーゼル発電機	Mirrlees Blackstone		現在 MAN グループの傘下
小型電気機器(Small electricals)	Balfour Kilpatrick	✓	
隔壁	Stent-Soletanche		
原子炉建屋ライナー	Cleveland Structural Engineering	✓	
防火設備	Wormald Ansul UK	✓	
変圧器	GEC Alstom		現 Alstom
一般機械加工	Press Construction	✓	
建築資材	ARC Eastern	✓	Hanson Quarry Products によって買収された
代替最終ヒートシンク	NEI Power Projects	✓	Rolls Royce によって買収された
低圧配電盤	Laurence Scott	✓	
自動溶接部検査	Babcock Power	✓	現 Doosan Power
燃料取扱建屋およびポーラクレーン	Butterley Engineering	✓	
燃料交換キャビティおよびポンドラ	Darchem Engineering	✓	

イナー(Pond Liner)			
工学コンピュータシステム	EDS		HPによって買収された
発電機主回路	Balfour Beatty	✓	
計装制御	NEI Control Systems	✓	Rolls Royceによって買収された
コンサルタント			
許認可およびエンジニアリング支援	NNC	✓	AMECによって買収された
材料及び溶接部検証	AEA Technology		
建設工事設計支援	Nuclear Design Associates	✓	合弁企業であるが、現在は Sir Robert McAlpine の完全所有となっている
積算士	Davis Langdon	✓	
建築技師	YRM	✓	RMJMによって買収された
独立系第三者検査機関	Lloyds Register	✓	

4.1.8 ニュークリア・エレクトリック社は、サイズウェル B の建設が英国にもたらした利益を評価した。同社による報告は以下のとおりである。

- サイズウェル B の建設に参加した英国企業は 3 千社を超える。
- 注文数が激減している時期だったため、プロジェクトは英国の製造業者がグローバル市場で競合する上で必要な設計能力と優秀な人材を維持する上で役立った。
- サイズウェル B に供給する能力に投資することによって、英国企業がグローバルな原子力市場で競争力をつける機会となった。
- ハードウェア契約額の 90% 超は直接または間接的に英国企業が獲得した。
- 7 年間に及ぶ建設期間において、プロジェクトに 7 万人年を費やした。また建設のピーク時（1991 年末）には 1 カ所の作業員総数が 4,385 人にのぼった。

4.1.9 サイズウェル B プロジェクトにおける予算総額の配分は、以下の図に示すとおりである。



4.1.10 サイズウェル B の完成後、GEC Alsthom はそのラグビー工場におけるタービン製造をやめた。その継承事業者である Alstom は、現在英国でタービンを製造していない。Babcock Energy は、PWR 計画を見込んでレンフルーシャイア（Renfrewshire）に大規模な製造設備を建設していたが、もはや英国内では蒸気発生器を製造していない。同社は現在 Doosan Power になっており、据付契約および保守契約に主力を置いているが、製造能力もまだ備えている。

4.1.11 こういった変化は、サイズウェル B の前に明らかになっておりかつ以降も続いている、英国産業のより全般的な発展状況を示している。すなわち、大きなプロジェクトの主要な受注者は、大きな機器の製造よりも、プロジェクトの設計や施工に関連し、より楽に儲かるサービスを提供するようになった。機器の製造をやめて据付・保守・設備管理のビジネスモデルに主力を置くようになった企業もある。

4.1.12 NNC は原子力発電所の主な機器の製造業者を中心とする産業コンソーシアムから生まれているが、サイズウェル B が建設されるまでに、すでに機器製造には直接携わらなくなっていた。むしろエンジニアリング設計会社になり、建設技術者として活動し、受注者の調達を監督していた。

4.1.13 これは、これらのサービスが二次的な価値しか持たないということではない。目立つ部門（higher end）すなわち設計および建設を担当しようと、目立たない部門（lower end）すなわち機器の据付、保守、試験を担当しようと、発電所の価値の重要な部分をなしているのである。

4.1.14 例を以下に示す。

- 計画管理および関連の技術サービスは、一般的に原子力発電所の新設において 10% の価値を持つ。
- 発電所の 40 年にわたる運転期間の間に、運転費用と保守費用は建設費用よりも高くなる。
- 機器の主要部分の仕上りと完全性の品質保証検査費用は、機器そのものの購入費用にほぼ相当する場合がしばしばある。

4.1.15 企業は、国内の原子力関係の注文の急減に対応するため、ほかの商業戦略を追い求めた。

- 技術及び品質基準を移転できる他の部門への多角化。特に石油・ガス部門などで成功したが、問題もあった。
- 国際化。多くの場合、他国で海外企業を買収した。

4.1.16 原子力産業で企業が得た経験は、原子力産業に特有であるだけでなく、英国の産業政策の歩みにおいても重要である。また、他の部門と同様に、原子力部門で生き延び成功した企業は、より大規模な国際グループにおいても同じく生き延び成功している。これは利点でもあり、不利な点でもある。上記の表でオレンジ色の企業が英国内で該当する能力をもちや持っていないとしても、海外の該当する市場に参入している。グローバル企業が海外の能力に基づいて英国内で受注する場合、英国に全く存在しない能力よりは、英国産の能力が支持される可能性が高い。

電気事業者

4.1.17 英国のエネルギー政策の歩みに関する項で述べたように、電気事業の民営化による分割は時間が経つごとに行き詰まり、垂直統合されたプレイヤーが優勢になった。下流部門のエネルギー供給会社は発電事業を購入し、大手発電事業者が供給事業者になったりしている。

4.1.18 逆説的になるが、現在電気事業はこれまで以上に競争が激しくなっているが、大手企業 6 社が市場を支配して電気だけでなくガスを供給しており、かなり集中度も高い。これらの 6 社はどこも垂直統合された企業である。

主なエネルギー供給業者			
	顧客数 (ガス及び 電気) 単位百万	英国の発電容 量における%	親会社
British Gas	20	5.6	Centrica
EDF Energy	5.7	16.6	EdF
E.ON UK	5.3	12.4	E.ON
npower	6.5	15.2	RWE
Scottish Power	5.2	8.8	Iberdrola
SSE	9.6	8.3	SSE Group
合計		67	

4.1.19 したがって、発電は、垂直統合された企業すなわち発電も顧客への配電も行う企業と、卸売市場に電気を販売する独立系発電事業者（merchant generator）に分割されている。独立系発電事業者の大半は小規模企業であり、現在市場に新規参入しつつある風力発電会社の多くが含まれる。また、最大手の石炭火力発電所である Drax も含まれている。

4.1.20 大雑把にいうと、大手エネルギー会社 6 社は自前の発電容量から、顧客の需要に応じて電気を十分供給できる。オープン市場で取引する必要はほとんどなく、市場での地位を安定させるか守るためにのみ取引を行っている。取引されている電力量が極めて少ないことが、卸売市場における競争の欠如への懸念につながっている。

4.1.21 EDF はこの大手 6 社の 1 つであるが、その原子力発電容量はベースロードであり、変動発電容量によって決定される価格に依存している。現在の市場状況では、英国の卸売市場において負荷変動価格を決めているのは、石炭火力発電容量であるが、平生は CCGT である。したがって、原子力は価格受容者（price taker）であり、市場での価格設定を支配しているわけではない。EDF も、石炭、CCGT および風力発電で 4.8GWe を確保している。

廃止措置

4.1.22 代々の政権は、英国の民生原子力施設（マグノックス炉を含む）だけでなく、UKAEA および BNFL が所有する旧型施設の廃止措置も膨大な債務になることを認識していた。しかし、これらの施設は政府のそれぞれ異なる部署が所有し管理しており、1 つの計画にまとめることをより困難にしていた。

4.1.23 初代のマグノックス炉は、1989 年から順に寿命に達し始めているが、これらのサイトは整備維持ベースで保持されてきた。

4.1.24 マグノックス・エレクトリック社（Magnox Electric）は、1996 年にブリティッシュ・エネルギー社が民営化された後にマグノックス炉を引継ぎ、その債務管理を支援した。次に政府は公共部門の民生原子力債務を 1 つにまとめ、2001 年に原子力債務管理基金（Liabilities Management Fund）を設立した。

4.1.25 しかし、実際にはずみがついたのは、2005 年になって原子力廃止措置機構（NDA）が設立されてからであった。NDA は廃止措置と廃棄物管理を取り扱う唯一の政府機関となり、年間 20 億ポンドを超える特別予算が割り当てられている。

4.1.26 NDA は、以下の廃止措置を行うことになった。

- 11カ所のマグノックスサイト
- UKAEA のドーンレイ、ハーウェル、ウィンフリスにあるサイト
- BNFL のセラフィールド、カーペンハースト、スプリングフィールドにある燃料サイト、並びにセラフィールド近くに位置するドリッグの低レベル放射性廃棄物処分場

4.1.27 これらのサイトにおける廃止措置のほとんどは事業実施会社（SLC）が管理する契約を介して実施される。初期の大手 SLC の1つであるセラフィールド社（旧 British Nuclear Group Sellafield）は、セラフィールドにある再処理および廃棄物処分場、コールダーホールとウィンズケールの閉鎖された原子炉、カーペンハーストサイト、並びにリズリーにあるエンジニアリング設計センターを管理している。管理契約は、URS、Amec および AREVA の米英仏コンソーシアムである Nuclear Management Partners（NMP）が請け負った。

4.1.28 NDA 担当サイトで運営している他の SLC は、以下のとおりである。

- Magnox Ltd -イングランド、スコットランドおよびウェールズにあるマグノックス原子炉 10 基の廃止措置を請け負っている。これらの原子炉は、アングルシー島ウィルファの原子炉を除いてどれも、燃料取出段階にある。ウィルファの原子炉は 2010 年 12 月に閉鎖が予定されていたが、規制機関による見直しの結果 2014 年までの発電延長が認められ、英国内で送電網を運用している National Grid 社に現在も電気を供給している。マグノックス社における年間予算総額は 5 億 1 千万ポンドである。
- Dounreay Ltd-スコットランドのケイネスにあるドーンレイサイトの廃止措置を請け負っている。このサイトの年間予算は 1 億 5 千万ポンドである。
- Reactor Sites Restoration Ltd-ウィンフリスサイトとハーウェルサイトの廃止措置を年間予算 6 千万ポンドで請け負っている。
- Springfields -主な稼働中のサイトであり、民間顧客向けに燃料を製造している。ただし、年間予算 4 千 2 百万ポンドで廃止措置計画が進行中である。
- LLWR Ltd -ウェストカンブリアのドリッグ近くに位置する施設の廃止措置を請け負っている。年間予算は 3 千万ポンドほどである。

4.1.29 廃止措置計画によって、英国の原子力産業における専門知識が持続しており、多くの企業が能力と、さらに皮肉なことに原子力に関連した経験を維持できている。NDA と契約している企業や SLC の多くは、現在新設契約の入札中か準備中である。

4.1.30 NDA が、英国の原子力遺産から得た規模や課題を評価し、および遺産の取り扱いに関する国家戦略の実質的な展開と実施を推進したことは、国際的に認められている。7 基のマグノックス炉の廃止措置とクリーンアップは順調に進行しており、他のいくつかの施設でも同様に進行している。

(2) 研究機関

4.2.1 英国の原子力計画は、軍事用計画の始めから重要な研究対象であった。

4.2.2 原子力研究の発展には以下の要因があった。

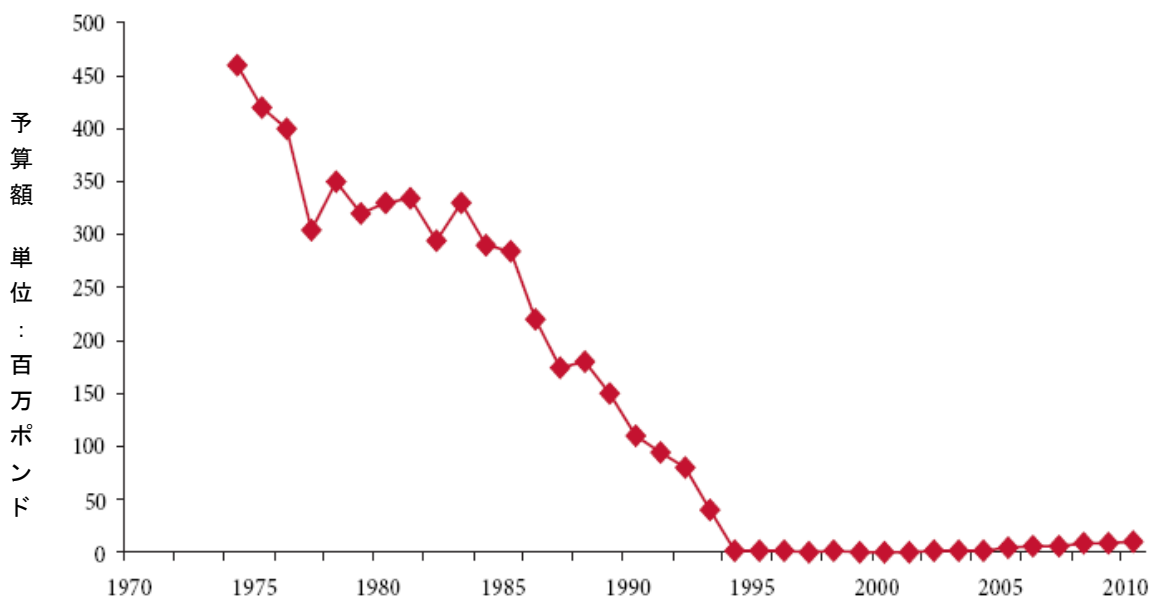
- 1946年のマクマホン法（原子力技術における米国の国際協力が終了することになった）が成立したため、軍事専門技術において英国独自の能力を確保する必要があった。
- 独自に（特に米国から独立して）英国の原子炉設計を開発することを望んだ。
- 同じ汎用原子炉技術を使用して複数の発電所が設計された。

4.2.3 1954年以降、この活動は英国原子力公社（UKAEA）が進めた。このUKAEAは、新規設計の原型炉を建設し運転した。その一部は実用可能な技術として引き続き開発されたが、他方、高温ガス冷却炉や蒸気発生重水炉（SGHWR）など実用向けに開発されなかったものもあった。SGHWRは、1970年代に労働党政府が推奨したが、後にPWR計画に取って代わられた。UKAEAは、顧客（電気事業者）と受注者（請負コンソーシアム）双方のアドバイザーも務めた。

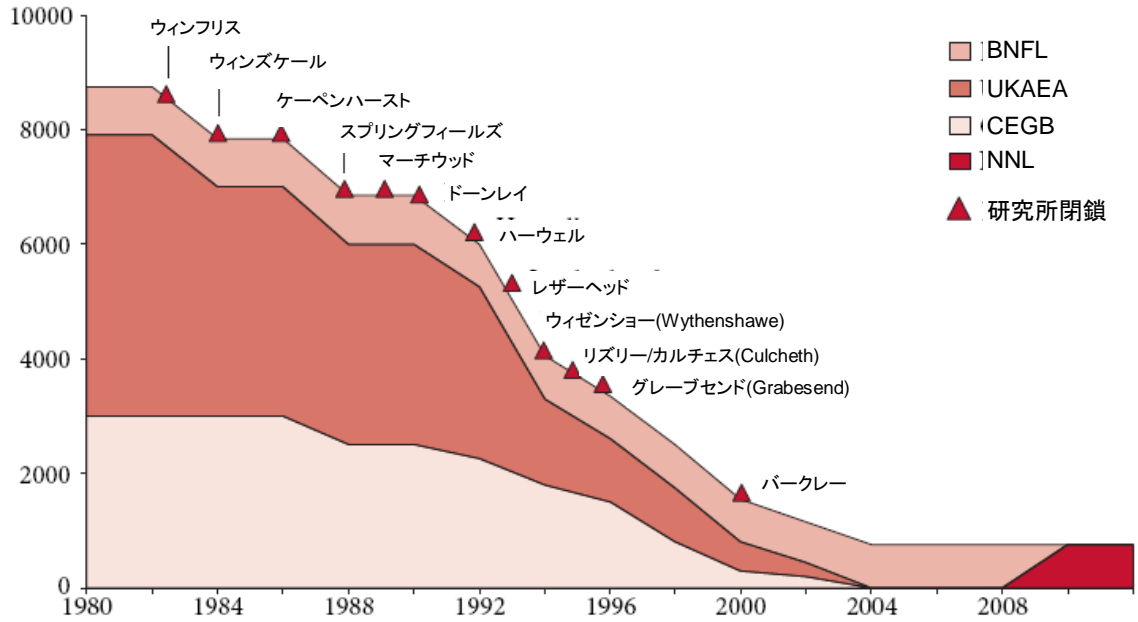
4.2.4 UKAEAは、スコットランドのドーンレイにおいて高速増殖炉計画に関する調査も行った。これには、高速原型炉の運転も含まれており、この原型炉は、政府がこの計画を以降支持しないことを決定した1994年まで発電していた。

4.2.5 また、オックスフォードのカルハムにおいて核融合研究も行っている。カルハムでは、JET（欧州共同トーラス：Joint European Torus）プロジェクトに参加している。

4.2.6 しかし、1980年以降、英国は新たな原子炉設計の研究には参加しなかった。また、1980年までに研究開発資金は既に減少していたが、それ以降急激に削減している。特に原子力産業の民営化以降は、それが顕著である。



4.2.7 UKAEA 施設、BNFL および CEBG において原子力研究開発のために雇用されていたのは、1980 年で約 8000 人だった。以下の図は、それ以降また政府の原子力研究所の閉鎖に伴い原子力研究開発に携わる従業員数が下降していることを示している。



4.2.8 民生原子力研究開発に対する政府の財政支援額は約 6600 万ポンド（2010～2011 年）であり、その半分は核融合研究で使われている。核分裂研究に対する財政支援はもう少し少なく 2900 万ポンドであり、そのうち 1090 万ポンドは NDA が受け取り、廃止措置計画に使用されている。

2010/11 における英国政府の原子力研究開発支出		
核分裂合計 (£29m)	BIS 合計 (£18.1m)	EPSRC (£11.7m)
		STFC (£2.6m)
		NERC (£1.8m)
		TSB (£2.0m)
	DECC 合計 (£10.9m)	NDA (£10.9m)
核融合合計 (£33m)	BIS 合計 (£33.0m)	EPSRC (£33.0)
その他合計 (£4m)	DH (£3.7m)	HPA (£1m)
		FSA (2.7m)
	Defra 合計 (£0.3m)	EA (£0.3m)
備考		
BIS	ビジネス・イノベーション・職業技能省(Department for Business, Innovation and Skills)	
DECC	エネルギー気候変動省(Department for Energy & Climate Change)	
EPSRC	工学・物理化学研究協議会(Engineering and Physical Sciences Research Council)	
DH	保健省(Department of Health)	
DEFRA	環境食料農村地域省(Department of Environment, Food & Rural Affairs)	
STFC	科学技術施設協議会(Science & Technology Facilities Council)	
NERC	自然環境調査協議会(Natural Environment Research Council)	
TSB	技術戦略委員会(Technology Strategy Board)	
NDA	原子力廃止措置機関(Nuclear Decommissioning Authority)	
HPA	健康保護庁(Health Protection Agency)	
FSA	食品基準庁(Food Standards Agency)	
EA	環境庁(Environment Agency)	

4.2.9 政府の技術戦略委員会の報告書は、国内および海外のステイクホルダーが捉えている英国の原子力研究開発の強みと弱みを明らかにしている。

英国の原子力研究開発の長所と短所		
海外ステイクホルダーの見解		国内ステイクホルダーの見解
<ul style="list-style-type: none"> ナトリウム冷却炉の経験 燃料および原子炉機器の照射後試験 燃料性能のモデリング 使用済核燃料の保管 再処理を含む、使用済核燃料の管理 黒鉛の照射挙動 放射性物質に関する実験作業用施設 原子力インフラの核物質防護 	<p>強みとみなされた研究開発能力</p>	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉物理 ガス冷却炉の経験 数値流体力学/熱流力 冷却材喪失事故などの事故のシミュレーション 炉心モデリング 放射線障害（物理的試験およびモデリング） 黒鉛技術 燃料の設計製造 燃料サイクルの評価 濃縮 再処理 廃棄物処理
<ul style="list-style-type: none"> 遠隔操作システム 高温物質 高温化学処理 デジタル計装制御 確率論的リスクアセスメント 人間工学 	<p>英国が強みを持つとみなされる創出 (Spin-in) 技術/転換 (Spin-out) 技術</p>	<ul style="list-style-type: none"> 除染と廃炉 非破壊評価 構造健全性評価 溶接材、非金属材料（コンクリートなど）を含む材料劣化メカニズム。メカニズムには腐食、疲労、クリープ、熱サイクルを含む デジタル指令制御システム 熱流力/数値流体力学 構造健全性 腐食
<ul style="list-style-type: none"> 新型炉および燃料サイクルに関する研究開発計画が十分でない 原子力に関して学術ベースの経験が十分でない 研究開発のインフラが十分でない 	<p>弱みとみなされた研究開発能力</p>	<ul style="list-style-type: none"> 第3世代原子炉の運転経験 最新の第3世代原子炉の最適化 高速炉（FR）、高温炉（HTR）、超高温炉（VHTR）（ペブルベッド型モジュール高温ガス炉（PBMR）、トリウム溶融塩炉を含む）などの新型炉における具体的な研究開発

(3) 教育機関

4.3.1 原子力発電所の新設が始まるまでに時間が経っており、新規採用をしてこなかったために、英国の原子力従事者の平均年齢は、英国の全労働者の平均年齢より高くなっており、15年後には退職率も高まると予想されている。これに対応するため、英国で原子力専攻を持つ大学は、学部生と大学院生向けのプログラムを開発している。どちらも講義を行い研究の機会が与えられている。

4.3.2 2002年に安全衛生庁（Health and Safety Executive）の依頼により作成された報告書は、原子力教育の実情を強く批判し、原子力教育を完全に消滅させるつもりでないならば、直ちに行動をおこすべきであると唱えた。さらに、原子力教育は大学院生に焦点を合わせるべきであると勧告している。

4.3.3 バーミンガム大学、サリー大学、リバプール大学などでは、大学院生向けの原子力課程がいくつか残っており、学生数が減少する中、存続している。

4.3.4 原子力発電所の新設論が勢いを増し始めると、この課題を解決するために2004年に「原子力技術教育コンソーシアム（Nuclear Technology Education Consortium; NTEC）」が設立された。これは、当初11の高等教育機関、バーミンガム大学、ハイランド&アイランド大学（Highlands & Islands Millennium Institute）、リーズ大学、ランカスター大学、リバプール大学、マンチェスター大学、シェフィールド大学、シティ大学、インペリアルカレッジロンドン、さらにカンブリア州のウェストレイクス研究所、管理技術防衛大学校（Defence Academy College of Management and Technology：ベッドフォードシャーとオックスフォードシャーに本拠をおいている）とで構成されていた。2009年には、セントラルランカシャー大学が加わった。

4.3.5 NTECは、学生が原子力理工学課程に再び高い関心を持ち始めていることを実証した。この結果、各大学にさまざまな学部生および大学院生向けの新プログラムが設置された。まず最初にランカスター大学が2006年に学部生向けに原子力工学プログラムを用意した。インペリアルカレッジロンドン、マンチェスター大学およびリーズ大学は共同して学部生向け課程を用意した。この課程の25%は原子力に関連しており、機械および化学分野の技術者および材料科学者はそこで学ぶことができた。

4.3.6 工学・物理科学研究協議会（Engineering and Physical Sciences Research Council: EPSRC）は、原子力研究への支援を増やしてきており、特に博士課程への支援を増やしている。2010年までに、マンチェスター大学の2つの博士課程向けプログラムにおいて毎年20人を超す学生が授業を受けてきた。原子力産業博士課程学生訓練センター（Nuclear Industrial Doctoral Centre）は、マンチェスター大学がインペリアルカレッジロンドンと提携して運営しているが、異なる方法をとっている。すなわち、「研究員」が、スポンサー会社に直結したプロジェクトにおいて、主に産業界の研究を実施している。

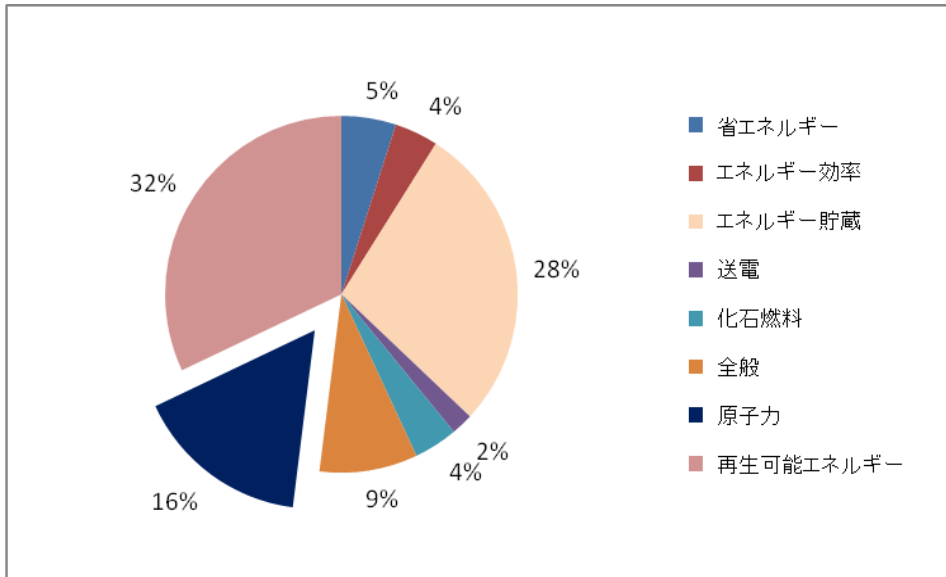
4.3.7 現在英国内の大学に、原子力関連の学士課程が36、修士課程が17ある。

4.3.8 これらの課程が成功するには、理工学系学校への関心が増加し、若い学生や教師にどのような機会や内容かを理解させる取組がいくつもなされる必要がある。

大学研究

4.3.9 原子力に関連した大学研究への資金援助は、工学・物理科学研究競技会（Engineering and Physical Sciences Research Council: EPSRC）が行っている。以下の図に、2002/2003年から2006/2007年までの、発電に関連したプロジェクトに対する出資額の変化を示す。

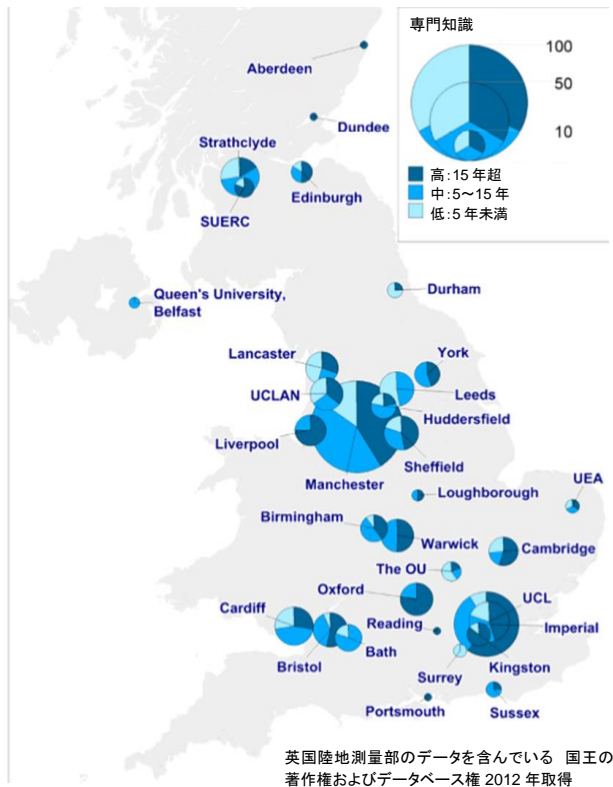
2002/2003年～2006/2007年におけるEPSRCの出資額



4.3.10 この期間における主な変化は以下のとおりである。

- 化石燃料火力発電技術による発電プロジェクトに対する資金援助額が大幅に削減されている（2006年～2007年にはゼロになる）。
- 再生可能エネルギー源に関するプロジェクトへの資金援助額は倍になっている。
- 原子力エネルギーに関するプロジェクトへの資金援助額は倍近くになっている。

4.3.11 以下の図は、原子力に関連した活動を行っている大学研究センターを示している。



共同研究プログラム

4.3.12 以下の共同研究プログラムでは、現在原子力研究が進められている。

DIAMOND

DIAMOND (Decommissioning, Immobilisation and Management of Nuclear waste for Disposal : 廃炉、処分に向けた核廃棄物の固定管理) 大学研究コンソーシアムは、2007年8月に工学・物理科学研究競技会が「原子力廃棄物の管理と廃止措置」に関して行った提案要請に応じて設立された。このコンソーシアムではリーズ大学が中心となり、インペリアルカレッジロンドン、ローボロー大学、マンチェスター大学、シェフィールド大学、ユニバーシティカレッジロンドンが参加している。

Doctoral Training Centre for Nuclear Fission Research, Science and Technology (Nuclear FiRST) (核分裂研究科学技術(FiRST)に関する博士課程学生訓練センター)

Nuclear FiRST は、核分裂理工学における博士課程学生の技術的遅れが拡大することに対処することにより、英国のエネルギーおよび防衛戦略を支えることを目指している。学際方式で大学

院生の研究訓練を行い、修士課程レベルの基礎学年と博士課程レベル 3 年間の論文プロジェクトで卒業させている。さらに、英国内外の産業界または研究機関において専門技術を訓練しプロジェクトに参加することで補強している。

KNOO

KNOO (Keeping the Nuclear Option Open : 原子力の選択肢を保持する) プロジェクトは、原子力の安全性、信頼性、持続可能性の増強に関する課題に取り組む 4 年にわたる取組みである。主要な産業および政府のステイクホルダー並びに国際的パートナーとの協同により、原子力発電に関する技術を維持し発展させるために設置されている。英国研究協議会 (Research Councils UK) の「持続可能なエネルギー経済に向けたプログラム (Towards a Sustainable Energy Economy Programme)」を介して資金が提供されており、30 年以上にわたって、英国における核分裂炉の研究に携わっている唯一の最大規模の取組みである。

Nuclear Engineering Doctorate Programme (原子力工学博士課程学生訓練プログラム)

原子力 EngD の第一の目的は、優秀な若い原子力研究者に、原子力産業界各社と協力して、集中的かつ広範な訓練を行い、原子力産業において要職につくように教育することである。高度な資質を培うだけでなく、研究者は産業界の研究および開発環境での作業も経験することになっている。この 4 年プログラムには、英国の企業に籍を置いている研究者も参加している。

SPRing

Sustainability Assessment of Nuclear Power: An Integrated Approach (SPRing) (原子力の持続可能性評価：統合アプローチ) は、EPSRC と ESRC が出資しているコンソーシアムプロジェクトである。

このプロジェクトの全体的目標は、エネルギーの需給を考慮しつつ、他のエネルギー選択肢 (化石燃料および再生可能エネルギー) と比較して原子力の持続性を評価するための総合的な意思決定支援の枠組みを開発することである。

このプロジェクトの主な成果物は以下のとおりである。

- エネルギー選択肢の持続性評価のためのマルチ基準意思決定支援枠組み
- 総合的なエネルギーシステムにおいて原子力を選択する場合の持続性評価
- 研究への取組とその結果のステイクホルダーへの報告

4.3.13 現在進行中の大学の原子力研究センターとその専門分野については、附属書 A を参照のこと。

(4) 行政機関/規制機関

4.4.1 1957年にウィンズケールで火災が発生した結果の1つとして、独立した原子力施設検査局（Nuclear Installations Inspectorate）が設立された。これは、安全衛生庁の一部として設立され、設立以降原子力産業の第一義的規制当局として存続している。

4.4.2 2008年、政府は英国の原子力規制体制の大きな見直しを開始した。指揮をとったのはティム・ストーン氏である。同氏は、原子力発電所の新設についてエネルギー気候変動省大臣および予算担当大臣に意見を述べる上級アドバイザーである。

4.4.3 ストーン氏は、新しい原子力産業分野特定の規制機関（原子力規制局—Office for Nuclear Regulation : ONR）の設立など多くの勧告を行った。

4.4.4 原子力規制局（ONR）は、安全衛生庁（HSE）の一機関として2011年4月1日に設立されたが、法定機関とするための関連法案は未決のままである。議会は、現在、ONRを独立法定機関とするために必要な条項を含めエネルギー法改正法案を審議中である。

4.4.5 ONRは、HSEの旧原子力局（Nuclear Directorate）の安全部門と保障措置部門（民生核物質防護対策室および英国保障措置室を含む）（2007年に貿易産業省から移管）と、放射性物質輸送対策チーム（運輸省内にあった）を統合している。

4.4.6 ONRは、新設発電所が従うべき仕様規定や基準を示すのではなく、むしろ認可規定（性能規定）である。認可取得者が独自に基準とセーフティケースを示し、規制機関がセーフティケースを評価し、検査によって適合しているかどうか監視することにより、認可条件を満足していることを確認する。

法的枠組みと規制

1974年労働安全衛生法 –雇用者は、その従業員および一般公衆に対して安全性を確保する責任を負う。

1965年原子力施設法 (NIA) –利用者がONRから原子炉立地許可を得ないかぎり、サイトに原子炉を設置することはできない。このような許可を得ることができるのは法人だけである。

1999年電離放射線に関する規制 –ONRがサイトで施行する一般安全衛生規制とともに、すべての産業の労働者を電離放射線から防護する。

2003年原子力産業セキュリティ規則 –ONR 民生原子力セキュリティ（Civil Nuclear Security :CNS）室は、規制行為（原子力産業におけるセキュリティ対策の承認、これらの規制機関の監視下での遵守強制）を行う。

4.4.7 原子力産業のもう1つの主要な規制機関は、環境庁（Environment Agency）である。環境庁は非省庁政府機関であり、環境・食料・農村大臣（Secretary of State for Environment, Food and Rural Affairs）に責任を負うだけでなく、ウェールズ政府出資機関として、環境および持続可能な開発大臣（Minister for Environment and Sustainable Development）に責任を負う。

4.4.8 主な目的は、環境を保護し改善すること、および持続可能な開発を促進することである。環境庁は、その機能と役割を通して、中央政府およびウェールズ政府の環境に関する優先事項を実施させる中心的な役割を果たす。

4.4.9 ONR と環境庁は、新設開発企業が提案した原子炉技術と設置場所に対する包括的設計審査（Generic Design Assessment）に共同で責任を負う。

5. 分析

(1) 英国原子力産業の現況

現在の産業能力

5.1.1 NIA の 2012 年報告書「英国の原子力発電所新設におけるサプライチェーンの能力 (Capability of The UK Nuclear New Build Supply Chain)」では、英国産業が国内の新設計画に供給できる能力を詳細に調査している。

原子炉および機器の製造

5.1.2 NIA の報告書によれば、原子力プロジェクトには、世界でごく少数の企業だけが製造でき、現在英国には製造能力がない品目が含まれている。たとえば、原子炉圧力容器、主タービン発電機、蒸気発生器、主冷却材ポンプ、関連した超大型鍛造品、大型ディーゼルエンジンである。英国内にはこれらの製造能力を開発できる企業はほとんどない。また、膨大な費用と期間が必要であり、投資のビジネスケースは現在のところ魅力がない。英国の新設計画では、こういった重要な品目はその製造能力を備えた世界のいくつかの企業から供給を受けることになっている。

5.1.3 しかし、英国は原子力発電所の新設向けに製造が必要なそれ以外の機器のほとんどについては供給する能力を持っている。たとえば、ポンプ、弁、配管、容器、タンク、熱交換機、HVAC (換気空調) 系、放射性廃棄物処分施設、制御・計装・電気機器、鍛造品は供給できる。英国産業は、原子炉、蒸気発生器およびタービン用の機器も一部は供給することができる。

5.1.4 これらの品目を製造できる英国企業の多くは、既に英国内の既存の原子力産業や他の規制部門 (石油、ガス、化学処理その他の加工産業など) だけでなく、世界の原子力発電所新設市場に同様の機器を供給している。

5.1.5 機械機器および電気機器の現場据付もかなりできる能力がある。ただし、機器供給業者の専門技術者の技能を借りる場合もある。

5.1.6 報告書では、原子力発電所の新設プロジェクトにおいて、所有者や建設エンジニアリング会社に建設設計上の支援を英国が提供できるかどうかにも調査した。現在のところ、原子力発電所建設計画の管理運営ができると思われる英国企業は1つもない。しかし、確かな国際経験を持ち統合された管理チームが複数の組織をまとめるすぐれたプロジェクト実施手段によって、大規模で複雑なプロジェクトを遂行する能力があることは、実証されている。

5.1.7 大きなプロジェクトを国際的に運営し、英国内の原子力発電所新設工事において設計作業の多くと建設作業の大半を実施できる能力を備えた、英国の大手建設エンジニアリング会社はいくつかある。報告書では、大規模なインフラプロジェクトにおいて世界中で一般的に行われているように、この作業の多くも英国と国際企業の両方を含む合弁企業によって進められることになると予想していた。

産業能力
原子炉と機器の製造および設置

原子炉圧力容器					
格納容器構造物					
原子炉容器上蓋					
蒸気発生器					
加圧器					
制御棒駆動装置 (CRDM)					
原子炉格納容器ライナー/容器					
主電源補助装置					
タンク、容器、熱交換器					
原子炉一次冷却材ポンプ					
ポンプおよび弁					
機械設備モジュール					
原子炉格納容器ポーラクレーン					
クレーン (ポーラクレーンを除く)					
一次系配管					
安全上重要な配管					
常用系配管					
安全上重要な EC&I (電気制御および計装)					
常用系 EC&I					
HVAC (換気空調系)					
原子炉一次系の設置					
タービン/発電機					
非常用ディーゼル発電設備					
送電および配電					
放射性廃棄物処理設備					
水処理装置					
一般電気工作物					
防護設備					
鍛造材(超大型を除く)					
機械装置					
電気装置					
* 安全上重要なタンクなどでは能力がもっと低い場合がある	主要企業	支援企業	技能	経験	設備

備考			
大手企業	5社以上	3~5社	2社以下
支援企業	5社以上	3~5社	2社以下
技能	十分な技術能力を備えている	ある程度の投資により能力を備えている	技能が不足しており、特別な注意が必要である
経験	原子力市場で現在経験している	原子力または関連市場である程度の経験を有している	経験が不足しており、特別な注意が必要である
施設	現在十分な能力を備えている	ある程度の投資により能力を備えている	多額の新規投資をせずに、機能が足りない

能力改善に向けた行動

5.1.8 政府と産業界は、英国産業界が新規の原子力計画に参加できるようにするために、その専門技術、潜在的な能力、競争力を改善するいくつかの活動を協同して実施している。

5.1.9 政府は、2012年12月に、「原子力産業サプライチェーンのアクションプラン (Nuclear Industry Supply Chain Action Plan)」を発表した。このプランには、政府と原子力産業が協同して担当する30の行動が含まれている。

5.1.10 NIAは、計画管理委員会 (Programme Management Board :PMB) を設置している。これは、原子力発電所新設に関わる開発企業、技術ベンダー、政府およびステイクホルダーが参加し、原子力発電所の新設計画に影響を及ぼす共通問題を特定することを目的としている。たとえば、業界の支援の下に、英国のサプライチェーンが計画への参加に備える場合の課題や、能力の改善が必要な箇所を特定するために、英国準備計画 (UK readiness programme)を開発しようとしている。また、建設ベストプラクティスフォーラム (Construction Best Practice Forum) を開催し、主要な建設及びインフラプロジェクトのベストプラクティスが、原子力発電所新設計画においても確実に適用されることを目指している。

5.1.11 さらに sc@nuclear という活動計画により、サプライチェーンが原子力発電所の新設から生じる機会をよく理解し、企業がその能力を改善することを目指している。

5.1.12 政府は、業界の支援の下にロザラムにある原子力先進製造研究センター (Nuclear Advanced Manufacturing Research Centre: NAMRC) に投資を行うことにより、先進製造工程と技術を原子力産業に取り込むための研究・技術を支援している。NAMRCは、企業がその品質やその他の基準を改善して、原子力産業における競争力をつけるための支援も計画している。

(2) 英国原子力産業の観点から見た日本原子力産業の課題

5.2.1 原子力発電における英国の経験は、英国だけでなく他の国にとってもさまざまな教訓になっている。ただし、日本の産業・社会の現況に対して、我々がこれらを教訓として説明できるとは考えていない。それは日本の組織が行うのがベストである。

5.2.2 日本は、新たな原子力への国内需要が下がったときにおいても、原子力産業の能力を持続させる独自の方法を見つけなければならない。ただし、英国の経験から得た以下の考察は、その方法を見つけるための情報として役立つと思われる。

- 新型原子炉その他の技術の設計においては、その設計による建設および運転が実際に可能かどうかを十分考慮しなければならない。その設計が、事業者や電力会社にとって魅力があり、繰り返し発注する対象になると確信させるためには、運転して証明することが望ましい。
- 国内需要が低下した場合、企業は多角化の選択肢を探ろうとするかもしれないが、他の部門への参入を押し進める前に、それが商業的技術的に様々な要因を持っている可能性を慎重に考慮すべきである。多角化における企業の経験は様々であり、良い結果だけでなく、数えきれないほどの困難にも直面する。
- 国際化は、国内発注の急減に対する英国企業の対策として重要であった。しかし、英国産の原子炉設計を国際化できなかったために、原子力技術を輸出する機会が制約されることになった。ただし、日本の立場は異なる。
- 英国が PWR 計画を放棄したのは、原子力に反対する政治的意思決定の結果ではなく、市場構造と市場条件の結果であった。当時は進んで長期投資を行うような状況ではなかったのである。
- 英国は、原子力発電所におけるすべての産業力を失ったわけではない。能力を失ったのは、産業空洞化と当時の市場状況により全産業に共通して失われた部分であった。
- 情報を公開し透明化することにより、原子力に対する党派を超えた支持、およびステイクホルダーの支持を維持することが重要である。
- 英国は、懸念を解決するために単に技術的な言い分に頼るのではなく、真剣な取組みと対話によって、ステイクホルダーの信頼を構築するという良い経験をしている。
- 英国は廃炉計画の構築に成功しており、さらにそれを実施する実績のあるサプライチェーンも存在している。
- 英国内の原子力発電所新設市場は現在復興中であり、英国企業は日本企業といつでも提携する用意がある。提携すればどちらも恩恵を被ることができる。

附属書 A

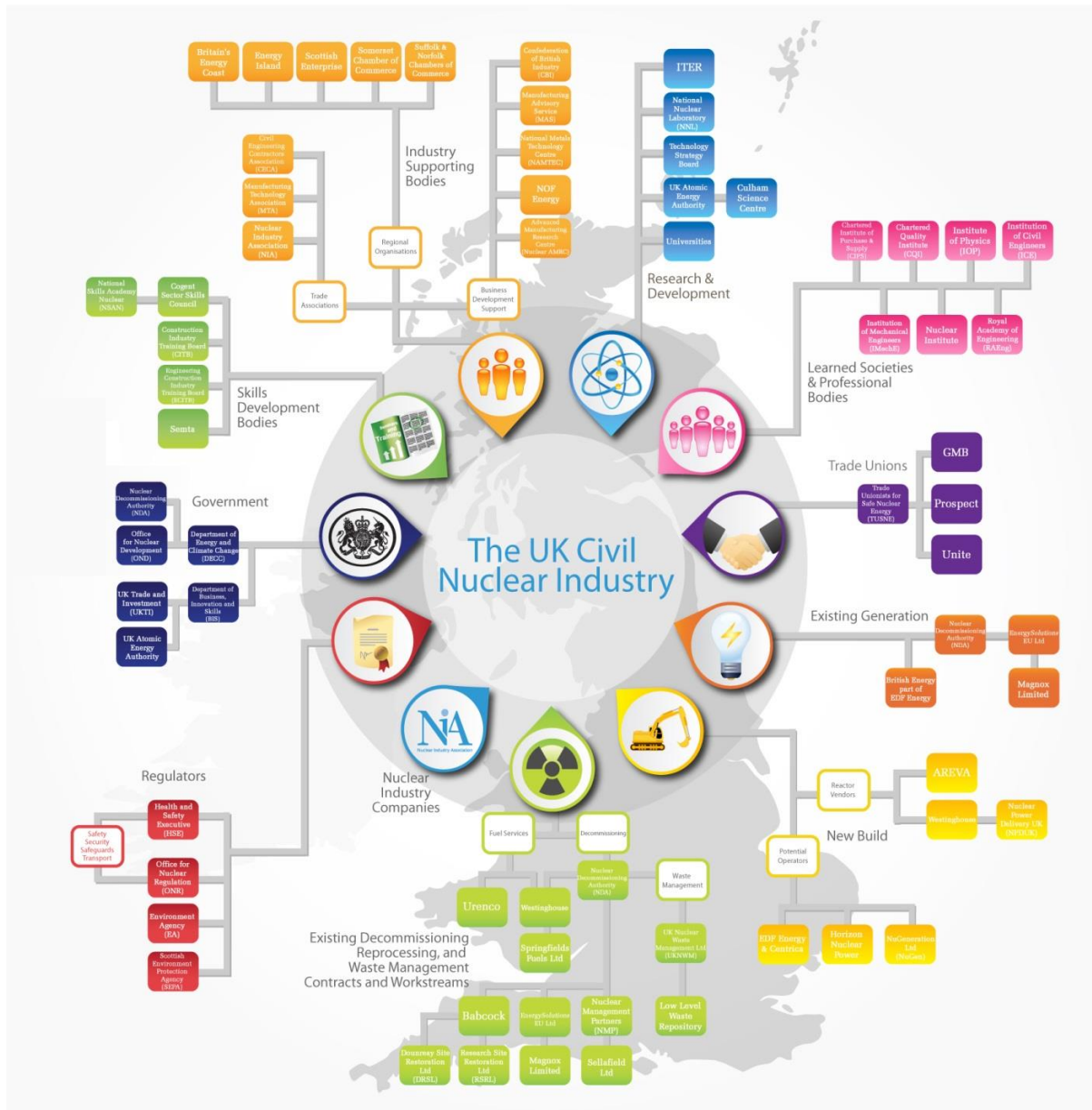
大学研究センター

<p>アバディーン大学(University of Aberdeen)</p> <p>化学、生物学および自然科学大学院、建設および修復研究グループ (Construction and Remediation Research Group, Chemistry, School of Natural and Physical Sciences)</p>	<p>現在、セメント水和と耐久性の基礎研究のほか、原子力廃止措置を含む廃棄物管理への応用にも取り組んでいる。</p>
<p>バス大学(University of Bath)</p> <p>原子力エネルギーグループ(Nuclear Energy Group)</p>	<p>コアコンピタンスは、黒鉛をはじめとする核物質、廃止措置、機械設計、エネルギーシステムである。</p>
<p>バーミンガム大学(University of Birmingham)</p> <p>バーミンガム原子力教育研究センター(The Birmingham Centre for Nuclear Education and Research)</p>	<p>原子力工学、廃棄物管理および廃止措置。</p>
<p>ブリストル大学(University of Bristol)</p> <p>システム性能センター(Systems Performance Centre)</p> <p>安全システム研究センター(Safety Systems Research Centre)</p>	<p>ブリストル大学とブリティッシュエナジー社の産学連携により、支援技術と専門知識を提供し、システムベースの解決策に取り組んでいる。</p> <p>安全かつ信頼できる設計、コンピュータベースシステムの運用・維持に関する課題に取り組んでいる。</p>
<p>オックスフォード大学(University of Oxford)</p> <p>核融合および核分裂エネルギー用材料(Materials for Fusion & Fission Power)</p>	<p>高流量高温のニュートロン環境に適した合金の開発と適用において重要な構造健全性問題を、マイクロ組織レベルで完全に理解することを目指す協同計画である。</p>
<p>ブリストル大学とオックスフォード大学は、原子力協同研究センターを設立して、現在および今後の世代の原子力システムの安全運転を支援するための研究を行っている。同センターは、EDF エナジー社、ロールスロイス社および AWE 社と戦略提携を結んでいる。</p>	
<p>ケンブリッジ大学(University of Cambridge)</p> <p>ケンブリッジ原子力エネルギーセンター(Cambridge Nuclear Energy Centre)</p>	<p>現在の主な関心は、トリウムを燃料とした、発電用の加速器駆動未臨界炉(ADSR)の設計にある。</p>
<p>カーディフ大学(Cardiff University)</p>	<p>放射性廃棄物の深地層処分に関する基本研究と応用研究を行っている。</p>

工学大学院、地球環境研究センター (Geoenvironmental Research Centre, School of Engineering)	
ハル大学(Hull University) 工学部(Department of Engineering)	材料加工性能グループ(Materials and Process Performance Group)は原子力研究を主に行っている。現在、進めているのは、英国のガス冷却炉の炉心設計の有効性、特に材料性能の研究である。
インペリアルカレッジロンドン(Imperial College London) 原子力工学センター(Centre for Nuclear Engineering)	機械、化学、材料工学、モデリングおよび放射生態学などいくつかの学科が集まっている。
キングストン大学ロンドン(Kingston University, London) 工学部、複雑系流動システム研究グループ (Complex Flow Systems Research Group, Faculty of Engineering)	空気力学、熱流体力学、エネルギーシステム、粒状流など複数の学問領域にまたがる研究を行っている。
ランカスター大学(Lancaster University) 工学部、制御計測研究グループ (Control and Instrumentation Research Group, Department of Engineering)	広範囲の自律プラットフォームにおける計測と一般制御の組合せに関して、複数の学問領域にまたがるチームが研究を行っている。
ローボロー大学(Loughborough University) 化学科、環境放射化学研究グループ(Environmental Radiochemistry Research Group, Department of Chemistry)	放射性廃棄物の処分の地球化学を中心とした学際的研究を行っている。
マンチェスター大学(University of Manchester) ダルトン原子力研究所(Dalton Nuclear Institute)	原子炉技術、廃止措置、放射性廃棄物管理、核医学を含む学際的研究を行っている。
オープン大学(The Open University) 材料工学(Materials Engineering)	発電所の溶接部における残留応力、原子力発電所向け高温材料の性能などを含む、原子力に関連した研究を行っている。
シェフィールド大学(University of Sheffield) 固定化化学研究室(Immobilisation Science Laboratory)	放射性廃棄物および有害廃棄物の固定化のための廃棄物形態(ガラス、セラミックおよびセメント)の研究。

附属書 B

英国民生原子力産業構成図



本マップのインタラクティブバージョンは、NIA のウェブサイトを参照のこと。

<http://www.niauk.org/nia-industry-maps>