

日立東大ラボ活動(エネルギー分野)のご紹介

Society 5.0 を支える電力システムの実現に向けて

Electricity Systems to Support Super Smart Society, Society 5.0

WG3 挑戦と変革に向けた制度・政策

大橋 弘

東京大学 大学院経済学研究科教授

中沢 健二

日立製作所 電力ビジネスユニット経営企画部

2018年4月18日

(再掲) エネルギーシステムの全体像

- ✓ 地域社会と基幹システムは、共存を前提として再構築
- ✓ 急増する分散リソースを統合する協調メカニズムの確立

社会全体の3E+Sを向上



4. 具体的な論点

産学官で議論を重ねつつ、日本の技術優位性と人財を活用してあるべき姿を実現

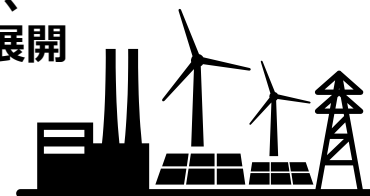
地域社会で挑戦すべき新しい方向性

- ・エネルギーの価値が多様化する中、独自の価値を創造/流通/取引するための技術革新と制度整備
- ・電力/ガス/水道/ICT/自動車などの各種インフラ情報を公共的なものとして共有する仕組みを構築
- ・社会価値を軸に、都市・街区のエネルギー性能、環境性能を指標化、共有



基幹システムの変革を支える枠組み

- ・産学官の協力で社会全体のエネルギーシステムを評価するプラットフォームを構築し、あるべき姿を議論（解析ツール・標準データの開発と共有）
- ・基幹システムと地域社会をデジタルでつなぐ新しい制御技術を組み込み、実践し、その技術と経験をグローバル展開



挑戦と変革に向けた制度・政策

- ・多くの不確実性を抱える時代に対し、日本の社会にとっての大きな変化要因を評価軸とし、複数のシナリオや選択肢で制度・政策を議論
- ・日本で確立した先進的なエネルギーシステムをグローバル展開して、国際社会に貢献
- ・サプライチェーン全体としてのサイバーセキュリティ確立

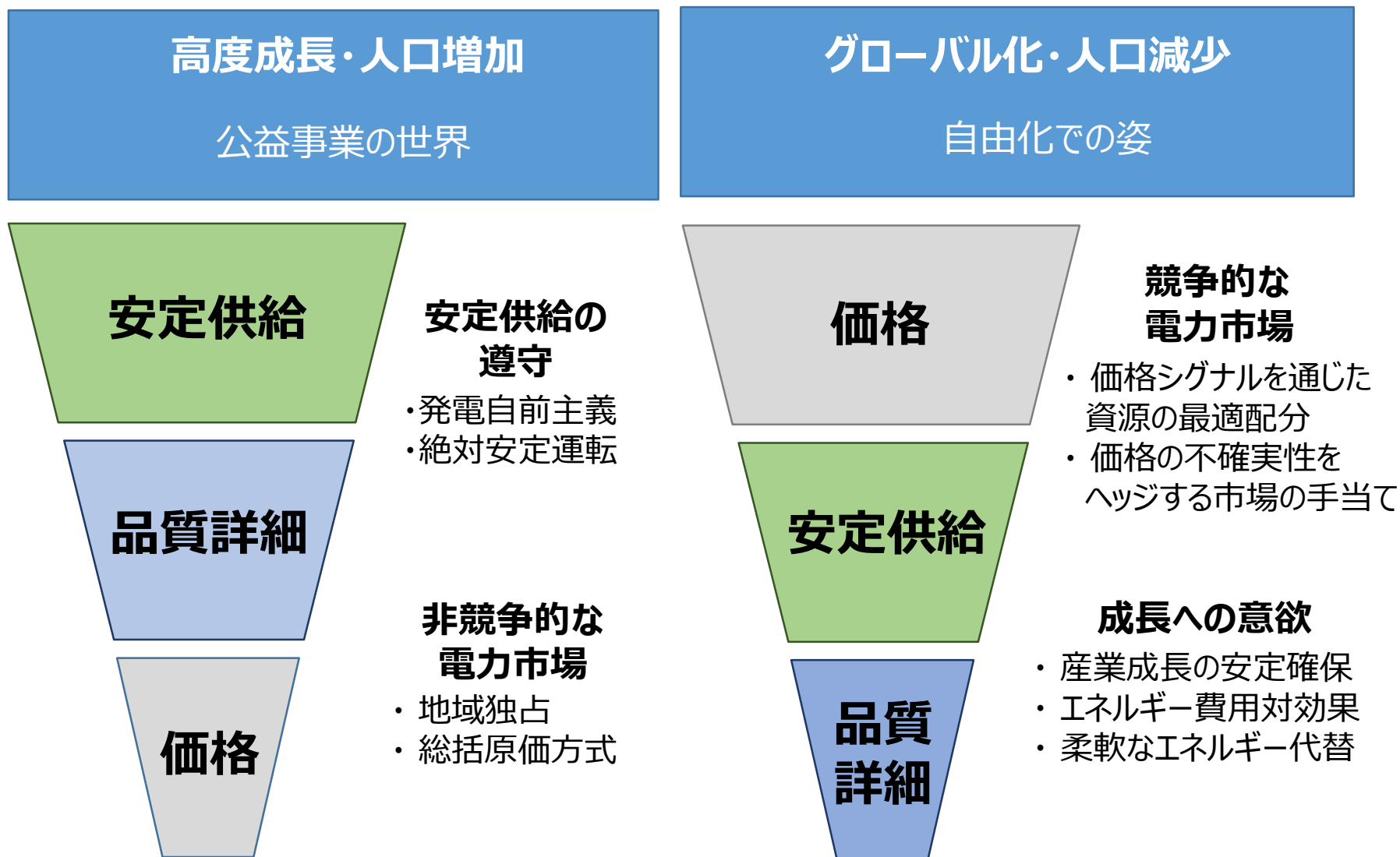


エネルギーシステムを支える人財・技術の育成

- ・短・中・長期のマルチタイムスケールの戦略立案と人財と技術を育成のための継続的な投資
- ・工学分野に加えて、経済学・経営学・金融工学、社会学などがクロスオーバーする研究と教育の仕組みを構築
- ・貴重な人財であるシニア人財の積極的活用



事業環境の変化



イノベーション・マネジメント

支援

評価手法

市場形成

市場
育成

比較可能な基準

(例)
熱量・カロリー・排出
係数等

1次エネルギー
対 LNG

技術
育成

技術X

技術A

技術X

技術A

技術B

...

技術X

市場での選択
社会受容性

オープンなプラット
フォームでの選抜

ビジョンの立案

ダイバーシティ・ボーナス

多様な「能力」(cognitive diversity) を社会的意思決定に取り込むことの重要性

(不確実性の予測誤差) = (集団の予測誤差の平均) - (各構成員の予測の分散)



【論点】

複数シナリオの 制度・政策検討

- ・日本にとって重要な社会価値を評価軸に設定し、複数の選択肢で制度・政策を議論。長期の不確実性に柔軟に対応（2050年）
- ・そのためシナリオ分析枠組みをEBPMを踏まえて導入し、エネルギーと環境・経済を一体とした国家ビジョンを策定
- ・例えば、地政学リスクを評価軸に国際連系線、カーボンプライシングなど様々な可能性を科学的な知見に基づき、意思決定に繋げる

【施策1】エネルギーのシナリオ分析（英国事例）

パフォーマンス 駆動型政策

- ・エネルギーシステム再構築のために、国家的な視点で投資とイノベーション実行の枠組が必要
- ・そのため[3E+S]の観点から目標を設定し、その達成に向けて社会を円滑に誘導するような仕組みの導入。継続的な改善を図る
- ・併せて3E+Sの観点を考慮した費用便益手法を確立する

【施策2】パフォーマンス駆動型政策（英国事例）

【論点】

エネルギーシステム 再構築と グローバル展開

- ・確立した先進的システムをグローバル展開し、国際社会に貢献
- ・そのため政府はエネルギーシステムの将来ビジョンを提示すると共に、必要なルールをグローバルスタンダードを見据えて構築
- ・産官学が共通のプラットフォームを活用し、幅広い可能性を追求し、真に必要な技術の選別と育成を図る

【施策3】 共通プラットフォームによる長期戦略策定

サイバー セキュリティ

- ・あらゆるものが繋がる社会ではサイバーセキュリティが安全保障に直結するため、インフラシステムは高度なセキュリティが必要
- ・サプライチェーン全体にわたるセキュリティ対策やセキュリティバイデザインの考え方を適用すると共に、組織ガバナンスを確立する
- ・民間企業だけでなく、政府として対応する政策を構築していく必要

【施策4】サイバーセキュリティ確保による3Eの完遂

WG3 挑戦と変革に向けた制度・政策

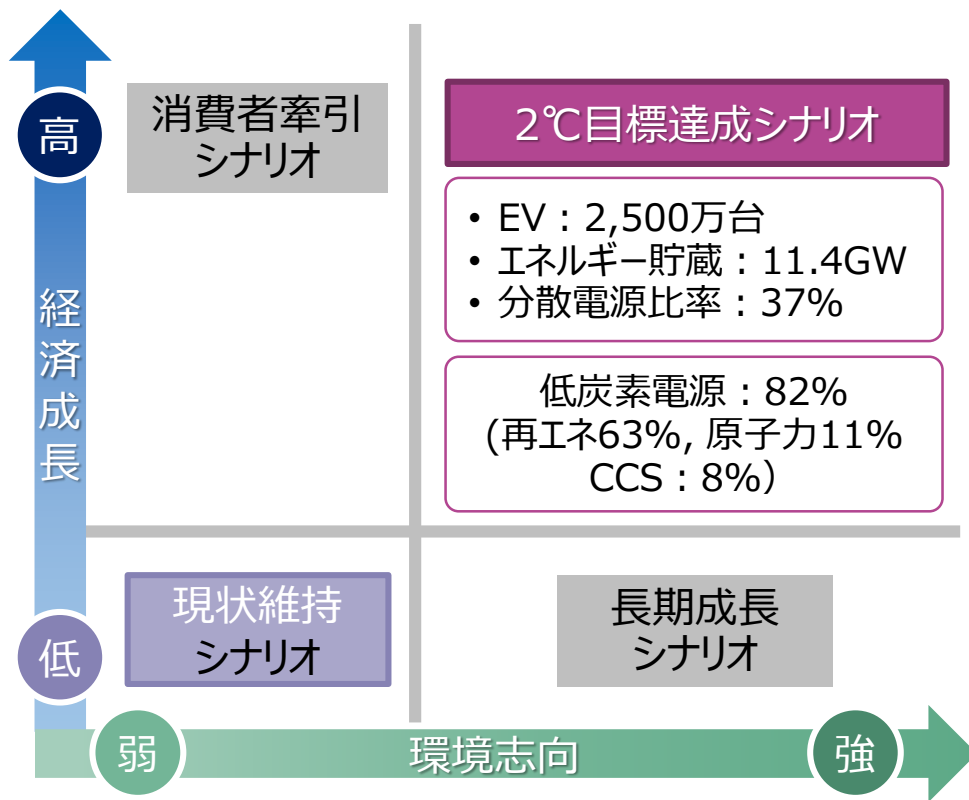
施策 1

エネルギーのシナリオ分析（英国事例）

シナリオ分析(1/3)英国事例：複数シナリオの設定

- パリ協定目標*1達成に向けて、経済と環境を軸に長期シナリオを複数策定
- マルチステークホルダのオープンな議論で策定、社会的意決定へつなげる

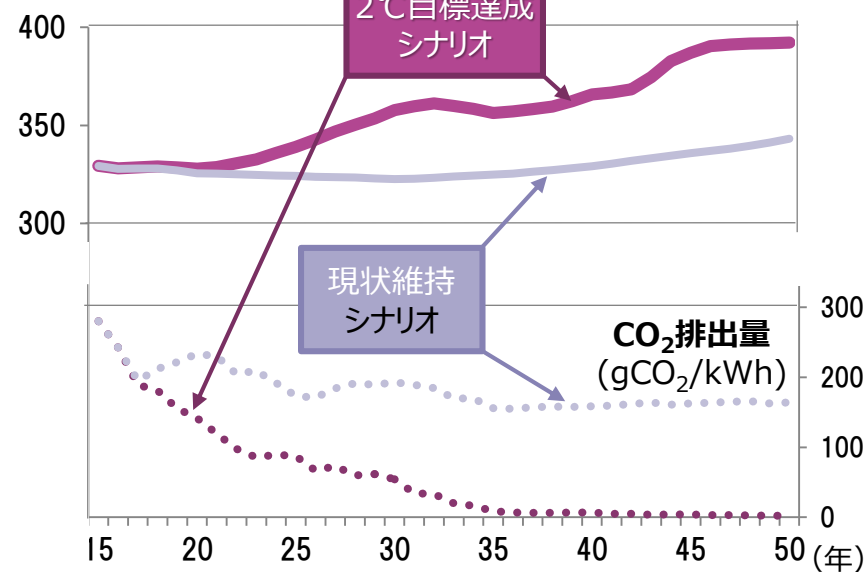
長期の電源ミックス・シナリオ(2050年)



シナリオ別の電力需要とCO2排出量(見通し)

- 2℃目標達成はEV普及による電力需要増と技術革新による排出減が前提条件

電力需要 (TWh/年)



多数のステークホルダのオープンな議論で毎年改定
[政府・大学・エネルギー企業など]

*1: 2050年CO₂排出削減: ▲80% (対1990年比), 2℃目標達成シナリオとリンク

シナリオ分析(2/3)英国事例：導入効果

- シナリオ分析により、社会的合意を形成しつつ、不確実性に対し柔軟な対応
- イノベーションを促進し、政策の継続性を確保

	主要項目	OFGEM（英）／EirGrid（アイルランド）の見解
効果	① 不確実性への対応	✓ 複数の政策オプションを準備し、社会環境の変化に対し柔軟に対応
	② 社会的合意の形成	✓ マルチステークホルダの議論の共通基盤として機能 [政府、事業者、消費者、NPOなど]
	③ イノベーションの促進	✓ 現状の延長を超えて大胆なシナリオを設定することで、イノベーションを誘発する効果を期待
	④ 政策の継続性	✓ 同じ意思決定の枠組みで継続議論 [政権交代、Brexit]
難点	① 複雑性	✓ シナリオ形成プロセスが複雑で人員要（特に初期） [英はNational Gridが主体となり作成]

出典：OFGEM（英：規制機関）Eirgrid（アイルランド：系統運用者）ヒアリングに基づき作成

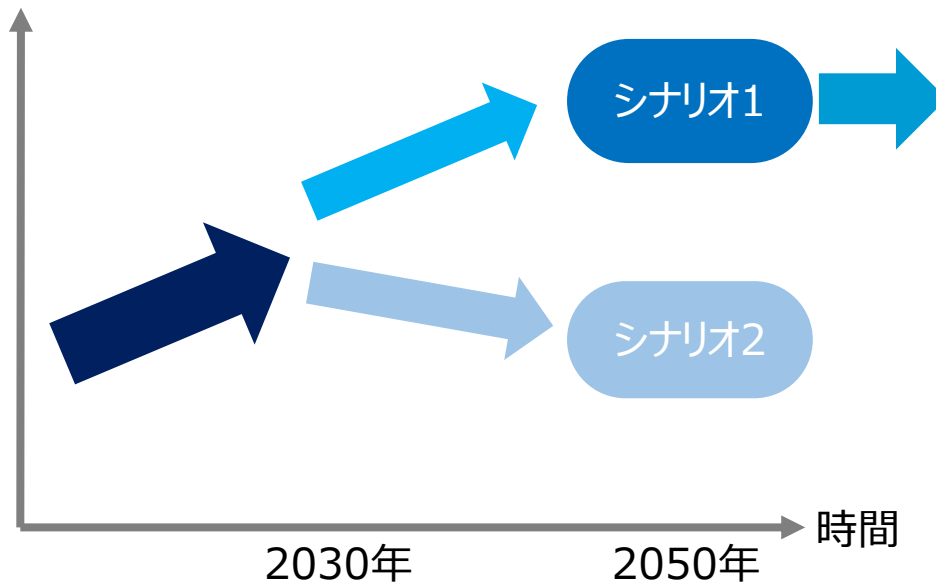
シナリオ分析(3/3)日本への適用

- 地政学リスクなど重要な変化要因を軸に移行戦略を含む国家戦略を策定
- 政策のあり方を客観的な事実に基づいて判断

複数シナリオの検討

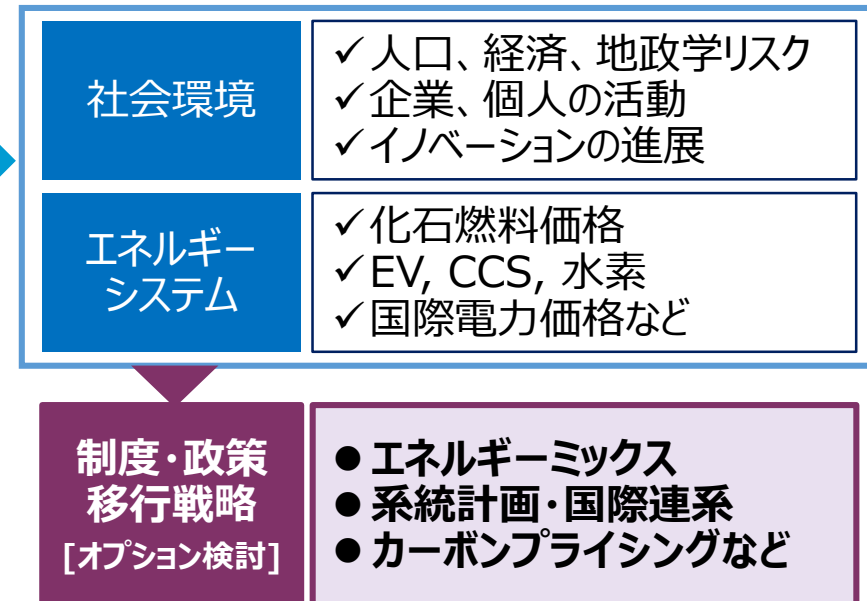
- 日本にとって重要な社会価値に影響を与える変化要素を評価軸とし複数シナリオを検討

評価軸：地政学リスクなど



政策のオプションの検討

- 政策形成プロセスを**EBPM^{*1}の枠組み**で確立
制度のあり方を客観的な根拠に基づいて判断



エネルギー・環境、経済を一体とした国家戦略策定へつなげる

*1：EBPM：Evidence Based Policy Making（証拠に基づく政策立案）

WG3 挑戦と変革に向けた制度・政策

施策2

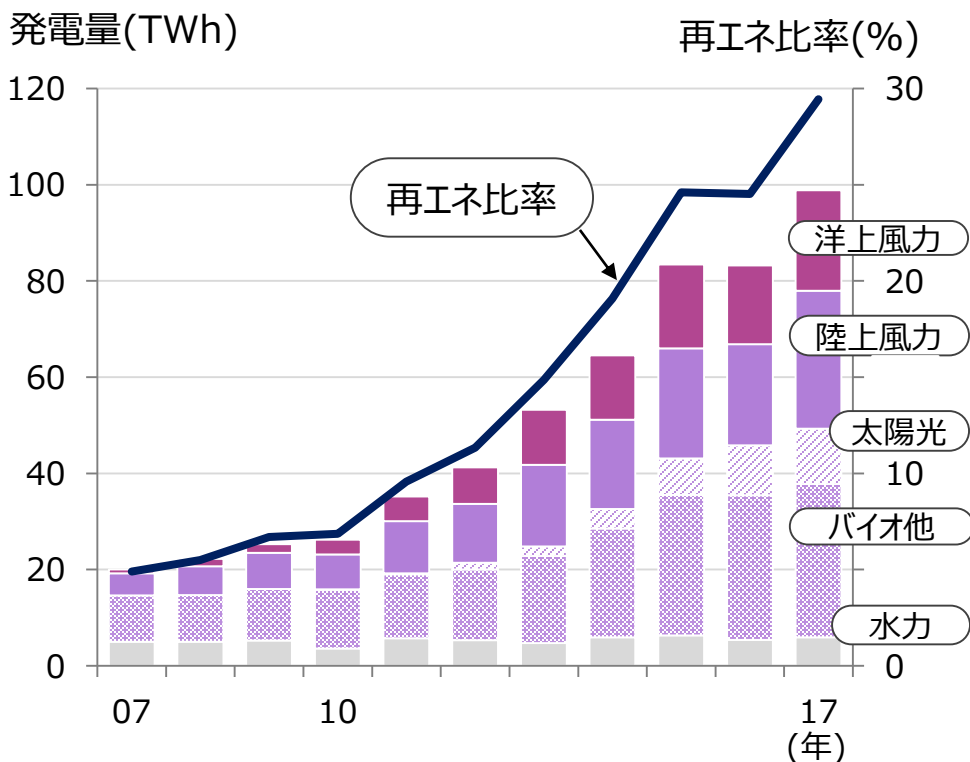
パフォーマンス駆動型政策（英国事例）

パフォーマンス駆動型政策(1/4) 英国事例：導入の背景

- 英国では再エネ大量導入により、投資確保とコスト上昇抑制の両立が重要課題
- 「3E+S」において目標設定しパフォーマンスに応じて評価するしくみ（RIIO）で解決をめざす

英国の再エネの大量導入

- ・ 風力を中心とした再エネの積極導入
- ・ 電力系統や制御システムへの投資ニーズ拡大



出典：BEIS, Energy Trends他

送配電部門規制の変遷

総括原価方式
(~1980年代)

RPI-X
(90~2012年)

RIIO
(2013年~)

コスト
+
事業報酬

レベニューキャップ
(コスト削減促進)

レベニューキャップ
+
パフォーマンス評価
(3E+S確保)

【課題】

コスト積上げによる非効率化

再エネ導入
対策(投資)
が不足

Ofgemによる
中間評価
(改革案立案)

国有化
(1947~)

民営化
(1990~)

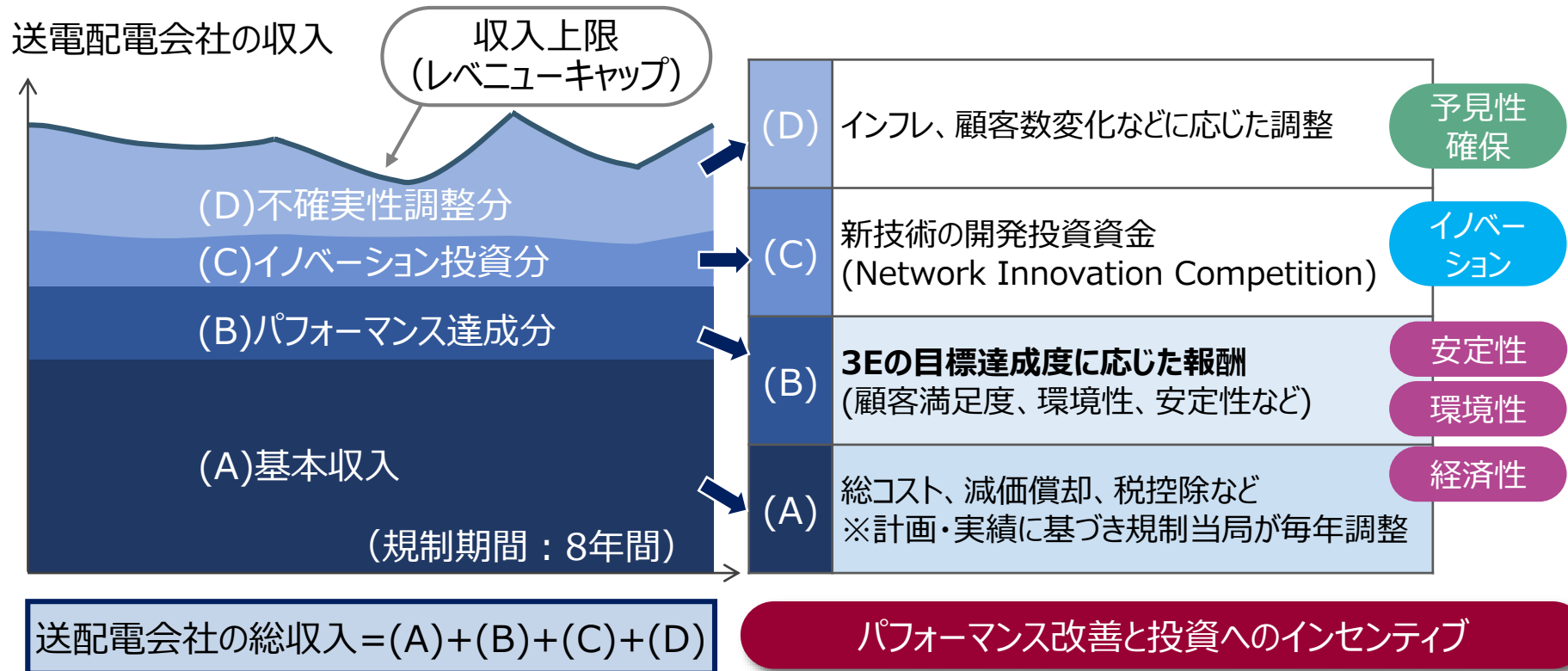
再エネ導入拡大
(2005頃~)

パフォーマンス駆動型政策(2/4) 英国事例：RIIOのしくみ

- 「3E+S」の目標を設定し、パフォーマンス（目標達成度）に基づく報酬を付与
- 併せて、イノベーションの促進や予見性確保の仕組みも導入

送配電部門の料金収入規制：RIIO

$$\text{Revenue} = \text{Incentives} + \text{Innovation} + \text{Outputs}$$



パフォーマンス駆動型政策(3/4) 英国事例：3Eのパフォーマンス評価

- マルチステークホルダで議論し、3Eに対する目標設定と実績に応じた評価
- コスト削減についてもインセンティブを設定

1. 目標達成に応じた報酬（National Grid社：2016年度）

	項目	目標	実績	評価（報酬）
安定性	供給支障電力	316(MWh)	目標達成	74.4m £ (13-16年度計)
環境性	SF ₆ 排出量	12,242(tCO ₂ e)	目標達成	
	EDR* ¹ 基準	“主導”	“率先”	
顧客満足	満足度調査スコア	6.9/10(点)	7.5/10(点)	
	ステークホルダー エンゲージメント	4.0/10(点)	7.0/10(点)	

2. コスト削減に応じた報酬（National Grid社*²：2016年度）

	項目	目標	実績	評価（報酬）
経済性	TOTEX (資本費＋運転費)	1,698 m £	1,116 m £ (537m £ 過達)	237 m £ (44%還元)

*1：EDR：Environmental Discretionary Reward、*2：Transmission Owner（送電所有者）評価結果

出典：OFGEM, RIIO-T1 Annual Report 2016-17他

パフォーマンス駆動型政策(4/4)英国事例：RIIOの導入結果（中間評価）

- 投資によりネットワークコストは上昇も、電力料金への顕著な影響なし
- 電力料金上昇の抑制と投資確保を両立し、3E+Sを実現

	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	結果
電力料金（大手6社） （£/年）	1,098	1,124	1,097	1,070	
ネットワークコスト*1 （£/年）	—	121	119	131	 （投資増）
送電事業者 総支出*2 （10億£）	1.5	1.1	1.2	1.1	 （効率化）
送電事業者営業利益*3 （10億£）	1.1	1.2	1.2	1.4	 （効率化）

パフォーマンスの改善など

- 規制開始から11%の**供給支障改善**（配電）
- 環境目標の達成は概ね良好
- イノベーション向上への**企業文化を醸成**

課題

- **事業の計画と実績の乖離**
- 一部事業者がSF₆排出目標を下回る
- 消費者団体などから**更なる効率化の要求**

*1：英国国内顧客当たりの年間平均、*2：National Grid社(Transmission Owner)実績、*3：National Grid社(英国送電規制事業)実績

出典：OFGEM, Energy Network Indicators他、OFGEMヒアリングに基づき作成

WG3 挑戦と変革に向けた制度・政策

施策3

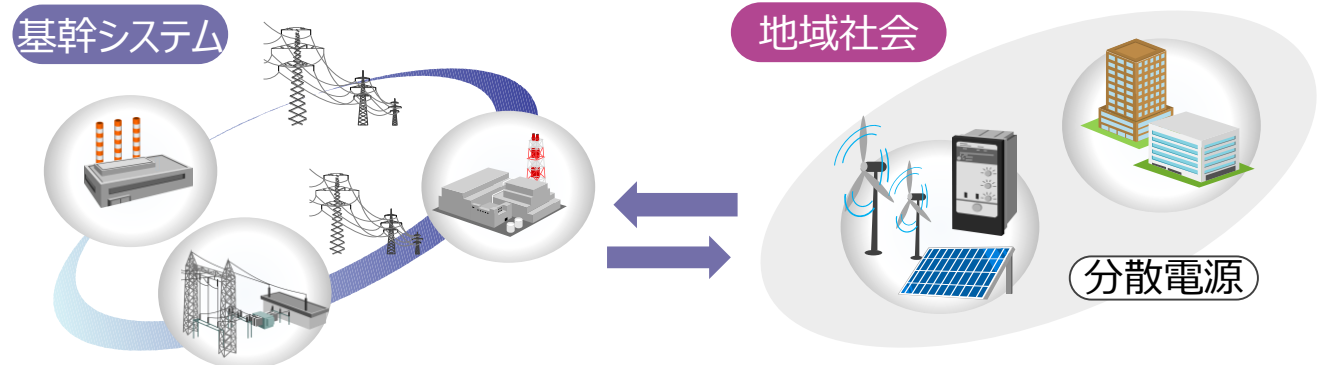
共通プラットフォームによる長期戦略策定

エネルギーシステムの再構築とグローバル展開(1/3)背景

グローバルな
不確実性の高まり
(～2050)

- エネルギー資源をめぐる世界情勢の変化
- グローバルレベルでの市場参加者の多様化
- EV・蓄電池や水素をはじめとする様々な技術革新の可能性

新たな
エネルギーシステムを
構築

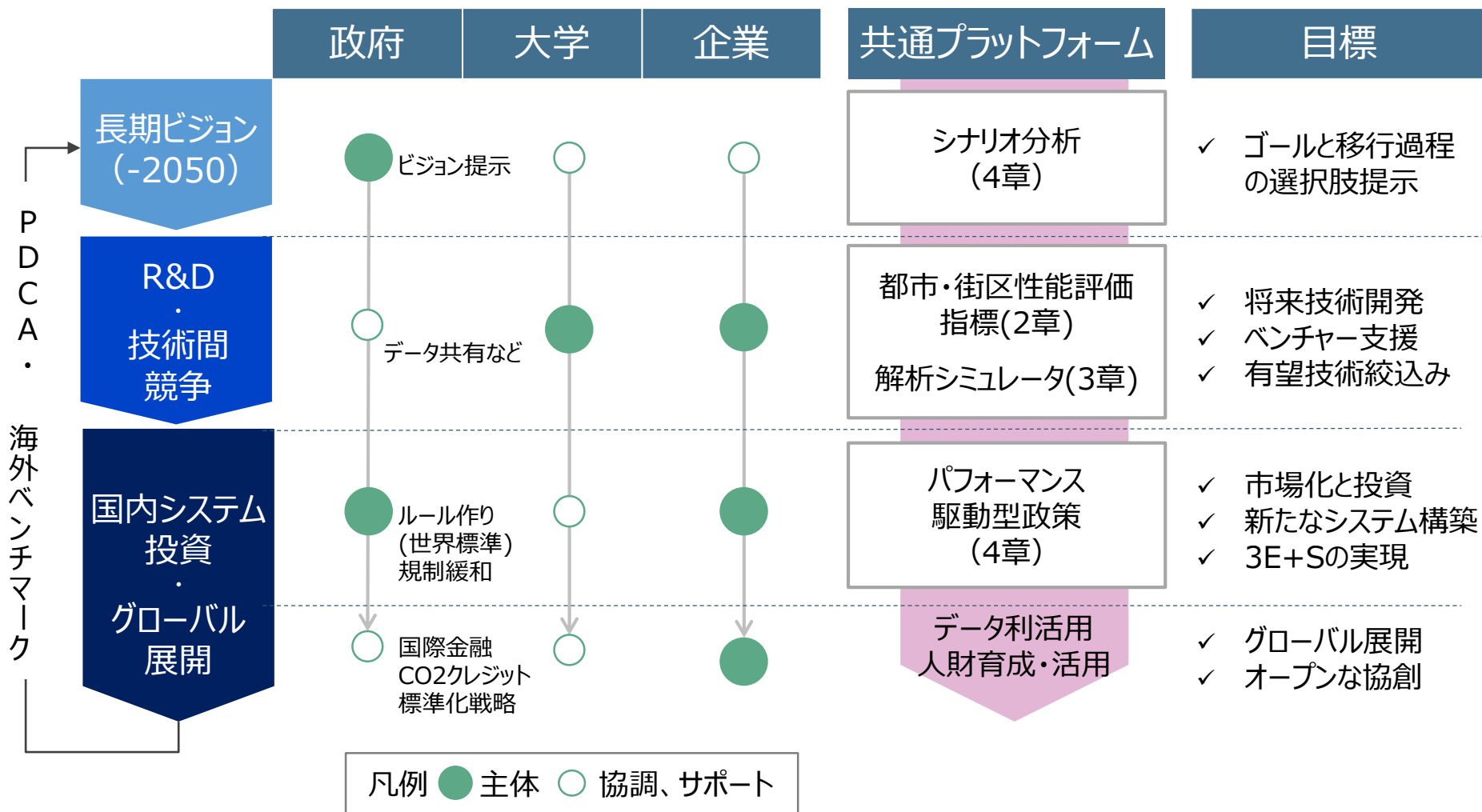


Society5.0における個人の生活が主役となった新たな価値やサービスの供給
基幹システムと地域システムの共存を前提とした再構築による「3E + S」の向上

国内で確立した技術を海外に展開し、国際社会へ貢献
(産・学・官の共通戦略が必要)

エネルギーシステムの再構築とグローバル展開(2/3)方法

- 中・長期（～2050）を見据えたエネルギーシステムの再構築を産・学・官で推進
- 社会的意思決定のための共通プラットフォームによりオープンな議論



エネルギーシステムの再構築とグローバル展開(3/3)具体例

- 市場メカニズムを活用しつつ、オープンな議論で検討していく

政府

1 エネルギーの長期ビジョンを提示

- ✓ シナリオ分析の枠組みも活用し、不確実な世界で幅広い可能性を追求

2 将来の市場ルールをグローバルスタンダードを見据えて構築

- ✓ 各種インフラデータを共有する仕組みづくり
- ✓ 地域エネルギー事業者への権限・責任の委譲 [例：シュタットベルケなど]
- ✓ 多様なエネルギー価値の流通のしくみづくり

3 グローバル展開策を一体的に整備

- ✓ 国際金融・CO₂クレジットなどの仕組み
- ✓ 政府調達基準・手順、グリッドコード整備 [デファクトのデジュール化など]

大学

1 社会課題の解決に向けて方向性を共有、新たな社会価値を創造

2 分野横断的な研究のしくみと人材育成

企業

1 異分野含めオープンな協創関係を構築し、投資とイノベーションを推進

2 グローバルな競争力強化と、海外市場の知見の国内への還元

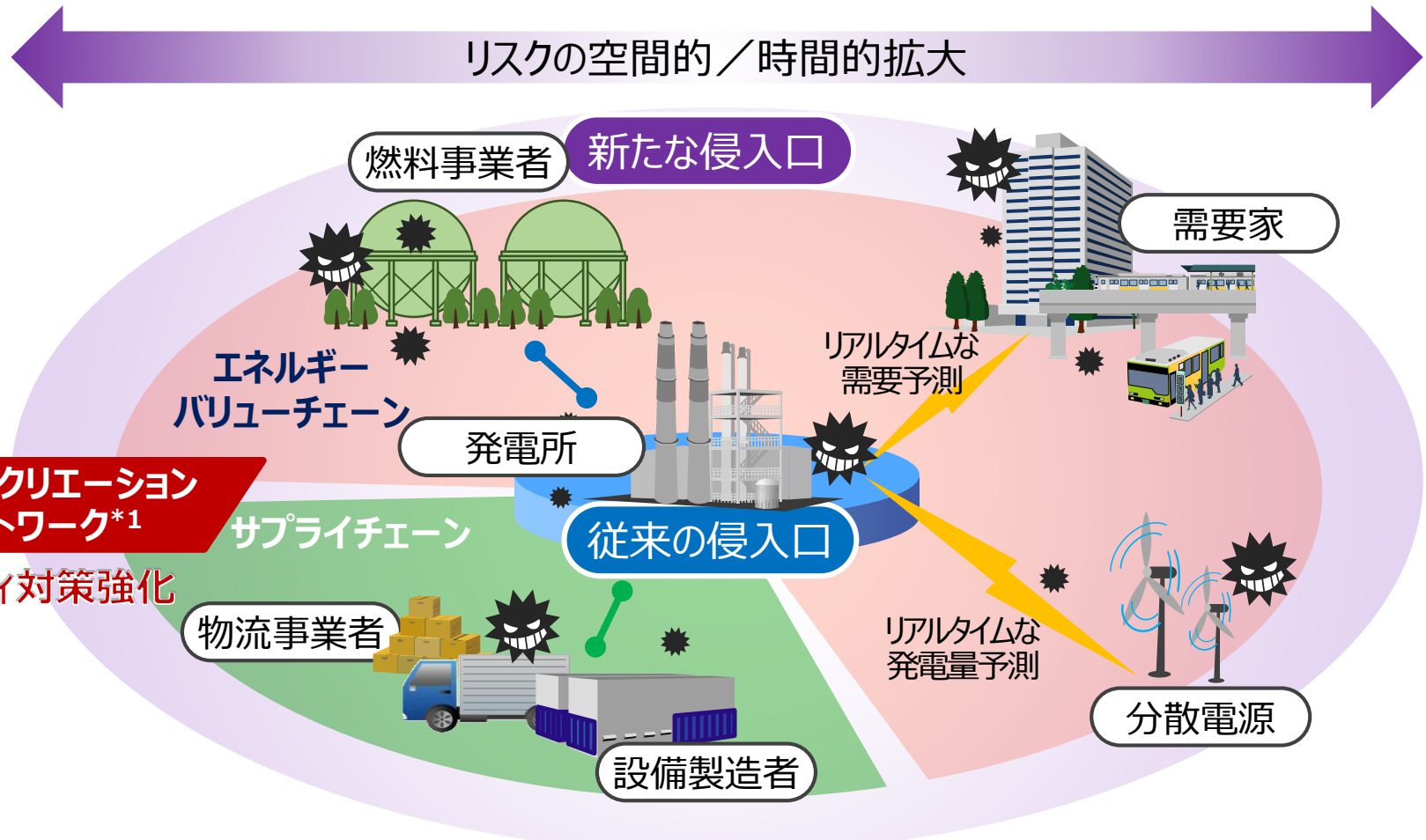
WG3 挑戦と変革に向けた制度・政策

施策4

サイバーセキュリティの確保による3Eの完遂

サイバーセキュリティ(1/2) 安全保障上の重要性

- Society 5.0では、旧来の業種の壁を越え、あらゆるシステムが繋がることが前提
- 脅威の侵入口も空間的/時間的に拡大し、安全保障に直結
- バリュークリエーションネットワーク全体にわたるセキュリティ対策の強化が必要



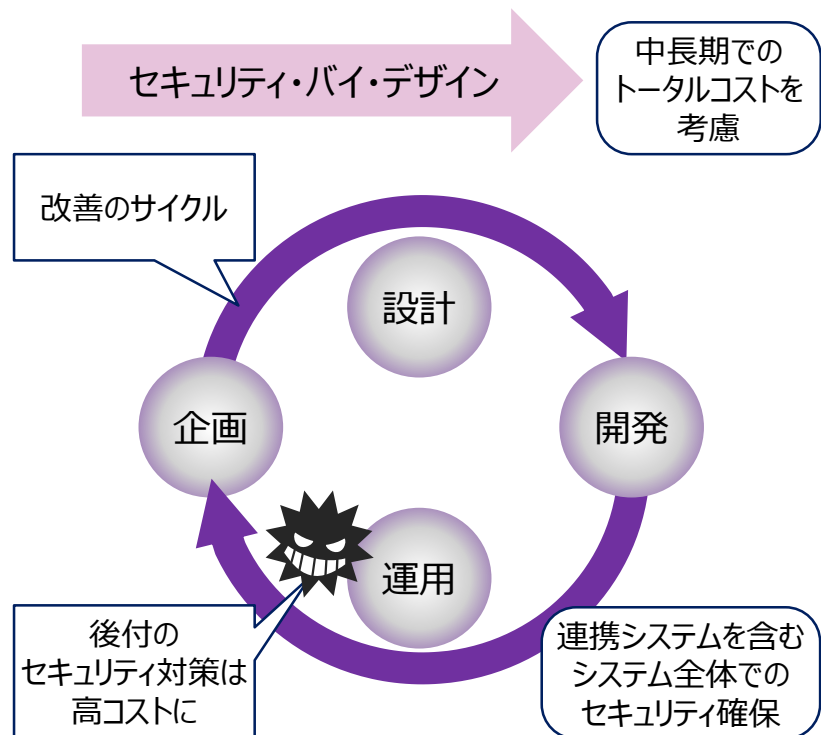
*1：バリュークリエーションネットワーク：エネルギー設備のサプライチェーンやエネルギー転換・輸送のバリューチェーンなどの総体

サイバーセキュリティ (2/2) 対策による3Eの完遂

- 企画・設計段階からシステム全体のセキュリティを考慮するセキュリティバイデザイン推進
- 任務保証の実践など、経営トップからの一貫した組織ガバナンスを確立

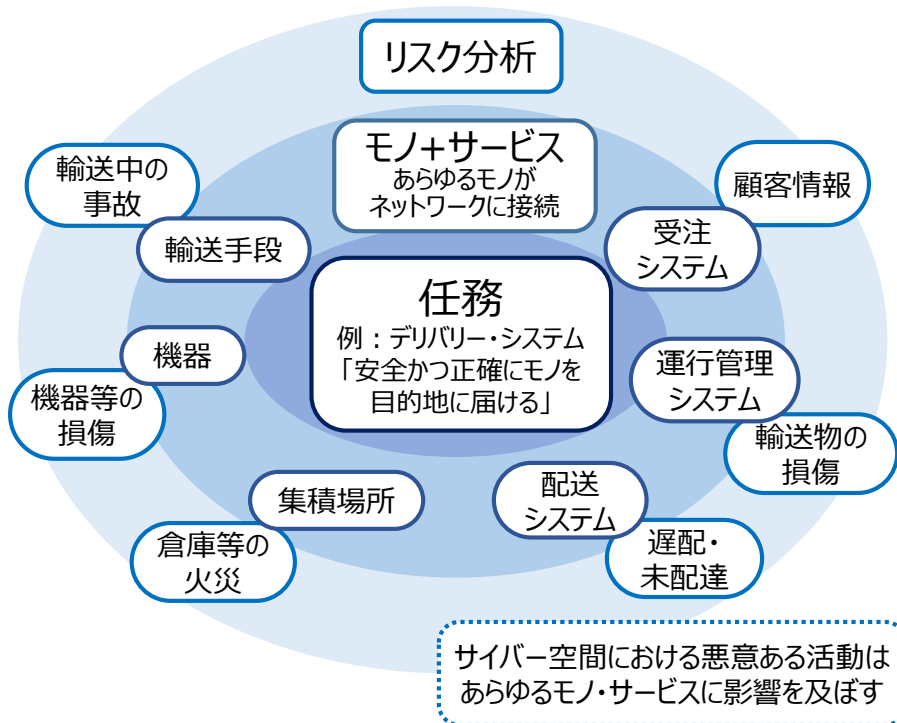
セキュリティ・バイ・デザインの推進

- ・ 外部接続を含むシステム全体を考慮
- ・ 企画・設計段階からのセキュリティ確保



任務保証(機能保証)の考え方

- ・ 機能・サービスを全うする観点からリスクを分析
- ・ 経営者層に対し情報を提供し、総合的に判断



挑戦と変革に向けた制度・政策 まとめ

1. 複数シナリオの制度・政策検討

-エネルギーのシナリオ分析-

2. パフォーマンス駆動型政策

-3E+Sの目標設定と評価-

3. エネルギーシステム再構築とグローバル展開

-産・学・官の共通プラットフォームによる戦略策定-

4. サイバーセキュリティ

-バリューチェーンネットワーク全体での対策-