



北極海の海氷減少と 氷海航路

ルウエイ⇒戸畑へ
LNG船世界初
予想以上に早い
氷海域の減少
北極海氷域と
その変化
スノービト(Norway)
LNG基地
サハリン I 実験航海
シェールガス革命

船舶海洋工学会海友フォーラム
2013.02.01

岡本 洋



北極海航路でLNG輸送に成功 世界初

ハンメルフェスト(Norway、2012.11.7 出港)、北極海通過
北九州市戸畑 (日本 、2012.12.06、受け入れターミナル到着)

ガスプロムのチャーター LNGタンカー
134,500m³型 オビ・リバー号

写真提供 : gazprom.ru

2012年12月7日 ロシアNOW より

2013.2 海友フォーラム 岡本 洋

LNG船「オビ・リバー」号



The Ob River LNG tanker.



Hammerfest(Norway)

2012.11.07出航

北極海氷海
通過

戸畑(北九州市)

2012.12.06 到着

世界初の北極海航路を通過してLNG輸送に成功したタンカー
「オビ・リバー」号＝10月24日撮影(ガスプロム提供・時事)

北極圏図

66.33° N 以北

アラスカ

カナダ

北極海
最大水深 -5,440m
平均水深 -1,330m
海水部に島なし

エリザベス
諸島

ラプテフ海

中央シベリア

タイミル半島

グリーンランド

Hammerfest
Snohvit ガス田
今回日本へ輸送
Oy River号

カラ海

西シベリア

ハヤゼムリヤ

バレンツ海

ガス田地域

ヤマル半島ガス
田開発計画
日本市場向け、
三井・三菱両商
社参加?

ルウエイ

ロシア

Melkoya Gas Plant,
LNG Gas Terminal
Hammerfest
Norway

Snohvit Gas田



海底パイプ 143km

Snohvit Gas田



生産開始 2006年。

Ships will export the LNG at around -163 °C to Europe and the US

氷海航行 砕氷船先導



砕氷船2隻に船頭され、北極航路を航行する大型タンカー(手前)
=2010年8月(ソコムフロート 提供・共同)

バレンツ海・カラ海・ヤマル半島 近辺の天然ガス開発の現状 とLNG基地の位置



ヤマルLNG計画
アジア輸出志向
—今回の氷海
LNG輸送は
海上輸送確認。

JOGMEC作成図を基
に作成。岡本 洋

北極航路

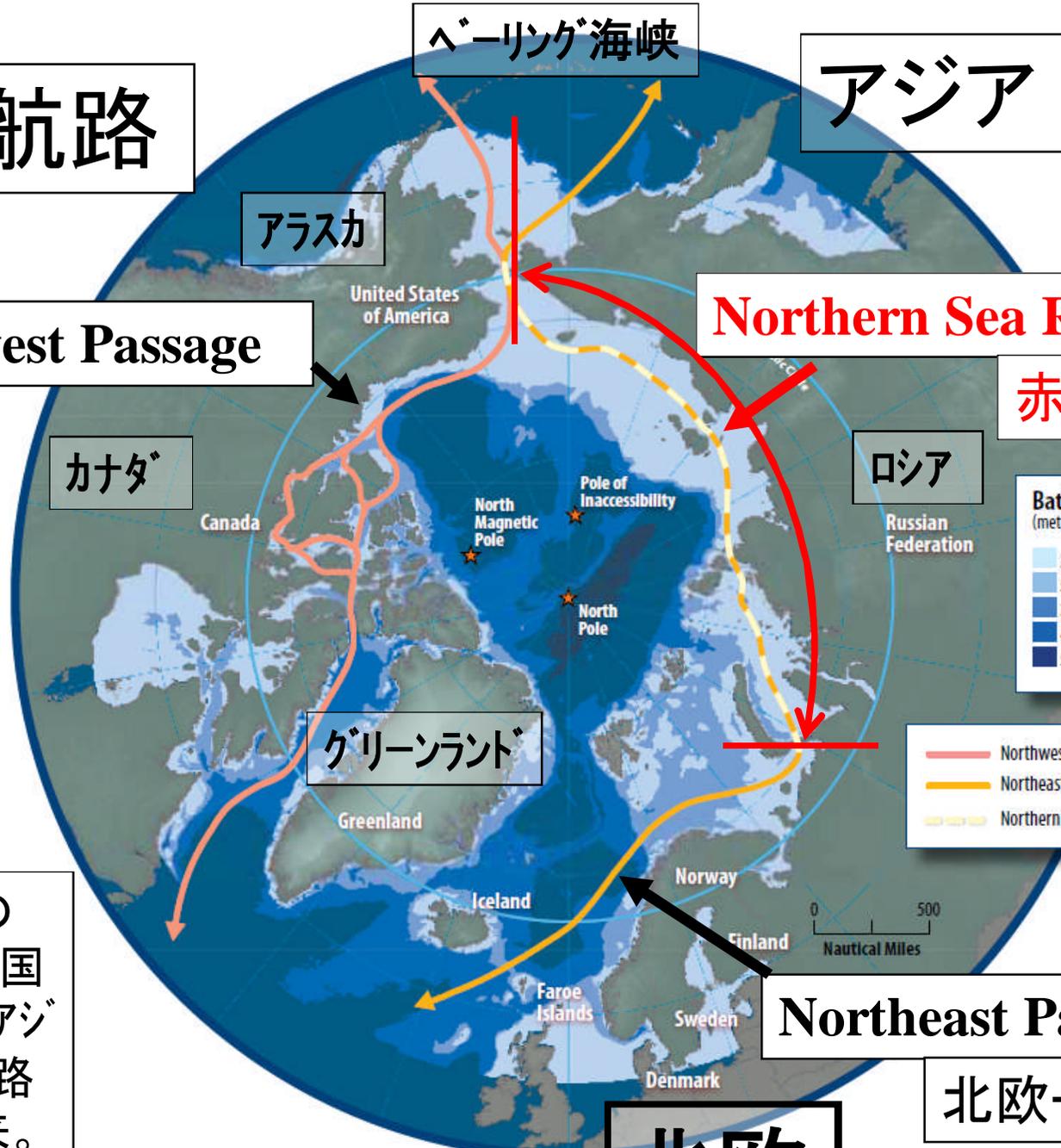
Northwest Passage

Northern Sea Route. NSR

赤線の区間

Northeast Passage

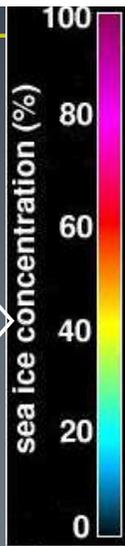
北極航路の
名称は、英国
(北欧)からアジ
アに至る航路
開拓に由来。



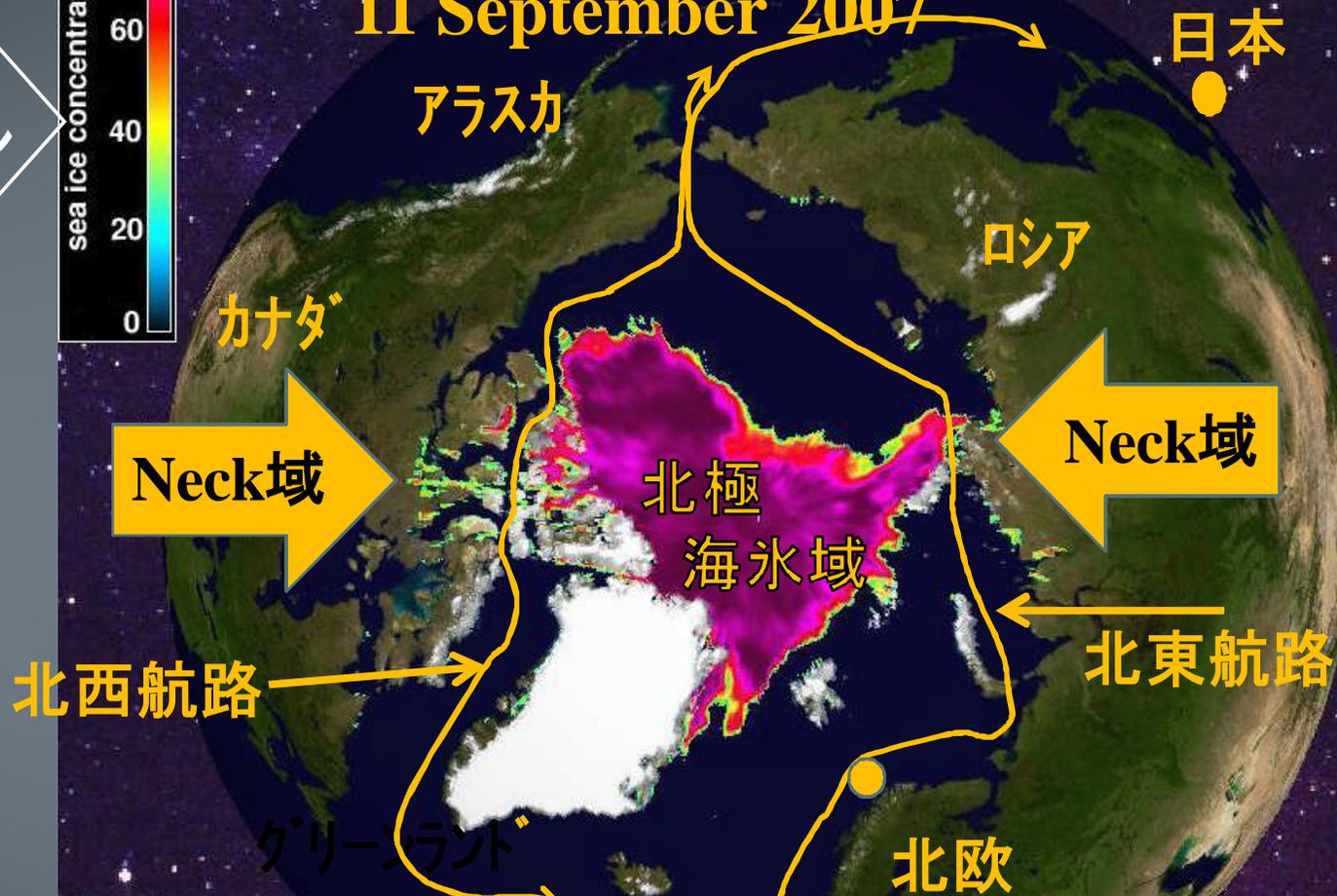
北欧

最小季節の氷海域と極東航路

11 September 2007

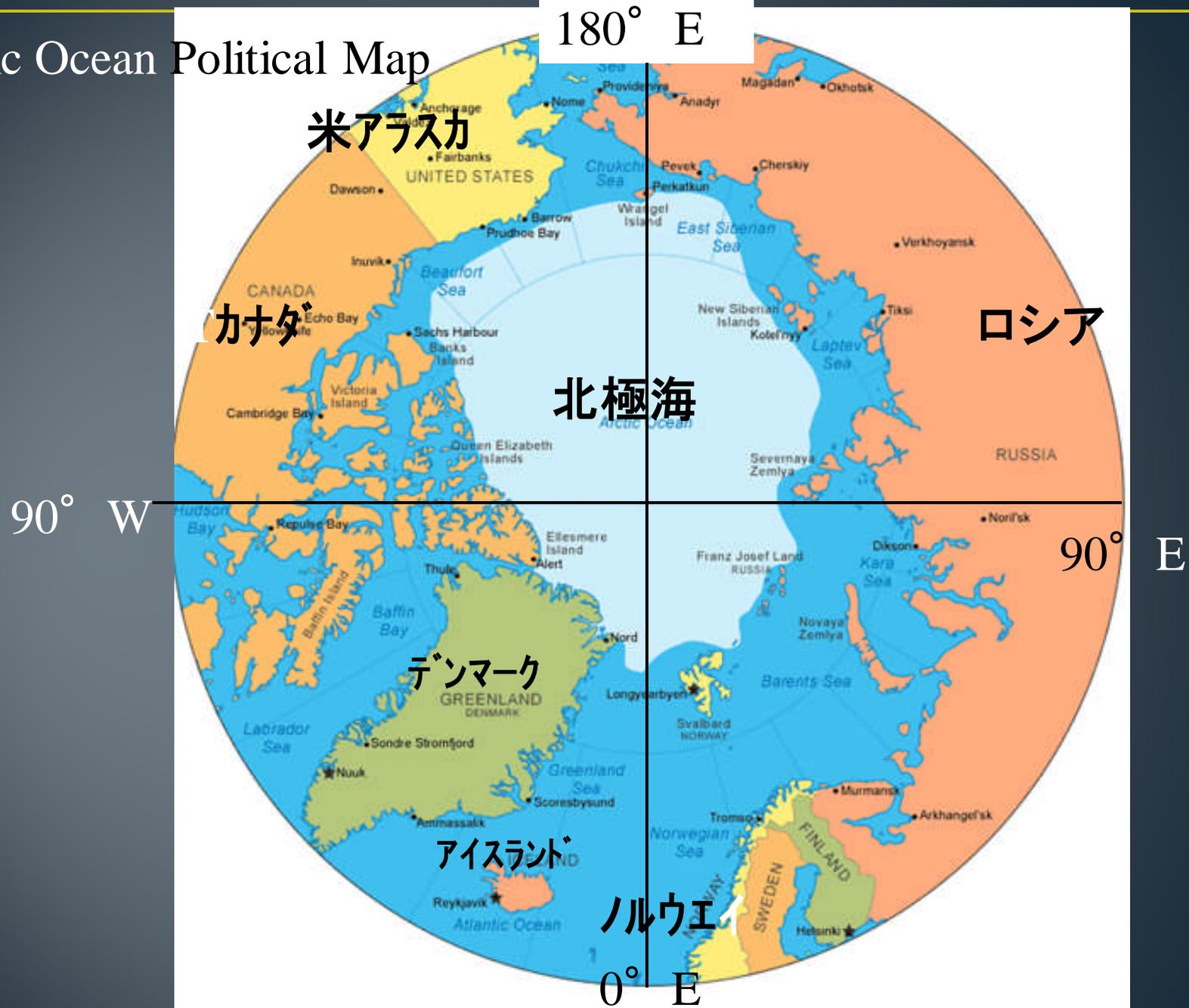


密接度
カースケール



北極海ルート(ロッテルダムー横浜)=1.3万km(スエズ経由約2.1万km)。
 ネットク=可航期間、通行料(ロシア政府)、砕氷船費、保険、耐氷構造、
 航路情報、支援システム(沿岸港湾・救援・)、定期運航、気候変動等

Arctic Ocean Political Map



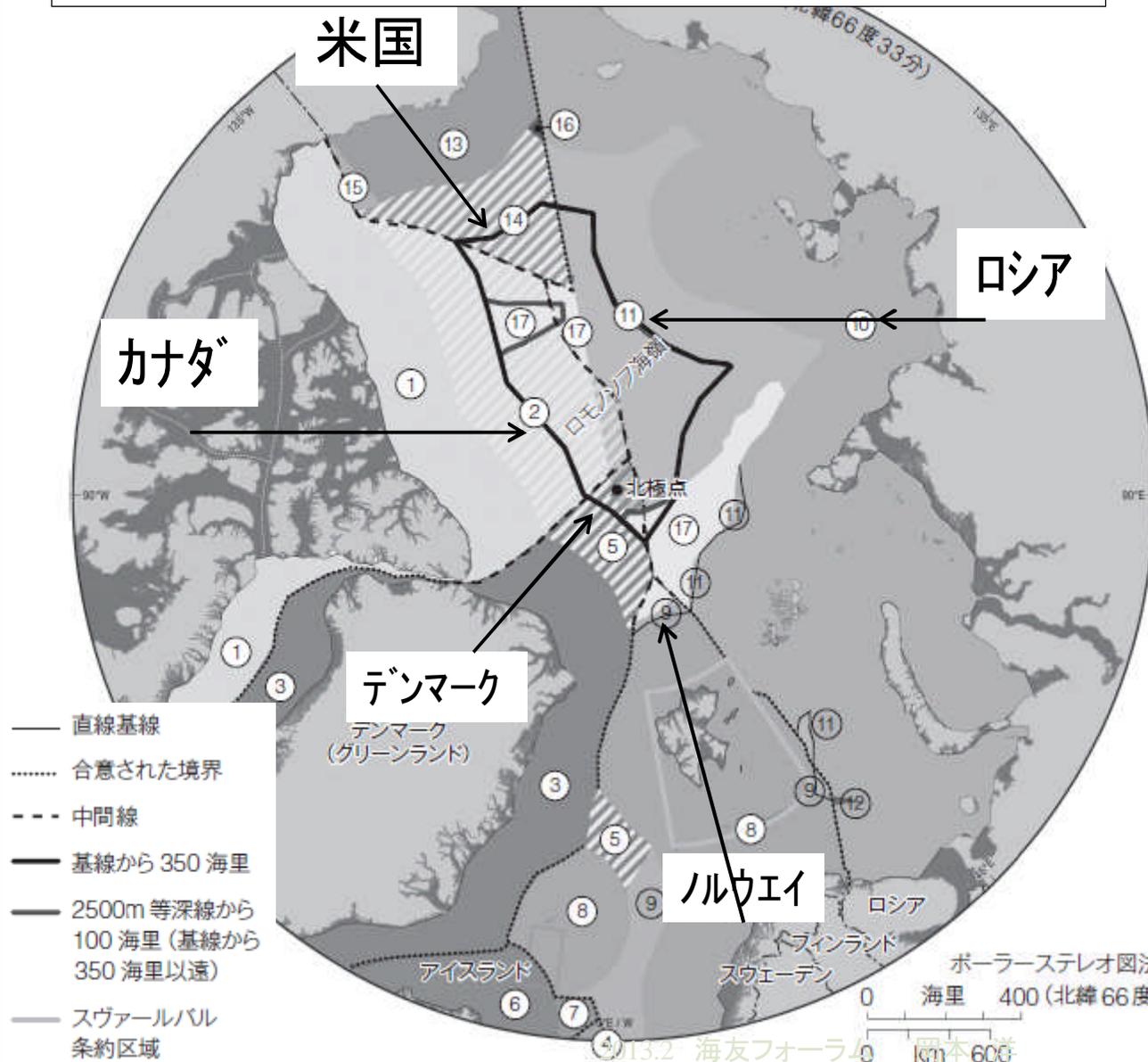
The map above was produced by Brad Cole of Geology.com using data licensed from Map Resources. It illustrates the Arctic Ocean and bordering countries. It also shows the Arctic Circle and minimal extent of the summer sea ice cover.

Oil and Natural Gas Resources of the Arctic



ヤマル半島
ガス田開発
計画

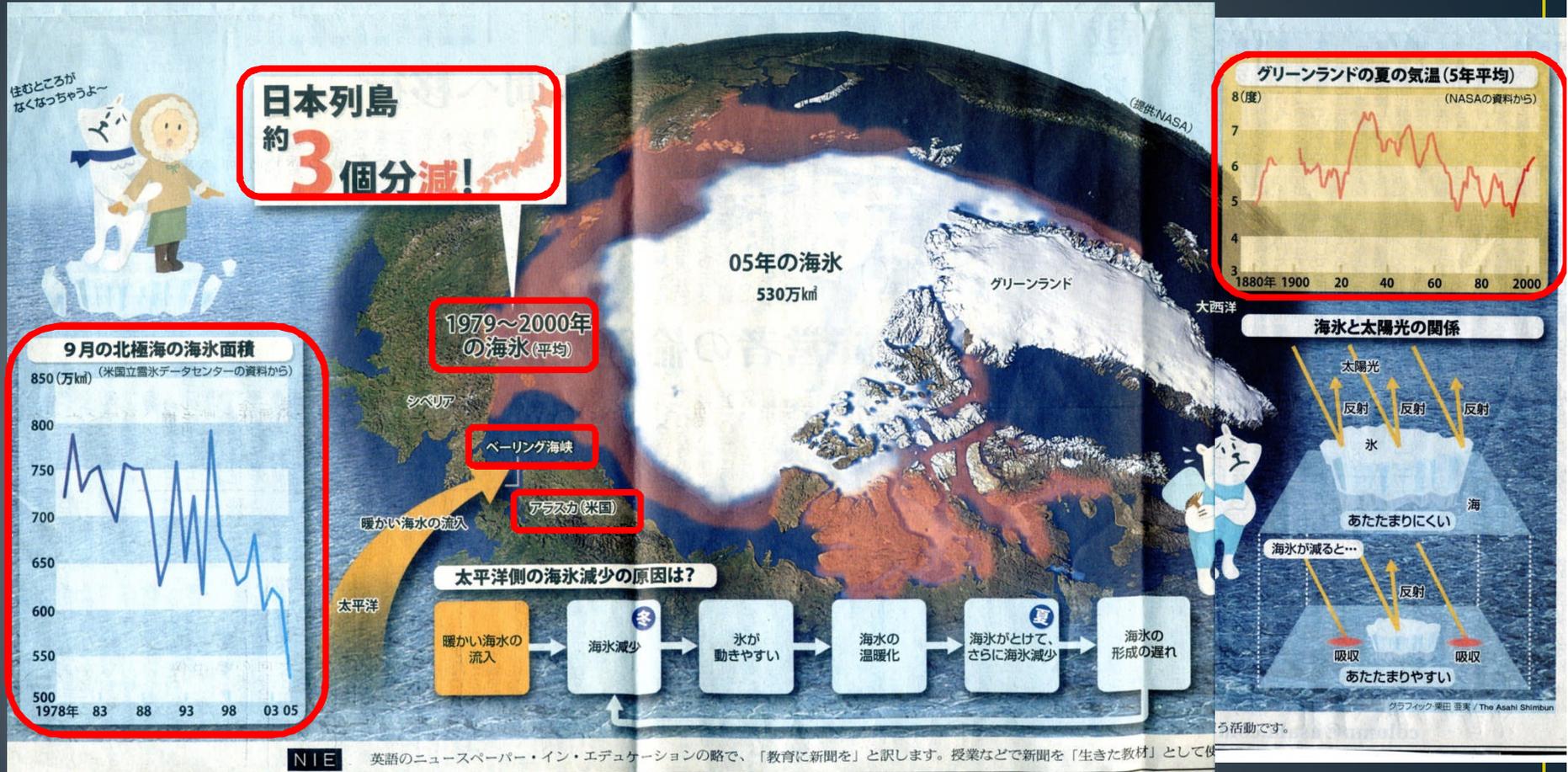
各国のEEZ・大陸棚(主張)



- 内水
- ① □ カナダ領海・EEZ
- ② □ カナダの潜在的大陸棚(最大値)
- ③ ■ デンマーク領海・EEZ
- ④ ■ デンマークの主張する大陸棚
- ⑤ ▨ デンマークの潜在的大陸棚(最大値)
- ⑥ ■ アイスランド EEZ
- ⑦ ■ アイスランドの主張する大陸棚
- ⑧ ■ ノルウェー領海・EEZ / 漁業水域 / 漁業保護水域
- ⑨ ■ ノルウェーの主張する大陸棚
- ⑩ ■ ロシア領海・EEZ
- ⑪ ■ ロシアの主張する大陸棚
- ⑫ ■ ノルウェー・ロシア特別区域
- ⑬ ■ 米国領海・EEZ
- ⑭ ▨ 米国の潜在的大陸棚(最大値)
- ⑮ ■ カナダ・米国の EEZ の重複
- ⑯ ■ 東部特別区域
- ⑰ □ 大陸棚未主張・主張不可区域

(出所) International Boundaries Research Unit
 ウェブサイトから作成。
[北極海秩序の将来 - 防衛省防衛研究所](#) より
 12

減っていく北極海の海氷 朝日新聞 2006.7.25



IPCC報告書によると、100年後地球平均気温 +4度Cとすると、北極圏は +6から+7度C。北極圏海氷厚は約2.5m。20世紀100年間で平均大気温度は0.74℃上昇した。……

太平洋の温かい海水流入により溶けているのが注目。温暖化に敏感に反応。融解は海面上昇を招く。(なぜ上昇するか。専門家も完全に説明は出来ない。疑問が多い)

昨年9月の海氷域

SEPTEMBER 13, 2012



北極海氷域
約30年の間に
大幅に減少

1984年⇒2012年
9月13/14日の比較

↑ 2012年9月13日



ベーリング海峡
に近い海氷
の減少顕著

1984年9月14日⇒



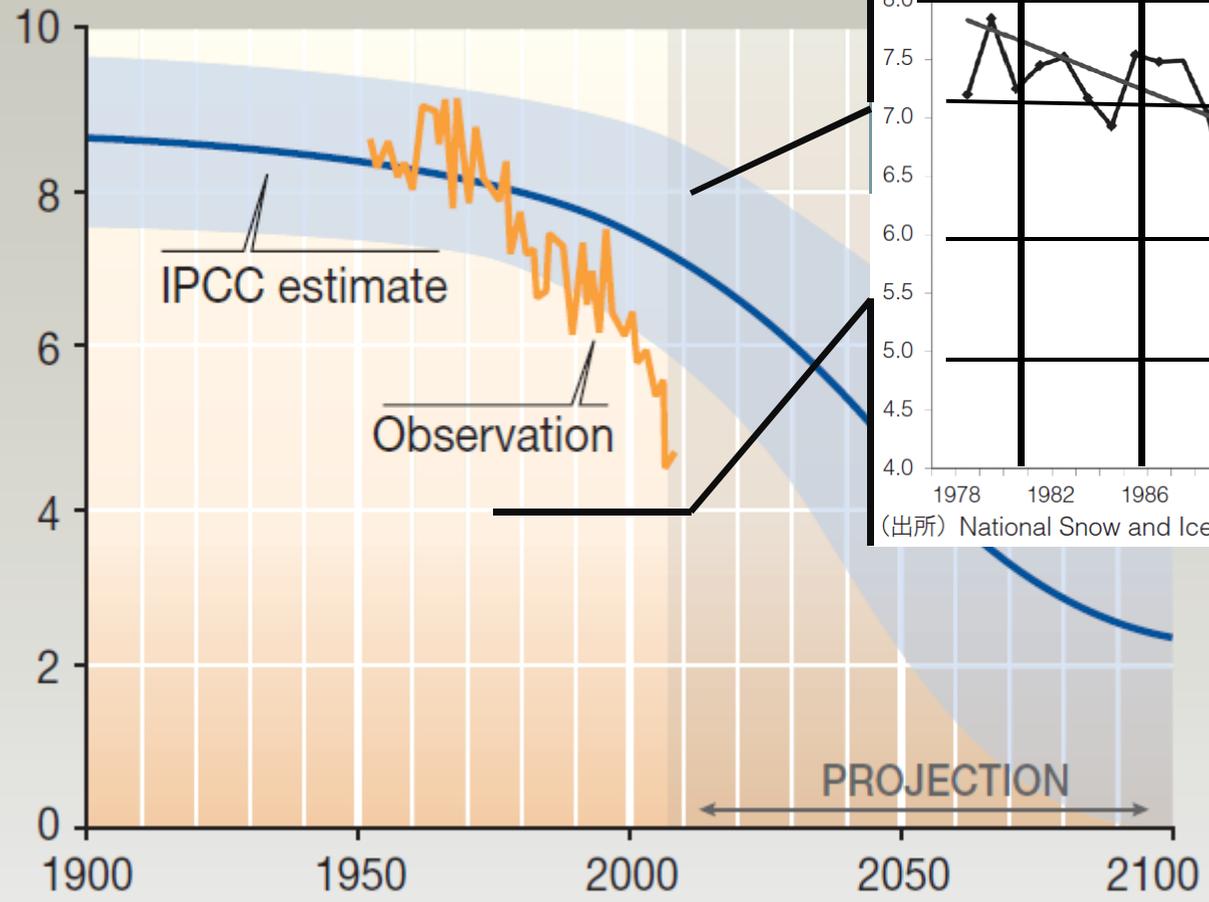
SEPTEMBER 14, 1984

約30年前
同時期の
海氷域

2013.2 海氷厚度 ラム 岡本 アラスカ

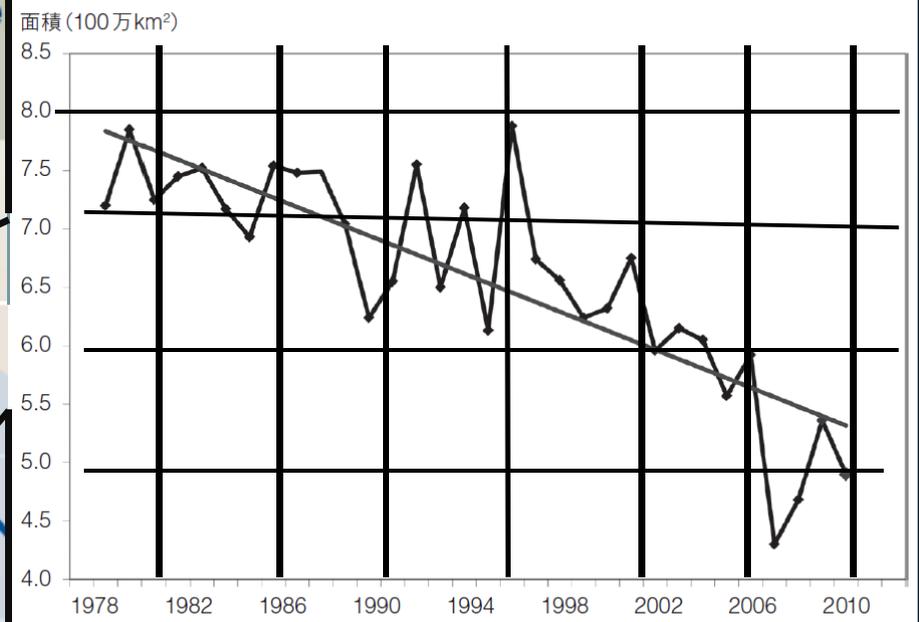
減少を続ける北極海結氷面積

Minimum arctic summer sea ice extent
Million square kilometres



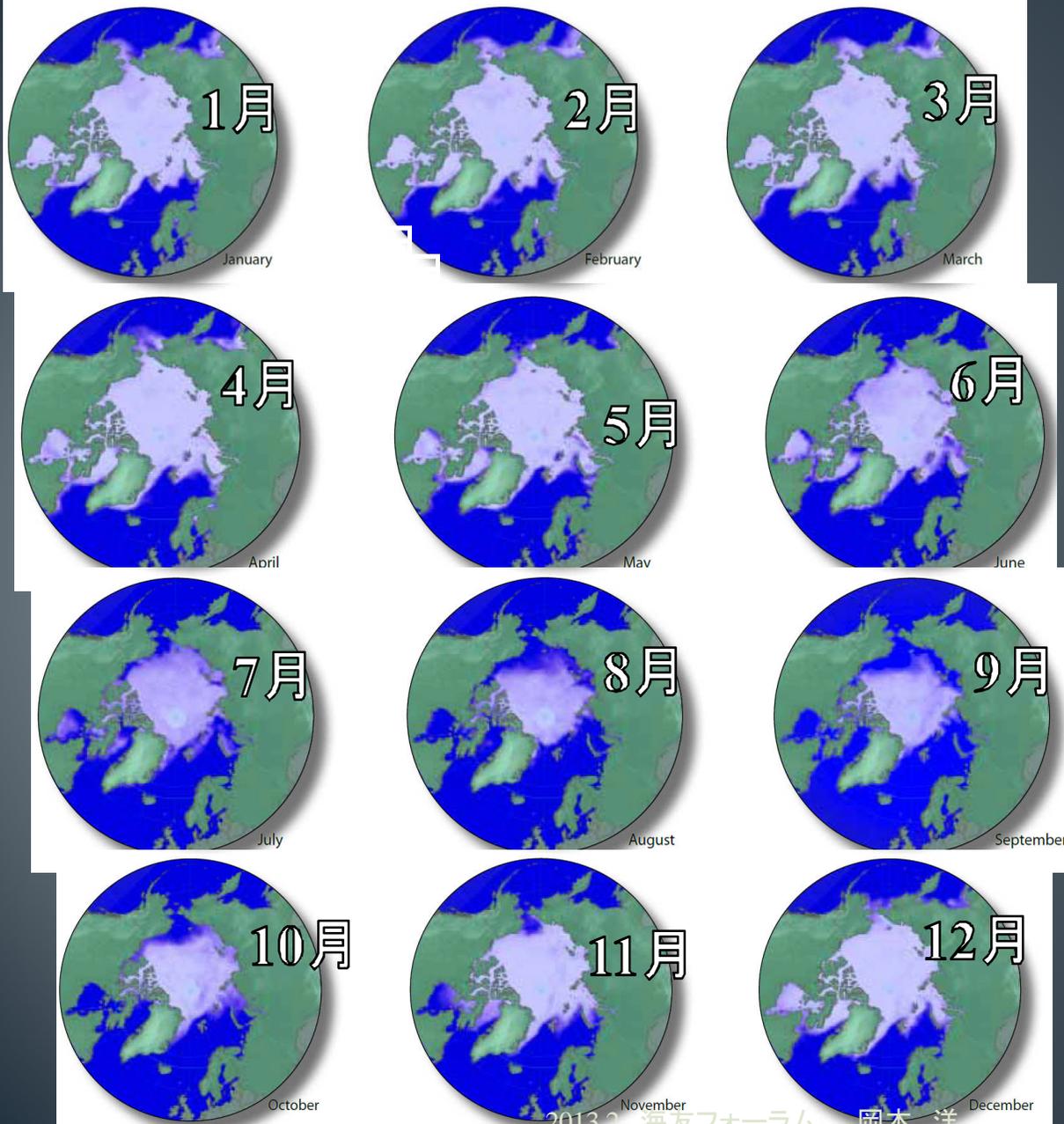
Source : Stroeve et al., 2007, updated.

図2-3 各年9月時点における北極海結氷面積の変化



(出所) National Snow and Ice Data Center ウェブサイトから作成。

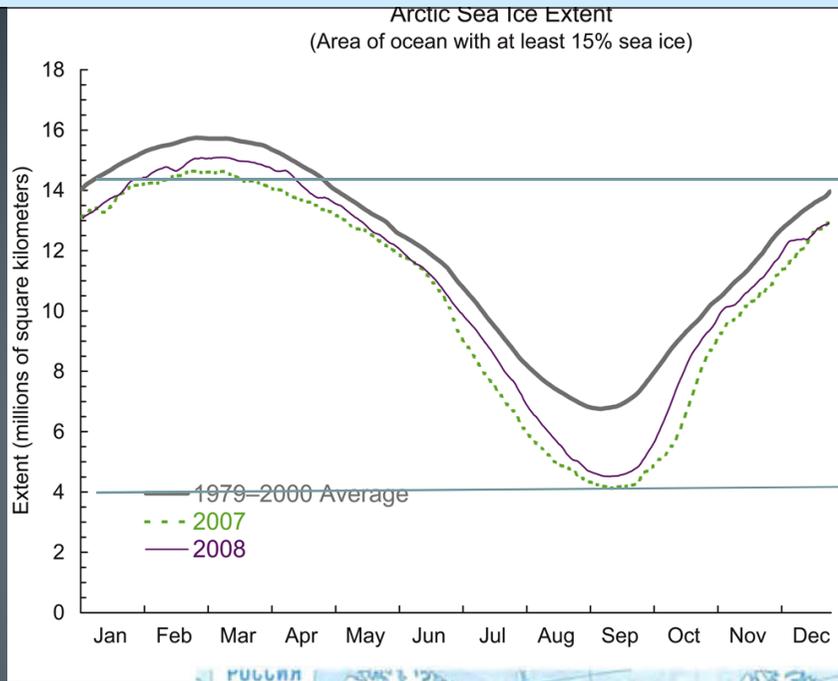
Monthly Arctic Sea Ice Extent and Coverage, 2004



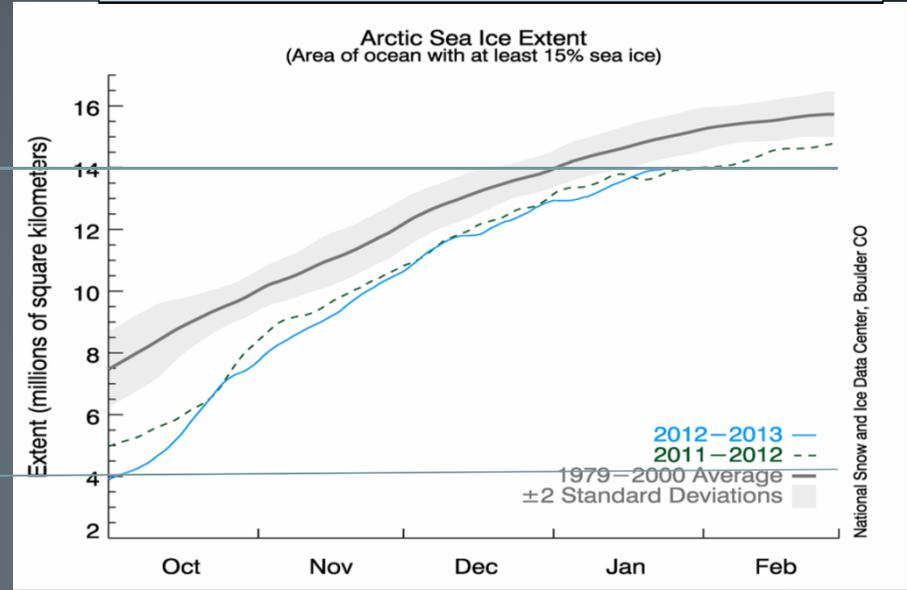
北極海 海氷域 季節変化

2004年1月~12月
(8)、9月が最小

海氷域の季節変化 その1 1979 ~ 2008年



海氷域の季節変化 その2 1979 ~ 2013

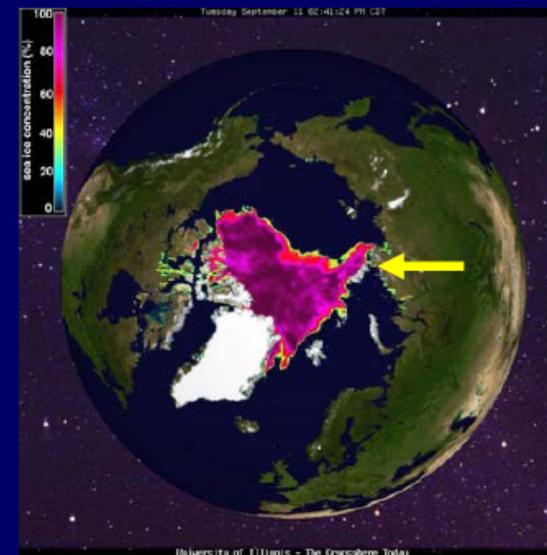
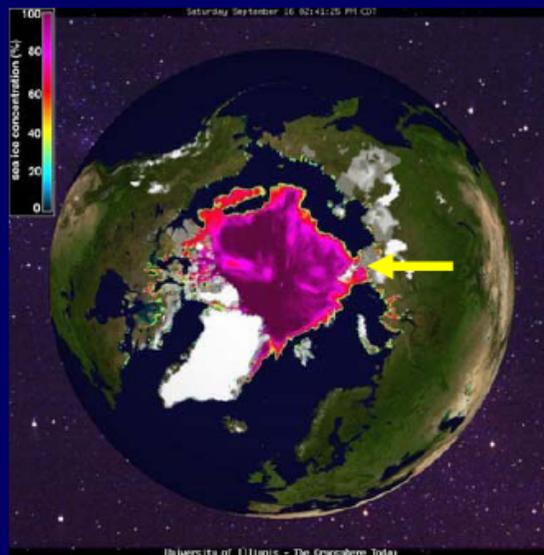
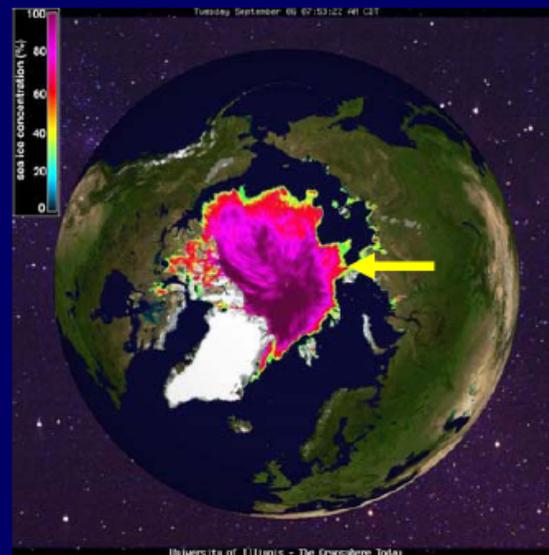
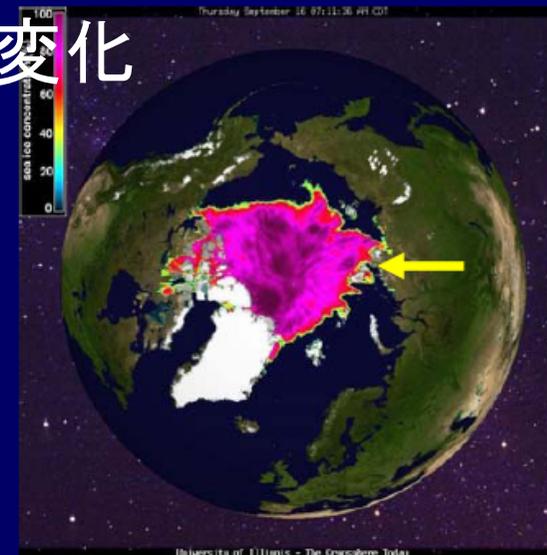
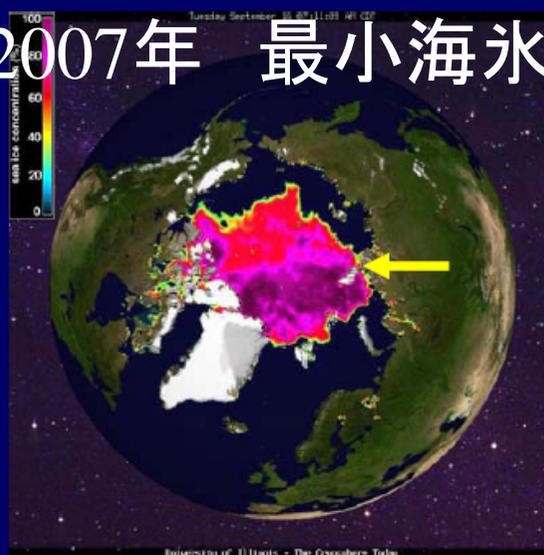
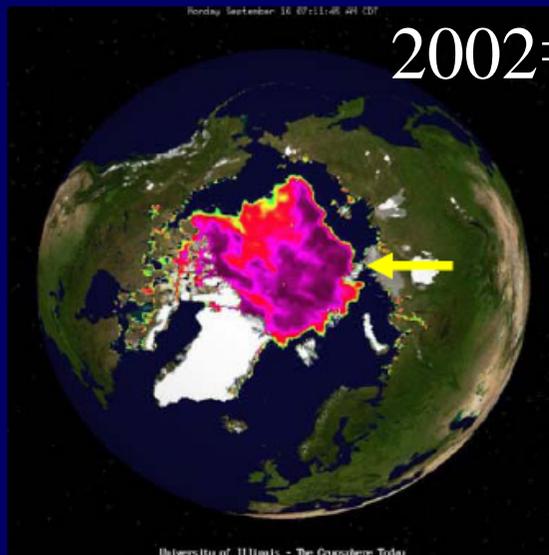


16 September 2002

16 September 2003

16 September 2004

2002⇒2007年 最小海水域変化



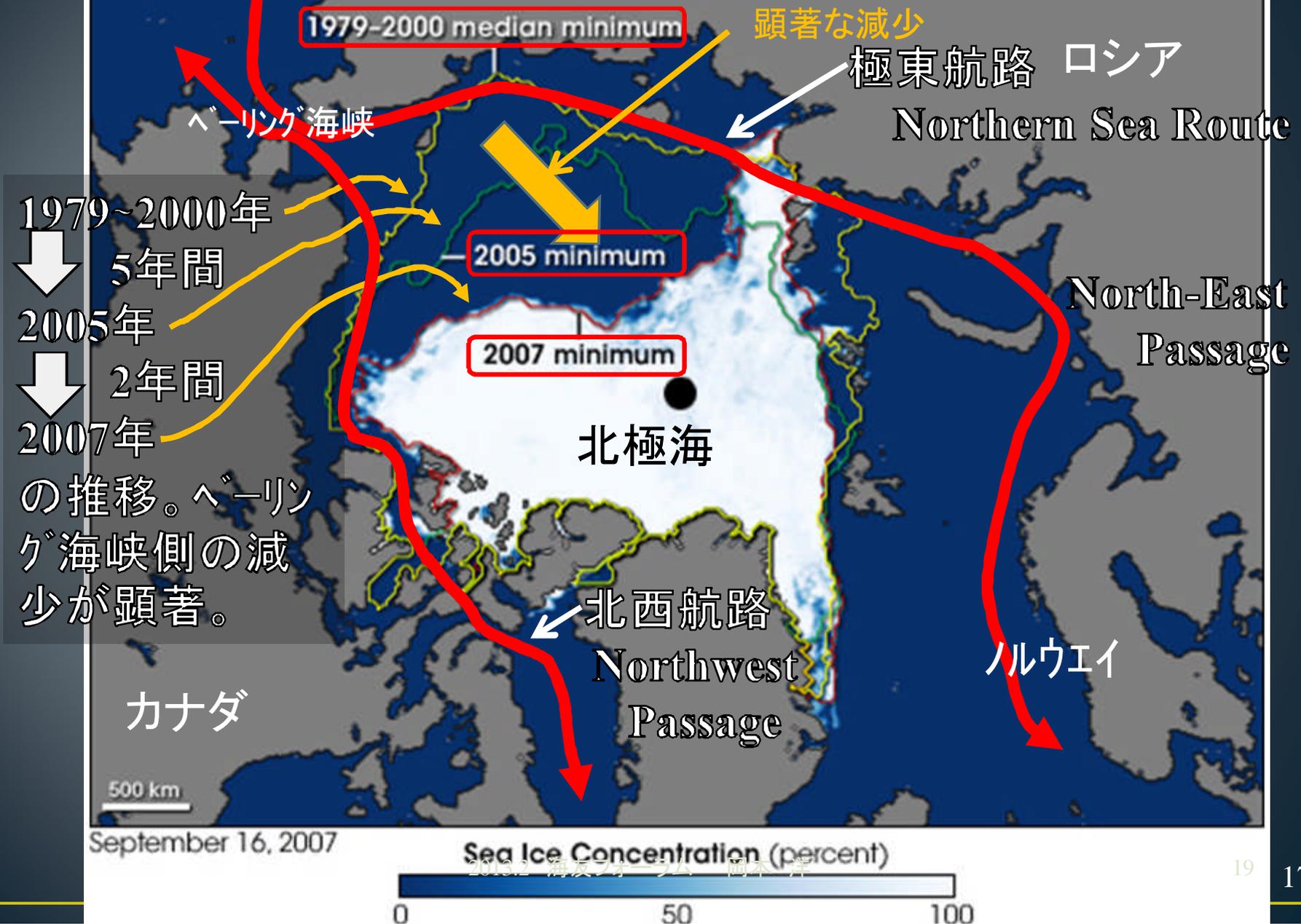
6 September 2005

16 September 2006

11 September 2007

2013.2 海友フォーラム 岡本 洋

海水最小域推移と極東航路



1979~2000年
↓ 5年間
2005年
↓ 2年間
2007年
の推移。ベーリン
グ海峡側の減
少が顕著。

顕著な減少

North East Course 北極航路の 増加する貨物船通過航行実績

- 1.2010年 4 隻
- 2.2011年 46 隻(ノルウェイ政府発表値)・・・中国が鉱石運搬
- 3.2012年 120万トン超の貨物通過。この中に
日本へLNG船通行一ガス船として北極航路史初

「オビ・リバー」号13.5万m³ ノルウェイ・ハンメルフェストターミナル(2012.11.7)
同11.18北極域通過、北九州市戸畑ターミナル(同12月6日)到着。
北極航路支援は9日間にわたり原子力砕氷船「ヴァイガチ」と
「勝利50周年」の2隻。

「オビ・リバー」

ハンメルフェスト

タタール(間宮)海峡氷海実験航海

サハリンLNGプロジェクト(サハリン I)

石油公団・ソ連ガス工業省共同調査
1982.2.25~3.12(東京-ハバロフスク-サハリン)

1982年2月27日~3月2日

ホルムスク(サハリン)出港→氷海航行
→デカストリ(沿海洲) 往復航海

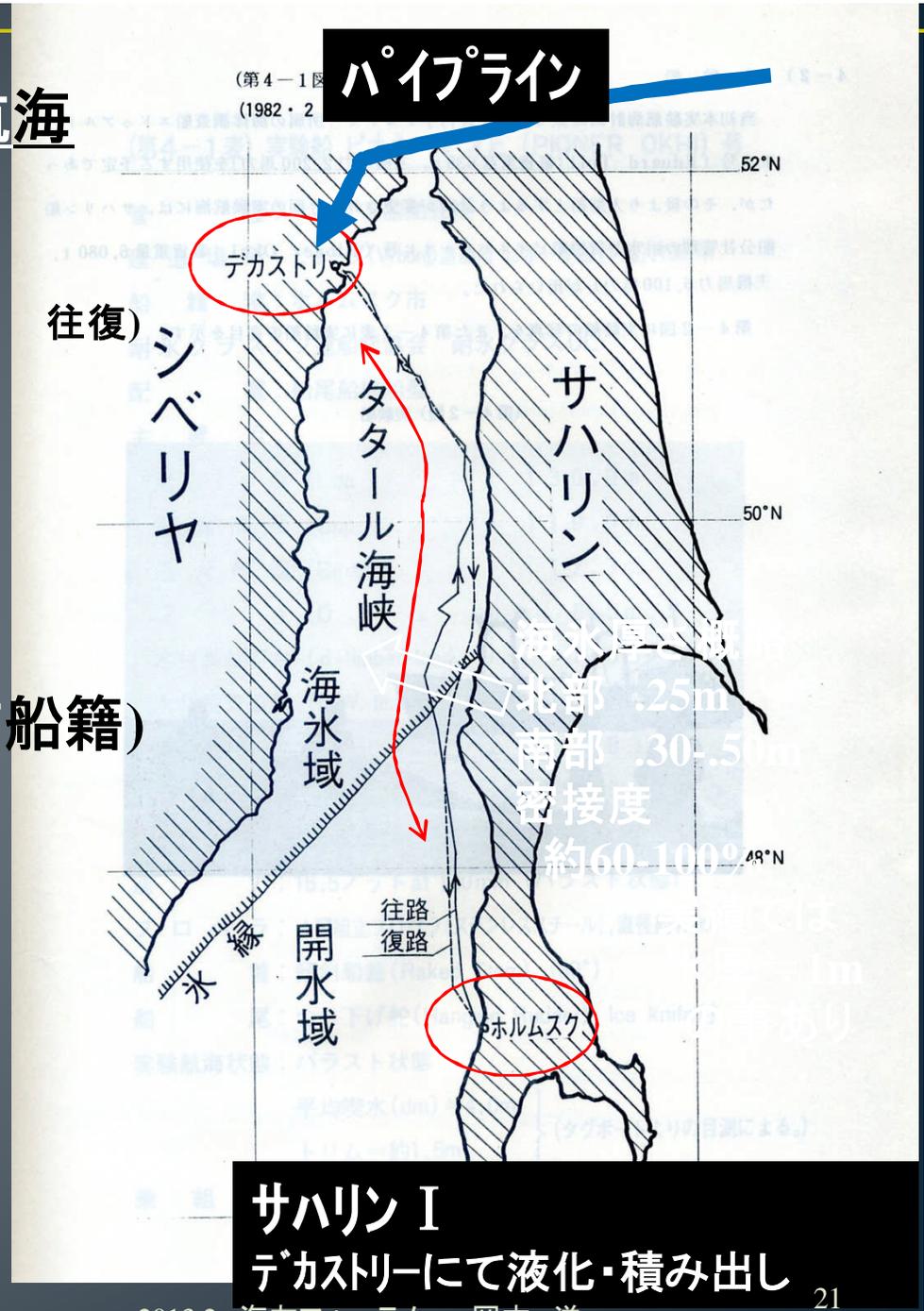
使用砕氷貨物船(ソ連ホルムスク市船籍)

ピオネール 七 号

Loa・B・d = 130.0x17.3x6.93 m
MCR=Diesel 6,100Bhp

調査団 日本側・ソ連側 各10人
日本側団長 山村政彦(石油公団)
副団長 岡本 洋(川重)

武隈克義・末岡英利(三菱), 矢木常之(川重),
山口誠之(NKK), 吉沢清志(山下新日本)
池野文彦(川汽), 池田堯(NYK), 中山猛(石油公団)

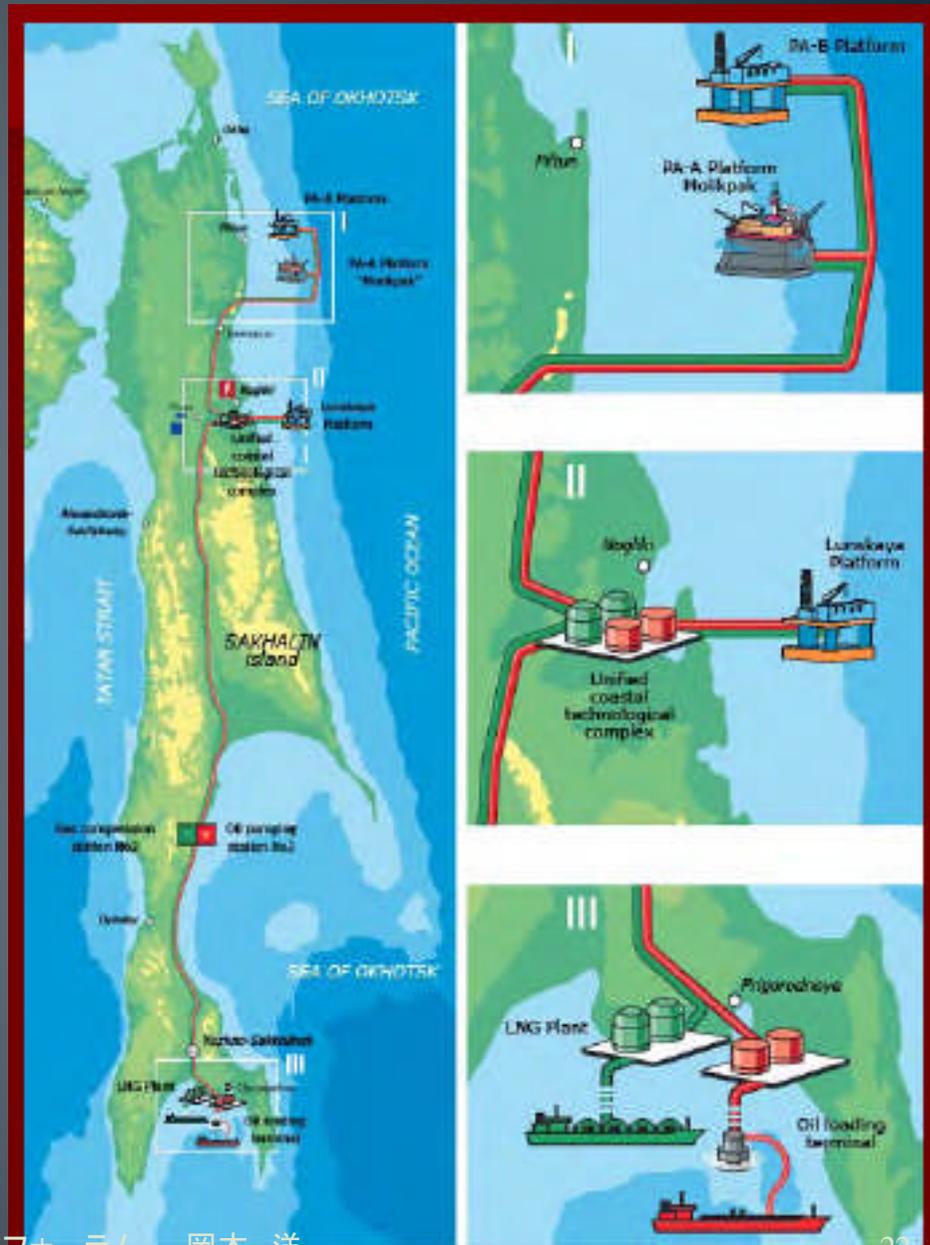


サハリン I
デカストリーにて液化・積み出し

Sakhalin-2

発見 1984年 開発開始 1994年
生産開始 1999年
パートナー ガズプロム・ロイヤルダッチシェル、
三井物産、三菱商事

- The project's design was to produce around 15 bcm of gas per year at the Lunskoye deposit, lay down gas pipeline across the island, from the north to the south, and build a LNG plant (with a capacity of 9.6 million tons a year) and a LNG export terminal.
- By the time Gazprom was brought in, 98% (9.4 million tons) of gas was contracted under long-term agreements (15+ years) with the consumers in the USA, Japan (two thirds of all gas contracted) and South Korea
- after Gazprom's arrival new possibilities may open before the project – another LNG plant with the capacity of 4.8 million tons. S2 facilities may be expanded in order to receive gas from the Sakhalin-1 project (6-7 bcm a year that are currently non-demanded in the domestic market and may become resource base for the second plant)



サハリンLNGプロジェクト

サハリン I

発見 Soviet時代
 開発開始 1994年
 生産開始 1999年
 出荷開始 2006
 pipe完成

パートナー

エクソン・モービル
 (米)30.0%

サハリンオイル&ガス開発
 (日) 30.0%

ONGC(印)
 20.0%

露 2社 20.0%

原油—デカストリより
 出荷

II

1984年
 1994年
 1999年
 2009.2.18

パートナー

Gazprom
 (露)50%+1

ロイヤルダッチシェル
 (和)27.5%-1

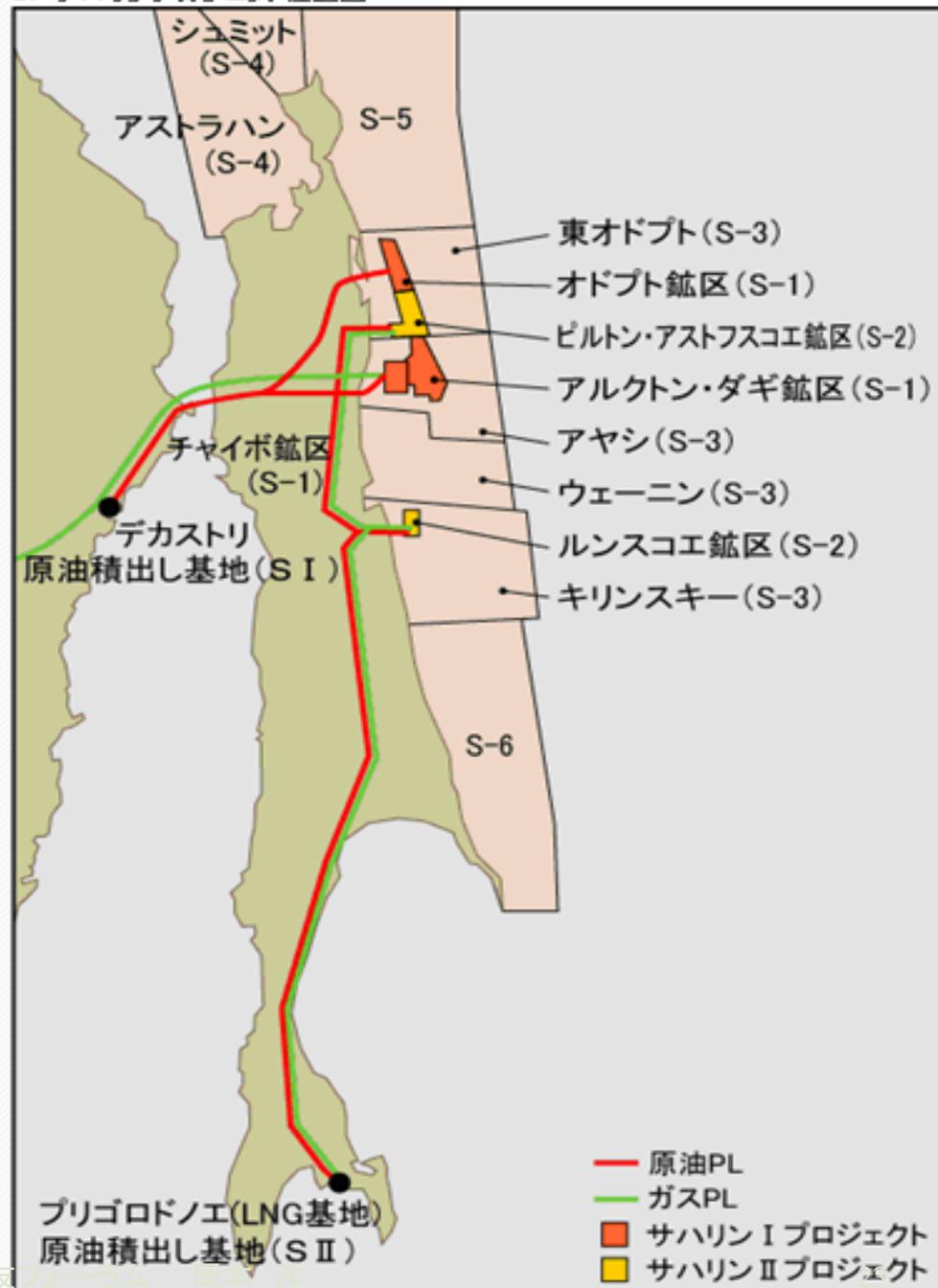
三井物産
 (日)12.5%

三菱商事
 (日)10%

サハリン南端
 より出荷

2013.2 海友

3. サハリンプロジェクト位置図



出所:「石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)」

Sea Ice Extent
01/25/2013

北極海の最近の
海氷範囲

2013年01月25日

ベーリング海峡

北海道

北極海航路

アラスカ

ルウエイ

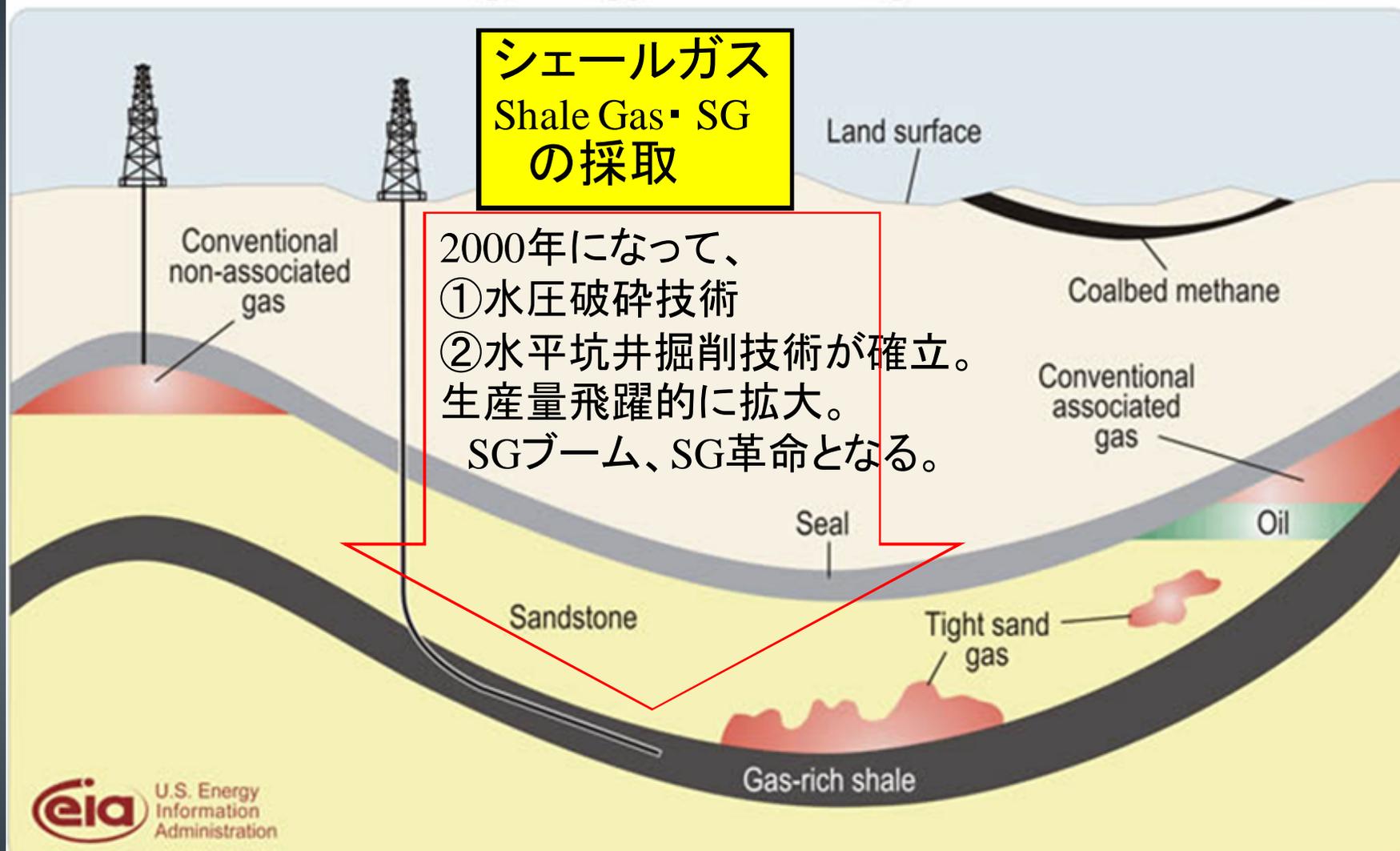
グリーンランド

英国

大西洋

National Snow and Ice Data Center, Boulder, CO

Schematic geology of natural gas resources



シェールガス Shale Gas・SG の採取

2000年になって、
①水圧破碎技術
②水平坑井掘削技術が確立。
生産量飛躍的に拡大。
SGブーム、SG革命となる。

シェールガスの賦存(黒色部分)。シェールガスを含む頁岩層(Gas-rich shale)に水平にパイプを入れ、高水圧で人工的に割れ目をつくり、ガスを採取する

シェール掘削の実態 米国北部

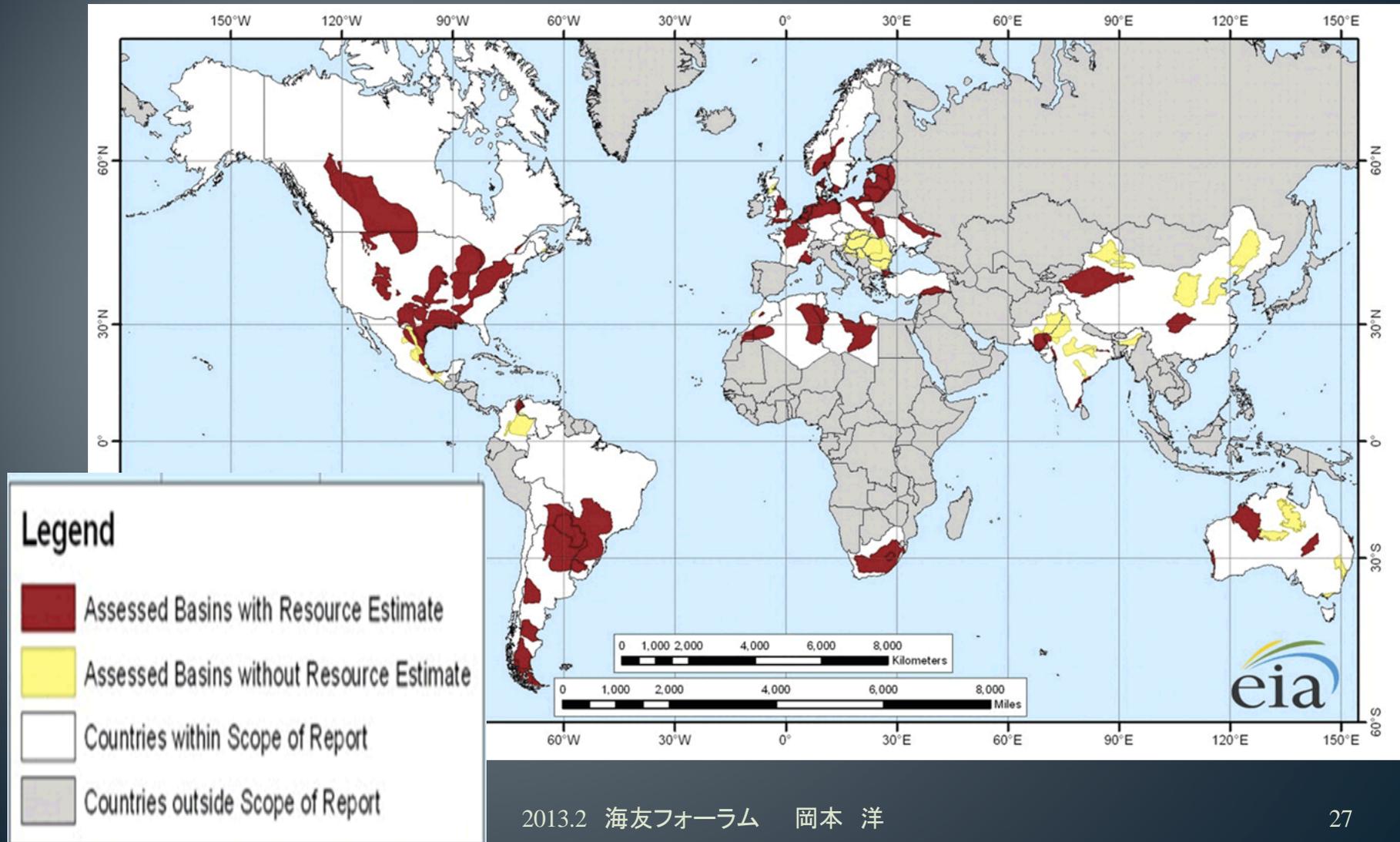
シェール革命 一大草原を掘りつくす—米国中西部 新たな掘削手法が 開発 され、石油ブームに沸くノースダコタ州。米国にとって朗報だが、開発による影響は未知数だ。



National Geographic 2013.3号

主なシェールガス層の分布図

米エネルギー情報局 (EIA)



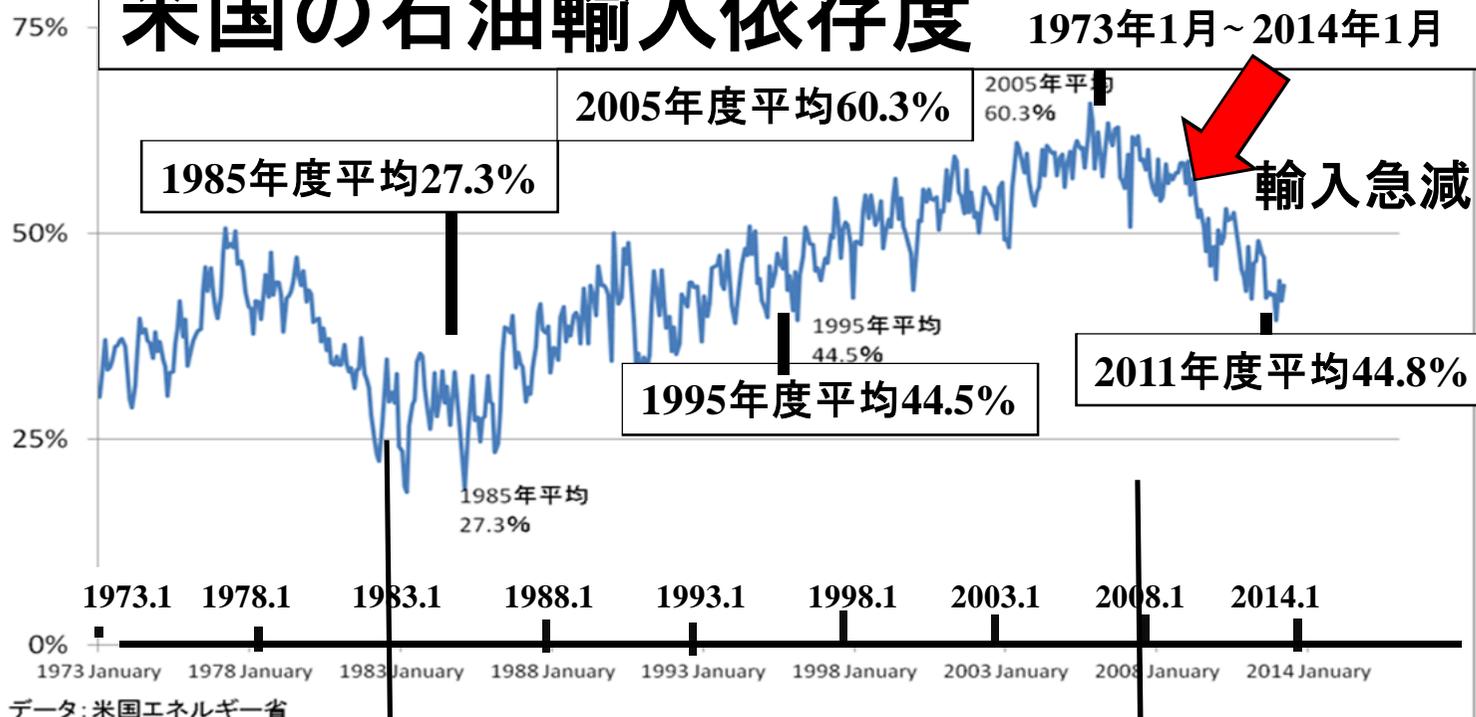
シェールガス
SGは劇的に安い

1 KW 当り
石油 10円
SG 6円

シェールガス革命進行
米国の石油依存は劇的に減少中
世界のエネルギー戦略変化
ロシア、ノルウェイ、中東は
安いシェールガスと米国の
輸入減少の脅威、欧州
への販売に注力

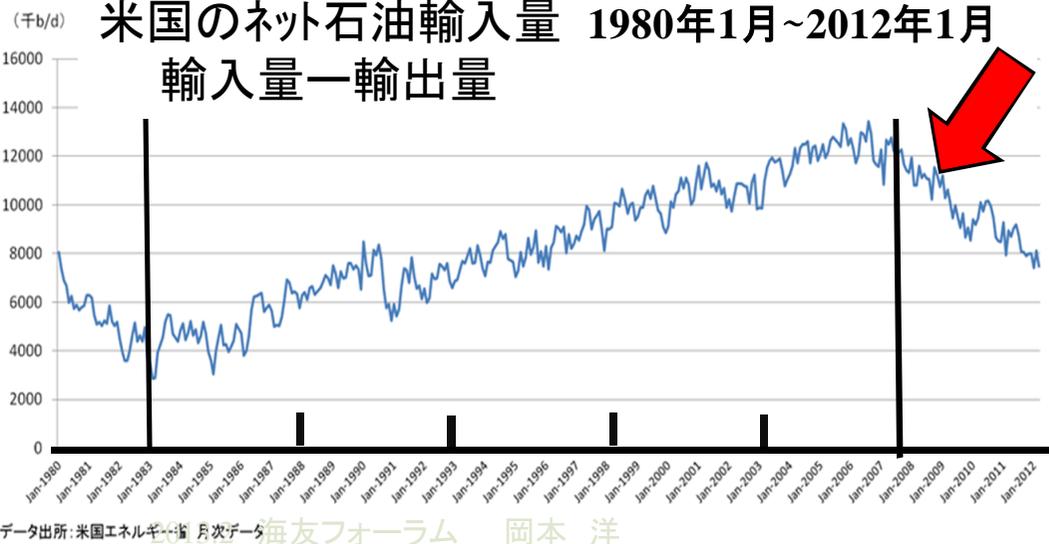
米国の石油輸入依存度

1973年1月~2014年1月

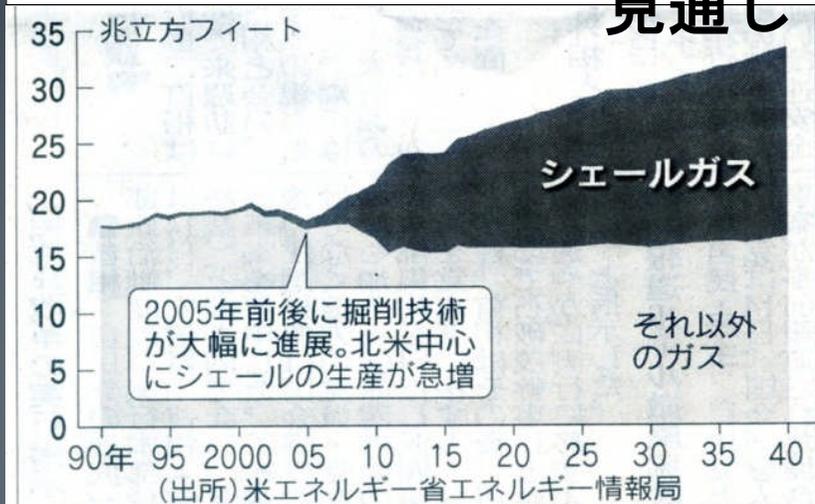


米国のネット石油輸入量 1980年1月~2012年1月

輸入量-輸出量



米国の天然ガス生産実績と見通し



日経2013.02.15

激安、米国のLNGガス価格

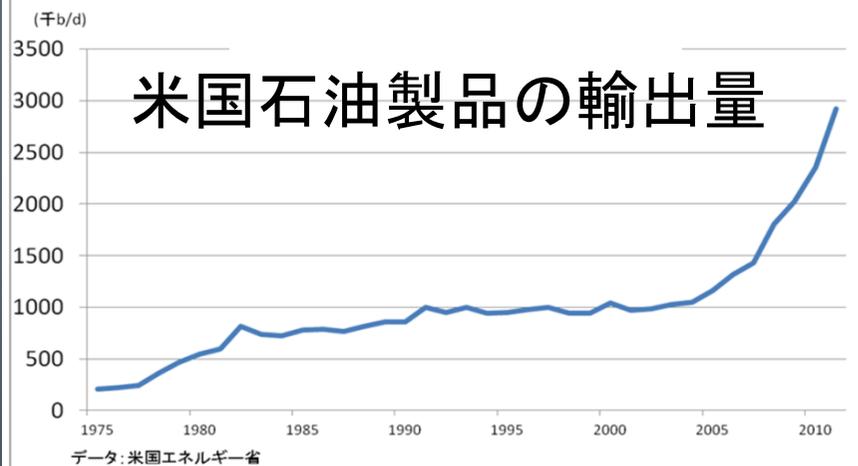


日経2013.02.15

米国

1. 安価なShale Gasを材料背景。
石油製品輸出急増。
2. 業界活性化、増産。雇用拡大。
3. Shale Gas 革命。世界に影響

米国石油製品の輸出量



主要国・地域の石油と天然ガスの 輸入依存度 2010⇒2035年

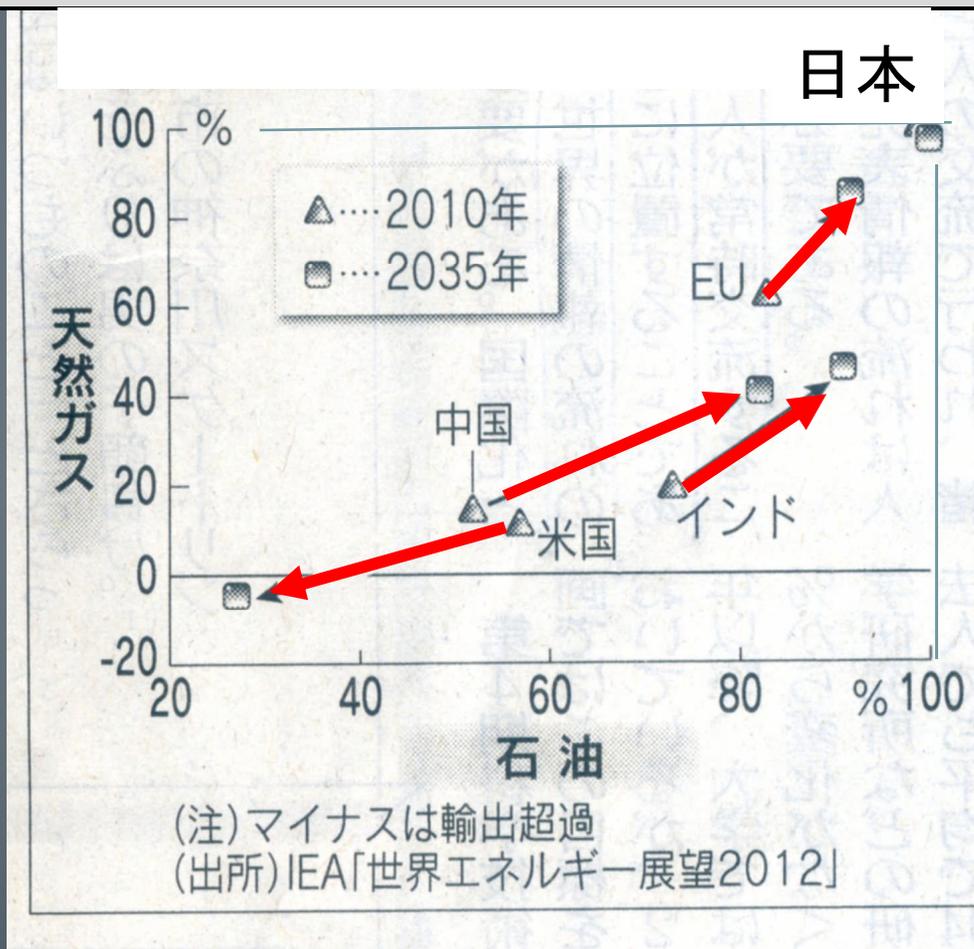
シェール革命

この4~5年の間に本格化したシェール革命が世界のエネルギー地図を大きく塗り替えていく。

2020年には、米国の石油生産量はサウジアラビアをうわまわる(国際エネルギー機関 IEA)。輸入大幅に減少。

ルウエイの産出LNGはアジアへの販路を模索。

中国の石油輸入依存度が大きく増加。



A Shortcut Across The Top of the World

The Northeast Passage, across the Arctic Ocean.

航路距離

NEP経由 上段	
スエズ運河経由下段	mile
ヨーロッパ—横浜	12,894
	8,452
—上海	12,107
	9,297
—バンクーバー*	10,262
	8,038
*パナマ運河経由	



