

YACかわら版 第95回

ソユーズロケット

12月15日配信

12月7日の学校の朝の話題は「はぶさ2」のカプセル回収だったのでしょうか。「YACかわら版」も何回か記事を引用している「Space Flight Now」も「はやぶさ2」のことを続けて取り上げています

<https://spaceflightnow.com/category/news-archive/>



DECEMBER 6, 2020

SPACEFLIGHT NOW

HOME NEWS ARCHIVE LAUNCH SCHEDULE MISSION REPORTS SUBSCRIBE MEMBERS

BREAKING NEWS > [December 4, 2020] Photos: Upgraded Dragon cargo capsule rolls out to pad 39A >

News

Japanese capsule carrying asteroid rocks lands in Australia after six-year mission
© December 5, 2020

An armored re-entry capsule carrying pristine specimens from an asteroid streaked into Earth's atmosphere and parachuted to a landing in the Australian outback Saturday, bringing home extraterrestrial rocks that could hold clues to the origin of life on Earth.

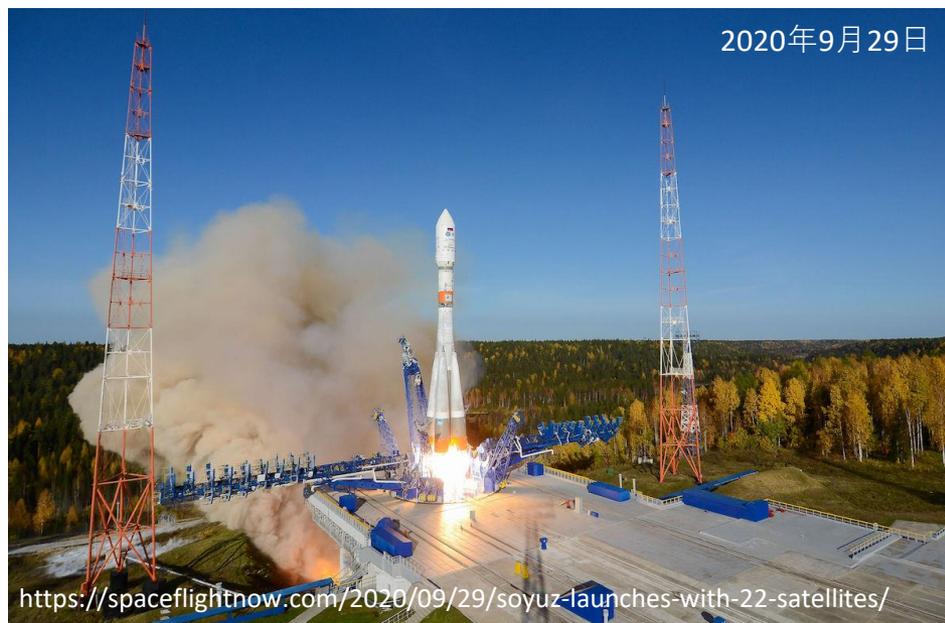
Live coverage: Hayabusa 2 asteroid sample return capsule lands in Australia
© December 5, 2020

Japan's Hayabusa 2 mission returned to Earth Saturday after a six-year mission to collect samples from asteroid Ryugu. The mission's sample return capsule landed in the Australian outback around shortly before 1 p.m. EST (1800 GMT) Saturday.

Japanese asteroid sampling mission on course for return to Earth
© December 5, 2020

Six years after departing Earth, Japan's Hayabusa 2 spacecraft released a spinning capsule Saturday containing pristine asteroid material for a scorching re-entry and landing in the remote Australian outback, where teams are standing by to retrieve the specimens for analysis.

この記事の下のほうを読んでいると、ロシアのソユーズ打上の美しい写真があります。アメリカのファルコン9は、目覚ましい展開をしていますが、ロシアのソユーズも超有名なロケットです。ソユーズに関してすこし探ってみましょう。



ロシアのソユーズロケットが**プレセツク宇宙基地**から打ち上げられ、ロシア、ヨーロッパ、カナダ、米国、アラブ首長国連邦向けに22個の衛星が軌道にいれられたという記事があります。

種子島やケネディー宇宙センター等多くの発射場が海に面した発射場でした。この発射場は延々と続く針葉樹林が背景に見えます。野口宇宙飛行士が2回目のISS滞在のために打上げられたバイコヌールのガガーリン発射台等と同じような発射台のようです。高緯度地域の針葉樹林帯タイガと空の青さが際立つ写真です。

ファルコン9もアメリカの東海岸や西海岸の発射場を利用していました。Space Launch Reportサイト記事からソユーズの打上場所を探してみました。

<https://www.spacelaunchreport.com/slr2019q4.html>

ソユーズの4つの発射場



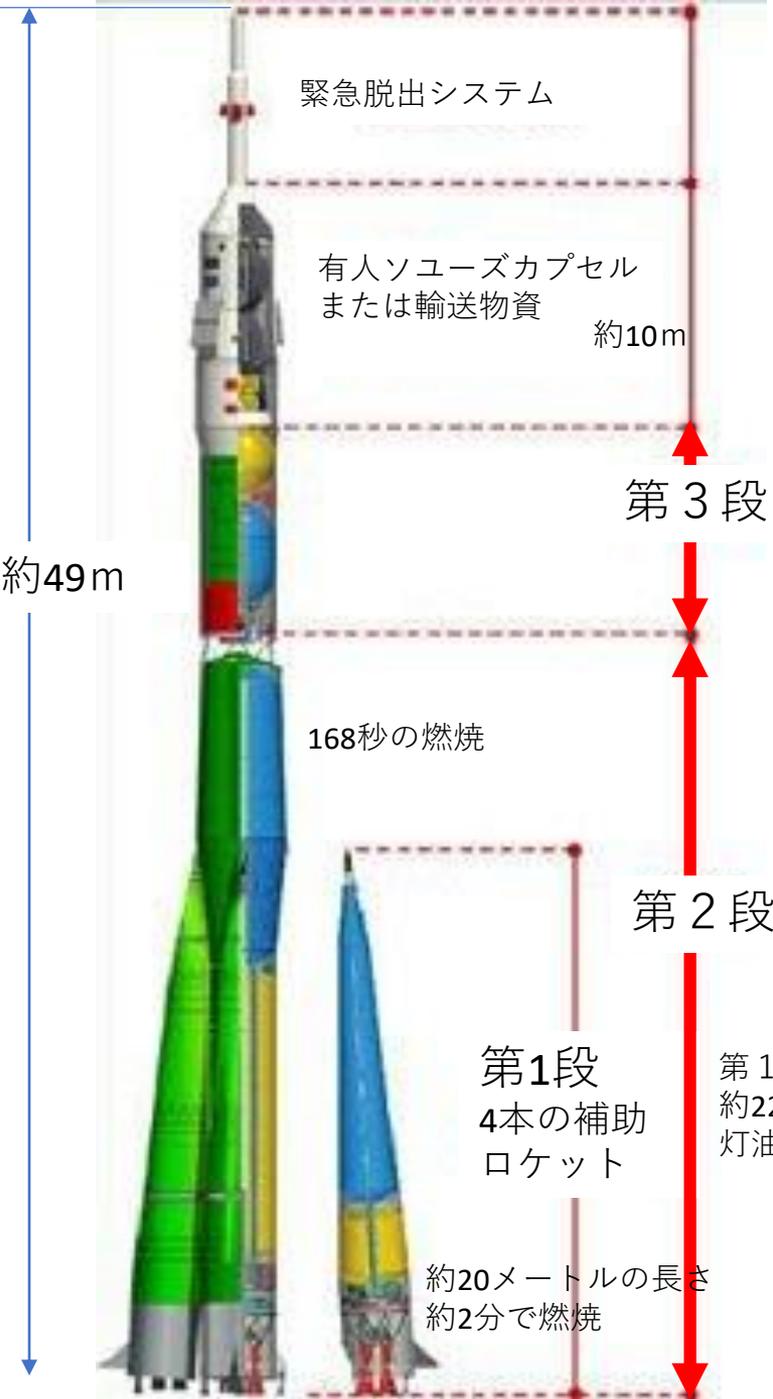
ロシア国内2か所、カザフスタン、ギアナの4か所からソユーズは打上げられます。1966年のデビュー以来、1,700回以上を打ち上げられているソユーズロケットです。

今回はソユーズのことを少し説明し、ソユーズの発射場を紹介します。ソユーズは全長約49m、約7トンの人工衛星等のペイロード（荷物）を搭載可能な3段式ロケットです。



https://www.reddit.com/r/coolguides/comments/f427i0/rockets_of_the_world/

打上日	ソユーズ型番	発射場
2020年12月3日	ソユーズ2.1b	プレセツク宇宙基地
2020年12月2日	ソユーズ2.1a	ギアナ宇宙センター
2020年10月25日	ソユーズ2-1b	プレセツク宇宙基地
2020年10月14日	ソユーズ2.1a	バイコヌール宇宙基地
2020年9月28日	ソユーズ2.1b	プレセツク宇宙基地
2020年7月23日	ソユーズ2.1a	バイコヌール宇宙基地
2020年5月22日	ソユーズ-2.1b	プレセツク宇宙基地
2020年4月9日	ソユーズMS-16	バイコヌール宇宙基地
2020年3月21日	ソユーズ2.1b	バイコヌール宇宙基地
2020年3月16日	ソユーズ2-1b	プレセツク宇宙基地
2020年2月20日	ソユーズ2-1a	プレセツク宇宙基地
2020年2月6日	ソユーズ2-1b	バイコヌール宇宙基地
2019年12月18日	ソユーズ2.1a	ギアナ宇宙センター
2019年12月11日	ソユーズ2-1b	プレセツク宇宙基地
2019年12月6日	ソユーズ2-1a	バイコヌール宇宙基地
2019年11月25日	ソユーズ2-1V	プレセツク宇宙基地
2019年9月26日	ソユーズ-2.1b	プレセツク宇宙基地
2019年9月25日	ソユーズMS-15	バイコヌール宇宙基地
2019年8月22日	ソユーズ2-1a	バイコヌール宇宙基地
2019年7月31日	ソユーズ2-1a	バイコヌール宇宙基地
2019年7月30日	ソユーズ2-1a/	プレセツク宇宙基地
2019年7月20日	ソユーズMS-13	バイコヌール宇宙基地
2019年7月5日	ソユーズ2-1b	ポストチヌイ宇宙基地
2019年5月27日	ソユーズ1-2b	プレセツク宇宙基地
2018年4月4日	ソユーズ2-1b	ギアナ宇宙センター
2019年4月4日	ソユーズ2-1a	バイコヌール宇宙基地
2019年3月14日	ソユーズFG	バイコヌール宇宙基地
2019年2月27日	ソユーズ2.1b	ギアナ宇宙センター
2019年2月21日	ソユーズ2-1b	バイコヌール宇宙基地



ソユーズロケットの概要

JAXAウェブサイトでの紹介

ソユーズロケットは、1957年のスプートニク1号の打上げに使われたロケット（R-7A）を改良したロケットであり、1966年には現在のソユーズロケットに近いものが完成しました。その後、1973年に改造され、現在のソユーズロケットに至りました。

<https://iss.jaxa.jp/iss/supply/soyuz.html>

ソユーズロケットの特徴

欧州宇宙機関（おうしゅううちゅうきかん）ESAのウェブサイトではソユーズロケットを「宇宙旅行の最も信頼性の高い手段」と説明しています。

以下ESAのウェブサイトの説明。左図は同ページの解説に加筆。

このシリーズの最初の有人カプセルは、1967年に地球軌道に投入されました。1700回以上の有人および無人打ち上げを含む履歴書を備えたソユーズロケットは、世界で最も頻繁に使用される打ち上げ機です。

最後の22トンの燃料も前方推力に変換されると、乗組員は8分40秒で旅に入り、地球の周りを低レベルの軌道に乗っています。ソユーズ宇宙船は分離し、約400キロメートルの高度に独自の力で上昇し続け、そこで国際宇宙ステーションにドッキングします。

第1段と第2段は
約225トンの
灯油と液体酸素を使用

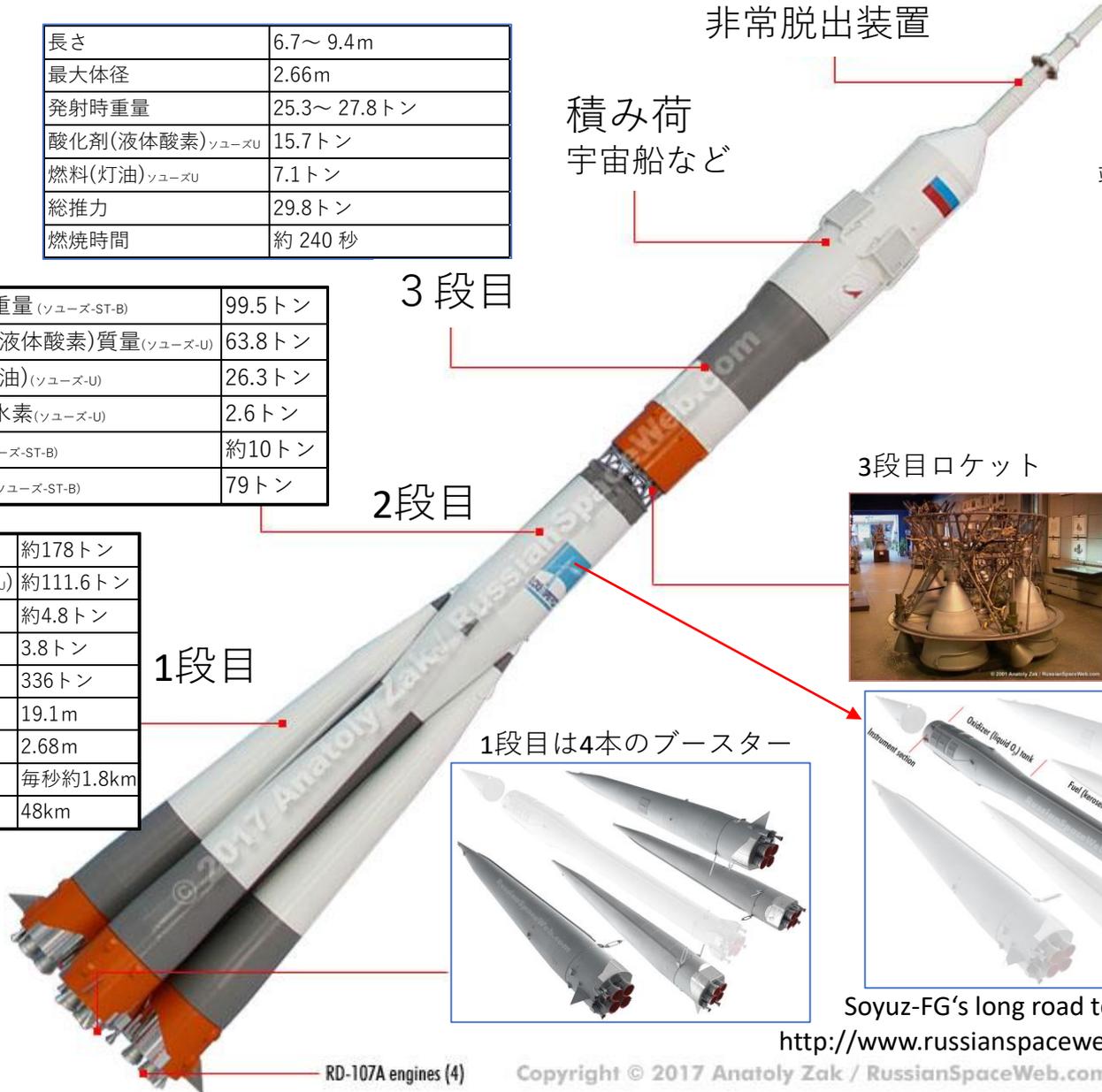
http://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Delta_a_Mission/Soyuz_launch_vehicle_The_most_reliable_means_of_space_travel

3段式ロケット「ソユーズ」

長さ	6.7~9.4m
最大体径	2.66m
発射時重量	25.3~27.8トン
酸化剤(液体酸素)ソユーズU	15.7トン
燃料(灯油)ソユーズU	7.1トン
総推力	29.8トン
燃焼時間	約240秒

発射時重量(ソユーズ-ST-B)	99.5トン
酸化剤(液体酸素)質量(ソユーズ-U)	63.8トン
燃料(灯油)(ソユーズ-U)	26.3トン
過酸化水素(ソユーズ-U)	2.6トン
自重(ソユーズ-ST-B)	約10トン
総推力(ソユーズ-ST-B)	79トン

発射時重量	約178トン
酸化剤(液体酸素)(ソユーズ-U)	約111.6トン
過酸化水素(ソユーズ-U)	約4.8トン
自重	3.8トン
総推力	336トン
長さ	19.1m
直径	2.68m
分離時の初期速度	毎秒約1.8km
分離時の高度	48km



非常脱出装置

積み荷
宇宙船など

* 緊急時に宇宙船を先端のロケットでロケット本体から離します。

3 段目

2 段目

1 段目

3段目ロケット



1段目は4本のブースター



Soyuz-FG's long road to retirementより作成

<http://www.russianspaceweb.com/soyuz-fg.html>

RD-107A engines (4)

Copyright © 2017 Anatoly Zak / RussianSpaceWeb.com

ソユーズ-MSの飛行コース例



第2段階は287秒まで燃焼

第3段は打ち上げから540秒後に最初の軌道にペイロードをのせる

フェアリングは、ロケットが毎秒1,800~2,200mの速度、高度70~100kmの高度で、127から207秒に離脱



118秒後
4つのブースター落下

約114秒後
緊急脱出装置離脱



2014年ころのソユーズの打上げの時間経緯例

段	階	経過時間
発射		0
緊急脱出ロケット離脱		114.16秒
第1段	補助ロケット分離	117.80秒
	ペイロードフェアリング分離	157.48秒
第2段ロケット	エンジンカットオフ 指令	285.05秒
	第2段ロケットI分離	287.30秒
	第3段ロケットI尾部の分離	297.05秒
	第3段ロケット主エンジンカットオフ	524.96秒
	第3段ロケット - 宇宙船の分離	528.26秒

Soyuz-FG's long road to retirementより作成

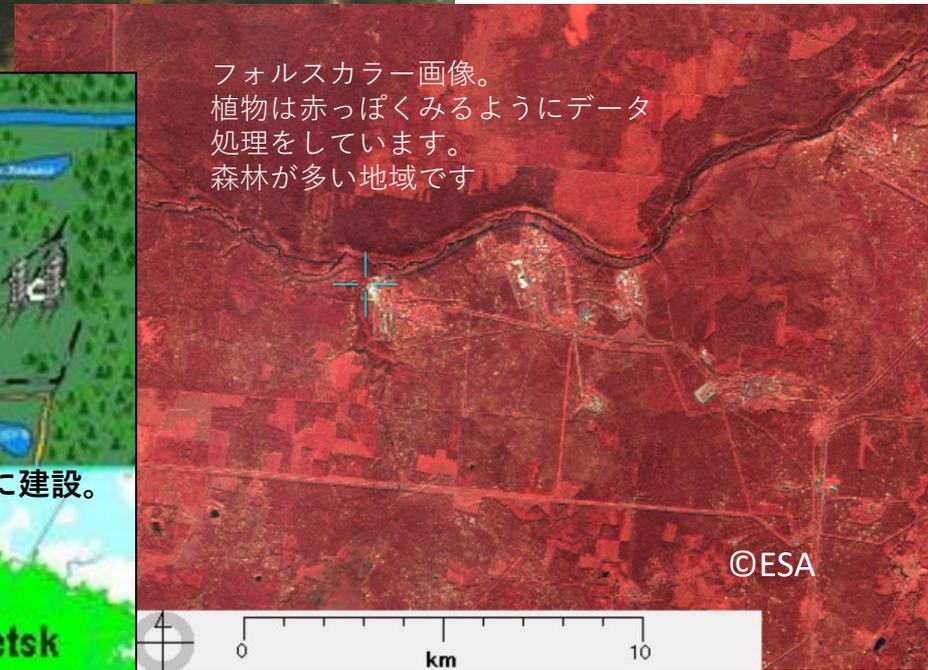
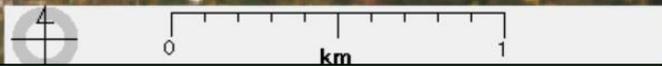
<http://www.russianspaceweb.com/soyuz-fg.html>

2020年9月26日
センチネル2

プレセツク宇宙基地



©ESA



プレセツク宇宙基地

9月25日にプレセツク宇宙基地の第43サイト第4発射台にレールで水平に移動し、その直後に垂直に建てられました。

プレセツク宇宙基地とバイコヌール宇宙基地では、組立てた後このように列車で移動します。ギニア宇宙センターとポストチヌイ宇宙基地とでは列車での移動はありません。ソユーズ2の仲間には、ソユーズ2.1a、2.1b、2.1vがあります。ソユーズ2シリーズは、98回の成功、4つの完全な失敗、3つの部分的な失敗の105回の打上がありました。

<https://www.nasaspacesflight.com/2020/09/russia-launches-3-gonets-18-smallsats/>



ランチャーの動き

http://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2006/06/Soyuz_launcher

ランチャー構造がソユーズロケットに寄り添っている。白いのは液体酸素を運ぶ車両？



避雷針鉄塔

避雷針鉄塔

照明

40/3発射台

照明

ロケットの噴出部物を逃す工夫

<https://www.space.com/40818-russian-space-centers-in-pictures.html>

バイコヌール宇宙基地

広大なバイコヌール宇宙基地の一部。
バイコヌールは現在はカザフスタンになりました。ロシアが借用していることになります



ガガーリン発射台



フォルスカラー画像でも植物が周辺にほとんどないことがわかります

ガガーリンが人類史上初めて宇宙に向かった発射台です。現在はソユースの打上に使用されています。野口宇宙飛行士の2回目の宇宙への出発はこの発射台からでした。



ロケットの噴煙等が強烈に流れている

バイコヌール宇宙基地



レールが敷かれている

<https://spaceflightnow.com/tag/gagarins-start/>

<https://spacewatch.global/2020/01/russia-kazakhstan-and-uae-to-proceed-with-modernization-of-gagarins-start-launch-facility-at-baikonur/>

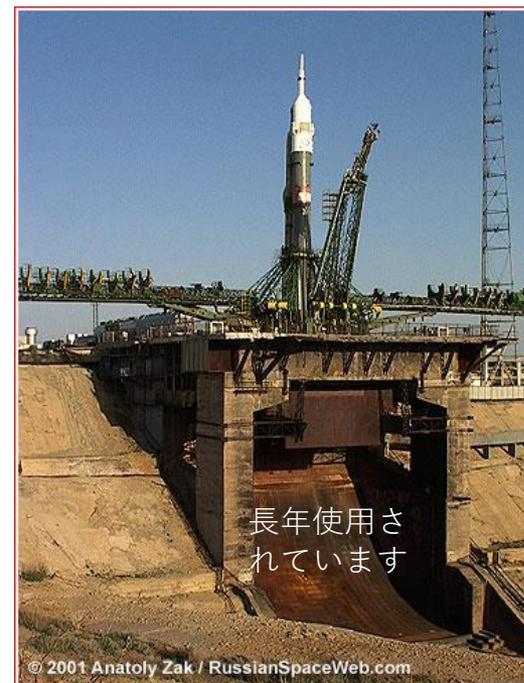


ロケットが直立しようとしているのか

現在のバイコヌール宇宙基地は、昔はソ連の宇宙基地でした。現在ではバイコヌールのロケット発射台の様子がこのような鮮明な写真で伝わるようになりました。

ロケットの打ち上げのために、もっとも合理的な配置をしようという意図が明確な構造のように感じられます。

<https://space.stackexchange.com/questions/28072/how-does-an-array-of-concrete-pillars-protect-a-launch-control-bunker>



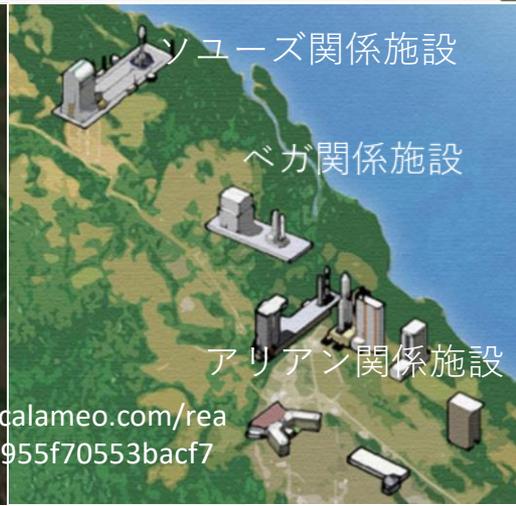
長年使用されています

© 2001 Anatoly Zak / RussianSpaceWeb.com

http://www.russianspaceweb.com/baikonur_r7_1.html

2020年8月24日
センチネル2

ギアナ宇宙センターのソユーズ施設



<https://en.calameo.com/read/0015003955f70553bacf7>

ギアナ宇宙センターのソユーズ施設



<https://www.arianespace.com/spaceport-facility/site-advantages/>

ソユーズ関係ギアナ宇宙センター施設は2004年4月に建設が始まりました。ソユーズ施設には、ランチャー統合ビル、発射制御センター、および大規模な149x 123mの火炎ダクトを備えた発射台等が備わっています。

カザフスタンのバイコヌール宇宙基地とロシア北部のプレセツク宇宙基地でソユーズに関わってきた長年の実績を活用して建設されました。ランチャー統合ビル等で組立てられたソユーズは、レールで水平に発射台に移動し、垂直位置に建てられます。

ギニアの施設の特徴の1つは、専用の高さ52メートルのガントリーです。他の西洋施設と同様に垂直位置にある間にソユーズロケットの上部に衛星などを設置することができます。これは、バイコヌール宇宙基地とプレセツク宇宙基地での方法との変化です。ガントリーは発射台の位置に移動し、人工衛星等の取付け中およびロケットの最終チェックアウト中に風雨からロケット等を保護します。打上げ日に、ガントリーは打上予定1時間まで80m移動されます。

<http://www.oiospace.com/Page/Details/34>



発射台の拡大

<https://en.calameo.com/read/0015003955f70553bacf7>

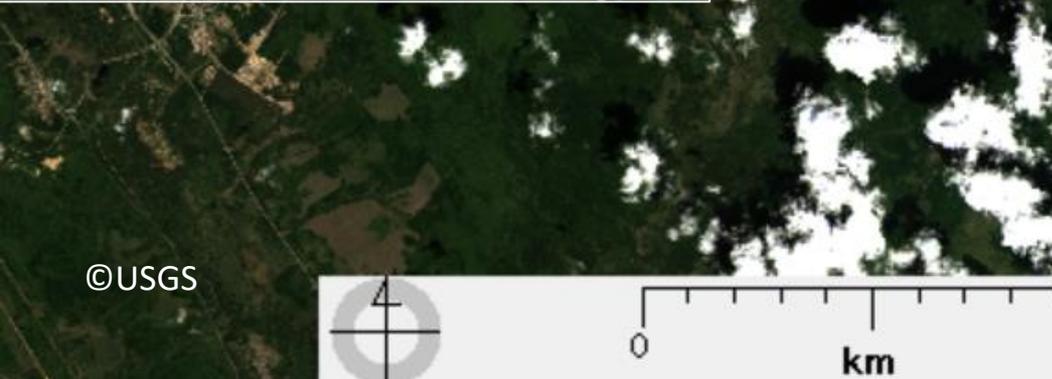
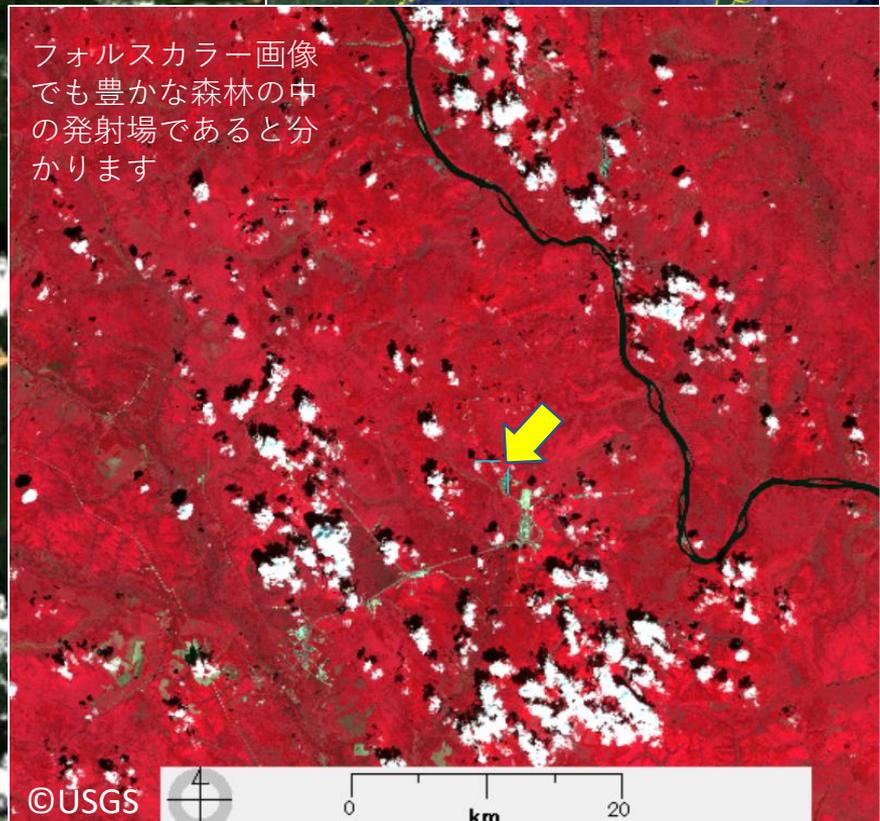
<https://en.calameo.com/read/0015003955f70553bacf7>

ボストチヌイ宇宙基地

2020年6月13日
ランドサット 8



ソユーズ発射台付近



陸路で資材を輸送するのが大変そうです。河川が利用できるのかな？

ボストチヌイ宇宙基地



バイコヌール宇宙基地とプレセツク宇宙基地の経験を活かしギアナ宇宙センターのソユーズ関係施設が建設された後ボストチヌイ宇宙基地が建設されました。ギアナ宇宙センターの施設によく似ています。

ボストチヌイ宇宙基地の総面積は、バイコヌールの約10倍の約700km²になります。建設は2020年に完成する予定です。

新しい打上施設の全体のデザインがされ新しい発射台関係施設は、バイコヌール等の報道で列車で移動されるようなソユーズの姿はないようです。

新宇宙基地はバイカル湖の東に位置しています。モスクワから約6,000km、ウラジオストクの北西1,000km以上です。中国との国境までわずか100kmです。

この発射場も赤道から遠く離れています。

https://www.rbth.com/economics/technology/2016/04/27/first-rocket-launch-from-vostochny-on-april-28_588471

針葉樹の森林を切り開いてソユーズ関係施設が建設されました。



高温の強烈なロケットの噴煙を受け止める大胆な構造がわかります。ギアナ宇宙センターのそれと類似しています。2016年4月28日、新発射台からのソユーズ2.1Aの初打上。

<https://www.theatlantic.com/photo/2016/05/russias-new-spaceport-the-vostochny-cosmodrome/480846/>

<https://russiatrek.org/blog/regions/the-construction-of-the-cosmodrome-vostochny/>