



気候政策としての エネルギー技術イノベーション

2016/9/30

CIGSエネルギー環境セミナー

東京大学政策ビジョン研究センター

杉山昌広



アブストラクト

気候変動問題はエネルギー問題の表裏の関係にあり、エネルギー技術のイノベーションは(長期的な)地球温暖化対策にとって必須である。

海外ではエネルギー技術のイノベーションは一つの確立された研究分野になったが、日本における研究は限定的である。

本発表では海外の文献をレビューすると同時に、米国におけるARPA-Eや、COP21で発表された国際的なイノベーションの取り組みMission Innovationなど最近の取り組みを俯瞰する。その上で、日本におけるイノベーションの課題(特にクリーンテック・ベンチャーの立ち遅れまたはガラパゴス化)について議論する。

自己紹介

専門: 気候政策の分野横断型研究

自己紹介：気候変動に関する学際研究

豪雨の増加 (Sugiyama, Shiogama, & Emori, 2010, PNAS)

海面上昇の経済評価(Sugiyama et al. 2008, MIT working paper)

緩和シナリオ：電化 (Sugiyama 2012, Energy Policy)

緩和シナリオ：省エネ (Sugiyama et al. 2014, Climatic Change)

気候工学(Sugiyama & 34 co-authors, 2016, Sust. Sci.)

エネルギー・環境研究に関する論考 (Sugiyama et al. 2016, Nature)

Sugiyama et al. (2016, *Nature*)

日本のエネルギー・環境研究への提言：
学際化と国際化が不可欠

自分とイノベーションの関わり

東京大学大学院工学系研究科 技術経営戦略学専攻 (TMI)にて英語大学院
科目 Advanced Technology Managementを講義(坂田一郎教授と共同)

海外同行の邦文での紹介

杉山昌広 (2014) 環境経済・政策研究

エネルギー業界におけるベンチャーの役割—クリーンテックの台頭—

http://doi.org/10.14927/reeps.7.2_77_2

杉山昌広・朝野賢司(2014)太陽光発電・風力発電のエネルギー政策.

In 馬奈木俊介(編)「エネルギー経済学」(中央経済社)

<http://ci.nii.ac.jp/ncid/BB15197158>

杉山昌広 (2016) 環境経済・政策研究

気候変動緩和策としてのエネルギー技術イノベーション政策

http://doi.org/10.14927/reeps.9.1_103

注意事項: 英文の原著論文ではエネルギー技術イノベーションについては
一篇も書いておりません

パリ協定とエネルギー

COP21で合意されたパリ協定が意味するところは、エネルギー技術の大転換であり、エネルギー技術イノベーションなくしてはそれは起こらない

脱炭素化=21世紀中に
エネルギーは大きく変わらないといけない

エネルギー・システムを変える2つの方法

(1) 炭素に価格付け: < = エネルギー・シナリオのモデル計算でよく用いられる

$$(\text{化石燃料のコスト}) + (\text{炭素価格}) > (\text{クリーンなエネルギーのコスト})$$

(2) イノベーションでクリーンなエネルギーを化石燃料より安くする

$$(\text{化石燃料のコスト}) > (\text{クリーンなエネルギーのコスト} + \text{イノベーション})$$

→イノベーションは重要にも関わらずシナリオでは反映するのが難しい

エネルギー技術イノベーション

パリ協定が意味することはエネルギー技術の抜本的変革

エネルギー・システムのイノベーションは不可欠

イノベーションにパターンはあるものの、
本質的に不確実 uncertain で複雑 complex

パターン

- 学習曲線／経験曲線（累積生産量とコスト低下の関係）
普及S字カーブ（Baasモデル）（導入の時間的パターン）
- しかし、微妙な違いがモデル研究では大きな影響を及ぼす

イノベーションは思わぬところから起きる

（→オープン・イノベーションの重要性）

- 中国への太陽電池生産移転の価格低下は想像ができなかった
- Teslaが18650リチウム・イオン電池を6000個つなげてパックを作れるとは日本の技術者の多くが想像できなかった

イノベーションは単独で起こらず 相補的な技術や社会の変化と一緒に進む

世界の大局的なあり方
(人々の考え方、
倫理観、)

&

社会技術システム

&

技術の初期市場
(ニッチ)

エネルギー技術イノベーションの段階

広義のイノベーションの3段階:

Invention => Innovation (commercialization) => Diffusion

イノベーションとエネルギー技術イノベーション

エネルギー技術イノベーション(ETI)はイノベーションの一部



エネルギー技術イノベーションの特殊性

- 産業自体が資本集約的(世界で一番大きい産業はエネルギーといって過言でない)→ベンチャーに必要な投資額が凄く大きい
- コスト以外関係する要素が少ない(例外:EVの航続距離やUber)
- 既存産業が大きい(IT産業と違う)
- 研究開発投資(research & development)の比率が少ない(ITとバイオ)

エネルギーは他の業界と比べてR&Dが小さい

エネルギー技術イノベーションは
公的R&Dが不足していた

技術開発は世界を変える 米国政府のR&Dの例

技術開発は世界を変える 米国のDARPAの例 (Mazzucato 2013)

技術開発は世界を変える: シェールガス革命と米国政府の役割

技術開発は世界を変える: シェールガス革命と米国政府の役割

事例：太陽光発電

イノベーションは不確実 PVの例

多くの研究が太陽光発電 solar PV
のコスト予測を行ったが、ほとんどが
大きく外れた

Nemet (2006)

エネルギー・シナリオにはこういう
「間違った」コストが入っていたため
...

Trancik et al.
(2015)

コスト予測が間違っていたため
エネルギー展望が新しく出る度PVの導入予測量が
増えていく

イノベーションは勝者と敗者を生む

Share of solar cell production by region

http://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/juyoukadai/wg_nano/7kai/nano07_sankou2_02.pdf

イノベーションは勝者と敗者を生む

最近の政策動向

最近の政策動向(1)

ARPA-E

全米科学アカデミーの報告書(2005年、出版は2007年)によって提唱。
2009年より予算がつき始動。

インターネットやGPS、自動走行自動車などのイノベーションを引き起こしてきたDARPAを真似て、エネルギー分野でハイリスク・ハイリターンのイノベーションを起こす

ベンチャー・キャピタリストがARPA-Eに入り立ち上げ、運営

民間セクターのクリーンテック投資の減少を補う

最近の政策動向(2)

Mission Innovation

米国、中国、欧州各国や日本など20の主要国の政策で、これから5年でクリーン・エネルギーへの公的研究開発投資を倍増する取り組み

最近の政策動向(3)

全米科学アカデミー報告書(2016)

(Power of Change)

報告書で謳われているアイデア

- 電力料金へのR&D目的の賦課金
- 賞金(DARPAの自動走行自動車は最初はprizeだった)
- SBICの20%をエネルギー技術のベンチャーへ投資
- Regional energy innovation and development institutes (REIDIs)

日本の課題

そもそもベンチャー投資が少なく(存在はするが小さい)、
クリーンテックのベンチャー投資が少ない

またガラパゴス化の恐れがある

イノベーション研究もほとんどないし エネルギー技術イノベーション研究もない

野城 智也 (2016)

イノベーション・マネジメント:
プロセス・組織の構造化から考
える
あとがき

杉山 (2016)

英語圏諸国と我が国との間に
は、イノベーション・マネジメント
に関する学術の蓄積に隔絶たる
差異がある

日本のクリーンテック・ベンチャーR&Dは雀の涙 (クリーンテック=エネルギー・環境分野)

In the US, cleantech VC investment: ~ billion dollars

In Japan, cleantech VC investment: ~ 0.01 billion dollars

Global Cleantech 100 (Cleantech Group)
では2010年から2015年まで6年で日本の会
社は0社
日本は世界的なネットワークから切れてい
る？

ベンチャーが重要だが
旧来型シリコンバレーVCではなく
その他の投資モデルへ

ベンチャーが重要なのでそれを支えるための 新しい投資モデルへ： 資産家による投資

COP21でMission Innovationとペアで公表されたBreakthrough Energy Coalition

ビル・ゲイツ 氏	マーク・ザッカバーク 氏とDr.プリシラ・チャ ン	ジャック・マー 氏 (Alibaba)	ジェフ・ベゾス 氏 (Amazon)
-------------	---------------------------------	------------------------	-----------------------