

地球温暖化に 日本はどのような戦略で 取り組めば良いか？

杉山大志

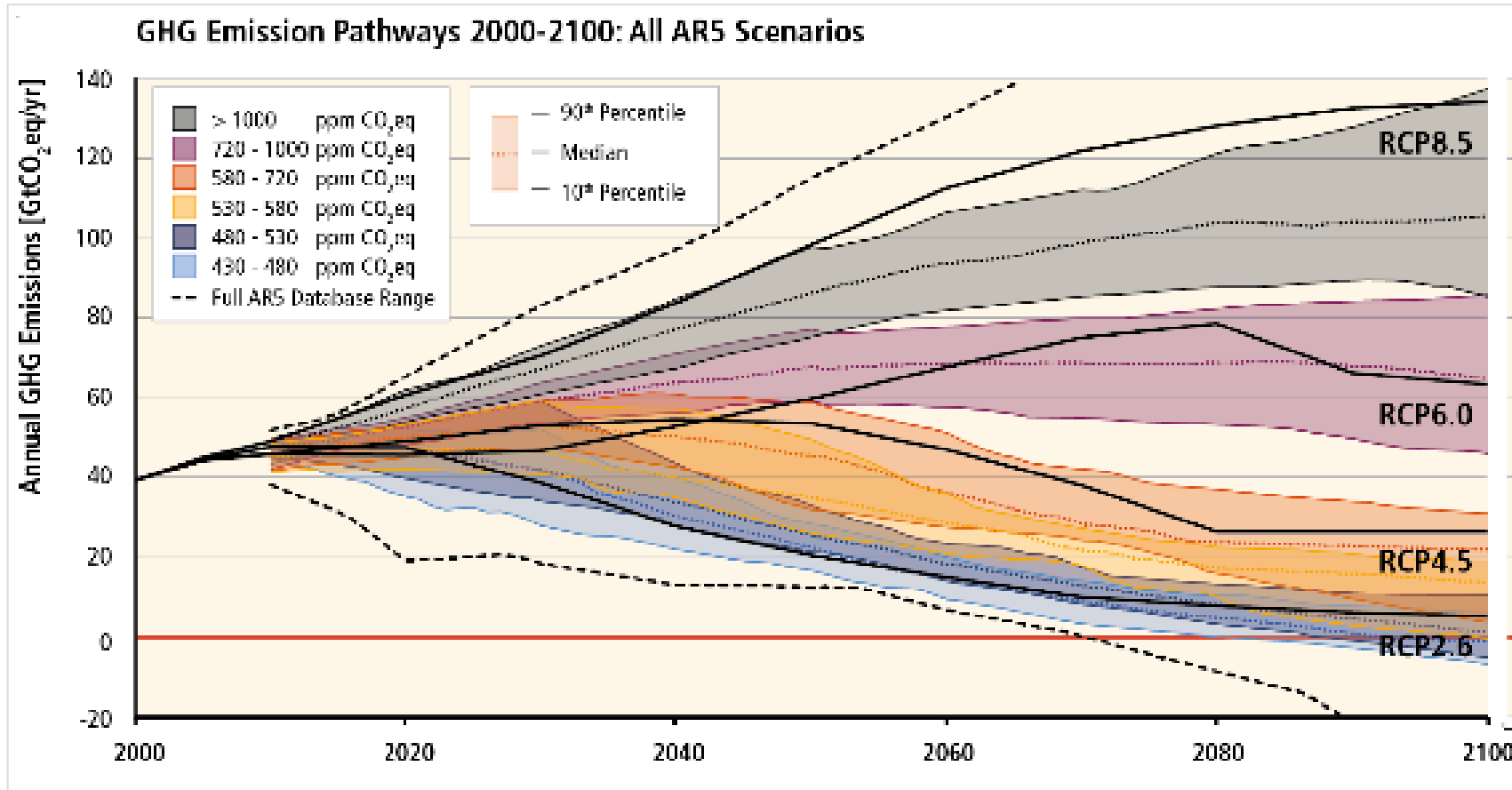
キャノングローバル戦略研究所

於 原子力委員会

2018年11月27日

(本講演は個人の責任によるものです)

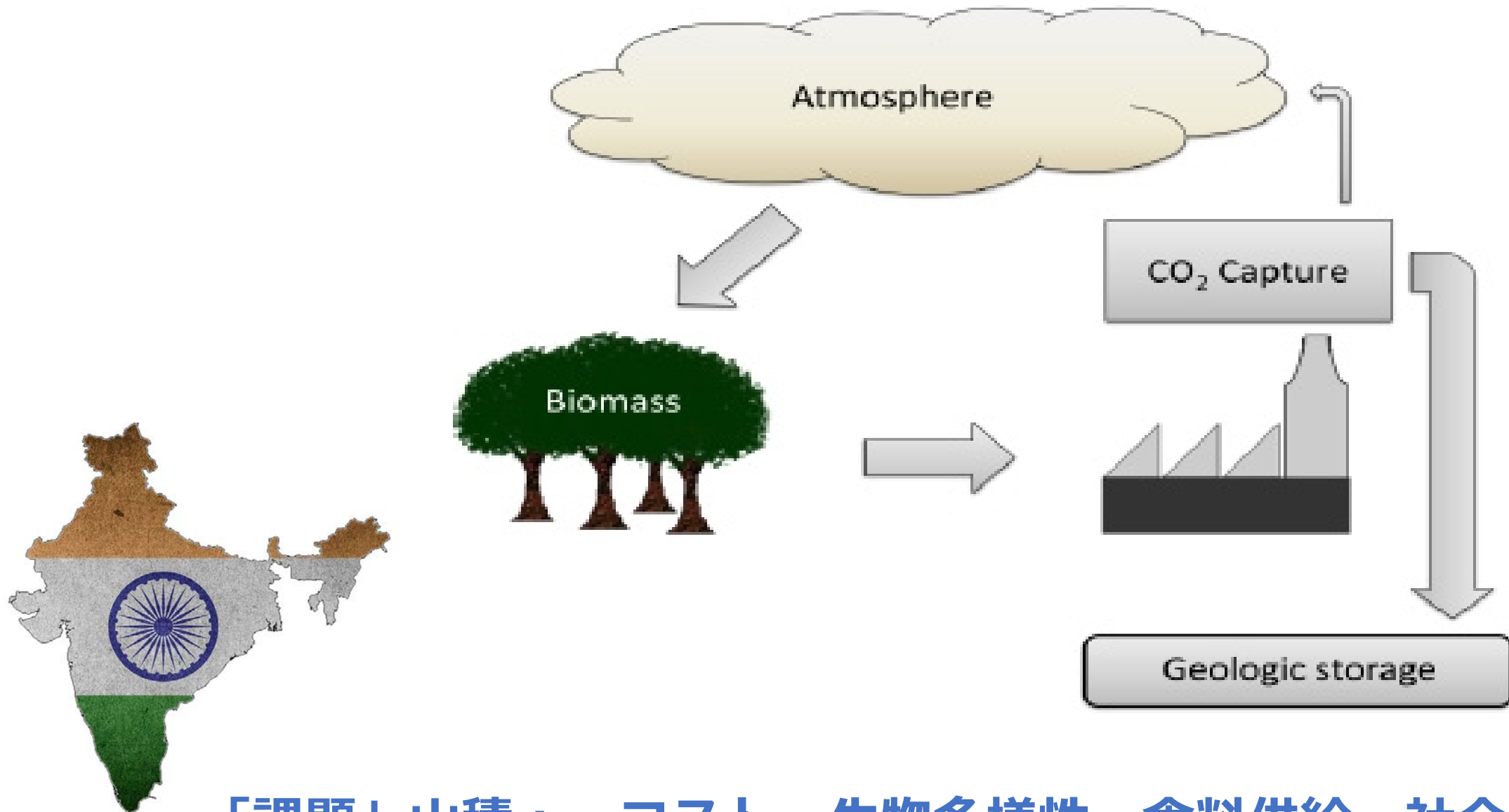
IPCC 排出シナリオ (IPCC 2014)



←パリ協定

技術的、政治的な
課題“challenge”

バイオエネルギーとCCS



「課題」山積： コスト、生物多様性、食料供給、社会的合意

米中新冷戦

Hudson Institute

Research Experts Events About Support

Topics & Policy Centers

Search research, experts, topics, or events



04

Thursday
October 4th, 2018
11:00am to 12:00pm

Vice President Mike Pence's
Remarks on the
Administration's Policy
Towards China *October 4 Event*

Listen to Audio

Where

Hudson Institute, Washington, D.C.

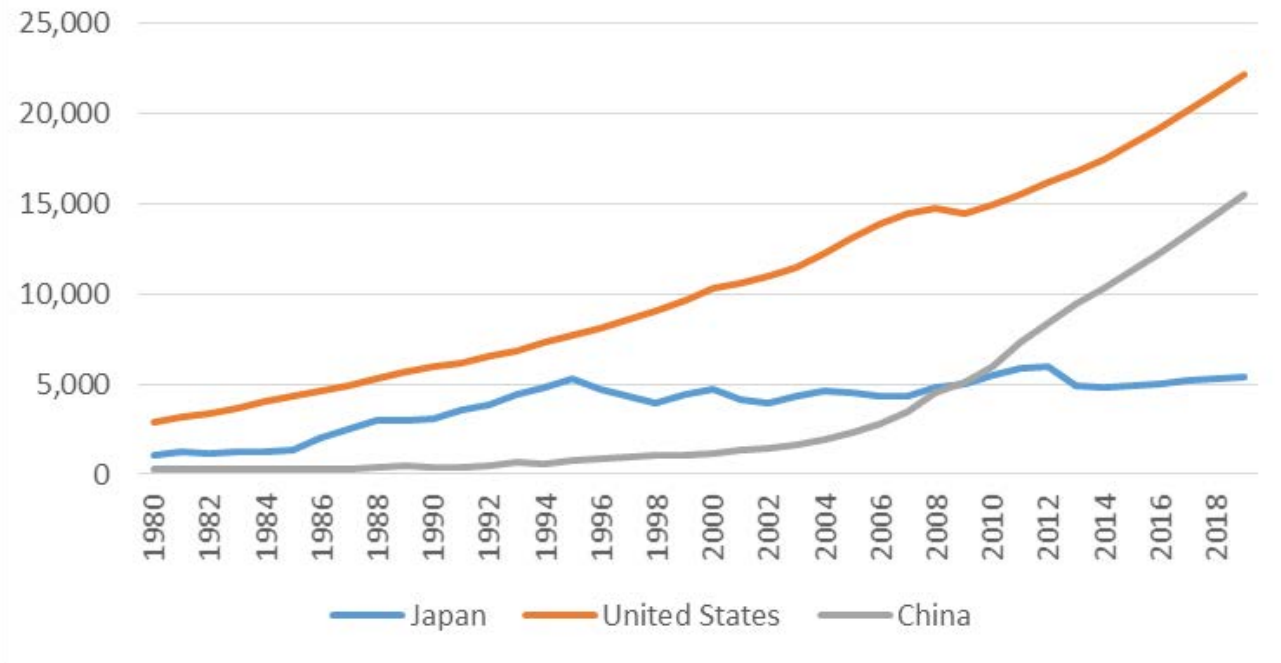
<https://www.whitehouse.gov/briefings-statements/remarks-vice-president-pence-administrations-policy-toward-china/>

邦訳: <https://www.newshonyaku.com/usa/20181009>



The Canon Institute for Global Studies

名目GDPの推移(単位:10億ドル)



データ出所: IMF

<https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2014/02/weodata/index.aspx>

国際政治が温暖化対策を制約する

World Energy Council (2016) World Energy Scenario
International Governance System:

- **Broad-based international governance**, covering security, economic and environmental matters.
- **Economics-focused international governance** ensuring that capital markets, technology transfer and trade continue to function well.
- **Fractured and weak international system** that cannot address global challenges.

https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2016/10/World-Energy-Scenarios-2016_Full-Report.pdf

温度上昇予測の幅は大きい

$$1.5^{\circ}\text{C} < \Delta T_{2\times\text{CO}_2} < 4.5^{\circ}\text{C}$$

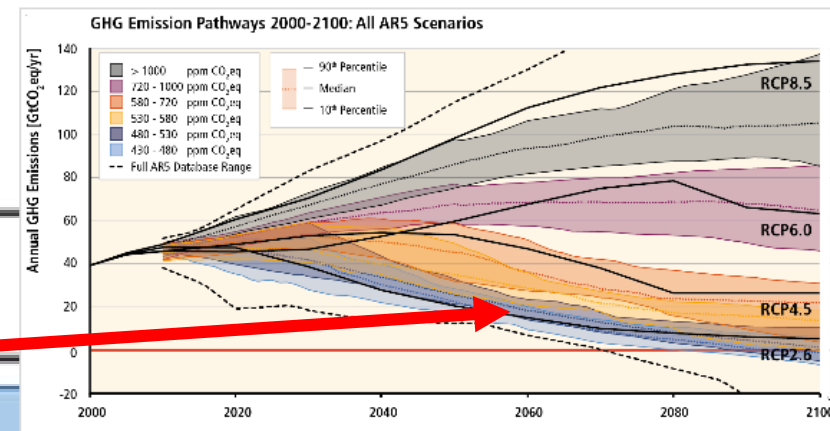
(66%以上幅、IPCC 2013)

$\Delta T_{2\times\text{CO}_2}$: CO2倍増時の温度上昇(気候感度)

「2度を十分に下回る」というパリ協定の目標は、
「温度上昇予測がこの上限の場合でも2度を下
回るようにする」、という意味。

シナリオと温暖化予測

Scenario	Warming in 2081–2100 based on:			
	CMIP5 models		TCR of 1.35°C	
	°C	°C	°C	°C
Baseline	1850–1900	2012*	1850–1900*	2012
RCP2.6	1.6	0.8	1.0	0.2
RCP4.5	2.4	1.6	1.6	0.8
RCP6.0	2.8	2.0	2.0	1.2
RCP8.5	4.3	3.5	2.9	2.1

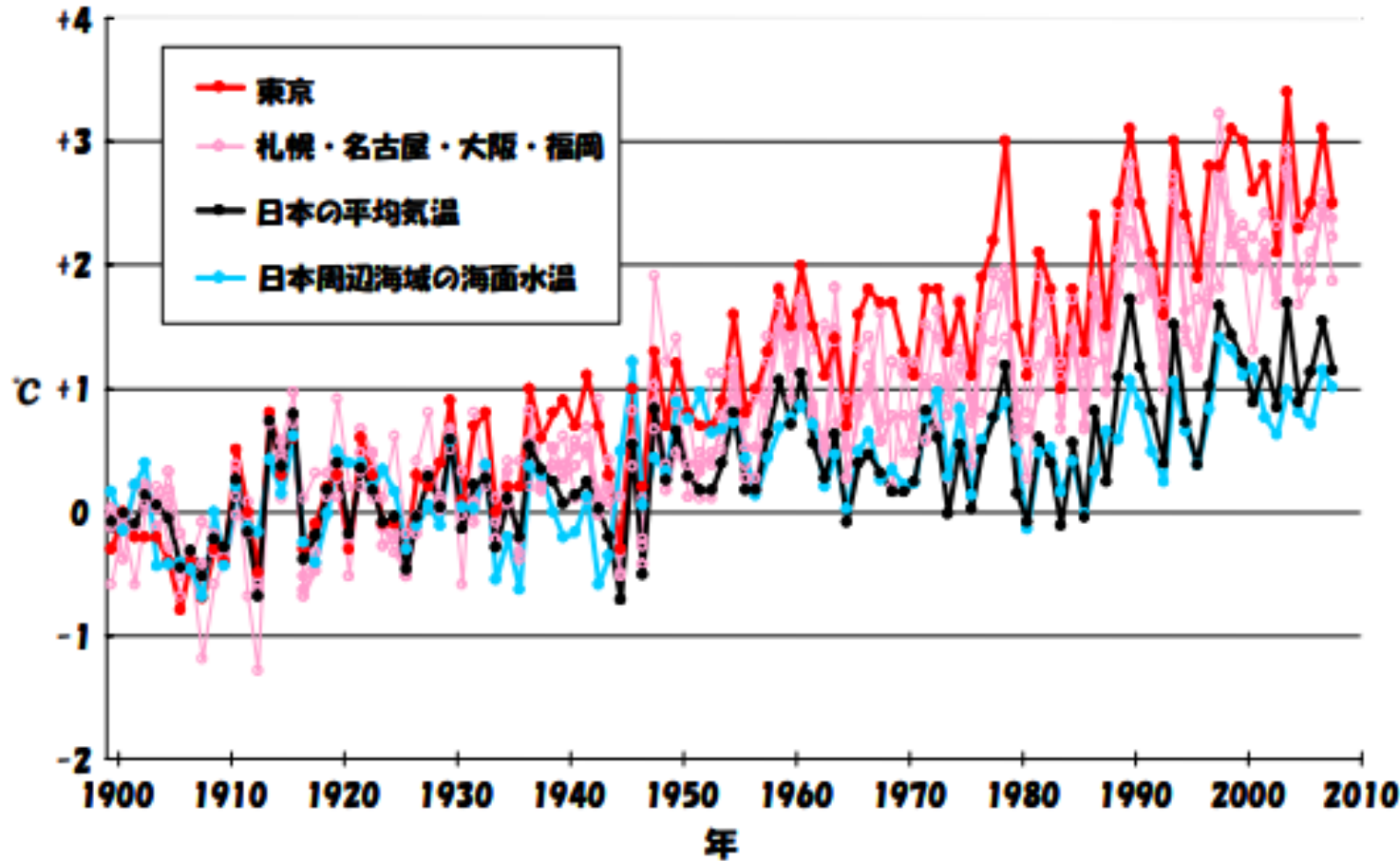


<http://www.thegwpf.org/content/uploads/2014/02/A-Sensitive-Matter-Foreword-inc.pdf>

シミュレーション(中央値)

低めの予測値(観測分析)

過去100年で、日本は1度、東京は3度、温度上昇



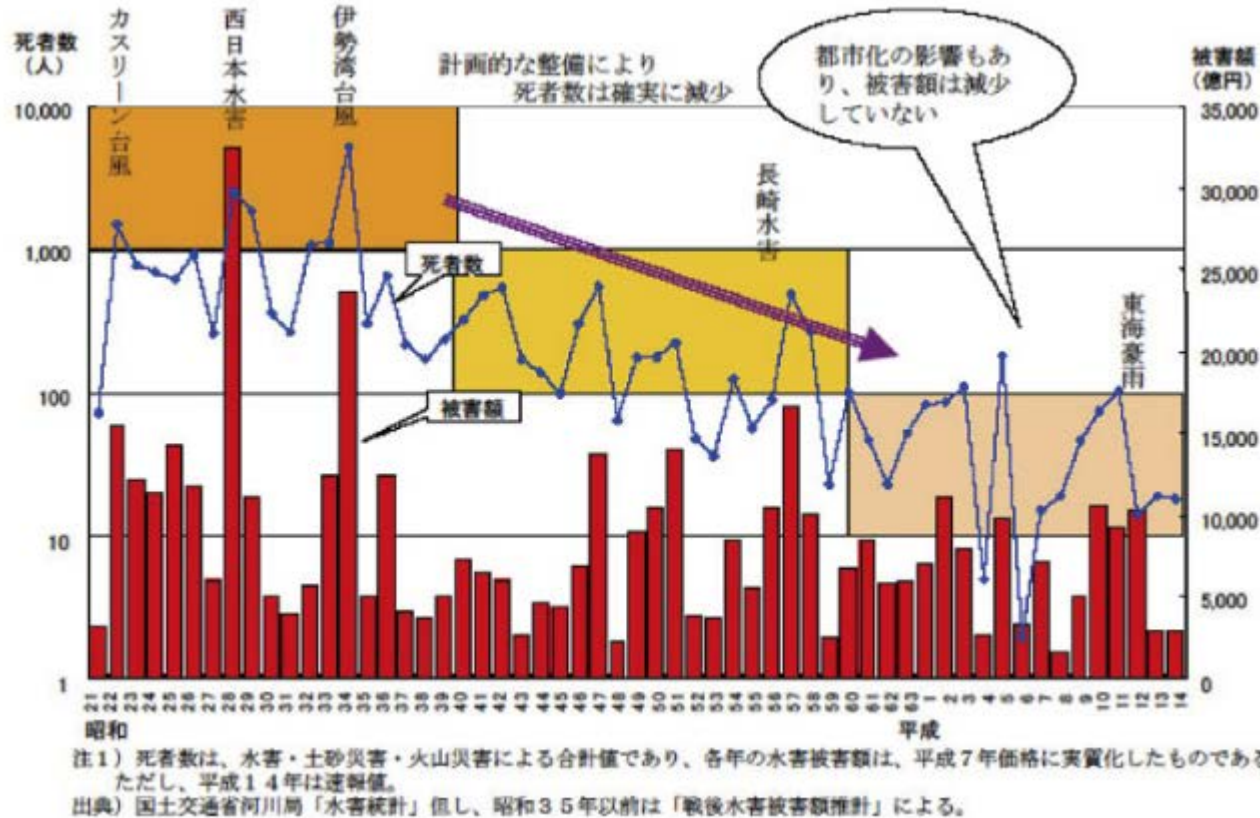
日本の大都市の気温、日本の平均気温、及び日本周辺海域の海面水温の推移
日本の平均気温は国内 17 地点（図 3.1.1）の平均。いずれも年平均値で、1901～1930 年の 30 年平均値からの差を示す。
作成：気象庁

東京の農業



3度の温度上昇に適応した

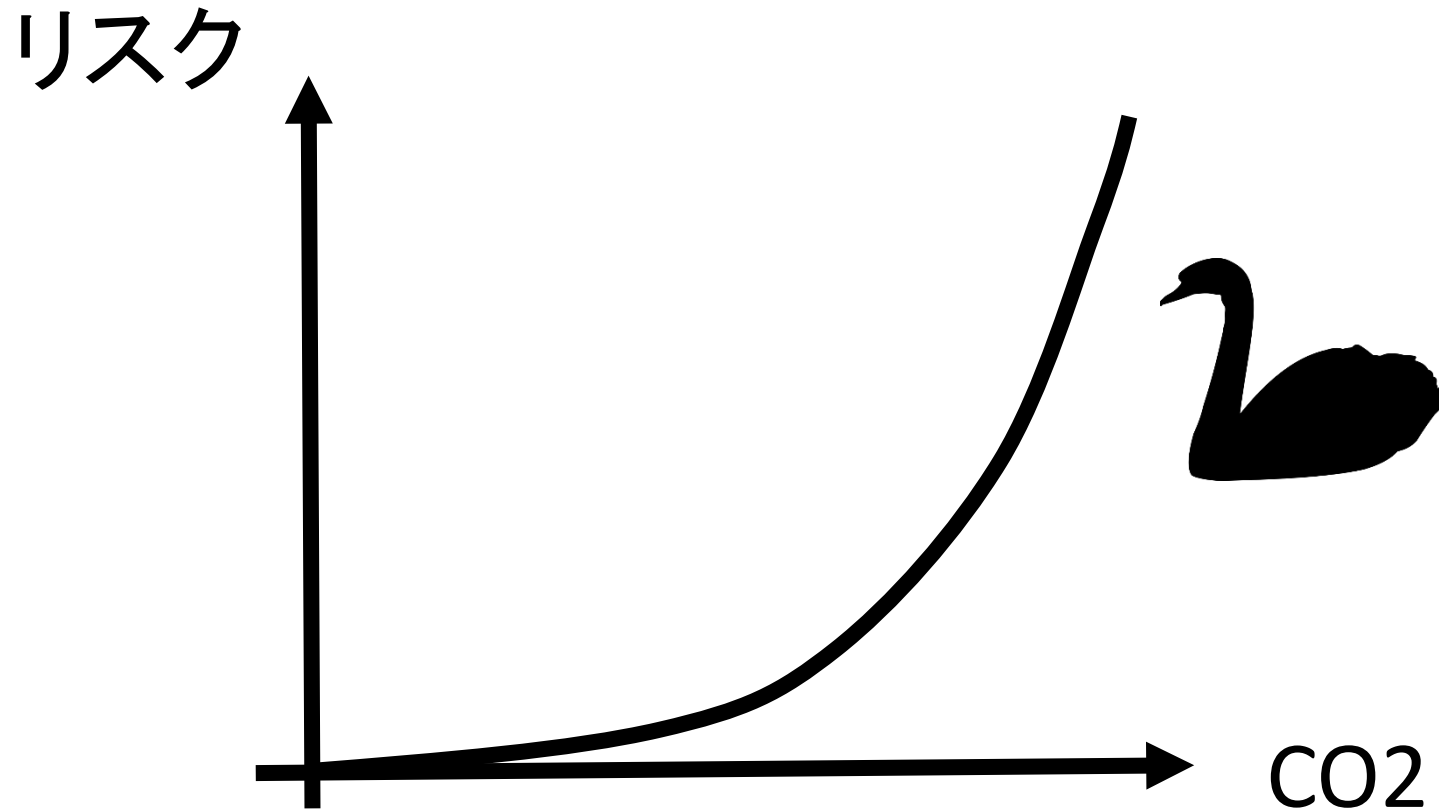
水害による死者数は激減



データ出所： 国土交通省
http://www.isad.or.jp/cgi-bin/hp/index.cgi?ac1=IB17&ac2=97summer&ac3=5611&Page=hpd_view

防災能力の向上 >> (温暖化に依る)被害

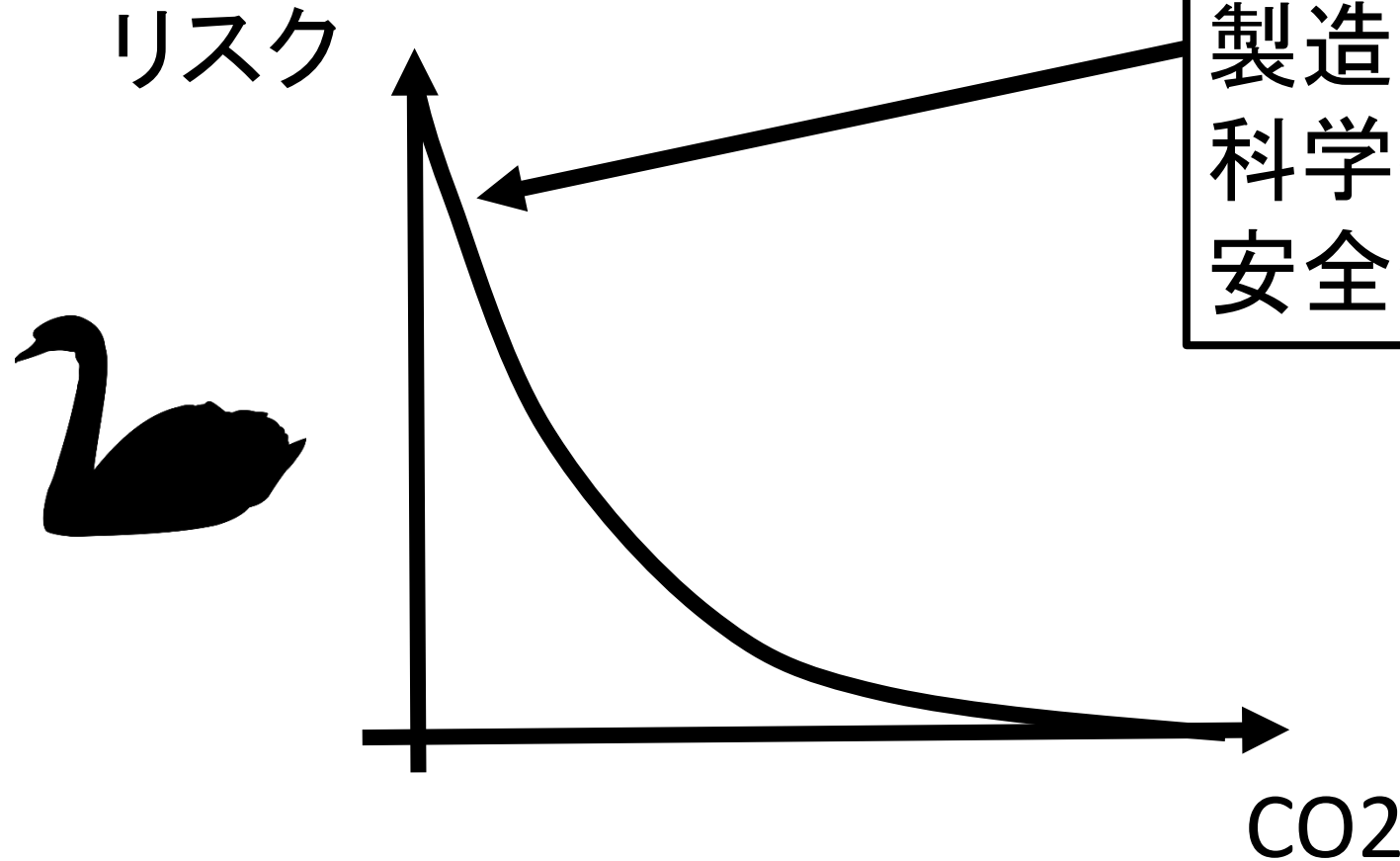
環境影響のリスク



「ブラック・スワン」
＝可能性は低い
かもしれないが、
重大な帰結をもたら
し得る事象
(タレブ 2006)

予防原則を適用すべきか？

CO2削減のリスク

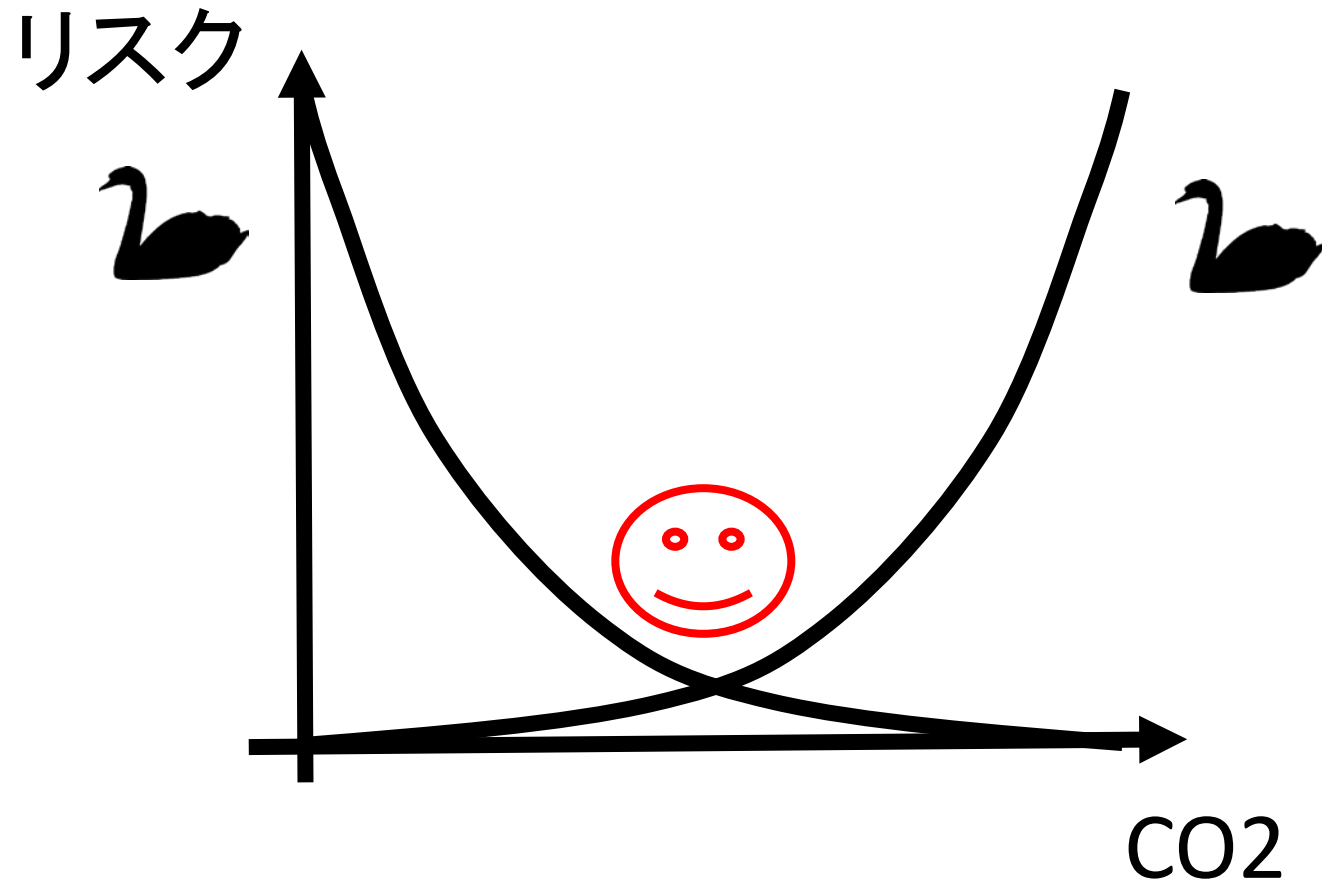


他国が協調しない
経済損失
製造業の海外移転
科学技術力の喪失
安全保障の喪失

CO2削減にもブラック・スワンが潜む。12

バランスが必要

トレードオフが本質的な場合、予防原則は使えない



環境問題は如何にして解決されて来たか？

アフォーダブルな技術(=受容可能なコストでの技術)が出来ることが、現実の制約下における環境問題解決の切り札だった。

例)

自動車の大気汚染(NO_x): 三元触媒

発電所の大気汚染(SO_x): 排煙脱硫設備

CO2削減の成功例

アフォーダブルな技術が在れば、CO2削減は成功した。

例)

- シェールガス：
石炭を代替し、米国の発電部門CO2を大幅削減
- LED照明： 白熱電灯・蛍光灯を駆逐し、電力削減
- フラットディスプレイ：
ブラウン管ディスプレイを駆逐し、電力削減

将来の展望

今後も多く**技術進歩**が見込まれる・・・

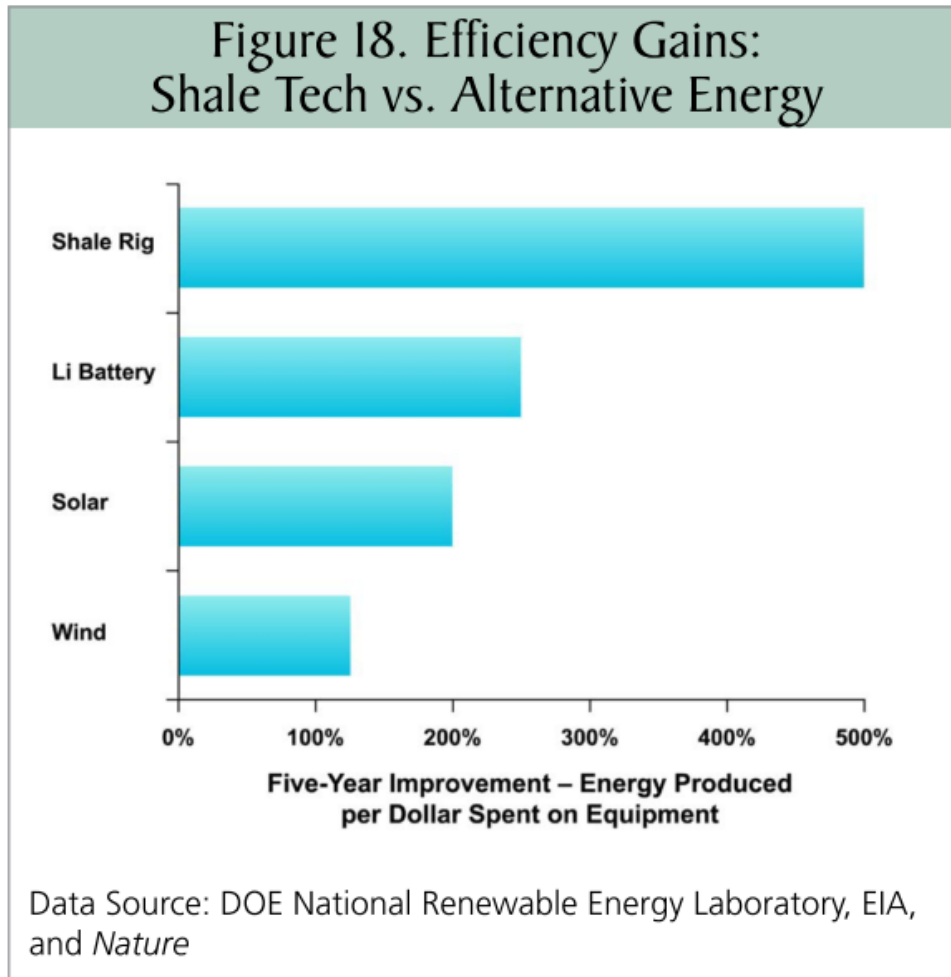
例)

- **自動車革命** (自動運転、EV、シェアリング)
- **工場のデジタル化** (生産性革命を通じて大幅省エネ)
- **業務でのVR利用** (モビリティ需要やオフィス需要を代替)
- **再エネ・CCSの低コスト化**

・・・**アフォーダブルな技術**でCO2削減が可能になる。

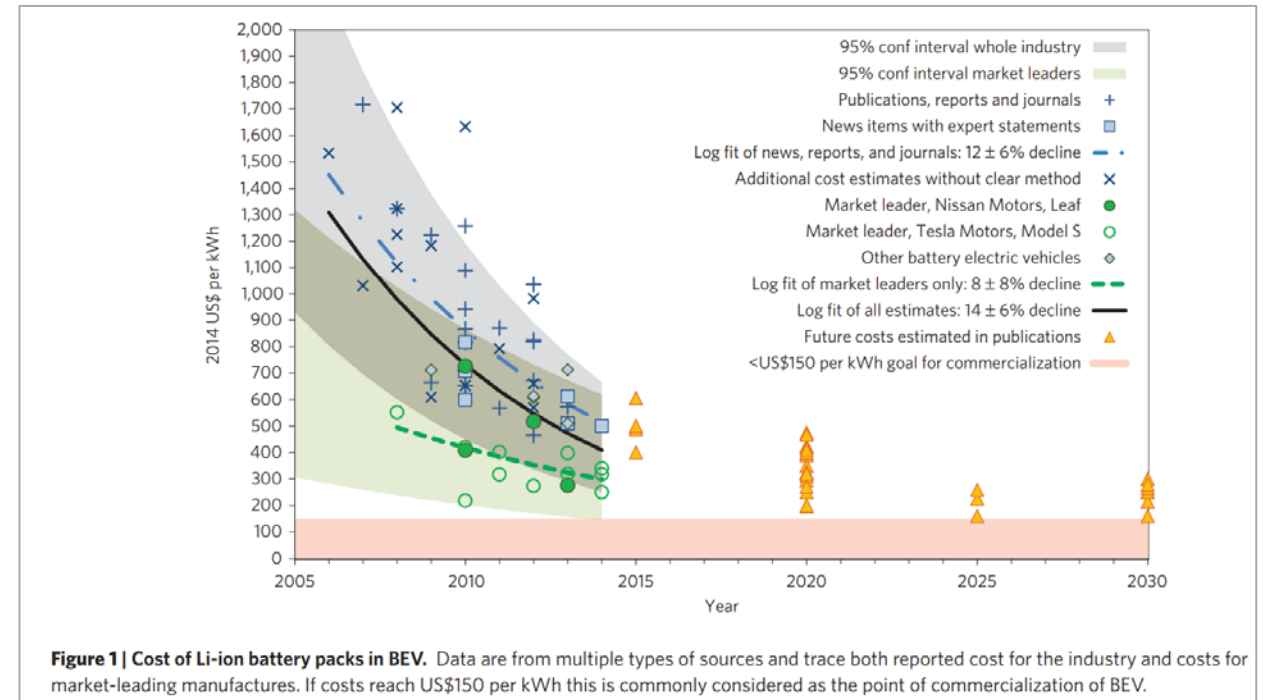
このための戦略 & 政策は？

多くの技術のコストは急激に低下している – イノベーションには期待出来る (PV, wind, battery, shale rig, LED, MEMS, sensors, internet, ...)



(Mills, 2015)

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=plh&AN=109071233&site=eds-live>



(Nykvist & Nilsson, 2015)

3つの革命で乗用車から大規模なCO2削減

- 自動運転車、EV、カーシェアリング (=3R)に依り大幅な経済便益とCO2削減。

3R Scenario Global Results

Compared to the BAU case in 2050, the 3R scenario produces impressive global results. It would:

- Cut global energy use from urban passenger transportation by over 70%
- Cut CO₂ emissions by over 80%
- Cut the measured costs of vehicles, infrastructure, and transportation system operation by over 40%
- Achieve savings approaching \$5 trillion per year

Three Revolutions in Urban TRANSPORTATION

How to achieve the full potential of vehicle electrification, automation and shared mobility in urban transportation systems around the world by 2050

Lew Fulton, UC Davis
Jacob Mason, ITDP
Dominique Meroux, UC Davis

Research supported by:
ClimateWorks Foundation, William and Flora Hewlett Foundation, Barr Foundation

UC DAVIS
SUSTAINABLE TRANSPORTATION ENERGY PATHWAYS
of the Institute of Transportation Studies

ITDP | Institute for Transportation & Development Policy

変化は経済全体で起きる。

- 運輸部門： 3 Revolution

EV + 自動運転 + シェアリング ⇒ 経済便益 + CO2大幅削減

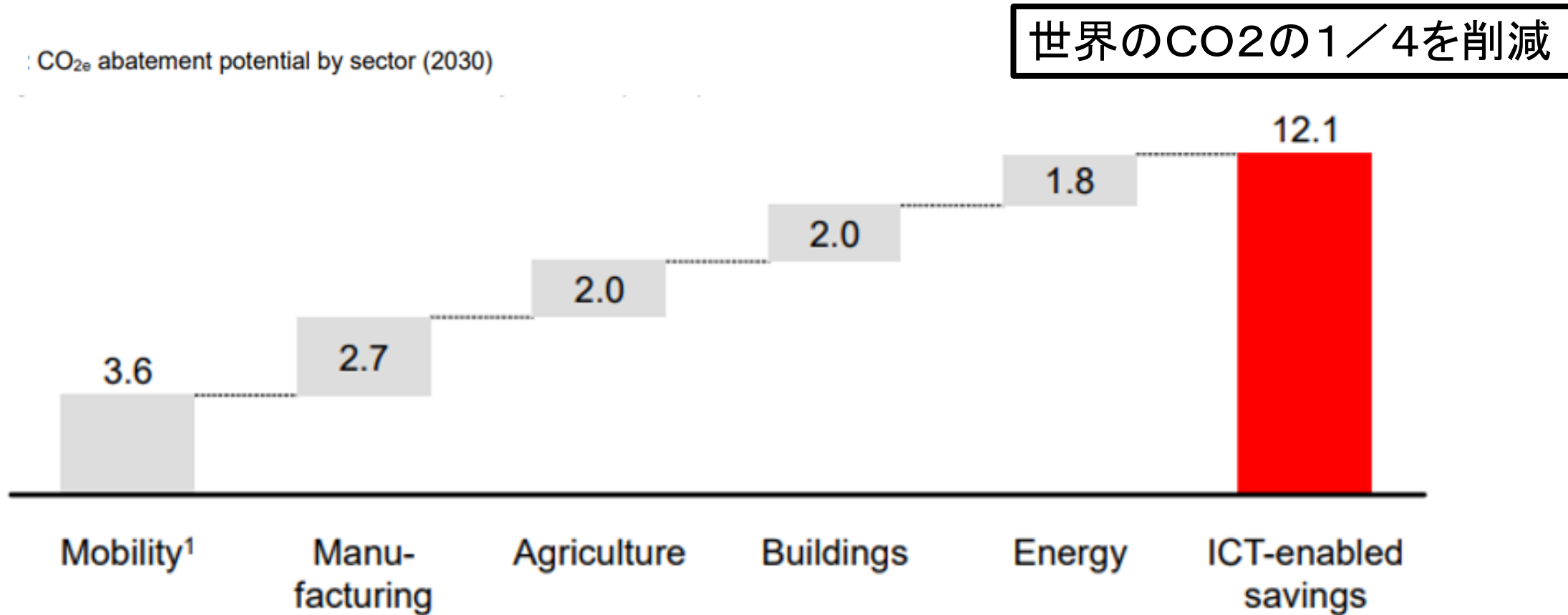
より一般には：

- 経済全体：

科学技術全般、特に、
汎用目的技術（GPT := ICT, AI, IOT, 化学, バイオ, etc）
の急速な進歩

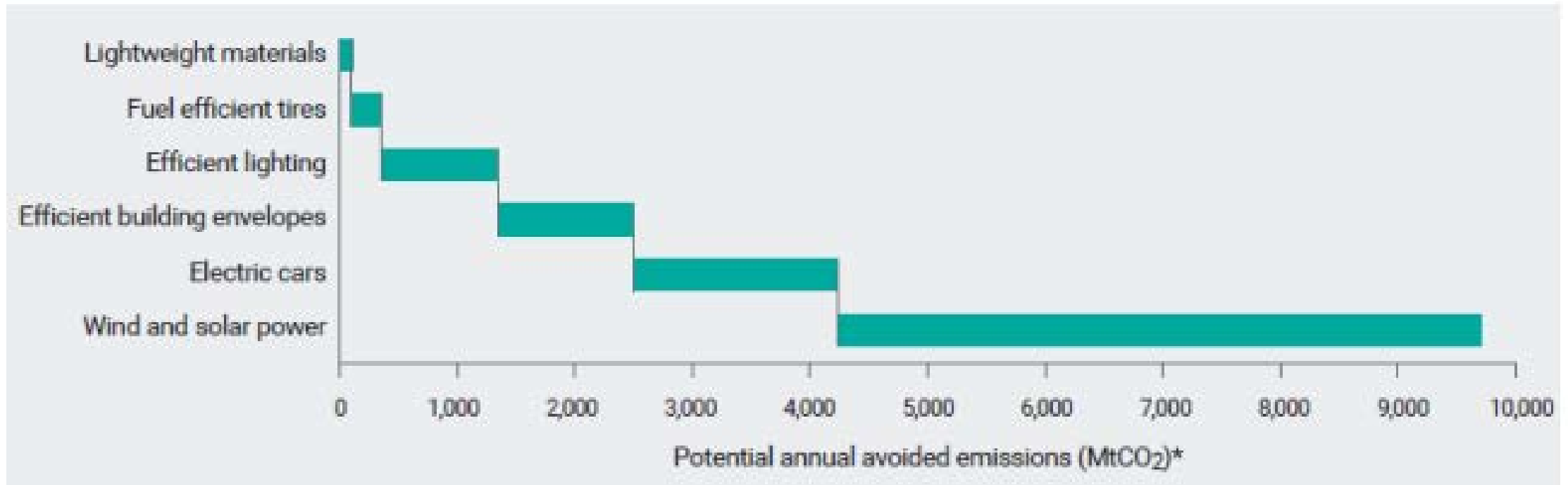
⇒ 経済便益 & CO2削減をもたらす。
タイムスパンは地球温暖化より遙かに短い（チャンス）

ICTによるCO2削減試算例



http://smarter2030.gesi.org/downloads/Full_report.pdf

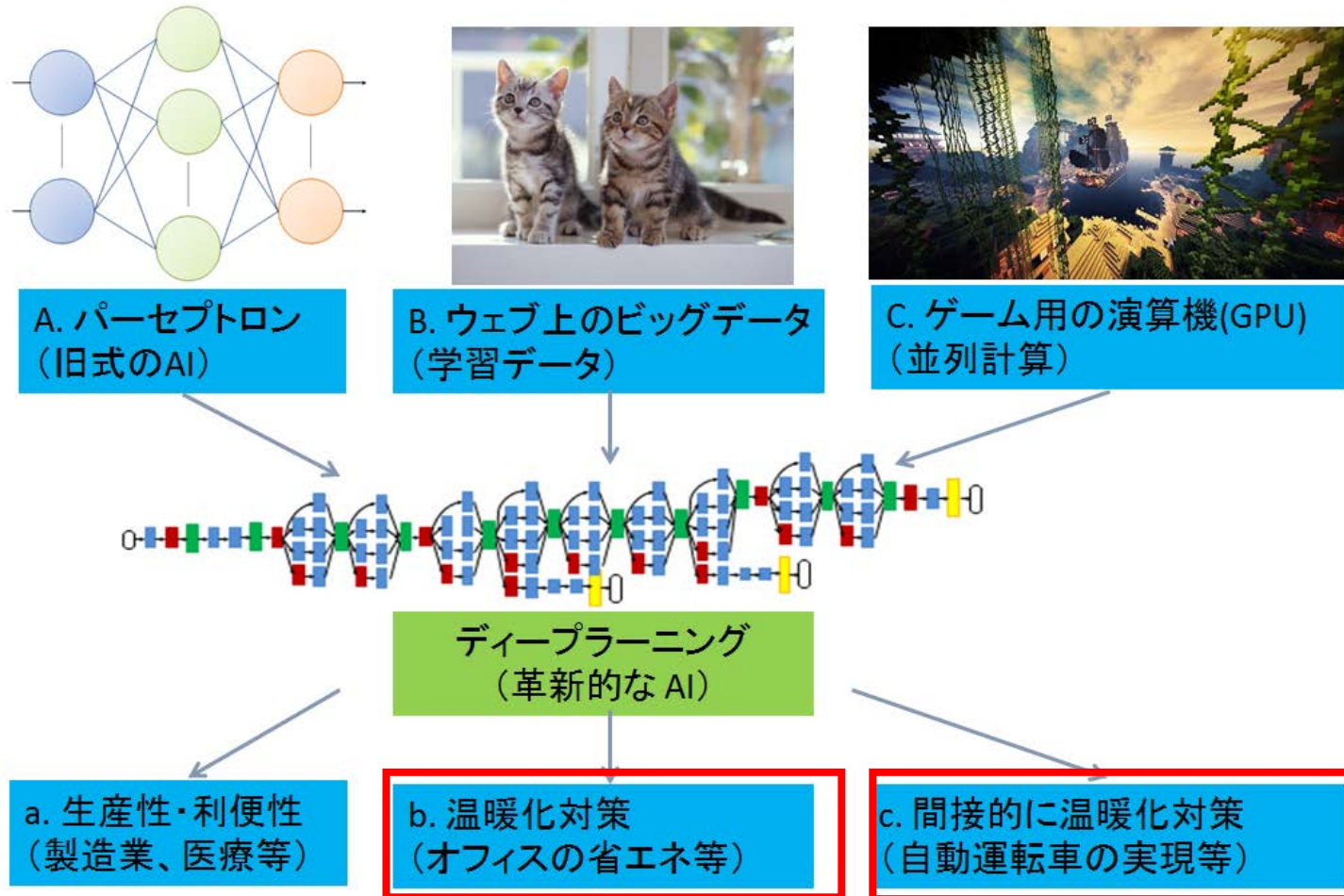
化学によるCO2削減の試算例



世界のCO₂の1/5を削減

<https://www.nikkakyo.org/sites/default/files/ghghoukoushogaiyo.pdf>

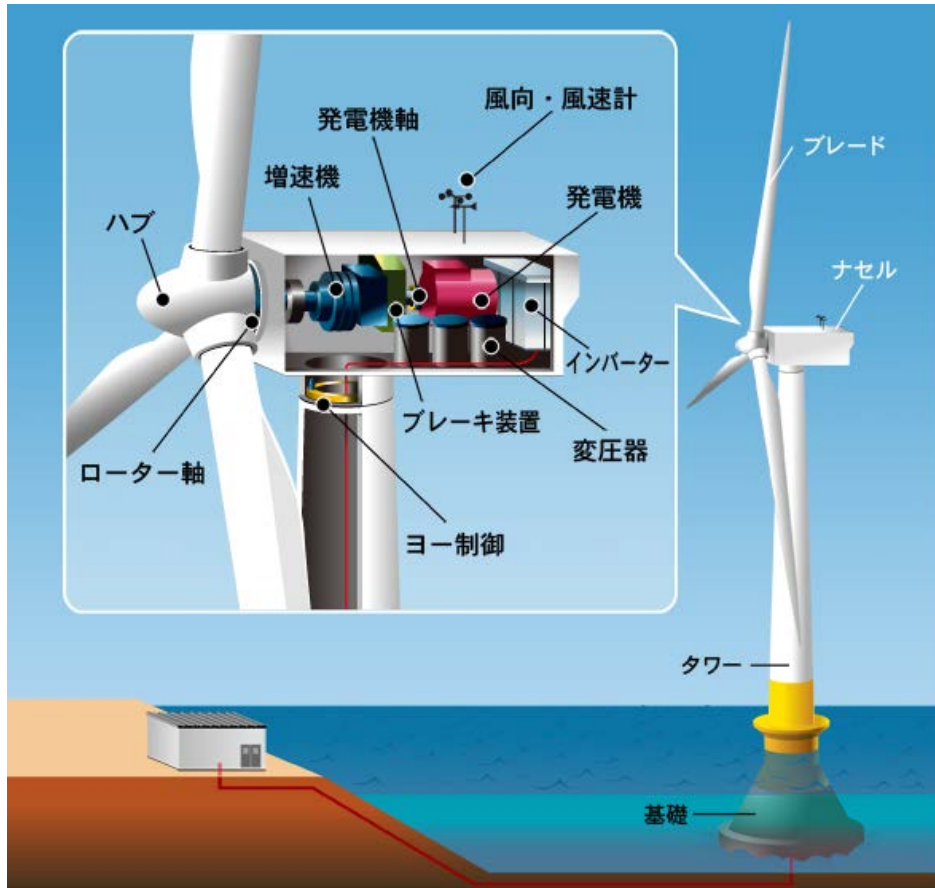
ディープラーニング（人工知能）



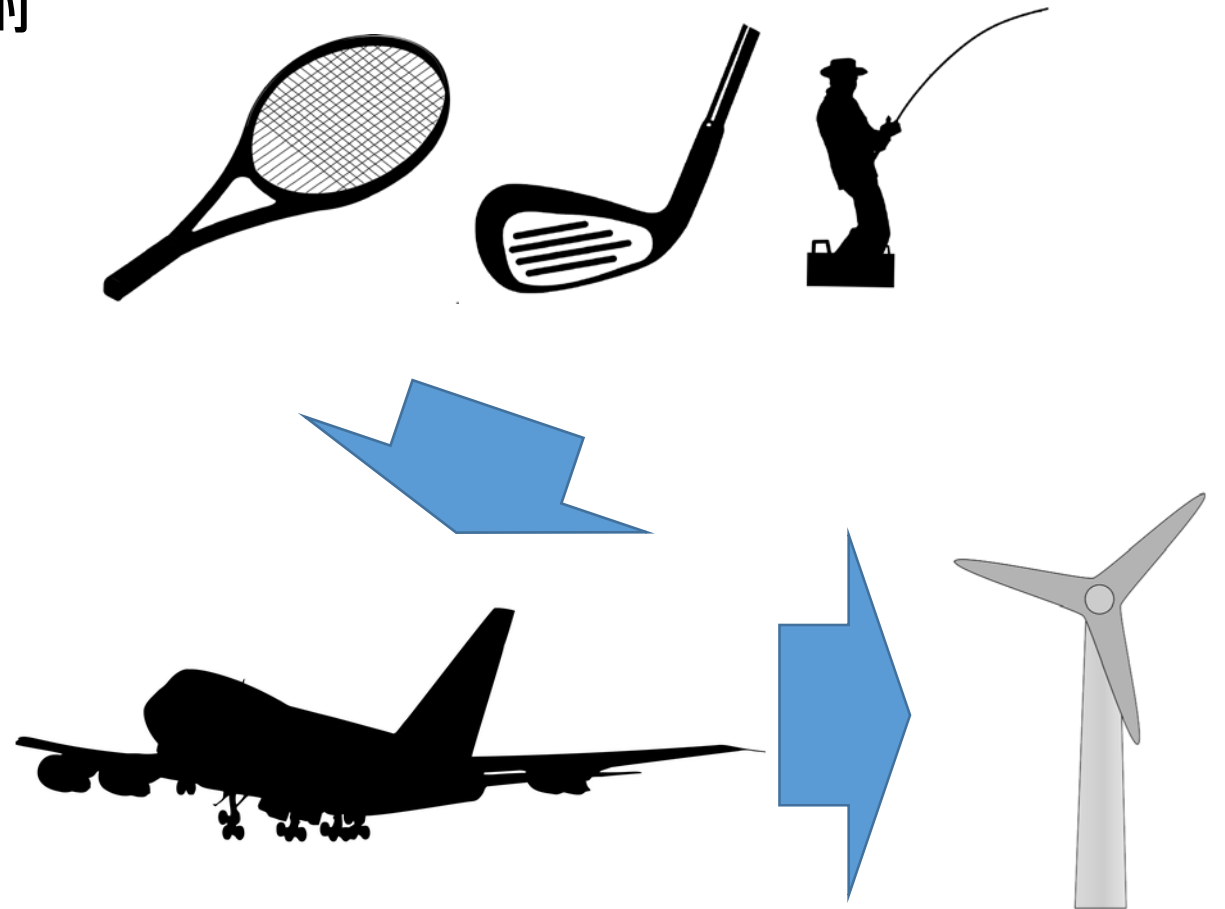
「温暖化対策技術」は科学技術全般の進歩から生まれる

風力発電とは・・・

フタを開けると、中身は汎用目的技術



<http://www.nedo.go.jp/fuusha/kouzou.html>



巨大な羽根は強化プラスチック(CFRP)

科学技術全般の進歩の恩恵を受けて今日の風力発電がある。

テクノロジーとは何か？

▪ <組合せ> 新規のテクノロジーは既存のテクノロジーの組合せで生まれる。

テクノロジーは「進化」する

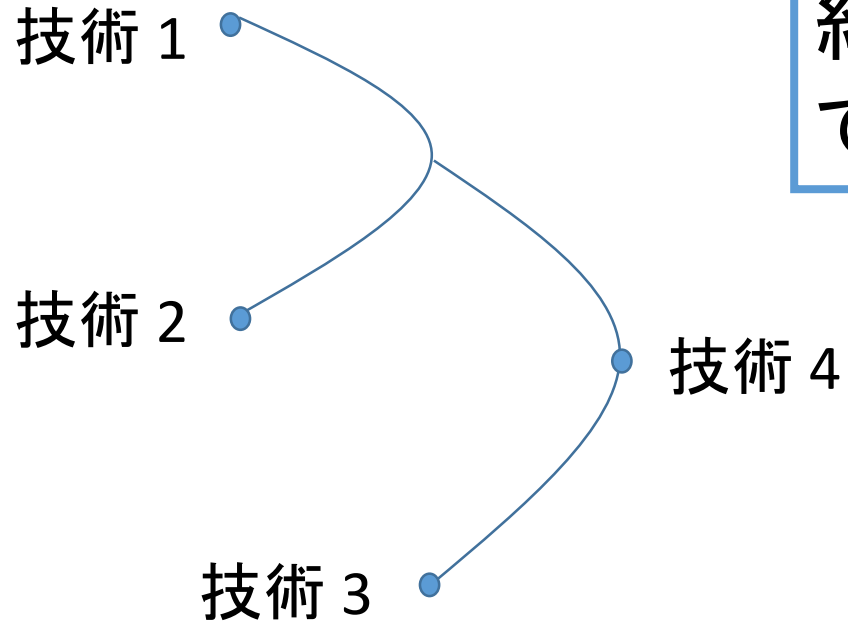
▪ <蓄積性> 一度出来ると、消えることが無い。

長期的な経済成長の源泉

▪ <加速性> 進歩は加速する

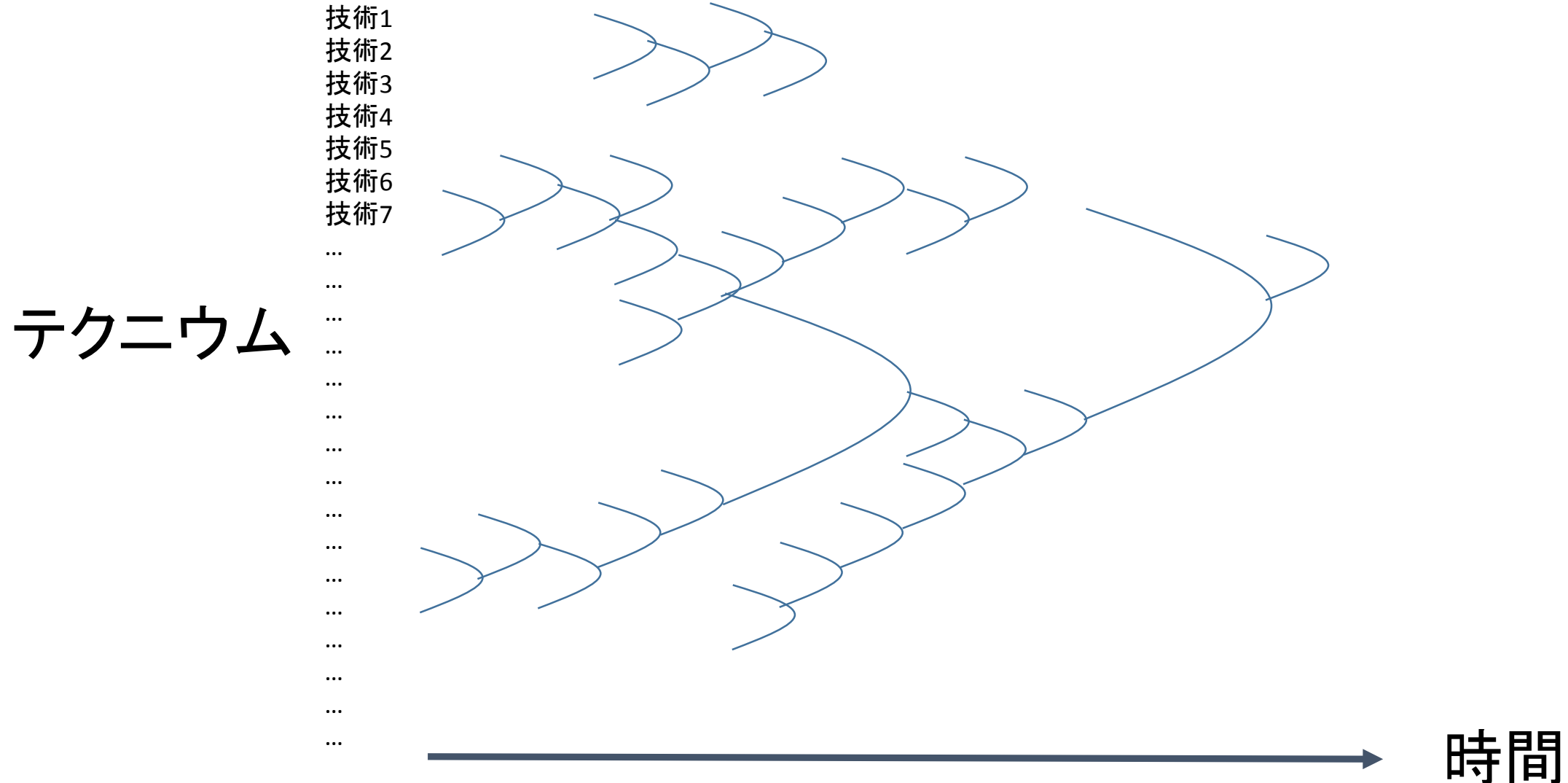
温暖化問題解決への期待

新規の技術は
既存の技術の
組合せ
で生まれる



親が子を残す
ように...

テクノロジーの「進化」 (複雑系理論)



(ケヴィン・ケリー2014; ブライアン・アーサー2011; スチュアート・カウフマン 2002)

テクノロジーの「進化」を加速するには？



テクノロジーの「進化」を加速するには？

生態系の進化は:

- 高温、多湿

⇒ 進化が加速。多様性増加。 (J. H. Brown, 2014)

テクノロジーの生態系の進化は:

- 良好な経済環境。

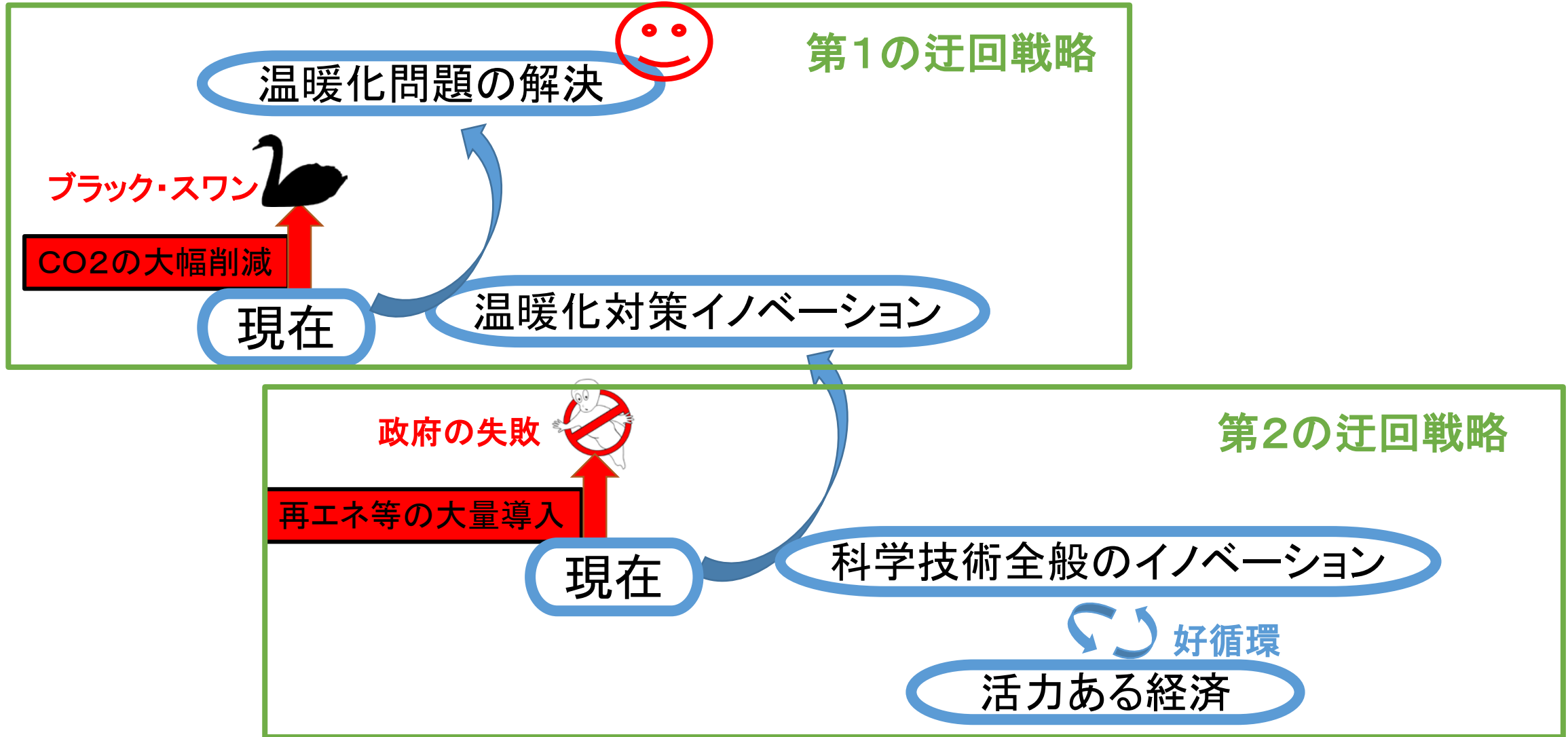
⇒ 企業活動が活発。イノベーション進む。

温暖化対策の教訓・・・

- PV: FITで大量導入、69兆円の追加費用。PVコスト高止まり(野村・天野2014; 朝野2017)。系統統合の課題未解決。日本メーカー敗北。
- 家電エコポイント: フラットディスプレイに1兆円補助、CO2削減ゼロ(荒川・秋元2015)、日本メーカー敗北。
⇒ 再エネ等の普及段階の大量導入は「政府の失敗」に帰結。
- 研究開発国プロ(サンシャイン、ムーンライト): 火力発電、ヒートポンプ等で一定の成果(木村2015)

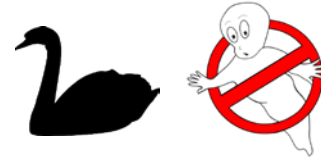


二重の迂回戦略(doubly oblique approach)



温暖化対策における政府の役割

1. 経済成長とイノベーションの好循環を実現。
それを妨げる「余計な事をしない」。
2. 基礎研究・技術開発への投資をする。
3. 科学技術全般のイノベーションに合わせて制度を改革する。時代遅れになる前に。
4. アフォーダブルになったCO2削減策を実施に移してゆく。

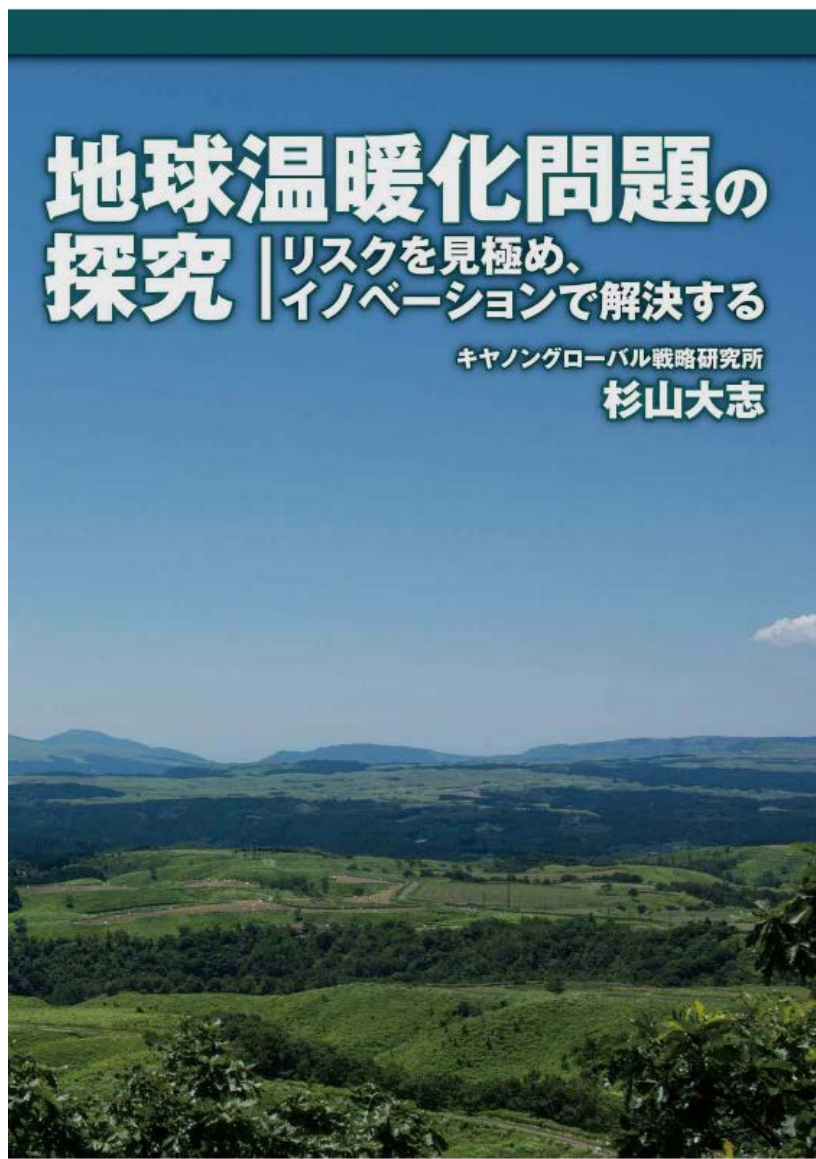


本講演の引用文献

* 本講演中のウェブリンクは全て講演時点のものです。

- IPCC (2014) IPCC第5次評価第3部会報告書
- IPCC (2013) IPCC第5次評価第1部会報告書
- ナシーム・ニコラス・タレブ. (2009). ブラック・スワン[上・下]—不確実性とリスクの本質. ダイヤモンド社.
- ブライアン・アーサー. (2011). テクノロジーとイノベーション—進化/生成の理論. みすず書房.
- スチュアート・カウフマン. (2002). カウフマン、生命と宇宙を語る—複雑系からみた進化の仕組み. 日本経済新聞社.
- ケヴィン・ケリー. (2014). テクニウム-テクノロジーはどこへ向かうのか? みすず書房
- Brown, J. H. (2014). Why are there so many species in the tropics? *Journal of Biogeography*, 41(1), 8–22.
<https://doi.org/10.1111/jbi.12228>
- Nykvist, B., & Nilsson, M. (2015). Rapidly falling costs of battery packs for electric vehicles. *Nature Climate Change*, 5(4), 329–332.
- 野村浩二・天野友道(2014)太陽光発電の高い買取価格は競争を阻害するか DBJ Research Center on Global Warming Discussion Paper Series No(Vol.49). Retrieved from http://www.dbj.jp/ricf/pdf/research/DBJ_RCGW_DP49.pdf
- 朝野賢司(2017)固定価格買取制度(FIT)による買取総額・賦課金総額の見通し(2017年度版) Retrieved from <https://criepi.denken.or.jp/jp/serc/source/pdf/Y16507.pdf>
- Arakawa, J., & Akimoto, K. (2014). Assessments of Japanese Energy Efficiency Policy Measures in Residential Sector. *Journal of the Japan Institute of Energy*, 93(4), 333–339. <https://doi.org/10.3775/jie.93.333>
- 木村宰(2015)公的支援が技術の実用化・普及に及ぼす影響:エネルギー技術開発プログラムに関する事例研究 東京大学大学院工学系研究科先端学際工学専攻博士論文

更に詳しくは(引用文献の解説を含む)



12月7日発売(予定)、

電子書籍:

100円

(Amazon kindle, 楽天 kobo,
Apple iBooks 他)

書籍:

2324円

(Amazon他)