
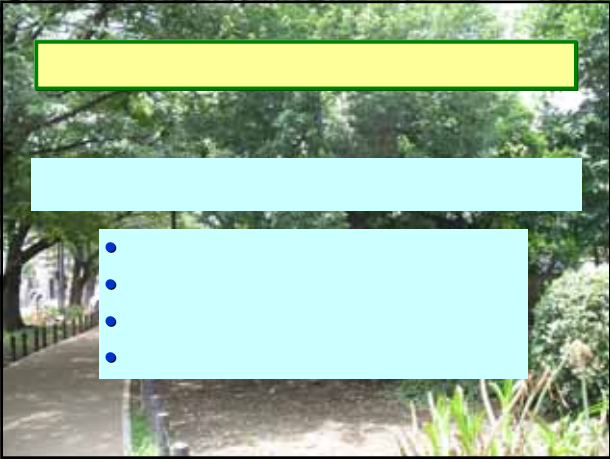


究極の グリーンエネルギー時代とは

小口 幸成
神奈川工科大学 名誉教授(前学長)
学校法人 鷗友学園 理事長
2009年8月1日



人類に地球の限界を気付かせた経緯
改善に向かわせる努力
グリーンエネルギーの現状
今後への期待



人類に地球の限界を気付かせた経緯

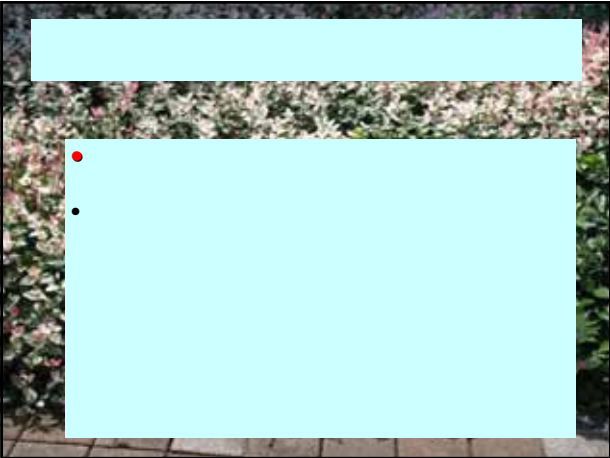
省エネルギーと環境問題

- 多様化した環境問題
- 住環境
- 地域環境(公害)
- 地球環境



地球環境問題とは？

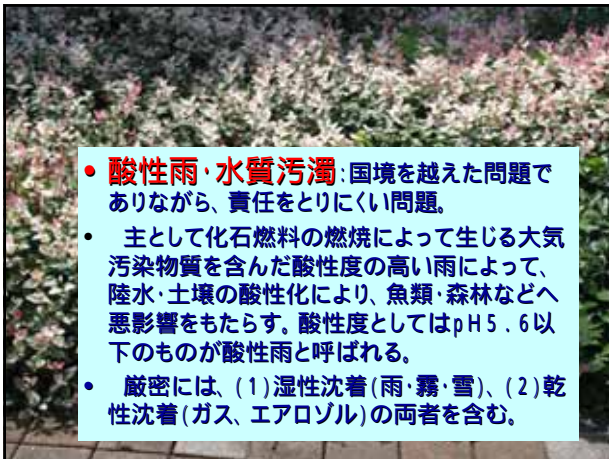
- 今後避けて通れない重大な問題
- 経済成長しつつ、地球環境保全に務める方法の模索 ISO14001
- 現在のエネルギー資源が使用できなくなったときの方策は？
- 環境問題が、人口問題、食糧問題、エネルギー問題に与える影響は？



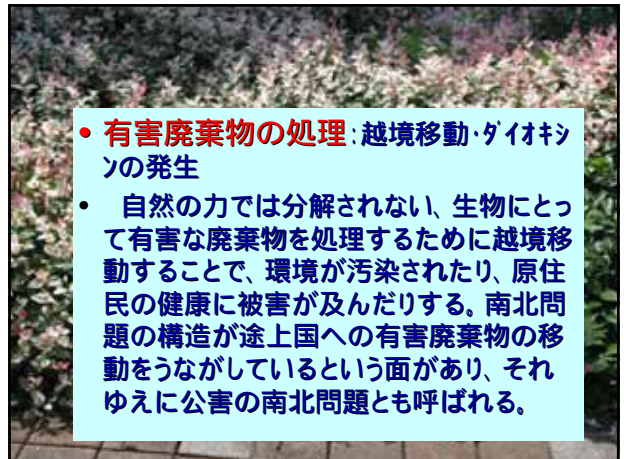
地球環境問題とは？

- **地球温暖化**:あとで気付いても取り返しが付かない問題。温室効果ガスの削減。
- 化石燃料の大量使用などによって二酸化炭素などの温室効果ガスの濃度が高まる結果、気温が上昇し、気候変動・海面水位上昇などをもたらす。温暖化は、「気候変動」を引き起こし、単なる気温の上昇ということだけではすまない。生態系全体に重大な影響を及ぼすために、もっとも心配されている。例えば、今後100年間に地球の平均気温が約2℃上昇すると、東京の平均気温は今の鹿児島島の平均気温になる。地球の大気平均気温は約15℃です。

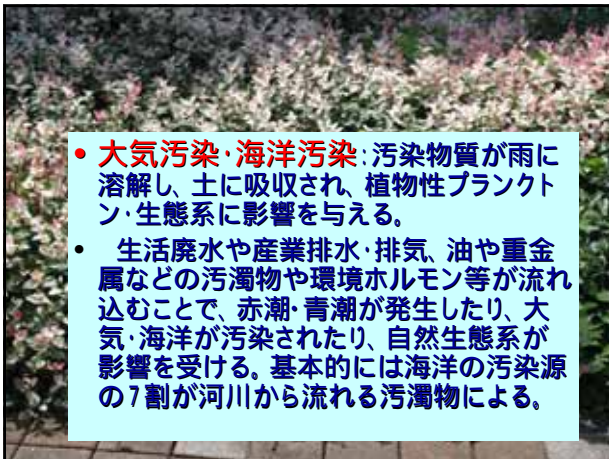
- **オゾン層破壊**:原因はフロン以外にもあるが、フロンにしか規制がない。
- CFCs(フロン類、Chloro-Fluoro-Carbons、1939年に実用化)などによって成層圏にあるオゾン(O₃)層が破壊され、有害な紫外線の地上への到達量が増加する。人や生態系に悪影響を及ぼす。フロン類は成層圏に達すると紫外線により分解されて塩素原子を放出し、その塩素原子がClO(塩素ラジカル)を構成するため、塩素原子1個につき数万個のオゾン分子が破壊される。「オゾンホール」として知られている。



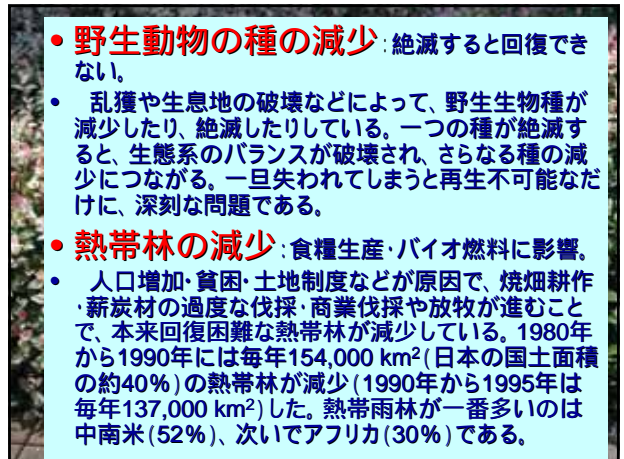
- **酸性雨・水質汚濁**: 国境を越えた問題でありながら、責任をとりにくい問題。
- 主として化石燃料の燃焼によって生じる大気汚染物質を含んだ酸性度の高い雨によって、陸水・土壌の酸性化により、魚類・森林などへ悪影響をもたらす。酸性度としてはpH5.6以下のものが酸性雨と呼ばれる。
- 厳密には、(1)湿性沈着(雨・霧・雪)、(2)乾性沈着(ガス、エアロゾル)の両者を含む。



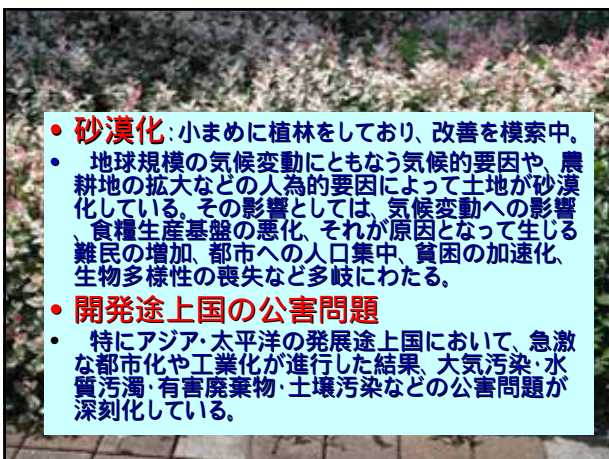
- **有害廃棄物の処理**: 越境移動・ダイオキソンの発生
- 自然の力では分解されない、生物にとって有害な廃棄物を処理するために越境移動することで、環境が汚染されたり、住民の健康に被害が及んだりする。南北問題の構造が途上国への有害廃棄物の移動をうながしているという面があり、それゆえに公害の南北問題とも呼ばれる。



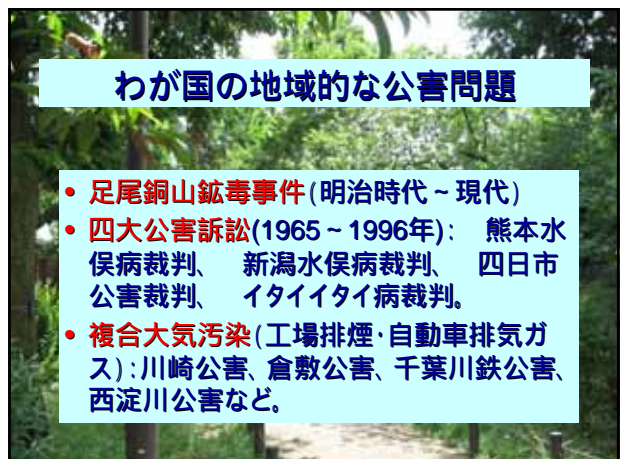
- **大気汚染・海洋汚染**: 汚染物質が雨に溶解し、土に吸収され、植物性プランクトン・生態系に影響を与える。
- 生活廃水や産業排水・排気、油や重金属などの汚濁物や環境ホルモン等が流れ込むことで、赤潮・青潮が発生したり、大気・海洋が汚染されたり、自然生態系に影響を受ける。基本的には海洋の汚染源の7割が河川から流れる汚濁物による。



- **野生動物の種の減少**: 絶滅すると回復できない。
- 乱獲や生息地の破壊などによって、野生生物種が減少したり、絶滅したりしている。一つの種が絶滅すると、生態系のバランスが破壊され、さらなる種の減少につながる。一旦失われてしまうと再生不可能なだけに、深刻な問題である。
- **熱帯林の減少**: 食糧生産・バイオ燃料に影響。
- 人口増加・貧困・土地制度などが原因で、焼畑耕作・薪炭材の過度な伐採・商業伐採や放牧が進むことで、本来回復困難な熱帯林が減少している。1980年から1990年には毎年154,000 km²(日本の国土面積の約40%)の熱帯林が減少(1990年から1995年は毎年137,000 km²)した。熱帯雨林が一番多いのは中南米(52%)、次いでアフリカ(30%)である。



- **砂漠化**: 小まめに植林をしており、改善を模索中。
- 地球規模の気候変動にともなう気候的要因や、農耕地の拡大などの人為的要因によって土地が砂漠化している。その影響としては、気候変動への影響、食糧生産基盤の悪化、それが原因となって生じる難民の増加、都市への人口集中、貧困の加速化、生物多様性の喪失など多岐にわたる。
- **開発途上国の公害問題**
- 特にアジア・太平洋の開発途上国において、急激な都市化や工業化が進行した結果、大気汚染・水質汚濁・有害廃棄物・土壌汚染などの公害問題が深刻化している。



わが国の地域的な公害問題

- **足尾銅山鉱毒事件**(明治時代～現代)
- **四大公害訴訟**(1965～1996年): 熊本水俣病裁判、新潟水俣病裁判、四日市公害裁判、イタイイタイ病裁判。
- **複合大気汚染**(工場排煙・自動車排気ガス): 川崎公害、倉敷公害、千葉川鉄公害、西淀川公害など。

足尾銅山鉍毒事件

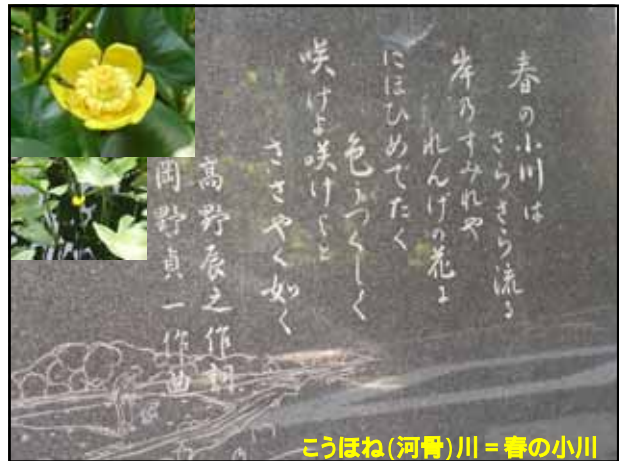
- 足尾鉍山は、栃木県の渡良瀬川の源流地帯にあり、1610年に発見された。
- 1877年に古河市兵衛が買収。江戸時代に日本式工法では掘尽くしたため、古河市兵衛に安価に売却した。古河は西洋の新工法を取り入れ、新坑道を発見しその後大量に出土した。
- 渡良瀬川流域の広大な農地が、重金属の鉍毒汚染され、現在まで公害は続いている。

21世紀の予測

- 「21世紀への階段(40年後の日本の科学技術)」、弘文堂刊
- 科学技術庁監修(委員長 中曾根康弘 国務大臣・科学技術庁長官・原子力委員長)
- 昭和35年6月30日初版発行

「21世紀への階段」の内容

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • 原子力 • オートメーション • 電子計算機 • 60歳の壮年時代 • ガンは亡びるか? • 成人病は高年病に • 内臓借用時代 • 台風・気象・地震のコントロール • 国土計画 | <ul style="list-style-type: none"> • 道路と自動車 • モノレール • 東京-大阪1時間 • 100万都市 • 性と眠りのコントロール • 生命の微粒子 • 宇宙への旅 • 高分子時代 • 生物の合成と改造 • 太陽エネルギー利用 |
|---|---|



環境問題の一つの流れ

- 1770~1830年: 英国産業革命によりロンドン近郊の山林・森林を大量に伐採し、スモッグ・洪水が発生。代名詞: 霧のロンドン。(欧州には植林の習慣がなかった。)
- 1896年: S.アレニウス(スウェーデン)がCO2に温室効果があることを発表
- 1938年: G.S.ケンダー(英国)が「人間の産業活動の結果、二酸化炭素が増加して温暖化が進行する」と発表。
- 1952年12月: ロンドンで史上最悪のスモッグ発生。4,000人以上が死亡。

- 1954年: 米国ビキニ環礁で水爆実験。
- 1955年: 米国「大気清浄法」制定。
- 1956年: 英国「大気清浄法」制定。
- 1957年: ソ連、人工衛星スプートニク1号を打上げ。
- 1957~1958年: 国際地球観測年(世界64ヶ国が参加)、日本で水俣病・イタイ病など公害問題。
- 1960年代: ラブロック教授(英国)が高感度の電子捕獲形ガスクロマトグラフ検出器(ECD)を開発し、自動車による大気汚染を測定。
- 1969年: 国際連合3代目事務総長 ウ・タント氏の発言(ウ・タント事務総長が発表した「人間環境に関する諸問題」と題するレポートでは、人間の環境に危機が迫っていることが人類史上初めて強調された。)

- 1970年:ラブロック教授は大気中からECDによって初めてフロンを検出し、Nature誌に発表。
- 1971年:デュボン社はラブロック教授、ピック教授(カリフォルニア大学)に対流圏でのフロン挙動調査を依頼。1972年:デュボン社は世界のフロン製造業者に呼びかけ、15社が協力して、化学薬品製造業者協会(MCA)に作業を委ね、つぎの結論がでた。
- 1. フロンは対流圏に蓄積されており、その量は北半球に多く、南半球に少ない。海水にも溶存し、これらの総量は当時まで生産された量とほぼ等しい量である。
- 2. フロンは地表面での光化学スモッグの生成に関与せず、不活性である。植物成長等に対して直接的な悪影響をもたない。
- 3. フロンは紫外線に対して透明であり、少なくとも高度17km以下では光分解しないだろう。

究極のグリーンエネルギー時代とは
小口幸成

19

- 1972年:米国政府は、スペースシャトル燃料の過塩素酸化合物の放出による環境への影響を、シセロン博士(ミシガン大学)等に調査を依頼をし、塩素がオゾン分解に対しNOx以上の効果があることを結論した。
- 1972年:「成長の限界」出版
- 1973年:第1次エネルギー危機
- 1974年6月にNature誌に、ローランド教授・モリナ博士の論文(オゾン層枯渇説)が掲載された。
- 1979年:第2次エネルギー危機

究極のグリーンエネルギー時代とは
小口幸成

20

「成長の限界」の発端

- 国際連合事務総長 ウ・タント氏の発言(1969)
- 私は芝居がかっていると思われたくないけれども、事務総長として承知している情報からつぎのような結論を下しうるのである。すなわち、国際連合加盟諸国が、古くからの係争をさし控え、軍拡競争の抑制、人間環境の改善、人口爆発の回避、および開発努力に必要な力の供与をめざして世界的な協力を開始するために残された年月は、おそらくあと10年しかない。もしもこのような世界的な協力が今後10年間のうちに進展しないならば、私が指摘した問題は驚くべき程度にまで深刻化し、われわれの制御能力をこえるにいたるであろう。

究極のグリーンエネルギー時代とは
小口幸成

21

ローマ・クラブ「人類の危機」レポート 第1弾 「成長の限界」

- “The Limits to Growth”
- A Report for the Club of Rome’s Project on the Predicament of Mankind.
- By Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, Jorgen Randers, and William W. Behrens
- 監訳者:大来佐武郎
- 1972年5月25日:第1刷発行(ダイヤモンド社)
- 2008年2月26日:第63刷発行

第2弾 「限界を超えて」

- “Beyond The Limits”
- By Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, and Jorgen Randers
- 監訳者:茅 陽一
- 訳者:松橋隆治、村井昌子
- 1992年12月3日:第1刷発行(ダイヤモンド社)
- 2006年8月16日:第10刷発行

第3弾 「成長の限界」 —人類の選択—

- “The Limits to Growth”
- —The 30-Year Update—
- By Donella H. Meadows (2002年逝去), Jorgen Randers and Dennis L. Meadows
- 訳者:枝廣 淳子
- 2005年3月10日:第1刷発行(ダイヤモンド社)
- 第4弾が計画されている。(2012年ころ?)

同じ著者の著書

- 1. 「地球のなおい方」
- 一限界を超えた環境を危機から引き戻す知恵一
- By Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, and 枝廣 淳子
- 2005年7月14日第1刷発行(ダイヤモンド社)
- 2008年6月2日第7刷発行
- 2. “Cobb Hill Cohousing”
- 『「成長の限界」からカブ・ヒル村へ』
- By Donella H. Meadows (2001年2月20日、脳膜炎により逝去、享年59歳)
- 構成: 神谷宏治、鈴木幸子、鈴木哲喜
- 2007年5月25日: 第1刷発行(生活書院)

図46 安定化された世界モデル

- 遠い将来にわたって持続する均衡状態を作る。
- 図45の成長抑制政策に技術政策を追加。
- **技術政策**: 資源の再循環、汚染防除装置、あらゆる形の寿命延長、荒廃した土壌の再生方法。
- **工業生産より、食糧とサービスに重きをおく**ような価値観の変化が生ずる。
- **出生率は死亡率に等しく、資本投資は資本減耗に等しい。**
- 1人当たりの工業生産の均衡値は1970年の世界平均値の3倍。

26

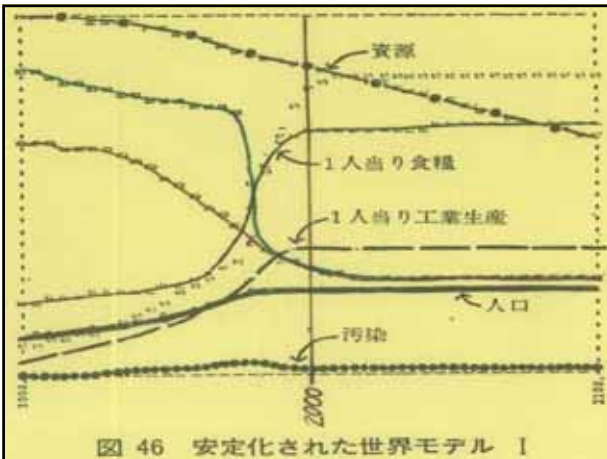


図 46 安定化された世界モデル I

図47 安定化された世界モデル

- 成長に課せられた厳密な制限が除かれ、人口と資本が自然にある遅れの範囲内で調節されたとすると、人口の均衡レベルは図46より高く、**1人当たりの工業生産レベルは低くなる。**
- 完全に効果的な産児制限と2人の子供を持つ平均的家族構成が1975年に達成されると仮定している。
- **出生率は**、人口の年齢構成に固有の遅れによるので、死亡率に徐々にしか近づかない。

究極のグリーンエネルギー時代とは
小口幸成

28

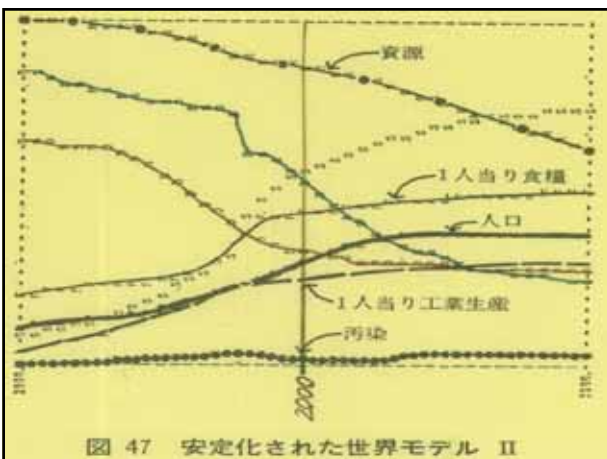


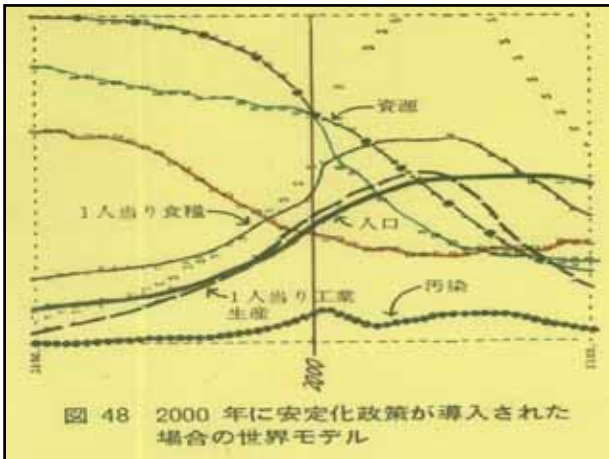
図 47 安定化された世界モデル II

図48 2000年に安定化政策が導入された場合

- 図47は1975年に新政策がとられた場合であるが、その政策が2000年まで延期されたとしたら...
- 均衡状態がもはや持続できないことがわかる。
- **人口と工業資本は2100年以前に食糧と資源の不足を生ずるのに十分なほど高いレベルに達する。**

究極のグリーンエネルギー時代とは
小口幸成

30



第2弾 「限界を超えて」

- “Beyond The Limits”
- By Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, and Jorgen Randers
- 監訳者: 茅 陽一
- 訳者: 松橋隆治、村井昌子
- 1992年12月3日: 第1刷発行 (ダイヤモンド社)
- 2006年8月16日: 第10刷発行

第2弾 「限界を超えて」の概要

- メドウズ自身が20年後に再度計算し直したところ、基本的に第1弾の「成長の限界」出版当時の結論と変わらず、さらに汚染が厳しくなっていると結論している。
- 2033年: 地球の汚染がピークになる
- 2050年: 2009年(ピーク時)に比べて
 - 食糧生産は6分の1に激減
 - 資源は20分の1に激減
- 21世紀中に約30億人が餓死する。

究極のグリーンエネルギー時代とは
小口幸成

33

第3弾 「成長の限界」 —人類の選択—

- “The Limits to Growth”
- —The 30-Year Update—
- By Donella H. Meadows (2002年逝去), Jorgen Randers and Dennis L. Meadows
- 訳者: 枝廣 淳子
- 2005年3月10日: 第1刷発行 (ダイヤモンド社)
- 第4弾が計画されている。(2012年ころ?)

- 第1章 地球を破壊に導く人類の「行き過ぎ」
- 第2章 経済に埋め込まれた、幾何級数的成長の原動力
- 第3章 地球の再生が不可能になる、供給源と吸収源の危機
- 第4章 成長のダイナミクスを知る: ワールドの特徴
- 第5章 **オゾン層の物語に学ぶ: 限界を超えてから引き返す知恵**
- 第6章 技術と市場は、行き過ぎに対応できるのか

- 第7章 持続可能なシステムへ: 思考と行動をどう変えるか
- 第8章 いま、私たちができること: 持続可能性への5つのツール
 - 農業革命と産業革命の歴史に学ぶ
 - 次なる革命—持続可能性革命の必然性
 - ビジョンを描くこと
 - ネットワークをつくること
 - 真実を語ること
 - 学ぶこと
 - 慈しむこと

オゾン層の物語とは

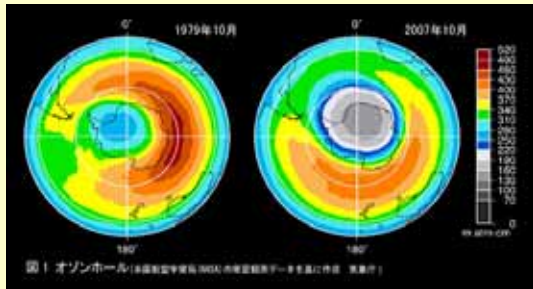


図1 オゾンホール(米国宇宙航空局NASAの衛星観測データをもとに作成。東京大学)

究極のグリーンエネルギー時代とは
小口幸成

37

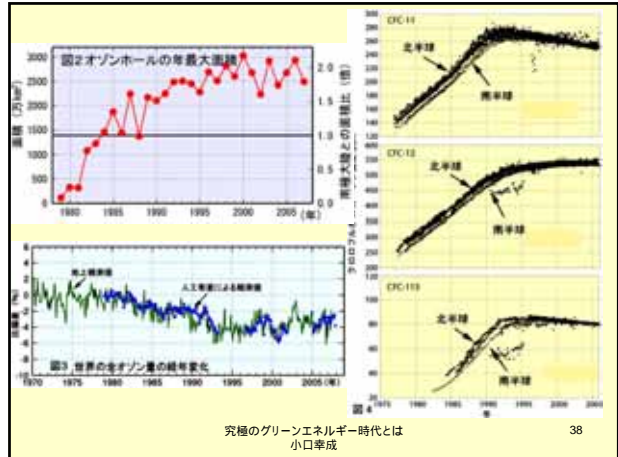


図2 オゾンホールの年最大深さ

究極のグリーンエネルギー時代とは
小口幸成

38

第5章の観点

- 1939年にデュボン社からアンモニアに替わる冷媒としてフッ素系炭化水素(フロン(デュボン社の商品名はフレオン))が提案・実用された。
- ミシガン大学とデュボン社がフロン系冷媒の実用のための熱物性研究を長年にわたって実施した。
- 1966年から、講演者が混合物の実験も可能な実験装置を開発し、日本からのデータ発信が世界に流れた。(講演者は、フッ素系冷媒の研究を慶應義塾大学で13年間実施した。その後、後継者達が研究を継続した。)
- 「オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書」、「オゾン層の保護のためのウィーン条約」によって、冷媒の開発が盛んになった。
- CFC (Cl-F-C)冷媒から、HCFC (H-Cl-F-C)冷媒、HFC (H-F-C)冷媒へ新冷媒、混合冷媒が開発された。(主にオゾン層を破壊しない冷媒を目的とした。)

39

- 冷媒を大気に放出しなければ全く問題がないが、冷媒の充填中に放出したり、米国ではカーエアコンから冷媒が漏れることがきわめて多い。
- 温暖化が進むと、エアコンの利用率が急激に上昇する。
- 冷媒によって、エアコンの性能、漏れたガスの温暖化係数、オゾン層破壊率が異なる。
- 時代に即した新しい冷媒を探索している。
- EUでフロン系冷媒規制(規則)が設置され、GWP (地球温暖化係数)150以上の冷媒の使用が制約される。(漏れ低減対策強化や、検知器などの設置)。
- ドイツでは、CO2エアコンに切り替える方針を固めた。米国、日本は、新冷媒を検討中である。

究極のグリーンエネルギー時代とは
小口幸成

40

新冷媒の動向

- 特にカーエアコン関係の対応が急がれ、新冷媒やそのシステムの開発に取り組んでいる。
- その中でハネウエル社・デュボン社が提案しているHFO-1234yf (CF₃-C-F=CH₂)が注目されている。
- 実機試験の結果、毒性試験が少し悪い値が出ているが、現状のエアコンに近い結果が得られた。
- それに対してエアコンメーカーもHFO等の検討を始めているが、1234yfは低圧側の圧力損失が大きく、動作係数(成績係数、COP)が良くない。
- 最近では1234yfを成分とした混合冷媒やHFO-1234zeなどが注目されているが、混合冷媒は非共沸冷媒のイメージが強く、あまり進んでいない。
- 今年あたりからHFO-1234yf、HFO-1234zeの熱物性の研究結果が報告されるであろう。ただし、HFO-1234yfは非常に高価で、冷媒メーカーが薬品メーカーとの共同研究で配分してもらわないと研究費がもたない。

41

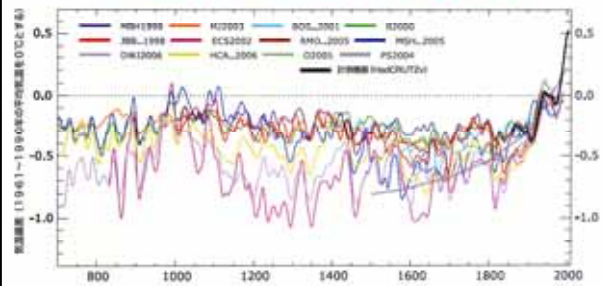
温室効果ガス		地球温暖化係数	性質	用途、排出源
オゾン層を破壊するフロン類	CFC、HCFC類	数千~1万程度	塩素などを含むオゾン層破壊物質で、同時に強力な温室効果ガス。モントリオール議定書で生産や消費を規制。	スプレー、エアコンや冷蔵庫などの冷媒、半導体洗浄など。
	HFC(ハイドロフルオロカーボン類)	数百~1万程度	塩素がなく、オゾン層を破壊しないフロン。強力な温室効果ガス。	スプレー、エアコンや冷蔵庫などの冷媒、化学物質の製造プロセスなど。
オゾン層を破壊しないフロン類	PFC(パーフルオロカーボン類)	数千~1万程度	炭素とフッ素だけからなるフロン。強力な温室効果ガス。	半導体の製造プロセスなど。
	SF ₆ (六フッ化硫黄)	22200	硫黄とフッ素だけからなるフロンの仲間。強力な温室効果ガス。	電気の絶縁体など。

42

改善に向かわせる努力

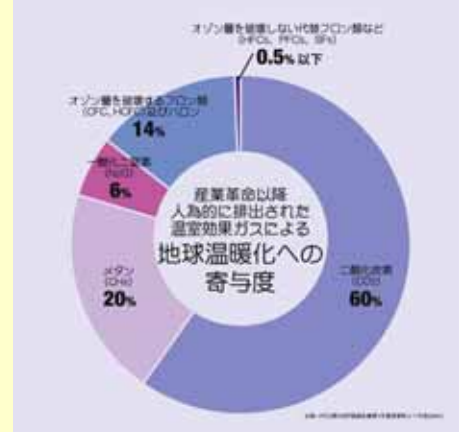
- 1990年、1995年、2001年、2007年にわたるIPCC (International Panel on Climate Change) による国際的な理解の促進。
- IPCCデータの正確さと、それによる改善策の策定・議論が世界的に活発になった。
- 地球温暖化にはいろいろな要因があるが、それらを認めた上で、今対応しなければ取り返しが付かない状況になってからでは、対応できないことが理解されてきている。
- 中国、インド、その他発展途上国は、CO₂を多く含んだ製品を輸出している。製品にはCO₂が付着していると考える時代が来る。

北半球の気温推移 (復元データ 700~2000年)

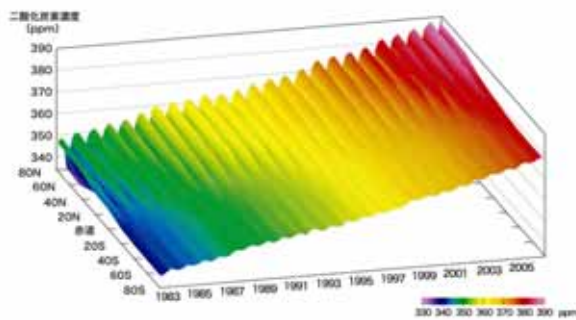


温室効果ガスの特徴

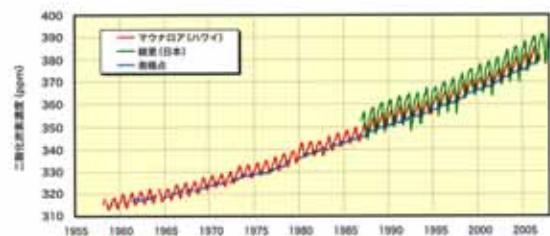
温室効果ガス	地球温暖化係数	性質	用途、排出源
二酸化炭素 (CO ₂)	1	代表的な温室効果ガス	化石燃料の燃焼など。
メタン(CH ₄)	23	天然ガスの主成分で、常温で気体。よく燃える。	稲作、家畜の腸内発酵、廃棄物の埋め立てなど。
一酸化二窒素 (N ₂ O)	296	数ある窒素酸化物の中で最も安定した物質。他の窒素酸化物(例えば二酸化窒素)などのような害はない。	燃料の燃焼、工業プロセスなど。



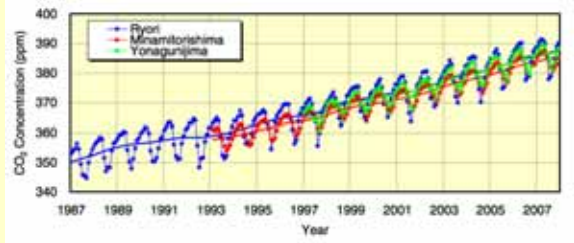
大気中の二酸化炭素濃度の推移 (緯度別)



大気中の二酸化炭素濃度の経年変化 (過去50年)

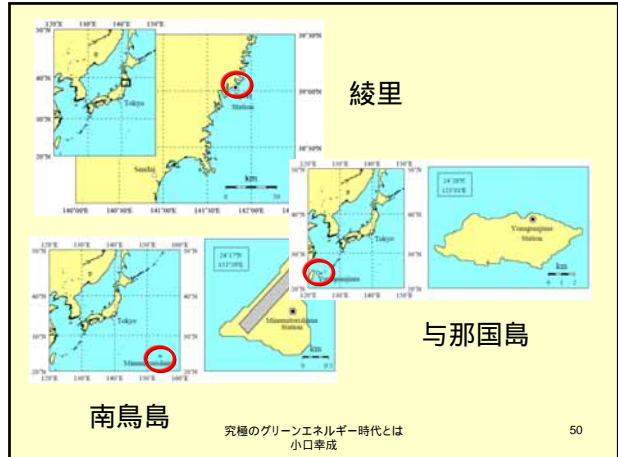


大気中のCO₂濃度の経年変化 (日本近海)



究極のグリーンエネルギー時代とは
小口幸成

49



綾里

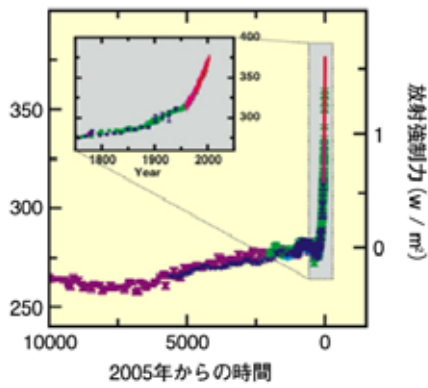
与那国島

南鳥島

究極のグリーンエネルギー時代とは
小口幸成

50

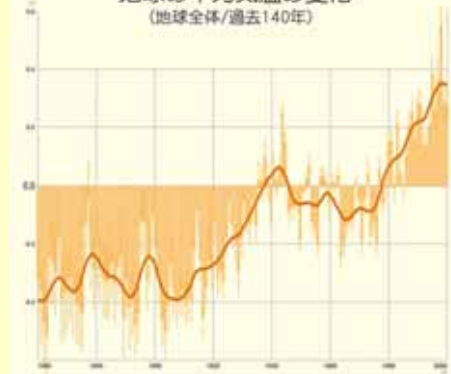
二酸化炭素濃度 (ppm)



出典) IPCC第4次評価報告書2007

51

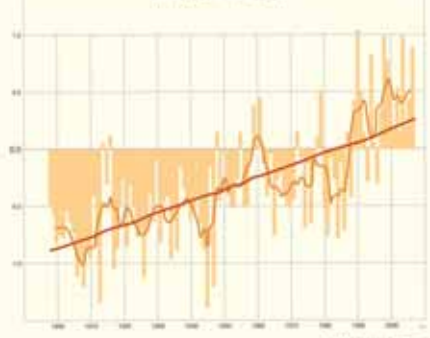
地球の平均気温の変化 (地球全体/過去140年)



出典) IPCC第4次評価報告書2007

52

日本における年平均気温の変化 (1898年~2007年)



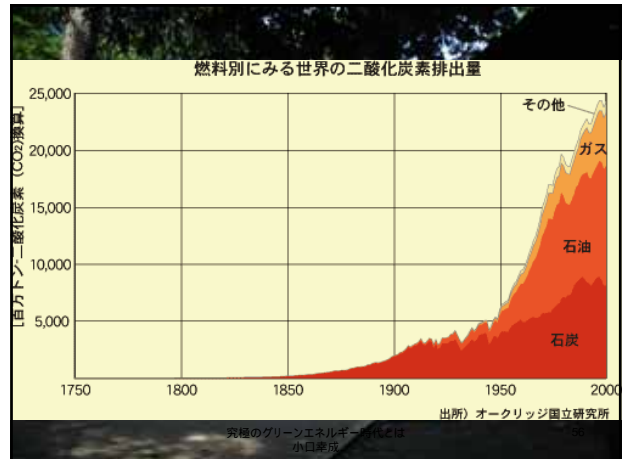
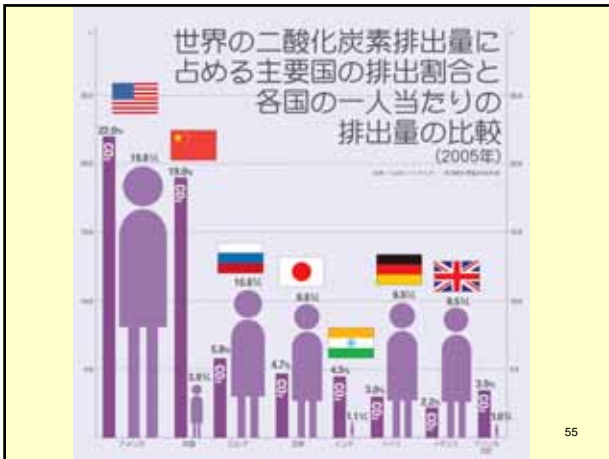
53

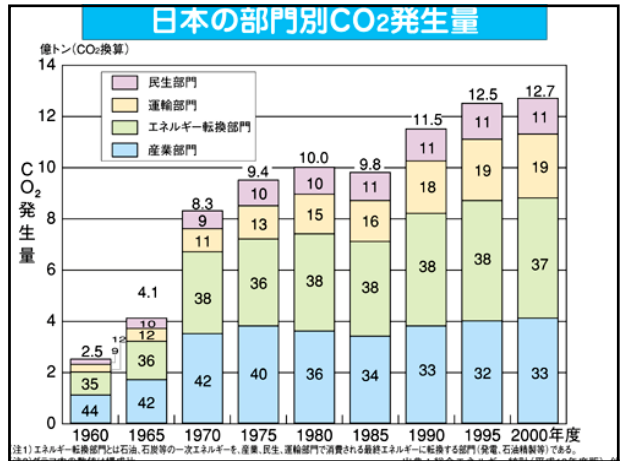
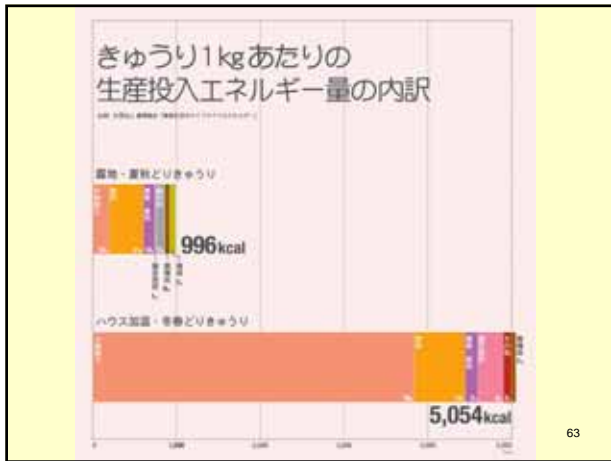
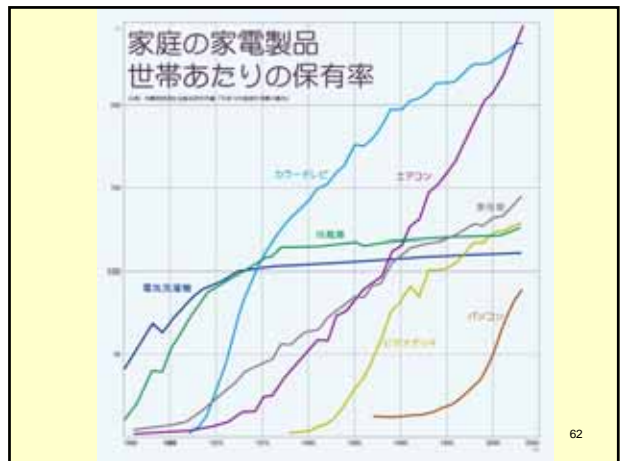
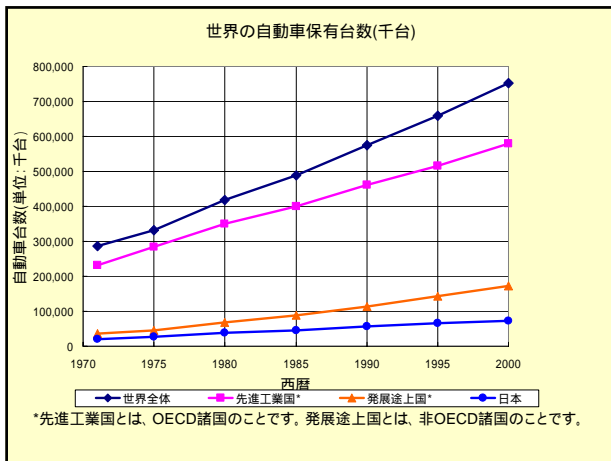
世界の二酸化炭素排出量 —国別排出割合—



出典) IPCC第4次評価報告書2007

54





報告

地球温暖化問題解決のために 知見と施策の分析、 我々の取るべき行動の選択肢

- 平成21年(2009年)3月10日
- 日本学術会議
- 地球温暖化問題に関わる知見と施策に関する分析委員会
- この報告は、日本学術会議「地球温暖化等、人間活動に起因する地球環境問題に関する検討委員会」の審議結果を受けて、「地球温暖化問題に関わる知見と施策に関する分析委員会」が取りまとめ公表するものである。

究極のグリーンエネルギー時代とは
小口幸成

温暖化に作用する熱量とは

- すべてのエネルギーは保存される。
- エネルギー保存則(エネルギー変換論)により、最終的にはすべてのエネルギーは温暖化の熱量に変換される。
- 大気への放熱熱量は、太陽熱以外に、石油などの燃焼熱量、自動車などの運動から変換された熱量、食糧から動物が取得した熱量など、すべての熱量である。

究極のグリーンエネルギー時代とは
小口幸成

CO₂を植林に吸収させる

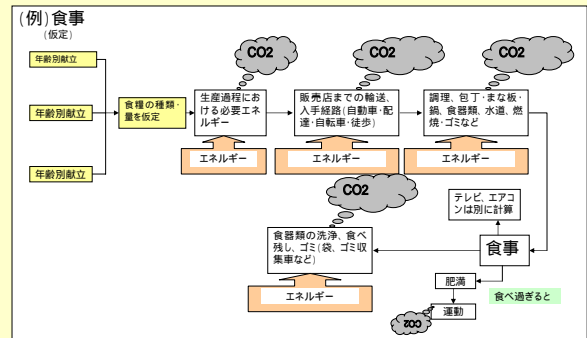
(小口研究室3年生の研究による)

- 人生80年に1人が排出するCO₂量を推算
- 全排出量を1年あたりに平均し、杉のCO₂吸収量と比較し、**杉の植林数(1人あたり)**を計算。
- **植物は**、CO₂を吸収して成長するが、枯れて朽ちるときは、**CO₂とH₂Oに戻る**。
- 植物を燃料とするときは、**等量の植林をする必要がある**。植物のCは自然界で作られ使われる。

究極のグリーンエネルギー時代とは
小口幸成

67

食事を例にとって、エネルギーとCO₂の流れ (配慮すべき影響)



究極のグリーンエネルギー時代とは
小口幸成

68

樹木のCO₂吸収量

- 植物は光合成作用によって有機物質(グルコース: C₆H₁₂O₆)を生産する
- $6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} + 2880[\text{kJ}]$
- $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{O}_2$
- $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$
- 264gのCO₂ + 108gの水 + 太陽エネルギー -
- 180gのグルコース + 192gの酸素
- 180gのグルコース
- 162gのデンプン・セルロース + 18gの水
- 1kgのデンプン・セルロース生産に1.5kgのCO₂

究極のグリーンエネルギー時代とは
小口幸成

69

推算方法

- **呼吸**: 安静時250mL/分, 運動時その2.5倍。
- **衣類**: 人生80年を0~3歳, 4~12歳, 13~19歳, 20~80歳に分割。
- **日用品**: 台所用品, 生活用品, 文房具, 寝具。
- **食料品**: 献立を0~3歳と4~80歳に分割。
- **住居**: 一生に2DKを1軒立てる。家具。
- **光熱**: ガス・電気。
- **上下水道**。
- **輸送機関**。
- **娯楽・趣味**。印刷物。
- **森林伐採**。廃棄物(ゴミ)。

究極のグリーンエネルギー時代とは
小口幸成

70

生涯排出CO₂と杉の植林数

項目	生涯(80年)のCO ₂ の放出量[トン]	CO ₂ の吸収に必要な杉の本数
(1)人間の呼吸	20.40	10.39
(2)衣料品	13.93	7.68
(3)日用品	1.29	0.65
(4)食料品(原材料)	48.73	24.76
(5)食料品(加工品)	29.88	15.18
(6)住居	42.58	21.64
(7)ガス	28.19	14.32
(8)電化製品(電力)	39.79	20.22
(9)上下水道	0.28	0.14
(10)家具	0.30	0.15
(11)輸送機関	104.14	52.91
(12)娯楽・趣味	1.72	0.87
(13)出版・印刷物	33.48	17.02
(14)森林伐採	8.52	4.43
(15)ゴミ	15.26	7.84
合計	究極のグリーンエネルギー時代とは 小口幸成	198.20 71

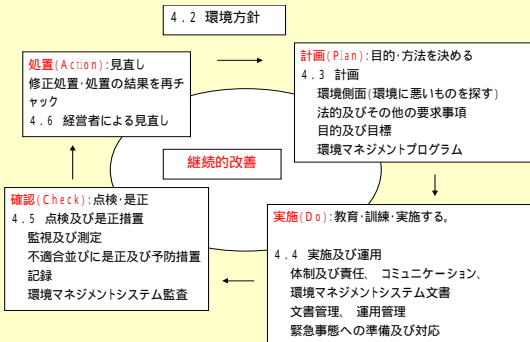
ISO14001

- **環境マネジメントシステム**に関する国際規格
- 1996年9月発効。(工場向け)
- 1999年2月: 1748件が認証を受けた。
- 機械系(電気・機械)が68.9%
- ISO(International Organization for Standardization): 国際標準化機構。
- 非政府組織(NGO)
- 1947年設立。130カ国以上加盟。
- 目的: 世界共通の規格・基準を設定。

究極のグリーンエネルギー時代とは
小口幸成

72

環境マネジメントサイクル(ISO14000) PDCAサイクル



20世紀が食糧問題に果たした効果

- 科学が果たした役割として、反収(単位面積あたりの収穫量)の飛躍的増大。化学肥料の効果。
- 農産物の移動・貿易量の増大。
- 穀物が家畜の餌に大量に使用された。
- 世界人口の急増。
- 20世紀は、億単位の人間が長期にわたる飢餓に苦しむ時代。アフリカ・南アジアで8億人が飢餓状態におかれている。
- 20世紀の世界の人口: 16億人 60億人

究極のグリーンエネルギー時代とは
小口幸成

74

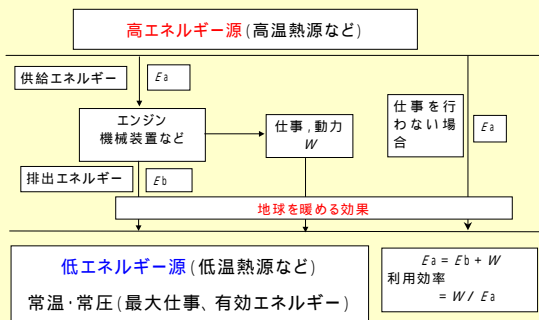
20世紀が食糧問題に果たした効果

- 世界で生産されるトウモロコシ約6億トンのうち、4億トンが家畜の飼料に使用され、**家畜用の10~20%で世界の飢餓を救える**。
- 穀物作付け面積は、ほとんど一定していて、森林伐採以外に、これ以上増やすことはできない。
- 窒素肥料の使用量も最近10年では一定になってきており、穀物収穫量も一定値に近づいてきている。

究極のグリーンエネルギー時代とは
小口幸成

75

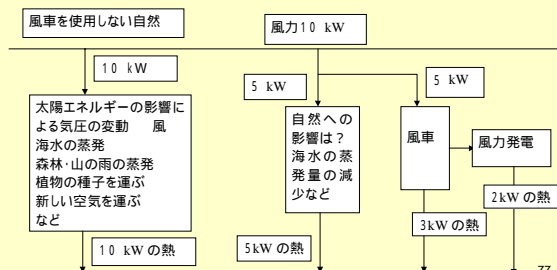
エネルギーの利用効率



自然エネルギー利用上の注意 風力発電の例

仮定: 風力で2 kWを発電。発電効率は40%。10 kWの風が吹いている。

発電効率 = 0.4 $E_a = 5 \text{ kW}$, $E_b = 3 \text{ kW}$, $W = 2 \text{ kW}$



最近の動向

- 1. **日本カーボンアクション・プラットフォーム(JCAP)**の発足: 第1回会合2008年7月16日に総評会館で開催。環境省地球環境局地球温暖化対策課市場メカニズム室。
- **カーボン・オフセット**の手法(自らのCO2排出量のうち、どうしても削減できない量の全部又は一部を他の場所での削減・吸収量で埋め合わせる)により、地域における市民・企業の主体的な温暖化対策を促進する取組
- 「**オフセット・クレジット**(J-V E R) 全国説明会」6月1日から東京・名古屋・大阪・札幌・仙台・広島・福岡・高知・新潟・熊本・東京(追加開催)と、10地域11会場において延べ約2,000人に説明。

78

- 2. **BioFuels World 2009, Conference & Expo、第3回バイオ燃料製造装置 & 材料展**
- 2009年7月22日(水)から24日(金)、パシフィコ横浜
- 主催: BioFuels World 協議委員会(委員長: 坂志朗教授(京都大学)、副委員長: 坂西欣也氏(産総研))
- 農林水産省、経済産業省、環境省
- バイオ燃料に関する基調講演、特別講演、専門セミナー

新エネルギー・未利用エネルギー

- **自然エネルギー**: 太陽エネルギー(光と熱)・地熱エネルギー・風力エネルギー・水力エネルギー・海洋エネルギー(波力・潮力・温度差): 自然を壊さないまま活用できるか?
- **石炭**の液化・ガス化。
- **廃熱エネルギー**の活用: 機器の高効率化。
- **バイオマス**: 生物の廃棄物・サトウキビ・サツマイモなどからアルコール製造。

グリーンエネルギーの現状

- 21世紀におけるグローバルな産業の発展
- 人口増加、自動車の利用増加

化石エネルギー消費の急増

- エネルギー対応(代替エネルギー源の確保)
- 地球温暖化対策(CO₂、温暖化ガスの低減)
- 大気汚染防止
- **グリーンエネルギー**
- **バイオマス(Bio-Massから来ている)、自動車用燃料(バイオ・ガソリン燃料、バイオ・ディーゼル燃料)、航空機用燃料**

自動車用バイオ燃料

- **バイオ・ガソリン燃料**
- エタノールを混合する。
- E3 = エタノールを体積量で3%混合。(日本)
- E5~10 = 中国、オーストラリア、カナダなど。
- E20~25 = タイ、ブラジル、パラグアイ。
- E85 = ドイツ、フランス、米国(FFV車)、ブラジル、タイ。
- 2010年~2020年にはE10+、E85が多くなる。
- **バイオ・ディーゼル燃料**
- シンガポールではカメリナのバイオ・ディーゼル燃料が生産されている。

自動車用バイオ燃料

ガソリン自動車 → バイオエタノール、バイオETBE
ディーゼル自動車 → バイオディーゼル燃料(FAME)
水素化バイオ軽油、BTL

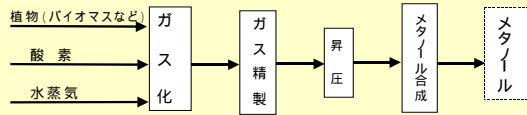
•ETBE=エチル・ターシャリー・ブチル・エーテル(ガソリンの添加剤)
•BTL=Biomass to liquid

- 現在、世界中で走っている自動車は、10億台以上である。
- トヨタが、1997年以来販売したハイブリッド車は約170万台。0.2%程度である。
- 中古車対策もあり、ハイブリッド車、電気自動車、燃料電池車だけでは、世界中を覆うことは不可能。
- 今後も圧倒的に液体燃料が安定供給されることが重要。
- 一般の日本車輦はE10まではそのまま使用可能。

バイオディーゼルの起源

- ディーゼルエンジンは、もともとは落花生油を燃料とし、圧縮熱で燃料に点火するエンジンとして19世紀末に発明されたものであり、バイオディーゼルを燃料として使用することを想定していた。
- しかし落花生の生産は天候に左右され供給が不安定であったこと、当時ルーマニアで油田が発見され軽油や重油などの鉱物油が本格的に入手できるようになったことなどから、ディーゼルエンジンの燃料はバイオディーゼルから化石燃料へシフトしていった。

バイオメタノール製造



温度	600~1000	常温	350
圧力	0.1~1 MPa	0.1~1 MPa	4 MPa
反応	バイオマス(微粉) + O ₂ + H ₂ O H ₂ + CO + CO ₂	CO + 2H ₂	触媒 → CH ₃ OH

究極のグリーンエネルギー時代とは
小口幸成

85



航空機用バイオ燃料について

日本航空発始之地(代々木公園内, 元代々木練兵場)
1910年(明治43年)12月19日初飛行

86

日本初飛行の地

- 1910年(明治43年)12月19日、当時代々木練兵場であったこの地において、徳川好敏陸軍大尉はアンリ・フォルマン式複葉機を操縦して4分間、距離3,000m、高度70mの飛行に成功した。
- 次いで日野熊蔵陸軍大尉も、グラデー式単葉機により1分間、距離1,000m、高度45mの飛行に成功した。これが日本航空史上、最初の飛行である。
- 日本航空発始之地記念碑 建立 朝日新聞社
- 設計 今井兼次, 彫刻 泉二勝麿
- 徳川好敏之像 建立 航空同人会, 彫刻 市橋敏雄
- 日野熊蔵之像 建立 航空五〇回, 彫刻 小金丸義久
- 東京都 昭和49年12月

87

- ボーイング社のバイオ燃料プロジェクトには、4つの航空会社、4つの航空機エンジンメーカーが参加した。
- バージンアトランティック航空:**
- B747-400型機 + GE社製エンジン
- ニュージーランド航空:**
- B747-400型機 + ロールロイス社製エンジン
- コンチネンタル航空:**
- B737型機 + CFM社製エンジン
- 日本航空:**
- B747型機300型機 + PWA社製エンジン

究極のグリーンエネルギー時代とは
小口幸成

88

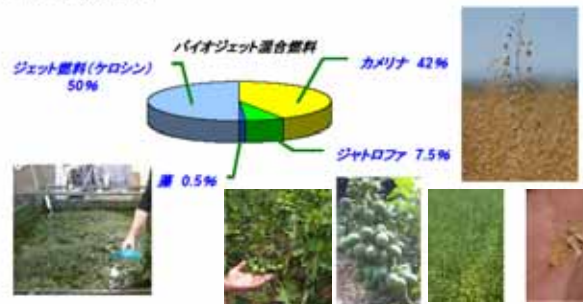
航空機用バイオ燃料

- 第一世代バイオ燃料**
- 食料を原料とする燃料(とうもろこし、大豆、サトウキビなどから作られるエタノール)
- 効率性・持続性課題を持つエネルギー源
- 生産に高大な土地が必要
- 第二世代バイオ燃料**
- 非食用植物から生成。
- 持続的なエネルギー源。
- 必要とする土地も少なく、肥料も水も少量。
- カメリナ、ジャトロファ、藻類、パパス、スイッチグラスなどから生成。



JALバイオ・フライトは第二世代バイオ燃料を使用

- バイオジェット燃料50%、通常のジェット燃料(JetA)50%の混合
- バイオジェット燃料の主成分はカメリナ(Camelina)、これにジャトロファ(Jatropha)と藻類(Algae)を混合。



カメリナ (Camelina)	ジャトロファ(Jatropha)	藻(Algae)
<ul style="list-style-type: none"> ・アブラナ科の草花 ・油は種子から搾られ、ランプ油、美容液、家畜飼料等に使用。 ・乾燥地でも、やせた土地でも高緯度でも栽培可能 ・原産地は北米、北欧、中央アジア ・シンガポールではディーゼル燃料として生産 	<ul style="list-style-type: none"> ・低木の落葉樹、南洋油桐(日本名) ・中央アジア原産、アフリカ・東南アジア栽培 ・干ばつに強く、植えてから3年で実がなり、10年間に年3~4回の収穫 ・実から油を搾るが実は毒性が強い。 ・重油の代替の燃料としても使用されている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・単位耕地面積当たりのエネルギー効率が大きい。 ・全世界の民間航空燃料はベルギー国の面積の培養池で生産可能。 ・国内調達の可能性有り。

木炭バス

- ・バスに積載した木炭ガス発生装置による一酸化炭素COとわずかに発生する水素H₂(水性ガスCO + H₂)を動力として走るバス。
- ・木炭の不完全燃焼により発生炉ガスと呼ばれる一酸化炭素を主成分とする可燃性のガスが得られる。
- ・発生炉中に水蒸気を吹き込み一部を水性ガス(CO + H₂)として使用したものもある。発生したガスに含まれる煤を分離除去してエンジンまで供給する機能を車載用にコンパクトにユニット化したものが、木炭ガス発生装置である。
- ・ここから発生した木炭ガスをガソリンエンジンの気化器まで導き、途中の管に切替弁を設けて接続した。

究極のグリーンエネルギー時代とは
小口幸成

92

木炭自動車(三太号, 神奈中バス)

- ・車体後部に装備したガス発生炉によって木炭を乾留し、発生する**木炭ガス**(CO)を燃料とするガス機関自動車。
- ・ガス発生炉の中で固体燃料を不完全燃焼させ、COを主成分とする可燃ガスを取り出し、冷却器・清浄器を通したのちガス空気混合器へ送りエンジンを作動する。
- ・固体燃料として、**木炭・石炭・コークス**。
- ・フランスで開発され、第1次世界大戦後見直された。
- ・日本では大正末に研究開始。昭和10年~20年代に、バス・トラックに使用。

93



木炭バス(神奈川中央交通復元車・三太号)



木炭バス(神奈川中央交通復元車・三太号)

今後への期待

- ・CO₂削減量の試算
- ・省エネルギー、代替エネルギー源の準備
- ・「CO₂」と「熱量」について「地球の限界」は?
- ・無駄を廃した愉快的暮らし方の模索
- ・経済効果に温暖化寄与度を併せて検討する
- ・日本の人口、世界の人口の最適値を検討
- ・少子化を食い止めるための対策
- ・日本が必要とする専門家の分布を試算(技術者、経済学者、文学者など)

究極のグリーンエネルギー時代とは
小口幸成

96

CO2削減目標[都道府県]

自治体名	制定年・年度	目標値	目標年・年度	基準年・年度
北海道	2008年度	-9.2% (温室効果ガス)	2010年度	1990年度
宮城県	2004年	7.29t - CO2/人	2010年	1990年
秋田県	1999年(2007年3月に改訂)	-6.0%	2010年度	1990年度
栃木県	2006年	18,056(千t - CO2) (温室効果ガス総排出量削減目標)	2010年	2002年
群馬県	2006年	15,055千t - CO2 (-6%)	2010年	2010年(現状値)
埼玉県	2004年	38229t - CO2	2010年	1990年

自治体名	制定年・年度	目標値	目標年・年度	基準年・年度
千葉県	2006年度(改定)	-1.3%	2010年度	1990年度
東京都	2006年	-25%	2020年	2000年
神奈川県	2006年	0%	2010年	1990年
新潟県	1998年(改正中)	0%	2001年	1990年
石川県	2005年	-7.8% (703000t - CO2)	2008~2012年	2001年
愛知県	2005年度	-6%	2010年度	1990年度(代替フロン1995年度)
大阪府	2005年度	-9% (温室効果ガス)	2010年度	1990年度
京都府	2005年度	-10% (温室効果ガス)	2010年度	1990年度
京都市	2006年4月	-13.2% (温室効果ガス)	2010年度	2004年度比

自治体名	制定年・年度	目標値	目標年・年度	基準年・年度
和歌山県	2005年度	-3.9% (温室効果ガス)	2010年度	1990年度
和歌山県	2005年度	-3.9% (温室効果ガス)	2010年度	1990年度
島根県	2005年度	-28%	2010年度	1990年度
福岡県	2006年	家庭1世帯あたり10%削減 事業所単位床面積当たり8%削減 自動車1台当たり約13%削減	2010年	2002年
大分県	2006年度	家庭部門 - 6.3% 業務部門 - 11.4% 運輸部門 - 6.1%	2010年度	2002年度

自然エネルギー目標[都道府県]

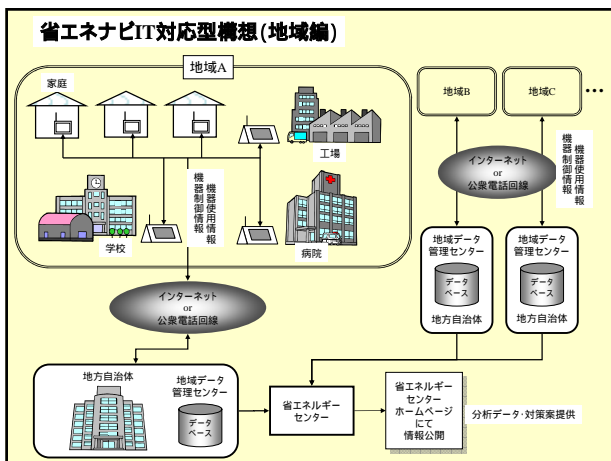
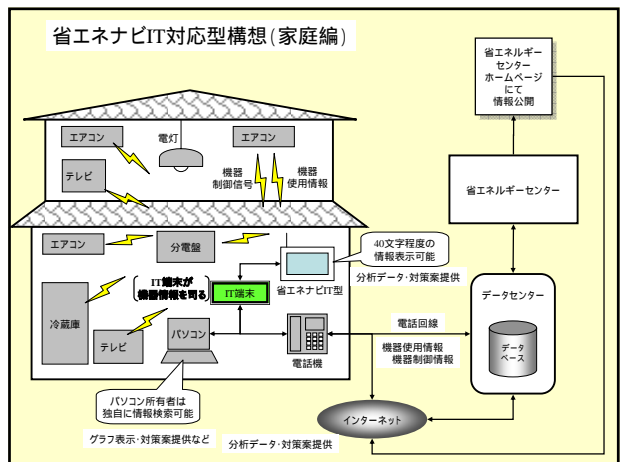
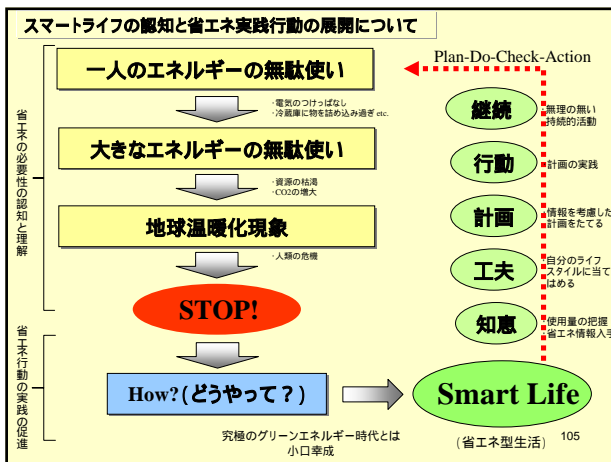
自治体名	制定年・年度	目標値	目標年・年度	基準年・年度
北海道	2002年度	193.6万kL (原油換算)	2010年度	
青森県	2000年	太陽光30,000kW等(2010年)、風力発電450,000kW(2015年)	2010年、2015年	
岩手県	1998年	399,000kL (原油換算)	2010年	
宮城県	2005年	714,000kL	2010年	
秋田県	2004年度	389,823kL (原油換算)	2010年度	
山形県	1997年度	3.3% (エネルギー一次供給量)	2010年度	

自治体名	制定年・年度	目標値	目標年・年度	基準年・年度
福島県	2004年度	最終エネルギー消費量の3.4% (原油換算)	2010年度	2002年度
茨城県	2006年(改定)	エネルギー消費量の1.7%	2010年	
栃木県	2001年	47,000kL (基準年エネルギー消費量の4.4%)	2010年	1997年
群馬県		(未設定)		
埼玉県		(未設定)		
千葉県	2006年度	440,000kL (総エネルギー量の1.4%)	2010年度	2003年度
東京都	2006年	エネルギー消費量の20%	2020年	

自治体名	制定年・年度	目標値	目標年・年度	基準年・年度
神奈川県	2003年(2002年度)	供給量87.34万kL (原油換算)、供給比率2.67% (2010年度最終エネルギー消費量比率)、太陽光発電7.47万kL (30.51万kW)、太陽熱30.10万kL、風力発電0.53万kL (1.18万kW)、バイオマス発電2.85万kL (2.77万kW)、バイオマス利用5.62万kL、未利用エネルギー4.86万kL、廃棄物発電34.95万kL (26.40kW)、廃棄物熱利用0.96万kL	2010年	

自治体名	制定年・年度	目標値	目標年・年度	基準年・年度
新潟県	2006年3月	太陽光84,520kW、16,261kW、太陽熱3,100kL	各エネルギーごとに異なる	各エネルギーごとに異なる
富山県	2003年度	一次エネルギー供給量の3%	2010年度	
石川県	1997年	太陽光40,400kW、風力10,000kW、廃棄物発電15,500kW	2010年	
福井県	2000年度	太陽光83,000kW、風力8,000kW、廃棄物発電1,600kW	2010年度	1996年度
山梨県	1996年～2003年まではありません	114,000t - CO2		

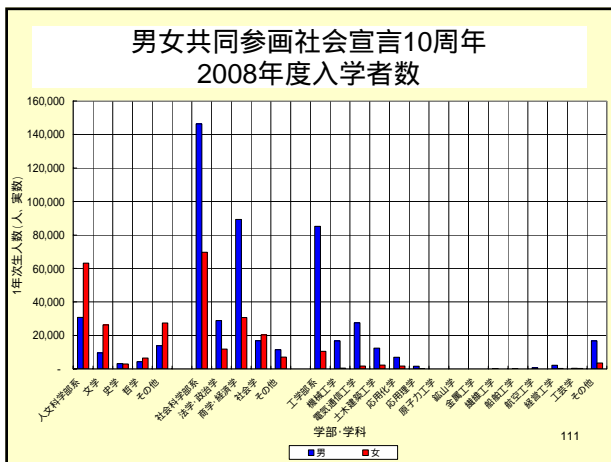
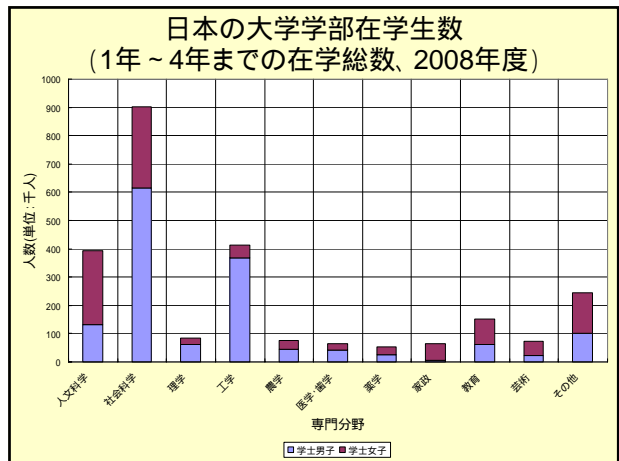
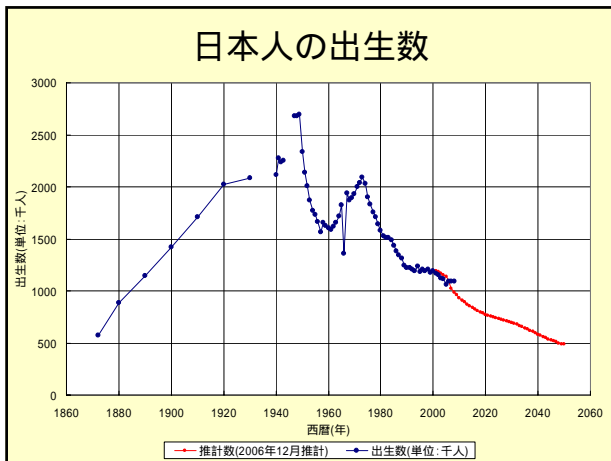
自治体名	制定年・年度	目標値	目標年・年度	基準年・年度
長野県		(未設定)		
岐阜県	2006年	154,911kL	2010年	
静岡県	2002年度	602,200kW	2010年度	
愛知県	2005年度	太陽エネルギー利用施設等100万基	2010年度	1990年度
三重県	1999年度(2004年度改定)	太陽光75,000kW、風力102,000kW、バイオマス発電6,000kW	2010年度末	
滋賀県	2004年度	総エネルギー消費の3.9%	2010年度	
京都府	1999年度(2004年度改定)	4,500,000G cal	2010年度	



問題提起

- 科学技術によって多くの問題を解決してきた
- 現在の地球環境問題、エネルギー問題も**科学技術**で解決しようとしている。
- 地球環境問題、エネルギー問題を引き起こしたのは、**技術開発**によるのであるから、この難題を再び**科学技術**で解決できるか？！
- 21世紀の**科学技術**はどうあるべきか！
- 環境、資源、人口、食糧、工業生産のバランスをとりながら、どんな**繁栄**が考えられるか！

究極のグリーンエネルギー時代とは 小口幸成



- ### 提 案
- Save the Earth: 温暖化ストップのためのプロジェクト・チームの編成(若者の街渋谷から)
 - 渋谷区地球温暖化防止計画の策定
 - 渋谷区省エネルギー・新エネルギー促進行動計画の策定
 - カーボン・オフセット PASSPORTの作成
 - 「渋谷区基本構想」(平成8年3月策定)において掲げる区の将来像「創意あふれる生活文化都市 渋谷 - 自然と文化とやすらぎのまち -」に上記を加える。

内村鑑三著「後世への最大遺物」

- ……しかるに今われわれは世界というこの学校を去りますときに、われわれは何もここに遺さずに往くのでございますか。その点からいうとやはり私には千載青史に列するを得んという望みが残っている。私は何かこの地球にMementoを置いて逝きたい、私がこの地球を愛した証拠を置いて逝きたい、私が同胞を愛した記念碑を置いて逝きたい。それゆえにお互いにここに生まれてきた以上は、われわれが喜ばしい国に往くかも知れませぬけれども

究極のグリーンエネルギー時代とは 小口幸成 113

- しかしわれわれがこの世の中にあるあいだは、少しなりともこの世の中を善くして住みたい。この世の中にわれわれのMementoを遺して逝きたい。有名なる天文学者のハーシャルが二十歳ばかりのときに彼の友人に語って『わが愛する友よ、われわれが死ぬときには、われわれが生まれたときより世の中を少しなりともよくして往こうではないか』というた。
 - 実に美しい青年の希望ではありませんか。『この世の中を、私が死ぬときは、私の生まれたときよりは少しなりともよくして往こうじゃないか』と。
- 究極のグリーンエネルギー時代とは 小口幸成 114



•ご清聴を感謝いたします。



究極のグリーンエネルギー時代とは
小口幸成

115