

Innovation

安井 至

(一財)持続性推進機構 理事長

(独)製品評価技術基盤機構 名誉顧問・前理事長

東京大学名誉教授・国際連合大学元副学長

環境省：中央環境審議会委員 & 地球環境部会長

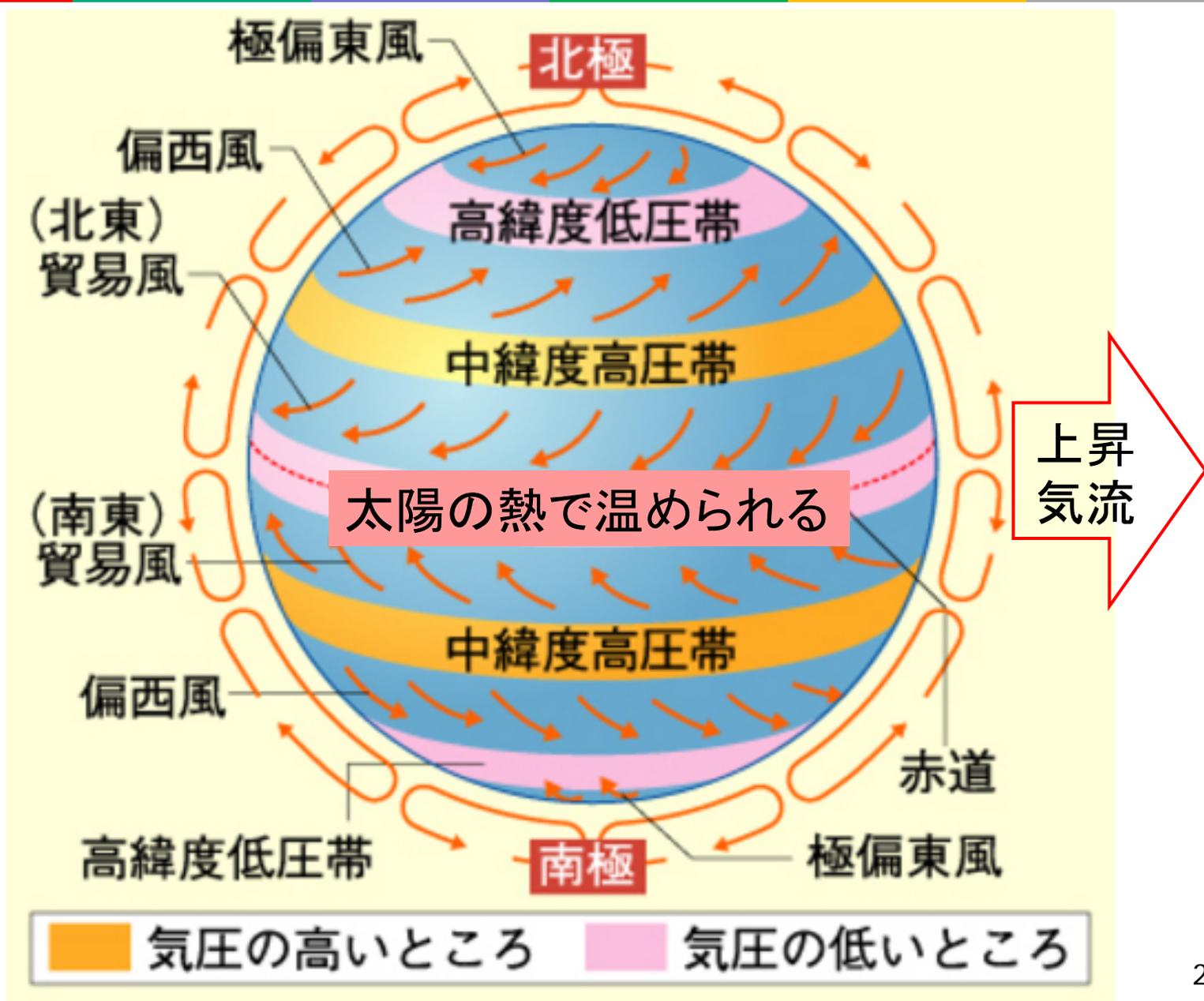
経産省資源エネルギー庁・原子力小委員長

NEDO：ICEFステアリングメンバー & 未踏チャレンジPD

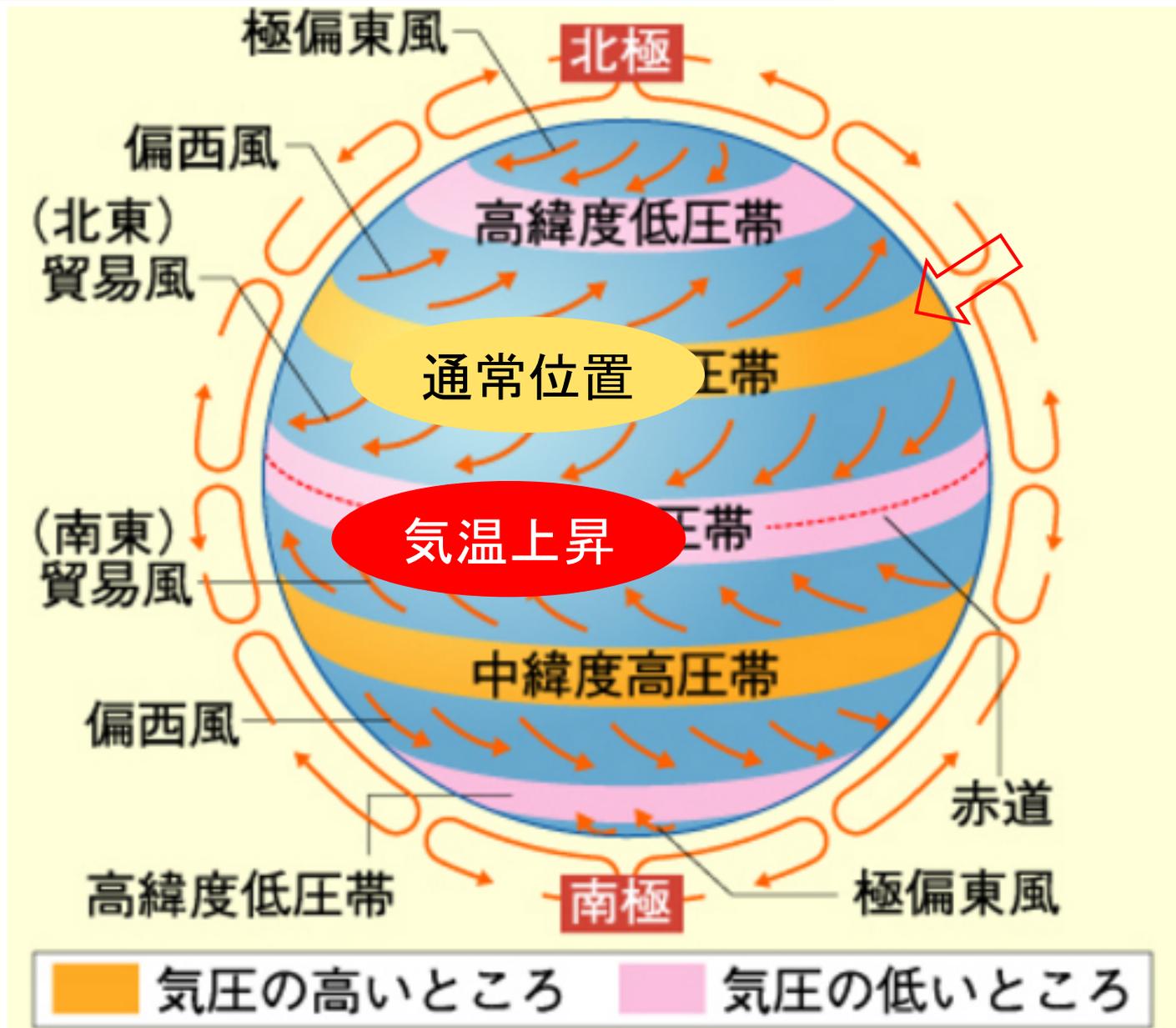
内閣府：パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略策定懇談会委員

<http://www.yasuienv.net/>

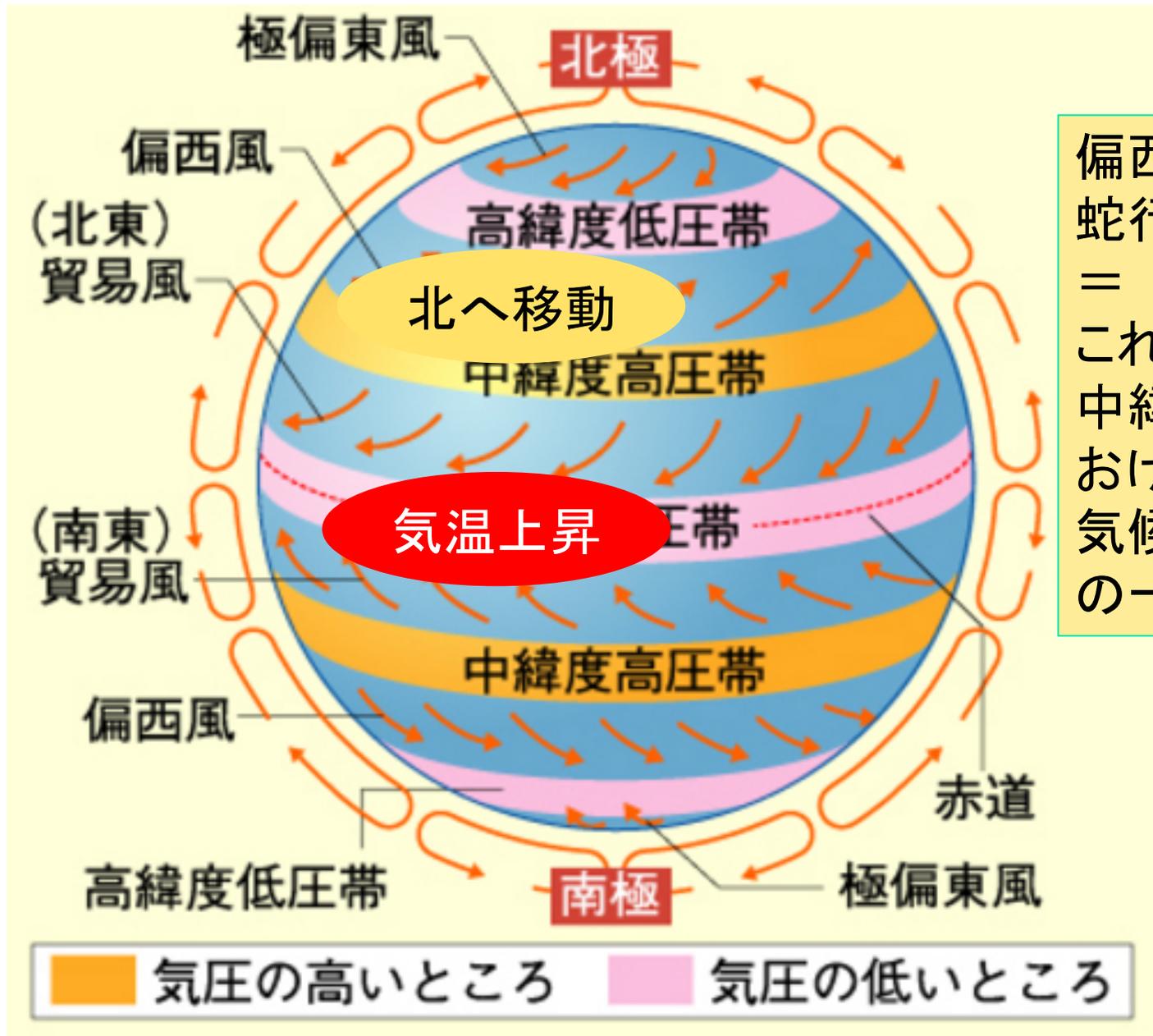
地球の気候は「太陽が温める赤道」が決める



中緯度の気候はどう決まる 「大気の循環」

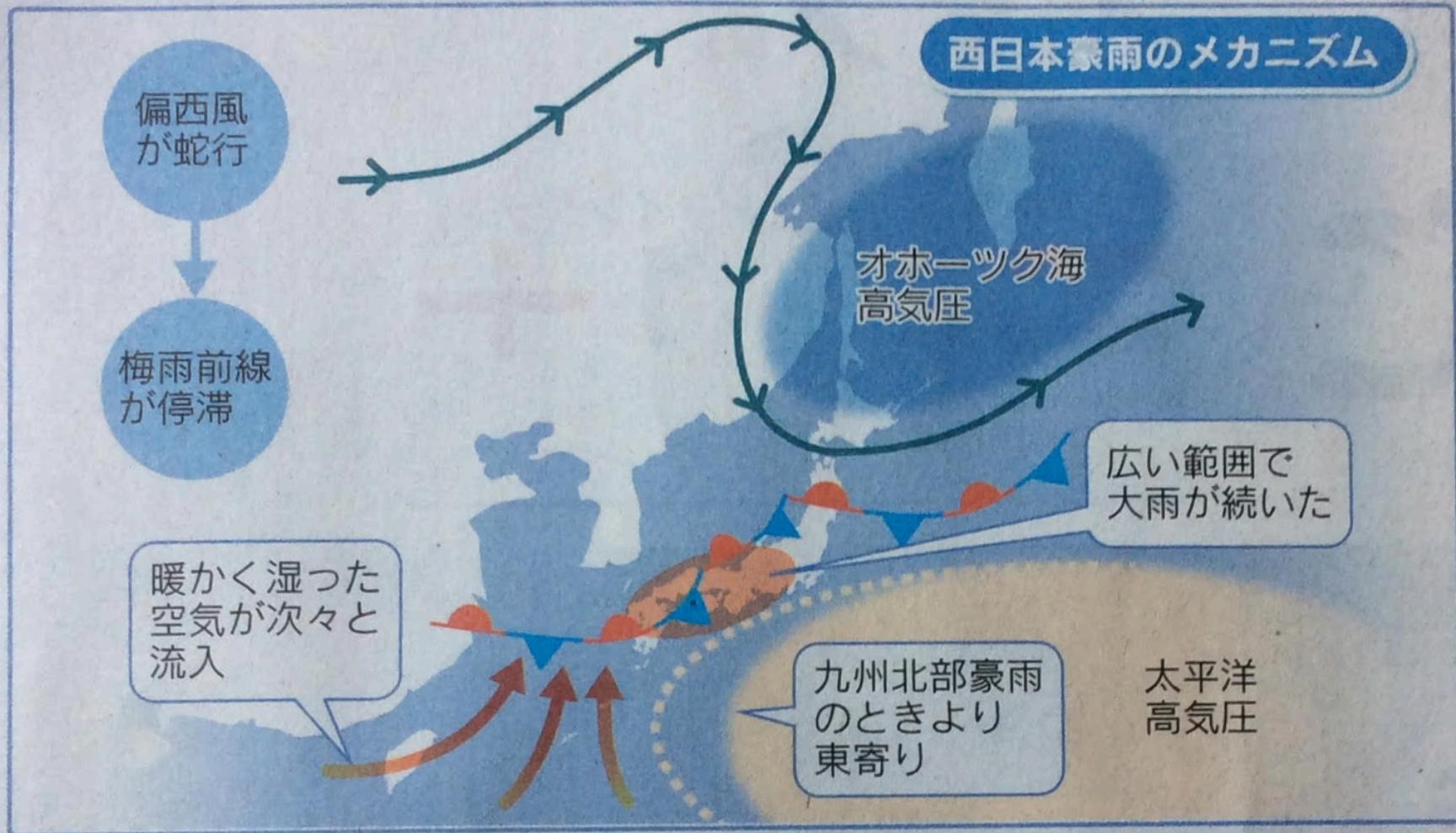


中緯度の気候はどう決まる 「大気の循環」



偏西風が蛇行する
=
これが中緯度における気候変動の一つ

7月13日日経朝刊より「ブロッキング高気圧」 偏西風を蛇行させる原因⇨地球温暖化



パリ協定に基づく成長戦略としての 長期策定に向けた懇談会 8月3日

■ メンバー

- 内山田竹志 トヨタ自動車会長
 - 枝廣淳子 大学院大学至善館教授
 - 北岡伸一(座長) 国際協力機構理事長
 - 進藤孝生 新日鉄住金社長
 - 隅 修三 東京海上ホールディングス会長
 - 高村ゆかり 名古屋大学教授
 - 中西宏明 経団連会長
 - 水野弘道 GPIF(政府年金機構)CIO
 - 森 雅志 富山市長
 - 安井 至 持続性推進機構理事長
- 何が本題なのか、それは多分、「この国で、**本当のイノベーション**をどうやって起こすのか(難しい!!)」

今年度内に数回開催される予定

主題「日本流イノベーションの問題点」?

■ 日本のイノベーションの特徴

- 何かで世界記録を作ること: 例、太陽電池の変換効率で歴代トップ
- 確かに、その分野のトップではあるが、それが実用化されるかどうか判断基準ではない
- 例えば、多接合型の太陽電池だと、インジウム、ガリウムなどの希少金属を使うが、これらは供給可能なのか
- 日本は資源国だったっけ!?!?!?

■ 中国のイノベーション戦略の特徴

- リチウム電池用として、コバルトを買い占めている

パリ協定の内容「エネルギー革命」 2050年の日本のエネルギー

- 2050年CO2の8割削減に対して、一体、どうすれば良いと思いますか。すべての**日本人の意識変革**を含めて。官邸は、(日経によれば)「エネルギーでは、**リスクを取らない**」と言っているらしい。
- 日本という国は、**エネルギーに恵まれていない**という意味では、**世界でもトップクラス**。しかし、エネルギーは**必要不可欠**。
- 自然エネルギーで供給できるエネルギーは、**必要量の50%ぐらい**か。**省エネ**だけの解決は無理。
- **課題**: 今回、質問をしますので、その答えを含め、どのようなエネルギーの組み合わせで対応するのが良いか。その考え方を、**懇親会で、お教え下さい**。

エネルギーに関する質問です。

エコアクション21

- 質問1: **自給率が50%**とすれば、なんらかのエネルギーを輸入する必要があります。CO₂を出す**化石燃料の利用**(後処理なしの燃焼)は、**パリ協定上無理になる2050年**で、**どのようなエネルギー**を輸入しますか。
- 質問2: **CO₂を出さない原子力発電**に期待しますか。
- 2-1: 巨大地震が起きると、原発はそれを感知して、**制御棒を入れて、核分裂を止め**ます。**それに要する時間**はどのぐらいだと思いますか。
- 2-2: 福島第一(F1)の場合でも、制御棒は入りました。それなのに、**なぜあのような事態に?**
- 2-3: F1の**事態を防止するのに必要だったこと**とは。
- 2-4: **多くの政治家が原発反対の立場を取る理由**は? 例えば、**小泉親子**。

2015年に何が起きたか？

- **2015年9月25日 SDGsが採択**
 - 世界のリーダー達が、ニューヨークの国連本部に参集し、**持続可能な開発のための2030アジェンダ**(SDGs)を採択。
 - 国連の本意は、MDGsの継続。企業としては、「決まったことはやる」というスタンスでもよいが、その「心」を理解する。
- **2015年12月12日 パリ協定が採択**
 - 気候変動枠組み条約に基づく「パリ協定」が採択されて、**温暖化を2°C未満にすること、今世紀の後半にはNet Zero Emission(CO₂の排出量をほとんどゼロにする)**が合意された
=300年間の化石燃料文明をやめ、新文明を作る
- **2015年9月16日 日本でもESG投資**
 - 年金積立金管理運用独立行政法人は、平成27年9月16日、国連責任投資原則の署名機関に。

- 日本の現状は？ = 恐らく、世界の状況から2周半遅れた。
- 現在の“競争”は、 $14000m = 400m \times 35$ 周（1年に1周）のトラック長距離と似ている。
- 2015年のSDGsとパリ協定が号砲だった。
- 1年間にトラック1周がノルマ。
- しかし、日本企業で走り出したのは、まだ、100社足らず。残りの企業は、まだ、スタートラインの後ろに。
- 評価基準は、
 - 「CDP、RE100、SBTなど」に真剣に取り組んでいるか。
 - ESG投資（Environment、Society、Governance）の現状を理解しているか。
 - 最難関：パリ協定の「気候正義」を説明できるか。

大原則：環境対応には「先行者利益」がある

- 環境問題に対応するとき、「遅れた者には負の利益配分」という原則を重視すべき。
- 環境先行企業である証明=いくつかの団体に加盟

- **RE100** “100% Renewable” 企業数:137 (08/05/2018現在)

- Apple, BMW, GM, HP, Johnson-Johnson, Nestle, Philips, TATA Motors, Unilever, Walmart etc.
- ほぼ、米国とEUの企業
- 例外: 3? Chinese, 2? Indian, Japanese ✓

AEON	Johnan 信金
ASKUL	Marui
Daiwa House	RICOH
EnbiPro	SEKISUIHouse
Fujitsu	Watami

- **Science Based Targets** 企業数:449 (08/05/2018現在)

日本企業 63社 増加中 **太字=Target Set 23社**

AEON, Ajinomoto, Asahi Beer, ASICS, Astellas, Benesse, Brother, Dai Nippon Printing, Daiichi Sankyo, Daikin, Daito Trust, Daiwa H., Dentsu, Fuji Oil, FUJIFILM, Fujitsu, Hitachi Const., Hitachi Ltd., Honda, KAO, Kawasaki Kisen, KDDI, Kirin, Komatsu, Konica Minolta, LIXIL, Marui, Mitsubishi Elec., MS&AD, Nabtesco, NEC, Nippon Sheet Glass, Nippon Yusen, Nissan, Nomura Research, NTT Docomo, OMRON, Otsuka, Panasonic, Ricoh, Seiko Epson, Sekisui Chem., Sekisui H., Shimizu, Sompo Holdings, SONY, Sumitomo Chemical, Sumitomo Forestry, Suntory, Taisei, Takeda, **TODA**, Tokio Marine, Toyota, UK-NSI, Unicharm, Yamaha, Yamaha Motor, YKK, Yokohama Rubber, Zeon Corp.

機関投資家が動きを強める

- 先進国の例：儲かっても不正義には投資なし
 - ノルウェー政府年金基金、カリフォルニア州政府
 - 対象企業に「気候変動対策に有能な役員がいるか」をチェックしはじめた。
 - 日本企業からの出資の引き上げ！ 電力5社＝中国電力、北陸電力、四国電力、沖縄電力、J-Power
 - 観察中が2社：北海道電力、東北電力
 - 石炭依存度 30%が境界線らしい
 - スウェーデン年金基金
 - 「投資ポートフォリオの脱炭素化」を開始
 - CDP: 投資情報サービス
 - 企業姿勢を注視。対策のみならず、業界団体への関与やR&D等から、気候変動に対する一貫性を見ている。

最初に動いたのは金融だった

- 中でも、ノルウェー、カリフォルニア州などの公的年金基金が最初で、**投資先**の選別に使われた。（既出）
- しかし、このところ**融資**対象の評価に使われるようになった。
- さらに、**保険料金にまで反映**されている。
 - AXAがcoalexit.orgという団体のHPで公表されている石炭からの離脱状況を、その企業に対する保険料のレベルの決定に採用
 - 石炭から離脱した企業は、**保険金が20%割引**

新しい破綻のパターンの説明

- RE100の企業、例えば、Appleは、自社の電力を再エネに切り替えた。
- 次の段階では、当然、**サプライチェーン全体の電力も再エネに切り替える**だろう。
- **「自社の製品は、再エネだけで作られている」と主張**をするため。
- 日本国内には、再エネの供給能力が元々ない上に、**送電網の使用コストが高すぎる**。加えて、北海道では、風力発電にNaS電池の設置が求められる。
- となると、Appleからの要求を受けた日本企業の対応は、**「日本から出ていく」**以外にない。
- 日本国内：**「自分を変えない」**が流儀の企業が多い

パリ協定の意味を理解するために 一次エネルギーが3種類しかない理由

■ ヒトが使える一次エネルギーは、次の3種

■ 化石燃料 = 石油、石炭、天然ガス

- 樹林、植物、藻類などが起源

- 数1000万年から数億年前か

- 元は、かつて地球に降り注いでいた太陽エネルギー

今世紀後半に
CCS付き以外は
ゼロに！

■ 核燃料 = もともと宇宙起源

- 質量とエネルギーの変換

- $E=mc^2$ (アインシュタインの式)

億年レベルで蓄積
それを数100年で

■ 自然エネルギー

- 基本的に現時点の太陽エネルギーの利用

- 他の二種がストック型に対し、フロー型

Paris Agreement 序文の一部

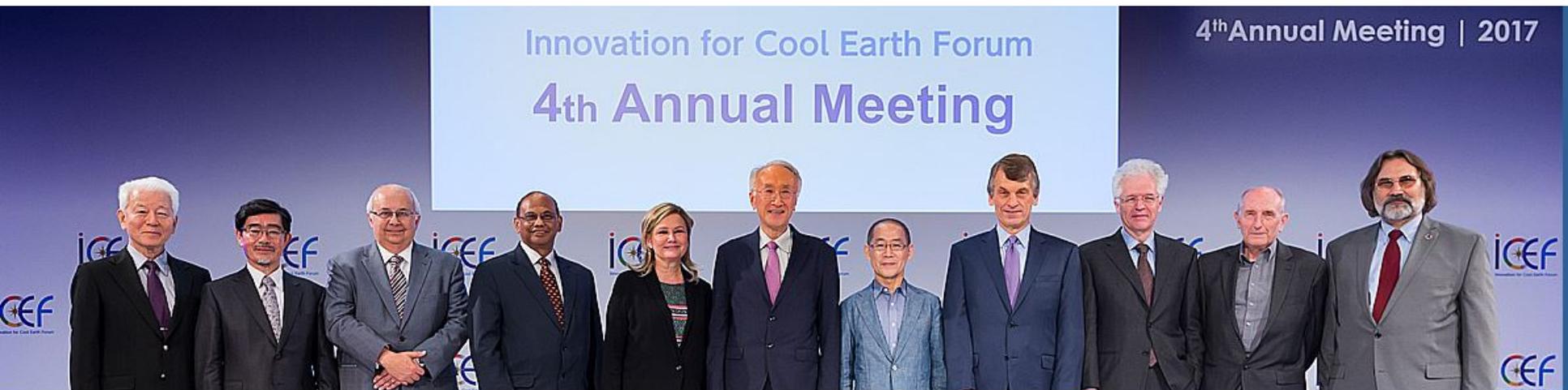
- Recognizing the importance of the conservation and enhancement, as appropriate, of sinks and reservoirs of the greenhouse gases referred to in the Convention,
- Noting the importance for some of the concept of "climate justice", when taking action to address climate change,

気候正義

ICEFという国際会議

Innovation for Cool Earth Forum

- **安倍首相が提唱**『新しい国際会議、**ダボス会議のエネルギー環境版**を提唱したい。世界の政策決定者、ビジネス界、研究者などが参加し、気候変動に対処するイノベーションのあり方について、語る会議である。』



ICEF2016におけるShellのメッセージ

- Shellの重要な役割は、人々にCO₂排出量の少ないエネルギーを、より多く供給するための新たな方法を見出すこと。
- cf. 日本の某省庁：途上国には安価な電力が必要であり、それには石炭発電が必須。高効率石炭発電所を作り、可能な限りCO₂排出量を減らす。
- 比較：言っていることの内容は、それほど違わない。「石炭」という古くネガティブなイメージと、すでに持っている技術を使うというイメージが大きな違い。
⇒ それが既得権益をイメージさせる。
- 一方、Shellは、新しい社会課題にチャレンジする感覚

- 日本のイノベーションの特徴
 - Sharp・Kaneka 太陽電池の変換効率で世界最高達成
- SCANIA/Siemensのイノベーション 今回ランク外
 - トロリートラック 日本で有力なのは、水素燃料電池トラック



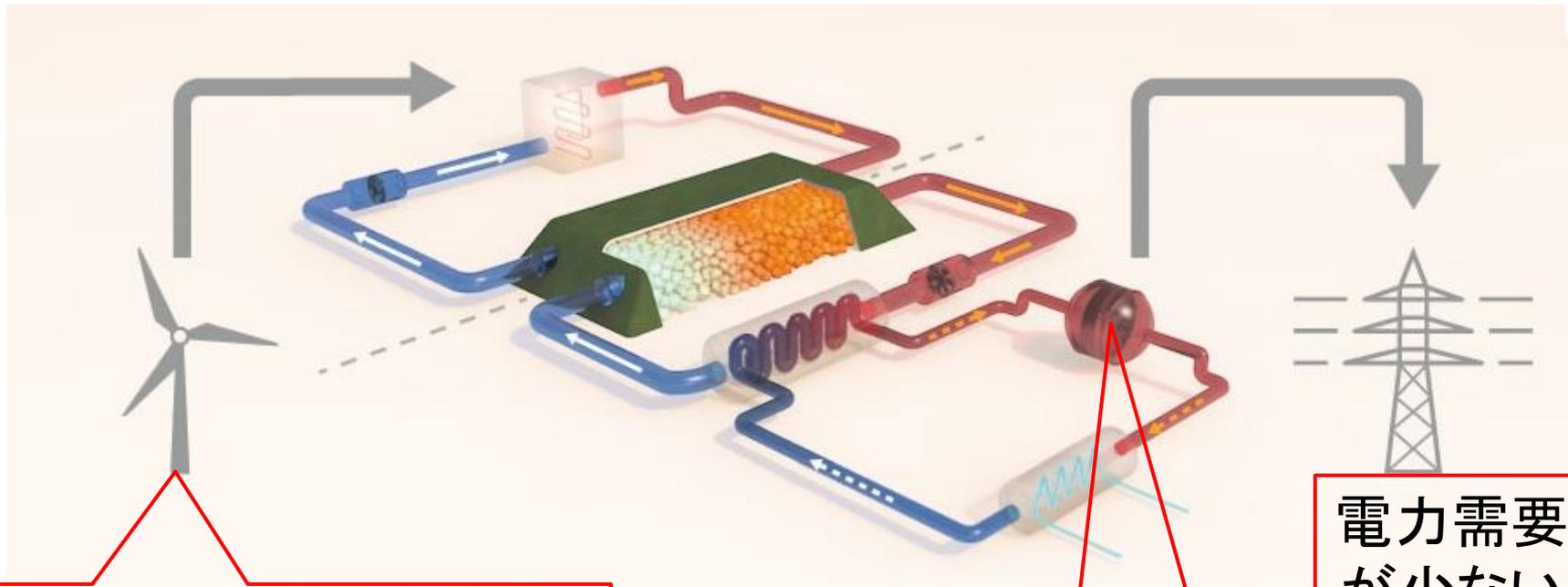
- Siemensのイノベーション 今回ランク外
 - 風力発電などでの余剰電力を岩石を媒体とした蓄熱トンネルに蓄熱(600°C)
 - 電力不足のときには、通常の水蒸気タービンで発電

二種類のイノベーション

- **Siemens**に代表される**転換型**イノベーション
 - 新しいとか、最先端であることが、必ずしも価値ではない。
 - **社会的ニーズに対応、転換すること**自体が、イノベーション。
 - したがって、古いものでもイノベーション。
- 日本企業の**カイゼン型**イノベーション
 - 社内の都合で、『カイゼン』が目標になる
 - **世界最高データ実現が最高のイノベーション**
 - それが生活の改善にどのように貢献するか不明
- この違いは、『何が正義か 』
 - 『**Climate Justice**』の**欧州と米国**（**東部7州・DC＋西部3州**）
 - 『**正義は世間が決める**』が日本
 - 世間とは、香典の出し方が同じ地域程度のサイズ

もう一つのSiemens型イノベーション

■ 『熱』による余剰電力の貯蔵



風力発電
風の状況が非常に良い

電力貯蔵効率**25%**
しかし、設備コストが
低く貯蔵コストも低い

岩石に熱として蓄積
電力需要が多いとき
発電機動作させる

電力需要
が少ない

日本流の電力貯蔵の考え方

- 電力を貯蔵するとき、できるだけ**貯蔵効率の高い**方法論が優れている。

揚水発電機

シュンペーターが1912年に定義した**イノベーション**は

Neuer Kombinationen = 新結合

2015年以降、パリ協定時代になった今日、
この定義の意味を再度理解すべき。

下池
(調整池)
入

自動車の未来を決める要素

- 最大要素が「**2050年にエネルギー**」がどうなるか？
 - より具体的には、**EV100%の世界**が来るのか
- **資源限界・CO2限界**によって、何か困る事態は発生するか？
 - 例えば、**車のボディー**は何でできているか
 - 化石燃料起源の材料は、「**焼却はダメ**」と言われる。
 - 無限に**資源のリサイクル**を行うだけのエネルギーは利用可能なのか
- **安全性**はどのような理解になるか？
 - 自動運転車を人身事故を起こさないように設計したら、歩行者・自転車との共存状況では、最高速度20km/hか。
- 「**基本命題**」: 日本の自動車産業は、世界の3割を供給しているが、**国際的な「標準」**を維持できるか??

ガソリン車などの販売禁止

- フランス: 2040年で、ガソリン・ディーゼル販売終了
- イギリス: 2040年で、ガソリン・ディーゼル販売終了
 - + 汚染のひどい道路へのディーゼル乗り込み規制
- ドイツ : 2030年までにガソリン・ディーゼル販売終了
- スウェーデン: 2030年までに 同上(法案可決)
- ノルウェー: 2025年に 同上
- オランダ: 2025年に 同上(法案提出、その後不明)
- 中国: 2018年からEVの普及を後押し規制開始
- インド: 2030年には、ガソリン・ディーゼル販売終了

- 「純粋なEVだけにする」と表明している国はない。

ノルウェーは本当にやるか

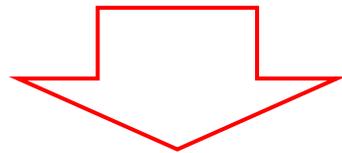
- EV化、多分、やる気だろう！
- なぜなら、
- 1. ノルウェーという国のサイズと人口
 - 人口：**525万人** cf. デンマーク 571万人
 - 面積：**39万km²** cf. " 4万km²
 - cf. 北海道 = **532万人** **7.8万km²**
 - オスロ、ベルゲン、スタバンゲル、トロンハイム
 - ↙ 210km **5時間以上** ↑
 - ↘ 700km **11時間以上** ↑
 - 高速道路を整備することが不効率な国
 - 飛行機(広域) + 自動車(ローカル)

スウェーデンは本当にやるか？

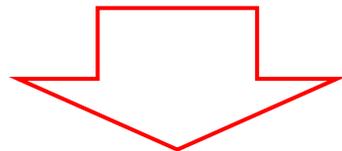
- 多分、完全なEV化は先のことになるだろう。
- なぜなら、
- 1. スウェーデンには、高速道路網がある。
- 2. 自動車産業がある。
 - ボルボ。現在、中国資本下にあるが。
 - 純粋なガソリン車は作らないが、EV、PHV、マイルドハイブリッドを作ると宣言している。2017年7月
 - マイルドハイブリッドとは何か
 - 大型の鉛蓄電池か、小型リチウム電池を搭載した、アイドリングストップ車で、発進から数mのみハイブリッド。
 - スズキ、日産も製造している。

それなら日本はどうする

- 国としての方針がなかなか決められない
 - 様々な次世代方式をすべて認めて、ユーザがどれを選択するに任せる。
これがポリシー？
- 日本の自動車メーカーは、全世界に対応すべく、あらゆる未来型自動車を開発することになる？
- これは、生存策として適切なのか？



- そろそろ、欧州流のオープン・イノベーションの考え方を取り入れることが、日本社会を変えるために必要なのでは。
- 輸出用は、「欧州・米西海岸」と「米国」と「それ以外」に分ける？



- 日本人のライフスタイルの今後の動向を予測することは重要

Climate Intelligenceが不足！

- 定義：
 - パリ協定対応の「判断・行動のために必要な知識」
 - CIA(中央情報局)の“**I=Intelligence**”だが、対象は経済活動である。
- 実施困難な理由：
 - 産業革命以来、余りにも当たり前であった、化石燃料依存が全面否定されても、**良く分からない！！**
 - 化石燃料を代替するとなると、「**宇宙限界**」、「**地球限界**」、「**日本列島限界**」などの理解が不可欠
 - 分野が、**自然科学から経営、国際情勢**など多岐
- しかし、国内で誰かがこれを体現しないと！

Climate Intelligenceのゴール

- 2080年頃のNet Zero Emissionの実現と各企業の経済活動との整合性
- その実現には、どのような国を作れば良いか、これが大前提となる：**これを政治家に理解させよう。**
- その前に、**宇宙限界**、**地球限界**、**自国限界**を理解。
- **宇宙限界**とは
 - ビッグ・バンによって生まれた宇宙。
 - 素粒子からなるが、その組み合わせは、どこでも同じ。
 - 元素は、宇宙レベルで決っている。
 - エネルギーは結局、**核融合で得るのが普通**で、核分裂も可能ではあるが例外的。
 - **化石燃料も、太陽の過去の核融合のエネルギー。**
- **地球限界** ≡ **資源限界**

CO₂ NZE (=Net Zero Emission) のために必要なイノベーション その現状と未来

「準備」: 原理と日本の状況を知る

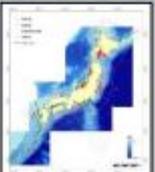
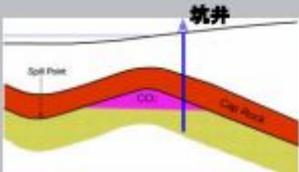
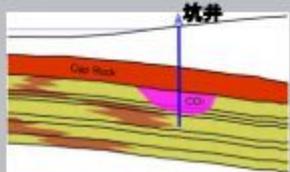
- NZEエネルギー(一次)供給の方法論は3種のみ
- 1. 化石燃料+CO₂全量CCS
- 2. 自然エネルギー100%戦略
- 3. 原子力依存戦略(可能な限り核融合)

いずれの方法論についても、日本の地政学的特性(大きさと様々な特殊性)が重大な影響を及ぼしている。

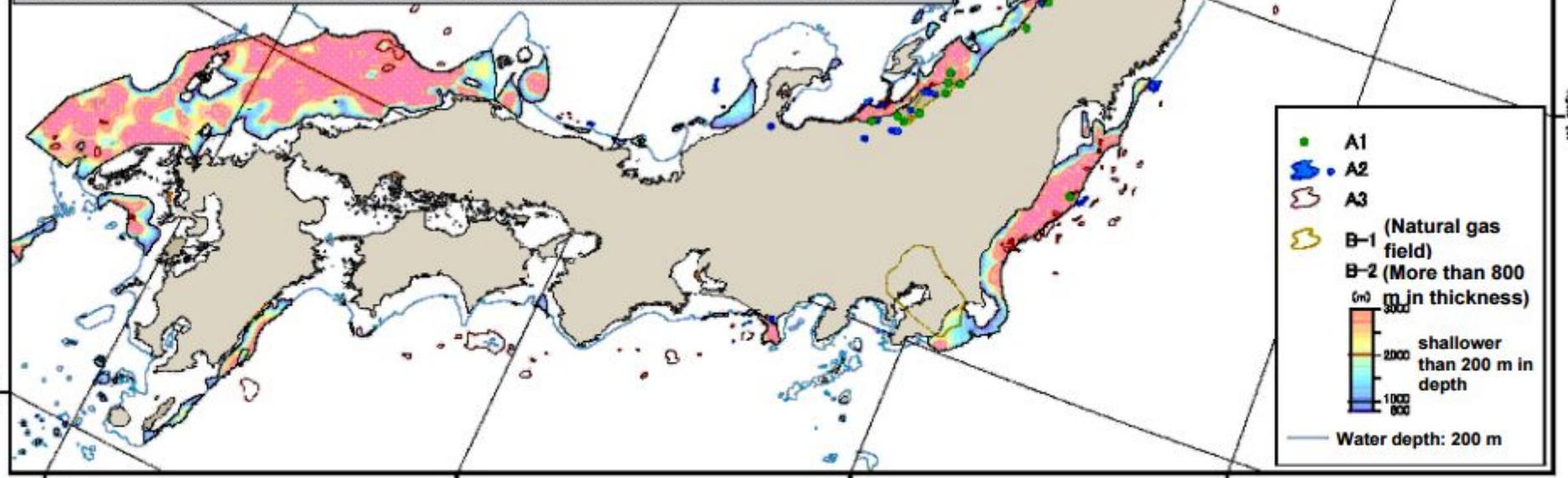
EUのサイズは、南北3800km、東西3000km
日本のサイズは、南北・東西とも 1500km

既存の調査例：沿岸域の貯留可能量と帯水層分布

125° 00'E 130° 00'E 135° 00'E 140° 00'E

地質データ		カテゴリーA (背斜構造への貯留)	カテゴリーB (層位トラップなどを有する 地質構造への貯留)
既存 油ガス田	坑井・震探データ 豊富	A1:35億トン	B1:275億トン (水溶性ガス田)
基礎試錐	坑井・震探データ あり	A2:52億トン	
基礎物探	震探データあり、 坑井なし	A3:214億トン	B2 :885億トン (16海域)
既存データによる貯留可能量		A1+A2+A3+B1+B2: 1461億トン	
地質調査 データ ベース			

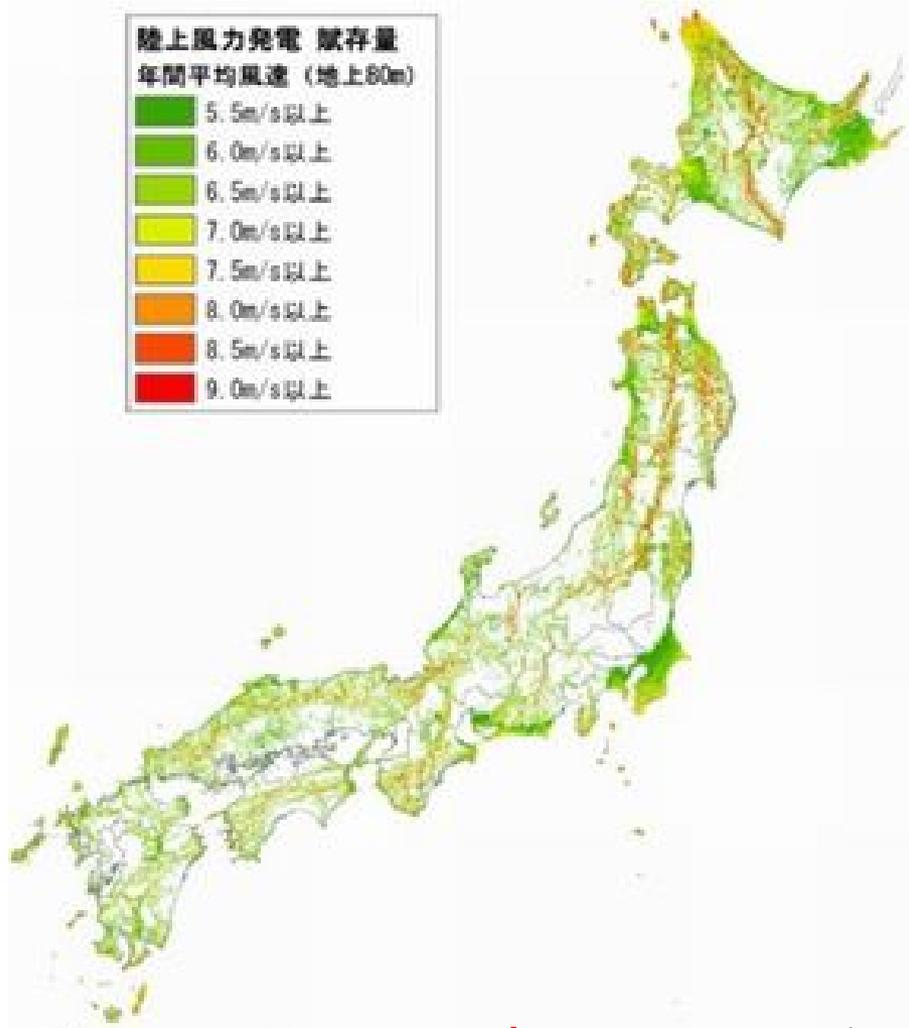
※内陸盆地、内湾(瀬戸内海、大阪湾、伊勢湾など)は対象外 ※地下800m以深、かつ4000m以浅を対象



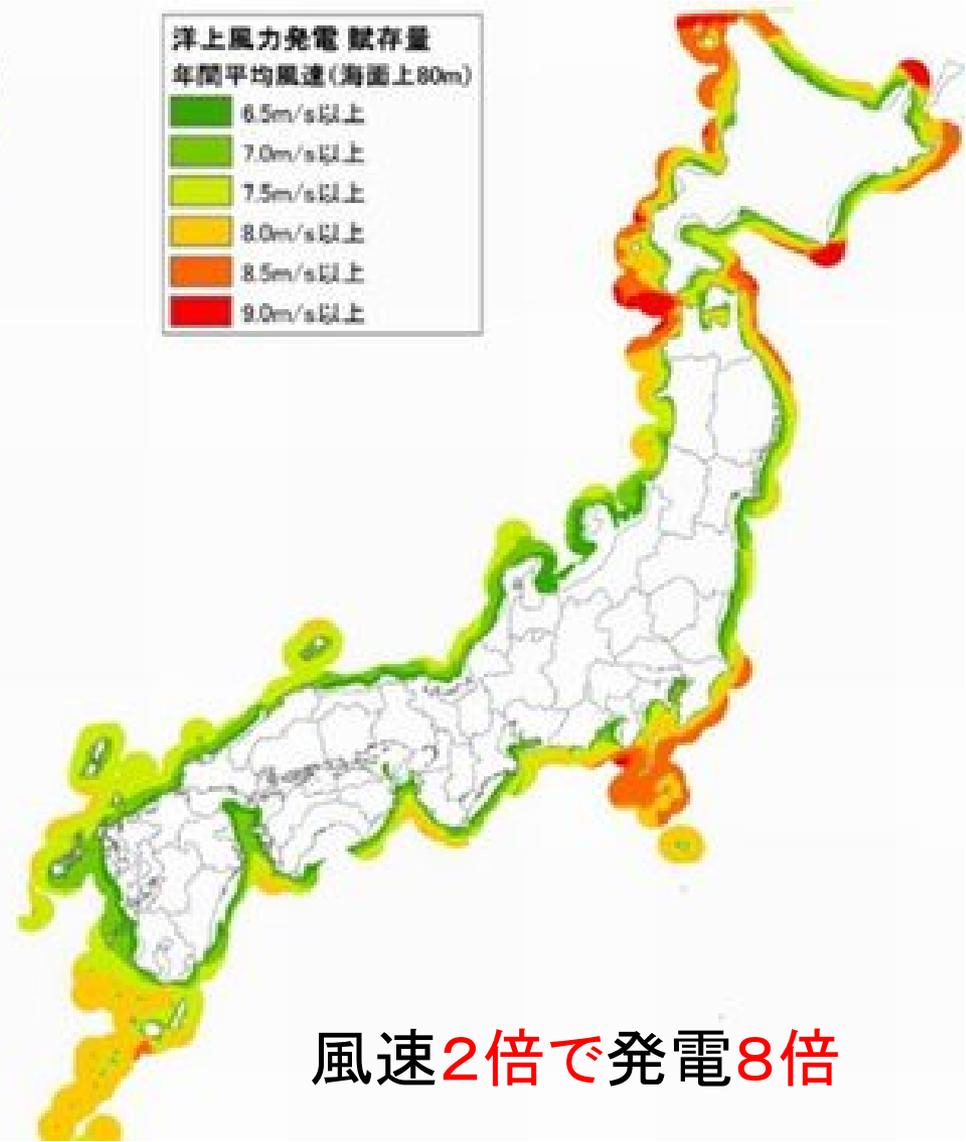
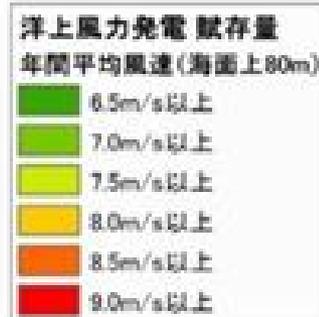
出典：(公財)地球環境産業技術研究機構

風力ポテンシャルマップ

陸上風力

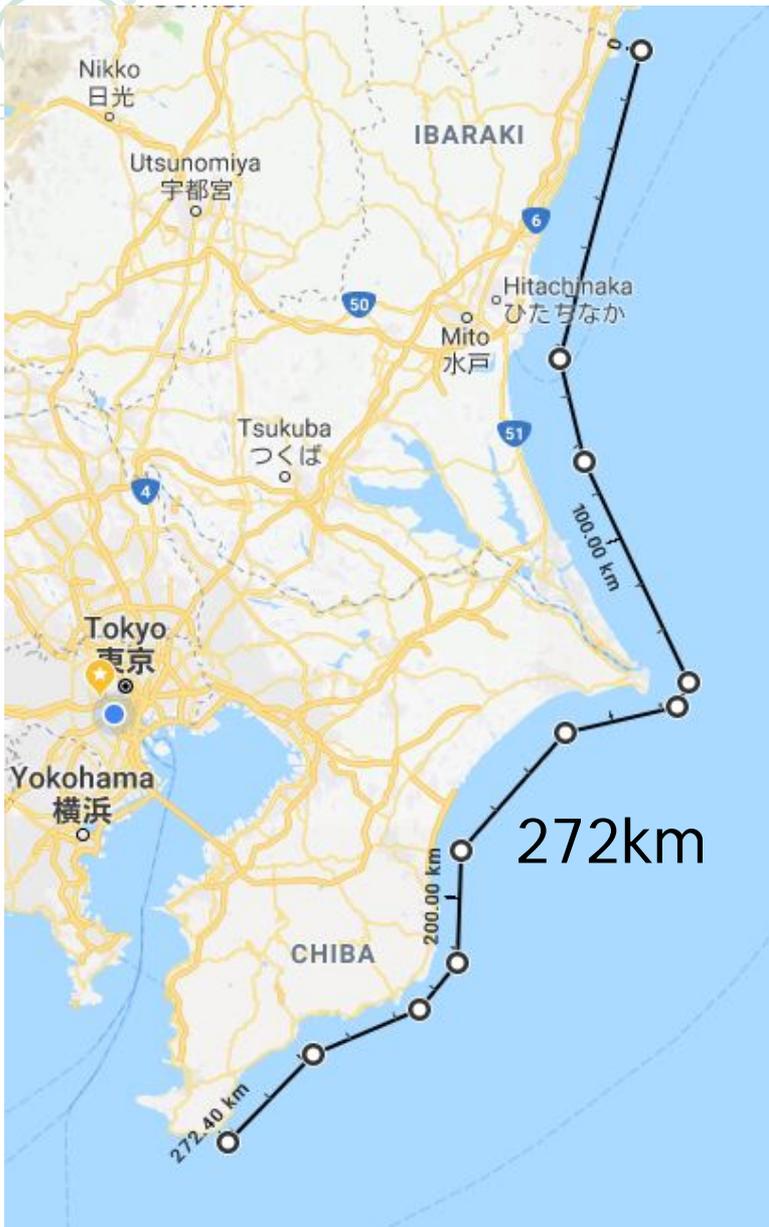


洋上風力



発電量 = 風速の3乗に比例

風速2倍で発電8倍



4 or 5 rows of Wind T. in 200km Size of 1 TW solar for Kanto

地熱の発電 ポテンシャル

- 北海道
 - 東北
 - 群馬
 - 静岡
- } 50Hz

- 長野
 - 北陸
 - 大分
 - 熊本
- } 60Hz

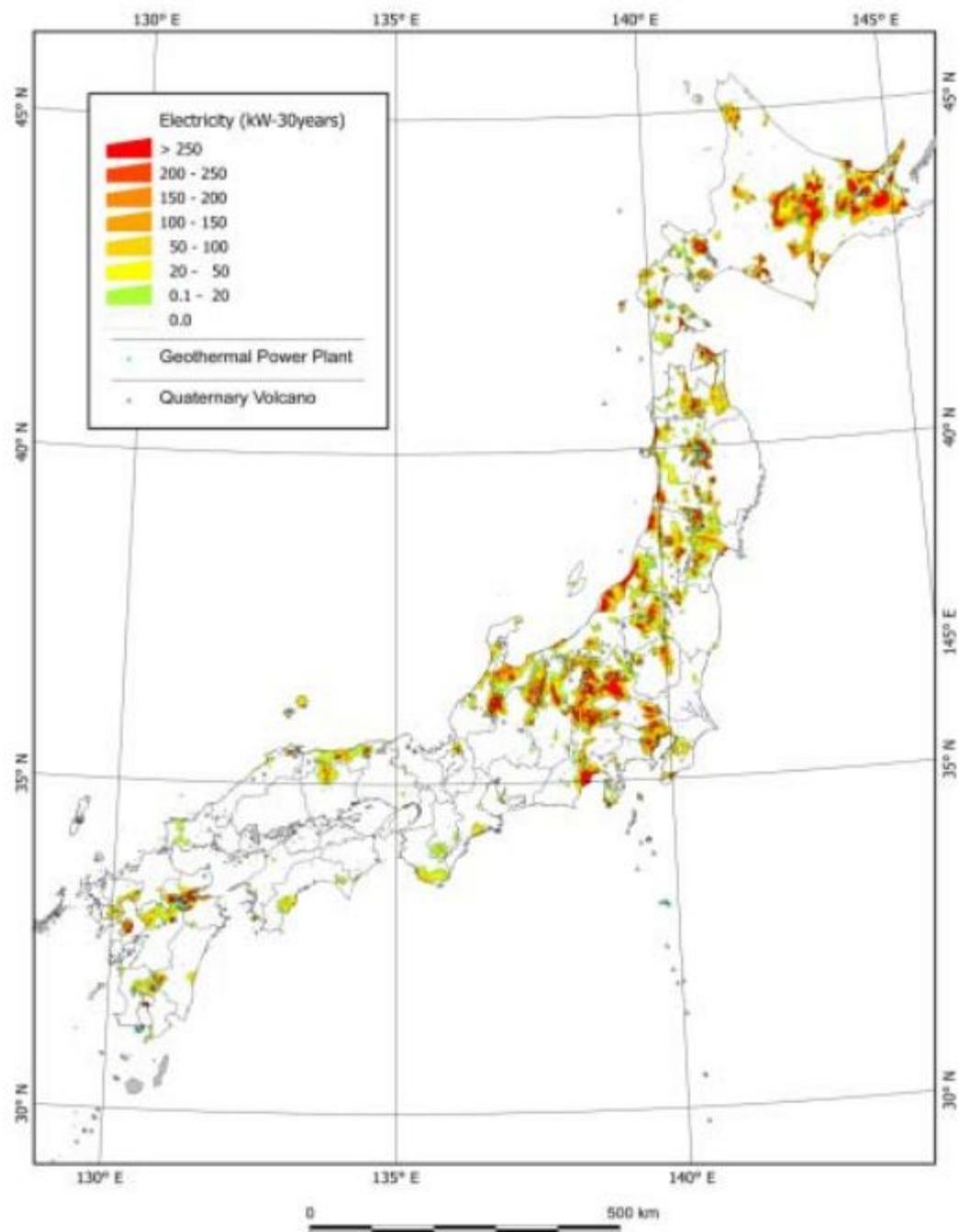
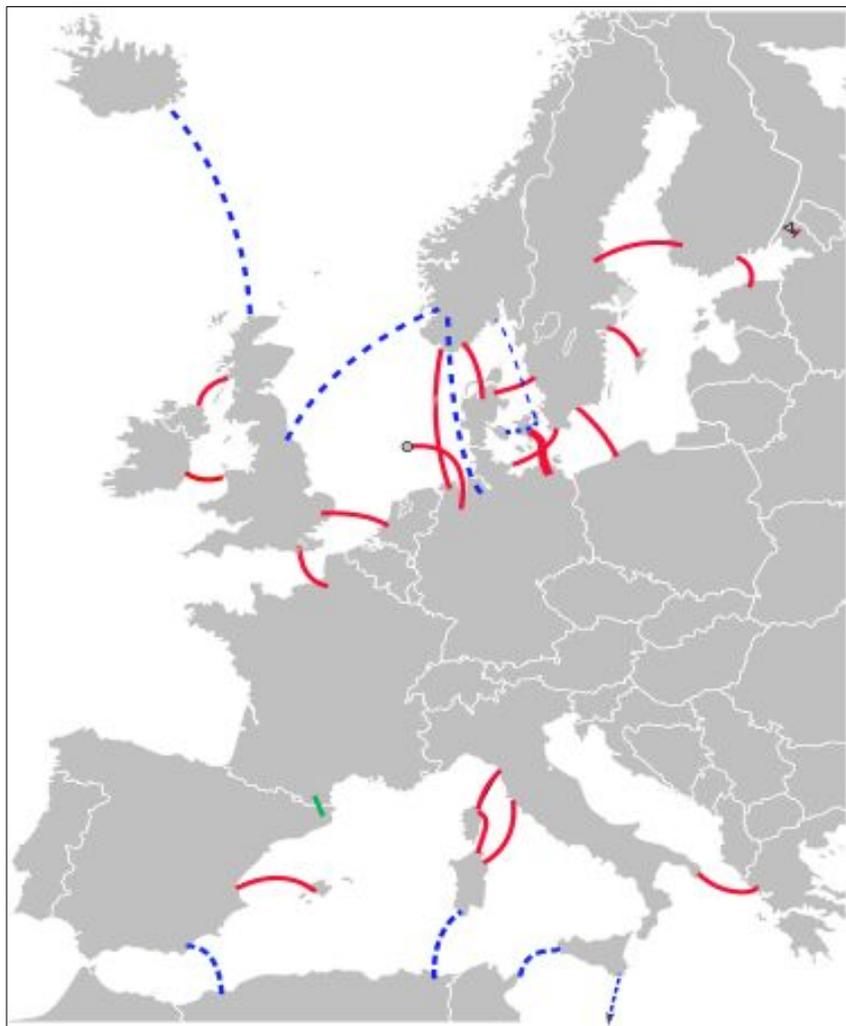


図 6-2 53~120°C以上の熱水系地熱資源量密度分布図

高圧直流送電 ヨーロッパと日本の比較

海底ケーブル (HVDC) —

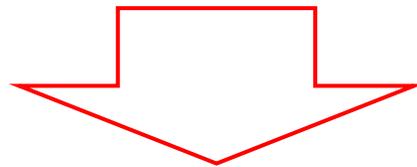


Wikipedia



原子力の最大の危機はPu239

- 日本の**所有物**とみなすべきプルトニウムは**47トン**存在している。
- 長崎で使われた原爆(ファットマン)は、プルトニウム原爆だった。
- 使われた**プルトニウムの量は、6.2kg**にすぎない。一体、どのぐらいの原爆が作れるのか。



- プルトニウムを消費する**高速減容炉**が必須。
- しかし、ナトリウム技術など困難が多い。
- 世界的に見て、ロシアと中国が先行。

Net Zero Emission時代の製造業

様々な困難が待ち受ける

- **鉄鋼業**: 鉄鉱石の還元を水素だけでできるか
- **電炉のみ**で鉄の供給量を満たせるか
- **非鉄金属のリサイクル**: CO₂ゼロで可能か
- **セメント製造**: 石灰岩を使わない方法はあるか
- **石油化学による製品**: 燃やすとCO₂がでるので焼却ができなくなるか
- **石化製品のすべてをバイオ原料**で作れるか
- **ガラス製造**: 再エネの電力のみで製造できるか
- **都市ガス**: 水素のみで供給するのか。鉄パイプは使えるのか⇒ ガス湯沸かし器が使用不可なら、やはり**一口ツパ流**の**熱供給**にするのか。

最後のスライド

- 今世紀とは、300年以上続いた「化石燃料」から離脱し、新しい「人類文明」を作る期間。
- それを実現するキーワードは、「新結合(シュンペーター一流)」で「我々は変わる」。
- 「どのようにして変わるか」、それは、「地球の状況全体の、しかも、2050年~2080年の状況を予測しつつ、考える」、しか方法はない。CIAが必須。
- 日本人は一般に、未来を読むことが苦手。自分を変えることが苦手。特に、企業は保守的。
- それは、余りにも自然災害が多いので、未来を読むと気分が暗くなるからか?????
- しかし、苦手を克服できるか、明るい未来を描けるか、これが最大のチャレンジ。しかし政治家が悪いかも。³⁹

エネルギーに関する質問です。再出！

- 質問1: 自給率が50%とすれば、なんらかのエネルギーを輸入する必要があります。CO₂を出す化石燃料の利用(後処理なしの燃焼)は、パリ協定上無理になる2050年で、どのようなエネルギーを輸入しますか。
- 質問2: CO₂を出さない原子力発電に期待しますか。
- 2-1: 巨大地震が起きると、原発はそれを感知して、制御棒を入れて、核分裂を止めます。それに要する時間はどのぐらいだと思いますか。
- 2-2: 福島第一(F1)の場合でも、制御棒は入りました。それなのに、なぜあのような事態に？
- 2-3: F1の事態を防止するのに必要だったことは。
- 2-4: 多くの政治家が原発反対の立場を取る理由は？
例えば、小泉親子。



撮影：
目黒物干し天文台長