

第34回清陵サイエンスフォーラム21～未来をひらく知の誘い～

日時 2011年1月22日(土) 9:30～12:10
場所 諏訪市文化センター ホール
講師 吉田直紀 (よしだ なおき) 先生
 東京大学数物連携宇宙研究機構特任准教授
演題 「暗黒宇宙に生まれる星、銀河、ブラックホール」

1.吉田 直紀 先生の紹介

東京大学数物連携宇宙研究機構特任准教授

研究分野は、観測的宇宙論、星-ブラックホール-銀河-大規模構造の形成、暗黒物質の素粒子的性質などの宇宙物理学、大規模数値計算。

とくに注目すべき成果は、吉田先生が代表を務める研究グループがスーパーコンピュータを用い、シミュレーション上で宇宙を「進化」させるという革新的な手法で、理論的に、すなわち数式で、「宇宙で最初の星が生まれる様子」を詳細に解明することに成功したことです。

今年度の4月放映のNHKスペシャル(『ハッブル宇宙望遠鏡 宇宙の始まりに挑む』)でも紹介されていましたが、吉田先生の研究のコンピューターシミュレーションの規模は世界に例がないほど困難で精密さを必要とする、大変大規模なものだったそうです。

研究者生命をかけて取り組み、成果が出るのに7年かかったそうです。その成果が実り、世界で初めての初期宇宙形成の詳細なシミュレーションを成し遂げたのです。

この研究成果は最高峰といわれる科学雑誌『Science』紙にも掲載されました。

今回のサイエンスフォーラムでは、今、天文学の世界で非常に注目されている吉田先生に、宇宙研究の最先端のお話をお聴きしたいと思います!!

**吉田先生の略歴**

東京大学工学部航空宇宙工学科卒業。東京大学大学院工学院研究科修了(工学修士)後、ミュンヘン大学大学院よりDoktor der Naturwissenschaften(日本の理学博士に相当)、米国ハーバード大学天文学科研究員、名古屋大学大学院理学研究科素粒子宇宙物理学専攻助教などを経て2008年より東京大学数物連携宇宙研究機構特任准教授となる。

主な受賞

日本天文学会研究奨励賞(2006)／国際純粋応用物理連合Young Scientist Prize(2008)

最近では、テキサス大学でBeatrice M. Tinsley Scholarという賞も頂いております。

主な著書

シリーズ現代の天文学4巻、14巻(共著、日本評論社、2007)／『宇宙137億年解読』(東京大学出版会、2009)／『宇宙を見る新しい目』(共著、日本評論社、2009)／数学セミナー別冊「宇宙はどこまでわかったか?」(共著、日本評論社、2010)

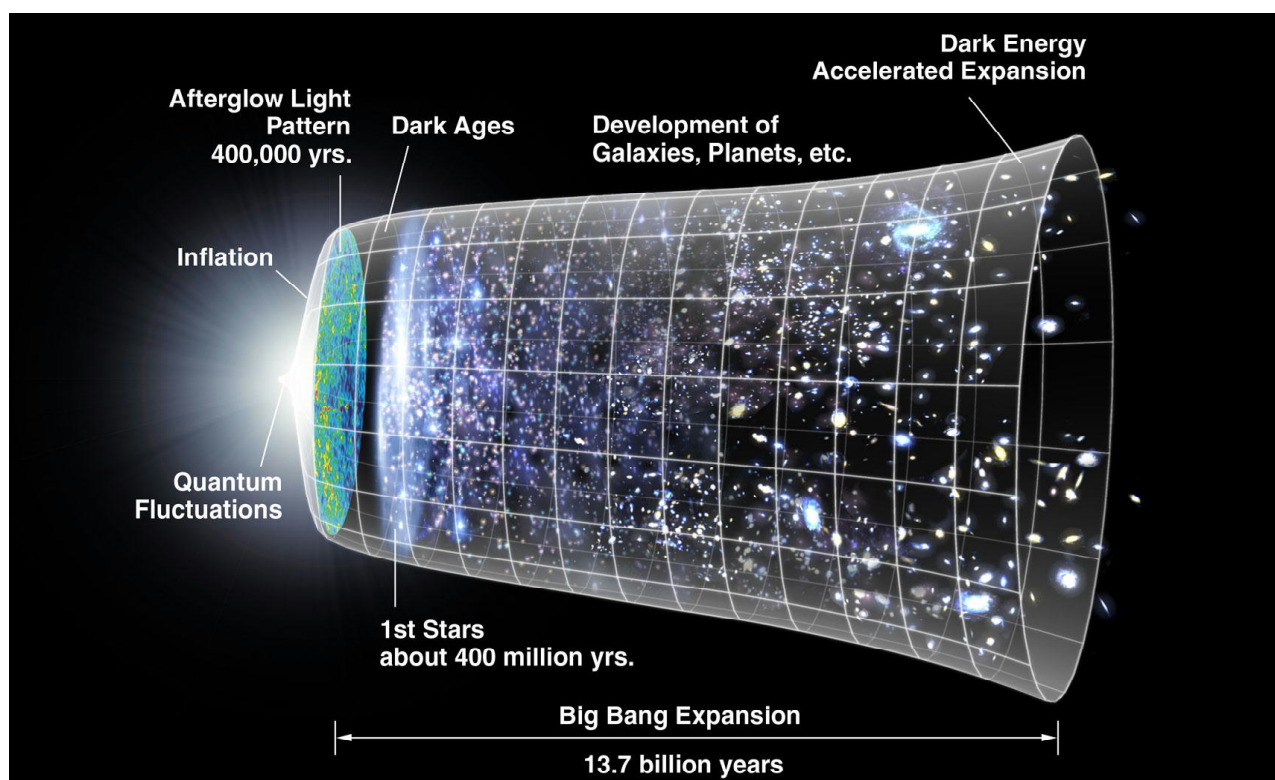


銀河団に付随する暗黒物質の存在証拠、重力レンズ現象。この中にある明るい部分の多くが、銀河団を構成するメンバー銀河である。よくみると小さな円弧上の明るい部分がたくさんあり、それらは図のほぼ中央をとりかこんでいる。銀河団にある大量の暗黒物質が「重力のレンズ」となって、もっと遠くにある銀河の形を変えてしまう。

2.具体的な研究内容



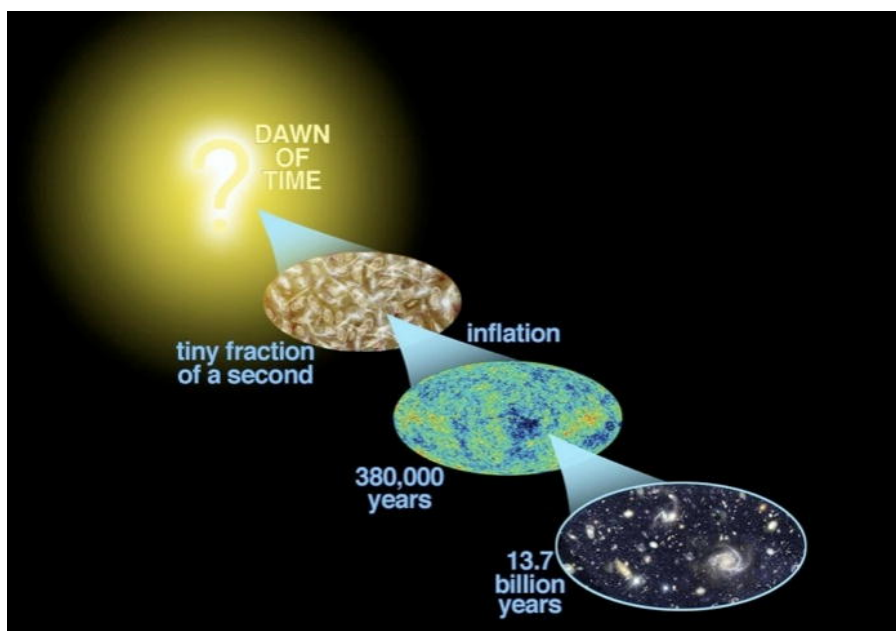
2009年のハッブル宇宙望遠鏡の修理とそれに伴う性能アップにより、現在、私たちは131億年前までの宇宙の様子なら確認できるようになりました。しかし、それより前、理論上（計算上）では137億年前だと言われる宇宙の誕生から131億年前までの約6億年間は、どのように宇宙が形成され、進化していったのかがわからない「暗黒時代」でもあるのです。すなわち、これ以前の宇宙の過去には、現在の我々の技術では「さかのぼれない」のです。



その宇宙誕生後の「暗黒時代」の謎の解明に、望遠鏡で「過去をさかのぼる」のではなく、数式によって、宇宙の誕生からビッグバン、そして現在までの宇宙の形成を、「時間を下って」解き明かそうと挑み続けるのが吉田先生なのです。先生の研究は、あまりにも複雑で高度な計算を必要とするものであると考えられていたため、コンピュータによる計算は、どんなに高性能のコンピュータであっても何年もかかってしまい、場合によっては計算さえも終わらないと、多くの研究者にさじを投げられていました。しかし、吉田先生はそんな勇気も根気もいる計算に挑み、宇宙誕生から最初の星が生まれるまでの計算を、わずか7年（しかし、7年間も！ですね）ではじき出してしまったのです。そして、その解析結果は、ハッブル宇宙望遠鏡などによる最新の観測結果と物の見事に一致する結果となったのです。

では、吉田先生が研究なさっている内容とは、いったいどのようなものなのでしょう。

（※参考文献は吉田先生のものを利用しています。）

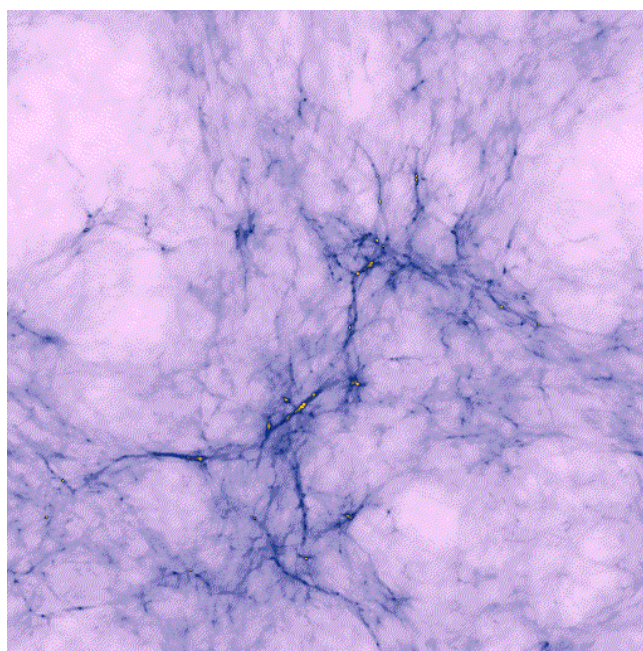


最初の星はどのように誕生したのか

宇宙誕生からおよそ38万年後、宇宙を飛びかう光と電子や原子との衝突がなくなり、宇宙が晴れあがったときには、まだ星や銀河といった光輝く天体はどこにも存在せず、水素とヘリウムという最も単純な元素がまじった薄いガスが漂っているだけだったようです。

吉田先生は、文字通り暗黒の宇宙だった宇宙初期に生成されたほんのわずかな物質の分布的な揺らぎが、その後膨張を続ける宇宙の中で成長し、天体形成へと至る過程を研究しています。水素やヘリウム、暗黒物質に働く重力、銀河間ガスに起こる化学反応などの基礎的な物理過程といった、宇宙を成り立たせているほとんど全ての方程式(107もの数式!!)を取り入れた大規模数値計算によって「初期宇宙の実験」を行なっています。

そして、最新の結果からは、宇宙がおよそ3億歳のころには最初の星が誕生したのだろうと分かってきました。右の図はその頃のガスの分布をあらわしています。一辺がおよそ10万光年という、宇宙全体からみればとても小さな領域です。網目のような構造の節にあたる場所(右の図で中央やや下の部分)では分子ガス雲という、「星のゆりかご」がすでにできあがっています。

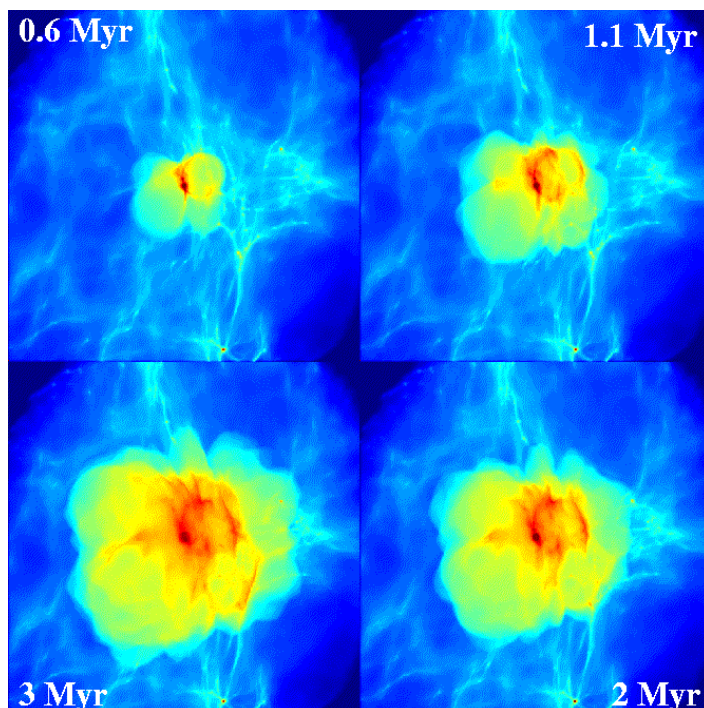


初期宇宙で星を作る原始ガス
(National Geographic サイト)

巨大な星から放たれる最初の光

最初の星が誕生したとき、暗黒の宇宙に光が放たれます。光りかがやく宇宙がはじまるのです。最新の理論とコンピューターシミュレーションの成果によれば、宇宙で最初の星たちは非常に大きく、太陽の数十倍から数百倍の質量をもっていたと考えられています。それほど大きな星は表面がとても熱く、温度はおおよそ10万度ちかくにもなります。熱い星の表面からはエネルギーの高い光、紫外線が放出され、まわりの水素やヘリウム原子から電子をたたき出します。たたき出された電子はあたりを飛び交い、衝突を繰り返してまわりの原子にエネルギーを与えます。こうして、最初の星は宇宙を照し出すだけでなく、冷えきった宇宙空間をふたたび暖めるのです。

下の図は、中心付近で生れた最初の星から光が放たれ、周辺を暖めていく様子をあらわしています。



最初の大爆発

質量が太陽の何十倍もある大質量星はその一生の最後に大爆発をおこします。超新星爆発です。膨大なエネルギーを解放し、星の中でつくった重元素をあたりに撒きちらします。「宇宙の重元素汚染」などともいいますが、これが無ければ宇宙は単純な元素に満たされているままで、そこから太陽や地球、そして私たち自身も生れることはなかったのです。

下図の中の赤いつぶつぶは、鉄や炭素、ケイ素を含んだガスです。これらが爆発により毎秒およそ100キロメートルから1,000キロメートルの速さで吹き飛ばされています。このような超新星爆発が宇宙のあちこちで起こり、次の世代の星や惑星誕生に必要な材料を作り出したと考えられています。

