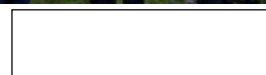
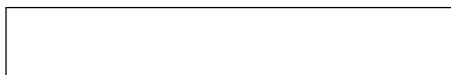
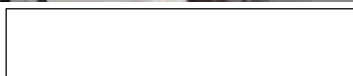


① 本研究所主催事業

「夏休みエネルギー教室」(小学生対象！施設見学ツアー)

SDG

1



特別企画シンポジウム「持続可能な社会と地域づくりを考える」(第

特別企画シンポジウム「バイオマスのさらなる利用に向けて」

「地球温暖化とその対応策」

RITE

「

② 特別協力事業

「低炭素社会の実現に向けて～令和・新時代の廃棄物処理～」

「令和・新時

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
ある可能性が極めて高い (extremely likely)。**

* extremely likely = 95%以上 probability

extremely likely

extremely likely

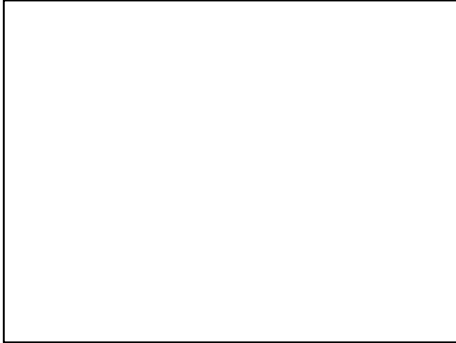
過去2000年の地球温度変化の特徴

20世紀後半の高温化

1 従来の地球気候分析
地球を単一化して考慮
Little Ice Age (15世紀 - 19世紀)
Medieval Warm Period (10世紀 - 12世紀)

2 最近の分析
地球の地域別分析
地球を地域別に分けて各地域での温度分布を解析
20世紀後半の最高温は98%の地域で出現
原因: 自然的要因(太陽放射変化) ×
人為的起因(CO₂とGHGの排出増大)

* Neukom, R. et al. Nature vol 471, pp.505-509, 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

well below



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
<https://doi.org/10.1016/j.ces.2017.05.001>

「今後の対策の方向」

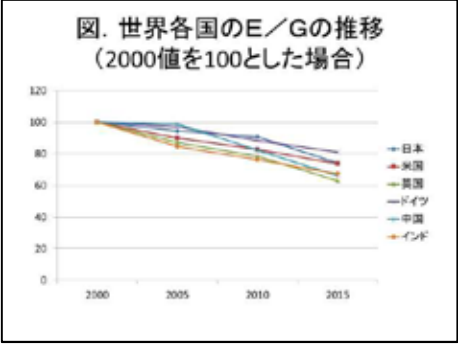
CO2の要因分解—茅恒等式
kaya identity

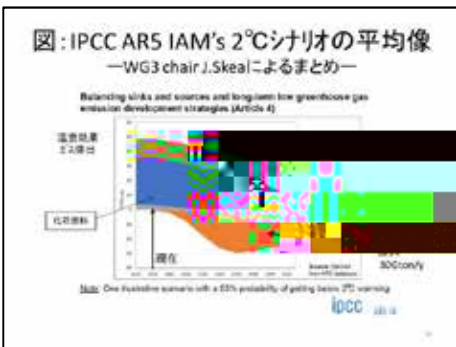
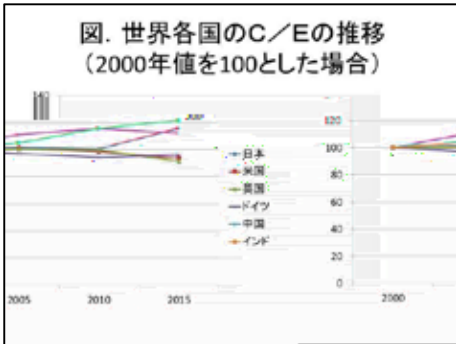
$$CO_2 = \frac{C}{E} \times \frac{E}{G} \times G \quad (1)$$

↑ エネルギーの燃費効率 ↑ GNPのエネルギー密度

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

Kaya Identity





19

大規模BECCSの現状と今後の展開

CO₂の排出 = 排出 - 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-サバンのデータ
出典: Woodwell, G.M. et al, Science vol.199, Jan 1978

「発 A J . * % J Z I x +

<回転機慣性と回転数（周波数）変動>

回転機の運動方程式

$$A \cdot J \frac{df}{dt} = P_s - P_d \quad [W]$$

↑ ↓ 発電機 負荷

慣性回転数変化
(電力周波数)

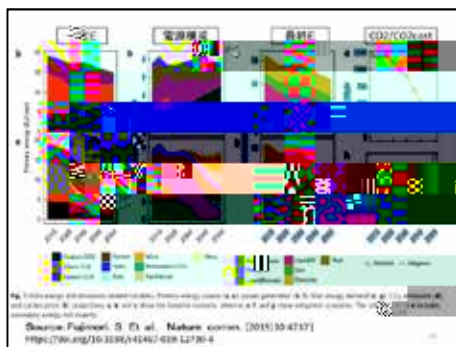
右辺の変化に対して J が小さいほど
回転数（周波数）変化が大きい

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 condenser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—

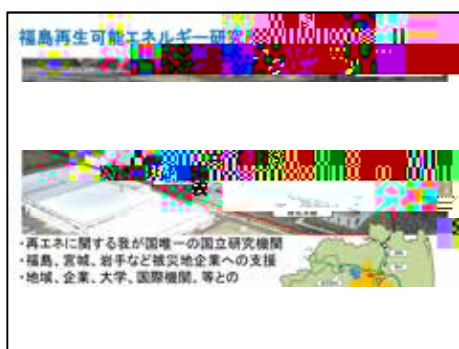
1. 一次エネルギー供給
 石炭/石油が中心→需要半減以下/石炭少量
2. 電源構成
 石炭/ガス中心→石炭0/再エネ5割
3. 最終エネルギー
 需要半減・電力不変
4. CO2
 CO2排出量100→20(日本政府目標)
 CO2価格150\$/t-CO2 → 1,000\$/t-CO2

まとめ

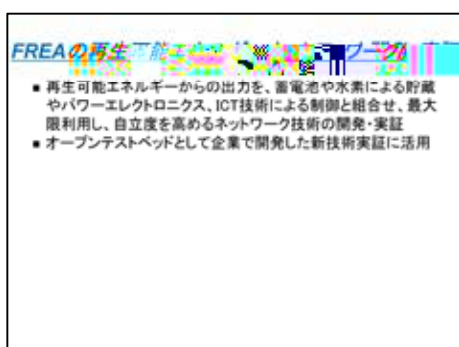
1. 温暖化は温室効果ガスの排出という人為的
原因で起こっている可能性が極めて強い
2. 1.5℃目標はこれまでのエネルギー投資
からみても達成できない可能性が強い
3. 電力ゼロエミッション化にはCCSが必須の手段
4. 電力の再エネ拡大には慣性問題を乗り越え
るための努力が必要である
5. 再エネの拡大は化石燃料の脱炭素化に不可欠な
力が必要である程度の時間がかかることを覚悟すべ
い
6. 今後LNGやCO₂利用の効率化には一層の力を置くべき
(Fugimori論文参照)

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」

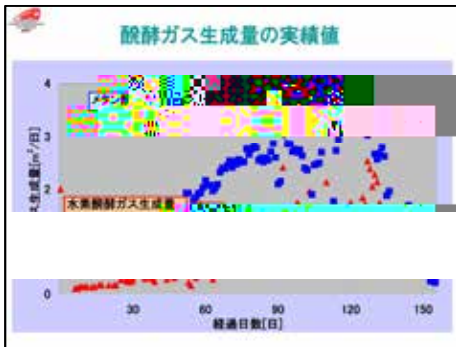


- 水素を水素キャリア(常温、常圧で液体)の形で高密度に貯蔵
 - $3\text{H}_2 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{CH}_2 \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_9\text{CH}_3$ (メチルシクロヘキサン)
 - 触媒を用いて水素キャリアへの水素着脱
- エンジン燃料として電力・熱多高効率利用



「バイオマスエネルギーの必要性」

「水素・メタン二段



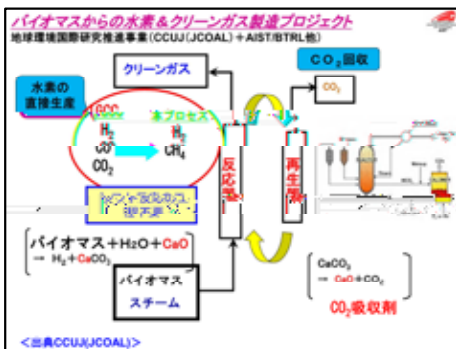
利用—燃料電池

	リン酸型 PAFC	固体高 分子イオン 交換膜 PEFC (PEM)	熔融炭酸塩 MCFC	安定化 ジルコニア SOFC
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℃	室温~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

<http://unit.aist.go.jp/mcfc/>

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)

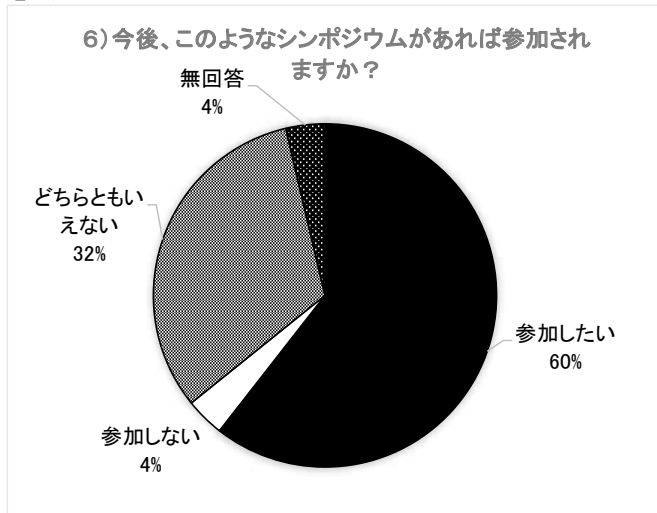
72 36 1

(年齢)

(職業)

【2. シン

【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