

気候変動と本格化する脱・炭素化 －北東アジア各国の課題と可能性

ゲオルギー・サフォーノフ

ERINA招聘研究員

(ロシア国立高等経済学院 環境・天然資源経済センター長)

1

議題

1. 気候変動－科学的事実
2. 炭素排出－世界的・地域的な視点で
3. これからの炭素 vs 低排出への道
4. まとめ

2

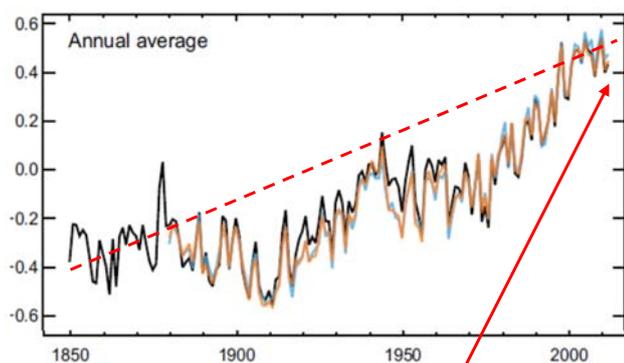
気候変動 — 科学的事実



3

1850年以降、大きな気候変動が観測されている

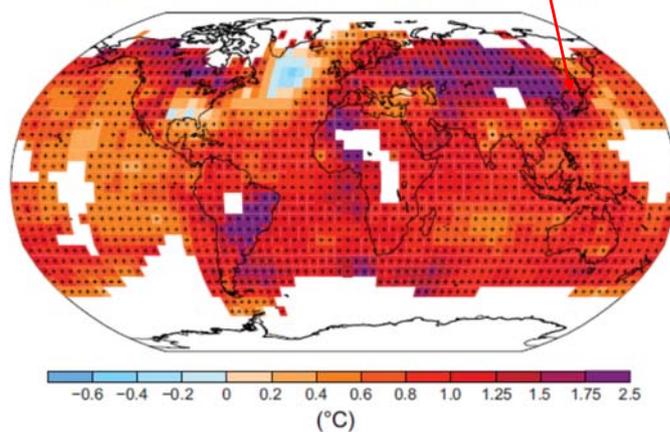
地球の平均気温の変化、 $^{\circ}\text{C}$



地球の平均気温は、
1850年から 0.8°C 上昇

日本は最も温暖化が
進んでいる地域にある

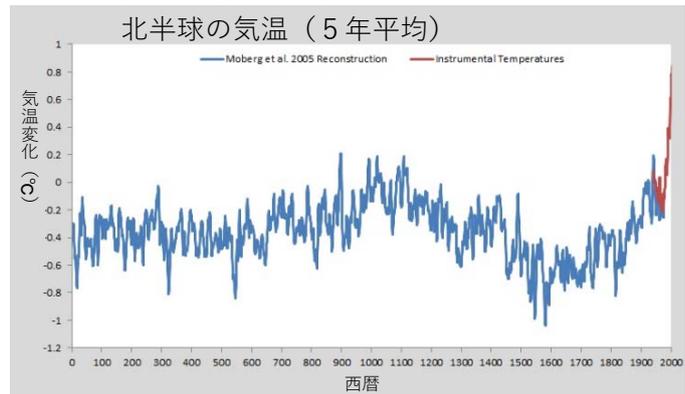
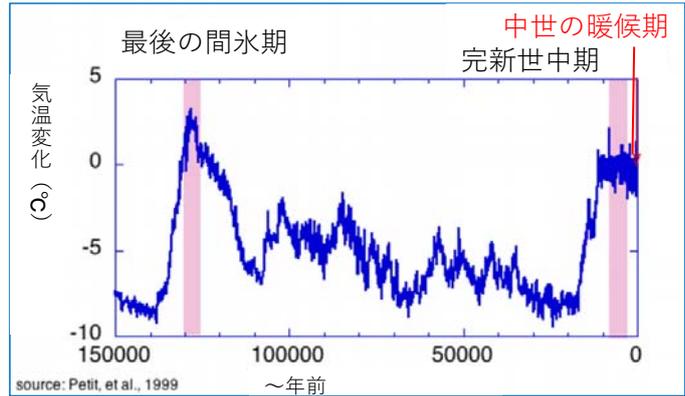
地球の表面温度の変化、1901-2012年



4

温暖化／冷却化は過去に起きているか？

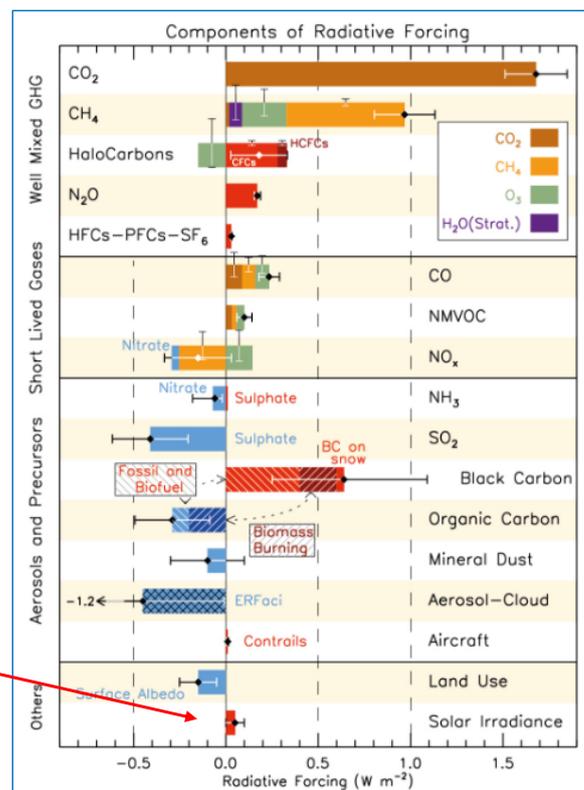
- 答えはYes。気候の周期には温暖化と冷却化がある。
- 気候の「大きな」周期は10万年以上。
- しかし、現在、私たちが経験しているのは、たった150年という非常に速い変化である。
- このような変化は、過去に例がない。



5

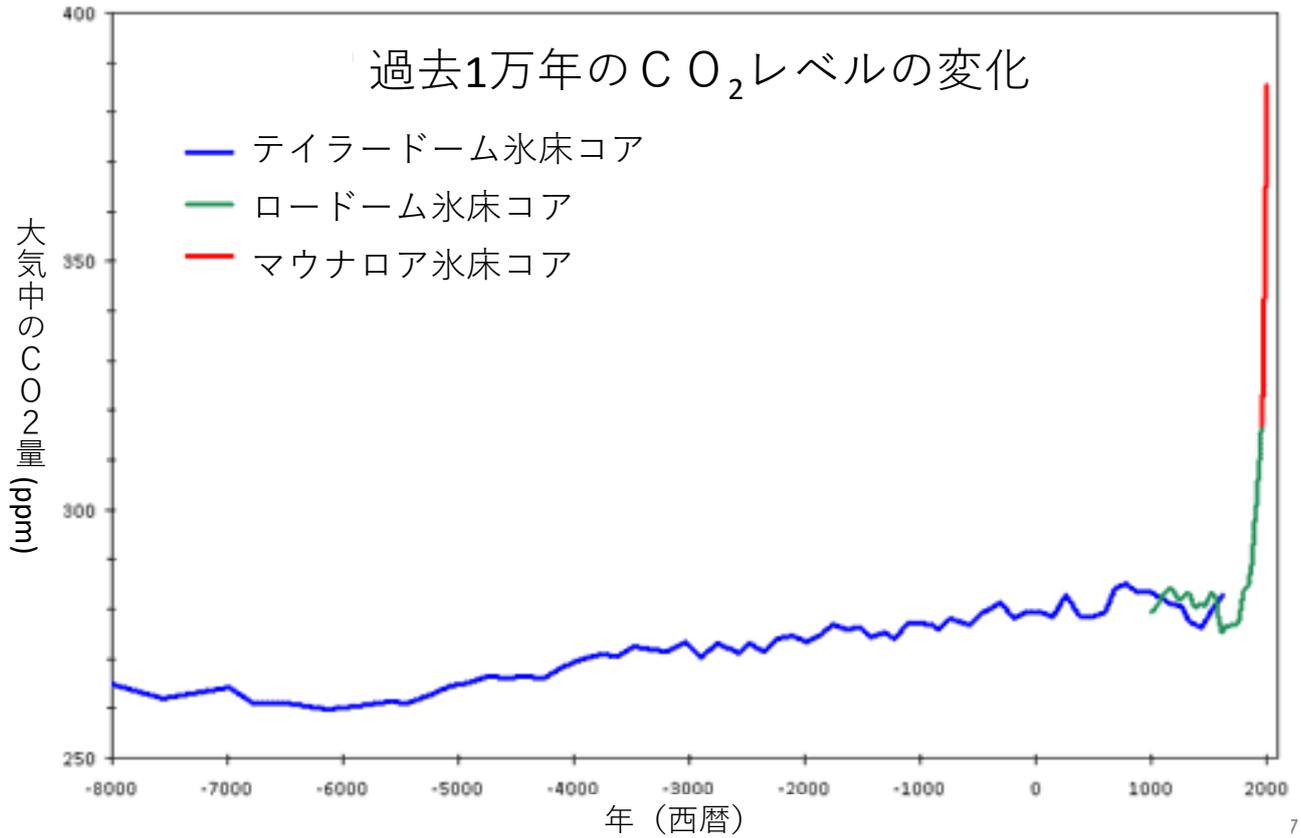
現在の温暖化の原因は何か？

- 自然的・人為的な多くの異なる要因が分析された。
- 温室効果ガス排出が最も大きな原因である。
- 大気汚染は、しばしば冷却効果をもたらすが、健康と環境にとってマイナスである。
- 自然的要因（太陽放射、火山など）が温暖化全体に及ぼす影響は小さい。



6

最も有力な温暖化の原因は、 過去に例がないほど上昇している大気中のCO₂濃度

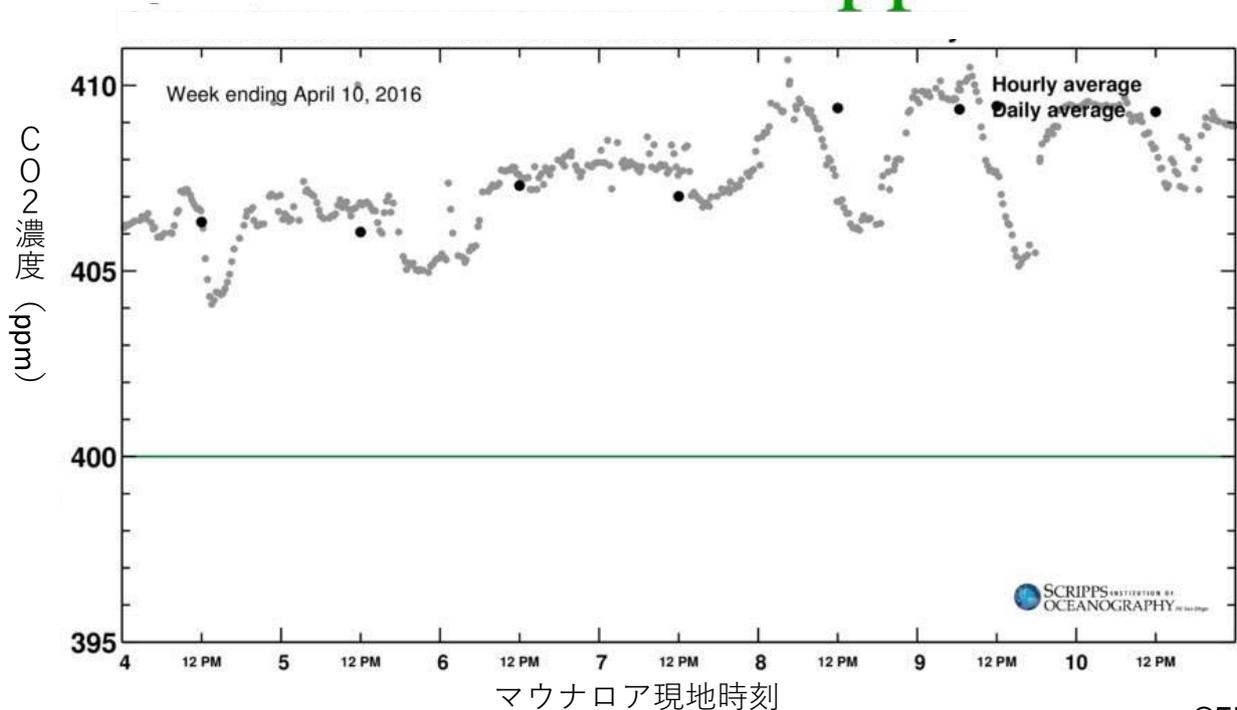


現在のCO₂濃度の記録的レベル

マウナロア観測所で測定されたCO₂濃度

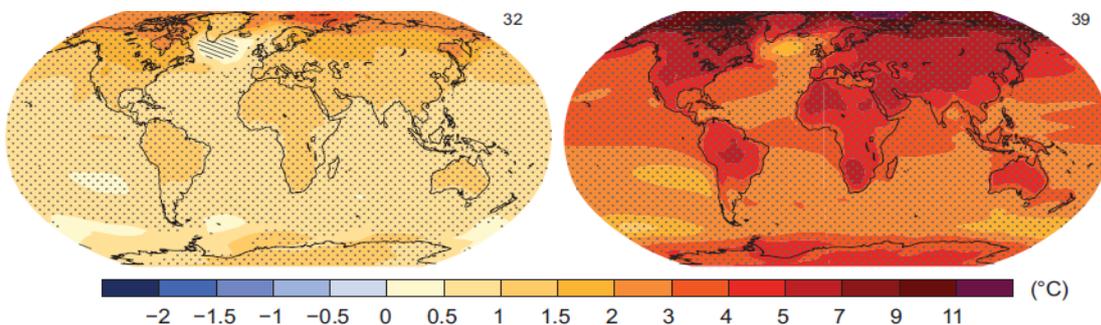
最新のCO₂測定値
2016年4月10日

409.29 ppm

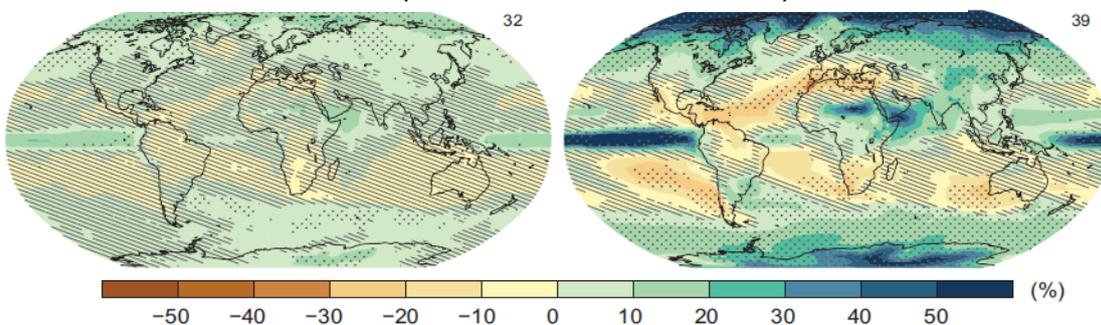


2100年までの予測：「良い」シナリオと「悪い」シナリオ 気温上昇と降水量の変化

RCP 2.6 排出量の最も低いシナリオ RCP 8.5 最大排出量に相当するシナリオ
(a) 平均表面温度の変化 (1986-2005 → 2081-2100)



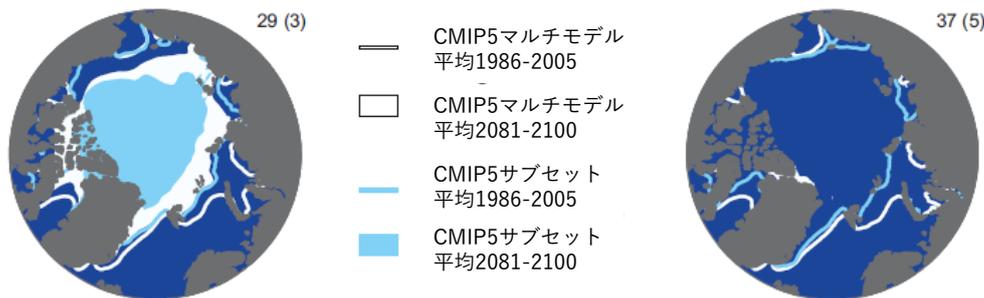
(b) 平均降水量の変化 (1986-2005 → 2081-2100)



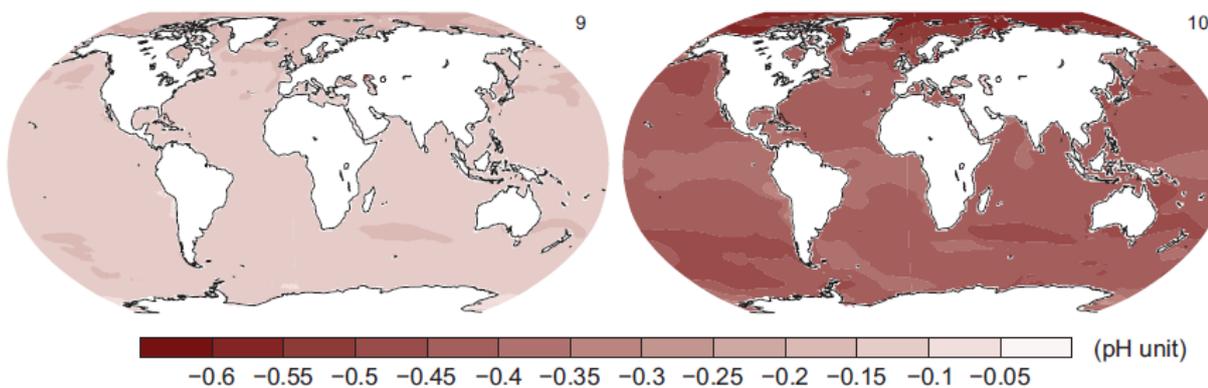
Source: IPCC, 5AR, 2014

2100年までの予測：「良い」シナリオと「悪い」シナリオ 北極の氷の融解と海洋表面のpH

(c) 北半球の9月の海氷域 (2081年 → 2100年 平均)



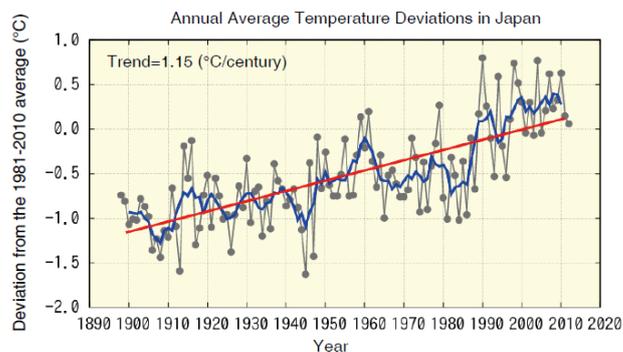
(d) 海洋表面のpHの変化 (1986-2005年 → 2081-2100年)



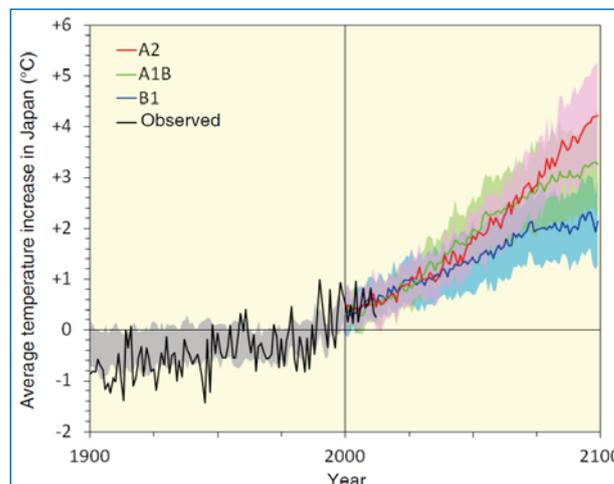
Source: IPCC, 5AR, 2014

日本の気候変動

- 日本は温暖化している
- 前世紀で気温は**1.15°C**上昇した。
(世界平均の**50%以上**)

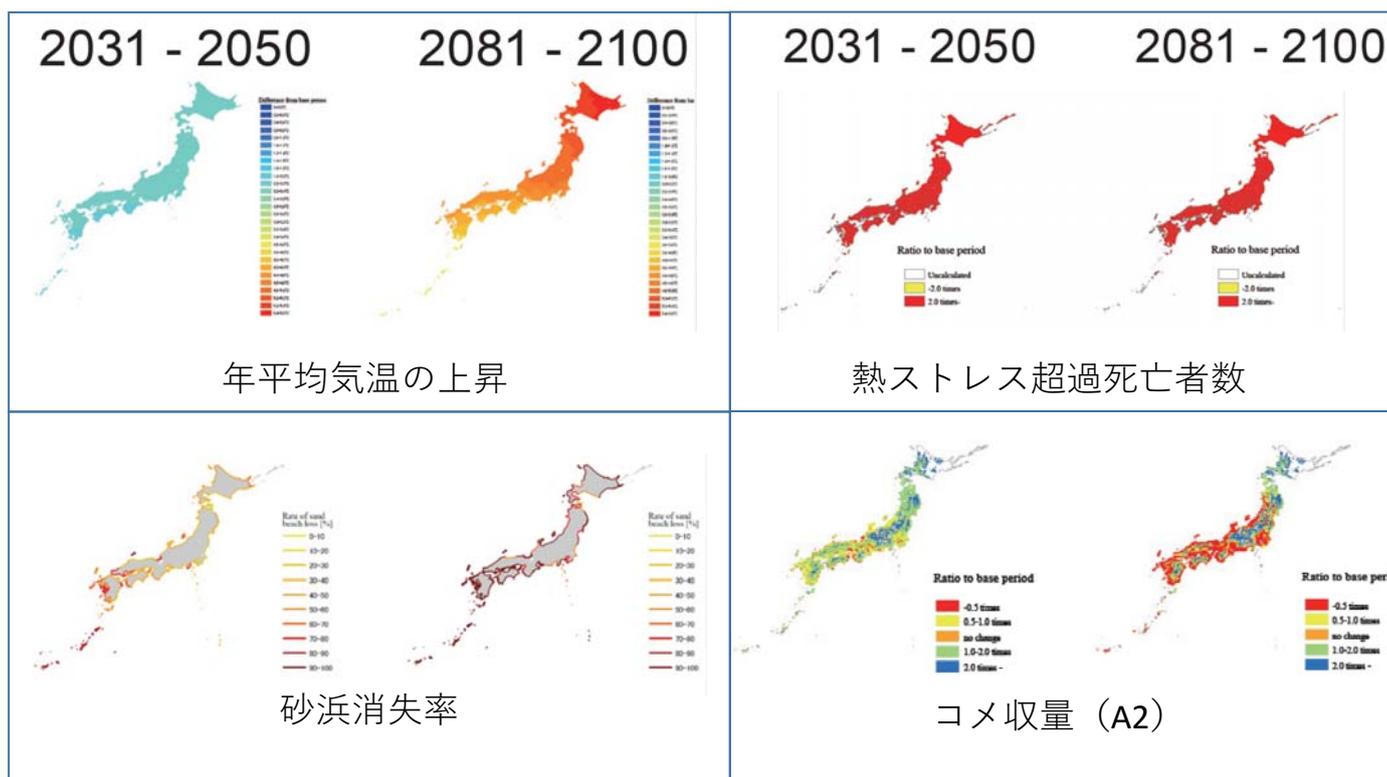


- 2100年までの予測
現在よりも
 - すべてのシナリオで温暖化
 - 最悪で**5°C**上昇
 - 「良い」場合で**1.5°C**上昇

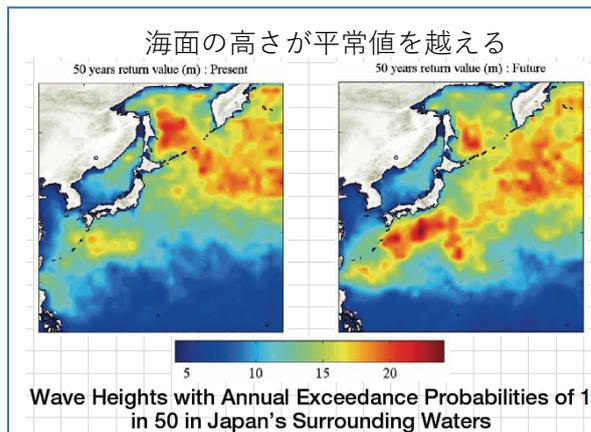
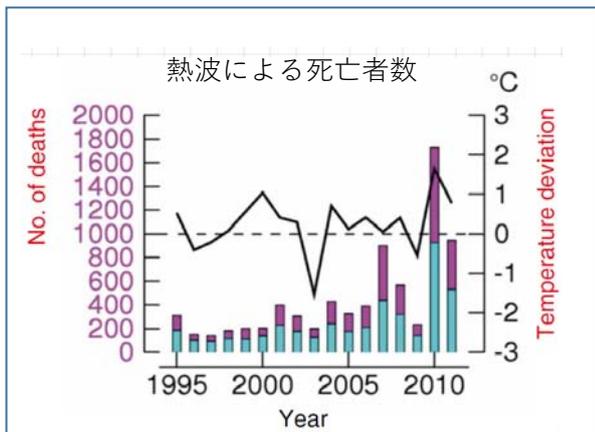
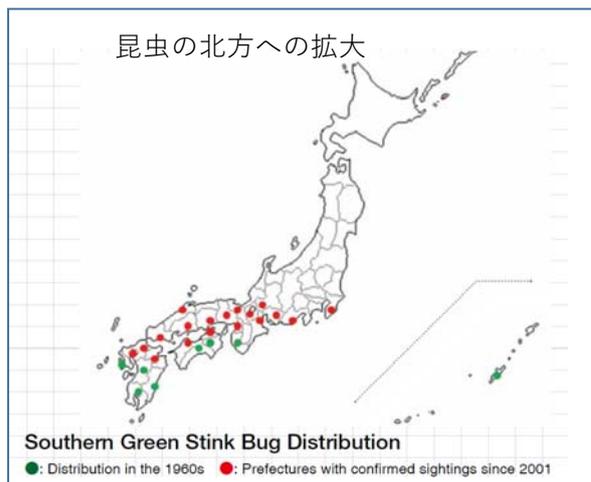
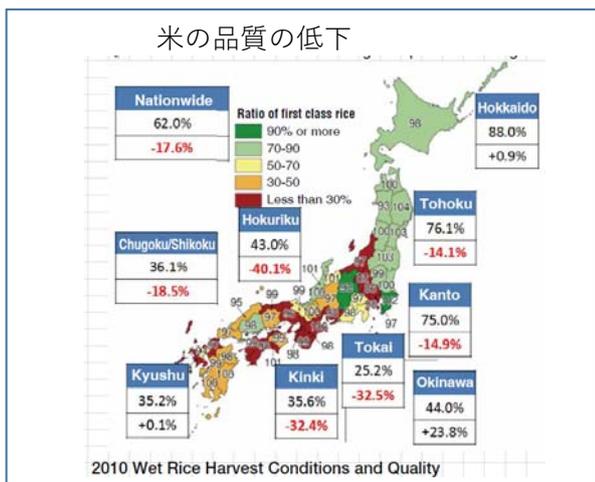


11

日本の気候変動影響の予測



すでに見られる多くの悪影響



13

気候変動から予測される被害は甚大

気候変動に伴う被害は、21世紀の世界のGDPの5～20%に及ぶ可能性がある。



「気候変動の経済学」著者 ロンドン
スクールオブエコノミクス教授 ニコ
ラス・スターン卿

例え、短期的には恩恵を受けるかもしれない国々も含めて、長期的にはすべての国に影響を与える。

その影響とは、深刻な干ばつ、洪水、寒波と熱波、森林火災、砂漠化の進行、飲料水の不足、昆虫を媒介とする病気の拡大（マラリア、脳炎など）、その他多くのことがある。

北東アジア各国も、これらの危険性に対して脆弱である！

人間社会における炭素ジレンマ



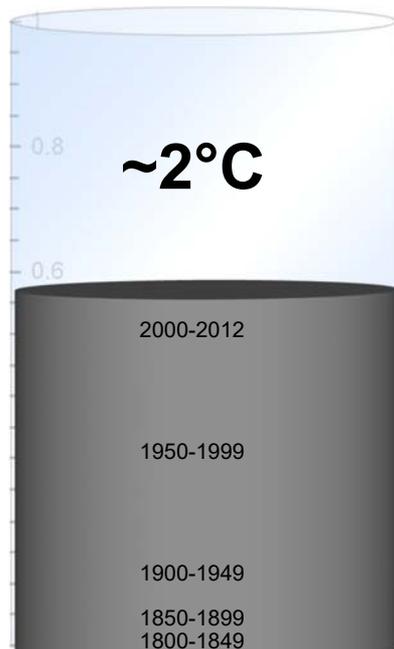
対



大気中のCO₂蓄積容量

2°C目標のための排出制限

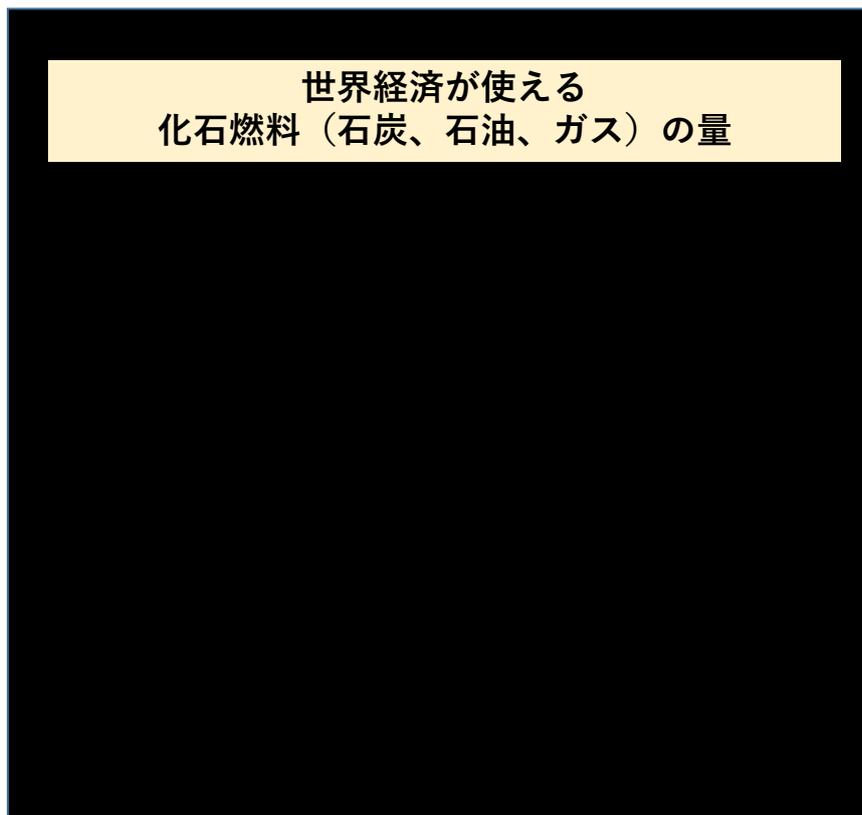
今のままでは、
2040年代に
終わりを迎える



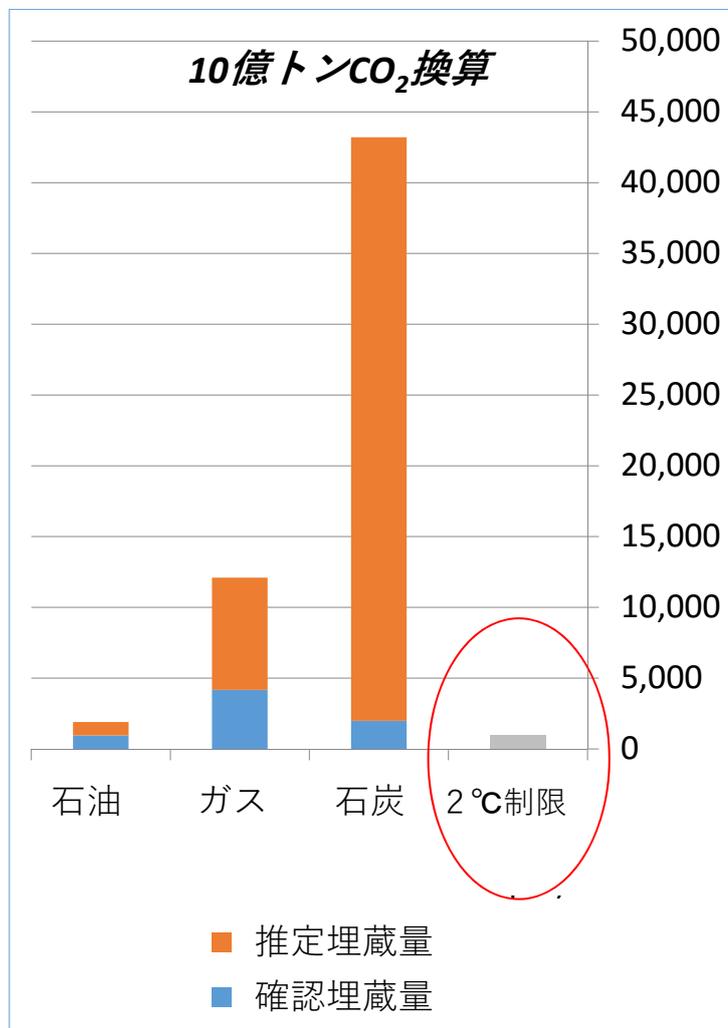
すでに容量の50%
以上を使い果たす



化石燃料の備蓄 対 地球温暖化のリミット



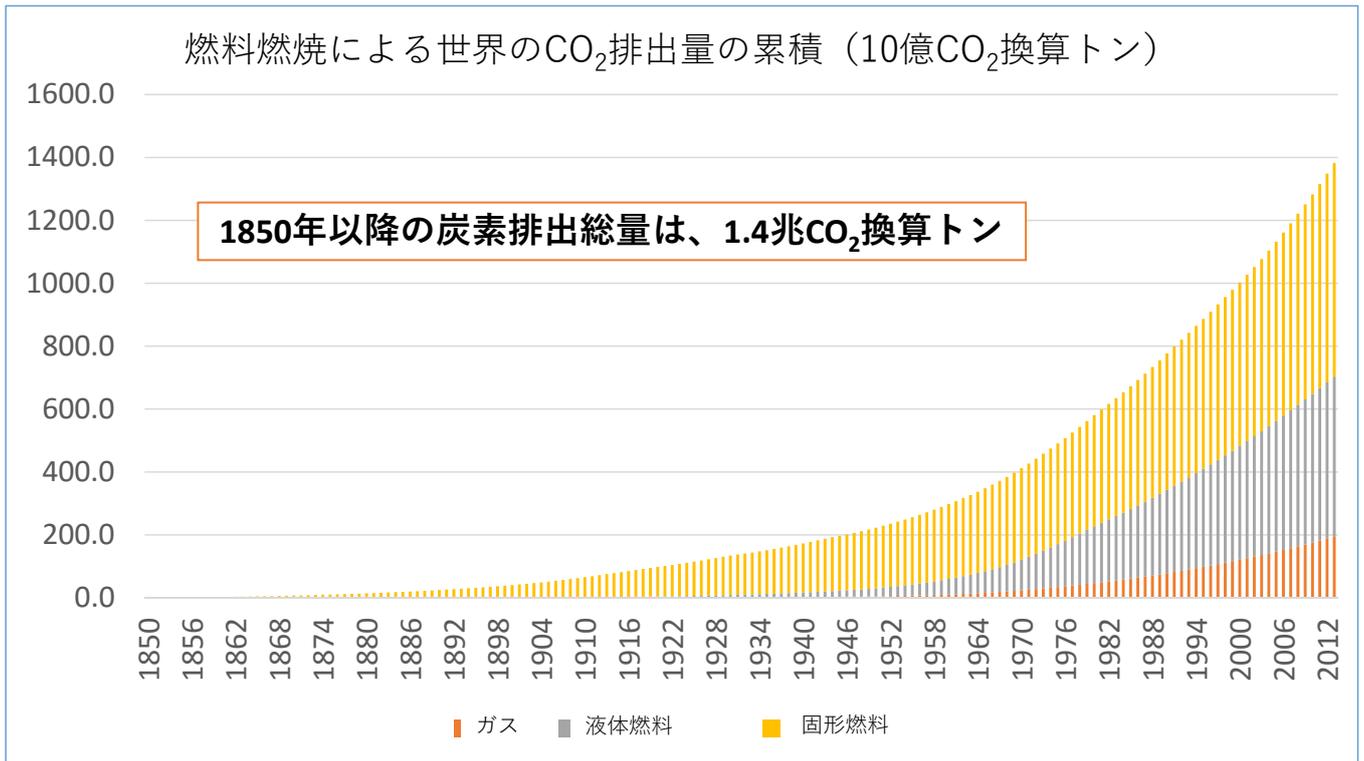
気温上昇を2℃以下に抑えるために排出できる炭素量



課題

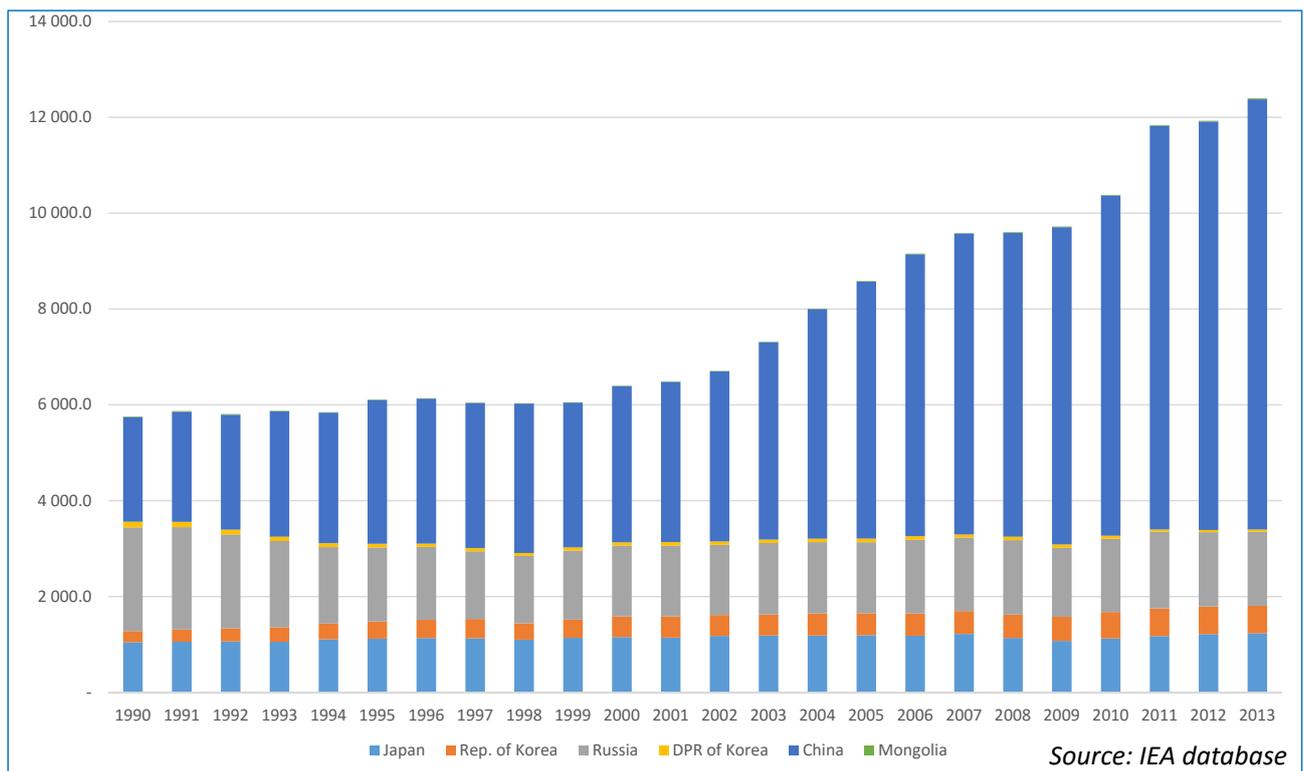
世界の化石燃料の推定埋蔵量は、2℃の温暖化の炭素量の35～60倍!

世界の人為的CO₂排出量の歴史

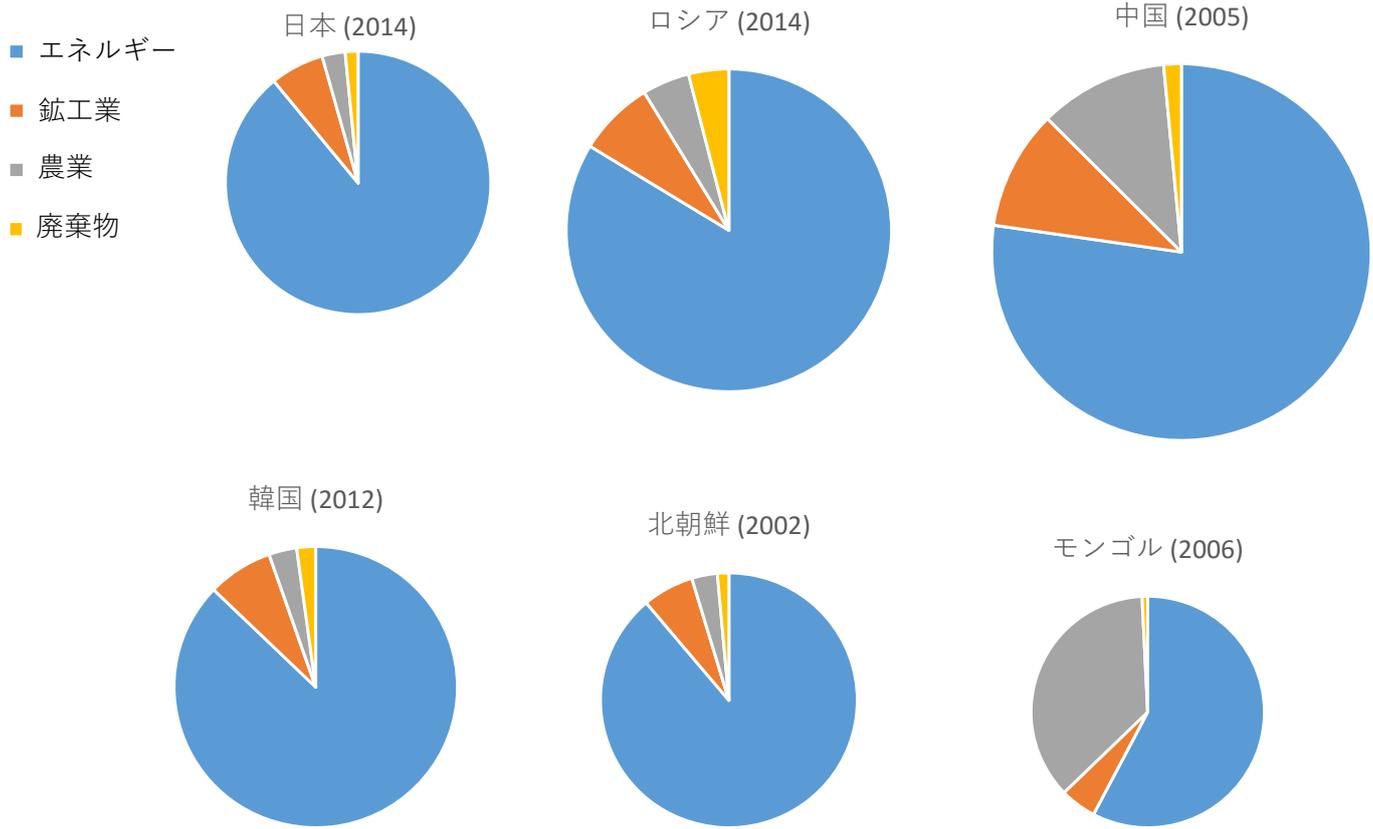


Source: Carbon Dioxide Information Analysis Center

北東アジア各国のCO₂排出量 （100万CO₂換算トン）



北東アジアの部門別GHG（温室効果ガス）排出量



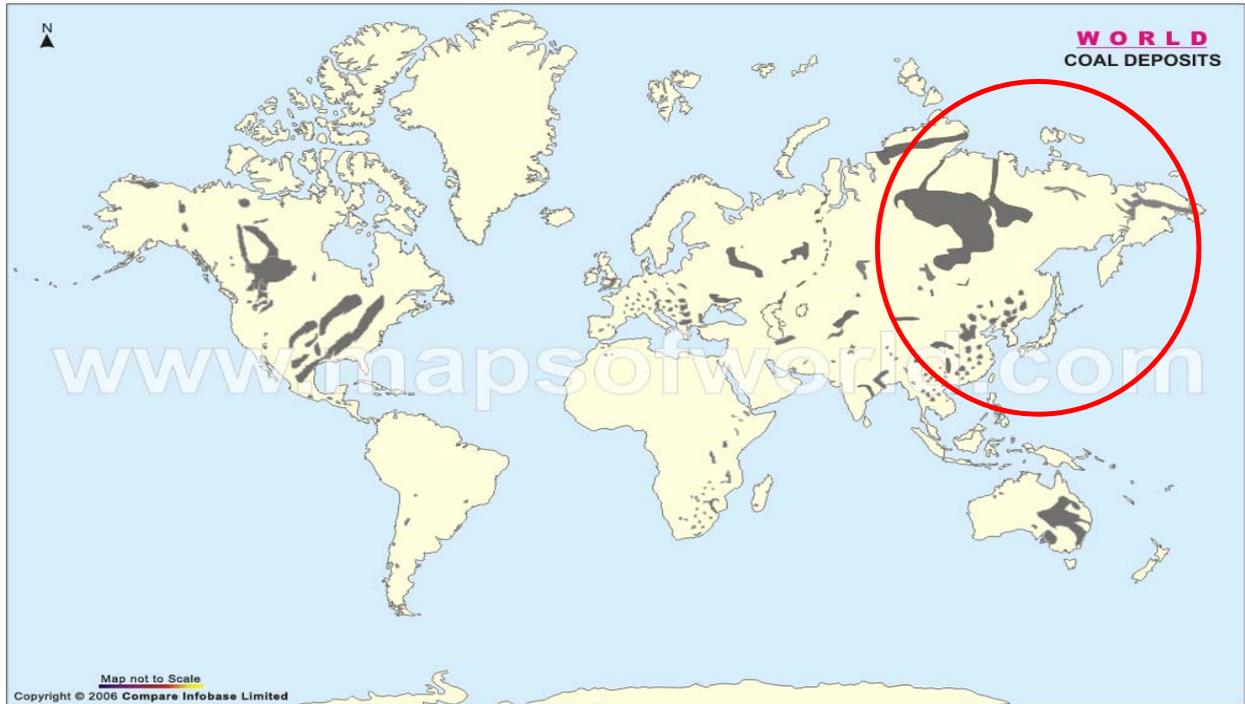
21
Source: UNFCCC database

北東アジア各国の 在来型および非在来型の燃料埋蔵量

	石炭	石油	天然ガス	シェール オイル	シェール ガス	ガス ハイドレート
燃料埋蔵量 (10億toe)						
中国	79.8	2.6	2.9	90.2	94.9	100.0
ロシア (シベリア+極東)	121.8	14.4	27.1	174.0	0.3	913.0
モンゴル	70	na	na	11.9	0.05	na
韓国	0.1	na	na	na	na	1.2
北朝鮮	3.2	0.1	na	na	na	na
日本	0.2	na	na	na	na	16.6
計 (10億toe)	275.1	17.1	30.0	276.1	95.2	1030.8
炭素排出量 (10億CO₂換算トン)	1,089.6	52.5	76.3	847.7	223.9	2,421.1

これらすべての燃料を燃焼させた場合の炭素排出量は、4.7兆トン-CO₂に上る。
北東アジア単独で、地球の気温上昇2°C×3回分に相当する！

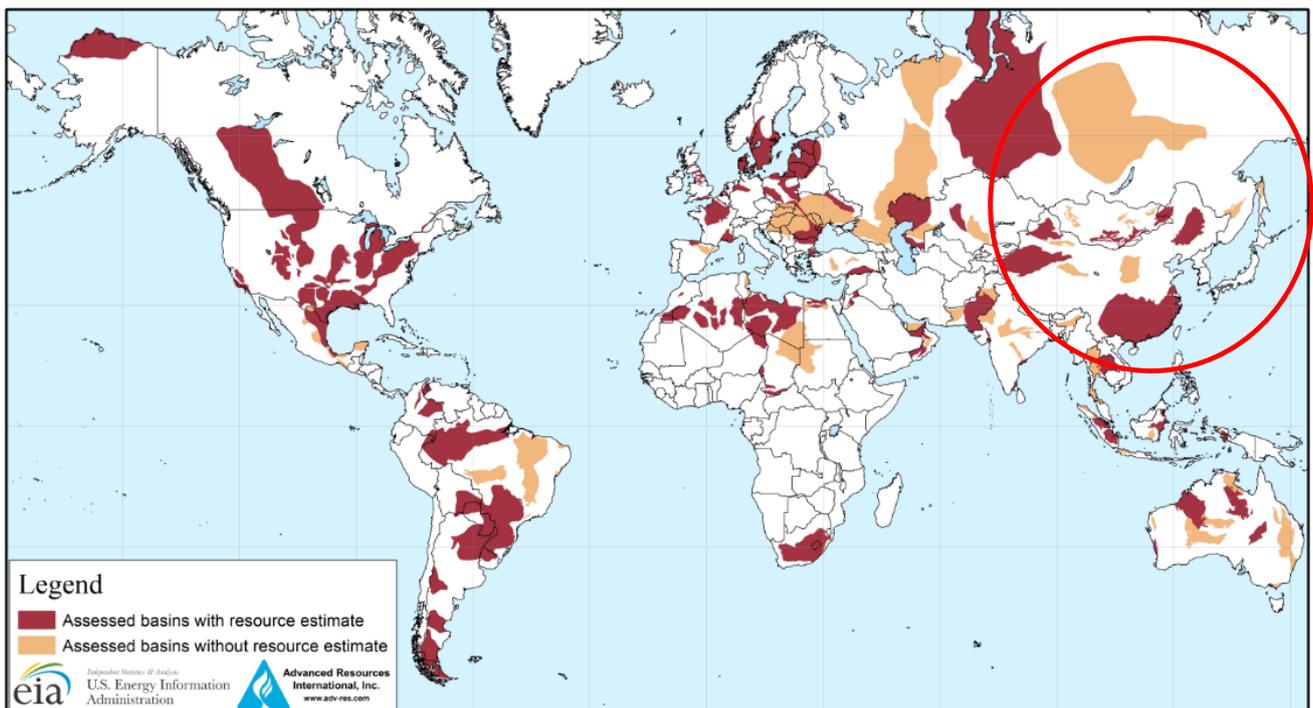
これからの炭素：世界の石炭鉱床



Source: Maps of world <http://www.mapsofworld.com/business/industries/coal-energy/world-coal-deposits.html>

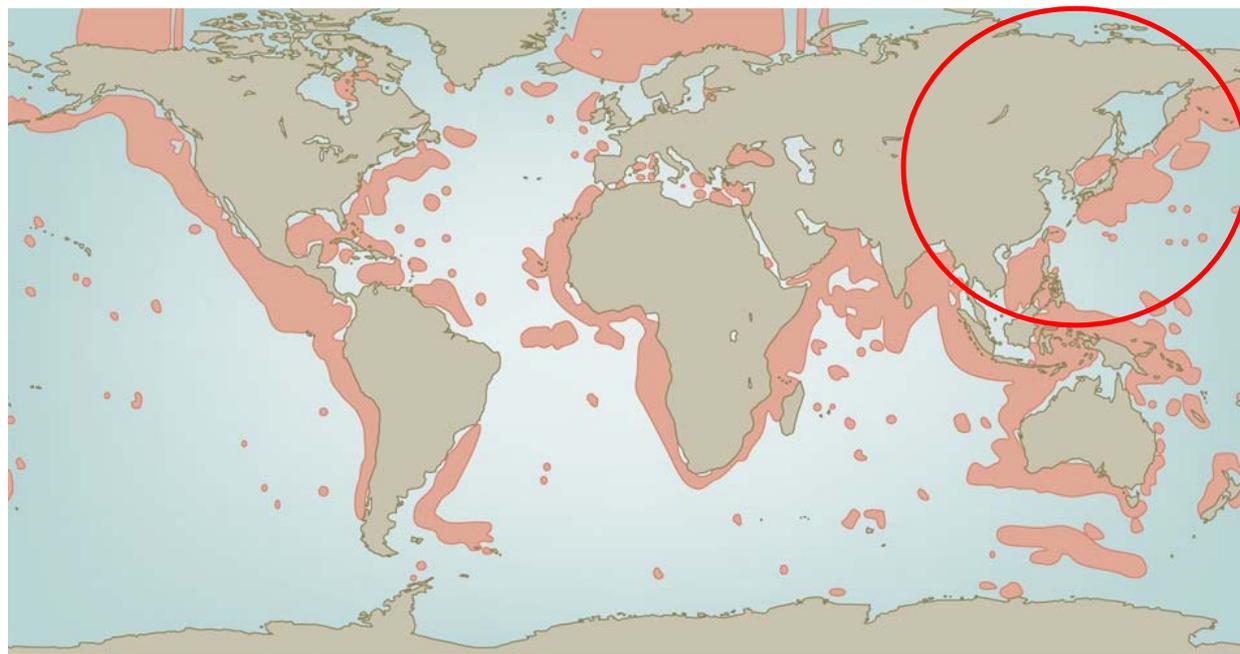
23

これからの炭素：シェールガス・石油



Source: Energy Information Administration, <http://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/>

これからの炭素: メタンハイドレート



メタンハイドレートの産出

Source: World Ocean Review <http://worldoceanreview.com/en/wor-1/energy/methane-hydrates/>

代わりの選択肢は？



	石炭	石油	天然ガス	シェールオイル	シェールガス	ガスハイドレート
炭素排出量 (10億トンCO ₂)	1,089.6	52.5	76.3	847.7	223.9	2,421.1

気候変動に伴い、これらの地下・水面下の炭素の80%以上を手放さなければならない。

では、それに見合う他の選択肢は？



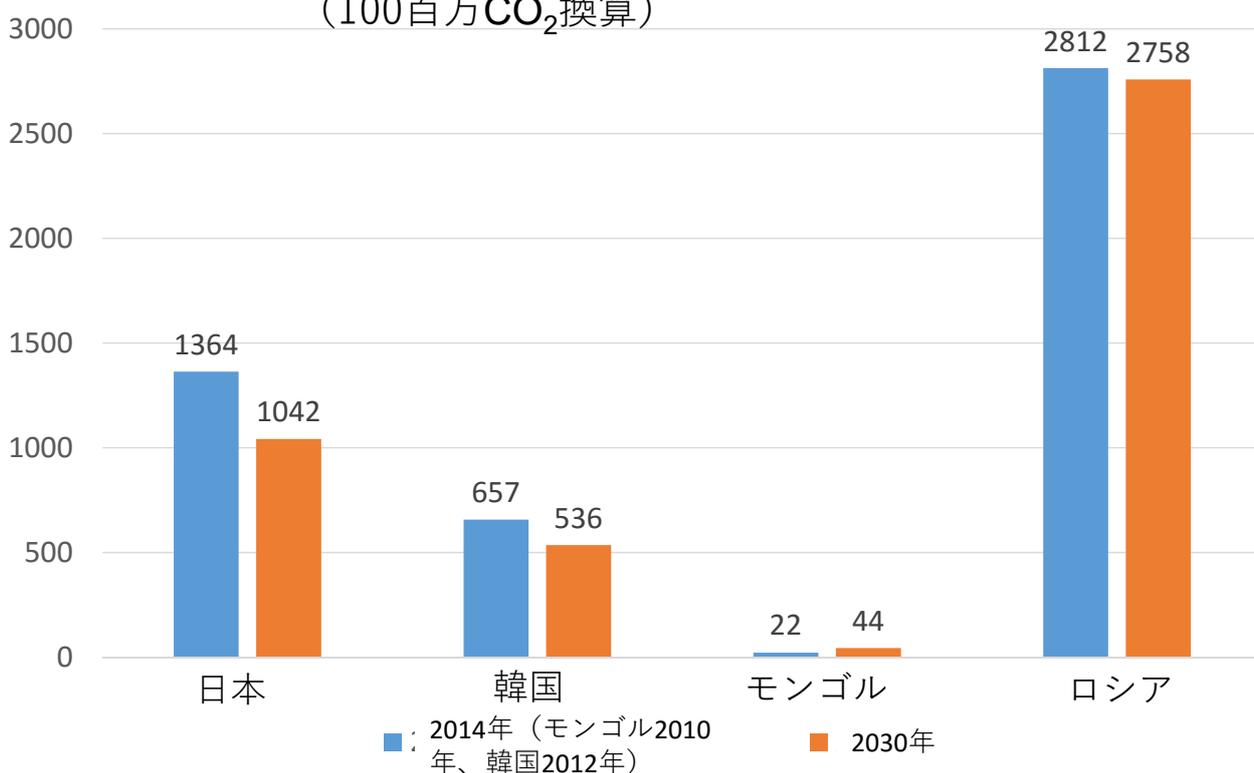
北東アジアにおける 再生可能エネルギーの可能性



	風力	太陽光	水力	バイオマス	地熱	潮力
中国	1500 - 2800 GW	2700 GW	400 - 700 GW	273 - 648 Mtce/y	-	20 - 100 GW
日本	1800 GW	350 GW	44 GW	-	14 GW	>87 TWh/y
ロシア (シベリア+極東)	3910 TWh/y	2300 mtcc/y	1441 TWh/y	>500 TWh/y	>20 TWh/y	>100 GW
モンゴル	900 - 1100 GW	>1000GW	6.4 GW	-	-	-
韓国	186.5 TWh/y	10.4 TWh/y	-	-	-	>4 GW
予測合計	>6,300 GW	>10,000 GW	>850 GW	>850 GW	>34 GW	>322 GW

北東アジアのすべてのエネルギー需要を満たすだけの再生可能エネルギーは十分ある。したがって、北東アジア各国の協力がコストを下げ、エネルギー供給の確実性を上げ、経済成長と技術の近代化を促す。

パリ協定の下での国別GHG削減目標
(100百万CO₂換算)



北東アジアGHG排出量削減目標

	2020年に向けた経済全体の 数量的な排出量削減目標	INDC（各国が自主的に決定する 約束草案）
日本	2020年までに2005年比3.8%の削減	2030年度までに2013年度レベル比26%削減(2005年度比25.4%削減)
ロシア	2020年までに1990年比15～25%削減	2030年度までに1990年レベル比25～30%削減
韓国	「自然体」(BAU)の排出で2020年までに30%の減少	自然体の排出で2030年までに37%削減
中国	2020年までに、2005年比でGDP1単位当たり40～45%のCO ₂ 排出量削減	2030年までをピークとして、2030年までにGDP1単位当たりのCO ₂ 排出量を2005年レベル比で60～65%削減。
モンゴル	数量的削減目標なし	2030年までに自然体で14%削減(LULUCF森林等を除く)

Source: UNFCCC (Submissions by the Governments to the UNFCCC)

本格化する脱・炭素化への道プロジェクト： 2°C目標に見合う将来的な経済を視覚化する最初の試み

世界の炭素排出量の75%に相当する16カ国が参加する経済モデルチームの例



エネルギー関連の2010年のCO₂排出量と、2050年の「脱炭素化」予測（CO₂換算トン）

国名	2010年	2050年脱炭素化後	2050 / 2010
日本	1,123	180	16%
中国	8,152	5,201	64%
ロシア	1,529	200	13%
韓国	560	82	15%
北朝鮮*	66	80	121%
モンゴル*	14	30	214%
合計	11,444	5,773	50%

Sources: IEA; SDSN/IDDRI/DDPP; *筆者の予測値

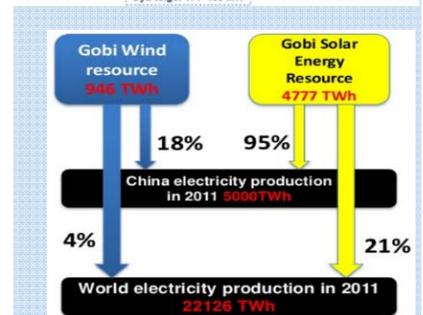
北東アジアの巨大プロジェクト

- 風力および太陽光発電（モンゴル）
 - ゴビテック：~5800 TWh/y
 - 東アジアへの送電網（スーパーグリッド）

Proposed power plant projects for electricity export



- 潮力発電（ロシア）
 - ペンジンスカヤ発電所及びツグルスキー湾：~100~120 GW



- 基本資材へのナノチューブの利用

(Rosnano社、ロシアと韓国の共同プロジェクト)

- 2100年までに世界全体として3310億トンCO₂削減

.... and many others



炭素資産から引き上げる動き

2015年9月現在、43カ国から436の組織と2040の個人が2.6兆ドルに相当する化石燃料からの脱却を表明している



Arabella Advisors (2015)

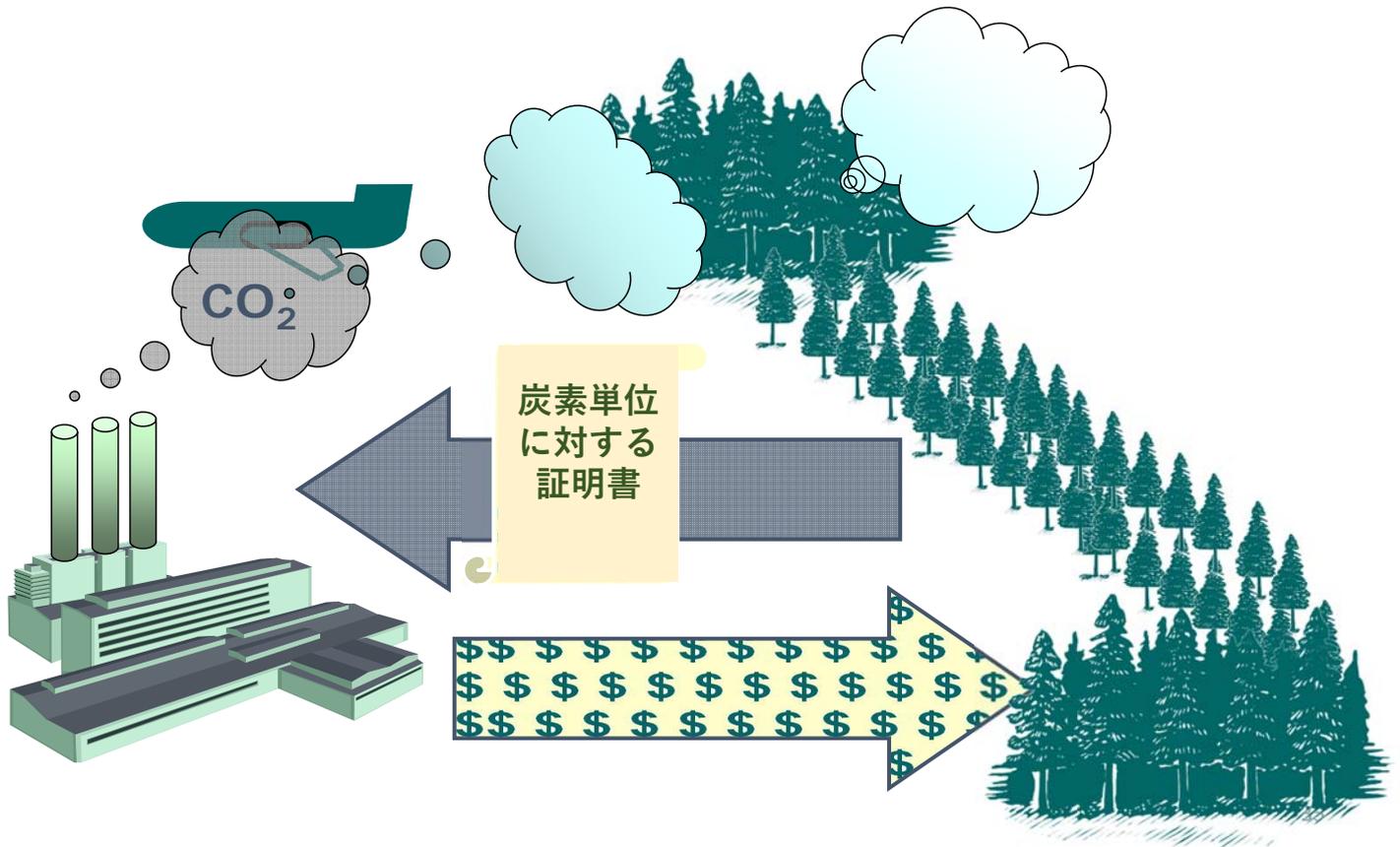
例：Norway Pension Fund, California Public Employees' Retirement System, Sweden's AP2 Pension, pension funds in the US, Australia, Norway, and Denmark, health care institutions, private investors, faith based organizations

マクロからローカルへの可能性：佐渡の森林

- 森林面積は、84,000ヘクタール以上
- 1,700以上の種をもつ非常に貴重な場所
- しかし、維持管理のための資金不足
- ***
- 環境的利点に加え、森林は毎年400,000トン以上のCO₂を吸収している
- 炭素市場では、2億円以上の価値がある



森林プロジェクトの炭素ファイナンス



まとめ

- 北東アジア各国の現在の取り組みのままでは、気候変動のリスクは避けられない。
- 2050年までに、化石燃料の大半を排出量ゼロの代替燃料に変える必要がある。
- 北東アジアのエネルギー需要は、再生可能エネルギー源で完全にまかなうことができる。
- その速度を上げるために、北東アジア各国のさらなる協力が不可欠である。
- 「北東アジア低排出量への道（LEP）に向けた戦略と行動計画」が求められる。
- 炭素排出量削減によって「大」「小」の受け手に恩恵がもたらされるようであればならない。

ご清聴ありがとうございました

ERINA Economic Research Institute for Northeast Asia
13F, Bandaijima Bldg, Bandaijima 5-1, Chuo-ku,
Niigata-city, 950-0078 Japan
Tel: 025-290-5545
Fax: 025-249-7550
Web: <http://www.erina.or.jp>