

ア ク リ シ ョ ン と 氷 河 期

藪 下 信*

1. はじめに

最近、地球は氷河期または小氷期に突入しつつあるとか、或いはいや暑くなりつつあるのだという気候論争が盛んである。最近とみに顕著に見られるようになった異常気象がこの論争の火つけ役となっている。しかもアメリカのCIAが農業収獲と関連して、気候調査にのり出したという報道もされ、気候問題が国家の安全保障にまで関わりがあるように考えられ始めている。それで、ここでは氷河期と関連をもつかも知れない天体現象としてのアクリションについての最近の興味ある話題を紹介させて頂こうと思う。

2. 氷河期と地球上の気温

いうまでもなく氷河期とは地表の大きな部分が氷河におおわれる現象である。我国には氷河におおわれた形跡はないが、英国の殆んど全域や欧州の北部は氷におおわれてしまう。北米大陸も当然そうなる。このような事実から地球上の気温は氷河期には低くなるものと想像されるが、平均気温 5°C 位が下るらしい。それでは何故気温が下るのか？ 気温が下るから氷河期になるのか、氷河におおわれた結果として気温が下るのであるのか？ この疑問に答えるのはそんなに容易ではなさそうである。

よく知られているミランコヴィッチ曲線は、太陽から地球にとどく熱量の減少が、氷河期の原因であるという仮説に基づいている。地球軌道の離心率の変化、地球回転軸と黄道面との傾きの変化および歳差運動をもとに、地表のある地点（北緯 65° ）で受け取られる太陽熱の変化を計算したものが有名なミランコヴィッチ曲線である。この曲線で低温の夏を与える部分が地質学的に知られている過去の大氷河時代と割合により一致を示すので、これが氷河期の原因（または説明）として一部の地質学者に受け入れられている。

しかしこの機構による太陽熱の変化は実に微量（1%以下）で、英国の今は亡き著名な地質学者アーサー・ホームズはそのようなわずかな変化がどのようにして大氷河期に結びつくのか不可解だと述べている。

これと対称的なのがシンプソンの仮説である。氷河期とは地表に多くの水、したがって水分がある状態を指すのであり、そのためには降雨量が増加することが必要であると主張する。降雨量が増加するためには太陽の発熱量の増加が必要である。よってこの仮説に従えば、ある程度地表の気温が上昇（少なくとも低緯度では）するこ

とが氷河期の前提となる。

3. アクリション

このシンプソンの仮説に基づいて氷河期の形成をアクリションを用いて説明したのがホイル・リトルトンである。1939年に発表された有名で同時に野心的な論文で、ホイル・リトルトンはいかに星間空間が星または太陽によって捕獲されるかを議論した。そのメカニズムは簡単にいえば、星の近傍を通過するガスが星の引力によってその軌道を曲げられ、星の運動後方で密度の高い部分が現れる。そのうち十分星に近いガスは重力に引かれて星の表面に突入し、その際重力エネルギーを熱エネルギーに変換するというのである。ホイル・リトルトンの論文では気体分子を質点と見なしてその軌道を計算するという。極めて大胆かつ粗い近似を用いているが、これを流体力学的にきちんと数値計算をしたハントの論文で、彼等の結果の主要部分の正しいことが確かめられている。密度 ρ の気体中を星（質量 M ）が速度 V で通過するとき、アクリションによる発熱量 L はホイル・リトルトンによれば R を星の半径として

$$L = 4\pi \frac{G^2 M^2 \rho}{RV^3}$$

で与えられる。ただし G は重力定数である。もし $\rho = 10^4 \text{ H}_2 \text{ cm}^{-3}$ のガス中を $V = 10 \text{ km/秒}$ で通過すれば、この L の値は太陽光度 4×10^{33} エルグ/秒の1パーセントになるのである。

4. 渦状構造と氷河期

このアクリションによる太陽光度の変化と、銀河中の太陽運動とを関連づけて議論したのがマクリーである。現在では銀河の渦状構造を密度波の伝ばんを用いて説明することが広く受け入れられている。果して定常的な密度波が維持され得るのか否かは別として、渦状腕の中で新しい星が形成されつつあることは観測されている。そしてその前面には密度の高いガス雲がいくつもあろう。もしそれが密度波として銀河円盤内を伝ばんすれば、当然太陽はその中を定期的に通過し、その度にアクリションが起こるのであろう。その周期はほぼ銀河の一回転の周期（太陽近傍で 10^8 年）と同じ程度の大きさであることが期待される。事実、前カンブリア紀の氷河時代の周期は 2×10^8 年前後である。したがって、この仮説による氷河期発生のシナリオは、太陽が渦状腕の前面にあるといくつかのガス雲に突入する度に氷河期となり、それが続く期間は雲の大きさと相対速度による。こ

* 京大工学部 S. Yabushita

うしていくつかの雲を通過した後、ほぼ 2×10^8 年後に反対側にある腕に達したときに再びいくつかの氷河期となる。現在の太陽の位置はオリオン腕に突入する直前であり、したがってその前面にあるガス雲から最近になって抜け出したとも考えられる。このことは地球が数万年前に氷河期から抜け出したことと矛盾しない。

5. 太陽ニュートリノとの関連

太陽内部で発生するニュートリノの理論値と、ダイオードによる測定値との間には簡単に説明のつかない差があり、これが理論家の多くを悩ませて来た。ニュートリノの発生率は太陽内部の温度に非常に強く依存するので、それをほんの少し低くするだけで十分なのである。そのために太陽内部の回転や、元素の分布の時間的変化による一時的攪拌現象が考えられて来たが、いずれも広く受け入れられてはいない。

さて最近 Nature に発表された論文では、現在太陽表

面の対流圏にはアクリションによって得た重元素が含まれており、このことを考慮するとニュートリノ発生量の理論と観測値の差を説明できるかも知れないというのである。微量のガスのアクリションであれば、それは太陽風に吹きとばされるが、大量のガス・アクリションがあればそれは太陽風のもつエネルギーに打ち勝って太陽表面に届くことも当然可能である。

40年近くも前に発表された論文のアイディアが再び注目をあびるといのは非常に興味深い。逆にいえば現在の論文洪水の中から何パーセントが生きのびるか極めて疑わしく、考えさせられるところが多い。

太陽ニュートリノについては日頃から桜井健郎教授との対話で御教示頂いて来た。ここに感謝の意を表したい。

新刊紹介

本誌では第68巻10号(1975)より、それまでの「新刊紹介」欄が、「書評」という呼び名にかわり、実際の内容にふさわしいタイトルとなっています。しかし、最近の天文学関係書の急速な普及にともない、本来の意味での簡単でスピーディな「新刊紹介」欄の必要性が生じてきたので、本号より折々に掲載することになりました。なお「書評」欄は「評」として独立に、今まで通り掲載されます。

スカイ & テレスコプ天文選集(全8巻)

T. ページ・L. ページ編著、服部 明・村山信彦訳
白揚社、A5判、320~370頁、各巻 3500円

本シリーズの最初の刊行はもう数年前になるが、これは既に天文月報66巻5月号に(以前の)新刊紹介として

とりあげてある。このほど全巻の刊行が実現したので、改めて紹介すると、各巻順に

銀河系の恒星と星雲——銀河系の構造と運動

星の誕生と死——恒星の進化

星の光——恒星の測光と分光

天体望遠鏡——作り方と観測の技術

太陽系の起源——太陽と宇宙の生命

地球の隣人たち——惑星、すい星、いん石、宇宙塵

宇宙の放浪者——惑星と衛星の運動力学

超銀河宇宙の天文学——星雲・準星から新宇宙論

原編著書は、有名な米国の天文雑誌「スカイ・アンド・テレスコプ」の天文解説記事を、分野別・歴史的に配列し説明を補った形式の書で、「天文ライブラリー」シリーズとして米国マクミラン社から出版されている。扱った内容は1931~1968年の記事となっている。

(編集部・中嶋)

1977年2月の太陽黒点 (g, f) (東京天文台)

1	1,	5	6	0,	0	11	1,	26	16	5,	37	21	—,	—	26	1,	2
2	1,	21	7	1,	2	12	2,	53	17	5,	29	22	1,	3	27	0,	0
3	1,	21	8	1,	3	13	4,	57	18	4,	20	23	1,	4	28	0,	0
4	1,	17	9	—,	—	14	—,	—	19	3,	15	24	1,	4	*	*	
5	1,	11	10	—,	—	15	—,	—	20	1,	5	25	1,	3	*	*	

(相対数月平均値: 22.2)

昭和52年4月20日	発行人	〒181 東京都三鷹市東京天文台内	社団法人 日本天文学会
印刷発行	印刷所	〒112 東京都文京区水道2-7-5	啓文堂 松本印刷
定価 300円	発行所	〒181 東京都三鷹市東京天文台内	社団法人 日本天文学会
		電話 武蔵野 31局 (0422-31) 1359	振替口座 東京 6-13592