

気候危機におけるイノベーションの必要性和政策的課題

飯田健志
(福井大学国際地域学部)
第9回 MBTA講座
2024. 9.3

本日の話題

1. 気候危機
2. 低炭素技術イノベーションの必要性
1.5°C目標の実現、経済成長との両立、産業部門でのイノベーション
3. 低炭素技術イノベーションの現状
4. 低炭素技術イノベーションを促進するためには？
2つの市場の失敗とその解決策
5. 政策的課題
途上国への技術移転、素材産業と中小企業のイノベーション

1. 気候危機

人類は地獄の門を開けてしまった (グテーレス国連事務総長, 2023.09.20)



猛暑を避けようと運河で水浴びをするパキスタンの人々 (ナショナルジオグラフィック, 2017.6.22)。

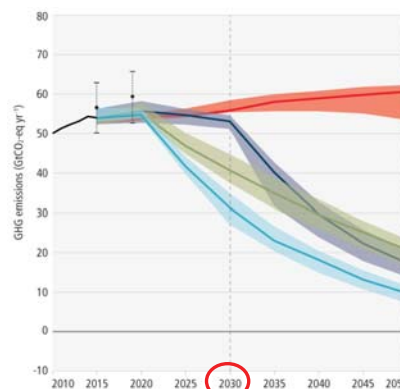
途上国は気候変動に対して脆弱 (適応策の欠如や農業依存)



西日本豪雨2018. 小田川の決壊で水に覆われた真備町地区(毎日新聞、加古信志撮影)

先進国も甚大な被害を受ける

2. 低炭素技術イノベーションの必要性

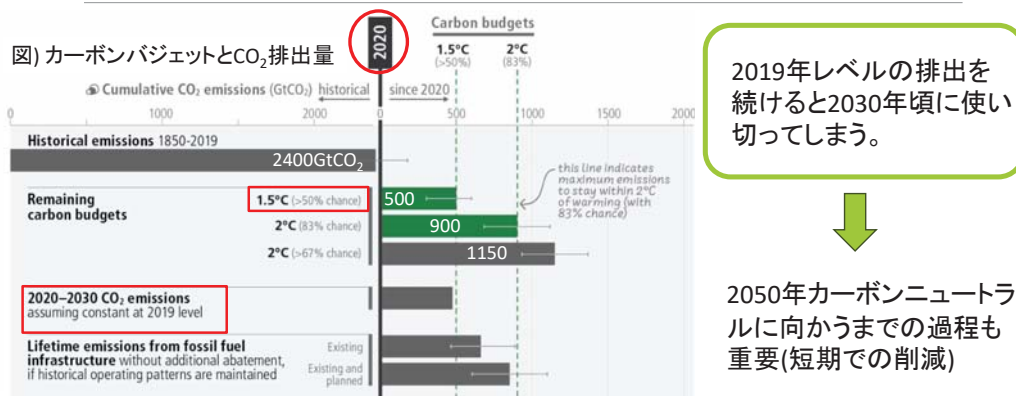


今世紀末に2.9°C上昇 (国連環境計画2023)

イノベーション: 経済的価値を生み出す新しいモノゴト (清水洋(2022)『イノベーション』有斐閣、P3)

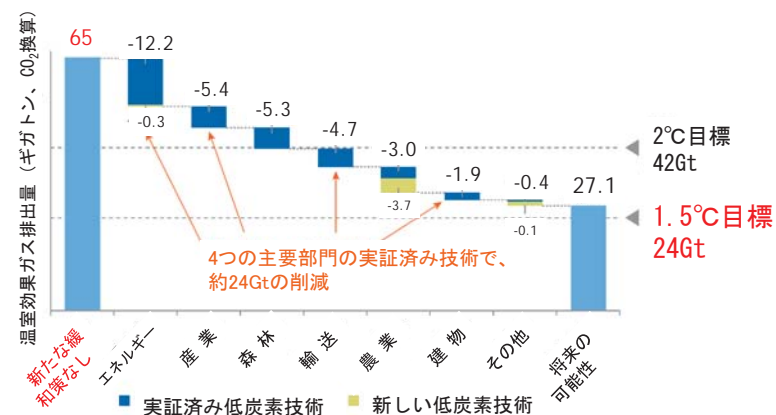
- 2020年末までに実施された政策に沿った排出シナリオ
- COP26(2020)の前に発表された国の決定する貢献(NDC)の実施に基づいた2030年までの排出シナリオ
- 温暖化を2°C(>67%)に抑制する排出シナリオ
- 温暖化を1.5°C(>50%)に抑制する排出シナリオ

2-1. 短期での削減に向けて



IPCC (2023) SYNTHESIS REPORT OF THE IPCC SIXTH ASSESSMENT REPORT (AR6) Longer Report, Figure 3.5より

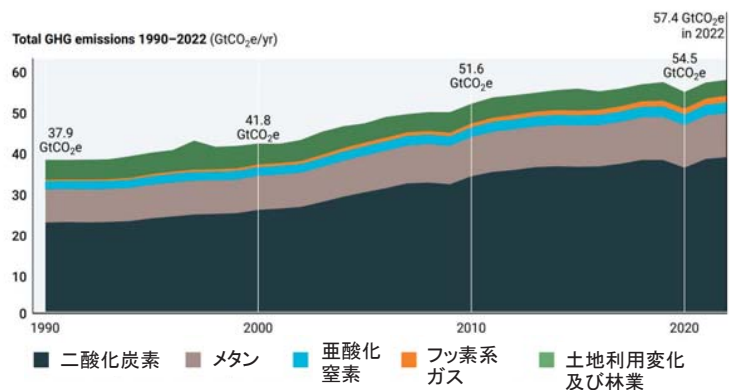
低炭素技術イノベーションによる2030年までの削減ポテンシャル



World Bank (2020) Technology Transfer and Innovation for Low-Carbon Development のFigure 5.1より

2-2. 経済成長との両立に向けて

図) 温室効果ガス排出量の推移 (1990-2022)

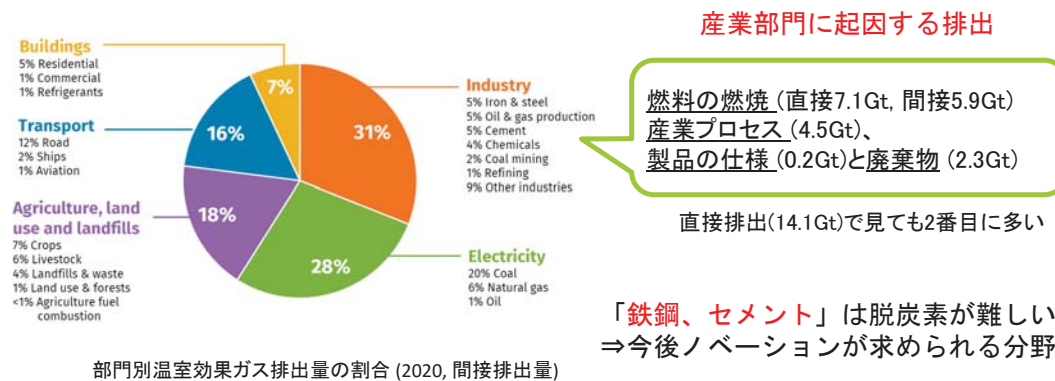


UNEP (2023) Emission Gap Report 2023.の Figure ES.1 より

温室効果ガスの増減要因

経済活動

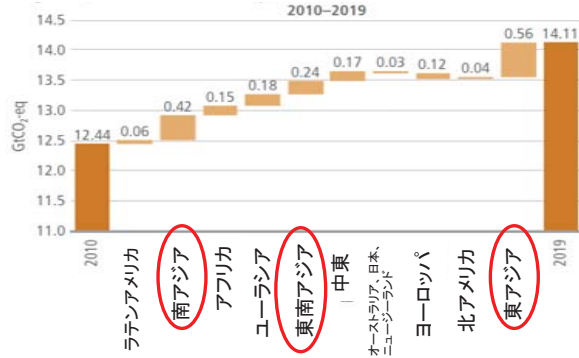
2-3. 産業部門におけるイノベーションの重要性



Rhodium Group HP (<https://rhg.com/research/global-greenhouse-gas-emissions-2021/>) より

都市化の進展による鉄鋼やセメント需要の増加

世界10地域における産業部門のGHG排出量の増加(2010-2019, 直接排出のみ)



IPCC (2022) Climate Change 2022 Mitigation of Climate Change Report, Figure 11.5より

3. 「1.5°C目標」実現のためのオプション

1. **炭素集約度の改善** (CO₂排出量/エネルギー使用量)
例) 再生可能エネルギー
2. **エネルギー効率の改善** (エネルギー使用量/国内総生産GDP)
例) LED照明
3. **マテリアル効率の改善** (マテリアルストック (MS)/GDP, 材料/MS)
例) 製品の長寿命化
4. **原料の脱炭素化や炭素の回収貯留** (CO₂排出量/材料)
例) 水素還元製鉄、Carbon Capture and Storage (CCS)

どの戦略も、**イノベーションが必要**

- ・ **新しい低炭素技術 (LCT) を利用できるようにすること**
- ・ **既存のLCTのコストを削減すること**

3-1. 低炭素技術イノベーションの現状

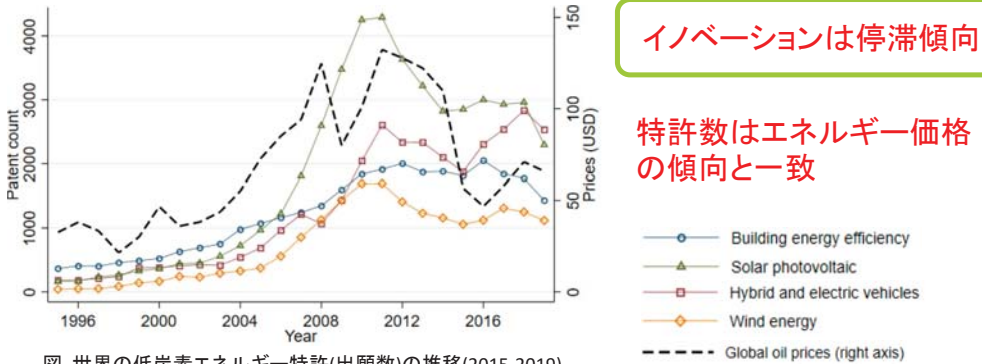


図. 世界の低炭素エネルギー特許(出願数)の推移(2015-2019)

イノベーションは停滞傾向

特許数はエネルギー価格の傾向と一致

4. どのように低炭素技術のイノベーションを促進するか？

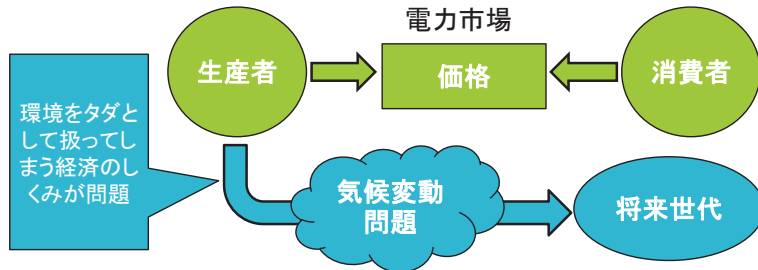
低炭素技術のイノベーションには、主に2つの**市場の失敗**が存在する

- ① 環境外部性
- ② 知識の公共財的性質

- ▶ **市場の失敗は、低炭素技術への過少投資をもたらす**
- ▶ **政策的介入の必要性**

① なぜ気候変動問題は起きるのか？

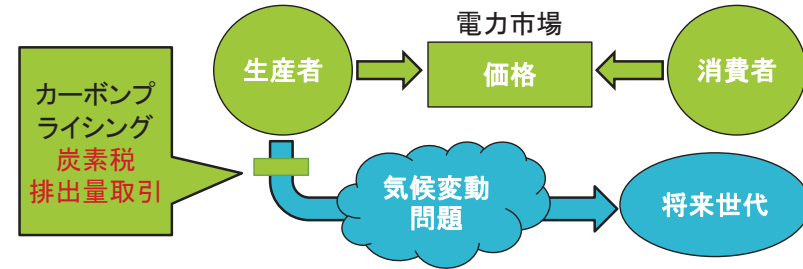
外部性(環境外部性)：市場を経由することなく他者に影響を及ぼす現象
(マイナス：外部不経済、プラス：外部経済)



社会的な影響を考慮せずに行動(過少投資)

4-1. 環境外部性の解決策(外部性の内部化)

カーボンプライシング：二酸化炭素の排出に価格付けをおこなう



社会的な影響を考慮しながら行動(最適投資)

厳しい環境規制は企業の経済パフォーマンスを悪化させるか？

ポーター仮説 (Porter and van de Linde, 1995)

適切に設計された環境規制は、それに対応するためのコストの一部あるいは全額以上を相殺するイノベーションを誘発する



環境規制によってその他の収益性の高い投資が圧迫される
政策的観点から重要な問題

ポーター仮説は成立するか？

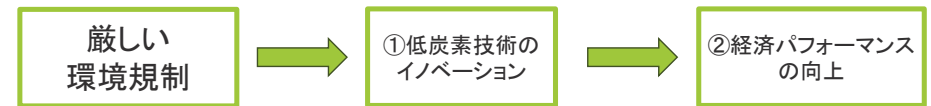


図: Dechezlepretre(2022)より

- ①を支持する論文は多い (Popp, 2019)
- ②は条件付きで支持される
 - ・資源効率の向上に関連する技術 (Rexhauser and Rammer, 2014, van Leeuwen and Mohene, 2017)
 - ・オフショアリングの促進 (Iida and Mukherje, mimeo)
 - ・経済パフォーマンスには影響を与えない (Dechezlepretre, 2022)

② 知識の公共財的性質 (市場の失敗2)

「技術」 ⇒ 文章や図面などで記録可能 ⇒ 「知識」

非排除性：対価を支払わない人を排除することができない
非競合性：ある人が使用しても、他人の使用が減ることはない

模倣される可能性や知識を広める動機の欠如
⇒知識は社会的に望ましい水準よりも過少にしか供給されない

17

4-2. 知的財産権の保護 (市場の失敗2の解決策)

特許制度：「発明の保護」と「発明の利用」をはかるもの
⇒技術の独占的利用を確保し、技術開発のインセンティブを高める

国際的な技術移転への影響

- ①**市場拡大効果**：貿易や直接投資等を通じた技術移転を促進
- ②**市場支配力効果**：独占権の付与は、技術へのアクセスを制限

18

知的財産権の保護は低炭素技術の移転を促進するか？

知的財産に言及した1992年の地球サミット以降、大きな論点

途上国の主張

技術移転の障壁
技術へのアクセス困難
環境技術を公有に

VS

先進国の主張

イノベーションや技術移転
のインセンティブ発生

知的財産権の保護は低炭素技術の移転を妨げない
(Dechezleprêtre et al., 2013; Dussaux et al., 2021; World Bank, 2020)

19

4-3. 共同研究開発 (市場の失敗2の解決策)

研究開発の共同化
(非排除性の内部化)



知識の共有
(非競合性の内部化)

競争的研究開発 vs **共同**研究開発

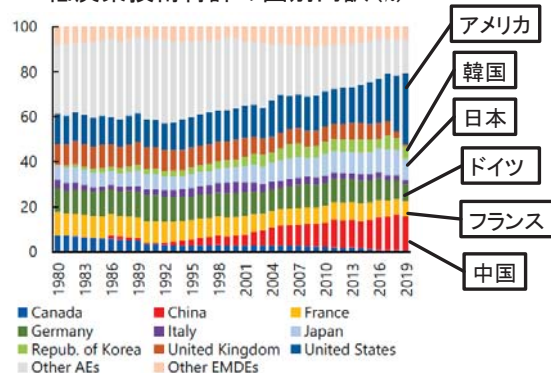
知識の洩れ(スピルオーバー)が大きいときは**共同**研究開発

⇒一般的には低炭素技術や国際的な共同研究開発においても当てはまる
(Poyago-Theotoky, 2007., iida, 2021)

20

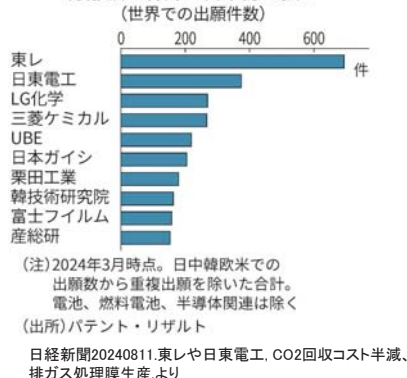
5. 政策的課題: 低炭素技術の普及と経済的価値創出

低炭素技術特許の国別内訳 (%)



IMF (2023) Green Innovation and Diffusion Policies to Accelerate Them and Expected Impact on Macroeconomic and Firm-Level Performance. International Monetary Fund, Washington, DC. P. 7. Figure 1. より

分離膜の特許は日本勢が強い



5-1. どのようにして途上国への低炭素技術の移転を促進するか

低炭素技術に対する関税や非関税障壁の削減

関税障壁や直接投資の制限は、技術移転(貿易や直接)を阻害する (Dechezleprêtre et al.2013; World Bank,2020; Dussaux et al ,2021)

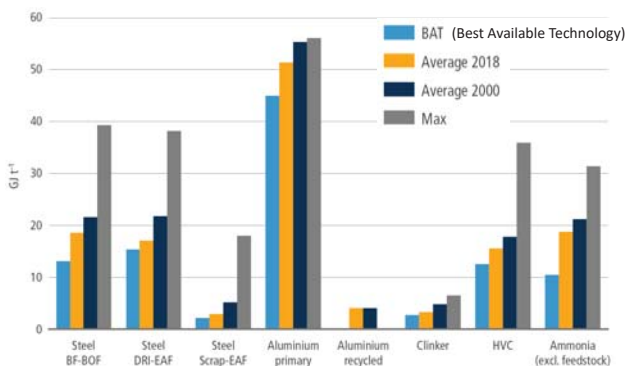
技術移転をイノベーションにつなげるための途上国支援

人的資本や物的資本(電力網など) (World Bank, 2020)

⇒ 技術移転からイノベーション協力へ (Pandey et al. , 2020)

各文献は最後のスライドを参照

5-2. どのようにして素材産業でのイノベーションを促進するか



材料のエネルギー効率(1トン当たりのエネルギー消費量)

IPCC (2022) Climate Change 2022 Mitigation of Climate Change Report, Figure 11.8より

・エネルギー効率の改善は減速
・生産プロセスの変更やCCSでの対応も必要(非エネルギー起源CO₂の削減)

・炭素リーケージへの対応
・国際的な協力(海外市場)
(例: 東レ×シーメンス)

5-3. どのようにして中小企業のイノベーションを促すか

表) 今後最も注力したい分野に取り組む上での課題(商工中金.中小企業のESGへの取組状況に関する調査(2022.7)より)

| | 第1位 分野、割合 (%) | | 第2位 分野、割合 (%) | | 第3位 分野、割合 (%) | |
|--------------------------------|------------------|------|------------------|------|------------------|------|
| | 情報不足 | 38.2 | 人材不足 | 27.2 | コストが高い | 19.7 |
| 全体 | 情報不足 | 38.2 | 人材不足 | 27.2 | コストが高い | 19.7 |
| 自社製品・サービスの環境面での付加価値の訴求 | 情報不足 | 31.6 | コストが高い | 28.5 | 人材不足 | 25.4 |
| 脱炭素への取組・自社のエネルギー消費量削減等のエネルギー対応 | コストが高い | 39.3 | 情報不足 | 36.8 | 現有設備で対応困難 | 27.6 |
| 産業廃棄物の削減取組など、廃棄物・リサイクル対応 | コストが高い | 36.7 | 情報不足 | 33.1 | 現有設備で対応困難 | 18.7 |
| 事業継続計画などの緊急時対応策の策定 | 情報不足 | 50.6 | 人材不足 | 34.8 | 規制やルールが決まっていない | 26.2 |

産業共生: 異なる産業同士が連携して生産活動をおこなう (IPCC,2022. AR6)

地域全体・サプライチェーン全体での取り組みが重要

まとめ

1. イノベーションの必要性

⇒1.5°C目標に向けた短期での削減、経済成長との両立、産業部門の脱炭素化

2. 低炭素技術のイノベーション促進

⇒2つの市場の失敗(環境外部性と知識の公共財的性質)

⇒環境政策(カーボンプライシング)と知的財産権保護や共同研究開発による解決

3. 今後の課題

⇒途上国への技術移転、素材産業でのイノベーション、中小企業のイノベーション

(参考文献) ポーター仮説

- Dechezleprêtre, A., Kruse, T. 2022. The effect of climate policy on innovation and economic performance along the supply chain: A firm- and sector-level analysis. OECD Environment Working Papers No. 189
- Iida, T. Mukherjee, A. mimeo. Environmental Taxes, Offshoring and Welfare: The Effects of Environmental Damage and Pollution.
- Popp, D. 2019. Environmental policy and innovation: A decade of research. International Review of Environmental and Resource Economics 13 (3–4): 265–337.
- Porter, M.E. and van der Linde, C. 1995. Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. Journal of Economic Perspectives 9, 97–118.
- Rexhäuser, S. and C. Rammer (2014), “Environmental innovations and firm profitability: Unmasking the Porter Hypothesis”, *Environmental and Resource Economics*, Vol. 57/1, pp. 145-167.
- van Leeuwen, G. and P. Mohnen (2017), “Revisiting the Porter hypothesis: an empirical analysis of Green innovation for the Netherlands”, *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 26/1-2, pp. 63-77.

(参考文献) 知的財産権の保護と技術移転

- Dechezleprêtre, A., M. Glachant, and Y. Ménière. 2013. “What Drives the International Transfer of Climate Change Mitigation Technologies? Empirical Evidence from Patent Data.” *Environmental and Resource Economics* 54 (2): 161–78
- Dussaux, D., A. Dechezleprêtre, and M. Glachant. 2021. “Intellectual Property Rights Protection and the International Transfer of Low-Carbon Technologies.” Working Paper 288, January, Grantham Research Center for Climate Change and the Environment.
- World Bank. 2020. Technology Transfer and Innovation for Low-Carbon Development, World Bank Group.

(参考文献) 共同研究開発

- Poyago-Theotoky, J.A. 2007. The organization of R&D and environmental policy. *Journal of Economic Behavior and Organization* 62, 63–75.
- Iida, T. 2020. International R&D formations and strategic environmental policy. *Environment and Development Economics* 0, 1-19.