

HIGH FRONTIER 4 ALL - MODULE 1

TERAWATT & FUTURES

Copyright © 2020, Ion Game Design & Sierra Madre Games

Game design by Phil Eklund and Jeffrey Chamberlain

SMG28-4.1 653341041265

緑文字：2020年版の印刷版からの変更点。

Living Rule & Japanese Version

Original English Book (2023/07/25) [→](#)

Japanese Ver. 9.0 (2023/08/28)

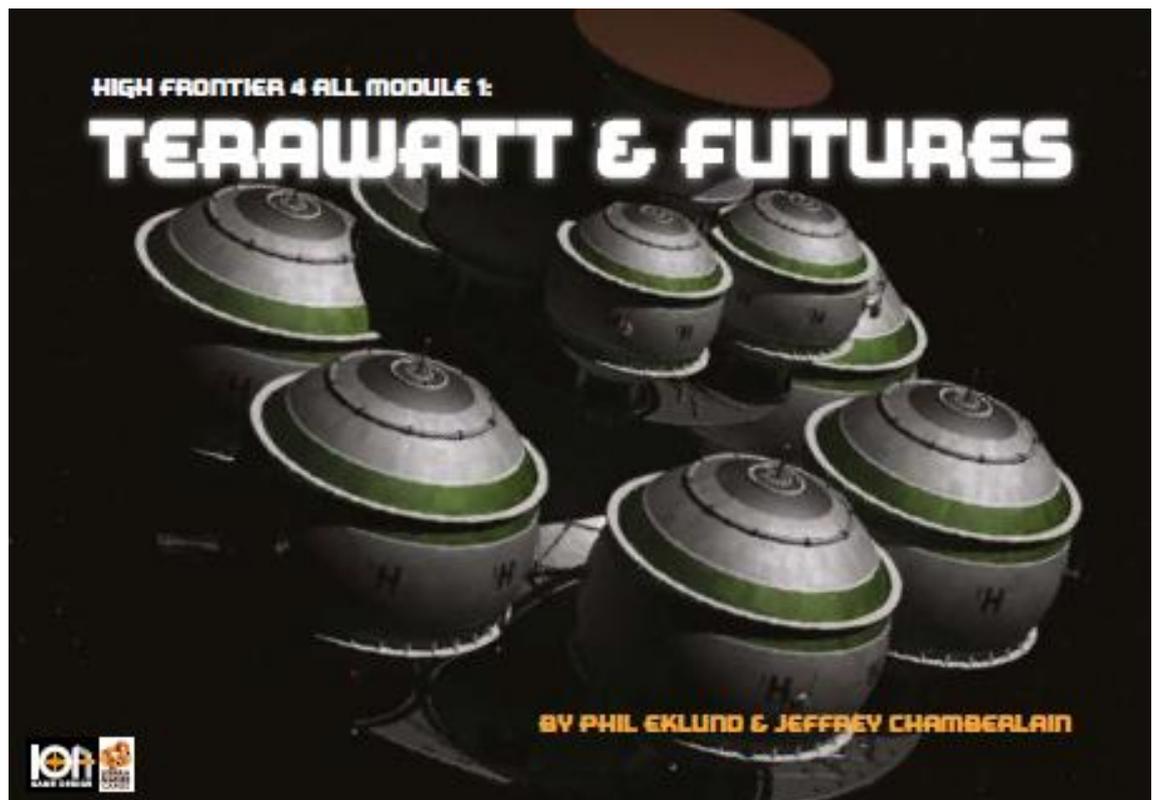
<https://boardgamegeek.com/filepage/211456>

Japanese Translation: NAKAMURA, Masahiro

<https://boardgamegeek.com/user/Sunfish>

<http://yaminabe.air-nifty.com/>

Japanese Rule Playtest: Tokyo SMG Fun Group



目次 Table of Contents

Living Rule & Japanese Version.....	1
1A. モジュール Module 1.....	4
1A1. モジュール 1 のコンポーネント Module 1 Components.....	4
1A2. モジュール 1 初期配置 Module 1 Setup.....	4
1A3. モジュール 1 のプレイ手順 Module 1 Sequence Of Play.....	5
1A4. フレイターと GW 級スラスターのカード制限 Freighter & GW Thruster Card Limits.....	5
1A5. プロモート Promotion（新オペレーション、Module 2 同様）.....	5
1A6. エピック・ハザード Epic Hazard（新オペレーション）.....	6
1A7. ナノファクチャー Nanofactory（モジュール 2 で必要な新オペレーション）.....	7
1A8. コアルール補記 Core Rule Addendums.....	7
1A9. フレイターと GW 級スラスターに関する補記 Freighter & GW Thruster Card Anatomies.....	7
1B. フレイター Freighters.....	8
1B1. フレイターの獲得と建造 Freighter Acquisition & Production.....	8
1B2. フレイター駒の大キューブ Big Cube Freighter Figure.....	9
1B3. フレイタースタックのカーゴ Freighter Stack Cargo.....	9
1B4. フレイタースタックの移動 Freighter Stack Movement.....	9
1B5. 搭載型核サポート On-Board Nuclear Supports.....	10
1B6. フレイターのプロモートと移動工場 Freighter Promotion & Mobile Factories.....	11
1B7. フレイターの破棄 Freighter Decommission.....	12
1B8. フレイターの大キューブ交換 Freighter Big Cube Swap（新フリーアクション）.....	13
1B9. スペースエレベータ Space Elevators.....	13
1C. GW/TW 級スラスター GW/TW Thrusters.....	15
1C1. GW 級スラスターの燃料 GW Thruster Fuel.....	16
1C2. GW 級アフターバーン GW Afterburning.....	17
1C3. テラワット級スラスター Terawatt Thruster.....	17
1D. フューチャー Futures（要モジュール 0,1,2）.....	19
1D1. フューチャーの要件 Futures Requirements.....	19
1D2. フューチャーの効果 Futures Effects.....	20
1D3. TW 級スラスターのフューチャー一覧 List of TW Thruster Futures.....	20
1D4. フレイターのフューチャー一覧 List of Freighter Futures.....	22
1D5. コロニストのフューチャー一覧 List of Colonist Futures.....	22
1E. モジュール 1 でのゲーム終了 Module 1 Endgame.....	25
1E1. モジュール 1 でのゲーム終了 Module 1 Endgame.....	25
1E2. モジュール 1 での最終集計 Module 1 Endgame Scoring.....	25
1F. モジュール 1 ソリティア Module 1 Solitaire: ヴェルナーの星 Werner's Star.....	26

1W. フューチャーの計画ガイド Futures Planning (by Ulrik Boe)	27
1Y. フューチャー補足 About the Futures (essay by Erich Schneider)	28
1Z. モジュール1 のパテントカード解説 Module 1 Patent Card Descriptions ※未訳	30
1Z1. フレイターカード Freighter Cards	30
1Z2. GW 級スラスターカード Thruster Cards	30

1A. モジュール Module 1

このテラワット・モジュール **terawatt module** では2つの新たなパテントデッキが導入される：フレイター **Freighters (1B)** と **GW 級スラスター Thrusters (1C)**。フレイターは工場の貴重な生産物を LEO まで輸送する新たなタイプの宇宙機である。GW 級スラスターのパテントカードは、いずれもコアゲームに登場した MW 級スラスターより強力かつ高効率であり、プレイヤーの宇宙機 **Spacecraft** をより容易に外惑星系に到達させるものである。本モジュールではオプションとして、特別な勝利目標により勝利得点を獲得する **フューチャー Futures** もまた導入される。（訳注：ルール中の「GW 級スラスターカード」GW Thruster Card は、特記ない限り「GW/TW 級スラスターカード」も表す）

1A1. モジュール1のコンポーネント Module 1 Components

- a. 1 個の箱
- b. 1 冊のルールブック(24p)
- c. 5 枚の拡張プレイヤーボード
- d. 5 個の木製大キューブ（プレイヤー色の 5 色）。フレイターとして使用する。
- e. 30 枚の**金色**のプラスチック製ディスク。アイソトープ **isotope FT** として使用する。
- f. 10 個の木製星形（オレンジ色）。フューチャーとして使用する。
- g. 8 個の木製スティック（灰色）。宇宙エレベータ **Space Elevator** として使用する。
- h. 14 枚のカード。
- i. 7 枚の GW 級スラスター。
- j. 7 枚のフレイター艦隊。
- k. 4 枚のジップロック袋。

1A2. モジュール1 初期配置 Module 1 Setup

コア**初期配置 core setup (C)**に従って初期配置を実施するが、**パテントデッキ初期配置 patent decks setup (C5)**の際にフレイターと GW 級スラスターの 2 種の追加パテントデッキを黒面 **Black-Side** を表にして配置し、**C5**に従い**初期アクア**が追加される。また各プレイヤーは**フレイター駒 Freighter Figure**として木製の大キューブを受け取る。

- a. **フレイターカードと GW 級スラスターカード**は、黒面と紫面を持つ。これらはそれぞれ独自にパテントデッキを構成し—フレイターデッキ **freighter deck** と GW 級スラスターデッキ **thruster deck**—他のすべてのパテントデッキと同様にリサーチの対象となるが、マップ上には **ET 生産 production** の手順でのみ登場する。
- b. **ゲームの長さ**と**フューチャーの選択 Chose Game Length & Futures**. **シニアディスク配置 Seniority Disk placement (C1)**では、ゲームの長さに対応した枚数のシニアディスク **Seniority Disks** を配置する：ショート **short**（コアゲーム同様のディスク 4 枚 48 年）、ミディアム **medium**（ディスク 5 枚 60 年）、**フューチャー Futures**（ディスク 7 枚 84 年。プレイに**フューチャー (1D)**を使用する場合はこの設定となる）。
- c. **クイックスタートの選択 Chose Quick Start**. 60 年以上の長期ゲームまたは、3 人以上でプレイする場合、**クイックスタート・バリエーション Quick start Variant (V1)**の使用をお勧めする。
- d. **追加湿質量チット Extra wet Mass Chits**. 各プレイヤーは**灰色/金色**の湿質量チット 1 枚を（コアゲームの）リザーブ **Reserve** に追加する。

1A3. モジュール1のプレイ手順 Module 1 Sequence Of Play

これはコアゲーム(D)からの変更はない。コアゲームでは宇宙機 Spacecraft を1機-ロケット Rocket しか使用できなかった。しかしモジュール1では、プレイヤーは2機まで使用できる：ロケット (MW級スラスタまたは新たな GW/TW 級スラスタを搭載できる) とフレイター。これに加えて、プレイヤーが自身のフレイターをプロモート Promote (1A5)した場合、このプレイヤーのすべてのキューブが移動工場 Mobile Factories と呼ばれる宇宙機となる。プレイヤーはこれらの宇宙機をそれぞれ自身のターン中に1回のみ、オペレーション Operation の実施 (および任意のフリーアクション) を含め任意の順番で移動できる。¹

例：プレイヤーのターンとなった。彼はオペレーション (リサーチ) を実施し、次にフレイターの大キューブを移動し、続いてフリーアクション (先のフレイターをアウトポストに変換した) を実施し、ロケットを移動させ、最後に移動工場のひとつを移動させた。

1A4. フレイターと GW 級スラスタのカード制限 Freighter & GW Thruster Card Limits

各プレイヤーが所有できるのは、フレイターが1枚、GW級スラスタが1枚のみとなる。プレイヤーは既に1枚目のフレイターや GW 級スラスタをハンド Hand やスタック Stacks 内に所有している場合、2枚目となるこれらのリサーチオークション research auction (I2) を開催することも、参加することもできなくなる。²

例：プレイヤーは GW 級スラスタ (Salt water Zubrin) を所持していたが、H型サイトに係留された自身のバナル Bernal で補充可能な別の GW 級スラスタを獲得したいと考えた。ここで彼は Salt Water Zubrin を破棄 Decommission し、ハンドから捨札 Discard にした (G6)。これで新たな GW 級スラスタに入札する準備は整った。

1A5. プロモート Promotion (新オペレーション、Module 2 同様)

このオペレーション Operation は、あるスタック内の1枚のカードを紫面 Purple-Side に裏返して強化するもので、モジュール1と2の基本となるものである。紫面を持つすべてのカードの右上にはド

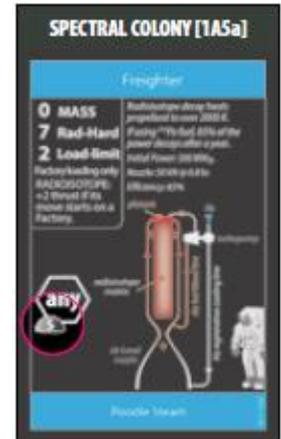
¹ テラワット Terawatt は1兆ワットに相当する。これはどれほどの大きさだろうか？現在の世界中の発電機を合わせても15TWほどであり、これがおおよそ TW 級スラスタ1機分の電力に相当する。ロケットはエネルギーの塊なのである。

² TNO への航程。太陽を中心とした重力に支配された内惑星系の惑星間航行とは異なり、TNO (海王星以遠天体 Trans-Neptune Objects) 同士への移動では太陽の影響は僅かである。これらの天体は相互の ΔV が1バーン未満のゆっくりとした軌道を周回しており、ゲーム上のスケールでは静止した位置にとどまっている。本ゲームに登場する TNO のほとんどは、太陽から40AUから45AUの距離のカイパーベルトに位置しており、ゲーム上はこれらの TNO はすべて海王星の「影」の領域となる40AUほどの限られた位置に存在するものと仮定している。あなたが冥王星=カロンの二重天体を出発して、別の TNO であるフヤ Huya を目指す場合を考えてみる。最初に4回のバーンを通り、燃料を消費して10km/secの巡航速度まで加速する。その後、あなたは9年間の航行で各ホーマン・ピボット Hohmann Pivot に立ち寄ることになる。この各ピボットが、2AUの航程に相当する。これに続く4回のバーンは、フヤの LHO (フヤ低軌道 Low Huya Orbit) で停止するための減速をあらわしている。仮に5年間の航程で急行するため、5か所のホーマン・ピボットでのみ停止する場合を考える。残る4回のピボットを通過するため1回のピボットにつき2回分バーンを使用して合計16回分、5年航程の場合の2倍のバーンが必要となる。これは冥王星と Huya との間を20km/secで航行した場合の現実的なシミュレーションである。またカイパーベルトを越えてヘリオポーズを通過する際の速度は100km/secを想定している。この最後の10回分のバーンは、セドナ Sedna か EM サンレンズ Sunlens で停止するための減速か、太陽系オールド離脱航路 Sol Oort Exit から太陽系を離脱して、恒星間航行に移行する加速のいずれかをあらわしている。

ームアイコン **dome icon** が記載されており、これが該当カードをプロモートできるコロニーColonyの種類をあらわしている。プロモート・オペレーション *promote operation* を実施するためには、対象となる未プロモート状態のカード（パネル **Bernal**, コロニスト **Colonist**, フレイター-Freighter, GW級スラスタ-thruster）の1枚を、指定された種類のプロモーション・コロニー-promotion colony または、ラボ **Lab** に配置していなければならない。

a. プロモーション・コロニー **Promotion Colony** は、カードのドームアイコンで指定された種類のサイト **Site** に配置されたコロニーである。以下の5種類が存在する：

- **スペクトル型コロニー Spectral Colony** は、特定のスペクトル型 Spectral Type (D,H,S,etc)が指定されたものである。
- **海中コロニー Submarine Colony** (波アイコン。用語集参照)。
- **宇宙生物学コロニー Astrobiology Colony** (葉アイコン。用語集参照)。
- **気圏コロニー Atmospheric Colony** は、雲アイコンの記載されたサイト **Site** のものである (用語集参照)。
- **プッシュコロニー Push Colony** はプッシュアイコンが記載されたものである (主に地球 Earth, 金星 Venus, 水星 Mercury の各太陽圏 Heliocentric Zones, およびイオ Io に存在する)。



例：プレイヤーは水星北極 Mercury north pole にプッシュコロニーを建設した。これは彼のフレイター (HIIRER Beam Rider) のプロモーション・コロニーであり、彼はこのフレイターで自派のクルー Crew を水星へと輸送し、クルーのスラスタでフレイターを地表に着陸させ、プロモート・オペレーションによりこのフレイターカードを紫面 (Magnetic Mirror Beam Rider) に裏返した。

- b. **ラボ・プロモーション・サイト Lab Promotion Site (モジュール Module 2)**。プロモート状態 Promoted かつアンカー状態 Anchored のパネルは、常にコロニスト、フレイター、GW級スラスタの各カードのプロモーションを実施できる (2A3c)。
- c. **交渉 Negotiation**。プロモートの実施に必要なコロニーまたはラボ **Lab** は、白色またはサイト上オペレーションのための交渉 *negotiated on-site operation* (N6) により許可を得たプレイヤー色でなければならない。
- d. **プロモートの永続性 Promotion IS Permanent**。紫面カードはフリーマーケット *free market* (13b) で売却できない。これらは破棄 Decommission でのみ失われる。ただしプロモート状態カードを自発的に破棄し、ハンド **Hand** に戻してから売却することはできる (この場合、カードのどちらの面であるかは問題なくなる)。

注意：紫面にはフューチャー Future が記載されているが、1D を使用していない場合は無視する。

1A6. エピック・ハザード Epic Hazard (新オペレーション)

宇宙エレベータ *Space Elevator* (1B9) の建設や、フューチャースター *future star* のトークンを獲得するために何らかのフューチャー Future を達成する場合 (1D2a)、指定されたユニットがエピックハザード・オペレーション *epic hazard operation* を実施する必要がある。宇宙エレベータの建設では、工場 *Factory*, フレイター *Freighter*, 移動工場 *Mobile Factory* のキューブがこのユニットに相当する。フューチャーの達成では、ヒューマン **Human** (クルー *Crew*, ヒューマン・コロニスト **Human**)

Colonist, コロニードーム Colony dome, アンカー状態バナール Anchored Bernal) がこのユニットに相当する。

- a. **エピックハザード・ロール Epic Hazard Roll.** このオペレーションではハザードロール Hazard Roll が要求される。プレイヤーは FINAO を支払うことで、このロールを回避することができる。このロール結果が 1 だった場合、宇宙エレベータは建設できず、オレンジスターは獲得できず、またこのエピック・ハザードを実施したユニットは強制的に破棄 Decomission される。

注意：フューチャーの試みに際に、エピックハザード・ロールの失敗はこれを実施したヒューマン Human を殺すが、配置されていたフューチャー対象の紫面カードは破壊されない。

- b. **成功の効果 Successful Effects.** 1B9 (宇宙エレベータの場合) または 1D2 (フューチャーの場合) を参照。

1A7. ナノファクチャー Nanofacture (モジュール 2 で必要な新オペレーション)

プレイヤーのアンカー状態バナール Anchored Bernal は、自派の移動工場を製造できる。プレイヤーがプロモート状態のフレイター Freighter を所持している場合、このプレイヤーはアンカー状態バナールでナノファクチャー・オペレーション nanofacture operation を実施することで、移動工場 (小キューブ) を製造できる。これには稼働状態のロボノーツとリファイナリーを各 1 枚、それぞれのサポートとともに破棄 Decomissions し、該当バナールに移動工場 Mobile Factory キューブを 1 個配置する。

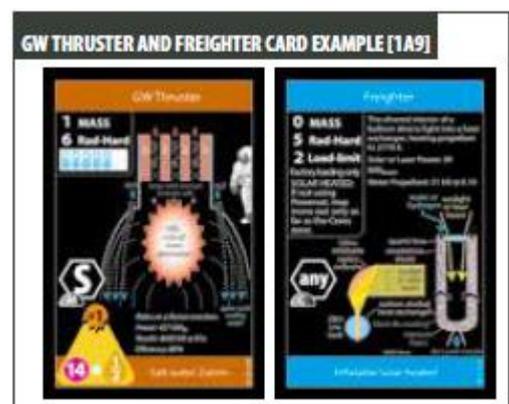
例：プレイヤーは所有する poodle フレイターを D-nanotube フレイターにプロモートし、リファイナリー 1 枚とロボノーツ 1 枚とそれらのサポート (ジェネレーター、リアクター、ラジエター) を LMO (火星低軌道) の自派のアンカー状態バナールに移動させた。彼はこれらのカードをすべて破棄し、LMO に小キューブを製造した。

1A8. コアルール補記 Core Rule Addendums

フレイター運用の簡略版である デリバリー・オペレーション delivery operation (I9) は、本モジュールでは使用できない。

1A9. フレイターと GW 級スラスターに関する補記 Freighter & GW Thruster Card Anatomies

フレイターと GW/TW 級スラスターについての技術的な詳細はルールブックの 1Z を参照。(訳注：未訳)



1B. フレイター Freighters

フレイターは宇宙機 Spacecraft のひとつで、マップ上にはフレイター駒 **Freighter Figure** (大キューブ) として配置される。フレイターのカードは単独でデッキを構成し、リサーチオークション *research auction* (I2) によりプレイヤーのハンド **Hand** に獲得される。これをプレイヤーはハンドからそのスペクトル型 *Spectral Type* に対応した **ET 生産 production** (I8) により黒面 **Black-Side** で建造できる。³ これは任意のスタックまたは、それ自身をあらゆるフレイタースタック **Freighter Stack** に追加できる：

- フレイタースタックの作成 Create A Freighter Stack** は、**カーゴ移送 cargo transfer** (G1), **ET 生産 production** (I8), **スタック交換 stack swapping** (G1e) により実施される。この配置場所をあらゆるため、マップ上に大キューブ(10mm)を配置する。該当のフレイターカードを、対応するフレイタースタック内に配置する。
- フレイタースタック Freighter Stacks** は燃料を管理せず、ターン **Turn** 毎に 1 バーン分の移動 (加えてフライバイ、プッシュ、慣性航行) を実施する。これらの最低でも質量 1 を持つ。(ロケットプレーン離陸 *rocketplane liftoffs* (H6c) などに関係する)
- 積載制限 Load Limit** は、対応するフレイタースタックに配置して輸送可能なカードの合計質量の上限となる。

注意：積載上限の質量には、フレイター自身の質量は計上されない。

- プロモーション Promotion.** プレイヤーがフレイターカードをプロモート *promote* (1A5) した場合、このプレイヤーのすべての工場 **Factory** キューブが以後は移動工場 **Mobile Factory** と呼ばれるフレイターとなり、該当フレイターの **フューチャー Future** が使用可能となる (1D)。
- 移動工場 Mobile Factories.** プレイヤーがフレイターカードのプロモートを実施したら、このプレイヤーのすべてのキューブが該当フレイターカードと同じ能力で移動可能となる。これらはクレーム **Claim** に着陸した時点で、工場 **Factory** として機能する。自身のターン **Turn** において、プレイヤーは所有するすべてのキューブを、任意の順番で移動できる。

注意：移動工場は工場ではなく、トークン *token VP* (M2a) としては計上されるが、クレーム上に配置されている場合を除き *stock VP* には計上されない。

1B1. フレイターの獲得と建造 **Freighter Acquisition & Production**

フレイターはリサーチオークション *research auction* (I2) の勝利により、プレイヤーのハンドに獲得される。1A4 のカード上限も参照。

- 建造 Production.** その後に、プレイヤーは該当フレイターのスペクトル型 *Spectral Type* に対応した工場 **Factory** で、ET 生産によりこれを建造できる。このフレイターに記載されたスペク

³ 蒸気フレイター **Steam Freighters**. 例えば ET 工場のように水が豊富に利用できる場合、この最良の利用方法は何かだろうか? H₂-O₂ ロケットに使うために電気分解する? 最も安価な使い道は、低性能 (比推力 0.19ks 程度) の蒸気ロケットのために使用することである。これは太陽または核反応の熱を利用して、水を 1,100K の蒸気に変換するものである。このローテク貨物船のペイロード費は 100:1 に達し、質量 1 相当の貨物を運搬するために、(ゲームの通常の湿質量制限を超える) 質量 100 相当の水を搭載しているのである。このような宇宙船が低速なのは推力の低さではなく、目的地への ΔV を達成するために大量の推進体を抱えていることが原因である。- Anthony Zuppero, *Origin of How Steam Rockets Can Reduce Space Transport Cost by Oder of Magnitude*, 1998 (一)

トル型が「任意」ANYである場合、これはどの工場でも建造可能なローテクのフレイターであるが、フリーマーケット *free market* (I3b)で売却することができない。

1B2. フレイター駒の大キューブ Big Cube Freighter Figure

各プレイヤー色のキューブのうちひとつは、他のものより大型(10mm)となっている。このキューブが対応プレイヤーのフレイターカードを含むフレイタースタック *Freighter Stack* (1Ba)の位置をあらわすために使用される。フレイターカードには、このキューブ自体の質量、放射線耐性、積載制限 *Load Limit* が記載されている。

1B3. フレイタースタックのカーゴ Freighter Stack Cargo

フレイタースタックはフリーアクション *free action* (G1)によりカーゴ *Cargo* をやり取りすることができる。フレイターは湿質量燃料 *Wet Mass Fuel*, 乾質量 *Dry Mass*, 湿質量 *Wet Mass* は記録しない。カーゴの運用においては、以下のルールを守る必要がある：

- a. **質量制限 *Load Limit*.** フレイターカードに記載されたこの値は、該当のフレイターカード自体の質量を除き、運搬できる質量の合計をあらわしたものである。
- b. **工場積載限定 *Factory Loading Only*.** この工場積載限定と記載（右図）されたフレイターは、工場 *Factory* またはアンカー状態パネル *Anchored Bernal* に配置されている場合のみ、該当スタックにカードを追加できる。カーゴ移送 *cargo transfer* (G1)を用いたカードの除去は、通常通りどこでも実施できる。



注意：工場積載限定のフレイターは、サイズ **Size 6** 以上の非気圏サイトでは極めて扱いにくいものとなっている。これらはカーゴ **Cargo** として牽引または搭載されることはできるが、フレイタースタックとして離陸するためにはロケットプレーンが必要となる。**[1B3b]**（訳注：ロケットスタックに搭載されて離陸することはできるが、**1B3b** の制限により離陸後の宇宙でカーゴを搭載することができない。最初からカーゴを搭載して離陸するためには、気圏サイトでのアセチレン・ロケットプレーン離陸 *Acetylene Rocketplane Liftoff* (H6c)が必要)

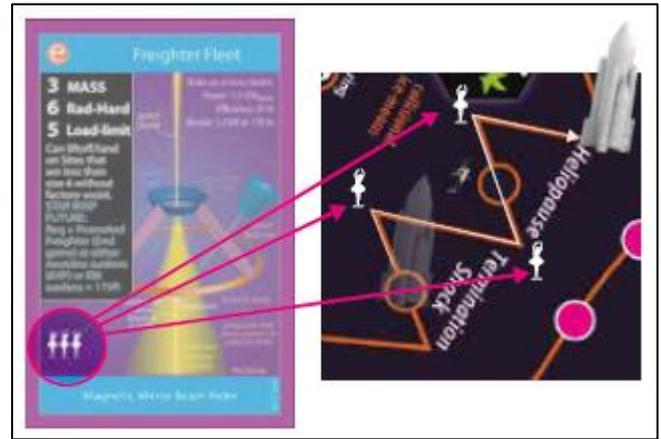
例：プレイヤーの *Inflatable Solar-Heated Freighter* が、黒面カードをフリーマーケットで売却するため *LEO* まで輸送した。このフレイター自体はスペクトル型 *Spectral Type* が「任意」ANYであるため、売却することができない。また新たなカーゴを搭載することもできない（*LEO* では、この宇宙機が他の場所へと旅立つために必要な質量で数百におよぶ水を補充することができないのである）。彼はこのフレイターを破棄 *Decommission* することにした。

1B4. フレイタースタックの移動 Freighter Stack Movement

フレイタースタックでは、バーンによる燃料使用やその管理はおこなわない。フレイターの移動には燃料ストリップ *Fuel Strip* は使用せず、H章のルールも使用しない。これに代えて、フレイターは1回のバーンスペース *Burn Space* を移動でき、その後は慣性航行を実施する。パワーサット *Powersat* からのプッシュを受けた場合、1回のピボット *Pivot* または2回のバーンスペースを使用する2回分の移動が実施できる。またフライバイ *flybys* (H8)によるボーナスバーン *Bonus Burn* を使用することもできる。フレイターカードは、フレイタースタック以外の移動のためにアクティブ化や使用することはできない。以下はフレイタースタックにのみ適用される：

- a. **ボーナスピボット Bonus Pivots.** バレリーナアイコン ballerina icon が記載されているいくつかのフレイター (Z-Pinch, Fission Fragment, HIIPER Beam-Rider など) は、その数に応じたボーナスピボット Bonus Pivots が使用できる。

例： *Magnetic Beam Mirror* 型フレイターは+3 のボーナスピボットを持つ。このフレイタースタックは末端衝撃波面 *Termination Shock* から *Sedna* への航路をたどっている。このフレイターは続く 3 回のホーマン遷移 *Hohmanns* (およびヘリオポーズとヴォイジャーのイースターエッグ) をフリーで通過し、その次の 4 番目のホーマン遷移で停止した。



注意： ボーナスピボットをバーン Burn や燃料 Fuel に変換することはできない。

- b. **離着陸 Landing/Liftoff.** フレイタースタックはサイズ Size 1 のサイト Site または、工場アシスト *factory-assist* (H6c) を使用してサイズ 5 までの工業化されたサイトに離着陸できる。またエアロブレーキ着陸 *aerobrake landings* や、アセチレン・ロケットプレーン離陸 *acetylene rocketplane liftoff* (H6c) を使用することもできる。
- c. **正味推力 Net Thrust.** フレイタースタックは 1 の正味推力を持つ。パワーサット *Powersat* からのプッシュを受けた場合、正味推力は 2 となる。この値は放射線ベルト *Radiation Belts* と太陽オーベルト効果 (基本推力=1 と見なす) で使用される。
- d. **2 回移動禁止 No Double Move.** 1B6e 参照。
- e. **放射線ベルトへの進入 Entering Radiation Belts.** 1B6e 参照。
- f. **ハザードへの進入 Entering Hazards.** フレイターはハザード *Hazards* (H7) の効果を受ける。

1B5. 搭載型核サポート On-Board Nuclear Supports

いくつかのフレイターとコロニスト *Colonist* のカードには、核動力のリアクターやジェネレータが記載されており、これらは記載されたサブタイプ *subtype* (J1a) のアイコンに対応したサポートとして、サポートチェーン *support chain* (J1c) の一部として使用できる。これらはまた工業化 *industrialization* (I7) の際に破棄するサポートとしても使用できる。

例 1： プレイヤーは *Luna* の工場で、電気式ジェネレータを搭載した *Dirt Lancher* 型フレイターを建造した。*Luna* はフレイターが離陸するには大きすぎるため、彼は併せて GW 級スラスタ (Spheromak $^3\text{He-D}$ Magnetic Fusion) も製造した。この GW 級スラスタが必要とするサポートは、フレイターが供給する。GW 級スラスタはこれらのサポート (ラジエーターとフレイター) を搭載し、1 点分の H 型アイソトープ燃料を搭載して離陸し、1 ターンで LEO に到達した。

例 2： 先の例では、フレイターはその搭載型核リアクターのためだけに使用された。しかしこれが天王星エアロスタット *Uranus Aerostat* のような遠隔地の H 型サイトだった場合を考えてみる。この場合、GW 級スラスタはフレイターとサポートをランダーバーンの通過だけに使用されるだろう。その後はスラスタを他の場所で使用するために破棄 *Decommision* することができ、さらに残されたフレイターで黒面カードの 1 枚を地球まで持ち帰り、これを売却することができる。

1B6. フレイターのプロモートと移動工場 **Freighter Promotion & Mobile Factories**

建造したフレイターカードを裏返して紫面 Purple-Side にするには、プロモート・オペレーション *promote operation* (1A5)を使用する。プロモートの効果は永続する。一旦プロモートが発生すると、そのプレイヤーのフレイターカードは「フレイター・フリート」*freighter fleet* となり、マップ上の彼の（大小含め）すべてのキューブは**移動工場 *Mibile Factories***に「改装」される。これで街頭プレイヤーのフレイター駒 **Freighter Figure**（大キューブ）は、移動工場としてクレイム **Claims** を工業化できるようになり、また彼のすべての工場 **Factories**（小キューブ）は、対応するフレイターと同様に移動できるようになる。これらは対象フレイターカードのプロモートが発生した時点で即座に発動する。

- a. **能力 *Capacities***. これにより対象プレイヤーのすべての小キューブは、対応するフレイターカードに記載されている質量（この値は該当カードをカーゴ **Cargo** として運搬する際に使用される）、放射線耐性、ボーナスピボット **Bonus Pivots**, 搭載型核サポート **On-board Nuclear Supports** を含むすべての能力を持つようになる。しかし小キューブはカーゴを搭載できず（積載制限は無視する）、このプレイヤーのフレイターのフューチャー **Futures** にも（訳注：フレイターの代用としては）使用できない。

注意：プレイヤーが自身のフレイターをプロモートした場合、このプレイヤーの各工場キューブが大キューブと同様に移動できるようになる。[1B6a]

- b. **移動工場の離着陸 *Mobile Factory Landing & Lift-Off***. 工場の存在しないクレイムへの離着陸において、移動工場はそれ自身を工場として工場アシスト *factory-assist* (H6c)を使用できる。対象のクレイムは自身または他のプレイヤーの所有を問わず、また配置されているサイト **Site** の サイズ *Size* は5以下である必要がある（サイズ6+のサイトには（訳注：工場アシストでは出入りできない）ランダーバーン **Lander Burn** が存在するため）。ロケットプレーンの例外については以下。

- 未工業化クレイムへの着陸 **Landing On Unindustrialized Claim** では、移動工場キューブを対象の自派のクレイムディスク上に配置する。
- 工業化済クレイムへの着陸 **Landing On Industrialized Claim**（または他プレイヤーのクレイム）では、移動工場キューブを対象クレイムディスクの隣に配置し、このクレイムとは無関係であり、工場としては使用できないことを示す（例：ET 工場生産、コロニー建設、工場時価の対象にはならない）。
- アセチレン・ロケットプレーン **Acetylene Rocketplane**. 気圏サイト **Atmospheric Site** に配置されている移動工場は、対応する水コストを支払うことで、アセチレン・ロケットプレーン離陸 *acetylene rocketplane liftoff* (H6c)を実施できる。

- c. **工場の設置と撤収 *Factory Establish or Abandon***. 移動工場は、自身のクレイムディスク上に配置されている場合にのみ工場の機能を持つ。⁴ 自派のクレイムに対して所有するキューブの離着陸を実施した場合、直ちに工場の設置または撤収が発生する。スペクトル型 **Spectral Type** が「任意」ANYである場合を除き、開発トラック **Exploitation Track** (I7d)の調整を実施する。撤収を実施することでパネル **Bernal** のダートサイド工場 **Dirtside Factory** が存在しなくなる場合、この撤収は実施できない。

⁴ クレイム **Claim** は単なる旗や足跡だけでなく、ある程度の採掘インフラに加えて、移動工場も収容可能な離着陸設備が含まれている。

- 該当スペクトル型の工場が存在しない場合、この時価は 10 となる。

例：プレイヤーは Eichsfeldia の工場で C 型製品を生産し、大キューブスワップを使用してこの工場をフレイターに変換した。この小惑星はサイズ 4 であるため、彼は工場アシストによりフレイターカードとそのカーゴ（訳注：先に生産した C 型製品）を打ち上げ、Vesta の隣のバーンスペースを通過した。これで工場が C 型のクレームを放棄したため、開発トラックの C 型欄が 1 段階低下した。わずか 1 ターンで様々なことが起きた！

- コロニー Colonies.** コロニーは恒久 permanent (G6b) であるため、該当クレームディスクにコロニーが配置されている場合、移動工場として離陸することや、クレームの放棄、自発的な破棄などは実施できない。
- フレアと放射線ベルト Flares & Radiation Belts.** 各移動工場キューブは、所有プレイヤーのフレイターカードに記載された放射線耐性値と同じ値を保持しており、フレア flares (K2d) に遭遇した場合やベルトロール Belt Roll (H10) でこれを使用する。これらのロールに失敗した小キューブは捨札となる。大キューブが失敗した場合はフレイターの破棄 Freighter Decommission (1B7) を参照。フレイタースタックが搭載しているカードが判定に失敗した場合、これを破棄 Decommission する代わりにこのスタックに（グリッチが配置されていなければ）グリッチ Glitch を配置する。
- 発射台事故 Pad Exploision.** 移動工場は発射台事故/スペースデブリ pad explosions/space debris (K2c) の効果を見逃す。
- 移動工場の建造 Mobile Factory Creation** はナノファクチャー・オペレーション nanofauture operation(1A7)を参照。

注意：プレイヤーは工業化されていないクレーム Claim かアンカー状態バナール Anchored Bernal のいずれかで、稼働状態 Operational のロボノーツとリファイナリーを破棄 Decommission することで、移動工場を建造できる。[1B6g]

1B7. フレイターの破棄 Freighter Decommission

プレイヤーのプロモート状態フレイター Promoted Freighter が破棄 Decommissioned (1B6e) された場合、この駒 Figure（大キューブ）を捨札 Discard にする。搭載されていたすべてのカーゴ Cargo は、破棄されるかアウトポストスタック Outpost stack (E6) に変換される。次に以下の手順に従う：

- プロモート状態での破棄 Promoted Decomission.** プレイヤーのプロモート状態フレイターのカードが破棄を被った場合、マップ上に配置された自身の小キューブのひとつを大キューブに交換する。対象のフレイターカードをプレイマットのフレイタースロットに残した状態で、これが彼のフレイタースタックの新たな配置場所となる。
 - 新たな配置場所が工場 Factory のひとつである場合、開発トラック Exploitation Track は変更されない。
 - 新たな配置場所がコロニー Colony のひとつである場合、コロニーは恒久であるためこのフレイターは離陸できない。
 - **フューチャー Futures.** 破棄が発生すると未達成のフューチャーは放棄されるが、いったん獲得されたフューチャースター future star (1D2a) が失われることはない。
- 未プロモート状態での破棄 Unpromoted Decomission.** プレイヤーの未プロモート状態フレイターが破棄を被った場合、対象のフレイター駒 Freighter Figure はリザーブに、フレイターカードはハンド Hand に戻される。

例：プレイヤーのフレイタースタックが自派のホームバナー Home Bernal に移動し、カーゴのカードをフリーマーケットに放出した。このフレイターのスペクトル型 Spectral Type は「任意」ANY であり、フリーマーケットで何も得られないため、彼はこれを破棄した。このカードは未プロモート状態だったため、フレイターカードは彼のハンドに戻された。

1B8. フレイターの大キューブ交換 Freighter Big Cube Swap (新フリーアクション)

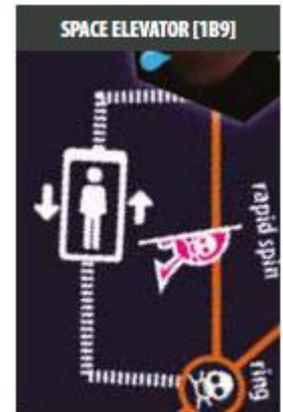
フリーアクション *free action* (G)として、カードをまったく搭載していない自派のプロモート状態フレイター Promoted Freighter の大キューブを、マップ上に配置されている自派のいずれかの小キューブと交換する。この行為により同ターンにおけるフレイターの移動を消費することはない。⁵

例：プレイヤーのプロモート状態フレイターは、LEO への生産物輸送を終えた。彼は LEO に配置されたこの大キューブを、Ceres に配置された小キューブと交換した。この魔法は 3D プリントの力で実施される。

注意：大キューブ交換はフレイターの破棄と同じ手順を実施するフリーアクションである。

1B9. スペースエレベータ Space Elevators

スペースエレベータ Space Elevator⁶とは、マップ上のスペースエレベータのアイコンが記載されている 2 つのスペース Space の間に建設することができるケーブルである。スペースエレベータを建設するためには、その一方のスペースが工業化されており、もう一方のスペースにフレイター Freighter か移動工場 Mobile Factory のキューブが配置されている必要がある。この状態でエピックハザード・オペレーション epic hazard operation (1A6)を実施し、このロールに成功したらマップの該当アイコン上に木製エレベータ・スティックを配置する。



- a. **ロケーション Locations** はマップ上に記載されており、Luna (Aristarchus plateau/ Lagrange L1),⁷ Mars (Arsia mons caves/Phobos), Saturn (Aerostat/Prometheus),

⁵ 大キューブスワップ Big Cube Swap は、3D プリンターを用いて移動工場 Mobile Factory を貨物運搬用のフレイターに再構成することをあらわしている。基本的に、この船体は既存の資材を利用し、カーゴベイに再構成される（スワップでは質量は転送されないのである）。この「スワップ」の最終段階には階最後には、カーゴベイを持つ 2 隻のフレイターが残されているはずである。しかしロジスティクス制限のため、プレイヤーはフレイターを 1 機しか保持できないため、元のフレイターは移動工場に戻されるのである。

⁶ スペースエレベータ Space Elevator は、天体の自転と同期した軌道上の衛星からテザーを垂らし、そのカウンターウェイトとして建設材料の供給源となる小天体を係留する。この衛星の軌道速度と天体の自転速度に速度差がある場合、大型で大気を持つ天体の場合はダートサイド側の末端はかなりの抗力と熱負荷を受けながら大気中を移動するフックまたはスクープとなる。この抗力は衛星の高度を僅かに低下させる。ロボット化された昇降機が採掘された原料を小天体まで引き上げれば、さらに電磁カタパルトで投射することができる。- Penoyre & Sandford, *The Spaceline, A Practical Space Elevator Alternative Achievable with Current Technology*, 2019 (draft version). (→)

⁷ 月のビーンストーク Lunar Beanstalk は、月の軌道エレベータと月面資源を回収する太陽電池式ロボノーツ昇降機を組み合わせたシステムである。既存の高強度複合材で製造されたスペースエレベータのリボン、月の地球側に位置している地球-月 L1 ラグランジュ点付近で釣り合いをとり、月面側には採掘現場につながる月面軌道と接続される。試算では年間 584 トン（質量 15 相当）の月のレゴリスを GEO に送ることが可能である。- Pearson, Levin, Oldson, Wykes, *Lunar Space Elevators for Cislunar Space Development*, 2005.

Uranus (Aerostat/Cordelia),⁸ Neptune (Aerostat/Despina), Pluto/Barycenter, Charon/Barycenter, Haumea/Barycenter⁹に存在する。

- b. **クレーム Claims.** スペースエレベータが建設されると、この接続先の未クレーム状態のサイトは、枯渇状態である場合を含め、自動的にクレームが配置される（枯渇状態の場合は赤ディスクを白色と置き換える）。接続先のサイトが他プレイヤーのクレームである場合、クレームジャンプ *Claim Jumping (G4)* を実施する場合を除き、該当のクレームが残される。

例：プレイヤーは Mars の *Arsia Mons Caves* を工業化しており、*Phobos* に移動工場を移動させた。エピックハザード・オペレーションを実施し、プログラマーたちに *FINAO* を支払うことでリスクを回避し、彼は *Mars Space Elevator* を建設してエレベータ・スティックを配置した。

- c. **特典 Benefits.** フリーアクションとして、エレベータに接続された工場 *Factory* を持つプレイヤーは、接続されたスペース間で任意の数のヒューマン *Humans* とカーゴ *Cargo* を *カーゴ移送 cargo transfer (G1)* できる。この特典は他のプレイヤーと交渉可能である。
- d. **ゲーム終了時の勝利特典 Endgame Victory Points.** スペースエレベータに接続されている工場 *Factory* は、エレベータの建設者に関わりなくその *工場時価 factory stock price (M2b)* が 2 倍となる。またスペースエレベータの建設は、ビーンストークのフューチャー *beanstalk future (1D4d,1D5I)* に追加の特典をもたらす。
- e. **GEO スペースエレベータ Space Elevator.** 地球のスペースエレベータは、**GEO ホーム軌道 Home Orbit** に配置された **GEO エレベータ・バナル Elevator Bernal (Module 2,2B4i)** によってのみ建設できる。このアンカーの実施にはエピック・ハザード *Epic Hazard* の *op* やロールは必要なく、また他の資材も不要である。（訳注；**GEO エレベータ・バナル**をアンカーした時点で設置される。またこの効果は **1B9c** ではなく、カード記載の「ブースト費用半減」である）
- f. **破壊 Destruction.** スペースエレベータは、あるターン *Turn* の終了時において、両端とも工業化されていない状態となった場合に破壊されるが、この例外として **GEO エレベータ Elevator** に配置されたエレベータ・スティックは自発的に対応バナルのアンカーを解除しない限り除去されない。この状態の **GEO** にホームバナルを配置したすべてのプレイヤーは、ブースト費用 2 倍の効果を受けずに自身のホームバナルに対するブーストが実施できる（**GEO ホームバナル**の）効果を利用できる。またこのエレベータは再建することができない。

注意：スペースエレベータの使用は移動ではなく、該当エレベータで接続された両ロケーション間での *カーゴ移送フリーアクション cargo transfer free action (G1)* とみなされる。[1B9]

⁸ リング惑星のビーンストーク *Ringed Planet Beanstalk*. 土星や天王星のように、そのリングの外側にスペースエレベータに最適な衛星がある惑星では、リング物質がエレベータに対する重大な脅威となる。プロメテウス（土星）やコーデリア（天王星）の北極に塔を建設することで（訳注：リング面からオフセットすることで）、エレベータはこの破壊的な衝突を回避できるのではないかと考えられている。「巨大な炭素管」で作られたこのリボンは 440 トン、または質量 10 に相当する。これでクリーンな核融合燃料となるヘリウム-3 を、地球に向けて年間 20 トン程度送り出すことができる。- A.M. Hein, *Project Icarus: Architecture Development of Atmospheric Helium 3 Mining of the Outer Solar System Gas Planets for Space Exploration and Power Generation*, 2010.

⁹ ハウメアの自転 *Haumea's Rotation* は非常に早く（3.9 時間）、赤道に設置された宇宙エレベータはほとんどカウンターウェイトを必要としない。そしてこの自転は、ハウメアの形状を三軸楕円体に歪ませている。このような自転は、ハウメアのリングや衛星とともに大規模な衝突の遺産ではないかと考えられている。

1C. GW/TW 級スラスター GW/TW Thrusters

ジョンの法則 Jon's Law : 「あらゆる恒星間航行機関は大量破壊兵器となり得る」

ギガワット級(GW)やテラワット級(TW)のスラスターは、記載されたスペクトル型 Spectral Type と一致するサイト Site での工場燃料補充または、このようなサイトで生産されたアイソトープ FTs (金色ビーズ) でのみ燃料を補充できる。アフターバーンを使用する場合、燃料 1 ステップを消費することで、熱量 Therm 1 点分の冷却に加えて、**GW 級アフターバーン afterburn (1C2)**のアイコンに記載された推力を追加する(1C2)。その他の点においては、コアゲームの MW 級スラスターと同様にロケットスタック Rocket Stack の一部となり、移動し、バーンに燃料を費やす。¹⁰

- a. **移動修正サポート Movement-Modifying Supports.** GW/TW 級スラスターをアクティブ化した場合、正味推力と燃費の計算においては **移動修正サポート movement-modifying supports (J5d)** は適用しない。¹¹
- b. **アイソトープ基軸通貨 Isostanderd.** ある GW 級スラスターの研究を実施した (またはこのひとつを宇宙に配置した) のちは、該当プレイヤーは任意のアイソトープ FTs を生産することができなくなる。以後はこのプレイヤーが生産したすべてのアイソトープ FTs は、該当するスペクトル型 Spectral Type (このプレイヤーの**アイソトープ基軸通貨 isostanderd** となる) となり、対応するサイトの工場でのみ生産できるようになる。すでに GW/TW 級スラスターを所有している場合、新たな GW/TW 級スラスターをリサーチすることや、ET 生産することはできない。
 - **アイソトープ基軸通貨の変更。**一旦決定されたアイソトープ基軸通貨は、該当プレイヤーが現在の GW/TW 級スラスターを売却または失った後に、新たな GW/TW 級スラスターを生産しない限り変更できない。¹² 変更された場合、このプレイヤーの所持する FTs は新たなアイソトープ基軸通貨に返還される。

¹⁰ 核エネルギー Nuclear Energy は、(「高 Z」原子を分裂させる)核分裂か、(「低 Z」原子を衝突させる)核融合により放出される。核分裂用の原子にはウラン、トリウム、プルトニウムが、核融合用の原子には水素、ヘリウム、リチウム、ホウ素の放射性同位体が挙げられる。本ゲームで登場する核燃料の比エネルギーは以下：⁶Li-H + H-B 核融合=73TJ/kg, ウラン核分裂=82TJ/kg, D-T + ³He-D + D-D 核融合=345TJ/kg. ゲームに登場する化学燃料の比エネルギーは、この 100 万分の 1 を下回る：準安定 He=477MJ/kg, H₂-O₂=14MJ/kg. 核融合燃料の核に存在する正の電荷により電気的な反発が生じるため、熱と閉じ込め時間によりこの反発を押さえ込まねばならない。このためエネルギーの出力を得るためにはエネルギーの入力が必要であり、この核融合で得られる熱エネルギーと反応を維持するために注入されるエネルギーの比が、原子炉の Q 値と呼ばれる。起動時には、Q は無限大となる。

¹¹ ギガワット級リアクターサポート Gigawatt Reactor Supports. 本ゲームに登場するリアクターは、MW 級スラスターを稼働させるには十分な数百 MW の熱を発生させる。しかしこれは GW 級スラスターを稼働させるには不十分である。実際には、ゲーム中で GW 級スラスターのサポートに使用されるこれら原子炉は、直接の動力源ではなく主動力となる核連鎖反応を生み出すためのイニシエータとして用いられる。例えば GW 級の核融合反応を起動する MW 級レーザーをあらわしているのである。この生み出される核動出力と、イニシエータ入力との比は Q 値と呼ばれる。

¹² ギガワット級スラスター Gigawatt Thrusters の燃焼には、推進体や開放系冷却材を添加しない純粋な核燃料が使用される。したがって(化学ロケットのように)燃焼された燃料が推進体としても使用される。この核分裂や核融合の燃料には、同位体分離により精錬される希少な同位体を使用される。本ゲームでは、これらは以下の天体で産出されると仮定している：D 型天体で核融合燃料のホウ素 11, H 型天体で核融合燃料のヘリウム 3, M 型天

1C1. GW 級スラスターの燃料 GW Thruster Fuel

ギガワット級スラスターは、アイソトープ FTs の **カーゴ移送 cargo transfer (G1b)**か、**工場燃料補充 factory refueling (I5b)**でのみ燃料を補充できる。さらにこの工場 Factory のスペクトル型 Spectral Type が、対象の GW 級スラスターのそれと一致している必要がある。この工場推進剤補充は、適合するスペクトル型のダートサイド工場 **Dirtside Factory** を持つ自身のバナール **Bernal** でも実施することができる。

- a. **アイソトープ燃料のサイト燃料補充 Isotope Fuel site Refueling.** 工場燃料補充 factory-refueling (I5b)においては、特記事項（フューチャーFuture, コロニスト特殊能力 Colonist Abilities など）がない限り、工場燃料補充オペレーションにつき1アイソトープタンク（金色ビーズ）分までに制限される。
- b. **湿質量チット Wet Mass Chit.** GW 級スラスターは、純粋な同位体燃料を使用していることを示すため、金色の湿質量チットを使用する。アイソトープ燃料を使用する宇宙機 Spacecraft は、水のような低グレードの燃料を使用できず(F4b)、また使用している GW 級スラスターのスペクトル型と一致しないアイソトープ燃料も使用できない。
- c. **アイソトープ燃料のスペクトル型指定 Specifying Isotope Fuel Spectral Type.** プレイヤーは自身のハンド Hand とスタック内を含め、同時に1枚しか GW 級スラスターを所有できず、また生産、輸送、保管するすべてのアイソトープ燃料はこのカードで指定されたスペクトル型のアイソトープ FTs であるとみなされる(I5b)。¹³ プレイヤーは複数の種類のアイソトープ燃料を保持することができない。
 - **GW 級スラスターとフリーマーケット Free Market of GW Thruster.** プレイヤーの GW/TW 級スラスターがパテントデッキに戻された場合には、このプレイヤーの所有するすべてのアイソトープ FTs（金色ビーズ）は残される。これらはこのプレイヤーが新たな GW/TW 級スラスターを入手した際に、新たなスペクトル型に変換される。

例 1：GW 級の Dense Plasma Focus Rocket が、Pluto の D 型衛星である Hydra の工場に配置されている。工場燃料補充 OP では、1タンク分の D 型アイソトープ燃料が補充される。

例 2：緑プレイヤーは H 型ガス・ジャイアントである Uranus Aerostat で Spheromak 型 GW 級スラスターを建造した。彼は（このサポートを含めて）乾質量 Dry Mass 6 のロケットを建造し、工場燃料補充に3ターンを費やして3タンク分の H 型アイソトープ燃料（ヘリウム 3）を注入した。これでこのロケットはトランスポート級となり、+6 のアフターバーンを使用した正味推力(12-1=11)でも天王星（サイズ 11）から離陸するには不足する。またランダーバーンに進入することになるため、このロケットは工場アシストを使用することもできない(G3b)。アセチレン・ロケットプレーンを使用することもできるが、これには（Uranus Aerostat で）18WT のコストとハザードロール Hazard Roll が必要となる。これに代えて、燃料を1ステップ分投棄し、もう1ステップでアフターバーンを実施してスカウト級に落とし、正味推力 12 にする必要がある。

体で核分裂燃料のキュリウム 245（反物質生成の熱平衡材として用いる）、S 型天体でウラニウム 235, V 型天体で核融合燃料のリチウム 6。

¹³ 核融合燃料 Fusion Fuels には、放出する中性子の多さ（低性能）と点火温度の低さ（高性能）とのバランスが存在する。脚注 19（恒星船の核融合燃料 Starship Fusion Fuels）を参照。

1C2. GW 級アフターバーン GW Afterburning

アフターバーンのアイコンで示されているように、いくつかの GW/TW 級スラスタはそのアクティベーション *activation* (H2)において **GW 級アフターバーン afterburn** を使用できる。これには 1 ステップ分の燃料を消費し、該当する炎アイコンに記載された値だけ **正味推力 net thrust** を増加する。またこの行為は **1 ターンに 1 回のみ実施でき**、熱量 Therm の冷却効果も得られる。^{14 15}

- a. **MW 級と GW 級のアフターバーン使用 Afterburning.** MW 級スラスタでアフターバーン *afterburning* を使用した場合、炎アイコンの値だけ燃料ステップを消費し、正味推力を 1 増加する。GW/TW 級（スラスタにおける）のアフターバーンでは、この関係が**逆転する**。炎の値が正味推力の増加値となり、消費する燃料ステップ数が 1 となる。
- b. **開放冷却系 Open-Cycle Cooling.** GW/TW 級アフターバーンでは、**MW 級アフターバーン(H3a)**と同様に 1 点分の冷却効果が提供される。¹⁶

例：Spheromak 型の GW 級スラスタには 6-1/10 のスラストトライアングルが記載されている。これはトランスポート級であるため、湿質量修正-1 により正味推力は 5 となる。1 ステップ分の燃料を消費して+6 のアフターバーンにより正味推力を 11 に向上させれば、サイズ 10 までの天体に離着陸できる。**移動の開始時に**、1 ステップ分の燃料をアフターバーンに、もう 1 ステップ分の燃料を移動に使用すれば、この宇宙機 **Spacecraft** は 11 回のバーンスペースまたは 5 回のピボットを通過し、Luna や Ganymede のような天体に着陸できる。[1C2b]

1C3. テラワット級スラスタ Terawatt Thruster

GW 級スラスタのカードを裏返して紫面 **Purple-Side** にするには、これをカードのプロモーション能力のあるロケーションまで運び、**プロモート・オペレーション promote operation (1a5)**を実施する。

¹⁴ 白熱したティッシュペーパー **Incandescent Tissue Paper**. 「これまでのところ、宇宙における高エネルギー生成には、熱放射が伴っている。（中略）ラジエーターを高熱化することで、質量の大幅な軽量化に寄与することができる。乗員と貨物のための区画は冷却されていなければならないが、船体の残りの部分は高熱となる。我々の想定するような低加速で効率的な船体は非常に軽薄な構造が求められ、いわば「白熱したティッシュペーパー」製というべきものになるだろう」 John Trenholme, 2003.

¹⁵ **GW 級ラジエーター Radiators.** GW 級スラスタの冷却に使用する場合、ラジエーターは 1427K で 240MWth/Therm の熱を放出する想定となる。対する MW 級スラスタでは 1200K で 120MWth/Therm の想定である。これが TW 級スラスタではさらに高温の 2000K で 960MWth/Therm となり、ロケット全体が白く光り輝く。

¹⁶ **開放冷却系 Open-Cycle Cooling.** ロケットの内部では、特にノズルや原子炉の内壁が高温となる。これらは液体水素で冷却することもできるが、これで高熱を持った冷却材はどうすればよいのだろうか？クローズドサイクルでは広大なラジエーターを通して冷却し、再利用することができる。あるいはノズルの超音速領域に投棄して、反動質量に追加することもできる。オープンサイクル冷却では、燃料消費を犠牲にして推力を 2 倍にする。（ゲームノート：推力値+1 毎に、実際の推力は 2 倍となる） ジェット推力は推力と推進体の流出速度の積の半分であるため、推力を 2 倍にした場合、同じパワーレベルでは流出速度が半分となる。ワットで換算される熱出力は、冷却材の質量流量 kg/sec と比熱（H₂では 14800JKg⁻¹K⁻¹）の積に温度（タングステン製の内壁の融点 3200K）を掛けたものとなる。この内壁内の熱流束は 12MW/m² にも達する。核分裂炉では、通常のタングステンより熱中性子に対する毒性が 10 倍少ない 184W という同位体が必要となる。120MW の熱（本ゲームの 1 点分の「熱量」Therm）を破棄するためには、2.5kg/sec の水素が必要となる。さらにエキゾチックな技術では、液体タングステンの渦の中で水素冷却材を泡状にすることで、（タングステンの沸点である）5930K までの高温で使用できる。この渦中に 10cm のタングステン層が形成できれば、最も厄介な核反応（反物質や D-T 反応）からの放射線ですべて遮蔽することができる。直径 1.6m の内壁を想定すれば、このタングステンだけで 20 トンの質量となる。

逆転磁場配位型衝突核融合スラスタ **Colliding FRC Fusion Thruster**. この TW 級スラスタはジェネレータ 1 個に加えて、2 個のリアクターのサポートを必要とする（低い Q 値のため、イニシエータには非常に高いエネルギーが要求されるのである¹⁷⁾）。

周期彗星 Synodic Comets. 例外として、TW 級スラスタをアクティブ化したロケットは、いずれのシーズンにおいても周期彗星に入退出できる。¹⁸⁾

注意：TW 級スラスタは元の GW 級スラスタと同じアイソトープ燃料を使用する（スペクトル型を忘れた場合は裏返して確認する）。

例：8-0 で「推力+5」のアフターバーンを持つスラスタを搭載したロケットスタックがある。この正味推力 8 である場合、この TW 級スラスタは燃料消費 0 でバーン 8 回の移動か、1 ステップ消費で 13 バーンの移動が実施できる。

¹⁷⁾ イニシエータ Initiators は、拳銃の弾丸の底にある雷管が火薬に点火するように、核反応を起動させるために使用される。イニシエータには、レーザー、高エネルギー粒子ビームやペレット、反物質など存在する。モジュール設計の観点からは、MW 級ロケットに電力を供給するように設計されたゲーム内の原子炉が、MW 級ロケットの 1,000 倍以上の出力を持つ GW 級ロケットの核融合反応を起動するために丁度良い出力（数百 MW の熱量）であることは幸いだった。この核動力出力とイニシエータ出力の比は Q 値と呼ばれる。

¹⁸⁾ 恒星船の核融合燃料 **Starship Fusion Fuels** は、それらの光原子（通常は水素とヘリウム）が融合される際にエネルギーを放出する。ここでは最も一般的に想定されている恒星船用核融合燃料を紹介する：

- 重水素とトリチウムの核融合(D-T)は、着火温度が最も低い（4,000 万 K または 5.2keV）、その放出エネルギーの 80%が、磁場では封じ込められず推力として偏向できない高エネルギーの中性粒子（中性子）となってしまう。その結果として生じる排熱のため、巨大なラジエーターが必要となる。
- ヘリウム 3 と三重水素の核融合(³He-D)は、恒星船の燃料としてよく挙げられている。これは着火温度が高温(30keV)となるが、発生するエネルギーの 77%が荷電粒子となるため、遮蔽やラジエーターの質量を大幅に減らすことができる。しかし、厄介な D-D 副反応により、中性子はエネルギーのごく一部（イオン温度 =50keV で 4%）となり、さらにエネルギー密度は D-T の 10 倍にも満たない。もうひとつの問題点は、ヘリウム 3 は希少であり、1kg のヘリウムを得るためには 24 万トンのレゴリスを集める必要がある。もしくは土星や天王星の大気からヘリウム 3 を採取することになる。
- 重水素同士の核融合(D-D)は、あまりにも高温(45keV)となり、また中性子も大量(60%)に発生するため、これ自体は有望ではない。しかしこの反応を触媒として、副産物であるトリチウムと ³He を 100%燃焼させることで、中性子のエネルギーを 40%まで低下させることができる。この方式は、巨大な氷天体をハイブリッド型恒星船とその動力源とするために使用できる。
- 水素 10%とホウ素 11 が 90%の核融合(H-¹¹B)は、³He-D より着火温度がさらに高く(200keV)、エネルギー密度が小さくなる。この反応は副反応を起こさず中性子を出さないため、原子炉のコンポーネントが放射性物質にならないという利点がある。ホウ素 11 は、海水やホウ砂を処理して得られる、ホウ素の最も一般的な同位体である。
- リチウム 6 と水素の核融合(⁶Li-H)も同様の無中性子反応である。しかし H-B 反応と ⁶Li-H 反応はいずれも高温となるため、プラズマ中でのイオン電子衝突により、原子炉内壁への高レベルの X 線制動放射による損失が発生する。これは排熱が少ないという利点を相殺してしまうかもしれない。

1D. フューチャー Futures (要モジュール 0,1,2)

フューチャーFutures は人類にとっての壮大な功績をあらわしており、コロニスト Colonist, GW 級スラスター-thruster, フレイター-Freighter をプロモートした際に与えられるゲーム内クエストである (1A2)。これらのクエストは、1回のゲーム中にクエスト毎に1回しか達成することができない。各カードの紫面 Purple-Side には、それぞれの達成条件と、(達成した場合の) ゲーム終了 VP を含む効果が記載されている。プレイヤーが紫面のカードを失った場合、該当カードが再生産され再プロモートされるまで、対象のフューチャーを獲得できなくなる。¹⁹

- モジュール Modules.** フューチャーはプレイにモジュール 0 (政治)、1 (テラワット)、2 (このないセッション) が同時に使用されている場合のみ有効となる。
- 個人クエスト Private Quest.** フューチャーは該当カードをプロモート状態にしたプレイヤーのみが達成できる。
- ハザード Hazardous.** すべての達成の試みには、クルーCrew またはコロニスト Colonist が生命を賭ける必要がある (エピックハザード・オペレーション *epic hazard operation* (1A6) を参照)。
- 長期ゲーム Long Game.** フューチャーを導入したゲームは、7 太陽サイクル Solar Cycles の長さとなる。

1D1. フューチャーの要件 Futures Requirements

各フューチャーには一連の**要件 requirements** ("Req") が記載されており、これらを満たしたうえで**大災害オペレーション *epic hazard operation* (1A6)**を実施し、これに成功することで街頭フューチャーを達成してオレンジスターを獲得する。この要件には以下の条件が含まれる：

- フューチャーカードの存在 Future Card In Attendance.** すべてのフューチャーにおいて、ヒューマン Human と該当フューチャーで指定された各カードの双方が、同位置 Colocated で稼働状態 Operational でなければならない。対象がヒューマン・コロニスト Human Colonist のフューチャーである場合、該当カードで両条件を満たすことができる。
 - ロケーション Location.** 対象のフューチャーが特定のロケーションを指定している場合、これに用いられるヒューマンとフューチャーの双方がこのロケーションと同位置に存在していなければならない。
 - フューチャーの排他性 Futures Exclusivity.** あるフューチャーは、一回のみ、ひとりのプレイヤーによってのみ達成され、同一のフューチャーが複数のカードに記載されている場合でも、あるフューチャーを達成できるのはゲーム中に一回のみに限定される。

¹⁹ 核融合プラズマの構造 Fusion Plasma Geometry. 核融合プラズマを正の Q 値を達成するために必要十分な時間と高温に封じ込めるためには、一般的に以下の 5 種の方法を使用する：

- クローズ型磁場封じ込め方式 (D-T Fusion Tokamak を参照)。
- オープン型磁場封じ込め方式 (³He-D Mirror を参照)。
- 慣性封じ込め方式 (D-D Inertial Fusion を参照)。
- 慣性静電封じ込め方式 (⁶Li-H Fusor を参照)。
- 常温核融合 (H-B Cat Fusion を参照)。

- b. **アド・アストラ・フューチャー Ad Astra Futures.** これらのフューチャーは、恒星間ミッションとしてマップを離脱するための宇宙機 **Spacecraft** が必要となる。マップを離脱するためには、**Jupiter-Sol-Jupiter exit, Sol Exit Neptune, Sol Exit Oort** と記載された 3 か所のルートが使用できる。アド・アストラの要件を達成するためには、これらの離脱ルートのひとつで、稼働状態のスタック **Stack** を破棄 **Decommission** しなければならない。²⁰
- **素晴らしい新世界 Brave New World.** (訳注：この破棄は) 殺人でも不法行為でもなく、人類の新たな星系への旅立ちをあらわしており、必ずや生きのびて繁栄していきましょう！このコロニスト **Colonists** の船出は、**エクソミグレーション exomigration (2A6)** のトリガーとなる。

例[1D1b] プレイヤーは **Mini-Mag Orion** スラスターをプロモートさせた。このリチウム化アンモニア推進恒星船 **Lithiated Ammonia Starship** のフューチャーに必要な **M 型** アイソトープ燃料を生成するため、彼は **Enceladus** に工場を設置し、**10** ターンかけて燃料を生成した。

- c. **明白なる使命 Manifest Destiny.** あるプレイヤーのフューチャーが特定のサイト (**Triton, Mercury, Sedna,** 等) を指定しており、そのサイトを他のプレイヤーがクレーム済みである場合、該当プレイヤーが不法行為 **Felonies** を実施できない場合でも、対象クレームに対するクレームジャンプ **Claim Jump (G4)** を実施できる。

1D2. フューチャーの効果 Futures Effects

各フューチャーには、そのエピックハザード・ロール **Epic Hazard Roll (1A6a)** に成功して達成された際に適用される、その壮大な成果に応じた**効果 effect** を持つ。

- a. **フューチャースター Future Star.** 成功したプレイヤーは、オレンジスターを獲得する！ゲーム終了時において、各スターは該当のフューチャーに記載された **VP** を計上する (**M2h**)。プレイヤーのスターは、以下の例外を除き恒久的なものである。
- b. **ゲーム終了時 Endgame.** 効果に「ゲーム終了時」**Endgame** と記載されている場合、**得点 scoring (M2)** の前にこの要件が確認される。その時点でこれらの要件が (移動工場 **Mibile Factory** が離脱や、クレームジャンプ **Claim Jump** 等により) 満たされていない場合、対象のゲーム終了効果は無効となり、対応するフューチャースターも差し戻される。

例[1D2b]：プレイヤーは **Sedna** をクレームし、系外惑星狩りフューチャー **exoplanet hunt future** のための **EM** サンレンズ望遠鏡を建設した。ゲーム終了時まで (クレームジャンプ **Claim Jump** などを受けずに) このクレームが残っていた場合、このプレイヤーは **12VP** を獲得する。

- c. **開戦事由フューチャー Casus Belli Futures.** これが成功した場合、地球とそれに反抗するスペースコロニーとの間での独立戦争 **War of Independence** (用語集参照) が勃発する。このフューチャースターをクレームしたプレイヤーが独立派 **Independents** となり、他のプレイヤーは (**モジュール 3** を使用していない限り) 地球派 **Loyalists** となる。

1D3. TW 級スラスターのフューチャー一覧 List of TW Thruster Futures

- a. **宇宙生活者 Spacefaring Future :** 要件= ダートサイド水資源 **8+** を持つバナー。効果= 追加で 1 枚のコロニスト **Colonist, 7VP**。

²⁰ 恒星船の燃料 **Starship Fuel** は、アルファ・ケンタウリへの航程を想定した場合でも、宇宙船自体の建造より **10** 倍の時間をかけて精製しなければならないだろう。

- b. **ミニブラックホール Mini-Black Hole Future** : 要件= 工業化した Centaur 族に TW 級スラスターを配置した状態で、同地でアイソトープ FTs を 10 個支払い、エピックハザード・ロール Epic Hazard Roll を実施する。効果= アイソトープ燃料補充の補充量 2 倍と 10VP。この Centaur 族はマップ上に記載されているものに加えて Comet Schwassman-Wachmann 1 (9:00 ㉔), Chiron (12:00㉔), Chiron (12:00㉔), Elatus (1:00㉔), Okyrhoe & Pholus (11:00㉔), Chariko (9:00 ㉔), Astrolus & Hylonome (10:00㉔) も対象となる。²¹ 効果=アイソトープ燃料補充 OP の補充量 2 倍と 10VP。
- c. **大型ビーム伝送施設 Mass Beam Future** : 要件= プロモート状態バナー Promoted Bernal を Io か Triton のダートサイド Dirtside に設置。効果= このプレイヤーのパワーサットに +2 推力を追加し、7VP。²²
- d. **核融合のキャンドル Fusion Candle Future** : 要件= Triton へのコロニー Colony 設置と、プロモート状態バナー Promoted Bernal, ヒューマン Human, TW 級スラスターを Neptune Aerostat のダートサイド Dirtside と同位置に配置。効果= アイソトープ燃料補充 OP の補充量 2 倍と 14VP。²³
- e. **軽水素核融合 Protium Fusion Future** : 要件= プロモート状態バナー Promoted Bernal を H 型のダートサイド Dirtside に配置。効果= アイソトープ燃料補充の補充量 2 倍と 10VP。²⁴ (これに最も近いのは Luna だが、他の H 型ダートサイドの方がダートサイド水資源により総合 VP は高くなる)
- f. **エンズマン式恒星船 Enzmann Starship Future** : 要件= プロモート状態のコロニスト Colonists 2 枚と移動工場 Mobile Factory 1 個と TW 級スラスターを搭載してアド・アストラ離脱を実施。効果= 12VP
- g. **リチウム化アンモニア推進恒星船 Lithiated Ammonia Starship Future** : 要件= アイソトープ燃料 10 単位と TW 級スラスターを搭載してアド・アストラ離脱を実施。効果= 14VP。

²¹ 赤と青のケンタウルス族 Red & Blue Centaurs は、巨大惑星との接近遭遇で不安定な軌道を持つようになった太陽系外縁部の彗星のような小惑星群である。これらの軌道速度は 3 バーン程度と非常にゆっくりしているため、仮に TW 級のマスドライバーでさらに減速された場合、1,000MJ/kg の運動エネルギーで地球か木星に向けて落下するだろう。調整された衝突を引き起こせば、ブラックホールの状態を研究するための有用なデータが得られるだろう。

²² 大型ビーム Mass Beam では、通常のビームよりはるかに大きな推力を生み出すため、大気の中性ナトリウム原子層を利用する。

²³ 核融合のキャンドル Fusion Candle は、巨大な TW 級「キャンドル」スラスターを用いて、箱舟化された衛星トリトンの植民地ごとこのガス巨大惑星を太陽系外に押し出すのである。このキャンドルの両端は、ガス巨大惑星自体を巨大な燃料貯蔵庫として燃焼を続ける。キャンドルの下端は海王星の大気の奥底に位置し、このキャンドルを空中に保つために燃焼している。そして上端が海王星を恒星間宇宙に押し出すために燃焼するのである。ヘリオスフィアに到達するだけでも何世紀も要するため、ゲームの時間内ではほとんど移動しない。

²⁴ 軽水素核融合 Protium Fusion は、太陽で発生しているような水素を用いた核融合である。ここでは軽水素核融合またはミニブラックホールを創り出すことを目的とし、天体でビリヤードをおこなうかのように 2 個の小惑星を互いに相対論的な速度で衝突させている。

1D4. フレイターのフューチャー一覧 List of Freighter Futures

- a. テラフォーミング **Terraform Future** : 要件= **フレイターを配置した**プロモート状態パネル Promoted Bernal を火星以外の気圏ダートサイド Atmospheric Dirtsides に設置。効果= 8VP.²⁵
- b. 巣箱船 **Beehive Ark Future** : 要件= **フレイターを配置した**プロモート状態パネル Promoted Bernal を周期彗星 Synodic Comet に配置。効果= 7VP.²⁶
- c. 系外惑星探査 **Exoplanet Hunt Future**: 要件= セドナ Sedna のクレイム。効果= 「ゲーム終了時」 12VP.²⁷
- d. 宇宙への架け橋 **Beanstalk Future** : 要件= 任意のプレイヤーの合計で3か所以上の宇宙エレベータ Space Elevators を建設した状態で、このいずれかと同位置に自身のヒューマン Human と **フレイターを配置**。効果「ゲーム終了時」= 宇宙エレベータに接続した (任意のプレイヤーの) 工場毎に+3VP。この「宇宙への架け橋」の達成による効果は最初の1名のみ獲得できる。
- e. 太陽の黄金の林檎 **Golden Apples Future** : 要件= クロイツ族 Kreutz Sungrazer を工業化する。効果= 太陽フレアを無視する。14VP。このためにクロイツ族に設置された移動工場 Mobile Factory は、黄色シーズンの最後で蒸発する前に、ここから離脱できることに注意。これらは現地を飛び立つ前に、太陽最接近時に使用する観測機器を製造して設置したものとみなされる。
- f. 反物質 **Antimatter Future** : **フレイターを配置した**プロモート状態パネル Promoted Bernal を S型ダートサイド Dirtsides に設置。効果= アイソトープ燃料補充の補充量2倍と 10VP。
- g. スターウィスプ **Star Wisp Future** : 要件= プロモート状態フレイターを Neutrino Sunlens に配置(=6VP)、または EM Sunlens に配置(11VP) (ゲーム終了時)。²⁸

例 : プレイヤーは HIIPER 型フレイターをプロモートし、この移動工場キューブを Neutrino Sunlens に移動させ、最後にエピック・ハザード OP を実施してスターウィスプ・フューチャーのオレンジスターを獲得した。ゲームが終了した時点まで大キューブがここに留まっていた場合、10VP を獲得する。

1D5. コロニストのフューチャー一覧 List of Colonist Futures

特記のない限り、該当のコロニストはそのフューチャーの達成時に指定されたロケーションに配置されている必要はない。

²⁵ 気候テラフォーミング Climatic Terraform は、惑星の L1 ラグランジュ点に設置されたロボット制御のミラー群により達成される。太陽光を対象惑星に向けたり、逸らすことで反射率を変化し、気候変動を生み出すのである。とはいえ地球や金星を覆う厚さ 1 ミクロンの日傘でも、*High Frontier* での質量 250 万相当に達する。さらに惑星を半影ではなく完全な影に入れるための遮蔽であれば、さらにこの 100 倍以上の質量が必要となる。

²⁶ 巣箱 Beehive は中空の小型天体であり、その質量の大半をマスドライバーの推進体とするロケットとなる。これは非常にゆっくりと加速するため、その内部のコロニーは何世代もかけて最終的な目的地の星系に到達する世代船となる。

²⁷ セドナ Sedna は地球から 550AU の距離に位置し、太陽レンズ望遠鏡の建設資材の供給源となりうる小型惑星である。この系外惑星探査用の望遠鏡は、太陽自体を重力レンズとして使用し、113dB の光学利得で遠方の太陽系を探査することができる。これはインディアン座イプシロン星 Epsilon Indi の天体をズームして、着陸目標を探索可能な値である。

²⁸ スターウィスプ Star Wisp はロボット制御の超小型の恒星間プローブで、超大型パワーサットから発せられるマイクロ波ビームによって飛行する。ここで太陽系外縁に設置される工場は、このビームの照準に用いられるコリメータをあらわしている。

- a. **金星の新天地 New Venus Future** : 要件= 周期彗星 Sydnodic Comet を工業化 Industrialized したうえで、同地で稼働状態の正味推力 7+のスラスターとそのサポートを破棄 Decomission する。効果= Venus と対象彗星の双方が枯渇状態 Bust となり、これらに配置されていたすべてのトークンは破棄され、バナール Bernal はアンカー解除される（これは彗星の金星衝突前と比較して、資産価値が激変したことを反映している）。12VP。注意：このフューチャーを達成するためには、Venus や彗星に（工場などの）トークンが残っている必要はないことに注意。テーマ上の演出のため、**金星オーバーレイカード Venus overlay card (V8b)**を配置する（ゲーム終了後もプレイを継続するのでなければ、ゲーム上の効果はない）。²⁹
- b. **カルト的指導者 Supreme Cult Leader Future** : 要件= 有効理念 Active Law が権威 authority. (モジュール 0) 効果= 使用した評議員を除去せずにロビーを実施できる。すべてのシニアディスク Seniority Disks (既存分も今後の移動も) 権威に移動する。(ゲーム終了時) 10VP.
- c. **人工意識 Artificial Consciousness Future** : 要件= プロモート状態のコロニスト Colonists 2 枚を宇宙生物学ダートサイド Astrobiology Dirtsides に配置。効果= フリーマーケットに任意の枚数のカードを使用できる。10VP.
- d. **地球外生命探査 SETI Future** : 要件= Jovian Trojans の Greek Camps と Trojan Camps の各 1 か所を工業化する。効果= フリーアクションとしてインスピレーション inspiration 1 回と入植 homestead 1 回を実施できる。10VP.
- e. **分離主義 Secession Future** : 要件= プロモート状態のヒューマン・コロニスト Human Colonists 2 枚をプロモート状態のアンカー状態バナール Anchored Bernal に配置。効果= 戦争 War の**開戦事由 Casus Belli (1D2c)**, 7VP.
- f. **降伏の儀式 Footfall Future** : 要件= 周期彗星 Sydnodic Comet を工業化 Industrialized したうえで、同地で稼働状態の正味推力 7+のスラスターとそのサポートを破棄 Decomission する。これにより該当サイト Site は枯渇状態 Busts となり、配置されていたすべてのトークンは破棄される。効果= 10VP と戦争 War の**開戦事由 Casus Belli (1D2c)**。³⁰
- g. **地球外生命 ET Life Future** : 要件= 2 か所以上の宇宙生物学コロニー Astrobiological Colonies を所有。効果= 宇宙生物学コロニー毎に+2VP.
- h. **空中都市 Aerostat Future** : 要件= プロモート状態バナール Promoted Bernal を気圏ダートサイド Aerostat Dirtsides に設置。効果= **永続の特殊能力 Ability** として、フリーアクションとして入植 homestead を実施可能。14VP.³¹

²⁹ 金星の惑星工学 Planetary Engineering of Venus は、適切な彗星にマスドライバーを設置し、この軌道を逸らすことから始められる。この衝突は、投入されたより多くの物質が飛散しないよう注意する必要がある。この彗星により届けられた水が臨界点以下に凝縮し、CO₂の大気による風化を妨げるようになる。さらに水星の原料で建造された日除けにより、水蒸気で飽和した大気が温室状態となること防止するのである。- P. Birch, *Terraforming Venus Quickly*, 1991.

³⁰ 降伏の儀式 Footfall. この古典 SF 作品では、敵対的な異星人が設置したマスドライバーにより軌道を変更された恐竜絶滅級の惑星により、地球は恐るべき「足踏み」footfall に曝された。Larry Niven, Jerry Pournelle 『降伏の儀式』Footfall, 1985.

³¹ エアロスタット Aerostat. この大気中に浮かぶ工場では、推進体や核融合燃料の原料となる貴重な気体を液化化することができる。例えば金星の雲の下に浮かぶ水素気球工場（マップ上の金星 Venus サイトのイラストを参照）では、水素、炭素、酸素、窒素、硫黄、さらにはリンまでを「女神の空気」から抽出するのである。地獄のような地表とは対照的に、この高度(50km)の温度と圧力は地球上とほぼ同じである。ゴンドラの外で作業する人間にも宇宙服は不要である。必要なのは酸素タンクと酸性雨から保護だけである。土星では差し渡し 212 メー

- i. 汎人類 **Pan Sapiens Future** : 要件= 各宇宙エレベータ Space Elevators に、合計 3 個の工場 Factory を接続する。効果= 戦争 War の開戦事由 *Casus Belli* (1D2c). 効果= (ゲーム終了) 所有するグローリーチップ Glory chit 毎に+2VP.
- j. **ダイソン泡 Dyson Bubble Future** : 要件= Mercury の両サイトをいずれかのプレイヤーが工業化する。効果= 所有する Mercury の工場毎に 5VP.³²
- k. **海中都市 Submariner Future**: 要件= 3 か所の地下海洋に工場 **Factories** またはコロニー **Colonies** を建設。効果= このプレイヤーのダートサイド水資源を 2 倍する：他の修正は適用しない。
- l. **宇宙への架け橋 Beanstalk Future** : 要件= 任意のプレイヤーの合計で 3 か所以上の宇宙エレベータ Space Elevators を建設。効果「ゲーム終了」= 宇宙エレベータに接続した工場 **Factories** (プレイヤーは問わない) 毎に+3VP.³³ 宇宙への架け橋の達成による効果は最初の 1 名のみ獲得できる。
- m. **TNO Future**: 要件= 天王星圏 Neptune Zone で 2 個のサイトを工業化 Industrialize。効果= (1 ターンに 1 回までのフリーアクションとして) 黒面カード **Black-Side Card** を消費せずに入植 **homestead (2A4)** を実施できる。12VP.³⁴
- n. **知性化 Uplift Future**: 要件= ロボット Robots が未開放の状態、プロモート状態バナー **Promoted Bernal** にこのコロニスト **Colonist** を配置し、**バンク Bank** から 20 アクア Aquas を支払い、**大災害ロール Epic Hazard Roll** を実施する。効果= すべてのロボットが解放状態 *emancipated* となり、開戦事由 *Casus Belli* (1D2c) が発生。

トルの熱気球が、地球上のクリーンな核融合炉で使用する希少な同位体であるヘリウム 3 を抽出する。2,200 トン/年の 3He-D 核融合燃料と、4,800 トン/年の H2 推進体を液化するためには、液化のための 10MWe と分離プロセスのための 400MWe が必要となる。これらのサイトでは、豊富な風力（金星では時速 350km、土星では時速 1,440km）を利用するために風車が用いられる。またこれらのサイトは重力井戸の奥深くにあり、離脱するためには金星 10km/sec の、土星では 15km/sec の ΔV が必要となる。- Courtesy Peter Kokh, *Moon Miners Manifesto*, 2009.

³² **ダイソン泡 Dyson Bubble** は、太陽からの出力を取り込むため、太陽を取り巻くセイル群である。これらのセイルは衛星軌道ではなく、スタタイトー太陽からの輻射により落下を防ぐ衛星となっている。このメガストラクチャーの建設には、水星から採掘された原料が使用され、また太陽系全体のエネルギーを使用するカルダシェフ第 2 段階文明への第一歩となるだろう。

³³ **火星エレベータ Martian Space Elevator. Phobos** フォボスは火星表面への連絡船や他の外惑星系の惑星や小惑星へと向かう宇宙船が利用する宇宙エレベータにとって、有望な終着駅である。

³⁴ **TNO** は「海王星以遠天体」Trans-Neptunian Object の略であり、海王星軌道を越えた深宇宙、特にカイパーベルトと呼ばれる太陽から 30-50AU の距離にある小惑星帯を指す用語である。軌道速度が 4km/sec と非常にゆっくりとしたものであることを考慮すると、この宙域は広大な距離の「点と点」の関係であり、ほぼ直感的な軌道力学が適用される。私はこれらの間をバーン 4 回分(10km/sec)の加速と、目的地で減速するための追加のバーン 4 回分で、これらの間の移動をモデル化した。この間に存在するホーマン軌道 **Hohmans** は、実際には目的地までの経過時間を反映したものである。マップの最外縁の宙域については、私は 25km/sec まで加速するためのバーン 10 回分と、太陽系離脱航路 **Solar System exit** を目指すか、EM サンレンズで停止するための追加のバーン 10 回分を設定した。

1E. モジュール 1 でのゲーム終了 Module 1 Endgame

1E1. モジュール 1 でのゲーム終了 Module 1 Endgame

本ゲームは最後のシニアディスク Seniority Disk が除去された時点で終了となる(D2b)。これは 48 年（ショートゲーム）、60 年（ミドルゲーム）、またはフューチャーFuture (1D)が使用されている場合は 84 年となる。

1E2. モジュール 1 での最終集計 Module 1 Endgame Scoring

すべてのモジュールにおいて、得点集計は M2 に従う。移動工場 Mobile Factories（フレイター駒 Freighter Figure を含む）は、集計においてはクレイム Claim 上に配置されていない場合を含めて工場キューブ Factory Cubes として扱う。

- a. モジュール Module 2. 2D2 参照。
- b. フューチャーFutures. オレンジスター毎に、該当するフューチャー得点 future scores (1D2a)を追加する。

1F. モジュール 1 ソリティア **Module 1 Solitaire: ヴェルナーの星 Werner's Star**

小さなウェルナーはアストロノーツ（コスモノーツやタイコノーツかもしれない）となって他の恒星へと旅する日を夢見ていた。この夢は叶うだろうか？ ウェルナーはプレイヤーのクルーカード **Crew card** となり、彼の寿命が尽きる前にテラワット級スラスターの「未来」のひとつが達成できれば勝利する。モジュール 1 とフューチャーFuture を使用してプレイ。プレイ時間は 2 時間ほど。プレイヤーはこれにモジュール 0/2 の一方もしくは両方を追加することもできる。

- a. **初期配置 Setup.** プレイはシニアディスク **Seniority Disks** 6 枚による 72 年ゲームで実施する。
- b. **リサーチ Research.** リサーチオークション **research auction (I2)** に代えて、プレイヤーのオペレーション **Operation** ではひとつの patents デッキの一番上のカードを、そのボーナスサポート **bonus supports (I2g)** と共に獲得する。このコストは獲得したカード枚数に等しいアクア **Aquas** となる。

例：プレイヤーは 1 枚のジェネレータ・サポートの付いた電気ロケットを購入した。このコストは 2 アクアとなる。次のターンに彼はこのスラスターを売却し、3 アクアを獲得した。

- c. **悲劇 Tragedy.** プレイヤーのクルーが破棄 **Decomissioned** された場合（ヴェルナーが英雄的な死を迎えた場合）、プレイヤーの敗北となる。
- d. **ヴェルナーの星の勝利 Werner's Star Victory.** ウェルナーが 72 歳になる前に、ひとつでも TW 級スラスターのフューチャー **TW thruster future (1D3)** を達成できれば勝利。ゲームに政治 **Politics (モジュール 0)** を使用している場合、ゲーム終了時の有効理念 **Active Law** は自由 **freedom** である必要がある。
- e. **恒星間世界的勝利 Interstellar Victory.** プレイヤーが **Interstellar Module** を使用できる場合、ウェルナーはこの恒星船の乗員となる。彼の息子が居住可能 **habitable** または異星人 **living** の惑星に到達できれば勝利となる。プレイヤーはこれに続けて **Interstellar** のゲームを実施することができる。第 3 版の **Interstellar** への変換については **Appendix** の **V7** を参照。

1W. フューチャーの計画ガイド Futures Planning (by Ulrik Boe)

- a. **状況に合わせた計画 Adapt, Then Plan.** 多くの場合、あなたの最初の工場が、あなたの追求すべき戦略の決定的要因となる。これによりどんな黒カードを製造可能か決まるのはもちろん、カードのプロモーションのために何をすべきかが決まる。最初の工場を設置するミッションと並行し、余裕があれば早い段階から黒カードを収集しておくことを忘れないように—他の活動を犠牲にして、デッキの上にある貴重なスラスターがインスピレーションのイベントでデッキの底に送られるリスクや、他のプレイヤーに購入されてしまうリスクを秤にかけ、あえて獲得に乗り出す必要が生じるかもしれない。
- b. **紫カードの獲得 Get Purple.** あなたが最初の工場を獲得したら、カードのプロモート作業の開始である。あなたのバナール **Bernal** をアンカー状態にできるのは何処だろうか？これには非常に手のかかる工程が伴うが、非常に大きなプロモートの柔軟性を与えてくれる。これができないのであれば、あなたがプロモートさせたいカードのためには、どんなタイプのコロニーの建設が必要となるだろうか？この設置を第2のミッションとしよう。
- c. **未来に目を向けろ Look to the Future.** プロモートしたいカードを入手したら、直ちにそのカードのフューチャーを確認する。これらはほとんどの場合、特定の場所に工場を建設する必要がある—速やかにそれらをクレームし、同時に他のプレイヤーの動向に注意を払うこと。他のプレイヤーがあなたの必要な場所をクレームしている場合、あなたはフューチャーのためにクレームジャンプ **Claim Jump** の実施が認められている。
- d. **建設を続けよ Keep On Building.** 忘れずに工場を建て続けること！これらはあなたの得点の大きな柱となる。フューチャー使用のゲームでは、（H型を除き）あるタイプの工場を所有しているだけで8点が稼げることはまずない。対戦相手の誰もがこのボーナスを得ないように立ち回れば、ほとんどの場合異議を唱えられることはないだろう。勝者は最も多くの工場を建設したプレイヤーの一人となり、それに続くダートサイド水資源、コロニー、そしてフューチャーが決め手となる。あなたの計画とその実施においては、これらのすべてを心に留めておく。
- e. **歯ブラシを忘れるな Don't Forget Your Toothbrush.** （訳注：1990年代のイギリスのゲーム番組）目標フューチャーの達成に必要なカードを忘れずに保持しておくこと。あなたがダイソン泡 **Dyson Bubble** のフューチャーを達成したいのであれば、ロイズ保険会社 **Lloyd's Insurance Company** のコロニストを連れてこなければならない（そして可能な限りエピックハザード・ルールを回避するための4アクアを忍ばせておく）。

1Y. フューチャー補足 About the Futures (essay by Erich Schneider)

フューチャーはメガスケールの工学的偉業であり、*High Frontier* においてはたとえ勝ち目のない戦略であっても、プレイヤーの楽しみのためにそれに邁進するのが当然のようになっている！

ミニブラックホールの生成 *Mini-Black Hole creation* (反物質起動 H-B 磁気慣性型 TW 級スラスタ *amat-initiated H-B magnetic inertial TW thruster*) では天体のビリヤードがおこなわれる。天王星圏に位置するケンタウルス *Centaur* の軌道速度がマストライバーにより打ち消された場合、これは太陽へと落下し始め、適切に照準すれば 50km/sec で水星に衝突するだろう。その結果得られるエネルギーは $5 \times 10^{27} \text{J}$ にも及び、これは現在のような 10TJ 級の文明に 1 億 5,000 万年にもわたって電力を供給できるほどの値となる。

軽水素核融合 *Protium Fusion* (クロスファイア H-B 焦点核融合型 TW 級スラスタ *crossfire H-B focus fusion TW thruster*) は、通常の水素の陽子を融合して通常のヘリウムを生成する (その過程でニュートリノが放出され陽子が中性子となる) という、恒星と同じ方法での核融合の試みをあらわしている。これには現在達成されている温度よりはるかに高い温度が要求されるが、重水素やトリチウムのような特別な同位体が必要ないという利点がある。

核融合キャンドル *Fusion Candle* (ズブリン式ガスダイナミックミラー型 TW 級スラスタ *zubrin-GDM TW thruster*) では、両端に核融合炉を備え、中央に吸気口を備えた巨大な煙突を建造し、これによりガス巨大惑星自体をコロニーの箱舟とする - この地表側がこの構造全体を空中に保持し、宇宙側が巨大ガス惑星の大気自体を燃料質量としたスラスタとして機能する。

巨大ビーム *Mass Beam* のフューチャー (ダストプラズマ型 TW 級スラスタ *dusty plasma TW thruster*) は、パワーサット *Powersat* によるビーム伝送技術の次世代版である。巨大ガス惑星とその衛星との間で発生した電力を動力源とする加速器により、硫黄のビームを遠隔地の宇宙船に向けて発射する。この宇宙船はレーザーによりビーム物質を気化させ、発生したプラズマを磁場「ミラー」で反発させることで宇宙船を推進する。レーザービームに対する質量ビームの利点は、ビームの加速に使用されるエネルギーのほとんどが、運動量として宇宙船に転送される点にある。

有名な *ダイダロス計画 Daedalus* (ダイダロス型 ${}^3\text{He-D}$ 慣性核融合 *daedalus ${}^3\text{He-D}$ inertial fusion TW thruster*) は、1970 年代半ばに英国惑星間学会 *British Interplanetary Society* が実施したプロジェクトの成果である。このプロジェクトでは、5 万トンの重水素とヘリウム 3 の燃料とする核融合ロケットを使用し、500 トンの科学的ペイロードを約 4 年かけて光速の 12% まで加速する 2 段式のロケット設計をおこなった。この原設計ではバーナード星を目標としていたが、モジュール設計により他の目的地にも対応することが可能である。

常温で最も密度の低い既知の液体は、無水アンモニアのリチウム溶液である。リチウムは核融合反応で水素原子核 (裸の陽子) と結合し、エネルギーと 2 個のヘリウム原子 (一般的な ${}^6\text{Li}$ 同位体を使用する場合は ${}^3\text{He}$ と ${}^4\text{He}$ 、さらに希少な ${}^7\text{Li}$ 同位体を使用する場合は ${}^4\text{He}$ 原子を 2 個) を生成する。³⁵ 理論

³⁵ ヘリウム *Helium-3* はクリーンに燃焼するため宇宙船の燃料として有望視されているが、この希少なヘリウムの同位体はかなり濃度で検出されるのは、ガス・ジャイアントの大気中か *SWIV* (*Solar Wind Implanted Volatiles*: 太陽風衝突による揮発物質の沈み込み) 天体のみである。彗星のように太陽近傍を通過する惑星には、太陽風の衝突によって生み出されたヘリウム-3 が存在する可能性がある。対して水星の場合は、*CME* の期間を除けば微小ながら衝突を偏向させるには十分な磁場が存在することや、表面温度が太陽風粒子を吸収するより反射しやすい高温であることから、ヘリウム-3 が存在する可能性は低い。イカロス計画 *Project Icarus* では、計画のために太陽系でヘリウム-3 を入手しやすい場所として天王星の大気を挙げている。- *Shukla, Majumdar, Maiti, Kumar, New Insights into SWIV for lunar regolith characterization, 2018. (→)*

的には、アンモニアに溶解した大量のリチウムを凍結させ、こうして得られた氷からリチウム=アンモニア恒星船 *Lithiated Ammonia Starship* のような船体を作ることが可能である。この船体自体が燃料として使用される - アンモニア (NH_3) は窒素と水素に分離され、この水素とリチウムがエネルギーを生み出すために使用され、副産物として得られるヘリウムと残りの窒素が反動質量として使用される。

同様の「凍った燃料の船体」というコンセプトは、エンズマン型恒星船 *Enzmann Starship* (逆転磁場配位型衝突 $^3\text{He-D}$ 核融合 TW 級スラスタ - colliding FRC 3He-D fusion TW thruster) でも用いられている。こちらの船体は数百万トンの凍結した重水素の玉であり、これに核融合機関と乗員、貨物区画が据え付けられている。こうして出来上がるのは、地球上の高層ビルよりも長い恒星船である。

周期彗星はその高い離心率により太陽系の内外を行き来するという点で、興味深いフューチャーの対象となる。近日点で高推力の燃焼を実施すれば、オーベルト推力乗数効果を使用して、より遠くの恒星間世界まで到達することが可能である。しかしこうした恒星船は、非常にゆっくりとした巣箱式の世代宇宙船となるだろう。

12. モジュール 1 のパテントカード解説 Module 1 Patent Card Descriptions

※未訳

121. フレイターカード Freighter Cards

スラスターカードは、水が恐ろしく貴重な LEO から出発するロケットのために設計されている。そのためこれらは水を節約したエンジン、言い換えれば高温かつ高比推力で動く高度な技術を用いた機関を想定している。フレイターはその正反対の状況を想定したロケットであり、水は豊富に存在するがマンパワーに限られ、劣悪な整備技術しか備えていない工業化された天体から出発する。このため非常にローテクで比推力も貧弱なものとなっている。典型的なフレイターの乾燥質量はわずか数トンで、おそらくは太陽光で温められ膨らませた風船でしかなく、この風船に巨大な冰山と見紛うほどの氷推進剤を必要とするが、これも目的地に到達するまでに完全に使い果たされてしまうのである。

(以下未訳)

122. GW 級スラスターカード Thruster Cards

これらのスラスターは、ギガワット（10 億ワット）またはテラワット（1 兆ワット）級の出力が想定されている。これらのうち 80ks 以上の比推力を持ついくつかは、本ゲームにおける燃費がゼロに設定されている。この 80ks という排出速度は、光速に対するパーセンテージとして測定できるほどの値である(0.27%)。もちろんこれは、これらのスラスターが推進剤を必要としない、というわけではない；すべてのロケットは、宇宙空間で機動するための反動質量を必要とする。ディーン機関、EM 機関、ワープ機関、RF 空洞機関などの無反動機関はニュートンの第 3 法則に反しており、いかなるスケールでも実現可能であるという証拠はない。この制約はロケットに限らず、過去に作られた全ての乗り物が加速や旋回のために質量による作用・反作用を必要としている。つまり宇宙で機動するためにはエネルギーだけでは十分ではなく、質量もまた必要となるのである。

(以下未訳)