東京大学未来ビジョン研究センター
Institute for Future Initiatives, The University of Tokyo

日立東大ラボ：
持続可能な社会の転換に向けたトランジション研究ワークショップ

エネルギー移行における台湾の脱原発決定過程
―社会技術転換経路への再考―

東京大学未来ビジョン研究センター
陳　奕均　（チン イーチュン）

2021年3月18日

本日の報告内容

- はじめに
- 社会技術転換経路
- 台湾におけるエネルギー転換
- 考察
- おわりに

■ はじめに

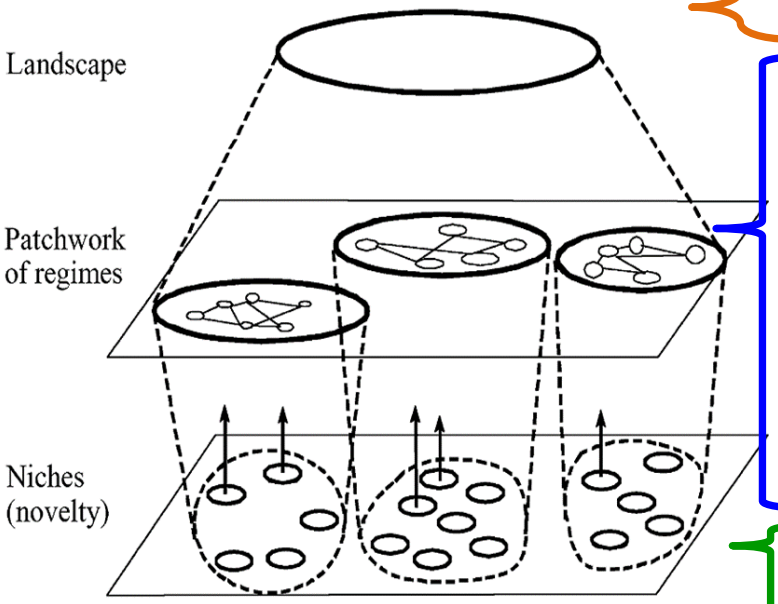
はじめに

- Multi-level perspective（MLP、重層的視座）によるトランジションのダイナミックス、いかに発生するか、への理解
- 三つの層（ランドスケープ、レジーム、ニッチ）、MLPの図：
  - 原型：社会技術（ST）レジームシフト
  - 1つの経路（pathway）だけ
  - ランドスケープの種類、ニッチの「熟度」等は、トランジションの展開（経路）に影響を与える
- ST転換経路の類型（typology）：
  - 異なる転換経路の可能性、分類　(Geels and Schot 2007, 2010)

◆ 重層的視座 (MLP):

MLPは3層により構成：

- 社会技術ランドスケープ
- 社会技術レジーム
- ニッチ



マクロ	**社会技術ランドスケープ** Socio-technical landscape	• アクターの相互作用の場を提供する外部構造・文脈 • 変更が難しい	1. 社会の物質的な文脈（例：都市の物質的・空間的な配置、工場、高速道路、電力インフラ） 2. 長期間にわたって生じる変化・要因（例：経済成長、移民、広範な政治的連合・政治文化やイデオロギーの変遷、文化的・規範的価値観、環境問題、気候変動） 3. ショック・衝撃、突然の出来事：原油価格の急上昇、戦争、経済恐慌等（例：フクシマ、コロナ）
メゾ	**社会技術レジーム** Socio-technical regime	• 社会的グループが実践する半整合的なルールの集合の間の整合・共同作用 • STシステムが安定している原因	• レジーム間連結しているルール （例：電力部門で、集中型電源を中心とした電力システムにかかわる産業、政策、技術、文化、科学、市場・消費者選好といったレジーム[ルール]の整合）
マイクロ	**ニッチ** Niche	• ノベルティー技術が生まれるところ	• 新技術を既存技術から守る場所 • ラディカル・イノベーション

- Figure: Geels, 2002;
- Table: 陳, 2019; (Geels, 2002, 2004a, 2004b; Geels & Schot, 2010; Van Driel & Schot, 2005）により筆者整理、補充

◆ MLPがみる**トランジション**の発生

原　型

STレジームでミスマッチが発生

各レベルでの発展は、互いに連携、強化し合う

ニッチ技術への「機会の窓」が開かれる

ニッチ技術が現行の技術/レジームに取って代わる

トランジションが起こる

Figure. Process of transition
(Source: summarized and image made by the author)

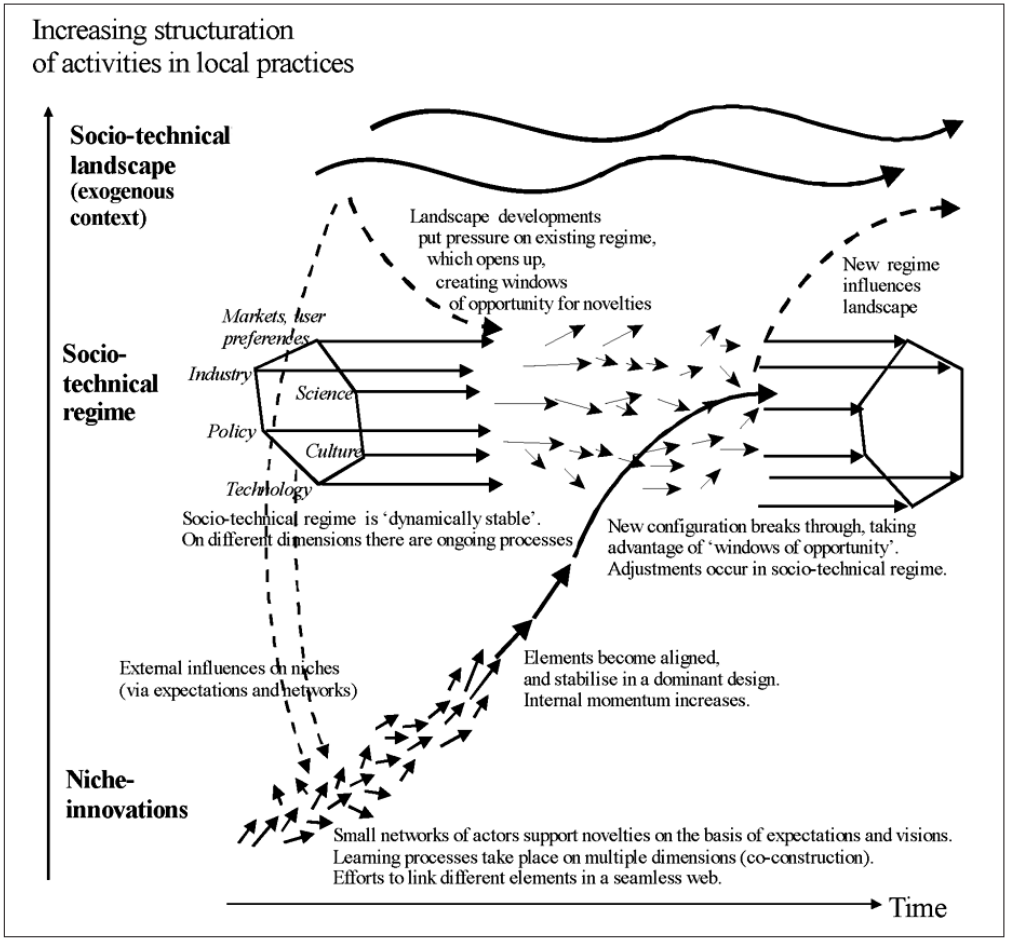


Figure. Multi-level perspective on transitions (adapted from Geels, 2002: 1263)
(Source:(Geels and Schot, 2010), p.25)

はじめに

- 「経路」の類型論の重要性
  - 学術的貢献
  - 社会的貢献：（エネルギー）トランジションの管理（governance）、シナリオ策定への参考

- 本日の話：
  - ST転換経路類型（typology）への回顧
  - 台湾の事例（脱原発決定の形成）を通じての考察

■ 社会技術転換経路

社会技術転換経路（socio-technical transition pathway）

- ST転換経路の類型論
  - 4つの経路の種類　(Geels and Schot 2007, 2010)
    - Transformation(変換)、De-alignment and re-alignment（脱調整と再調整）、Technological substitution（技術的代替）、Reconfiguration（再構成）

    1)相互作用のタイミング、

    2)相互作用の性質、

    3)ランドスケープの変化の種類

    による経路の種類を定義
  - 経路類型の改訂（reformulated）(Geels, Kern et al. 2016)
    - 内発的実践（endogenous enactment）による経路類型を改訂
    - ランドスケープよりも、アクター・制度（institution）の要素を重視

類型	経路の定義・説明		改訂版 (2016 Geels et al.)
Transformation 変換	ニッチ・イノベーションがまだ十分に発展していない時点で、適度なランドスケープ圧力（破壊的変化disruptive change）があれば、レジームアクターは発展の道筋やイノベーション活動の方向性を修正することで対応（共生型イノベーション）。	• Regime incumbents survive. • Adjustments through incremental changes in search routines and technology （図省略）	• 既存のアクターも急進的なニッチ・イノベーションへと方向転換する可能性あり。 • Incumbent reorientation can have different "depths." • 技術面: 1.既存技術の漸進的変化。(元々の設定) 2. 能力の追加や「創造的蓄積」。既存レジームの中で新しい知識を統合。 3. 新しい技術への方向転換（深い信念やアイデンティティの変化を伴うか否か）。
De-alignment and re-alignment 脱調整と再調整	ランドスケープの変化が発散的でdivergent、大きく、急激なものである場合（雪崩式変化avalanche）、レジームの問題が大きくなると、レジームアクターが信頼を失う→レジームの脱調整と破壊。 もしニッチ・イノベーションが十分に発達していない→複数のニッチ・イノベーションが共存、リソースを奪い合う。 最終的には、1つのニッチ・イノベーションが支配的になり、新しいレジームの再調整の核心を形成。	（図省略）	(Has not been investigated much.)

(出典：Geels and Schot 2007, 2010; Geels, Kern et al. 2016よりまとめ)

類型	経路の定義・説明		改訂版 (2016 Geels et al.)
Technological substitution 技術的代替	ニッチ・イノベーションが十分に発展した時点で、大きなランドスケープ圧力（特定のショック、雪崩式変化、破壊的変化）があれば、ニッチが突破して既存のレジームに取って代わることになる。	（図省略）	• Actor: 1.新しい企業が既存の企業と闘う 2. 活動家、社会運動、市民などのアウトサイダーによってもイノベーションを開発、展開 3.他のセクターの既存企業からの新規参入 • Institution: 1.「フィット＆コンフォーム」fit-and-conform：より優れた価格・性能特性を持つイノベーションが既存の技術を破壊。既存のルールや制度に合わせてニッチなイノベーション。 2.「ストレッチ＆トランスフォーム」stretch-and-transform：ルールや制度がニッチ・イノベーションに合わせて調整される
Reconfiguration 再構成	ニッチで発展した共生型イノベーションは、最初はローカルな問題を解決するためにレジームに採用される。その後、レジームの基本構造をさらに調整するきっかけとなる。	*Regime incumbents survive. （図省略）	• 既存の企業と新規参入企業との間の新たな提携。 • 最初のアドオンから、新技術と既存技術の新しい組み合わせ、システムアーキテクチャを変える

- **mixing pathway混合経路**：
  ランドスケープ圧力が「破壊的変化」の形をとっている場合、一連の移行経路が考えられる：まず変革から始まり、再構成につながり、場合によっては代替や脱調整・再調整へと続く。

社会技術転換経路（socio-technical transition pathway）

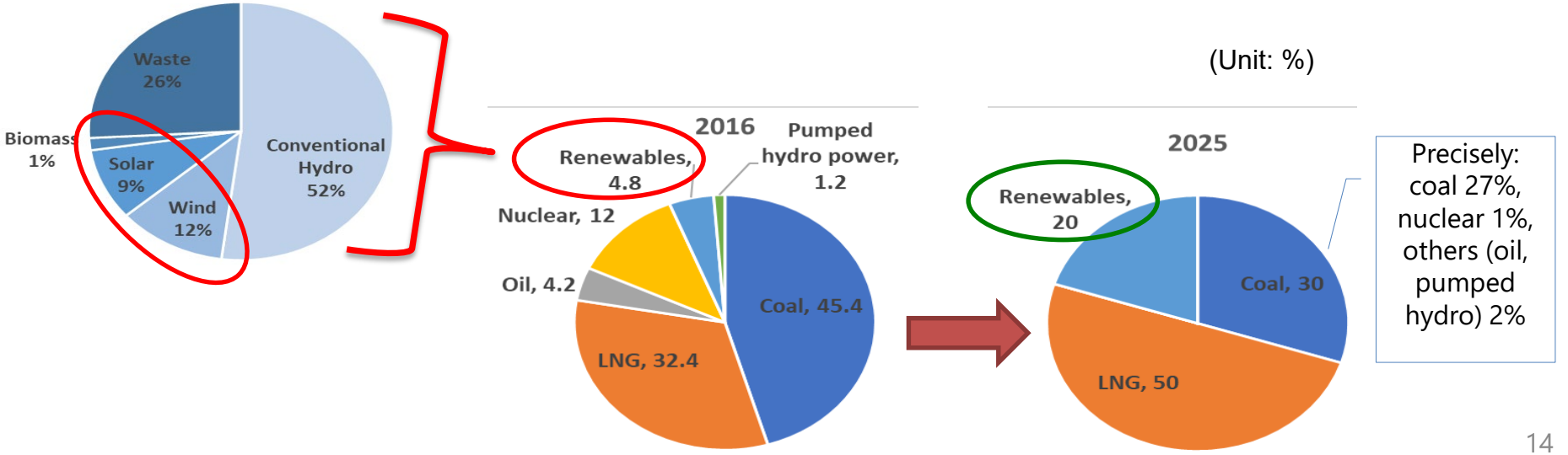
- 本日の話では、

  上記の議論を踏まえ、
  - ランドスケープの要素を排除せずに事例をみる
  - エネルギーセクター、電力セクター全体ではなく、技術（原子力、再エネ）に焦点を当てる。

■ 台湾におけるエネルギー転換

エネルギー事情・政策

- エネルギー自給率が低い
  - 約98%のエネルギーは海外輸入に依存
- 再生可能エネルギー（再エネ）導入の劣等生
  - 2.29% [2016年]
- 2016年にエネルギー転換政策を発表（与党・民進党蔡政権）
  - 2025年までに、脱原発、再エネを20%までに引き上げ。

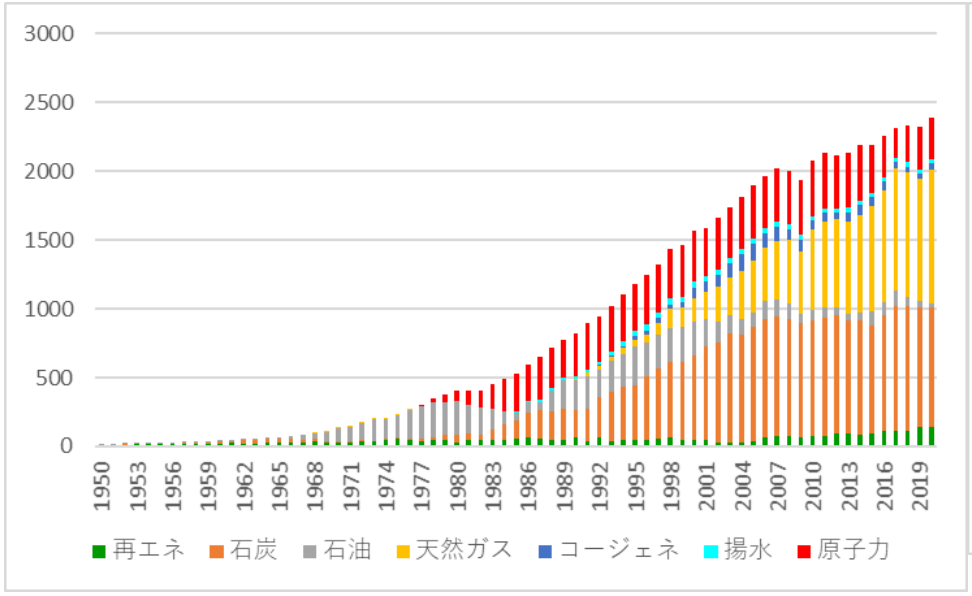


（出典: MOE, EY, LYの資料により筆者作成）

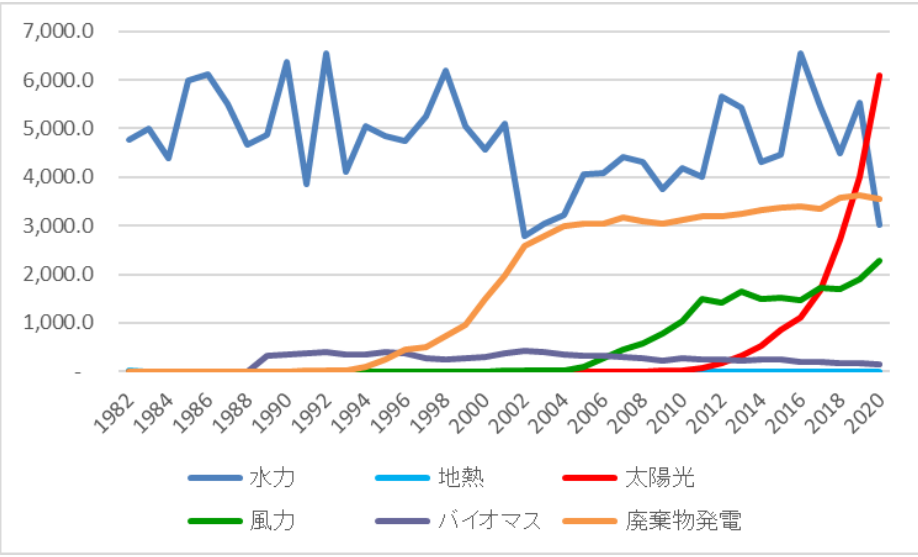
エネルギー事情・政策

再エネの導入目標(MW)	2016	2025
太陽光	1,342	**20,000**
陸上風力	747	**1,200**
洋上風力	8	**5,500 (5,738)**

台湾の電源構成
(単位：億kWh)



台湾の再エネによる発電量
(單位：GWh)



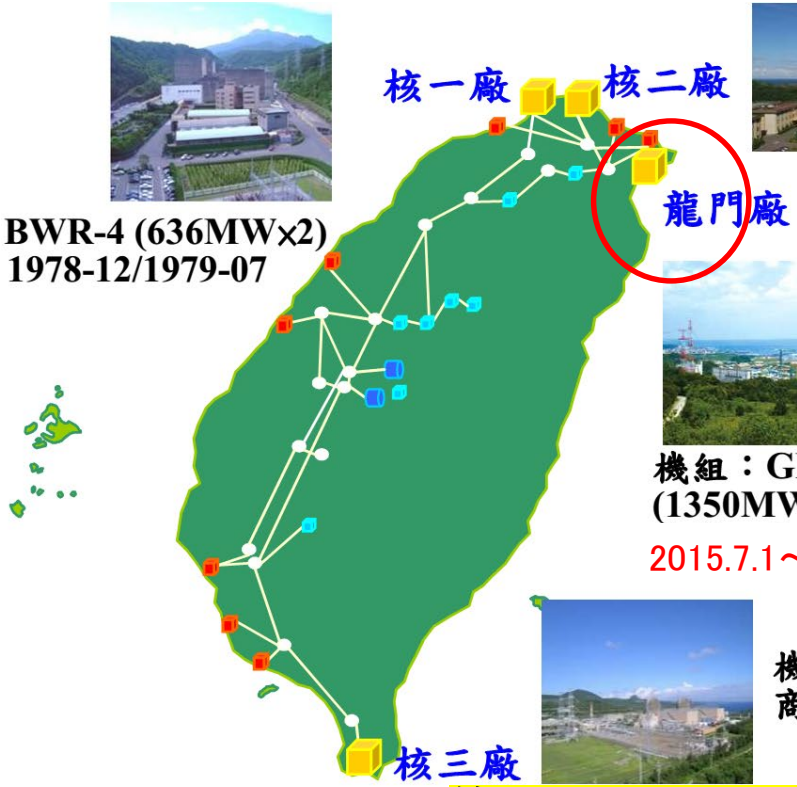
（出典: MOE（2017、2019）、BOE、 Taipowerのデータに基づき、筆者作成）

➢ 台湾の原子力発電

	基数	運転終了時期（予定）
第一原子力発電所	2	2018.12/2019.7　廃炉作業中
第二原子力発電所	2	2021.12（2021.6）/2023.3
第三原子力発電所	2	2024.7/**2025.5**
第四原子力発電所（龍門）	（2）	2015.7建設凍結(2014.4決定)、稼働させない

第一原子力発電所

機組：GE BWR-4 (636MW×2)
商轉日期：1978-12/1979-07



第二原子力発電所

機組：GE BWR-6
(985MW×2)
商轉日期：1981-12/1983-03

機組：GE ABWR
(1350MW×2)
2015.7.1～建設凍結

第四原子力発電所（龍門）（FNPP）

- GE受注、日本メーカーが下請け
- 原子炉：日立・東芝
（柏崎刈羽原発kk-6,kk-7と同じ）
- タービン発電機：三菱重工

機組：WH PWR (951MW×2)
商轉日期：1984-07/1985-05

第三原子力発電所

出典: MOE(2013)の図により筆者加筆、
AEC資料、謝（2017）、鈴木（2014）

脱原発決定への道

Landscapes

1945-1980s	• 石油危機 • 政治自由化
Late 1980s-90s	• 経済自由化の潮流 • 政治民主化
1998-2010	• 地球温暖化 • 政権交代（正常化）
2011 ~	• 福島第一原発事故

出典(pp.17-26)：陳（2018b，2019）等により引用、まとめ

脱原発決定への道

Landscapes

1945-1980s
- **石油危機**
- **政治自由化**

Late 1980s-90s
- 経済自由化の潮流
- 政治民主化

1998-2010
- 地球温暖化
- 政権交代（正常化）

2011 ~
- 福島第一原発事故

➢ Taipower: vertically integrated, state-owned monopoly utility.

➢ Oil crisis:

- urged the government (ruling party KMT[国民党]) to work on the diversification of energy supply: nuclear power; 3 nuclear power plants constructed (1978-1985); planned to construct the 4th one (FNPP) .
- Also began to research wind and solar power.

➢ Political liberalization:

- In the 1980s, the scientist-led anti-nuclear movement accompanied political democratization, local people; the opposition dissidents (later, DPP[民進党]) then became the political representatives of the anti-nuclear-power voice.

脱原発決定への道

Landscapes

1945-1980s
- 石油危機
- 政治自由化

Late 1980s-90s
- **経済自由化の潮流**
- **政治民主化**

1998-2010
- 地球温暖化
- 政権交代（正常化）

2011 ~
- 福島第一原発事故

- Emerging environmental awareness and economic liberalization policy
  - Partial deregulation of the power generation market (i.e. IPPs) since 1994
  - restarted the FNPP plan
- Anti-nuclear-power coalition:
  - [Lifting of the Martial law] DPP became the political representative in the parliament
  - frustrated by failing in halting the FNPP plan.
  - an IPP also opposed the FNPP

民進党：反原発

国民党：原発支持

脱原発決定への道

Landscapes

1945-1980s	• 石油危機 • 政治自由化
Late 1980s-90s	• 経済自由化の潮流 • 政治民主化
1998-2010	• **地球温暖化** • **政権交代（正常化）**
2011 ~	• 福島第一原発事故

➢ **Climate change**

- Kyoto Protocol → 1st National Energy Conference (1998).
- supports for RE, nuclear

➢ **Party alternations**

- DPP (2000-08):
  -stopped and resumed FNPP
  -"nuclear-power-free country" concept into the regime.
  -foreign RE investors
  -PV industry began to grow
- KMT (2008-16):
  -specified nuclear power as an option to reduce CO2
  -"Green Energy Industry Sunrise Project"
  -FIT law passed (2009)

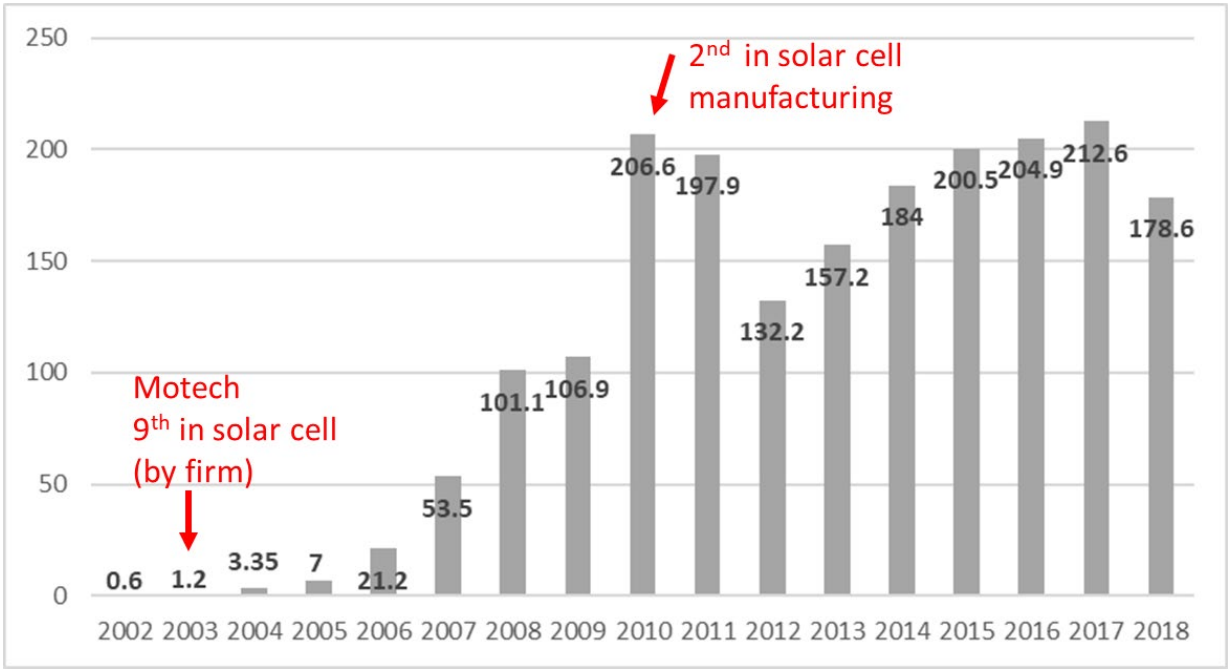


Figure. Total production value of the PV industry

(Unit: Billions of New Taiwan Dollars [NTD])
Sources: data collected from C.-S. Chen (2008) and IDB (2019) (data provided by ITRI); charted and edited by the author.

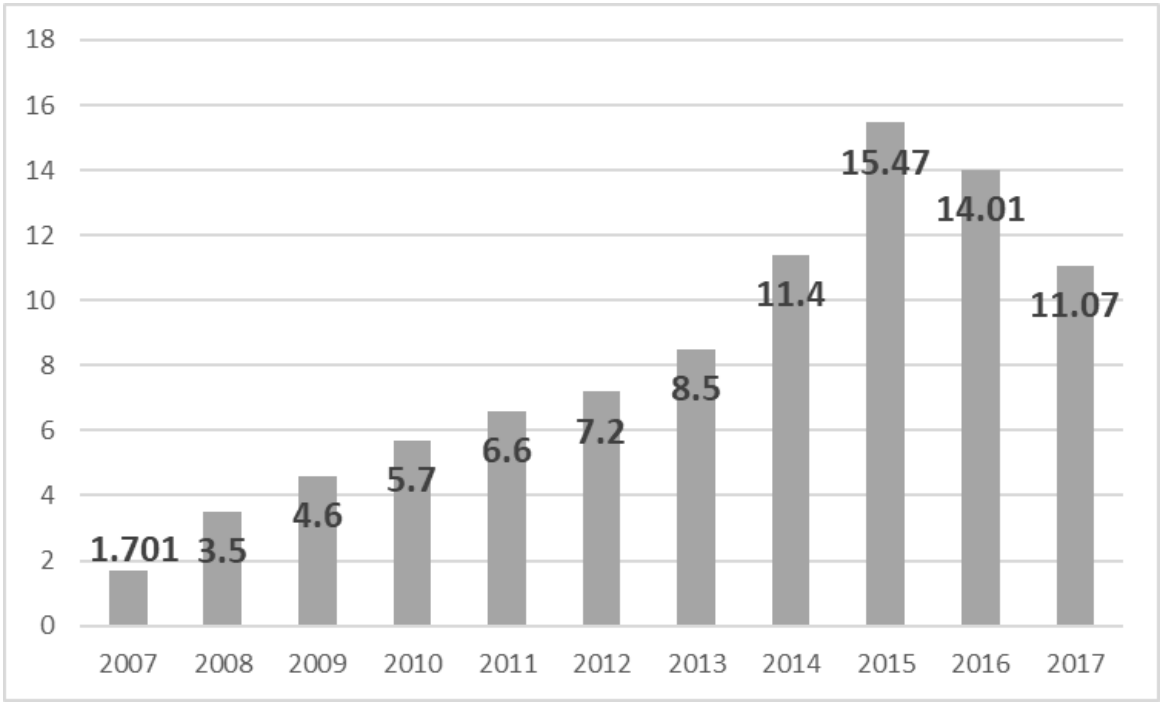


Figure. Total production value of the wind power industry

(Unit: Billions of NTD)
Sources: data collected from W.-W. Lin (2009), The Epoch Times (2007), and Emerging Energy Industry Yearbooks (2011-2018) published by ITRI; charted by the author.

脱原発決定への道

Landscapes

1945-1980s	• 石油危機 • 政治自由化
Late 1980s-90s	• 経済自由化の潮流 • 政治民主化
1998-2010	• 地球温暖化 • 政権交代（正常化）
2011 ~	• **福島第一原発事故**

➢ KMT (2011-16):

- "gradually reduce nuclear power," no extension of the current nuclear reactors in operation and ensure the safety of FNPP before operation
- to fully promote RE: "thousands of on-shore and off-shore wind turbines" plan and "millions of solar rooftops" plan (2012), "Green Energy Industry Jumping Project" (2014)
- Anti-nuclear movement resurged:
  - finally forced KMT to suspend FNPP construction in 2014.
  - bipartisan, and no longer dependent on DPP. (Civil dynamics) (Ho, 2016, 2018)

脱原発決定への道

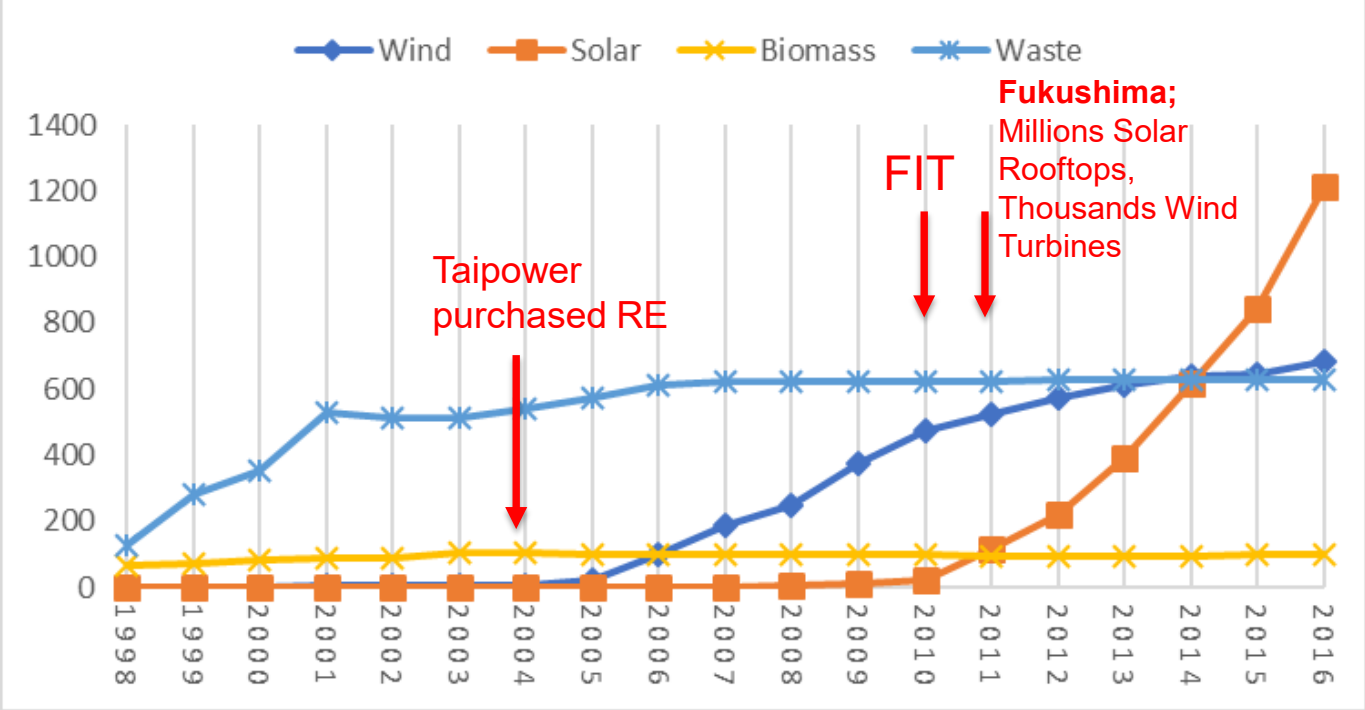


Figure. Renewable energy installation in Taiwan
(Unit: MW)
(Source: BOE (2017); chart made by the author)

脱原発決定への道

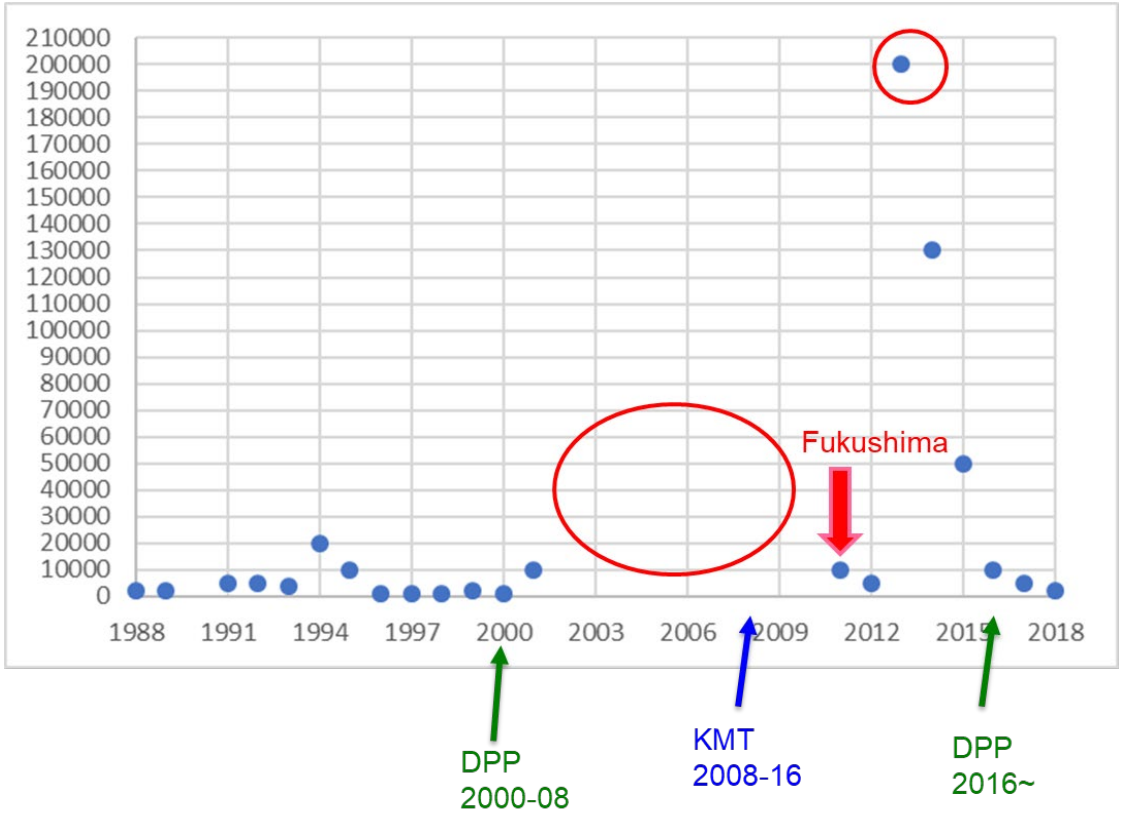


Figure. 主な反原発デモに参加した人数 (1988-2018)

(Unit: number of persons)

Notes: 1) Only show the numbers of protestor in the main demonstration for each year; 2) Some of the numbers are subject to the author's bias in selecting the data due to the different numbers reported according to different news sources.
Sources: referred to Ho (2016)'s analysis; data collected from Ho (2016) and news databases (Apple Daily, China Times, Liberty Times, UDN); charted by the author.

脱原発決定への道

Landscapes

1945-1980s	• 石油危機 • 政治自由化
Late 1980s-90s	• 経済自由化の潮流 • 政治民主化
1998-2010	• 地球温暖化 • 政権交代（正常化）
2011 ~	• **福島第一原発事故**

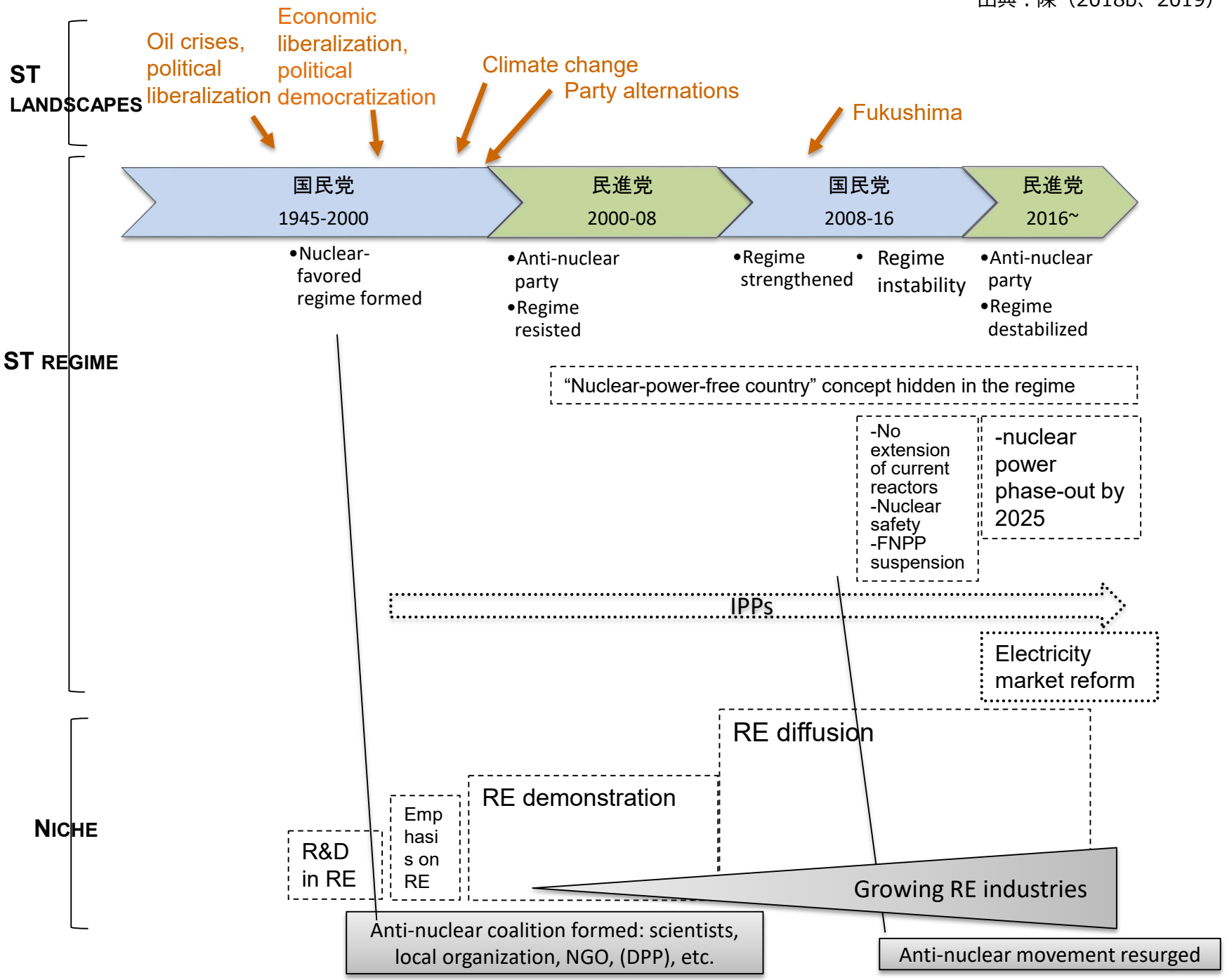
- DPP's return to power (2016-early 2018) :
  - full control of power in legislative and administration
  - announced energy transition policy.
  - Electricity Act Amendments passed (2017): （陳、2018a）
    - ✓ deregulating electricity market, especially in favor of RE.
    - ✓ Taipower restructuring
    - ✓ nuclear power phase-out by 2025
  - RE business

- 1) Legitimized the further development of RE

  2) Tried to weaken Taipower, clear message of nuclear power phase-out.

  3) Nuclear coalition tried to resist

出典：陳（2018b、2019）により加筆



■ 考察

経路の実践（enactment）

Landscapes

1945-1980s	• 石油危機 • 政治自由化	• ショック • 破壊的	**Transform** ・レジーム調整、維持	ショックでもtransformの経路
Late 1980s-90s	• 経済自由化の潮流 • 政治民主化	• 破壊的、 • 雪崩式/破壊的	-- ・レジーム調整、維持	IPP：異業種（新たなアクター）
1998-2010	• 地球温暖化 • 政権交代（正常化）	• 破壊的 • 破壊的、雪崩式	-- ・レジーム増強➡抵抗➡増強。 ・ニッチ：育成中	--
2011 ~	• 福島第一原発事故	• ショック	**Substitution?** ・レジーム弱化	・「隠れたノベルティー」をエンパワーしようとしている

- ランドスケープの種類の定義が難しい
- 経路（種類）のシフト

おわりに

おわりに

- 研究の限界
  - 原発フェーズアウトで生じる課題（脱石炭困難、天然ガスへの依存等）、経済面・技術面等
- エネルギー転換：進行中
  - 脱原発にかかわる論争は、いまも続いている
    - 例：再エネと原子力の闘争（例：原発支持者（「核電幇」）による「原子力活用を通じての再エネ育成」との言説（「以核養綠」）、第四原発を稼働させる住民投票（referendum）の提案）
- ほか、コンテクストに係る要因
  - 「脱原発困難国」？

参考文献(部分)

- Geels, F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. Research policy, 31(8), 1257-1274.
- Geels, F. W. (2004a). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. Research policy, 33(6-7), 897-920.
- Geels, F. W. (2004b). Understanding system innovations: a critical literature review and a conceptual synthesis. In B. Elzen, F. W. Geels, & K. Green (Eds.), System Innovation and the Transition to Sustainability: Theory, Evidence and Policy (pp. 19-47). Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.
- Geels, F. W., Kern, F., Fuchs, G., Hinderer, N., Kungl, G., Mylan, J., . . . Wassermann, S. (2016). The enactment of socio-technical transition pathways: a reformulated typology and a comparative multi-level analysis of the German and UK low-carbon electricity transitions (1990–2014). Research Policy, 45(4), 896-913.
- Geels, F. W., & Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. Research policy, 36(3), 399-417.
- Geels, F. W., & Schot, J. (2010). The Dynamics of Transitions: A Socio-Technical Perspective. In J. Grin, J. Rotmans, & J. W. Schot (Eds.), Transitions to sustainable development: new directions in the study of long term transformative change (pp. 9-101). New York: Routledge.
- Ho, M.-S. (2018). Taiwan's Anti-Nuclear Movement: The Making of a Militant Citizen Movement. Journal of Contemporary Asia, 48(3), 445-464.
- Van Driel, H., & Schot, J. (2005). Radical innovation as a multilevel process: introducing floating grain elevators in the port of Rotterdam. Technology and Culture, 46(1), 51-76.
- 陳奕均. (2018a). Does the electricity market reform indicate a true energy transition? An analysis of the 2017 Electricity Act Amendments in Taiwan. 国際公共経済研究 (29), 6-25.
- 陳奕均. (2018b). Taiwan's Nuclear Power Phase-out Decision-Making Process During the Energy Transition Pathway: From A Multi-level Perspective. 環境情報科学論文集(32), 55-60.
- 陳奕均. (2019). Energy Transition in Taiwan: A Multi-level Perspective. (Doctoral Dissertation). Kyoto University, Kyoto, Japan.
- Ho, M.-S. (2016). Fukushima effect in Taiwan: An explanation of the resurgence of anti-nuclear movements in recent years. In K.-T. Chou (Ed.), New Theory of Sustainability and Green Governance (pp. 123-155). New Taipei City: Weber Publication International. (in Traditional Chinese)

Thanks for your attention!
ご清聴どうもありがとうございました。

陳　奕均　（チン　イーチュン／Emmy Yi-chun CHEN）
****
東京大学未来ビジョン研究センター
特任研究員
Project Researcher
Institute for Future Initiatives
The University of Tokyo

https://www.researchgate.net/profile/Yi_Chun_Chen9
****