

# 「ロシアの石油・天然ガス資源と 日本—その歩みと展望」

2019年4月19日 14:00～16:00

環日本海経済研究所共同研究員

本村眞澄

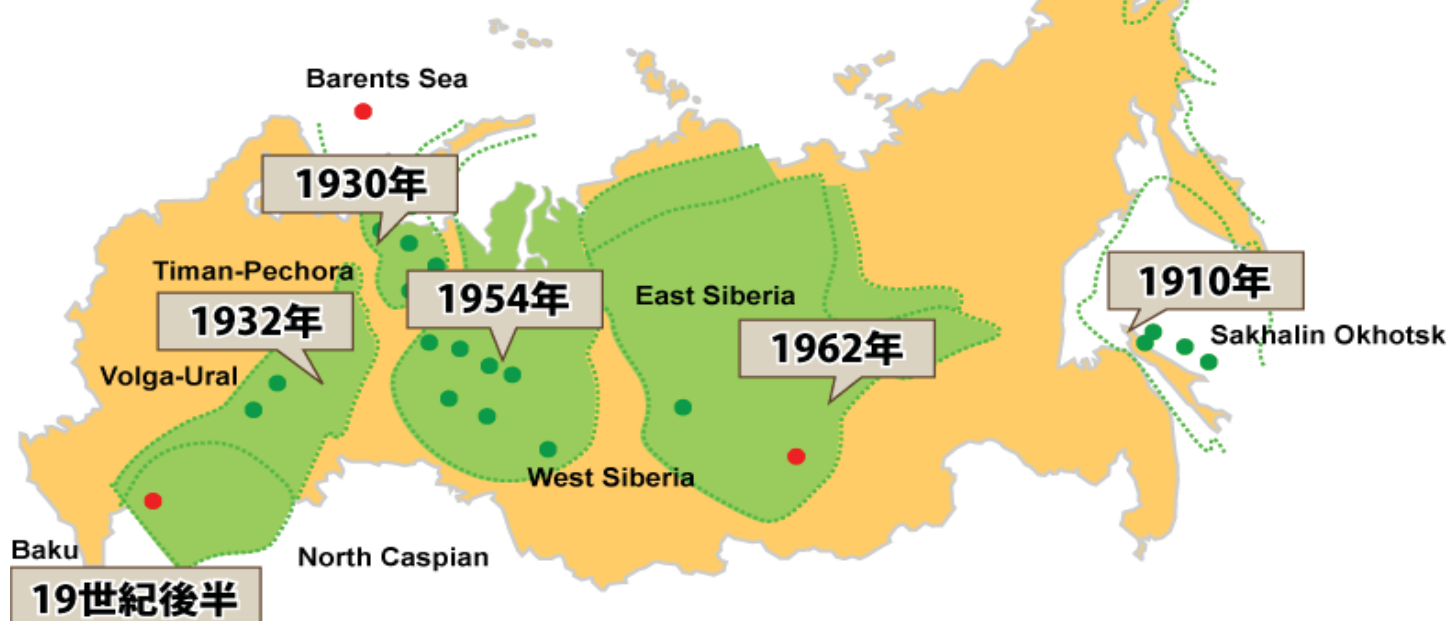
## 目 次

1

1. ロシア・ソ連の石油・ガス開発の歴史
2. ロシアの石油・ガス開発の展望
3. ロシア極東からの石油輸出と日本
4. サハリンでの石油・ガス開発と日本
5. ロシアの北極開発と日本

## ロシアの堆積盆地と最初の油田発見年

2



ロシアの石油開発は東漸の歴史。サハリンは例外。

## カスピ海周辺の主要油ガス田

3



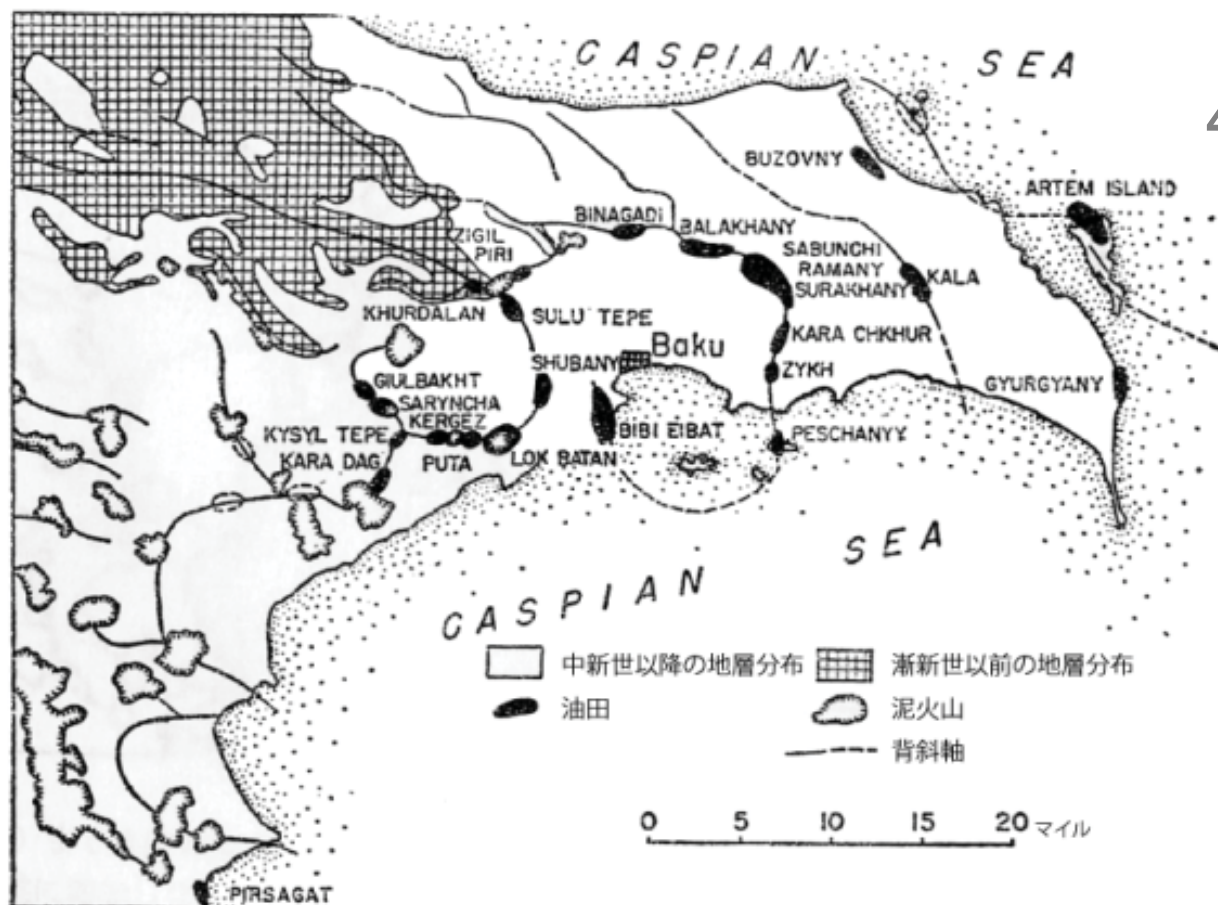


図 1-1 □バクーの街とアプシェロン半島の油田と泥火山の分布(Levorson,1967)←

## アゼルバイジャンの「永遠の火」(自然発火露頭)



## バクーの拝火教寺院(アタシュキャフ)

6



バクーの拝火教寺院には今も、ムンバイのゾロアスター教徒が、巡礼に訪れる。

中央の炎は嘗ては噴出した天然ガスによるものであったが、今日では人口的な給ガスに拠っている。

## ノーベル兄弟によるバクー石油開発

7

- 1873年、武器商人の長男ロベルトがバクー訪問
  - ビビ=エイバート油田、バラハニ油田を買収
- 1876年、次男ルートビツヒが参加、'79会社発足
  - 世界初のタンカー「ゾロアスター号」を建造、ボルガ河経由で欧州市場に石油輸出(但し冬季には通行不可)
- ダイナマイト発明の3男アルフレッドが石油に出資
- ロスチャイルド参入、黒海へ鉄道建設(通年生産)
- 1890年代には世界の約半分の石油を産し、米国ペンシルベニアのロックフェラーに対抗
  - 村上勝敏(1996)『石油の開拓者たち』論創社



Биби-Эйбатъ — Bibi-Eibat

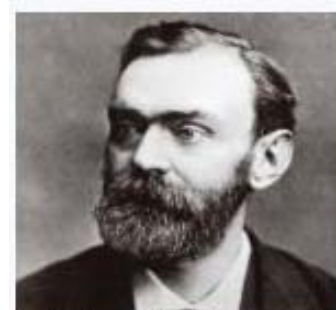
Бьерингъ и Раабъ, Баку.

ビビエイバート油田：今日でも石油掘削用の櫓が林立している

## ノーベル兄弟石油開発会社(1879～1920)



- 長男 Robert 石油
- 次男 Ludwig 石油
- 三男 Alfred ダイナマイト
- 四男 Emir (事故死)



アルフレッド・バルンハート・ノーベル



石油タンカー・ゾロアスター号

## ヨシフ・ジュガシビリ(スターリン)とバクー油田 の労働争議(1905年10月) →ロシア革命へ

10



## バクー油田をボルシェビキが制圧

11

- 1917年10月：ペトログラードで十月革命
- 1918年4月：バクー・コンミュン発足(4ヶ月間)
  - シャウミンらによるボルシェビキ革命
- 同年7月：シャウミンら26名処刑、革命失敗
- 同年8月：ムサヴァト(民主イスラム)政権発足(英・土支援)
- 1920年4月28日：バクー・ソビエト政権発足
  - バクー油田国有化
- 1922年12月：中央アジアも含めソビエト連邦成立
  - 現在のアゼルバイジャン政府は、ムサヴァト政権時代が国の発足と位置づけている。
  - 4月28日油田→グネシリ油田(アゼルバイジャン独立後改名)

## サハリン北部の オハ油田と Zotov井

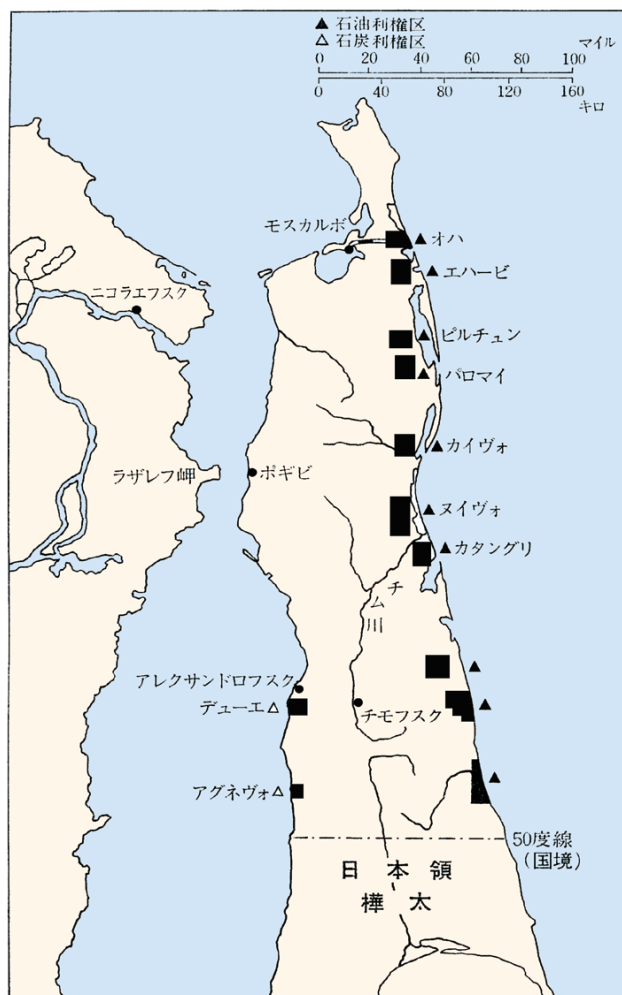
12



## サハリン石油開発の歴史

13

- 1875年：千島・樺太交換条約（サハリンはロシア領）
- 1889年：オハで最初の試掘（不成功）
- 1905年：ポーツマス条約。北緯50度以南日本領。
- 1910年：Zotov井、最初の石油発見
- 1918年：鉱山王・久原房之介石油探鉱開始。
- 1919年：「北辰会」が石油探鉱開始。
  - 久原鉱業、三菱鉱業、日本石油、宝田石油、大倉鉱業
  - オハ、ピリトゥン、ヌトヴォ、ノグリキ、カタングリ油田開発
- 1925年：ソ連と国交樹立、「北樺太石油会社」設立。
- 1932年：ソ連側の石油生産が日本を上回る。
- 1942年：コムソモリスク製油所に石油パイプライン敷設（560km）
- 1974年：「サハリン石油開発協力」設立。



## 北樺太石油時代 14 の開発鉱区 (北緯50度以北に集中)

## ドイツはバクーの油田を狙う作戦

15

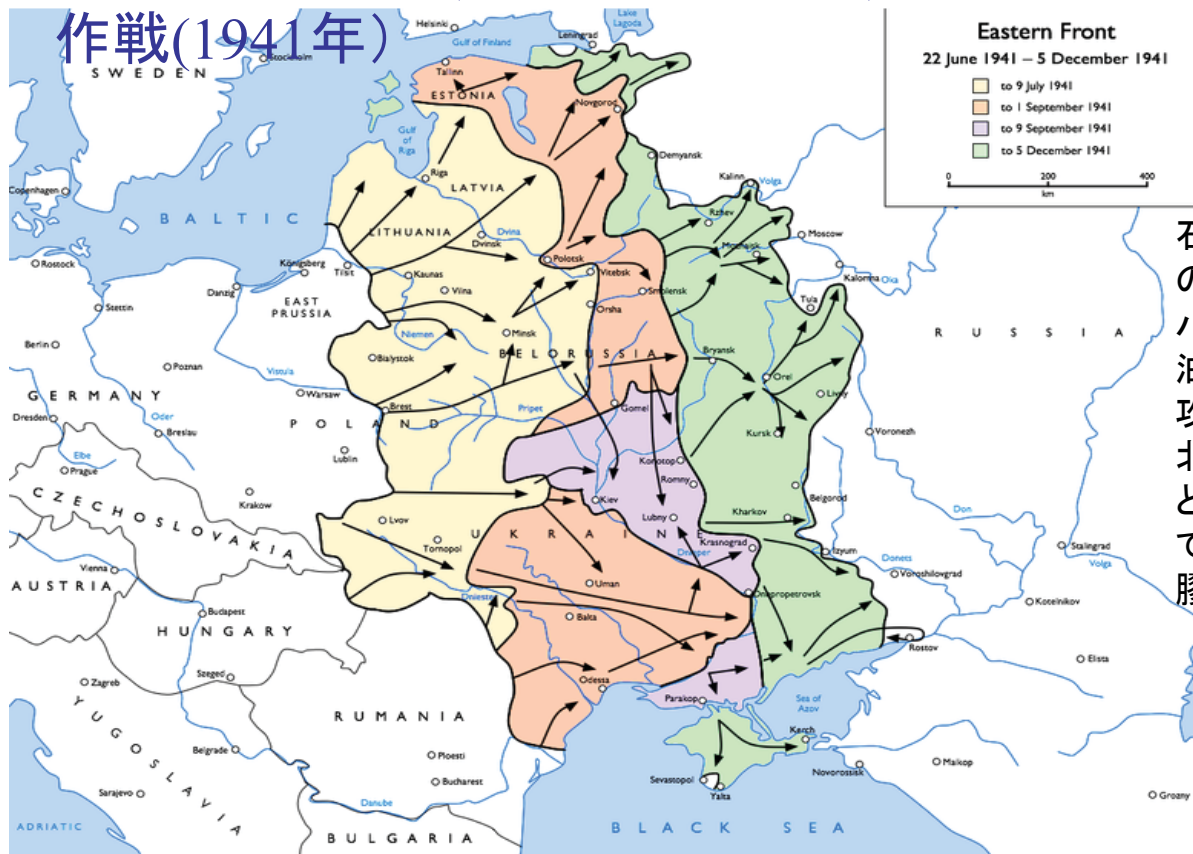
- 1936年11月25日：日独防共協定締結
- 1939年8月23日：「独ソ相互不可侵条約」
  - 8月28日：平沼騏一郎辞任「欧洲の天地は複雑怪奇」
- 同年9月：ポーランド侵攻・第2次世界大戦へ
- 1940年6月：ソ連がルーマニア侵攻。油田占拠
  - 独はルーマニアからの石油に依存。脅威となる。
- 1940年12月：独はソ連攻略の「バルバロッサ」作戦を策定。独は資源の「新秩序構築」を標榜。
  - 攻略目標：ドネツクの工業地帯、バクーの油田地帯
- 1941年6月22日：独がソ連を奇襲攻撃



# 独バルバロッサ(Barbarossa, 赤髭)

## 作戦(1941年)

16



石油確保のために  
バクーの  
油田地帯を  
攻略するも  
北(モスクワ)  
と南(ドネツ)  
で戦線は  
膠着



17

ボルガ=ウラル、西シベ  
リアの主要油ガス田

## ボルガ=ウラル(第2バクー)の歴史

18

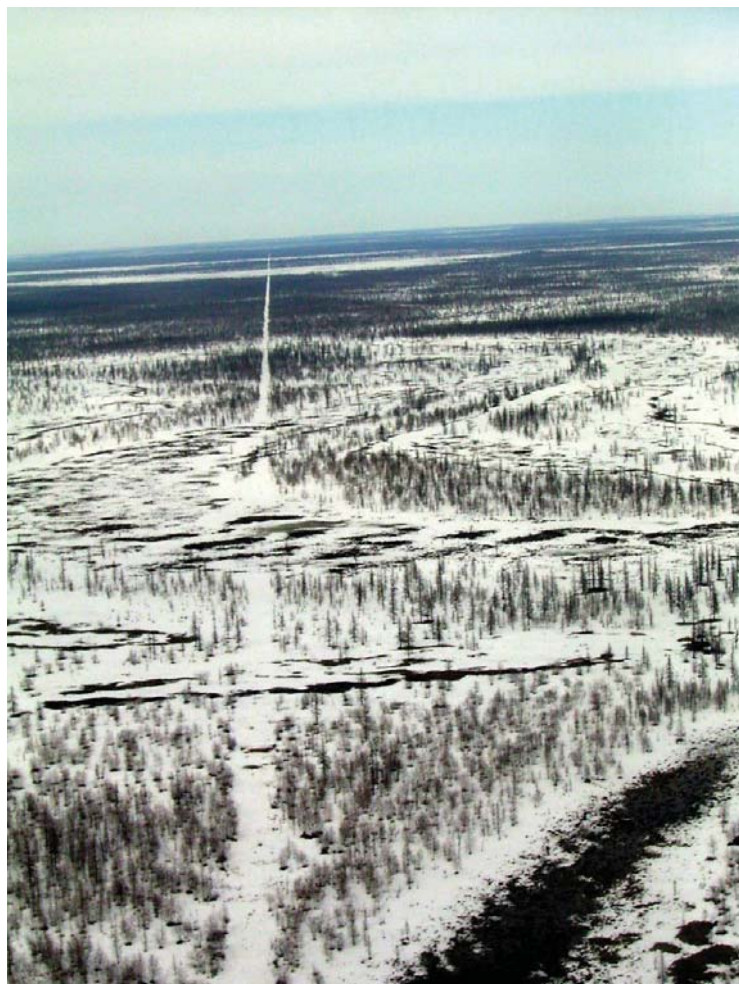
- 1929年:ペルム市近郊で石油を発見
- 1932年:イシンバイ油田発見、本格的な探鉱。
- 1939年:地質学者グープキン「第2バクー」執筆  
– デボン紀層の有望性を指摘
- 1943年:ツイマズイ油田デボン紀層から出油
- 1948年:最大油田**ロマシュキノ**(139億バレル)を発見  
本格的な油田地帯へ
- 1953年:ボルガ=ウラルが最大の産油地帯に  
– 第2次大戦(大祖国戦争)復興の原動力

## 西シベリア(第3バクー)の歴史

19

- 1934年:地表地質調査開始
- 1953年:オビ河中流域でガス発見
- 1954年:トムスクで石油発見
- 1959年:チュメニで商業油田発見
- 1961年:最初の巨大油田ウスチ=バルイク発見
- 1965年:最大油田**サモトロール**(150億バレル)発見
- 1965年:北部でザポリヤルノエ超巨大ガス田発見
- 1972年:ボルガ=ウラルに次ぐソ連第2の油田地帯に
- 1973年:シベリアのガスが西ドイツへパイプライン輸送
- 1977年:ソ連最大の油田地帯に
- 2013年:シェールオイルの探鉱が始まる

20



## 西シベリアの 50年前の地震 探鉱抜開の跡

熱帯のジャングルならば  
1年で植生が再生するが、  
寒冷地における生態系は  
非常に脆弱、半世紀を経  
ても再生しない

北部西シベリアでの巨大ガス田発見の功績は  
連邦政府から数々の表彰を受けた(ナディムのガス博物館)

21



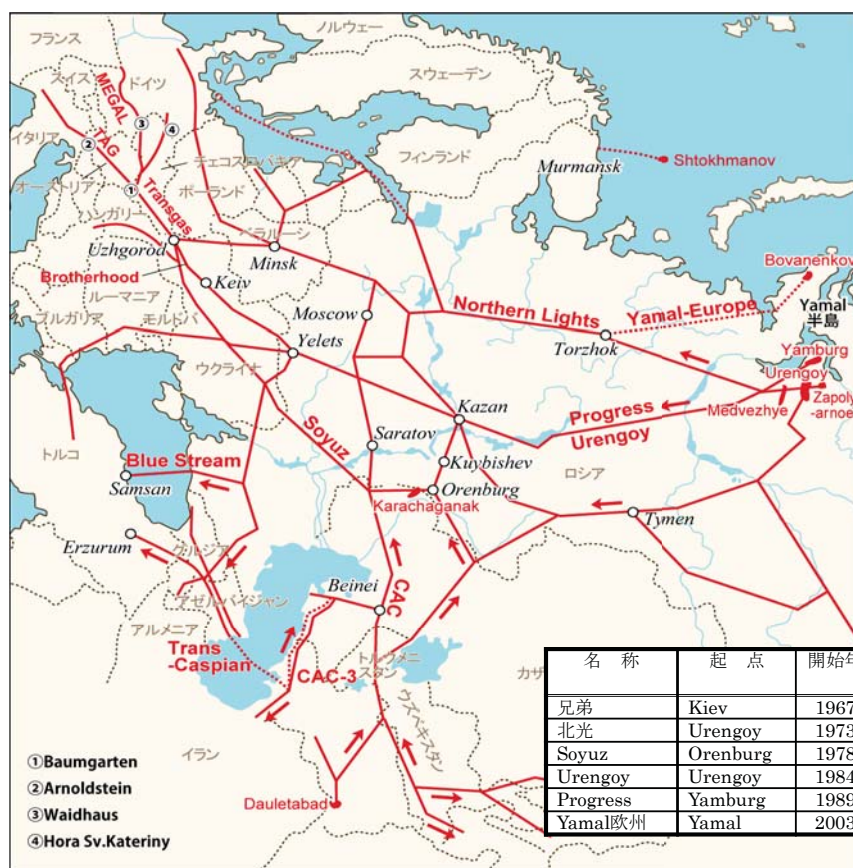
## 北極圏のメドヴェージェ・ガス田

22



## ソ連から欧州への天然ガスパイプライン網の発達

23



- 1960年：西シベリアでガス発見  
 1969年：10月西独ブランド政権発足  
 東方外交(Ostpolitik)を表明。  
 緊張緩和(détente)へ。  
 11月ソ連と大口径管輸出と  
 天然ガス輸入で合意  
 12月：イタリアも追随  
 1973年：「北光」とTransgas建設  
 西独へソ連ガス輸出  
 1974年：伊へソ連ガス輸出  
 1976年：仏がスワップによる  
 ソ連産ガス輸入(蘭伊仏)  
 1981年：レーガン政権が米国製  
 石油ガス資機材の禁輸

名称	起点	開始年	終点	口径	総延長	容量	目的地
				inch	km	10億 m <sup>3</sup> /年	
兄弟	Kiev	1967	Ushgorod	32	540	15	チェコ
北光	Urengoy	1973	Ushgorod	48/56	4,200	29	東欧西欧
Soyuz	Orenburg	1978	Ushgorod	48/56	2,750	26	東欧西欧
Urengoy	Urengoy	1984	Ushgorod	48/56	4,451	28	西欧諸国
Progress	Yamburg	1989	Ushgorod	56	4,605	28	東欧西欧
Yamal欧州	Yamal	2003	ドイツ	56	2,000	-	ドイツ

# 欧州における天然ガスパイプライン網の発達(1970年と2002年)

24

ヨーロッパの幹線パイプライン網(1970年)



ヨーロッパの幹線パイプライン網(2002年)



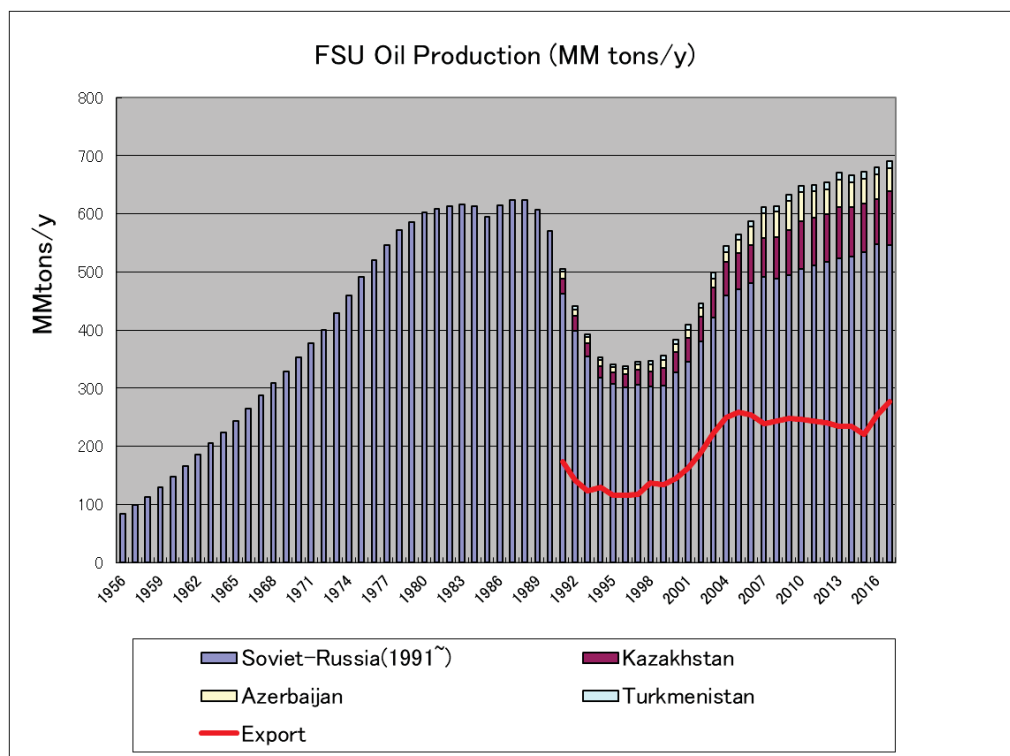
— EU幹線パイプライン    ● LNG受入基地 稼働中    ★ LNG液化基地 稼働中  
— 地域幹線パイプライン    ● LNG受入基地 計画・建設中    ☆ 出所:IEA, GTE, Ruhrgasなど各種資料に基づく

ソ連・ロシア、更にアルジェリアからの幹線パイプラインは域内網の発達と相まって欧州のエネルギー事情の「安定」に寄与した。

## 目 次

1

1. ロシア・ソ連の石油・ガス開発の歴史
2. ロシアの石油・ガス開発の展望
3. ロシア極東からの石油輸出と日本
4. サハリンでの石油・ガス開発と日本
5. ロシアの北極開発と日本

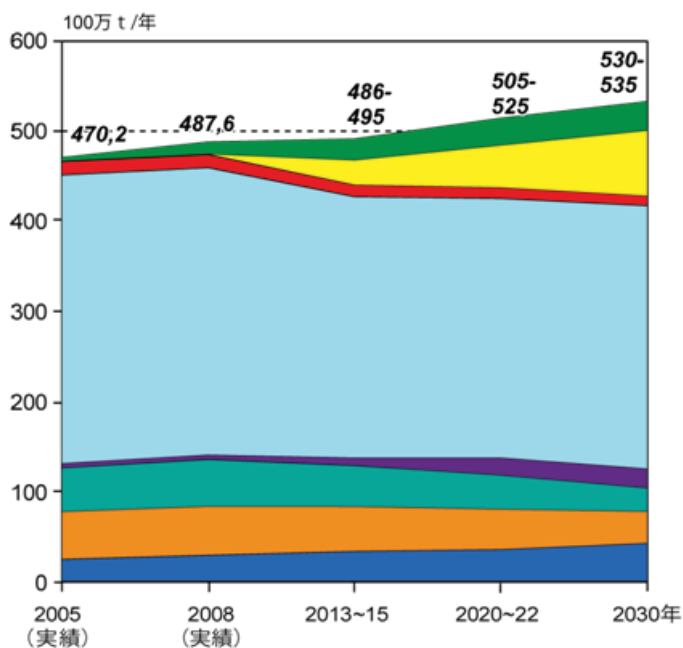


ロシア石油生産量

2018年: 1.14%増  
5億5,583万8,000t  
(1,117万5,900b/d)

単位\年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
石油百万t	323	348	380	421	459	470	480	491	488	494	505	511	518	523	527	534	547	547	556
百万b/d	6.54	7.06	7.70	8.54	9.19	9.41	9.61	9.83	9.78	9.92	10.2	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7	11.0	11.0	11.2
伸び率(%)	6	8	9	11	9	2.5	2.2	2.3	-0.7	1.2	2.2	1.3	1.3	1.0	0.7	1.4	1.8	0.1	1.14
ガスBm <sup>3</sup>	584	581	595	620	634	641	656	653	663	582	650	670	655	668	640	635	640	691	725

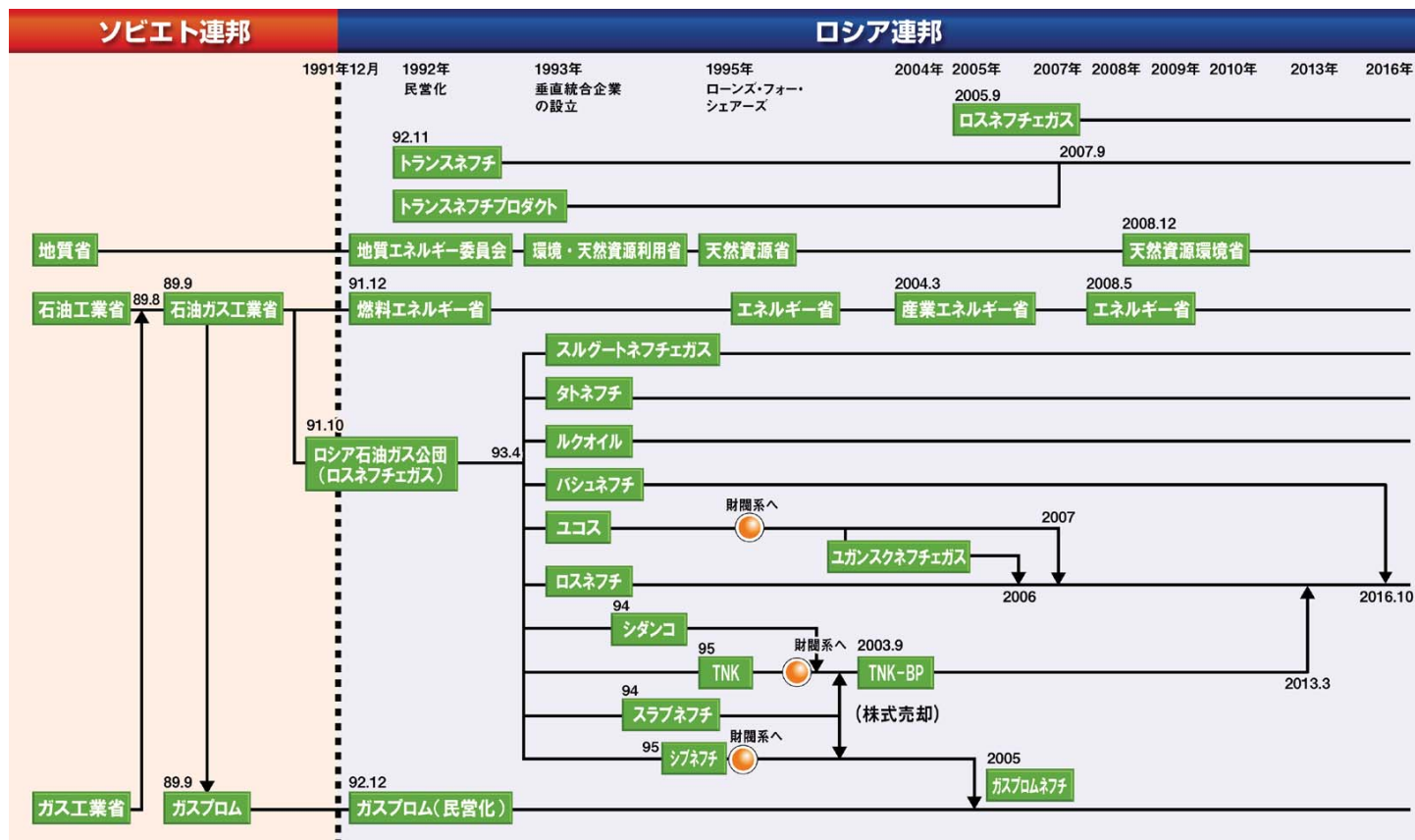
ロシアの2030年までの石油生産見込み



2030年までのロシアの石油生産予測

- ・年率0.4%成長で漸増
- ・西シベリアのシェアが65%から55%に低下
- ・東シベリアのシェアが0%から13%に上昇し、第2の生産地域になる

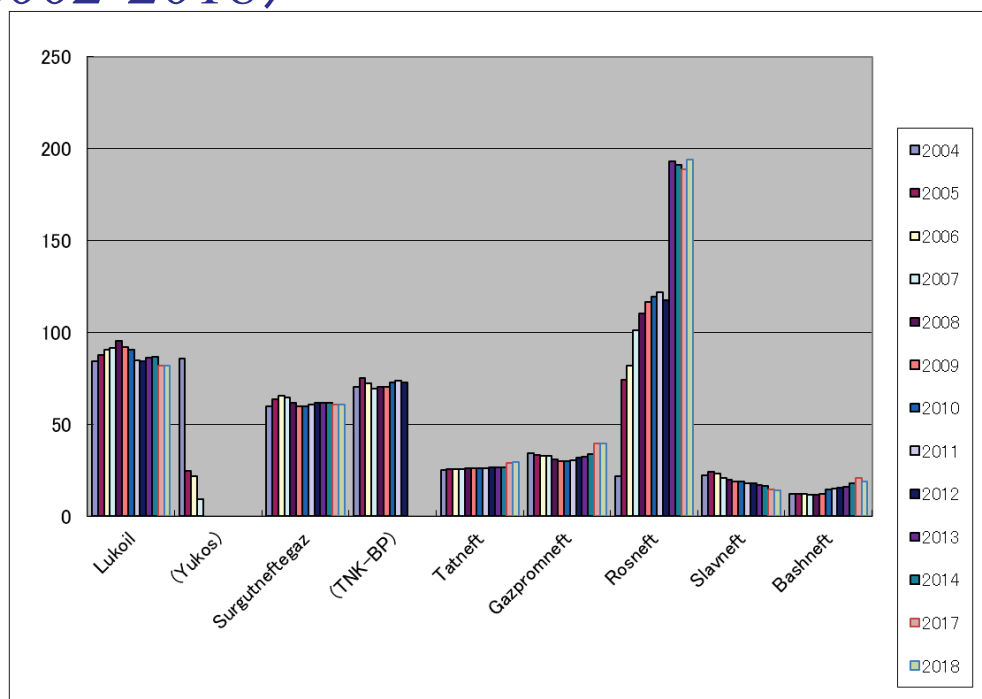




ガスパロムはソ連時代に政府から離れ、事業体としてロシア時代まで一貫  
 ロスネフチはユコス、TNK-BP、バシユネフチを吸収して拡大

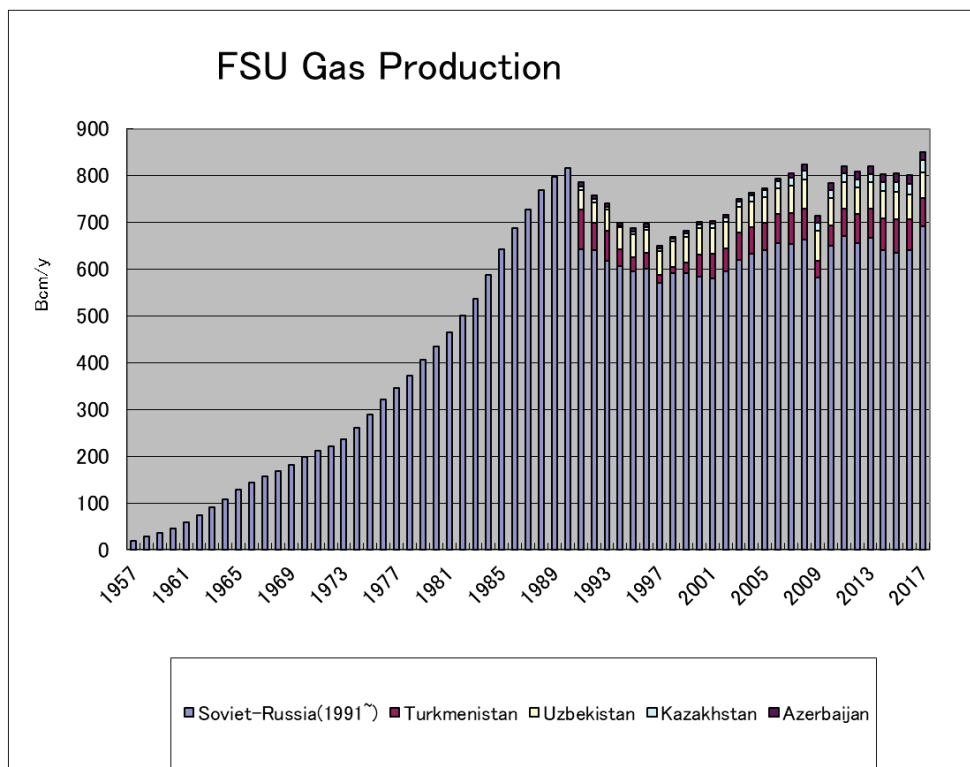
## ロシア石油企業別石油生産 (2002-2018)

29

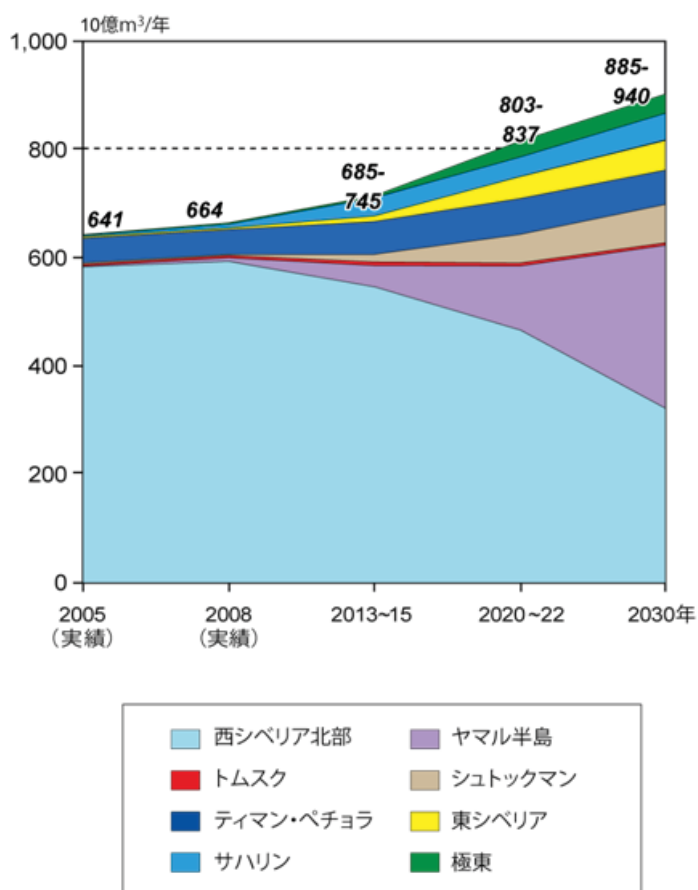


ロスネフチは、ロシアの石油生産量の4割を占める最大企業に。

# ロシア、中央アジアの天然ガス生産 (1950-2017)



## ロシアの2030年までの天然ガス生産見込み



## ロシアのガス生産見込み (10億m<sup>3</sup>/年)

「2030年までのロシアのエネルギー戦略」

- ・2008年に比して2030年は33%~43%増
- ・西シベリア北部が80%を占めて来たが2030年には半分以下まで低下。
- ・Medvezhe, Yamburg, Urengoyといった主力巨大ガス田が減退
- ・替りにヤマル半島が30%、シュトゥクマン・ガス田(バレンツ海)が5%を占める。
- ・2012年10月から最大のボワネンコフガス田が生産開始





バレンツ海  
が北極海  
ガス開発  
の最前線

カラ海は  
探鉱作業

## 東方ガスプログラム(2007年)での ガス地域



## 目次

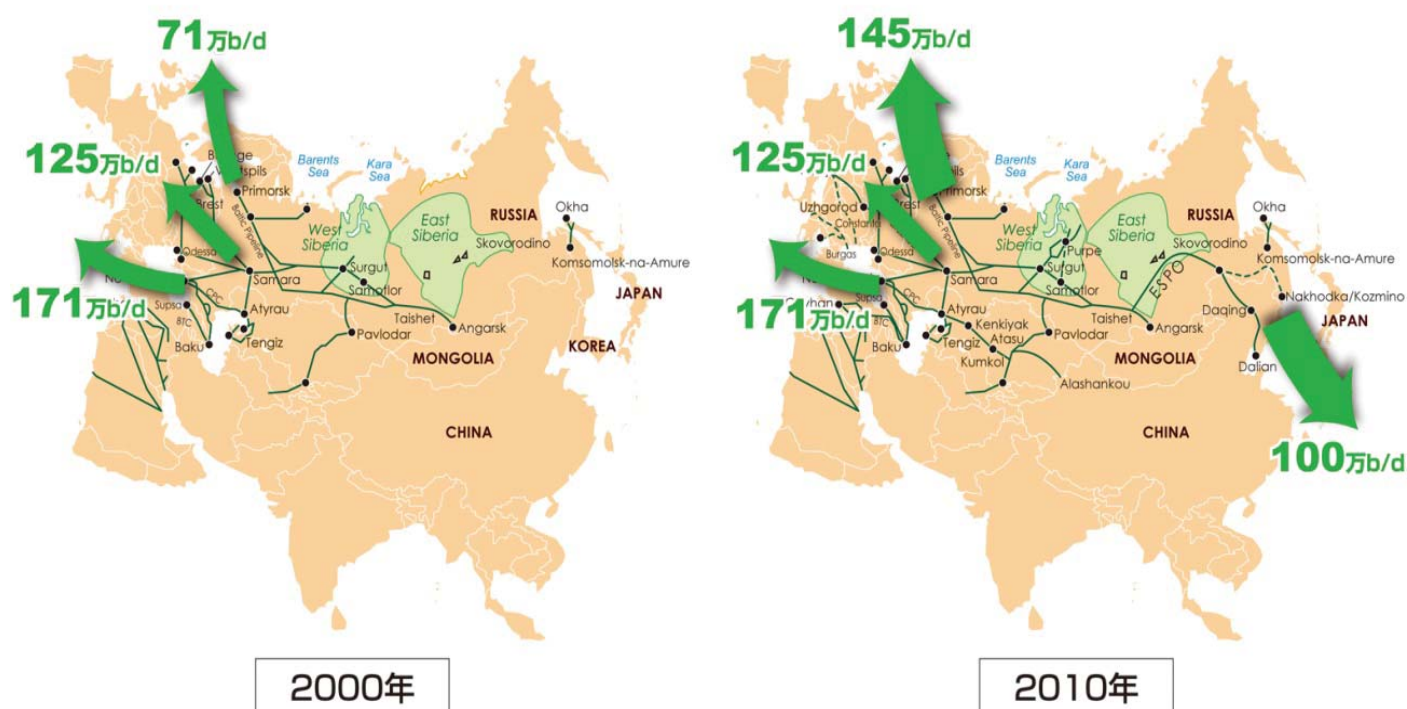
1

1. ロシア・ソ連の石油・ガス開発の歴史
2. ロシアの石油・ガス開発の展望
3. ロシア極東からの石油輸出と日本
4. サハリンでの石油・ガス開発と日本
5. ロシアの北極開発と日本

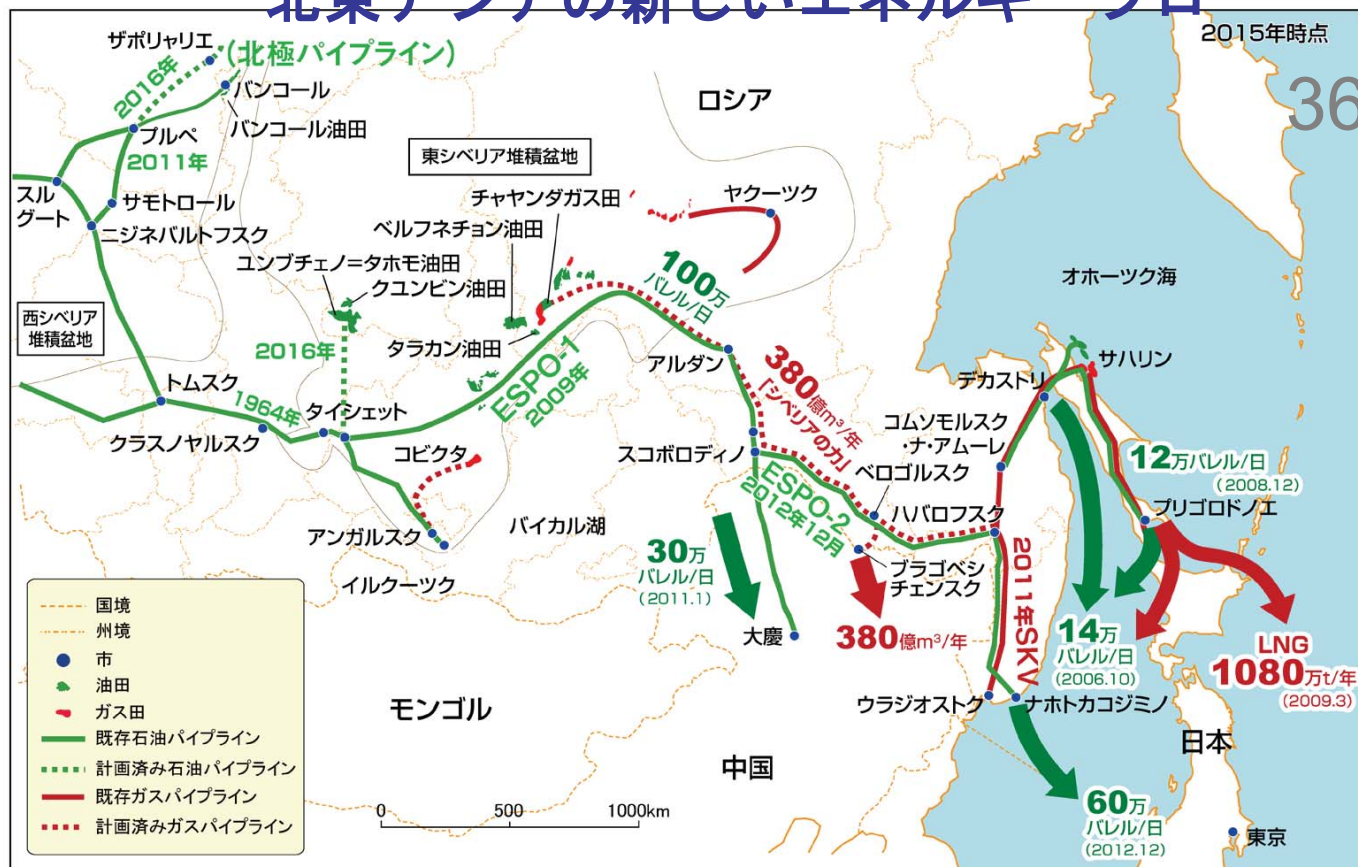
## ロシア原油フローの東方拡大

35

## ロシアからの原油積み出し能力



## 北東アジアの新しいエネルギーフロー



Sakhalin-Khabarovsk-Vladivostok (SKV) 及び Yakutia-Khabarovsk-Vladivostok (シベリアの力)

## 東シベリアパイプラインの経緯

37

- 1998年: ユコス-CNPC間で大慶PL計画(2,260km,60万b/d)
- 2001年7月: Transneftが太平洋PL計画(4,000km,100万b/d)
- 2001年7月: プーチン・江沢民で東シベリアPL建設で基本合意
- 2003年1月: 小泉総理・プーチン大統領「日ロ行動計画」
  - S-1,S-2, 東シベリア・パイプラインへ両国企業の協力への支持
- 2003年5月: 「大慶支線を伴うアンガルスク-ナホトカルート」政府案決定
- 2004年12月: ルートをタイシェットからペレボズナヤとする政府決定。
- 2005年4月: フリステンコがパイプラインの2段階建設。
- 2006年4月: 26日ルート変更指示。28日工事開始。2009年夏竣工。
  - Tayshet—Skovordino間: 2,400km (ESPO-1の完成)
- 2009年12月: ナホトカ近隣コズミノ・ターミナルから原油輸出開始2011年1月: 大慶支線稼働開始
- 2012年10月: ESPO-2完成、全線開通。能力30万b/d(年間1,500万t)
- 2015年: 能力 60万b/d(年間3,000万t)に引き上げ

## ロシア原油は日本市場で歓迎されている

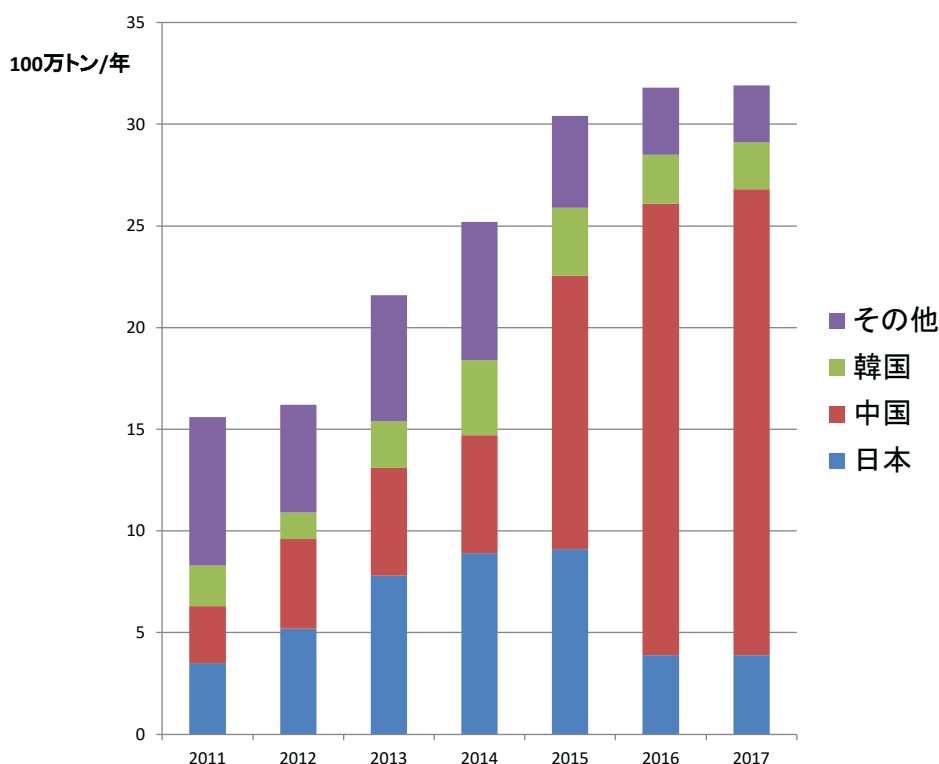
38

- 安全保障 (Security):
  - ホルムズ、マラッカ海峡を通らず安全保障上優れている。
- 柔軟性 (Flexibility):
  - 日本市場まで僅か3日程度で来る。中東は20日かかる。気候等による短期の市場変動に対応容易、
  - ESPO原油なら購入後、短期に製品化可能。
    - 在庫コスト (Inventory Holding Cost) 上有利。
  - 中東原油のような「仕向け地条項」がなく、**業者間の転売可能**
- 経済性 (Economics):
  - 低硫黄・中質原油で割高。且つ、数ドルのプレミアム付き。
  - 近距離でフレキシブルな原油でエネルギー安全保障上重要な要素が、高い価格であっても盛んに輸入される結果に

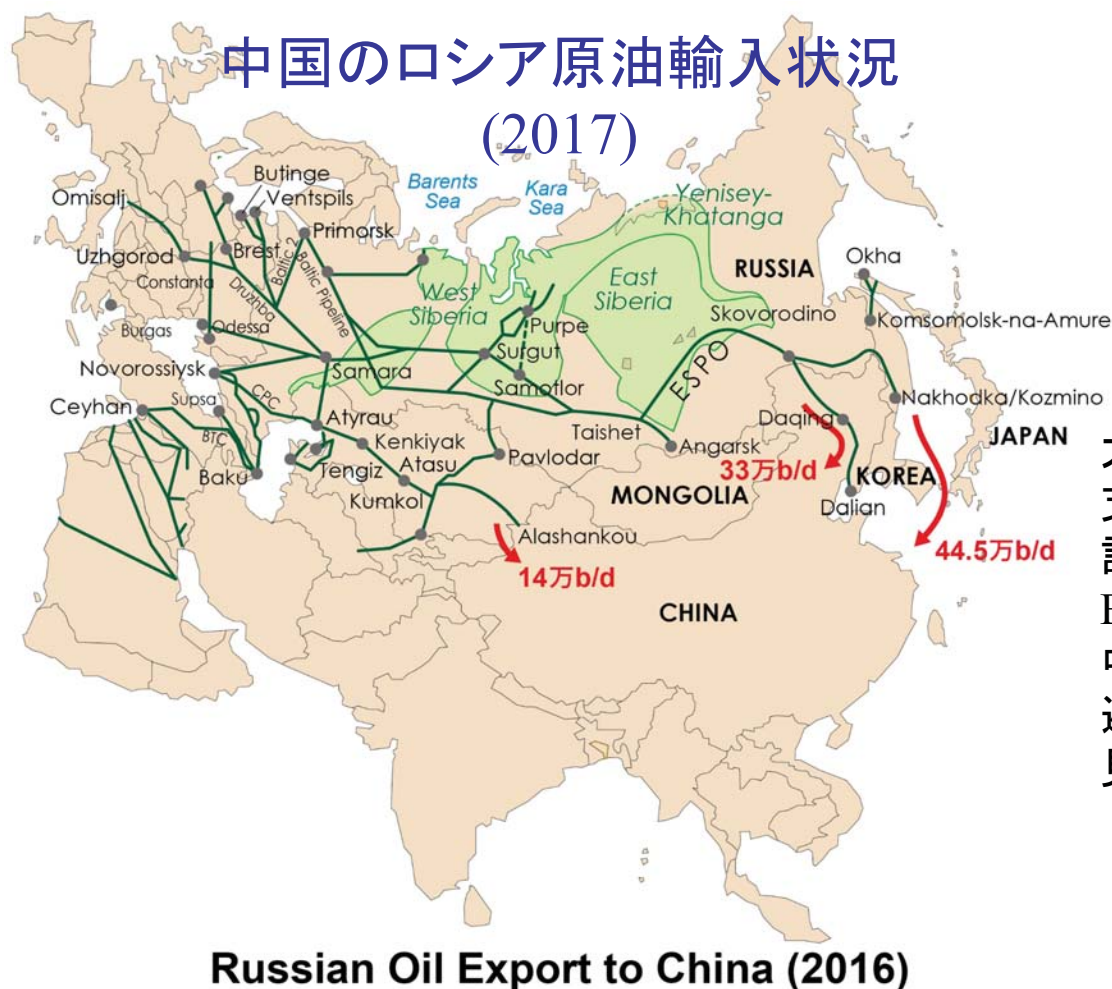
## ESPO原油の輸出状況

(2010年～2016年) 中国が第1位に、日本は2位

39



2016年になって中国が輸入増  
Tea Pot Refiners (中小精油企業) が低硫黄のESPO原油を大幅に調達。  
日本はロシア産原油の輸入量が急減し、日本の輸入量の6%、中東依存度87%へ逆戻り



大慶 (Daqing) 支線の拡大計画スタート、ESPO原油の中国突出は避けられる見通し

## ロスネフチと中国企業との石油輸出契約

相手	年	期間	輸出量/年	輸出総量	総額	前払い金	輸出ルート
CNPC	6	2005-2010	1,000万t	4,840万t	—	\$60億	鉄道
CNPC	20	2011-2030	1,500万t	3億t	—	(\$150億)	大慶支線
CNPC	25	2013-2037	1,460万t	3.65億t	\$2,700億	\$600億	大慶支線
CNPC	10	2014-2023	700万t	3,500万t			カザフ
Sinopec	10	2014-2023	1,000万t	1億t	\$850億	\$255億	ESPO
CNPC	7	2017-2023	300万t	2,100万t			カザフ
CEFC	5	2018-2022	1,000万t	5,000万t			ESPO

- ・ロスネフチはTNK-BPを\$451億で買収
- ・この資金を中国CNPCへの石油輸出の「前払い金」として調達
- ・更に中国Sinopecとも石油輸出で合意
- ・CEFCは倒産したが、シンガポールの子会社へ契約を移管

## 2003年1月日露行動計画

42

- 小泉総理・プーチン大統領
- 両国は、ロシアの極東及びシベリアにおけるエネルギー資源開発及びその輸送のためのパイプラインの整備の分野における(略)プロジェクトの実現が(略)エネルギー安全保障の向上に資するとの認識を共有し(略)これらの分野の協力を発展させていく
- 両国は、(略)ロシアの極東及びシベリアにおける石油ガス田開発分野での両国企業の協力を支持する。
- 両国は、自然環境に配慮しつつ、サハリン1・2プロジェクトの(略)円滑な実施のための環境整備に引き続き努力する
- 両国は、日露エネルギー協議において、エネルギー協力拡大のための意見交換を継続する。



東シベリアでJOGMECが  
イルクーツク石油 (INK)と  
石油開発の共同事業。  
民間事業へ承継。



## セーヴェロ・モグディンスキー鉱区 JOGMECが試掘活動



### 8項目の日ロ経済協力プラン

## 8項目の日ロ経済協力

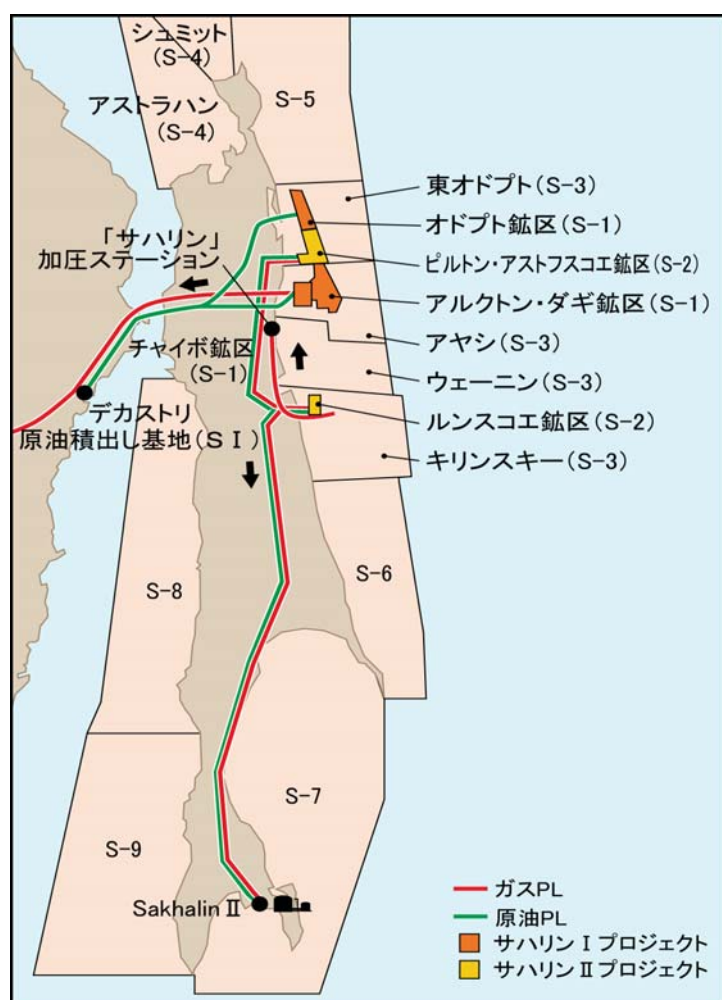
1	 医療	疾病予防などでの政府間協力 日ロ企業間の出資・技術提携
2	 都市環境	ロシアの都市環境整備 東シベリアでの廃棄物処理支援
3	 中小企業	ロシアへの中小企業進出支援
4	 エネルギー	サハリン沖での日ロの資源 探査・開発 サハリン沖の天然ガス・石油 生産増強
5	 生産性向上	国際協力銀行などによる ロシア企業向け融資 日本の工作機械メーカーに よる長期投資合意
6	 極東開発	日ロ合弁による温室野菜栽培 事業 リハビリテーション病院の建設
7	 先端技術	郵便システムの効率化支援 携帯電話・情報通信技術協力
8	 人的交流	日ロの大学間協力 日ロ両政府がそれぞれ査証 (ビザ)発給要件を緩和

2016年5月6日、ロシアのソチを非公式に訪問した安倍総理大臣は、プーチン大統領との間で、日露首脳会談を行った。ここで、我が国として日露経済交流の促進に向け作業を行っていることを紹介し、8項目からなる協力プランを提示した。

## 目次

1

1. ロシア・ソ連の石油・ガス開発の歴史
2. ロシアの石油・ガス開発の展望
3. ロシア極東からの石油輸出と日本
4. サハリンでの石油・ガス開発と日本
5. ロシアの北極開発と日本



47

サハリン-1, サハリン-2は  
ともに1990年代半ばに  
PS契約のもと外資を入れて  
事業開始  
サハリン-3の鉱区の内、  
最も南に位置するキリン  
スキー 鉱区 (Gazprom 100%)  
では2013年10月生産開始  
Sakhalin-Khabarovsk-Vladivostok  
(SKV)パイプラインへ繋ぎ込み、  
Vladivostokへ輸送



## サハリン大陸棚サハリン-1の概要

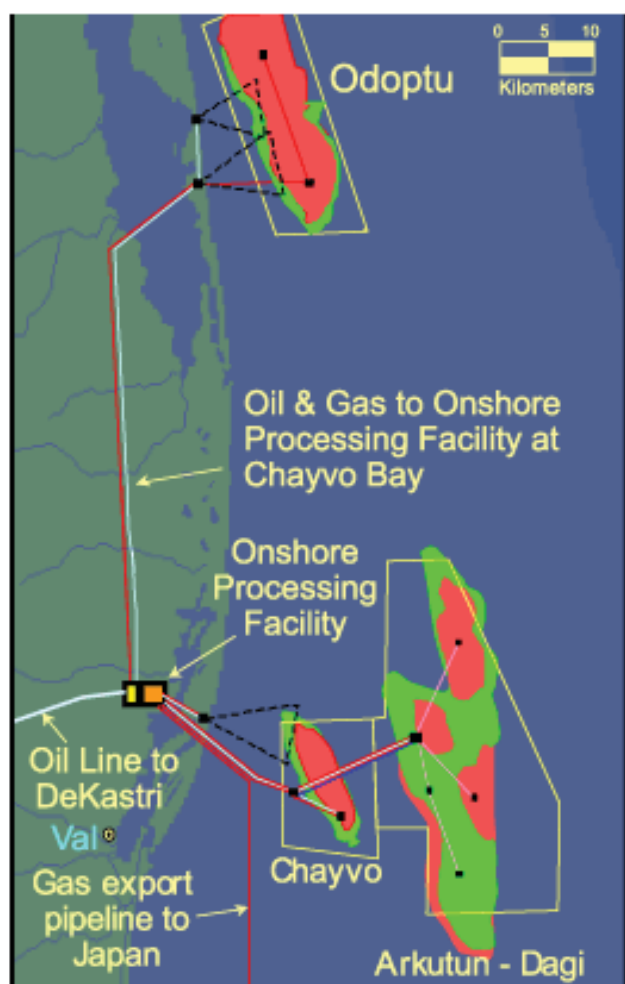
48

- ExxonMobil(30%), サハリン石油天然ガス(30%), ONGC (20%), Sakhalinmorneftegaz(11.5%), Rosneft (8.5%)
- 主要油ガス田: **オドプト、チャイボ、アルクトウン・ダギ**
- 2004年4月、TEO-C(技術経済性審査)承認
- 埋蔵量 (石油): 23億バレル  
(ガス): 17兆cf(4,850億m<sup>3</sup>)
- チャイボ生産開始(石油): 最大25万バレル/日(2005)  
(ガス): 95億m<sup>3</sup>/年。2006年からハバロフスクに供給。  
2009年までに30億m<sup>3</sup>/年。

Yastreb掘削リグ: 陸上から11kmの大偏距掘削による生産井掘削。

Orlan: 海洋設置掘削装置による開発。

- 2010年; オドプト油田から生産開始
- 2014年: アルクトウン・ダギ油田から生産開始(5万b/d)



## サハリン-1

49

ExxonMobil(30%), SODECO(30%),  
ONGC(20%), Sakhalinmorneftegaz (11.5%)  
Rosneft (8.5%)

埋蔵量: (石油) 23億 バレル  
(ガス) 17.1兆 立法フィート

石油

2005年10月. チャイボ石油生産開始

2006年10月. 石油輸出開始

DeKastriターミナルから20万b/d

2010年からオドプト油田の開発開始

2014年からアルクトウン・ダギ油田から生産開始

ガス(随伴ガス)

2008年 Khabarovskまでガスパイプライン  
年間20億m<sup>3</sup>

# サハリン-1のヤストレブ掘削装置 北方を望む。東はオホーツク海

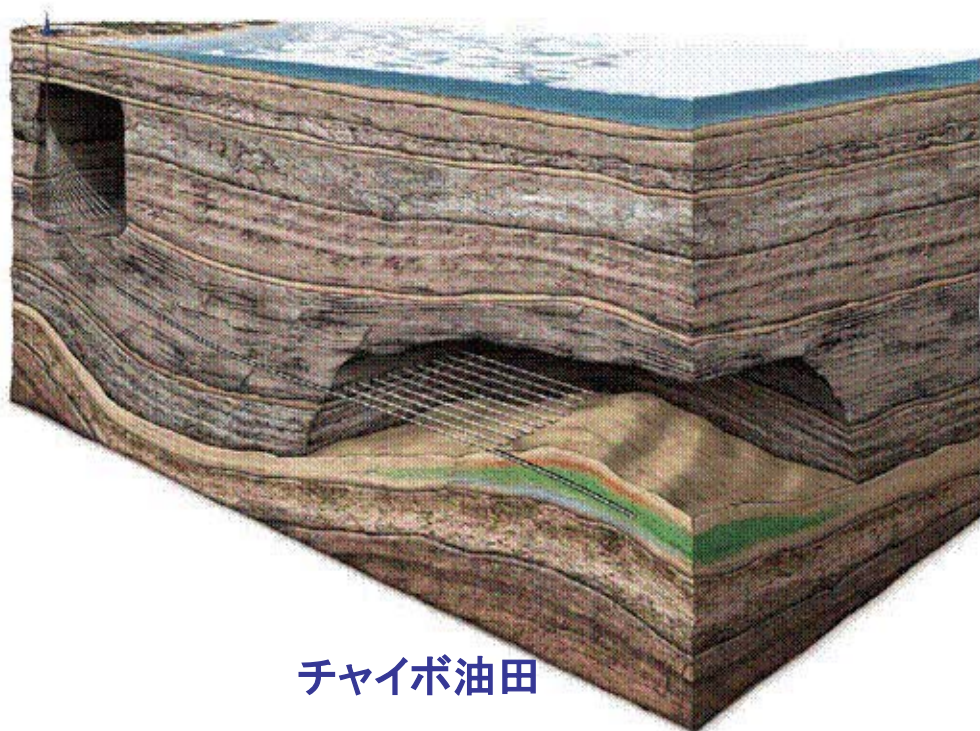
50



# サハリンにおける大偏距掘削

51

坑井位置



チャイボ油田

サハリン-1  
ホームページ  
より

## サハリン大陸棚 サハリン-2の概要

52

- オペレーター: Sakhalin Energy
  - ガスプロム(50%)、Shell(27.5%)、三井(12.5%)、三菱(10%)
- 主要油ガス田: **ルニ、ピリトゥン=アストフ**
- 埋蔵量: (原油)11億バレル、  
(ガス)18兆cf(5100億m<sup>3</sup>)
- 原油生産: 6~8万バレル/日(1999年から)
- LNG生産: 960万トン(480万t×2トレン)
- LNG購入契約: 東電150万t、東ガス110万t、九州電力50万t、東邦ガス30万t、広島ガス21万t、東北電力12~42万t、Sempra 160~190万t、Kogas150万t
- LNGは2009年2月から生産開始



サハリン-2  
プリゴロドノエのLNG基地

## サハリンー2問題のポイント

54

一般報道：「ロシア政府が環境問題を口実に圧力をかけ、サハリンー2の権益を奪取したもの」

3つの別個の問題が混同して議論されている。

- ①石油・ガスパイプライン建設現場での地氾りによる環境破壊→1年半かけて対策(権益問題よりも後までかかる)
- ②コストオーバーラン(\$100億→\$200億)問題とPS契約下でのコスト回収
  - 36億ドルの回収放棄
- ③ガスピロムのサハリン-2への参加問題
  - ガスピロムへの権益譲渡は1年前に合意
  - 14%プレミアムの有償譲渡(50%権益に対して\$74.5億)

## サハリンー2問題の経緯

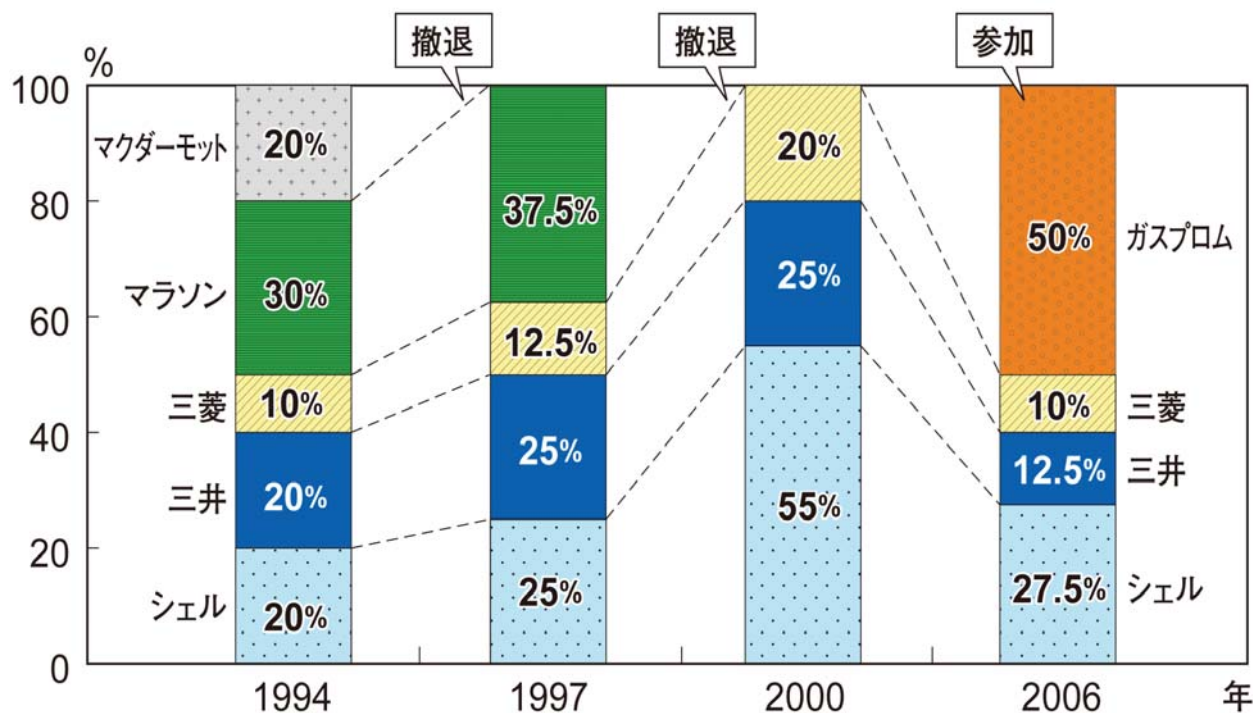
55

年	2005	2006	2007
ガスピロムの参加問題	7/7 シェル権益55%のうち25%+1とガスピロム保有のザポリアルノエ・ガス田下部白亜紀層の50%と交換 シェル55%→30%	12/21 ガスピロム50%+1 74.5億ドルで権益有償譲渡 シェル：55%→27.5% 三井物産：25%→12.5% 三菱商事：20%→10%	
コストオーバーランの扱い(PS契約)	7/15 総コスト100億ドル→200億ドル	12/21 2014年までの支出194億ドルのうち36億ドルはコストを対象とせず	
環境問題	コククジラ アニワ湾浚渫 オオタカ	8 パイプライン用地地滑り	10/26 天然資源省が環境改善計画を承認

↑  
サハリン-2 問題

# サハリン-2の権益の変遷

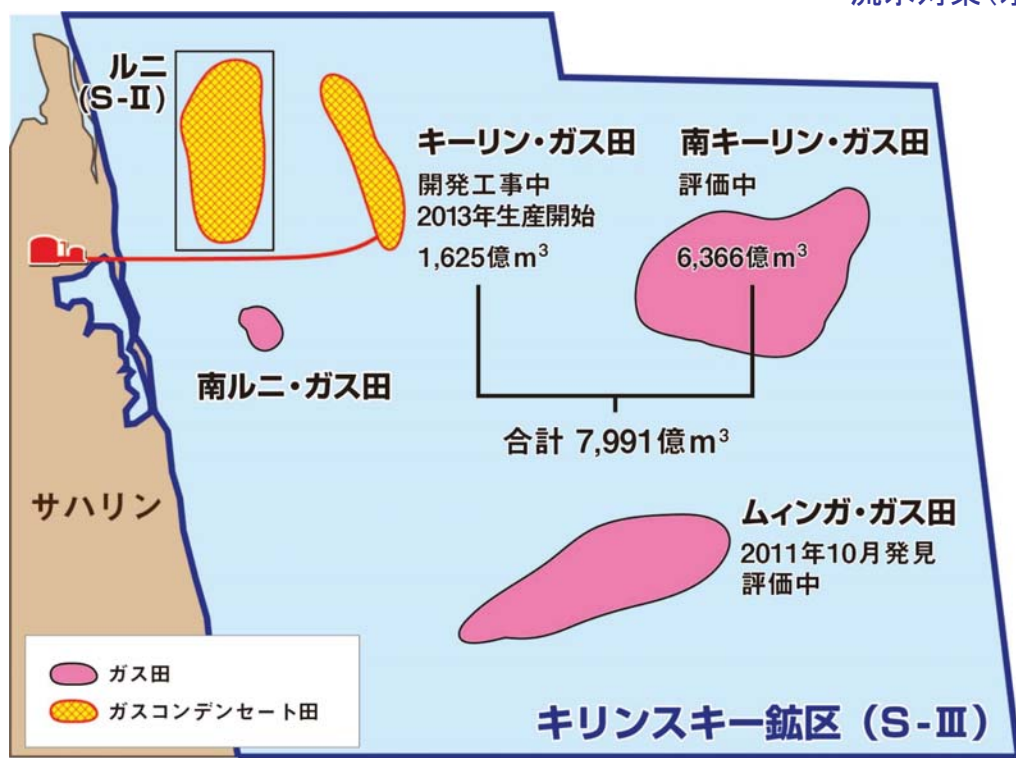
56



# サハリン-3の主要ガス田の現状

57

ガスプロム100%、ロシア初の海底生産システムを採用  
流氷対策(水深90m)  
の約2倍



2018 年末

57

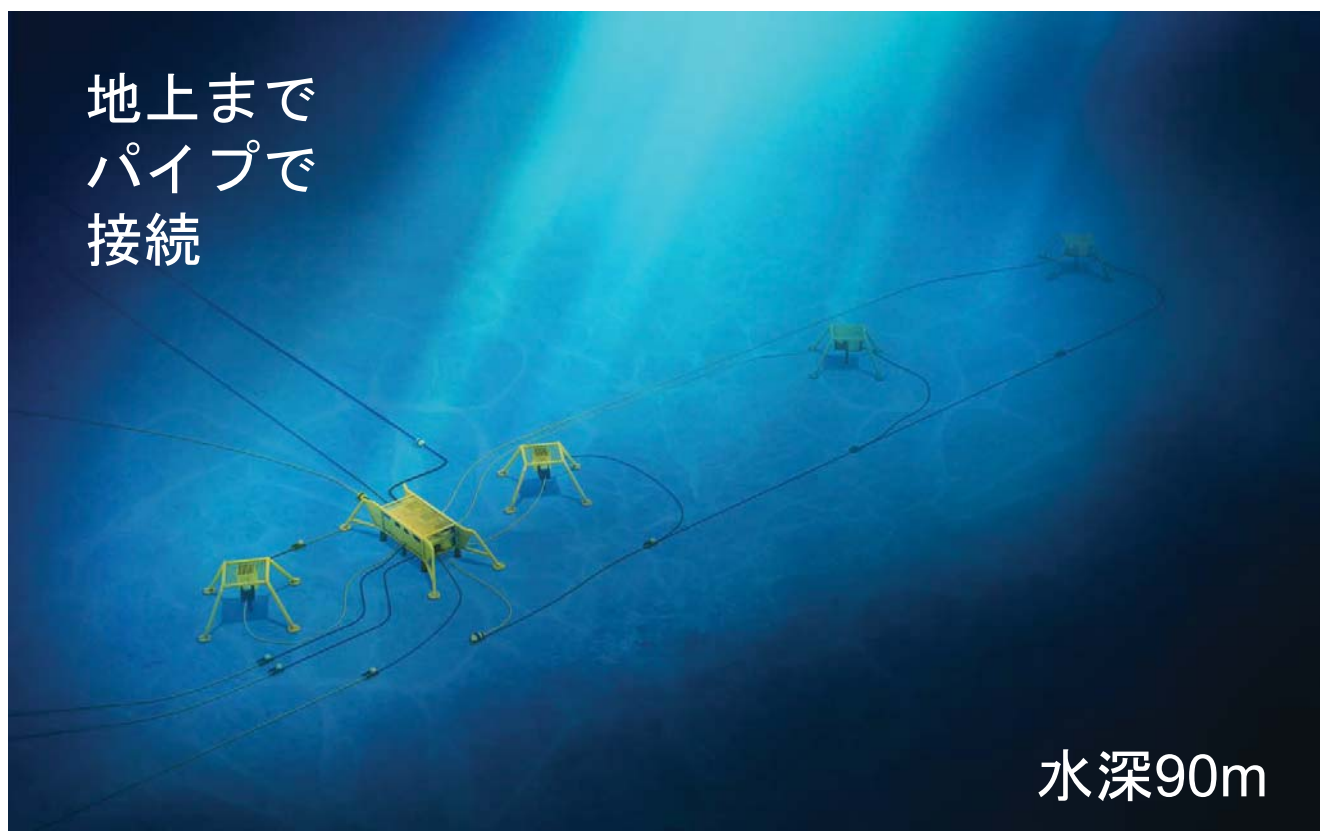
## キリンスキー鉦区開発の現状 58

- キーリン・ガス田
  - FMC Technologiesによる海底生産システム
  - 水深90m
  - 陸揚げ用パイプライン28kmを設置済
  - 2013年10月22日生産開始、プラトー42億m<sup>3</sup>/年
- 南キーリン・ガス田
  - EU・米の制裁対象(2014年8月)
  - 水深220m(152m以深が制裁対象)
- ムィンガ・ガス田
  - 2011年10月発見、2014評価井掘削

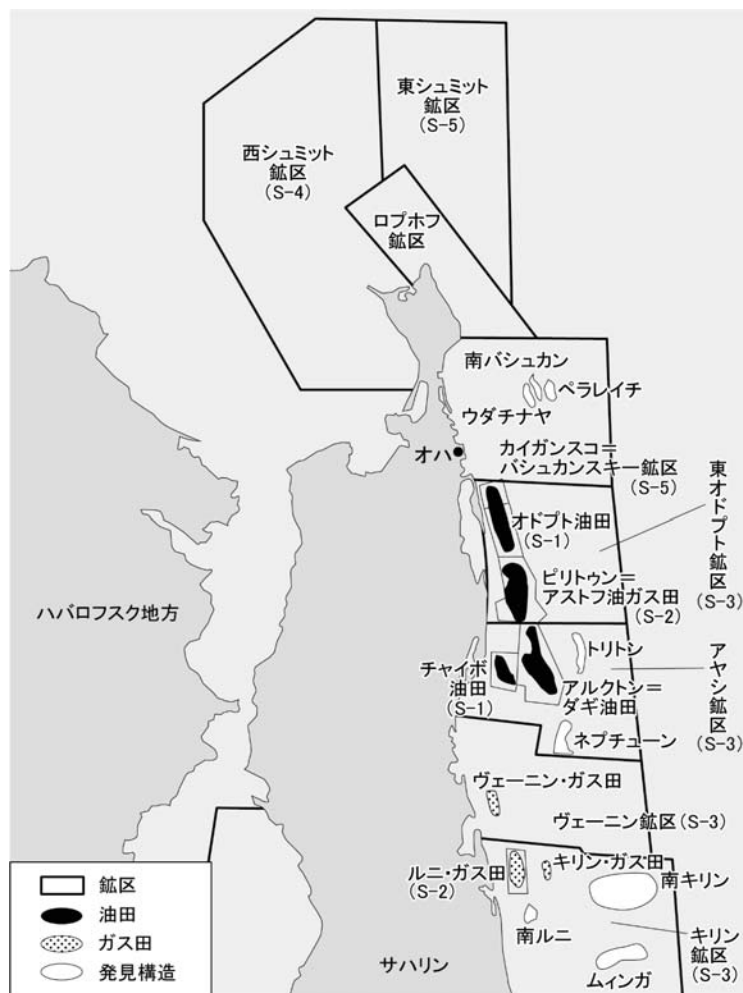
58

## キリンスキー・ガス田の海底生産システム 59

地上まで  
パイプで  
接続



水深90m



## サハリン北東大陸棚の 鉦区と油ガス田 及び発見構造

サハリン3 アヤシ鉦区  
2017年: Neptun油田発見  
(推定埋蔵量30億バレル)  
2018年: Triton油ガス田発見

## 目 次

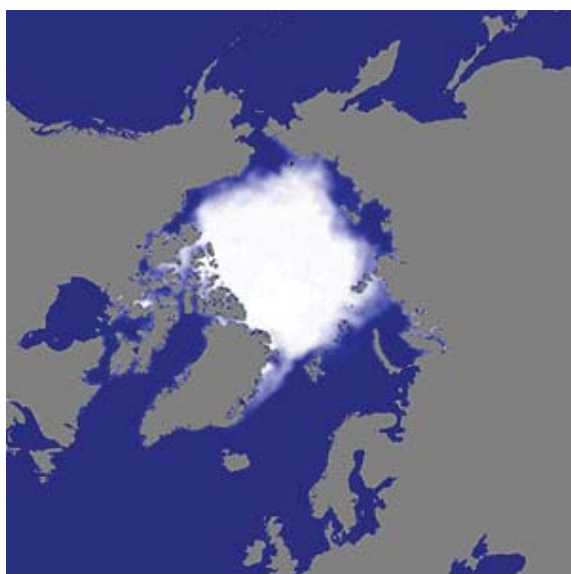
1

1. ロシア・ソ連の石油・ガス開発の歴史
2. ロシアの石油・ガス開発の展望
3. ロシア極東からの石油輸出と日本
4. サハリンでの石油・ガス開発と日本
5. ロシアの北極開発と日本

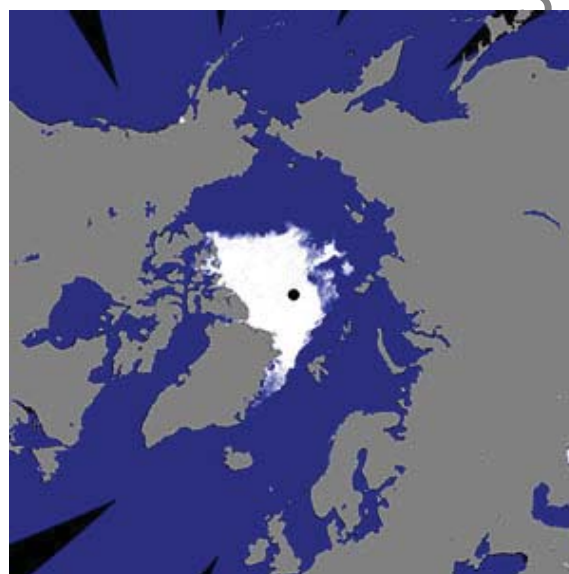
## 北極圏の位置づけ

- ・ Transit(通過地): 北極海で夏の**極冠縮小**で輸送が容易になり新規ビジネスの可能性
- ・ Destination(事業展開の場): 北極圏内において事業を展開する。資源開発など
- ・ 石油ガス産業はTransitとDestination両要素
- ・ 但し夏季以外は北極は完全に氷の覆われる状況になるので、極冠の縮小は資源開発にとって絶対的なインセンティブではない
- ・ 北極圏の資源ポテンシャルの高さに価値

## 北極の氷は2012年が史上最少

6  
3

1980年代の9月最小時期の平均的分布



2012年9月16日「しずく」/AMSR2(アムサー・ツー)(観測史上最小分布)



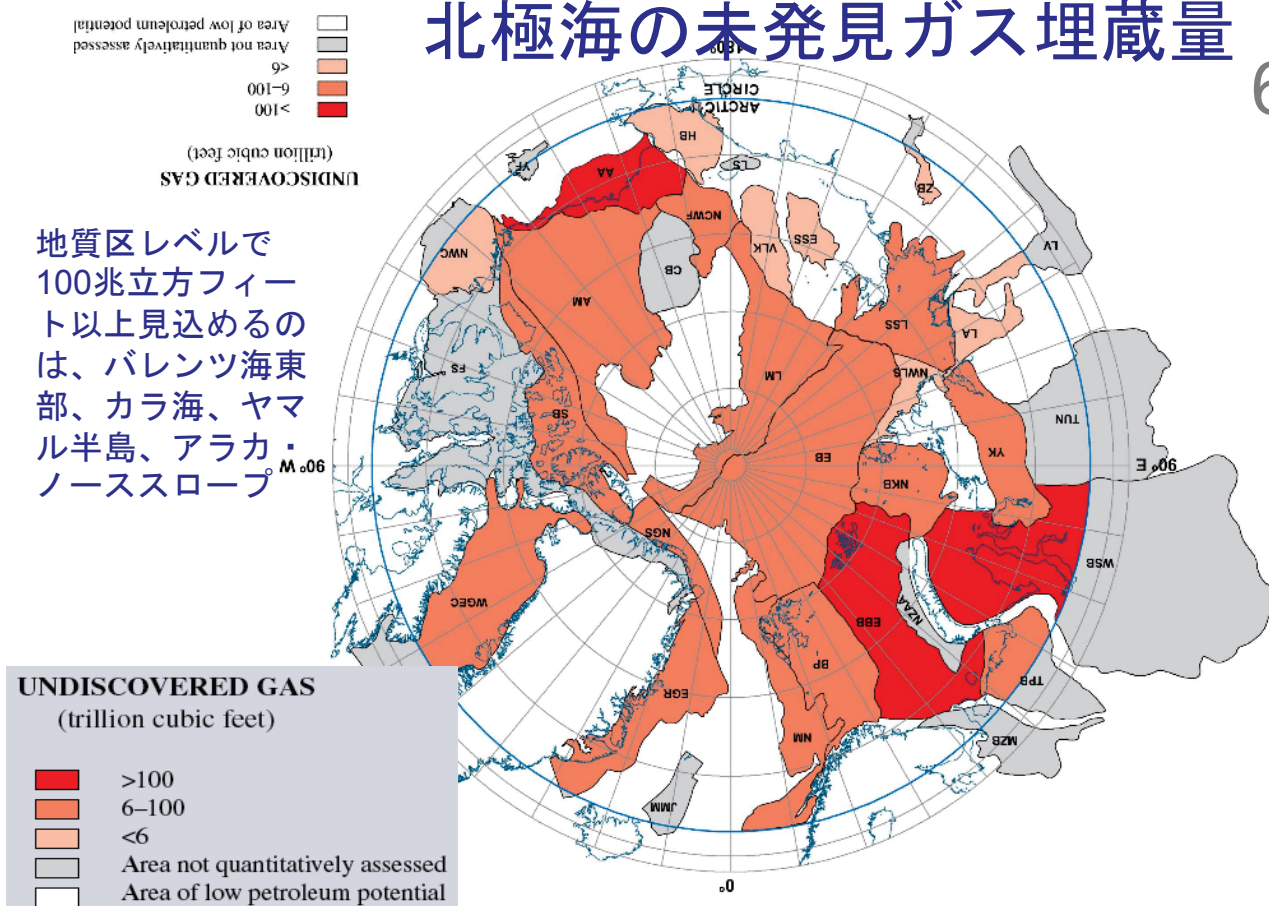
## 北極海大陸棚での石油・ガス資源量

64

- 米国地質調査所による報告(2008年7月23日)
- 未発見資源量
  - 石油: 900億バレル (世界の13%)
  - 天然ガス: 1,670兆立方フィート (世界の30%)
- 既発見埋蔵量
  - 石油: 400億バレル (世界の3%)
  - 天然ガス: 1,100兆立方フィート (世界の17%)
- ロシアは北極沿岸5カ国の中で面積、氷の条件、資源ポテンシャルの点で最も恵まれている
  - 北極海大陸棚の約6割、270万km<sup>2</sup>
- カラ海での油田発見によりこの評価を改定する必要が出てきた

## 北極海の未発見ガス埋蔵量

65



## 北極圏の 石油有望地域 米国地質調査所 の2008年スタディ

有望なのが  
アラスカ沖のみ  
他は一様に「中」  
レベル  
カラ海での油田  
発見により評価  
が変わろうと  
している

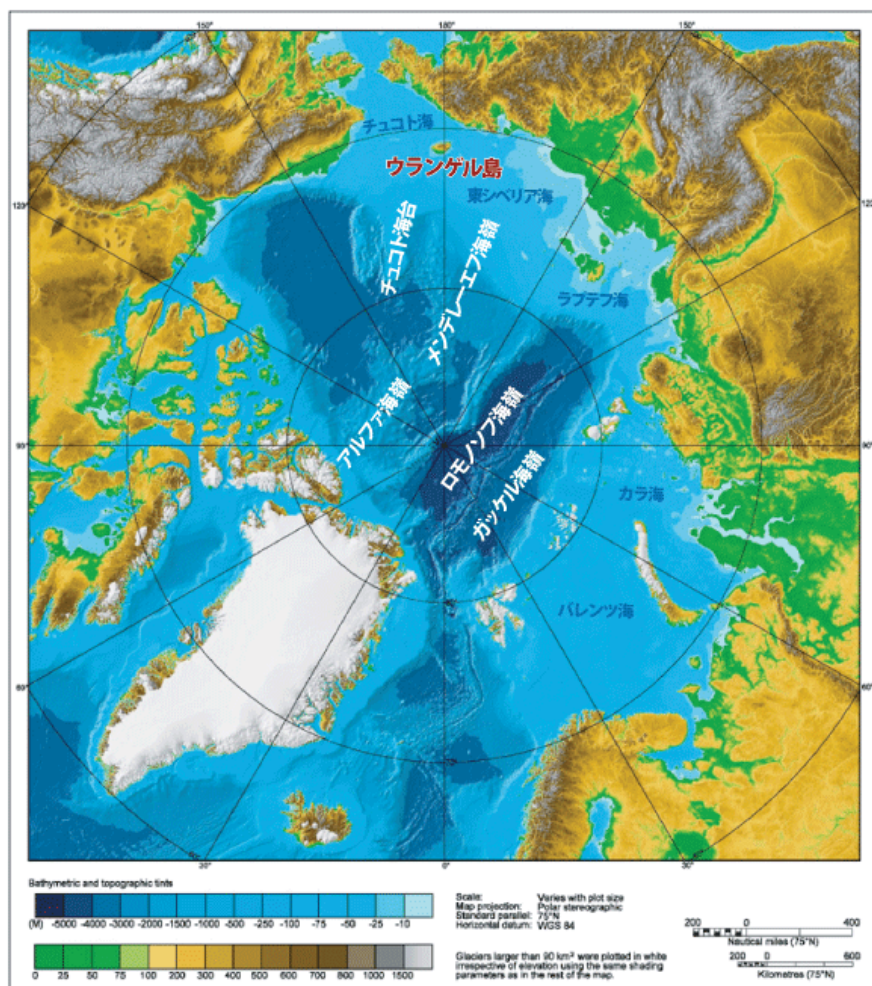


出所：USGS (2008)

## ロシア北極圏の優位性

- 大陸棚面積：
  - ロシアは北極海大陸棚の60%の270万km<sup>2</sup>
  - 北極5沿岸国で最大
- 氷の条件
  - バレンツ海：メキシコ湾流で冬季も結氷なし
  - カラ海：氷の厚さ2m以下、通年航行可能
- 堆積盆地：
  - バレンツ海：チマン=ペチョラ堆積盆地の延長
  - カラ海：西シベリア堆積盆地の延長

## 北極海の海底地形



Gakkel海嶺：火山性の大西洋中央海嶺の北方延長（トランスフォーム断層を経て）

Lomonosov海嶺：大陸性地殻、バレンツ海大陸棚部分がGakkel海嶺の活動により分離。

Mendeleev-Alpha海嶺：古期の隆起帯

ロシアは、北極海大陸棚の60%の270万km<sup>2</sup>。沿岸国で最大。

68

## 北極海海氷の状態(2009年3月)

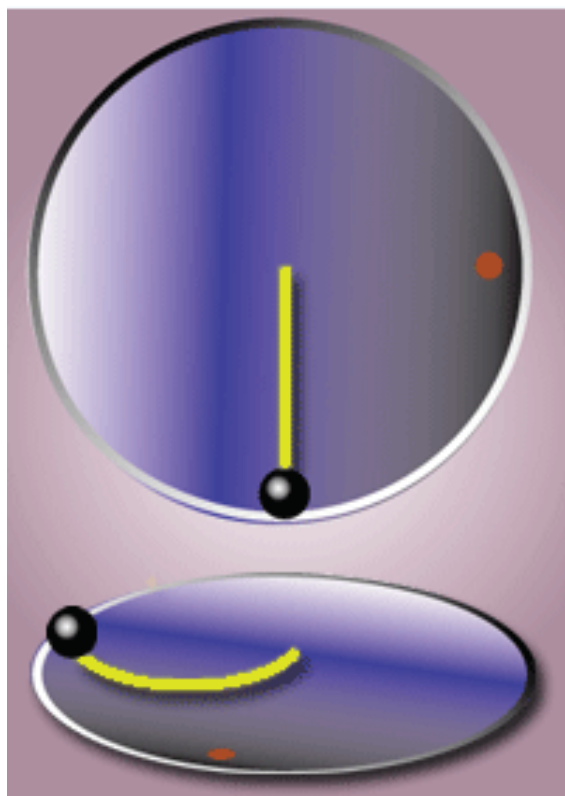


・バレンツ海はメキシコ湾流の流入で、冬季も凍らず、大陸棚の広さ、資源ポテンシャル、氷の状況で最も好条件

・カラ海は冬季は氷の厚さ2m。砕氷船の先導で通行可能

# コリオリの力(Coriolis force)

70



北半球では進行方向  
右側に曲げる慣性力。  
北極海の流氷はグ  
リーンランド、カム  
チャツカ等東海岸に  
集積。

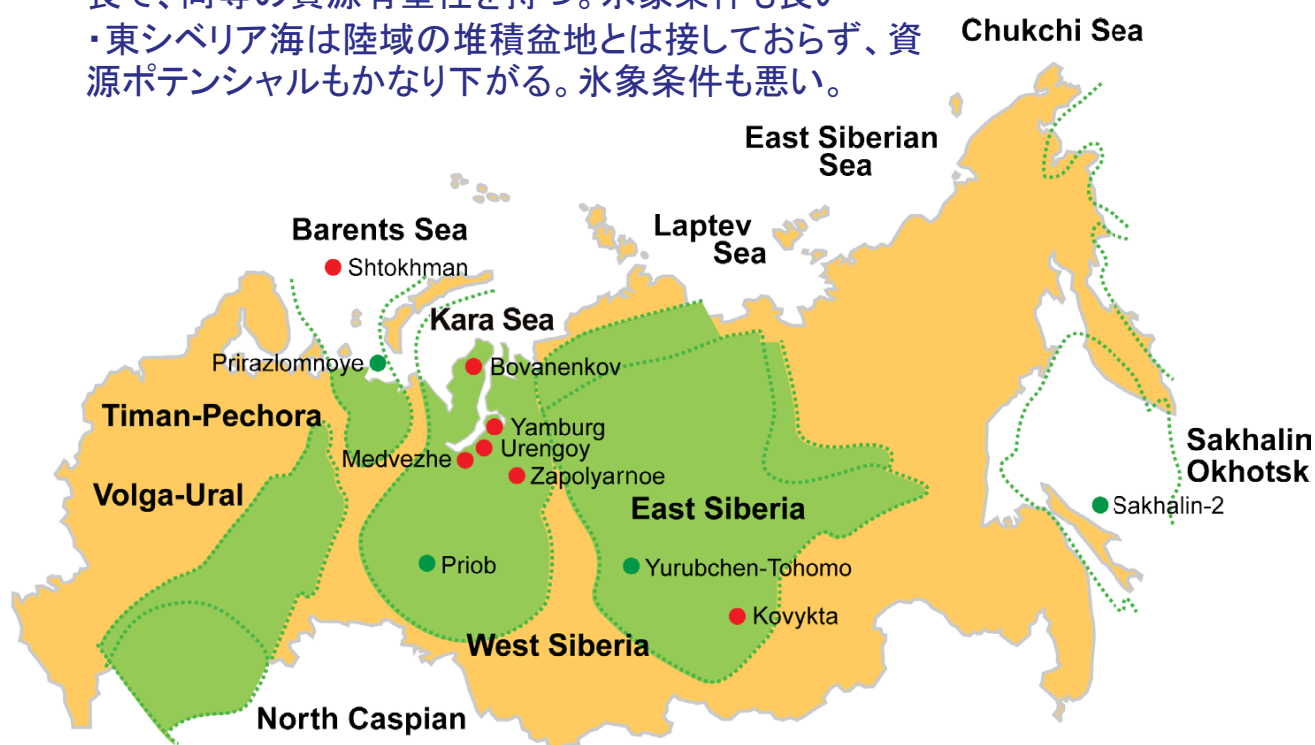
北上するメキシコ湾  
流は英国、ノル  
ウェーなど大西洋の  
東海岸に接する。

東西に非対称な氷の  
分布を生む。

# ロシアの堆積盆地(緑色部分)

71

- ・バレンツ海、カラ海はすぐ南の油ガス田地帯の北方延長で、同等の資源有望性を持つ。氷象条件も良い
- ・東シベリア海は陸域の堆積盆地とは接しておらず、資源ポテンシャルもかなり下がる。氷象条件も悪い。



## ロシア北極資源の開発の歴史

72

- 1971年: ヤマル半島でボワネンコフ・ガス田発見
- 1983年: ヤマル半島ノヴィポルト・ガス田の下位で油層発見
- 1988年: バレンツ海でシュトックマン・ガス田発見
- 1989年: ペチョラ海でプリラズロムノエ油田発見
- 1991年: カラ海でレニングラード・ガス田発見
- 2008年: 米国地質調査所(USGS)が北極圏の資源量調査
- 2009年: ヤマルLNG事業計画外資募集計画発表
- 2012年10月: ボワネンコフ・ガス田生産開始(パイプライン完成)
- 2013年: シュトックマン・ガス田の開発計画を棚上げ
- 2013年12月: プリラズロムノエ油田生産開始
- 2014年7月: 米EUが対露経済制裁、北極圏技術供与を禁止
- 2014年8月: ヤマル半島ノヴィポルト油田が洋上出荷開始
- 2014年9月: Rosneft/ExxonMobilカラ海でポベダ油田発見
- 2017年12月: ヤマルLNG初出荷
- 2018年7月: ヤマルLNGが北極海航路経由で中国へ

## ロシアの北極圏開発の方針

73

- 北極海での油田開発は技術、油価がネック
  - Novakエネ相: 油価\$70-\$100/bblが採算レベル
  - 対露経済制裁で北極開発技術の供与禁止
  - カラ海のPobeda油田開発は着手できず
- Gazprom: 北極圏陸域でガス田開発(ヤマル)
  - ロシアのガス生産で30%と主力産地へ
- Novatek: Yamal LNGに続きArctic LNG-2を推進
- Gazprom Neft: ヤマルNovy Port油田開発推進
  - 通常技術・陸域開発+北極圏航路で出荷(PL不要)
  - バレンツ海(ペチョラ海)油田開発も推進



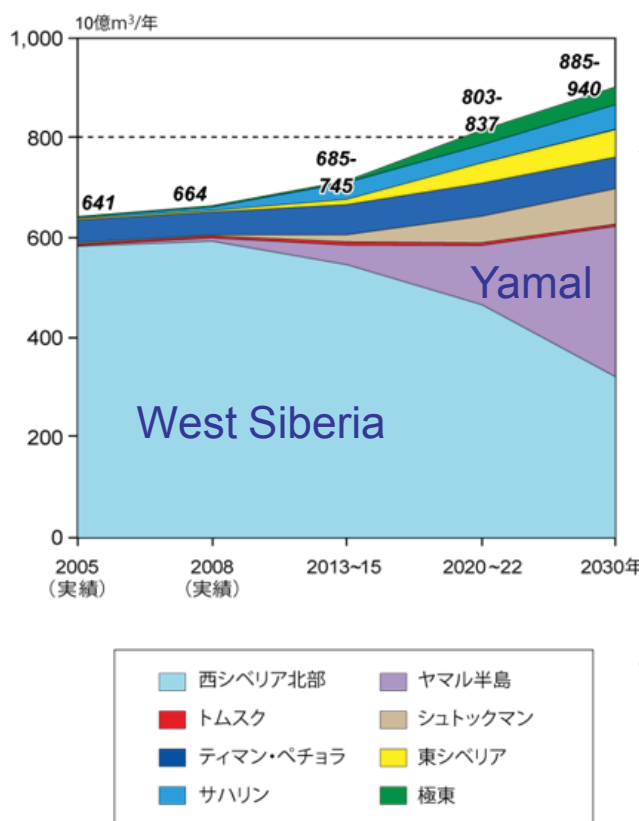
## Prirazlomnoye油田は生産へ



Severodvinsk造船所でプラットフォーム建造。油田へ曳航、設置作業へ。  
 油田は1989年発見、2012年末生産開始。埋蔵量6.1億バレル。離岸距離60km、  
 水深19-20m。平均気温-4℃。  
 (Gazprom Neft website)

## ロシアの2030年までの天然ガス生産見込み

76



## ロシアの天然ガス生産見込み (10億m³/年) 「2030年までのロシアのエネルギー戦略」

- ・西シベリア主部の天然ガス生産シェアは80%だったものが2030年には半分以下に
- ・主力巨大ガス田 (Medvezhe, Yamburg, Urengoy, Zaployarnoye) は既に減退期に
- ・ヤマル半島のBovanenkovガス田が2012年12月生産開始。
- ・ヤマルLNGは2017年生産開始
- ・ヤマル半島へガスの主力が移行

## ヤマル LNG 計画の概要

77

- ・ 2009年9月: 計画発表 (世界のエネ企業に案内)
  - Novatek社のユジノ・タンベイガス田(17兆cf)を対象
- ・ 露Novatek(50.1%), 仏Total(20%), 中国石油天然気集団公司(20%), 中国シルクロード基金(9.9%)
- ・ 産出税12年間免除、LNG輸出税免除
- ・ 550万t/年 × 3トレーン = 1,650万t/年 (+90万t/年)
- ・ 日揮・千代田化工・Technipが設計・調達・建設契約
- ・ LNG長期契約: Total:400万t/y、CNPC:300万t/y等
- ・ 2013年12月26日最終投資決定
- ・ 2017年12月5日: LNG生産開始、9日第1カーゴ出航
- ・ 2018年7月: 北極海航路(NSR)経由で江蘇省如東へ

## ヤマル半島開発 78



苔に覆われた平らな土地で時に海水に覆われる。ネネツ人によるトナカイの放牧が主な産業。1970年代にまず鉄道が引かれてガス田開発。ソ連崩壊で中止。2000年代に鉄道修復。2012年10月にBovanenkovoガス田生産開始。次いでKharasaveyガス田開発。2016年Novy Port油田から海路石油輸出開始。2017年東岸からLNG出荷。2022年Arctic LNG-2稼働。

78

## 79

## ヤマルLNG 出荷ルート



夏季は北極海航路(NSR)で中国へ19日間。冬季はBarents海経由。

PetropavlovskとMurmanskのタンカー中継基地は準備中。



## ヤマル砕氷LNGタンカー

80

YAMAL LNG: TRAIN 1 LAUNCHED  
FIRST LNG SHIPPED

砕氷LNGタンカー Cristophe de Margerie号  
(Bulbous bow球状船首がない)

(Novatek website)

## ヤマルLNGの長期契約先

81

販売先	量(万t/年)	期間(年)
Novatek	100	
Engie	100	23
Shell	90	20
Total	400	
CNPC	300	
Gazprom M&T	290	
Gas Natural	250	
Fenosa		
Spot	120	
合計	1,650	(各種報道から JOGMEC作成)

LNGの80%が中国を含むアジア向け

## Novatek社のヤマルLNGの強み

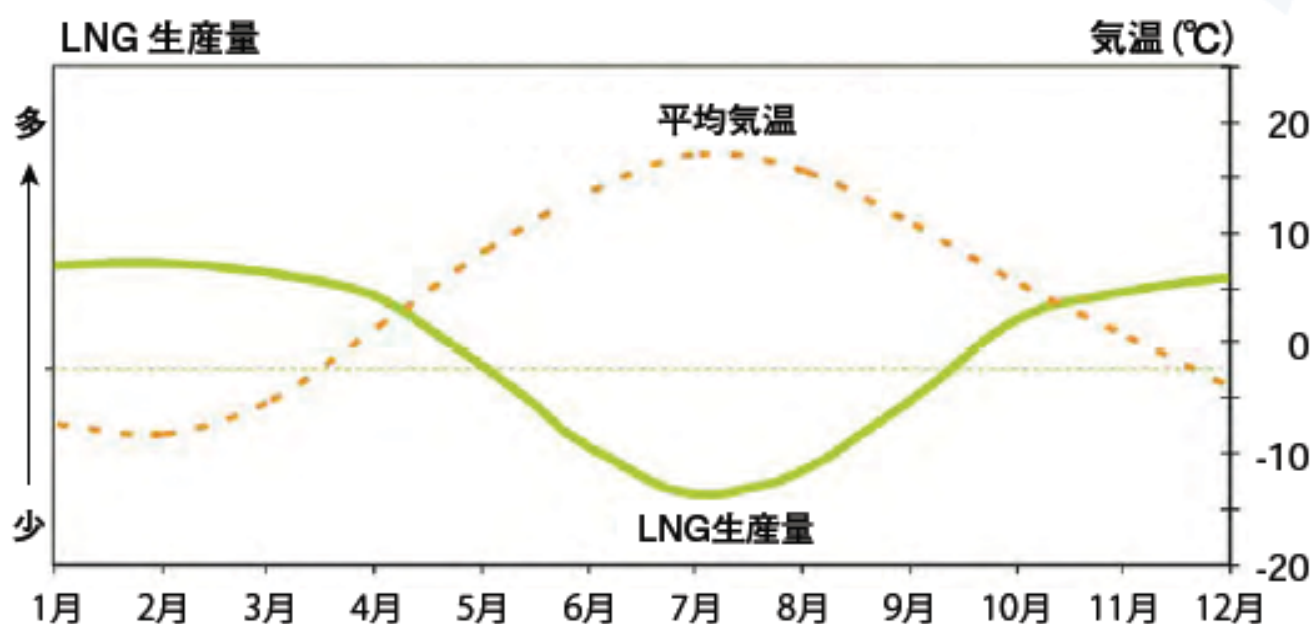
82

- Yuzhno Tambeiガス田は確認埋蔵量17兆cf
  - 原料ガス価格の安さ、経済性↑、十分な規模↑
- 寒冷地でのLNG生産は高効率
  - 冷却装置のスペックを抑えられる、経済性↑
- 北極海航路により、夏季アジア市場にアクセス
  - 夏季のLNG生産減なし、通年フル生産、経済性↑
- Gazpromのパイプラインに比較してアクセス自由
  - パイプライン通過国による影響(抜取り等)なし
- 積替えターミナルの整備で砕氷タンカーの利用をほぼ北極圏内に限定、通常タンカーを増やす

82

## 通常のLNG年間生産カーブ

83



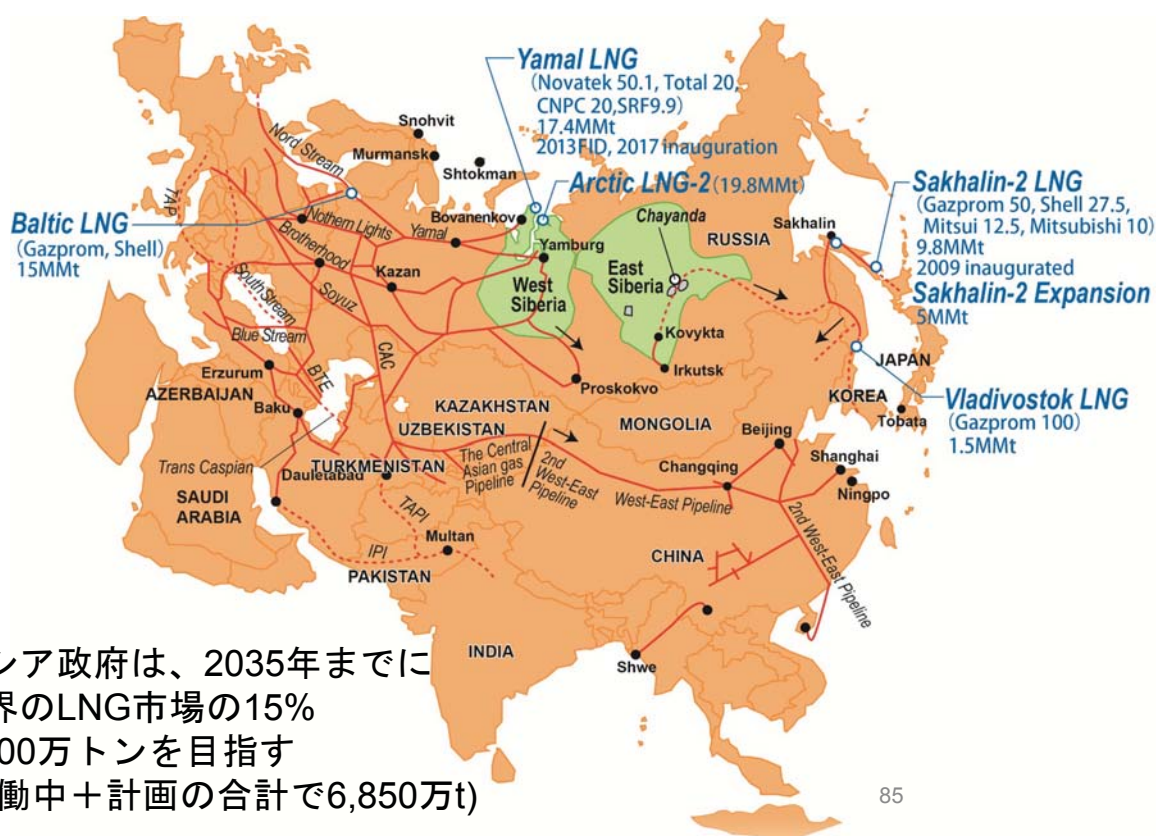
出所：各種資料を基に JOGMEC 作成

LNGは通常暑い夏の生産は低下するが極地であれば通常通り生産できる  
またアジア市場は夏の需要高く、通年の販売量も一定。経済性が良い。

## Arctic LNG-2の概要

- 仏Totalが10%参加。中国、サウジ、日本が関心
- 東隣のギダン半島Salmanov (Utreney)ガス田が基盤
- 生産量: 660万トン×3トレーンの1,980万トン/年
  - 冷却方式LindeのMixed Fluid Cascade(MFC)方式を採用
  - Novatekは別途Arctic Cascadeという液化方式を開発中
    - Yamal LNGでは、第4トレーンとしてロシア技術による生産能力90万トン/年を建設する計画
  - GBS(Gravity Base Structure)によりパイル打ち節約
  - 総工費: Yamal LNG(\$27B)より30%コストダウン
  - 2018年に最終投資決定
- 露は2035年までにLNGの生産量を8,300万tを目標
  - 豪、カタール、米に次ぐ「LNG Big 4」入りを目指す

## ロシアのLNG計画



ロシア政府は、2035年までに  
世界のLNG市場の15%  
8,300万トンを目指す  
(稼働中+計画の合計で6,850万t)

## ボワンコフ(Bovanenkov)ガス田

- 生産開始:当初予定より1年遅れ2012年10月
- 埋蔵量世界第6位、144兆cfの超巨大ガス田
- 近隣のハラサベイ、クルゼンシュテルンは2020年代に開発
- 技術上の問題は永久凍土
- Yamal-Europeパイプライン建設済み
- コマツは2007年に153台のパイプレイヤーを納品

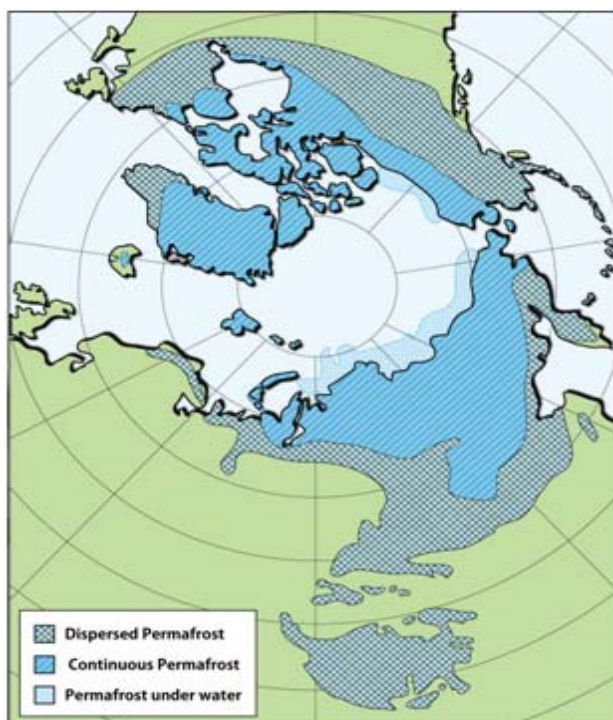
[ヤマル半島のガスパイプライン敷設工事で活躍するパイプレイヤー「D355C」]



KOMATSU's Pipe-layers working in Yamal

## 北半球における永久凍土帯

88



Distribution of Permafrost in the Northern Hemisphere

ヤマル半島から東シベリア地域にかけては  
連続永久凍土帯  
(Continuous Permafrost)  
融かさないためにガスを  
0°Cに冷却して輸送  
(Chilled Gas)

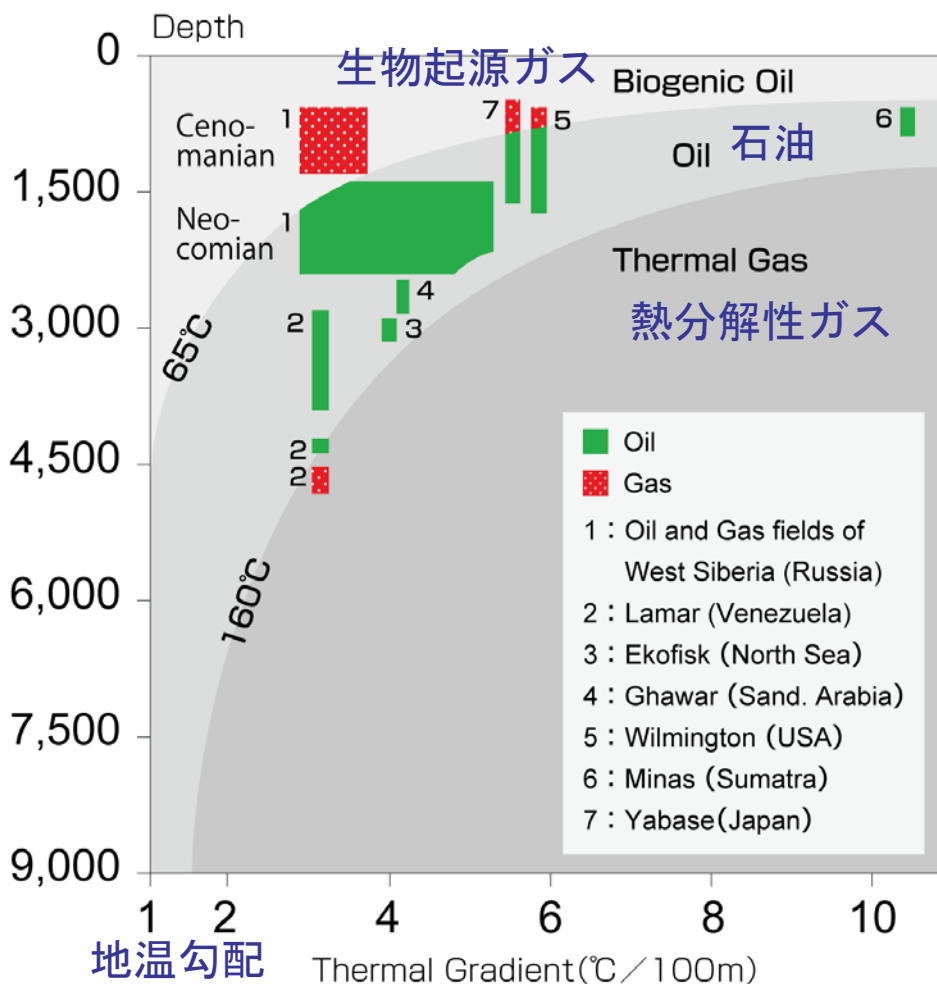
不連続永久凍土帯  
(Dispersed Permafrost)  
では建設工事が容易でない

## Novy Port「油田」

89

- ・ 2014石油生産開始 (最大17万b/d 2021年)
- ・ ガス層下位の下部白亜系油層(Neocomian)
- ・ 油層は1983年に発見、開発困難で塩漬け
- ・ 3.5km沖合(油田から100kmパイプライン)
- ・ 2016年5月出荷開始
- ・ 水深11m
- ・ 冬季の結氷2m
- ・ 砕氷船先導で出荷

Vorota Arktiki (Arctic Gate)出荷設備  
Novy Port油田

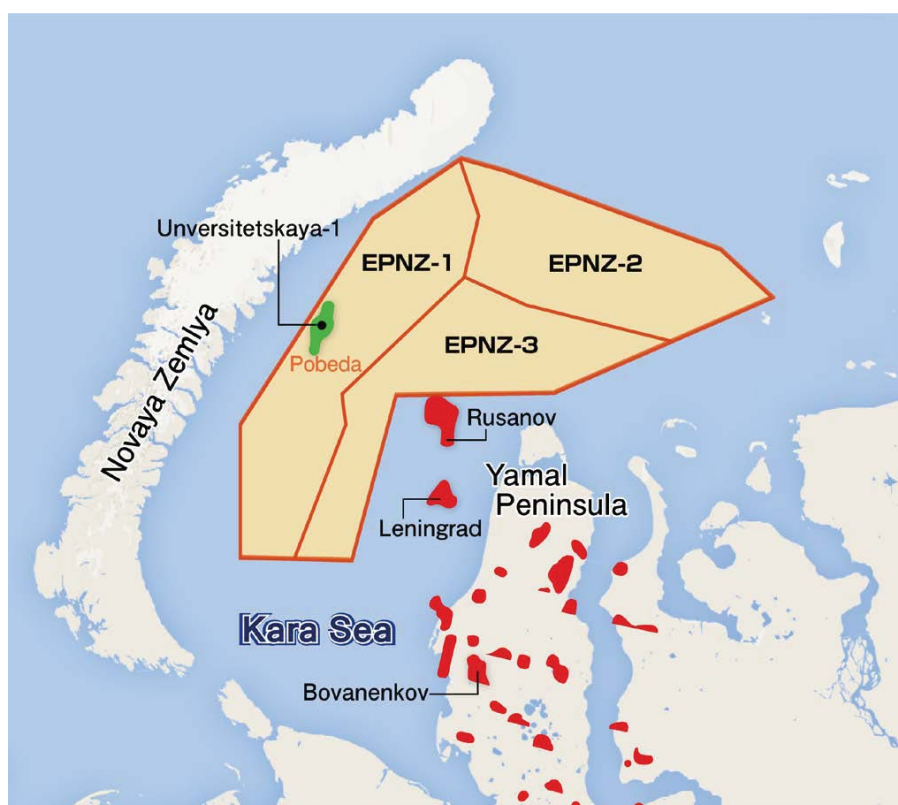


90

## 西シベリアの石油・ガスの産状

- ・ 上部白亜系 (Cenomanian) には生物起源ガス層
- ・ 下部白亜系 (Neocomian) に通常の石油層

## 北極海(カラ海)で巨大油田発見 91



2014年9月、カラ海で“Pobeda(勝利)油田”を発見  
 埋蔵量: 10億バレル  
 北極海での石油賦存を証明、大きな成果。  
 水深: 81m  
 緯度: 北緯74度 (石油の井戸では最北)

周辺にはガス田が多い  
 本計画では当初から深掘りにより石油を発見することを目的に試掘

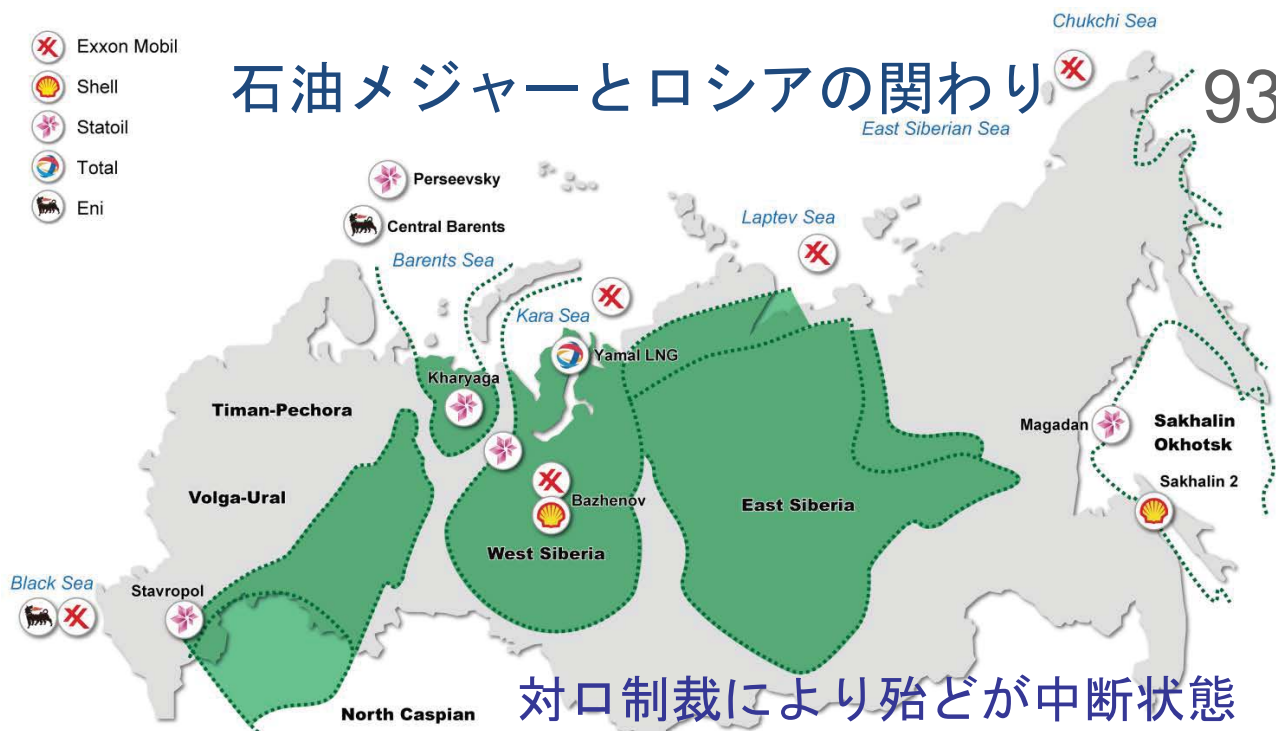
# Pobeda油田発見までの経緯

92

- 2014年8月9日: Rosneftと共同で試掘開始(米反応なし)
- 9月12日: 欧米はウクライナ問題で対露経済制裁発令
  - 欧米企業による北極海、大水深、シェール技術の対ロシア供与を禁止
- 9月27日: ロシア側が巨大油田の発見を発表
- エクソン・モービルは9月に撤退表明
- 北極海の高い石油ポテンシャルが明らかに
- 「カラ海はサウジより資源量が多い」セーチンRosneft社長 (Tass, 2016/6/15)
- 対露制裁で極地開発技術禁輸
- 油価\$70以下での開発は困難



カラ海での試掘風景



	ExxonMobil	R/D Shell	Statoil	Total	Eni	BP
国	米	英蘭	ノルウェー	仏	伊	英
主要な事業	・Rosneftと2011年協力で合意。Bazhenovシェールオイル、北極海・黒海開発、極東でのLNG事業	・Gazpromと2010年協力協定。北極海開、S-2 LNG GazpromNeft Bazhenov開発	・Rosneftと2012年協力、Barents海、オホーツク海探鉱、重質油シェールオイル開発	・Novatek と Yamal LNGを推進、ハリヤガ油田のPS契約	・Rosneftと2012年協力協定。バレンツ海と黒海で探鉱。South Streamで協力	・Rosneft 株式会社 19.75%を TNK-BP を売却して取得

93

## ロシアの対外北極政策(1) 94

- 国連海洋法条約第234条「氷に覆われた水域」
  - 沿岸国は、自国の排他的経済水域の範囲内における氷に覆われた水域(略)において、船舶からの海洋汚染の防止、軽減及び規制のための無差別の法令を制定し及び執行する権利を有する。この法令は、航行並びに入手可能な最良の科学的証拠に基づく海洋環境の保護及び保全に妥当な考慮を払ったものとする。
- 露が北極海航路での砕氷船先導義務付け
  - 諸外国からは同条の拡大解釈との批判あり

## ロシアの対外北極政策(2) 95

- 2017年12月30日:プーチン大統領は「ロシア国旗を掲げた船舶に対し、北極海の水域で石油製品とガスを輸送できる排他的な権限を与える法律」に署名
- 国内産業の保護(米国の”Jones Act”に類似)
  - 米国内の地点間の物品の輸送を行う船舶は、1)米国船籍で、2)米国人配乗、3)米国人所有、4)米国建造でなければならない、という法律
- 外国籍タンカーは認める方向で法改正に着手
- Arctic LNG-2への影響回避へ



## 中国の北極政策(1)

96

- 1925年:スバルヴァル条約に加盟
- 1999年:砕氷船「雪龍」をウクライナから購入
- 2004年:スバルヴァル諸島に「中国北極黄河ステーション」を建設、ここを拠点に科学調査
- 2005年:氷の減少で「北極海航路」が開通
- 2009年:日韓と共に北極評議会オブザーバー
- 2013年6月:CNPCがヤマルLNGに20%参加
- 2015年:シルクロード基金が同じく9.9%参加
- 2016年:中露が北極問題研究センター設立
- 2018年1月26日:中国の「北極政策白書」発表

## 中国の北極政策(2)

97

- 2018年1月26日:中国は「北極政策白書」を発表
- 中国は「北極近隣国家」:最も北極圏に近い国の一つ
- 中国の資金、技術、市場が北極航路の開拓や沿岸国の発展に重要な役割
- 中国は関係国と「氷上のシルクロード」を建設し、北極地域の持続可能な発展を促進
- 北極の環境、気象、生態などの科学調査を強化。北極の環境を保護し気候変動に対応
- 北極航路の開発利用、石油や天然ガスの開発、漁業資源の保護利用に関与
- 国連憲章や国連海洋法条約を堅持しながら、北極統治メカニズムの整備を提唱

## 資源開発に取り組む意義

- 基本的な目的は利益の追求、ビジネスとしての事業
  - 資源技術の開発
  - 産業育成・利益確保
  - 環境保全技術の開発
- エネルギー安全保障
  - 自前の油田権益を持つことにより、緊急時における交易停止などの影響を除去
- 北極圏における「地域秩序」の構築
  - 投資、雇用創出、インフラ建設、利益配分スキーム
  - 共通利益、共通価値による強い求心力と安定性の構築
  - 「資源争奪」ではなく「秩序形成」に貢献
  - 極地であれば国際協力での秩序構築の意義は更に高い



ご清聴ありがとうございました  
(本報告はあくまで個人の見解です)