

宇宙でのガラスづくりから人類の未来を考える

AGC(株) 材料融合研究所 吉田特別研究室

長野 幹雄

Let's imagine the future of human beings in terms of glass manufacturing in the space

Mikio Nagano

YoshidaResearch Laboratory / Materials Integration Laboratories, AGC Inc.

「宇宙でも車でも、とりあえず何のネタでも良いのでコラムを書いてくれ。」

このように上司から指令を受けた筆者は弊社に入社して高々4年目の若輩で、こんな若造が歴史あるニューガラスフォーラムのコラムなど執筆して良いものかと、一瞬の逡巡を挟んだものの結局快諾してしまったのは、おそらく筆者の新しい物やことには何でも興味を示す悪癖が働いたことによる。

学生時代の筆者は、新しいもの、尖がったものが好きが高じて航空宇宙材料工学専攻に所属していた。飛行機やロケットや衛星、果ては宇宙ミッション全体のシステムを構築するのに必要な勉強を下地に、そこから一段掘り下げて宇宙で使用される材料について研究してきたのである。ガラス材料に初めて正面から向き合ったのもこの時で、スペースデブリや隕石に衝突されたガラス材料が、どのように破壊していくのかを解明する、ニッチだが大変難易度の高いテーマを担当していた。これが縁となり、今では弊社で研究員をさせていただいているのだが、こ

んな筆者がガラスメーカーに入社すれば、宇宙でも板ガラスを大量製造できないか、と思案するようになってしまうのは至極当然である。もちろん、何も知見がないまま、宇宙で板ガラスを引きたいです、と言っても失笑されてしまうのは明らかなので、技術考証もしなければならぬ。それ以前に、本当に人類が宇宙で経済活動を営めるのか、多少なりとも自分なりに宇宙開発へのかかわり方の軸を持つ必要もあるだろう。そのような流れで、今回は「宇宙でガラスを作るには…」を軸に、足を動かして調べ、考え、筆者の宇宙開発や人類の未来への雑感を本コラムに寄稿してみようと考えた次第である。

・ISAS/JAXA 特別公開を訪問してみた。

何か程よい調査の場はないかと唸る日々を過ごす中、運よくタイミングが合い、宇宙航空研究開発機構(JAXA)の宇宙科学研究所(ISAS)の特別公開を訪れることができた。実は筆者も、縁あって学部~修士の時代にはISASの研究室で研究をしており、特別公開にもボランティアスタッフとして参加し、宇宙マニアのお客様と宇宙談義を楽しんだ憶えがある。今度は自分が宇宙マニア側として参加すると考えると、非常に感慨深い。

2022年の特別公開は、国際宇宙探査ミッション

ンであるアルテミス計画 [1] の本格稼働開始もあり、月探査回りの展示が盛況であった。アルテミス計画と言えば月面への有人宇宙飛行を軸に、①月面での持続可能な駐留の確立、②民間企業による月面経済活動に向けた基盤の構築、③以上のリソースを活用した有人火星探査および開発といった、超長期のプランである。特に①と②の実現に当たっては、輸送コストの観点で月面現地での地産地消が必須となり、インフラ構築に際して我々素材・資源産業各社もちろん、民間企業の積極的参画と技術開発競争が起こることは容易に想像できる。

・宇宙で板ガラスを引くことを考える

アルテミス計画後期における月面インフラ構築において、ガラス建材生産で貢献することを想定して、宇宙で、特に月面で板ガラスを引くために必要な技術を想像してみる。

熱源は太陽光の活用で賄えそうである。大気が希薄で天候の影響を受けないため、太陽光発電でも安定供給が可能と思われるし、太陽光線そのものを集光して熱源とすることも十分に可能だ。反射板や太陽電池などを月面に運搬・敷設するのにコストがかかるならば、月軌道上で太陽光発電して、月面には受電設備のみを設置し、マイクロ波やレーザーで送電することで全

電気溶融化するのも良い。融液の循環や板の成形も、重力が小さいとはいえ、回転翼やローラーなどから外力を加えることで何とか解決できそうである。

最も厄介な問題は徐冷等の熱の処理かもしれない。熱伝導や熱伝達によりガラス融液そのものから熱を奪うことができたとしても、地上での最終的な排熱先である大気や水に乏しい月面では、施設全体として排熱キャパシティが不足することが容易に想像できる。解決策に何か良いアイデアが無いかと考える中、天文衛星の冷却用構造の研究開発が目にとまった。V-groove構造と呼ばれる、放射熱を深宇宙方向に多重反射して逃がす構造で、1980年代にNASAのジェット推進研究所 (JPL) において発案された一種の日よけ構造を、観測機器の冷却に積極活用するコンセプトだという [2]。確かに、深宇宙であれば放射熱の放出先として申し分ない。簡単にはいかないのは百も承知だが、例えば複数の放射構造のトンネルを月面に張り巡らせ、太陽に面さない深宇宙方向に選択的に排熱する設備にすれば、最低限の機構での徐冷中の排熱が可能となるのではないだろうか。

ここまで話を聞きながら、かつて放射を利用した溶融炉として、伊豆の韭山反射炉に代表される反射炉が素材産業でも活用されていたこと

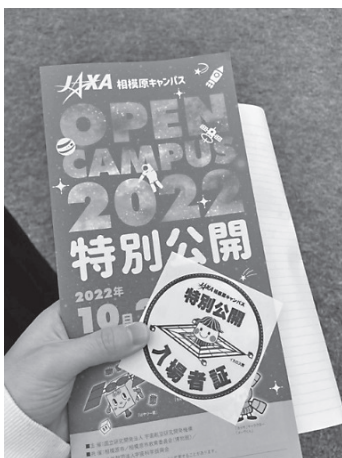


図1 入場者証とパンフレット



図2 アルテミス計画概要ポスター



図3 計画のうちのJAXAの担当分



図4 V-groove構造を活用する天文衛星の開発



図5 V-grooveのスケールモデル展示

を思い出した。歴史は繰り返すと言ってしまえば身も蓋もないが、人類がこれまで蓄積してきた知見が、人類の多くが意識しないうちに時空を巡り、その技術の過去を知る者と今に生かすものがつながり、新しい知見へ昇華させていくことで、この宇宙開発分野は一步ずつ進んできたのだと思い知らされた。

・おわりに

「宇宙でガラスを作るには…」をテーマにしようと思いついたとき、あまりにも荒唐無稽な話と思われるかもしれないし、妄想でものを語るなど怒られるかもしれないなど、一抹の不安を覚えた。しかしながら、そんな不安は取材をする中で瞬く間に立ち消えた。いざ自分の足で調査に赴き、当事者たちと対話を重ねるにつれ、宇宙開発全体がいかに人類の集合知を活かすための「協創」に懸かっているかということを知り、人類が進化するためのある種の真理を覗いてしまったと身震いした。宇宙の複雑かつ極限的な環境に立ち向かうため、宇宙開発に関わる人々は幅広い技術コミュニティを形成したうえで、無数の仮説と検証と失敗の経験を広く共有し、再挑戦することを繰り返してきたわけである。月面や宇宙での板ガラスづく

りも、漏れなく人類の集合知の徹底活用が必要となるであろう。

宇宙開発にマニア心をくすぐる強い何かがあるとしたら、それは多様な人と技術が関わることで、見る人の知的好奇心を刺激して止まないからであると筆者は考える。今を生きる人類と過去に生きた人類すべてが、技術を通じ時空を超えてつながりあうことこそ、人類が踏み出す次の一步を照らす道標となるのではないだろうか。

引用文献

[1] B. Eric, NASA's full Artemis plan revealed: 37 launches and a lunar outpost, ars TECHNICA, 5/20/2019
 [2] 長谷部ら, 放射冷却を用いた LiteBIRD 低温ミッション部の熱検討, 日本物理学会, 第73回年次大会講演資料, 2018.