

[www.defra.gov.uk](http://www.defra.gov.uk)

# 気候変動への適応： 主要部門の気候変動適応に向けた支援

適応報告指令の政府報告書

2012年3月

PB 13740

## 目次

イントロダクション	Page 3
適応報告指令の目的	Page 4
要旨	Page 4
評価プロセス	Page 5
航空部門	Page 8
配電部門	Page 22
発電部門	Page 42
送電部門	Page 60
ガス輸送部門	Page 72
道路および鉄道部門	Page 88
港湾および灯台部門	Page 102
公共部門	Page 117
水道部門	Page 131

※本翻訳は、目次においてマーカーで示されている章を対象としている。

## イントロダクション

2008年に施行された気候変動法は、主要組織<sup>1</sup>の適応行動の促進を目的に、国務大臣へ適応報告指令（Adaptation Reporting Power）を与えた。

報告を求められうる組織は潜在的に数千に及んでいたにも関わらず、第1期の戦略（the first strategy）における指令の行使では91組織のみを対象としていた。これら91の組織は、国にとって戦略上重要な部門であるエネルギーや輸送、水分野における国家インフラに対して大きな責任を担っている。

12の組織が追加的に報告への勧告に応じた。これら12の組織は以下の理由により、どちらかという指示されたのではなく、報告するように勧告された。

- 報告組織（adaptation authorities）の法的定義に含まれなかったが、英国における日常生活の継続的な働きにおいて重要であると考えられた。

あるいは

- プロセスにおいて報告組織に含まれることを望み、適応の規範とみなされることに意欲を示した。

適応報告指令（Adaptation Reporting Power）は、以下を含む報告書の提出を組織に要求する権利を国務大臣に与えるものである。

- 組織の機能に関連する現在および将来における気候変動の影響の評価
- 気候変動への適応にむけた組織の提案と方針の声明

実際のところ、これは気候変動による組織機能へのリスクと機会を自身で評価することが求められていることを意味する。

---

<sup>1</sup> 適応報告指令は、1990年の都市・農村計画法（the Town and Country Planning Act）や1997年のスコットランドにおける都市・農村計画法、1991年の北アイルランドにおける計画の下で、「公的な機能を有する人物や団体」あるいは法廷納税者として定義されている報告組織に適用される。

## 適応報告指令 (Adaptation Reporting Power) の目的

適応報告指令 (Adaptation Reporting Power) の第 1 期は、気候変動の影響を受けやすいと考えられているインフラおよび基幹サービスの責任を担う主要組織に焦点を当てた。第 1 期の戦略の目的は、公共及び民間部門諸機関に課される以下報告の負担を最小限に抑えるのに見合うものとする事と、気候変動適応についての報告がすでに規制で義務付けられている組織の特定を回避することにあった。

適応報告指令の第 1 期の主目的は、気候変動が自身の活動にもたらす危険性を、選出された組織に理解させ、気候変動に対処する計画を立てることであった。

適応報告指令により、政府およびその他（例：適応小委員会<sup>2</sup>、規制機関、投資家）は以下に関する優れた情報を得ることができた。

- 主要インフラ部門における準備の水準および当該部門への危険性
- それに基づき各組織がとった対応策
- 政府およびその他（例：規制機関、研究・学術界）の行動が必要となる領域

## 要旨

主としてエネルギー、運輸、水道部門の 103 組織が、適応報告指令 (ARP) に従い、環境食糧農村地域省 (Defra) に報告書を提出した。報告書により、これら各組織が気候変動の危険性を評価していること、また多くの場合、その危険性を緩和するうえで適切な体制を整えていることが示された。

各種部門、および当該諸部門の各種組織は、気候変動適応の検討において異なる段階にある。ARP をきっかけにして、多くの組織が正式に、場合によっては初めて気候変動の危険性および適応対策を検討することが分かった。適応報告および各部門を対象とする Defra 主催のワークショップにおいて広く認められる成果のひとつは、組織および取締役会レベルで気候変動の危険性を大きく可視化させ、これらの危険性の管理が企業危機管理プロセスに組み込まれるようになったことである。

組織によっては、気候変動への適応をすでに組み込んでおり、また、気候変動が事業に及ぼしうる影響についてすでに研究に着手している、あるいは将来の気候変動に備え、適応対策を取っている。本報告の実施プロセスを通じて、多くの組織が気候変動の危険性においてステークホルダーを関与させ、協力して部門間の相互依存性の特定に努めた。

---

<sup>2</sup> <http://www.defra.gov.uk/environment/climate/government/risk-assessment/>

同様に報告のプロセスから、気候変動への適応において想定される障壁に対して認識が高まり、そうした障壁を克服する対応策も知られるようになった。

全体に、ARP プロセスによって、報告組織が気候変動リスクの軽減に努めていること、また英国が将来の気候変動に対する対応能力を高めていることが、実証された。

## 評価プロセス

報告は以下によって評価された。

- **Defra の気候変動適応プログラムチーム** – 報告書を審査し、対応への障壁とリスク間の相互依存性を確認。
- **クランフィールド大学** – クランフィールド大学リスク研究センターのリスク専門家が、各適応報告書のリスク評価法と結果を「独立して分析」。
- **主要政策政府機関** – 関連省庁（例：航空部門については運輸省）および権限を委譲された行政機関の政策担当責任者が、必要に応じて、政策の観点から適応報告を評価し（今後の活動を教示）、情報の欠落と対応への障壁を確認。

## 概要報告書

103 の報告組織の内、ほぼ全ての組織は 9 部門<sup>3</sup>に区別することができる。

- 航空部門
- 配電部門
- 発電部門
- 送電部門
- ガス輸送部門
- 港湾・灯台部門

---

<sup>3</sup> I.C.T 部門と健康部門のサマリーについては作成されていない。これは、第 1 期の報告において、これらの部門の取り組みは部分的であったため、完全かつ正確な説明がなされていないと考えられるためである。その結果として、Ofcom と Monitor による報告は本文書に含まれていない。

- 公共部門
- 道路および鉄道部門
- 水道部門

本報告書には各 9 部門のための章が構成されており、各内容については、クランフィールド大学や省庁の関連する政策チームによる助言や報告組織との協議に基づいている。これらのサマリーの章は、適応報告指令（ARP）から出された広範な部門全体の結果を示すことを狙いとしている。これらの各章を議論するために全分野でワークショップが開催され、追加的にフォローアップ会議や報告組織との協議が行われた事例もある。

これらの報告書で言及されているリスクは、各報告組織が有する機能に対して、それぞれの報告組織が特定したリスクであり、英国の気候変動リスク評価（UK's National Climate Change Risk Assessment<sup>4</sup>）において示されている Defra による気候変動リスクの評価ではないことに注意が必要である。今後改訂される英国の気候変動リスク評価<sup>5</sup>では、適応報告指令（ARP）報告書の情報を利用し、評価可能なリスクに対する英国の気候レジリエンスのベースラインを構築する。

Defra の全国気候変動リスク評価と適応報告指令（ARP）の下で提出された報告は、政府が適応への政策や行動を示す国家適応計画を策定するためのエビデンスの一部として使用される予定である。

各章の構成は以下の通りである。

- 知見の要約
- 報告組織が特定した重要な気候変動リスク
- 業界全体の強み
- 更なる研究が必要な領域（必ずしも報告組織が自身で調査する領域ではないことに留意）
- 最新動向
- 障壁（報告組織によって特定された適応に対して）
- 相互依存性

---

<sup>4</sup> <http://www.defra.gov.uk/environment/climate/government/risk-assessment/>

<sup>5</sup> 5 年ごとに実施される。

- 該当部門に関連する報告組織リストの付属書.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> 規制当局は規制対象部門を定めており、Ofgem は全てのエネルギー部門のサマリーに含まれる。

[www.defra.gov.uk](http://www.defra.gov.uk)

# 気候変動への適応： 主要部門の気候変動への適応を支援する

適応報告指令（航空部門編）

2012年3月



## イントロダクション

適応報告指令に基づく報告指示を受け、イングランド、スコットランド、ウェールズの 9 つの空港、民間航空局（CAA）、ならびに航空管制公社（NATS）は 2011 年、適応報告書を Defra に提出した<sup>7</sup>。これらの報告書は、Defra の気候変動適応チーム、運輸省の政策チーム、クランフィールド大学リスク研究センターによって検討され、2011 年 10 月にテイラー卿によって公表された<sup>8</sup>。

本報告は、それらの報告書から得られた知見の要約であり、以下の項目に重点を置いている。

- 報告組織が確認した航空部門の気候リスク
- 業界全体の強み
- グッドプラクティス事例
- 更なる研究が必要な領域
- 最新動向とテーマ
- 障壁
- 相互依存性

組織の所在地が多様であるため、地域の条件によって気候の問題は異なる。

---

<sup>7</sup> 報告指示を受けた全空港のリストは別紙 A に記載。

<sup>8</sup> <http://www.defra.gov.uk/environment/climate/sectors/reporting-authorities/reporting-authorities-reports/>

## 知見の要約

クランフィールド大学、運輸省政策チーム、Defra 気候変動適応チームによる報告書の評価は以下の通りである。

- 気候変動リスク評価は、航空部門の企業リスク評価プロセスに組み込まれている。
- 気候リスク評価において、同部門は気候変動に関するデータ（例：UKCP09）、情報、知識、ツールを有効に利用している。
- リスク評価が事業行動に優先順位をつけ、柔軟な適応対応が展開されている。
- 気候変動の不確実性と、同部門に対する影響の問題は、更なる検討を必要とする。

## 部門にとっての主な気候リスク

本稿は、航空部門にとってのあらゆるリスクの網羅的なリストではなく、航空部門が確認した主な気候リスクの概要である。各組織が直面しているリスクの更なる詳細は、各自の適応報告書に記載されている<sup>9</sup>。これらのリスクは、Defraではなく報告組織が確認したものである。

### 天候リスク

**異常気象の増加** – 到着地変更、遅延、空港閉鎖の可能性あり。損害貨物および航空貨物保管スペースのひっ迫（貨物航空機が空港から離陸できない場合）により、ビジネス上の損失が生じる可能性もある。これらは全て風評被害および財政的影響に繋がる可能性がある。

**気温上昇/熱波** – 猛暑により、滑走路やエプロンの表面および表面下損傷が増加する可能性あり。航空機タイヤへの付着や地盤沈下のリスク増加も考えられる。空港ビルの過熱のため、冷却ユニットおよび冷却システムが必要になる可能性がある。

乗客、スタッフ、特に社会的弱者への熱ストレス。（干ばつ、雷の増加と合わさって）火災リスク増加につながる可能性もある。

**降雨量増加と洪水リスク** – 表流水の氾濫および排水能力超過の原因となり、航空交通容量の減少と事故の危険性をもたらす。舗装エリアからの排水が増加することで滑走路に滞水が生じ、航空機の着陸や地上走行が危険になる。

異常気象時の除氷液の使用により表流水が汚染される恐れがある。排水同意の違反へとつながりうる。

冬季の降雨で航空機上に氷が形成される恐れがある。除氷行為が乗客、乗務員、スタッフおよび重要な補給品の流れを

### 気候リスクの管理

ガトウィック空港では2010年末に、大量の積雪を体験した。二度にわたり、短時間だが同空港は閉鎖された。クリスマス直前であったため、旅行を予定していた乗客数は24万人にもものぼっていた。

同空港の各パートナーと共同で対策を実施し、ワークショップや机上の訓練を行って雪による閉鎖への対処を改善した。

さらにガトウィック空港では2010年夏、60万ポンドを投じて除雪機器をアップグレードし、除氷装置の保管施設を改善。それ以外にも同空港では800万ポンドを費やして除雪車両の台数を倍増、除雪能力をオスロ空港に匹敵するほどのものに増強した。

<sup>9</sup> <http://www.defra.gov.uk/environment/climate/sectors/reporting-authorities/reporting-authorities-reports/>

妨げ、地上の移動ネットワークを混乱させる可能性がある。

**霧発生時期の変化** – LVPs (low visibility procedures) により混乱が高まる可能性あり。エアサイドのメンテナンス活動も制限される可能性がある。

**雷の増加** – 対流性暴風雨を回避するため、フライト経路および旋回待機地変更の原因となりうる。給油活動の停止と管制システムの混乱につながる可能性がある。

**凍結/融解影響の増加** – 冬季の気温が変化しやすくなると地上が損傷され、地下ユーティリティおよびインフラが破砕する危険性がある。

### 一般的リスク

**相互依存性** – 運輸部門、水道部門、エネルギー部門、電気通信部門において幅広く相互依存性が認められる。

**グローバルなリスク** – 疾病、伝染病、パンデミックの分布が変化する可能性あり。渡航禁止令あるいは空路による旅行の需要低下をもたらす。目的地の空港の気候変動リスク、ならびに気候変動緩和努力/行動変化に起因する空港への幅広い影響。

**沈下** – 地下水面の変化により、沈下の可能性が高まる場合がある。

### 航空管制固有リスク

**卓越風条件の変化** – 離着陸における速度減少をもたらし、滑走路の使用に影響を与え、バックログや遅延を引き起こす。現在の気候予測は卓越風の変化の可能性を示唆していないが、恒久的変化により、滑走路の向きの再調整が必要になる可能性がある。

**ジェット気流の動き** – 航空機の移動パターンおよびセクター負荷が変わることで、望ましい大西洋横断経路がNATS 管制空域外北部へ変更される可能性がある。

**低気圧による暴風と高風速の増加** – 航空交通量の減少、航空機間隔の確保、進入復行の増加を引き起こし、遅延とバックログ、ならびに短期間の滑走路閉鎖につながる可能性がある。

## 強み

適応報告では、航空部門における多くの強みが確認され、報告組織が気候変動リスク評価に踏み出していることが示された。

**関連スタッフ/部門の関与** – 報告組織の多くは、潜在的気候変動リスク評価の際に、主要スタッフおよび部門を関与させている。例えば、ルートン空港は、部門のシニアマネージャーおよびディレクターと報告プロセス導入に向けたワークショップを開催し、さらに、重要な業務機能周辺のサブグループともワークショップを開催し、それをもとに業務領域が直面するリスクを評価した。

**ステークホルダーや相互依存関係にある主体との積極的な関与** – 適応報告によれば、航空部門の報告組織の多くが、多様なステークホルダーや気候変動リスク管理および適応に関係する相互依存関係者に積極的に関与しており、気候変動リスクに取り組む上での協力関係の必要性を認識している。

**既存の企業リスク評価手法を使用して評価されたリスク** – 気候変動リスクの評価にあたり、全ての報告組織が既存の企業リスク評価手法と基準を使用した。これにより、気候変動リスクの既存リスクとの比較、および企業リスク管理プロセスへの組み込みが可能となった。

## 気候変動適応の組み込み

気候変動は、バーミンガム空港の企業リスク管理レジスタおよび環境管理システム（EMS）に含まれている。また、スタンステッド空港の適応対応は、既存の持続可能性とリスクガバナンスフォーラムによって監督されることになる。

## 他者を適応に関与させる

カーディフ空港はNATS、航空会社オペレーターなど多様なステークホルダーと協議した。また、ウェールズ議会は、注意喚起セミナーを航空会社と共同開催することを検討している。

それによってカーディフ空港は、ウェールズ議会、政府とより緊密に協力する機会を認識した。

**リスク管理プロセスへ気候変動を組み込んだことの裏付け** – 航空部門の報告組織は、気候変動リスク管理を組織内に積極的に組み込んでいる。

**適応に向けた明確な時間スケールと責任** – 多くの適応報告において、明確な実施時間スケールや責任の所在など、適応行動の概要が述べられている。ヒースロー空港のリスク管理マトリクスは、事業単位のリスクオーナーおよび責任者となる役員の詳細を規定し、3年以内の完了が想定されている「行動」および「準備」タスクを伴っている。

**気候変動リスクの継続評価と監視の計画** – 複数の報告書に、気候変動リスクの継続評価と監視に関する部門の計画が詳述されていた。例えば、スタンステッド空港の適応報告では、空港の排水インフラを監視、検査するための多くの行動案が詳述されていた。

**適応報告指令が変化をもたらしたエビデンス** – 部門の報告組織の中には、適応報告指令が、組織内の気候変動リスクの理解と管理の水準に変化をもたらしたと指摘したものもあった。NATS は、気候変動リスク評価が多くの対応につながったと指摘した。例えば、資産管理や投資、戦略的プロジェクト、サプライヤーのレビュープロセスに気候変動が含まれるようになった。

#### 適応応答可能性の評価

マンチェスターおよびイーストミッドランズ空港は、リスクと機会を確認するために幹部メンバーとワークショップを開催し、重要度のランク付けを行った。議論の後でランク付けを行うために電子投票システムが使用された。これにより、ワークショップ出席者の評価の相違を分析し、意見の一致や不一致を評価することが可能であった。

結論は「監視指示」、「調査」、「行動」に分類された。例えば、このプロセスでは、冬季降雨量増加リスクに対し、表流水排水システムの容量を増やす措置の概要が述べられた。

## 更なる研究が必要な領域

航空部門の報告を検討した結果、将来的に更なる研究が望まれる多くの領域が明らかになった。

**気候変動がもたらす行動変化** – 気候変動が旅行の需要および行動に変化をもたらす可能性がある。旅行の需要への肯定的および否定的な影響あり。

**貨物流動へのリスク** – 気候変動は、貨物業務および国際的な貨物流動に混乱をもたらす可能性があり、また、郵便業務などと相互依存的となっている。特定の貨物リスクの可能性も存在しており、例えば、家畜に関しては既存の施設に気候変動適応が求められるかもしれない。

**風評被害および財政的リスク** – 2010年の降雪がもたらした混乱のように、悪天候や気候事象は航空サービスに混乱をもたらす可能性があり、場合によっては、航空業務の一時停止へと繋がらう。風評被害および財政的リスク、特に保険料の引き上げは、航空部門にとっての懸念材料として留意されている。

**適応投資の問題** – 特に規制資本投資、長期の時間スケールおよび不確実性を伴う投資の意思決定に影響する。極めて不明確かつ低頻度のリスクのための設備、インフラ、研修投資が必要となる可能性あり。

**気候変動の不確実性の克服** – 気候変動の不確実性が組織にもたらす困難を理解し、それに対処するための研究。

**騒音リスク** – 多くの空港運営者が、気候変動に伴うフライトパターンの変化や気温上昇<sup>10</sup>により、地域コミュニティの騒音リスクが増加する可能性に留意している。カーディフ空港の報告書には、気温のピーク時に近隣住民からの騒音苦情が増加すると記されている。

**大気質リスク** – 気温上昇および熱波が大気質を低下させる可能性あり。特に、呼吸器および心臓に問題を抱えている社会的弱者にリスクをもたらす。

**救急サービスおよび安全性への影響** – 気温上昇に伴う、野火などのリスク増加の可能性あり。耐火および新たな管理が求められる可能性もある。気候変動下での救急サービスへのアクセス、ならびに外部の需要増が調査、計画される必要があるかもしれない。

---

<sup>10</sup> 低空気密度の相殺に航空機離陸時の推力を高める必要があるためである。

**従業員への影響** – 従業員の福祉、生産性の低下、熱ストレスのリスク、疾病リスクの増加、スタッフの関係の変化、社内専門知識および知見に関する問題。

**野生生物および植生の変化** – 移動パターンの変化および植生の成長の変化に起因する、バードストライクの可能性あり。

**相互依存性** – 交通網、水道、エネルギー部門、計画協定、電気通信サービスとの幅広い相互依存性。気候変動適応の方法についての相互依存組織の認識の欠如、および適応計画/準備をめぐる第三者との紛争の可能性あり。相互依存性克服のために、地域および中央政府を巻き込んだのアプローチ統合を求める声が存在している。

**飛行場設計基準** – いくつかの空港に関して、現在の飛行場設計基準では保護のレベルは低いように思われる（5年に1度の嵐から洪水を防ぐ、地滑り区域については10年に1度）。想定される気候変動に合わせ、変更が求められる可能性がある。

**気候変動の予測と情報** – 異常気象、嵐の頻度と強度、降雪頻度、風速、風向き、霧の状況、大気質、霧、雷の予測について、更なる情報が必要とされる。

**その他** – 地盤移動のリスク、航法援助の乱れ、メンテナンス費用増加の可能性あり。



## 最新動向

航空部門による適応報告を検討したことで、気候変動リスクの評価および適応プログラム開発において、各空港が様々な段階にあることが明らかになった。しかし、共通した問題および動向が複数の報告書に見られ、業界横断的な行動が求められている。

2010年冬季、複数の空港で業務が一時中断し、その影響が適応報告および冬季の悪天候がもたらすリスクの考慮に明確に反映されている。

**閾値** – 報告組織の多くが、自身の事業に影響を与える気候変動の閾値を認識しているように思われる一方、まだ潜在的な気候変動の閾値の評価を行っておらず、更なる研究と監視の必要性を認識していると記した組織もあった。しかしながら、適応報告によれば、天候がどのように業務に影響を与えるかを、航空部門は明確に認識しており、それは天候に関連する不測事態対応計画および手続きに反映されている。

**リスク評価** – 同部門が行ったリスク評価の質は概ね優れたものであり、多くの報告書がリスク評価手法に関する詳しい説明を含んでおり、起こりやすさと結果の分類を明確に定義している。

多くの報告書において、環境庁による洪水危険性マップなどの支援情報が用いられ、また UKCP09 を利用して気候変動感度が試験されていた。全ての報告書で、将来の様々な時間スケールにおけるリスクが評価され、その評価の信頼度が含まれている。

**更なる行動案** – 全体として、ハードインフラの適応とは対照的に、適応行動のモニタリングおよびレビューなどの更なる研究が重視されている。

多くの組織が、気候変動に強い投資を積極的に計画している。インフラに対する近年の投資あるいは計画されている投資に言及している組織もあるが、気候変動が考慮されているかどうかは不明である。

**研究プログラムの不足** – 少数の報告組織が気候変動リスクの研究に資金提供を行ったと思われる一方、他の部門とは異なり、研究プログラムに同部門が関与してい

ることを示唆するエビデンスは、あったとしても極めて少ない。

**コンサルタントの使用** – 全報告組織のうち3組織を除き、リスク評価において外部コンサルタントによる支援を受けた。

## 利益と機会

**再生可能エネルギーの自己発電** – 多くの空港運営者が、バイオマスや太陽光発電などによる再生可能エネルギー発電の可能性を強調した。

**エネルギー費用の削減** – 将来の気温上昇により、暖房を使用する季節が短くなる可能性がある。しかし、冷房需要の増加がそれを上回る可能性もある。

**新管理プロセスとポリシー** – 省エネおよび節水の強化、冬の湿度上昇から雨水を活用できる機会の増大、冬の気温上昇によりアウトドアシーズンが長くなるなど。

**パートナーシップの機会** – 気候変動への適応は、ステークホルダーおよび相互依存関係にある主体と緊密な協力関係を促進する機会であると捉えている組織もある。

**乗客の流動と渡航先の変化** – 特に他国およびその空港が適応に失敗した場合、英国がより好ましい休暇先と見なされる可能性がある。

**霧と降雪の頻度低下の可能性** – LVPs (low visibility procedures) の頻度低下、冬季の乱れや氷結防止の必要性の減少につながる。

## 障壁

航空部門が気候変動に適応する際の課題として、適応報告において多くの障壁が確認された。

## 投資の課題

- 空港には、投資回収の短期の時間枠があるが、気候変動においては株主にとって魅力的ではない長期投資が必要となる。

- 財政的不確実性および資源制約。20年の時間スケールの空港事業計画ですら、気候変動の準備には十分な長さではない。

### 規制上の障壁

- 投資規制上の制約 – 空港の資本投資プログラムは、CAA および空港法により5年間に規制されており、費用は事前の合意を要する。この周期は気候変動に関わる長期の時間スケールには適していない。
- 法律上の制約の増大や増税など気候変動関連の規制が、適切なインフラに投資する空港の能力に影響を及ぼす可能性がある。
- 飛行場および航空安全性規制。
- 許可に関する規制。夜間飛行割当および騒音フットプリントなど。

### 情報の欠落

- 気候科学と将来の見通しにまつわる不確実性。
- 同部門にとって重要な風、霧、雷といった気象変数に関するデータの欠如。
- 地表流および排水システムから得られる、洪水に関する情報の欠如。
- 政策情報の欠如。ウェールズ議会は「気候変動のレジリエンス構築」ガイダンスをまだ発表しておらず、地域の地表水管理計画および地域交通計画も未発表である。

### その他の障壁

- ステークホルダーによる気候変動リスクの承諾と認識。
- 気候変動/科学的理解だけでなく、将来の業界動向と発展の不確実性。

- 適応への物理的制約。例えば、施設内での補給品保管能力の制限、空港の物理的な位置や古いインフラが課す空間上の制約、および滑走路容量の制約。
- スキルおよび専門知識へのアクセスは困難であるため、今後気候変動から発生する影響は、完全には理解されない。

## 相互依存性

適応報告書により、相互依存性のある数多くの組織、ならびにその多くの分野横断的な相互依存性を示す政策が明らかにされた。以下の広域グループが確認された。

<p><b>公共部門の機関と規制機関</b> – 英国政府、地方分権政府、スコットランド環境保護庁、環境庁、民間航空局、地方自治体、健康保護庁、健康保護機関（国民健康サービスなど）、警察、消防署、安全衛生庁</p>	<p><b>交通/地上アクセス</b> – 道路網 – 道路庁/ 高速道路機関、地上交通事業者およびインフラ、ネットワークレイルと運転業者、バスおよび長距離バス会社、タクシー会社、人員輸送、レンタカー、駐車場</p>	<p><b>航空部門</b> – 航空交通業務、航空会社、エアポート・コーディネーション・リミテッド、ヒースロー空港運営委員会、空港運営者、国際航空機関、地上取り扱い/手荷物取り扱い業者</p>
<p><b>エネルギー供給/ユーティリティ</b> – 燃料供給と流通 – 英国石油パイプラインシステム、製油所、現場での供給者、航空機燃料インフラ、電力会社、</p>	<p><b>ステークホルダー</b> – 地域団体、周辺の土地利用者、労組、RSPB</p>	<p><b>その他第三者サービス</b> – 敷地外資産、地主、商業サービス/テナント、小売、売店、販売パートナー、小売チェーン、輸送/運搬およびロジスティック会社、</p>

全国電力網、ガス会社、水道会社、ICT/電気通信供給

メンテナンスエンジニア、清掃スタッフ/請負業者、ケータリング、ホテル、銀行サービス、施設管理、排水エンジニア、造園会社、貨物業界、除氷剤供給者、獣医師、医療関係者、気象庁/気象データ供給者、大学研究所、コンサルタント会社

## 別紙 A

適応報告を提出した航空部門の全報告組織リストである。

1. バーミンガム空港
2. カーディフ国際空港
3. イーストミッドランズ空港（マンチェスター空港との共同報告）
4. エディンバラ空港
5. グラスゴー国際空港
6. ロンドン・ガトウィック空港
7. ロンドン・ヒースロー空港
8. ロンドン・ルートン空港
9. ロンドン・スタンステッド空港
10. マンチェスター空港（イーストミッドランズ空港との共同報告）
11. NATS（航空交通管理）
12. 民間航空局（航空規則）

[www.defra.gov.uk](http://www.defra.gov.uk)

# 気候変動への適応： 主要部門の気候変動への適応を支援する

適応報告指令に関するエネルギー（配電）部門概略報告

2012年3月

## イントロダクション

適応報告指令に基づく報告指示を受け、配電部門の14組織が、2011年6月から11月にかけて、適応報告書を Defra に提出した<sup>11</sup>。これらの報告書は、Defra の気候変動適応チーム、エネルギー・気候変動省の政策チーム、クランフィールド大学リスク研究センターによって検討され、2011年12月にテイラー卿によって公表された<sup>12</sup>。

本報告は、それらの報告書から得られた知見の要約であり、以下の項目に重点を置いている。

- 報告組織が確認した配電部門の気候リスク
- 業界全体の強み
- 更なる研究が必要な領域
- 最新動向とテーマ
- 利益と機会
- 障壁
- 相互依存性

---

<sup>11</sup> 報告指示を受けた全組織のリストは別紙 B に記載。

<sup>12</sup> <http://www.defra.gov.uk/environment/climate/sectors/reporting-authorities/reporting-authorities-reports/>

## 知見の要約

クランフィールド大学、DECC 政策チーム、Defra 気候変動適応チームによる報告書の評価は以下の通りである。

- 気候変動リスク評価は、配電部門の企業リスク評価の一部となっている。経営計画およびプロセスにおける気候変動の組み込みや検討の水準は、部門全体で一律ではない。気候変動リスク管理がまだ完全に組み込まれていない組織もある。
- 報告組織は、リスク評価において適切な関連データ、情報、知識、ツールを幅広く的確に使用している。それには、報告プロセスを通じて得られた、気候変動リスクの部門レベルでの共同評価のみならず、部門が直面しているリスクの更なる理解を深めるためになされた、徹底的調査も反映されている。
- リスク評価により行動の優先順位が生まれ、重要なリスクには適応に関する対応が伴っている。報告組織は、気候変動リスク軽減に向けた適応行動をすでに開始しており、その多くの事例が示されている。しかし、適応有効性をモニタリングし評価する報告組織の計画は、あまり明確ではない。
- 政府による「低炭素移行計画」の発表、スマートグリッド技術の導入、電気自動車への転換や使用の普及といったその他の変化が、それぞれの事業に対して、気候変動よりも大きな変化をもたらすと報告組織は強調した。



## 部門にとっての主な気候リスク

本稿は、配電部門にとってのあらゆるリスクの網羅的なリストではなく、報告組織が確認した主な気候リスクの概要である。各組織が直面しているリスクの更なる詳細は、各自の適応報告書に記載されている<sup>13</sup>。これらのリスクは、Defraではなく報告組織が確認したものである。

エネルギー・ネットワークス協会（Energy Networks Association）は、相対的影響と相対的発生頻度に基づくリスクの優先順位づけを目的に、主要部門報告書を作成した。いかなる適応措置も取られない場合、4つのリスクが「極めて高い」ものとなると分類される。

変電所が海面上昇や高潮に起因する津波の影響を受ける。このリスクは、影響が極めて大きく、相対的発生頻度が高いという評価を受けた。

変電所が冬季降水量増加に起因する鉄砲水の影響を受ける。このリスクは、影響が大きく、相対的発生頻度が高いという評価を受けた。

変電所が冬季降水量増加に起因する河川洪水の影響を受ける。このリスクは、影響が大きく、相対的発生頻度が極めて高いという評価を受けた。

適応措置が取られない場合にリスクが高くなると区分されたものには、他に以下がある。

- 架空線導体が、気温上昇、低格の低下と地上高の影響を受ける。
- 地下ケーブルシステムが、地表温度上昇の影響を受け、定格を下げる。
- 変圧器が、都市部のヒートアイランドとそれに付随する空調需要の影響を受け、夏季の過負荷につながる。

業界の想定では、最大の気候変動リスクは洪水、特に変電所への洪水である。しかし、時宜にかなった方法で、かつ経済的に可能であると推定されている費用で、総じてこれらのリスクに対処することが可能であると業界は考えている。

---

<sup>13</sup> <http://www.defra.gov.uk/environment/climate/sectors/reporting-authorities/reporting-authorities-reports/>

## 強み

適応報告では、配電部門における多くの強みが確認され、気候変動リスクを評価し、それに従って行動していることが示された。

**閾値と気候変動の影響の認知** – 適応報告によれば、気候変動および気象イベントが配電インフラに与える影響について、配電部門は細部まで理解を深めている。それには設計基準、およびネットワーク故障モデルを開発する気象庁との共同作業に基づく、各種資産（例：変圧器のディレーティング）に関連している閾値の認知も含まれる。

**リスクの地理分布の認知** – 部門に影響を及ぼす数あるリスクの空間分布に関して、同部門が特に国レベルでの理解を深めていることを、報告書は示している。自社のリスクの地理分布も認知している企業もある。しかし、リスクの空間分布についてより詳しい理解を得るには、更なる研究が必要とされる。

**研究プログラム** – 報告書には、気候変動リスクと適応行動の調査および評価に向けて報告組織が参加している、部門レベルおよび組織レベルでの多くの継続中の研究イニシアチブが詳述されている。ガス・電力市場局の投資ファンドイニシアチブ（IFI）による資金提供を受けた研究もある。IFI は、部門の研究開発の水準が低下しているという規制者の認識に応えるために導入された。

**業界レベルでの協力** – 業界レベルの研究への資金提供に加え、気候変動リスク管理とレジリエンスに対し、部門はエネルギーネットワーク協会を通じた協力も行っている。

### 気候変動リスクの研究

EP2 を含む業界の研究。気候とネットワーク故障の関係、および脆弱性とこれらの故障の頻度を定量化するリスクモデル開発に向けた最近の研究を伴う。

UK パワーネットワークスおよびセントラル・ネットワークス（現ウェスタン・パワー・ディストリビューション）は、接地地図システムの開発に向け、克蘭フィールド大学全国土壌研究所（NSRI）と英国地質調査所と共同作業を行った。季節性と気候変動の影響を把握するために、作業の拡大が望まれている。

気候変動の結果として、植生の成長が変化する懸念を受け、多くの配電会社が4年に及ぶ ADAS との研究プロジェクトを始動させた。架空線周囲が植生の成長によりどう影響を受けるか、さらにユーティリティスペースが植生の成長によってどう悪化するかの定量化を行う。

**ステークホルダーとの協力** – 気候変動報告書を作成した ENA タスクグループには、送電および配電会社とエネルギー・気候変動省 (DECC) が含まれ、ガス・電力市場局、Defra、環境庁、気象庁その他から情報を得ている。

ENA のメンバーとなっている企業は、架空線ポールに関する修正設計基準 (2015 年に開始される次回の価格統制レビュー時に発行) への合意を視野に入れ、ガス・電力市場局と DECC との議論への参加を提案している。

**洪水への耐性** – 2005 年のカーライル洪水と 2007 年の洪水を受け、同部門はエンジニアリング技術報告書 (ETR 138) を作成した。同報告書は、洪水リスク評価と目標緩和レベル開発の共通アプローチを規定しており、それは費用対効果分析の対象となっている。さらに配電会社は、変電所の洪水に対するレジリエンスを改善するため、約 10 年のプログラムを開始した (2010 年から 2015 年にかけて実施)。このプログラムには、ガス・電力市場局が、「配電価格統制レビュー5 (Distribution Price Control Review 5)」の一環として合意された 1 億 1000 万ポンドの給付を決定した。

**潜在的適応コストの認知** – 配電部門は ENA を通じて、配電ネットワークの気候変動への適応に関する大まかな費用、および具体的な資産の交換費用の概要を述べた。このような情報は、他の部門/報告組織が一般的に提供するものではなく、優れた実践となっている。

**緊急時への備え** – 同部門は優れた緊急計画を確立しており、エネルギー緊急時執行部 (E3) によって検討、管理されている。ネットワーク会社は、全てノース・イースト・ウェスト・サウス・エリア (NEWSAC) 共済コンソーシアムのメンバーとなっている。これは、CE エレクトリックがスコティッシュ・パワーおよびセントラル・ネットワークスから支援を受けた 2007 年の洪水の際に利用された。

**適応法報告要請が変化をもたらしたエビデンス** – 同部門の報告組織の中には、適応報告指令が理解の水準あるいは組織内の気候変動リスク管理に変化をもたらしたと記したのものもある。以下はその例である。

- o SP エネルギー・ネットワークスは、報告指令を受けるとまで事業に対する気候変動リスクをはっきりと考察し

#### 洪水に対する行動

エレクトリシティ・ノースウェストは、洪水に対し脆弱な敷地の防御のために、優先順位がつけられた投資計画に着手した。費用総額は 1000 万ポンドとなる。第一トランシェで改善が要請されると特定された 50 ケ所の内、28 の敷地の作業が既に完了している。2014 年までに、プログラムのこの範囲は終了する。さらに 102 ケ所が調査される。

#### 適応対応の更なるエビデンス

SSE パワーディストリビューションは、早期適応措置を導入している。それにはネットワーク自動化、嵐管理システム、典型的な気候変動である悪天候への対応能力の強化が含まれる。

てこなかったと記した。実際、適応報告書を作成することが、企業内での気候変動リスクに関する秩序立った考察を導いたのである。

- ガス・電力市場局は、その他の経済規制者と協議し、相互依存性に関する部門横断的作業を調整する枠組みを設定した。

## 更なる調査あるいは検討が必要となる領域

### 規制環境

配電部門の規制に関する多くの問題、ならびにその気候変動リスク管理、気候変動適応能力は、更なる調査を必要とする。報告書によって確認された問題には以下が挙げられる。

- **規制による価格統制の見直し** – 業界に許容される収入は、定期価格審査においてガス・電力市場局が規定し、それに起因する潜在的適応費用は、許容された収入の設定において検討される。規制計画サイクルには、事業計画の5-8年前に事前合意されることが求められると報告組織は記している。また、エネルギーネットワーク資産は一般的に長期資産であり、投資は正味現在価値で考慮されるため、既存の設備の改良を考慮するよりも、資産が交換を必要とするようになるまで、企業が投資を遅らせることを好む可能性がある。
- **競争市場および費用と適応の対比** – ガス・電力市場局は、ネットワーク会社の費用が可能な限り効率的になるよう保証することで、消費者保護に力を入れている。また、将来のニーズを満たすための投資も奨励されている。価格統制は、ネットワーク会社に対して、価格統制期間における事業計画の見直しや、許容される収入の設定を促すことで、適応に大きく貢献している。適応費用が大きくなれば、利益が見込まれるのは遠い将来のことであるため、適応、資金調達、適応への消費者の支払い意欲の間で緊張が生まれる危険性がある。このことはガス・電力市場局も認識しており、規制者としての主な課題は、持続可能なエネルギー供給と、消費者の懐にとっての長期的価値を確実にするリスク緩和の保証であるとしている。
- **気候変動の間接管理** – ガス・電力市場局は現在、認可、ネットワーク運営者に対する送電および配電価格統制、オフショア体制、ネットワーク識別コードによって、間接的に気候変動に対処している。今後、より直接的な管理が求められる可能性がある。
- **供給の安全性と異常気象** – 供給全体の安全性レベルは、ガス・電力市場局による認可を受けており、さまざまなレベルの顧客負荷において、代替供給を利用する場合の要件を規定する基準も存在する。そうした基準では、複合回路の損失を見越しているものの、グリッドや一次変電所の複数の故障、あるいは完全な機能停止といった可能性の低い事象には備えていない。かくして、報告書で強調された通り、ネットワークのレジリエンスを考慮する際には、グリッドおよび一次変電所への特別な注意が必要である。

## 設計基準ならびに業界実務規範

配電部門の適応報告によれば、部門の資産は、温暖な気候で使用される業界の設計基準に従って設計されており、それゆえ、場合によっては容量を削減することで、予測されている気候変動を見越してサービス継続が可能である。しかし、更なる研究が必要となりうる領域が多数ある。

- **ディレーティング数値** – 適応報告で提供されているディレーティング数値のいくつかには、不確実性があるように思われる。様々な報告で言及されている気候変動下でのディレーティングの割合は、ばらつきを見せている。例えば、多くの報告が<10%という数値を出しているが、SP エネルギー・ネットワークスなどは、地表温度上昇に干ばつが加わればディレーティングは 25%まで高まる可能性があるから見積もっている。
- **ディレーティング温度/閾値** – 報告書の中で提供されたディレーティング関連情報の中には、相対的に低い温度（例：30-35℃）の影響を受ける資産もあると示唆しているものもある。送電網への影響の可能性を判断するために、特定の設備/敷地に影響を与える閾値を評価する必要性もある。いくつかの報告組織はこのことを認識している。
- **業界実務規範と基準** – 気候変動への適応を促進するために、既存の業界実務規範と基準を、将来調整する必要がある可能性がある。例えば、設備の最高設計温度を見直す必要があるかもしれないと報告書は記している。さらに、設計温度閾値が超過されると、変圧器のリスクプロファイルが影響を受け、電気業界の国家基準を変更する必要があると出てくる。

## 気候変動に対するインフラとネットワークの脆弱性

適応報告によれば、気候変動が配電インフラとネットワーク全体にもたらすリスクの更なる研究調査が有益となりうる。報告書内で確認された、更なる研究が見込まれる領域は以下の通りである。

- **新種の事象がもたらすリスク** – 都市部資産へのソーラーゲインの影響など、これまではなかったものの、気候変動の下で発生しうる新種の事象がリスクをもたらす可能性がある。
- **特定インフラのレジリエンス** – グリッドおよび一次変電所のレジリエンス、特に大規模な洪水事故に対する脆弱性の可能性あり。

- **都市部の熱関連リスク** – 太陽熱による故障には更なる研究が必要である。太陽熱を原因とする将来の配電の故障は、発生数が少なく故障数と気象イベントの間の関係性の究明が困難であるため、評価されていない。報告組織は、都市環境にある地下変電所へのリスクも懸念している。
- **閾値** – 配電網設備に関連する設備閾値が認知されているものの、気候変動が部門にもたらすリスクをさらに明確に理解するためには、設計基準に基づき、閾値および現場特有の閾値についての更なる研究が必要とされる。

## 将来の需要

適応報告によれば、配電部門は、電力需要増加の予測から生じた大きな困難に直面している。多くの領域において、将来の需要の変化に関係して、更なる研究が必要となることが確認されている。

- **気候変動と将来の需要** – 気候変動が電力需要、容量、供給配置にいかなる影響を及ぼしうるかを完全に理解するために、更なる研究が必要とされる。特に、夏季の空調負荷増大は、冬が温暖となる結果の冬季のピーク需要減少とともに、季節ごとの需要曲線平坦化につながる。これはネットワークの柔軟性に影響を与える可能性があり、軽負荷の時間帯に回路を非稼働にし、メンテナンスすることが困難となる。そのため、容量およびサービス基準の強化が必要となる。
- **分散発電/スマートグリッド** – 分散発電および低炭素発電への転換は、スマートグリッドと共に、将来の日々の需要プロファイルに大きな変化をもたらす可能性がある。しかし、スマートグリッドへの転換により、気候変動への適応が可能となるであろう。

## 植生の管理

報告組織は、将来の気候変動の結果として起きる植生の成長の変化を、特に懸念される事項として確認している。5.6℃を超える日数の増加は、生育期に影響を与える。同部門によれば、1990年から2006年にかけて、英国の配電網に樹木関連の故障が大幅に増加し、ネットワーク運営者にとって重大なコストとなっている。

## 接地リスク

気候変動の結果として起きる地電位の変化は、同部門にとって重要なリスクであることが確認された。接地抵抗の上昇により、避雷器などの保護装置が起動するまでに時間がかかるようになる。業界によってこのリスクが調査されているものの、気候変動の影響と局所的影響（例：地下水位、農作業、地表/排水）について更なる研究が求められる可能性がある。とりわけ、変電所接地リスクには、検査体制の強化が求められる可能性があり、ネットワーク資産が膨大な数であるため費用が高くつく可能性がある」と記されている。

## 複合事象

配電部門のリスク分析を受けて同部門が懸念するのは、同部門の課題と見なされているリスクである、複合事象によって被るリスクが将来の気候変動下でさらに広がることである。すでに概要が述べられた複合リスクの中でも、架空線の定格にとって最も困難な条件は、高気温、高日射、低風速で発生すると同部門は強調している。

## 相互依存性

更なる研究が求められる多くの問題が示されている。

- **第三者リスク** – 運輸、サプライチェーン、ロジスティクス、特に海外から調達されている設備のリスク。場合によっては、第三者が自身の気候変動リスクを確認、管理することが想定されている。
- **IT/通信および制御インフラのリスク** – IT、通信および制御インフラのリスクが、配電網の管理と制御に影響する可能性が記されており、いくつかの報告組織にとっては重大な懸念となっている。
- **洪水と護岸** – SP エネルギー・ネットワークスは、現水準の保護が維持されない、あるいは改良されない場合、ごく少数の敷地にとって、海面上昇および海岸侵食のリスクが高まる可能性がある」と記している。
- **スマートネットワーク** – スマートネットワーク、再生可能分散発電、低炭素負荷への転換は、適応への要請以上の大きな変化をネットワークにもたらすことになる。報告組織はそれを鑑み、気候変動と低炭素の課題は、現在のよ



## 適応戦略

例えば、ガス・電力市場局が資金提供を行った、洪水に対するレジリエンス改良作業の10年プログラムによって、配電部門が気候変動に積極的に適応していることは明白である一方、今後の気候変動適応能力に関する多くの領域が、更なる研究を必要としている。適応報告において、特に確認された問題を以下に示す。

- **価格統制と適応** – ガス・電力市場局の RIIO 価格統制には、信頼性、利用可能性、顧客満足といった分野のインセンティブが含まれることになる。ガス・電力市場局は、それゆえ、こうしたインセンティブによって、適応は間接的にカバーされていると考えている（具体的に適応を目標としているインセンティブは現在のところない）。将来変更が必要となるかどうかは、現在のところ不明である。
- **低炭素ネットワークへの転換** – 低炭素ネットワークおよびスマートグリッドへの将来の転換は、業界にとって気候変動以上の大きな課題となる可能性がある。この転換は、将来の電力ネットワークに適応を組み込む機会を提供する。

## 気候変動の知見、専門知識、データ/情報の問題

更なる研究が必要とされうる、気候変動の知識およびデータに関する多くの問題が適応報告の中で取り上げられた。

- **情報の非対称性** – ガス・電力市場局の適応報告は、部門が提供した情報を信用しており、情報の非対称性の危険を孕んでいることも認識している。また、透明性と情報の信頼性についての問題も取り上げている。規制当局として、同部門の適応の必要性を見極め、価格統制を規定する際に潜在的費用を確認する助けとなりうるため、同部門が直面しているリスクを評価する独自の研究への着手も考慮するかもしれない。
- **EA/SEPA 洪水マップの使用** – 報告組織の多くが、洪水リスク評価の上で EA/SEPA 洪水マップを使用した。気候変動リスク評価における使用には多くの限界がある。
- **情報の欠落** – 広範にわたる情報欠落が報告組織によって強調された。これにより、気候変動リスクを十分に評価する能力が制限される。
  - 暴風 – 気候変動により、架空電線ネットワークに大きな損害を与えうる強風が激化するとする証拠は、決定的なものではない。
  - 風速、嵐、突風の変化が予測されている。

- 風、疾風によるネットワーク故障について、将来の予測は不確かである。
- 氷雨を伴う嵐、着氷の頻度と強度に関する今後の変化。
- 都市部に敷設されたケーブルの温度上昇の可能性あり。
- 空調負荷に対する気候変動の影響、ならびに気温のピークとピーク需要におけるタイミングの関係。
- 今後の雷の変化。
- UKCP09 の降雨量予測には、河川水位における影響が含まれていない。
- ダム決壊による洪水の経路。

## 最新動向

配電部門の適応報告を検討したことで、多くの報告書において共通して出現している問題が確認された。以下はその概要である。

### 気候変動の影響を受ける組織機能

**閾値** – 適応報告の評価は、異なる種類の配電設備に関する気候変動閾値について、同部門が認識を深めていることを示唆している。例えば、変圧器については、定格引き下げに関する気温閾値が知られている。また各組織は、機器仕様書、設計基準、規制条件も閾値として使用している。しかし多くの報告組織が、植生の成長や地電位の将来の変化に関連するものなど、その他のリスクの閾値および敷地固有の閾値に関して、更なる研究の必要性を強調している。

**組織機能への気候の影響** – 例えば、異なる種類の資産および需要に気候変動がどのように影響を及ぼすかについて、配電会社は理解し始めていると適応報告は示している。しかし、個々の企業に対するリスクの水準を確定することは困難である。なぜなら、包括的な設備へのいくつかの潜在的リスクは確認されたものの、企業の敷地および個々の資産への影響は、組織によってはこれから評価されるからである。

それには、政府による「低炭素移行計画」の発表、スマートグリッド技術の導入、電気自動車への転換と普及などにまつわるその他の変化が、重大な変化をもたらすとする報告組織の主張が反映されている可能性がある。

**様々な品質リスク分類** – 多くの場合において、より明確かつ正確に定義されたリスク可能性および影響の分類が提供されていれば、リスク評価は改善できたかもしれない。このことは、リスク評価方法論およびリスク選好度に関連する、多くの評価枠組み副属性の評価に影響を与えた。

**情報の欠落の認識** – 適応報告の多くが、気候変動リスク変化を評価する報告組織の能力に現在影響を及ぼしている、情報の欠落の詳細を含んでいる。こうした問題に対処するために、多くの報告組織が、気象庁や環境庁などの組織への関与継続を計画している。また、新たな情報が入手できた場合、リスクを再評価することを計画している。

ENA の報告では、将来のリスクと多雨期の洪水を含む洪水リスク情報が更新され、海岸侵食の予測を含む海岸線管理計画の第二世代とともに公表された際に、同部門が洪水リスクを再評価する必要性が認識された。

**費用対効果分析と持続可能性評価** – 適応報告では、将来の気候変動へ電力ネットワークを適応させる潜在的長期コストを、配電部門が認知していることが示されている。例えば、変電所の洪水へのレジリエンス向上作業に関連する部門レベルの費用の詳細を含む ENA の報告、ならびにこのような作業についてガス・電力市場局が提供する資金の水準を詳述する多くの適応報告において、このことは明白である。ENA の報告では、気候によるディレーティングの影響への配電網の適応に関連して、想定される費用の概要も述べられている。

### リスクの要約

**リスク・マトリクス** – 配電部門の適応報告において提供されたリスク・マトリクスの質は、一様ではない。いくつかの報告は、リスク・マトリクスの起こりやすさと影響区分の定義について更なる詳細を提供することで改善できた可能性があり、それによって結果の解釈・比較が容易となっていたらう。例えば、ENA の基本報告は、様々な影響レベルの採点が何を意味するかについて、明確な定義を提供している。例：「小規模な」影響とは、「24 時間におよぶ小都市の供給停止、あるいはネットワーク・メンテナンス要件の費用の大幅な増加」を意味する。それによって、結果の解釈ははるかに容易となっている。

**気候変動リスクにおける一時的変化** – 適応報告の分析は、多くの気候変動リスクに関連する時間スケールについての理解を、配電部門が深めていることを示唆している。しかし、個々の組織における理解の水準は、いくつかの事例においてはあまり明確ではなく、一様ではない。

**機会** – 適応報告を検討したところ、気候変動が送電部門に機会を提供する可能性が示唆される。それは特にスマートネットワーク、低炭素発電への転換、冬の温暖化がもたらす架空線の設計基準の緩和に関するものである。

### リスクに対処するための行動案

**優先リスクと適応行動の明白な関連性** – 同部門からの報告の多くが、気候変動リスクを重要視しており、適応対応との関連性は明白である。

**適応対応/目標のばらつき** – 適応報告によれば、気候変動リスクへの対処に向けて報告組織が提案する適応対応には、ばらつきがある。いくつかの事例では、報告組織は時間スケールと明確なリスク削減目標を伴う明確な適応計画を有しているものの、リスク軽減を目指すに留まるものも存在する。

#### 適応への障壁と相互依存性

**障壁の認知** – 気候変動に適応する能力に影響を与えうる多くの障壁を、配電部門の報告組織が認知していることは明白である。これは、大部分の報告組織が、将来の克服計画と共に、障壁についての詳しい説明を提供しているためである。

ENA の報告には、ネットワーク運営者がガス・電力市場局と共同で、現在の影響評価および適応の選択肢を検査し、潜在的障壁を解決しようとしていることが記されている。これは、2015 年に開始する価格統制見直しについて、次のラウンドの一部として考えられる方法への合意に向けた動きである。

#### モニタリングと評価

**気候変動リスク適応計画のモニタリングと評価に関する計画のばらつき** – 適応報告を分析したところ、配電部門の報告組織が気候変動リスクと適応対応をモニタリング、評価する計画に、ばらつきがあることが確認された。多くの組織が、既存のプロセスと関連しているモニタリングと評価の明白な計画を有しているものの、計画の暗示にとどまった報告組織も多数ある。

#### 報告によって確認された一般的問題

**敷地固有のリスク** – 同部門は、特定の種類のインフラに気候変動が与える影響についての認知を深めているが、これを個々の組織レベルのリスク評価に反映させる必要性が明確に存在している。

**洪水リスク** – 他の多くの部門同様、現在のところ同部門は洪水リスクの評価と適応を重視しているように思われる。

## 利益と機会

将来の気候変動から生まれる多くの潜在的利益および機会が、配電部門によって確認された。それには以下が含まれる。

- 雨の少ない夏季が長くなり、それに高風速が伴う場合、架空線が冷却され、架空線の日中の定格が上がる可能性あり。
- 冬の気候が温暖になることで、資産の故障原因となる着氷の頻度と装荷が低下する。それにより、冰雪荷重に関する設計基準（例：架空線）の引き下げが可能となり、費用削減につながるかもしれない。
- 降雪量の減少により、資産へのアクセスが改善され、新規グリッド接続用の建設窓が拡張される。
- 最大負荷が夏季に移行することで、温暖な天気を活用しメンテナンスプログラムを春と秋に実施することが可能となる。
- スマートネットワークと気候変動適応は、同時にコスト減をもたらすと考えられうる。
- 再生可能な発電の接続の増加による炭素削減。
- レジリエンス向上につながる更なる協力、経験の共有、学習の可能性あり。
- 新技術導入による電力部門のレジリエンス向上（例：分散発電）。それにより効率、信頼性、発電源の多様性が高まる。
- エネルギー部門が気候変動に適応する機会とインセンティブの提供。
- 環境面の利益と低炭素の将来への機会。
- エネルギー効率は、新たな発電所建設あるいはネットワーク容量の必要性、ならびに関連する適応措置の必要性を減らすことで、気候変動への適応に関連する費用と困難を軽減する可能性がある。夏季の家庭、商業、産業用地に関連するエネルギー需要も減少する可能性がある。

## 障壁

報告において確認された適応の潜在的障壁には、以下が含まれる。

**ガス・電力市場局価格統制の見直し** – 資本投資プログラムならびに運転費用に多大な影響を与える。また、電力ネットワークの資産は寿命が長いため、コスト削減と適応措置の早期追求の間で対立が発生する可能性がある。

**財政および経済** – 適応措置が、現在の正味現在価値の投資テストに合格しない可能性がある。同時に、消費者の支払い意欲に関連する困難も存在している。しかし、ガス・電力市場局による「RIIO」価格統制枠組みは、開示、正当化、規制者および消費者との適応費用の議論への有効な構造であるとして、いくつかの報告組織は信頼を表明している。

**長期の資産寿命** – 資産の寿命が長い（50年以上）、将来の気候予測の結果としてのみ具体化するが（例：2050年）、近い将来の投資が必要になりうる問題の緩和に向けた行動を、主要ステークホルダーが受け入れることが重要となる。

**段階的ではなく体系的な適応が要請される** – 電力ネットワークは複雑な相互接続システムであり、非常に長い時間を必要とする可能性の高い体系的なプロセスによってのみ、変更あるいは交信が可能である。段階的更新が、コスト効率に優れる、あるいは成功する可能性は低い。

**不確実性** – 強固な適応計画および投資計画の作成は困難である。気候予測にまつわる不確実性、ならびにスマートネットワークへの移行に関連する長期的な業界の不確実性の双方が存在する。

**適応への物理的障壁** – 新たな接続およびインフラを整備する上での物理的障壁。  
例：都市部における空間の不足。

**計画の時間スケール** – 計画の許可を得るのに長い時間かかる可能性がある。

**相互依存性** – 特に通信インフラに関する、第三者への依存。

## 相互依存性

報告書には、相互に依存する数多くの組織と政策が示され、その多くが分野横断的な相互依存性を示している。以下の広域グループが明らかになっている。

<b>規制者/規制と法律</b> – 英国政府、欧州連合、欧州エネルギー規制者評議会、欧州エネルギー規制当局 Defra、DECC、環境庁、SEPA、その他規制部門および規制者	<b>外部専門知識/データ</b> – 大学、研究機関、気象庁/ハドレー研究所、UKCIP、外部審査グループ/専門知識、UKCP09、洪水リスクデータ、英国工学技術学会	<b>その他</b> – ユーティリティ（水道部門など）、海岸線管理計画/沿岸洪水防衛
<b>エネルギー部門</b> – エネルギーネットワーク戦略グループ、E3 委員会、欧州の電力・ガス市場、低炭素未来/スマートネットワーク、電気自動車	<b>交通</b> – 鉄道部門、ネットワークレイル、ロンドン地下鉄	<b>供給者</b> – 第三者通信/ICT インフラ、燃料サプライチェーン



## 別紙 B

適応報告を提出した配電部門の組織を示す。

1. セントラル・ネットワークス・イースト Plc
2. セントラル・ネットワークス・ウェスト Plc
3. EDF エネルギー・ネットワークス (東部)
4. EDF エネルギー・ネットワークス (ロンドン)
5. EDF エネルギー・ネットワークス (沿岸地域)
6. エレクトリシティ・ノースウェスト・リミテッド
7. ノーザン・エレクトリック・ディストリビューション Plc
8. スコティッシュ・ハイδρο・エレクトリック・パワー・ディストリビューション Plc
9. サザン・エレクトリック・パワー・ディストリビューション Plc
10. SP ディストリビューション Plc
11. ウェスタン・パワー・ディストリビューション (南ウェールズ) Plc
12. ウェスタン・パワー・ディストリビューション (南西部) Plc
13. ヨークシャー・エレクトリック・ディストリビューション Plc
14. ガス・電力市場局 (Ofgem)

配電部門内部の変化、および共同報告提出の結果、以下の適応報告が検討され、本報告において概要が述べられている分析の基盤となっている。

1. CE エレクトリック UK – ノーザン・エレクトリック・ディストリビューション・リミテッドとヨークシャー・エレクトリック・ディストリビューション Plc をカバー。
2. エレクトリシティ・ノースウェスト・リミテッド
3. SSE パワー・ディストリビューション – スコティッシュ・ハイδρο・エレクトリック・トランスミッションを含む。
4. SP エネルギー・ネットワークス – SP ディストリビューション・リミテッドと SP マンウェブ Plc をカバー。
5. UK 電力ネットワークス – イースタン・パワー・ネットワークス Plc、ロンドン・パワー・ネットワークス Plc、サウスイースタン・パワー・ネットワークス Plc をカバー。
6. ウェスタン・パワー・ディストリビューション
7. ガス・電力市場局

[www.defra.gov.uk](http://www.defra.gov.uk)

# 気候変動への適応： 主要部門の気候変動への適応を支援する

適応報告指令に関するエネルギー（発電）部門概略報告

2012年3月

## イントロダクション

適応報告指令に基づく報告指示を受け、イングランドおよびウェールズの発電部門の10組織が2011年7月から11月にかけて、適応報告をDefraに提出した<sup>14</sup>。これらの報告書は、Defraの気候変動適応チーム、エネルギー・気候変動省の政策チーム、クランフィールド大学リスク研究センターによって検討され、2011年12月にテイラー卿によって公表された。

適応報告指令の使用に関する2009年の戦略の下では、年間発電量が10TWhを超える発電会社が報告組織となると見なされていた。業界との議論の末、個々の気候変動適応報告における報告範囲には、比率性を根拠として、各会社の100MWe以上の容量の発電プラントが包含されることが合意された。報告書は、既存の発電所のみを考慮すべきであり、大型燃焼施設指令に「加わらない」発電所は除外される、ということも合意された。その根拠は、遅くとも2015年末までに閉鎖されるからである。同様に、評価の時間スケールが2010年から2039年までの30年間となることも合意された。既存の（および建設中の）プラントの継続稼働に関して現実的な時間スケールとなっているためである。この時間スケールは、新規発電所プロジェクトには設計、計画段階で気候変動が考慮されることを現在の規制が要請するため、有効なものとなっている。

本報告は、それらの報告書から得られた知見の要約であり、以下の項目に重点を置いている。

- 報告組織が確認した発電部門にとっての気候リスク
- 業界全体の強み
- 更なる研究が必要な領域
- 最新動向とテーマ
- 利益と機会
- 障壁
- 相互依存性

---

<sup>14</sup> 報告の指示を受けた全組織のリストは別紙Cに記載。

## 知見の要約

クランフィールド大学、DECC 政策チーム、Defra 気候変動適応チームによる報告書の評価は以下の通りである。

- 気候変動リスク評価は、発電部門の企業リスク評価プロセスに組み込まれている、あるいはそうなるよう計画されている。
- 報告組織は、気候変動への適応に関して、エビデンスに基づいて決定を行った。その際、関連する適切なデータ、情報、および UKCP09 気象ジェネレータや閾値検出器 (Threshold Detector) といったツールを使用した。
- 同部門は半定量リスク評価を使用し、最も関連性の高いハザードが以下であることを確認した。
  - 洪水
  - 酷暑
  - 干ばつ
- 大部分の事例において、ハザードは「低リスク」あるいは「極めて低リスク」であると評価された。少数の例のみが「中リスク」に分類された。
- 気候変動は、既存のリスクが発生する可能性、ならびにいくつかの事例では重大性を高めると想定されている。しかし、まったく新しいリスク源をもたらすことはない。
- 部門全体の適応能力は、現在のところ発電プラント容量マージン、(全国送電網を伴う) 発電プラントの地理的多様性、発電技術の多様性の組み合わせによって保証されている。
- その結果、電力供給システムは、個々のプラントの故障に対して堅牢であり、過去数十年に及び、発電は一貫して異常気象がもたらす潜在的混乱に対する高水準のレジリエンスを示してきた。これら主な要因が今後 20 年にわたって維持されるならば、この内在的構造安定性が変わることは想定されていない。

## 部門にとっての主な気候リスク

本稿は、発電部門が確認したあらゆるリスクの網羅的なリストではなく、同部門が直面する主な気候リスクの概要である。各組織が直面しているリスクの更なる詳細は、各自の適応報告書に記載されている<sup>15</sup>。様々な理由の中でも国内の地理的分布、および報告が求められたプラントの種類が異なるために、各発電所が異なるリスクに直面していることに注意が必要である。この地理的多様性により、国レベルでの気候変動リスクに対するレジリエンスが確立されている（下記図 1 に示す）<sup>16</sup>。

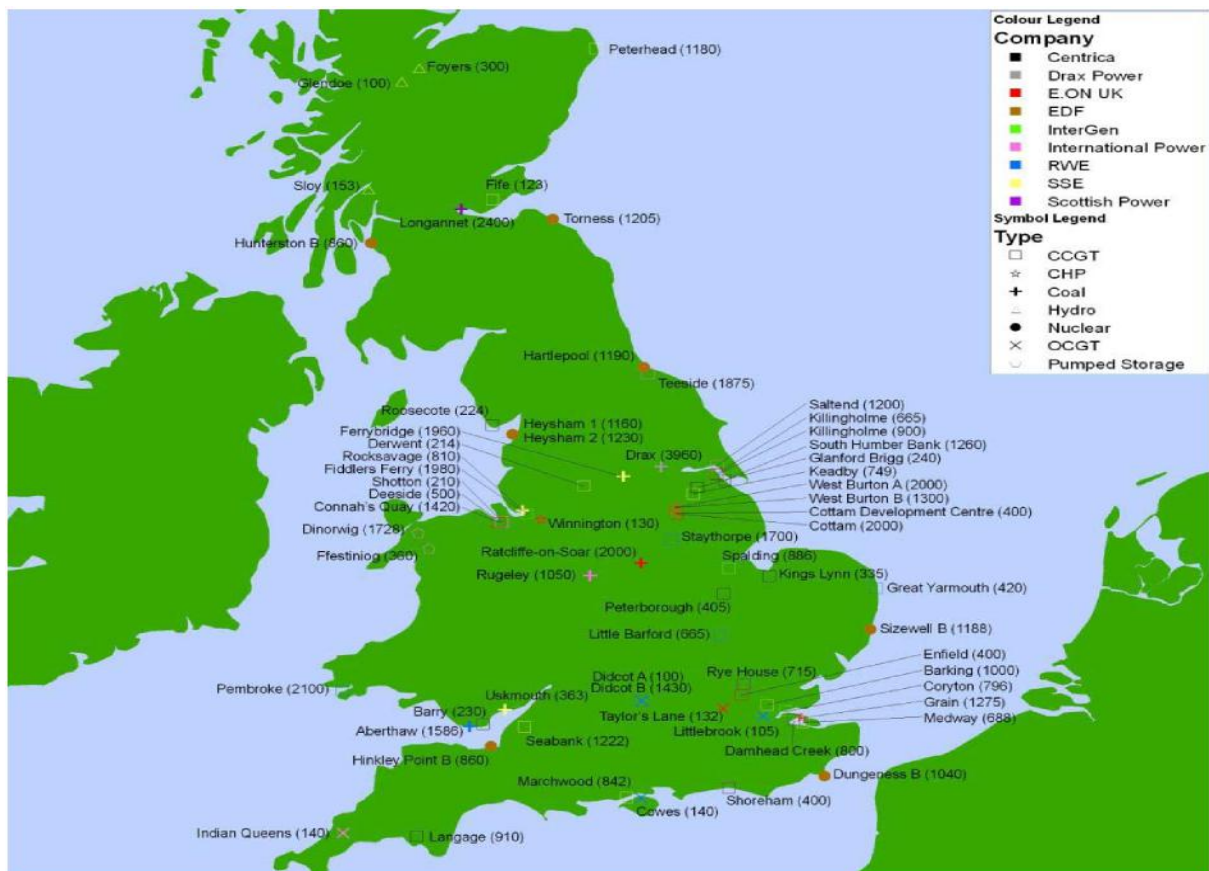


図 1

<sup>15</sup> <http://www.defra.gov.uk/environment/climate/sectors/reporting-authorities/reporting-authorities-reports/>

<sup>16</sup> Defra への本画像の提供について発電事業者協会に感謝する。

報告の指示を受けた発電会社は、AEP<sup>17</sup>のレジリエンスと適応ワーキンググループ（AEP WGREAD）に従う共通アプローチに同意し、4グループにおいて収集された特定ハザードの17の原因に対処した。半定量リスク評価の方法論が、リスク重大性の5区分を確認する上で使用された。合意された期間である2010年から2039年について、上位2区分（極めて高いリスクおよび高いリスク）に当てはまると報告組織によって評価されたリスクはなかった。

### 洪水と高潮

これには、発電所の現在の敷地への洪水、敷地への到達経路の洪水、河川の流量の激増が含まれる。プラントの部分的あるいは全面的運転停止、インフラへの水害、維持費の増加、スタッフシフト/スタッフアクセスの増加、付属システムへの混乱・損害、および商品供給の混乱につながる可能性がある。洪水と豪雨は、蒸気で発電を行う際に重要となる水質を低下させる可能性がある。

2つの報告組織（沿岸発電所）が高潮を中リスクに分類している。他に最も重大であると採点されたリスクは、プラント敷地の洪水リスクである。

### 極端な高温

極端な高温は、ガスタービンあるいは蒸気タービンの効率、および正味電気出力に影響を及ぼす可能性がある。温度上昇の影響は、水冷式プラントよりも、空冷復水器（ACC）にとってより重要となる。複合サイクルガスタービン（CCGT）は、気温上昇により空気密度が下がり、プラントの正味熱効率と電気出力が低下するため、気温上昇の影響を最も受ける可能性がある。

気候変動リスクを組み込んでいるエビデンス

EDF エネルギーは、企業リスクログに気候変動リスクを追加しており、それにはISO14001 認定環境管理システムで定義された評価および検討プロセスが伴っている。

SSE ジェネレーションの報告では、事業リスクレジスタ内で、気候変動がすでに戦略リスクとして文書化されていることが強調されている。

<sup>17</sup> 発電事業者協会

1つの報告組織が、極端な高温を中リスクに分類している（蒸気タービンではなく、他のプラント構成要素への影響に直接関連しているにも関わらず）。このハザードに関する最も多いリスク点数は、低リスクであった。

### 水利用に影響を与える気候ハザード

干ばつは、水の利用性に影響を与え、冷却用の水の不足を招くため、発電量の低下や部分的な機能停止につながる可能性がある。排水にも影響を与え、環境上の許可要件に従うために、操作限界の原因となる場合がある。AEPは、川沿いや河口に位置する全ての発電プラントの発電量に対して、同時に影響を与えると考えられている全国規模の干ばつの潜在的影響を評価した。この容量のおよそ1/3の発電が、水の汲み上げライセンスを含む流量に関する制限によって、制約を受ける可能性があることが発見された。干ばつの影響を受けない沿岸発電所の大規模な発電量も考慮した総合的な影響の水準は、国家的重要性を持つとは考えられていない。

この分類に該当するその他の間接的な操作限界には、発電プラントで発電される電力量を制限する可能性のある、許可上の制約に関するものが考えられる（例：排出される冷却水の温度あるいは温度上昇に関するもの）。

水の利用に影響を与える気候ハザードは、5つの評価機関によって中リスクと採点され、最も明白であるのは水の利用性に対する干ばつのリスクである。加えて、これらのリスクの内いくつかは、現在から2020年代までの間に増加する可能性があると複数の機関によって評価された。合わせて、これらの要因から、報告組織により、このリスクグループが最も重要であると確認されたことがわかる。

### その他の気候ハザード

この分類には、豪雪、冷却塔ファン・外部システム・冷却塔への超低温の影響、極端な風、地盤沈下/地滑り、ブルーム・グラウンディングの原因となる気象条件（ハザードおよび苦情につながる可能性のある「地霧」）といった多様なリスクが含まれている。

極端な風のリスクは、2つの報告組織が中リスクに挙げているが、これらのリスクには「極めて低リスク」の採点が行われることが圧倒的に多い。

## 強み

発電部門は、発電プラント容量マージン、（全国送電網を伴う）発電プラントの地理的多様性、発電技術の多様性によって、内在的なレジリエンスを備えている。これらの要因の結果、電力供給システムは個々のプラントの故障に対して堅牢となっている。

発電部門の運営者が評価し、気候変動リスクに対して行動していることを示す、数多くの強みの領域が適応報告によって確認された。それには以下が含まれる。

**業界レベルの協力** – 例えば、EP2 研究を通じて気象庁を巻き込んだ、業界レベルでの共同研究への着手のみならず、報告要請に応じて、発電部門は発電事業者協会（AEP）のレジリエンスと適応ワーキンググループを設立させた。これは、同部門の報告組織によって使用された、共通の気候変動リスク評価方法論の発展という結果になった。

**ステークホルダーの関与** – 適応報告の分析は、発電部門の報告組織が、気候変動リスクの評価と管理に関係して、ステークホルダーを関与させていることを示している。それには、例えば「水位標作戦」への参加を通じた、将来の水管理政策への Defra の関与などの部門レベルの関与および環境庁などの機関との企業レベルの関与活動の双方が含まれる。

**UKCP09 制約** – 同部門は、UKCP09 および気象ジェネレータといったツールに関連する制約を、適切に認知しているようである。

**新展開における気候変動の考慮** – 新規発電所計画の間、環境許可規則といった既存の規制要件を通じて、同部門が気候変動リスクをどのように考慮しているのかについて、報告組織は強調している。同様に、新規発電所の計画の間に水の使用と供給評価も行われ、エネルギーインフラについての国家政策声明でも、気候変動は考慮されている。

### 適応事例研究：E.ON

発電に蒸気を使用される場合、使用される水の質に関して厳密な制約が存在する。洪水と豪雨は水質を低下させる場合がある。

包括的評価の後、E.ON の発電所 2 箇所で、河川流域貯水池における洪水の頻度と規模の高まりが、水質問題の根本的原因であることが発見された。

各発電所の影響を収益化した後で（主に発電量の損失による費用）、新たな逆浸透（RO）水処理プラントが両発電所に建設された。



**組み込みのエビデンス** – 報告組織の多くが、既存の企業リスク管理プロセスに気候変動を組み込んでいる。あるいは、適応報告指令の結果としてそのような手段を取る計画の概要を述べている。多くの組織が、気候変動リスク管理の責任の概要も述べている。

## 更なる考察が必要になる領域

以下は更なる考察が必要であると確認された領域であるが、必ずしも発電部門に課せられているわけではない。

### 気候の不確実性

- 冷却水の将来の利用性および気候変動下のその水温は、発電部門にとって重要な問題である。
- 将来の気候変動下における河川流量のレベルの可能性について、より正確な情報が必要であることを業界は確認した。UKCP09 気候予測に基づく、全国の洪水予測を切望していることも、業界は強調した。
- 同様に、UKCP09 では、2020 年代の水温および塩分濃度の変化予測も利用できない。極端な干ばつの可能性についての更なる情報/予測も、情報の欠落として確認された。
- これら気候変数が危機的となる閾値は、特定困難かつ不確実である。

### 水の管理

- 報告組織は、水の需要と消費を厳しく監視していることを強調した。水の汲み上げ、排水ライセンスと許可の更なる改革が、現在の問題にとって重要であると業界に確認された。
- 多くの発電所が水の汲み上げに同じ川を使用しているので、水管理リスクは実例において累積的となる可能性がある（例：トレント川）。

### 気候変動に関する時間スケール

- 要請の範囲が 2010 年から 2039 年の間に制限されることに、Defra は報告組織と合意した。長大な時間スケールは、大部分の既存のプラントにとって関連性がないと認められているが、気候変動の影響についての長期に及ぶ継続的研究の必要性が存在している。
- DECC および気象庁との合意に従い、熱波への脆弱性に関する内閣府との共同作業の一環として、（英国全土で）均一気温が 32°C から 34°C という想定で熱波リスクが評価された。しかし、さらに先を見越すと、UKCP09 における「熱波」シナリオに対する評価が、適切となる可能性がある。

## 相互依存性

- 複数の報告組織がエネルギー部門の他分野との関連性を記している。いくつかの事例では、発電プラント自体よりも洪水に対して脆弱である可能性があるため、発電プラントの系統連系が懸念されている。
- 発電部門にとって、水道部門が特に重要であり、水へのアクセスは発電所の場所を考えるうえで重要な要素である。
- スタッフのアクセス、原料、燃料などについて、交通インフラへの依存も強調された。

## 最新動向

発電部門の適応報告を検討したところ、多くの報告書において共通の問題が確認された。それらの概要は、評価枠組みの全体評価コメントの表題を使用して以下で述べられており、法定指針の **Box 2** において概要を述べた争点に基づいている。

気候変動の影響を受ける組織機能

**閾値** – 適応報告の評価は、発電プラントへの干ばつや高温の影響を測定するために行われてきた「ストレステスト」などの活動を通じて、同部門が気候変動閾値を評価する作業を行ってきたことを示唆している。しかし、同部門の報告組織は、気候変動閾値の確認・評価に関連する困難を認識し、この領域における更なる作業が有益になると示唆している。

**ビジネス機能への気候の影響** – 適応報告には、CCGT などの特定の資産種別に気候変動が与える影響だけでなく、干ばつや熱波を含む気候変動がもたらす部門レベルのリスクについても、発電会社が理解を深めていることが示されている。

アプローチ

**先端 UKCP09 ツールの使用** – 発電会社が提出した適応報告は、UKCP09 気象ジェネレータや閾値検出器の使用、および「ストレステスト」における、それらの使用について概要を述べている。これはグッドプラクティスではあるが、多くの場合において、ストレステストの具体的な結果を伴うツールの使用方法を詳述するのであれば、有益な報告となったであろう。こうした情報は多くの場合不明瞭であるか、提出されていない。これは報告の時間枠の構造の結果であり、将来において、より反復的な報告プロセス実現に向けて取り組まれるだろう。

**説明が不十分なリスク分類** – 同部門は、明確な発生確率の分類を用いたリスク評価手法を発展させたが、結果の分類は個々の報告組織がすでに使用していたものに基づくものであった。いくつかの事例では、結果の分類の記述子は提供されていないか不十分であり、リスク評価の方法と結果の解釈を困難にしている。線形分類を推定する質的記述子にも関わらず、非線形リスク採点分類を使用した報告組織もあった（図 2）。これは部分的には報告の時間枠の構造の結果であり、将来において、より反復的な報告プロセス実現に向けて取り組まれるだろう。

結果	発生する影響	グレード	リスクスコア
無視できる	小規模かつ短期間の操業短縮。それに付随するサービス損失。1日超の目立った生産損失は見られない。	1	3
小	ユニット損失（数時間）、ユニット操業短縮（数日）	2	4
中	ステーション損失（数時間）、ユニット損失（数日）、操業短縮（数週間）	3	5
大	ステーション損失（数日）、ユニット損失（数週間）、甚大な操業短縮（数か月）	4	7
重大	ステーション損失（数週間）、ユニット損失（4か月超）	5	9
壊滅的	ステーション損失（数か月）、ユニット損失（4か月超）	6	10

図 2 – 報告組織が使用した、非線形リスク採点の一例

**情報の欠落と UKCP09 制約の認知** – 適応報告には、気候変動リスクを評価する報告組織の能力に現在影響を与えている、情報の欠落の詳細、ならびにリスク評価プロセスにおいて直面した UKCP09 に関連する多くの制約が記載されている。

**費用対効果分析と持続可能性評価** – 適応対応の潜在的費用対効果に関する詳細を提供した報告組織は、わずか2つであった。しかしながらこれは、全部門が提出した適応報告の評価から得られた幅広い知見の反映であり、適応報告指令の戦略的なレベルでのこうした評価は困難であると理解されるべきである。

#### リスクの要約

**透明性** – 部門全体のリスクについての説明および議論における透明性のレベルにはばらつきがあり、敷地に固有のリスクの詳細を提供した組織もあれば、詳細情報は提出しなかった組織もあった。これは商業的配慮の結果であったかもしれない。透明性の問題が確認された領域の例には以下が含まれる。

- 熱波ストレステストおよび気象ジェネレータの使用の結果は、報告書において常に提示されたわけではなかった。

- 多くの報告が敷地に固有のリスクを論じたが、リスクを集約し、リスクに直面している固有の敷地について論じないことを選んだ報告組織もあった。

**地理的なリスク** – 部門の資産の特性を考えれば、多くの報告がリスクの場所の詳細を提供したと言える。しかし、上述の通り、報告組織が提供した情報のレベルにより、敷地固有のリスクを解釈することは時に困難である。

**信頼性** – ある報告組織は、そのリスク評価において信頼性レベルの評価を提供した。これは適応報告指令を受けた他の部門と一致しており、リスク評価における信頼性のレベル確立における困難を反映している。

**リスクの談話 (narrative)** – 多くの適応報告は、リスク評価で確認されたリスクについて、優れた談話 (narrative) を含んでいる。

**機会** – 適応報告を検討したところ、気候変動が発電部門に機会を提供する可能性が示唆される。しかし、多くの場合、報告組織はこのような機会を活用する後々の計画を報告していない。このような情報に関係する商業的配慮が、こうした欠落の説明となっているかもしれない。

リスクに対処するための行動案

**適応対応/目標のばらつき** – 多くの適応報告は、適応行動に関連する優先リスクを確認しているものの、適応対応と目標は部門全般で大いにばらつきがある。とりわけ、いくつかの事例では、報告組織は時間スケールと明確なリスク削減目標を伴う明確な適応計画を有しているものの、リスク軽減を目指すに留まるものも存在する。

これは、適応報告指令によっていくつかの部門の組織が、気候変動リスクを初めて評価することになり、特定のリスク緩和および適応目標を確認する段階に達しなかった可能性があるという見方となるだろう。あるいは、他のリスクの方が気候変動に由来するものよりも重要であると同部門が考えているという事実を反映している可能性もある。

**モニタリングとレビューの重視** – いくつかの適応報告がインフラ適応の詳細を提供しているが、報告組織が概要を示した大部分の適応行動は、リスクのモニタリングとレビューを重視しているように思われる。これは、気候変動が同部門にとって全く新しいリスクを発生させず、その他のリスクの方が重要であると考えられているという事実起因している可能性がある。

**ステークホルダーの関与** – 同部門は、ステークホルダーを気候変動リスクの問題に関与させ続けており、それはグッドプラクティスとなっている。適応報告にはその例として、安全なプラント運転にとって危険となる気象条件をもたらす気候変動閾値を確認するために、

気象庁などの機関との共同作業を発電会社は継続していくと記されている。

#### 不確実性と想定

**不確実性の認識** – 同部門の報告組織は、総じて気候変動リスクに関連する不確実性、特に UKCP09 に関連する制約と不確実性を認識している。リスク評価の知見や適応対応に関する不確実性とその影響の理解の水準は、ばらつきがあるように思われる。

#### モニタリングと評価

**気候変動リスク適応計画のモニタリングと評価の複合計画** – 適応報告の分析により、発電部門の報告組織が気候変動リスクと適応対応について、モニタリングと評価を複合的に実施する計画を持つ実態が確認された。多くの組織が、既存のプロセスと関連しているモニタリングと評価の明白な計画を有しているものの、計画の暗示に留まった報告組織も多数ある。

**適応効率の評価** – 多くの報告において、適応行動の効率のモニタリングと評価に関する明確な計画を、報告組織が有しているかどうかを確認することは困難であった。多くの報告において、モニタリングと評価プロセスは、リスク検討プロセスによって対処されているように思われるが、こうした活動は必ずしも明白というわけではなかった。

**組み込み** – 前述の通り、モニタリングとレビューの時間スケールを明確に規定する既存の事業リスク管理および発電所計画プロセスに、気候変動が組み込まれているエビデンスが存在する。

## 利益と機会

発電所が運営されている市場は競争が激しいため、機会の確認は個々の企業にとって配慮を要する領域であるかもしれない。しかしながら、将来の気候変動から生まれる多くの潜在利益と機会が、報告組織によって確認された。それには以下が含まれる。

### 気温の上昇

- 冬が温暖になることで、着氷と氷雪荷重が減り、構造的故障のリスクが減少し、氷結防止システムの使用が減る可能性がある。
- 極端な低温に起因する設備の氷害と維持費の減少。
- プラントの可用性の向上/冬季の平均起動時間削減。

### 商用

- 冬季のピーク需要の減少（電気加熱使用の減少）および夏季の需要の増加（空調使用の増大）により、発電所は年間のエネルギー需要がより均一に分布した中で運転可能となり、発電所の稼働率のバランスが取り易くなる。
- バイオ燃料用作物の生産量向上、およびそれに伴うバイオマス燃料による発電の増大から発生する潜在的機会。



## 障壁

報告の中で確認された適応への潜在的障壁には、以下が含まれる。

### 商業/財政/適応

- 稼動寿命の残りが限られている発電所に関して、物理的あるいはプラントの変更を正当化することは、商業的根拠からは困難であるため、既存プラントについては発電所の余命が投資への主要な障壁となりうる。
- 遡及的適応を要請する可能性がある老朽化したインフラ。

### 気候予測/データ

- UKCP09に基づく全国洪水予測が現存しない。
- UKCP09に基づく河川流量の全国予測が、現在研究中である。
- 家庭用水および産業用水の利用性についての情報を提供する貯水池汲み上げ管理戦略（CAMS）は、UKCP09を考慮していない。
- 気候予測におけるデータ欠損と内在的不確実性。

### 相互依存性

- 他のステークホルダー（例：規制者、インフラ、間接）との相互依存性（気候変動リスクや適応計画を含む）。
- （ステークホルダーの）適応計画との両立不能性（例：リスク対処、予測データの違いなど）。
- 経済的障壁 – 消費者の支払い意欲と企業が適応を遅らせる可能性に関する課題。

## 相互依存性

報告書は、相互依存関係にある数多くの機関と政策を述べ、その多くが分野横断的な相互依存性を示している。以下の広域グループが明らかとなっている。

<b>政府、規制者、法律</b> – 英国政府、Defra、DECC、ガス・電力市場局、ガス・電力市場委員会（GEMA）、Ofwat、EA、SEPA、HSE、原子力規制局、欧州委員会、欧州評議会、欧州エネルギー規制者評議会	<b>公共部門</b> – 道路網、高速道路機関/地方自治体、治水組合、海岸線管理計画、沿岸洪水防衛
<b>ユーティリティ</b> – 通信網、配電会社、水道インフラ、水道会社、情報技術	<b>エネルギー部門</b> – 配電/送電、事業者団体、ガス供給、欧州の電力・ガス市場、グローバルな液化天然ガス市場
<b>交通</b> – 燃料、基礎化学品、原材料、廃棄物処理、スタッフ移動用交通インフラ	<b>外部専門知識/データ</b> – 気候変動予測、EA、気象庁、UKCIP、英国工学技術学会、学術/外部審査グループ
<b>顧客</b> – 市場需要、電力の顧客、発電副産物	

## 別紙 C

適応報告を提出した発電部門の組織一覧。

1. セントリカ・エネルギー
2. Drax Power
3. E. ON UK
4. EDF エネルギー Energy
5. InterGen
6. インターナショナル・パワー/GDF スエズ・エネルギー UK
7. RWE npower
8. SSE ジェネレーション
9. スコティッシュ・パワー・ジェネレーション
10. ガス・電力市場局 (Ofgem)

[www.defra.gov.uk](http://www.defra.gov.uk)

# 気候変動への適応： 主要部門の気候変動への適応を支援する

適応報告指令に関するエネルギー（送電）部門概略報告

2012年3月

## イントロダクション

適応報告指令に基づく報告指示を受け、イングランドおよびウェールズの送電部門の3組織が2011年9月から10月にかけて、適応報告をDefraならびにOfgem（ガス・電力市場局）に提出した<sup>18</sup>。これらの報告書は、Defraの気候変動適応チーム、エネルギー・気候変動省の政策チーム、クランフィールド大学リスク研究センターによって検討され、2011年11月にテイラー卿によって公表された。

本報告は、それらの報告書から得られた知見の要約であり、以下の項目に重点を置いている。

- 送電部門にとっての気候リスク
- 業界全体の強み
- グッドプラクティスの領域
- 更なる研究が必要な領域
- 最新動向とテーマ
- 利益と機会
- 障壁
- 相互依存性

---

<sup>18</sup> 報告の指示を受けた機関の全リストは別紙Dに記載。

## 知見の要約

クランフィールド大学、エネルギー・気候変動省の政策チーム、Defra の気候変動適応チームによる適応報告の評価から得られた部門レベルの結果は、以下の通りである。

- 気候変動リスク評価は、送電部門の組織の企業リスク評価プロセスに組み込まれている。
- 詳細な研究を委託し、リスク評価に反映するなど、部門レベルで気候変動リスクの問題に積極的に関与している。
- 同部門は、リスク評価の観点から、また強固かつ柔軟な適応措置を特定するという観点から、気候変動の不確実性を考慮することの重要性を認識している。
- 同部門の適応計画は多様であり、詳細な計画を有する組織もあれば、適応対応をまだ規定していない組織もある。
- 将来の気候変動から同部門が得られる限定的な利益と機会があるかもしれない。

## 部門にとっての主な気候リスク

本稿は、送電部門が確認したあらゆるリスクの網羅的なリストではなく、報告組織が確認した主な気候リスクの概要である。各組織が直面しているリスクの更なる詳細は、各自の適応報告書に記載されている。これらのリスクは Defra ではなく、報告組織が確認したものであることに注意が必要である。

**気温上昇/熱波** – これは設備の定格に影響を及ぼす可能性がある（例：開閉装置、変圧器、管理センター設備）。また、ネットワークの柔軟性の減少、空調需要の増大あるいは健康リスクにつながる可能性がある。

**降水量の増加/洪水（河川、多雨期、沿岸/海面上昇）** – トンネル、地下ケーブルルート、架空線、塔、ケーブル専用橋、通信および管理インフラへの洪水・氾濫のリスクがあり、システムのレジリエンスの損失、あるいは例外的な状況では供給損失につながる可能性がある。緊急修理/対応を要請する資産への安全かつ即時アクセスを妨害する可能性もある。

**海岸侵食の増加** – 変電所、架空線、塔、ケーブル専用橋、トンネル、地下ケーブルルートを含む、インフラへのリスクの可能性あり。しかし、リスクの長期的な性質から、リスクを抱える敷地はシステムへの影響に先立ち、保護あるいは再配置されるだろう。

**河川侵食の増加** – 塔、ケーブル専用橋、ケーブルルートは、土台がむき出しになる、弱体化する、あるいは土壌安定性が減少すると経路が運用不可能となり、故障するリスクが生じる。これは、システムのレジリエンス損失および例外的状況では供給損失につながる可能性がある。

**植生の変化** – 架空線が植生によって妨害され、成長期が長くなり、気候変動に敏感な植物種の成長が変化することにより、リスクが増大する可能性がある。

### 主なステークホルダーとの協働

気象庁は英国のエネルギー諸企業と、EP2 に関して緊密な協力関係を築いてきた。EP2 とは、エネルギー業界への気候変動の影響を検査する革新的プロジェクトである。

以下が確認された。

配電網と比較すると、送電網の方が気象に関連する故障に耐性がある。

気象関連の故障の主原因は雷である。

その他の原因は、風、疾風、吹雪/暴風雪、氷結である。

## 強み

適応報告では、送電部門が気候変動リスクを評価し、それに対して行動を起こしていることを示す多くの得意分野が確認された。それには以下が含まれる。

**研究プログラム** – 部門および組織レベルで、気候変動リスクと適応行動を調査・評価する多くの研究イニシアチブについて、報告は詳細を提供している。

**関連スタッフ/省庁の関与** – 潜在的な気候変動リスクを評価するため、リスク評価の多くに重要なスタッフおよび省庁が関与した。例えば、気候変動報告を作成した ENA のタスクグループには、送電および発電会社ならびにエネルギー・気候変動省が含まれ、ガス・電力市場局、Defra、環境庁、気象庁からの情報がそれに伴った。

**業界レベルの協力** – 同部門は、エネルギーネットワーク協会を通じて、気候変動リスクの管理とレジリエンスについて協力している。例えば、2005年と2007年の洪水を受けて、同部門はエンジニアリング技術報告書を作成した。同報告書は、洪水リスク評価（気候変動と海面上昇の許容値を含む）と目標緩和レベル策定において共通アプローチを規定しており、それは費用対効果分析の対象となっている。

**緊急時への備え** – 同部門は優れた緊急計画を確立しており、エネルギー緊急時執行部（E3）によって確認、管理されている。

**例：SSE パワー・ディストリビューション**は、洪水などの緊急事態に対処するため、戦略的にプラントとケーブルの備蓄を有している。

敷地を守る作業が完了するまで、1.7km のモバイル洪水防衛システムを使用する緊急配備計画をナショナル・グリッドは有している。

**適応報告指令が変化をもたらしたエビデンス** – 多くの報告組織が、適応報告指令が理解の水準あるいは組織内の気候変動リスク管理に変化をもたらしたと記した。いくつかの報告組織においては、適応報告の作成により、

### 実施された研究例

ナショナル・グリッドは2007年以降、イノベーション資金提供インセンティブを通じて、気象および気候変動関連プロジェクトに、100万ポンド以上の研究資金提供を行ってきた。直接提供、または他のユーティリティや製造者との協力提供による（合わせた資金提供は1000万ポンド以上）。

業界レベルの研究イニシアチブもある（エネルギープロジェクト1および2など）。気候とネットワーク故障の関係、ならびにそれらの故障に対するネットワークの脆弱性/曝露を定量化する、リスクモデル策定のために委託された最近の業務も該当する。



気候変動リスクについてより正式な考察が行われるようになった。

### 更なる調査あるいは考察が必要となる領域

送電部門の報告において、将来に更なる研究が求められる多くの領域が確認された。それには以下が含まれる。

#### 規制環境

**競争市場コストと適応の対比** – ガス・電力市場局は、ネットワーク企業の費用効率を可能な限り上げることで、消費者保護に力を入れている。また、将来の必要性を満たすための投資も奨励されている。価格統制は、事業計画の見直し、およびネットワーク企業の価格統制期間における許容収入を設定することで、ガス・電力市場規制庁の適応に大きく貢献している。適応費用が膨らめば、そこから得られる潜在的利益は遠い将来のことであるため、適応、資金調達、適応への消費者の支払い意欲の間に緊張が生まれる危険性がある。このことは電力・ガス市場局も認識しており、規制者としての課題は主に、持続可能なエネルギー供給と消費者の懐に長期的価値を確保するリスク緩和の実現であると認めている。

**供給安全性と異常気象** – 供給の安全性は、あらゆるレベルで電力・ガス市場局による認可を受けており、様々なレベルの顧客負荷における代替供給の利用可能性を要求する基準がそれに伴っている。基準は複合回路の損失を見越しているものの、グリッドあるいは一次変電所の複数の故障、あるいは完全な機能停止といった、可能性の低い事象には備えていない。そのため、報告書で強調された通り、ネットワークのレジリエンスを考慮する際には、グリッドおよび一次変電所への特別な注意が必要である。

**異常気象および気候変動に向けた調整** – 気候変動の下では、異常気象が頻発する可能性がある。気候変動がもたらす性能リスク/年間収入への影響にまつわる問題が出てくる可能性があり、ガス・電力市場局はすでにそれを認めている。

#### 気候変動に対するインフラとネットワークの脆弱性

**オフショア送電網** – 適応報告は、オフショア送電インフラ（例：インターコネクタ）および稼働に対する気候変動の潜在的脅威については論じなかった。更なる研究が必要となる領域となるかもしれない

## 将来的な需要

- **気候変動と将来の必要性** – 気候変動が電力需要、電力容量、電力供給の手配にいかなる影響を及ぼしうるかを完全に理解するために、更なる研究が必要とされる。特に、夏季の空調負荷増大の可能性は、温暖化による冬季のピーク需要減少とともに、季節の需要曲線平坦化につながる。これはネットワークの柔軟性に影響を与える可能性があり、メンテナンスのために軽負荷の時間帯に回路を非稼働にすることが困難となる。そのため、容量およびサービス基準の強化が必要となる。
- **分散発電/スマートグリッド** – 分散発電およびスマートグリッドへの転換は、将来の日々の需要プロファイルに大きな変化をもたらす可能性がある。しかし、スマートグリッドへの転換は気候変動への適応を可能にする。
- **サービスの均衡管理** – ナショナル・グリッドは、安全かつ信頼できる送電のために、電力需要および発電量を多様化するための商業的取り決めに市場参加者と結んでいると記している。このような取り決めがどのように将来の気候変動の影響を受けるかは不明であり、将来研究を必要とするかもしれない。

## 業界横断的な行動を要する最新動向

送電部門の適応を検討したところ、複数の報告から多くの共通の問題が発生していることが確認された。それには以下が含まれる。

**閾値** – 適応報告の評価は、様々な種類の配電設備に関する気候変動閾値について、同部門がよく認識していることを示唆している。例えば、変圧器については、定格引き下げに関する気温の閾値が知られている。また各組織は、機器仕様書、設計基準、規制条件も閾値として使用している。しかし、いくつかの報告組織は、植生の成長や地電位の変化に関連するその他のリスク閾値を調査するため、更なる研究が必要との見方を示している。

**組織機能への気候の影響** – 例えば、異なる種類の資産および需要に、気候変動がどのように影響を及ぼすかについて、送電会社が理解しつつあると適応報告は示している。しかしながら、個々の企業に対するリスクの水準を確定することは困難である。なぜなら、一般的な種類の設備へのいくつかの潜在的リスクは確認されたものの、企業の敷地および個々の資産への影響は、いくつかの機関によってこれから評価されるからである。また、多くの事例において、リスクの時間的な性質は不明瞭である。

### アプローチ

**方法論の詳細 – 気候変動リスクの欠落** – 送電部門の企業が、気候変動リスクを調査するために、部門レベルで広範に及ぶ研究を委託し、それらがリスク評価への情報提供のために使用されたことは明らかである。しかし、これらの研究はその性質が包括的であることは明らかであるものの、証拠が限定的であるため、使用された方法論を評価することは困難である。これは、ある程度、様々な部門において共通のテーマであり、将来においてより反復的な報告プロセスによって対処可能であるかもしれない。

**信頼性レベル** – 確実な方法論を用いて評価されたリスク評価に関連して、信頼性のレベルの評価を含んだ適応報告はなかった。これは部門横断的に共通しているテーマであり、リスク評価に関する信頼性レベルの包括的評価が非常に困難であることが判明した。

**情報欠落の認識** – 適応報告の多くは、現時点で、報告組織が気候変動リスクを評価するための能力に影響を与える情報欠落の詳細を含んでいる。こうした問題に対処するために、多くの報告組織が、気象庁や環境庁などの組織との関与継続を計画している。

また、新たな情報を入手した場合にリスクを再評価することを計画している。

**費用対効果分析と持続可能性評価** – 多くの適応報告が、気候変動への適応に関連する経済/環境上の費用対効果について論じた。ENA から派生した 2 つの報告は、電力ネットワークに関する長期的な適応費用について詳しく予測している。

## 利益と機会

将来の気候変動から生まれる多くの潜在的利益および機会が、送電部門の報告で確認された。それには以下が含まれる。

**着氷の頻度と過酷度の低下:** 資産の故障原因となる着氷の頻度と負荷が低下する。これにより、架空線の設計基準の引き下げが可能となり、費用削減につながるかもしれない。

**最大負荷が夏季へ移行:** 温暖な天候を活用し、メンテナンスプログラムを春と秋に行うことが可能となる。

**エネルギー効率:** 新たな発電所建設あるいはネットワーク容量の必要性、ならびに関連する適応措置の必要性を減らすことで、気候変動への適応に関連する費用と困難が削減される可能性がある。夏季の家庭、商業、産業用地の冷房に関連するエネルギー需要も減少する可能性がある。

## 障壁

適応報告を検討した結果、多くの障壁が確認された。報告において、それらの障壁は送電部門が気候変動に適応する能力にとって課題となると述べられていた。

**規制、経済、物理的な障壁** – 消費者の適応への支払い意欲に関連する課題が存在する。短期的な考慮と、適応から得られる長期的な利益の間でバランスを取ることは困難になりうる。都市部における空間の不足は、新たな接続およびインフラを整備する上での障壁となっている。

**気候変動の認知** – 気候変動の予測、科学、影響が、インフラの計画、投資、資産管理担当者により良く理解されれば、意思決定プロセスにおいて適切な措置が組み込まれることになる。

**相互依存性** – 多くの相互依存性が、同部門の気候変動への適応能力に対しての障壁として認識された。確認された問題には以下が含まれる。

- **第三者供給者への依存** – 特に通信インフラに関する、第三者への依存。
- **ステークホルダーを含む相互依存性** – エネルギーインフラの制度は、ガス、電力、水道部門の間での相互関連性が極めて高く、レジリエンスにとって極めて重要である。
- **外部機関** – ナショナル・グリッドの資産の多くが、洪水防止あるいは外部機関、環境庁あるいは SEPA が所有および管理する SMPS に依存している。保護を維持していくために、対話が要請されている。

## 相互依存性

報告書は、相互依存関係にある数多くの機関と政策を列挙し、その多くが分野横断的な相互依存性を示している。以下の広域グループが明らかとなっている。

<p><b>規制者/規制と法律</b> – 英国政府、欧州連合、欧州エネルギー規制者評議会、欧州エネルギー規制当局、Defra、DECC、環境庁、SEPA、その他規制部門および規制者</p>	<p><b>政策</b> – スマートネットワーク/低炭素未来、価格統制手段、洪水防止/海岸線管理計画、（規制、エネルギー効率、エネルギー価格を含む）需要に影響を与える政策</p>	<p><b>公共部門</b> – 地方自治体、緊急サービス、高速道路機関</p>
<p><b>エネルギー部門</b> – 送電所有者/運営者、配電網運営者、エネルギーネットワーク戦略グループ、E3 委員会、欧州の電力・ガス市場、地域および国の相互防衛戦略</p>	<p><b>交通</b> – 道路輸送、空輸、海上運輸、鉄道、および航空会社</p>	<p><b>供給者</b> – 第三者通信/ICT インフラ、燃料サプライチェーン、ガス、電力事業者、水道事業者、非常発電機供給者</p>
<p><b>ユーティリティ</b> – その他ユーティリティ、水道部門</p>	<p><b>外部専門知識/データ</b> – 大学、研究機関、気象庁/ハドレー研究所、UKCIP、外部審査グループ/専門知識、UKCP09、洪水リスクデータ、英国工学技術学会。</p>	<p><b>企業</b> – 金融、市場、ダム（第三者所有）</p>

## 別紙 D

適応報告を提出した送電部門の組織の全リスト。

1. ナショナル・グリッド
2. SP トランスミッション
3. スコティッシュ・ハイδρο・エレクトリック・トランスミッション・リミテッド
4. ガス・電力市場局

# 気候変動への適応： 主要部門の気候変動への適応を支援する

適応報告指令に関するエネルギー（ガス輸送）部門概略報告

2012年3月



## イントロダクション

適応報告指令に基づく報告指示を受け、イングランド、スコットランド、ウェールズの9の企業が、2011年6月に Defra<sup>19</sup>、ならびに2011年9月に Ofgem（ガス・電力市場局）に報告書を提出した。これらの報告書は、Defra の気候変動適応チーム、エネルギー・気候変動省の政策チーム、クランフィールド大学リスク研究所によって検討され、2011年12月にテイラー卿によって公表された<sup>20</sup>。

本報告は、それらの報告書から得られた知見の要約であり、以下の項目に重点を置いている。

- ガス輸送部門にとっての気候リスク
- 業界全体の強み
- グッドプラクティスの領域
- 更なる研究が必要な領域
- 最新動向とテーマ
- 障壁
- 相互依存性

諸組織がカバーする地域が異なるため、そうした局地的条件により、ガス輸送部門においては気候に関する懸念も多様である。

---

<sup>19</sup> 報告の指示を受けた全組織のリストは別紙 E に記載。

<sup>20</sup> <http://www.defra.gov.uk/environment/climate/sectors/reporting-authorities/reporting-authorities-reports/>

## 知見の要約

クランフィールド大学、DECC 政策チーム、Defra 気候変動適応チームによる報告書の評価は以下を示している。

- 気候変動リスク評価は、ガス輸送部門の企業リスク評価の一部となっている。適応報告指令のプロセスは、多くの組織にとって大きな促進力となった。
- 同部門は、部門レベルでの関与において、関連データ、情報、知識、ツールを適切に使用している。同部門は、気候変動への適応に関する相互依存性と障壁を正しく認識していることを示した。
- いくつかの組織は、気候の影響とは対照的に、リスクを考慮する、より堅牢な半定量リスク評価法から将来的に恩恵を受けるかもしれない。報告組織は、明確なリスク削減目標をまだ確認していない。
- 同部門にとっての気候変動の不確実性とその影響の問題は、更なる調査を要請する。

## 部門にとっての主な気候リスク

本稿はガス輸送部門が直面するあらゆるリスクの網羅的なリストではなく、同部門が確認した主な気候リスクの概要である。各組織が直面しているリスクの更なる詳細は、各自の適応報告書に記載されている<sup>21</sup>。これらのリスクは Defra ではなく、報告組織が確認したものであることに注意が必要である。

### 天候リスク

**洪水** – 特にパイプと整圧設備 (PRI) を含む重要な敷地と資産。加えて、緊急サービスの提供ならびに事務所、倉庫、路上作業へのスタッフのアクセスに影響を与える交通の混乱にまつわるリスクをいくつかの報告が指摘した。

**河床および川岸の浸食** – 河床および川岸の浸食はパイプラインを危険に晒す。また、河川水量の増大も、河川の上を横断する本管とパイプラインを損傷するリスクがある。

**風害** – テレメトリアンテナや PRI といった地上資産に対する風害。

**土壤汚染物質** – 降水、洪水、干ばつ、及び強風のパターンの変化に起因する、かつてのガス生産現場からの土壤汚染物質の移動・移入。

**地盤移動** – 地盤移動が老朽化した低圧ネットワーク資産を破砕するリスク。このリスクは、英国ガス輸送システムを所有・運営するナショナル・グリッド固有のものである。

**気温上昇** – 気温上昇は、トランスミッション圧縮機に影響を及ぼす可能性がある。また、適応行動がなければ、高温において、いくつかの圧縮機が稼働できなくなる供給安全性の問題をもたらすかもしれない。このリスクは、英国ガス輸送システムを所有・運営するナショナル・グリッド固有のものである。

### その他のリスク

**投資** – 気温上昇と、炭素削減/エネルギー効率措置の双方から、投資方針が影響を受ける可能性がある。新しい住宅へのガス開通が削減され、企業の成長に影響を及ぼす可能性がある。

---

<sup>21</sup> <http://www.defra.gov.uk/environment/climate/sectors/reporting-authorities/reporting-authorities-reports/>

サプライチェーンのリスク – 主要供給者の気候への耐性が不十分であり、気候変動に適應しないリスク。

## 更なる研究が必要な領域

必ずしもガス輸送部門自体によるものではないが、ガス輸送部門の報告において、将来的に更なる研究が求められる多くの領域が確認された。それには以下が含まれる。

### 相互依存性

同部門の複雑さのため、かつ重要な相互依存性が多岐にわたるため、相互依存性はガス輸送組織にとって重要な問題である。

- **分散事業モデル** – 報告組織の多く、特に補完的ガス輸送会社が、極めて分散的なビジネスモデルで運営されている。例えば、複数の会社は、輸送システム、供給/エネルギーバランス制御室あるいは圧縮機、季節ごとあるいは日中の保管システム、付臭剤注入設備あるいは緊急コールセンターを必ずしも運営しているわけではない。それらの施設を外部供給者に依存しているのである。

**上流のガス輸送者との相互依存** – ガス業界内部には相互依存性が存在している。例えば、補完的ガス輸送会社のガス配給網は、ナショナル・グリッドの輸送システムおよびガス配給網運営者の配給システムに依存している。それによりカスケード効果が発生する可能性がある。

- **サプライチェーンのリスク** – 同部門に影響を及ぼしうるサプライチェーンのリスクに関する懸念を、報告書は指摘している。単一の供給者への依存、いくつかの製品の長い導入時間、海外のサプライチェーンのリスクがそれに含まれる。さらに、いくつかの報告組織は、限定的な保管設備しか備えていないことを記している。しかし、いくつかの組織は、このようなリスクに対処するために、供給者としかるべき合意を結んでいる。
- **緊急サービスの提供** – 多くの補完的ガス輸送会社が、ガス配給網運営者（GDNO）に依存している。

#### 相互依存性

ウェールズ・アンド・ウェスト・ユーティリティ（Wales and West Utilities）は、重要な供給者に継続性計画を提出させ、偶発時および非常用の備蓄を有することによって、広範に及ぶサプライチェーンとの相互依存性を管理している。

ガス配給網運営者（GDNO）は、サービス損失の可能性のある、大規模な出来事の影響を緩和するため、相互扶助契約を交わしている。

- **道路輸送** – 道路輸送網には、緊急サービス提供に影響を与えうる分野横断的な相互依存性が存在する。
- **想定されている適応/レジリエンス** – 多くの報告組織が、リスク評価および適応計画において、道路/輸送ネットワークおよび主要供給者/サプライチェーンなど、相互依存関係にある主要組織が気候変動に十分適応していると記している。
- **第三者建造物がもたらすリスク** – 第三者建造物の本管とパイプラインを含む、水害を受けやすいガス輸送資産が、いくつかの報告組織にとって懸念となっている。
- **IT 脆弱性** – 異常気象に対する重要な IT 設備の脆弱性および水害のリスクが高い地域近辺のデータセンターが、報告組織によって潜在的懸念に挙げられた。

## 規制環境

ガス輸送部門の規制環境に関する多くの問題、およびその気候変動リスク管理と気候変動適応能力は、更なる調査を必要とする。それには以下が含まれる。

- **適応への投資** – あらゆる GNDO は、ガス・電力市場局が発行するライセンスを受けて、その規制のもとで事業運営を行っている。業界に許容される収入は、現在のところ5年毎に（2013年に従来の8年毎から変更）ガス・電力市場局によって設定される。これらの見直しは活動を規制し、それゆえ気候変動適応に関連するあらゆる費用は、電力ガス市場規制庁による許容された収入の設定において考慮される。
- **競争市場コストと適応の対比** – ガス・電力市場局は、輸送会社の費用効率を可能な限り上げることで、また将来の必要性が満たされるよう投資を奨励することで、消費者保護に力を入れている。価格統制は、事業計画の見直しおよびネットワーク企業の価格統制期間における許容収入を設定することで、適応に大きく貢献している。適応費用が膨らめば、そこから得られる潜在的利益は遠い将来のことであるため、適応、資金調達、適応への消費者の支払

### 相互依存性の例

ESP ガス・グループのガス供給システムと関連する本管は、歩道あるいは自動車道の建造物の内部に位置することが多い。それらは一般の高速道路であるか、あるいは後にそうなる（完成後あるいは開発中に新規住宅開発の敷地）。選定後には、高速道路機関がこれら建造物の責任を担い、ESP ガス・グループには地盤沈下の可能性やこれら建造物の類似の故障に対する権限はない。

い意欲の間に緊張が生まれる危険性がある。このことはガス・電力市場局も認識しており、規制者としての課題は主に、持続可能なエネルギー供給と消費者の懐に長期的価値を確保するリスク緩和の実現であると認めている。

## 資産のレジリエンス

同部門は、地下にある資産は必然的に、大部分の気候変動の影響から守られているとみなされると記しているが、報告を分析した結果、将来の研究を必要とする資産のレジリエンスに関係する多くの問題が確認された。それには以下が含まれる。

- **閾値** – 適応報告を分析した結果、更なる研究が必要な領域を抱える同部門において、影響を受けると思われる全般的かつ敷地毎の閾値を確認する更なる作業が示唆された。
- **リスクの地理分布** – 報告組織が所有する多くの資産は、広範な地域に分布している。敷地固有のリスクおよび同部門のインフラにとってのリスクの潜在的空間分布を調査する、更なる研究が必要とされている。事実いくつかの報告組織は、地理分布が主要課題であり、更なる研究が必要であると認識している。

先述の通り、ガスメーターへの水の侵入が同部門に影響を与える潜在的リスクとなっている。リスクのあるメーター数を確認することは、特にウェールズ・アンド・ウェスト・ユーティリティのように~243,000メーター設置を数える企業にとって、大きな仕事となる可能性がある。

## 気候変動の知識およびデータ/情報の問題

将来研究が必要になると思われる、気候変動の知識およびデータに関する多くの問題が適応報告の中で取り上げられた。それには以下が含まれる。

- **副次的な気候変動の影響** – 報告組織によれば、副次的な気候の影響に関する情報の可用性は限定的であり、そのことが気候変動リスクを評価し、適応対応を展開する上での困難となっている。以下の領域が同部門にとっての懸念である。

- 山火事のリスク – 重要な資産および供給安全性の問題につながる可能性があるため、山火事の発生増加が資産にもたらすリスクが懸念されている。
- 河川横断への影響 – 現在のところ、橋梁への構造的損害は限定的である。しかし、気候変動下では、水量増加が原因となり、より重大な損害が発生する可能性がある。
- 降水量予測、河川水量、流速、河川横断への影響における複雑な関係は、完全には理解されていない。
- 特に鉄配管に関係する土壌安定性と地盤沈下における変化。
- 異常気象に対する重要な IT 設備の脆弱性。

**情報の非対称性** – ガス・電力市場局の適応報告は、部門によって提供された情報に依存しており、このリスク情報の非対称性を認識していると記している。透明性および情報の信頼性の問題も提起しており、規制者として、同部門が直面しているリスクについての独自研究の実施を望むかもしれないと示唆している。それは、同部門の必要とする適応と潜在的費用を確認する助けとなるだろう。

#### 情報の欠落 –

- 現在の洪水リスクプロセスは、気候変動を考慮していない。
- UKCP が、相対的上昇ではなく、絶対ピーク気温を提供することは有益となるかもしれない。
- UKCP09 は風と嵐のパターンおよび強度について示したが、十分な詳細は提供しなかった。同部門は、このような事象および強風頻度/強度の将来の変化に関する情報を求めている。
- 降雪、みぞれ、吹雪、氷霧および着氷性の霧の頻度/強度における将来の変化に関する情報。
- 現在のところ、いくつかの場所が環境庁によるオンラインの洪水リスクマップによってカバーされていない。
- 環境庁の洪水マップは気候変動を考慮に入れていない。
- EA/SEPA 洪水リスクマップには、多雨期、将来の洪水、浸水深が含まれていない。
- 区域毎の海岸侵食および高潮の可能性あり。



## 最新動向

ガス輸送部門の適応報告を検討した結果、多くの報告書において共通して出現している問題が確認された。以下はその概要となる。

### 気候変動の影響を受ける組織機能

**組織機能への気候の影響** – 適応報告を分析した結果、ガス輸送部門の報告組織が、組織機能およびインフラに気候がもたらす潜在的影響についての認識を深めていることが伺える。多くの報告において、これまで遭遇したリスクの具体例が示された。一般的リスクの認識に加え、報告組織の多くが、ネットワーク全体で、敷地あるいは資産固有のリスクについての理解を深めている、あるいは更に詳しく知るための作業をしている。

**閾値** – 適応報告の評価は、ガス輸送部門はある種の資産に関連する設計基準についての閾値を認識しているが、気候変動閾値についての理解を同部門が深めるには更なる作業が必要であると示唆している。特に、同部門のリスクにとって重要な要素である敷地固有の閾値を調査する必要がある。

### アプローチ

**リスク評価への部門横断的アプローチ** – ガス・電力市場局を除き、報告においては2つのアプローチが取られている。エネルギーネットワーク協会（ENA）を関与させ、気候変動リスク評価において、既存の企業リスク評価方法論を使用することを選択した組織がある一方で、独立ガス輸送者協会（AIGT）メンバーは、ナショナル・グリッドのアプローチを採用した。AIGT報告組織の例では、多くの報告が既存のリスク評価方法論の詳細を述べているものの、実際にどのように使用されたかについては不明瞭であった。

**影響をリスクに対するものとして捉える気候変動リスク評価** – 多くの報告組織が気候変動リスクの影響を評価したのみで、リスクの影響と可能性の度合いを評価しなかった。将来的にこれらの組織は、気候変動リスクの評価に当たって、より堅牢な半定量リスク評価法の使用の検討を望むかもしれない。

**不明瞭なリスク区分** – 気候変動リスクを評価するために既存の事業リスク方法論を使用することはグッドプラクティスである一方、このアプローチを採用したいくつかの報告組織は、起こりやすさと結果の区分、あるいはリスク選好の詳細を提供しなかった。そのため、これらのリスク評価から得た知見を解釈するのは困難である。こうした詳細は、その機密性から割愛された可能性がある。

**信頼性レベル** – 堅牢な方法を用いて実施された、リスク評価に関する信頼性レベルの評価を含んだ適応報告はほとんどなかった。これはガス輸送部門だけでなく、大部分の部門に共通して見られた問題である。

リスクのまとめ

**気候変動リスクにおける一時的変化** – 気候変動リスクに関する時間スケールを、報告組織が明確に理解しているかどうかを報告の分析から判断することは困難である。例えば、リスク評価は複数の時間スケールをカバーしていると多くの報告が記したが、結果が提出されることはほとんどなかった。

**リスクの空間分布** – 報告組織の多くが、気候変動リスクの空間分布を考慮し始めた証拠があるが、更なる作業が有益となるだろう。

**リスクについての透明性のある考察** – 多くの報告組織が、気候変動リスクに関して透明性のある考察を提出した。

リスク対処に向けた行動案

**適応対応に関する優先度の高いリスク** – 同部門からの報告書の大部分は、適応対応に関する優先度の高いリスクを含んでいる。さらに、多くの報告組織が概要を述べた適応行動は、時間スケール、資源、全般的責任を伴っている。

**不明瞭な適応対応/目標** – 適応報告は、ガス輸送部門の報告組織が概要を述べた適応対応が、全体的に明確なリスク削減目標を欠いていることを示唆している。

**組み込み** – ガス輸送部門の報告組織が、気候変動リスク管理を組織に積極的に組み込んでいることを適応報告の分析は示している。例えば、組織は既存の企業リスクレジスタに気候変動を組み込み、事業リスクプロセス、投資決定、資産設計において気候変動について考察している。

不確実性と想定

**不確実性の認識** – 同部門における不確実性の認識の水準にはばらつきがあるように思われる。多くの適応報告には、リスク評価の知見と適応対応に関する考察が含まれず、リスク評価に関する主な不確実性の確認にとどまっている。

**想定** – 不確実性と同様に、報告にはリスク評価と適応計画に関連する想定が詳細に記述されることは多いが、そこから導かれる結果や報告組織による対処方法について論じられることは多くはない。

## 適応への障壁と相互依存性

**障壁の認知** – 全般的に、適応報告の分析から、ガス輸送部門の報告組織は、気候変動への適応能力に影響を及ぼしうる多様な障壁を正しく認識していることが示唆される。このことは、多くの適応報告に反映されており、障壁の詳細や将来的に克服するための計画が盛り込まれている。

**相互依存性の認知** – 適応報告からは、ガス輸送部門の報告組織が、同部門の構造および第三者への依存を反映する、多くの相互依存性の問題を明確に認識していることがわかる。さらに、多くの報告が、気候変動リスク管理に向けて、報告組織が相互依存にある組織やステークホルダーと関与する事例を提供している。

## モニタリングと評価

**既存の企業プロセスによる気候変動リスクのモニタリング** – 適応報告からは、どれだけのガス輸送部門の報告組織が、既存の企業リスク管理プロセスを通じて気候変動リスクを監視する計画であるかが確認できる。そのようなプロセスには、概して明確なレビューの時間スケールとリスク所有者が規定されている。しかしながら、企業リスク管理プロセスによって行われる可能性が高いものの、いくつかの報告組織が適応計画を評価する予定であるか否かを判断することは困難である。

## 利益と機会

将来の気候変動から生まれる多くの潜在的利益あるいは機会が、ガス輸送部門によって確認された。それには以下が含まれる。

### ビジネス/商業上の機会

- 炭素削減目標に応える形で、その他のエネルギー資産やゼロ炭素技術へ事業を多角化。
- 革新的新技術および技法を開発する潜在的機会。それには以下が含まれる。
  - 代替形態によるガス生産および供給 – 例：バイオメタン
  - 老朽資産の更新と新たな設計への気候レジリエンスの統合
  - ガスの利用（例：冷房および暖房）とネットワークの利用（例：炭素回収と貯留用の CO<sub>2</sub> 輸送）による多角化
  - 適応と緩和措置の組み合わせ

### 運営上の機会

- 冬季気温の上昇：
  - 小容量の敷地が、予熱を必要としなくなる可能性がある。
  - アクセスの問題をもたらす降雪と氷結の減少 – 作業環境での中断の減少
  - 降雪と氷結の減少 – 安全の問題と事故の減少
  - 極寒条件の減少 – パイプ破損と漏れの減少
- 夏季の降雨量減少
  - 夏季の乾燥化 – 作業環境が乾燥することで、掘削条件が向上する。

### その他の機会

- ネットワーク効率、信頼性、消費者サービスの改善により、株主利益が向上する可能性あり。
- 新技術（例：分散発電）の活用により、電力部門のレジリエンスが向上し、効率、信頼性、発電源の多様性を高める。

## 障壁

適応への多くの潜在的障壁が報告の中で確認された。それには以下が含まれる。

- ガス・電力市場局による価格統制の検討は、資本投資プログラムおよび運営支出に対して大きな影響力を持っている。また、電力ネットワーク資産の長期間の寿命や、遠い将来のリスクにまつわる不確実性のために、効率的な投資費用と適応措置の早期追求をめぐり、意見が対立する可能性が存在する。
- 気候変動の影響の可能性と規模については、いまだに多くの不確定要素がある。例えば、潜在的異常気象とその発生地についてのデータが限定的であり、UKCP09に基づく全国的な洪水予測が不足している。
- 将来のエネルギーミックス、およびそこに対してガスが果たす役割について不確実性が存在しており、適応の優先順位付けを困難にしている。

## 相互依存性

報告書は、相互依存となっている数多くの機関と政策を指摘し、その多くが分野横断的な相互依存性を示している。以下の広域グループが明らかとなっている。

<p><b>規制者/規制/法律</b> – 欧州連合、英国政府、ウェールズ政府、欧州エネルギー規制者評議会、欧州エネルギー規制機関 (ACER)、ガス・電力市場局、安全衛生庁、環境庁、SEPA、気象庁、その他規制されている部門および規制者。</p>	<p><b>公共部門</b> – 高速道路機関、高速道路庁、緊急サービス、地方自治体、ブリティッシュ・ウォーターウェイ</p>
<p><b>エネルギー部門</b> – 上流ガス輸送者/ガス供給網、ナショナル・グリッド輸送サービス/ナショナル・トランスミッション・システム、ガス供給ネットワーク、ガス運送者および供給者、グローバルな LNG 市場、全国および業界基準・仕様、E3 委員会、欧州のガス市場</p>	<p><b>交通</b> – 道路網、港–海外供給、ネットワークレイル、鉄道網</p>
<p><b>ユーティリティ</b> – 配電、水道事業、ユーティリティ供給者、電気通信/ブロードバンドの提供、燃料の提供/サプライチェーン</p>	<p><b>供給者/契約者</b> – 地方の建設/メンテナンス機関、重要供給者/サプライチェーン–付臭剤供給者、ポリエチレンパイプ製造者、コールセンターのレジリエンス</p>
<p><b>外部専門知識/データ</b> – 気象庁、UKCP09、環境庁、英国工学技術学会、ガス技術者管理者機関、学会</p>	<p><b>政策</b> – 緊急サービス提供、安全規制</p>

## 別紙 E

適応報告を提出したガス輸送部門の全報告組織のリスト。

13. ナショナル・グリッド・ガス Plc
14. ESP コネクション
15. GTC パイプライン
16. 独立パイプライン—報告では独立パイプラインおよびクワドラント・パイプライン (IPL/QPL) と言及されている。
17. ノーザン・ガス・ネットワークス
18. スコットランド・ガス・ネットワークス—スコシア・ガス・ネットワークスとの共同報告
19. サザン・ガス・ネットワークス—スコシア・ガス・ネットワークスとの共同報告
20. SSE パイプライン- 報告未到着
21. ウェールズ・アンド・ウェスト・ユーティリティ
22. ガス・電力市場局 (Ofgem)

[www.defra.gov.uk](http://www.defra.gov.uk)

# 気候変動への適応： 主要部門の気候変動への適応を支援する

適応報告指令に関する道路および鉄道部門概略報告

2012年3月



## イントロダクション

適応報告指令に基づく報告指示を受け、イングランドとウェールズの道路および鉄道部門の4組織が、2010年9月および2011年9月に、適応報告をDefraに提出した<sup>22</sup>。これらの報告書は、Defraの気候変動適応チーム、運輸省の政策チーム、クランフィールド大学リスク研究所によって検討され、2011年10月にテイラー卿によって公表された。2012年2月に鉄道部門報告の第五版および最終版が公表された。

本報告は、それらの報告書から得られた知見の要約であり、以下の項目に重点を置いている。：

- 報告組織が確認した道路および鉄道部門にとっての気候リスク
- 2部門の強み
- グッドプラクティスの領域
- 更なる研究が必要な領域
- 最新動向とテーマ
- 利益と機会
- 障壁
- 相互依存性

---

<sup>22</sup> 報告の指示を受けた全組織のリストは別紙Fに記載。

## 知見の要約

クランフィールド大学、DfT 政策チーム、Defra 気候変動適応チームによる報告書の評価は以下を示している。

- 気候変動リスク評価は、道路および鉄道部門の企業リスク評価プロセスにすでに組み込まれている。
- 気候変動がもたらすリスクを調査し、適応するために、これらの組織が着手している幅広い活動の詳細が報告に含まれている。
- 報告組織は、気候変動リスクを評価する段階にあり、いくつかの組織は具体的なリスクと閾値を調査する詳細な研究に着手している。報告提出後、報告組織によって更なる作業が実行された。

## 部門にとっての主な気候リスク

本稿は道路および鉄道部門が確認したあらゆるリスクの網羅的なリストではなく、同部門が直面する主な気候リスクの概要である。各組織が直面しているリスクの更なる詳細は、各自の適応報告書に記載されている<sup>23</sup>。これらのリスクは Defra ではなく、報告組織が確認したものである。

**インフラ** – 気候変動の影響の多くが、道路および鉄道部門のインフラに対するリスクとなりうる。それには、レールの座屈などの問題を引き起こす気温上昇や極端な温度変化、冬季の平均気温上昇（凍結/融解をもたらす問題を低減）、極値風速の可能性上昇、霧の増加、湿度の上昇、雷のリスク、土壌の乾湿が引き起こす地盤移動、沿岸部の洪水、海面上昇、高潮が含まれる。

**乗客/旅客/貨物** – 気温が上昇あるいは極端に変化することにより、乗客および乗組員の快適さに影響を及ぼす可能性がある。洪水の増加および極端な風速の発生可能性の上昇が、インフラにもたらす影響も存在する。これにより、遅延/運行中止、ひいては風評被害につながりうる。

**運営/メンテナンス** – 気温の大幅な変化、極端な風速および降水（そしてそれに続く洪水）の発生可能性の上昇、霧の増加、植生の増殖と変化は、全て運行に影響を与える可能性があり、メンテナンスの頻度および実行の困難さを増大させるかもしれない。

### 気候変動へのレジリエンスを確保する既存の政策と手段の例

ユーロトンネルの熱波計画 (a Heatwave plan) では、屋内外の担当スタッフの勤務交代を増やすことや、荷積み場所に水ミストの設備を設置すること、各シャトルに乗せる車両数の低減が図られている。

ロンドン交通局は、大ロンドン庁 (Greater London Authority) との作業である「市長によるロンドンの気候変動適応戦略」を通じて、交通要素への今後の気候変動の影響を評価してきた。

<sup>23</sup> <http://www.defra.gov.uk/environment/climate/sectors/reporting-authorities/reporting-authorities-reports/>

## 強み

適応報告では、道路および鉄道部門が気候変動リスクを評価し、それに対して行動を起こしていることを示す多くの強みが確認された。それには以下が含まれる。

**関連スタッフ/省庁の関与** – 潜在的気候変動リスクを評価するため、多くのケースでワークショップが開催され、重要なスタッフおよび省庁が関与した。

**ステークホルダーと相互依存組織の積極的な関与** – 同部門において、気候変動リスク管理や適応に関係する多様なステークホルダーおよび相互依存組織が、積極的に関与していることを報告は示している。

**詳細な気候変動の研究と技術審査のエビデンス** – 報告では、同部門の各組織が着手している気候変動リスクを調査・管理するための多くの研究および技術審査が詳述されている。

**研究プログラム** – 多くの組織が、気候変動リスクを評価し、それに適応するための多くの研究イニシアチブについての詳細を提供している。それには業界レベルの研究プログラムや国際的調査も含まれる。

**リスク管理プロセスに気候リスクを組み込んでいるエビデンス** – これらの組織が、気候変動リスク管理を企業プロセスに組み込み始めたことは明白である。例えばロンドン交通局は、資産管理計画などの既存の事業プロセスを通じて、適応措置を実行している。

**投資決定における気候変動の考慮** – 報告全体を通じ、投資決定において、気候変動がどのように考慮されてきたかについて、クロスレールの開発などのいくつかの例が挙げられている。また高速道路庁は、気候変動に対するレジリエンスを高めるために、排水基準を変更する措置をとった。

**リスクについての透明性のある考察** – 多くの報告が、気候変動リスクについてや、それらがいかに具体的な場所や資産に影響を与えるかについての

### 適応報告におけるステークホルダーおよびその他相互依存機関の関与例

高速道路庁は、気候変動適応を具体的に含んでいる覚書に、環境庁とともに調印した。

ネットワークレイルは、自然災害と気候変動の相互依存性を地図化するため内閣府の民間緊急事態事務局を含む多くの機関と共同作業を行ってきた。

鉄道規制局は、ネットワークレイル、乗客、貨物列車運転手および業界のサプライチェーンに協力を仰ぎながら、2013年まで定期的審査「PR13」を行っている。彼らは、鉄道（線路と列車）の極端気象に対するレジリエンス向上、それに伴う費用と効果の増大に向けた計画策定を要請した。

組織による透明性のある考察を含んでいる。

適応報告要請が変化をもたらしたエビデンス – いくつかの報告では、適応報告要請が、組織における気候変動リスクの理解あるいは管理の水準に変化をもたらしたという根拠が存在している。

## 更なる考察が求められうる領域

道路および鉄道部門の報告を検討した結果、将来的に更なる研究が求められうる多くの領域が明らかになった<sup>24</sup>。それには以下が含まれる：

**洪水と排水の問題** – 双方の部門にとって洪水は主要リスクであり、更なる研究が求められうる多くの領域を報告は指摘している。多雨期の洪水、持続可能な都市排水システム（SUDS）などの雨水排水システム、異常気象から発生する排水と汚染リスク、地下水氾濫の影響、専門家による海面モニタリングの必要性、洪水防止の問題（洪水防止および関連情報についての環境庁への依存など）などがそこに含まれる。

**相互依存性** – 相互依存性は、更なる研究が必要とされるものとして指摘された。とりわけ、洪水防止、相互依存問題を管理するためのパートナーシップ・アプローチの必要性、ICTの利用、電力供給、サプライチェーンの脆弱性に関する調査が求められる。鉄道部門の報告組織のいくつかは、特に信号と通信に関してICTの利用を強調した。

**勾配と土壌安定性** – 報告の中で研究の必要性が指摘された領域には、以下が含まれる。

- 土壌安定性/地盤移動における変化の可能性、および気候と傾斜地における土壌間隙水圧域の関係
- 斜面安定および地滑りリスクの将来の変化
- 土壌、斜面、気候変動の間の相互作用
- 斜面および土壌安定リスクに対処するためのバイオエンジニアリング使用の可能性あり（例：植樹）

**エンジニアリング、インフラ、メンテナンス** – 更なる研究が求められうると報告にて指摘された、エンジニアリング、インフラ、メンテナンスのリスクに関する問題は数多く存在している。それには以下が含まれる：電力供給リスク、ラインの傍にある設備の故障、洗浄、エンジニアリングおよび設計基準、建設およびメンテナンス活動、資産の劣化および緑化。

**乗客へのリスク** – 乗客に対する熱波のリスクが多くの報告で挙げられた。乗客にリスクをもたらす可能性のある多くの要因について、研究の必要性が認識された。例えば換気、湿度、列車の故障の種類、牽引装置の不具合が空調にもたらす影響などである。

---

<sup>24</sup> ARP 報告の公表以降、多くの領域で更なる研究が既に開始している。

適応報告指令が変化をもたらしたエビデンス – いくつかの報告では、適応報告指令が、組織における気候変動リスクの理解あるいは管理の水準に変化をもたらしたというエビデンスが存在している。

## 最新動向

道路および鉄道部門による適応報告を検討した結果、気候変動リスクの評価および適応プログラムの開発において、各組織が異なる段階にあるものの、報告で広く見られる共通の問題およびテーマが複数の報告書において示されていることがわかった。

**閾値** – 適応報告の評価は、部門間における閾値の理解について比較的ばらつきがあることを示唆している。いくつかの報告組織は、運営に影響を与える多くの気象関連の閾値をはっきりと認識していることを示しているが、その他の組織は、閾値を確認あるいは評価していない、あるいは、ごく少数の閾値しか確認していなかった。また、いくつかの事例では閾値の再評価が有益となるかも知れないとも示された。

**組織機能への天候の影響** – 適応報告は、現在、天候が自社の運営にどのような影響を及ぼしているか同部門が認識しており、多くの場合、ビジネス上の意思決定において、天候と気候変動リスクを積極的に考察していることを示している。

**リスク評価** – リスク評価では、一般的に UKCP09 などの幅広いデータソースによって実証された専門家の判断が使用されている。リスク評価自体に、信頼性の水準を当初から含んだ報告はなかった。しかし、報告で言及された研究によれば、いくつかの事例で信頼性の水準を定量化している（例：ネットワークレイル）。

大部分の報告は、気候変動リスクを評価する上で定性的アプローチを用いた。それらはリスクではなく、影響の包括的評価の提供に留まることが多かった。一般的に、報告ではリスク区分が行われたが（例：高、中、低）、これらの区分の明確な定義は存在せず、結果を解釈し、リスクを比較することを困難にしている。しかしながら、いくつかの例では、報告で引用された研究が定量的リスク評価を提供していた。

**適応の組み込み** – 道路および鉄道部門は、既存の事業リスク管理、意思決定、投資プロセスに、気候変動リスクを組み込む措置を取っている。

**不確実性と前提条件** – 双方の部門において、気候変動リスクに関する不確実性と前提条件が認識されていると報告は示している。

**適応への障壁と相互依存性** – 一般的に、気候変動に適応する能力に影響を及ぼす幅広い障壁を、同部門は認識しているように思われる。しかし、いくつかの報告では障壁が一切確認されなかった。このことは、いくつかの組織が気候変動リスクの考察を始めたばかりの段階であるため、あるいはこれらの組織が、同部門の他組織によって行われた障壁の分析に満足しており、分析の繰り返しを望まなかったためである可能性がある。



同部門が、相互依存性の理解を深めている段階であることを報告は示唆しており、いくつかの組織は思考を更に先へ進めている。いくつかの例では、ワーキンググループや「未来をエンジニアリングする」<sup>25</sup>といった研究によって、組織はこうした相互依存性についての調査をさらに進めている。

**モニタリングと評価** – これらの部門における組織は、気候変動リスクと適応計画を将来モニタリングし、評価する予定であることを報告は示している。

---

<sup>25</sup> [http://www.raeng.org.uk/news/publications/list/reports/Engineering\\_the\\_future\\_2011.pdf](http://www.raeng.org.uk/news/publications/list/reports/Engineering_the_future_2011.pdf)

## 利益と機会

将来の気候変動から生まれる多くの潜在的利益および機会が、道路および鉄道部門によって確認された。それには以下が含まれる。

- ネットワークの性能に影響を及ぼす気象イベントが減少する可能性あり。  
例：氷結温度および降雪。しかしながら、冬季の平均気温上昇が予想されているものの、異常気象の増加も同時に予測されているため、降雪に起因する混乱の減少が、必ずしも含意されているわけではない。
- 冬季の気温と湿度が上がることで、冬のメンテナンス活動の必要性、およびそれに伴い、事故（例：スリップ・転倒）も減少する可能性がある。
- 気候変動のモデリングにより行動の優先順位づけができるようになるため、費用効率の高い対応に重点を置くことができる。例：短期的な消耗が早い資産ではなく、寿命の長い資産のための長期的措置の重視。
- 平均気温の上昇により、冬季にネットワーク上に塩を撒く必要性が減ることになる。これにより、インフラの劣化が遅くなり、車両の腐食も抑えられる。
- 気候変動の影響により、人々が使用する交通手段が変化する可能性あり。  
例：嵐の増加により、多くの人々がフェリーではなく英仏海峡トンネルを使用するようになる。

## 障壁

適応報告を検討した結果、道路および鉄道部門の気候変動に対する適応能力にとって課題となる、多くの障壁がいくつかの組織から指摘されている一方で、その他の組織は一切記述していないことが確認された。確認された主な障壁には以下が含まれる。

**不確実性** – 気候変動および組織機能の双方に関係する不確実性が、障壁として挙げられた。鉄道業界の適応計画に対する政府の反応、更に、長期的な適応への資金提供方法に関する規制上の不確実性が懸念となっている。交通網の将来の姿も不明瞭な点として挙げられた。

短期的な利益と長期的な適応のバランスを取ることは、長期的利益を伴う措置を考慮する際の、短期的利益と投資効率のバランスに関する困難が各部門によって挙げられた。

第三者と外部リスク – 道路および鉄道組織の管理下でない、あるいは所有下でない地点で発生するリスクが、適応への障壁となる可能性があることが確認された。

## 相互依存性

報告書は、相互依存関係にある数多くの組織と政策を指摘し、その多くが分野横断的な相互依存性を示している。以下の広域グループが明らかとなっている。

### 1. 制度上の相互依存性

政府、規制者、法律 – 運輸省、トランスポート・スコットランド、ロンドン交通局、鉄道規制局、その他官庁

(例：Defra、環境庁、内閣府、ビジネス・イノベーション・技能省)、地域の道路維持の責任を持つ地方自治体および地域政府 (例：ロンドン特別区)

交通網 – 道路網、高速道路庁、空港、英仏海峡に面した港、隣国の鉄道網 – 例：ネットワークレイルとフランス国鉄、列車運営会社、貨物運営会社

顧客/供給者 – 顧客、サプライチェーン、契約者、運営者、気象関連情報および予報提供者。

2. 物理的相互依存ユーティリティー – ガスおよび配電・送電、上下水道網、ICT サプライヤー。

3. 運営上の相互依存性 – スタッフの欠勤 (例：列車運転士が就労不能になる)、近隣地域あるいは地理的地域へアクセス拒否。地域レジリアンス・フォーラムおよびインフラ復旧グループが、運営上の相互依存性に起因するリスク緩和に寄与する組織として確認された。

## 別紙 F

適応報告を提出した道路および鉄道部門の全組織のリスト。

15. ユーロトンネル
16. ネットワークレイル
17. ロンドン交通局 (TfL)
18. 高速道路庁
19. 鉄道規制局