

SF 映画と時代の制約 SF（サイファイ）映画が描く宇宙像の歴史と未来

小林 憲 夫*

Si-Fi Movies and Social Background Cosmology of Science Fiction Movies

Norio KOBAYASHI*

Abstract

I have always been interested in the reciprocity between movies and society. This research is focusing into Si-Fi mainly in Hollywood produce. As you know, the first long commercial movie work “Le Voyage dans la Lune” was a science fiction. Since 1902, many science fiction so called Si-Fi movies have been produced under the circumstance of various social and scientific conditions. How science fiction movies have described the universe, space travel, or fight against unknown creatures, and how a new evidence of astronomical theory and issues has affected the movies, versa vice? Through these studies, we will be able to reach better understanding of historical science fiction movies and also be able to find a new horizon of future Si-Fi stories.

映像（映画）と社会との関連を研究する私にとって、映画が時代の影響をどのように受けるかは常に興味の対象である。この論文では、映画がその時の時代制約をどのように受け止め描いてきたかを、特に現実の人間社会を超えた世界に目を向ける SF（サイエンス・フィクション）の分野にフォーカスを当て考察する。SF 映画とは科学をベースに想像を広げる内容だからである。今回はさらにその対象として、もっとも映画の世界観に影響を与える“宇宙”に絞って論じることにする。

1. はじめに

映画がフランスのリュミエール兄弟によって世界で最初に上映されたのは1895年である。1609年にガリレオ・ガリレイによって発明された望遠鏡は長足の進歩をとげ、1893年には口径102cm（40インチ）の屈折望遠鏡がヤーキス天文台に設置され、太陽系は目に見える存在となっていたし、アイザック・ニュートンの万有引力の発見とそれに基づく力学の3法則は宇宙世界のしくみを見事に解き明かしているかのように思われていた。ニュートン力学は、宇宙のいかなる空間においても、例えそれが何の物質も無い空間であっても、力学の法則はその空間

*人文学部

を支配していると考えた。これらの発明と発見によって、19世紀末の人々は宇宙の真理を知ったと思った。ノーベル賞受賞者のアルバート・A・マイケルソンが、1894年にシカゴ大学ライアーソン物理学研究所の開所式で行なった、「自然科学のなかでも比較的重要で基本的な法則や事実はすでに全部発見され（中略）、新しい発見によってその地位が奪われる可能性はきわめて小さい」ⁱ というスピーチに同時代の精神が集約されている。

さらに1900年元旦、英国・王立科学アカデミーにおいて、当時の物理学会の最高指導者ケルビン卿は、「現代物理学の司会にはもうわずかな暗雲しか残っていない。我々は宇宙のすべてを、ニュートン力学を基礎とする物理学の法則のみで説明できる段階に到達した」ⁱⁱ と宣言した。建築、絵画、彫刻、音楽、詩、舞踊に次ぐ「第七の芸術」ⁱⁱⁱ と言われる映画は、ピクトリア朝末期のこのような時代に生まれた。映画は人類の英知と勝利を称えあげるメディアとして登場したのである。しかしケルビン卿が「わずかな暗雲」と考えていた、米国のアルバート・マイケルソンとエドワード・モーリーが1881年に行なった“エーテル風検証の失敗”は、ニュートン力学を土台から揺るがし、結果的に物理学を大きく変える豪雨になった。すなわちその後すぐに、『量子論』と『相対性理論』という二つの科学史上最大の発見が起き、ニュートン力学の尺度を完全に否定してしまったのだ。今日の電子機器をはじめとする科学技術は量子論のおかげで大躍進を遂げることができたし、相対性理論は私たちの世界に対する認識を根本から変えてしまった。そしてこの世紀の大変革に、映画も大きな影響を受けた。

広く知られているように、1985年にリュミエールが映画を発明してからしばらくの間、映画は“見世物”にすぎなかった。それを大きく

変えたのがジョルジュ・メリエスである。奇術師であったメリエスは、映画の表現に大きな可能性を見出し、自分自身で作品を作ろうと思い、映写機を自作しスタジオまで建てた。メリエスの作品コンセプトは今日で言う“ファンタジー”であるが、それがSF（Science Fiction = 空想科学）映画の基となった。まさしく、映画の歴史はSFで始まったと言えよう。

私は、SF映画の“時代の制約”は大きく分けて3種類あると考える。その3つの制約とは、「技術の制約」、「科学の制約」、「映像の制約」である。それぞれを詳しく述べると以下のようになる。

- ① 技術の制約：ロケット、ロボット、デジタル、コンピュータなど科学技術の制約
- ② 科学の制約：相対性理論、量子論、ブラックホール、ビッグバンなど物理学の制約
- ③ 映像の制約：CG、デジタル処理、ビデオなど映像技術の制約

もちろんこのほかにも文化や言語・地域の制約などが存在するが、SF映画では特にこれら3つの制約がストーリーや表現に非常に大きな要素を占めると言えるだろう。本論ではこれらの時代的制約を実際にその時代に製作されたSF映画と比較しながら論じるにあたり、混乱を避けるために宇宙物理学との関連に絞って述べることにする。

2. 「技術」の時代

2.1 月世界旅行 (Le Voyage dans la Lune : 1902)

1902年にジョルジュ・メリエスが「月世界旅行」を発表した時代には、宇宙に行くには“ロケット”が必要だとわかっている人はほとんどいなかった。こうした状況の中で、映画をエンターテインメントのひとつとして位置づけたメリエスが、科学的なロケット旅行を描けるはず

がない。彼はこの映画で巨大な大砲を作り、人々は砲弾型の宇宙船に乗って大砲で打ち出されて月にいくという宇宙旅行を描いた。月面に打ち込まれた宇宙船によって月が顔をしかめるという漫画的な表現を使ったために荒唐無稽な物語と思われがちだが、メリエスの時代にはそれで宇宙旅行ができるかと真面目に信じていた人も多かったのである。ニュートンが発見した『万有引力』は広く知られていたから、メリエスは同時代の人々と同様に、十分な初速を持った“弾頭”なら地球の重力を脱出できると考えた。

その後、大気圏において重力を脱出できる速度を“一回の爆発作用”によって維持し続けることは不可能であるとともに、人間はその加速度(G)に耐えることができないことが分かってきた。固体燃料を使ったミサイルなどは砲弾と同程度の加速度がかかり、それは約40Gと言われている。人間は、7Gのショックには100秒間、10Gのショックには30秒ほど耐えられるが、10Gを超えるショックにはほとんど耐えられない^{iv}。だからいきなり最高速度を出すのではなく、徐々に加速できる燃焼推進しか選べないのである。ロケットは11世紀に中国人が発明したが、宇宙旅行にロケットを使うことを科学的な知識にもとづいて強く主張した最初の人物は、ソ連のツィオルコフスキーであった^v。1903年ツィオルコフスキーは、固体燃料よりも液体燃料ロケットのほうが宇宙旅行に向いていると述べた論文『反動装置による宇宙空間探求』を発表し、また長時間推力を維持するために多段式ロケットを考案するにおよび、ようやく宇宙旅行のリアルな姿が見えてきた。

20年後にツィオルコフスキーのこの理論が現実になった。1920年から23年にかけてアメリカ人のロバート・ゴダートが基礎実験を行い、1926年3月に世界最初の液体燃料ロケットの発射に成功した。さらにこの実験の成功は、ドイ

ツのヘルマン・オーベルトの耳にも入った。オーベルトは1923年に『惑星空間へのロケット』を、1929年には液体燃料推進について書き加えた改訂版『宇宙旅行への道』を出しベストセラーになった。これが1944年のウェルナー・フォン・ブラウンによる液体燃料ロケット兵器 V-2号の開発に結びついたのである。^{vi} こうして第二次世界大戦後の1950年代には、化学燃料による非大気依存のロケット推進が宇宙旅行には必要だという認識が一般的となる。しかしそれでもまだ、ロケットがどんな形なのかは想像の域を出ず、紡錘形であったり巨大な翼が付いていた。

2.2 月世界の女 (Die Frau im Mond : 1929)

科学的なロケットが姿を現した映画として有名なのが、ドイツの「月世界の女」(1929)である。オーベルトのアドバイスのもとに制作された本作は、メリエスが拓いたSF映画の地平を大きく広げるのに役立った。この映画の前後には、フリッツ・ラング監督の名作「メトロポリス」(1927)や、H.G. ウェルズの未来図を忠実に再現した「来るべき世界」(1936)などのSF映画が作られた。しかしこれらの映画には“宇宙”は出てこない。宇宙を描いたSF(空想科学)映画として、メリエスの「月世界旅行」の次に来る作品は「月世界の女」しかないだろう(ロケット発射時に現在でも行われているカウントダウンは、この映画の影響であるらしい)^{vii}。さらにもうひとつ注目される映画に、1935年にソ連で公開された「宇宙飛行」がある。この映画はその公開年にもかかわらずサイレントだが、宇宙ロケットや船内などにかなり予算をかけた贅沢な作品である。

これらの映画では、無重力状態や月面での重力の少なさなど当時としてはかなり科学的に描こうと努力している点で進歩は見られるものの、ロケットにより月面に着陸して探検するという

メリエス的なストーリー展開は変わらず、エンターテインメント性を求めて科学性を無視するという作風も同様である。すなわち「月世界の女」では、多段式（二段式）ロケットによる打ち上げや宇宙の無重力状態については忠実に描きながら、肝心の月面には空気があってヘルメットが不要であるという設定になっている。ヘルメットを被っていると役者の演技が見せられないという単純な理由によるものである^{viii}（ロケット打ち上げ方式は前者が垂直方式で後者が古典的なカタパルト方式である）。6年後に製作された「宇宙飛行」では、宇宙飛行士は月面で機密服を着てヘルメットをかぶるようになった。監修がツイオルコフスキーであったことが理由かもしれないが、わずかに数年で月世界の認識は大きく変わったようである。しかし科学性より優先する“ポピュリズム”はこの後SF映画のひとつの流れになった。

2.3 月世界征服（Destination Moon：1950）

ハンガリー生まれのジョージ・パルはドイツで映画を製作していたが、ナチスの台頭を嫌って1940年にアメリカに移住し、一連の名作SF映画を作りその名を歴史に刻んでいる。「月世界征服」はパルがアメリカで制作した最初の映画で、SF作家ロバート・A・ハインラインが少年少女向けに書いた『宇宙船ガリレオ号』が原作である。「一貫して、宇宙飛行という新しいフロンティアの楽天主義者、熱心な信奉者」^{ix}であったハインラインは、月面着陸をフロンティア開拓の歴史とともにコロンブスのアメリカ大陸発見になぞらえている。そのため科学考証は入念を極め、はじめてリアルな月世界旅行をカラーで描いた。単にロケットを組み立てて月に行き、着陸して帰還するという、メリエス以来の極めてシンプルな内容は当時の最新科学技術知識を反映し、ロケット打ち上げの加速度

の表現や無重力空間の再現など舞台考証を徹底した作品であった。

「月世界の女」と同様にオーベルトが監修したにもかかわらず、本作のロケットは多段式ではない。これは後述するように、推進エネルギーを原子力にしたためと思われる（原子炉を宇宙空間に捨てて行く訳にはいかないから）。また外観も今日の姿とはかなり異なり、いわゆる流線形である。ロケットのデザインについては、当時アメリカで一般に目にすることができたロケットはドイツが1943年以降に“実用化”したV-2ロケットだけであり、これが大気圏内を飛行するために流線型をしていた故に、ロケット＝流線型という図式を否定することは難しかった。60年代に実際の宇宙ロケット打ち上げを目の当たりにして、映画のロケットはやっと今日のような円筒形になったのである。

V-2ロケット発明者のフォン・ブラウンはアメリカに亡命した後もしばらくは“元ナチス”として信用されず、押収されたV-2ロケットを手直しして実験的に打ち上げる程度であった。1946年4月から1952年9月までの間に、70機のV-2がアメリカで打ち上げられその多くが成功したが、第二次大戦後、強制収容所で苦労したり家族を失ったりした人々を中心にナチスを憎む声は絶え間なく起こったし、それは直接関係の無かったフォン・ブラウンにも容赦なく注がれた^x。後にフォン・ブラウンと国威をかけて激烈なロケット競争を行なった相手であるソ連のセルゲイ・コロリョフが家族と平和な時間を楽しんでいたのとは対照的である。「月世界征服」ではアメリカ政府のそうした対応に業を煮やした実業家が、民間資本を使って新型ロケットを開発するというストーリーになっており、当時のアメリカが海軍、空軍、陸軍と別々にロケット開発をしている混乱状況を鋭く描写している。結局その後1962年にJ.F.ケネディ大

統領が60年代中に人類を月に送るという発言をしたためにNASAという統合組織が作られることになり、この映画の予見は実現された。

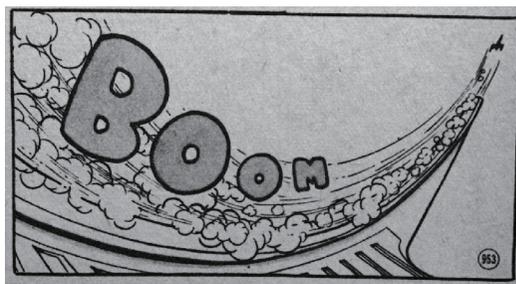
映画「月世界征服」は、ロケットのエンジンについて詳しく述べた初めての作品でもある。このロケットは原子力によって推進される。当時、原子力は万能のエネルギー源と見做され、船舶をはじめ飛行機から自動車にまで搭載可能と考えられていたから、宇宙ロケットに使われても不思議ではない（世界初の原子力潜水艦ノーチラス号が就役したのは1954年）。原子力エンジンでロケットを推進させるには、原子炉の核反応で発生する熱で液体水素などの液体を高温ガス化して噴射させる。この映画では水を温めて水蒸気を噴き出しながら進むという説明がなされ、「水を燃料にして飛ぶとは信じられない」などという乗組員の会話が出てくる。ニュアンスとしては科学的であるが、蒸気噴出の反作用で地球の重力圏を脱出できる速度(11.2km/s：通称第二宇宙速度)にするには超のつく巨大な原子炉が必要で、安全上から製造は不可能である。もし打ち上げに失敗でもしようものなら放射能がばら撒かれるからだ。こうした放射能の危険性から現在では空想になってしまった原子力エンジンはこの映画以降頻繁に登場し、50年代のポピュラーなアイデアであった^{xi}。

化学燃料によるロケット推進が非科学的であるとする学術論文が1936年になっても発表されており、実際に液体燃料燃焼ロケットで微妙なコントロールを行いながら地球の重力圏を脱出できる推力が出せるかは長らく未知数であった。しかしながら、空想世界を描く映画を、科学性に重点を置く場合をSF、そうでなく超自然的な説明を真髄とする場合をファンタジー（あるいはホラー）と分類する^{xii}なら、「月世界征服」によって始めて本当の意味でSF（空想科学）

映画が登場したという表現はあながち間違いではない。この映画は同年のニューヨークタイムズ紙のベスト10映画のひとつ選ばれ、第23回アカデミー賞レースで特殊効果賞を獲得した。

2.4 地球最後の日 (When World Collide : 1951)

第二次世界大戦後、ロケット推進が空気の無い宇宙で必要だとわかるにつれ宇宙船はロケット型になったが、ロケットは紡錘型（流線型）であり、現在のような垂直打ち上げ方式もまだ浸透していなかった。「地球最後の日」(1955)は、巨大隕石が地球に衝突して地球が破壊されることがわかった人類が、選ばれた人間だけに乗せられる巨大ロケットを作って宇宙に脱出しようとする話である。この映画では宇宙船や宇宙旅行の科学的考察はほとんどなされていない。しかし興味深いのはその打ち上げの方法である。この映画ではロケットはジェットコースターのようなレール式カタパルトで打ち上げられる。その方が勢いが付いて必要な推力を得られやすいと考えたのであろう。同時代の手塚治虫の漫画でも同様の絵が描かれている。^{xiii}（下図）



「月世界征服」のロケットは垂直に打ち上げられていたが、発射台の上までエレベータで上がって先端に乗り込むというのは、特に乗員が増えると映画的には描きにくい。「地球最後の日」では、ロケットは水平に設置され乗員は飛行機のように横扉から乗り込まざるを得なかつ

たのであろう。そう言えば「宇宙飛行」も同様の打ち上げスタイルであった。現実にはこの方法はエネルギーのロスが非常に大きい。カタパルトレールとロケットとの摩擦によってロケットの推進力が損なわれるからである。さらに多段式にした場合には接合部の強度問題も追加される。このようなカタパルト式の打ち上げ装置は50年代の末に米ソの宇宙開発競争が本格化してロケット発射の映像が一般に流れるようになると、当然のことながら映画上から消え去るのである。

1957年にソ連のスプートニク衛星が打ち上げられ宇宙飛行が現実になりつつあると、月ロケットより注目されるようになるのは「円盤」(UFO: Unidentified Flying Object 未確認飛行物体)になった。ブームの発端は1947年7月アメリカ合衆国ニューメキシコ州ロズウェル付近で墜落したUFOが米軍によって回収されたという新聞記事から始まった『ロズウェル事件』だ。このときは大きな話題にならなかったが、これに火をつけたのは火星に文明の可能性があることを唱えた天文学者たちである。イタリアのミラノ天文台長ジョバンニ・スキヤバレリは、1877年の火星大接近時に「火星の表面には、たくさんのカナリ(Canali)が縦横に、直線的に走っている」と論文にまとめた^{xiv}。後年Canali(筋)が英訳される段階でcanal(運河)となり「火星には、たくさんの人工的な運河があり、複雑な模様を形作っている」という説が広まった。

その後、アメリカのパーシヴァル・ローウェルは、1894年に口径61cm屈折望遠鏡をもつローウェル天文台を自費で建築し、火星を詳細に観測して180本の運河があると発表した。もちろん多くの天文学者がこれに反対していたが、米ソの天文学者たちは1955年~1959年にかけて強力な論陣を張って火星運河説を擁護するよう

なり、なかでもアメリカの天文学者E.C.スライファーは1955年に「私はいつも、あの細かい奇妙な運河が、火星面を整然とおおっているのを、眺めることができた」^{xv}と明確な運河論を発表したほど信じきっていた。さらにこの時期に、差し渡し数百キロメートルにも及ぶ巨大な“M”に見える不思議な模様が火星に見えたことも火星への関心を高めた。MとはMarsの意味で火星人が自分たちの存在を地球に知らせているとか、実は逆のWでWarを意味して宣戦布告しているなどとされた。^{xvi}この模様はやがて現れたときと同様に突然消えてしまったが、こうしたことで火星人ブームが燃え上がり、それとともに高速に飛行できるUFOも現実味を帯びたのである。

こうした火星人ブームの頂点に立つのが、1898年に英国のH.G.ウェルズが発表した原作を元にした映画「宇宙戦争」(1953)である。驚異的な科学力を持つ火星人が円盤に乗って地球を侵略するが地球の細菌で滅びるというストーリーは、火星に高度な文明を持った火星人がいるかもしれないと信じられていた時代背景を抜きにしては存在しない。この火星人騒ぎは、1964年に米国のマリナー4号が火星に9200kmまで接近し、月に似たクレーターだらけの荒地の撮影写真が発表されるまで続く。最終的には1976年に火星に着陸した米国のバイキング1号、2号が行なった生物解析結果により生命の可能性なしという結論が出たことで、火星の生命可能性は公式に否定されてしまう。^{xvii}これによって火星人襲来のSF映画はすっかりなりを潜めてしまったが、20年後の1996年にNASAが隕石の中から生命の痕跡を見つけたことで再度火星に対する興味が復活し、「ミッション・トゥ・マーズ」(2000)や「レッド・プラネット」(2000)などの“火星もの”がまた作られるようになった。科学的考察では“存在しない”という立証

はきわめて困難である。これまでの火星探査で生命の痕跡が見つからなかったのは、単に“その観測装置では見つけれなかった”だけかもしれないからだ。

「宇宙戦争」と同じく UFO が登場する「宇宙水爆戦」(1955) は、東西冷戦がますます深刻化し、兵器は原爆から水爆へと移行し、より大きな恐怖の均衡に世界が置かれていた時代の作品である。原子力の平和利用を模索するミーチャム博士のもとに、見知らぬ先から謎の装置の部品が送られてくる。この部品のサイズがどれも大きくて時代を感じさせるが、完成したマシンは謎の宛先と交信する装置でその指示によって主人公のミーチャム博士は宇宙人の存在を知る。宇宙人は博士に敵の攻撃を防ぐシールドを維持するエネルギーの開発を依頼する（説得に失敗すると自由な思考を妨げる「洗脳装置」にかけようとするところが時代を映している）。ミーチャム博士は外敵に攻撃されて防御シールドを破壊されつつある惑星に連れてこられ、鉛から核エネルギーを取り出す研究に従事させられる。それにより防御シールドが強化できれば惑星は救われるからである（しかし結局博士は協力せず惑星は滅びてしまう）。この映画における最強のエネルギーは原子力である。

1950年代に盛んに制作された宇宙戦争・宇宙征服ものは、東西対立の冷戦と原子力エネルギーと言う“夢のエネルギー”の実用化をベースとしたものである。他にも「地球の静止する日」(1951)、「遊星よりの物体 X」(1951)、「空飛ぶ円盤地球を襲撃す」(1956) など、この時代の SF 映画にはほとんどすべて宇宙船としての UFO が登場する。しかしその後、有人月面着陸という現実の進行が速すぎて、SF 映画は「宇宙からの脱出」(1969) のような現実追従路線とならざるを得なくなった。

その結果登場したのが、円盤は宇宙人だけの

乗り物ではなく、人間が使う宇宙船としてもありえるという映画、「禁断の惑星」(1956) である。「禁断の惑星」は“無意識の自我”を扱っている哲学的な意味合いも含めて傑作映画とされており、無尽蔵のエネルギーに原子力以外を想定している点も新しい。この映画ではいわゆるロケットは登場しない。舞台となっている23世紀では、恒星間飛行を実現するのは既存のロケットではなく円盤である。しかし当時は決してこれが荒唐無稽とは思われなかった。SFに限らずこの時代の映画は総じて時代考証が緩く、戦争ドラマでも平気で味方の戦車が敵側だったりしたものである。1957年にスプートニクが打ち上げられているにもかかわらず、ソビエト連邦製の「金星ロケット発進す」(1959) ではまだ「地球最後の日」に出てくるような大きな翼を持ったロケットが登場する。そしてこの流れを大きく変えたのが、次章で紹介する「2001年宇宙の旅」である。

3. 「科学」の時代

3.1 2001年宇宙の旅 (2001: A Space Odyssey)

当時としては最新の知識をもとに製作されたスタンリー・キューブリック監督の「2001年宇宙の旅」は、現在も古臭くない SF 映画として有名である。確かに、1950年代に盛んに登場した“円盤”はもはやこの映画には出てこない。1960年代の宇宙開発の実態を目の当たりにして、円盤は宇宙人の乗り物としても、物理的にも技術的にも矛盾だらけであることが明白になってしまったからである。この映画では、地球を周回する宇宙ステーション EOR (Earth Orbit Rendezvous) を描いている。すなわち地上から地球周回軌道上の宇宙ステーションまで行き、そこから月までは別の宇宙船で行くという内容である。当時すでに NASA は MOR (Moon Orbit Rendezvous) を採用しており、2年後

の月面有人飛行をはじめ今日まで月面着陸はその方式しか用いられていない。2050年を目標に推進している火星探検宇宙計画でも、ロケット自体は地表から打ち上げ、火星の軌道上に母船を運んでそこから着陸船を発射することになっている。この点では「2001年宇宙の旅」は大きなミスを犯していることになる。しかしながらロシアの宇宙ステーションサリュートに始まり現在のISS(国際宇宙ステーション)に至るまで、宇宙ステーションはもはや既存であり、“惑星間飛行”という長い目で考えた場合、地球軌道上の宇宙ステーションを基地にして月や火星に行くのは合理的であるという議論は現在もある。その意味で、この“間違い”はむしろまだ実現していない未来であるかもしれない。

そう考えると、SF映画が名作と言われるためには“陳腐化しにくい”ことが重要であると思われる。もちろん「2001年宇宙の旅」といってもSF映画の宿命からは逃れられず、細かく見ていくと多くの間違いが存在する。もっとも大きな“古臭さ”は、宇宙船と宇宙ステーションのドッキングである。映画では、地球から向かったロケットは宇宙ステーション中央のドック(格納庫)に収納されるようになっているが、それはあり得ない。格納庫分のスペースが無駄になるばかりでなく、その中の空気コントロールに大量のエネルギーを使うからである。現実には、地球から打ち上げられた宇宙船は、宇宙ステーションの先端に船体をドッキングさせ、ハッチをつなげて乗員や物資の移動を実現している。また月面着陸の際に月面基地のドームが大きく開くのも同様に非現実的である。ロバート・アルトマン監督の1968年の映画「宇宙大征服」の月面着陸場面にはドームは出てこないから、キューブリック監督は科学性より“見栄え”を選んだのかもしれないが、その他にも無重力空間で“磁石靴”を使用するという「月世界征

服」以来の伝統シーンを採用するなど諸所でこうした“非科学性”が顔を覗かせる。

宇宙船接続シーンは映画的に地味なせいも、「アポロ13」(1995)での月面着陸船と母船とのドッキングでようやく再現されるまで描かれず、この後の70年代に製作されたスペースオペラものではまだ母船に収容するスタイルが支配的であった。つまり映画が現実を“無視”したのである。典型的な作品が、1977年公開の「スター・ウォーズ」であろう。冒険活劇の舞台を宇宙に移しただけの本作品は、SFXによりこれまで不可能だった表現ができるようになったことで、宇宙ではどのような巨大な建造物も可能であるという新しい知見を最大限に生かした。映画の冒頭に登場する宇宙船のマザーシップは目を覆うような巨大さであり、さらにデススターという“星”まで建造してしまう。多少でも科学的なのはそこまでで、課題になるエネルギー源については全く触れられていないし、宇宙空間での戦闘シーンもあり得ない速度設定や武器を使い、そして真空にもかかわらず爆発音が響くという描写が続き、この映画を荒唐無稽なファンタジーにしてしまっていた。

熱狂的なファンが存在するもうひとつのこの時期のSF映画「スター・トレック」(1979)も同様である。これらの作品では宇宙空間の無重力や真空などの基本的要素すら無視され、物理科学はつじつまを合わせるだけの“言葉遊び”になっている。地球を周回する宇宙ステーションからエンタープライズ号が発射する迫力ある冒頭シーンは現代的だが、宇宙船から惑星に着陸するときには予算の関係で着陸シーンを割愛して“物質伝送器”を使っている。したがって「スター・ウォーズ」や「スター・トレック」を楽しむには、科学の知識を都合よくまとめたファンタジーとして鑑賞しなくてはならない。むしろこれらの作品で注目されるべきはその科

学性でなく、その中に用いられた新しい概念だろう。そのひとつがこの映画ではじめて使われた“ワープ”という言葉である。ワープ(Warp)とは、時空を超えて超高速で移動する概念であり、「スター・トレック」では恒星間移動を実現する手段として使われた。「スター・ウォーズ」でも『超空間』(Hyper Space)が同様の意味で使われており、空間が速度や重力によって“ゆがむ”ことを信じるなら、そのゆがみに乗じて遠隔地へ高速で移動できる設定が可能になる。^{xviii}

当時は空間の“ゆがみ”はアリ地獄のように平面に生じる穴の概念であったから、穴の中をトンネルのように通過するイメージは持ちやすかったようだ。「スター・ウォーズ」も「スター・トレック」も、いずれもワープするには星が周辺に流れ空間がゆがむのである。ワープ時の、恒星が矢のような速度で前から後ろに流れるという映像はSFX技術の進歩で実現したものが、点状の恒星が放射状に流れるという描き方は非常に説得力があり、全くの空想であるにもかかわらずそれ以降の“空間移動”に必ず使われる映像となった。もちろん実際には、どれほど高速であっても非常に遠い距離にある恒星が流れる現象はありえず、観測できたとしてもせいぜいゆっくり動く程度でしかないのは明らかである。

「2001年宇宙の旅」が製作された1960年代は、電波天文学によって数々の発見がなされた時代であり、従来の原子力ロケットと円盤という構図は時代遅れとなっていた。最初の大きな発見は、『ビッグバン理論』である。この理論はそもそも、1922年にソ連の数学者A. フリードマンがアインシュタインの一般相対性理論にもとづく重力場方程式のひとつの解として最初に唱え、1929年のエドウィン・ハッブルによる赤方偏移の測定で推定された『膨張宇宙論』に基づ

くものであった。膨張宇宙論とは、宇宙が現在も膨張を続けているという考え方で、これをもとにジョージ・ガモフは、その時間軸を逆に辿ると宇宙はどんどん小さくなり、ついには出発点である猛烈に熱い“火の玉”に達すると考え、宇宙はこの火の玉が一瞬にして大爆発(ビッグバン)をした結果であるとする『ビッグバン理論』を1946年に発表した。しかしこの理論は、当初はまったく受け入れられなかった。1948年にH. ボンディやT. ゴールドが提唱していた『定常宇宙論』すなわち「大宇宙はどこまでも、ほかのすべての場所と全く同じであり、時間的にも、つねに同等である」^{xix}というニュートンの宇宙観が支配的であったからだ。アインシュタインすら、宇宙全体の重力によって宇宙は膨張か収縮かという動的な状態にならざるを得ないという考えを否定し、『宇宙項』(もしくは宇宙定数)を導入して、この宇宙は静止していると考えた。ところが、1964年にベル研究所のアーノ・ペエンジアスとリチャード・ウィルソンが、電波アンテナを使って宇宙のあらゆる方向からやってくる微弱なマイクロ波を発見した。これは『背景放射』と呼ばれ、宇宙がかつては火の玉であったというビッグバン理論が正しいことを証明するものであった。

ビッグバン理論は宇宙の星々だけでなく宇宙自体もダイナミックに変化を続けていることの証明であり、それは我々の世界観にも大きな影響を与え、それ以降は人間だけが特別な存在ではないという思考が浸透してきた。「2001年宇宙の旅」の背景にはこうした時代精神が大きく影響している。またこの世紀の発見が電波アンテナによって行われたことでもわかるように、この時期に宇宙の観測方法が大きく変化した。1960年代は光学望遠鏡の大型化が限界に達し、この時代には新規に建造された巨大望遠鏡はない。そのかわり電波望遠鏡による深宇宙探索が

盛んになった（後述するブラックホールも電波望遠鏡で発見された）。映画「北極の基地・潜航大作戦」（1968）の冒頭シーンにはこの時代を反映するように巨大なパラボラアンテナの映像で始まる。ちなみでこの映画には最初に軍事衛星が登場するが、その大気圏突入の方法は地球に対して垂直ではなく、水平方向にロケット噴射を行い減速して大気圏に入るという極めて科学的なシーンであった。60年代はアポロ計画による1969年の人類最初の有人月面着陸をクライマックスとして、ロケット発射のテレビ中継が日常的となり現実が映画の宇宙旅行を追い越してしまった時代でもある。この時期を境にしてもはや円盤は時代遅れとなりファンタジーの世界でしか生き残れなくなってしまった。「2001年宇宙の旅」は、ようやく一般に理解されるようになってきたブラックホールの概念（詳しくは後述）を活用し、かつ当時の最先端知識をもとに“地球軌道上の宇宙ステーション”や“人工知能コンピュータ”、そして人類の“再生”という希望的メッセージを素晴らしい特撮によって表現し、ナレーションを廃し意図的に理解を難しくするなどの配慮も功を奏してこの映画はカルト的な存在となった。

3.2 エイリアン（Alien：1979）

ハリウッド映画で最初のフェミニズム映画（女性だけがひとり生き残る）と言われる「エイリアン」は、恒星間飛行を行っている宇宙貨物船ノストロモ号の乗組員が、人工冬眠から目覚めて未知の惑星に向かっていることに気付くシーンから始まる。そこで遭遇した未知の生命体エイリアンは恐るべき殺戮者であり、乗員は次々に殺されてしまうが女性飛行士は勇気と知恵で生き残るといふ、宇宙ホラー的SF映画である。H.G.ギーガーの手になるエイリアンの造形に話題が集中したこの作品の真価は、宇宙

船内部を地下倉庫的に薄暗くしたレトロな描き方が、ともすれば荒唐無稽なこの映画にゴシック調の現実感を与えている点である。またノストロモ号は、宇宙を移動するのにワープなどというギミックを使わず、恒星間飛行は時間がかかるということを示している点も作品にリアリティを感じさせる。「エイリアン」では22世紀（2122年）という時代設定であっても、50年代から映画に登場している伝統的な冬眠技術を使って恒星間の宇宙旅行をしているのだ。

1930年代にハッブルらにより宇宙の広さが確定できるようになると、宇宙空間の移動が容易でないことが知られるようになった。最新のエンジンを使ってスターシップを建造しても、近隣の恒星に着くのに数十年から数世紀もかかるのだ。そこでこの映画では乗員は冬眠カプセルに入って寝ることで長い時間を耐えるという設定になっている。「宇宙水爆戦」では、宇宙空間を移動するのにチューブ（透明な筒）に入る。「宇宙飛行」にも水槽に入るという似た描写があったが、その後この方式は一時廃れ、68年の「2001年宇宙の旅」で“冷凍装置”として再デビューする。ワープは空間移動の手法としては説得力？あるものの、必要とされる莫大なエネルギーをどうするかについては未解決だからである。「2001年宇宙の旅」では木星まで行く宇宙船の動力は明示されていないものの、“冷凍冬眠装置”を使っていることで、人間の科学技術はまだ宇宙を何か月もかかって移動するという水準だと描いている。

宇宙旅行者を仮死状態にするのは現実的な解決策なのだろうか。人工冬眠は映画の中の話であると長らく信じられてきた。身体の機能がほぼ停止するレベルまで体温を注意深く下げることにより仮死状態を作り出すことは、冬眠する動物が毎冬に行っている。ある種の魚やカエルは、氷の中でカチカチに凍ってしまっても、温

度が上がると解けて生き返る。しかしヒトの組織が凍るときは、細胞内に水の結晶ができはじめ、これが大きくなると細胞膜を貫いて破壊してしまうという問題点があるからだ。ところが2005年、マウスや犬など、本来は冬眠しない哺乳類で、限られた条件下での仮死状態の実現に進展があった。ピッツバーグ大学の研究チームが、数匹の犬から血液を抜き取って非常に冷たい特別な溶液を代わりに注入し、その後蘇生させることに成功したのである。同じ年に、硫化水素の混じった空気をおさめた容器をマウスに入れ、体温を6時間にわたって摂氏13度まで下げる実験も成功している。まだ数十年はかかるだろうが、何世紀にもわたる仮死状態が必要な宇宙飛行士にこの技術を使える日は来る可能性は高いと見込まれている。^{xx}

映画「エイリアン」をはじめ、すでに挙げた「スター・ウォーズ」や「スター・トレック」を含めた70年代以降の映画で特徴的な宇宙描写は、宇宙船内の“重力”の存在である。すでに述べたように50年代のSF映画では、無重力宇宙の“奇妙さ”を描くのがお約束であったし、60年代になると「2001年宇宙の旅」での宇宙ステーションのように回転による慣性力で重力を生み出すという、いかにも有人ロケット時代に相応しい描写でリアリティを出していた。しかし70年代になるとこうした“常識”は否定され、無重力であるはずの宇宙船内で人間が普通に歩き回るようになった。船内に重力発生源を持つことは理論的に不可能（乗員との距離が近いと重力作用の差が大きすぎる）であり、こうした描き方が非現実的であることは青少年向けの解説書^{xxi}でも明らかであるにもかかわらず、映画では完全に肯定されるようになった。「エイリアン」の舞台となる宇宙貨物船ノストロモ号は乗員は、薄暗くてじめじめした古い船内を立て歩き回る。「スター・ウォーズ」から始

まった宇宙船内で普通に歩くという設定は、これ以降SF映画に登場する宇宙船の“常識”として今日に至るまで綿々と続くのである。

3.3 ブラックホール (Black Hole : 1979)

この映画はDVD化されておらず、日本版はレーザーディスクしかないの、あらすじを紹介する。舞台は25世紀、人類は宇宙へ進出するため新しい小型探索船パロミノ号を建造する。パロミノ号はある幽霊宇宙船を発見するが、それは20年前突然宇宙から姿を消した人類最大の宇宙船USSシグナス号であり、漂流するそのシグナス号の彼方には、宇宙最大のブラックホールが広がっていた。この黒い穴は、高密度がもたらす超重力によって、近づくものを全て吸収してしまうのだ。シグナス号とドッキングしたパロミノ号は、シグナス号の生き残りであるラインハート博士とロボットに会うが、ラインハートは20年間ブラックホールと闘い続けてきたという。実はほかの乗組員はラインハートによってヒューマノイドにされていて、その秘密を知ったパロミノ号の乗組員は次々と殺され、シグナス号もブラックホールに吸い込まれ始めたが、主人公たちはブラックホール突破用にプログラミングされた小型脱出船で脱出に成功する。いかにもディズニーらしい他愛ない内容である。にもかかわらず本作を取り上げた理由は、“ブラックホール”という用語が最初に使われた映画だからである。

「ブラックホール」は、70年代に入って急速にクローズアップされるようになった。「ブラックホールという言葉が発明されてからまだ40年ほどだが、ブラックホールほど人々の想像力をかき立て、SFやその他に登場するポピュラーな天体になった例は少ない」^{xxii}。それはブラック（暗黒）というネーミングの絶妙さに追うところが多いと思われる。ブラックホールという

名称は、アメリカの科学者ジョン・ホイーラーが1967年に最初に用いたとされる^{xxiii}。S.W. ホーキングによれば1783年にケンブリッジ大学のジョン・マイケルもすでにその存在を推測していた^{xxiv}。しかしドイツのカール・シュバルツシルトが、ブラックホールという解をアインシュタインの一般相対論から導き出したのは1916年である。太陽の三倍以上の大きさの恒星が寿命を迎えると自分の重力で収縮を始め、そのサイズが限りなく小さくなって『特異点』(Singularity) と呼ばれる点まで収縮したとき、その星の強大な重力によって光すら出て来られなくなる。この特異点がブラックホールである。ブラックホールは銀河の中心に存在するとされ、外部からは光が脱出できる境界範囲に囲まれた“黒い球”として観測される。この境界範囲の内側は誰も見る事が出来ないので『事象の地平』(Event Horizon) もしくは『シュバルツシルト境界』と呼ばれる。シュバルツシルトによって理論的に存在が予告されてからも、その存在は物理学者の間ですらなかなか信じられず、長い間ブラックホールはシュバルツシルト境界を持つ“特異点”と呼ばれる理論上の存在でしかなかった。すでにビッグバン理論は認知されていたが、まだ宇宙が小さいボールのような状態から爆発的に次々と星を生むが、最終的には星は白色矮星とガス雲になり宇宙はどんどん冷えて暗黒の冷たく寂しい空間となるというシナリオが定説であり、ブラックホールの存在余地はなかった^{xxv}。

この流れは1960年代に大きく変わる。これはもちろん60年代の電波天文学の普及が大きい。宇宙物理学では計算上の“予測”に基づいて実際の“発見”が行われるのは珍しいことではないが、1963年に米国パロマ天文台の天文学者マーティン・シュミットが、大きすぎる赤方偏移を持つ星状天体を見つけたことで、ブラック

ホールの存在可能性が増した。1965年には強力な電波パルスが発生している白鳥座の X 1 がブラックホールではないかとされる。次第にこれまで理論でしかなかったブラックホールが現実のものとなった。さらに1967年にケンブリッジ大学のジョスリン・ベルが電波パルスを規則的に発する天体を発見して、ブラックホールではないかと話題になった^{xxvi}。こうしてブラックホールは徐々に注目されるようになったのであるが、ブラックホールが現在のようにポピュラーな用語になったのは、ホーキング博士の功績が大きい。博士の書いた『ホーキング宇宙を語る』は物理学の専門書としては異例のヒットとなった。「1965年から70年にかけて、ロジャー・ペンローズと私が行った研究によれば、一般相対論にしたがうかぎり、ブラックホールの中には無限大の密度と無限大の時空湾曲率をもつ特異点が存在するはずである」^{xxvii}。ブラックホールの特異点とそれを「取り囲む」事象の地平の姿が徐々に明確になるにつれ、ブラックホールという名称が一般にも浸透してきた。

「事象地平つまり脱出することのできない時空領域の境界は、ブラックホールを囲む一方通行の膜のような働きをする。(中略) 事象地平については、ダンテが地獄の門について述べた言葉があてはまるだろう。『ここより入る者はすべての望みを棄てよ』。事象地平を通過して落ちたものは、何物も、また何人も、すみやかに無限の密度の領域と時間の終焉にいきつくだろう。」^{xxviii} この説明は平易とは言えないが、ともかく宇宙にはブラックホールと呼ばれる「何者も脱出できない闇の空間」があるということだけはわかる。ホーキング博士らが唱えた5次元(時間・空間に加えて重力を加えた)の宇宙像はその神秘性において魅力的な宇宙の謎に思えた。時代を見るに敏感なディズニーがこうしたブラックホールブーム(?)を見逃すはずが

ない。「ブラックホール」は、映画としては非常につまらない内容であったが、ブラックホールが宇宙に開いた恐ろしい“穴”であることは観客の誰もが感じたに違いない。この映画以降、ブラックホールは宇宙にぽっかり空いた暗黒の穴であり宇宙の墓場というイメージが定着した。

4. 「映像」の時代

4.1 イベント・ホライズン (Event Horizon : 1997)

1990年代になってコンピュータによる映像化 (CG) が大きく普及し、こうした時空間イメージを描くことのできる可能性が出てきた。そこで映像表現の幅が広がった時期として、1990年代から2000年を「映像の時代」として区切ることにする。この時期、“絶望”や“暗黒”の象徴となったブラックホールは、光を含むあらゆるものを飲み込む“底なしの落とし穴”であり、そこに落ちる際には重力は無敵となり空間はゆがみ生物は生きた状態で存在することはできなくなると考えられていた。「ブラックホール」から20年後の映画「イベント・ホライズン」(1997)でも、ブラックホールは地獄への道程となり、そこから戻ってきた宇宙船は地獄の使者 (悪魔?) を引き連れてくることになっている。映画の時代設定は2047年、7年前に海王星付近で消息を絶ち、いままた同じ場所に姿を現して救難信号を発信しはじめた深宇宙探査用巨大宇宙船イベント・ホライズン号の救助に向かう探索救助宇宙船ルイス・クラーク号の物語である。イベント・ホライズン号は、重力制御エンジンでブラックホールを発生させて (!) 時空に穴を開け、ブラックホール間のワームホールを通して超光速で移動する推進システム“重力ドライブ” Gravity Drive を採用している。

タイトルの Event Horizon (事象の地平) とは、すでに述べたようにブラックホールの外縁、

すなわち3次元世界との境界の意味である。この映画では“ワームホール”という概念と、重力をコントロールするエンジンの2つが新しい。ブラックホールだけでなく、宇宙空間の移動においても重力の制御がカギとなっている。重力によって生じるブラックホールに立ち向かうには重力をコントロールできる技術が必須であることが映画でもようやく認められてきたのであろう。また、宇宙船の動力としてイオンエンジンを使っているのも注目される。イオンエンジンは日本の小惑星探査機はやぶさに搭載され注目されたように、現時点では最も有力な惑星間宇宙航行動力と見做されているが、1990代にはようやく認められてきた動力である。ただしこの映画では、イオンエンジンは11Gもの巨大推力を出す。そのため乗員は液体カプセルに入らないとつぶれてしまうほどである。残念ながら現実のイオンエンジンは、プラズマを放出してその反作用で進むので、非常に小さな推力しか得られない。非常に弱い推力であるが長時間放出し続けることによってどんどん加速度が付いて超高速になる、惑星間飛行のように長期間の推進装置として有効な省エネエンジンなのだ。そのための液体カプセルも不要である (長時間の宇宙旅行を快適に過ごすための冬眠カプセルは必要かもしれないが)。

70年代末の映画「ブラックホール」があらゆる物質が落ち込んで二度と帰還することのない時空の穴としてブラックホールを描いていたのに比べ、この「イベント・ホライズン」ではブラックホールから出てくる存在を描いている。それはホーキングのブラックホールに関する「ブラックホールは熱い物体のように放射を行うはずだ」^{xxix} という新しい考え方を反映したものであろう。さらにホーキングは「一般相対論の方程式の解の中には、わが宇宙飛行士が裸の特異点を見ることを可能にするようなものも

いくつかある。彼は特異点にぶつかるのを避けてうまく“虫食い穴”を潜り抜け、宇宙の別の領域に出られるかもしれない。これは時空旅行に大きな可能性を提供する」^{xxx}と述べ、ブラックホールを潜り抜ける可能性を抱かせるのだ。もちろんブラックホールに吸い込まれた宇宙船は引きちぎられエネルギーもしくは質量という形でしか生き残ることはできないが、それでもこれまで考えられていたように、ブラックホールが“黒色”ですらない可能性もあるのは不思議な感覚であろう。

「イベント・ホライズン」は決して良作とは言えない。サム・ニールやローレンス・フィッシュバーンという有名俳優が出演しているにも関わらず、内容は単なるホラーになっているからだ。しかしブラックホールがあらゆるものを吸い込むなら、その出口があるに違いないという考え方から“ワームホール”の概念を持ち込んだ最初の映画として注目されるべきである。ワームホール自体は実証的に確認された訳ではないが、ワームホールの概念を説明するのに、紙を折り曲げて表面上の異なった地点を貼り合わせることで移動が可能だと描写するシーンは非常にわかりやすく、後年の「インターステラ」(2014)でも同様の説明が使われていたほどである。

4.2 コンタクト (Contact : 1997)

『ホーキング、宇宙を語る』に書かれた“虫食い穴”をくぐり抜け、宇宙の別の領域に出られるかもしれない^{xxx}。という内容そのままの映画が「コンタクト」(1997)である。SETI (Search of Extra-Terrestrial Intelligence) と呼ばれるアメリカの地球外知的生命探索機構の科学者が主人公となるこの映画は、宇宙のかなたから発信された電波に含まれた“設計図”をもとに時空間をワープする装置を組み上げて実

際に“旅”をする話である。ちょっと聞くと1956年の映画「地球水爆戦」に似たストーリーだが、40年後に作られた「コンタクト」はCGや特撮が駆使されリアリティにおいて大きな差がある。この映画はカール・セーガン博士が唱えた『宇宙人存在説』を下敷きにしている。地球外に生命が存在する可能性は19世紀後半から20世紀初頭にかけてピッカリング、フランマリオンらによって唱えられた『多重世界論』によって大衆に浸透したが、嚆矢はやはり1953年のユーリーとミラーの実験によって、メタン、アンモニア、水素などの簡単な元素・水蒸気から、雷などの電気スパークによって生命の主要構成物質であるアミノ酸が生成されることが証明されたことである。60年代の電波天文学の発達により宇宙空間にもかなり複雑な有機分子が存在することが分かるにつれ、地球に似た環境を持つ惑星が他にあれば、そこでも同じように生命が生まれても不思議ではないと考えられるようになり、地球外生命の可能性が真剣に議論されはじめた。

スウェーデンの物理化学者アレニウスは、地球上で生物が誕生する以前に宇宙にはすでに“生命の種子”が普遍的に存在しており、それが地球に運ばれてきたとする『胚珠普遍説』(パンスペルミア Panspermia)を1906年に発表している^{xxxii}。NASAは1975年以降、バイキング計画など惑星探査機を火星に送り生命の痕跡を探しているが、まだこの説については最終的な結論は出ていない。現在では1965年の宇宙マイクロ波背景放射の発見以降急速に発展した電波天文学に期待が集まっている。電波天文学における当時の最新知識を活用して、異星の文明を探査する可能性を最初に考察したのはスイスのココーニである。ココーニは1959年に、「もし天の川の中に電波技術を駆使する高度な文明があったとして、地球と交信を望むのなら、宇宙

で最も豊富な物資、水素の出す21cm波長の電波を使うだろう」^{xxxiii}と予想し、電波望遠鏡による探査の糸口を提供した。

生命が存在するには、水、炭化水素、DNAのように何らかの形で自己複製する分子の三要素が必要とされている。このおおまかな基準を使って、宇宙に知的生命が存在する割合が概算で見積もれる。1961年、コーネル大学のフランク・ドレイクらがその計算をはじめて行った。それは天の川銀河にある1000億個の恒星を対象に、まずこのなかで太陽に似た恒星の割合を見積もり、さらにそのうち、惑星のある恒星の割合を推定するという手法で、妥当な推定値を使って現在において知的生命が他の星と通信できる割合を求めたのである。その結果、天の川銀河だけでも、知的生命を宿しうる惑星が100個から一万個も存在することがわかった。知的生命が天の川銀河全体に均一に散らばっているとすると、地球からほんの数百年のところにそんな惑星が見つかると思えなければならない^{xxxiv}。ドレイクは、折よく完成したグリーンバンクにある国立電波天文台の巨大電波望遠鏡を利用して、1960年から近距離にある2個の候補星に望遠鏡を向けて観測を開始した。この計画は『オズの魔法使い』というおとぎ話にちなんでオズマ計画 Project Ozma と命名された。その後20年たっても観測からは何の意味ある信号も検出されなかったが、学者の関心は衰えず1981年に当地で開かれた『地球外知的生命体に関するグリーンバンク会議』で、「コンタクト」に登場する地球外知的生命体探査 (SETI) がスタートしたのである。

1995年、米国政府の予算がつかないことに失望した天文学者は、民間の財源に目を向けて非営利のSETI研究所をカリフォルニア州マウンテン・ビューに創設し、SETIの研究を集約するとともに、1200～3000メガヘルツ帯域で太

陽に似た近隣の恒星1000個を調べるというフェニックス計画を立ち上げた。このとき責任者に任命されたのが、映画「コンタクト」の女性科学者のモデルになったジル・ターター博士である。この計画で使用された装置は非常に高感度で、200光年離れた空港のレーダーシステムからの電波さえ拾うことができたが、SETI研究所が毎年500万ドルかけて1000個以上の恒星を調べてもまだはっきりとした成果は得られていない。カール・セーガン博士のアドバイスの元で制作された映画「コンタクト」は地球外生命体からの信号を受信し、主人公エリーは彼らの導きに従って次空間を旅するが、生命体そのものには会うことはない。これは「2001年宇宙の旅」と同様に、宇宙人を登場させないほうが効果的だと判断したのであろう。現在では、宇宙に生命の存在する可能性はドレイクの計算結果よりはるかに少ないという説と、ずっと可能性は高いとする説に学説が分かれているが、SETI研究所の上級天文学者セス・シヨスタクは「2025年までには何らかの信号に出くわすだろう」と楽観視している。^{xxxv}

1990年代までに、物理学においてももうひとつの大きな進展があった。物理学の基本である4つの力、重力、電磁気力、強い力、弱い力が、生物の進化のように、ひとつの統一された力から枝分かれして進化したとする『力の統一理論』(大統一理論)は、ニュートンやアインシュタインも絶えず意識してきたものであるが、1967年のワインバーグらによる電磁気力と弱い力が電弱力として統一される電弱統一理論の完成に続き、次の段階である電弱力と強い力を統一する大統一理論の研究が進んだ。1981年に佐藤勝彦とグースがそれぞれ別個に、統一理論を宇宙初期と関連付ける『素粒子的宇宙像』を提案するに至り、宇宙誕生のごく初期に膨張に伴い温

度が下がる過程で真空が次々に相転移して4つの力が生まれたとする『インフレーション理論』が誕生した。真空のエネルギーが相転移により何百桁も増大した潜熱として開放され、熱エネルギーとなって宇宙を高温高密度の火の玉とするというインフレーション理論は、ビッグバン理論が持つ素朴な疑問、「宇宙はなぜ熱い火の玉から始まったのか？」と大統一理論とを同時に解決できる素晴らしいものであり、現在ではその大筋はビッグバン宇宙論とともに現代宇宙論のパラダイムの一部となっている。^{xxxvi}

4.3 マトリックス (Matrix : 1999)

物理学をベースにした科学的な思考が一般に浸透するに従い、原子核を拡大すればひとつの宇宙になる、あるいは宇宙を縮小すればひとつの原子核になるというような仏教的な思想は幻想にすぎないことがはっきりしてくる。「メン・イン・ブラック」(1997)は、米国がどんどん小さくなってさらに地球が小さくなり太陽系もそして銀河もどんどん小さくなって最後は宇宙全体が小さなボールのようになり、それを宇宙人が蹴って遊んでいるというシーンで終わるが、これが単なる笑いのネタであることは今や子供でも知っている。しかし一方では、1990年代は量子論をベースとしたナノテクノロジーが出現し、原子レベルでのコンピュータやロボットの構想が現実的になりつつあった。すなわち“小人の世界”はかつての想像とはかけ離れた量子世界で姿を現すようになり、ファンタジー路線はその舞台を失ってしまったのである。さらに、1990年初めから世界的に急速に進化・普及してきたインターネット(サイバー世界)が人類の前に新しい“宇宙”と考えられるようになった。「マトリックス」(1999)は、ネットワークのサイバー世界に現実とは別の社会が存在するというコンセプトでつくられ、いままで現実と考

えられていた世界が実は仮想(ヴァーチャル・リアリティ)であり、現実世界は別に存在し、そこでは高度なマシン(コンピュータ)が支配する管理社会であるという内容だ。現実にはマシンが支配し、それを打破するため主人公ネオはヴァーチャル・リアリティのサイバー世界で戦うが、その過程でふたつの世界が複雑に交錯して日常世界がどちらだか分からなくなる。新しい撮影技術やワイヤーアクションなどの特殊撮影を導入したことで新感覚の映画と見做されているマトリックスは、基本プロットは未来の管理社会を描いた「未来惑星ザルドス」(1974)や「ソイレントグリーン」(1973)などの伝統的なSF映画と変わらない。もともと本作は「攻殻機動隊」(1997)に触発されたものであり、70年代から続く『デストピア』(絶望的な未来像)の伝統を継いでいる。

こうしたサイバー世界における宇宙的世界観は、もちろん現実の物理学とは全くかい離している。現実の宇宙が最新の知識によって非常に扱いにくいものになりつつある時代に、ネットワーク上のサイバー世界にヴァーチャル・リアリティを求めるのは、ある意味では自然な発想かもしれないが、描かれた世界はまさに小宇宙とも呼べる自由で広大な空間である。その中には物理法則を無視した新しい動きや場面を実現できるが、どこまでリアルでどこからヴァーチャルかという境界線を設定するのが難しい。そのため時代設定の2199年には古臭い街の風景が展開され、身近な場所で繰り広げられるヴァーチャル・リアリティという奇妙な感覚が映画の魅力となっている。質量の概念や運動法則などを全く無視できるネットワーク世界に、脚本・監督のウォシャウスキーは新しい宇宙を求めたのだ。しかしサイバー世界はあまりにもフラットで宇宙のような奥深さはない。

5. 「リアル」の時代

5.1 サンシャイン2057 (Sunshine : 2007)

21世紀に入るとCGが急速に普及してくる。それはコンピュータの処理速度の向上や記憶容量の拡大などに伴うハードウェア、ソフトウェアの進歩だけでなく、映画自体がフィルム撮影からビデオ撮影に移行し、DI (Digital Intermediate) 処理が容易になったことと、デジタルデータを上映できるデジタル上映など、いわゆるDCI (Digital Cinema Interactive) 規格が確立されCGとの親和性が拡大したことによる。この流れにもっとも貢献したのは「スター・ウォーズ：クローンの逆襲」(2002)であるが、本論の主題である宇宙をテーマにしたSF映画で技術的に注目されるべきは「サンシャイン2057」(2007)である。この映画の時代設定の2057年は、太陽の核融合反応が衰えて地球が冷却されてしまう状況になっている。地球の極寒化を防ぐため、マンハッタン島サイズの核弾頭を太陽に打ち込み核融合反応を再活性化させる使命をもった宇宙船イカロス2号の物語である。舞台はほとんどが宇宙船に限定されてしまうため、平板な内容になるのを避ける意味で、7年前に同じミッションで出発しながら行方不明になった宇宙船イカロス1号を発見、再会し、その宇宙船から謎の生命体が乗り移ってくる構成をとる。ここからは「イベント・ホライズン」と似た展開で、謎の生命体はイカロス2号の乗員を次々と排除しその使命達成も危うくするというホラー仕立てである。

この映画ではなぜ太陽が冷却するのかの説明はない。太陽サイズの恒星がどのような最後を迎えるかは1950年代にはすでに明確になっているからである。E.ヘルツスブルングとH.N.ラッセルは、1913年に星の表面温度と明るさをグラフに並べた『HR図』(二人の頭文字をとった)を発表した。これによれば太陽の位置はグラフ

の真ん中であり、いわゆる「主系列」の平均的な恒星である。さらにブラックホール理論でも有名なM.シュワルツシルドは1952年に星の進化プロセスにおいて、太陽サイズの恒星は50年後にヘリウムの芯が全質量の10%ぐらいになると次第に膨張し地球を飲み込むほどの赤色巨星になったのち、自分の重力で収縮を始め最後には白色矮星と呼ばれる直系10km程度の超高密度の冷たい星になって生涯を終えることを明らかにした^{xxxvii}。したがって太陽が冷たくなることはあり得ず、21世紀の映画にしては設定自体があまりにも非現実的ということになる。さらに既に前章で述べたように、宇宙船がゆっくりしか回転しないのに軸部分にいる乗員に地上同様の重力(慣性)がかかっていることもおかしい。これほど非科学的な映画がこの時代に製作されたことは驚きであるとともに、SF映画の限界を示しているとも言える。とは言えこの作品のCGは見事で、太陽に近づくにつれ浴びせられる「熱さ」を十分に感じさせる。太陽が当たる面は灼熱地獄となり、影になる部分は絶対零度に近い冷たさである宇宙空間の状況をCGによってリアルに描き出している。20世紀のSF映画とは決定的に違う宇宙の描き方で、映画は現実に大きく近づいたのであり、「サンシャイン2057」はその記念碑的な作品と言える。

5.2 ゼロ・グラビティ (Gravity : 2013)

2000年を過ぎると、CGがコスト的に導入しやすくなるとともに、技術的に高度化して映像表現の可能性が大きく広がる。今日では、かつては不可能と言われた人間の皮膚や立ち上る水蒸気や水滴などの表現もコンピュータは難なく表現する。だがこうなると逆に、正確に描かなくては現実感が出ないという逆説的な制約も生じる。宇宙は過去のSF映画のように星が光点

として散在するだけではだめで、光の強弱や星雲などの存在、天の川などの密度の違いも表現しなくてはならない。こうした制作コストを膨らませる要素にあふれた現代の宇宙世界を描ける予算さえあれば、SF映画は限りなく現実的な感覚を提供できるようになった。2013年に公開された「ゼロ・グラビティ」は、極めてリアルな宇宙体験を味わうことのできる映画である。宇宙空間で作業する飛行士に襲い掛かる宇宙廃棄物の嵐とそれに続く必死の生還劇は臨場感満点で、特にIMAX-3Dで展開される宇宙は背筋も凍る空疎感と冷たさに満ちた空間であった。

この映画のポイントは、宇宙空間に「浮かぶ」宇宙船や宇宙飛行士に、信じられないスピードで襲い掛かる人工衛星の破片である。地球周回軌道あるいは静止軌道にある人工衛星は寿命になると大気圏に突入させて破壊するが、時にはバラバラの部品になって宇宙を漂うケースもあるという。この場合“漂う”は正しい表現ではなく、少なくとも第一宇宙速度（地球周回可能な速度）の7.9km/s程度で運動しているのだ。7.9km/sとは時速に直せば28,400km/hであり、宇宙ではこうした超高速が当たり前の世界なのだ。宇宙空間にいる宇宙ステーションの乗組員もその速度で周回している訳なので相対速度はもっと遅いかもかもしれないが、何かのきっかけで軌道を外れた物体が、目視では避けることのできない超高速で接近するケースは、無重力プラス慣性移動しかできない人間の無力さを思い知らされることになる。これこそ今まで描かれることのなかった“宇宙速度”なのである。宇宙では総てが超高速で移動し、真空中ではその速度は落ちない。地球は太陽の周りを107,280km/hで公転しているし、太陽系自体もの864,000km/hの速度で銀河内を移動している。外惑星や他の銀河から地球を訪れる“宇宙人”はこの速度以上で進まなければ地球に到達する

ことはできないし、すべての移動はこのオーダーで行われる。

例えば外惑星から地球を訪れた生命体が地球上を周回する人工衛星と接触するには、時速数万キロのまま出会うように事前の周到な計算が必要になる。もしすれ違ってしまったら、おそらく地球を一回りするぐらいのタイミングで再接近を試みなくてはならない。結論から言うと、「ゼロ・グラビティ」で宇宙空間での相対速度の大きさが明確に描かれたことは、SF映画にとって厳しい状況を生み出すことになった。もはや宇宙空間での宇宙船同士のバトルはあり得ないし、敵を破壊しようものならそのバラバラになった破片はものすごい速さで宇宙空間をどこまでも飛び続け追いかけてくる。だから、「スター・ウォーズ」などの宇宙SF映画で表現されるようなドッグファイトさながらの“宇宙戦”は現実にはありえない。今後はリアルなSF映画を作ろうとする場合は、宇宙での戦争の姿を大きく変えなくてはならないのだ。

5.3 インターステラ (Interstellar : 2014)

宇宙でのダイナミック戦闘が描けないとすれば、これからの宇宙人との接触はどのようなもののだろうか。この章の最後に紹介するのは、リアリティを現時点で極限まで追求した（例によって宇宙船内は普通に歩くが）映画「オデッセイ」(2015)と「インターステラ」(2014)である。「インターステラ」では、荒廃した近未来の地球を離れて新たな居住可能惑星の探索を行うためワームホールを通過し、別の銀河系へと有人惑星間航行（インター・ステラー）する宇宙飛行士のチームが描かれる。未知の世界へ挑戦する倫理と勇気、信頼と愛、限られた人生を、ヒューマニズムを織り交ぜ描いた完成度の高い構成とともに、三次元に於ける時空間、重力場、特殊相対性理論による時間の遅れ、特異

点など、現代の最先端科学に基づく考証が注目された作品である。この映画にはキップ・ソーン博士が科学アドバイザーとして全面的に参加し、ブラックホールに関する最新の理論を紹介している。それは十分なエネルギーを供給できれば、ブラックホールの時空の穴をある程度維持できるというものである。

ブラックホールに落ちたその先に抜けられればその先に別の宇宙があるかもしれない、という考えは1935年にアインシュタインが思いつき、『アインシュタイン-ローゼン橋』という名称まで付けられていた。しかしアインシュタイン自身は、そんな奇妙なものは自然のプロセスでは絶対にできないと確信していた。今ではワームホールと呼ばれているこの“回廊”は、ブラックホールが“往来不可能なワームホール”で事象の地平を越えるのは片道切符と考えられていた80年代までは話題にはならなかった。ところが1988年、カリフォルニア工科大学のキップ・ソーンらが、往来可能なワームホールの例を見つけた。このワームホールは自由に行き来できるのである。「じっさい、ある解の場合、ワームホールを抜けるのは飛行機に乗るのと大差ないようだった」^{xxxviii}。ふつうなら、重力がワームホールの“喉”をつぶし、向こう側に出ようとする宇宙飛行士をべちゃんこにしてしまう。これが、ワームホールを抜ける超高速航行が不可能な理由のひとつとなっている。しかし、負のエネルギーや負の質量がもつ反発力を使えば、ワームホールの喉を、宇宙飛行士が安全に通り抜けられるほど長いあいだ空けておくことも可能だと考えられる。もちろんこれに必要なエネルギーとテクノロジーはあまりにも巨大であるが、少なくとも「不可能」ではないことだけは明白になりつつある。

映画「インターステラ」のブラックホールは、現代の最新知識に合わせてその姿を大きく変え



ている。もはやブラックホールは平面ではない。これまでの映画でブラックホールが回転する円盤のように描かれていたのは、「カリフォルニア工科大学の K. ソーンの計算に基づいて、グリフィス天文台のロイス・コーエンが描いたブラックホールの想像図」^{xxxix}の影響が大きいと考えられる。この図ではブラックホールは回転する円盤の中心にある（図は日下実男「宇宙観史」裏表紙より）。「左の巨星から右のブラックホールへ物質が吸い込まれる、その途中でガスが高温となり、X線を放射する」様子を描いたこの図は、ブラックホールを姿を想像するためには有用であろうが、逆にブラックホールが平面であるかのような印象を与えてしまっている。実際のブラックホールは三次元の空間であり、黒い「球体」となって観測される。この球体はその発生する超重力によって外部の空間から恒星や星間物質などあらゆるものを引き寄せ飲み込む。そのため、それらに周囲を取り囲まれた球体自体は肉眼では確認できないが、物質は引き込まれるときに大量のガンマ線など放射線を放出するので、これらの“悲鳴”を電波望遠鏡で捉えることができるのである。しかしそれでもブラックホールそのものを観測することはできない。ブラックホールを正確に観測するためには、その球体自身が放出する「重力波」を検出しなければならない。重力波は何物も通過して宇宙を伝播するから、検出装置の精度さえ高めることができれば地球上でも観測できる。

「インターステラ」で物語の中核をなす“5

次元世界”はホーキング博士の宇宙の『無境界化説』を下敷きにしている。ホーキングは、宇宙の時空を考えるにあたって、縦、横、高さの空間、実数時間軸（通常の時間軸）の4軸のほかに、もうひとつ虚数で表される時間軸を導入した。虚数には大小関係が存在しないから、虚時間（虚数で表された時間）の世界には、過去、現在、未来といったものは存在しない^{xi}。これが無境界宇宙である。無境界宇宙は5本の軸を持つから、正しくは5次元空間ということになる。ホーキングは、我々の宇宙は、虚時間軸をもつ五次元空間の中の4次元部分（実時間軸と空間3軸からなる4次元時空）に現れる4次元球だと説明する^{xii}。この理論では、4次元時空宇宙の誕生や消滅は、5次元空間である虚時間世界の一部が、実時間の軸に沿って自然に出現したり、逆に実時間の空間が虚時間の空間へと自然に吸収されたりする現象ということになる。こうして宇宙の中に見られるすべての複雑な構造を、宇宙に対する無境界条件と量子力学の不確定性原理を結びつける^{xiii}ことで説明する無境界化理論を念頭においてこの映画を見ると、有名な“本棚の裏の5次元時空間”シーンが非常に優れた映像可視化手法であることがわかる（もちろん3次元世界の我々には想像もできないが）。

5.4 オデッセイ（The Martian：2014）

2009年にバラク・オバマ大統領に提出されたオーガスティン・レポートは、その前の大統領ジョージ・W・ブッシュが示した2020年までに宇宙飛行士を再び月に送り、そこへ恒久的な有人基地を建設するという有人ミッション計画がコスト面で支持できないと結論づけた^{xiiii}。しかしその後2010年に、オバマ大統領はフロリダ訪問の際、月着陸計画の代わりに火星を目指す^{xv}と表明した。コスト面さえ解決すれば、ミッショ

ン自体はあと20～30年で完了させることができる。しかし月にはたった3日で到達できるが、火星に行き着くには6ヶ月から1年かかり、地球までの帰還に必要な燃料や食料、生命維持装置などおよそ700トンを火星まで運ぶ必要がある。そこで、こうしたミッションで現実的になるのが、『テラ・フォーミング』（Terra Forming）である。テラ・フォーミングとは、他惑星の環境を人為的に改造して、人間が住めるようにすることである。1965年にアメリカの惑星科学者カール・セーガンが提唱したもので、そのときには金星を人間の手で居住可能な惑星に改造することはできないかという議論が行なわれた。1970年代になると各国でその基礎的な検討が始まり、日本でも1971年に宇宙航空研究所の長友信人が論文を発表している^{xvii}。映画に登場するのは「惑星ソラリス」（1972）が最初だろうが、1986年の「エイリアン2」では、前作の「エイリアン」で舞台となった荒れ果てた惑星を人間が住めるようにテラ・フォーミングする移住者の生活や環境改善装置などをより現実的に描いている。その後2000年の「ミッション・トゥー・マーズ」を経て、2014年の「インターステラ」や本作ではテラ・フォーミングがストーリーの軸になっている。

“火星を目指す”という表現には、過去の月面着陸のように単に行って帰るだけでは意味がないとする考え方が含まれており、火星に基地を構築してさらに遠い宇宙への足がかりにする意図が存在する。映画「オデッセイ」はこうした風潮を反映した映画であり、アクシデントで火星に一人取り残された主人公が部分的なテラ・フォーミングを模索しながら火星での生き残りを図る物語である。そこでは現実（もちろん2015年時点で！）と同様に宇宙船は火星まで一往復する燃料しか持たず、救援の次期宇宙船が到着するまでの4年間は自力で火星に生き残

らなくてはならない。主人公はきわどいところで生き延び地球に戻ることができるが、映画で一貫して描かれるのは火星の不毛さである。宇宙計画にはかつての植民地経営のような経済的メリットは全くない。一般人が行ける宇宙観光でも実現しない限りコストの課題は付きまとうのであり、月にしても火星にしても有人宇宙計画が当分は実現しそろうも無いことは明白である。宇宙をテーマにするSF映画はこの現実を受け止めなければならないだろう。むしろ天文学者ルシアン・ウォーコウィッチのように、火星を予備の地球のように考えるのではなく、テラ・フォーミングする技術を使って地球環境を守るべきだと考えるほうが健全なのかもしれない。

xiv

6. これからのSF映画とは

1949年の名作「オルフェ」(Orphee)の冒頭には「歳月で古びないのは伝説の特権だ」というナレーションが入る。過去を描いた映画は古びないとすれば、未来を描いたSF映画は常に古びる運命にあると言えよう。21世紀に入っからのCG技術の進化は著しく、言葉では表現できない世界をいともたやすく、極めてリアルに映像化できるようになり、もはや描けない世界は無くなりつつある。映像のリアリティは、あたかもその世界が現実存在するのではないかと思わせる傾向をますます増大させることになった。しかしそれゆえ、SF映画には科学技術面および宇宙物理学面での“時代制約”が、より強く反映されるようになっていく。現時点におけるスーパーリアリズムは、今後においてはスーパーフィクションになってしまう可能性が増大しているのだ。これはとりもなおさずSF映画の陳腐化の速度が増大しているということになる。

かつての映画はあまり細かい説明的な描写は

なかった。細かい説明を抜きにした結果だけのSF世界であればまだしも、理論や技術を細かくリアルに表現しようとすればするほど、それらの時代的变化が映画への共感を損なう要素となるのである。「スター・ウォーズ」の宇宙空間での戦闘は、970年代ならまだしも、2016年の今日ではあまりにも荒唐無稽で感情移入が困難であり、それは多くの古典的SFに共通の感覚でもある。映画がアカデミー作品賞を取るのに必要な条件が“作品の普遍性”であるとすれば、今後もSF映画が作品賞を取れる可能性は少ないに違いない。ではSF映画の未来はどうなるのであろうか。

本論の冒頭に、20世紀の始めに科学者がすでに世界のすべてが解き明かされ新しい発見はないだろうと考えていたことを述べたが、1970年代の始めごろにも同様に宇宙にある物質の姿をすべて明らかにできるのは時間の問題だという楽観論が支配的になっていた。^{xv}しかし今日、重力波の検出が確認されるなど、新しい展開が続々と生じている。電波望遠鏡やCCDカメラの観測による銀河や銀河団の精密な回転速度の研究により、銀河や銀河団が、コマや金属円盤と同じように内も外も同じ角速度(回転周期)で回転しているということが明らかになり、その理由として星間を埋める大量の未知の暗黒物質(ダークマター)の存在が想定されてきた。^{xvii}『インフレーション理論』では真空エネルギーが大きな役割を果たすし、『超ひも理論』は5次元～10次元と言う途方も無い空間をその理論に内包する。1998年にはマイケル・ターナーによって“ダークエネルギー”の存在が論ぜられ、アインシュタイン以来の『宇宙項』が復活する可能性も出てきた。SF映画のネタは尽きないと言えよう。映画の核は人間ドラマであるから、そこに焦点を絞って細かい原理や理論は無視するという方法もある。「ある日どこか

で」(1987)は強く念じるだけでタイムワープができるし、「フェノミナン」(1996)は考えただけで物を動かすことができる。こうしたファンタジー SF 映画なら時代を超えて生き残ることができるだろうが、社会はますます映画のリアリティを求めており、それゆえに SF 映画はより時代の制約を受けざるを得なくなる。同時に SF 映画は途方も無くお金のかかる映画になりつつある。我々のはもはやスター・ウォーズの最新作「フォースの覚醒」(2015)を真面目な SF 作品とは見做すことはできない。今しばらく“本格 SF 宇宙映画”は自分たちの世界の身の回りの非常に近い距離(せいぜい太陽系内)のトピックしか扱えないだろう。今後の宇宙 SF 映画は、狭い艦内に閉じ込められつつ水中を迷走する潜水艦映画に近いものになるかもしれない。

7. 参考文献

本文中に忠実に引用した著作は引用文献に挙げているが、歴史的事実や理論に関しては複数の文献によって確認作業を行っているので、それらの文献をすべて以下に掲載する。文献によって差異がある場合には信頼度の高いほうを採用した。

桂 千穂：『エンタ・ムービー本当に驚いた SF 映画1945-2014』メディアックス (2014)

秋本鉄次、他：『SF 映画の過去と未来』ネコ・パブリッシング (2002)

宮崎哲弥：『映画365本 DVD で世界を読む』朝日新聞出版 (2009)

高橋良平、他：『未来に遺したい SF 映画100本』KADOKAWA (2014)

『週間 ザ・ムービー 1950年』ディアゴスティーニ・ジャパン (1998)

ジョージ・ガモフ：『現代の物理学』河出書房

(1967)

富松 彰：『ブラックホールと時空』共立出版 (1985)

竹内 均：『物理学の歴史』講談社学術文庫 講談社 (1987)

松浦晋也：『スペースシャトルの落日』エクスマレッジ (2005)

的川泰宣：『小惑星探査機 はやぶさ物語』生活人新書、NHK 出版 (2010)

菊池 聡：『なぜ疑似科学を信じるのか』DOJIN 選書 創栄図書印刷 (2012)

中野不二男：『日本の宇宙開発』文春文庫、文芸春秋社 (1999)

松井孝典：『宇宙誌』徳間書店 (1993)

8. 本論で挙げた映画年表

1902	月世界旅行	Le Voyage dans la Lune
1927	メトロポリス	Metropolis
1929	月世界の女	Woman in the Moon
1935	宇宙飛行	Space Flight/Cosmic Journey/The Space Ship
1936	来るべき世界	Things to Come
1950	月世界征服	Destination Moon
1951	地球最後の日 地球の静止する日 遊星よりの物体 X 空飛ぶ円盤地球を襲撃す	When World Collide The Day The Earth Stood Still The Thing Earth vs Flying Saucers
1953	宇宙戦争	The War of the World
1955	宇宙水爆戦	The Island Earth
1956	禁断の惑星	The Forbidden Planet
1959	金星ロケット発進す	First Spaceship on Venus
1968	宇宙大征服 2001年宇宙の旅 北極の基地・潜航大作戦	Countdown 2001: A Space Odyssey Ice Station Zebra
1969	宇宙からの脱出	Marooned
1972	惑星ソラリス	Solaris
1973	ソイレントグリーン	Soylent Green
1974	未来惑星ザルドス	Zardoz
1977	スター・ウォーズ	Star Wars : Episode IV
1979	エイリアン スター・トレック ブラックホール (DVD 未発売)	Alien Star Trek : The Motion Picture Black Hole
1986	エイリアン2	Aliens
1987	ある日どこかで	Somewhere in Time
1995	アポロ 13	Apollo 13
1996	フェノミナン	Phenomena
1997	イベント・ホライズン コンタクト メン・イン・ブラック 攻殻機動隊	Event Horizon Contact Men in Black Ghost in the Shell
1999	マトリックス	Matrix
2000	ミッション・トゥ・マーズ レッド・プラネット	Mission to Mars Red Planet
2007	サンシャイン 2057	Sunshine
2013	ゼロ・グラビティ	Gravity
2014	インターステラ	Interstellar
2015	オデッセイ スター・ウォーズ:フォースの覚醒	The Martian Episode VII – The Force Awakens

9. 引用文献

- i ミチオ・カク（斉藤隆央訳）：『サイエンス・インポッシブル SF 世界は実現可能か』NHK 出版（2008）P383
- ii 本田成親：『図説宇宙科学発展史』工学図書株式会社（2003）P40
- iii 松下正巳：『映画のことは、映画の音楽』いなほ書房（2003）P32
- iv 1961年に人類最初の地球周回を達成したユーリー・ガガーリン少佐の受けた最大加速度は11Gであったと言われる（的川泰宣：『宇宙に取り憑かれた男たち』講談社 + a 新書、講談社（2000）P133）。宇宙には限られた人しか行けないのである。
- v 木村 繁：『宇宙への道標』共立出版（1978）P22
- vi 木村 繁：『宇宙への道標』共立出版（1978）PP26-29
- vii 北島明弘：『何回でもみたくなる SF 映画選集』講談社（2000）P71
- viii 原田 実、他：『SF・ファンタジー映画の世紀』別冊宝島1596号、宝島社（2009）P30
- ix 長谷川功一：『アメリカ SF 映画の系譜』リム出版新社（2005）P59
- x 的川泰宣：『月をめざした二人の科学者』中公新書、中央公論新社（2000）P73
- xi 少年少女向けの本には必ずといって良いほど原子力ロケットは出てきたし、木村繁『宇宙への道標』などの専門書にも70年代まではもっとも将来性のあるエンジンとして述べられていた。アメリカでは『ネルバ計画』という火星探検目的の原子力ロケットを推進していた時期もあった。
- xii 北島明弘：『何回でもみたくなる SF 映画選集』講談社（2000）P 5
- xiii 手塚治虫：『鉄腕アトム①』光文社（1956）挿絵）P98
- xiv 日下実男：『宇宙観史 人類と宇宙の5000年』東海大学出版会（1980）P118
- xv 日下実男：『宇宙観史 人類と宇宙の5000年』東海大学出版会（1980）P124
- xvi ミチオ・カク（斉藤隆央訳）：『サイエンス・インポッシブル SF 世界は実現可能か』NHK 出版（2008）P184
- xvii 小林憲正：『宇宙からみた生命史』ちくま新書 筑摩書房（2016）P144
- xviii 「2001年宇宙の旅」は宇宙空間での移動に“スターゲート”（stargate）という考え方を最初に取り入れた映画だが、スターゲートを操作できるのは宇宙人（？）だけであり、人類がコントロールしてはならず、またスターゲート自体も宇宙空間を移動するというよりは時間を移動する（映画では恒星の誕生から人類の進化までを主人公が目撃する）道具として描かれている。
- xix 日下実男：『宇宙観史 人類と宇宙の5000年』東海大学出版会（1980）P173
- xx ミチオ・カク（斉藤隆央訳）：『2100年の科学ライフ』NHK 出版（2012）PP143-144
- xxi 柳田理科雄：『空想科学読本 I』空想科学文庫、メディアファクトリー（2003）PP227-241
- xxii 小山勝二：『ブラックホールと高エネルギー現象』シリーズ現代の天文学 8 日本評論社（2007）はじめに
- xxiii 小山勝二：『ブラックホールと高エネルギー現象』シリーズ現代の天文学 8 日本評論社（2007）P25
- xxiv S.W. ホーキング（林 一訳）：『ホーキング、宇宙を語る』早川書房（1989）P114
- xxv 小尾信弥：『少年少女宇宙の科学① 宇宙は生きている』あかね書房（1964）PP145-209

- xxvi S.W. ホーキング (林 一訳)：『ホーキング、宇宙を語る』早川書房 (1989) PP128- 9
- xxvii S.W. ホーキング (林 一訳)：『ホーキング、宇宙を語る』早川書房 (1989) P123
- xxviii S.W. ホーキング (林 一訳)：『ホーキング、宇宙を語る』早川書房 (1989) PP123- 4
- xxix S.W. ホーキング (林 一訳)：『ホーキング、宇宙を語る』早川書房 (1989) P153
- xxx S.W. ホーキング (林 一訳)：『ホーキング、宇宙を語る』早川書房 (1989) P123
- xxxi S.W. ホーキング (林 一訳)：『ホーキング、宇宙を語る』早川書房 (1989) P123
- xxxii 中村 士・岡村定矩：『宇宙観5000年史 人類は宇宙をどうみてきたか』東京大学出版会 (2011) P211
- xxxiii 中村 士・岡村定矩：『宇宙観5000年史 人類は宇宙をどうみてきたか』東京大学出版会 (2011) P215
- xxxiv ミチオ・カク (齊藤隆央訳)：『サイエンス・インポッシブル SF 世界は実現可能か』NHK 出版 (2008) PP186- 7
- xxxv ミチオ・カク (齊藤隆央訳)：『サイエンス・インポッシブル SF 世界は実現可能か』NHK 出版 (2008) P189-190
- xxxvi 中村 士・岡村定矩：『宇宙観5000年史 人類は宇宙をどうみてきたか』東京大学出版会 (2011) PP185- 6
- xxxvii 本田成親：『図説宇宙科学発展史』工学図書株式会社 (2003) PP218- 9
- xxxviii ミチオ・カク (齊藤隆央訳)：『サイエンス・インポッシブル SF 世界は実現可能か』NHK 出版 (2008) P288-289
- xxxix 日下実男：『宇宙観史 人類と宇宙の5000年』東海大学出版会 (1980) P92
- xi 本田成親：『図説宇宙科学発展史』工学図書株式会社 (2003) P192
- xii 本田成親：『図説宇宙科学発展史』工学図書株式会社 (2003) P194
- xiii S.W. ホーキング (林 一訳)：『ホーキング、宇宙を語る』早川書房 (1989) P187
- xliii ミチオ・カク (齊藤隆央訳)：『2100年の科学ライフ』NHK 出版 (2012) P333
- xliv 松浦晋也：『恐るべき旅路』朝日ソノラマ (2005) P28
- xlvi ルシアン・ウォーコウィッチの学説『火星は予備の地球ではない』については以下を参照。https://www.ted.com/speakers/lucianne_walkowicz
- xlvii 中村 士・岡村定矩：『宇宙観5000年史 人類は宇宙をどうみてきたか』東京大学出版会 (2011) p251
- xlviii 本田成親：『図説宇宙科学発展史』工学図書株式会社 (2003) P126