



地學小叢書

宇 宙

黃家金譯

武昌大學地學會出版

時中書社發行

宇

宙

張資平校

黃家金譯

日本石井重美著

1926

民國十四年十二月初版

版 月
權 有

總發行所
發行者及
武察院坡時中合作書社
昌

出版所
武大
昌學地學會

校者
張資平

譯者
黃家金

著者
日本石井重美

實價二角

宇宙一冊

序

本書乃摘譯日本石井重美氏之『宇宙生物及人類創成』內之『宇宙』一篇，由黃君譯出，後經余再次之校閱。其適于充中學理科補助教材，爲余所深信。

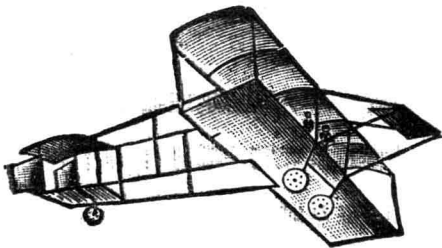
本小冊子內容雖似簡畧，然關於宇宙之起源，太陽系之生成及一切與太陽系有關係之現象，都加以通俗有趣之說明，絕無枯澁難解之弊。

我國近代地理教育多不注重地理通論。對於天文地學，尤多忽視；然則黃君此篇之譯非無因也。

本書共分七章。每星期三小時，凡四週，即可講畢。中學地理教員當授天文地學時而苦無有趣之參考資料者，余敢以此書薦。

一九二五，一二，二一日。

張資平序于國立武昌大學地學教室，



本 社 出 版 書 籍

國立武昌大學
商科大學講演集

周鯁生

定價二角

殘 葉

賀揚靈

實價二角

李清照及其漱玉詞

胡雲翼編

實價一角半

文藝史概要

張資平著

實價四角

別 宴
(日本小說集)

張資平譯

印刷中

黃鶴樓頭

劉大杰

實價三角

長湖堤畔

張資平等

實價四角半

宇 宙

目 次 頁

第一章	宇宙	1
(1)	吾人之宇宙觀	1
(2)	無限的空間	2
(3)	星學的宇宙	2
(4)	星學的宇宙之界限	3
(5)	銀河與星的分佈	4
(6)	星學的宇宙之形狀	5
(7)	宇宙的單位	6
第二章	恆星	8
(1)	星數	8
(2)	星之大及距離	9
(3)	金字塔上所見的星宿之形狀	11
(4)	星的運動	12
第三章	星雲	14
(1)	星雲的種類	14
(2)	螺旋狀星雲	14

(3)	兩星接近衝突的機會	16
(4)	衝突及接近的結果	17
(5)	螺旋狀星雲之生成	18
第四章	太陽系	21
(1)	現實的小宇宙	21
(2)	八大行星及海王星以外之空間	21
(3)	月球和土星的環	23
(4)	行星的空氣	24
(5)	火星上的生物	25
(6)	小行星	26
(7)	彗星	29
(8)	隕星和流星	31
(9)	流星雨和彗星的關係	33
(10)	隕石	34
第五章	太陽	36
(1)	太陽的大小及距離	36
(2)	光球	36
(3)	黑點的本質	37

(4)	反彩層	39
(5)	太陽的成分	40
(6)	色球和紅燄	42
(7)	光冠	42
(8)	太陽的運動	43
(9)	趨向織女星	44
(10)	太陽的光和熱	45
(11)	一切生命之父	46
(12)	物物相關之原理	49
(13)	勢能的濫費者	49
(14)	不變的太陽熱	50
(15)	太陽的熱源	50
第六章	太陽系的起源	54
(1)	秩序的支配	54
(2)	康德的宇宙創成說	55
(3)	拉普拉斯的星雲說	57
(4)	微行星假說	60
(5)	多數的太陽系及宇宙的生物之存在	62

第七章	太陽系的壽命.....	64
(1)	成長的停息.....	64
(2)	太陽的衰老.....	64
(3)	太陽系的破壞.....	66
(4)	宇宙的生活輪迴.....	66

——目 次 終——

第一章 宇宙

1. 吾人之宇宙觀

我們由我們的五官雖可以感知宇宙間的萬象，但我們人類的五官是人類特有的五官，當然和其他動物的感覺不同。所以我們人類認為赤色的，在其他動物看來未必是赤色。我們以為是甘味的，在其他動物的味感器官上未必生甘。由此看來，我們的智識是單限於我們人類特有的智識。我們信以為真理的，不能即斷定其為應用於宇宙全體而不悖的絕對的真理。

並且我們的智識所能正確的論究的世界，不消說，單限於我們直接所看見的，所感知的『現象界』。在我們經驗範圍外的哲學者，所謂『實體界』『理想的世界』或稱實體，物本身等的存在，由嚴格的說來，是未可遽然肯定的。

要言之，我們的知識是極特殊的，局限的；所以我們對宇宙萬有所抱的知識也是極特殊的局限的。蛙有蛙的宇宙觀，蜻蜓有蜻蜓的宇宙觀，蚯蚓有蚯蚓的宇宙觀，亞美巴（Amoeba）也怕有亞美巴的宇宙觀。

所以我們的宇宙觀是限於我們人類的宇宙觀，不是絕對的宇宙觀。

2. 無限的空間

宇宙是怎樣的東西？或又空間到底是什麼？我們都曾在冷靜的晴夜仰望沉靜的遼遠的星空：『那顆星的後面的後面，是怎麼樣的境界？假定有境界，再在我的前方的完全空虛的空間，又是怎麼樣的東西？又如果星和星是相連續而無止境的，那麼，這無限的連續又是如何的一件事呢？……………』

這是我們常懷的疑問，想了又想的疑問，至今還在我們腦裡循環着，還未得解決的疑問。

我們祇能夠說：『空間是由極小至極大無限地連續的東西。』

3. 星學的宇宙

空間是無限的，所以宇宙也是無限的。無限的東西，祇能用「無限」表示牠，以外再沒有適當的名詞表示牠。

照這看來；廣義的宇宙完全超越了我們的考量；但

以太陽系 (Solar System) 爲中心，擴散在它周圍的——用望遠鏡，照像器，及分光器等能夠察知其狀態的，——狹義的宇宙，即星學的宇宙，我們得以種種的星學上的智識爲基礎，把具象的研究。

4. 星學的宇宙之限界

大空中 (以能看見得星光的範圍爲度) 有大星，有小星，種種不一。一般大的星，離我們的距離近；小的星，離我們距離遠。

天文學者由看得見的星光的強弱，分星爲一等星，二等星，三等星，……幾等級。等級愈低——即光度愈弱，——則星之數愈多。此因等級而增加的星之數，是很規則的。某等級的星數，較其上等級的星數約多三倍。

星數和星的光度是互成反比例的。但此單就各個星體而論的，即等級低的星較之等級高的星，光度要弱些；但就各等級全體而論，等級低的星羣的光度，其總量實較等級高的星羣的大些。故假定星的密度，大概相等，在空間無限的相連續，並且途中沒有吸收光，遮斷光

的特別物體，那麼由全體的星放射出來的光的總量，恐怕異常之大。在大空中能把一切東西熔解般的溢散着燦爛的光輝，這種景象真不是我們能想像的；但實際完全相反：總集今日閃灼在天空中的星光總量，僅當太陽的光量的一千五百萬分之一。

由此事實（及其他二三論據），故天文學者謂星辰的分布，並非無限的；換句話說，就是我們可以意想星學的宇宙，是有一種界限的。

又由實際觀察的推算，若等級太低下了的星數增加率，有漸次減小的傾向。

5. 銀河與星的分布

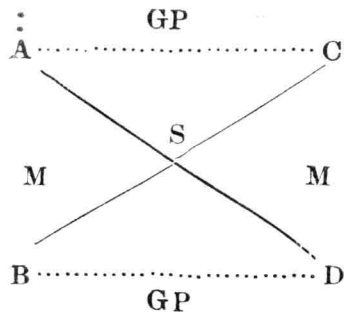
晴夜仰望天空，看見有散流着的牛乳般的天河，又如散布着微粒的銀砂般的天河（即銀河又稱星河 *milky way* 像雲霞般的發微弱的白光。

用肉眼觀察天河，祇見一面微弱的白光，以外就看不見什麼了。若用望遠鏡觀察，才知道是個幾千百萬的無數的星的羣集，因為距離我們太遠了，用肉眼不能一個一個的明辨出星形來。

用不熟練的眼睛觀察天空，祇見星辰的分布，是雜然無規則的散亂着羅列；但稍加注意天空星辰的分布，多少是循規則的排列。以銀河為中心，離銀河漸遠星數也漸少。若用望遠鏡觀看，則此種事實更是明確。換句話說，用望遠鏡才看得見小星的分布，比肉眼能望得見的星的分布，更接近銀河的中心。

6. 星學的宇宙之形狀

把前節所述的星的分布，和銀河的關係，圖表出來



如圖中S為太陽的位置；M為銀河位置或方向，GP為銀河的極之方向（以銀河為天球的赤道時之極）。那末，在ASB和CS D兩三角形內星數

最多，ASC和BSD兩三角形內比較的少，尤其是GP方向最少。

這種明瞭的銀河中心的事實，與其說是星辰的實際的分布，愈近銀河的方面則愈稠密；寧可說早的宇宙在

銀河方面有更深的內部。由此點看來，我們所能觀測的星學的宇宙，是跟着銀河的方向伸展的，畧作扁平狀的雙凸透鏡般的形狀。

今假定在大河的兩岸，以相離一定的距離，設置美麗的電燈，那末，兩岸各有一列電燈。我們試泛舟河心，眺望兩岸最近舟的岸，電燈數最少，且排列也最疎。若翻望上流或下流；距離愈遠的部分，電燈數愈多，終至密集不能一個一個的計算，祇覺得是一條光帶了。天河附近星數很多，相集像雲霞般的發白光，由這個譬喻，可以說明。

7. 宇宙的單位

前段早已聲明了廣義的大宇宙是個什麼東西，我們無從知道。又上記的星學的宇宙，當然不能說是存在的一切。或者像這樣的宇宙的單位以外，還有許多。又或有比較的小的單位相聚合，更組織成一段大單位也說不定。又還有更高的階段也未可知。

地球周圍的空氣圈 (Atmosphere) 所占的空間容積，比較的小。由空氣振動而生的音響，不能傳達到空氣

以外的空間(或他的天體)·同樣，若我們所假想伊太(Ether)的存在，單限於宇宙的單位內部或其周圍時，由伊太的振動而生的光，當然是局限於各宇宙的單位的範圍內的。假定遠隔的空間雖有天體或宇宙成在，由光的方面立論，是無從認識的。

此種考察雖然是確定的理由，但除此以外，我輩的思索再不能前進了。總之，我輩不要忘却無窮兩字就好了。因為這個理由，所以只能把星學的宇宙，做我們的研究的對象。

第二章 恆星

1. 星數

星學的宇宙(以後簡稱宇宙)中，有無數的星。星和星相距很遠的距離點，散在空虛的空間。

沒有月亮的暗夜，天空一面給星光掩着了，我們肉眼能看得見的，已經是不可勝數了。其實我們眼力所不能看見的星還多着呢。

天空中(除屬太陽系之行星外)發放光輝最強的星有二十個。這二十個星定為頭等星。又在晴夜我們肉眼能看見的光輝最弱的星，定為六等星。介在頭等和六等星的中間的星，因光的強弱而區別之為二，三，四，和五等。今把各等星的星數表示如下：

一等星	二〇
二等星	六五
三等星	一九〇
四等星	四二五
五等星	一〇〇〇
六等星	三二〇〇

約計五千的星數。

通全天空，我們肉眼能看得見的，計有五千的星數。但我們在地球上能望得見的只天空的一半。並且其在地平線附近的，我們也不能望見，因為星光射來，通過地球的氣圈 (Atmosphere)，被空氣的吸收，達不到我們的肉眼中來，所以我們在晴夜看得見的星數，實際上僅約二千多呢。

六等星以下的星，要借望遠鏡之助，才能望得見。我們終略測知由一等到十七等的全量的量數，有五千五百萬。其在十七等以下的，就數不清楚了。現代利用攝影機和望遠鏡等光學器械，得認其存在的星數，說有三萬以上。此外還有很多不發光的，所謂暗星 (dark Stars) 的。這種暗星之數，比發光星數，恐怕還要多些。

2. 星之大及距離

上述許多放光的星，大體都和太陽同性質，並且也是同格，都是稱為恆星。有非常的高熱和光輝，以極大的速度，在天空中疾走的巨大物體。星的大小很難測定。但現在推定有許多恆星的體積，比太陽的體積還要大。

。屬武仙(Hercules)星羣(Cluster)(北方之星座，介於牧夫星與天琴星之間。)的放赤光的星的體積，較之太陽說有十萬倍大。此星羣由肉眼看來，像很小的霧靄般的星，若用攝影機和望遠鏡去檢查時，乃由五萬以上的很大的太陽相集團構成的。又有學者主張，此星羣是屬我們宇宙系統以外的，別的宇宙系統的。

又在南半天球的半人馬(Centaurus)星座中的 α (Alpha Centauri)星，是和我們地球最接近的恆星。但此星距我們的距離，大於地球和太陽間的距離(九千三百萬英哩)的二十七萬五千倍，即離我們地球有二十五萬六千億哩。又北半天球的牧夫星座中的美橙色的大角星(Arcturus)，其光力之強，數百倍於太陽。但同在一等星中，其達到吾人眼中的光度，比 α (Alpha Centauri)星還要弱。由大角星發放的光線，達到地球上來，約須百萬元。光線進行之速力，一秒鐘約十八萬六千英哩；那嗎，大角星離地球之距離，可想像而知了。

又此外，比上述數星還有離地球更遠的恆星。例如，武仙星羣的光線，達到地球要三萬六千年以上。所以

我們現在看見的武仙星羣的狀況，並非現在的狀況，乃三萬六千年前的狀況。現在的武仙星羣的狀況，要三萬六千年後才能射到地球上來。

古人以爲「後之視今」，或「今之視昔」是一件難事，其實在我們研究天界的人，很難追憶的過去也能追憶出來。我們研究地球的人，我們的祖先原在地球面的曠野中徘徊着的情形，也能夠推測得出來。豈不是一件奇蹟的行爲麼？

推知星的距離，本來是件難事。但此種推測在天文學上是很重要的。嚴密的說來，一切星的距離不明確，則不能論究宇宙之正確的構造。

3. 金字塔上所見的星宿之形狀

由上述我們可以知道在宇宙的大空中，星是很多的了。

這些星在大空中互相吸引，循冷靜的運動的法則，在廣漠的空間，一秒間平均幾十哩的速力不斷地奔走。但其速力縱令如何之大，他們的距離太遠了，所以不能認知他們的運動，幾十萬年幾百萬年的長期間，或能畧

認知他們的移動在只有數千年的有史以後的期間內。一般的恆星的相互的位置關係，可以說大體沒有變化吧。

古代在埃及曠野中，建造金字塔的人們，站在金字塔頂上，所觀望的星形和現在映進吾人眼中的星形，沒有什麼大區別吧。當時的獵戶(Orion)星座中央之星，今昔一樣的作十字形吧。仙后星座(Cassiopeia)中之星，也是今昔一樣的作W字形吧。北極星還是今昔一樣的，在大熊星座中連結A(Alpha), B(Beta)二星的直線上，並且由A星起計其此二星距離的五倍之點的位置上吧。

古代的人，一面望見每晚間變位置的行星(Planets or Wandering Stars)，一面又望見不變位置的恆星。所以他們以為恆星是釘着天球上面的，故叫牠們做恆星(Fixed Stars)。

4. 星的運動

現在確知了的恆星中，運動頂明瞭的，為南半天球上，須借望遠鏡之力才能認出的八等星。但其運動，一年間的位置移動，也不過天球的弧的八.七秒。想移動到

映在我們眼中之滿月直徑的距離(七八寸)，要經二百年以上的期間。若比這些八等星運動更遲緩的恆星，移動同樣(七八寸)的距離，不知要幾千年或至幾萬年了。

又用分光機研究許多恆星，中有一秒鐘以四十哩的速度，向我們地球運動而來的。亦有背着我們地球向他方運行而去的。由此看來，恐怕有人要懷疑，星既對我們地球有進退，那麼，其大小也有變化了。從前看見是一點大的，以後不是要變為盤狀大了麼？從前是光輝很強的，以後不是要一刻的減少牠的光輝，到後來竟完全失掉麼？但我們和此等星的空間，是想像不出來的廣漠，那麼，不論牠們進退如何，由光量分的星的等級，在數萬年內是不會變化的。我們可以斷言。

第三章

星雲

1. 星雲的種類

除我們肉眼所能看得見的，點散在天空中的星辰外，還有所謂星雲(Nebula)的一種星。這種星雲若非藉強度的望遠鏡，我們的肉眼是看不見的。在強度望遠鏡裡望這星雲，好像由塵點團集而成的雲亂般的斷片。因為像雲亂般的斷片，所以有星雲這個名稱。

由星雲的形狀區別之，有不規則星雲(Irregular Nebula) 有螺旋狀星雲(Spiral N.)有環狀星雲(Ring N.)有遊星狀星雲(Planetary N.)等。星雲雖有這種種名稱，但其中最多的並且一般最知道的，而對於宇宙形成的理論有重大的助力的，就是螺旋狀星雲。

2. 螺旋狀星雲

既發見了的螺旋狀星雲的數目，比別種星雲的總數還要多。據Keeler的計算，其數已經達十二萬了。最近據美國Lick Observatory 天文台的計算得出來的有七十二萬二千的螺旋狀星雲；若加更精密的觀察，其數可達到一百萬也說不定。法國有名的數學者Poincaré也

有和這些數相近似的預測。

由螺旋星雲的正中濃厚的塊狀中心出發，旋捲着作螺旋狀的叫做星雲腕 (Nebula Arm)。這星雲腕向外側突出。又這些星雲腕也各有局部的中心，所謂核 (Nucleus)，就是星雲腕的中心。

小的星雲，若用強度的望遠鏡，費長久時間的攝映，始能察知其存在。大的星雲如仙女星座 (Andromeda) 離地球極遠，用望遠鏡來窺測牠，幾乎跨天球弧二度 (約月的直徑四倍)。這些大星雲若在沒有月亮的晴夜，由我們的肉眼約略可以看得見，微白的斑點，作W字形，閃爍在仙后星座 (Cassiopeia) 的南方。這星雲一沙間以二百英哩的急速力向我們的太陽系旋捲而來。

螺旋狀星雲的外狀不過是很不明瞭的和暮靄般的一面白光。但用分光器去檢查時，其中有比較的強光輝，在分光的研究上是很有價值的。這種強光輝是和太陽相似，表示分光的性質。故我們可以推知牠是多數的白熱的小形固狀或流狀物質的集合，其周圍還包着一種氣體。(獵犬座星雲圖可參看科學大綱第一卷一篇四十八頁)

又星雲中有全由灼熱的氣體構成的。由分光的色帶看來，有氫和氦(Nebulium)的存在。氦這種東西，在我們地球上還沒有發見，是單發見於星雲中的假設的物質。

有人以為星雲，尤其是螺旋狀星雲，多不屬銀河系統(Galaxy)。多在更遼遠的空間，各自構成獨立的銀河系統。所以有人稱牠做島嶼的宇宙(Island Universes)。但此說在事實上起了種種的障礙。(螺旋星雲圖參看科學大綱一卷二篇第五頁)

3. 兩星接近衝突的機會

宇宙中無數的星辰都是從運動的法則，一年間平均以數萬萬英里的速力在空間疾走。此等星的運動方向是沒有一定規則的。所以某時期在某場所，兩個星或兩個星的集體互相接近，終至衝突而毀壞，是難免的事。

若宇宙間祇有兩顆星，并且這兩顆星是在某瞬間忽然現出來的，那末，我們由互相的引力，很簡單的互相接近，終至相衝突或合體。但事實上宇宙中是很多星的，各向各吸引；並且這些星由從前——無窮久遠的從前

——一直到現在繼續着我們的遺傳的或傳統的運動。此種運動是很複雜的，斷不致發生沿一直線猛進而衝突的事實。

又宇宙空間是廣漠無垠的，能生這種接近而衝突的機會極少。天文學者說一個星向他一個星很密着的接近的機會平均幾十萬萬年才有一回，是很罕見的現象。但是稀有的現象並不是全無的意思。既認有這種機會的存在和發生，那末，是終不能避免的了。況且就宇宙的全體而論，已經過了很長久的時間了。那末作算平均幾十萬萬年一回，也算得是頻繁的了。

至衝突現象比接近現象更為稀有的，當然無俟贅說的了。

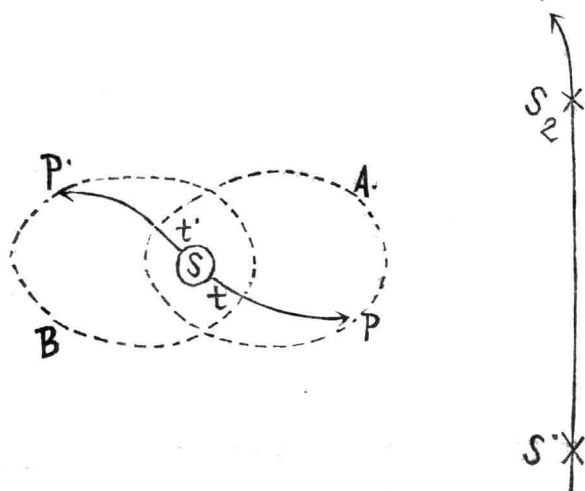
4. 衝突及接近的結果

我們試想像兩個星相衝突時的景象如何？叫奇觀麼？叫壯觀嗎？其景象到底非我們常用的形容詞所能形容的。衝突當時的情景，當然非我們人類所能知道的。不過我們大概可以推想，這樣的大運動的勢能 (Energy)，大部分要化為熱的勢能。因衝突而起的熱量是非常之

大的，構成互相衝突的兩星體的物質要完全化為氣體狀態，變成一大團渾沌的氣狀星雲 (Gaseous nebula)。

螺旋狀的星雲在太陽系並地球的起源上是很重要的東西，今不憚煩把牠的生成的學說述一述。

5. 螺旋狀星雲之生成



假定圖中的 S 和 S_1 是互相接近的兩星體。我們試考究 S_1 對 S 的影響。又假定 S_1 沿 S_1S_2 的方向，以很大的速度運行的。 S 是靜止于一點的（假定 S, S_1 如太陽之

大)。

S1和S達了相當的近距離的時候，S要像地球面海水受月的吸力而生潮水的現象一般的膨脹，即S之向S1方面的t1和反對方面的t1會因引力作用而膨脹。兩物質的吸引力是和物的質量及距離有大關係的。質量愈大，引力也愈大；距離愈近，引力也愈強。今假定S和S1接近到一千萬英里的距離，其吸引力較之月對地球引起漲潮現象的引力大二千倍以上。若又再接近到五百萬英里（月和地球的距離的約二十倍）S1對S的引力大於月對地球的一萬六千倍以上。若S為物質的液狀物，這種強大的引力可以由S面引起約高五百英里的膨脹。

太陽本常在向空間爆發的拋出各種物質。由S和S1的互相吸引作用S向外界拋射物質，那末一定在t和t1的兩部分要拋射出多些。並且拋射的距離也比其他部分拋射的遠些。拋射出近距離的物質仍由S自身的引力引回來，再落S上。拋射出遠距離的物質受S的引力的支配小，受S1的引力的支配反大了。

若S1不動，靜止在S1的位置時，由t拋射出的物質

P 一直線的飛向 S1 中去。但 S1 是沿 S1S2 的方向進行的，所以 P 也受着 S1 向 S2 運動的影響，取 t_p 曲線方向運動了。

S' 再向前運動，漸和 P 遠離。到後來，P 不受 S1 的引力的支配了。這時 P 恢復牠對 S 的關係，再變方向，終沿 A 點線作橢圓形的軌道運動，繞着原來的母星 S 迴轉運行。

由 t_1 拋射出來的 P' 還是一樣的從這種力學的法則，到後來作 B 點線所示的橢圓運動。

像 P P' 般的物體繼續着有由 S 拋射出來，并且反覆作相似的運動，由遠方看來其全體形狀像螺旋狀。螺旋星雲就是這樣生成的。

第四章 太陽系

1. 現實的小宇宙

恆星和太陽是同性格的東西，前面已經說過。太陽是一個恆星，它距離我們較近，所以看見是一個大光球，並且還能感知它的熱。其他的恆星距離我們很遠，所以感覺不到它們底光和熱；在研究上也較為困難，不能像太陽一般的近，容易研究。太陽並不是單獨存在的，它底周圍有許多天體，地球就是其中的一個；綜合太陽和它統率的諸天體的全部，總稱為太陽系(Solar System)。太陽系是宇宙單位的最小的，和我最有關係，並且比較具體的，所以稱為『現實的小宇宙』若是依着距太陽頂遠的海王星(Neptune)的軌道(orbit)計算太陽系的廣袤，它的直徑約長55萬萬miles；若是將彗星(Comet)作為太陽系的一員，而計算它的廣袤，則其所佔的空間，當不止此數了。

2. 八大行星及海王星以外的空間

構成太陽系的東西，除了太陽以外，還有行星，衛星，小遊星，彗星和隕星。以我們的肉眼最容易看見的

，在八行星中只有水星·金星·火星·木星和土星；天王星和海王星比水星，金星，火星和地球四個星還要大，因為距離太遠，非藉望遠鏡的力不能看見。所以水，金·火·木·土五個行星在有史以前的原始人類就知道它們；至於天王星到1781年才發見，海王星更遲，是1846年發見的。

下面的表就是表明八大行星的大小，離太陽的遠近的：

星名	太陽	水星	金星	地球	火星
直徑	866400	3030	7700	7918	4230
距日平均距離		36	67	93	141
星名	木星	土星	天王星	海王星	
直徑	86500	73000	31900	34800	
距日平均距離	483	886	1782	2792	

(以百萬miles為單位)

除了上面所說的八大行星以外，屬於太陽系的還有沒有，現在不能斷言。從前有人說水星軌道的內部還有行星，後來經了各方面考查，才知道他是觀測的錯誤。

又有人說海王星的外重，還有行星，以理論計算，應該有三四個行星；海王星軌道外的空間是今日之天文學者所不能探測其秘密的地方，恐怕還有很多有趣的事實潛伏着，爲我們所不知道的。

3. 月球和土星的環

八大行星都以太陽爲中心點圍繞着，略作同心圓的軌道向同一的方向運行。并且這些軌道面差不多都在同一平面上；軌道面的斜交度相差不過一二度，其中有二三個相差由三度到七度之傾斜的。這些軌道面大概都和太陽底赤道面一致。換句話說，八大行星都分布在含有太陽底赤道的大平面上，並且在這平面上運行不息。（太陽系圖可參看科學大綱一卷一篇第五頁）

八大行星中除了距太陽最近的水星和金星沒有衛星以外，其餘的都有幾個衛星（月球）：地球和海王星只有一個衛星，火星有二個，天王星有四個，木星和土星都有九個——它倆有九個月，在夜間看起來，該是如何的美麗而可觀呵！土星除了有九個月以外，還有圍繞着它的赤道周圍的扁平光帶，這就是土星的環（Saturn's

Rings)。這環並不是附着在土星的上面，它離土星面大約有六千哩(Miles)之遠呢。環的厚大約有50哩，寬約有40000哩。由環的內部到環的外部可以分爲三部分，合著三部分的間隙而言，大約有40000哩之遠。我們遠遠地看望它，很像發白光的雲。但是依近來的學說，它裏面有非常之多的隕星(Meteoroids)；又有人說，它是由很小的月羣，以很大的速力在土星底周圍迴旋而成的。可惜我們不能居在土星的上面，或接近它，以擴我們的眼界；假使能夠的話，那末，我們看見這奇異而壯麗的景象時，我們底視覺一定要起大變化咧！！

4. 行星的空氣

無論是行星，是衛星，都不能自發光，不過只能將太陽的光反射罷了。所以行星和衛星的光都不是灼熱可怕的光，乃是很微弱的冷光。衛星除了反射太陽的光之外，又將它的主星（有衛星的行星）的光再反射過去。所以我們看見月光，一部分有光輝，一部分很暗弱；前者是由太陽來的光直接反射的，後者是由地球來的光再反射的。

行星到底有沒有氣圈(Atmo.sphere)現在還是疑問；不過大多數是有的，尤其是金星最易容看見。金星的大小和地球差不多，它底組織大抵也相像，當然也要和地球一樣的有氣圈；並且還有人推測它底上面有生物的存在哩。近來學者推定火星有比較地球的空氣稀薄的氣圈。

5. 火星上的生物

火星中有一種比我們人類智力更高的東西存在着，這是近來引起學者研究火星的興趣的重要問題。我們試拿望遠鏡(Telescope)去看看火星吧。它底兩極有白色的東西，因着時期的變化，有時多，有時少，天文學者叫他爲極冠(Polar Cap)。這極冠很和雪相像，有時積得很多，有時融解了去留得很少。隨着這極冠的消長，海(Maria)的部分色也有變化。(火星中用望遠鏡去看它，有赤色的部分——天文家叫他做陸；有綠色的部分，叫他做海。海邊有許多植物般的綠色物繁殖着)。夏季極冠的面積縮小，甚至消滅；這時，正是植物界茂盛的時期，所以海底部分的綠色也就增加起來了。

更有件有趣味的事，就是火星中的運河。在火星中

不只一個海，有許多海，這海和海之間，有很多的線紋互相接聯着。意大利的天文學者Schiaparelli 稱這種線紋爲Canali (後來邊譯爲運河Canals)。因爲他有這個提倡，於是就引起了許多的專門學者的注意。美國天文學者Lowell在Arizona州的Flagstaff 地方築起天文臺來，終生委身於火星的研究。我們試就Lowell所繪的火星觀察圖看看，就發見它底上面有許多大小不一的Canali，好像蜘蛛的絲網一般，將火星細細密密地區劃了。這種現象不能說是無意味的，偶然發生的；我們由事實上看來，恐怕在火星的上面有很高等的生物生存着。但是這種說法不過是想像吧了，若是能夠確實證明他時，真可說是人類的大發見呀！

6. 小行星

屬於太陽系的行星，它們互相間的距離有一定的關係，這就稱爲Bode 底法則。但是火星和木星間相距很遠，與Bode 的法則不相符合，所以十八世紀的末葉，學者特別注意這件事。到了1801年的元旦日（十九世紀第一日），意大利天文學者Piazzi 在火星和木星間發現

了一個行星，命名爲 Ceres，——這是最初發現的小行星 Planetoid。

關於 Ceres 的發現有一段很有趣的亂話，現在述在下面：

Piazzi 發現 Ceres 之後，沒有多久，就染病了，於是他的觀察不能不中止；到了他的病好了，恢復原狀的時候，地球在它的軌道上的位置已經變更了，曾經發現的 Ceres 已不知去向了。不得已，只好再等一年，等到地球回復到原來的時候時再去觀察。但是 Piazzi 發現 Ceres 完全是由它底運動狀態，在許多小星中區別認識出來的；到了第二年，又要在那大小相同的許多星中重新尋覓，那末，簡直和新發見一樣的困難了！

在那時候，德國有年才二十四的青年 Gauss (後成爲德國有名的數學家) 發明了一種方法，就是決定行星軌道的方法。應用這個方法，已經於 1801 年元旦日發見了後又隱沒了去的 Ceres，到了 1802 年的元旦日又被 Olbers 發見了。同年 (1802) 三月第二小遊星 Pallas 又被 Olbers 發見了。1804 年九月第三個小行星 Gu o 又被發見出來

了。1807年三月第四個小行星Vesta 又被發見了。隨後漸漸發見，漸漸增加多了；到1891年德國天文學者 Wolf 用天體攝影法，於是發見小行星比較容易了；到現在小行星的數目總在八百以上。——這並不算什麼稀奇！

前面說木星和火星之間，應該有一個大行星，才合 Bode 的法則；實際上，它底位置已經被很多的小行星代替佔了。八大行星中水星的直徑最小，然而最大的小行星的直徑還不及它的六分之一；以它們的直徑和最大的木星相比較，不過為木星的180 分之一。在小行星中較大的，它們的直徑都在500 Miles以下，如像：

Ceres底直徑……………485 miles

Pallas 底直徑……………304 miles

Vesta 底直徑……………243 miles

Juno 底直徑……………118 miles

此外，直徑在100 miles 以上的還有幾個，其餘的都在100 miles以下，最小的約5 miles；在5miles 以下的恐怕還有，不過我們看不見吧了。假使我們駕着飛行機能夠在這許多星海中遊蕩着，看着那種燦爛的現象，

該是如何地美觀呵！

7. 彗星

說到彗星，頗帶有神秘的意味。因為它有很長的發光的尾；它底行動神出鬼沒，忽隱忽現，沒一定的常規。所以在歷史上最容易引起我們的神秘觀念。近來，對於它的構造雖然不很明瞭，然而它底運動却和太陽系的諸行星沒有分別，也是很有規則的，例如：Halley Comet 於1910年四月二十日最接近太陽，接近之後，現在以反對太陽的方向在天王和海王二星之間進行着；到了出了海王星軌道後，又當折回來接近近日點的，計算牠到了1986年(即60年後)應當又要回到近日點呢；現正在天王星和海王星之間，以和太陽反對的方向進行呢。

彗星的頭部發微微的白光，是爲Coma。它底頭部有很亮的光核(Nucleus)，又有和太陽成反對方向的光尾。彗星青年的時候，有時沒有光核或光尾的；但是由圓形星霧構成的頭部是必定有的。

彗星的光有很微弱的，也有很強的。弱的有時要很強的望遠鏡才能看見，強的有時在日中也能看見。在彗

星的全體比較，Coma 大的直徑有由10000 miles到100 0000 miles 不等；光核的直徑有100 miles到8000 miles 的。至於尾長最小的在幾百萬哩以上，大的當在萬萬哩以上。

彗星是稀薄的氣體組成的，1910年五月十八日Hall ey Comet 以15000000 miles 之尾長闖進了太陽系，將地球包圍着，而地球上毫沒有受它底什麼影響——這可見它的氣體的稀薄了。從前以爲彗星在無限的空間裏面由這個星跑到那個星，由這個太陽系跑到那個太陽系的一去不復回的，大宇宙中的流浪者。現在却不然了，它也有橢圓狀 (Ellipse) 的或拋物線狀 (Parabola) 的軌道，繞着太陽運行，並且是屬於太陽系。

現在該說說彗星的成因了。彗星是當太陽生成的時候，有一部分的星霧遠離了太陽，起了特別運動而生成的。

彗星底 Coma 不斷地拋出很多的物質向尾部射去。既射出的物質不能再回來，只向無限的空間射去；所以隨着時代的進行，它底質量必定漸漸減少，它底體質必

定漸漸稀薄，凝集力也要隨着減弱了。若是通過有力的天體，常常受它底引力作用，因之彗星有時免不了破壞。1882年有一個大彗星接近太陽後分成六個至八個的小彗星，就是明証。就連Halley彗星當第一回出現時也比較第二回爲壯觀。由這樣看來，可知彗星是在很不安定的狀態的；若是隨着時代進行，體質要破裂，光輝要減少時，那末，一去不復回的說素，不是全然無稽的了。

由上面種種事實看來，我們可以知道彗星有兩種促減它底生命的方法：第一，彗星自身有分裂作用；第二，當它底軌道通過太陽，行星，小行星，小流星等等，漸漸解體。因此，使它底生命短促，成爲可憐的天體咧！

8. 隕星和流星

七八月間晚上，仰望着晴朗的天空中有銀絲般的東西忽然飛過，現出很美觀的景象，這就是流星 Shooting Stars。在太陽系的空間中，有很多小隕星運動著，若是它們運動接近地球的時候，受了地球的引力作用，於是不能自主地飛到地球來了；在地球氣圈中每秒以10—

40 miles的速度和空氣摩擦，生出高熱，而至燃燒，而至發光；由燃燒生出的氣體仍然混在地球的氣圈中，至於固狀的殘屑就墮到地面上來。小隕星變成流星，要在100 miles的距離才能看見它發的光；下降到30 miles，就不能見它底光了。平均每天跑進我們氣圈的流星，總在一千萬到二千萬以上之多；若是加入在我們視力範圍以外的恐怕還不止此數呢！又有時候，我們看見有許多的流星像火花爆發般地在空中飛散，是名爲流星雨 (Meteoric Showers)。普通一分鐘能夠看一二個流星雨，有時還不止此數，不過要在大海面或高山頂上才能夠享到這樣壯觀的眼福呢！流星雨最好看的就在它底放射點，由這空中的一點四面放射美麗燦爛的火花，真是美觀極了。流星雨最多的時候在每年十一月中旬和下旬：在中旬的時候，它底放射點在獅子星座 (Leo)，名爲獅子座流星 (Leonids)；在下旬的時候，它底放射點在 Andromeda 星座，是爲 Andromids 流星，每年都能看見，不過強弱的程度不等吧了。前者——Leonids 三十三年一週期；後者——Andromids 十三年一週期，在它底週期的

期間發光最強。不單這兩個流星雨，每年惠臨我們，並且每年四月二十左右還有lyrids 流星，八月中旬一週間內有Perseids 流星，十月中有Orionids 流星繼續二十日之久。像這許多流星都有一定的軌道繞着太陽運行，若是和地球的軌道相交叉的時，就要生出上述的壯美的景象來。當它們交叉的時候，若是流星小，並且離地球還遠，那末，所生的現象還不大激烈；若是不然呢，那就要演出很激烈的壯觀了。

9. 流星雨和彗星的關係

在太陽系中還有件最引人注意的事，就是發生流星雨現象的流星羣有一部分的軌道是和彗星一致的，如：Leonids 底軌道是和1866年出現的彗星Tempel's Comet 底軌道一致的；Andromids 是和Biela's Comet 同軌道的。此外，還有很多是和彗星的軌道一致的。前曾說過，彗星的體質漸漸分解今既知道它是和流星雨同一軌道的，就這兩件事看來，可以推知流星羣是由彗星分解出來的；即或不是它的解體，也可以斷定它倆是同系統的產物。

10. 隕石(Meteorits)

有時候，比十噸還大的隕星像雷鳴一般墜下地來，是爲隕石。一年間能夠看見這種隕石不過兩三個，但是地球上有很多無人居住的地方——如像海，沙漠，兩極之地，合這些地方統計起來，總該有幾百個吧。

由隕石的元素(Element)攷查起來，牠裏面三十多種元素，差不多無一種是地球上沒有的；牠裏面除了含有很多的鐵(Fe)之外，大部分都是由非金屬的礦石構成的，有時也有Ni。牠的成分和地球沒有不同的處所，不過構造上有些不同；牠有特有的結晶形和燃燒性的氣體。隕石未到地球表面以前，在牠周圍經過了的經驗一定是不同的——這可說是天界和地界的區別。

關於隕石的生因，學者所說不一：有的說是月球，行星和太陽上火山爆發的產物，有的說是行星受了其他有力的天體的引力而分裂出來的碎片。上面兩種學說都不很妥當，比較妥當的要推第三說了。這派的說素，以爲當太陽系生成的時候，螺旋星雲(Spiral Nebulae)既成功了小行星(Planetismal)，所剩下來的，就成功了隕

石。隕石既能夠墜到地球上，當然也可以墜到其他的
天體的上，以增加牠們底質量(Mass)，增大牠們底引
力，並且縮小牠們底軌道；若果如此，則行星將終有接
近太陽的一天啦。——這件事，在表面上看來，對於各
天體像是沒什麼關係，其實有很微妙的道理潛存着呢！

第五章 太陽

1. 太陽的大小和距離

太陽在恆星中，體積是比較小的。但是我們就牠自身看起來却是個龐然大物。牠底直徑為 866400 miles，地球和月的距離是 239000 miles。假使地球像肥皂泡一樣，能夠將牠吹得漸漸膨脹，漸漸增大，大得將月球包裹在牠底內面，還不及太陽體積的大。（就是，以月球和地球相隔的距離作為半徑，畫成個圓球體，這球體還不及太陽那樣大）

太陽和地球相隔的距離為 92897000 miles。假使有火車，每時能夠行 60 miles，以這樣的速率，由地球上出發，向太陽駛去，晝夜兼程，毫不停止，至少也要兩百年纔能達到太陽哩！

2. 光球 Photosphere

我們現在試談談太陽的構造。太陽本體的中央有發極強光的外表，看來像圓盤狀的東西，這叫做光球 (Photosphere or light sphere)；我們用肉眼都能夠看見着牠。這個發光的圓盤狀，很平滑，並且很均質的光球，

若是以望遠鏡去觀察牠，就發見牠底大部分發白光，小部分黑暗的班點。這光球是氣體呢？液體呢？還是固體呢？我們無從知道。因為：第一，牠底外部溫度很高；第二，在牠底比較低溫的外圈有金屬的高熱氣體。由這兩種事實推定，最少，光球的表面部分是氣體狀態 (Gaseous State)，光球自身是灼熱的金屬濃霧，這是可以斷定的。

3. 黑點的本質

在現時天文學上很有趣味的一件事，差不多就是太陽表面上時常發現的黑點 (Sun Spot)。這黑點各年所發見的數目和大小都各不相同；平均每隔十一年有一回大活動，大變化，這真是很值得注意的奇事。

所謂黑點是由中部的黑色部分，周圍的灰色部分構成的。牠底大小沒一定，最大者底直徑有大至20000miles的。像這樣大的黑點，我們想用我們的肉眼看見牠，是很容易的：第一，當太陽被薄紗般的雲兒遮蔽的時候；第二，太陽在地平線上，光力比較弱的時候用塗了淡墨水的玻璃片放在我們底眼前，去觀察牠，就可以看見。

在1611年Galileo發見Sun Spots以前，中國就有人發見過。牠底分布，大部分在切近太陽赤道的位置（赤道兩側的 6° — 35° 之間）。這些黑點都不是絕對靜止的，乃是時刻變形，變位的；明明看見牠是一個，瞬息間又變成兩個；明明見牠是兩個忽然又變成一個。牠底運動，每小時是1000 miles。黑點的本質究竟是什麼東西？以現在的科學程度，還不能確實知道。據現在天文學者的意見，謂黑點的生成，是由於太陽爆裂的部位，作颶風般的變動而成的。換句話說，光球內部的高熱氣體以很大的速率向外奔流出來；同時，外部的也向內部中心衝進去，二者相遇，互相撞着的結果，於是變成了漩渦狀，生出了所謂黑點的現象。

太陽的黑點和磁性頗有關係。在地球表面上很銳敏的磁針，不能絕對的靜止，必定時時微震。若是太陽現出的黑點很多的時候，則磁針的震動越是利害。在地球兩極地方的空中，可以見着很美麗的極光(Aurora)，也和黑點有關係；當黑點活動得最激烈的時候，極光也最多。（有人說極光和磁氣是有關係的。三者的關係到

底如何，現在還不知道)。

4. 反彩層(Reversing layer)

前面說過，光球的外部有所謂反彩層的。乃是比較很稀薄的氣體層。這種氣體層和光球比較，固然是很薄，其實也有500—600 miles之厚哩，較之地球的氣圈 (Atmosphere) 實在是厚多了。

依物理學上的道理，有種發光體發出來的光通過三稜鏡(Prism)之後，能夠生出光色帶 (Spectrum) 來。若是光色帶是連續的，就是表示該物體是固體，液體，或高壓下的氣體；這種光色帶叫做連續色帶 (Continuous Spectrum)。若是有明亮線的 (brightline)，就是低壓氣體的表徵。如連續光色帶有暗線 (dark line) 出現，就可知道這個發光體是固體，液體，或高壓氣體，在途中通過了比較低溫度的氣體的。我們試看看太陽的光色帶是如何？牠乃是連續光帶，並且有很多的暗線；由這種事實，可以知道光球的外部是比較低溫的氣體層，就是所謂反彩層。至於命名的理由很簡單，因為氣體的光色帶是要有明亮線的，然而牠的色帶却恰恰相

反，所以叫作反彩層。

5. 太陽的成分

由光色帶推測太陽的反彩層有許多氣體存在。在其中，性質明白了的有四十種元素。這四十種元素，地球中多半都有，並且大半是金屬。由太陽系的關係看起來，這種現象並不算奇異。（因為都是同由一物分出的）並且由這種關係可以推知其他的行星上，也有這些元素，並不能說是不合理。現在按着這些元素的原子量(Atomic weight)，順序寫在下面：

氫(Hydrogen)，氦(Helium)，鉍(Glucinum=Beryllium)，碳(Carbon)，氧(Oxygen)，鈉(Sodium)，鎂(Magnesium)，鋁(Aluminum)，珪(Silicon)，鉀(Potassium)，鈣(Calcium)，鎳(Scandium)，鈦(Titanium)，鈮(Vanadium)，鉻(Chromium)，錳(Manganese)，鐵(Iron)，鎳(Nickel)，鈷(Cobalt)，銅(Copper)，鋅(Zinc)，鍺(Germanium)，鈷(Strontium)，銻(Yttrium)，鋯(Zirconium)，鈮(Niobium=Columbium)，鉬(Molybdenium)，銻(Rhodium)，鈷(Palladium)

m)，銀(Silver)，鐳(Cadmium)，錫(Tin)，鋇(Barium)，釷(Lanthanum)，鈾(Cerium)，鐳(Neodymium)，鐳(Erbium)，鉛(Lead)。

用分光鏡窺探太陽中的光線，所得的結果，大抵如上。我們底原子量(Atomic Weight)最先的氫(Hydrogen)是1，順次逐漸增重，到了最後的鉛(Lead)的原子量爲207了。

在反彩層內一般輕的元素，浮在外部，重的沈在底部。在上表中鉑(Platinum)，金(Gold)和汞(Mercury)雖然沒有，但不能說太陽中沒有，恐怕在反彩層中的深處，分光上表現不出來，也未可知。此外，氟(Fluorine)，氯(Chlorine)，臭(Bromine)，碘(Iodine)，硫(Sulphure)，硒(Selemium)，碲(Tellurium)，氮(Nitrogen)，磷(Phosphorus)，砒(Arsenic)，銻(Antimony)，硼(Boron)，等元素，在地球上很易看得見的，在太陽中也不能說是沒有；不過，大概是受了其他元素的阻礙以致它們不能在光色帶中表現出來吧了。總而言之，太陽中的物質和地球中的很相似，是可斷定的。

6. 色球和紅燭

包圍著反彩層的有厚 5000 miles 到 10000 miles 的色球 (Chromosphere 或譯為彩色層)。它是由高熱的氫 (Hydrogen) 和鈣 (Calcium) 的熱氣體構造成的很美麗的紅色氣層。常常由光球 (Photosphere) 內迸發出來的紅燭 (Prominence)，通過了反彩層 (Reversing Layer) 和色球 (Chromosphere) 之後，還能射出 20000 Miles 到 200000 miles 之遠；用分光器檢查紅燭，知道其最高的部分完全是鈣 (Ca)，鈣以下有鈉 (Na)，鎂 (Mg)，鈦 (Ti)，鐵 (Fe)，鈷 (Co)，鉻 (Cr)，錳 (Mn) 等元素，這真是我們想像不到的高熱氣體，爆發的噴火呀！這噴發出的物質，一部分向天空中壁直射去，不再回到太陽來。我們假想太陽和地球衝突，地球突進太陽裏面去，這種現象雖說很可怕，恐怕還不及紅燭這樣可怕吧！更有件惹我們注意的事，就是紅燭在黑點附近很多，而在兩極則不很常見。

7. 光冠 (Corona)

太陽還有個有趣的現象，就是光冠 (Corona)。當

日在全蝕(Total Eclipse)的時候(就是月球恰在地球和太陽的中間)，用我們底眼睜能夠看見日的邊緣有很淡而透明的光的現象發生，這就是光冠。因為這時候，發強光的光球被月球遮蔽了的緣故。光冠在色球的外層，厚 500000—300000 miles，有時放射到 500000 miles 之遠，現出真珠般的光暈。光冠和黑點也有關係：當黑點最多的時候，太陽表面全體放出來的光冠，高度相等；若黑點減少，則太陽兩極的光冠也減少；若是黑點減到最小限度的時候，則太陽兩極僅僅能見着很短的放射光，赤道的附近還能夠見着白光。

光冠是稀薄的塵埃，液滴，和熱氣構成功的。它的光源，一半是自發，一半是由日光的反射而來的。

8. 太陽的運動。

太陽也和太陽系中的其他天體一樣，以連接兩極的軸為中心，自西向東，不停的迴轉着，是為太陽的自轉(Sun's rotation)。證明太陽自轉的事實很多，最容易使人知道的，就是黑點的移動。(移動與運動不同，不可混淆) 在太陽的一端現出來的黑點，漸次向他端進

行，到了極點就沒有了。在太陽赤道的附近大約過了十四天就不能看見它；再過十四天，它又在原處現出來。因此，我們可以推想太陽二十八天自轉一回。但是地球也在以一定的速度，在同一的方向自轉；其間要減去地球自轉所費的時間，其結果為二十五天，就是太陽自轉所需的時間。

太陽除了自轉以外，還要統率牠所屬的天體——，金，地球……等行星和其衛星，及小行星等——在宇宙(Nuiverse)間不斷的運動，移動牠底位置；但是對於各行星相互間的位置並不變動。

9. 趨向織女星(Vega)

英國著名的天文學者 Sir Milliam Herschel 費了很長的時間研究天體位置的關係。他觀察北天空中 Hercules 星座的恆星相互間的外觀上的距離，漸漸增大；在反對方向的，漸漸減小。他遂斷定這種現象是告示我們太陽系接近 Hercules 星座的明證。此說一出，信的人很多，但是近來天文學具體的進步，才知道太陽系是每年以 400000000 miles 的速力向織女星(Vega)接近呢。

織女星是鄰近琴星座(Herchel)中發強光的一等星，在天河(Milk—Way)岸上，舊曆每年七月七夕的夜半恰在我們頭頂上，可以朗朗看見。

織女星距地球的距離不得而知。假使太陽與地球的距離設為 S ；則牠與織女星的距離，當在 8000000 倍 S 以上。距離如此其遠的星，我們還能看見牠底光輝，其光的強大也就可想而知了。

10 太陽底光和熱

太陽是高熱的火球，前面已經說過，究竟其底溫度如何，討論的頗多。假定牠底表層的溫度是 10000°F 以上，那末，地球上一切物質都可熔解為氣體，尚有多餘的；所以太陽表面的鐵(Fe)，銅(Cu)，鎳(Ni)等元素都變成了氣體狀態，構成了密雲，這並不足奇。外部尚且如此，內部的溫度當然更高了。

日光的強烈真是利害，差不多無論有如何堅強網膜(Vetina)的人，都不敢直視它一下，其強度可想而知。將日光和滿月的光比較，當比滿月光大 8190000 倍。在星宿中說，一等星中以大犬星座的天狼星(Sirius)為最

大，但是日光比牠還要強 130萬萬倍。太陽放射出來的光和熱是由充滿宇宙的以太 (Ether) 傳達到地球上來的。以太 (Ether) 振動波的波長 (Wave Length) 極小，大約是 $\frac{1}{65000}$ 到 $\frac{1}{40000}$ 英寸。像這種波長達到我們底眼睜內，就生光感；若是稍微較長點，皮膚上就生了熱感。

11 一切生命之父

太陽是距地球最近的一個恆星，由牠上面得來的光和熱的勢能，其量很多，並且很重要。假使太陽沒有這種勢能 (Energy) 供給地球，那末，地球上一切生物都不能一刻維持牠們底生活，繼續牠們底生活；更進一層說，若是原來就沒有太陽底勢能，則一切生物都不能產生出來哩！照這樣說來，太陽真是人類的大恩人呀！無論如何原始時代的人，都曉得有太陽的存在，所以到處都有崇拜太陽的事蹟：譬如像埃及的 Ra (or Re 即 Sun god 也)，希臘的 Helios (Heraclēs) • 羅馬的 Sol，都是崇拜太陽的事蹟；尤其是埃及，對朝日和夕日分別崇拜，命朝日的神為 *mentz* 夕日的為 *Atom* 他們崇拜太陽

的原由不外畏怖心，和乞福心兩種動機，可惜他們如此的舉動，並非真正了解太陽。我們須要於怕黑暗，望光明，避寒冷，求溫熱之外，再進而根本的了解他：

第一，若是沒有太陽就沒有食物：——無論何種動物，牠底食物都是仰給於植物界，所以我們要想研究食物的起源，當歸根到植物界。植物的營養料最重要的就是澱粉。這澱粉就是葉中的細胞藉光力的作用將二養化炭(CO_2)分解，使炭素(C)與根中的水分(H_2O)化合成的。假使沒有太陽，就沒有澱粉了；既無澱粉，漫說動物無有，就是植物也要化歸烏有了。就此一端看來，稱太陽爲一切生命之父，不能說是不對吧！

第二，太陽能夠生風：——假使太陽沒有熱，則包圍地球的氣圈，當然無部局的差異，就是沒有氣流發生，也就是沒有風這東西；如此，空氣的流動，就不得不停止了。空氣既不流動，當然沒有蒸發；既沒有蒸發，自然不能下雨，那末，現有的川河都要乾涸了。這時候，在海湖中必定積聚著多量的水，淹沒泛濫，海面漸漸增大，陸地就要漸次縮小了。並且這時的水因爲沒有蒸

發的原故，也將變成凍水了；所有的魚類也當然化歸烏有了。一切空氣都凍結起來，就是不須光熱而生活的下等生物latena，也不能存在，更何況其他的生物呢？

現在，利用水力作出種種工作，如像：駕駛船舶，水車，水電……等等，可說都是太陽所給與的；因為有太陽的熱能(energy of heat)才能蒸發河海中的水，使他變成雨，普降大地成爲可以利用的水啊！由這樣看來，物理學上說的勢能(Energy)可以變成工作(Work)，可說就是太陽的熱能的變形。我們用煤(Coal)也作了許多工事，因為煤和水都是働力的材料。但是煤是百千萬年前，地質時代的繁茂森林埋藏在地殼中炭化之後而成的東西；也是藉日光的能力而成的。所以我們燒煤的時候，生出多量的熱勢能，可說也是古時在煤中保存的日光的勢能的變形。依此說來，石油的本源也可說是太陽勢能的變形。如此推述下去，例証很多，真是說不勝說。總而言之，大地上物事雖然很多，可說都是太陽勢能的變形。所以，有人說地球爲萬物之母，太陽是萬物之父(mother Eearth, father Sun)并不是誑話！

12. 物物相關的原理。

由以上所說，可以窺見物物相關的微妙原理的一部分；假使沒有太陽以外的星宿，就決沒有太陽，也決沒有地球，更何有生物呢？依此推論，可知無論何物的存在，沒有單靠己力的，必定要借賴周圍的東西，互相依傍，才能保持自己的生存。更進一層說，一切事物都有相互的關係的，無論在什麼時候，什麼場所，決無絕對孤立的。被覆在宇宙間的因果關係之網，是如何的廣大，微妙，複雜呵！我們可以畧略想點出來吧！

13. 勢能的濫費者

地球由太陽得來的光和熱，在地球自身想起來，真是多極了！大極了！然而從放射的總量說來，地球所得的，還不及底二十萬分之一呢！因為太陽距地球有9300萬miles之遠，地球不過是底一個小點吧了。地球以外的各天體所得到的光量，總在地球的十倍以下；其他剩餘的日光以每秒180000 miles的速率，向無限空間放散出去。由這樣看來，太陽耗費的精力之大，真可詫異！說它是勢能的濫費者確是不錯呀！

14. 不變的太陽熱

以上幾節已經說明了太陽和我們人類的關係，換句話說，太陽的勢能就是我們的生命。太陽如此的濫費精力，我們不能不關心；因太陽無節制的放散光熱，沒有補充，當然要冷卻，變成像月球般的無光，黑暗，冰冷的石塊呵。在地質時代我們尋出了冷卻的証據，知道直接受太陽支配的地球氣候，在過去時代地表有很寒冷的冰河的氣候；不過時間不長，隨就恢復了溫暖的時代，最初發生的生物，大抵還是繼續繁殖茂盛。太陽的放射力並非一定不變的，有時多，也有時少；據近來的研究，放射力有幾分是週期律的消長，所謂變星 (Variable Star) 就是好例。太陽隨着時間的進行，漸漸冷卻下去，這是不能斷定的。我們斷定他漸漸冷卻，而以地球為例，看見地球表層現在已經冷卻，凝固，因地球由太陽分出，遽然就斷定太陽也不能逃出例外，這未免太武斷了吧！以我們生存的短時間，去推測太陽的悠久，無論到何時，太陽都是以同樣的光熱放射而來呢。

15. 太陽的熱源

說明太陽的熱源的學說有幾種，現在分別述在下面

：

第一，說明太陽熱源的學說首先就是收縮說。根據這種學說，構成太陽物質的微粒(Patical)，彼此都有引力，互相牽引，趨向中心；其結果，太陽的形狀不能不收縮。這時微粒互相衝突，運動，而生出熱來。這種學說，最初在1785年是德哲 Kant 提倡的，到了1854年德國物理學者Helmholtz 將這個學說補足訂正了一下，於是一般的學者才都信認了牠。根據Helmholtz 的計算法，太陽底半徑每年短縮120 feet；所以太陽一年間因放射耗費了的熱量，由收縮可以補充牠。每年120 feet 的收縮，以太陽的巨大體積比較之，其數實在是很微小；所以用最高度的望遠鏡觀察牠，在一萬年內我們還不能看見牠收縮的變化呢。

第二種的學說，是說在空間有很遊動的小隕星(Meteoroid) 被太陽的引力吸引，落到太陽上面，遂生出熱來。本來，流星通過氣圈內，以每秒25 miles的速率，所生的熱量——甚至，假定流星為完全炭質 (Pure Car

lon)，完全燃燒着，所生的熱量，僅只及其通過氣圈所生熱量的一百倍。小隕星下降所生的熱量雖是很大，但是以爲太陽熱源的說明，非假定隕星爲我們想像不到的多不可；然而以我們底經驗看起來，事實上却並不如此。

第三就是放射性能說。太陽中有像鐳(radium)的放射性能(radioactivity)的物質分解而生熱。鐳崩壞而生出熱來，在物理學可以證明，但是太陽中有沒有這等性能的物質，尚不明瞭。不過太陽中有很多的氦(Helium)這是曉得的。氦是由放射性能元素崩壞而生出來的，雖然氦沒有放射性能，也可由其生出的道理，推想太陽必有鐳(radium)，鈾(uranium)等物質。這些物質不斷地解體，變成熱。鐳分解生出的熱量，比較以同量的炭素(C)和酸素(O)相燃燒生出來的熱量，要大260000倍。假定太陽全體八十萬分之一爲鐳，那末，現在所放射出的熱量，單由鐳分解就可以得着，這與現在的事實是相符合的；若是推到未來，再過二千年，則太陽熱量將要損去過半了；若就過去說，二千年前太陽熱量當然要

比現在的大二倍多——這是與事實相矛盾的地方。所以，此說也不能確信。

除了上面所舉的三種學說之外，還有所謂太陽內面有可燃性的物質在其中燃燒着而發生出熱來的，這說也不甚妥當。總而言之，這些學說祇可補助太陽熱源的參考，都不能單獨的說明，除了收縮說之外。

現在太陽的熱量，不見減少，依收縮學說看來，收縮到極點，至於冷卻，尚要一千萬年呢，我們可以不必抱杞憂啦！

第六章 太陽系的起源

1. 秩序的支配

太陽(Sun)是個恆星(Fixed Stars)；在牠統率之下的各個天體，如；火星，土星，地球……等叫做行星(Planet)。恆星和行星的名詞在高小的科書中就有的，無庸多事解說了。現在我們把這個恆星和數行星等所組成的太陽系(Solar System)來談談。

構成太陽系的各天體，都現出十分有規律的現象；換言之，各天體仿佛受什麼規律支配着，很有秩序的。我們試看看下舉的各種現象，就知道牠們是有規律的：

1. 各行星都有共通的迴轉中心(Center Point)；這共通的中心就是太陽。牠們各循其軌道，毫不踰越地繞着這個中心點而公轉(revolution)。

2. 各行星的軌道(orbit)，離中心點的距離雖各不同，但其形狀都是相似，略作圓狀，是無疑的。

3. 各行星的軌道不但形狀相似，而且同在一平面上，并非參差交錯的。

4. 各行星公轉時所取的運動方向都是相同的。

5. 各天體相互間的距離不是凌然無秩的，都是很配制的(relative distance)。

6. 各行星的赤道面，差不多與其軌道面是一致的。

7. 各行星的自轉方向與其公轉方向是相同的。

8. 衛星的軌道面與其母行星的軌道面幾為一致。

9. 衛星運行方向(自轉與公轉)大抵與母行星是一致的。

10. 以土星為中點(標準)，向內向外，其各行星比重漸漸增大。

11. 大行星比小行星廻轉得快。

由上舉十一現象看起來，可知太陽系之生成，決非偶然，隱然受着律之支配；換言之，各天體構成之太陽系，必有共同的起源。由此說來，那末，我們對於太陽系的生成(Origin of Solar System)不可不加以研究了。

2. Kant 底宇宙創成說

最先應用Newton 底萬有引力的法則，說明太陽系

之成因的，就是在年青時代的大哲學家 Kant 了。Kant 在1755年時，年齡還只三十二歲，對於宇宙(universe)就很懷疑，默然深思，考其生成的原因，歷了許久，纔成功他底名著Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels。他在此書中敘述太陽系的成因，大致如下：

假設今之太陽系所佔的空間，在最初的時候，完全充積着混渾的氣狀物團塊(Gaseous substance)，既沒有熱，也不運動(Motion)。後來不知經了幾許的時間，這混渾的團塊中的分子與分子間起了引力作用，互相牽引，漸漸就生了運動了；但是氣體的膨脹力又常在妨害分子的運動，因此，遂生出複雜的現象來了。我們知道分子大的，吸力也大，這是無庸解說的了。在這廣漠的混渾狀態中，較大的分子以其吸力吸收周圍較小的分子，以增大其容積；容積愈增，則吸力愈強，吸收的分子也愈多，而其容積也愈大。如此輾轉吸收，最初的大者遂變成中心核了。各個中心核盡吸其周圍之氣團，於是各中心核又起了衝突，較小的中心核不得而被併入其鄰

近的較大的中心核，而中心核之數因之減少了；所餘者乃略作圓狀進行運動，而成同方向的軌道。其中心核之最大者就變成太陽；旋繞其周圍的就是行星。

Kant 底宇宙生成說大略如此，雖不甚善，亦「勞其苦思」了。

Kant 又謂太陽之熱，是各分子凝集收縮生出來的結果。

綜觀Kant的學說，全以機械觀(力學的)作立腳點，專以物理的化學的法則說明太陽系之由來，毫不涉及神誕玄詭之談，實是極有價值的學說；可是，學理上還有許多不完全的地方：

第一，靜止的物質的系統單由吸引作用和反撥作用而能起廻轉作用，於學理上很難說得過去；

第二，氣狀物體 (Gaseous Substance) 的分子單由吸引力能接觸凝集而成核塊，亦不能不令人懷疑。

3. Laplace 底星雲說

繼Kant之後，而探討太陽系之成因者，就是法國著名的天文學者又為數學者Laplace底星雲說(nebular hy

pothesis)。Laplace 於1796年所著的『通俗天文學』書後附錄中發表其所主張的太陽系之成因的學說——星雲假說(nebular hypothesis)。此說出後，舉世學者多信仰之。此書出版較 Kant 的雖後41年，而他并未曾讀過 Kant 底書；雖然他倆底學說，大體上有相同之點，乃思想相似的結果，他并非抄襲 Kant 底學說。

究竟 Laplace 的與 Kant 的微異之點何在？欲答此問，且看 Laplace 底學說到底如何。下面就是他底假說的大概：

當最初的時候，星雲(nebular)完全是高熱的，而且分佈極廣的稀薄氣團。此氣團的運動，和現在的太陽，地球，金星……等天體的運動，廻轉相同。在最初，這偌大的星雲團因熱而膨脹，又因運動而收縮，所以仍能維持其平衡的原狀。但是經了長時間之後，熱量漸失，溫度降低，體積也隨着減小；而運轉遂增了速度。這時候，在赤道部分因運轉激烈，生出了遠心力；而重力則向內運動，生出了求心力，二力平衡，則靜止其運動。過後，熱又減少，則體積愈小，廻轉益速；於是遠心

大於求心力，而赤道部分的物質，遂分離母體，另成環狀氣體，以圍繞母體。但是，這分離後的環狀物，并非均質（Homogeneous），所以到底狀態頗不安定。後來因為運動速度過大，這個環狀物就斷裂成一片一片的小氣團，但仍繼續著運動。這斷裂了之後的，又因分子凝集而生出新團塊，就是現在的行星（Planets）。又遠心力愈大者其跑出的距離也愈遠，如天王星海王星等是。

由行星而生的衛星，也可用同樣的說明；土星至今尚有環狀物圍繞着，便是明證。

星雲團塊分生後所剩下來的，就是現在的太陽。

Laplace 底星雲說的大概，已如上述。此說在十九世紀前半期，學者多奉信。到了後半期，就生出了種種疑問，說於學理上有不合之處：

第一，他說稀薄的氣體狀物，固體般的，在空中迴轉運動，於學理上似欠圓滿；

第二，由本體脫出的環狀物碎裂後，再凝集而成行星，在說明上不十分滿足；

第三，據 Laplace 所說，留下的太陽，迴轉速度甚

大，其赤道部分向外膨脹——這兩點，與事實恰恰相反：因為太陽的迴轉速率很慢，約二十五日迴轉一次，且赤道部分膨脹也不能認出。

此外，尚有許多與事實不符的，所以此說在今日不能維持牠底原有價值了。我們固然不能完全否認其假說，不過就全體言之，合理性覺有欠缺吧了。學說非宗教教義可比，不能迷信其萬全；也無絕對的威力，強人信服。學說是事實(Fact)的從者，牠底任務是在和事實漸漸切近，漸漸親和。既成的學說與事實有相抵觸時，就可以修改牠；若抵觸過甚，則寧可推翻牠。總之，當以尊重事實為目的，所謂學說也不過是Working hypothesis，用以達到最後的真理吧了。

4. 微行星假說

關於太陽系之起源現在為多數人承認而且甚力之學說，就是美國的地質學者Chamberlin及天文學者Moulton共倡的微行星假說(Planetismal hypothesis)了。

這新創的學說，和前二說有點不同。牠底前提是：假定氣團的中央部有稍凝縮了的作緩慢運動的中心核，

其周圍有無數的小遊星(Plaretismal)差不多在一平面內作橢圓狀的運動。這周圍的小遊星中也有大小不等的核，作局部的中心；有了這種中心後，衆星雲才能集在一塊。如此，若兩個天體(小遊星)相接近時，就生出潮水狀的破壞作用(Tidal disruption)；因爲這種作用的結果，於是生出了螺旋狀的星雲(Spiral nebular)。太陽系的生成和進化，便以這螺旋狀星雲爲起點：中心部的大核就變成今日的太陽，周圍的小核就變成行星。然不論其大小如何，都有吸力，比較大的，在運行中，吸收他物以增其體積；如像雪團由山上往下滾，漸漸增大其體積一樣。

用 Laplace 底學說說明小遊星現象，很感困難；若用此說，就比較容易多了。我們試看木星與火星之間，比較其他的行星和行星間的距離要大大些；其間并無大行星，只有幾百小行星遊蕩着。這許多小行星都有不規則的軌道(Irregular Orbit)，以圍繞太陽而運行。依微行星假說的解釋，這幾百小行星可以說是未被吸收的微行星。若當宇宙生成時有比較大的核(Nucleus) 早已將

牠們吸收成一大行星了；惟其沒有，所以至今尚能保持原狀。

5. 多數的太陽系和宇宙底生物之存在

我們人類所寄寓的宇宙——太陽系的起源，已略如前述；現在我們試推想：在這廣袤無際的宇宙中，除了吾人所寄寓者外，尚有其他類似的麼？并且，在牠們的上而也富有類似的生物嗎？

我們知道星雲雖有螺旋狀(Spiral)，環狀(Ring)，遊星狀(Planetary)……許多種類，但大部分都是螺旋狀的：牠在宇宙間所佔的空間極廣，數量最多。依微行星假說的說法，我們太陽系的起源和進化，都是以螺旋狀星雲爲起點的，那末，準此就可以推知在這廣袤無涯的大宇宙間，一定還有無數的和太陽系類似的東西存在；并且，更可知其中也定有生物(living thing)存在，也不能說是不合理。本來，宇宙間有幾萬幾億的天體，在其上定有意想不到的奇奇怪怪的生物寄居其上，其智力或許強勝於我們也說不定。天體與天體之交通，現在看來似絕對不可能，但是，若再過許久的時間，科

學比現在更爲發達，能夠達到天體交通的目的，或許不是嚙語吧。

第七章 太陽系的壽命

1. 成長的停止

我們研究太陽系，最初已將牠的起源說過了。現在，要進而推測牠將來是怎樣了；就是說，太陽系以現在的狀態，能夠永久存在嗎？能夠繼續下去吧？我想，只要稍有地質學和天文學智識的人都不會作作如此的想法吧。我們試看宇宙間的萬物有哪種能夠永久維持牠底生命的？破壞和死滅是不能逃的天演公例。太陽系當然不是例外，牠也應該有一定限的壽命。

前章第四節——微行星假說中已說過，螺旋狀星雲局部的中心已吸收了附近的小行星，以增大其體積；體積增大後就成了一個行星。現在空間的小行星可以被吸收的，漸漸減少了；那末，吸收小行星的作用，就是行星的成長作用，現在當然已經停止，不能再進行了。倘若我們宇宙間沒有別的變動，則我們太陽系中的各個行星自然無增大的希望，就是太陽的自身也難逃例！

2. 太陽的衰滅

像地球這樣很大的質量，能夠發生一種重力——引

力——以維持牠底氛圍氣(Atmosphère)的飛散，因之，地表才能發生生物，而保育之。但是；這種氛圍氣能不能夠永不飛散呢？生物能不能永保其發育呢？這兩個問題與太陽底生命的消長，有很密切的關係。若是太陽能夠永遠維持牠底現狀；那末，地球也自然能夠永久維持牠底現狀。

照前章所說，我們的太陽再過數億或數十億年，該不會像月球般的冷卻而變成岩塊吧。我們試抬頭向空中望去，就見有幾萬萬本體能發光的恆星在那裏閃爍着；這閃爍的恆星，就是其他的太陽系了。因此，可以推量太陽底生命是很悠久的；假使牠底生命比較的短（就是發光期短），那末，天空中決沒有如此其多的發光的恆星了。

從今以後，太陽的生命能維持到何時，我們很難預為斷定；但是依理推測，太陽總有失光的一天。到那時候，世界自然成了個晦冥的世界了；所謂太陽啦，行星啦，月球啦，這些東西都不能看見，所能夠看見的不過是很渺冥很遙遠的星光了。這時候，色彩，形像，熱，聲……當然也是沒有的了，所有的是為我們所想像不到

的黑暗，寒冷，沈默，可怕的一個世界；在這個世界裏的生物自然是無生存之可能。所以太陽系若一達到了衰滅期，則必變成冰冷的殘骸在大宇中盲目的運動着。

3. 太陽系的破壞

前節說了太陽系的衰老即入於死期的原因是由於冷卻失光而至的。此外，太陽系與其他天體接近而起衝突時，則必全體或一部分被破壞，裂為粉碎。在這時候，因摩擦的緣故，必定要生出我們想像不到的熱量，使牠又進了混渾狀態，而成功星雲團塊了。不說衝突，只單就天體與天體接近時，依微行星假說一節中所說，也要生潮水破壞力(Tidal disruption)，使天體變成碎塊，而為『微行星小隕星』(Planetismal Meteoroid)。這時，太陽系也要受着影響，將舊的完全改造，另組成一個新的太陽系。照這般說法，天體間有這種接觸和衝突的機會，而生成螺旋狀的星雲，也不能說是沒有，不過稀少吧了。

4. 宇宙的生活輪迴

太陽系的破壞，或在光的命脈未消失以前，或在消

失以後，現在實難預爲斷定；不過牠總有破壞的一天，這話已於前章說過。太陽系的破壞，我們可以視爲牠底新轉機，再開始牠底新生命。換句話說，太陽系自生成以來，經了很長的時間，其運命必將告終；破壞後，又變成 Planetesimal meteoroid 和 nebula，以恢復牠底原始的星雲狀態；由這種狀態作出發點，再開始牠的建設和進化的時代，而又構成新的太陽系。

由星雲成爲太陽系，由太陽系又返進到星雲，如此轉環往復，完全成爲輪迴作用，并無停止，是謂之宇宙的生活輪迴 (Life cycle of universe)。生活輪迴 (Life cycle) 原爲生物學 (Biology) 上的名詞，我們也可以應用到宇宙上面來。生物由孢子或卵子生成長大之後，變爲父母，父母又產卵或孢子以繼續牠們底生命；生物學上叫這種現象爲生活輪迴。這種現象我們應用到太陽系的變遷消長，真是適當不過了。

本來宇宙間的事事物物，沒有一瞬間是在同一狀態，而不變化的。一切萬物差不多都在流轉變化，相鄰的一瞬間不是在同一的狀態，是在流轉的。這種流轉的狀

態并不是直線的，乃是圓形的；換句話說，就是循環的流轉。

這種循環流轉的方式，并不是同樣的，牠經過的途徑(Path)是不同的。新的和舊的雖為循環，但牠們的內容很有區別；假使牠們的形相同，但是牠們的質必有變異。換句話說，這種循環并不是膠著一個場所的循環，乃是不斷地流轉和流動的循環。為容易明瞭起見，仍引生物學上的例子做說明：

人類的生活循環，是由卵子變成父母，又由父母產卵子，再由卵子變成父母……他們的形式差不多是：卵——→父母——→卵——→父母——→卵——→父母……像這種形式在順序上是一樣的，但是就循環上說是不同的，乃是世代的循環。換句話說，就是要變成父母……子……孫……曾孫……的意思。試將各循環比較一比較，在形質上環境上都不相同，十人有十種，百人有百種……因各個而不同。這種關係可以用到太陽系上去。由此，可知宇宙間的事事物物都是流轉循環的。

——宇宙終——

1925年暑中完稿於
武昌大學地學會