

一番星へ行こう！ 日本の金星探査機の挑戦 その38 ～超長時間日陰クリア！～

豊田 裕之¹，山崎 敦¹，今村 剛²

(要旨) 2019年1月，あかつきはこれまでで最も長い日陰を乗り越えることに成功し，さらなる長期ミッションへと踏み出した。

順調に金星観測を続けていたあかつきは，2019年1月30日，一つの山場を迎えました。これまでに経験したことのない長さの日陰，つまり金星の影に入る時間帯が生じるのです。日陰では太陽電池による発電ができない状況で探査機をヒータで暖めねばならないため，バッテリー(蓄電池)が頼りとなりますが，バッテリーの容量は限られています。金星の赤道上空を周回するあかつきはほぼ周回ごとに日陰を経験しますが，その1回あたりの長さは通常30分くらいです。ところが今回の日陰は半影も含めると302分，本影だけでも199分もあり，これは設計時に想定していた最長の日陰時間の90分をはるかに越えています。あかつきが当初予定していなかった長周期の軌道に入ったためにこのような事態となったのですが，はじめにこの日陰が予測されたときには，これを乗り切ることは到底不可能に思われました。

今回ほどではないが長い日陰は2018年7月29日にもありました[1]。戦略はそのときと同じです。日陰に入る前に，探査機の設定温度を通常より引き上げて余熱しておくとともに，バッテリーを安全な範囲で過充電します。日陰中は，搭載機器のヒータ温調設定を機器の保存温度下限ぎりぎりに設定(日陰設定)するとともに，バッテリー温度を高めに設定して放電可能容量を引き上げます。

実際の電源系のテレメトリデータを図1に，探査機

の温度データを図2に示します。11時06分(UTC，以下同様)に日陰が始まると同時に，それまで昇温設定にしていた搭載機器の温調温度を下限まで引き下げました。事前の余熱の効果もあり，半影中のヒータ電力は数十Wという比較的小さな数値で推移しています。11時41分には太陽電池パネル(SAP)だけでは必要電力をまかなえなくなり，バッテリーの放電が始まりました。それでも12時1分に本影が始まるまでSAPは発電を続け，バッテリーの節約に一役買いました。本影開始後は探査機の冷却を押しとどめるべくヒータ電力が徐々に上昇し，13時台には上限の200 Wに届き始めました。バッテリー放電電力は最大で450 Wに届く程度で，これは事前の予測どおりです。本影後半には探査機全体がほぼ保存温度下限になり，まさにサバイバルの様相を呈しています。電源担当者は手に汗を握りながら手元の予測グラフとバッテリー電圧を見比べ続けました。

そして15時20分，本影が終わり半影に移行して太陽光が当たり始めましたが，SAPの発電量がまだ十分ではないため，さらに30分程度バッテリーの放電が続きます。探査機温度もまだ低温側に張り付いています。ここで慌てて温調を通常設定に戻してはいけません。半影終了時刻まで日陰設定を継続して，消費電力を最小限に抑え，探査機が十分に温まってくるのを待ちました。

バッテリーが放電モードから充電モードに切り替わったのが15時48分。無事に日陰を乗り切った瞬間です。これまでの日陰での経験をもとに立案した作戦が功を

1. 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所
2. 東京大学大学院 新領域創成科学研究科
htoyota@isas.jaxa.jp

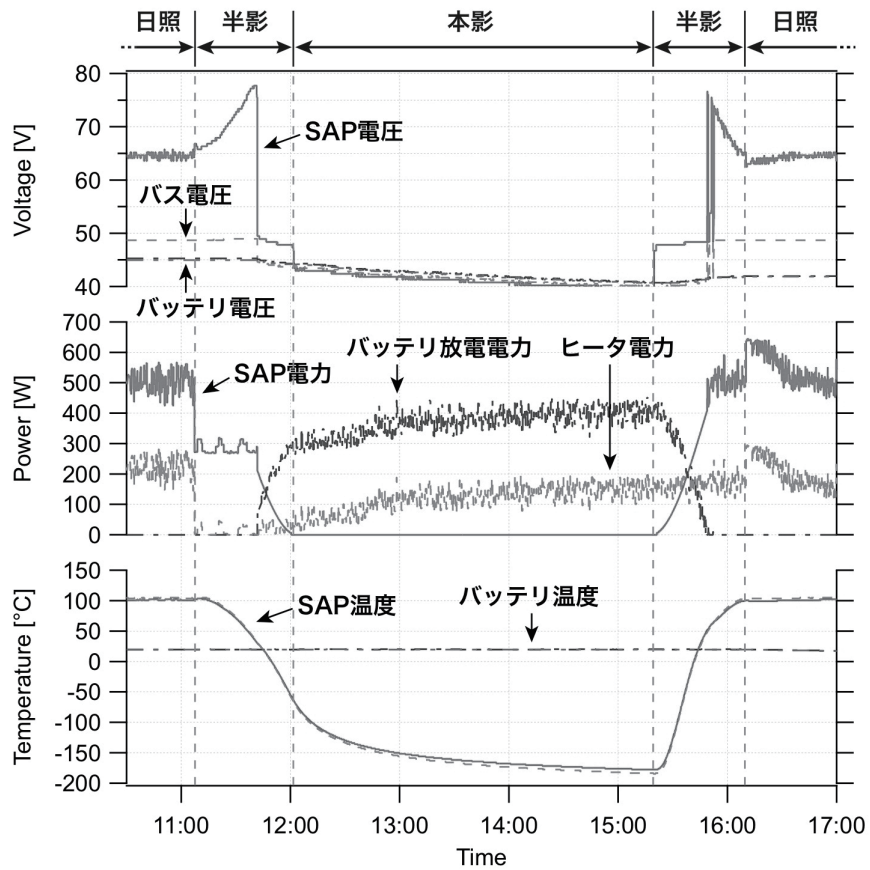


図1：2019年1月30日の日陰における電源系機器の電圧・電力・温度の推移。

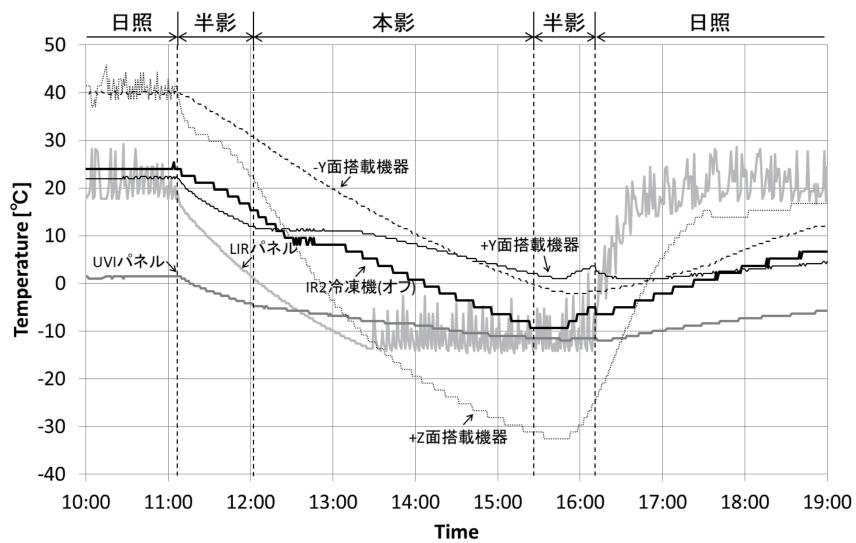


図2：2019年1月30日の日陰における探査機温度の推移。

奏し，昇温設定～日陰設定～通常設定と遷移した熱制御運用を計画通り実施することができました。

さて，事前予測ではバッテリー容量には最悪で5 %しか余裕がないと見込んでいました。これに対し，実際には30 %強を残して放電を終えています。各種のマージンを見込んでいたための結果ですが，今後バッテリーの容量劣化が進み，日陰運用は徐々にシビアになるはずですが，少しでも長い運用とより多くの科学成果の創出のため，気を引き締めてまいります。

参考文献

- [1] 山崎敦ほか, 2018, 遊星人 27, 258.