

<エッセイ>
宇宙労働者を守る宇宙天気予報士
Space Weather Forecaster Protecting Space Workers

玉置晋^{*†}, 西田美樹^{*‡}, 天野真梨花^{*}, 高城有生^{*§}, 石田彩貴^{*}, 斎田季実治^{***}

Susumu Tamaoki, Miki Nishida, Marika Amano, Uki Takagi, Saki Ishida, Kimiharu Saita

I. はじめに

2070 年、人類は火星に都市を築き、宇宙で暮らす時代を迎えた。しかし、その文明を最も脅かすのは隕石でも戦争でもなく“太陽”である。突発的な太陽フレアは通信や電力を奪い、人々の命を危険にさらす。本書は、見えざる脅威である太陽と向き合いながら、宇宙社会を支える「宇宙天気予報士」の誕生と、宇宙で働く人々の権利がいかに制度として獲得されていくかを描く。科学技術と社会制度が結びつくことで形づくられる、未来の宇宙社会を考察する。

II. プロローグ 火星で暮らす未来～2070 年～

2070 年。「ゴオオオオ……」低い轟音が薄い大気を震わせる。火星に降り立つのは、アメリカの民間企業が開発した大型宇宙船スターシップ。地球を発っておよそ半年、約 100 人の新たな移住者と物資を乗せた船体は、赤い砂を巻き上げながら静かに着陸する。

視界を覆う砂塵の向こうで、居住ドームの人々は固唾をのんで見守る。地球一火星間の定期輸送が軌道に乗り始めた光景は、人類が宇宙で暮らす時代の幕開けを告げていた。

火星の居住ドームでは透明な天蓋の向こうに、淡く青い小さな「地球」が見える。

「ほら、あれが地球だよ。かつてパパが住んでいた場所だ。」父の言葉に、子どもは目を細める。火星の一日は地球より少し長く、地球とは異なるリズムで時が進んでいく。

一方で、太陽の気まぐれはいまだ誰にも制御できない。午後、天蓋の光がゆらめく。

「ピーピー」という警報音—宇宙天気アラートだ。太陽から放たれた高エネルギー粒子がこの小さな文明に牙を向ける。「警告！ 放射線量が上昇中。高エネルギー粒子、地表到達まで 30 秒。」AI の声に、人々は地下シェルターへ駆け込む。火星には地球のような強力な磁気圏も、厚い大気もない。見えない太陽の嵐が文明を震わせる。そして人々は改めて思い知る——“宇宙で生きるとは、太陽という自然と共に生きることなのだ”と。

III. 宇宙で暮らす時代と、見えない太陽の脅威～2026 年～

* いばらき宇宙天気研究所

† 茨城大学研究・産学官連携機構

‡ フロンティア法律事務所

§ 茨城大学理工学研究科

** 気象キャスターネットワーク

こうした生活はもはや空想ではない。NASA のアルテミス計画は月を拠点とする持続的活動を目指し、南極域の氷を水や燃料に転換する技術の開発を進めている。

SpaceX は、人類が地球以外の惑星にも定住する「多惑星種族（マルチプラネット）」化を掲げ、再使用型の巨大宇宙船スターシップの開発を加速する。火星に生活可能な都市を築き、人類が永続的に暮らすことを実現しようとしている。宇宙は「特別な場所」から「生活圏」へ—その移行はすでに始まっている。

ただし、その前提には常に“太陽”がある。図1は、2024年5月8日に高度3万6千kmの静止軌道上から太陽観測衛星SDOが撮影した太陽である。左図の黒点は強い磁場があり、蓄えたエネルギーが解放されると太陽フレア（大規模爆発）が生じる。右図は高エネルギーの太陽フレアを観測するのに適した波長でみたもので、黒点周辺が瞬間に輝く様子が捉えられている。この後、5月11日に日本各地でオーロラが観測された。地球正面で太陽フレアが起これば、高エネルギー粒子が降り注ぎ、宇宙飛行士は被ばくの危険に晒され、さらには通信網・電力なども脅かされる。過去には太陽嵐が原因で衛星の軌道異常や地上電力網の停止が発生した。宇宙がまだ特別な場所である現時点においてさえ、太陽の“くしゃみ”一つで、社会は大混乱に陥る可能性がある。そして、人類は宇宙に生活圏を拡げていく。宇宙航行も、月や火星での生活も、この“宇宙の気象”を理解してはじめて成立する。未来の宇宙社会において「宇宙天気予報」は、生存と文明維持の前提条件となる。太陽こそがこれからの“天気”的主役であり、予測し備えるべき自然現象である。

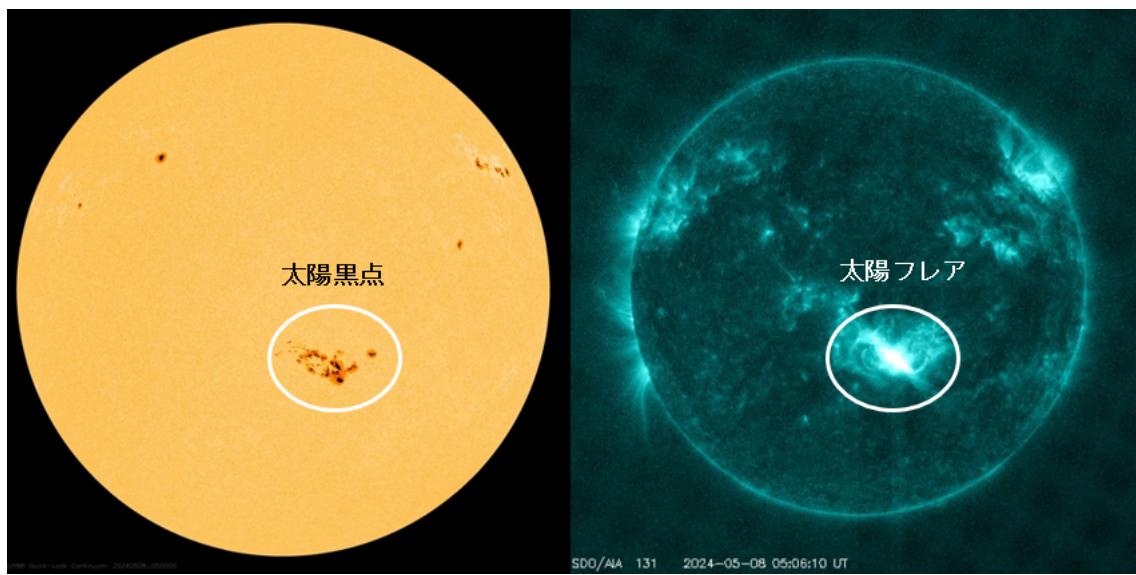


図1. 太陽フレア (NASA/SDOの画像¹⁾を元に筆者作成)

IV. 宇宙天気予報士の実現に向けて～2026年～

こうした現実に応えるため、いま新たなスペシャリスト—“宇宙天気予報士”的育成が急務である。表1に日本の天気予報と宇宙天気予報の歴史をまとめた。近代科学を用いた気象業務が

1875 年（明治初期）に始まり、やがて社会インフラへと発展したように、宇宙天気もまた命と文明を守る基盤として整備されるだろう。宇宙天気予報士は、太陽活動を常時監視し、通信・電力・輸送への影響を予測し、地球上のみならず宇宙全域の安全を支える。

日本でも“社会”という受け皿が静かに動き始めている。2022 年には総務省の「宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会」で²⁾、宇宙天気予報士制度が提言され、公的議論の俎上に載った。こうした流れの中で「専門家の言葉」を「社会の言葉」に翻訳し、社会実装へと橋渡しすることを目的に、いばらき宇宙天気研究所を設立した。同研究所は、宇宙天気を研究にとどめず現場へ届ける新しい出発点となり、三つの役割を担う人材像を提示する^①。

- ① 宇宙天気キャスター：既存の気象予報の専門性を宇宙領域へ拡張し、メディアを通じて広く社会に伝える。
- ② 宇宙天気インタープリター：電力・通信・航空・宇宙運用など、影響を受けやすい産業現場の専門家が宇宙天気を理解し、インフラを守る。
- ③ 宇宙天気ローカルレスポンダー：自治体の防災士や企業の BCP 担当者が、新たな脅威としての宇宙天気を組み込んだ地域防災を担う。

科学と社会をつなぎ、宇宙の防災文化を築く挑戦である。

天気予報	宇宙天気予報
1875年 東京気象台で気象業務を開始 1883年 天気図の配布開始 1884年 毎日3回全国の天気予報を発表 (天気予報の開始)	
1942年 1ヵ月予報の実施 (長期予報の開始) 1959年 数値予報を開始 1974年 AMeDASの運用開始 1980年 降水確率予報の開始 1994年 気象予報士試験開始	1949年 宇宙環境に関わる予報および警報の配信 1988年 宇宙天気の予報業務が開始 1996年 宇宙天気予報センターの設立
2005年 土砂災害警戒情報の発表開始 2008年 異常天候早期警戒情報、竜巻注意情報の提供開始 2009年 5日先までの台風進路予報の発表開始 2013年 特別警報の運用開始 2015年 静止気象衛星ひまわり8号による観測開始 2017年 早期注意情報 (警報級の可能性) 大雨・洪水警報の危険度の分布の発表開始 2018年 気象庁防災対応支援チーム(JETT)の創設 2022年 線状降水帯の半日前予測 2026年 新しい防災気象情報 (情報と対応する防災行動を明確化)	2019年 ICAO (国際民間航空機関) 宇宙天気予報センターの設立 2020年 科学提言のための宇宙天気現象の社会への影響評価 2022年 総務省 宇宙天気予報の高度化に関する検討会 2025年 新宇宙天気イベント通報 (SAFIR)
2030年 気象衛星ひまわり10号の観測データによる宇宙天気の情報把握がはじまる 宇宙天気予報士の実現	

表1 日本の天気予報と宇宙天気予報の歴史(文献^①を元に筆者作成)

V. エピローグⅠ：宇宙労働者を守る宇宙天気予報士～2070年～

2070年、宇宙社会を日々支える人々がいる、”宇宙労働者”だ。月面で資源を掘削する技師、火星基地を維持する整備員、通信・エネルギーを監視するオペレーター。彼らの仕事はすべて、太陽の活動の影響下にある。月や火星には、地上の私たちを守る磁気圏や濃密な大気圏は存在せず、苛酷な放射線環境に曝される。

——火星時間14時15分、予報センター。火星地表の線量の立ち上がりを同時検知。放射線量データをもとに宇宙天気予報士はアラートと設備保護の手順を一斉に通知する。

「フレア警報。避難ルートBで帰還、システムをセーフモードへ移行。」合図とともに火星ドーム外縁でソーラーパネルを交換していた班が作業を中断し、最短経路でシェルターへ駆け込む。

30秒後、粒子線がピークに達する。扉が閉まり、点呼完了。「遅れゼロ、負傷者ゼロ！」宇宙のデータを見つめ、現場で働く命を守る。それが彼らの任務である。

宇宙労働者を守る仕組みは、宇宙天気予報の高度化、宇宙環境対策技術、そしてそれらを運用するスペシャリストによって支えられている。

宇宙天気予報士は、太陽の観測データを解析し、基地や居住ドームへ警報を発信する。その一報が、多くの人の命を救う。また、情報発信、居住区設計、避難計画の立案を通じて、限られた人員・電力・資材のなかで社会システムを確実に動かすための知恵と判断が求められる。さまざまな脅威やリスクを先読みし、宇宙社会の安全をつなぐ。人々の希望と未来を守る—それが、宇宙天気予報士の使命である。

VI. エピローグⅡ 宇宙天気、制度としての労働者の尊厳～2070年～

2070年の火星社会では、宇宙天気と労働者の権利は切り離せない関係となっていた。今では当然のように労働契約の根幹に組み込まれているが、その始まりは21世紀初頭の国際宇宙ステーション(ISS)時代にさかのぼる。あのころ宇宙飛行士は「英雄」であり、「労働者」ではなかった。放射線被曝も、心理的負荷も、長期滞在による身体の変化も、「ミッションの一部」として背負わされていた。さらに国際契約の仕組みにより、事故が起きても他国や他の関係機関に対して損害賠償を求めることはできず、補償は自国の内部制度に限られていた。国際的な労災補償制度は存在せず、責任関係は複雑で、被害者の救済は不十分だった。

2030年代、火星探査と太陽活動の極大期が重なり、状況は一変する。強烈な太陽フレアによる避難の遅れ、被曝事故、通信途絶が相次ぎ、「情報は任務遂行のためのもの」ではなく「生存権を守るためにもの」であることが明確になった。これをきっかけに、宇宙天気情報は労働環境の“インフラ”とみなされ、労働者自身がそのアクセス権と安全保障を求める運動を起こした。2040年代には国際協定が締結され、観測と警報の国際標準化が進む。この労働運動の直接的成

果として火星基地には独立した宇宙天気庁が設置され、地球・月・火星を結ぶ宇宙天気監視網が構築された。

被曝の扱いも転換した。21世紀初頭、宇宙飛行士の被曝線量は各国の宇宙機関によって厳密に管理されていたが、それはミッション上の安全管理であって、権利として保障されたものではなかった。長期的な健康影響に対する補償も国際的には整っておらず、補償は自国の枠内での対応に限られていた。

2070年の火星社会では、線量上限が国際法に定められ、それを超えれば自動補償が発動する。さらに、放射線生物学と宇宙医学の進展により、急性被曝と慢性影響のメカニズムが解明され、医療対応も制度化された。これを支える基本法と健康補償基金もできた。宇宙天気と医療技術の両輪が、「予測され、対処可能な被曝」を実現した。

また、事故時の責任構造も変わった。かつては国際契約によって他国への請求が封じられていたが、2070年には「国際宇宙労災補償協定（仮）」が制定され、国際基金と企業負担による共通補償制度が整った。労働者は国境を越えて救済を受けられるようになり、権利の空白は埋められた。

宇宙天気と安全情報の保障は、技術の自然な発展ではなく、労働者の権利運動の成果として制度化されたのである。宇宙で働くことは、もはや特権でも冒険でもなく、権利に支えられた労働として確立されている。宇宙天気予報士はその制度設計と運用の中心に立ち、宇宙社会の安全文化を築いていく存在となる。

VII. 総括：これから～2026年から2070年に向かって

2030年、気象衛星ひまわり10号が宇宙と地球を同時に観測し、オペレーションに気象と宇宙天気を一体で捉える“シームレスな防災時代”が始まる。宇宙環境の変化は通信や電力、航空、衛星運用など社会の根幹を左右し、防災の視点からの理解と対応が欠かせない。

宇宙天気予報士制度の整備は、科学を社会に根づかせる仕組みである。太陽活動を正しく読み解き、その影響を社会へ伝える専門家が、リスクを「見える化」し、行動に結びつける。宇宙天気キャスターが広く伝え、インタークリターが産業を支え、ローカルレスポンダーが地域を守る。この多層的な連携こそ、次の防災社会の姿である。

宇宙を“遠い空”ではなく“暮らしの上流”として捉え、備える文化をつくる——その要となるのが、宇宙天気予報士である。

文献

1. NASA. SDO | Data, <https://sdo.gsfc.nasa.gov/data/>
2. 総務省. 宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会報告書「文明進化型の災害」に対応した安
全・安心な社会経済の実現に向けて. 2022年6月21日,
https://www.soumu.go.jp/main_content/000821254.pdf

3. 斎田季実治. 宇宙天気が引き起こす複合災害とその普及の重要性.技術士 PE IPEJ Journal 2025.7, <https://www.engineer.or.jp/documents/kouhouspe202507.pdf>
4. 斎田季実治. 気象予報士が考える宇宙天気キャスターが活躍する未来. 2021 年度 第 16 回宇宙天気ユーザーズフォーラム, 2021 年 11 月 30 日, <https://sw-forum.nict.go.jp/forum/2021/pdf/01.pdf>

