

特別講演「地球温暖化とその対応策」

「温暖化の進展とその原因の人為性」

--	--	--

気候変動の原因 (IPCC記述)

Source: IPCC Climate Change 2014 Synthesis report, SPM

人為的温室効果ガス排出は、
他の人為的刺激を含め、
20世紀中葉以後の温暖化の主要な原因である可能性がきわめて高い (extremely likely)。

* extremely likely = 95%以上 probability

xtremely likely

extremely likely

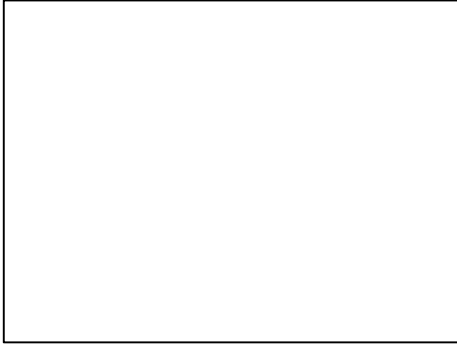
過去2000年の地球温度変化の特徴

20世紀後半の高温化

1 従来の地球気候分析
地球を単純化して考慮
Little Ice Age: 15-19世紀
Medieval Warm Period: 10-12世紀

2 最近の分析
地球の地域別分析
20世紀後半の高温化は2009年間の温度分布の特徴
20世紀後半の最高値は0.8%の地球を平均
原因: 自然的要因と太陽放射変化 ×
人為的起因はCO2などGHGの排出増大のみ

* Newkirk, R. et al. Nature vol. 471, pp. 550-559, 2019



「パリ協定と1. 5°C目標の難しさ」

パリ協定の目指す目標

1. 今世紀の大気温を工業化以前のレベルに比し十分(well below)2°C以下とする
2. 更に温度上昇を1.5°Cに抑える努力を遂行する
3. 今世紀後半中に温室効果ガスの排出と吸収の均衡を達成する



世界の火力・産業設備とCO2排出 —温度上昇抑制目標との関係—

1. 世界全火力・産業設備がその耐用年数まで稼働した場合のCO2総排出(2018年以降累計)
 既存火力・産業設備 658 GtonCO2
 既存+計画中火力・産業設備 846
 2. Carbon budget 2018起点
 1.5℃目標 420- 580 GtonCO2
 2.0℃目標 1,170-1,500
- 総合して
 1.5℃目標は既存設備だけから考えても実現できなくて困難
 2.0℃目標は既存+計画設備で考えても一応実現できる範囲

Source: Tong,D et al. Committed emissions from existing infrastructure

「今後の対策の方向」

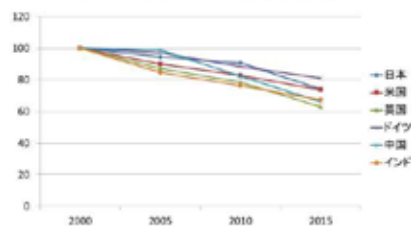
CO2の要因分解—茅恒等式 kaya identity

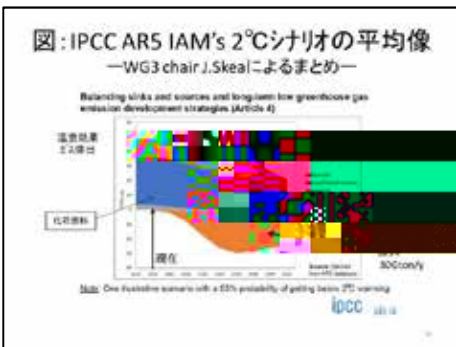
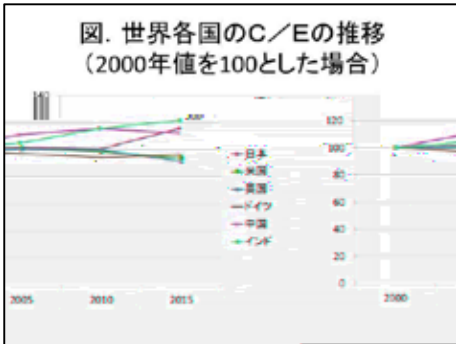
$$CO_2 = \frac{C}{E} \times \frac{E}{G} \times G \quad (1)$$

↑
エネルギーの燃費効率 ↑
GNPの増加率—密度

- C = CO2
- E = energy
- G = GNP

図. 世界各国のE/Gの推移
(2000値を100とした場合)





19

大規模BECCSのCO₂の吸収と貯留に関する課題

CO₂の排出と吸収

人為的吸収: BECCS, 植林

大規模BECCSの実現の困難性

- 例: 15Gton/yのCO₂吸収ケースの実現条件
- 1) 植生必要面積は米国全面積の(0.4~1.0)倍*
- 2) 1Mton/yの大規模貯留井1.5万個必要

* 熱帯雨林〜サリナナのデータ

出典: Woodwell, G.M. et al, Science vol.199, Jan 1978

「発

＜回転機慣性と回転数（周波数）変動＞

回転機の運動方程式

$$A \cdot J \frac{df}{dt} = P_s - P_d \quad (1)$$

↑ ↑ 駆動E 負荷E

慣性回転数変化
(電力周波数)

右辺の変化に対して J が小さいほど
回転数（周波数）変化が大い

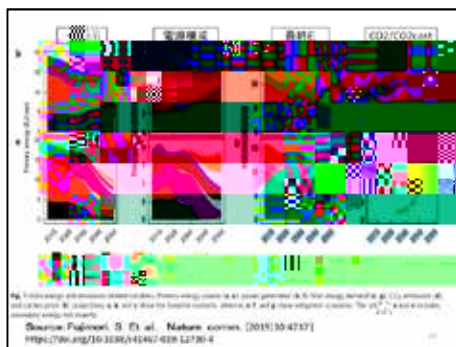
3

慣性問題への対応

0. 一定量以上の同期発電機の維持

1. Synchronous condensorの利用
2. Synthetic inertiaの導入
 - 1) df/dt の計測とそれに比例した出力の系統投入—df/dtの計測問題
 - 2) df/dtにかわるΔfの投入

「温室効果ガスを2050年までに8割削減する目標について」



Fujimori論文の図のポイント説明
—2010 vs. 2050—

1. 一次エネルギー供給
 石炭/石油が中心→需要半減以下/石炭少量
2. 電源構成
 石炭/ガス中心→石炭0/再エネ5割
3. 最終エネルギー
 需要半減・電力不変
4. CO2
 CO2排出量100→20(日本政府目標)
 CO2価格150\$/t-CO2 → 1,000\$/t-CO2

まとめ

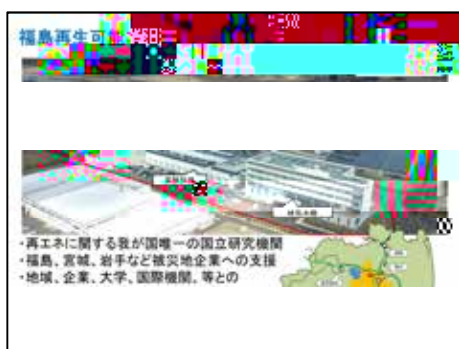
1. 温暖化は温室効果ガスの排出という人為的
原因で起こっている可能性が極めて強い
2. 1.5℃目標はこれまでのエネルギー投資
からみても達成できない可能性が強い
3. 電力ゼロエミッション化にはCCSが必須の手段
4. 電力の再エネ拡大には慣性問題を乗り越え
るための努力が必要である

5. 電力の再エネ拡大には慣性問題を乗り越えるための努力が必要である
力が必要である程度の時間がかかることを覚悟すべ

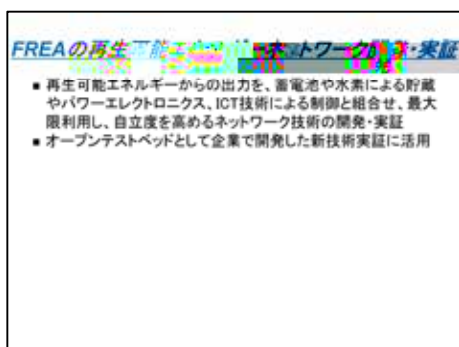
6. 今後エネルギー利用の効率化
は一層の力点を置くべ

講演「再生可能エネルギーとしてのバイオマスの役割と展望」

「FRE Aの設立」



「FRE Aの再生可能エネルギーネットワーク開発・実証」

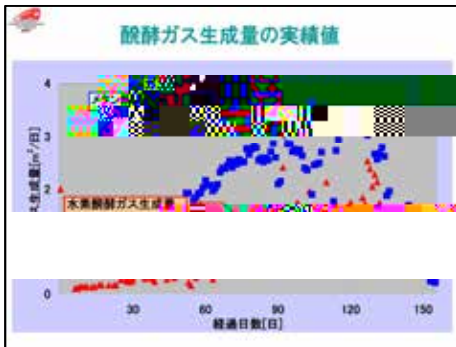


- 水素を水素キャリア(常温、常圧で液体)の形で高密度に貯蔵
 - $3\text{H}_2 + \text{C}_6\text{H}_6 \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_9\text{CH}_3$ (メチルシクロヘキサン)
 - 触媒を用いて水素キャリアへの水素着脱
- エンジン燃料として電力・熱多高効率利用



「バイオマスエネルギーの必要性」

「水素・メタン二段



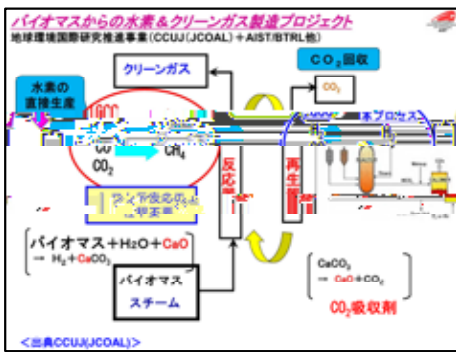
燃料電池

	リン酸型 PAFC	固体高分子型 PEFC (PEM)	熔融炭酸塩 MCFC	正負極の形で 300℃
電解質	リン酸	高分子イオン 交換膜	熔融炭酸塩	安定化 ジルコニア
動作温度	150~220℃	変温~150℃	600~700℃	900~1000℃
燃料 内部改質	水素 不可	水素 不可	水素 可	水素 可

大規模発電 (燃料電池) | 分散型発電 (燃料電池) | 自動車用 (燃料電池) | 家庭用 (燃料電池)

<http://unit.aist.go.jp/mfc/> | 水素・メタン二酸化炭素ガスは、ガスエンジンで利用可能

「バイオマスからの水素&クリーンガス製造プロジェクト」



「水素製造の評価、比較システム」



「再生可能&化石エネルギーミックスによる水素利

「低炭素社会に

質疑応答

アンケート集計結果

(性別)

72 36 1

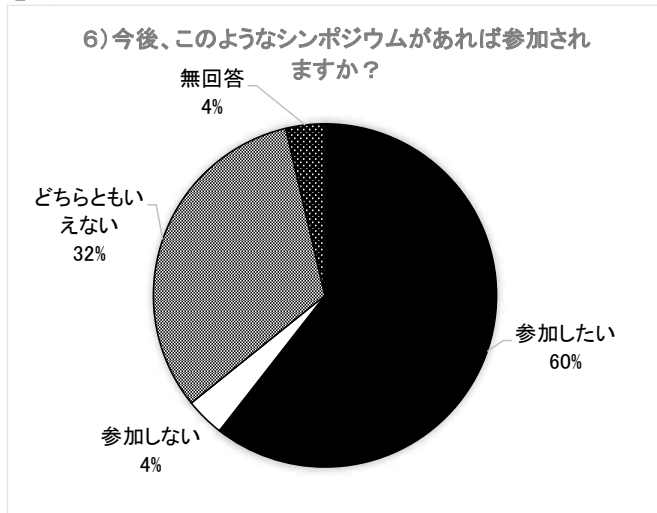
(年齢)

(職業)

【2. シン

【4. 講】

【6. 今後このようなシンポジウムがあれば参加されますか】



【意見・感想】

3

CCS BECCS

1

CO2