

ネガティブエミッション

(一財)エネルギー総合工学研究所

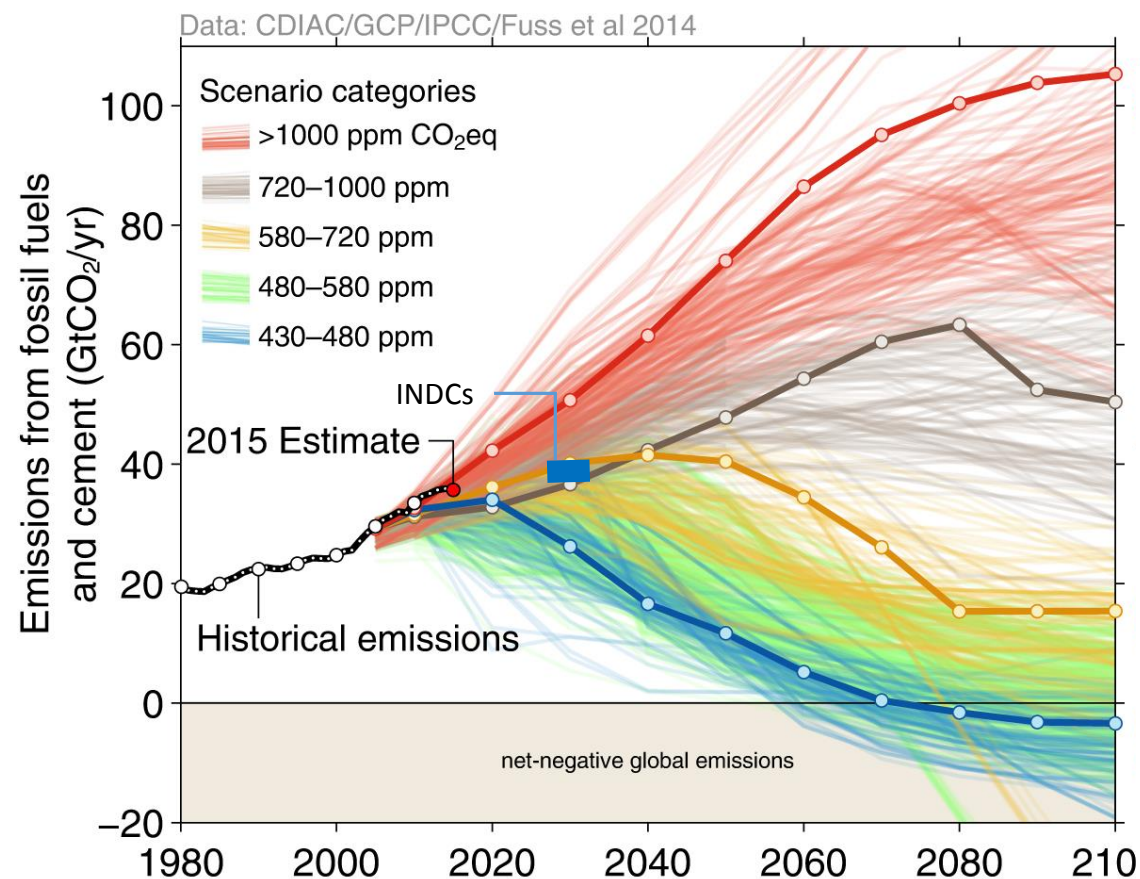
加藤悦史

「1.5°Cに抑える努力の追求（パリ協定）研究者集会

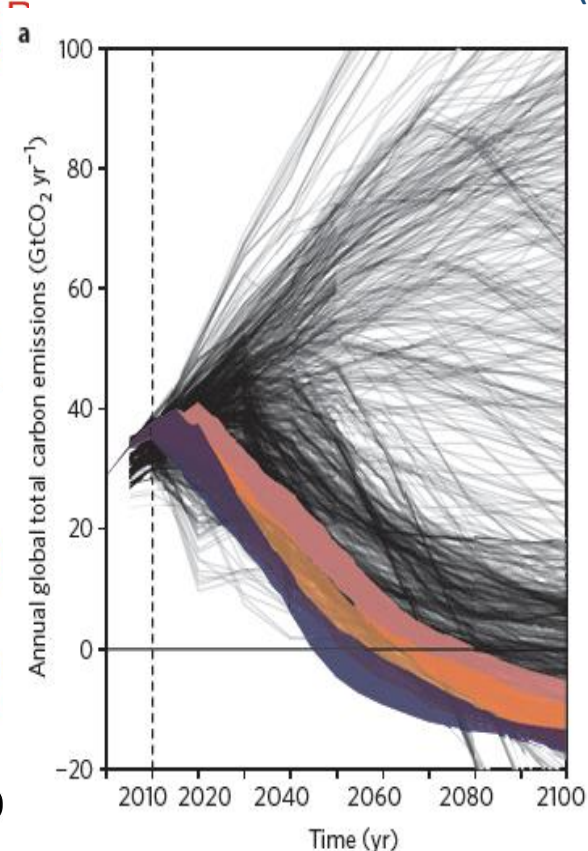
2016年9月5日

これまでの排出量とAR5での排出シナリオ

COP21での約束草案 (INDCs) に基づく排出経路は、最悪な気候変化 (赤) を避けることは出来るが、多くの分析によると約3°Cの上昇となる (茶)



>50% で1.5度以下のパス (紫)

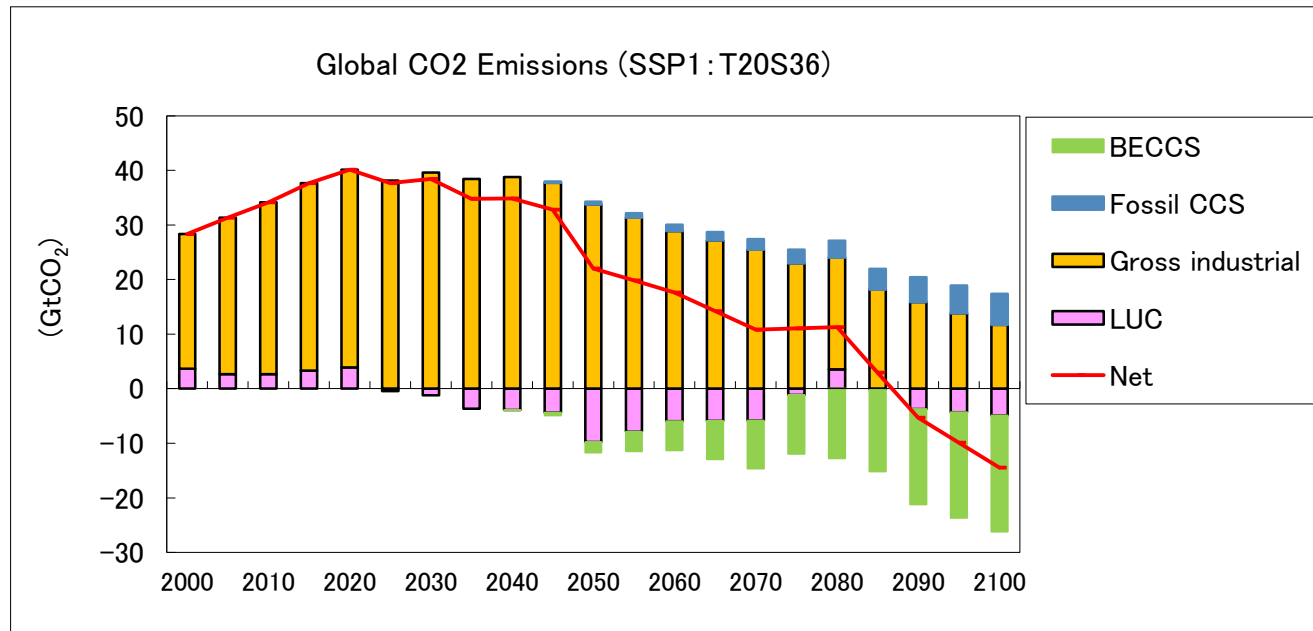


Rogelj et al. 2015

Over 1000 scenarios from the IPCC Fifth Assessment Report are shown
Source: [Fuss et al 2014](#); [CDIAC](#); [Global Carbon Budget 2015](#)

1.5度および2度に向けた排出経路におけるネガティブエミッション

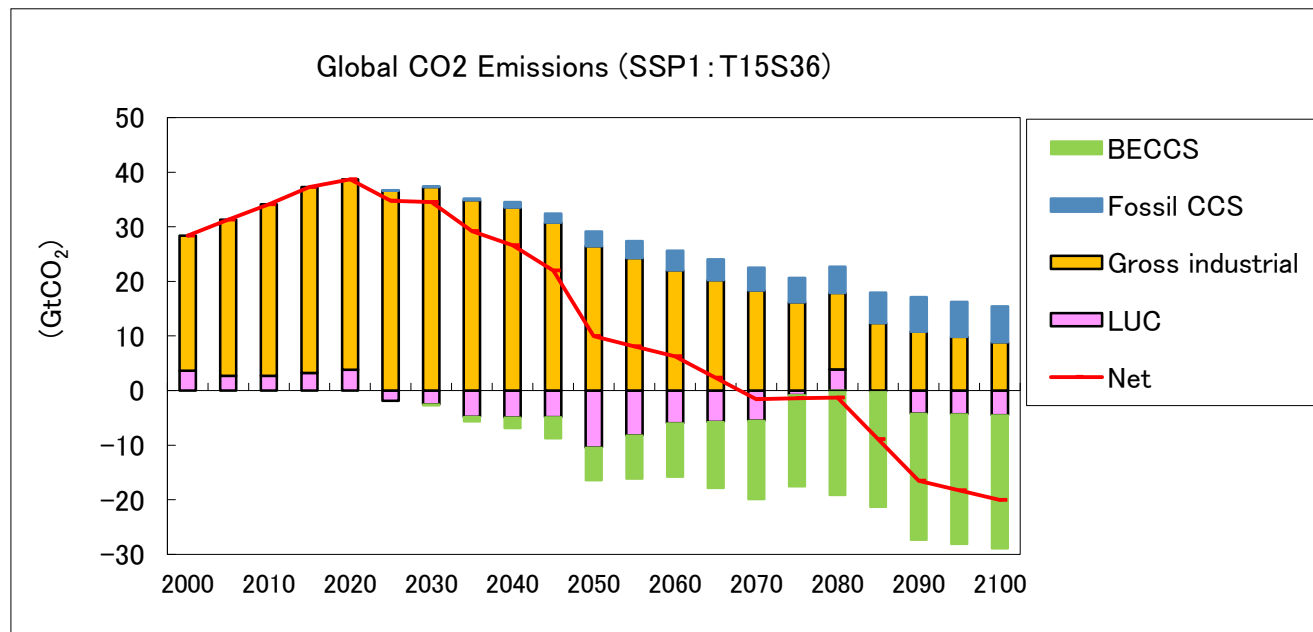
- 66%確率で2度目標達成可能なパスのGRAPEによる試算例



- 2050年から大規模BECCS利用: 積算量は577 GtCO₂、IPCC WG3 AR5シナリオ (616 GtCO₂) と同等
- 2100年で約21 GtCO₂/yr のネガティブエミッション

1.5度および2度に向けた排出経路におけるネガティブエミッション

- 66%確率で1.5度目標達成可能なパスのGRAPEによる試算例



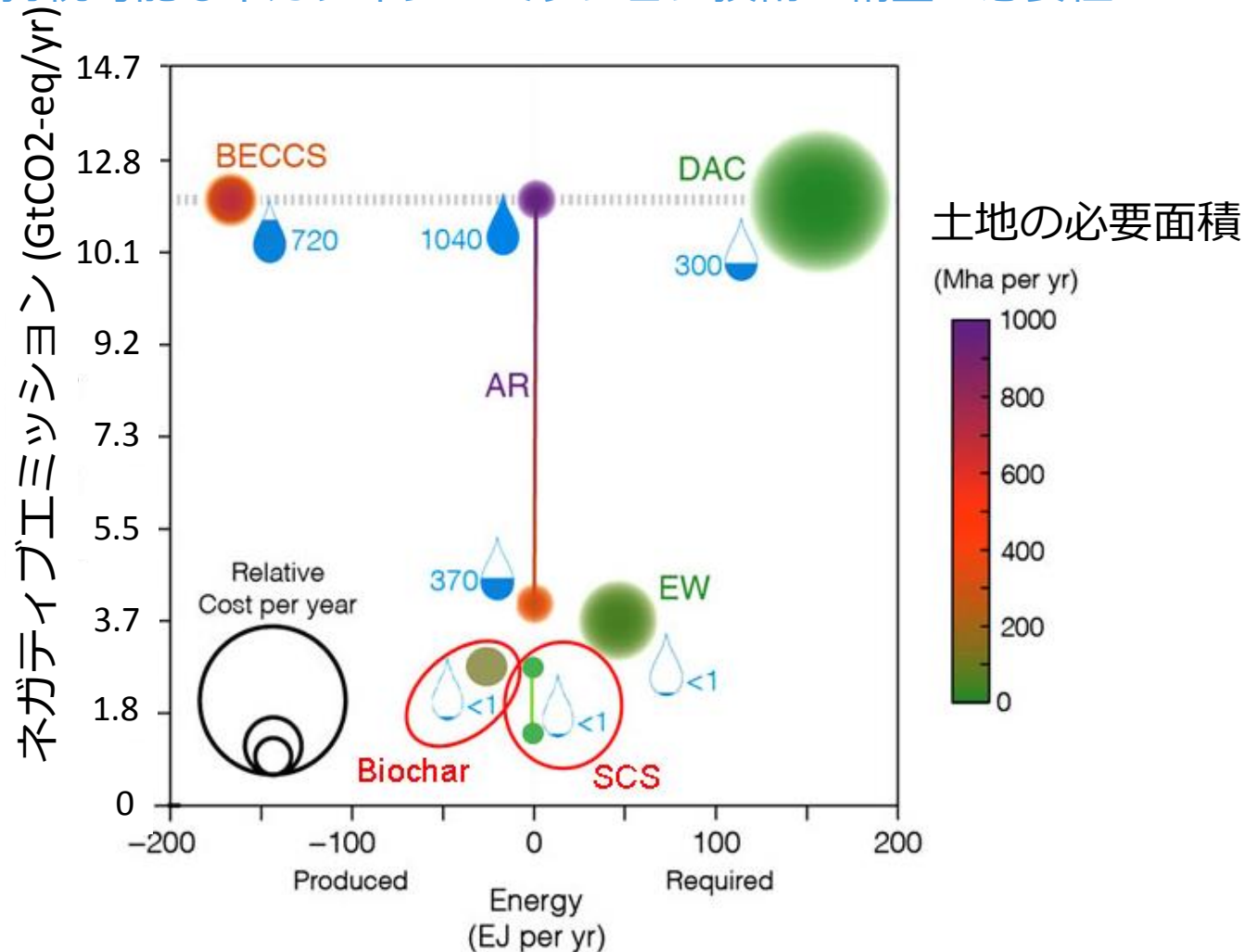
- 2040年から大規模BECCS利用: 積算量は 881 GtCO₂
- 2100年で約24 GtCO₂/yrのネガティブエミッション
- 66%確率で2度目標の場合にくらべ、積算量で約1.5倍のBECCSを利用

ネガティブエミッション技術

- バイオエネルギー利用によるCCS (BECCS)
- 直接空気回収 (DAC) と CCS (DACs)
- 風化促進 (Enhanced Weathering)
- 植林 (Afforestation, Reforestation)
- 海洋吸収の促進
- 農耕方法の転換 (altered agricultural practices)
- バイオ炭利用 (biochar)
- バイオマスあるいはDACによる構造物利用
- ...

ネガティブエミッション技術の影響/制約

持続可能なネガティブエミッション技術の精査の必要性



Water requirement is shown as water droplets, with quantities in km³ per year.

All values are for the year 2100 except relative costs, which are for 2050

Source: [Smith 2016](#); [Smith et al. 2015](#)

ネガティブエミッション技術 のポートフォリオ

- スケール
 - 時間軸
 - 生物物理的・経済的制約と影響
- これらの精査が必要とされる

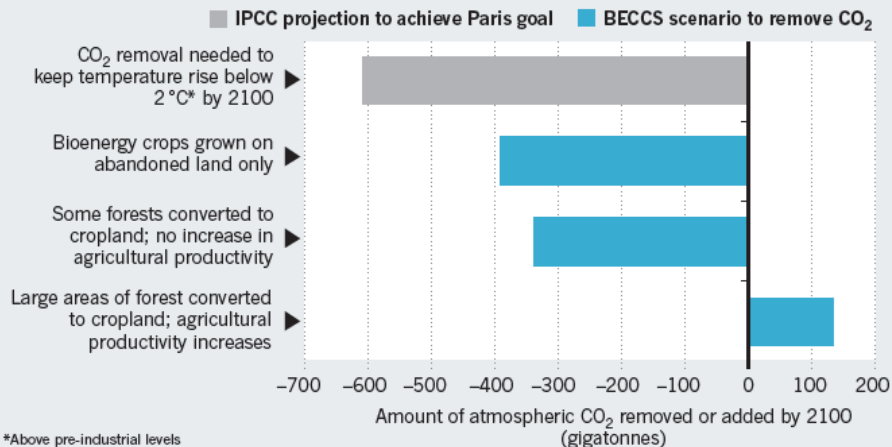
ROGELIOV. SOLIS/AP



Carbon-capture plants provide one way to reduce the amount of atmospheric carbon dioxide.

FUTURE UNKNOWN

Projections of how much carbon dioxide could be removed from the atmosphere using bioenergy with carbon capture and storage (BECCS) between 2020 and 2100 vary drastically depending on where the land for growing bioenergy crops comes from.



Scrutinize CO₂ removal methods

The viability and environmental risks of removing carbon dioxide from the air must be assessed if we are to achieve the Paris goals, writes **Phil Williamson**.

研究開発の動向

- ネガティブエミッション技術の配置とSDGsの関連
 - ポートフォリオ
 - 土地・水の持続可能な利用とのトレードオフ
 - SDGs目標との統合作業が課題 (von Stechow et al., 2016 ERLが先駆的な研究例)
 - 日本ではどうするか?
- ネガティブエミッション技術・政策に関する研究組織の創設
 - Center for Carbon Removal, UC Berkeley
 - Beyond Carbon Neutral, ミシガン大
 - Center for negative carbon emissions, アリゾナ州立大
 - MaGNET Initiative, グローバルカーボンプロジェクト
- BECCS実証
 - イリノイ州Decatur バイオエタノール製造 CCS (2011-2014で1Mt CO₂貯留, 2016から年間1Mt CO₂予定)
 - ノースダコタ州バイオエタノール施設
 - 三川発電所 2020年度(予定) バイオマス発電CCS
 - バイオマスガス化施設のスケールアップと商用化の課題 (Sanchez and Kammem 2016, nenergy)
 - アカウンティングの重要性
- DACに関するベンチャー
 - Carbon Engineering, Climeworks, SkyTree, Infinitree, Global Thermostat, Coaway

Table 2. The link between relevant and available indicators calculated from integrated model variables, SD risk dimensions, and SDGs and other sustainable energy objectives. See figure S2 and SI section 3 for more details.

Indicators calculated from integrated model variables	SD risk dimensions affected by mitigation	SDGs and other sustainable energy objectives
Biomass supply for energy per year	Bioenergy expansion	Food security (SDG 2)
Cumulative BC and SO ₂ emissions	Air pollutant concentration	Health via air quality (SDG 3.9)
Maximum decadal energy price growth	Energy price growth	Energy access (SDG 7)
Maximum decadal growth reduction	Consumption growth reduction	Economic growth (SDG 8.1)
Idle coal capacity per year	Stranded fossil investment	Full employment (SDG 8.3)
Maximum decadal PV and Wind upscaling	Wind & PV grid integration	Resilient infrastructure (SDG 9)
Cumulative global oil trade, cumulative oil extraction, fuel diversity of transport sector	Oil insecurity, transport sector reliance on oil	Ensure energy security ^a
Nuclear capacity expansion in Newcomers ^b	Nuclear proliferation	Peaceful use of nuclear power
Cumulative CO ₂ emissions until mid-century	Peak atmospheric CO ₂ concentration	Minimize ocean acidification (SDG 14.3)
CO ₂ captured and stored per year	Environmental risks of CCS	Sustainable production (SDG 12.4)

^a Due to the focus on global risks, the analysis is limited to oil security—the fuel with the highest scarcity concerns and high import dependence in most countries, lacking substitutes in transport (see SI section 3.1.7).

^b We designed a new indicator that can draw on existing model variables (see SI section 3.2).