

Imperial College
London

13 November 2017

3rd Round Table for Studying Energy Situations: A UK perspective

Ministry of Economy, Trade
and Industry (METI), Tokyo

Jim Skea
Professor of Sustainable Energy



What the UK Climate Change Act requires

☾ Section 1

It is the duty of the Secretary of State to ensure that the net UK carbon account for the year 2050 is at least 80% lower than the 1990 baseline.

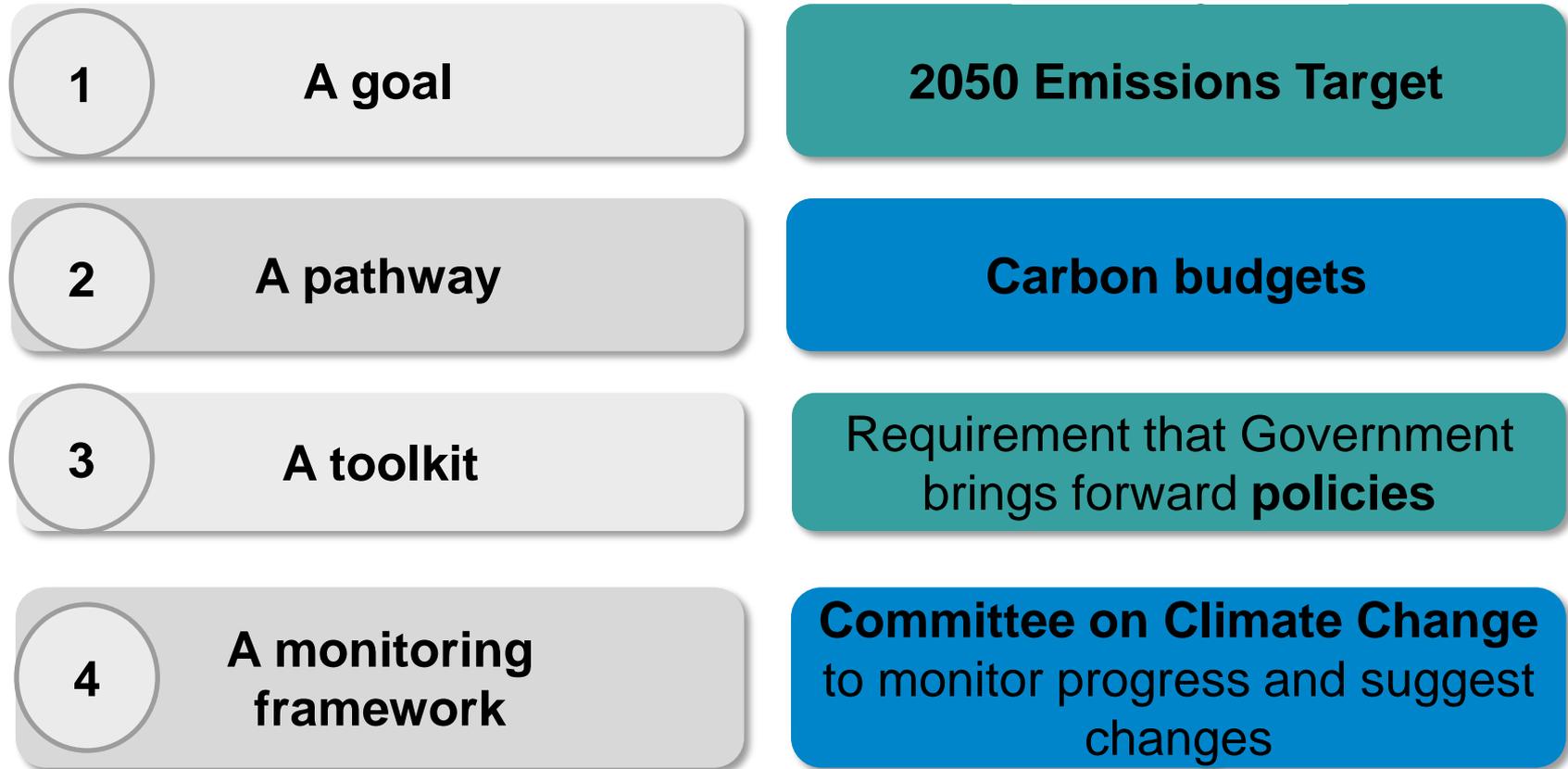
☾ Section 4

- 1) It is the duty of the Secretary of State—
 - (a) to set for each succeeding period of five years beginning with the period 2008-2012 (“budgetary periods”) an amount for the net UK carbon account (the “carbon budget”), and
 - (b) to ensure that the net UK carbon account for a budgetary period does not exceed the carbon budget.

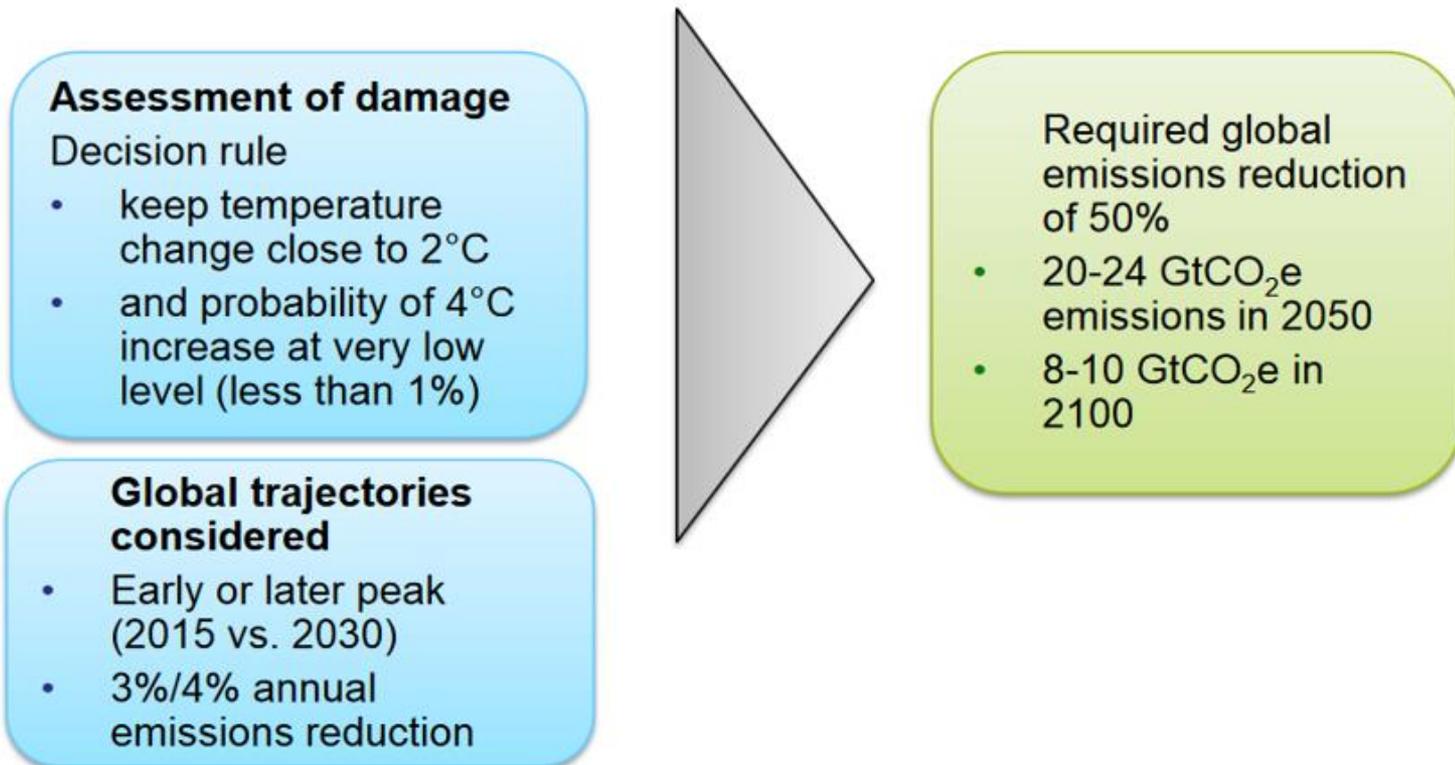
The Climate Change Act sets a framework to drive change



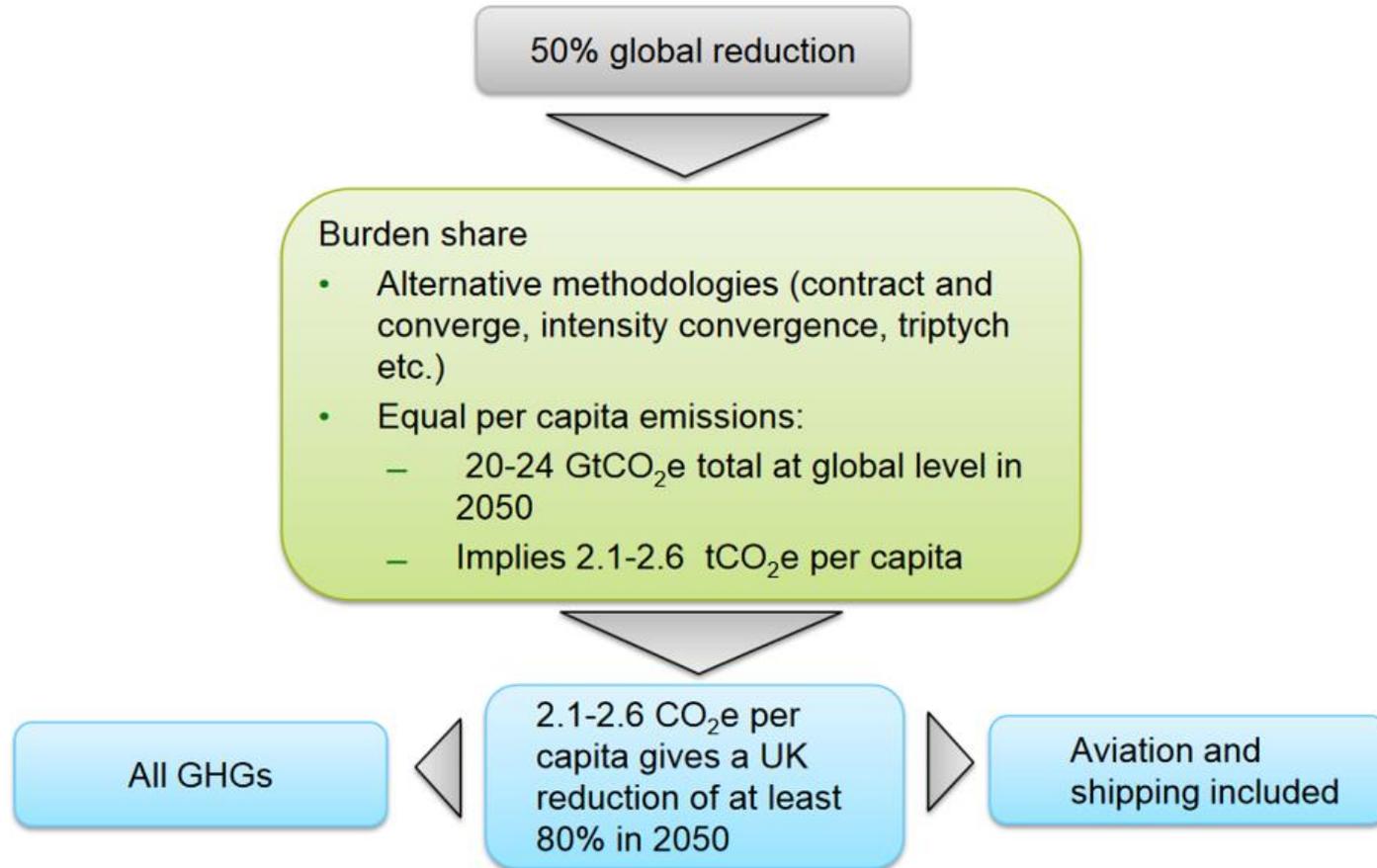
The Climate Change Act



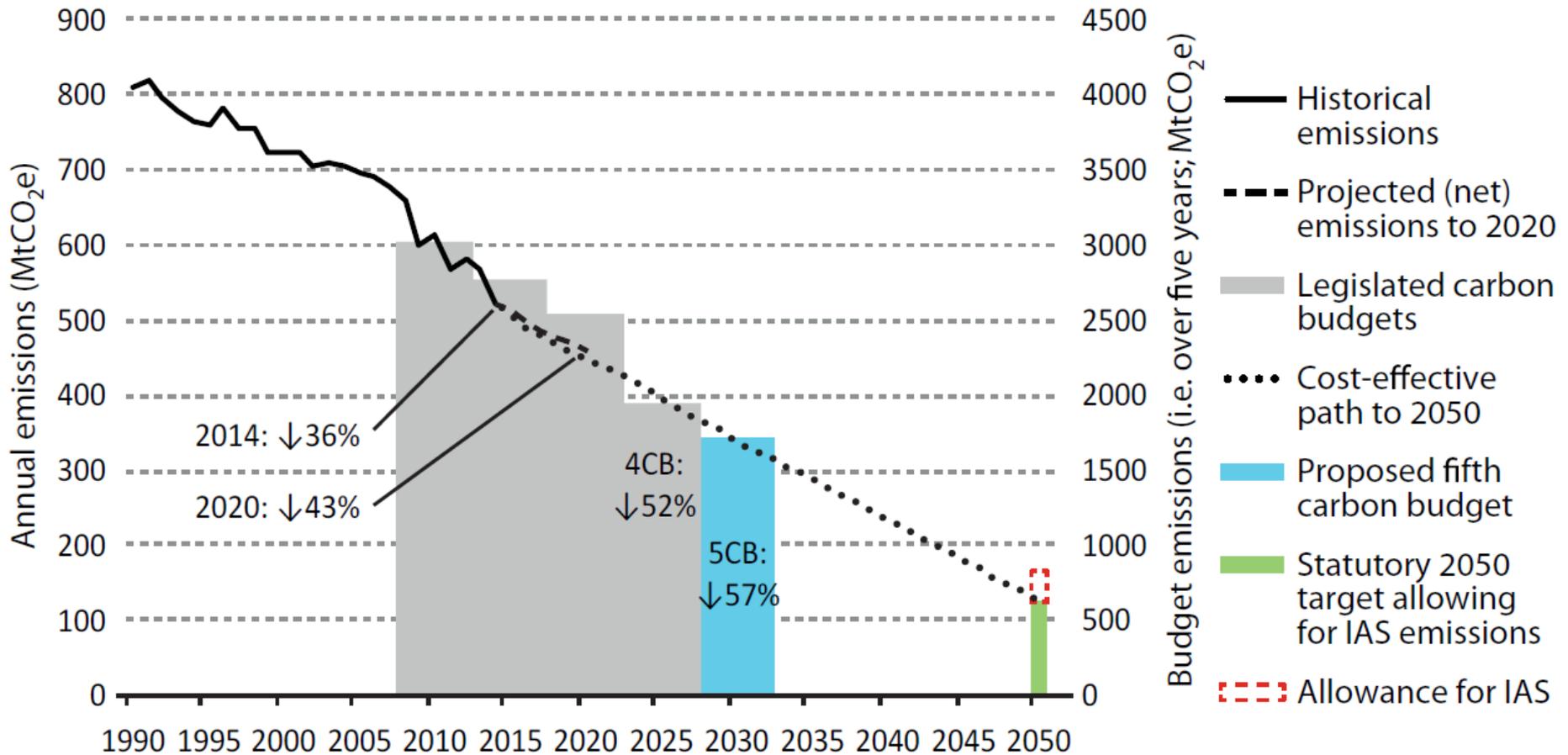
The UK 2050 target: required global emission reduction



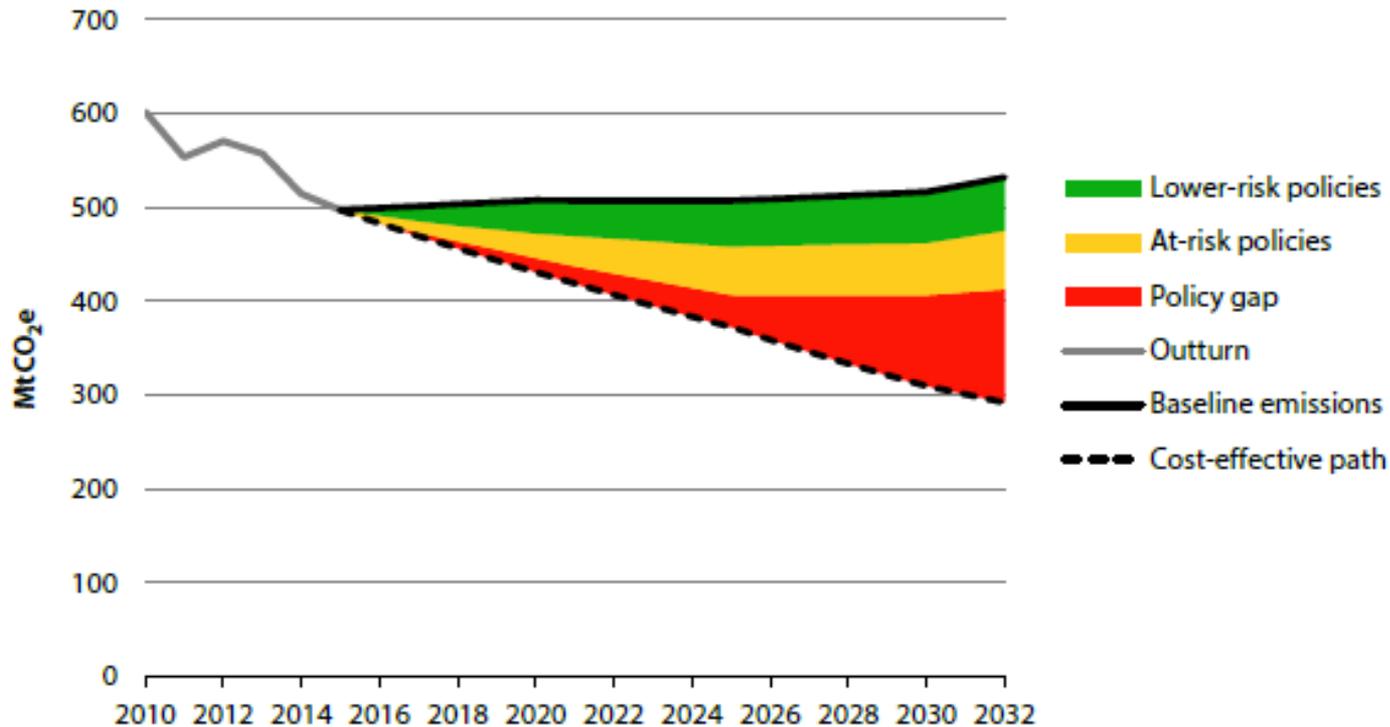
The UK 2050 target: appropriate UK contribution



UK carbon budgets and the path to 2050

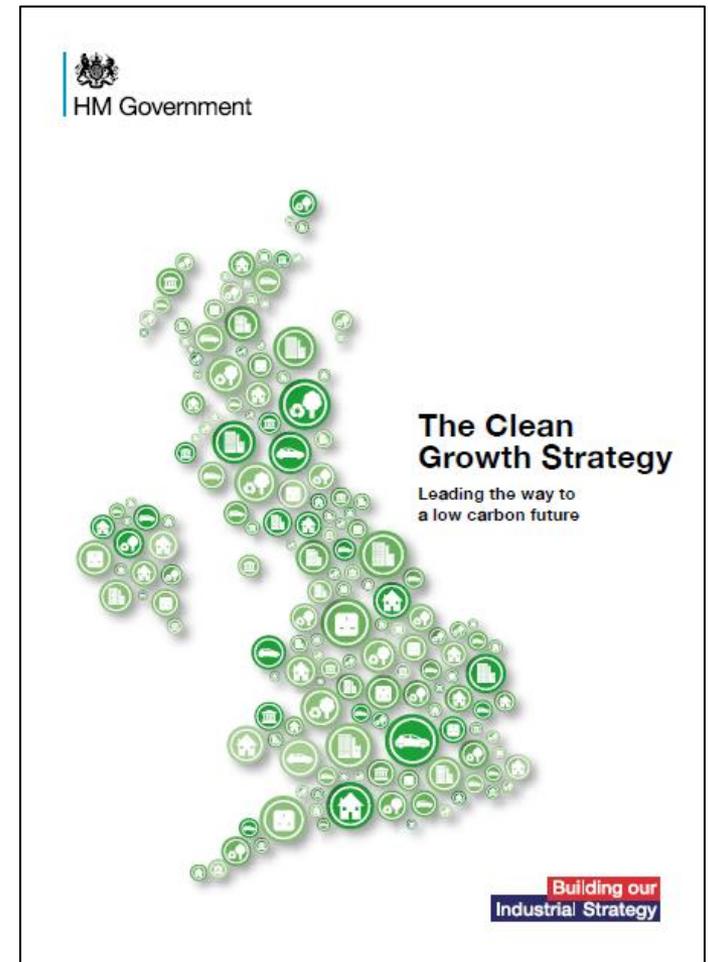
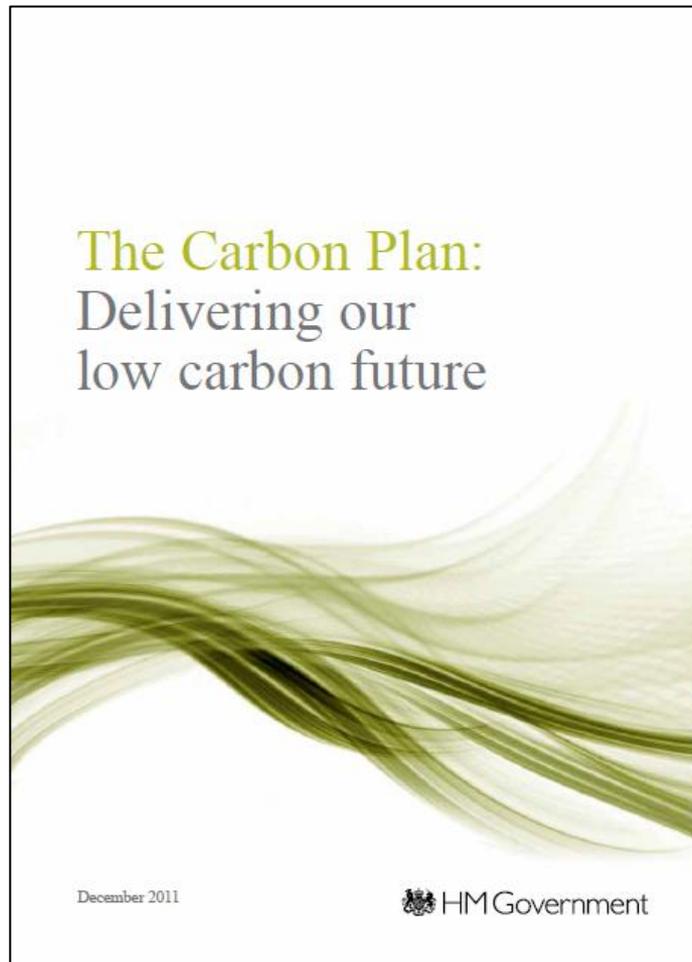


Assessment of current policies against the cost-effective path to meet carbon budgets and the 2050 target

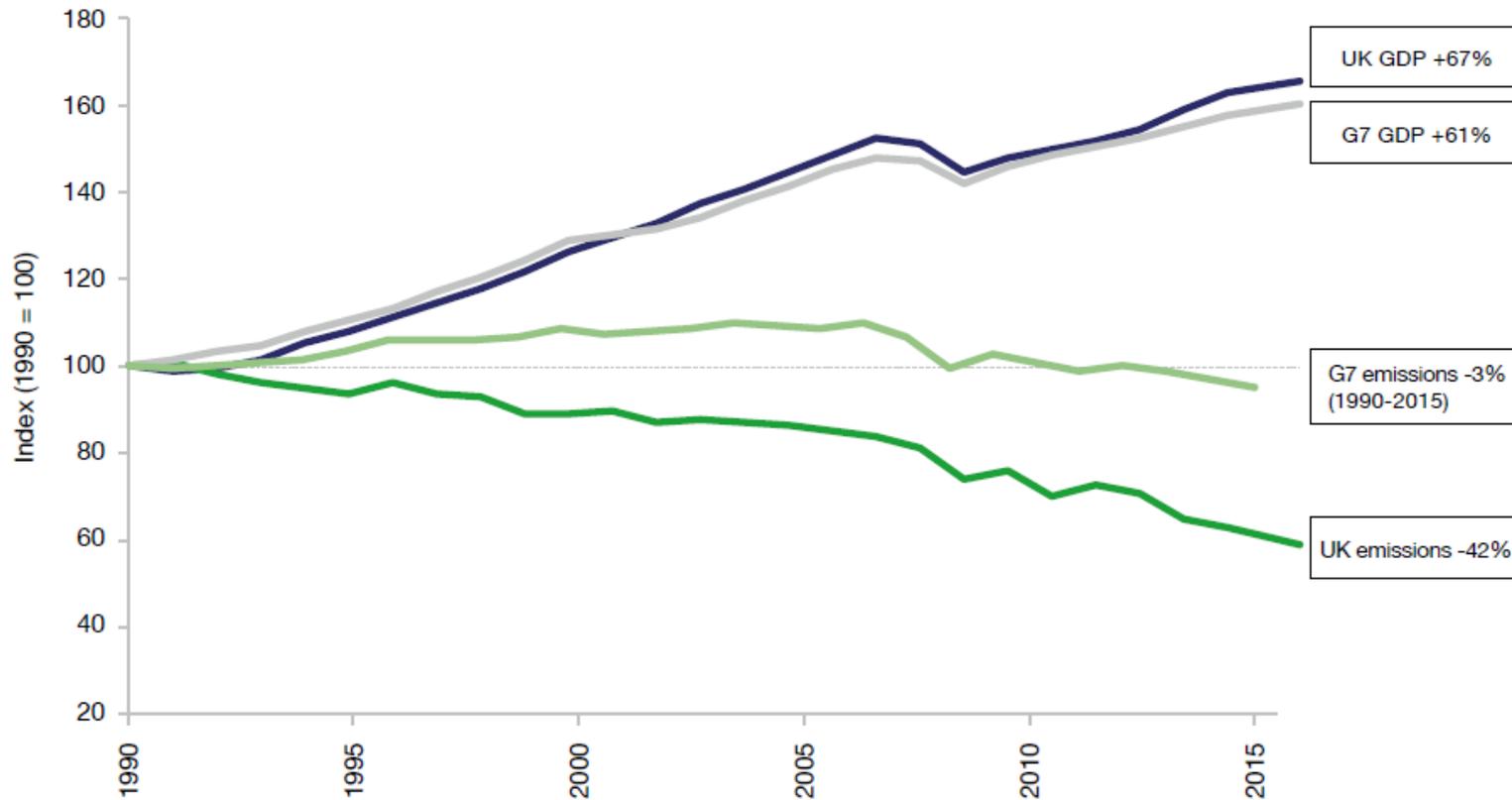


The Government recognises there is a gap and is committed to producing an emissions reduction plan, which will set out how it will meet its carbon targets.

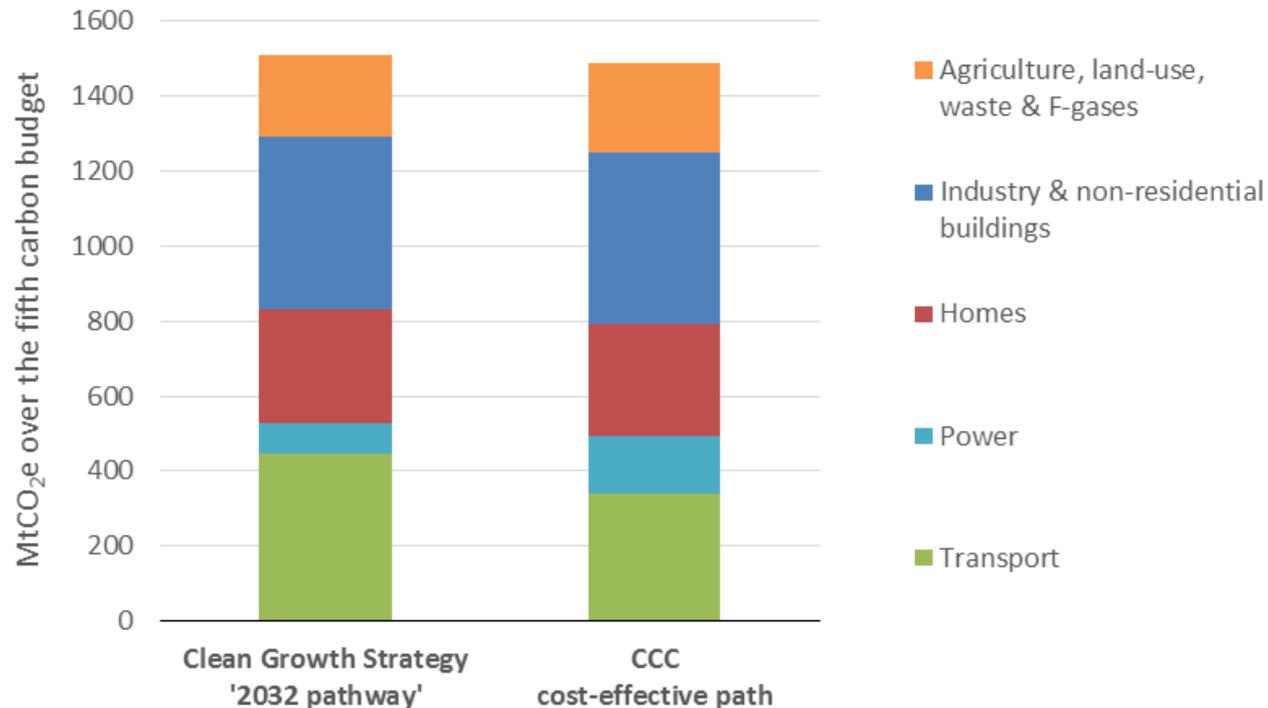
In October 2017, the Clean Growth Strategy (CB5)
replaced the 2011 Carbon Plan (CB4)



UK has grown the economy and cut emissions faster than the G7



The Government's focus is on achieving CB5 through domestic action in the UK

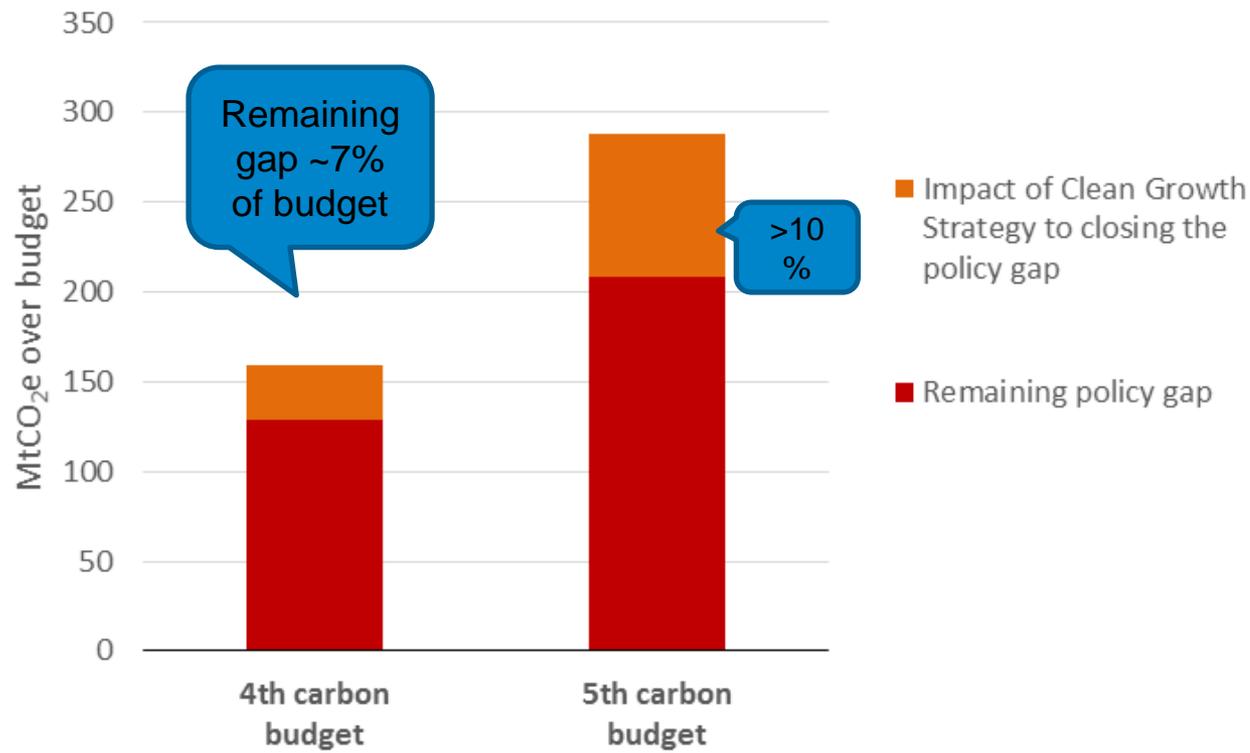


But quantified policies not enough to meet 4th or 5th budgets...

		Carbon Budget				
		1 2008-12	2 2013-17	3 2018-22	4 2023-27	5 2028-32
Budget, cumulative emissions, Mt		3,018	2,782	2,544	1,950	1,725
Average reduction vs 1990 emissions, %		-25%	-31%	-37%	-51%	-57%
Existing policies	Projected emissions, cumulative emissions, Mt	2,982 actual	2,650 E	2,453 E	2,096 E	1,972 E
	Result vs. Budget, %	-1.2%	-4.7%	-3.6%	+7.5%	+14.3%
Existing and new policies and proposals ¹³¹	Projected emissions, cumulative emissions, Mt	2,982 actual	2,650 E	2,453 E	2,066 E	1,892 E
	Result vs. Budget, cumulative emissions, Mt	-36	-132	-91	+116	+167
	Result vs. Budget, %	-1.2%	-4.7%	-3.6%	+6.0%	+9.7%
	Cumulative surplus (+) or deficit (-), Mt		+132	+223	+107	-60

“We are prepared to use the flexibilities available to us to met carbon budgets...if this presents better value for UK taxpayers, businesses and consumers” – i.e. banking over-performance from one carbon budget to the next

Policies & proposals in the Clean Growth Strategy still leave a large policy gap



The Strategy emphasises the role of innovation in closing the policy gap...

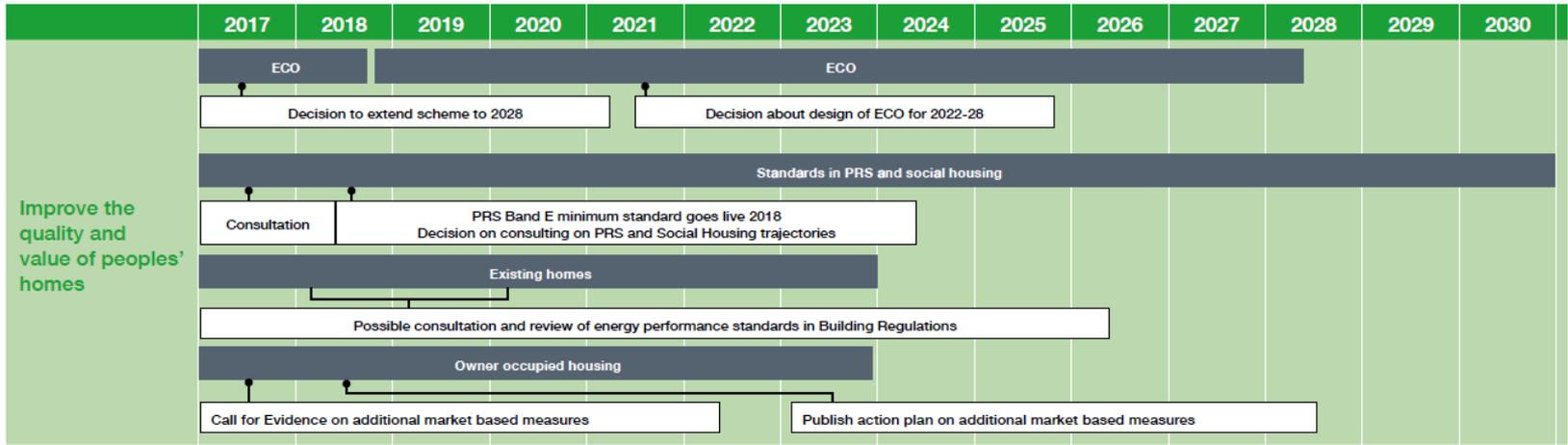
- “While we have the option to use flexibilities to fully meet our carbon budgets, the ambitious policies and proposals set out in this Strategy, and the rapid progress and accelerating pace of changes in low carbon technologies so far, suggest we may not need to use this option.”
- “It is only through innovation that we will see the cost of clean technologies come down”
- But passive approach? Hydrogen “needs to work as well and as cheaply as current technologies”; “we need to find alternatives to industrial fuels without increasing cost”

Recovering ground on carbon capture, (use) and storage

- Demonstrate international leadership in carbon capture usage and storage (CCUS), by collaborating with our global partners and investing up to £100 million in leading edge CCUS and industrial innovation to drive down costs
- Work in partnership with industry, through a new CCUS Council, to put us on a path to meet our ambition of having the option of deploying CCUS at scale in the UK, and to maximise its industrial opportunity

A timetable for policy development

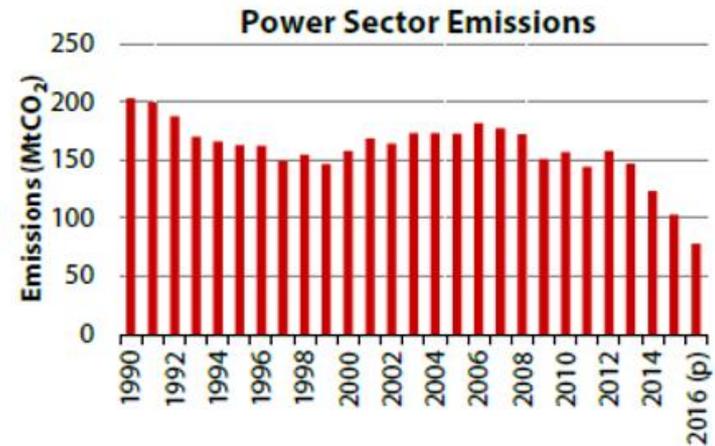
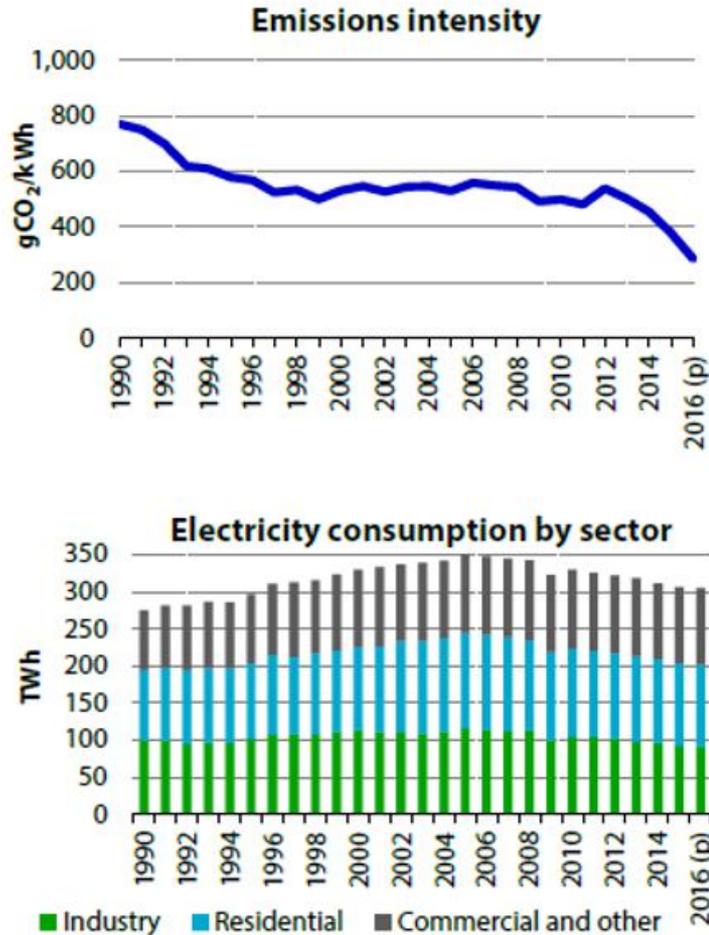
Homes



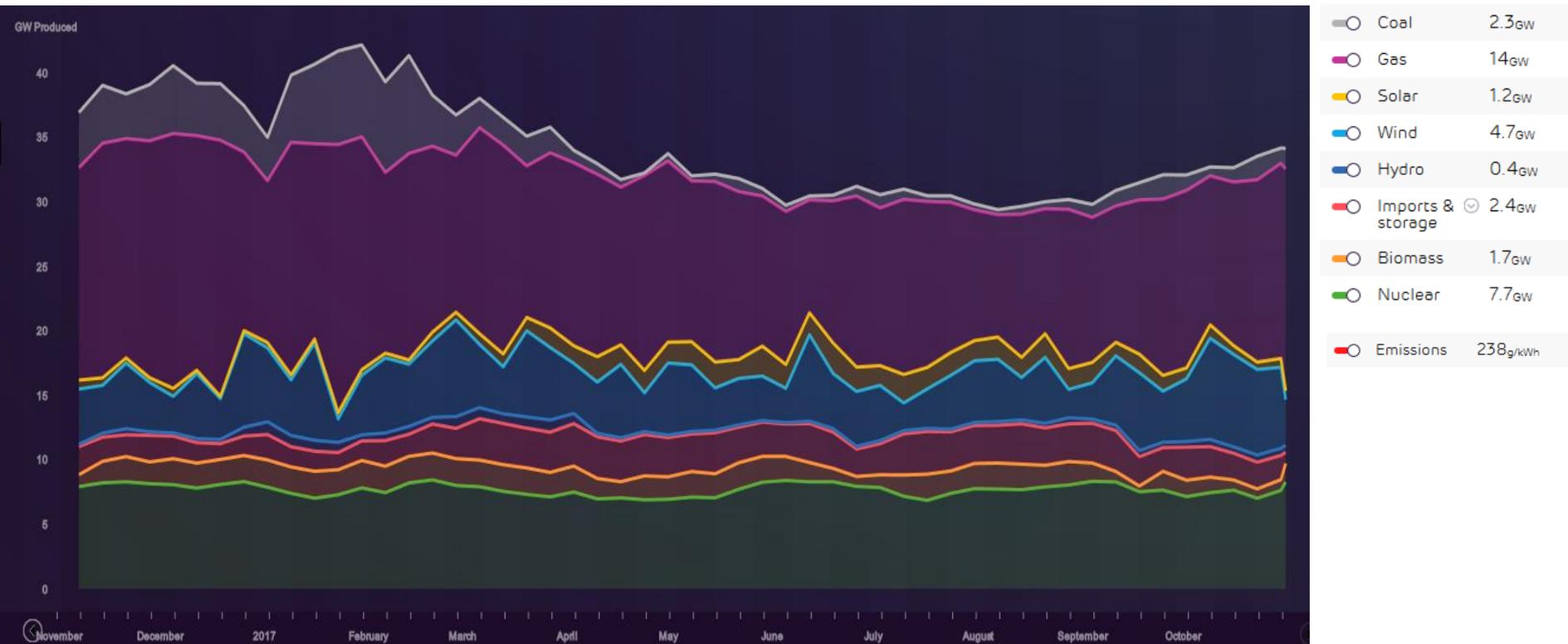
Improving our Homes		
BEIS	Publish a call for evidence on additional measures to encourage energy performance, particularly amongst owner occupiers.	Published alongside this Strategy
BEIS	Publish a call for evidence on how to reform and streamline the Green Deal framework to make the "Pay as You Save" system more accessible to businesses, while ensuring adequate protection for consumers.	Published alongside this Strategy
BEIS	Work with industry to implement the independent industry led <i>Each Home Counts</i> review to improve quality and standards for all retrofit energy efficiency and renewable energy installations.	2017

- Reinstates a regular Clean Growth Inter-ministerial Group
- Commits to an annual updating cycle

The UK power sector is decarbonising

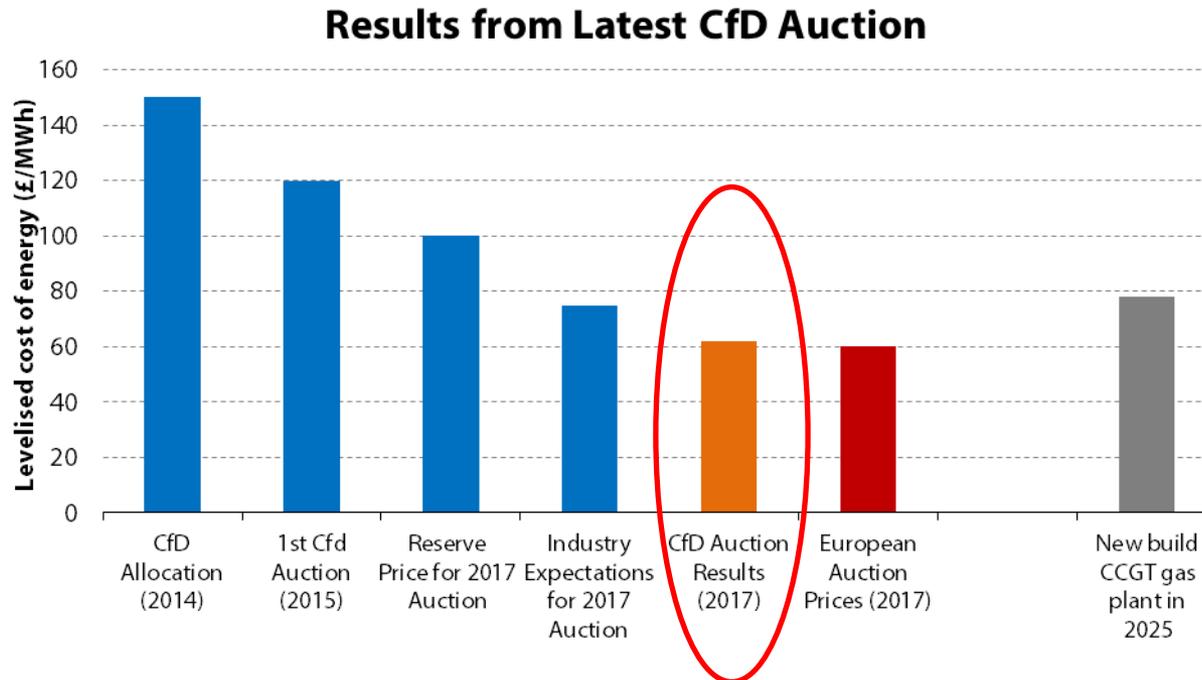


The UK power sector is decarbonising: ~50% zero carbon



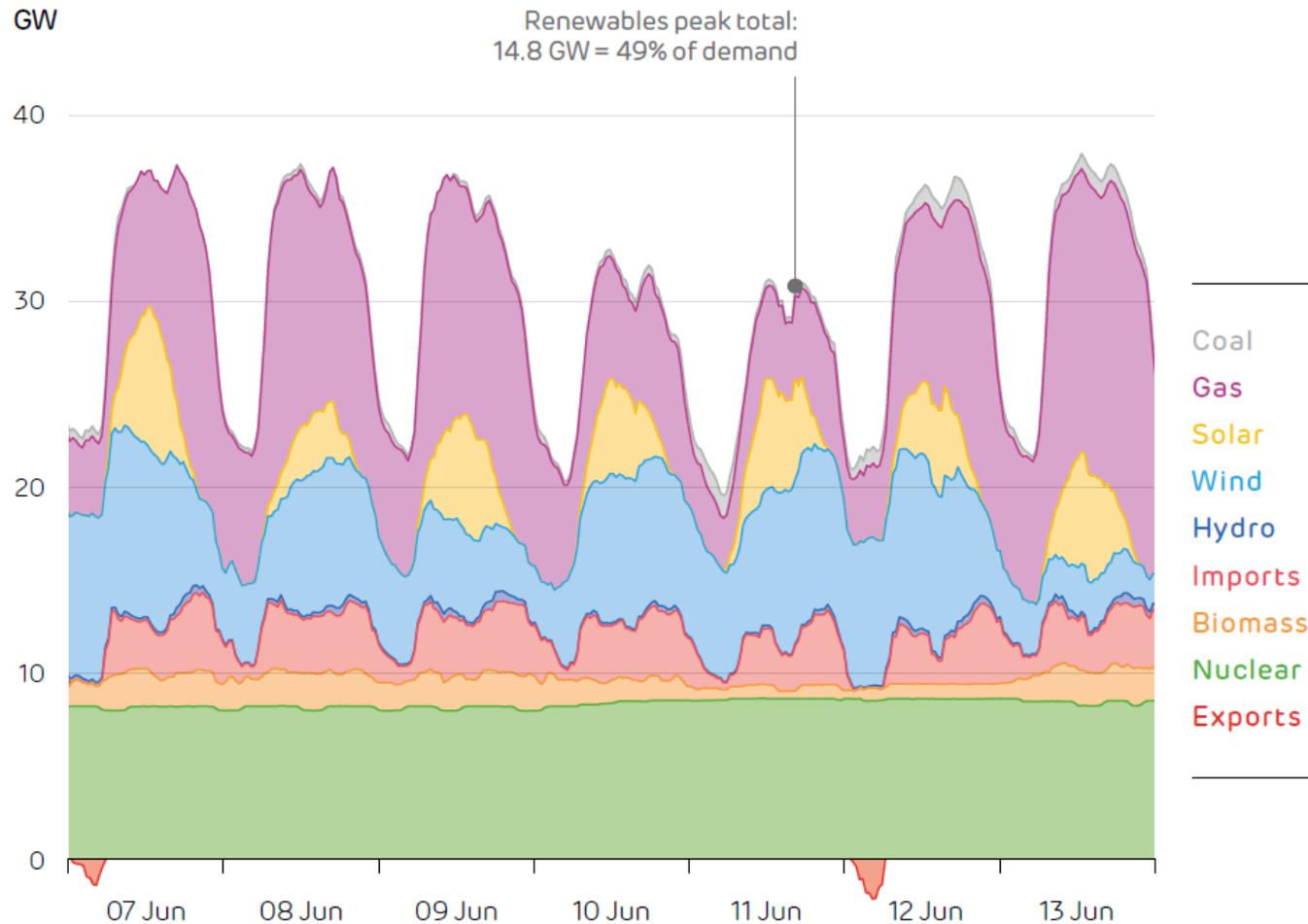
Offshore wind auction results (Sept 2017)

- Auction cleared at record low prices for the UK: £74.50 and £57.50/MWh

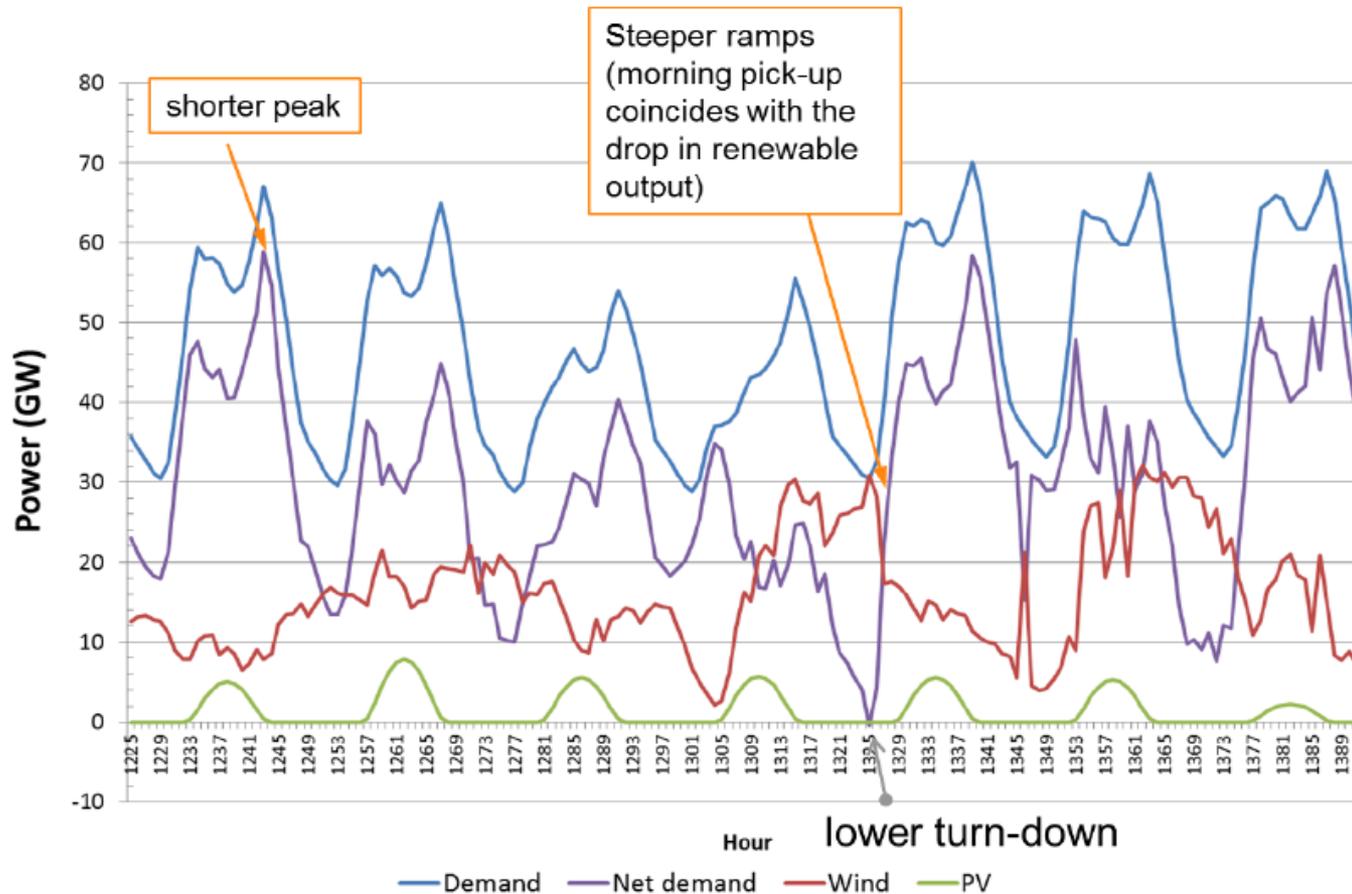


- Offshore wind probably 'subsidy-free' in the early 2020s
- Significantly cheaper than nuclear power (£92.50/MWh in 2013) and projected CCS

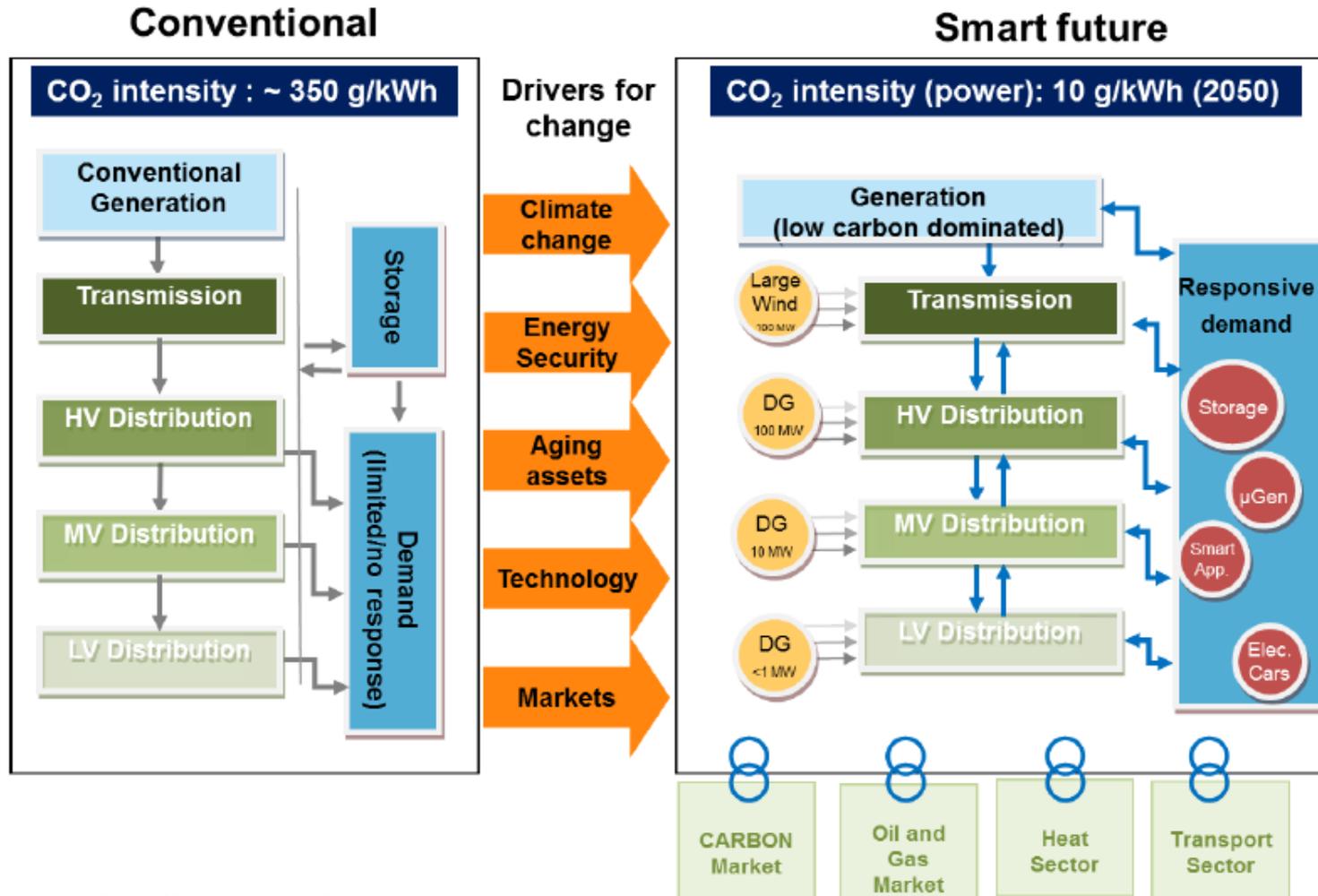
The system is taking the strain – June 2017



But new challenges mid-century



Evolving towards a smart system



Where the benefits are to be found

	Scheme	Minimum size*	Notice period	Duration	Regularity**	Value***	Contract
FREQUENCY RESPONSE SERVICES	Static Firm Frequency Response (FFR)	10 MW	30 sec	Max 30 min Typically 5 min	10-30	££	Monthly electronic tender
	Dynamic FFR	10 MW	2 sec	Max 30 min Typically 3-4 min	Daily	£££	Monthly electronic tender
	FFR Bridging	< 10 MW	30 sec	30 min	10-30	££	Bilateral contract of 12-24 months to transition in to the FFR market (either Static or Dynamic).
	Frequency Control by Demand Management (FCDM)	3 MW	2 sec	30 min	~10	££	Bilateral contracts for 1-2 yrs. Week ahead notification of daily load able to shed
	Enhanced Frequency Response (EFR)	1 - 50 MW	1 sec Dynamic	Max 15 min Typically 3-4 min		£££	New product – trial tender
RESERVE SERVICES	Short Term Operating Reserve (STOR)	3 MW	20 min	2-4 hrs Typically <20 min	Able to deliver 3x per week	£	3 tenders p.a. 'Committed' or 'Flexible' service
	STOR Runway	< 3 MW	20 min	2-4 hrs Typically <20 min	Able to deliver 3x per week	£	Bilateral contract
	Fast Reserve	50 MW	2 min, reaching 50MW in 4 min	15 min		£	Monthly tender
	Demand Turn Up	1 MW	10 min, sometimes requested day- ahead	Min 30 min		£	New product – trial tender

BEIS Smart Energy Plan (July 2017): networks and storage

- The Government will amend.... relevant legislation to explicitly define electricity storage as a distinct subset of generation.
- Network operators and industry to continue to improve network connections for storage – in particular, acting now to clarify the connection, increasing transparency about where to connect
- Up to £70m available for innovation in smart energy technologies including storage up to 2021. The Government has announced an investment of £246m for the Faraday Challenge, which is focusing on the design and manufacture of better batteries for electric vehicles.



Upgrading Our Energy System

Smart Systems
and Flexibility Plan

July 2017

BEIS Smart Energy Plan (July 2017): consumers



- Roll-out of smart meters, removal of the four-tariff cap and delivery of cost-effective elective half-hourly settlement.
- Seeking powers to set standards for smart appliances.ensure interoperability of appliances, maintain data privacy and provide cyber security.
- The Automated and Electric Vehicles Bill will include provisions to make regulations for smart electric vehicle charging infrastructure.
-



Upgrading Our Energy System

Smart Systems
and Flexibility Plan

July 2017

Conventional reactors

- £92.50/MWh strike price for Hinkley Point C 1500 MW European PWR in 2013. Start date 2025-27.
- Generic Design Assessment complete for Westinghouse AP1000; under way for Hitachi-GE ABWR (due Dec 2017)
- No new nuclear in Scotland

SMRs

- November 2015 Spending Review: £250m nuclear R&D programme including competition to identify the best value SMR design for the UK
- March 2016: competition to gauge market interest among technology developers, utilities, potential investors and funders
- BEIS intends (August 2016) to develop an SMR roadmap, which will summarise the evidence so far, set out the policy framework and assess the potential, for one or more possible pathways for SMRs
- No mention in the *Clean Growth Strategy* (October 2017) or the *Building our Industrial Strategy* Green Paper (January 2017)



Thank you for your attention!

More:

- www.theccc.org.uk
- www.gov.uk/government/publications/clean-growth-strategy
- www.electricinsights.co.uk
- www.gov.uk/government/publications/upgrading-our-energy-system-smart-systems-and-flexibility-plan

Imperial College
London

2017年11月13日

第3回エネルギー情勢懇談会： 英国の視点

経済産業省 (METI), 東京

Jim Skea

持続可能エネルギー担当教授



英国の気候変動法によって求められること

㉟ 第一節

2050年の英国の純炭素排出量が1990年のベースラインを少なくとも80%下回るようにすることが主務大臣の責任である。

㉟ 第四節

1) 以下は主務大臣の責任である。

- (a) 2008～2012年から始まる5年毎の英国国内のCO₂排出上限量（カーボンバジェット）を設定し、
- (b) 予算期間中の英国のCO₂排出量がカーボンバジェットを上回らないようにする。

気候変動法では変化を推進する枠組みを設定



気候変動法

1	目標	2050年排出目標
2	道筋	カーボンバジェット
3	ツールキット	政府の政策推進
4	モニタリングの枠組み	気候変動委員会によるモニタリング

英国の2050年の目標: 求められる世界排出削減

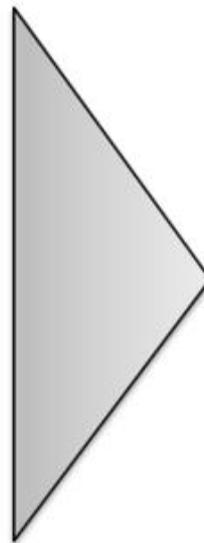
環境への影響評価

決定ルール

- 気温変化を2°C付近に保つ
- 4°C上昇の可能性をきわめて低いレベルに抑える (1%未満)

世界の道筋を検討

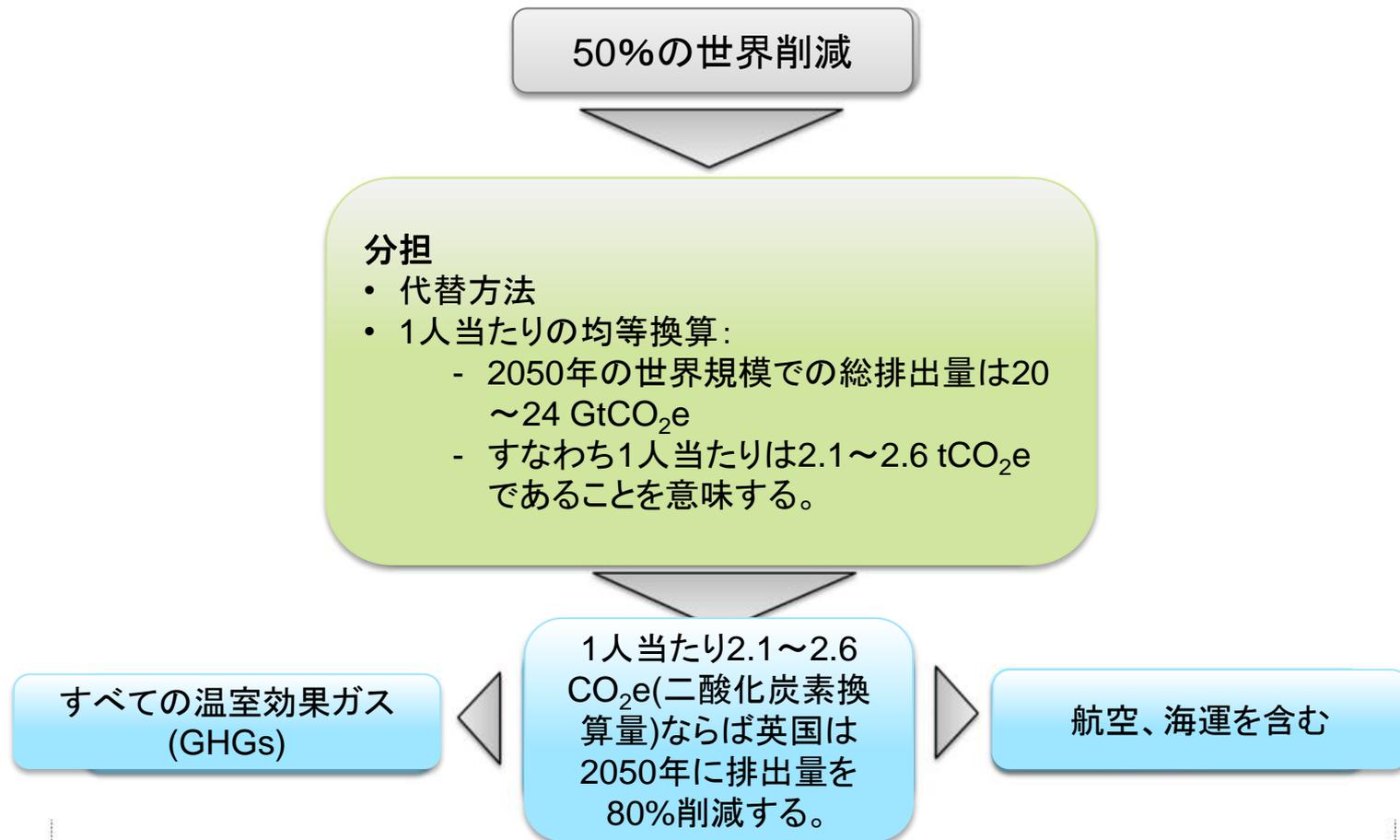
- ピークの時期 (2015年対2030年)
- 3%/4%の年間排出量削減



世界排出削減を50%にすることが必要

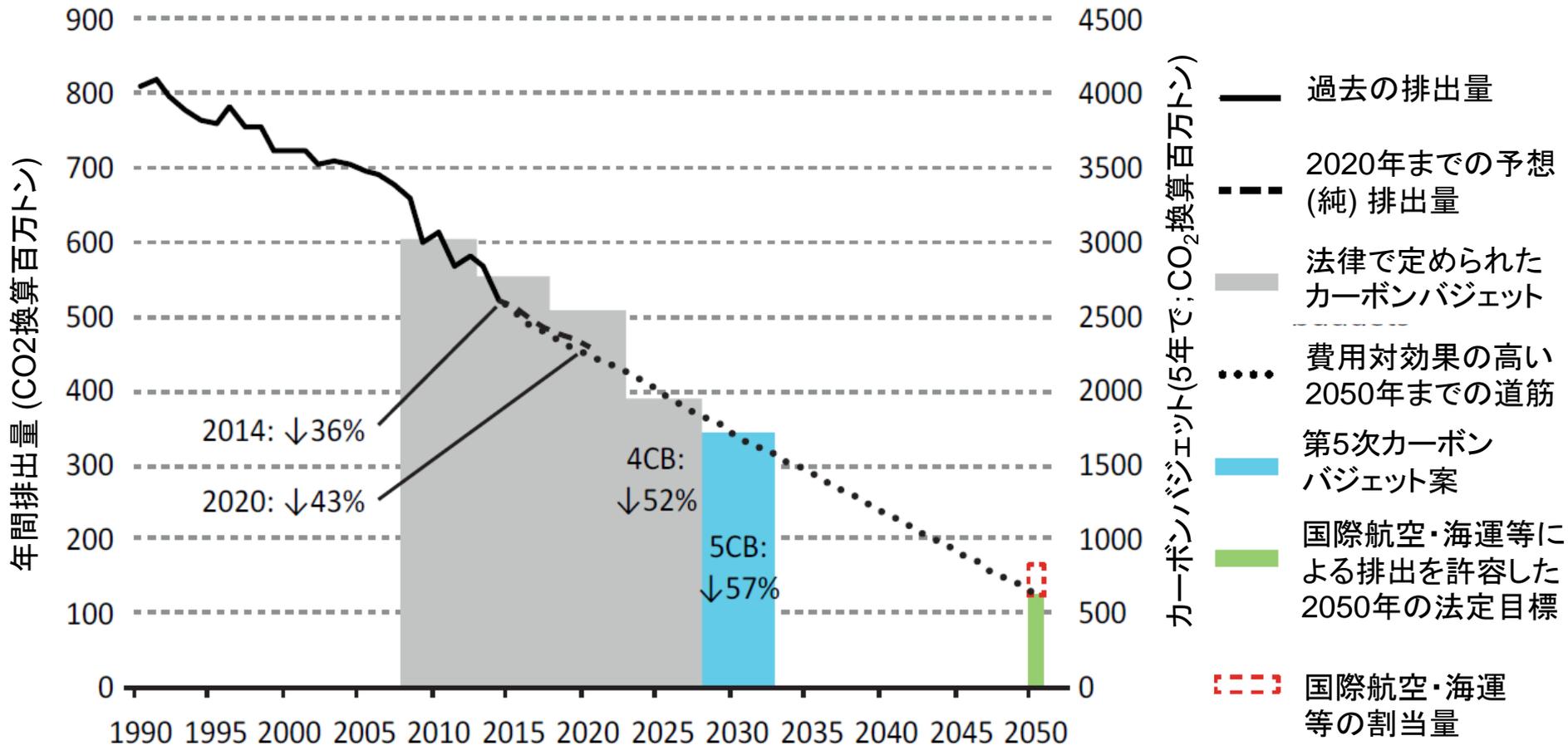
- 2050年は20~24GtCO₂e(二酸化炭素換算10億トン)
- 2100年は8~10 GtCO₂e

英国の2050年の目標：英国の適切な貢献



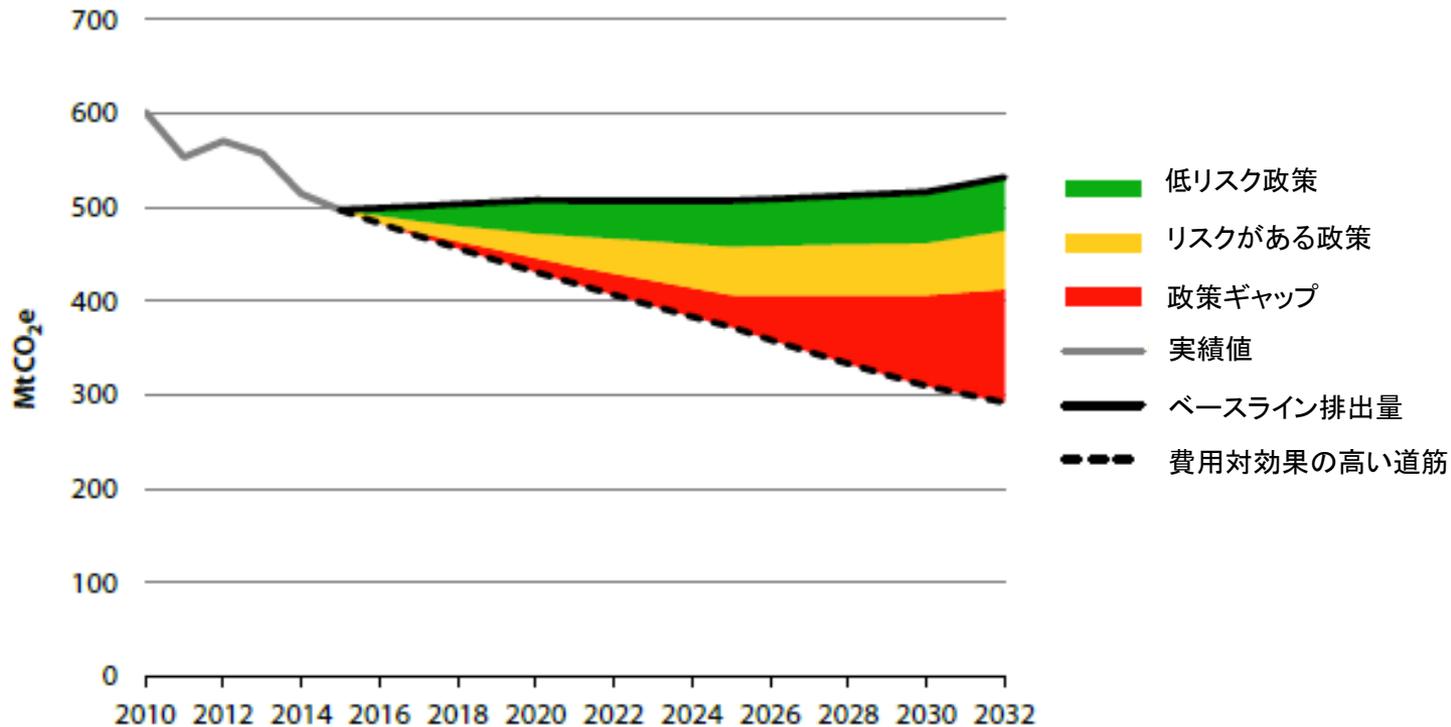
Imperial College
London

英国のカーボンバジェット(CO₂排出上限量)と2050年までの道筋



Imperial College
London

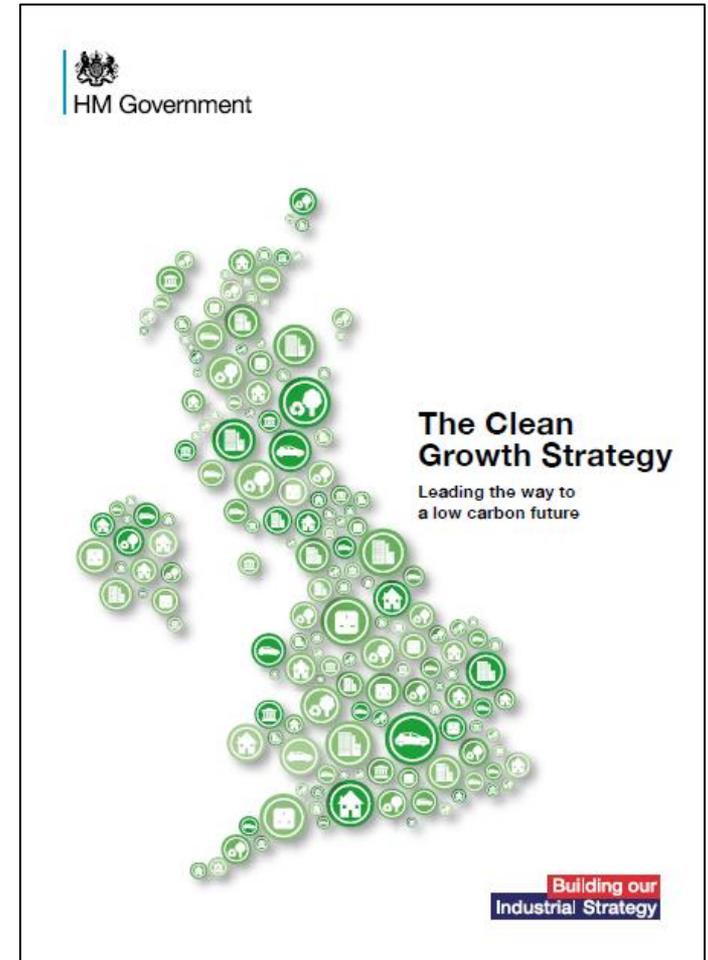
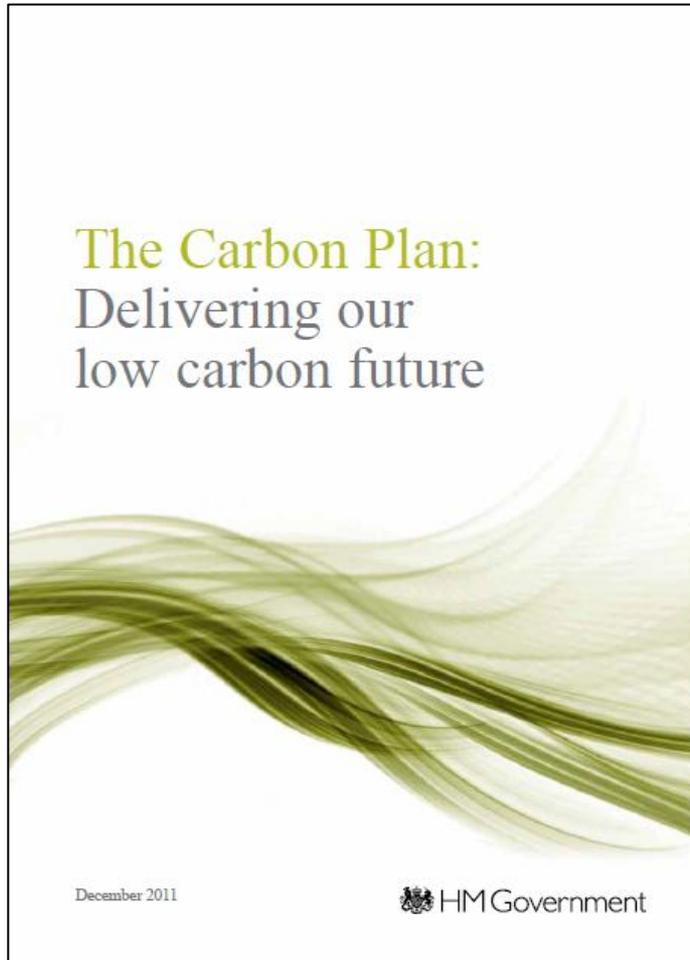
カーボンバジェットと2050年目標の達成に向けた 費用対効果の高い道筋に対する現行政策の評価



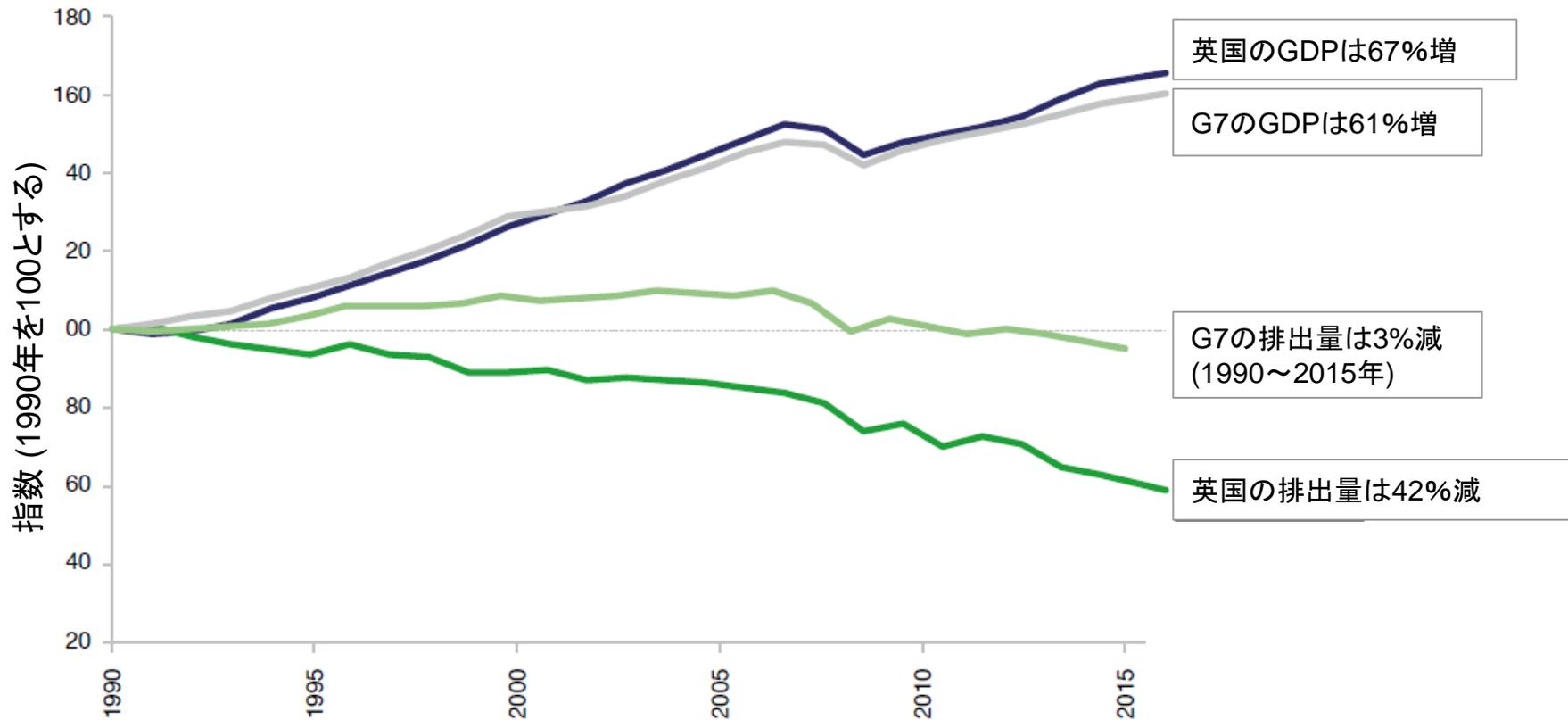
政府はギャップがあることを認識し、炭素削減目標をどのようにして達成するかを打ち出す排出量削減計画の策定に取り組んでいる。

Imperial College
London

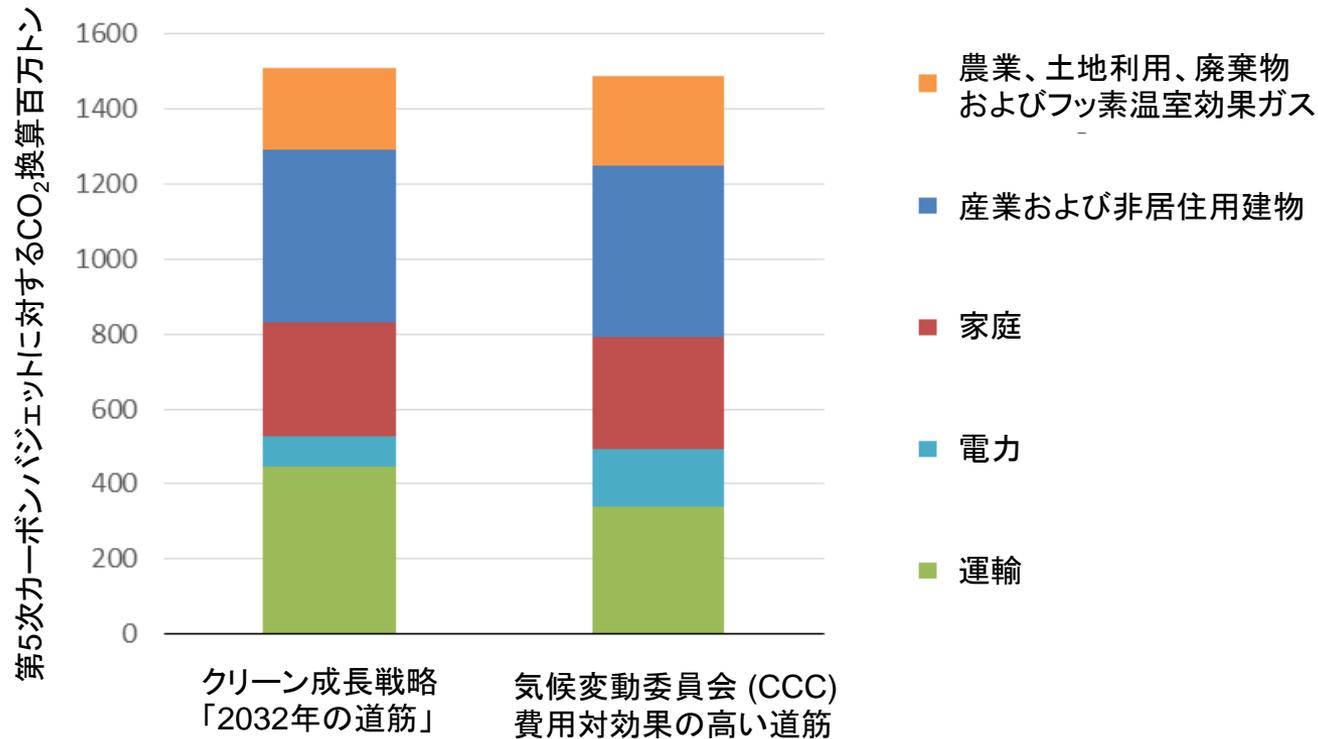
2017年10月、2011年の炭素計画 (CB4; 第4次カーボンバ
ジェット) に代わるクリーン成長戦略 (CB5) を発表



英国は経済成長を達成しつつ、G7よりも早く排出量を削減



政府の重点的な取組は英国内の措置による CB5 (第5次カーボンバジェット) の達成

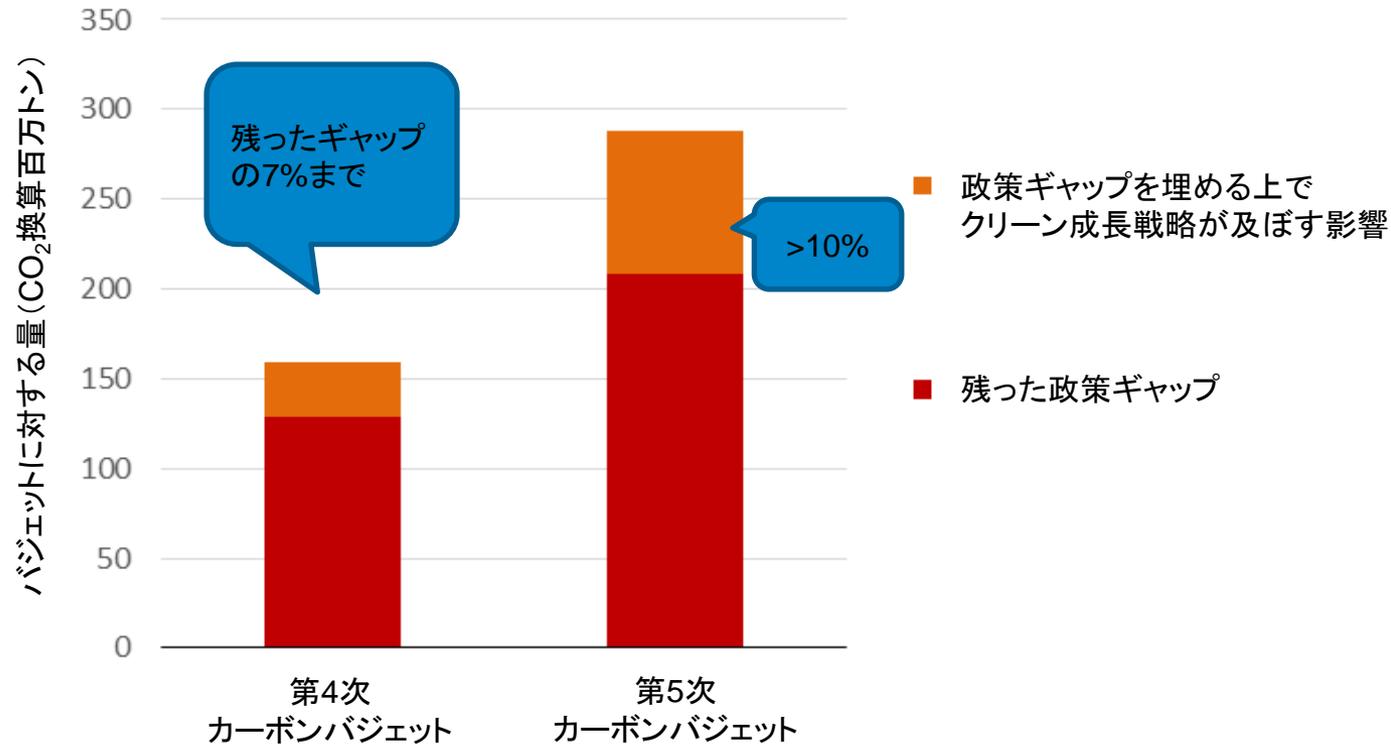


しかし、第4次または第5次カーボンバジェットの達成には 現行政策では不十分...

		カーボンバジェット				
		1 2008-12	2 2013-17	3 2018-22	4 2023-27	5 2028-32
カーボンバジェット、累積排出量、Mt		3,018	2,782	2,544	1,950	1,725
対1990年排出量の平均削減率 (%)		-25%	-31%	-37%	-51%	-57%
現行政策	予想累積排出量 (Mt)	2,982	2,650	2,453	2,096	1,972
	実績		E	E	E	E
対バジェット増減率 (%)		-1.2%	-4.7%	-3.6%	+7.5%	+14.3%
現行政策と 新規政策 および提言	予想累積排出量 (Mt)	2,982	2,650	2,453	2,066	1,892
	実績		E	E	E	E
	対バジェット増減量 (Mt)	-36	-132	-91	+116	+167
	対バジェット増減率 (%)	-1.2%	-4.7%	-3.6%	+6.0%	+9.7%
累積余剰量、増加 (+)または減少 (-) (Mt)			+132	+223	+107	-60

「英国の納税者、業界および消費者に利益をもたらすなら、バジェットの達成に柔軟な方法を用いる用意がある。」 ※例えば、排出削減の実績が想定を上回った場合、その分の削減量を次期(次のカーボンバジェット期間)に繰り越すことなど。

クリーン成長戦略の政策および提言によってもなお 大きな政策ギャップが残る



戦略では政策ギャップを埋めるためのイノベーションの役割を重視...

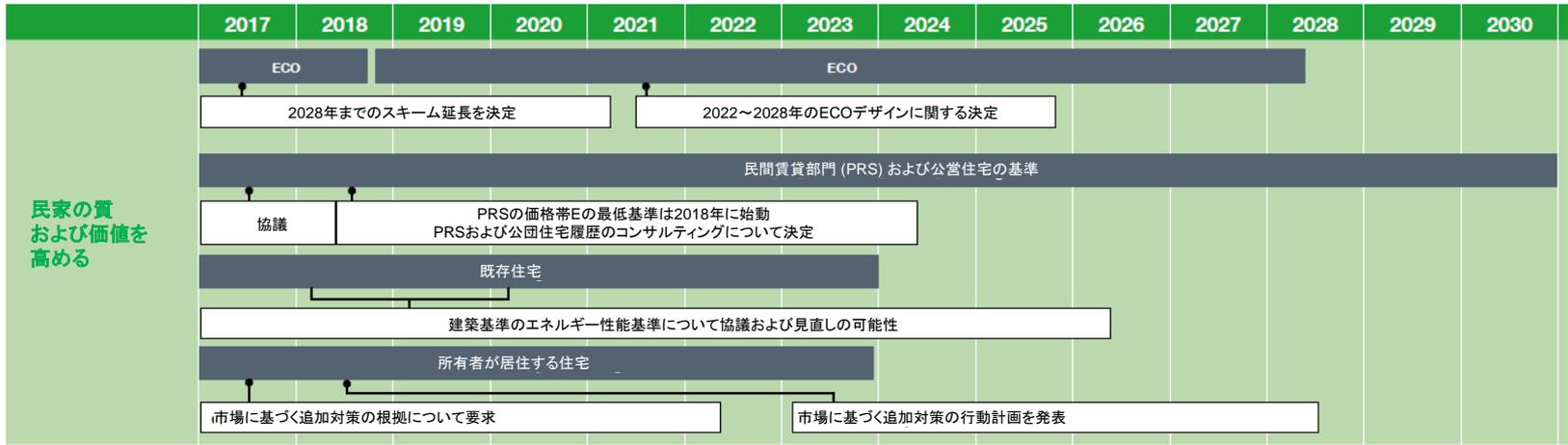
- 「カーボンバジェット(CO₂排出上限量)を完全に達成するため柔軟な措置を利用する選択肢はあるものの、本戦略に定めた野心的政策および提言、低炭素技術の急速な進展等によっては、それなしでも実現できる可能性がある。」
- 「クリーンテクノロジーのコストが下がるようになるのは、イノベーションを通じてのみである。」
- 水素は「現行の技術のコストを低減できれば、同様に有効である」、すなわち、「我々はコストを上げずに工業用燃料に代わるものを見つける必要がある。」

CO₂の回収、利用、貯留 (CCUS)

- グローバルパートナーと連携し、コスト引き下げのため最先端の炭素の回収、利用および貯留 (CCUS) や産業革新に最高1億ポンドを投資することで、CCUSで国際的リーダーシップを発揮する。
- 英国でCCUSを大規模利用するという野心的な選択肢の実現と、産業的機会の最大化に向けて、新たなCCUS委員会を通じ産業界と連携して取り組む。

政策策定のタイムテーブル

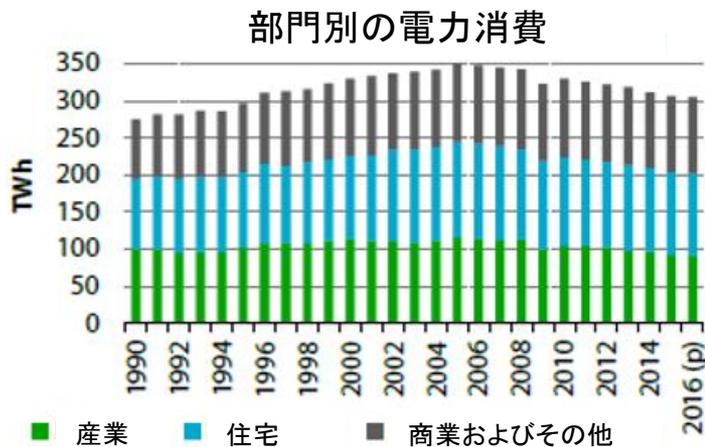
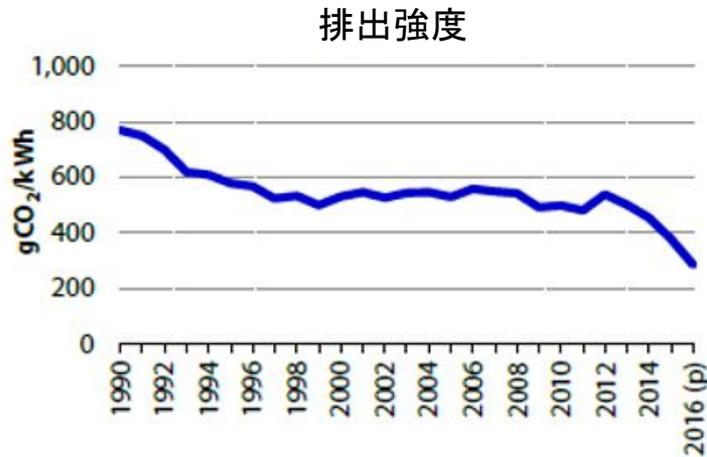
住宅



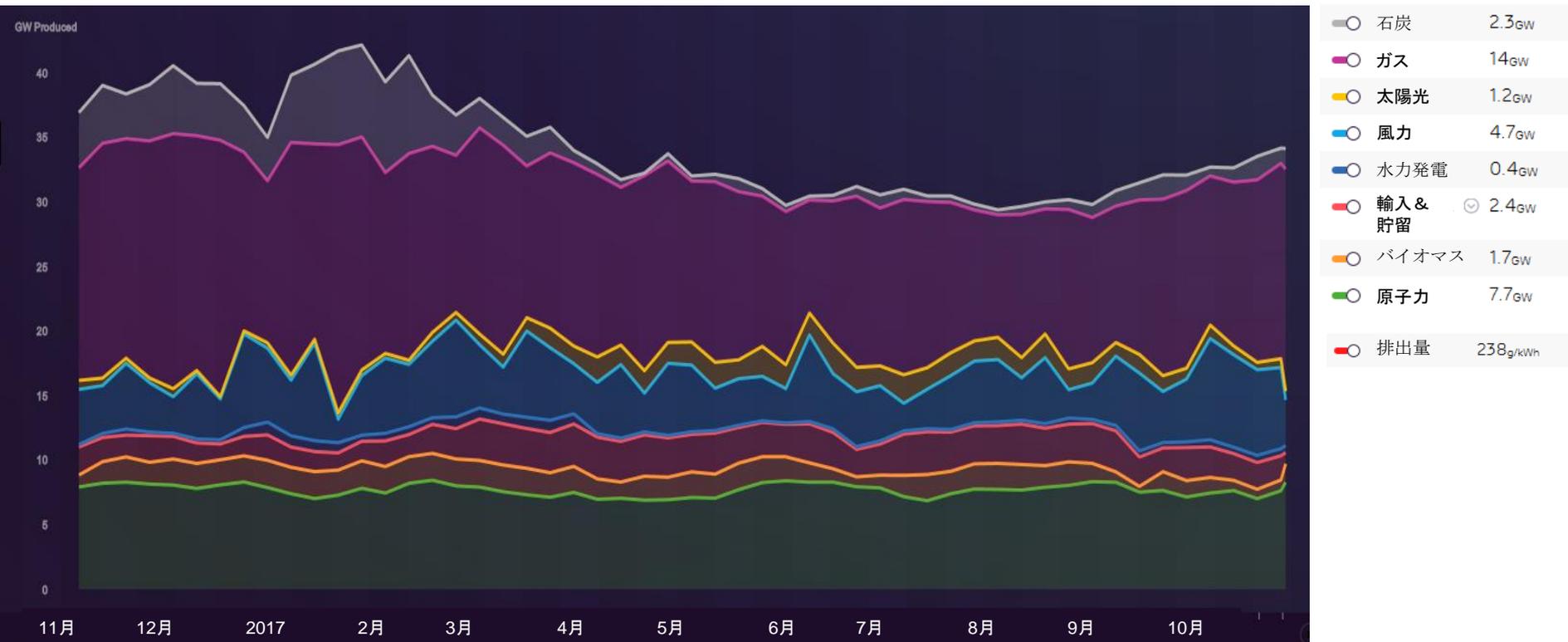
住宅の改善		
BEIS	特に持ち家のエネルギー性能を向上させる追加対策の根拠を求めることを公表	この戦略と同時に公表
BEIS	消費者を適切に保護しつつ、「節約分の料金への還元 (Pay as You Save)」制度を業界が利用しやすくするグリーンディールの枠組みを改革・合理化する方法の根拠を求めることを公表	この戦略と同時に公表
BEIS	あらゆる装置のエネルギー効率および再生可能エネルギー設備に関する質および基準の改善を目的とする独立業界主導の「Each Home Counts (どの住宅にも価値がある) 報告」を実行するべく産業界と連携	2017

- 定期的なクリーン成長に関する省庁間グループ会議を復活
- 年1回の更新周期を守る

英国の電力部門は脱炭素を進めている



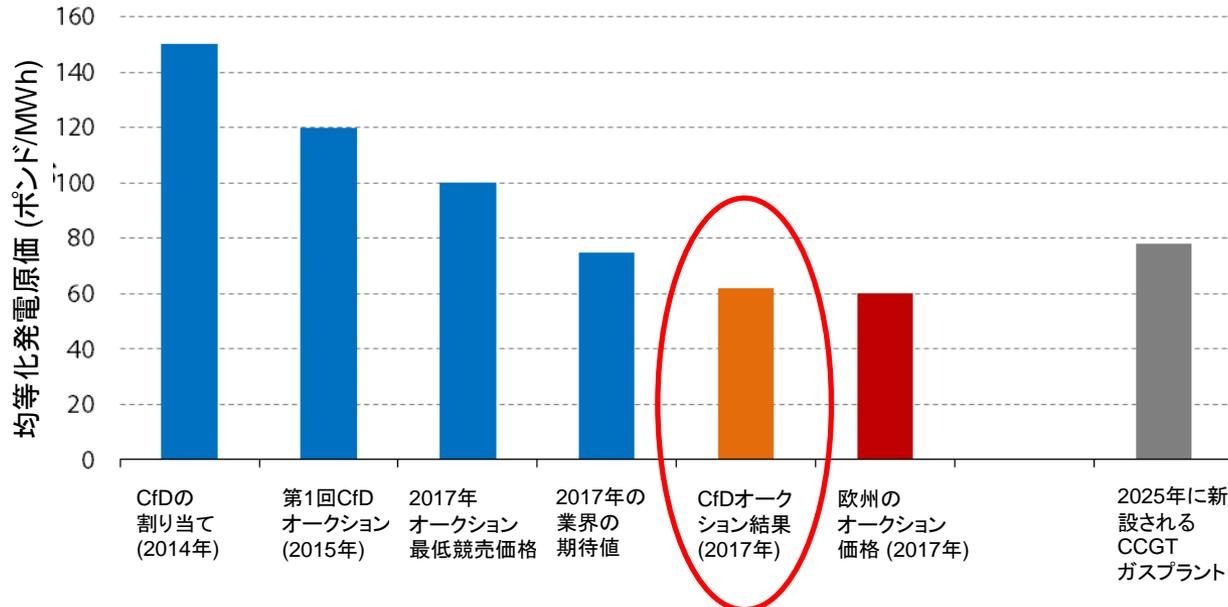
英国の電力部門での脱炭素は進んでいる： 50%までがゼロカーボン



洋上風力発電入札結果 (2017年9月)

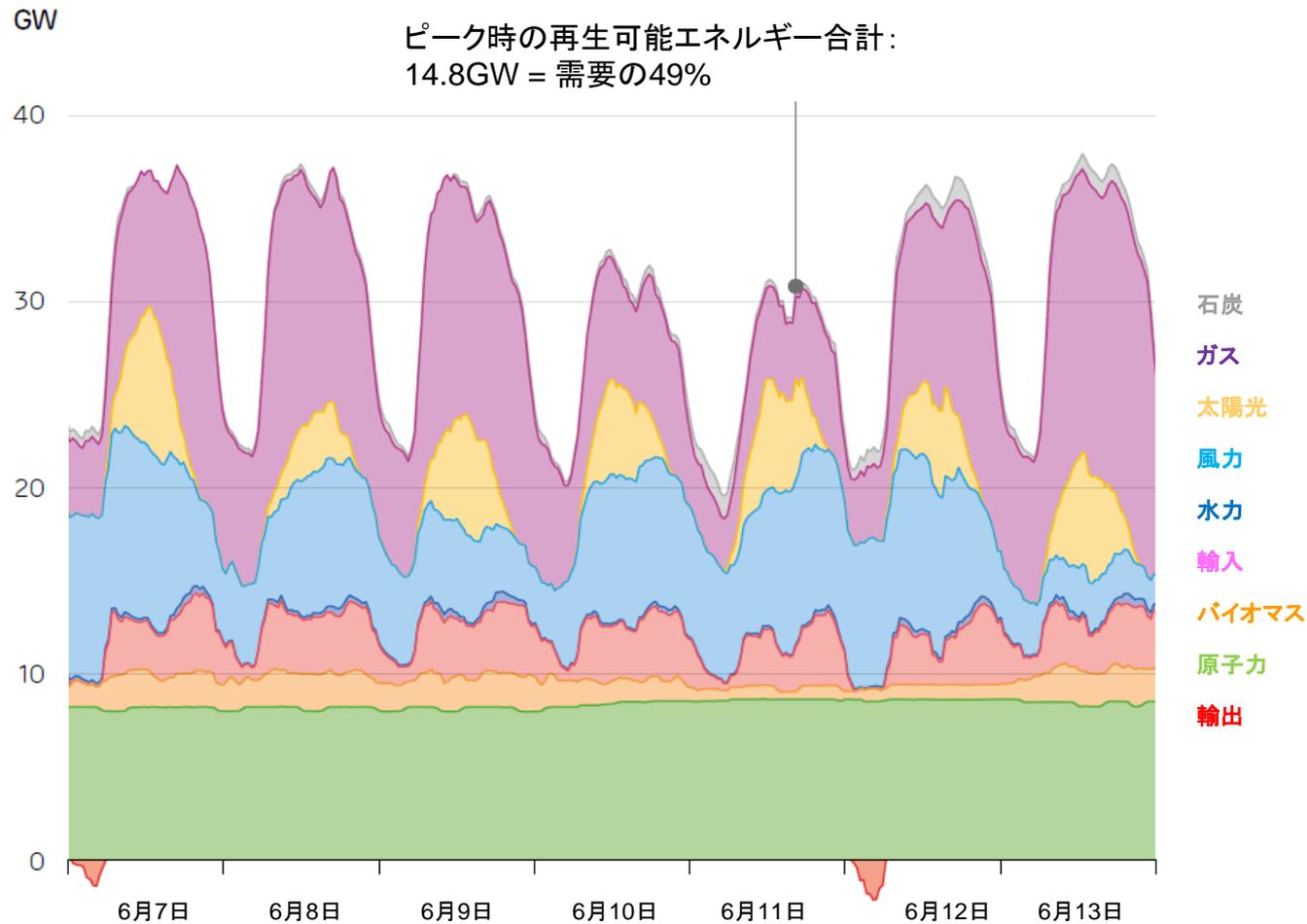
- 入札は 74.50ポンド、57.50ポンド/MWhと英国では記録的低価格となった。

最近の差額決済契約 (CfD) オークション結果

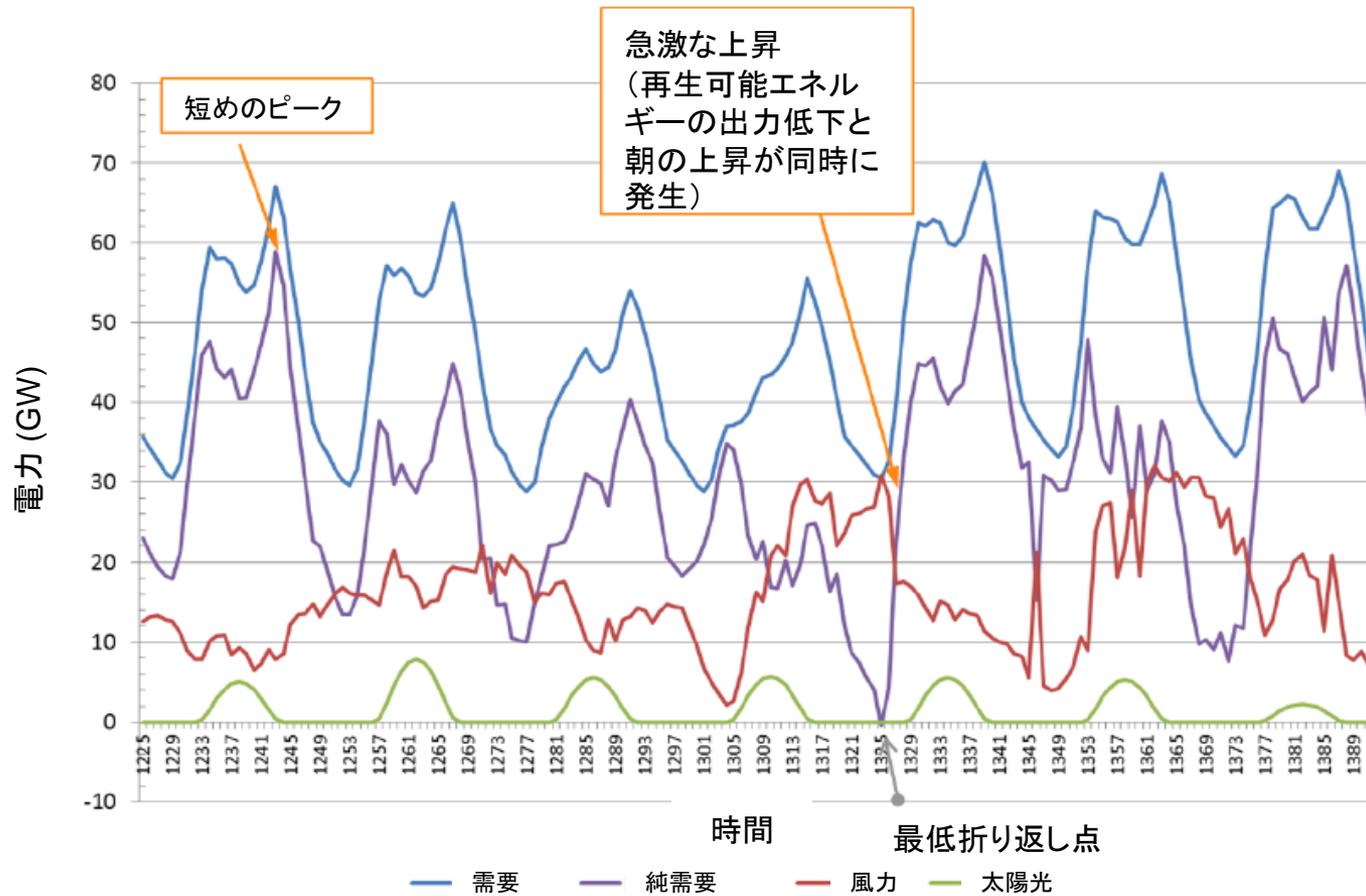


- 洋上風力発電は2020年代初期にはおそらく「補助金ゼロ」となる
- 原子力発電 (2013年は92.50ポンド/MWh) 、計画中のCO₂回収・貯留 (CCS) より大幅に安価

取り組みの効果は表れ始めている—2017年6月

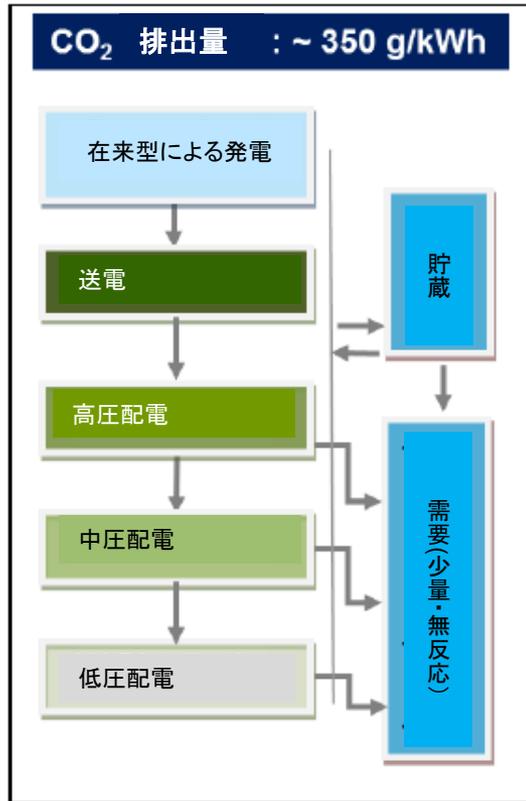


しかし今世紀半ばに向け新しいチャレンジが必要



スマートシステムへの進化

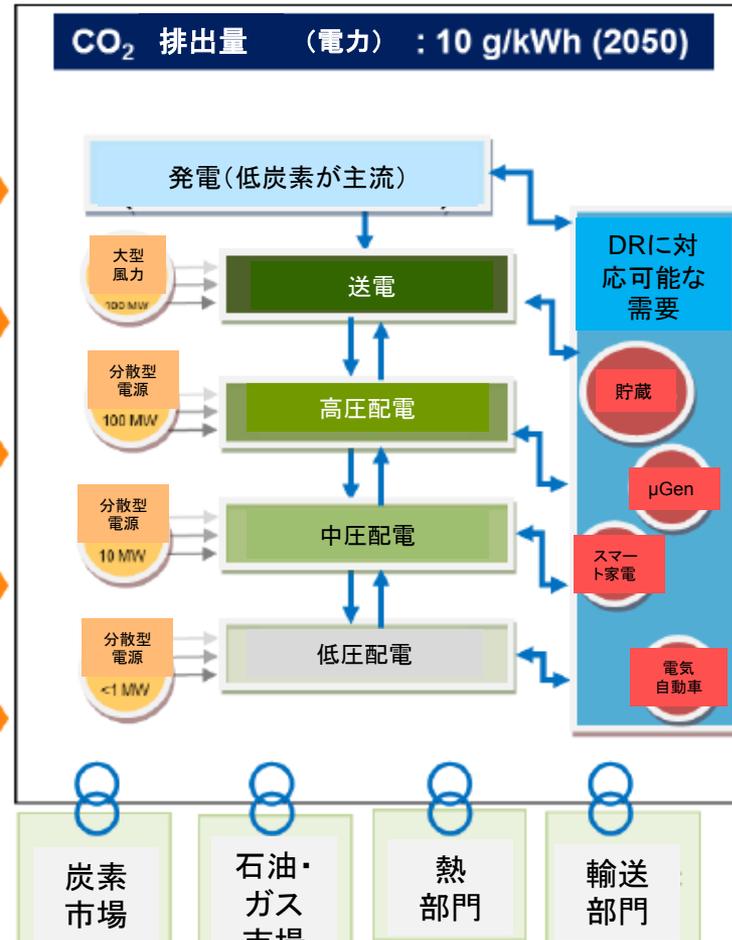
在来型



変化への
原動力



スマートな未来型

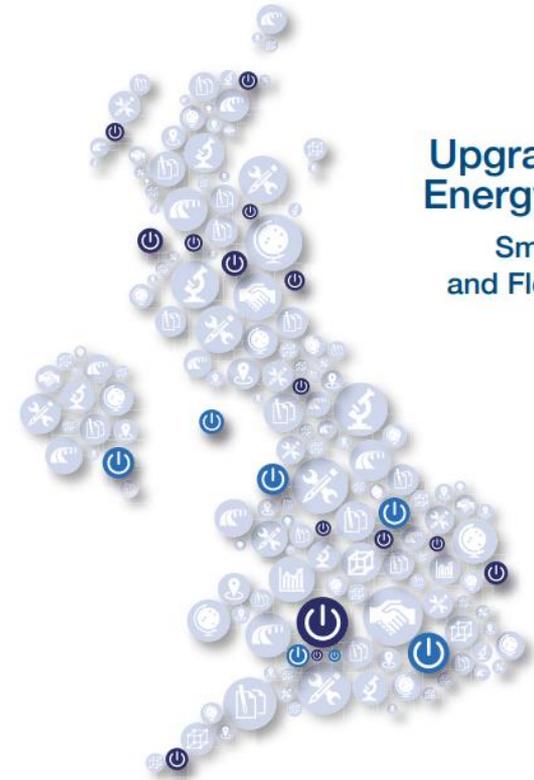


利益が期待できる分野

	計画	最小値*	通知時間	継続時間	規則性**	有用性***	契約
周波数応答サービス	静的周波数応答 response (FRS)	10 MW	30 秒	最高30分 通常5分	10-30	EE	毎月の電子入札
	動的周波数応答	10 MW	2 秒	最高30分 通常3-4分	毎日	EEE	毎月の電子入札
	周波数応答 ブリッジング	< 10 MW	30 秒	30分	10-30	EE	12-24か月間の双務契約による周波数 応答市場への移行 (静的・動的)
	需要管理による周波数 コントロール	3 MW	2 秒	30分	10	EE	1-2年間の双務契約。 1日あたりの電力量を 減らすには1週間前 の申込が必要
	増幅周波数応答	1 - 50 MW	1 秒 ダイナミック	最高15分 通常3-4分		EEE	新企画 — トライアル入札
貯蔵サービス	短期運用貯蔵	3 MW	20 分	2-4時間 通常20分以下	週に3回 配電可能	E	年に入札は3回まで。 「決定」あるいは「臨 機応変」のサービス
	短期運用貯蔵 ランウェイ	< 3 MW	20 分	2-4時間 通常20分以下	週に3回 配電可能	E	双務契約
	即時貯蔵	50 MW	2分。4分以内に 50MWに到達。	15分		E	毎月の入札
	需要の上昇	1 MW	10分。 前日の申込が 必要な場合も あり。	最低30分		E	新企画 — トライアル入札

ビジネス・エネルギー・産業戦略省 (BEIS) のスマート
エネルギー計画 (2017年7月) : ネットワークと貯蔵

- 政府は...関連法案を改正し...電力貯蔵を電力の一分野として明確に定義する。
- 系統運用会社および産業界は、特に早急な接続の明確化と接続先の透明性を図り、電力貯蔵ネットワークの改善に引き続き尽力する。
- 電力貯蔵を含むスマートエネルギー技術の刷新のため、2021年まで最高7,000万ポンドの予算を割り当てる。政府は、電気自動車用バッテリーの設計および製造の能力強化を目指すプログラム(ファラデー・チャレンジ)に2億4,600万ポンドの投資を表明した。

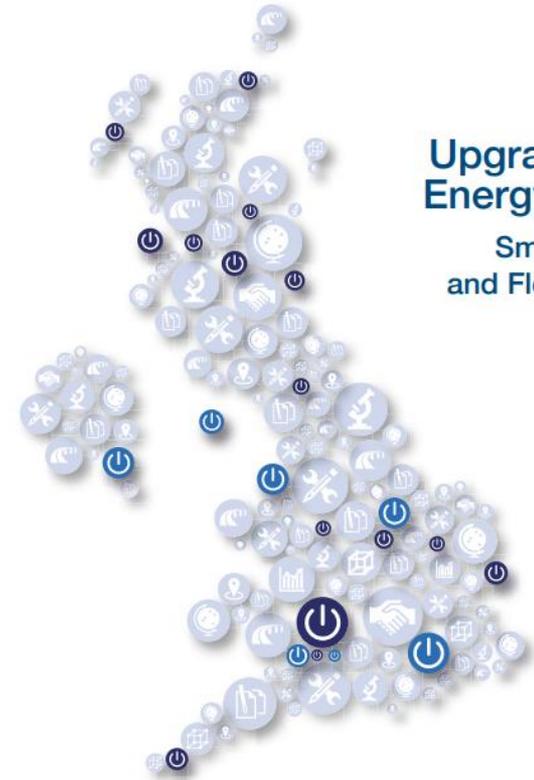
Upgrading Our
Energy SystemSmart Systems
and Flexibility Plan

July 2017

Building our
Industrial Strategy

ビジネス・エネルギー・産業戦略省 (BEIS) のスマート
エネルギー計画 (2017年7月) : 消費者

- スマートメーターの導入、4段階料金システムの廃止、費用対効果の高い30分毎の課金制度の提供
- スマート家電用の基準電力を決定する...家電間の相互運用性を確保し、データの機密性を維持し、サイバーセキュリティ対策を提供する。
- 自動運転電気自動車法案は、スマート電気自動車用の充電設備の整備案を含む。
-

Upgrading Our
Energy SystemSmart Systems
and Flexibility Plan

July 2017

英国における原子力発電： 在来型炉および小型モジュール炉

在来型炉

- 発電量1,500MWの欧州加圧水型原子炉、ヒンクリーポイントCの2013年のストライクプライスは1MWh当たり92.50ポンド。2025～2027年中に運用開始予定。
- ウェスティングハウスAP1000の包括設計審査は終了済み。現在日立GEの改良型沸騰水型軽水炉の包括設計審査を実施中(2017年12月終了予定)。
- スコットランドでは原子炉の新規建設はない。

小型モジュール炉

- 2015年11月の歳出見直し: 英国にとって最良の小型モジュール炉を決定するための設計コンペ等の原子力研究開発プログラムに2億5,000万ポンドを計上
- 2016年3月: 技術開発者、公益事業会社、投資家、資金提供者間の関心の度合いを正確に把握するためのコンペを実施
- ビジネス・エネルギー・産業戦略省は(2016年8月)、小型モジュール炉の運用に向けた1つあるいはそれ以上の可能性を探るため、ロードマップ(過去の実績をまとめ、政策の枠組みを設定し、可能性を評価する)の作成を決定
- クリーン成長戦略(2017年10月)および産業戦略グリーンペーパーの策定計画では(2017年1月)言及なし



ありがとうございました！

詳細：

- www.theccc.org.uk
- www.gov.uk/government/publications/clean-growth-strategy
- www.electricinsights.co.uk
- www.gov.uk/government/publications/upgrading-our-energy-system-smart-systems-and-flexibility-plan