

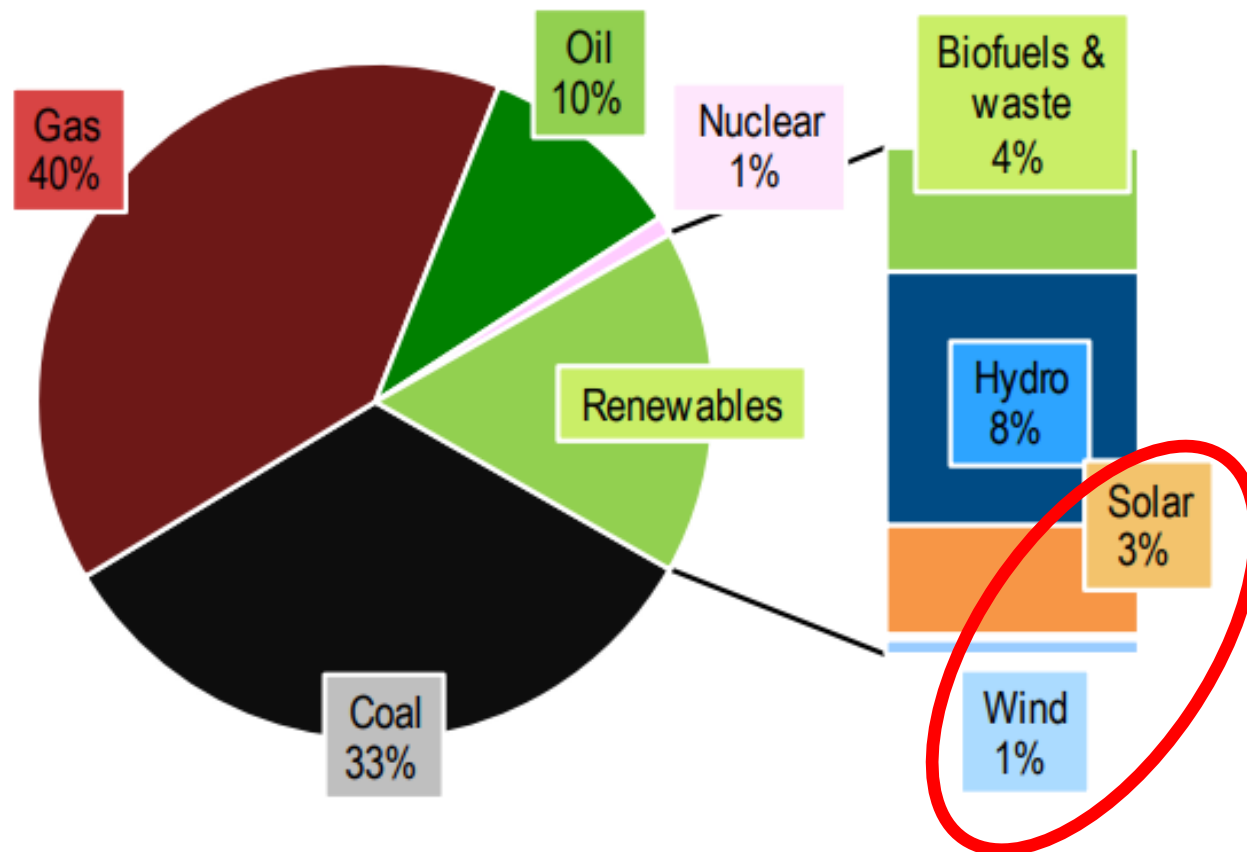
# アメリカの発送電分離は 風力発電を増加させたか？ —計量経済学を用いた実証分析—



杉本康太  
京都大学 経済学研究科  
2018年3月19日  
再エネ経済学講座

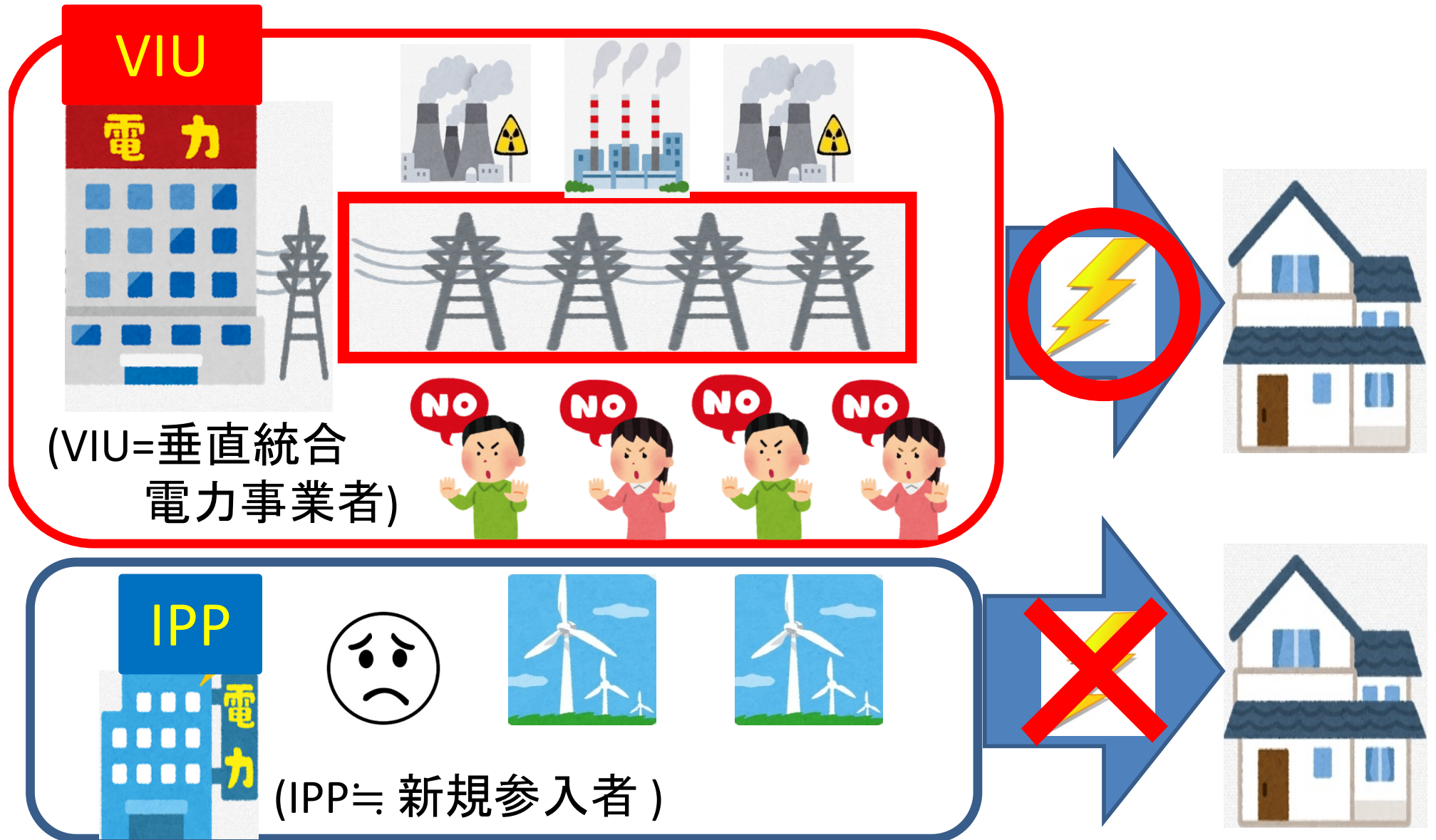
# 日本の電源別発電量に占める 再エネの割合

Electricity generation: 1035.3 TWh  
16% renewables (IEA average: 24%)



風力発電  
由来の電気は  
特に少ない

# 既存の垂直統合型電力会社の存在は、 新規参入者による再エネ導入の障壁か？



# 内藤(2017)「再エネ普及のカギを握る 米国のグリッド政策(pp.259-260)」

- 垂直統合の電力事業者は送電施設を所有するため、送電施設へのアクセスへの拒否や差別的な送電契約により、公正な競争を阻害し、電力価格を高く維持しようとしているのではないか
- 自前の発電施設を優遇
- グリッド接続に障害を設けているため、市場が十分に機能していない
- 第三者はグリッドの利用に際して、垂直統合事業者が自らのニーズを満たす時に行うような送電線運用の柔軟性を享受することもできない

例: 第三者には決められた地点間の送電の便宜しか提供しない(いわゆる託送型の利用)



# 諸富(2015)

- 「電力系統はもはや、電力会社の私的所有物ではない。(中略)再エネを拡大する上で、送配電網をどのように活用できるかは死活的に重要な論点であり、その公共性・中立性・透明性の担保は、きわめて優先順位の高い政策課題である。」
- 「このままでは、いくら固定価格買取制度があっても系統容量の限界に突き当たり、再エネはそれ以上伸びることができない状態に到達するであろう。」

# 産業組織論からの裏付け

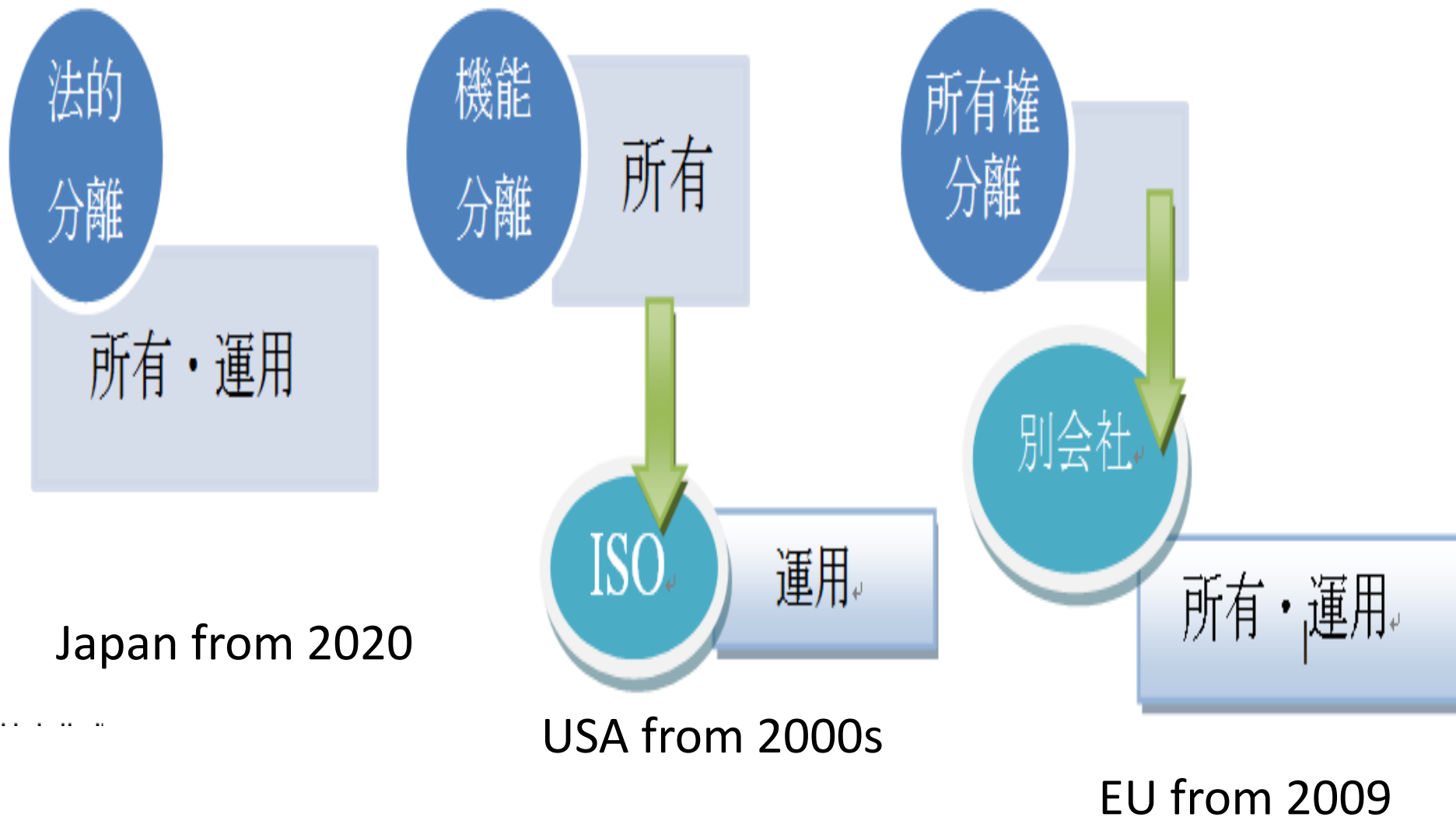
- 垂直統合型のネットワーク会社は、新規参入事業者を阻害するインセンティブを持つ  
(Newbery 2000)
- 再エネの系統への接続量の増加は、電力会社自身の発電資産に対する競争として機能するため、(系統を保有・運用する)電力会社はそれを制限するインセンティブを持つ  
(Hughes (2015) pp178-179)

# 電気事業連合会(2012)による反論

□ 発送電分離への過度な期待は誤解をもたらす

- 発送電分離による再生可能エネルギー発電の導入促進効果についても言及されることがあるが、**直接的な因果関係が立証されているとは言えない。**
- 発送電分離は競争政策の一環として考えられてきたのであり、再生可能エネルギー発電導入促進のために検討されてきたわけではない。発送電分離に関する評価については、欧米諸国ともにさまざまな分析が行われているものの、いまだ明確な評価が定まったわけではなく、結論を得るには長期的な視点が必要とされる。

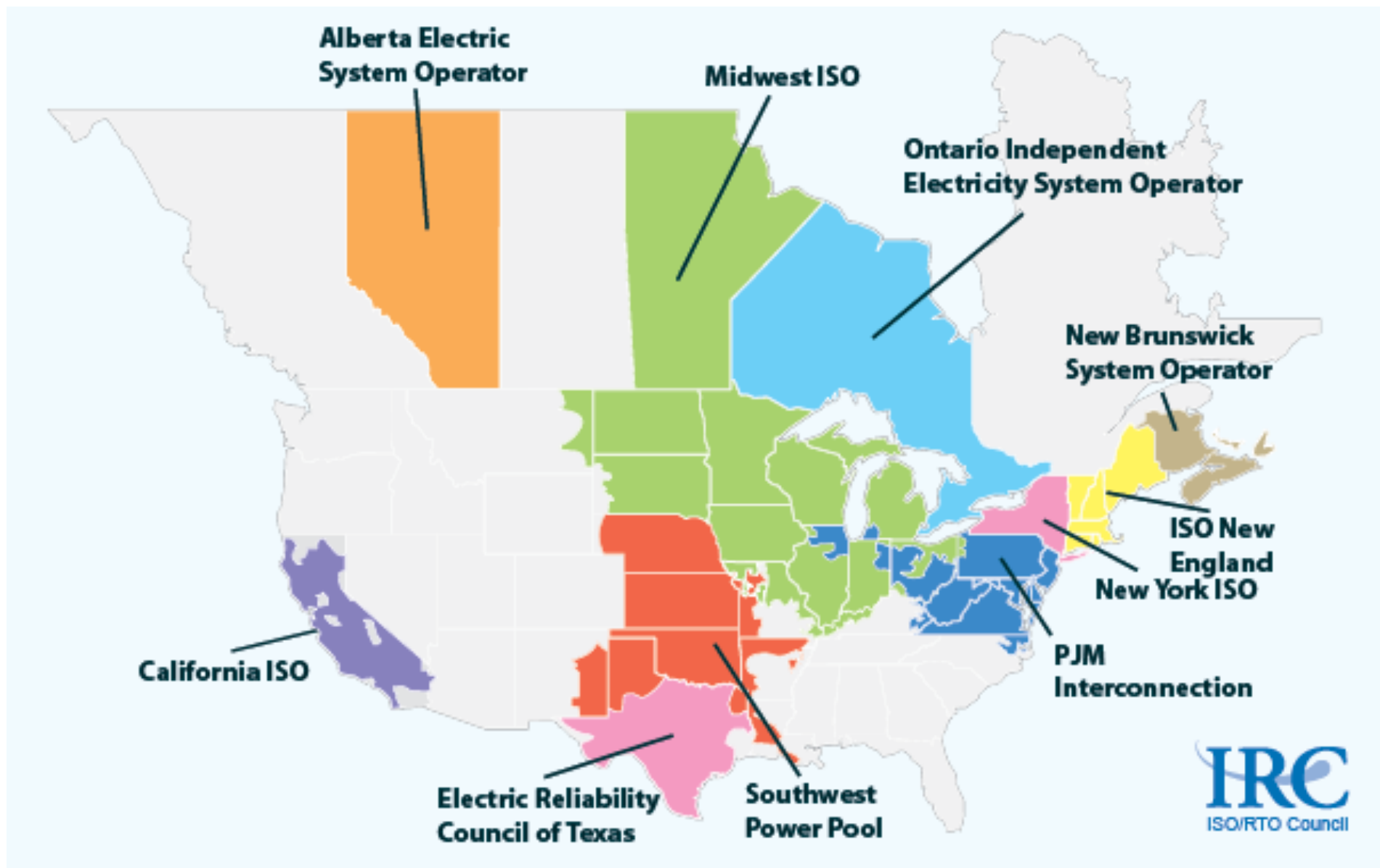
# “発送電分離Unbundling”は、競争導入のための構造改革 電力系統の運用・所有を電力会社の影響下から切り離す



**Stronger unbundling**



# 機能(運用)分離はアメリカで採用



Source :

EIA[2011]「TODAY IN ENERGY About 60% of the U.S. electric power supply is managed by RTOs」<sup>9</sup>

# 独立系統運用機関ISO、 広域送電運用機関RTOの役割

- アメリカの機能分離＝ISO・RTOを設立
- 非営利組織。発電・送電設備は保有しない。
- ISO/RTOは卸売市場の運営に加え、それまでVIUが行っていた新規事業者の系統接続・系統運用を行う
- ただし送電投資の意思決定は分離前と同様、送電所有者が行う



ISO : Independent System Operator 独立系統運用者(その州内のみを運用)

- CAISO(1998~)[California]
- ERCOT(1996~)[Texas]
- NYISO (1999/12~) [New York]

RTO : Regional Transmission Operator(州を越えて加盟州間で系統を広域に運用)

- MISO (2001~) [Illinois, Indiana, Iowa, Michigan, Minnesota, Missouri, North Dakota, Wisconsin]

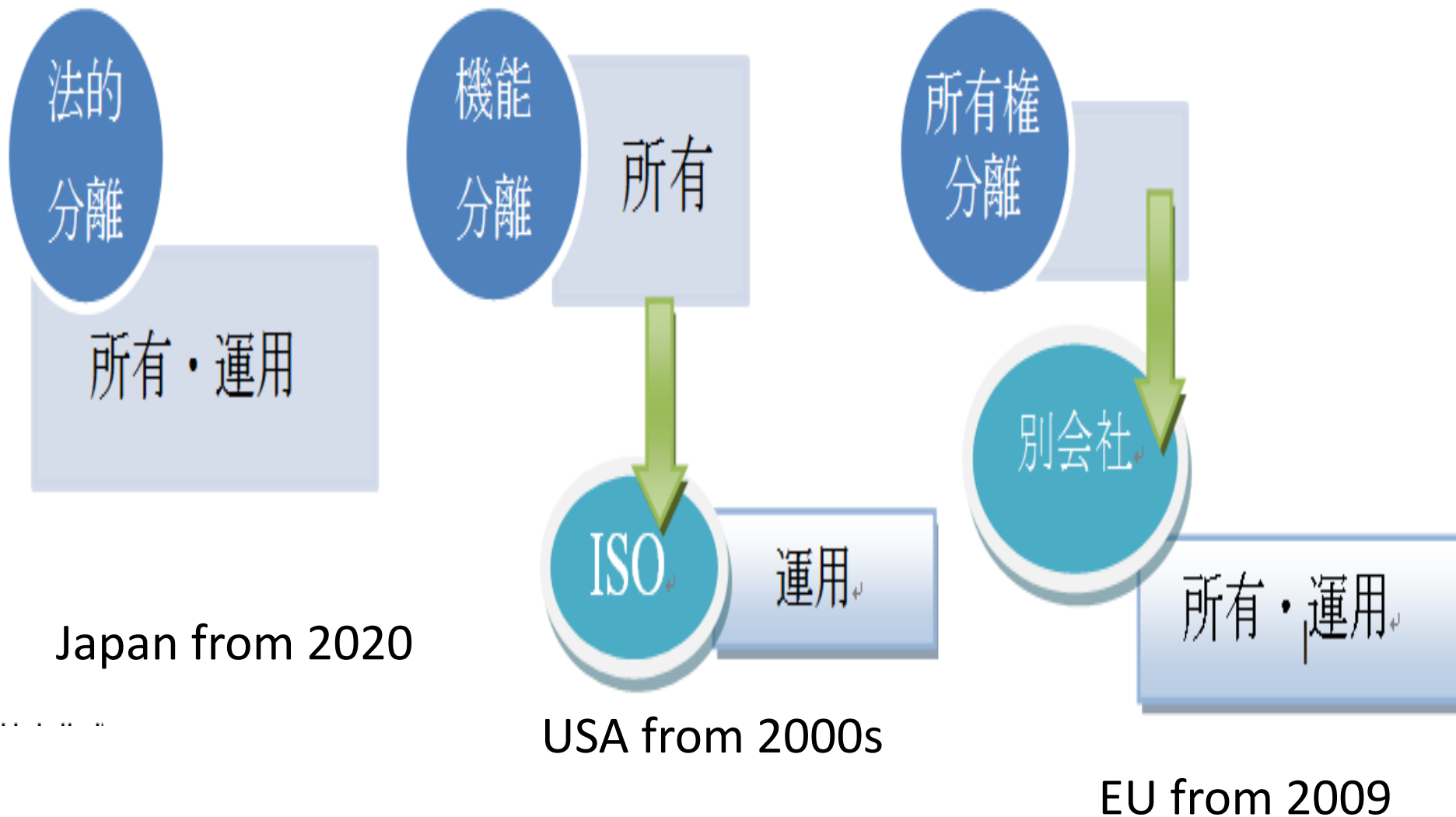
- PJM

ISO化(1996~) [Pennsylvania, New Jersey, Maryland]

RTO化(2001~)[Delaware, Kentucky, Maryland, New Jersey, Ohio, Pennsylvania, Virginia and West Virginia]

- SPP(2004~) [Kansas, Louisiana, Nebraska,, North Dakota, Oklahoma, South Dakota]
- NEISO(2005~) [Main, New Hampshire, Vermont, Massachusetts, Rhode Island, Connecticut]

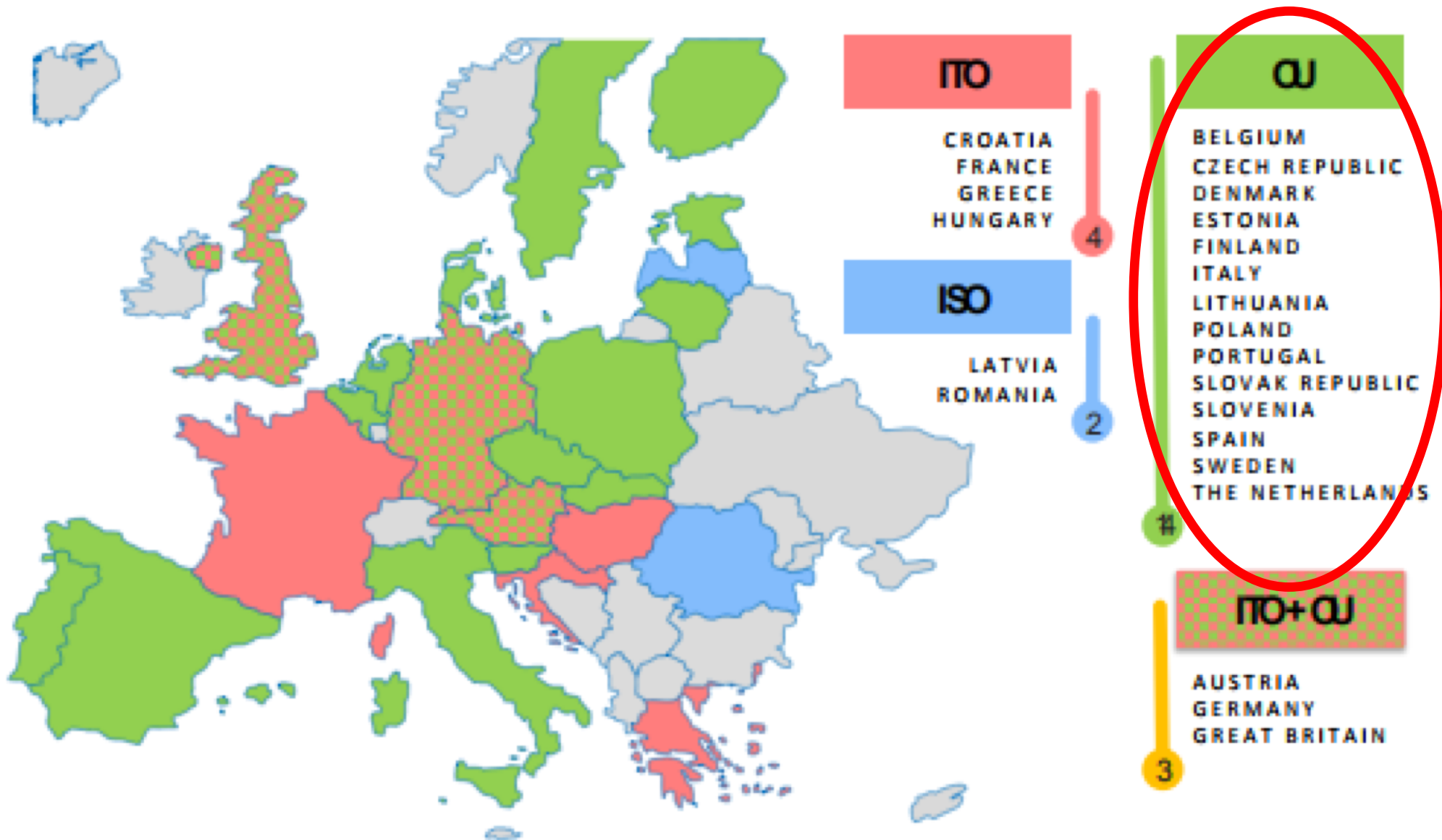
# “発送電分離Unbundling”は、競争導入のための構造改革 電力系統の運用・所有を電力会社の影響下から切り離す



**Stronger unbundling**



# 所有分離は欧州では一般(2009~)



Source: Council of European Energy Regulators (2016)

# Eikeland (2011:251)

- 2006年DG TREN(輸送総局)のPreliminary report
- 「(法的分離下では、)垂直統合事業者はインフラの利用において他社を差別することで、競争を阻害したり、新規インフラ投資を遅らせることで、独立電力(・熱)生産者IPPにとっての問題となっている。
- これは再エネ事業者にとっても障壁となり、ひいては気候変動問題とエネルギー安全保障問題を悪化させるものとしてみられている」

# リサーチ・クエスチョン

- 再エネを大規模に導入するためには、日本も欧米のように機能分離か所有分離を実施することが必要なのではないか？

## 仮説

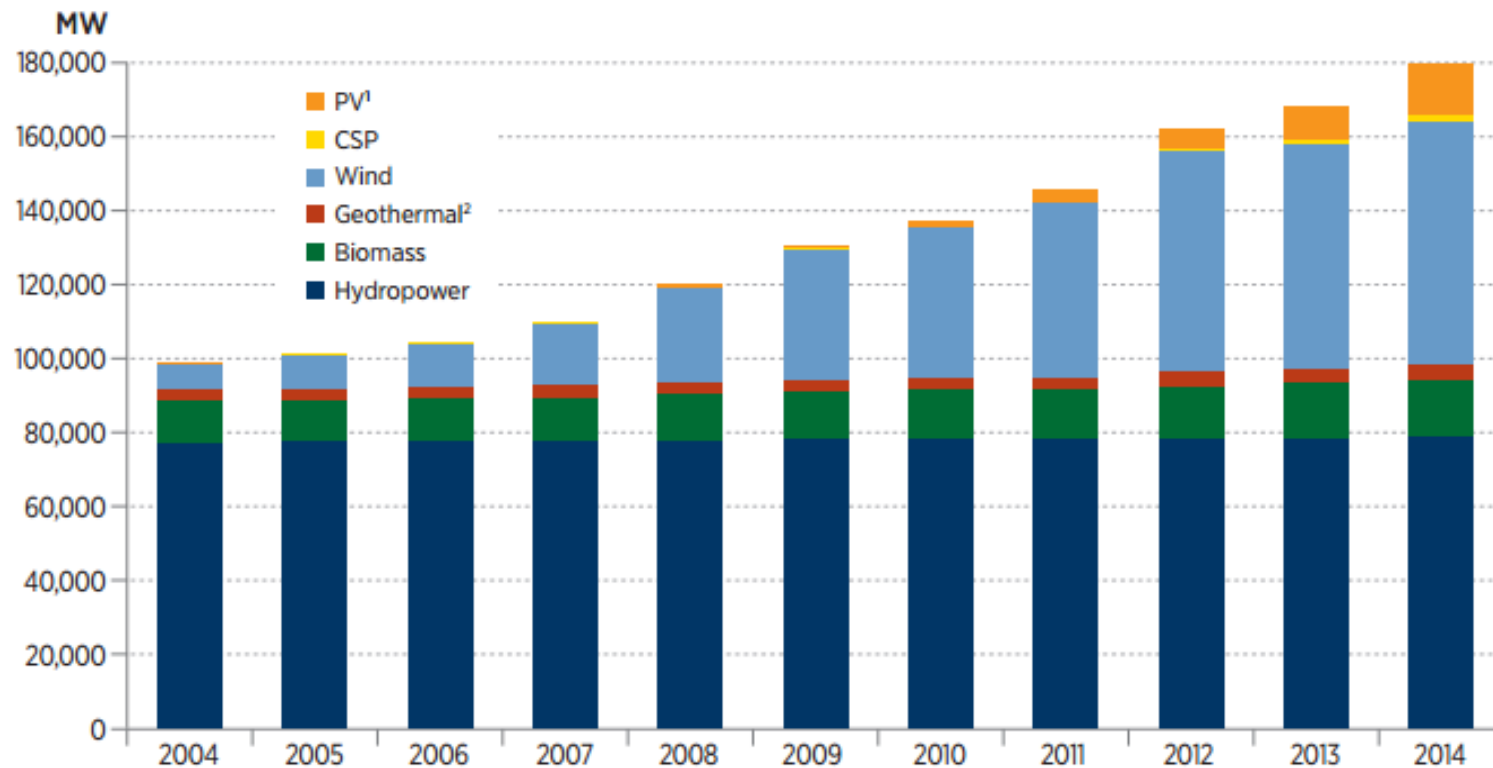
- 垂直統合事業者が送電運用をしていると、系統接続・運用面で再エネの普及を妨げる。

## 検証方法

- アメリカで実施された機能分離が、送電へのアクセスの改善を通して風力発電を増加させたか実証分析する。

# アメリカの再エネの成長の中心は 風力発電

## U.S. Renewable Electricity Nameplate Capacity by Source



Sources: EIA, LBNL, SEIA/GTM

Reported values may vary from those included in previous versions of the Data Book due to retroactive changes in source data.

<sup>1</sup>Grid-connected only. A de-rate factor of 77% has been applied to convert PV Installed Nameplate Capacity from MWdc to MWac.

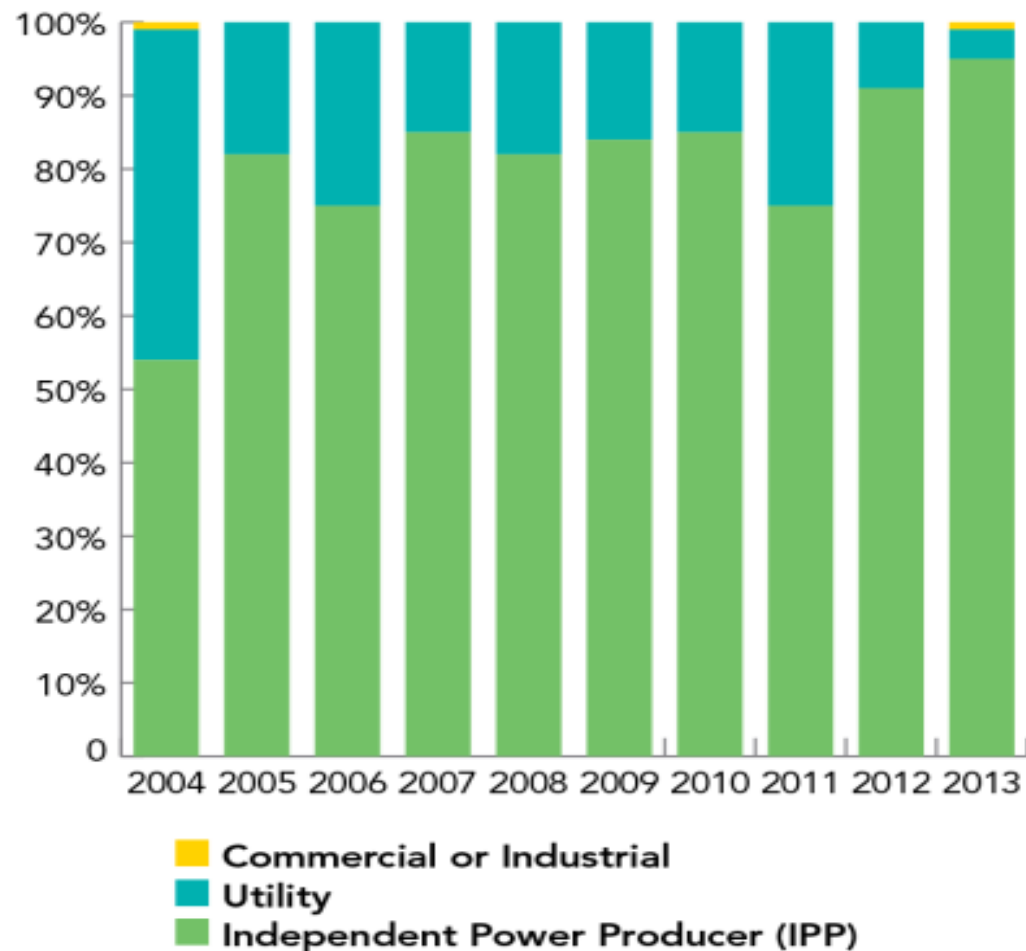
<sup>2</sup>Reflects source change from GEA to EIA for geothermal capacity for all reported years.



# アメリカの風力発電の所有形態は IPPが多い

Figure 28

Ownership Status for New U.S. Wind Power Capacity Installed, over Time

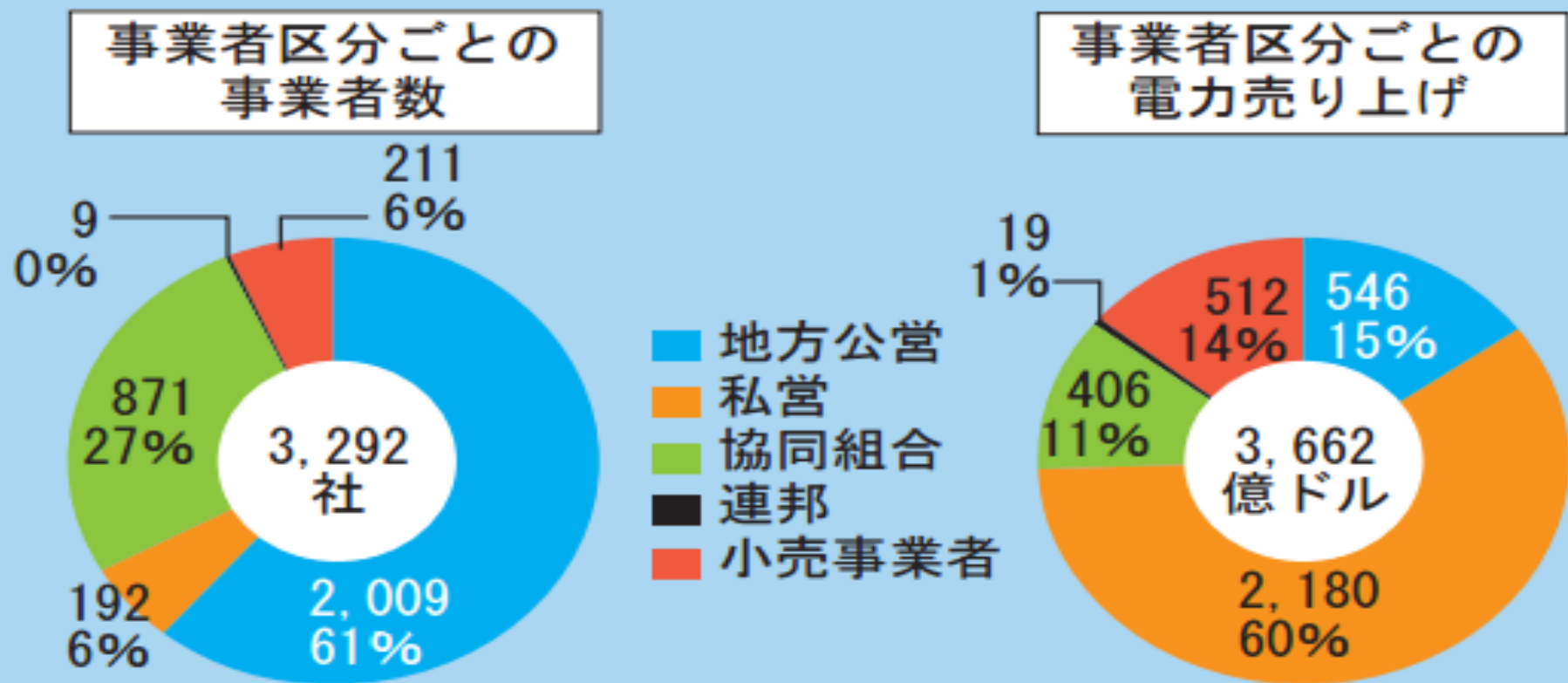


IPPとは、送電線を  
所有しない独立電  
力生産者(=新規  
参入事業者)のこ  
と

Source: AWEA (2013)  
「Ownership & Rankings 2013」

# アメリカの電力会社: Electric Utilityの特殊性

図表 2 米国・電力事業者データ (2012年)



出所: American Public Power Association 「2014-2015 Annual Directory & Statistical Report」をもとに三井物産戦略研究所作成

# アメリカの電力会社: Electric Utilityの 特殊性

- Investor-owned と Publically-owned
- 全ての電力会社が送電を保有・運用していたわけではない: 送電事業にのみ従事する Utilityも含まれる
- すべてのIPPは送電を保有・運用していない
- 分離州に属するすべての電力会社は、送電運用の所管をISO/RTOに委ねた

# 国内の先行研究

# 後藤・丸山による先行研究の結果[2012]

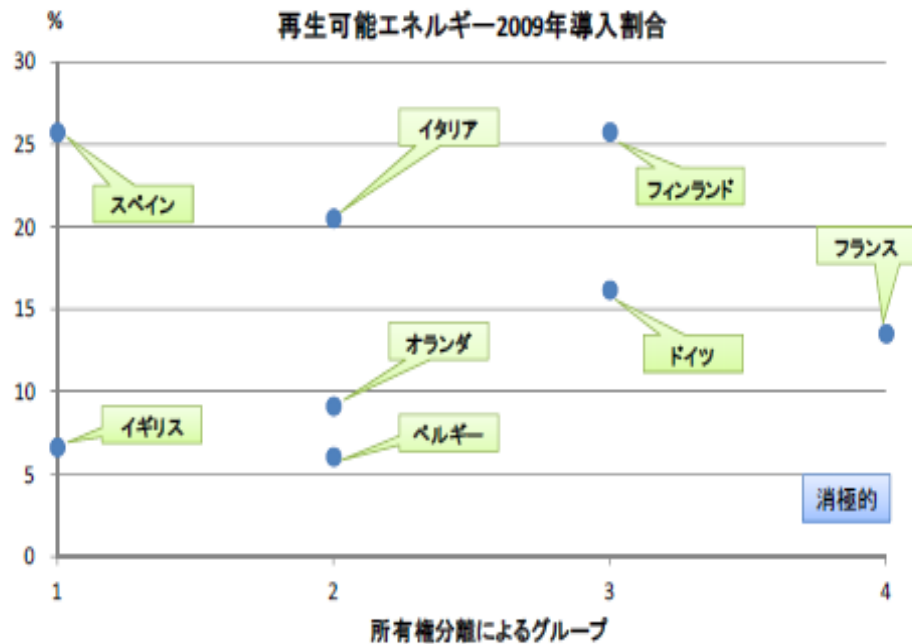


図 3-23 所有権分離と再生可能エネルギー導入水準 (%)

注) 導入割合は総電力使用量に対する再生可能エネルギー発電量の比率。

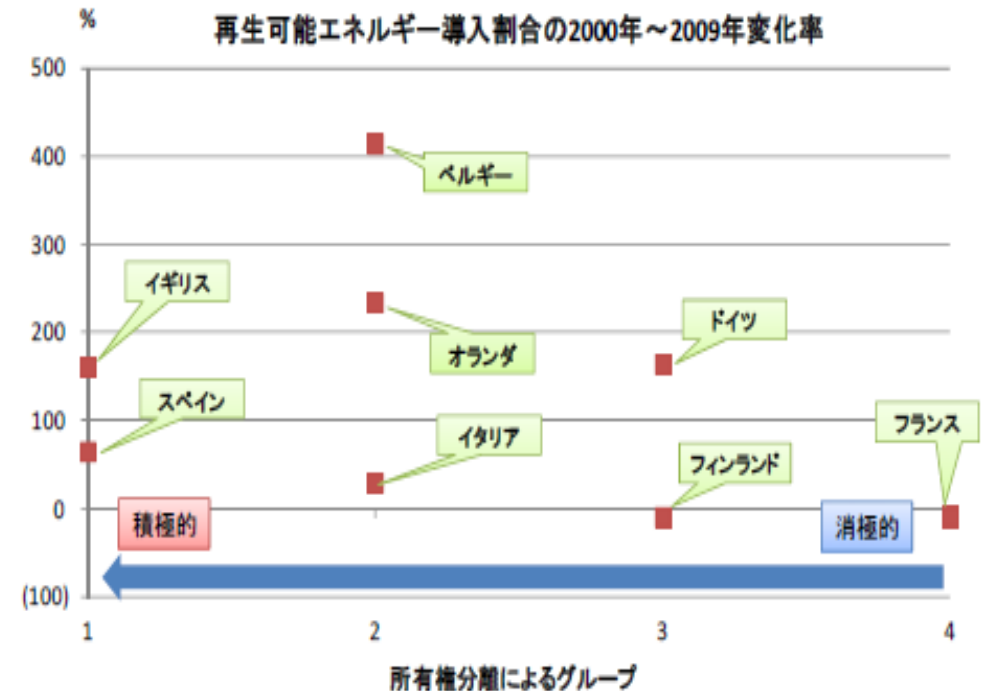


図 3-24 所有権分離と 2000 年以降の再生可能エネルギー導入比率の変化率 (%) |

注) 導入割合は総電力使用量に対する再生可能エネルギー発電量の比率。

# 電力中央研究所 服部徹[2012]

- アメリカの3州(テキサス・ニューヨーク・イリノイ)における発送電分離の影響を調査した上で、
- 「いずれの州においても、自由化後に再エネの投資が増えているが、これは基本的には各州のRPS(Renewable Portfolio Standard、後述)による影響といえる。
- 「したがって、再生可能エネルギーの増加を発送電の分離による直接的な影響とみるべきではない」



# 国内の先行研究の問題

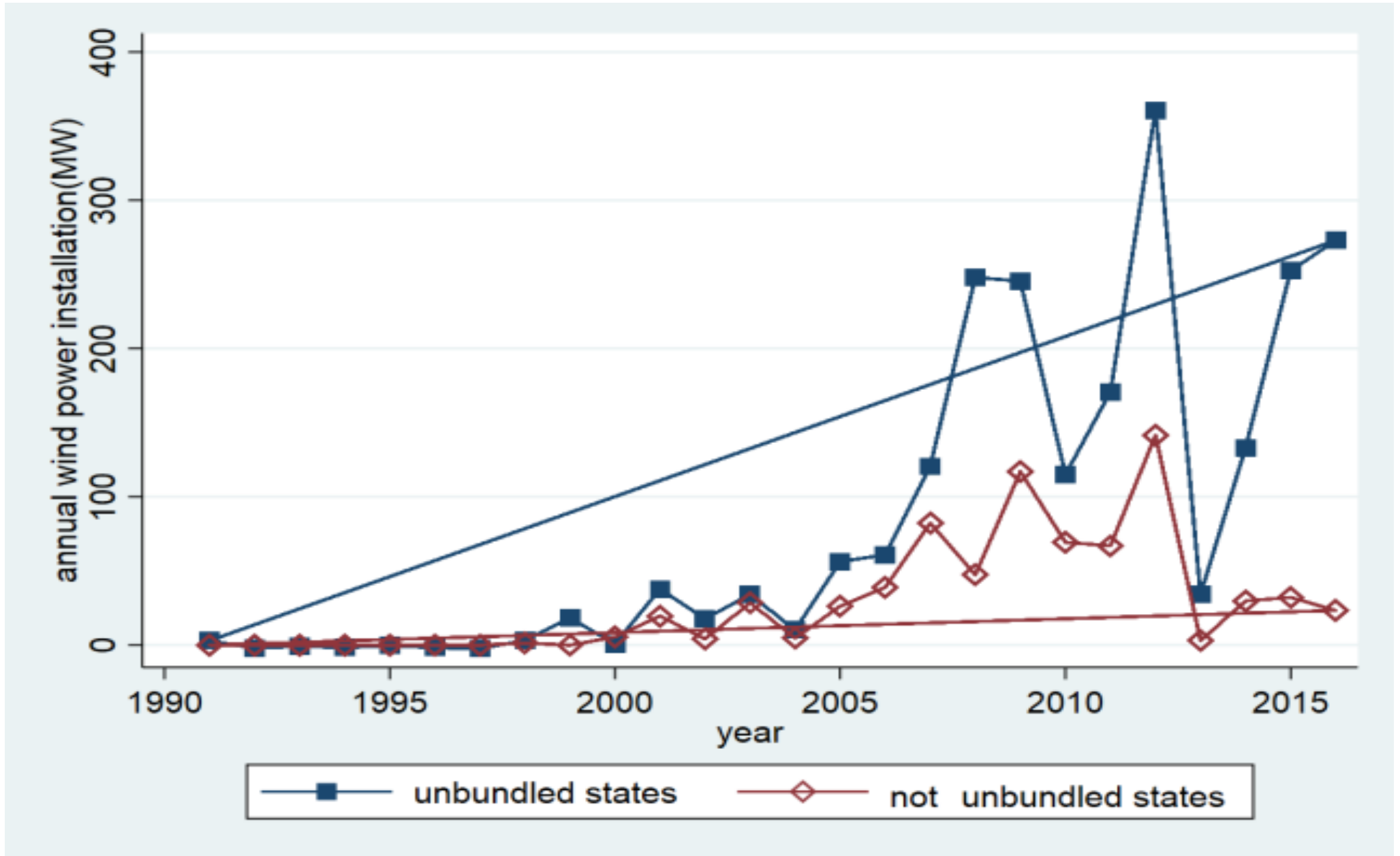
- 他の変数をコントロールしていない
  - 相関をみただけ。RPS・分離の影響を区別できない。
- 観察対象が少ない・大きすぎる
  - EUは28国、アメリカは50州を観察可能。
- 観察時間が短い
  - 2009年までのデータからは、所有分離が再エネの導入に与えた影響を見ることはできない。

# 方法論とデータ

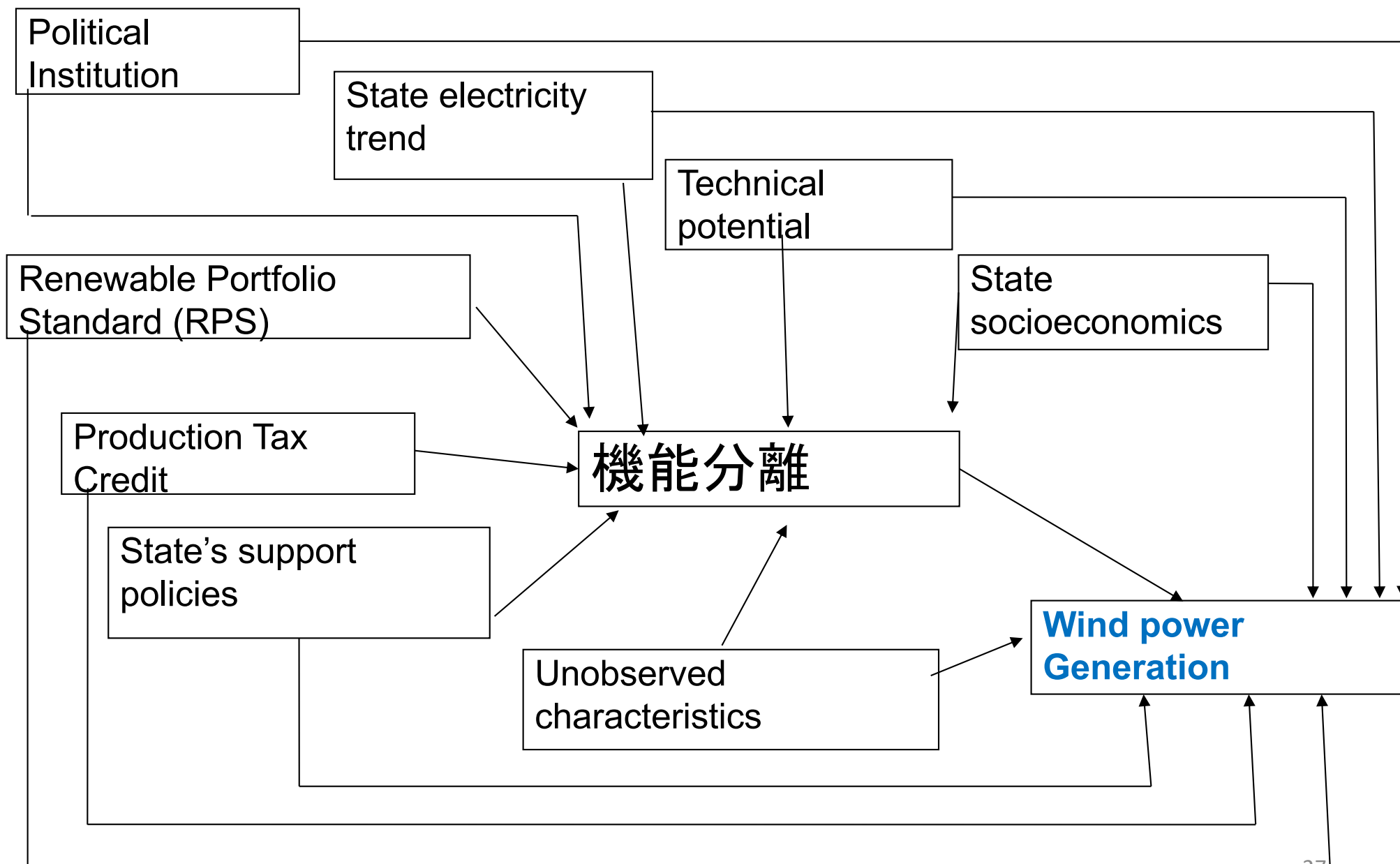
# 計量経済学とは

- 統計学の手法を用いて、変数同士の相関関係だけではなく、因果関係を推論しようとする学問
- 定量的な変数を用いることで、因果関係の有無だけではなく、ある説明変数が被説明変数に対してどの程度の大きさのインパクトを持つのかも明らかにできる
- 政策評価のエビデンスとして有用

# 機能分離実施州グループと機能分離「非」実施州グループの単年度平均風力導入容量



# 風力導入に影響を与え得る要因



# 重回帰分析

- 重回帰分析: 複数の説明変数を用いた回帰分析
- $Y = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 \dots$
- 他の変数 ( $X_2 \sim X_5$ ) の影響を一定にして、キー変数  $X_1$  が被説明変数  $Y$  (風力導入容量) に与える影響を推定することができる
- 要因の特定が可能になる



# 方法論

- パネルデータ
- 複数の経済主体(アメリカの州)の情報を、時系列(1990~2016)で収集したもの。時間と横断面の双方の変動を利用できる。
- 固定効果モデル
- 観察できないが、州ごとに異なる、時間によって変化しない変数(固定効果)の影響を統制できる
- 例: 風力発電を立地することへの州ごとの社会受容性

## 方法：パネルデータ分析（固定効果モデル）

$$\text{推定式 } Y_{st} = \alpha + \beta X_{st} + \gamma Z_{st} + \theta_s + \lambda_t + E_{st}$$

s=州（アメリカの50州）, t=年数（1990年~2016年） サンプル数：1300

従属変数Y：風力発電の単年度導入容量（MW）

説明変数X：機能分離の有無を含む政策変数

Zst：年、州によって変化する政治・社会・経済変数

= 小売電力価格（c/kWh）、1人あたり実質GDP（USD）、累積電源容量（MW）、LCV（0~1）、石炭比率

$\theta_s$ ：州固有効果

$\lambda_t$ ：年ダミー：連邦政府の政策、FERCのOrder、技術革新、マクロ景気動向等

誤差項  $E_{st}$

# データソース

- Energy Information Administration
- 時系列で州ごとの風力導入容量・小売電気料金などに関するデータベース
- Database of State Incentives Renewable & Efficiency
- 州ごとの政策の内容の詳細のデータベース

# キ一政策変数：機能分離

ISO : Independent System Operator 独立系統運用者(その州内のみを運用)

- CAISO(1998~) [California]
- ERCOT(1996~) [Texas]
- NYISO (1999/12~) [New York]

RTO : Regional Transmission Operator(州を越えて加盟州間を広域で運用)

- MISO (2001~) [Illinois, Indiana, Iowa, Michigan, Minnesota, Missouri,  
North Dakota, Wisconsin]

- PJM

ISO化(1996~) [Pennsylvania, New Jersey Maryland]

RTO化(2001~)[Delaware, Kentucky, Maryland,, New Jersey, Ohio, Pennsylvania, Virginia  
and West Virginia]

- SPP(2004~) [Kansas, Louisiana, Nebraska,, North Dakota, Oklahoma, South Dakota]
- NEISO(2005~) [Main, New Hampshire, Vermont, Massachusetts, Road Island,  
Connecticut]

# 政策変数

- RPS: Renewable Portfolio Standard (バイナリー変数)
- = 再エネ比率義務基準
- アメリカの主要な再エネ促進政策 (ただし州ごとに内容は異なる)
- 29州が実行中 (2017年8月1日現在)
- 州の電力会社に対し、一定の期限までに、小売する電気のうち一定比率を再エネで調達するように義務付ける制度 (未達成の場合はペナルティもあり)。
- 再エネ電気は自分で発電所を設置するか、IPPの再エネ発電所から電気を買うか、再エネ由来の電気であることが認証された電気のクレジットを市場で買う。
- ソース: DSIREなど

# 政策変数

- MGPO: Mandatory Green Power Option
- バイナリー変数
- 電力会社に、消費者が必ず再エネ100%の電気サービスを選べるように義務付ける制度
- 先行研究で再エネ導入容量と有意な関係にあることを確認 (Delmas&Sancho 2011, Yin & Powers 2011)
- 8州で導入済み
- ソース: DSIRE ( <http://www.dsireusa.org/> )

# 政策変数

- SGGPP: State Government Green Power Purchasing
- バイナリー変数
- 州政府が、一定期限までに、自身が利用する電気のうち一定比率を再エネで調達する制度
- 再エネ導入に正の効果を予想
- 15州が導入
- ソース: DSIRE ( <http://www.dsireusa.org/> )

# 政策変数

- PBF : Public Benefit Fund
- バイナリー変数
- 消費者に電気料金を通して払わせた賦課金を原資(ファンド)にして、再エネ導入事業への投資に対して補助金を出す制度
- 再エネ導入に正の効果を予想
- 16州が導入
- ソース : DSIRE ( <http://www.dsireusa.org/> )



# 政策変数

- Interconnection Standard (IS)
- バイナリー変数
- 需要家側での再エネやCHP導入を促進するために、再エネ事業者が電力会社の系統に接続契約する際の手続き・技術上の基準について明確にしたもの。取引費用・接続申請期間の短縮化が期待。
- 32州が導入
- ソース: DSIRE、ACEEE

# コントロール変数

- 一人当たり実質GDP “real GDP per capita”
- 連続変数 1997年の物価基準のUSドル
- 州ごとに異なる経済活動の大きさと人口をコントロールする。
- この値が大きいほど、州の旺盛な経済活動を示すため、再エネ導入にも積極的と予想
- ソース: Bureau of Economic Analysis
- <https://www.bea.gov/iTable/iTable.cfm?reqid=70&step=1&isuri=1&acrdn=2#reqid=70&step=1&isuri=1&7003=1000&7035=-1&7005=1&7006=xx&7001=11000&7036=-1&7002=1&7090=70&7093=levels&7007=1997,1996,1995,1994,1993,1992,1991,1990>

# コントロール変数

- 総電源導入容量 “Installed Capacity”
- 連続変数MW
- 年ごとの全電源の総容量
- この値が大きいほどその州は旺盛な電力需要を持つために、再エネ導入にも積極的と予想
- ソース : Energy Information Administration
- (<https://www.eia.gov/electricity/data/state/>)

# コントロール変数

- 石炭比率 “Coal Rate”
- 連続変数 (%)
- 全電源の発電量に占める、石炭由来火力発電の発電量の比率
- 非再エネ電源である石炭発電の州ごとの利益集団の政治力を近似する代理変数
- この値が大きいほど、再エネ導入は少ないと予想
  
- ソース : Energy Information Administration
- (<https://www.eia.gov/electricity/data/state/>)

# コントロール変数

- 平均小売価格 “retail price”
- 連続変数 cent/kWh
- 電気料金が低い州ほど、自分で再エネ事業を行う採算性がとれる（高く電気が売れる）
- ソース: Energy Information Administration
- (<https://www.eia.gov/electricity/data/state/>)

# コントロール変数

- LCV: League of Conservative Voters
- 連続変数(0~100)
- 州によって異なる政治家の環境エネルギー政策への態度を定量的に測定するための代理変数。
- 値が大きいほど再エネ導入も積極的と予想
- “LCV environmental scorecard” documents the annual average pro-environmental vote for all members of the House of Representatives and Senators
- Carley(2009)やYin&Power(2011)、Shrimali(2015)など先行研究の多くで用いられる。
- ソース: <http://scorecard.lcv.org/scorecard/archive>

# 基本統計量

	mean	sd	skewness	kurtosis	min	max	N
風力 導入容量	61.82	236.46	7.81	84.80	-130.50	3663.80	1300.00
総電源容量	19672.18	18624.25	2.29	10.62	619.32	128675.50	1350
石炭比	45.64	30.30	0.04	1.83	0.00	98.56	1350
前年度 小売料金	8.19	3.26	2.53	15.60	3.37	34.04	1300
LCV	46.78	27.75	0.16	1.81	0.00	100.00	1350
一人当たり 実質GDP	43051.47	14809.11	0.26	2.46	16151.35	87637.06	1350

# 分析結果



# 被説明変数が 全事業者の風力導入容量(MW)の場合

	Coef.	Robust Std. Err.	t	P>t
機能分離	78.80426	33.37036	2.36	0.022**
RPS	52.4107	36.5759	1.43	0.158
MGPO	84.35681	60.35698	1.4	0.169
PBF	-14.789	18.97143	-0.78	0.439
SGGPP	19.67427	28.82739	0.68	0.498
IS	-17.7408	35.74028	-0.5	0.622
小売料金	-5.28755	6.930466	-0.76	0.449
総電源容量	0.022605	0.009257	2.44	0.018**
石炭比率	2.681352	1.526011	1.76	0.085*
LCV	-0.12933	0.439102	-0.29	0.77
実質GDP/人	0.006055	0.002844	2.13	0.038

(\*\*\*, \*\*, \*の印は1%、5%、10%水準で有意であることを示す。年ダミーは省略)

機能分離は、実施した州で毎年平均で78MW風力導入容量を増加させたようだ。(規模感: 風車1基の容量は約5MW)

(従属変数を容量ではなく、発電量にしても、RealGDPの集計方法を修正しても、同様の結果を得た)

# 統計的有意性について

- ある説明変数の係数の推定値が0であるという仮説の確率
- 偶然な確率が5パーセント未満なら、偶然ではないと判断する実証分析の慣習
- 目安:  $t > 1.9$  または  $p < 0.05$
  
- 政策係数 $X$ の解釈
- ある州でこの政策が実施されることで、一年間に平均して風力発電は $X$ (MW)増加した

# 被説明変数が IPPの風力導入容量(MW)の場合

	Coef.	Robust Std. Err.	t	P>t
機能分離	60.33323	29.05696	2.08	0.043**
RPS	67.43984	31.82403	2.12	0.039**
MGPO	24.414	31.60787	0.77	0.444
PBF	-2.86739	15.73046	-0.18	0.856
SGGPP	18.80341	26.24339	0.72	0.477
IS	-22.8468	35.91062	-0.64	0.528
小売料金	-4.03962	5.732567	-0.7	0.484
総電源容量	0.022952	0.009293	2.47	0.017**
石炭比率	3.212975	1.474393	2.18	0.034**
LCV	0.026988	0.499213	0.05	0.957
実質GDP/人	0.004699	0.002945	1.6	0.117

(\*\*\*, \*\*, \*の印は1%、5%、10%水準で有意であることを示す。年ダミーは省略)

機能分離を実施した州では毎年平均で60 MW、IPPによる風力導入容量が増加した。

(従属変数を容量ではなく、発電量にしても、RealGDPの集計方法を修正しても、同様の結果を得た)

# 被説明変数が Utilityの風力導入容量(MW)の場合

	Coef.	Robust Std. Err.	t	P>t
機能分離	18.01766	12.76402	1.41	0.164
RPS	-15.0652	18.08027	-0.83	0.409
MGPO	58.64231	44.19887	1.33	0.191
PBF	-11.8428	7.783277	-1.52	0.135
SGGPP	0.93513	8.004232	0.12	0.907
IS	4.843129	7.482119	0.65	0.52
小売料金	-1.25136	1.586098	-0.79	0.434
総電源容量	-0.00036	0.000413	-0.86	0.392
石炭比率	-0.52662	0.581679	-0.91	0.37
LCV	-0.16457	0.171736	-0.96	0.343
実質GDP/人	0.001353	0.000877	1.54	0.129

(\*\*\*, \*\*, \*の印は1%、5%、10%水準で有意であることを示す。年ダミーは省略)

機能分離と垂直統合事業者の風力導入容量には有意な関係はない。

(従属変数を容量ではなく発電量にしても、RealGDPの集計方法を修正しても、同様の結果を得た)

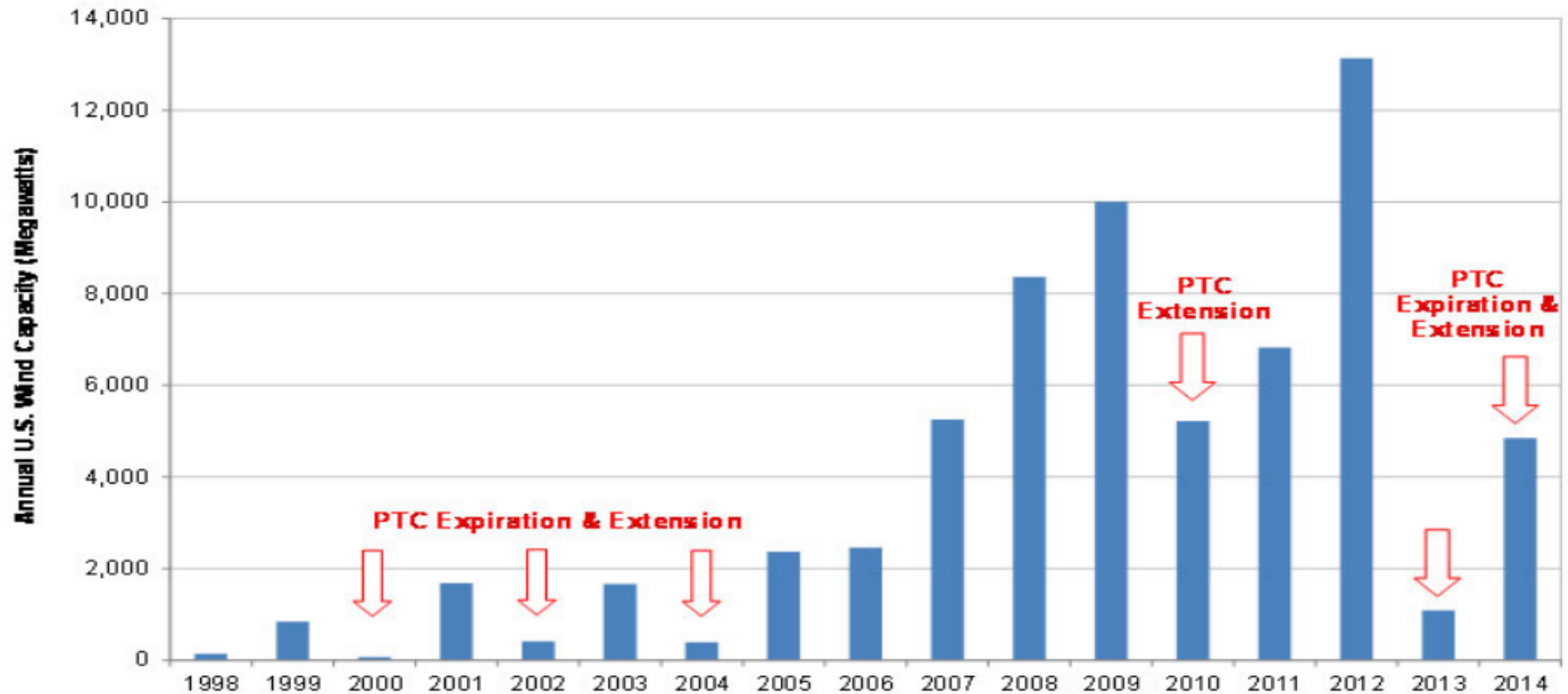
# 因果推論を成立させるために 対処が必要な問題

- 欠落変数バイアス: 第三の因果の可能性は？  
→ 先行研究が投入した変数の多くを採用
- 逆の因果関係の疑い: 原因と結果が逆ではないか？  
→ すべての説明変数を1年ラグをとることで対応
- 頑健さチェック: 統計的有意性は前提を変えても同じか  
→ 発電容量を発電量に変えたり、GDPの算出方法を変えたり、年ダミーをPTCと線形タイムトレンドに置き換えて分析し直した

# 年ダミーをPTCとliner time trendにすると？

- PTC・・・Production Tax Credit 連邦政府レベルの再エネ補助政策
- 年ごとの再エネの導入量を大きく左右するほどのインパクトを持つ。
- ある年のうちPTCが有効だった月数/12で入力(0~1の連続変数)することで、年ダミーより正確に影響を反映できる。Shrimali(2015)の採用した方法

Impact of Production Tax Credit Expiration and Extension on U.S. Annual Installed Wind Capacity



Sources: Compiled by UCS based on data from DOE 2014 and AWEA 2015

# 従属変数 全事業者の風力・PTCモデル

	Coef.	Robust Std. Err.	t	P>t
機能分離	59.32936	29.59432	2	0.051 **
RPS	71.25729	38.28843	1.86	0.069 *
PTC	-20.8756	19.1867	-1.09	0.282
MGPO	88.13347	58.89803	1.5	0.141
PBF	-33.2223	20.43153	-1.63	0.11
SGGPP	13.26199	30.61864	0.43	0.667
IS	-5.0412	34.53707	-0.15	0.885
小売料金	2.325262	5.238188	0.44	0.659
総電源容量	0.021919	0.009104	2.41	0.02 **
石炭比率	1.626894	1.20939	1.35	0.185
LCV	-0.11273	0.41118	-0.27	0.785
実質GDP/人	0.002221	0.00161	1.38	0.174
時間	-8.0051	4.686176	-1.71	0.094
定数項	-460.023	222.5909	-2.07	0.044 **

機能分離は、実施した州で毎年平均で59MW風力導入容量を増加させたようだ。係数は小さくなった分は実はPTCの効果だった。年ダミーを用いたときの係数は過大評価だった？

# 従属変数 IPPの風力・PTCモデル

	Coef.	Robust Std. Err.	t	P>t
機能分離	40.41552	25.22037	1.6	0.115
RPS	82.32807	33.46867	2.46	0.017**
PTC	-18.9303	18.97781	-1	0.323
MGPO	25.13341	29.36748	0.86	0.396
PBF	-19.8802	17.46775	-1.14	0.261
SGGPP	12.19029	27.00261	0.45	0.654
IS	-11.5199	34.30267	-0.34	0.738
小売料金	1.957075	5.180262	0.38	0.707
総電源容量	0.021998	0.009165	2.4	0.02**
石炭比率	2.212179	1.150617	1.92	0.06*
LCV	-0.04422	0.454036	-0.1	0.923
実質GDP/人	0.001518	0.001525	1	0.325
時間	-7.01013	4.726834	-1.48	0.144
定数項	-478.187	225.0247	-2.13	0.039**

機能分離とIPPの風力導入容量には有意な関係が見いだせなかった。ただしt=1.6年ダミーを用いたときの機能分離の係数は過大評価だった？



# 従属変数 Utilityの風力・PTCモデル

	Coef.	Robust Std. Err.	t	P>t
機能分離	18.63862	11.48913	1.62	0.111
RPS	-11.0923	18.08079	-0.61	0.542
PTC	-1.54654	3.321352	-0.47	0.644
MGPO	61.76046	43.96372	1.4	0.166
PBF	-13.1788	7.911391	-1.67	0.102
SGGPP	1.215454	8.374013	0.15	0.885
IS	6.153037	7.497714	0.82	0.416
小売料金	0.368642	0.699946	0.53	0.601
総電源容量	-7.8E-05	0.000377	-0.21	0.838
石炭比率	-0.58022	0.534984	-1.08	0.283
LCV	-0.07243	0.177776	-0.41	0.685
実質GDP/人	0.000708	0.000523	1.35	0.182
時間	-1.00895	0.829585	-1.22	0.23
定数項	17.82581	26.41211	0.67	0.503

機能分離と垂直統合事業者の風力導入容量には、  
有意な関係が見いだせなかった。年ダミーを用いたときと同じ。

# 結論・議論

- RPSやFITなどの政策が再エネ導入に与える影響を検証した研究が多い中、発送電分離が再エネ導入にもたらす影響を検証した研究はなかった。
- 機能分離を採用したアメリカの州では、風力は毎年平均で59~78MW、有意に増加していた。
- 機能分離を実施することでIPPは毎年平均40~60MW風力を導入した(ただしPTCの場合は有意水準が10%程度)
- 予想通り、垂直統合事業者(電力会社)よりもIPPの方が機能分離による競争導入効果の恩恵を受けている。

# 限界と今後の課題

- 本研究では、
- 「新規事業者が系統に接続する際に、垂直統合事業者が機能分離したことで妨害することができなくなったから風力が増えた可能性」と、
- 「単に運用する系統が大きくなったから風力が増えた可能性」を区別できていない
- 対策：観察主体ごとに異なる系統規模をコントロールする
  
- 州の間で異なる政策の中身が反映できていない（例：同じRPSでも、州によって強さと広さが異なる）
- 対策：政策変数を連続変数化することで、州の間の政策の異質性をより精緻に分析に反映させる

## • 参考文献

- Bird, L., Bolinger, M., Gagliano, T., Wiser, R., Brown, M., & Parsons, B. (2005). Policies and market factors driving wind power development in the united states. *Energy Policy*, 33(11), 1397-1407.
- Brunekreeft, Gert. (2015). Network unbundling and flawed coordination: Experience from the electricity sector. *Utilities Policy*, 34, 11-18.
- Carley, Sanya. (2009). State renewable energy electricity policies: An empirical evaluation of effectiveness. *Energy Policy*, 37(8), 3071-3081.
- Chernykhovskiy, et al. (2016) U.S. Laws and Regulations for Renewable Energy Grid Interconnections. Technical Report, NREL.
- Cochran et al. (2015). Grid Integration and the Carrying Capacity of the U.S Grid to Incorporate Variable Renewable Energy, Technical Report, NREL.
- Delmas, M. A., Montes-Sancho, M. J. (2011). U.S. state policies for renewable energy: Context and effectiveness. *Energy Policy*, 39(5), 2273-2288.
- Delmas, M., Russo, M. V., Montes-Sancho, M. J. (2007). Deregulation and environmental differentiation in the electric utility industry. *Strategic Management Journal*, 28(2), 189-209.
- Eikeland, Per. O. (2011). The third internal energy market package: New power relations among member states, EU institutions and Non-state actors?. *JCMS: Journal of Common Market Studies*, 49(2), 243-263.
- Goto, M., Maruyama, M. (2012) Current Status and Evaluation of Network Unbundling in European Countries, *CRIEPI Research Report*, Central Institute of Electric Power Industry (written in Japanese but abstract is available in English)
- Hughes, Llewelyn. (2015). “Renegotiating Japan’s Energy Compact”, *Germany’s Energy Transition –A Comparative Perspective-*, Palgrave Macmillan, pp.165-184
- Ida, Takanori. (2001), *Network Economics*. Japan Hyoronsha, Tokyo (written in Japanese).
- Joskow, Paul. L. (2005). Transmission policy in the united states. *Utilities Policy*, 13(2), 95-115.
- Kleit, A. N., Reitzes, J. D. (2008). The effectiveness of FERC's transmission policy: Is transmission used efficiently and when is it scarce? *Journal of Regulatory Economics*, 34(1), 1-26.

## • 続き

- Menz, F. C., Vachon, S. (2006). The effectiveness of different policy regimes for promoting wind power: Experiences from the states. *Energy Policy*, 34(14), 1786-1796.
- Meyer, Roland. (2012; 2011). Economies of scope in electricity supply and the costs of vertical separation for different unbundling scenarios. *Journal of Regulatory Economics*, 42(1), 95-114.
- Nagayama, Hiroaki. (2007). Effects of regulatory reforms in the electricity supply industry on electricity prices in developing countries. *Energy Policy*, 35(6), 3440-3462.
- Pollitt, Michael. (2008). The arguments for and against ownership unbundling of energy transmission networks. *Energy Policy*, 36(2), 704-713.
- Shrimali, G., Kniefel, J. (2011). Are government policies effective in promoting deployment of renewable electricity resources? *Energy Policy*, 39(9), 4726-4741.
- Shrimali, G., Lynes, M., Indvik, J. (2015). Wind energy deployment in the U.S.: An empirical analysis of the role of federal and state policies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 43, 796-806.
- Sovacool, Benjamin. K. (2009). Rejecting renewables: The socio-technical impediments to renewable electricity in the united states. *Energy Policy*, 37, 4500-4513  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.05.073>
- Stafford, B., Wilson, E. (2016). Winds of change in energy systems: Policy implementation, technology deployment, and regional transmission organizations. *Energy Research & Social Science*, 21, 222-236.
- van Koten, S., Ortman, A. (2013). Structural versus behavioral remedies in the deregulation of electricity markets: An experimental investigation motivated by policy concerns. *European Economic Review*, 64, 256-265.
- Yin, H., Powers, N. (2010). Do state renewable portfolio standards promote in-state renewable generation?. *Energy Policy*, 38(2), 1140-1149.