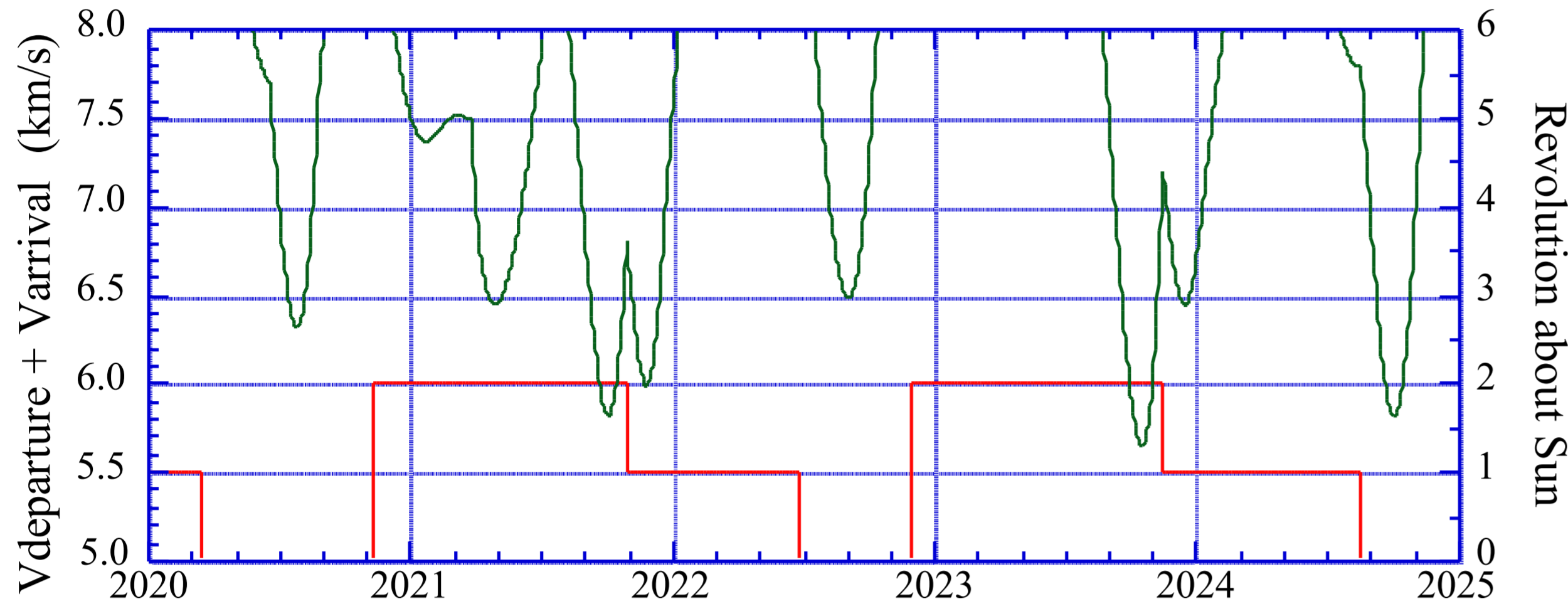


尾川順子 竹内央 春木美鈴 近藤義典 松本秀一 藤田和央 (JAXA)

現在 2020 年代初頭の実現を目指して、火星着陸技術実証ミッションの検討と、そのフロントローディング技術開発が進められている。本発表では、2020年代初頭に火星に到達するための軌道計画、火星到着時の軌道決定精度解析、および目標地点に着陸するための火星大気圏内空力誘導について初期検討結果を紹介する。

## 火星への打上げ機会

2020年, 2022年, 2024年に, 太陽1周回未満で火星に行けるウィンドウがある。この中では2020年のウィンドウが最良であり, 2022, 2024年のウィンドウは効率が良くない。



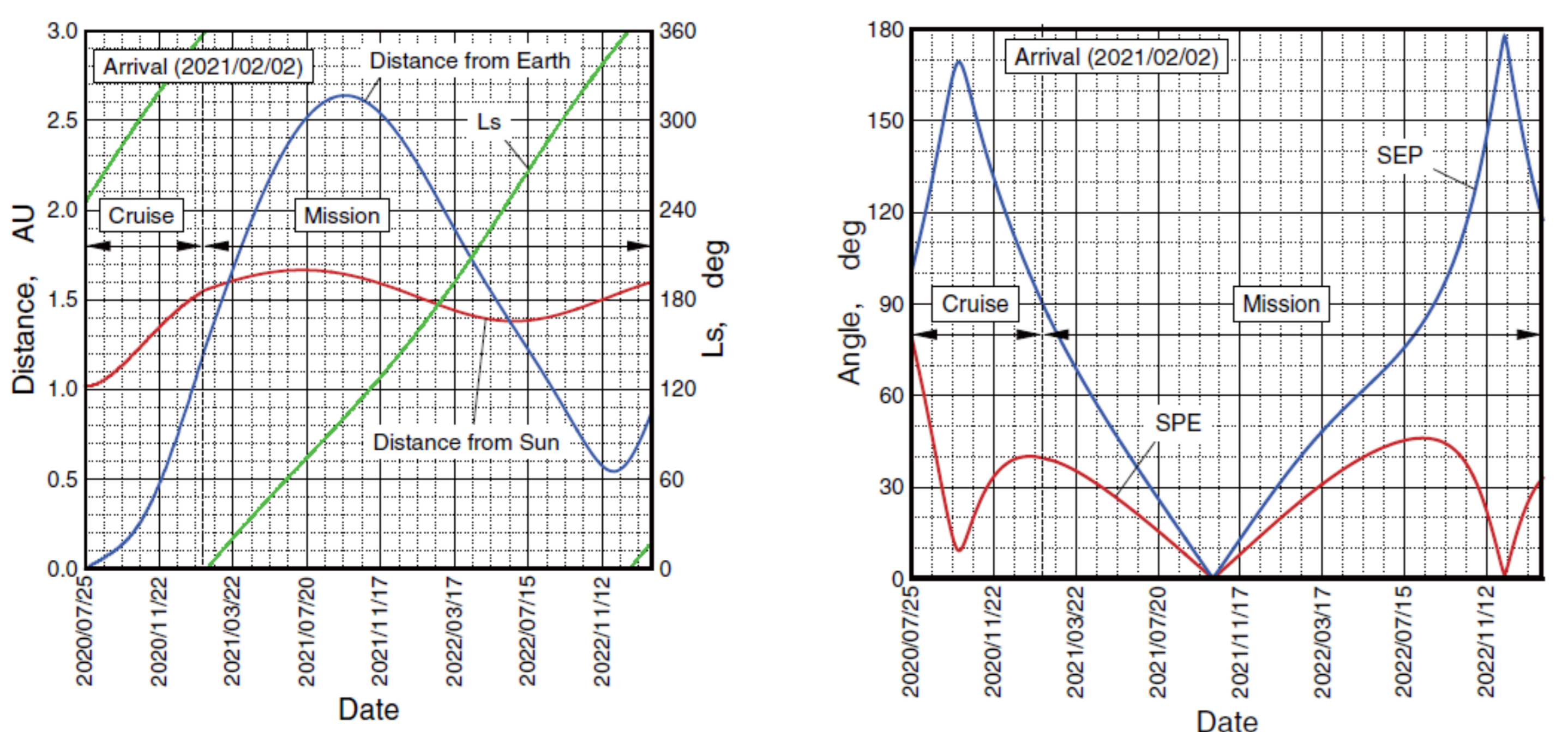
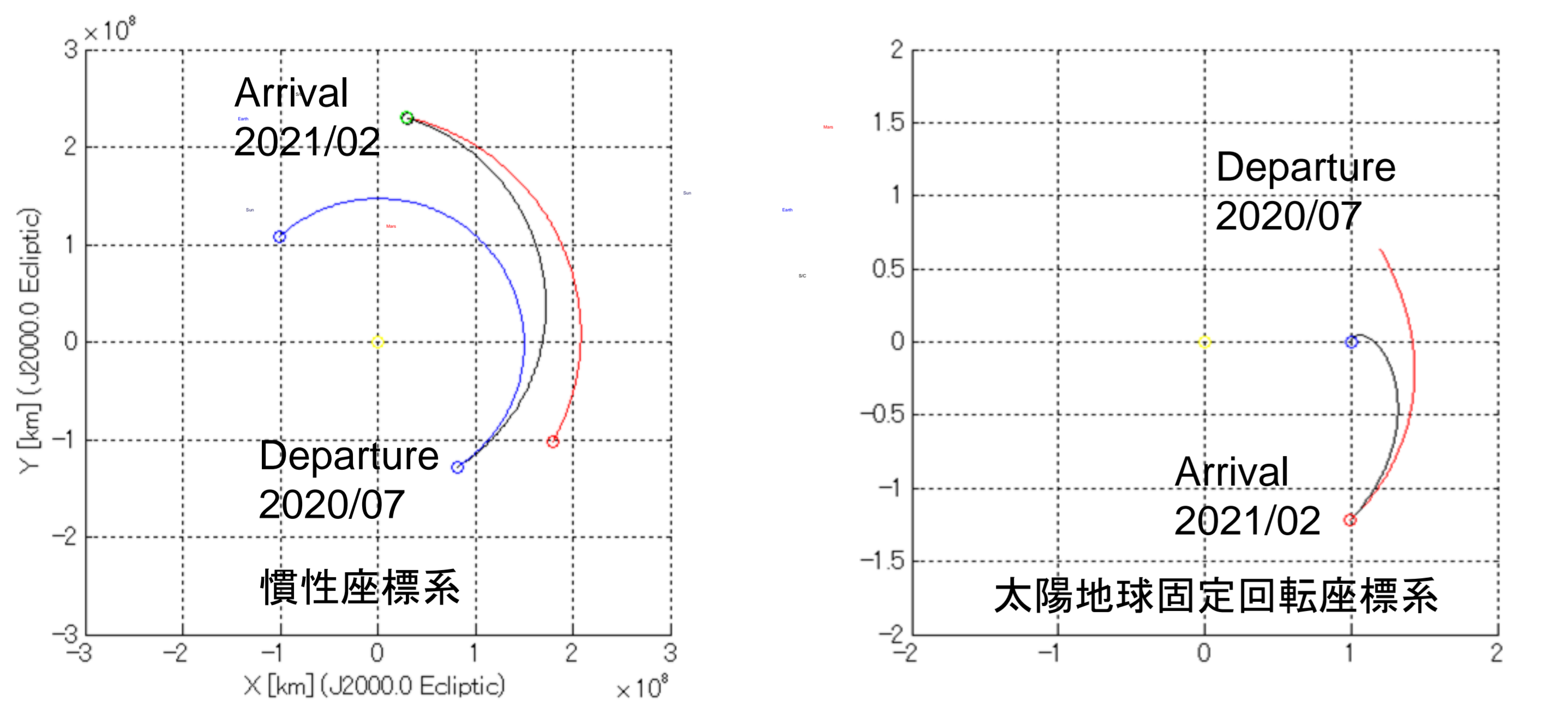
## 打上げウィンドウ設定と軌道ベースライン

以下の条件を考慮して, 打上げウィンドウを下記の表のように想定した。

- H-IIA 202によりTNSCから打上げ
- 中規模ミッション相当の重量
- 惑星間空間から火星大気圏にダイレクトエントリ
- 火星到着時の探査機-地球距離が1.8auである必要(通信系要求)

出発日	2020/7	2022/9	2024/10
到着日	2021/2	2023/4	2025/5
飛行日数	192	205	215
到着時Ls	357.2	44.8	83.4
出発V $\infty$ (km/s)	3.668	4.304	4.224
到着V $\infty$ (km/s)	2.762	3.623	4.367
H-IIA202惑星間投入能力(t)	約1.4t	約1t	約1t
出発 $\alpha$ (deg)	13.77	58.18	100.435
出発 $\delta$ (deg)	21.216	46.195	49.494
種子島からの打上易さ	○	△	△
到着時太陽距離 (au)	1.55	1.65	1.66
到着時地球距離 (au)	1.2	1.45	1.54
着陸時太陽-火星-地球角(deg)	39.46	36.9	36.48
着陸時通信	○	○	○

2020年打上げにおける軌道ベースラインに基づいた火星遷移軌道図および太陽・地球距離, SEP/SPE角を以下に示す。



## 大気圏突入インタフェース点

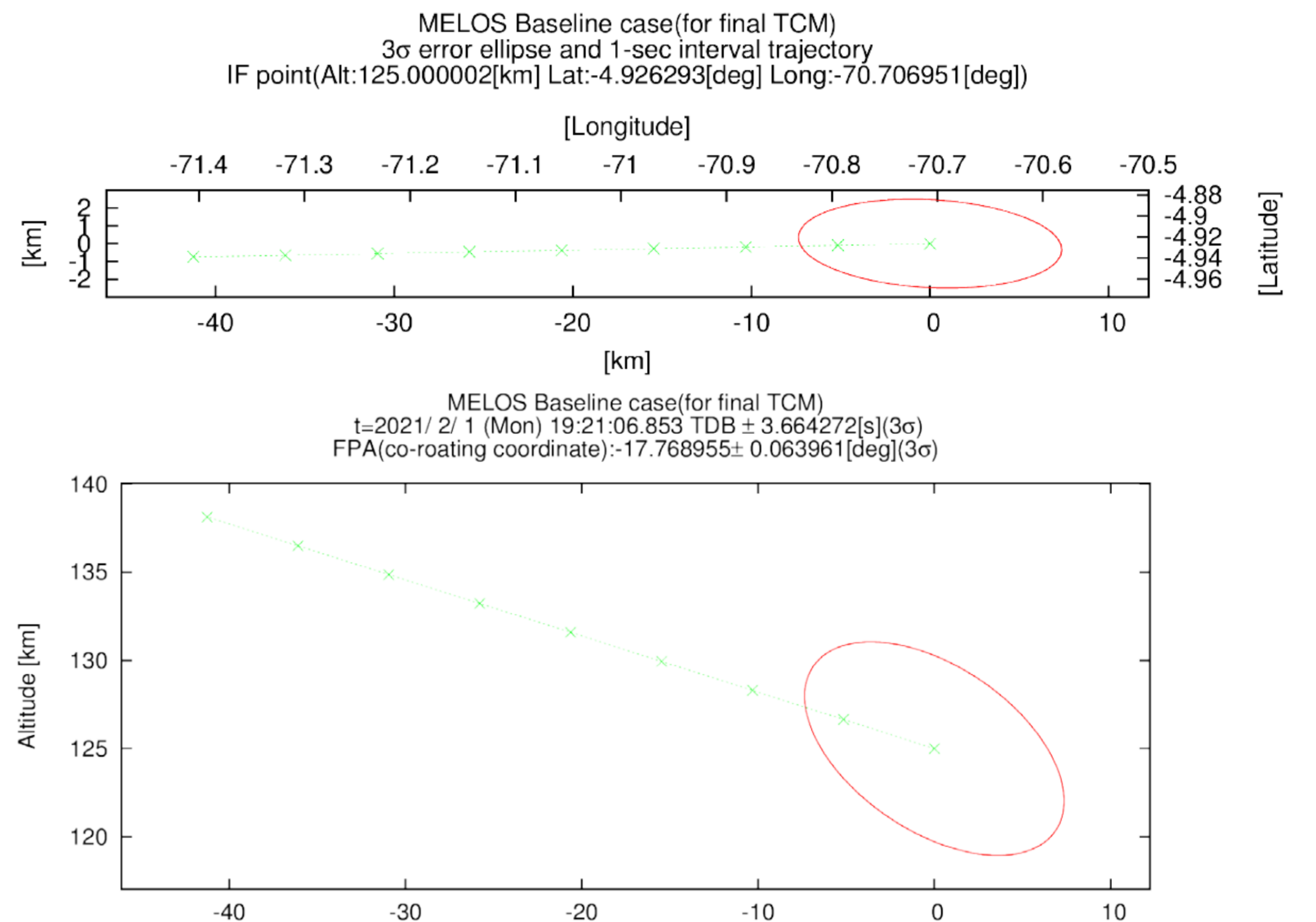
火星大気圏突入インタフェース点を高度125kmとし, ここからパラシュート開傘高度(8km)までを揚力誘導フェーズと定義する。

- FPA: -17deg
- インタフェース点高度: 125km
- パラシュート開傘高度: 8km

以下では例として, Juventae Chasma(東経298.2度, 南緯4.8度)を着陸点と仮定し, 軌道決定精度解析および空力誘導誤差解析を行った結果を紹介する。

## 軌道決定精度解析

大気圏突入前にTCMおよびRARR・DDORの実施を仮定し, worst, nominal, improvedの3種類の誤差を仮定して, インタフェース点における軌道決定精度解析を行った(下図はnominalの例)。nominalでは3 $\sigma$  で9.9km程度, worstでも25.7km程度の誤差楕円となっている。



## 揚力誘導誤差解析

突入カプセルは、速度方向に対して迎角を持たせることで機体に揚力を発生させる。さらにバンク角制御によりダウンレンジは約120km、クロスレンジは約35kmの誘導能力を持つ。これをもとに、空力誤差 $\pm 25\%$ を考慮して基準バンク角を62degに設定した。

実時間予測積分誘導則を適用し, 初期状態量誤差, 初期航法誤差を仮定してモンテカルロ解析を行った結果を示す(楕円は3 $\sigma$ )。worst, nominal, improvedいずれのケースにおいても半径5km以内に収まっている。フルサクセスクライテリアにおいてローバが10km以上走破するので, ミッション上十分な着陸精度といえる。

