

第 1 章

提案手法の実践と評価

1.1 実践例

最後に、不具合分析の具体的な流れをみるために、以下のような故障を考え、不具合分析を行っている。

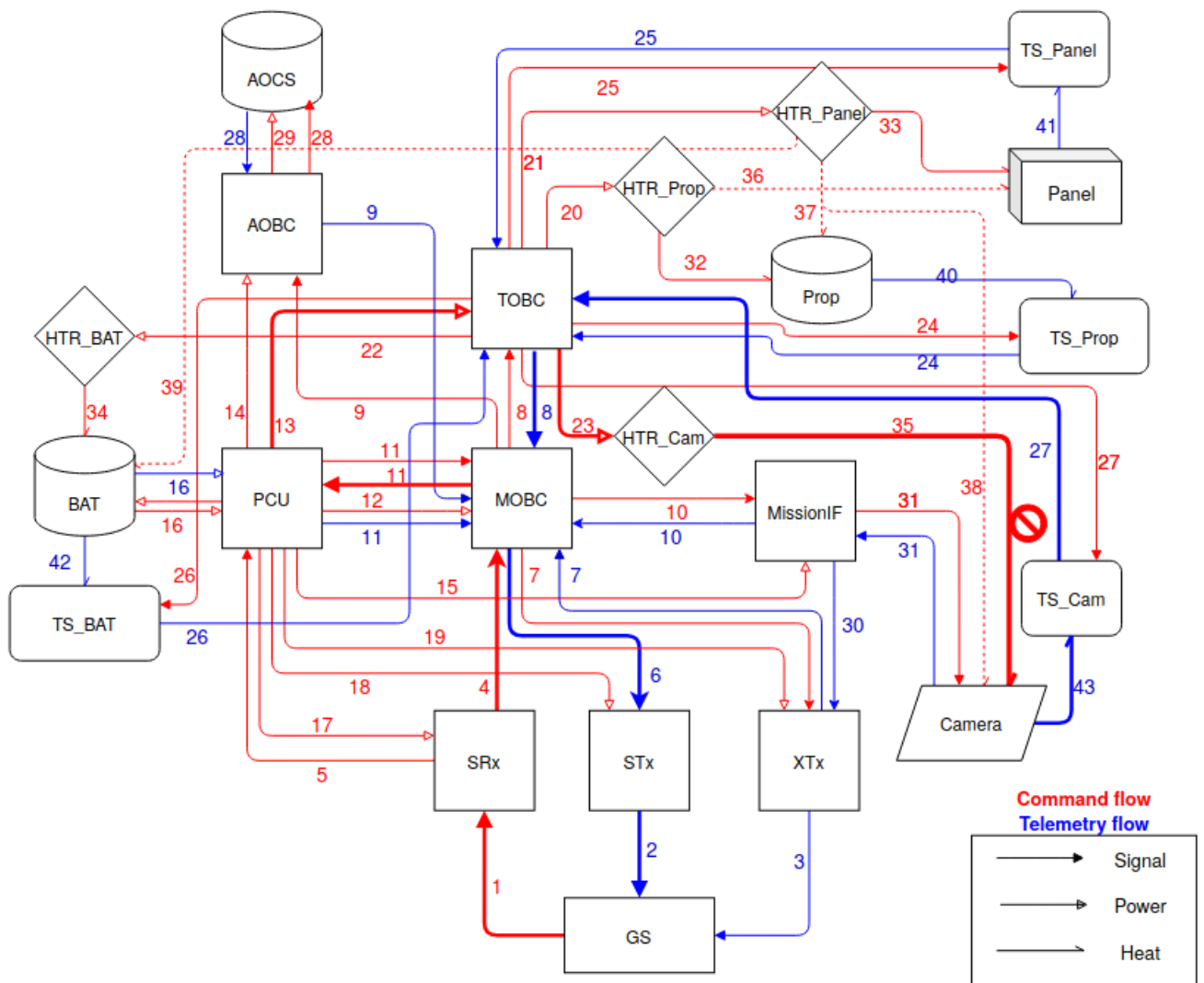


図 1.1 故障モード (HTR_Cam - Camera 間)

図 1.1 に示すような、カメラヒーター-カメラ間接触不良が発生している場合を考える。この時、異常検知の際の不具合事象としては、

- カメラヒータ ON コマンド (ID:15) を送信したのに、カメラ温度 (ID:18) が上昇しない

という事象である。以下に、この事象に本手法を適用した例を示す。まず、図 1.2 に故障候補の決定及び、テレメトリ情報を用いた確認の段階を示す。故障候補の決定では、不具合事象を検知するきっかけとなったコマンドとテレメトリが形成する経路を探索し、targetTEL, targetCOM として提示している。その後、時間変化するテレメトリ情報を用いて確認できる故障候補を提示し、返ってくるテレメトリが正常かどうかを入力させることで、切り分けを行っている。

```

targetTEL: [43, 27, 8.0, 6.0, 2.0]
targetCOM: [1, 4, 11, 13, 23, 35]
TELtarget: [43, 27, 8.0, 6.0, 2.0]
Telemetry 1 ( MOBC_Counter ) can verify following links
[6, 2]

Please check MOBC_Counter
Input result(OK or NG)>>OK
TELtarget: [43, 27, 8.0]
Telemetry 2 ( TOBC_Counter ) can verify following links
[8]

Please check TOBC_Counter
Input result(OK or NG)>>OK

```

図 1.2 テレメトリによる確認

次に、図 1.3 に示すのが、不具合発生時に送信していたコマンド情報から考えられるテレメトリの変化を用いて故障候補の確認を行う段階である。今回は、初期コマンドとしては異常検知の際に送ったコマンド (カメラヒータ ON) のみを考えている。ここに検証しているリンクがどれに当たるのかに関して可視化できるようにしたい

```

Check telemetries which influenced by initial Command state

COMtarget: [1, 4, 11, 13, 23, 35] TELtarget: [43, 27]
Command 15 ( HTR_CAM_ON ) & Telemetry 5 ( MOBC_COM_Counter ) can verify following links
COMlink: [4, 1] TELLink []
Command 15 ( HTR_CAM_ON ) & Telemetry 6 ( TOBC_COM_Counter ) can verify following links
COMlink: [13, 11, 4, 1] TELLink []
Command 15 ( HTR_CAM_ON ) & Telemetry 10 ( TOBC_Current ) can verify following links
COMlink: [11, 4, 1] TELLink []
Command 15 ( HTR_CAM_ON ) & Telemetry 22 ( HTR_CAM_Current ) can verify following links
COMlink: [13, 11, 4, 1] TELLink []

Please check MOBC_COM_Counter
Input result(OK or NG)>>OK
COMlink: [4, 1] & TELLink: [] were verified

Please check TOBC_COM_Counter
Input result(OK or NG)>>OK
COMlink: [13, 11] & TELLink: [] were verified

```

図 1.3 初期コマンドを用いた確認

以下の図 1.4 に示すのが、上記の流れを経て残った故障候補を確認できるコマンドを探索し、指標と共に提示した結果である。

```

COMtarget: [23, 35] TELtarget: [43, 27]
COM 13 HTR_PANEL_ON {'candidate link number': 2, 'Check link number': 1.0, 'Mean Probability of check': 0.5} {'impact TEL num': 8, 'Remaining Power': 4.8000000000000001, 'Power consume by this COM': 2}
COM 19 HTR_CAM_OFF {'candidate link number': 4, 'Check link number': 0.5, 'Mean Probability of check': 0.125} {'impact TEL num': 5, 'Remaining Power': 4.8000000000000001, 'Power consume by this COM': -1}]

```

図 1.4 コマンドの選択肢表示

```

Please select Command above(input ID) >>19
Command 19 ( HTR_CAM_OFF ) & Telemetry 18 ( CAM_Temp ) can verify following links
COMlink: [35, 23] TELlink [43, 27]

Please check CAM_Temp
Input result(OK or NG)>>NG
selected Command: [15, 19] remaining Command: [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30]
COMtarget: [23, 35] TELtarget: [43, 27]
COM 13 HTR_PANEL_ON {'candidate link number': 2, 'Check link number': 1.0, 'Mean Probability of check': 0.5} {'impact TEL num': 8, 'Remaining Power': 4.8000000000000001, 'Power consume by this COM': 2}
Please select Command above(input ID) >>13

Please check CAM_Temp
Input result(OK or NG)>>OK
COMlink: [] & TELlink: [43, 27] were verified
selected Command: [15, 19, 13] remaining Command: [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30]
COMtarget: [23, 35] TELtarget: []
nothing can verify
finish
faulty COMlink: [23, 35] faulty TELlink: []

```

図 1.5 コマンドによる確認

今回用意したコマンドとテレメトリだけでは、最終的な故障箇所の特定まで行うことができなかった。このことから、この衛星モデルが今回扱った故障「」が発生した際に故障特定を行える設計になっていないことが分かる。このように、本手法は単に故障箇所の特定を支援するだけでなく、設計の不備を洗い出すことにも利用できる。

実ミッションでは、設計段階において FMEA(Failure Mode and Effect Analysis) などを用いて、衛星システムに起こりうる故障モードを列挙し、それらの故障モードによる影響や、発見のしやすさなどをもとに設計へのフィードバックを行う。ここで洗い出された故障モードに対して本手法を適用することによって、それぞれの故障モードが発見可能であるかを確認することができる。