

投稿

『竹取物語』のリオ・スケール

鳴沢真也（兵庫県立大学）

1. リオ・スケールって何？

1.1 そもそも何？

本項の目的は、『竹取物語』[1]のリオ・スケールの考察ですが、そもそも、リオ・スケールを知っている方は多くはないと思いますので、まずはそれについて説明したいと思います。以下、リオ・スケールについてはRSと略します。

RSは地球外知的生命探査（SETI）や地球外人工物体探査（SETA）での用語です。ご存知のようにSETIは地球外知的生命（以下ETI）が発する電波やレーザー光線を検出することによりその存在を発見するという試みです。一方でSETAは、あまり聞かない言葉かもしれませんが、例えばETIによる構造物や、彼らが地球に送り込んできた探査機などを発見しようという観測の総称です。なお、最近ではSETI/SETAは合わせて「テクノシグネチャー探査」という言葉に置き換わりつつあります。

さて、RSは一言で言いますと、ETIの存在及びその兆候が発見・検出された時の衝撃度を定量化して表すというものです。地震の震度に類似したものですが、RSは表1のように10段階で衝撃度が示されます。

RSはハンガリーのIvan AlmarとアメリカSETI研究所のJill Tarter（かのカール・セーガン原作のSFを映画化した『CONTACT』のヒロインのモデルの一人）の二人のSETI研究者によって提唱され、2002年にリオネジャネイロで開催された国際宇宙航行アカデミー（IAA）のSETI常任委員会で採択されたものです。詳細は文献[2]をご参照下さい。

表1 リオ・スケール

数値	衝撃度
10	途方もない（Extraordinary）
9	際だった（Outstanding）
8	大規模（Far-reaching）
7	高レベル（High）
6	注目に値する（Noteworthy）
5	中程度（Intermediate）
4	穏やか（Moderate）
3	小規模（Minor）
2	低レベル（Low）
1	重要でない（Insignificant）
0	無し（None）

（日本語は筆者による訳）

ところで、IAAのSETI常任委員会は、ETIの兆候が検出された時の対応ガイドライン「地球外知的生命探査の指針に関する宣言」[3]を採択していますが、その第2条は候補信号が未確定な段階に適応される項目です。この段階でもメディアからの問い合わせがあれば誠実に答えるべし、という趣旨がありますが、それに続き、以下の文が記載されています。

リオ・スケール又はそれと同等なものを用いて、その発見の候補がどの程度重大なものであるのかを、専門家以外の聴衆が理解できる助けとなるようにする。

この一文はRSが考案された理由を一言で示していると思います。

1.2 RS の求め方

次に RS の求め方について解説します。ざばり、RS は次式で計算します。

$$RS = Q \times \delta \quad (1)$$

ここで Q は、「(発見・検出された) 現象・事象の性質」、 δ は「信憑性」です。 Q はさらに次式のように 3 つの要素の和として求められます。

$$Q = q_1 + q_2 + q_3 \quad (2)$$

ここで、 q_1 は「現象の種類 (表 2)」、 q_2 は「発見方法 (表 3)」、 q_3 は「対象までの距離 (表 4)」です。また、 δ (信憑性) は表 5 のように定量化されています ($q_1+q_2+q_3$ は最大で 15 となり、RS の最大を 10 とするため δ は分数となっています)。

表 2 q_1 (現象の種類)

数値	現象の種類
6	地球に向けて放射しているメッセージ、或いは直接的な接触
5	(自分らの存在を示すため) 全方位に放射しているメッセージ
4	(自らの存在を示すため) 地球に向けて放射している信号
3	(自らの存在を示す目的で) 全方位に放射している信号
2	解釈不能な(他の文明を意識せず) 漏れ出している(電波などの) 放射
1	宇宙空間における人工物体の軌跡・兆候(距離には無関係)、あるいは現存もしくは過去に存在していた技術的な活動における何らかの兆候

表 3 q_2 (発見方法)

数値	発見方法
5	SETI/SETA 観測; 繰り返し検証可能な不変の現象
4	SETI/SETA 観測以外; 繰り返し検証可能な不変の現象
3	SETI/SETA 観測; 確認された、ただし再現性のない一過性の現象の発見
2	SETI/SETA 観測以外; 確認された、ただし再現性のない一過性の現象の発見
1	データベース、または確定ができない後天的な発見

表 4 q_3 (対象までの距離)

数値	距離
4	太陽系内
3	天の川銀河内で人間の寿命内で光速での通信が可能な距離
2	天の川銀河内 (3 以外)
1	天の川銀河外

表 5 δ (信憑性)

数値	信憑性
4/6	疑いない、絶対間違いない
3/6	検証がすでに行われ、かなり確実的
2/6	可能性あり、しかし検証すべし
1/6	かなり不確定、しかし検証の価値はある
0	明らかに嘘やデマ

1.3 RS 計算の一例

本題である『竹取物語』の場合を考える前に、RS 算出の流れをつかんでいただくため、一つだけ実際にあった事例で算出してみまし

よう。

ここで採用する例は、記憶に新しいオウムアムアです。ご存知のようにオウムアムアは人類が初めて観測した太陽系外から飛来してきた小惑星です。概要を振り返ってみます([4]-[8]など)。

この天体は2017年10月17日に、ハワイのパンスタース天文台で発見されました。軌道から9月9日に近日点を通過し、10月14日に地球に最接近していたことが後から判明しました。さらに軌道を逆算すると、オウムアムアはこと座の方向の太陽系外に起源を持つことがわかったのです。このため一部でETIが送り込んできた探査機ではないかという論文が出ました[8]。さらにオウムアムアが、差し渡し35m、長さ230mの長細い形状であることもわかると、宇宙船説も浮上しそれらがネットなどでも拡散しました(以下では探査機や宇宙船を総称して宇宙機とします)。

このためSETI研究所の電波望遠鏡がオウムアムアに向きましたが、人工的な電波を捉えることはできませんでした[9]。その後は、複数の専門家が小惑星とする考えを発表して、さらにはエイリアンの宇宙機を否定する論文さえ発表されたので(例えば[10]-[12])、オウムアムア宇宙機説の話題はほとんど消えてしまいました。

では、このちょっとした騒動でのRSを計算してみましょう。まず、 q_1 (現象の種類)ですが、オウムアムアは宇宙機と考えられたわけですから、「1」(宇宙空間における人工物体の軌跡・兆候、あるいは現存もしくは過去に存在していた技術的な活動における何らかの兆候)が該当します。次の q_2 (発見方法)ですが、パンスタースの望遠鏡はSETIとは無関係で、突発天体の発見を目的としたものです。また、オウムアムアは長期間にわたる連続観測も可能です。したがって、「4」(SETI/SETA 観測以外；繰り返し検証可能

な不変の現象)となります。 q_3 (距離)は明らかで、太陽系内ですから「4」です。

さて、 δ (信憑性)ですが、太陽系外からの宇宙機説の論文は権威ある査読学術誌 *The Astrophysical Journal* に掲載されたので、デマやフェイクとは思えません。ただし、それが宇宙機という本質的な証拠は皆無です。この段階では「2/6」「可能性あり、しかし検証すべし」としましょう。上記の数値を代入して求めると、RSは「3」(小規模)になります。

その後、人工的な電波が受信できず、また多くの専門家が小惑星であると考えようになり、宇宙機説を否定する論文も出た段階ではどうでしょうか。それでも、まだ宇宙機も100%完全否定はできませんので(現在でもまだ宇宙機説を主張する天文学者もいます[13][14])、 δ は「1/6」(かなり不確定、しかし検証の価値はある)としましょう。すると、RSは(四捨五入で)「2」(低レベル)となります。

以上、RSの計算がおおまかには分かっていただけかもしれません。なお、その他の類似の事例についてのRSは拙著[15]でも紹介しておりますので、よければご一読ください。

2. 『竹取物語』のリオ・スケール

ところで、SETI研究所のSeth ShostakとRSの提唱者の一人Almarは、フィクション中での地球外文明とのコンタクトについてのRSを計算しています[16]。これによりますと、例えば、『2001年宇宙の旅』で月面上にモノリスが見つかった段階でのRSは「注目に値する」の「6」($q_1 = 1$, $q_2 = 4$, $q_3 = 4$, $\delta = 2/3$)としています。また『CONTACT』については、独立した他の観測でも電波が検出され、それがETIからのものであると確定した段

階でのRSは「6-10」($q_1 = 3-6$, $q_2 = 5$, $q_3 = 1-4$, $\delta = 2/3$)としています。その段階では「現象の種類(作品中では人工的な電波)」の詳細は不明なので q_1 には幅があり、衝撃度も「注目に値する」から「途方もない」と幅を持つのです。

ところが、彼らの“研究対象”は、私たち日本人にとってはあまり馴染みのない作品が多いです。そこで、我々が世界に誇れる最古のSF作品でもある『竹取物語』のRSを求めてみるというのが本稿の目的です。ずいぶん前置きが長くなりましたが、ではいよいよここからが本番です。なお、現代文の訳などは文献[17]を参考にしました。

2.1 かぐや姫の告白時

まずは十五夜に近いある夜、なよ竹のかぐや姫が翁と嫗に自分は月からの来訪者であることを告白する場面です。この時の翁と嫗のRSを求めてみます。まずは、「発見した現象の種類」ですが、地球人と月の知的生命との「直接的なコンタクト」ですから、 q_1 は最高の「6」となります。

次は「発見方法」ですが、まず翁や嫗はデータベースにアクセスして発見したのではありません。 q_2 は「1」以外となります。また彼らは電波やレーザー光線などで間接的な証拠を捉えたわけでもありません。つまりSETI/SETAでもないです。そして、かぐや姫は目の前にいて継続観測が可能ですので、発見法 q_2 は「4」(SETI/SETA 観測以外；繰り返し検証可能な不変の現象)となります。 q_3 (現象までの距離)ですが、対象物は地球に来訪しているので、ここはもちろん「4」(太陽系内)となります。以上から Q は14となりますが、この数値は以下の場面でも変わりません。

さて、問題は信憑性 δ なのですが、かぐや姫が自身は月の人であると口頭のみで主張し

た段階では、真実を語っていない可能性も排除できません。ただ、本当の娘のように愛してくれた夫妻に心優しい姫が嘘をつくとは思えません。ここは判定に悩みます。

実は、翁は姫が通常の間人、生物学的に言えばホモ・サピエンスでないことは以前から認識しており、求婚者らに「異界の者である。人間界の者ではない(原文では「仏・変化のひと)」と伝えています。それは、1) そもそも幼少期に竹の中にいた。2) わずか3ヶ月で成熟した。3) 可視光線を放射している(原文では「屋の内は暗き所なく光満ちたり)。4) 姫を見ると老夫婦は体調不良が回復し、怒りもおさまる。などの経験をしていたからです。

しかし、いくらなんでも月から人が来るとは受け入れ難いかもしれません。そこでひとまず「可能性あり、しかし検証すべし」を選択しましょう。すると δ は「2/6」なので、RSは「5」(中程度)となります。

参考までに、翁の年齢は50歳くらいなのですが、姫の告白後、髪が白くなり、腰も曲がります。これは月からの来訪者であることを知ったための衝撃からではなく、十五夜の日に20年以上養育した愛しい姫と離別しなければならぬショックが原因であると作品中に記述があります。

2.2 帝の衝撃度

ところで、当時、かぐや姫は帝(みかど)とラブレターの交換をしていたのですが、姫が月の人であることは、やがてこの帝の耳にも入ります。この時の帝のRSはどうでしょうか？ 帝はこの“事象”を姫から直接聞いたわけではありません。このため δ はダイレクトに姫から告白された翁や嫗よりは小さいと考えます。

ただし、帝もまた姫が通常の間人ではないことを経験的に十分に認識しておりました。といいますのも、彼はかぐや姫の家を訪問し

た時、姫から可視光が放射されているのを見えています。また、強引に宮廷に連れて行こうとすると、彼女自身が発光体になってしまったこともあったからです（原文では「影になりぬ」ですが、古語の「影」は放射される光そのもののこと）。このことから月の人であることはある程度理解できたかもしれません。そこで δ は「1/6」（かなり不確定、しかし検証の価値はある）とします。するとリオのインパクトは「2」です。

2.3 月からの生命体とのコンタクト時

そして、ついに十五夜の日が訪れます。午前0時ごろ、邸の周囲の一面が満月の十倍ほどに光り輝くと、ついに複数の生命体が宇宙船(原文では「空飛ぶ車」)で飛来してきます。すると邸の内外にいた兵士たちの戦闘意欲が失われ、呆然と未知の生命体を見つめるだけになります。来訪者らは地球人よりも高度なテクノロジーを持つことは明確です。複数の地球人によって目撃されたので、客観的な検証もパスしたことになります。 δ は「3/6」（検証がすでに行われ、かなり確率的）でしょう。RS は「7」（高レベル）に跳ね上がります。

2.4 かぐや姫の帰還時

さて、いよいよクライマックスです。特殊な衣服を着用したかぐや姫は人間の心を喪失し、100人のETIとともに宇宙船で月に帰っていきます。この場面ですが、作品中では「月の都」に帰っていった、と明記されています。すると δ は最高の「4/6」にしてもいいかもしれません。ですが、ここはあえて慎重に検討しましょう。残された登場人物たちの立場で考察すると、かぐや姫が本当に月からの来訪者であったのか、当時の地球人の科学技術では客観的に検証することは困難だとも考えられます。ですから、この段階での δ の評価は読者の皆さんが判定してみてください。

3. おわりに

以上、お読みいただいて SETI/SETA の分野には RS なるものがあることを知っていただけたら幸いです。みなさまも他の日本の作品、例えば『ウルトラマン（シリーズ）』などでの RS を計算してみてください。また、ETI 発見の誤報やフェイクはしばしば SNS 上で流れますので、その都度 RS を求めて、“本番”への備えとされてはいかがでしょうか。

なお、読者の方も感じておられると思いますが、 δ （信憑性）などは、どの数値を採用して良いか不明瞭で、あいまいさが残ることも事実です。現在 Almar や Tarter などが δ を計算で求める改訂版[18]を提唱していることも最後に加筆しておきます。

謝辞

本稿執筆にあたり中村俊宏さんのご協力を得ました。感謝申し上げます。

文献

- [1] 作者不明, (平安時代初期) 「竹取物語」
- [2] Almar, I. & Tarter, J. (2011) 'The discovery of ETI as high-consequence, low-probability event', *Acta Astron.*, 68:358
- [3] IAA Declaration of Principles Concerning the Conduct of the Search for Extraterrestrial intelligence
http://resources.iaaseti.org/protocols_rev_2010.pdf
- [4] Williams, G. V. (2017) 'COMET C/2017 U1 (PANSTARRS)', *MPEC*, 2017-U181
- [5] NASA JPL news, 26 Oct. 2017
<https://www.jpl.nasa.gov/news/small-asteroid-or-comet-visits-from-beyond-the-solar-system>
- [6] Institute for Astronomy, University of Hawaii, Press Releases, 26 Oct. 2017

<http://www.ifa.hawaii.edu/info/press-releases/interstellar/>

- [7] Meech, K. (2018) 'A Brief from a red and extremely elongated interstellar asteroid', *Nature*, **552**:378
- [8] Bialy, S. & Loeb A. (2018) 'Could Solar Radiation Explain 'Oumuamua's Peculiar Acceleration?', *ApJ*, **868**:L1
- [9] Harp, G., Richards, J., Jenniskens, P., Shostak, S. & Tarter, J. (2019) 'Radio SETI observations of the interstellar object 'Oumuamua', *Acta Astron.*, **155**:51
- [10] Curran, S. J. (2021) 'Oumuamua as a light sail: Evidence against artificial origin', *A&A*, **649**:L17
- [11] Katz, J. I. (2021) 'Oumuamua is not Artificial', arXiv210207871
- [12] Zuckerman, B. (2021) 'Oumuamua is Not a Probe Sent to our Solar System by an Alien Civilization', arXiv210305559
- [13] Loeb, A. (2021) 'On the Possibility of an Artificial Origin for 'Oumuamua'', arXiv211015213
- [14] Loeb, A. (2021) 'Extraterrestrial: The First Sign of Intelligent Life Beyond Earth', Mariner Books
- [15] 鳴沢真也 (2018) 「天文学者が、宇宙人を本気で探しています!」, 洋泉社
- [16] Shostak, S. & Almar, I. (2002) 'The Rio Scale Applied to Fictional SETI Detection', *IAF Conf.*, 363 (IAA-02-IAA.9.1.06)
- [17] 武田友宏 (2001) 「竹取物語 (全)」, 角川書店
- [18] Forgan, D. et al. (2019) 'Rio 2.0 – Revising the Rio Scale for SETI Detections', *International Journal of Astrobiology*, **18**:336



鳴沢真也

(右は RS 提唱者の一人 Jill Tarter)

* * * * *