

夜空に野口宇宙飛行士のISSを見上げている皆さんで
しょうか。打上のファルコン9にも関心が深まったの
ではないでしょうか。今回はファルコン9に注目です。
次の3つのサイトを参考に、今年のファルコン9打上
情報一覧表を作成しました。

ファルコン9に注目！

海外

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

<https://spaceflightnow.com/launch-schedule/>

国内 宇宙技術開発株式会社

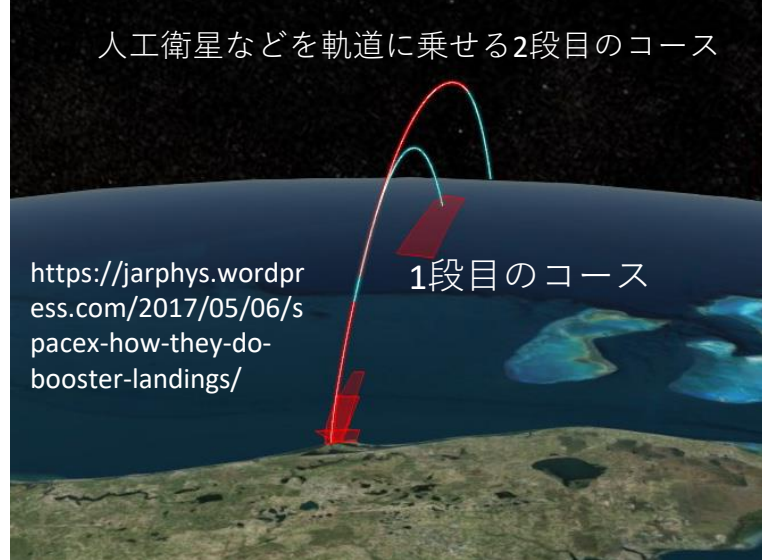
<https://www.sed.co.jp/tokusyuu/rocket.html>

打上日時 (日本時)	番号	重さ (トン)	搭 載 物	打上場所 (発射台番号)	説 明
1月7日(火)午前11時19分	ファルコン9-78	16	スターリンク衛星60機	ケープカナベラル空軍基地 40番	第1段ブースターは今回で4回目の打上げ。回収も成功。
1月19日(日)0時30分	ファルコン9-79	12	クルードラゴン無人機IFA	ケネディ宇宙センター 39A番	無人宇宙船等回収成功。第1段ブースター回収なし
1月29日(水)午後11時6分	ファルコン9-80	15.6	スターリンク衛星60機	ケープカナベラル空軍基地 40番	第1段ブースターはドローンシップへの着地および回収成功。 フェアリング1つは無事ネットによる回収に成功。
2月18日(火)午前0時5分	ファルコン9-81	15.6	スターリンク衛星60機	ケープカナベラル空軍基地 40番	第1段ブースター回収失敗。
3月7日(土)午後1時50分	ファルコン9-82	1.9	商用補給機ドラゴン20号機	ケープカナベラル空軍基地 40番	ISSへの物資輸送終了便。ケープカナベラルのLZ-1!着地。 旧13発射台を着陸ゾーンとして使用。
3月18日(水)午後9時16分	ファルコン9-83	15.6	スターリンク衛星60機	ケネディ宇宙センター 39A番	第1段ブースター最終段階で不調も打上成功。 第1段ブースター回収失敗
4月23日(木)午前4時30分	ファルコン9-84	15.6	スターリンク衛星60機	ケネディ宇宙センター 39A番	ドローンシップへの着地および回収成功。第1段ロケットは4 回目の使用で、35日間隔での再利用打上。
5月31日(日)午前4時22分	ファルコン9-85	12.5	クルードラゴン有人機(Demo-2)	ケネディ宇宙センター 39A番	スペースシャトルが2011年に引退後最初の乗組員ミッショ ン。第1段ブースター回数。
6月4日(木)午前10時25分	ファルコン9-86	15.6	スターリンク衛星60機	ケープカナベラル空軍基地 40番	ドローンシップへの着地および回収に成功。
6月13日(土)午後6時21分	ファルコン9-87	15.4	スターリンク衛星58機 スカイサット16, 17, 18衛星	ケープカナベラル空軍基地 40番	ドローンシップへの着地および回収に成功
7月1日(水)午前5時10分	ファルコン9-88	4.3	米国航法測位衛星GPS 3-SV03	ケープカナベラル空軍基地 40番	ドローンシップへの着地で回収成功。
7月21日(火)午前6時30分	ファルコン9-89	5	韓国ANASIS-II ユーロスターE3000通信衛星	ケープカナベラル空軍基地 40番	ドローンシップへの着地回収成功。40番発射台からのファル コン9の発射は55回目の打上を10年で達成。以前の同発射台か らのタイタンシリーズの発射は55回目達成までに40年かかっ た。
8月7日(金)午後2時12分	ファルコン9-90	14.9	スターリンク衛星57機 SXRS-1 7, 8号機	ケネディ宇宙センター 39A番	ドローンシップへの着地および回収に成功。
8月18日(木)午後11時31分	ファルコン9-91	15	スターリンク衛星58機 kySat 19-21) 3機	ケープカナベラル空軍基地 40番	ペイロードフェアリングの半分は以前にも使用。
8月31日(月)午前8時19分	ファルコン9-92	3.1	アルゼンチン地球観測衛星	ケープカナベラル空軍基地 40番	センターから初めてのニア極軌道打上。ケープカナベラルの着 陸LZ-1ゾーンに着地。
9月3日(木)午後9時46分	ファルコン9-93	15.6	スターリンク衛星60機	ケネディ宇宙センター 39A番	ドローンシップに着地回収。ペイロードフェアリングの半分 を回復する試みは失敗。
10月6日(火)午後8時29分	ファルコン9-94	15.6	スターリンク衛星60機	ケネディ宇宙センター 39A番	ドローンシップに着陸回収。フェアリングの1つはceXの回収 船回収。
10月18日(日)午後9時26分	ファルコン9-95	15.6	スターリンク衛星60機	ケネディ宇宙センター 39A番	ドローンシップに着地回収。フェアリングは回収船のキャッチ ネットを突破し損傷したもよう。
10月25日(日)午前0時31分	ファルコン9-96	15.6	スターリンク衛星60機	ケープカナベラル空軍基地 40番	ドローン回収船に着地回収。
11月6日(金)午前8時24分	ファルコン9-97	4.3	米国航法測位衛星GPS 3A-04	ケープカナベラル空軍基地 40番	ドローン回収船に着地回収。
11月16日(月)午前9時27分	ファルコン9-98	12.5	クルードラゴン宇宙船 (Crew-1)	ケネディ宇宙センター 39番	第一段ブースターの回収成功。
11月22日(日)午前2時17分	ファルコン9-99	1.1	海洋観測衛星センチネル6号 ESA/NASA Sentinel-6	ヴァンデンバーグ空軍基地 4E番	衛星発射に成功し、バンデンバーグ空軍基地に戻る。4E発射 台西着陸ゾーンに無事着地。
11月25日(水)午前11時13分	ファルコン9-10	15.6	スターリンク衛星60機	ケープカナベラル空軍基地 40番	第1段ブースター7回目の着陸成功。

11月26日までになんと23回も打ち上げています。
11月29日日本のH-IIAロケット43号機(H-IIA・F43)は「光データ中継衛星」(JDRS:Japanese Data Relay System/LUCAS:Laser Utilizing Communication System)の打上に成功しましたが、ファルコン9の打上回数とその多様性に驚きます。

1段目を回収する → 海上で！

600km以上離れた海上の無人ドローンシップに垂直におろす！
うまく回収できるのか？
なぜ回収するのか？
どのように回収するのか？
海上の気象条件も大変！



多くのファルコン9 (1段目) の飛翔コース

スペースX社資料より作成

打ち上げから約2分20秒後メインエンジン停止
2段目が上昇

1段目は向きを変える

ASCENT

上昇

打ち上げから約1分で機速は秒速1000m(時速3600km)に。

突入燃焼 **ENTRY BURN**

約時速約5000kmからスピードを落とす

3約0秒間の噴射

で時速5000kmから時速2700kmに

AERODYNAMIC GUIDANCE

フィン等使用し空力的に誘導

VERTICAL LANDING

着陸に向けた着陸噴射
時速600kmから急速にスピードダウン

LAUNCH

発射

無人ドローンシップ

AUTONOMOUS DRONE SHIP



海上で回収の実際

portandterminal.com より
2020年6月30日



ドローンシップ

<https://www.portandterminal.com/video-spacex-falcon-9-lands-its-reusable-rocket-on-drone-ship/>

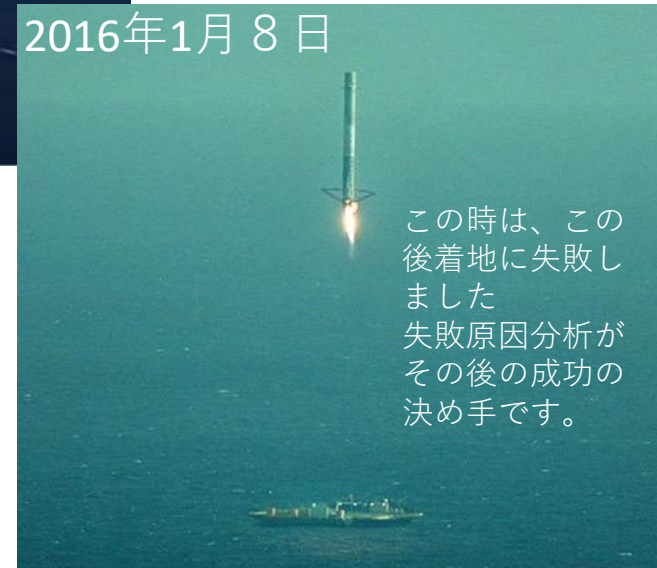
クルードラゴン有人機(Demo-2)でNASAの宇宙飛行士ダグハーリーとボブベンケン(5月31日日本時)に打上の1段目がドローンシップに降りる。

第1段だけの姿で着地します。過去の光景と少し感じが違います。ロケットの下部にも、打ち上げ時には見えなかったものも見えます。脚です。大きな役割を果たします。1段ブースターは、9本ありますが、3本を着陸に使用しているようです。



約634km離れた海上でドローンシップは待ち受けます。予想地点で位置を保つための工夫もたくさんあるはずですよ。

2016年1月8日



この時は、この後着地に失敗しました。失敗原因分析がその後の成功の決め手です。

<https://www.geekwire.com/2016/spacex-falcon-9-booster-landing-pacific-jason-3-jan-17/>

海上で回収の実際

ウェブサイトのイラストより

popularmechanics.com
2015年4月13日

<https://www.popularmechanics.com/space/rockets/a13927/space-reusable-falcon-9-diagram/>

ドローンシップの母港
ケープカナベラル港
<https://www.marinetraffic.com/en/ais/home/portid:210/zoom:13>

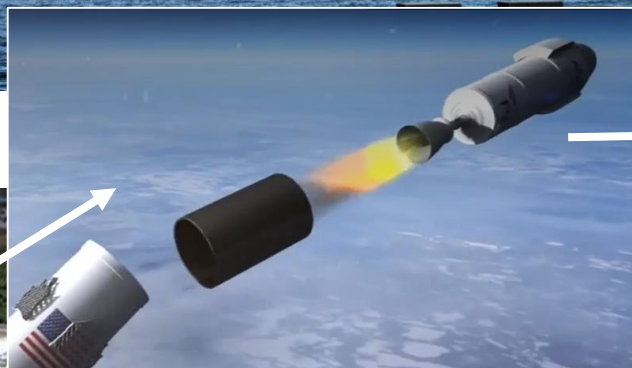


9つのエンジンのうち
3つを使用し
姿勢を変える

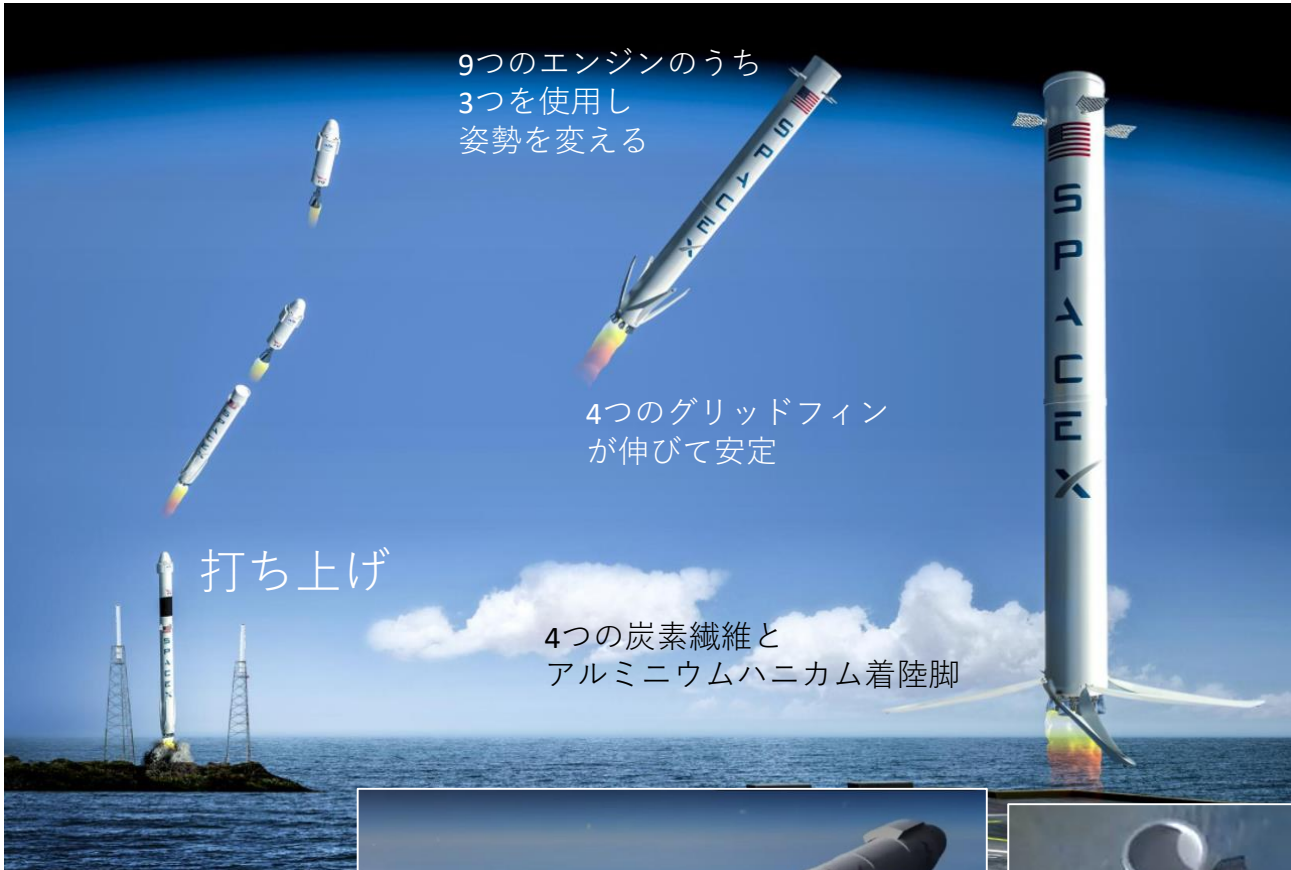
4つのグリッドフィン
が伸びて安定

4つの炭素繊維と
アルミニウムハニカム着陸脚

打ち上げ

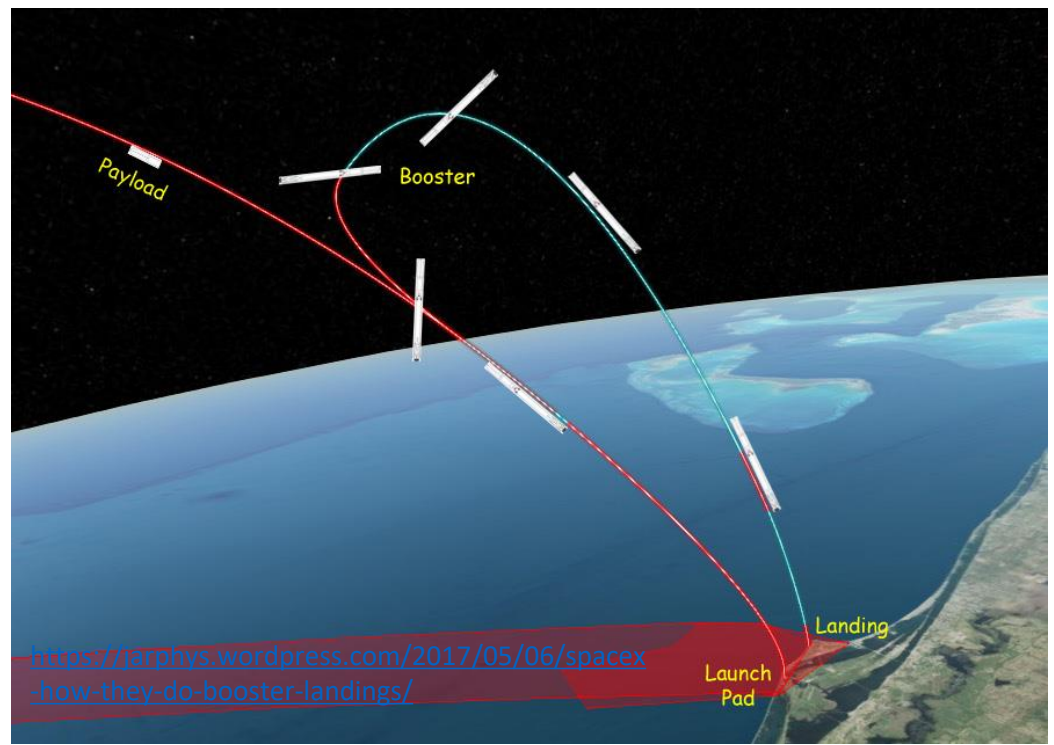


飛行時間:約9分



陸地で回収

- ・打ち上げから約2分半後、9つのブースターメインエンジンをオフ
- ・ロケットを回転
- ・9つのエンジンのうち3個を噴射。
1600m/s以上の速さから約600m/sまで減速。海岸線に向かって西に戻る。
- ・約1300から360 m / sに遅くする
- ・高度約4マイルで、9つのエンジンのうち1つを噴射して着陸を遅くする。陸地を目指す。



<https://www.glassdoor.com/Photos/SpaceX-Office-Photos-IMG1784953.htm>

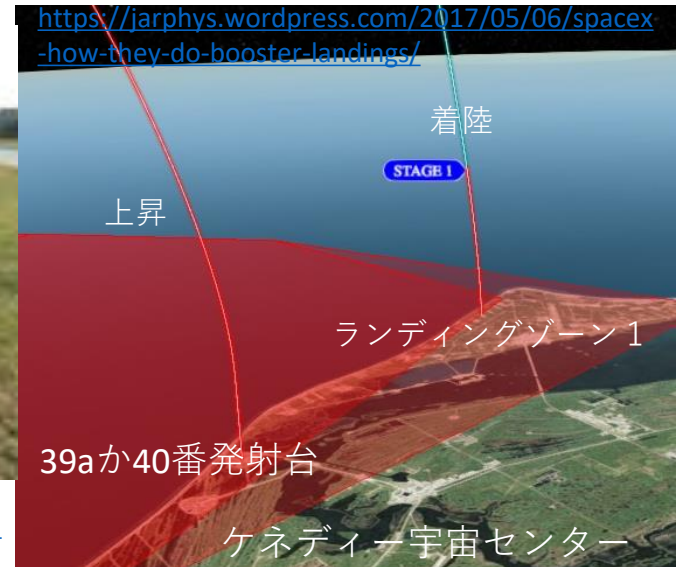


<https://www.universetoday.com/124013/spacex-launch-2/>

旧13番発射台を改修



[SpaceX Falcon 9 Rocket and Landing Zone 1 Ready for Historic Dec. 21 Blastoff - Live Webcast - Universe Today](https://www.universetoday.com/124013/spacex-launch-2/)



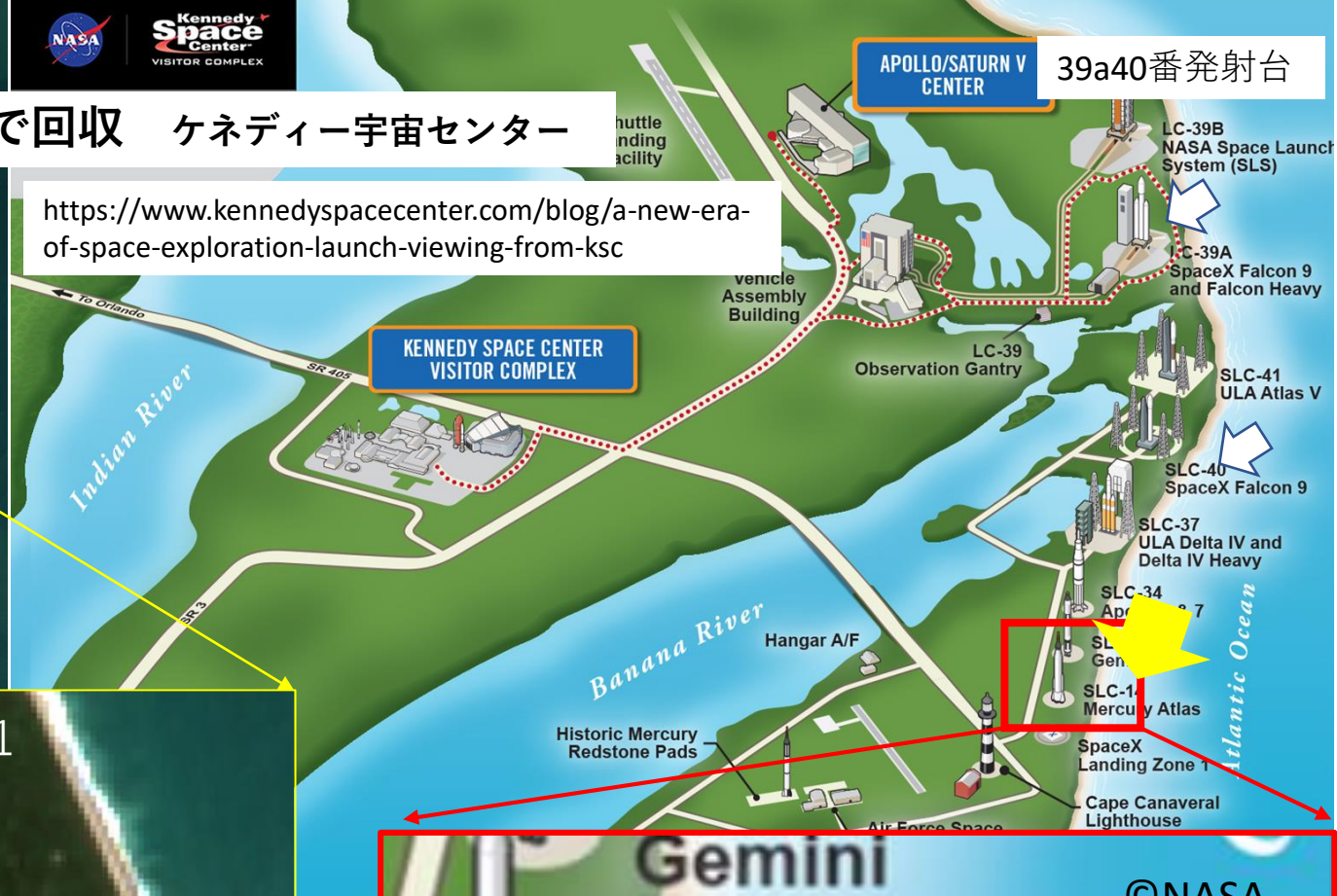
2020年3月14日
センチネル2
82,83号機打上の間

©ESA



陸地で回収 ケネディー宇宙センター

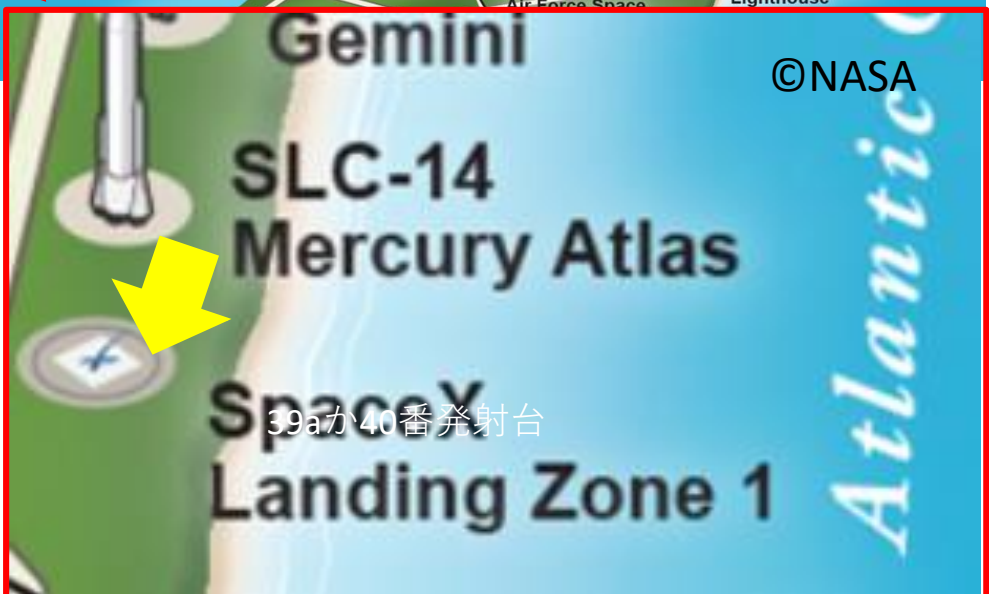
<https://www.kennedyspacecenter.com/blog/a-new-era-of-space-exploration-launch-viewing-from-ksc>



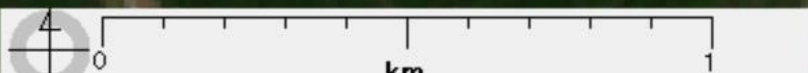
着陸ゾーン1

1-2

主着陸ゾーン1-1



39aか40番発射台



陸地で回収 バンデンバーグ空軍基地の場合

バンデンバーグ空軍基地

スペースシャトルも着陸
できる約4.5kmある滑走路

ファルコン9 バンデンバーグ空軍基地に
搭載カメラから

spacenews.com 2020年11月22日

<https://spacenews.com/falcon-9-launch-ends-long-hiatus-in-vandenberg-launches/>



着陸ゾーン

発射ゾーン



0

©ESA

km

2020年11月17日

センチネル 2

10

太平洋

2018年10月7日

<https://www.nasaspaceflight.com/2018/10/spacex-falcon-9-saocom-1a-launch-west-coast-landing/>

[nasaspaceflight.com](https://www.nasaspaceflight.com)



着陸ゾーン



第1段着陸のイメージ

2015年2月17日

spaceflightnow.com

<https://spaceflightnow.com/2015/02/17/spacex-leases-property-for-landing-pads-at-cape-canaveral-vandenberg/>

2020年11月17日
センチネル2
©ESA

4 W 発射台
現在着陸ゾーン

4 E 発射台



フェアリングも回収



©ESA

世界の海面は平均して年間平均3.2mm前後上昇しているそうです。この海面の高さの測定するためにESAはセンチネル6を計画しました。アメリカのヴァンデンバーグ空軍基地から11月22日にファルコン9で打上げられました。イラストでは打上げ時に衛星を守るためのカバー（フェアリング）が開いています。フェアリングは海面に落下します。

https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2020/08/Artist_s_view_of_Sentinel-6_during_Falcon_9_fairing_release

2015年6月海岸で見つかったフェアリング



<http://www.collectspace.com/ubb/Forum14/HTML/001305.html>



打上場所

回収場所

<https://spacenews.com/spacex-to-retrieve-fairing-that-washed-up-in-bahamas/>

どうやって回収するか！？

- ・パラシュートを利用
- ・自由落下中の位置をつかむ
- ・落下を予測する
- ・すばやく移動する
- ・確実にフェアリングをつかまえる
- ・海水につからないようにする



<https://www.teslarati.com/spacex-next-falcon-9-launch-twin-fairing-recovery-ships-debut/>

SpaceXフェアリングキャッチテスト



<https://www.engadget.com/space-x-falcon-9-005622474.html>

ファルコン9 91号機打上のフェアリングを回収



<https://kalingatv.com/world/watch-jaw-dropping-video-of-ship-catching-falcon-9-rocket-fairing/>

ポートカナベラル港で目撃されたファルコン9の脚部



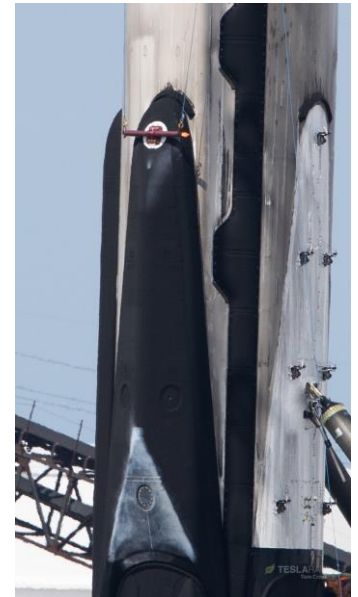
<http://kenkremer.blogspot.com/2018/11/spacex-recovered-falcon-9-landing-legs.html>



ドローンシップから
岸壁に
その場で検査してい
る
脚部も作動を検査し
ている

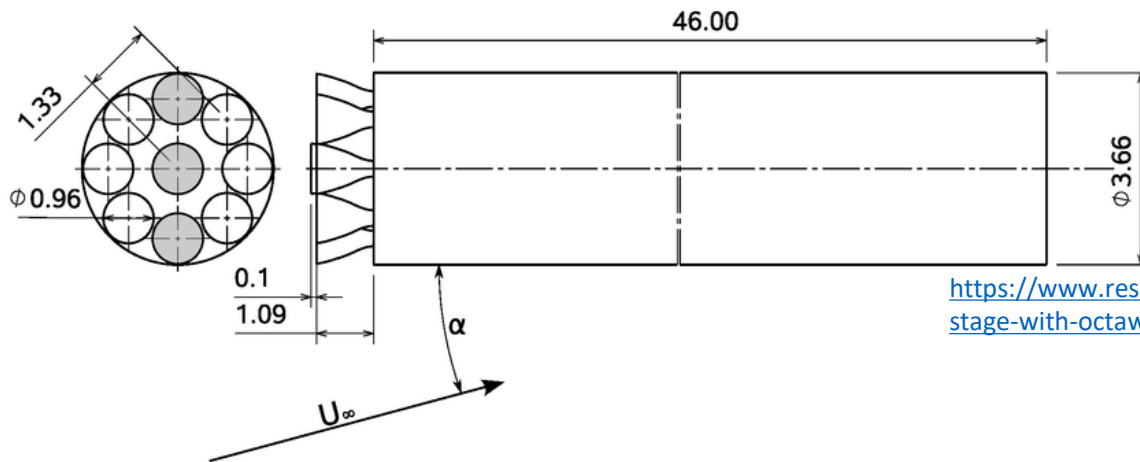


<https://www.spaceupclose.com/2020/07/all-legs-retracted-on-recovered-spacex-falcon-9-booster-from-gps-launch-photos/>



<https://www.teslarati.com/spacex-starts-falcon-9-landing-leg-retraction/>

ファルコン 8 の9つのブースター



ファルコン9の第1段ブースター説明 (m)
灰色部分のエンジンのみ着地時の操縦に使用される

https://www.researchgate.net/figure/Simplified-geometry-of-Falcon-9-first-stage-with-octaweb-engine-configuration-Only_fig2_318295483



工場に並ぶ第1段部分。量産体制の様子がわかる

<https://www.spaceflightinsider.com/organizations/space-exploration-technologies/spacexs-merlin-1d-built-to-enable-human-space-exploration/>

続く