



世界の原子力と電力改革の経験

第49回原産年次大会
2016年4月12日～13日

エドワード・キー



JAIF

JAPAN ATOMIC INDUSTRIAL FORUM, INC.

一般社団法人 日本原子力産業協会

このNECGスライドは、本プレゼンテーションおよび議論の完全な記録ではない。スライドに掲載された意見および議論は包括的なものではなく、NECGの顧客または他の職員の意見を反映するものではない。

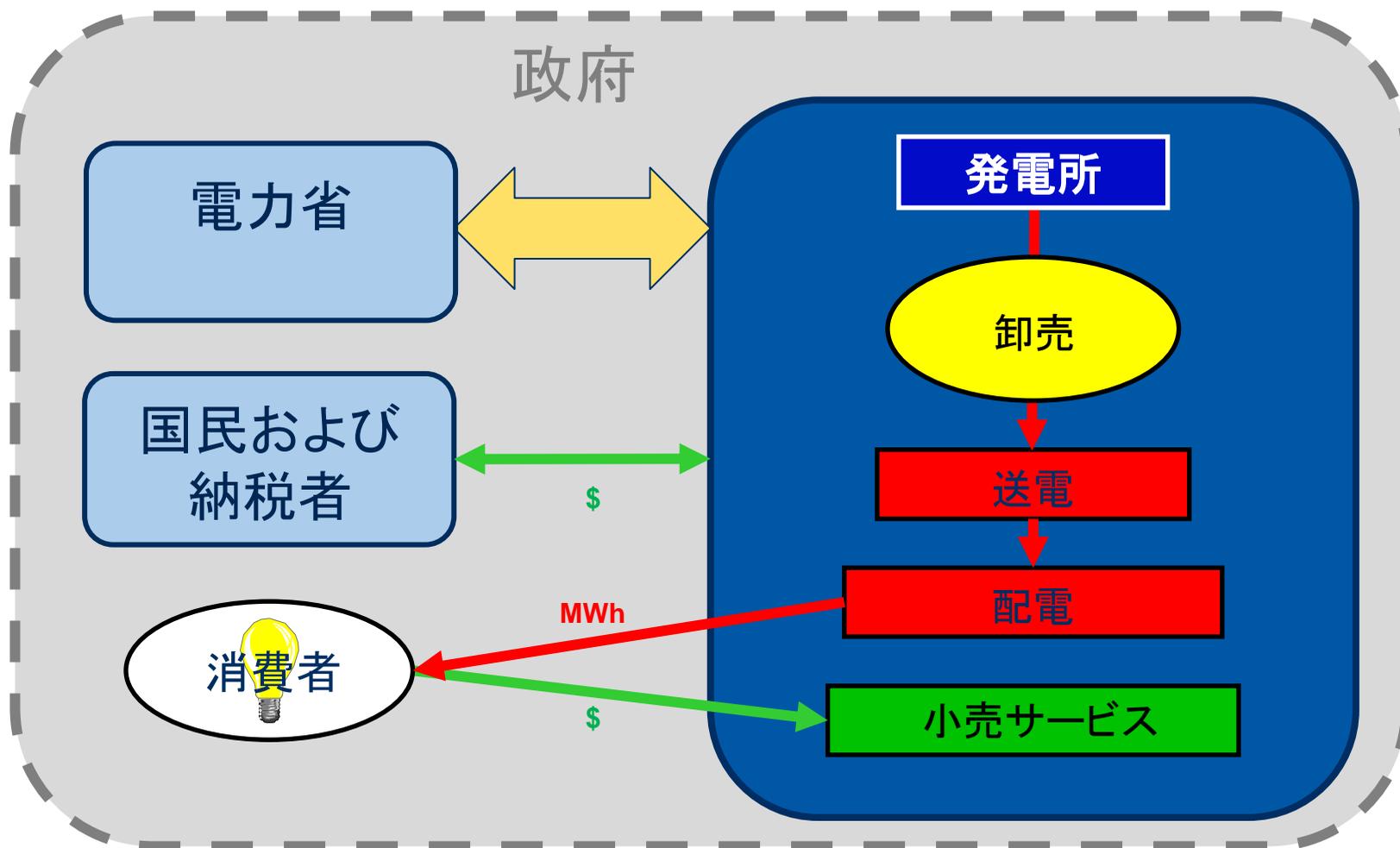
© 2016 NECG

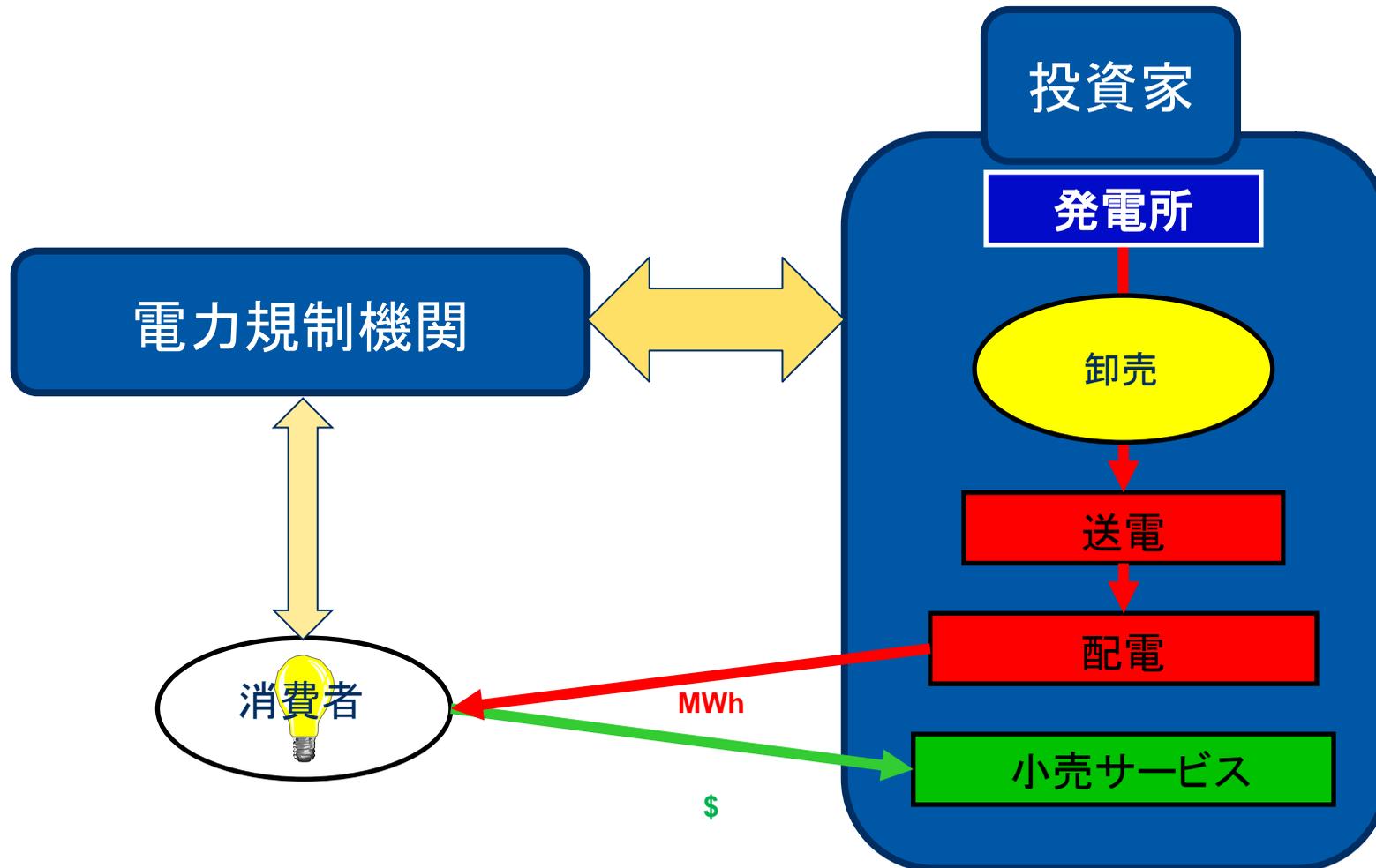
- 原子力は、電力産業改革および組織的な電力市場に関連する問題に直面している
 - 経済的な理由に伴う既存炉の早期廃止
 - 許可された新規炉への投資不足
- 私の願いは、日本の電力産業改革が、米国などで生じた原子力への悪影響を避ける形で実施されることである

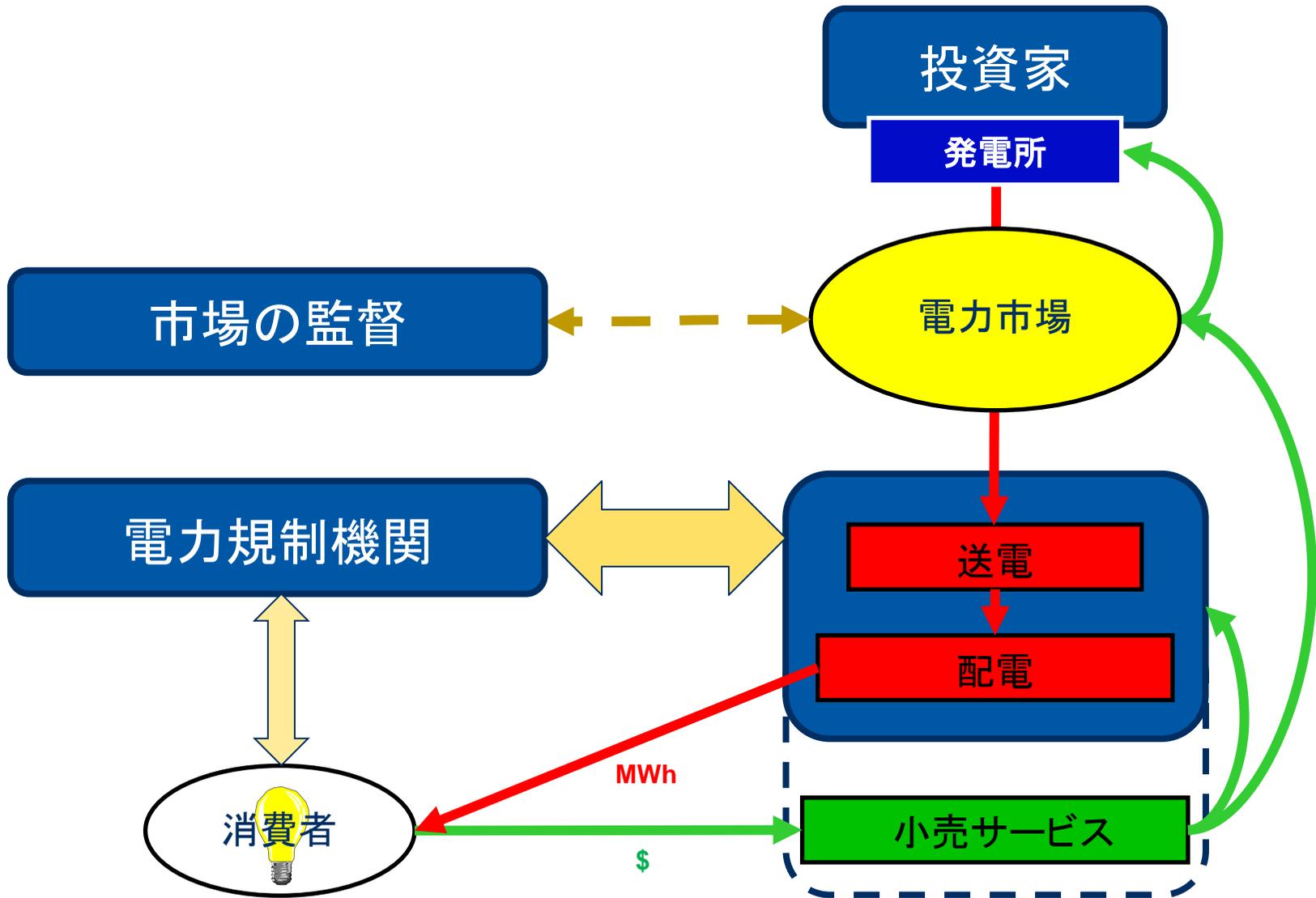
- 産業構造
- 長期および短期フォーカス
- 収益の確実性および不確実性
- 原子力特性および公益に対する価値
- 市場の失敗および政府の役割
- ケーススタディ

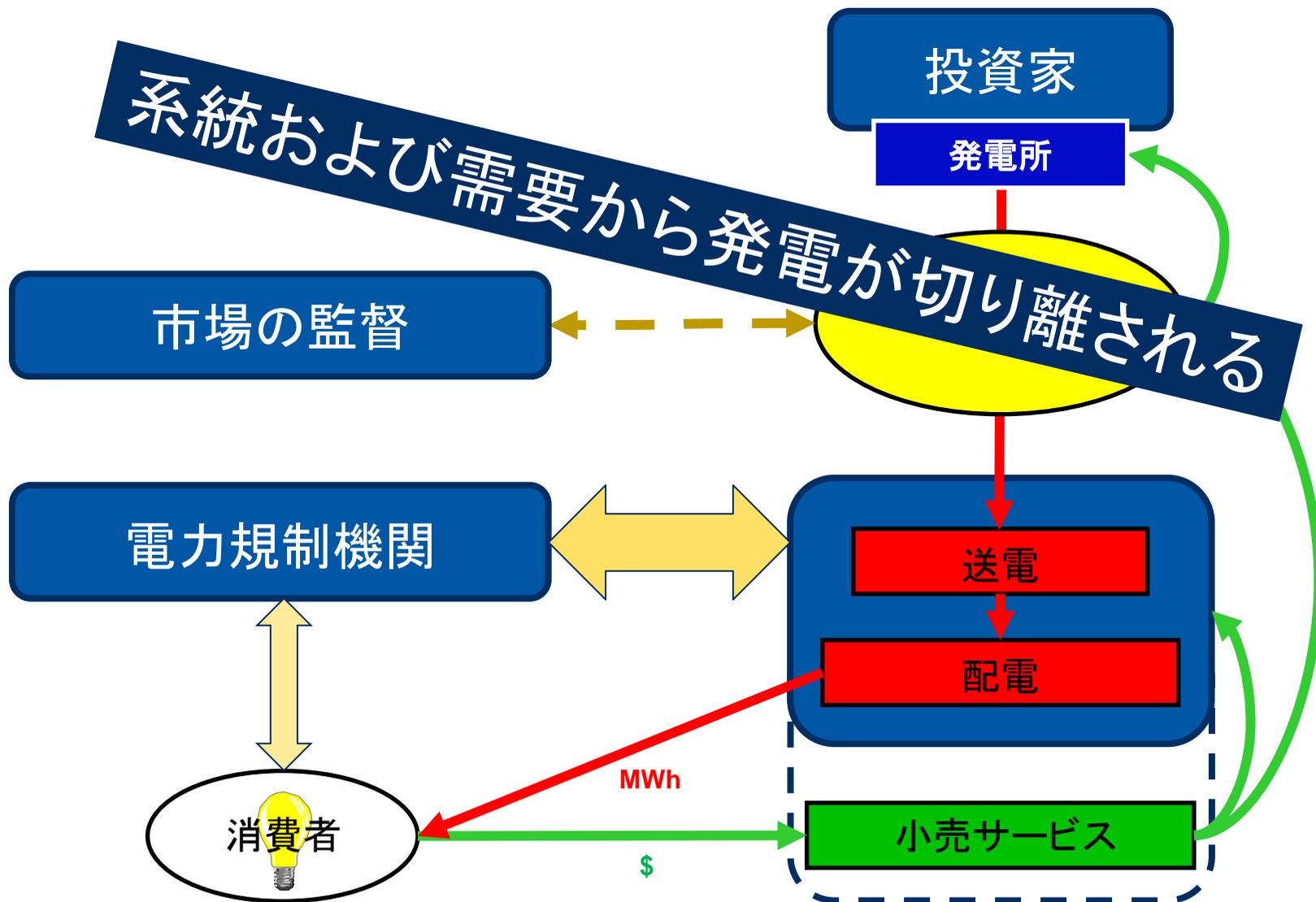
- **従来 of 電力産業構造:**
原子力発電と電力系統および顧客とのつながりが強い
 - 投資を促進する
 - 系統と顧客に長期的な利益の流れが生じる

- **再編された電力産業および市場:**
系統および顧客から発電が切り離される
 - 投資が困難である
 - 長期的な利益を調整することが難しい

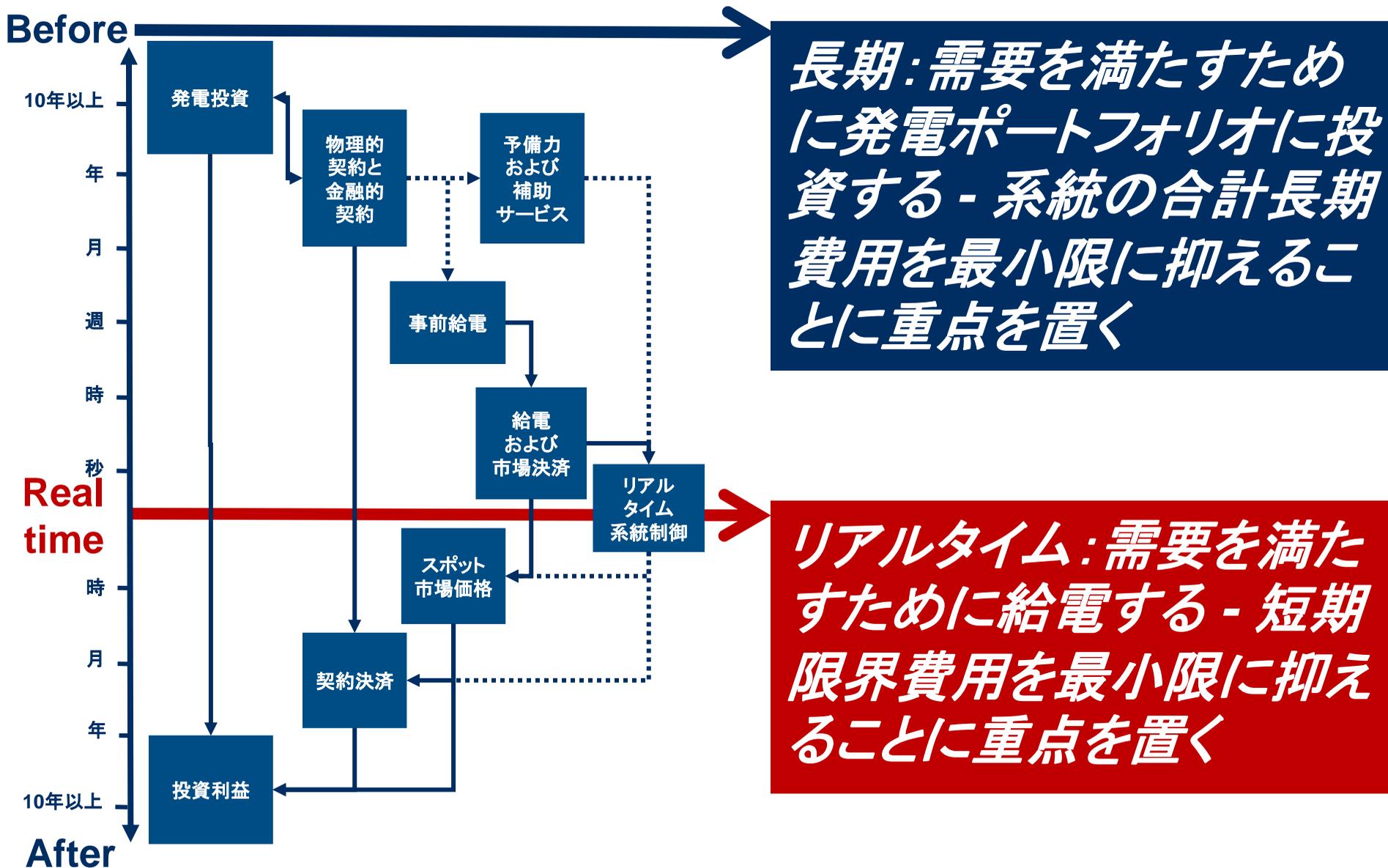








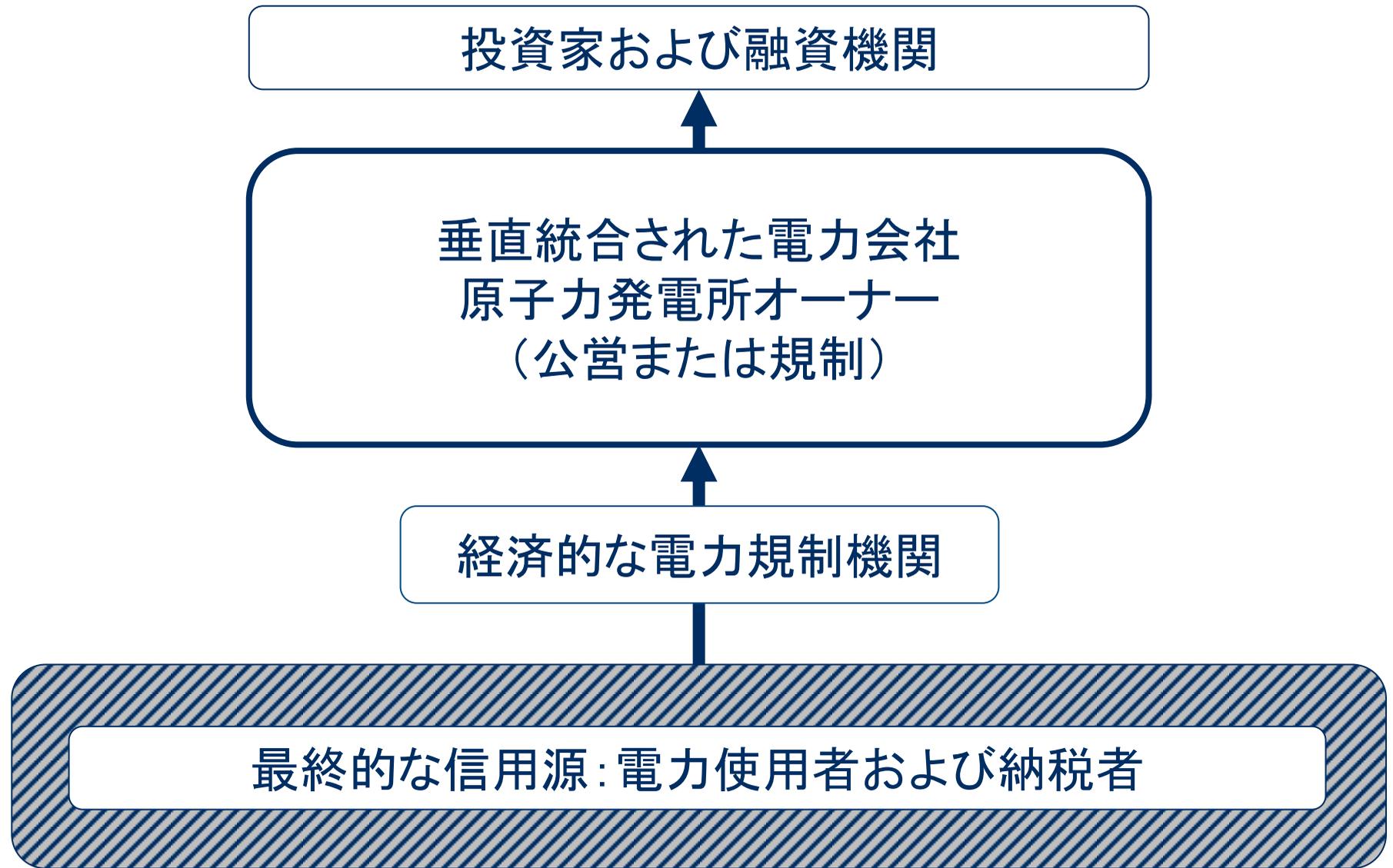
長期 vs 短期



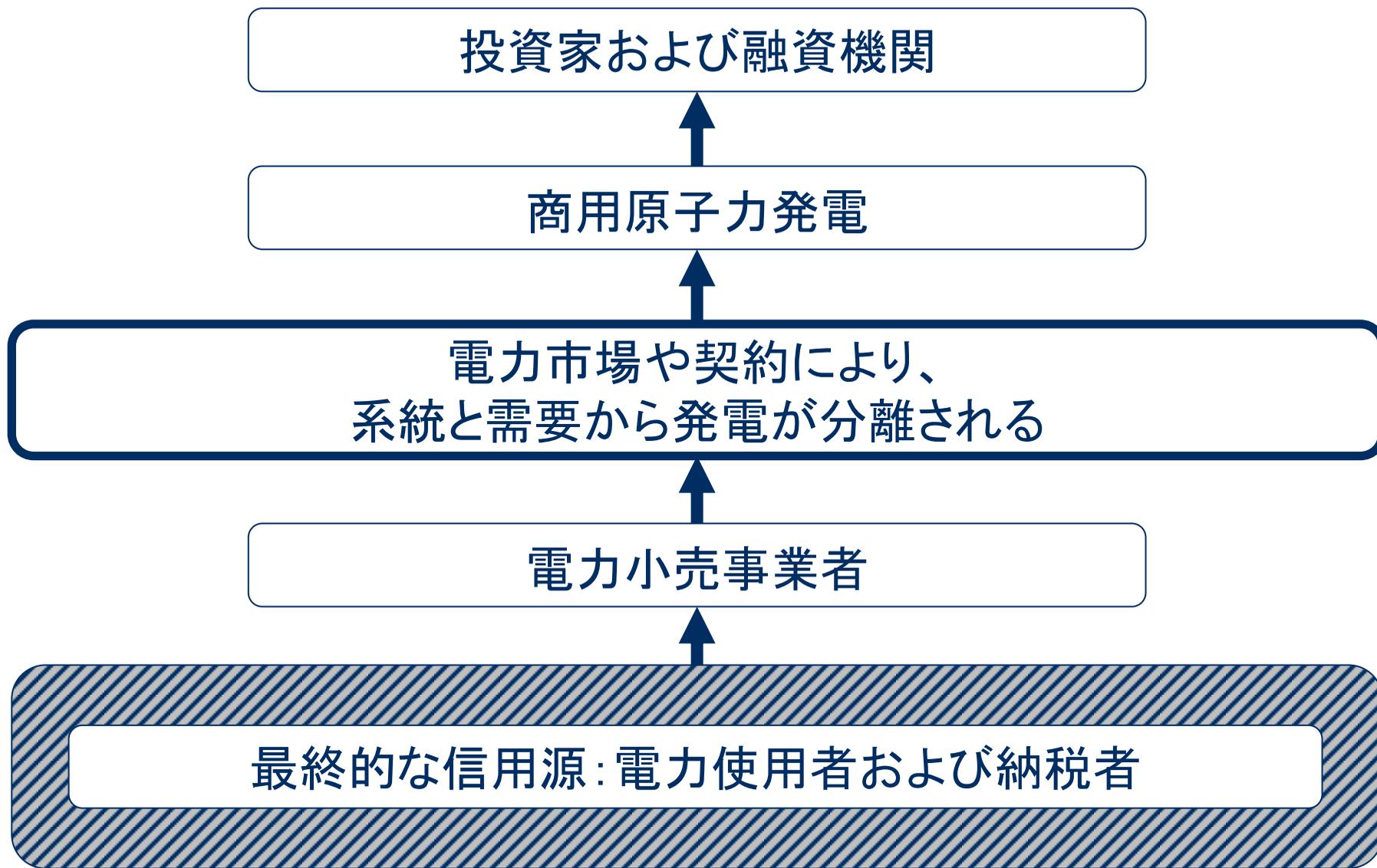
長期：需要を満たすために発電ポートフォリオに投資する - 系統の合計長期費用を最小限に抑えることに重点を置く

リアルタイム：需要を満たすために給電する - 短期限界費用を最小限に抑えることに重点を置く

収益の確実性



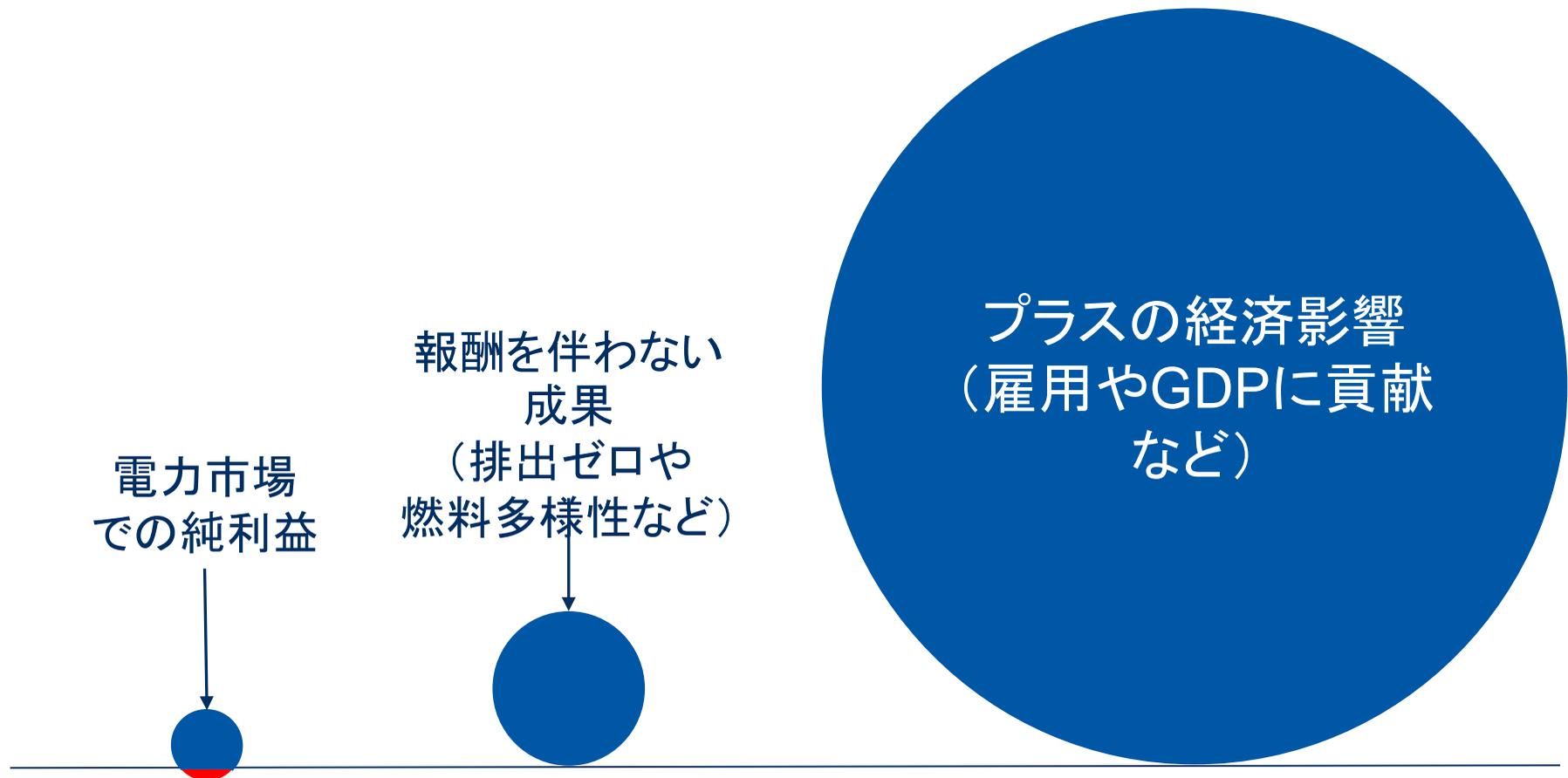
収益の不確実性



電力市場での不確実な収益

- 投資利益が将来の収益に基づく
- 将来の電力市場収益を予測しづらい
 - 幅広い想定とシナリオ（新規参入、燃料価格、需要など）による市場シミュレーション
- 電力契約が将来的に市場から外れる可能性がある
- 新規建設スケジュールにより電力市場収益予測が非常に困難になる
 - 収益化はCOD（送電後：プロジェクト開始から10年後）から始まる
 - プロジェクトは60年（以上）続く

電力市場では重要な原子力特性および 公益に価値がない



- 電力市場は、既存または新規の原子力を支えられない(以下のケーススタディを参照)
 - 資産への投資には、資産所有者と電力の最終使用者との利害関係、趣旨、その他の要因が必要である
 - 発電は長期的な公益となる
- 政府または電力規制機関などの準政府機関だけが原子力資産と電力系統/顧客に適切な関係をもたらすことができる

- 米国の商用原子力発電所
 - キウオーニーおよびバーモントヤンキー
 - フィッツパトリックおよびピルグリム
 - 早期廃止のおそれがあるその他のユニット
 - 新規ユニット

- 英国
 - ブリティッシュ・エナジー
 - ヒンクラー・ポイントC

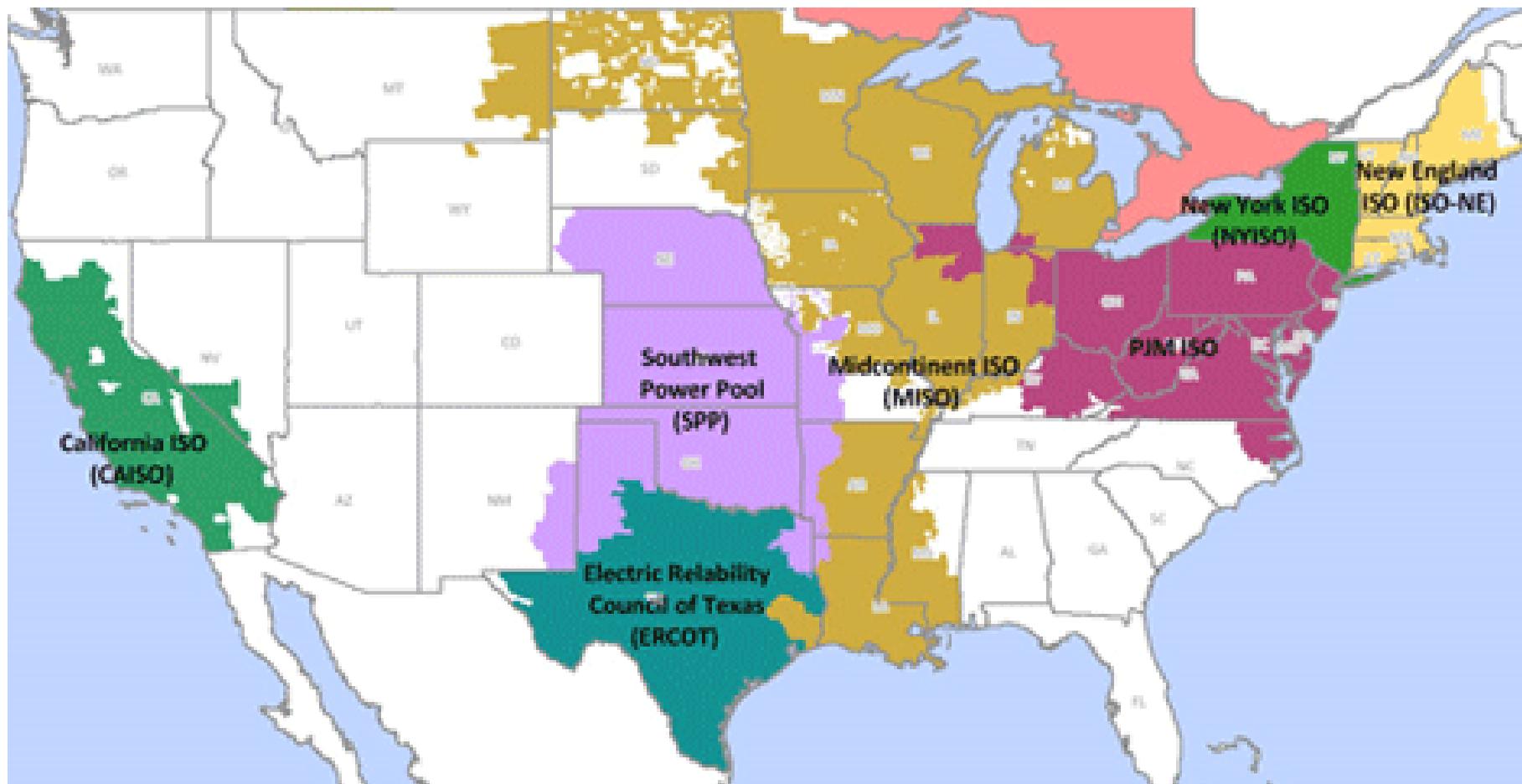
■ 米国の電力産業の構成:

- 垂直統合され、州の経済規制機関の規制下に置かれる投資者が所有する電力会社
- 公営電力（地方公営企業、協同組合、連邦電力取引機関など）

■ 米国の一部での電力改革

- 投資家が所有する電力会社の発電資産の売却が要求された
- 正式な電力市場が実現した
- 新規の商用発電事業者が生まれた

米国の電力市場



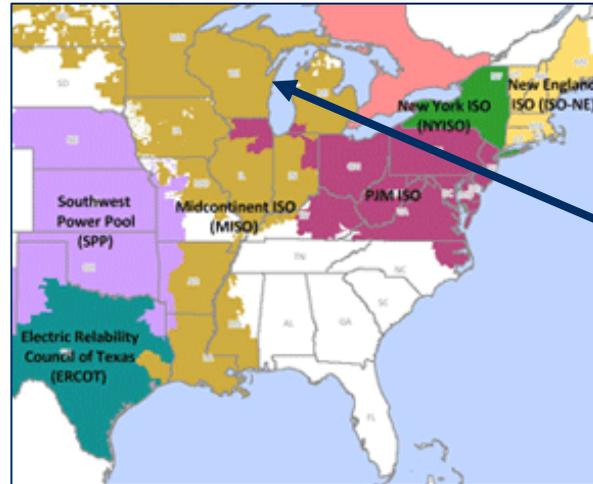
キウオーニー

556 MWe PWR

元の運転許可は、2013年12月に期限切れとなった

2011年、2033年12月を新規の期限として許可が更新された

2013年5月にプラントが廃止された



- Dominion Energyが所有者である
- キウオーニーはMISOで市場収益を上げていたが、利益がO&Mおよび燃料コストを下回っていた
- その結果として財務上の損失が生じ、2033年まで操業が許可されたにもかかわらず、早期廃止となった

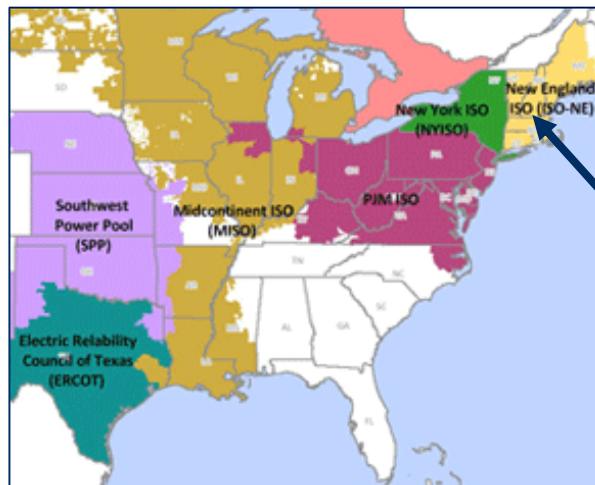
バーモントヤンキー

605 MWe BWR

元の運転許可は、2012年3月に期限切れとなった

2011年、2032年3月を新規の期限として許可が更新された

2014年12月にプラントが廃止された



- Entergyが所有者である
- バーモントヤンキーはNE ISOで市場収益を上げていたが、利益がO&Mおよび燃料コストを下回っていた
- その結果として財務上の損失が生じ、2032年まで操業が許可されたにもかかわらず、早期廃止となった

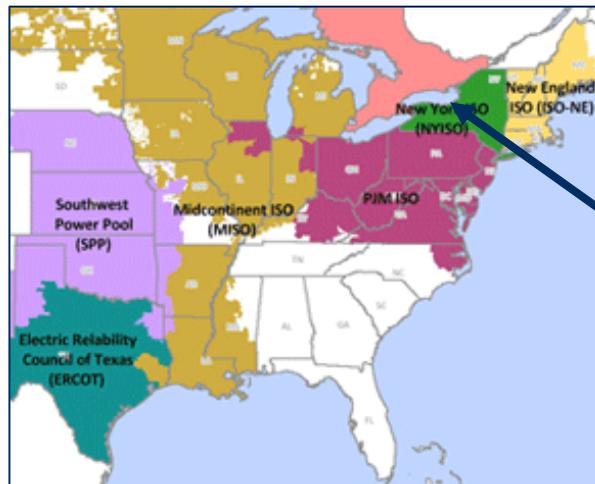
フィッツパトリック

816 MWe BWR

元の運転許可は、2014年10月に期限切れとなった

2008年、2034年10月を新規の期限として許可が更新された

プラントは稼働中だが、2017年に廃止予定となっている



- Entergyが所有者である
- UBSの予測によると、フィッツパトリックのユニット所有者は、NYISO市場で年間2,900万ドルの損失を出していた
- 2017年にプラントを廃止する予定である
- ニューヨーク州はプラントを維持すべく努めている(CESなど)

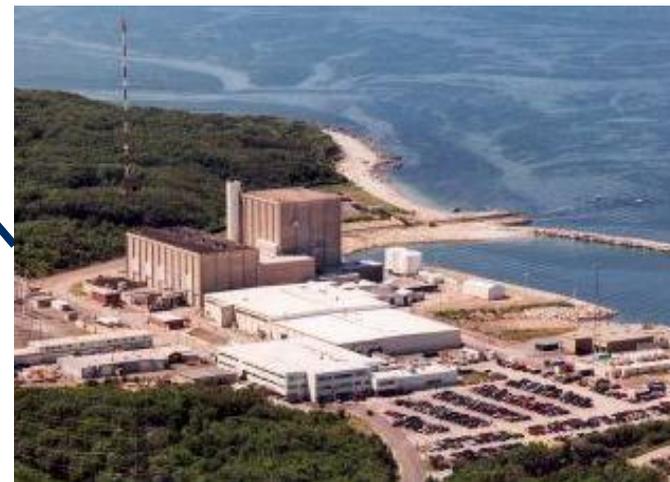
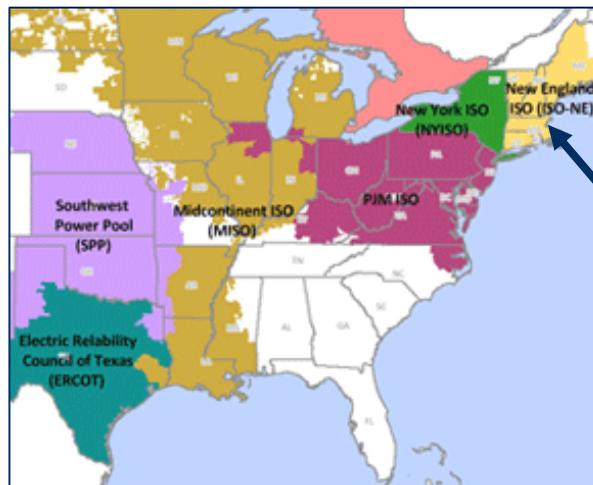
ピルグリム1号機

690 MWe BWR

元の運転許可は、2012年6月に期限切れとなった

2012年、2032年6月を新規の期限として許可が更新された

プラントは稼働中だが、2017年に廃止予定となっている



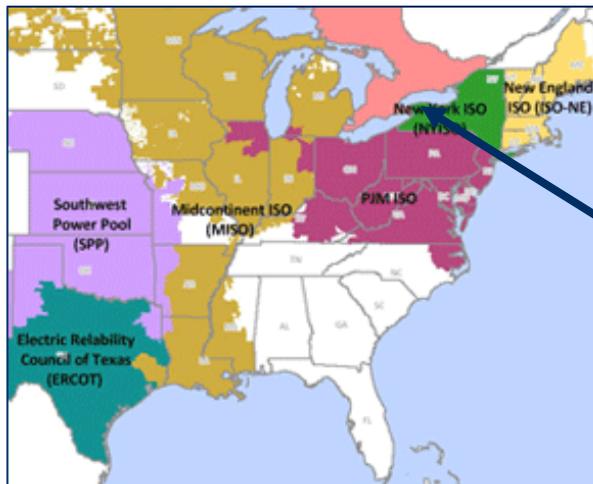
- Entergyが所有者である
- ピルグリムのユニットは、NE ISO電力市場で損失を出している
- 2019年6月までにプラントを廃止する予定である

ジーナ

556 MWe PWR

元の運転許可は、2009年9月に期限切れとなった

2004年、2029年9月を新規の期限として許可が更新された
プラントは稼働中である



- Exelonが所有者である
- ジーナは、NY ISO市場で財務上の損失を出している
- 短期の信頼性確保契約
- 信頼性確保契約が満了したら、早期廃止の可能性はある

Exelonイリノイ州ユニット (PJM)

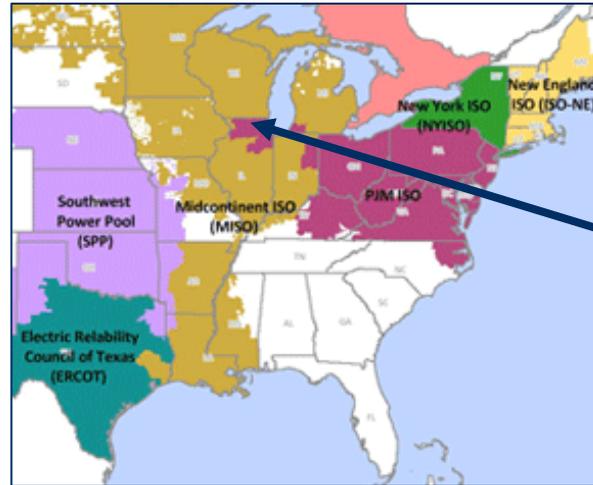
ブレイドウッド1号機および2号機は、2016年に2046/2047年まで延長された

バイロン1号機および2号機は、2015年に2044/2046年まで延長された

ドレスデン2号機および3号機は、2004年に2029/2031年まで延長された

ラサール1号機および2号機は、2022/2023年まで延長された

クアド・シティーズ1号機および2号機は、2004年に2032/2032年まで延長された



10基、10,649 MWe

ブレイドウッド1号機および2号機、PWR、2,360 MWe

バイロン1号機および2号機、PWR、2,353 MWe

ドレスデン2号機および3号機、BWR、1,824 MWe

ラサール1号機および2号機、BWR、2,288 MWe

クアド・シティーズ1号機および2号機、BWR、1,824 MWe

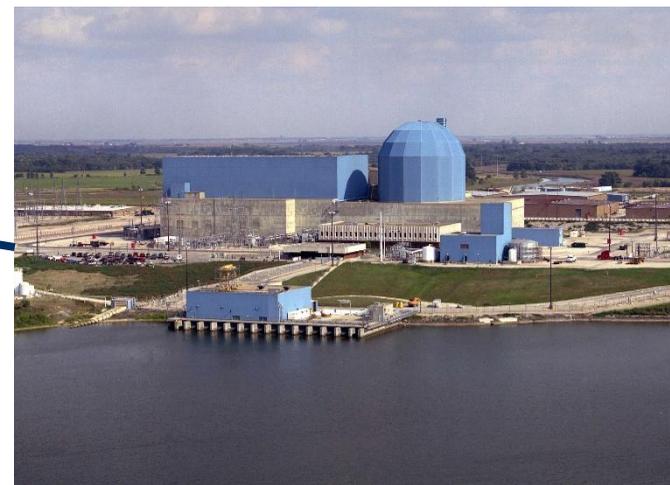
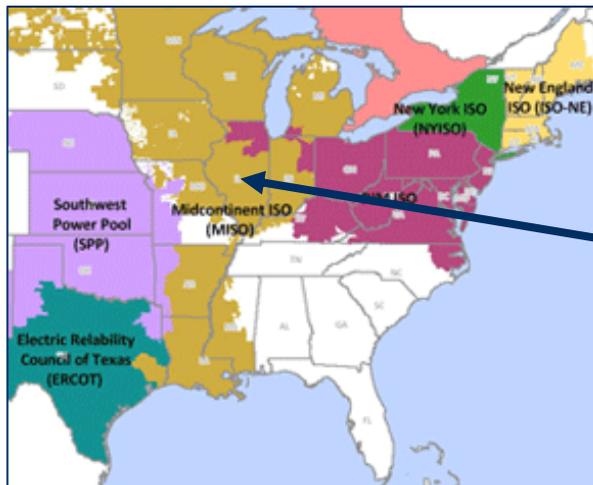
- ExelonのPJMユニットは電力市場で損失を出し、発電容量市場から付加収益を得ていた
- イリノイ州は2015年に新規の低炭素電源構成基準を検討したが、承認が得られなかった
- これらのユニットは、早期廃止の候補である

クリントン1号機

1.065 MWe BWR

元の運転許可は、2026年12月に期限切れとなる

プラントは稼働中である



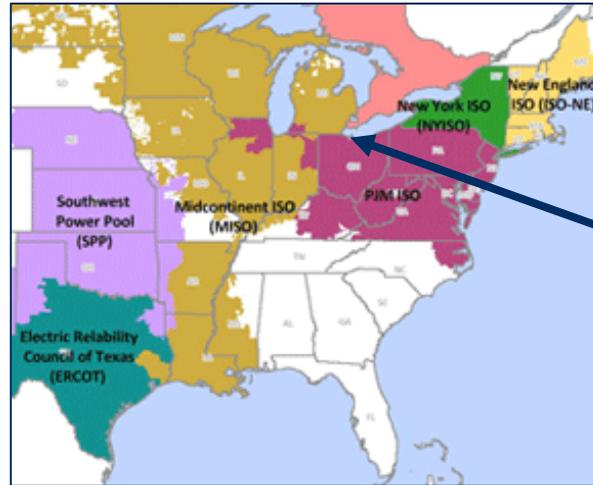
- このExelonユニットはイリノイ州のMISO部分にある
- 最近の発電容量市場でいくらかの付加収益が得られた
- 早期廃止の候補と見なされる

デービスベッセ1号機

894 MWe PWR

元の運転許可は、2017年4月に期限切れとなる

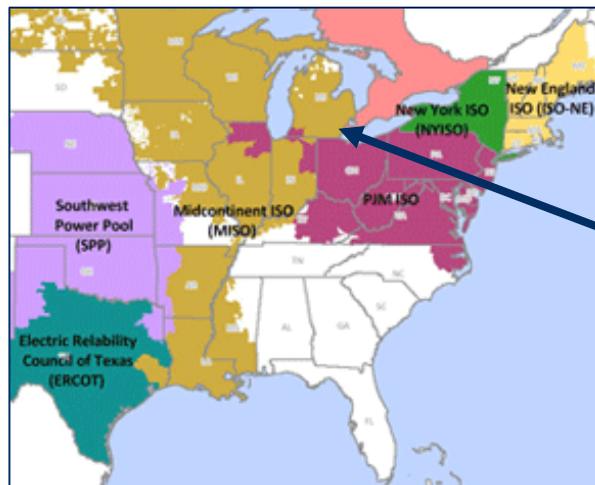
2015年、2037年4月を新規の期限として許可が更新された
プラントは稼働中である



- FirstEnergyが所有者である
- デービスベッセは市場の課題に直面している
- オハイオ州公共事業委員会は2016年3月31日に差額契約の手続きを完了させており、一部では再規制と言われている
- FERCと裁判所で、課題が予想される

フェルミ3号機COL

1,600 MWe ESBWR
既存のサイトに配置される
2,700 MWe
2008年にCOLを申請した
2013年4月にCOLが承認され
た
プロジェクトは保留されている



- Detroit Edisonが所有者となる見込みである
- NRCの承認を取得する米国初の商用原子炉ユニットである
- プロジェクトは収益性に関する市場の課題に直面している
- プロジェクトに投資する計画は立っていない

サウステキサスプロジェクト3号機および4号機



2基のABWRユニット

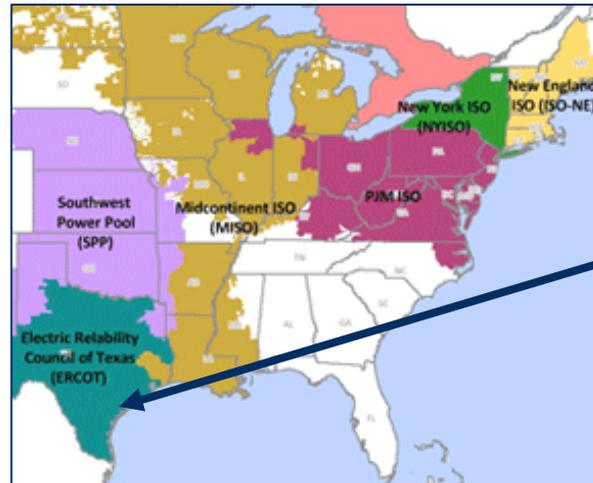
既存のサイトに配置される

2,700 MWe

2007年にCOLを申請した

2016年2月にCOLが承認された

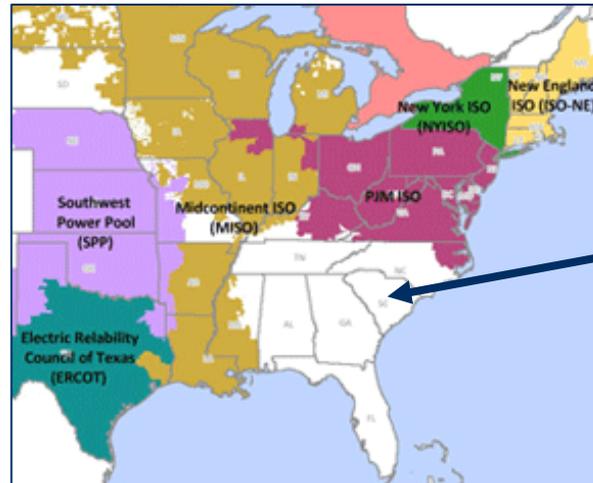
プロジェクトは保留されている



- NRGが所有者であり、東芝が関与する
- ERCOT市場の商用原子力ユニットであり、市場の課題に直面している
- 2016年初めにNRCの承認を取得した
- 投資を進める計画は立っていない

サマー2号機および3号機

2基のAP1000ユニット
既存のサイトに配置される
2,034 MWe
2008年にCOLを申請した
2012年3月にCOLが承認された
2013年3月/2013年11月に着工した



- SCE&GおよびSantee Cooperが所有者である
- 建設中の規制電力会社プロジェクトである
- サウスカロライナ州法および公益事業計画アプローチにより、十分な収益性がもたらされる
- 米国の融資保証は行われない

ボーグル3号機および4号機

2基のAP1000ユニット

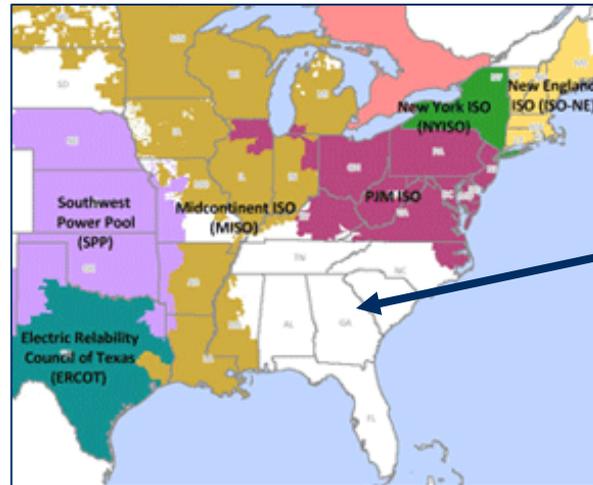
既存のサイトに配置される

2,034 MWe

2008年にCOLを申請した

2012年2月にCOLが承認された

2013年3月/2013年11月に着工した



- Southern Companyおよび公営電力会社が所有者である
- 建設中の規制電力会社プロジェクトである
- ジョージア州法および公益事業計画アプローチにより、十分な収益性がもたらされる
- 建設開始後の米国融資保証

- 英国は1989/1990年に電力部門を改革した最初の国の1つである
- 改革の主な推進力
 - サッチャー政権による市場の重点化
 - 英国電力産業の民営化に向けた要求
- 原子力は他の資産の後に民営化された
 - British Energyは、英国唯一の原子力企業として設立された
 - British Energyは、8カ所の原子力発電所を運営した



- 1996年に株式公開により民営化された
- British Energyは、2002年に財政難に直面した
 - 卸売りエネルギー価格の想定を下回った
 - 一部の原子炉に問題が生じて停止した
- 2003年～2005年に、英国政府はBritish Energyを再編し、政府の所有および管理に戻した
- 2009年、British EnergyはEDFに売却された

- 英国の「電力市場改革(EMR)」プロセス
 - 2010年の大臣声明および文書で開始された
 - EMRでは、英国政府が電力市場の新規原子力にインセンティブを提供することができる
 - 拘束力のある炭素排出量削減を満たす必要があった

- EMRインセンティブには、以下のものがある
 - 差額契約（長期）
 - 炭素下限価格
 - 容量メカニズム
 - 融資保証

- ヒンクリー・ポイントは、2009年にEDFがBritish Energyを買収したことで取得した既存の原子力発電所サイトである
- EPR原子炉は、2012年に英国GDA承認を取得した
- EMR原子力プログラム最初のプロジェクトである
 - 長期の審査を経てEUに承認された
 - EDFの金融投資決定を待っている
- 電力市場における原子力の課題が明らかになった

- 既存および建設中の原子力発電所は、いずれも従来の電力産業構造のもとで建設されている
- 電力市場での原子力の失敗は深刻である
 - 米国の商用原子力が早期廃止されている
 - 米国のCOL承認は投資につながっていない
 - 英国はBritish Energyを救済する必要がある
 - ヒンクリー・ポイントCでは、遅れと課題が生じている
- 電力市場は原子力に適合しない

- 私は、本プレゼンテーションに含まれるトピックについて、適宜コメンタリーを公表している

<http://www.nuclear-economics.com/commentary>

- JAIFは、最初の12のNECGコメンタリーを日本語に翻訳した

<http://www.jaif.or.jp/necg-commentary-series/>

- 私はこの取り組みに参加し、ツールキットの筆頭作成者を務めた
- 原子力発電所のさらなる閉鎖を阻止し、新規原子力を推進する政策および市場手段
 - 米国市場に焦点を合わせる
 - 各国にアイデアを提供する
 - 詳細情報：

<http://www.ans.org/pi/news/article-514/>

<http://nuclearconnect.org/wp-content/uploads/2016/02/ANS-NIS-Toolkit-download.pdf>



Edward Kee

Nuclear Economics Consulting Group

+1 (202) 370-7713

edk@nuclear-economics.com

www.nuclear-economics.com