

2019年環境ジャーナリスト講座（10月16日）

IPCC土地関係特別報告書について

－ 食料・水・生態系と調和する気候変動対策とは？ －

国立環境研究所 地球環境研究センター（茨城県つくば市）

さいぐさ のぶこ
三 枝 信 子

自己紹介：

埼玉県（旧 浦和市）出身

東北大学大学院 博士課程修了（地球物理学）

筑波大学 助手、(旧)通産省工業技術院（後の産業技術総合研究所）研究員、
2008年度より 国立環境研究所にて陸域の温室効果ガス循環の研究に従事

IPCC 土地関係特別報告書 (Climate Change and Land)

政策決定者向け要約 (2019年8月8日公開)

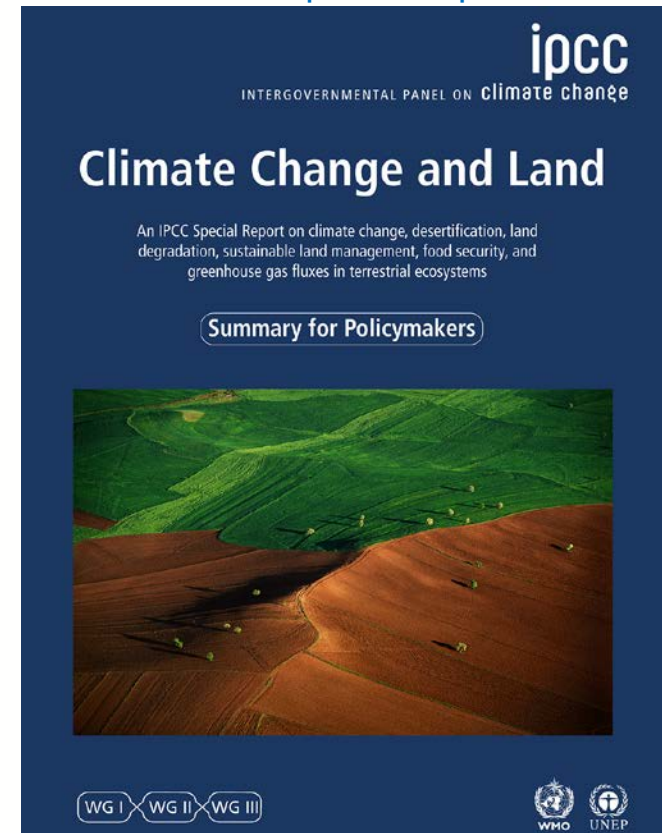
www.ipcc.ch/report/SRCCL

タイトル (和訳) :

気候変動と土地：気候変動、砂漠化、土地の劣化、持続可能な土地管理、食料安全保障及び陸域生態系における温室効果ガスフラックスに関するIPCC特別報告書

Land-based mitigation

- 気候変動対策と食料安全保障は土地と水をめぐって競合する。
- 持続可能な土地管理により、食料・水・生態系と調和する気候変動対策をどこまで推進できるか？



IPCC土地関係特別報告書
政策決定者向け要約の表紙

IPCC 第6次評価報告書(AR6)に向けた報告書作成プロセス

2018年10月

1.5℃特別報告書

2019年5月

温室効果ガスインベントリに関する
方法論報告書2019

2019年8月

土地関係特別報告書

2019年9月

海洋・雪氷圏特別報告書

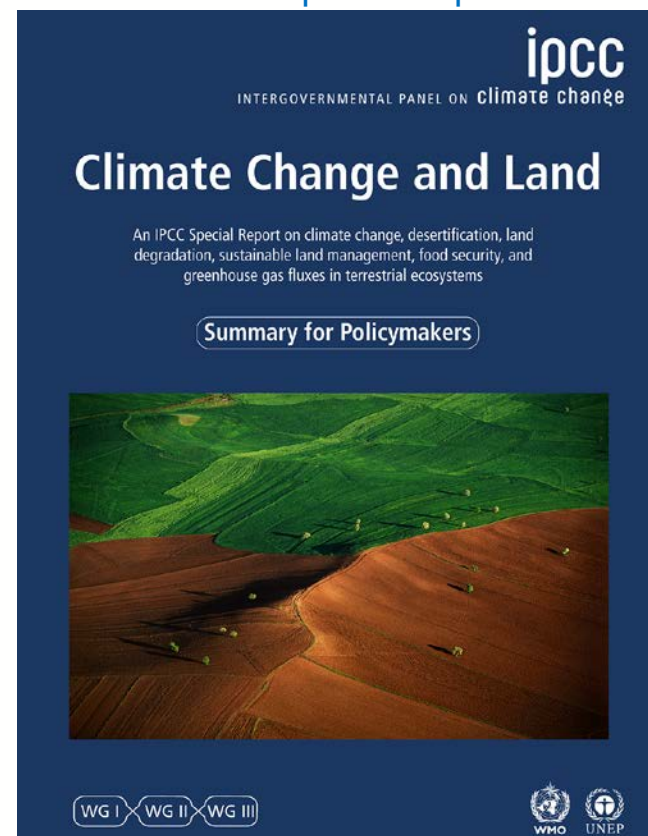
2021年4月～7月（公開予定）

IPCC AR6 第1～第3作業部会報告

2022年4月（公開予定）

IPCC AR6 統合報告書

www.ipcc.ch/report/SRCCL



IPCC土地関係特別報告書
政策決定者向け要約の表紙

IPCC 土地関係特別報告書の作成プロセス

2016年4月

第43回IPCC総会にて作成決定

2017年2月

スコーピング会合にて全体構成策定

2017年～2018年

執筆者会合（計4回）

専門家や各国政府のレビュー

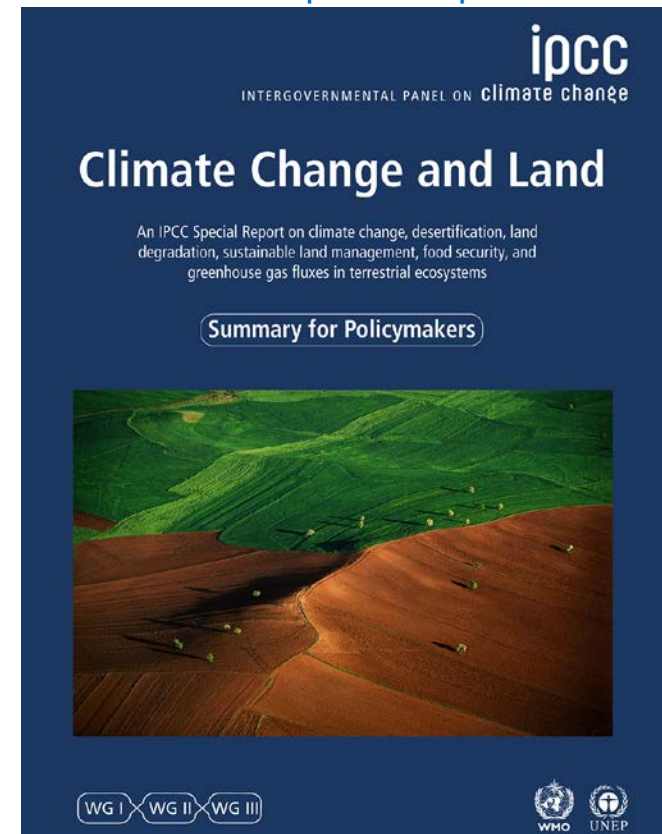
2019年8月

第50回IPCC総会で受諾

世界の52カ国100人以上の専門家が参加

途上国出身者が過半数（53%）

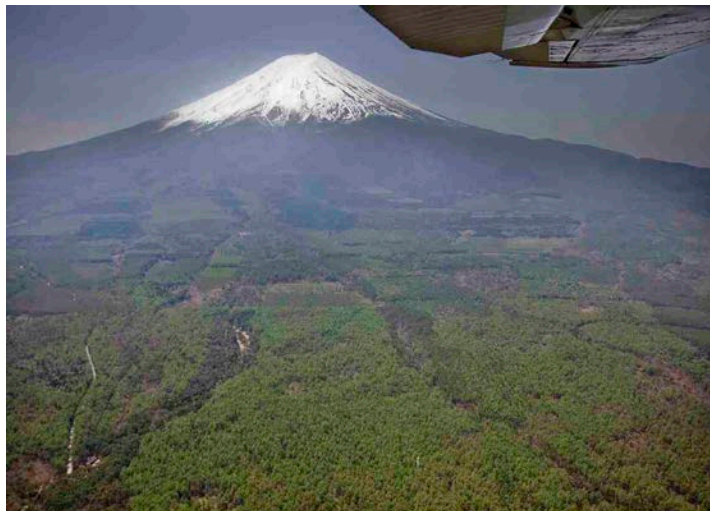
www.ipcc.ch/report/SRCCL



IPCC土地関係特別報告書
政策決定者向け要約の表紙

土地は有限：食料・水・生態系と調和する気候変動対策とは？

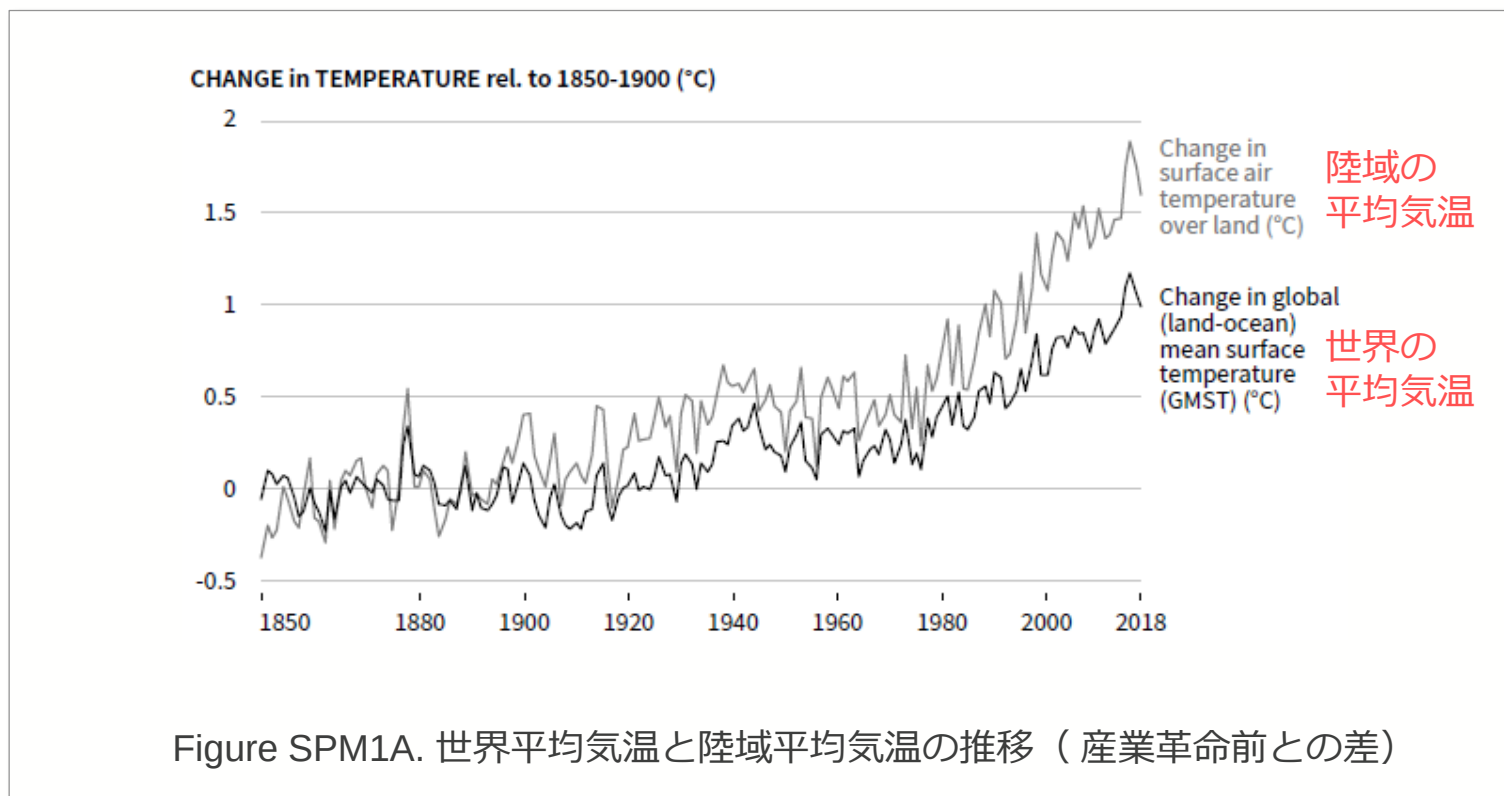
1. 気候変動が世界の陸域に与える影響は？
2. 陸域は温室効果ガスの排出源でもあり吸収源でもある
3. 食料供給や生態系保全と調和する気候変動対策とは：
相互のトレードオフ(競合)とコベネフィット(副次的便益)
4. 将来の気温上昇を1.5℃までに抑えるためのシナリオ



国立環境研究所
富士北麓森林炭素収支
モニタリングサイト遠景

陸域の昇温速度は速い

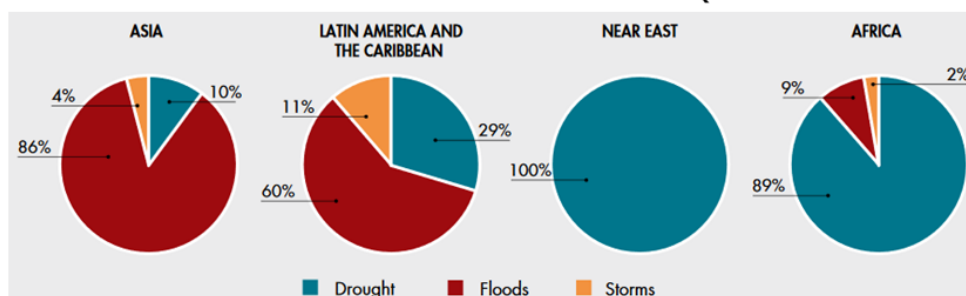
- ・ 産業革命前に比べ、2006～2015年の世界の気温は平均で**0.87℃**上昇
- ・ 陸域は平均**1.53℃**上昇（1.38～1.68℃の範囲である可能性が非常に高い）



気候変動は干ばつや洪水を起こす極端な気象の頻度を増加させる

- ・ 高温、干ばつ、洪水の増加は、既に食料供給に影響を与えている（高い確信度）
 - 低緯度でトウモロコシと小麦の減収、高緯度で小麦やテンサイの増収
 - アフリカで家畜生産性の低下、病虫害被害の増加、中央アジアは砂漠化の危険
- ・ 2050年までに食料価格が中央値で 7.6% (1～最大23%) 上昇すると予想
- ・ 水不足にさらされる人口は 1億7800万人(1.5℃上昇)～2億7700万人(3℃上昇)

世界の農・畜産業に被害を与えた主な災害 (2003～2013年)



出典：FAO (2016) <http://www.fao.org/3/a-i6030e.pdf>

気候変動は干ばつや洪水を起こす極端な気象の頻度を増加させる

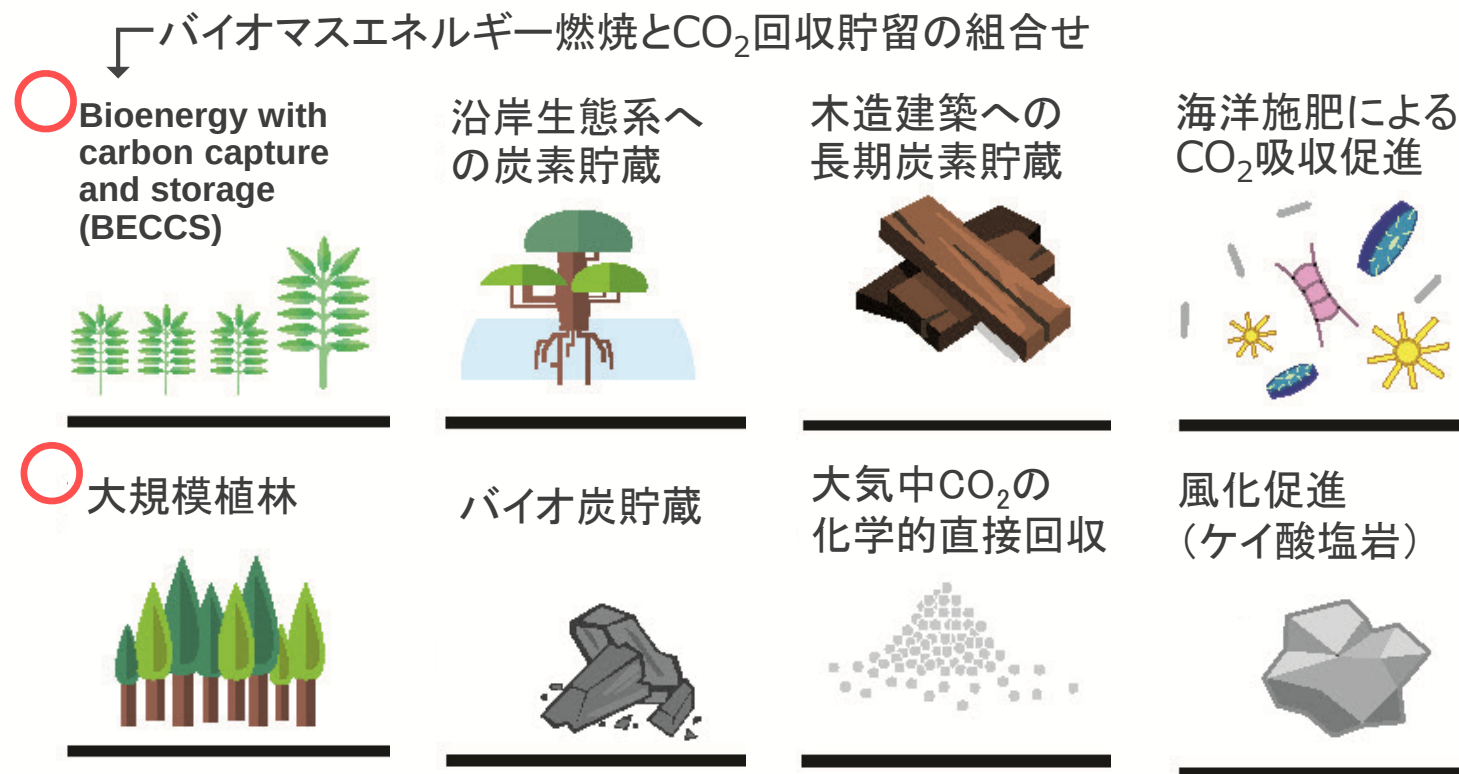
- ・ 高温、干ばつ、洪水の増加は、既に食料供給に影響を与えている（高い確信度）
 - 低緯度でトウモロコシと小麦の減収、高緯度で小麦やテンサイの増収
 - アフリカで家畜生産性の低下、病虫害被害の増加、中央アジアは砂漠化の危険
- ・ 2050年までに食料価格が中央値で 7.6% (1～最大23%) 上昇すると予想
- ・ 水不足にさらされる人口は 1億7800万人(1.5℃上昇)～2億7700万人(3℃上昇)

気候変動対策の一部は食料安全保障と競合する

- ・ 大規模な新規植林やバイオ燃料作物の増産（ネガティブエミッション含む）は、限られた土地や水をめぐり食料生産や生物多様性保全と厳しい競合を起こす
- ・ トレードオフ(競合)を最小化し、コベネフィット(副次便益)を最大化する対策が必要

ネガティブエミッション（負の排出）とは

大気からCO₂を除去する技術



図：Williamson (2016) *Nature* に追記

2. 陸域は温室効果ガスの排出源でもあり吸収源でもある

陸域で行われる農業等の活動は温室効果ガスの排出源

- ・ 農林畜産業およびそれに伴う土地利用変化による排出は、世界の温室効果ガスの人為起源総排出量の約23%に相当（2007～2016年）
 - 二酸化炭素排出の 13%、メタン排出の 44%、一酸化二窒素排出の 82%
- ・ 世界の食料生産・加工・流通・調理および消費に関連する活動による排出量は、人為起源総排出量の 21～37%に相当すると推定

農林畜産業およびそれに伴う土地利用変化(AFOLU)による排出量

		AFOLU 排出量	全人為起源排出量	
CO ₂	Gt CO ₂ y ⁻¹	5.2 ± 2.6	39.1 ± 3.2	~13%
CH ₄	Gt CO _{2e} y ⁻¹	4.5 ± 1.4	10.1 ± 3.1	~44%
N ₂ O	Gt CO _{2e} y ⁻¹	2.3 ± 0.7	2.8 ± 0.7	~82%
合計	Gt CO _{2e} y ⁻¹	12.0 ± 3.0	52.0 ± 4.5	~23%

食料システムからの排出

農畜産業	Gt CO _{2e} y ⁻¹	6.2 ± 1.4
土地利用変化	Gt CO _{2e} y ⁻¹	4.9 ± 2.5
食料加工, 流通, 調理, 消費他	Gt CO _{2e} y ⁻¹	2.4 ~ 4.8
合計	Gt CO _{2e} y ⁻¹	10.7 ~ 19.1

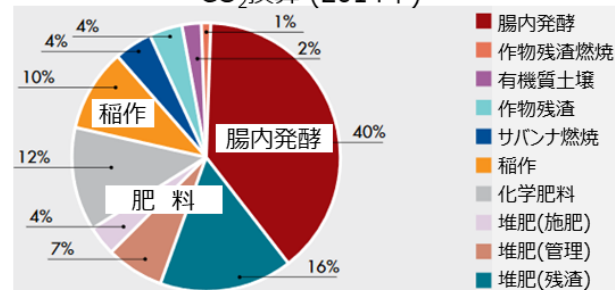
21～37%

2. 陸域は温室効果ガスの排出源でもあり吸収源でもある

陸域で行われる農業等の活動は

- 農林畜産業およびそれに伴う土地利用変化
世界の温室効果ガスの**人為起源総排出量の21~37%**に相当する
- 二酸化炭素排出の 13%、メタン排出の 44%、一酸化二窒素排出の 82%に相当する
- 世界の食料生産・加工・流通・調理および食料消費
人為起源総排出量の 21~37%に相当する

世界の農・畜産業からの温室効果ガス排出源
CO₂換算 (2014年)



出典：FAO (2016) <http://www.fao.org/3/a-i6030e.pdf>

農林畜産業およびそれに伴う土地利用変化(AFOLU)による排出量

		AFOLU 排出量	全人為起源排出量	
CO ₂	Gt CO ₂ y ⁻¹	5.2 ± 2.6	39.1 ± 3.2	~13%
CH ₄	Gt CO _{2e} y ⁻¹	4.5 ± 1.4	10.1 ± 3.1	~44%
N ₂ O	Gt CO _{2e} y ⁻¹	2.3 ± 0.7	2.8 ± 0.7	~82%
合計	Gt CO _{2e} y ⁻¹	12.0 ± 3.0	52.0 ± 4.5	~23%

食料システムからの排出

農畜産業	Gt CO _{2e} y ⁻¹	6.2 ± 1.4
土地利用変化	Gt CO _{2e} y ⁻¹	4.9 ± 2.5
食料加工, 流通, 調理, 消費他	Gt CO _{2e} y ⁻¹	2.4 ~ 4.8
合計	Gt CO _{2e} y ⁻¹	10.7 ~ 19.1

21~37%

陸域で行われる農業等の活動は温室効果ガスの排出源

- ・ 農林畜産業およびそれに伴う土地利用変化による排出は、世界の温室効果ガスの人為起源総排出量の約23%に相当（2007～2016年）
 - 二酸化炭素排出の 13%、メタン排出の 44%、一酸化二窒素排出の 82%
- ・ 世界の食料生産・加工・流通・調理および消費に関連する活動による排出量は、人為起源総排出量の 21～37%に相当すると推定

陸域(主に森林)は二酸化炭素の重要な自然吸収源

- ・ 世界の陸域は人為起源CO₂総排出量の約29%を正味で吸収（2007～2016年）

2. 陸域は温室効果ガスの排出源でもあり吸収源でもある

2008～2017年における世界の人為および自然起源のCO₂の吸収・排出量

人間活動（化石燃料等）



人為排出

34.4 GtCO₂/yr
87%

土地利用変化



13%
5.3 GtCO₂/yr

吸収

17.3 GtCO₂/yr
44%

大気中蓄積



陸域正味吸収

29%
11.6 GtCO₂/yr



海洋正味吸収

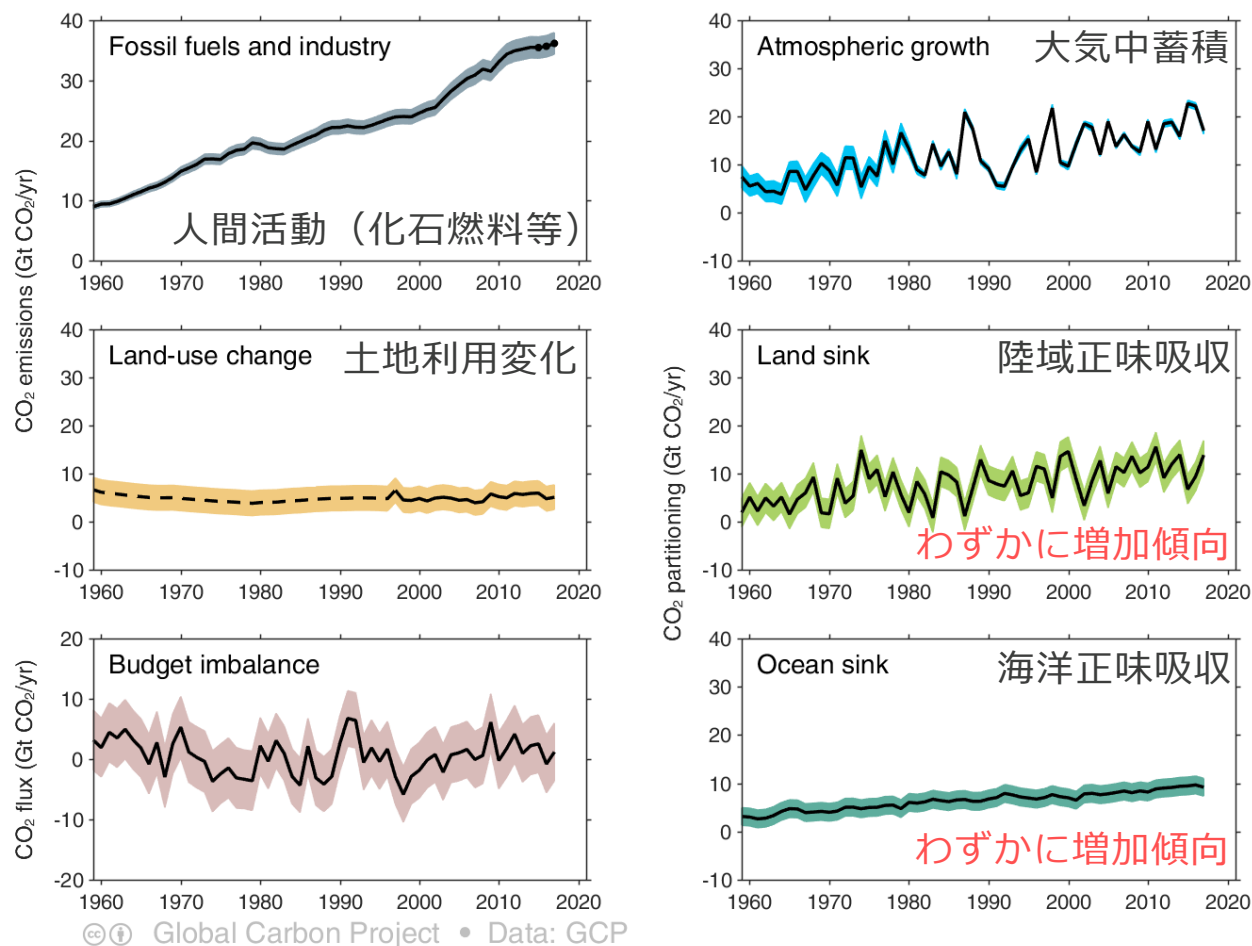
22%
8.9 GtCO₂/yr



誤差 5%
1.9 GtCO₂/yr

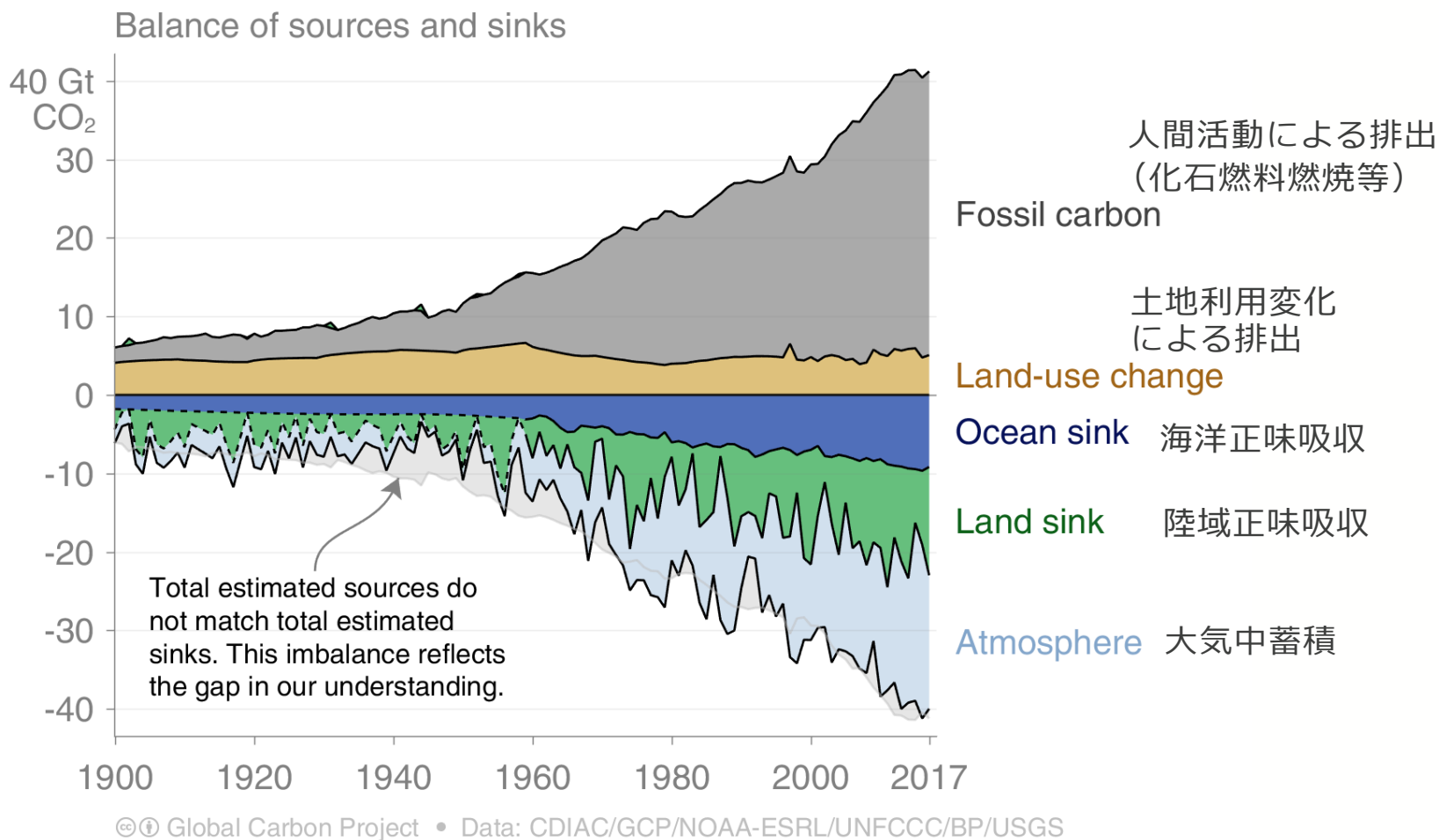
2. 陸域は温室効果ガスの排出源でもあり吸収源でもある

1960～2017年における世界の人為および自然起源のCO₂の吸収・排出量



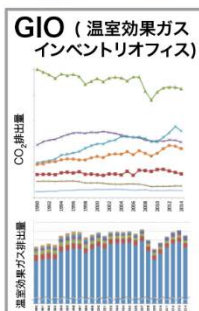
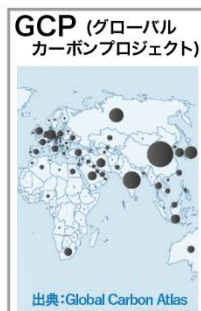
2. 陸域は温室効果ガスの排出源でもあり吸収源でもある

1960～2017年における世界の人為および自然起源のCO₂の吸収・排出量



大気中温室効果ガスの濃度、陸上・海上でのCO₂の吸収・放出を観測するとともに、日本の温室効果ガスインベントリの算出を担っています。

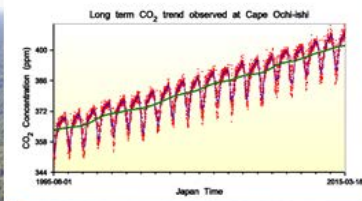
地球環境の戦略的モニタリング



環境省・国立環境研・JAXA共同



シベリアでの温室効果ガス観測

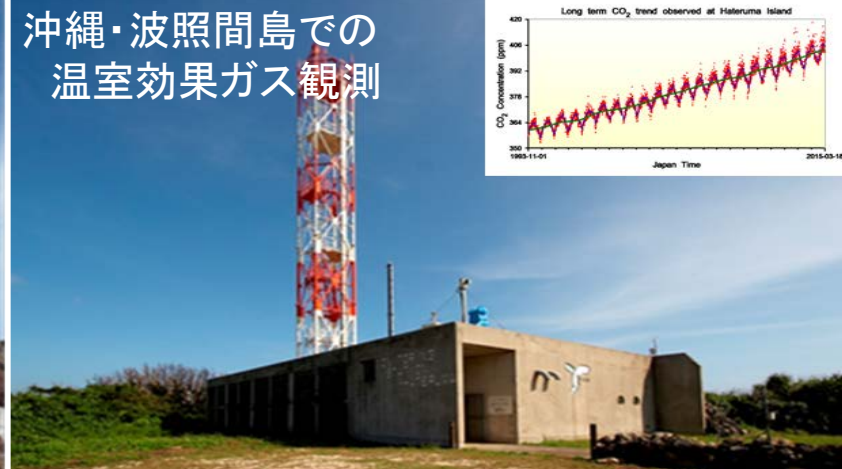
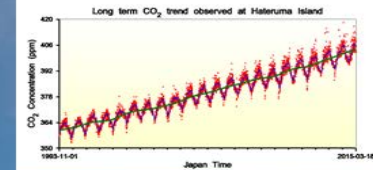


北海道・落石岬での温室効果ガス観測

富士山頂でのCO₂濃度観測



沖縄・波照間島での
温室効果ガス観測



富士北麓での
森林炭素
吸収量観測



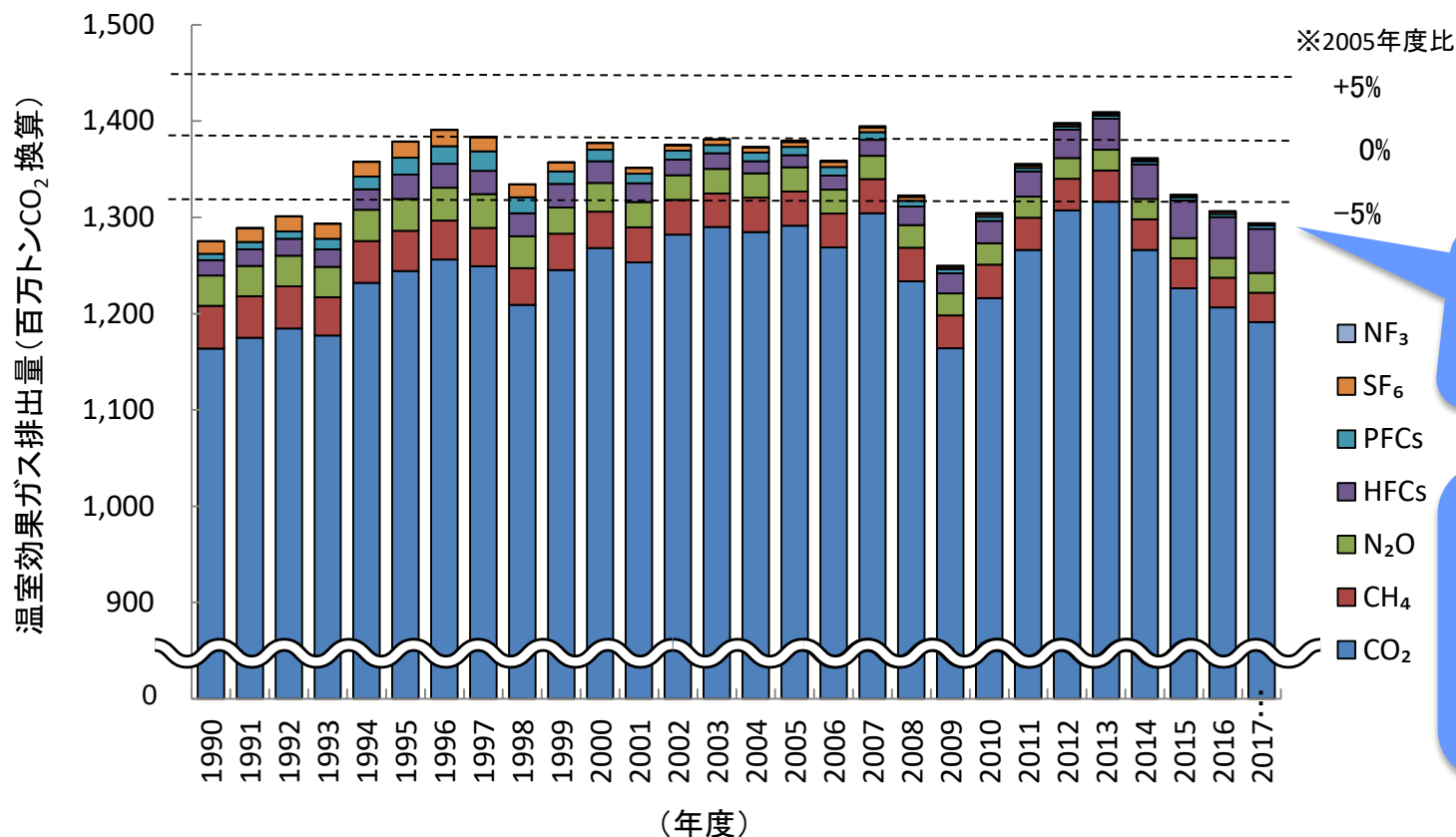
北海道大学と共同
森林炭素吸収量観測



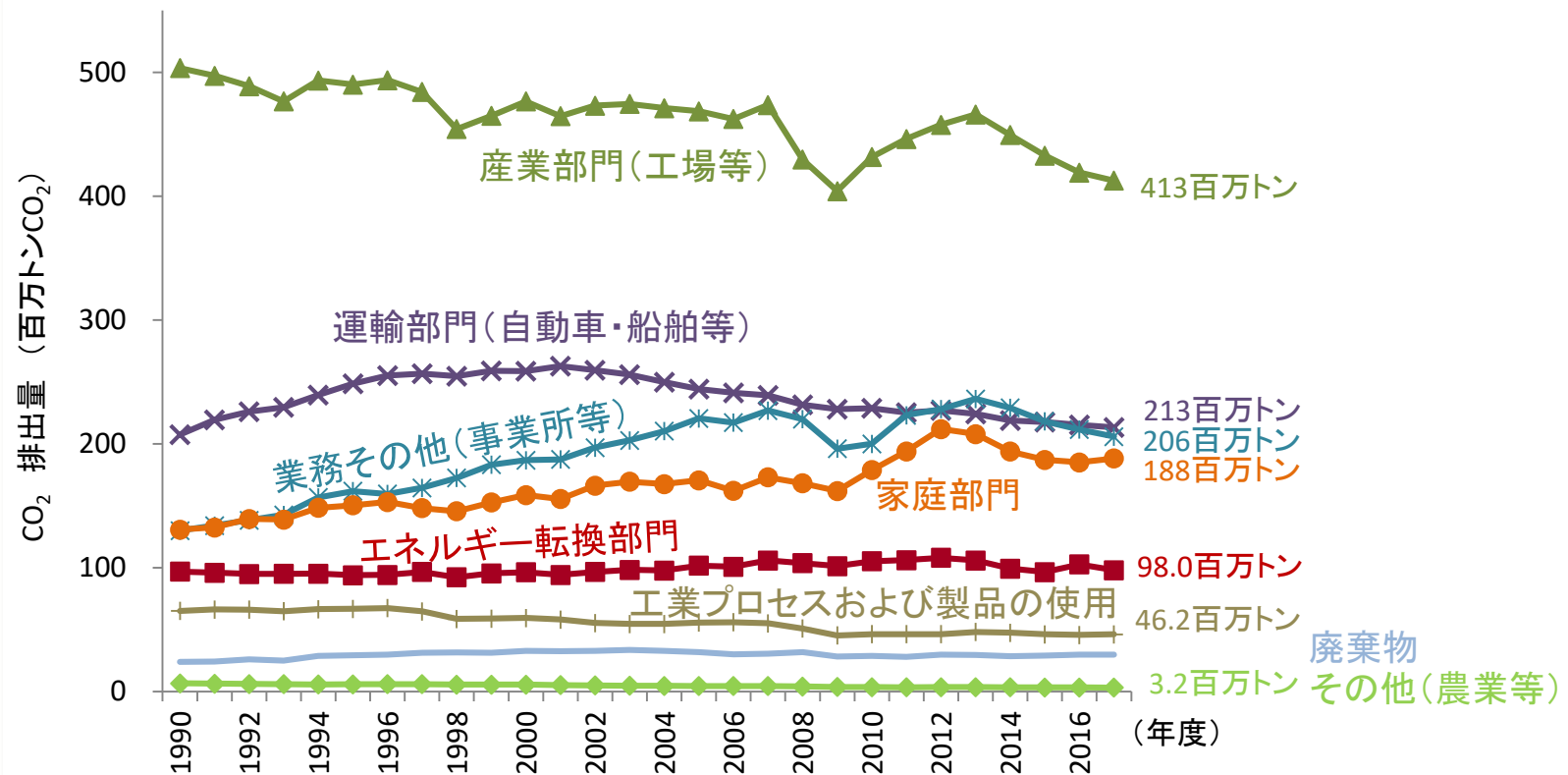
定期貨物船との連携による海洋表層CO₂の観測



温室効果ガスインベントリオフィスとりまとめによる 日本の温室効果ガス排出量(1990～2017年度)



温室効果ガスインベントリオフィスとりまとめによる 日本の温室効果ガス部門別排出量(1990～2017年度)



陸域で行われる農業等の活動は温室効果ガスの排出源

- ・ 農林畜産業およびそれに伴う土地利用変化による排出は、世界の温室効果ガスの人為起源総排出量の約23%に相当（2007～2016年）
 - 二酸化炭素排出の 13%、メタン排出の 44%、一酸化二窒素排出の 82%
- ・ 世界の食料生産・加工・流通・調理および消費に関連する活動による排出量は、人為起源総排出量の 21～37%に相当すると推定

⇒ 農業技術の改良、作物収量向上、食品ロス・廃棄*の削減は排出削減に貢献

* 食品ロス：本来は食べることができたはずの食品の廃棄。食品廃棄：食品の製造～消費等の間に発生する廃棄物。

陸域(主に森林)は二酸化炭素の重要な自然吸収源

- ・ 世界の陸域は人為起源CO₂総排出量の約29%を正味で吸収（2007～2016年）

⇒ 森林減少や火災の防止、森林や土壌への炭素蓄積等は吸収源の確保・強化に貢献

3. 食料供給や生態系保全と調和する気候変動対策とは

複数の対策間で副次的便益（コベネフィット）がある

	Mitigation Gt CO ₂ -eq yr ⁻¹	Food Security Million people
Large	More than 3	Positive for more than 100
Moderate	0.3 to 3	1 to 100
Small	Less than 0.3	Less than 1
Negligible	No effect	No effect
Small	Less than -0.3	Less than 1
Moderate	-0.3 to -3	1 to 100
Large	More than -3	Negative for more than 100

対策

作物収量向上
アグロフォレストリー
農業・牧畜管理向上
...

森林管理向上
森林減少・劣化防止
土壌への炭素蓄積
土壌流出防止

森林火災防止

食品ロス・廃棄削減
食習慣の見直し

		温室効果ガス削減	適応	砂漠化防止	土地劣化防止	食料安全保障	コスト	
Response options based on land management		Mitigation	Adaptation	Desertification	Land Degradation	Food Security	Cost	
Agriculture	Increased food productivity	L	M	L	M	H	——	
	Agro-forestry	M	M	M	M	L	●	
	Improved cropland management	M	L	L	L	L	●●	
	Improved livestock management	M	L	L	L	L	●●●	
	Agricultural diversification	L	L	L	M	L	●	
	Improved grazing land management	M	L	L	L	L	——	
	Integrated water management	L	L	L	L	L	●●	
Forests	Reduced grassland conversion to cropland	L	——	L	L	—	L	●
	Forest management	M	L	L	L	L	L	●●
Soils	Reduced deforestation and forest degradation	H	L	L	L	L	L	●●
	Increased soil organic carbon content	H	L	M	M	M	L	●●
	Reduced soil erosion	↔ L	L	M	M	M	L	●●
	Reduced soil salinization	——	L	L	L	L	L	●●
	Reduced soil compaction	——	L	——	L	L	L	●
Other ecosystems	Fire management	M	M	M	M	L	L	●
	Reduced landslides and natural hazards	L	L	L	L	L	L	——
	Reduced pollution including acidification	↔ M	M	L	L	L	L	——
	Restoration & reduced conversion of coastal wetlands	M	L	M	M	↔ L	L	——
	Restoration & reduced conversion of peatlands	M	——	na	M	—	L	●
Response options based on value chain management								
Demand	Reduced post-harvest losses	H	M	L	L	H	——	
	Dietary change	H	——	L	H	H	——	
	Reduced food waste (consumer or retailer)	H	——	L	M	M	——	
Supply	Sustainable sourcing	——	L	——	L	L	——	
	Improved food processing and retailing	L	L	——	——	L	——	
	Improved energy use in food systems	L	L	——	——	L	——	
Response options based on risk management								
R&K	Livelihood diversification	——	L	——	L	L	——	
	Management of urban sprawl	——	L	L	M	L	——	
	Risk sharing Instruments	↔ L	L	——	↔ L	L	●●	

青：便益がある

赤：競合がある

複数の対策間で副次的便益（コベネフィット）がある

*農地に樹木を植栽し、その間で家畜や作物を育成する農法。熱帯域等で効果があるとされる。
作物の収量向上、農耕・牧畜管理技術の改良（アグロフォレストリー*等）

⇒ 食料価格安定・食料安全保障↑ 2.3~9.6GtCO_{2e}/年の削減
土地劣化防止・農地面積の節約↑ 気候変動対策↑

持続可能な森林管理（森林減少・森林劣化・森林火災の防止）0.4~5.8GtCO_{2e}/年の削減
持続可能な土壌と水の管理（砂漠化・土地劣化・土壌流出の防止）

⇒ 生物多様性保全↑ 土壌や植生への炭素蓄積↑ 気候変動対策↑

食品ロス・食品廃棄の削減、食習慣の見直し（生産～消費の低炭素化）

2010～2016年に世界で生産された食料の 25～30%は廃棄

その量は世界全体の人為起源温室効果ガス総排出量の 8～10%に相当

食料システム（生産～消費過程全般）の低炭素化により 0.8~8GtCO_{2e}/年の削減

⇒ 農地面積の節約↑ 気候変動対策↑

複数の対策間で副次的便益（コベネフィット）がある

社会の複数の部門において、温室効果ガスを大幅に削減する野心的な対策を実施することが必要であり、それが陸域生態系と食料システムに対する気候変動の負の影響を抑制する

実際に実行する上での課題：

- 複数部門（工業・農業・エネルギー・廃棄物等）を管轄する省庁・機関の協調
- 分野横断的で一貫性のある政策の立案
- 社会的不平等や政情不安に基づく不安定な土地所有権等の問題の解消
- 技術普及や社会的学習の機会不足の解消
- 意思決定に対する地域の利害関係者の関与（特に、気候変動の影響に脆弱な人々：先住民族、地域コミュニティ、女性、貧困者等）

将来予測シナリオについて

RCP (Representative Concentration Pathways)

温室効果ガスの濃度(排出削減の程度)に応じて用意された代表的濃度経路。

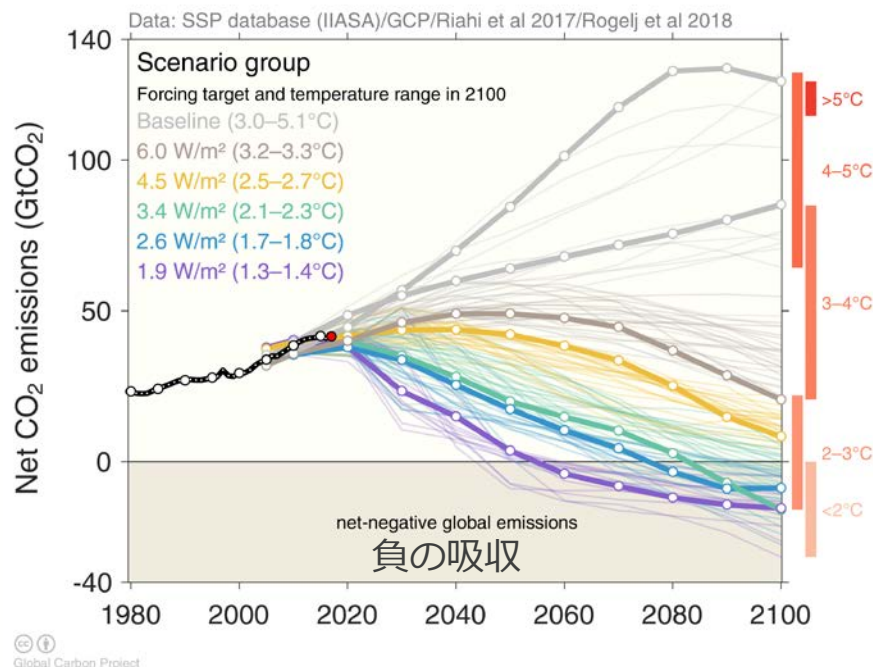
温室効果ガスの影響が大きい順に、

- ・ 高位参照シナリオ RCP8.5
- ・ 高位安定化シナリオ RCP6.0
- ・ 中位安定化シナリオ **RCP4.5**
- ・ 低位安定化シナリオ **RCP2.6**

などがあり (IPCC AR5) 、

さらに強い削減により1.5℃目標を達成するシナリオ **RCP1.9** が追加された。

シナリオ別CO₂排出量の推移



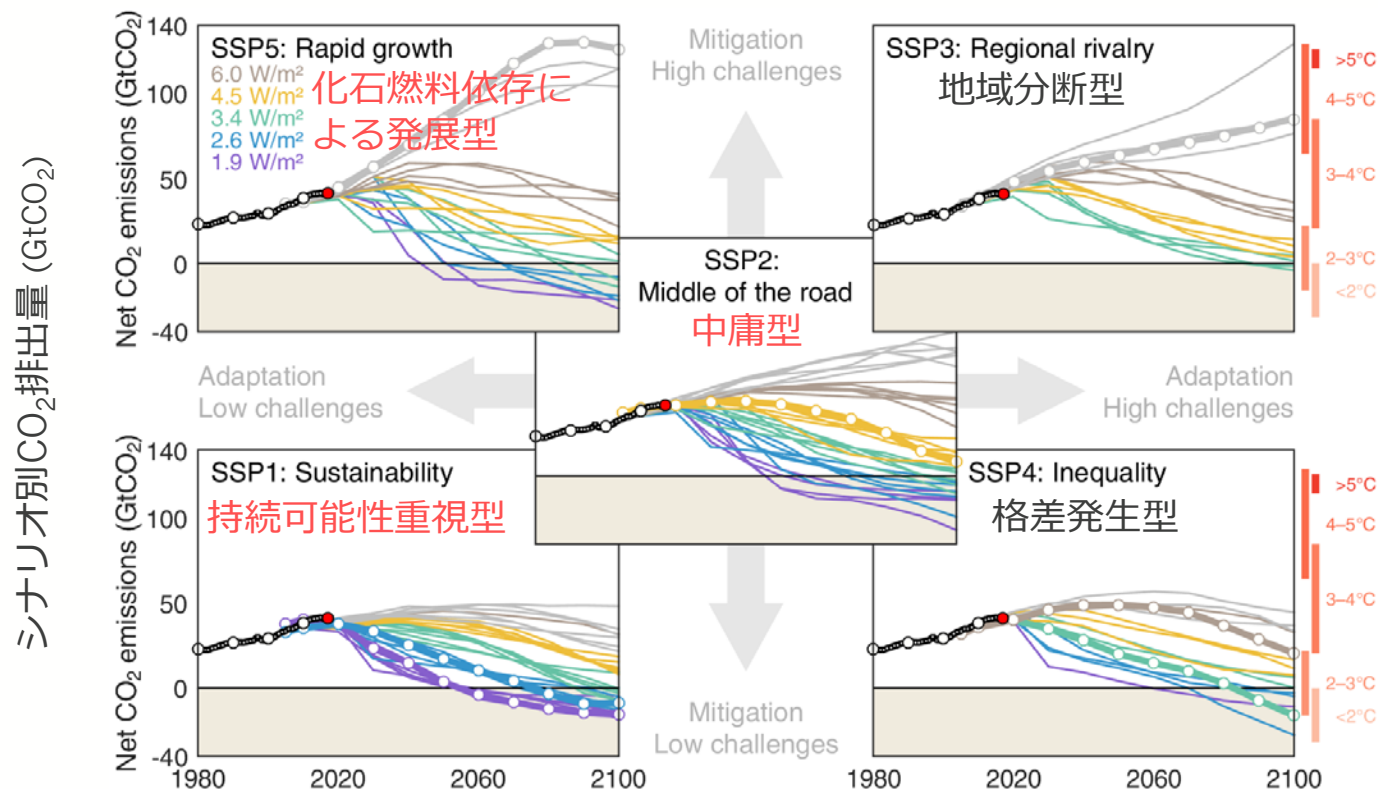
Global Carbon Project, Carbon Budget 2018より

4. 将来の気温上昇を1.5℃までに抑えるためのシナリオ

将来予測シナリオについて

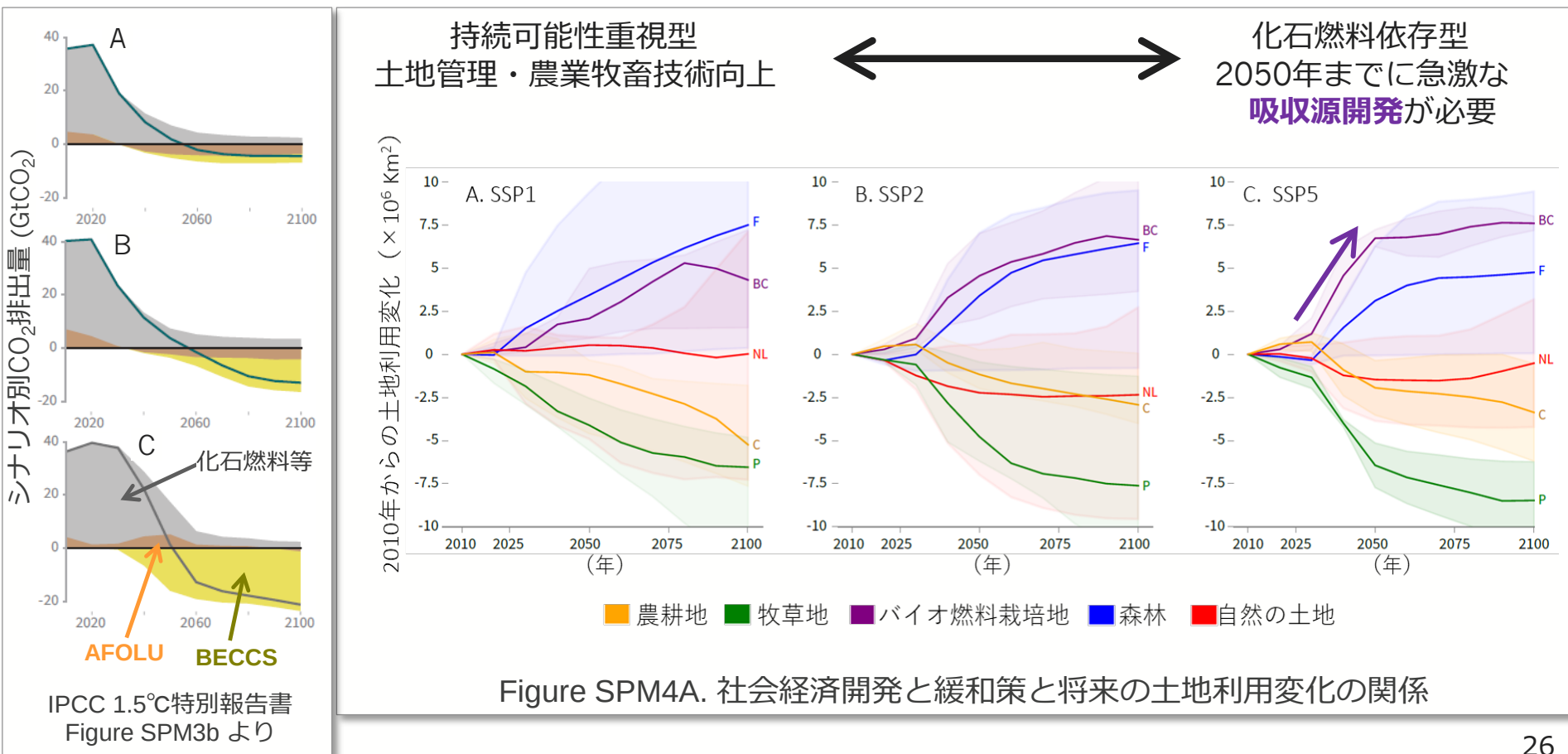
SSP (Shared Socioeconomic Pathways)

人口・経済成長・技術進展・消費嗜好・技術の社会的受容性等が異なるケースを想定して作成された社会経済シナリオ



4. 将来の気温上昇を1.5℃までに抑えるためのシナリオ

- 人為的な温室効果ガス排出の急速な削減が第一
- 新規植林、BECCS(バイオ燃料利用とCO₂回収固定)も必須
- 農業生産性の向上、食料システムの改良も最大限必要



土地は有限：食料・水・生態系と調和する気候変動対策とは？

パリ協定の長期目標達成には、第一に温室効果ガスの
人為排出を大幅削減する野心的な取組が必須かつ急務。

森林減少の防止と新規植林、バイオマスエネルギーや
ネガティブエミッションの活用も、どうしても必要。

加えて、食料安全保障への悪影響を避けるためには、
土地劣化防止による農業生産性の向上と、食品ロスの
削減や食習慣の見直しを含む食料システムの低炭素化
を同時に遂行する、という困難な課題を達成しなければ
ならない。