

第41回 ATI 公開フォーラム

公益財団法人 新世代研究所
公開講座

『日本美術の恩人たち』

— 「ボストン・オリエンタリスト」写真に写っていたのは誰か—

伊藤 泰雄

杏林大学医学部 名誉教授

『宇宙の始まりに挑む』

村山 齊

東京大学国際高等研究所
カブリ数物連携宇宙研究機構 教授

2018年12月15日（土）
御茶ノ水 ワテラスコモンホール



公益財団法人 **新世代研究所**

FOUNDATION ADVANCED TECHNOLOGY INSTITUTE

— 目 次 —

◇ 開会あいさつ	伊達 宗行	1
◆ 日本美術の恩人たち		
「ボストン・オリエンタリスト」写真に写っていたのは誰か		
	伊藤 泰雄	3
◆ 『宇宙の始まりに挑む』	村山 斉	27
◇ 閉会あいさつ	新庄輝也	55

開会あいさつ

理事長 伊達 宗行



皆様、こんにちは。12月のご多忙の折にもかかわらず、非常に多くの方にお集まりいただきありがとうございます。大変うれしく思います。

主催者である我々のことを簡単に紹介申し上げておきたいと思います。公益財団法人新世代研究所は、既に30年を超える歴史を持っており、主なミッションは、科学技術の振興であります。

そして活動当初より、セイコーインスツル株式会社のお世話になっており、活動資金は100%同社の公益目的寄付で賄われております。

現在、当財団がフォーカスしている科学技術はナノサイエンスでございます。科学技術振興としての事業活動は、研究会の企画運営と若手研究者の助成の2本立てで運営されております。我々は更にもう一つの社会貢献もおこなっており、それが公開市民講座です。本日は、知的好奇心の赴くままに知的感動を呼ぶ2つの講演をお願いいたしました。

今回、これだけの皆様に聞いていただけることは、我々も大変喜びとするところであります。どうぞ皆様、ぜひ本日のお話をエンジョイして下さい。今回既に第41回の開催になっておりますが、我々も皆様のご賛同のもと、さらに発展を考えてまいります。どうぞよろしくお願いいたします。

簡単ではございますが、挨拶とさせていただきます。
ありがとうございました。

講演者 伊藤 泰雄 氏 紹介

専務理事 久良木 博史

伊藤先生は、1968年に慶應義塾大学の医学部を卒業され、同大学にて医学博士を修められました。卒業後は、横須賀米国海軍病院にインターンとして勤務され、そこでアメリカの最先端医学を学ばれました。現在は、杏林大学の名誉教授、そして武蔵野徳洲会病院の小児外科部長でいらっしゃいます。

先生は学生時代から外国への憧れが強く、大学2年時に英語の通訳案内業の免許を取られ、アルバイトで外国人観光客の案内をされていたそうです。必然的に留学への夢を強く持たれることとなり、1974年からアメリカ東海岸のマサチューセッツ総合病院小児外科で、研究員として研さんを積み、アメリカ小児科学会外科部門のレジデント最優秀賞を1976年に受賞されました。今日の講演内容は、マサチューセッツ総合病院に勤務していたビゲロー家3代にわたる医師の功績に、興味を持たれたことに端を発しているとのことでした。

先生の御祖母が、日本画の横山大観画伯の又弟子だったことから、先生は日常的に日本画に接する機会も多く、ご自身も大学時代は美術部に所属され、油絵を習われたそうです。ご講演をいただく明治時代の美術に関係するご興味も、そのような家庭環境の影響があったのではないかとのことでした。

先生は、神奈川県茅ヶ崎育ちで海が大好き。長年勤務された杏林大学を定年退職された後、66歳で小型船舶操縦免許を取得され、毎年夏には初島までクルージングを楽しまれるという、大変活動的な一面もお持ちでございます。また、先生は外科医を選択されましたが、その理由は、内科医は手術ができないが外科医は手術をしない選択ができるから。なるべく手術をしない方法を考えて、やむを得ない時だけ手術をすることを心掛けてこられているそうです。

何事も先入観にとらわれることなく原点に立ち返って考えるという、医学研究の長年の習慣を土台としてお持ちで、今日の講演内容も、一次資料に立ち返り探求を重ねることで、明治美術史の既成概念を変えることになったそうです。さて、どんな既成概念が覆され、新しい事実があぶり出されたのでしょうか。大変興味深い探求の経緯とその結果をお聞きしたいと思います。

日本美術の恩人たち

— 「ボストン・オリエンタリスト」 写真に写っていたのは誰か? —

杏林大学医学部 名誉教授

伊藤 泰雄

講演内容は三つの話題で構成されています。第 1 部で日本美術の恩人たちとして 4 人の人物についてお話し致します。彼らはボストンにゆかりのある人達だったのでボストン・オリエンタリストと呼ばれています。下の写真がその 4 人が写っているとされてきた写真で、左からエドワード・モース、岡倉天心、アーネスト・フェノロサ、ウィリアム・ビゲローと言われてきました。



しかし、日本の研究者達は、この日本人は岡倉の顔ではないと疑問を呈していました。そこで第 2 部で、この 4 人を顔認証で分析した結果をお話し致します。そして、第 3 部で顔認証関連の話題ですが、最近岡倉天心の少年時代の写真が見つかりましたので、そのことをお話ししたいと思います。まずは、私がこれらの事を調べ始めたきっかけからお話し致します。



—第1部—

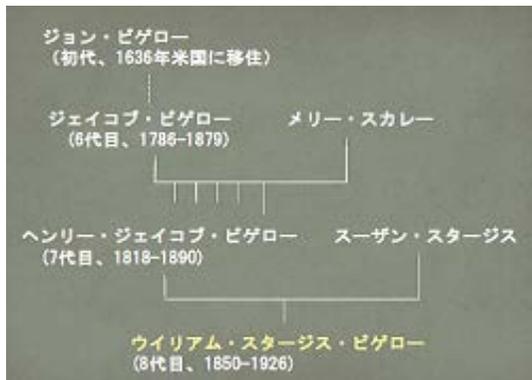
ボストン美術館へ大量の日本美術品を寄贈した
外科医ウィリアム・S・ビゲローの数奇な人生

私は1974年から2年間、ボストンの Massachusetts General Hospital という病院に留学しておりました。以後、MGH と呼ばせていただきます。MGH はハーバード大学の主要な教育病院で、開設は1811年です。右は現在の病院正面です。この病院は世界で初めて、エーテル麻酔による公開手術が行われた病院として有名です。



それから40数年も経った2006年のある日、私はボストン美術館所蔵肉筆浮世絵展に関する新聞記事を目にしました。そこには「今から約100年前、3万点に上る浮世絵が太平洋を渡った。買ったのは米国ボストンのウィリアム・ビゲローという裕福な外科医。大の日本好きだったビゲロー氏の私生活は謎めいていて、分かっているのは当時のセオドア・ルーズベルト大統領の親友だったことくらい。」と書かかれていました。その時、私はMGHにビゲローという名のついた講堂があったのを思い出しました。MGHに名を残したビゲローと日本で美術品を蒐集したビゲローは同一人物なのかどうかについて興味を持ち、調べ始めました。

インターネットでビゲロー家のファミリー・サイトをたどってみると新聞に載っていたウィリアム・ビゲローとはウィリアム・スタージス・ビゲローのことで、父親がヘンリー・ジェイコブ・ビゲロー、祖父がジェイコブ・ビゲローで、3代にわたりMGHに勤務していたことが分かりました。しかしウィリアム・スタージス・ビゲローはMGHに2年間しか勤務しておらず、MGHに名を残したのは父親か祖父と考えられました。



先ず祖父、ジェイコブ・ビゲローの略歴ですが、牧師の家に生まれていますので決して裕福であったとは思えません。彼はハーバード大学を卒業後、アメリカ最古の医学校であるペンシルバニア大学医学校に進み、卒業後、ボストンに戻りMGHの内科医師になります。その後の経歴はハーバード大学の植物学講師、薬物学教授、そして物理学教授と多彩です。

彼が植物に詳しかったのは、当時の薬は薬草だったからです。彼は「アメリカの薬用植物」という学術書を3冊出版しています。この本には60枚の美しい彩色画が掲載されていますが、3枚を除いて彼自身がスケッチしたものといわれています。カラープリントの図版としてはアメリカ初で、印刷方法はアクアチントという銅版画の一種ですが、印刷機は彼自身が考案したということです。

ジェイコブは教会も設計するなど技術にも造詣が深かったため、ハーバード大学の物理学教授も兼任していました。彼は10年間の講義録をまとめて、「エレメント・オブ・テクノロジー」という500頁を超える本を出版しています。彼は多岐にわたる内容のテーマについて述べるために、本のタイトルにテクノロジーという言葉を用いました。テクノロジーの語源は「技・学」ですが、彼は「実用を目的とした科学知識の技術応用」と定義しました。彼の定義したテクノロジーという用語は、現代でもほぼ同じ意味で使われています。講演主催者の新世代研究所(Advanced Technology Institute)にもこの言葉が使われており、とても便利な言葉だと思います。

次に父親ヘンリー・ジェイコブ・ビゲローの略歴です。ハーバード医学校を卒業後 ロンドンに留学し、1846年に帰国後MGHの外科医になっております。この年の10月、MGHで世界初のエーテル麻酔による公開手術があり、

次に父親ヘンリー・ジェイコブ・ビゲローの略歴です。ハーバード医学校を卒業後 ロンドンに留学し、1846年に帰国後MGHの外科医になっております。この年の10月、MGHで世界初のエーテル麻酔による公開手術があり、

Jacob Bigelow (1786-1879)



- 1786年: 牧師の息子として出生
- 1806年: ハーバード大学卒業
- 1810年: ペンシルバニア大学医学校を卒業
- 1812年: MGH 内科医師
- 1812-15年: ハーバード大学の植物学講師
- 1815-55年: ハーバード医学校の薬物学教授
- 1816-27年: ハーバード大学の物理学教授



- アメリカ薬用植物図鑑 (カラー図版付き) (1817-20, 3巻発刊)
- 洋種朝鮮朝報
- アメリカ人参

Henry Jacob Bigelow (1818-1890)



- 1837年: ハーバード医学校卒業
- 1846年: MGH 外科医
- 同年: エーテル麻酔の公開手術に立ち会い、論文「吸入麻酔による外科手術中の無痛」を発表
- 1847年: 富豪の娘スーザン・スタージスと結婚
- 1849年: ハーバード医学校の外科教授

彼はこれに立ち会っています。そしてわずか1か月後には「吸入麻酔による外科手術中の無痛」という論文を発表しています。このことは彼が公開手術に先立ってエーテル麻酔の重要性にいち早く気付いていて、あらかじめ論文を準備していたことを窺わせます。彼の論文は、New English Journal of Medicine という質の高い医学誌の発刊 200 周年記念事業で「医学に最も影響を与えた論文」に選ばれております。彼は東洋貿易で富豪となったスタージス家の娘スーザンと結婚し、ボストン・ブラーミンと呼ばれるボストンの上流社会に仲間入りします。さらにハーバード医学校の外科教授となり、名声を博します。

エーテル麻酔による公開手術の様を描いた絵です。麻酔をかけているのが歯科医モートン(*)で、外科医ウォーレン(**)が患者の頸部から腫瘍を摘出しています。ヘンリーはモートンとウォーレンの間から顔を覗かせています(↓)。この時、ヘンリーは28歳の若さですが、ヘンリーの立ち位置からも彼がこの公開手術で重要な役割を担っていたことが示されています。



晩年、ヘンリーは柔軟性を欠き、理事会とも対立して自ら辞表を提出しています。しかし病院はそれまでの彼の功績を称えて、当時手術を供覧していた階段教室の入口にはヘンリー・J・ビゲローの名を刻んだ真鍮製のプレートを架け、室内にはブロンズの胸像を設置しました。従って私の記憶にあった MGH に名を残したビゲローとは父親ヘンリーだったこととなります。

次に、ウィリアム・スタージス・ビゲローの略歴①です。彼は3歳の時、母親と死別しています。母の死因は砒素を服用しての自殺でした。そんなこともあってか、彼の性格は内気で感受性が強い子だったようです。彼はハーバード

William Sturgis Bigelow (1850-1926) 略歴①



- 1853年: 3歳で母と死別
- 1871年: ハーバード大学卒業
- 1874年: ハーバード医学校を卒業
パスツール研究室に留学
(パリではジャポニスムが流行)
- 1879年: 帰国
父親に誘われてMGHの外科医になる。
- 1881年: 精神的に破綻、パリに逃避。
- 1881年: エドワード・モースによる日本に関する連続講演に魅了され、日本行きを決断。

ハーバード大学卒業時

医学校を卒業後ヨーロッパに留学しますが、最後の2年間はパスツール研究室で細菌学を学びました。当時のパリはジャポニズムが流行しておりスタージスもパリで日本刀などを蒐集しています。

帰国後、彼はボストンに細菌学研究所を立ち上げようとしますが父親に反対され、説得されて MGH の外科医になってしまいます。しかしわずか2年後には精神的に破綻し、パリに逃避し、日本美術品を蒐集するなど気ままな生活をしておりました。母親が彼に残した莫大な遺産の利息のおかげで彼は働かなくても生活で来たのです。

1881年の冬に、エドワード・モースがボストンで行った日本に関する連続講義を聞いたビゲローは非常に感銘を受け、モースを説得して約半年間の日本旅行を計画することになります。

ここで一旦話を、明治初期の日本の状況に戻します。1868年(明治元年)、政府は、神仏混淆であった寺社に対して「神仏分離令」を布告しました。この布告はこれまで優位にあった仏教に反発する神職や住民によって寺の建物、仏像、仏画などの打ち壊しに発展しました。これが「廃仏毀釈」で、破壊は瞬間に全国に波及しました。奈良の興福寺では僧侶のほとんどが神職に移り廃寺にしたため、壊された伽藍から集められた金剛力士像、阿修羅像、無著・世親(むちやく・せしん)立像などが1か所に集められ、無残な姿をさらしています。これらは現在いずれも国宝となっています。



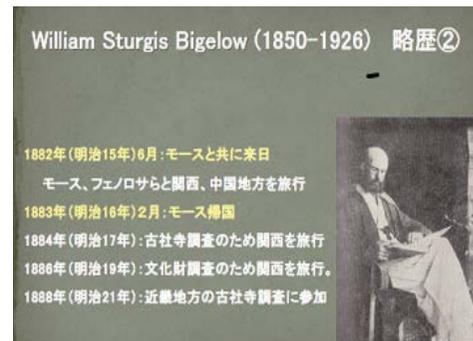
そんな時にモースは進化論の研究で使うシャミセン貝の採集のために3か月の滞在予定で日本にやってきます。モースは横浜から東京に向かう電車の窓から、線路脇に貝殻の堆積があるのを見て即座に貝塚であると見抜きます。これが大森貝塚の発見です。当時、東京大学は総合

大学として発足してから間もなく、動物学の教授を探していました。文部省はモースの学識と人柄を見込んで、彼に2年間の動物学教授を要請しました。モースはこれを受け入れ、大学はモースのために江の島に臨海実験所を設置し、大森掘を全面的支援しました。また彼は明治政府の近代化政策で日本の伝統的な文化が失われていくのを憂い、貝塚の出土品がきっかけで陶磁器の蒐集を行うようになりました。

東京大学教授になったモースに、大学は、政治、経済、哲学の教授推薦を依頼しました。そしてモースが推薦したのがアーネスト・フェノロサでした。彼は大学で哲学を専攻し、卒業後、ボストンの美術学校で油絵を学んでいました。彼はモースの推薦を喜んで受け入れ来日しました。彼は講義の傍ら、日本の伝統的な美術に深い関心を寄せ、美術品を蒐集する一方、狩野派に入門して鑑識眼を養い、日本美術の鑑識で第一人者になりました。彼は日本で生まれた長男に「カノー」という名を付けています。

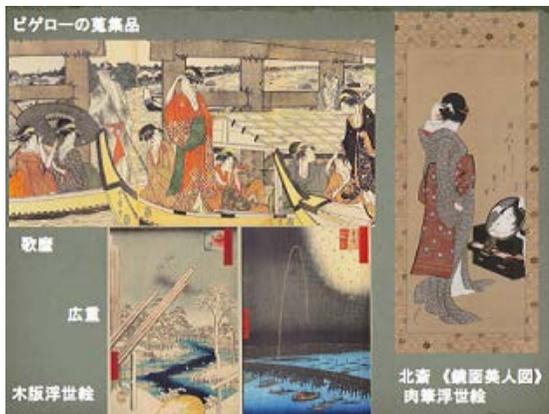
彼の教え子に岡倉覚三がいました。岡倉（後の天心）は英語が堪能だったためフェノロサの講義、講演、調査旅行などで通訳を務めました。18歳で東京大学を卒業すると岡倉は文部省に入り、フェノロサの影響で日本の文化財保護に目覚めます。

このような状況の時に、ウィリアム・スタージス・ビゲローはモースに同行して来日します。モースの今回の旅行目的は自分が館長を勤めるボストン郊外のピーボディ博物館に収蔵する日本の陶器や民具を蒐集することでした。



モース、フェノロサ、ビゲローは、早速関西、中国地方を旅行し、陶器、絵、刀など思い思いに美術品を購入しました。

1883年2月にモースは帰国しますが、ヒゲローは、すっかり日本の生活が気に入り、その後7年間日本に残ることになります。彼が住んでいたのは現在の駿河台2丁目ですから、この会場の近くです。フェノロサと岡倉は文部省の仕事で度々、奈良、京都に古社寺調査や文化財調査に出かけますが、いつもビゲローも同行しています。彼は、寺社で壊れた文化財があるとお金を寄進して修理させています。また彼は生活が困窮していた狩野芳崖、橋本雅芳など日本画家の生活費や画材を支給しています。



彼は、始めは刀ばかり蒐集していましたが、フェノロサの影響で、次第に蒐集の範囲を絵画にまで広げていきました。特に彼は浮世絵を積極的に買い始めます。木版浮世絵は海外にも出回っていましたが、肉筆浮世絵はまだ輸出されずに日本にありました。彼が蒐集した浮世絵は木版が3万点を越え、

肉筆は700点以上あり、非常に価値が高いものです。

来日時のビゲローは少年期に母を失った喪失感をずっと引きずっていて精神状態は不安定だったと思われます。フェノロサも来日直前には父が海に投身自殺しています。そんな2人は、哲学と共通点が多い仏教に次第に傾倒していきます。

2人は岡倉の紹介で大津市にある天台宗の三井寺別院、法明院住職桜井敬徳阿闍利から教えを受け、二人は受戒し（仏教徒になる誓いの儀式）スタージスには月心（げっしん）の法名が与えられました。この写真は僧衣姿のビゲローです。





1889年(明治22年)2月東京美術学校開校
岡倉覚三が幹事、翌年校長に就任
フェノロサが美学、美術史の教員となった。

岡倉とフェノロサはかねてより美術学校開設に向け奔走していましたが、1889年2月、ついに上野に東京美術学校が開校し、天心が学校の幹事、翌年は校長となります。フェノロサも東京大学から移籍し、美学、美術史の教員になりました。

1889年、父ヘンリーが馬車の転倒事故で重傷になったため、ビゲローは帰国します。翌年、父親が死亡するとビゲローは父からボストン美術館の理事職を引き継ぎました。ボストン美術館は1876年、アメリカ100周年の記念事業としてボストン市民有志によって建てられたものです。彼は日本から持ち帰った4万点を超える美術品を寄託し、理事としての発言力は強いものになりました。



ボストン美術館 (1876年、独立100周年を記念して開設)
1889年12月、ビゲロー帰国。
父親死去に伴い、ボストン美術館の理事職を継承。

フェノロサは1890年に任期満了で帰国し、ヒゲローの斡旋でボストン美術館の初代日本美術部長に就任します。しかしフェノロサは妻と離婚し、助手のメアリーとニューヨークへ逃避して結婚するというスキャンダルを起こして、美術部長を解任されてしまいます。

岡倉はというと、1898年東京美術学校の洋画派との対立から校長を辞職し、横山大観らと日本美術院を設立して、日本画の刷新を目指しました。この時、ビゲローは日本美術院の設立準備基金として一万ドル(現在の換算で約4億円)を寄付しています。

一方、フェノロサが日本の美術品目録を完成しないまま辞めてしまったため困っていたビゲローは、1905年岡倉にボストン美術館顧問を要請しました。岡倉はこれ



1898年(明治31年)、岡倉は東京美術学校の内紛から校長を辞職。横山大観らと日本美術院を設立し日本画の刷新を目指す。ビゲローが1万ドル(現在の換算で約4億円)を寄付

1905年、ボストン美術館の顧問に就任
1910年、中国日本美術部長に就任

ボストン美術館中庭にて
(1905-7年)

を受けてボストンに渡ります。前ページの写真はその頃ボストン美術館の中庭で撮影された岡倉です。岡倉は2010年中国・日本美術部長となり、死去するまでボストン美術館に在職しますが、この間、日本美術院の運営とかけ持ちだったためボストンと日本との間を頻繁に往復する生活でした。



1904年、日露戦争が勃発すると、政府は司法大臣金子堅太郎を内密に渡米させ、講和条約締結に向けての裏工作を行わせました。この時、ヒゲローは親友であるルーズベルト大統領に金子を紹介して紛争の調停を依頼しています。金子堅太郎と日本側全権大使、小村寿太郎は

ともにハーバード大学ロー・スクールの卒業生で、二人が表裏一体となって講和条約締結に導きます。ルーズベルト大統領には講和条約締結の功績でノーベル平和賞が授与されています。

1909年、日本政府はヒゲローに、民間人に与えられる最高の勲章である勲3等旭日勲章を授与します。叙勲理由は、日本の美術品の保護に尽力し、日本の美術を世界へ紹介した功績によるものでした。しかし推薦文を書いているのが 外務大臣小村



寿太郎であったことから、政治的な功績も含まれていたと思われます。1926年、ヒゲローは前立腺手術を受けた後、脳出血を起こして死亡しました。76歳でした。彼の葬儀はボストンの教会で行われ、郊外の墓地に埋葬されました。昨年私は墓地を訪れましたが、彼の墓はヒゲロー家の墓所ではありませんでした。管理事務所で聞くと別の場所を教えてくださいましたが、そこは母方スタージス家の墓所で、イニシャルW. S. B. と生年、没年のみの簡素な墓石でした。隣にはやはりイニシャルS. S. B. と没年のみの、母親スーザン・スタージス・ヒゲローの墓がありました。



1926年前立腺手術後に脳内出血で死去
 ポストン郊外の墓地に埋葬されたウィリアム・スタージス・
 ビゲロー(W.S.B.)の墓。隣は母親(S.S.B.)の墓



1928年、遺言によって遺骨の半分が法名院に埋葬され、
 法要が営まれた。隣はフェノロサの墓

遺言によって遺灰の半分は、1928年法名院に埋葬され、盛大な法要が営まれて
 おります。隣にはフェノロサの墓があります。

下の写真が現在のポストン美術館です。昨年行った時にはちょうどビゲロー・
 コレクションの浮世絵、国貞、国広展が開催されていました。美術館の裏手には
 岡倉天心を記念する天心園という日本庭園があります。



現在のポストン美術館

日本庭園(天心園)

—第2部—

ローエル天文台にあったポストン・オリエンタリスト写真の原版 写っていたのは誰か？

第1部でお話した内容を、私は一昨年、日本病院会雑誌に投稿いたしました。
 そして投稿前に、東京芸術大学資料室にいらした故吉田千鶴子先生にみて頂きま
 した。すると吉田先生は、1882年に撮影されたとされるポストン・オリエンタリ
 ストの写真をご覧になって「この日本人は岡倉ではありません」と仰いました。
 そこで私は日本人を「通訳？」と書き換えたのであります。

確かによく知られている岡倉の18歳の顔と24歳の顔の間に、問題の日本人の顔写真を当てはめてみると違和感があります。それではこの日本人はいったい誰なのか疑問として残りました。そこで私はこの写真の原版がどこにあるのかを探し始めました。これまでこの写真を使用してきた方々に原版はどこにあるのかを問い合わせもしましたが、どなたもご存知ありませんでした。

ところが、一昨年末にボストン在住の知人がこの記事の切り抜きを私に送ってくれました。これは



Collecting Hokusai というボストン美術館の北斎展の紹介記事です。ここに例の写真が使用されていますが、いままでの写真と違って非常に鮮明であるのに気付きました。そこで記事を書いた Roger Warner 氏に写真の原版がどこにあるかご存知か問い合わせました。そうしたら、意外な返事が返ってきたのです。その写真はアリゾナのローエル天文台にあるというのです。天文台を立てたのはパーシバル・ローエルという人です。彼も1881年のボストンでのモースの講演を聞いて日本に興味を持ち、4度も来日して日本各地を旅行しています。日本から帰国後はアリゾナに天文台を建て、火星の観測をして火星に運河があると言ったこと

で知られています。そこで私は、ローエル天文台のアーカイブにインターネットでアクセス致しました。すると資料番号 888 番に問題の写真がありました。



この写真のキャプションには「左よりモース、岡倉、フェノロサ、ビグロー。日本のローエルの庭」となっています。これからの話の都合上、モースされる人物に米印、フェノロサとされる人物に矢印をつけておきます。さらに 888 番には 4 人の並び順が異なる写真もありました。皆同じ服装ですが、モースと思われる人物は帽子を被っています。いずれも棕櫚の木を囲んで撮影されています。背景に葉の落ちた桜の木と刈り込まれたつつじも見られません。同じ日に同じ場所で撮影されたと思われる一連の写真にローエルが写っていることから、撮影時期はローエルの来日後ということになります。



ローエル天文台資料番号888番：「左よりモース、岡倉、フェノロサ、ビグロー。日本のローエルの庭」の説明文
*モースとされてきた人物、フェノロサとされてきた人物



ローエル天文台資料番号887番
*モースとされてきた人物、フェノロサとされてきた人物

ローエルは 4 回日本を訪れていますが、初来日は 1883 年 5 月です。モースはすでに同じ年の 2 月に帰国しているため、モースが写真に納まっているはずはなく、別人ということになります。撮影場所はローエルの庭となっていますが、初来日時のローエルは築地精養軒ホテルに滞在しており、庭付きの家ではありませんでした。ローエルが 2 回目に来日したのは 1889 年 1 月で、この時、ローエルは英吉利法律学校（中央大学の前身）の校長、増島六一郎の家を借りています。場所は現在の六本木ヒルズ辺りです。ローエルは母親に宛てた手紙に、「応接間の前の棕

櫚の木は…目を楽しませてくれる。チェンバレンの紹介でイギリス法律学校の講師になり、居留地から脱出した。」と書いています。つまり、今回の来日では旅行者ではなく、学校の英語教師になったので日米の条約に基づいてローエルは家を借りることができたのです。



ローエル2度目の来日：1889年1月8日～1890年1月
英吉利法律学校長、増島六一郎の家（現在の六本木ヒルズ）を借りた。

母親への手紙（1889年1月23日付）
「応接間の前の棕櫚の木は…目を楽しませてくれる。チェンバレンの紹介でイギリス法律学校の講師になり、居留地から脱出した。」

昭和初期の増島邸

現在の六本木ヒルズ付近

チェンバレンとは、東京大学の言語学教授バジル・ホール・チェンバレンです。

ビゲローは 1889 年 12 月に帰国しているのです、写真の撮影時期がそれ以降ということはありえません。以上のことから、写真は 1889 年、ローエルが借りていた増島六一郎の家の庭で撮影された可能性が高くなりました。1889 年と言えば 2 月に東京美術学校も開校し、岡倉もひげを蓄えていました。



そこで再び吉田先生に、1889 年つまり岡倉 26 歳のときの写真とすればこの日本人は岡倉でいいかどうかを尋ねました。吉田先生は、確かに岡倉の雰囲気があるが、他の通訳である可能性も完全には否定できないと仰いました。

次にモースと思われる人物がモースでないとするといった誰かという問題ですが、私はローエルに増島六一郎の家を斡旋したチェンバレンではないかと考えました。チェンバレンはローエルが初来日するより 10 年前から日本に滞在しており、在京外国人の間では中心的存在でした。彼は日本語の文法書や古事記の英訳を出版した人としても知られています。ローエルの日本滞在中の写真を探したところ、横浜開港資料館にその写真はありました。顔の輪郭、目鼻立ち、ひげの感じがよく似ています。この西欧人がチェンバレンであることを裏付けるもう 1 枚の写真がローエル天文台に有りました。資料番号 J 92 という写真ですが、日本人の服装が異なることから別の日の撮影と思われます。この写真のキャプションには「棕櫚の木

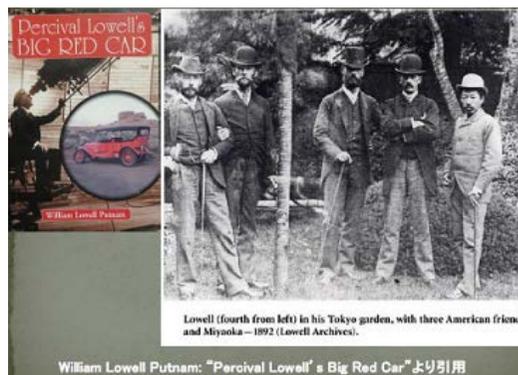


の下でM子爵とC氏」とありました。C氏つまり Mr. C. とはチェンバレンのイニシャルと一致します。しかし日本人が岡倉であれば、イニシャルはMではありません。この写真説明は、ローエル研究者の間で混乱を招いておりました。

例えばローエルの著書オカルト・ジャパンの日本語訳「神々への道」の口絵には 887 番の写真が掲載されており、左から 3 番目の人物はチェンバレンと特定しており、日本人は増島六一郎を当てております。



さらにローエルの妹の夫で、ローエルの死後天文台の運営を任された William Lowell Putnam は著書 “Percival Lowell’s Big Red Car” の中で、885 番の写真を引用し、日本人を宮岡恒次郎としております。チェンバレンの名はありません。宮岡恒次郎は英語に堪能で、ローエルの初来日時より彼の通訳を務めおり、弁護士となって終生ローエルと親交を結びました。



最後に、ローエルの伝記を書いた David Strauss ですが、彼は論文の中で J92 の写真説明を根拠に、この日本人を当時の文部大臣、森有礼子爵と主張しました。チェンバレン (Mr. C.) が森をローエルに紹介したと述べています。



以上の経過から、顔の印象でものを言うには限界があり、写真鑑定の必要性を感じました。そこで無料の顔認証ソフトウェアを探したところ、マイクロソフトの TwinsOrNot というソフトがあることを知りました。このソフトは二人の顔写真を取り込むと、その顔の類似度を%で示してくれます。

岡倉 26 歳時の写真を取り込むと、類似度は 100% となり。Perfect match のコメントがきました。

そしてイニシャル M の 3 人の写真を取り込んでみますと、増島六一郎の類似度 36%、宮岡恒次郎 25%、森有礼 61% となり、本人と言えるほどの類似度ではありませんでした。

次にモースと思われてきた人物と顔写真で似ていたチェンバレンとの比較ですが、来日後まもない 20 歳台の写真（来日直後なら 22 歳）で期待通り類似度 100% でした。ビゲローの顔はどう見てもビゲローそのものの感じですが、やはり類似度 100% でした。

フェノロサも念のため検証してみますと、33 歳で類似度 67%、35 歳時の写真で 72% と、似てはいなくもないが本人ではないとの結果だったので驚きました。それでは誰かということになります。私はその人はローエルの周囲にいた人に違いないと思いました。そこで先にふれました Devid Strauss が書いた「パーシバル・ローエル」の伝記を読みました。訳本ですが、このように書かれておりました。「ローエルはまたジョン・ヘンリー・ウイグモアやグスタビウス・ゴワードとも接触していたが、ゴワードは……、ウイグモアは弁護士で日本の法律の専門家であった。」

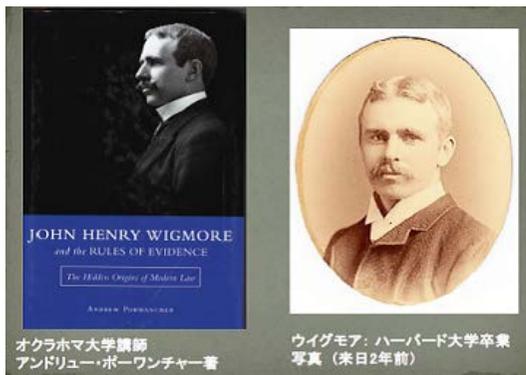


そこで二人の顔写真を探したところ、ゴワードの写真は見つかりませんでした。ウイグモアの写真はすぐ見つかりました。ウイグモアは、福澤諭吉が慶応大学の初代法律学教授としてボストンから招聘した人で、1889年10月23日に来日しております。そして3年間、教鞭をとり、退職時に学生と記念写真を撮っております。その顔の部分を拡大して TwinsOrNot



に取り込みますと、類似度 100%と出ました。TwinsOrNot では類似度 100%でしたが、ウイグモアをよく知る人物に顔写真を見てもらう必要性を感じました。

2016年に、ウイグモアの伝記を出版したオクラホマ大学アンドリュー・ポーワンチャー先生にメールで写真を送り、写真中の人物をウイグモアと思うかどうか問い合わせました。すると「この時期、ウイグモアは髪の毛を真ん中で分けてい



た。写真にはその特徴があるのでそうだと思う。確認のためにハーバード大学卒業写真があるから、これで確かめるように」との指示を頂きました。果たして、この写真でも類似度 100%でした。この結果をポーワンチャー先生に知らせると、「ウイグモアです。」とお墨付きを頂きました。

た。

ウイグモアは10月末に来日して、翌年1月からの慶応の授業に備えなければなりません。ウイグモア来日から2週目に増島六一郎がウイグモアに宛てた手紙が、ウイグモアが帰国後学長を務めたノース・ウエスタン大学に保存されています。要約しますと、そこには「私たちの法律学校の試験規則と教育コースの英訳を同封します。どうぞ福澤（諭吉）に教育レベルを高く保つようお伝えください。私はそのための協力を惜しみません。」と書かれています。ウイグモアがローエルの家に行った目的の一つは、増島六一郎に会うためだったのかもしれないと思います。

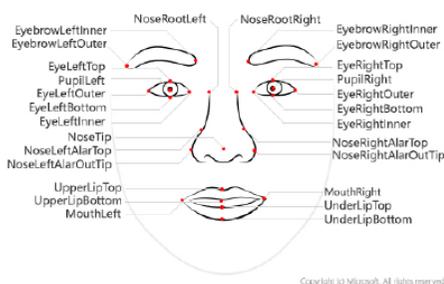
私は以上の結果を論文にまとめ、明治美術学会の機関誌に投稿しました。すると査読で TwinsOrNot の精度はどれくらいかというコメントが付いてきました。本人達の許可を頂いて提示しますが、この二人は一卵性姉妹で、TwinsOrNot では100%一致でした。ソフトの名称が TwinsOrNot、つまり「双子か否か」ですので、結果は誤りではないわけですが、TwinsOrNot の精度は一卵性双生児を「他人」とは識別しないレベルであったといえます。



そこでそれに代わる顔認証ソフトをさがしたところ、マイクロソフトがビジネス向け有料顔認証サービスを開始していることが分かりました。それがマイクロソフト・アジュールの顔認証システムです。このシステムでは二枚の顔写真を入力すると二つの顔が「同一人物」である可能性を検証し、検証後に二つの顔が「同一人物」であるか否かと、同一人物である確率を Confidence、信頼度として返してきます。マイクロソフト・アジュールを用いて、先ほどの一卵性姉妹を検証してみますと、二人は信頼度 0.490 で「別人」と識別しました。



マイクロソフト・アジュールとはマイクロソフトのクラウドプラットフォームで、クラウド（雲、ネットワーク）の中でマイクロソフトが提供する高精度の認知サービス群のことで、現在、視覚／音声／言語／知識／検索といった5分野



顔認証で検知する顔のランドマーク

で人工知能（AI）を使った認知サービスが利用可能です。顔認証は視覚 AI を応用しており、2枚の顔写真を取り込めば、二人が別人か同一人物かを判定してくれます。顔認証では先ず眉毛、目、鼻、口などの顔のランドマークを検知します。次に顔のポーズや写真のサイズがまちまちなので、

一定サイズの正面写真に修正します。これを顔の標準化 (face normalization) と言います。さらにその人の顔の特徴を、機械学習技術を使ってモデル化した顔のビッグデータと比較して、2つの顔が同じ特徴かどうかを判定します (face recognition)。マイクロソフト・アジュールによる顔認証の判定基準は、信頼度 0.5 以上であれば同一人物と判定し、0.5 未満を別人と判定しています。

マイクロソフト・アジュールによる顔認証の判定基準

判定結果	信頼度 (confidence)
同一人物	0.5以上 高いほど確実
別人	0.5未満



そこで TwinsOrNot で得られた結果をもう一度、マイクロソフト・アジュールで検証しなおしました。するとアジュールでも、ボストン・オリエンタリスト写真の日本人は、すべて岡倉天心と「同一人物」と判定されました。信頼度は 18 歳で 0.51332、26 歳で 0.64723 で、岡倉天心 26 歳頃の写真である可能性が高いという証明にもなりました。M がイニシャルの 3 人はいずれも「別人」で、信頼度は増島 0.18346、宮岡 0.1552、森 0.32441 といずれも低い数値でした。

モースとされていた西欧人と 20 歳台のチェンバレンの写真では「同一人物」(信頼度 0.72313) でした。ビゲローは 59 歳時の写真を用いても結果は「同一人物」(信頼度 0.60935) で、年をとってもあまり変わらない顔でした。一方、フェノロサはやはり「別人」と判定され、信頼度は 0.34122 でした。フェノロサとされていた西欧人とウイグモアは「同一人物」の判定で、信頼度は 0.56463 でした。



以上の結果より、写真の人物は左から、チェンバレン、岡倉、ウイグモア、ビゲローと特定致しました。写真の撮影場所はローエルが借りていた増島六一郎の家の庭で、撮影時期は、ローエルとウイグモアがいることから1889年11月頃と思われます。ローエル天文台に残るこれらの写真は、岡倉が欧米の知識人と幅広く交流していたことを裏付けるものとして貴重です。



(チェンバレン 39 歳、岡倉 26 歳、ウイグモア 26 歳、ビゲロー 39 歳)

—第3部—

横浜にあった高島学校の集合写真に写っていた岡倉天心少年

昨年10月、横浜で天心サミットがありました。そこで使用された高島学校の集合写真を見て、横浜岡倉天心市民研究会の事務局長千葉信行さんは中央の少年は岡倉天心ではないかと閃いたそうです。そこで千葉さんは私に、顔認証による鑑定を依頼してきました。

高島学校は高島嘉右衛門という実業家が横浜に建てた英語学校ですが、写真には高島夫妻とアメリカ人教師ジョン・バラが生徒たちに囲まれて写っております。多くは青年で、中には帯刀している者もいます。中央の少年は教師バラと高島夫妻に挟まれて特別の存在に見えます。髪を伸ばしており、洋装でネクタイをしめているようにも見えます。当時、横浜で幼い子を英語塾に通わせ、洋装させることができるほど財力のある家庭は限られています。

天心の父、岡倉覚右衛門は元福井藩士ですが、藩命（藩主、松平春嶽）により横浜で福井藩特産の生糸を販売する石川生糸店を営んでおりました。

この図からも石川生糸店は西欧人たちが多く出入りする賑わいのある店だったことが分かります。岡倉家は経済的に恵まれていたと思われます。

岡倉天心は英語が堪能だったことはよく知られています。岡倉覚三の弟、由三郎は「改造」という雑誌記事で次のような兄の思い出を述べています。

「僕より六つ歳うへであった次兄、覚蔵（のちの覚三）にいさんは、既に居留地の外人住宅の英語学校に通い始めてをられ、英学をバラ（J. H. Ballagh）と云ふ宣教師から学ぶと同時に・・・」。J. H. Ballaghとはジェームス・ハミルトン・



高島嘉右衛門夫妻、教師ジョン・バラと生徒たち
(横浜市広報センター『市長グラフ 横浜』No.31. 昭和54年)



「本町五丁目 石川生糸店の図」
(五雲亭貞秀『横浜開港見聞誌』)

バラ塾と高島学校

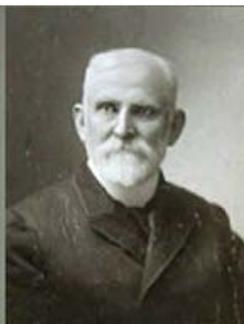
1871年(明治4年)5月
ジェームス・バラは横浜居留地の自宅に隣接して会堂(現、横浜海岸教会)を建て、日曜集会に来る青年達に英語を教える英学塾(バラ塾)を開いた。(岡倉8歳)

同年12月:高島嘉右衛門が高島学校を開校し、ジェームス・バラも教員に加わった。

1872年(明治5年)6月:ジェームスは弟のジョン・バラを米国より呼び寄せ、高島学校の教師を交代した。(岡倉9歳)



ジェームス・バラ(兄)
(1832 - 1920)



ジョン・バラ(弟)
(1842 - 1920)

バラのことで、英語学校はバラ塾とよばれていました。

また息子の岡倉一雄は著書「父岡倉天心」の中で「伊勢山下に設けられた高島学校は出色のもので、教師としては、ジョン・バラが教鞭を執っていた。…天心もまた、同校に入学を許可され、ジョン・バラから英語の基礎教育を施された。」と述べています。

ここでバラ塾と高島学校の間を説明しますと、ジェームス・バラは1871年(明治4年)5月、居留地の自宅に隣接して会堂(現、横浜海岸教会)を建て、日曜集会に来る青年達に英語と聖書を教える英学塾を開

きました。これがバラ塾です。この時、岡倉は満8歳です。同じ年の12月に高島学校が開校すると、ジェームス・バラも教員に加わっております。しかしジェームスはバラ塾が忙しくなり1872年6月に、弟のジョン・バラをアメリカから呼び寄せ、高島学校の教師を交代しています。この時、岡倉は9歳です。写真の撮影時期は不明ですが、翌年、岡倉一家は東京に引っ越していますので、岡倉は9歳ないし10歳ということになります。つまり岡倉は幼少期に、ジェームス・バラとジョン・バラの両方から英語を学んでいたことになります。左が兄の宣教師ジェームス・バラで、右が弟の英語教師ジョン・バラです。

写真は高島学校の全景です。近くに当時の横浜駅が見えます。生徒数は約200人前後とされていますので結構大きかったようです。高島学校は明治6年に横浜市学校となり、その翌年に焼失してしまいました。



伊勢山下の高島学校全景

横浜市立歴史センター「横浜見グラフ」30号p.31、1979年

そこで問題の少年と天心の 18 歳時の写真をマイクロソフト・アジュールで顔認証してみますと、結果は信頼度 0.5731 で「同一人物」と判定されました。少年の顔の拡大で比較してみますと、髪を分ける方向、額の広がり、眉の吊り上がり方、腫れぼったい頬と切れ長の目尻、鼻の形など 18 歳の岡倉の特徴がすでに表れているように私は思いますが、皆さんにはどのように見えますか？



下の写真は、横浜市開港記念会館ですが、石川生糸店があった場所です。正面入り口の左側に、大理石にブロンズの肖像をはめた「岡倉天心生誕の地」の記念碑があります。



本研究にご協力、ご助言を頂きました次の方々に深謝致します。

本研究にご協力、ご助言を頂きました次の方々に深謝致します。	
(敬称略、順不同)	
故・吉田千鶴子	Ann Nishimura Morse
山口静一	(ポストン美術館)
中村 愚	Roger Warner
西倉登志	(作家)
大西直樹	Kevin Nute
桑原規子	(オレゴン大学)
千葉信行	Andrew Porwancher
遠藤昌夫	(オクラホマ大学)
杉田克生	Youngjin Jeong
メイクリー真由美	(韓国外国語大学校)
三好 彰	Lauren Amundson
姉崎正平	(ローエル天文台)
楠家重敏	Lucy Loomis
大後立志	(スタージス図書館)
大築斐子	
伊藤直也	
伊藤哲也	

ご清聴ありがとうございました。

講演者 村山 斉 氏 紹介

専務理事 久良木 博史

村山先生は、1986年に東京大学理学部物理学科を卒業され、91年には同大学にて博士課程を修了されました。95年からはカリフォルニア大学バークレー校物理学科の助教授として教鞭を取られ、現在も同大学の教授としてグローバルにご活躍をされていらっしゃいます。

2007年には、東京大学国際高等研究所カブリ数物連携宇宙研究機構の初代機構長に就任され、2018年10月までの長い間その重責を担われました。

また、先生は理論物理学の若手研究員を対象とした西宮湯川記念賞を2002年に受賞され、2017年にはアインシュタイン財団の「世界に影響力を持つ100人」に指名されるなど、数々の受賞歴をお持ちでいらっしゃいます。

本日の講演要旨の中に、「私たちは星のかけらなのです」という記述がございます。先生がなぜ宇宙に興味を持たれ、研究に挑まれているのかをお伺いしたところ、「宇宙の星は私たちのルーツと感じたから」というお答えでした。そして先生が研究を進める上でのモットーは「面白いことをする」、だそうです。

先生は学生時代オーケストラ部に所属され、コントラバスがご趣味と伺いました。最初にご講演を頂いた伊藤先生も絵画がご趣味と伺い、芸術と科学には何か引き合う共通点があるのかと大変興味深く思いました。コントラバスの奏でる音色は、宇宙の深淵のイメージにすごくマッチしているのではないのでしょうか。

2011年からNHKテレビで放送されている長寿番組「コズミックフロント」に、先生は何回かご出演されており、宇宙の始まりを探る、宇宙には終わりがあるのか、なぜ我々はここに存在するのかなど、宇宙や私たちの起源に迫る難しいテーマを、さまざまな例えを駆使され、とても分かりやすく解説されておられます。オンデマンドで全部見られますので、ご興味のある方はぜひご覧ください。

柏の研究室にお伺いしますと、廊下の黒板には何やら難しい数式がびっしり並んでいるので圧倒されますが、今日はそういう難しい数式は抜きにして、宇宙の成り立ち、私たちの始まりに関連した最新の研究成果を、分かり易くお聞かせいただけたと思います。

宇宙の始まりに挑む

東京大学国際高等研究所カブリ数物連携宇宙研究機構 教授

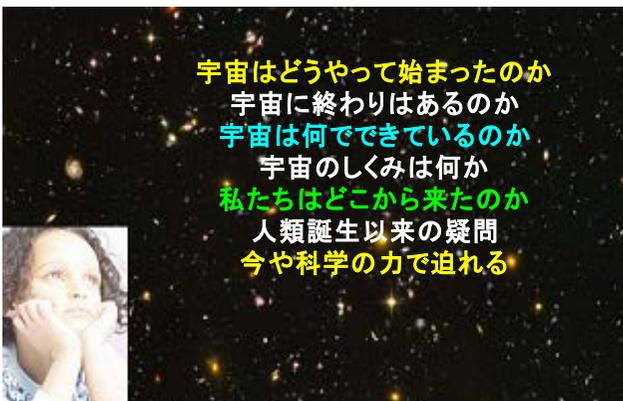
村山 斉

「宇宙の始まりに挑む」という題でお話することになりましたが、その話をする前に、ご紹介いただいたようにここ 11 年間、東大のカブリ数物連携宇宙機構の機構長をやってきましたので、少しそのお話をさせてください。

長い名前がついていますが、数学の人と物理の人が連携して宇宙を研究するところです。名前には入っていませんが天文の人も連携して一緒に研究しています。よくカリブとかカルビと間違える人がいますが、人の名前です。カブリさんというノルウェー系のアメリカ人の方が多大な寄付をしてくださったので、この名前がついています。

どうしてそういう研究所を創ったのかというと、夜空を見上げていると、小さい子どもでも大人でも、いろいろな疑問が湧いてきて、この宇宙はどうやって始まったのか、終わりはあるのか、何でできているのか、どういう仕組みなのかと。そこにどうして我々はいて、どこから来たのだろうかと考えたくなります。こういう疑問は人類が始まって何千年も考えてきたのに違いないのですが、最近になって、やっとこういう疑問に科学の力で迫れるようになってきました。

これを進めたいというので作ったのが、カブリ数物連携宇宙研究機構です。2007 年 10 月にゼロから出発しましたが、ことし 10 月に 11 歳を迎えて、大き



な研究所になり、約半分の研究者が外国人という、日本で今までなかった研究所になったと思います。

この 11 年間、私は中小企業の社長だと思ってやってきました。ひどい話で、文科省はお金をくれますが、

これは 10 年だけだと。100 人以上人を雇え。年商 10 億円の中小企業で、従業員を 100 人抱えていて、貯金がゼロで収入がゼロ、この先従業員はどうしたらいいのかというつらい気持ちで 11 年間やってきましたが、今年 4 月にやっと東大が、お前のところの研究所はずっといいと言ってくれたので、ようやく恒久的な研究所になりました。

ここの皆さんがやっと安心して生きていけるようになり、安定してきたので機構長も交代していいでしょうということで、今年交代することになりました。

大きな仕事を交代するとき、英語で「たいまつを渡す」という表現をするものですから、交代のときにちょっと儀式をしました。私がアメリカで買ったおもちゃのたいまつを持って現れ会場の中に入って来



て、新機構長の栗さんへ たいまつを渡し、10 月 15 日の機構長交代式を終了しました。

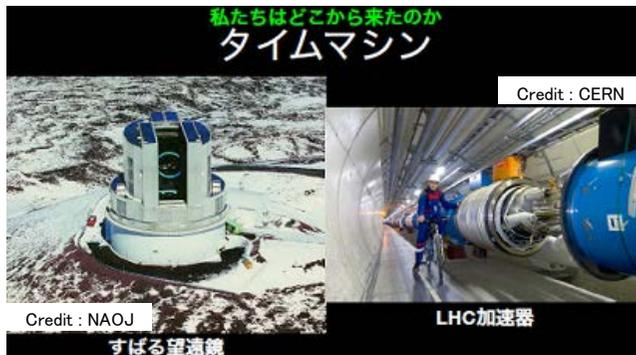
栗さんをご存じの方もいらっしゃると思いますが、日本でも本を何冊も書かれていて、超弦理論の世界的な研究者として有名で、賞もたくさん取られています。超弦理論とは、名前は難しいですが、宇宙の全てを記述する理論として注目を浴びています。一般の人向けへの発信も非常に熱心な方です。

本題に戻ります。「宇宙の始まりに挑む」というと、とんでもない話に聞こえますが、宇宙はどうやって始まったのかは、私たちのルーツ、どこから来たのか、という問題にすごく関わっています。そういうお話をしたいと思います。

私たちはどこから来たのかというお話をすると、それは長い間宗教の世界、哲学で考えられてきたことで、芸術にも繋がっていると思います。こういう疑問を科学で考えられるようになったというのは、実は割と最近のことです。

例えば 19 世紀の終わりぐらいになって、実は人間は猿から来たということをやっと言うようになりました。この先どうなっていくのか心配ではありますが、人間はこのように進化してきたのだと、科学的に考えられるようになったので、素晴らしい進歩でした。

では、猿になる前はどこから来たのかを知ろうと思うと、ぜひ欲しい機械があって、それはご存じのタイムマシンです。これがあれば答えが分かるのですが、残念ながらタイムマシンをつかって過去に行くことができません。その代わりに望遠鏡を使います。



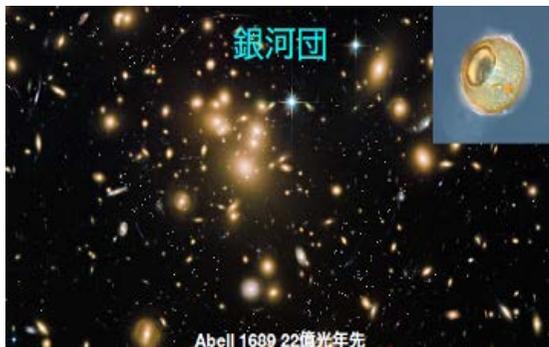
まず、大きな望遠鏡を造ります。鏡も大きく光をたくさん集めることができるので、暗いものも見えます。遠くにあるものは暗いのですが、大きな望遠鏡を使えば見ることができます。遠くから来る光は、実は何十億年もかかって私たちに届いているので、光が出た時、つまり何十億年前の姿が見えるというわけです。従って大きな望遠鏡は、タイムマシンを使うように昔の宇宙の姿を今見ることができる、というすごく重要な装置です。

ところが、これには限界があって、あるところより向こうは見えない、つまりある時点よりも昔は見えません。ではどうしようかということですが、仕方がないので昔の宇宙を実験で再現してみよう、という別の機械があります。加速器という装置ですが、あまりなじみがないと思いますので、これは後でお話します。これらのいろいろな装置を駆使して、宇宙はどうやって始まり、私たちはどこから来たのか、を探しているのが、私たちの研究になります。



望遠鏡を使うと昔が見える、と言ってもびんとこないと思うので例を出します。この美しい写真はアンドロメダ銀河です。アンドロメダ銀河の距離は 230 万光年、光が届くのに 230 万年かかる遠くにありますが、こ

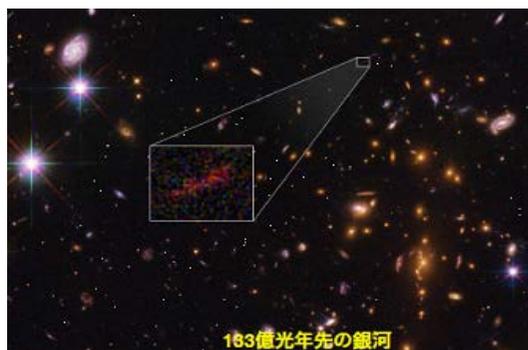
の距離は実は宇宙の中ではほんの隣です。一番近い、ちょっとした大きな街です。この隣の銀河に仮に宇宙人がいて、望遠鏡を私たちの地球に向けていたらどう見えるか。今見えるのは 230 万年前の地球ですから、まだ皆さんは猿です。



さらにずっと遠くを見ると、銀河団があります。この美しい、黄色い丸いものの一個一個が銀河で、それぞれ 1000 億個の星が中に入っていますが、その銀河が数十個から 100 個ぐらい集まって村をつくっているのが銀河団と

いうものです。この銀河団は 22 億光年先にあります。ここに宇宙人がいて地球を見ると私たちがどう見えるか、まだ単細胞生物です。こうした昔の地球の姿が彼らには見えます。

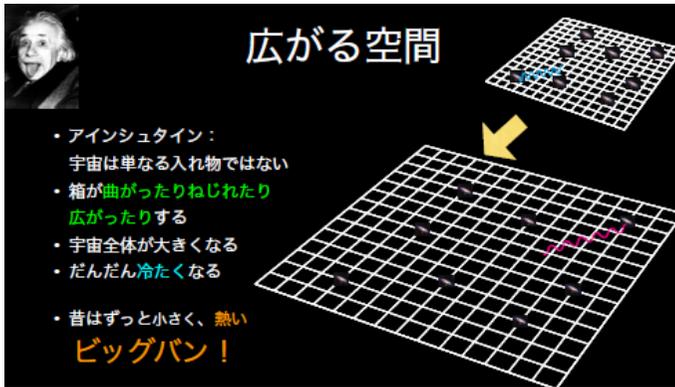
右の写真が、今見ることができる、一番遠くの銀河です。この写真の一部を拡大すると、赤い染みみたいなものが見えます。これも銀河で、133 億光年先にあると推定されています。この銀河にいる宇宙人が地球に望遠鏡を向けたら



何が見えるか、というとも見えません。太陽系ができたのは 45 億年前と言われていますから、まだ太陽系がありませんでした。というわけで、遠くを見ると、昔が見えるということなのです。

ここで 1 つキーポイントがあり、なぜ遠くの銀河が赤く見えるのか。先程の銀河はどちらかと言うと黄色や青でした。遠くの銀河が赤いのは、実は大事なことを教えてくれていて、宇宙が大きくなっているということを意味しています。

アインシュタインによると、宇宙空間は単なる入れ物ではない。ニュートン以来、私たちは、空間は単に入れ物で、その中でいろいろなものが運動していると考えていましたが、アインシュタインによるとそれは間違いで、空間自身が生きている。生きているので、曲がったりねじれたり、広がったりする。つぶれることもできる。つぶれると、空間はブラックホールになります。広がることができるわけですから、宇宙全体が大きくなることもあります。



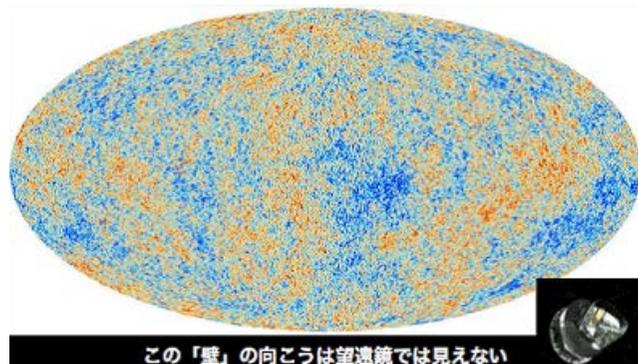
宇宙を碁盤の目として、その上に銀河を置きます。この碁盤の目がゴムでできていると想定して引き伸ばすと何が起きるでしょうか。ちょうどこの銀河から出た光、青い光は

繰り返しの速い波長の短い光ですが、この青い光がずっと宇宙空間を何十億年も漂っている間に空間自身が伸びますから、光の波も引っ張られて伸びてしまい、繰り返しの遅い波長の長い光になります。波長の長い光が赤い光です。もともと青かった光が宇宙空間を漂っている間に引き伸ばされて赤くなって届くので、遠くの銀河は赤く見えているということです。従って、赤く見えることが、宇宙全体が大きくなっていることの証拠になるわけです。

だんだん大きくなってくると、中身は薄まりますので、どんどん冷たくなります。大きくなって冷たくなるということは、逆に昔を考えてみると、昔はずっと小さく熱かったことになります。だから、宇宙は小さく熱くて始まったと考えられ、ビッグバンと呼んでいます。

こういう話をすると、あの先生は見てきたようなことを言っているが本当かと必ず言われます。実は、ビッグバンは見た人がいます。見てきたような話ではなく、今も見えます。宇宙が始まってから 138 億年と言われていていますから、138 億光年離れたところを見ると、138 億年昔のまだ熱い宇宙が見えます。

右がビッグバンの写真です。電波を捉える望遠鏡を宇宙に上げて見ます。もともと青かった光が引き伸ばされて赤くなるどころか、さらに引き伸ばされると赤外線になり、電波になってしまいます。その電波を捉



えると、こういう写真が撮れます。どこを見ても宇宙全体がぼんやり光って見えます。それは宇宙が熱かったからで、ストーブを見るとぼんやり赤く光っているのと同じように、宇宙全体がぼんやり光っているのが今でも見えます。つまり、宇宙は本当に熱かったということがこれで分かります。

少し温かいところと少し冷たいところを色付けしていますが、すごく強調してあります。実際には、温かいところと冷たいところの温度の差は 10 万分の 1 しかなく、言ってみれば 100 メートルの海に 1 ミリの波があるぐらいの差でしかありません。ほとんどのつぺらぼうですが、少しでも差があるので、それをすごく強調したのが、このビッグバンの写真です。

このように、ビッグバンは見てきたようなことを言っているのではなく、本当に起きたことが今でも見えています。

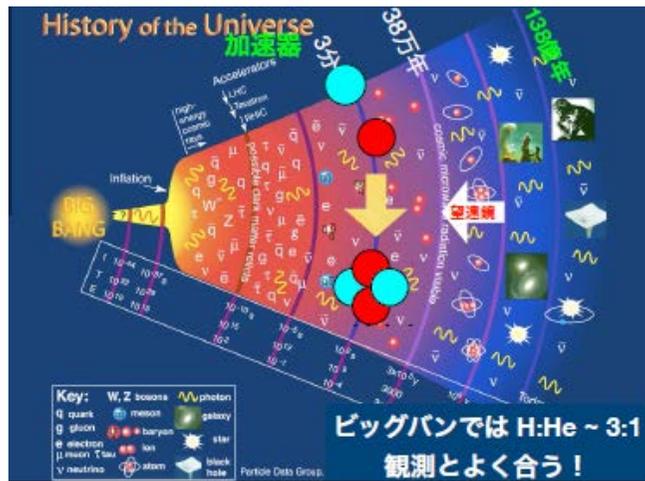
ここでちょっと残念なのは、これは本当にビッグバン、宇宙の始まりが見えているのかと言うとそうではなく、これはビッグバンの表面が見えています。太陽を見るのと同じで、太陽を見てもその中心は見え、表面が見えています。なぜなら太陽はあまりに濃くて熱いガスの固まりですから、光が通ることができず真ん中を見ることはできません。宇宙も同じで、遠くを見て昔の宇宙の姿を見ようとしますが、あるところまで行くと宇宙がどんどん小さく、熱くなっていくので、太陽のように濃くて熱いガスの固まりになってしまい、光が通ることができず、その先が見えなくなります。

ここで見えているのはビッグバンの表面で、本当のビッグバンはこの向こうにあるはずですが見えません。ですから、これはある種の壁なのです。この壁の向こうは、どう望遠鏡で頑張っても残念ながら見えません。では、私たちはどこから来たのかをどうやって調べるのか、という大きな問題が登場します。

ここで謎解きが必要になりますが、宇宙の歴史を図にしてみますと、ビッグバンで始まってどんどん大きくなり 138 億光年後の今、皆さんは、宇宙はどうやって始まったのかと考えるわけです。さっきの写真に写っているのは、宇宙が始まって 38 万歳の姿です。38 万年というのは人間にとってはものすごく長い時間ですが、138 億歳の宇宙にとっては、38 万歳は赤ちゃんの時です。赤ちゃんの宇宙の写真が撮れたというのは本当にすごいことですが、どうしてもさらにその前を知りたくなるわけです。

どうやって調べるか。そこで登場するのが、先ほど少し触れた加速器という装置です。小さな粒を加速してぶつけてみるという装置ですが、その装置で何ができるかという、例えば宇宙がまだ3分歳の時の様子をやってみることができます。宇宙が始まって3分というのは灼熱の世界、ものすごい温度なので、私たちの体もばらばらになるし、中の原子もばらばらです。真ん中に入っている原子核もばらばらになって、中性子や陽子のような小さな粒がうようよしている、という世界だったと考えられます。

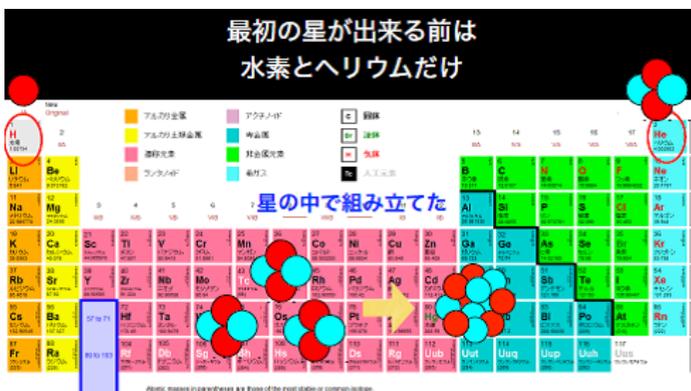
そういう世界を実験室に作り、中性子と陽子を加速してぶつけてみると、たまにくっつくということが分かります。実験室でくっつくのだから、宇宙の最初にもくっついたので違いない。こうやって、きっとヘリウムができたのだろという話に



なります。実験をやってみて、どのくらいヘリウムができるのかと言うと、水素とヘリウムで3対1になるはずだという答えになります。実際に宇宙を望遠鏡で観測してみて、宇宙にどれだけ水素があってヘリウムがあるかを調べると、確かに3対1でした。

ということで、今見ている宇宙がばらばらで灼熱の、3分の時の宇宙からやってきたというのがこれで分かるわけです。大事な瞬間が押さえられると、その後の宇宙の歴史が見えてきます。こうやって少しずつ謎を解いてきたわけです。宇宙が3分の時に大事なことが起きたのはこれではっきりしました。まだ分からないのは、ヘリウムができたのはいいとして、私たちはどこから来たのか。私たちの体を造るには炭素が大事で、もちろんカルシウムがないと骨ができない、鉄がないと血液もできない、あとはリンとかヨウ素とか、窒素、酸素といろいろなものが必要がありますが、ビッグバンではできなかった。

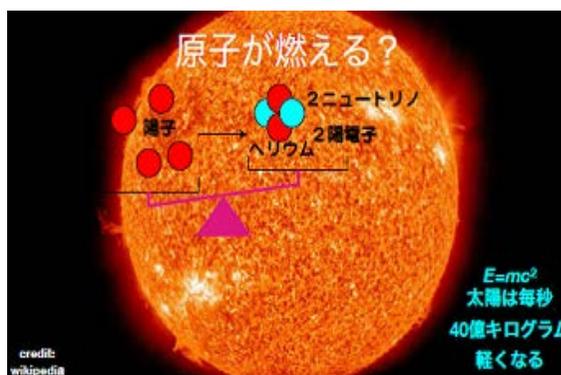
ではどこでできたのか。そんなに昔のことではなく、星でできたのだということがだんだん分かってきました。ビッグバンの時にあったのは水素で、それがくっついてヘリウムまではできた、では私たちの体で一番大切な炭素はどうしてできたのか。これも実験室だと、ヘリウムを3つ持ってきて投げつけてみると、たまにくっついて炭素ができるのが確認できます。でもこれがどこで起きたのか。その答えは、実は星の中で起きたというのが分かってきました。



星の中ということなので、一番近い太陽の話します。そもそも太陽はなぜ光っているのか。これは不思議かもしれませんが、100年前はまだ分かっていなく、原子が燃えている

のだろうということだけでした。ビッグバンで起きたのと同じように、水素原子の中に入っている陽子を4つ、太陽の重い重力の中でくっつけると、ヘリウムになります。その時に、副産物としてニュートリノというお化けのような小さな粒が出て、それからSFの世界のように聞こえますが、陽電子という反物質は本当にあって、これも一緒に生まれます。

右の図は、この反応をはかりの上に乗せてあるのですが、最初にあった陽子4つは、後にできたヘリウム、ニュートリノ、陽電子の合計よりも重い。反応の後で重さが減っているということが分かります。これは実験室でやれるので、確かにそうなります。



普通こういうことはなく、例えば車が 2 台ぶつかって事故を起こすと部品が飛び散りますが、それを警察が全部集めて重さを量れば、車 2 台の重さのほずです。これは学校でも習った質量保存の法則とありますが、この反応では保存していない、質量がなくなっているのです。

そんなことがあっていいのか。あっていいと言ったのがアインシュタインです。アインシュタインが言った有名な式、きょうの話で唯一出てくる式で、 $E=mc^2$ という式があります。E はエネルギーで m は重さ、c は大きな係数です。少しの重さが、かなりのエネルギーになるというのがこの式の言っていることです。つまり、この反応で重さがなくなった分をエネルギーとして出すことができれば、それで太陽が燃えている説明になるという話です。

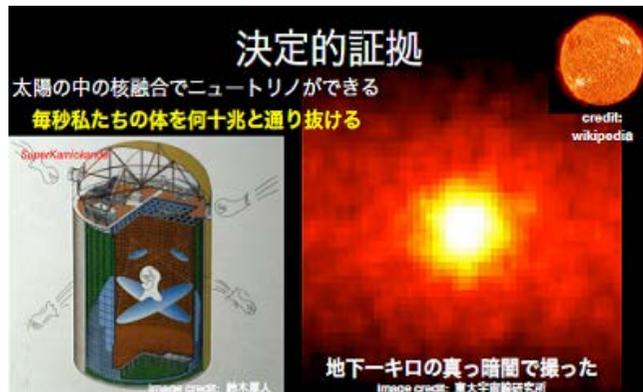
これが本当だとすると、太陽は重さを減らしてエネルギーを出しているわけで、太陽は毎秒 40 億キログラムも軽くなっているという計算になります。40 億キログラムとはすごいです、太陽はとても重いので、これぐらいはたいしたことはありません。太陽を量りに載せて重さを量ってみれば、本当かどうか分かるのですが、残念ながらそうはいきません。

ではどうしたら分かるかですが、そこで重要な役割をするのが、この副産物のニュートリノです。太陽がこの反応をしながら燃えているとすると、ニュートリノがたくさん出て、ここにも来ているはず。ほとんど反応しない恥ずかしがり屋の小さな粒なので、太陽からそのまま一度もぶつからずに地球にもやってきます。こうしている間も、皆さんを毎秒何十兆個というニュートリノが通り抜けています。何十兆という数はぴんと来ませんが、日本の国家予算が約 100 兆円ですから、それを全部 1 円玉にしたと思ってください。それだけの個数が皆さんの体を毎秒通り抜けています。ものすごい風が太陽から来ているわけです。

太陽を簡単に通り抜けるくらいですから、建物の中にも、このぐらいのコンクリートは簡単に通り抜けてきます。今も皆さんの体を、ニュートリノの風が吹き抜けています。感じる方はいませんか。アメリカでこの質問をすると、必ず手を挙げる人がいますが、このニュートリノを捕まえることができれば、太陽の中から出てくるわけですから、本当にこの反応が起きているかが分かります。残念ながら皆さんは感じないということなので、めったに反応しない、捕まえるのが難しいということです。

そこでどうするか。苦肉の策で、とにかく大きな標的を造れば、たまには捕まるのではないか。そうやってつくったのがスーパーカミオカンデという有名な実験装置で、岐阜県の山中にあります。高さ 40 メートル、幅 40 メートル、中に水が 5 万トン入っている大きなタンクです。高さ 40 メートルというと 15～16 階建ての大きなビルの高さになります。それが水で満たされている大きな標的のです。

ここに太陽からニュートリノが来て、めったに反応はしませんが、たまに反応すると見つかる。こんなに大きな標的で、こんなにたくさん太陽から来ているのに、これでも捕まるのは、1 日にせいぜい 10 個ぐらいです。



暗い星の写真を撮る時は、カメラの露出を開けばなしにして、じっと我慢していると、少しずつ光がたまってきて写真が撮れます。同じように、この装置もずっと露出を開けばなしにしておいて、少しずつニュートリノをためていきます。露出を 5 年間開けておき、やっとぼんやり太陽が見えてきたという、光ではなくニュートリノで撮った太陽が上の写真です。

地下 1 キロメートル、光は全く入って来ない真っ暗闇の中ですが、ニュートリノは入ってくるので、それを捕まえると太陽が見えます。しかも、太陽の真ん中が見えています。これで、やっと太陽は原子の組み立て工場だということがはっきりと分かりました。星は原子をつくる。

こうやってだんだん組み立てていって、いずれ炭素とか、カルシウムや鉄ができるのではないかと思います。いくらカルシウムができたとしても、星の真ん中にあるわけですから、そのままでは私たちの体をつくるのには使えない。どうやって取り出すのかという大きな問題が出てきます。

実はこれは偶然分かったのですが、ある時に星が爆発しました。星は原子を組み立てながら燃えている間に、どんどん材料を使っていますからあるところで

燃料がなくなりエネルギー危機を迎え、もうエネルギーを作れなくなします。そうすると、星は自分の重さを支えることができなくなり、真ん中がつぶれます。その反動で表面が反発し、大きな星だとそれが大爆発になります。それは超新星爆発と言って、星 1 個の明るさが銀河全体よりも明るくなるほど、ものすごい爆発です。私たちの銀河でこれが起きると、昼間でも見えます。

イエス様を訪ねてくる 3 人の博士が、ベツレヘムの星を探してやってきたという話がありますが、あれも超新星ではないかと言われていています。昼間でも見えるほど明るくなる星が超新星、1 世紀に 1 回起きるかどうかなというくらい、めったにないことです。

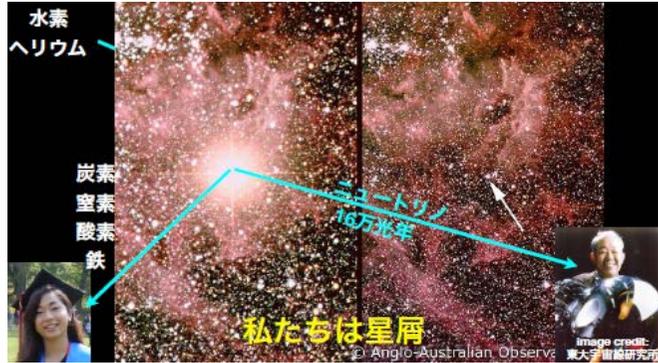
この爆発が起きた時にたくさんニュートリノが出て、それを捕まえることに成功しました。スーパーカミオカンデはまだできていませんでしたが、その前身のカミオカンデという小さなものがあって、小さいといっても 3000 トンの水が入っていますが、そこにたくさんのニュートリノがやってきたのです。何度も言っていますが、ニュートリノはほとんど反応しないシャイな粒ですから、普段は見えなくて雑音ばかりです。それが、ある瞬間に信号が来る。11 個の信号が来たので、何か爆発が起きたに違いない。調べてみると、南半球で星の爆発が観測されました。

これで何が分かったかと言うと、遠くの星、誰も行って帰ってくることはできませんが、この星で、しかも芯まで原子でできていて、もっと大きな原子を組み立てていたということが分かりました。つまり、宇宙が始まった時には水素とヘリウムしかなかったもので、最初の星は水素とヘリウムだけでできていました。でも星の中心でどんどん組み立てが進んで、だんだん大きな原子ができてきます。その星が十分重い星だと最後に大爆発を起こして、組み立てた原子を宇宙にばらまいてくれるのです。ばらまかれた原子は、今度はちりになります。そのちりになったものが、また重力で引っ張り合って集まり、今度は子どもの星ができる。この子どもの星の真ん中で原子の組み立てを続け、いずれ鉄みたいな大きな原子ができてくる。それをまた爆発で宇宙にばらまきます。

それを集めてできたのが太陽、多分孫ぐらいの星と思われています。孫の星ですから、お父さんとおじいさんが造った原子が結構あり、太陽ができる時に周りを回っているちり同士がぶつかってくっつき、大きくなった固まりの岩が

地球です。ですからこの地球には、初めから炭素や酸素や鉄、カルシウムといった元素が十分にあったので、人間をつくる材料があったことになります。星の爆発で元素が飛び散り、それがまた集まった星で私たちが生まれたのです。

これは私の娘が去年大学を卒業した時の写真ですが、彼女もこうして生まれ、ともかく私たちは星のかけら、星くず、ということです。これで私たちは本当に星から来た、ということがはっ



きりしたわけです。知らない人に初めて会った時に、どこから来たのかを聞かれたら、私は星から来ましたと答えるのが正解ですので、必ずそうお答えください。多分変な顔をされますが。

でも、まだ謎は残ります。こうやって星の中で組み立てができるのは実はここまでで、鉄が最大。ここから先は行けません。なぜなら、鉄までは重い星の中の



重力でくっついてできますが、さらにくっつけようと思っても、原子核の中の陽子はプラス電荷を持っていてプラス同士は反発するので、全然くっつきません。この先の元素はできませんでした。

でも、私たちの体にはヨウ素が必要で、だから海草を食べないといけません、他にも貴金属の、銀やプラチナ、金もできませんでした。これらはどこから来たのでしょうか。

しばらく前までは、これらも超新星でできたという話が結構有力でしたが、コンピューターが進歩して、超新星の爆発の様子がシミュレーションできるようになると、実は無理だということがはっきりしました。

ではどこなのか。超新星爆発が起きた後、中に芯が残ります。ものすごく硬い芯で、太陽ぐらいの重さを 10 キロメートルぐらいに押し込んだ、中性子星です。もし中性子星が 2 つ合体したら、そこでこういうのもできるのではという話が出てきました。中性子星が互いの周りを回りながら、最初はゆっくりですが、だんだん周りの空間を揺らしながら、エネルギーを失って落ち込んでいき、早くなって合体すると、ものすごい反応が起きます。ここで金とか銀、ヨウ素ができたのではないかと。これが去年初めて見つかりました。

こうやってできたものが宇宙空間に噴き出されて、それが漂っているうちに地球にもやってきて、それが私たちの指輪などになっているのではないかと。このことはずっと言っているだけでしたが、去年本当に見つかったのです。どうやって見つかったのか。中性子星は固い石のようなもので、ベッドのシーツの上にもものすごく重い、ボーリングのボールのようなものを 2 つ置いてそれを回したら、シーツがだんだんよれていきます。

宇宙空間も同じで、アインシュタインが言うには宇宙空間は生きていますから、そんなに硬いものを回すと、宇宙空間もよれて揺れ始める。空間が揺れることに重力波という名前がついています。その重力波を見つけました。中性子星が回っていると周りの空間を揺する。揺するというのは、伸びたり縮んだりしているのが波のように伝わっていくということですが、それが地球にやってきます。何が起きるかというと、最初はゆっくり回っていますから、まれに波が来て伸び縮みしますが、落ち込んでいくとだんだん速くなってきます。速く空間が伸び縮みするようになり、回っているうちにいずれ合体して、恐らくブラックホールになると、もう何も出てこなくなる。この地球の伸び縮みは去年起きましたが、感じた人はいますか。感じないのも無理はなく、どのくらい地球が伸び縮みしたかという原子の大きさの 1 億分の 1、ほんのわずかです。それを感じる事ができたのが LIGO というアメリカにある装置で、日本にも似たものを造っています。

パイプが 2 つあり、この中をレーザー光線が行き来しています。空間が伸び縮みしない時には、双方帰って来たレーザー光線同士を合わせると、レーザーは波ですから、山と谷のところがちょうど合って、キャンセルしてなくなるように仕組んでいます。

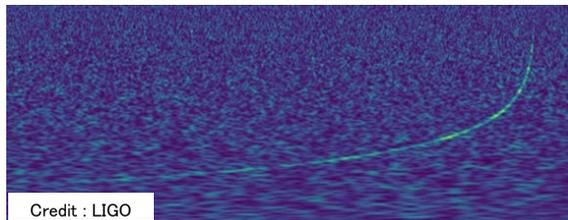
普通はキャンセルして何も出てこない。でももし、こちらのパイプが少し伸びて、行って帰ってくる時間が遅れる。もう一方のパイプが少し縮んで行って 帰ってくる時間が早くなると、山と谷が少しずれてしまう。そうすると、少



しおつりが出てきます。そのおつりを測るということで、空間の伸び縮みを測るという装置です。この 4 キロメートルのパイプが伸び縮みする大きさが原子核の大きさよりも小さいという、ほんのわずかですが捕まえるのに成功しました。

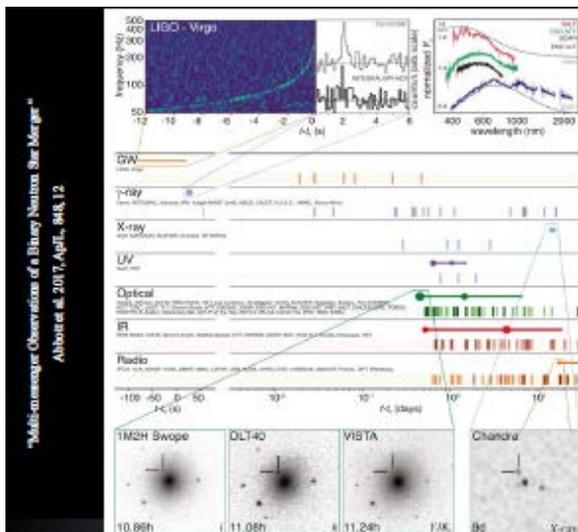
この中性子星合体によって金が生まれました。あんなに大きな星が合体してもできる金は地球 10 個分の重さで、宇宙空間にばらまかれるのでほんのわずかでしかありません。このようにして金、銀、プラチナ、ヨウ素ができました。まだ 1 回しか見つかっていませんが、これでやっと、多分ここでできたのではないかという当たりがつかしました。こうやって一つ一つ進歩してきました。

重力波が見つかった後、それだけではなくいろいろな望遠鏡でも見えました。それまでなかったものが突然現れました。例えば右の写真があります。



昔ここに星はありませんでしたが、重力波が見つかった後に改めて望遠鏡で見ると何かが噴き出している。どうもここが大きな原子をつくる場所らしい。私たちの体の一部もそこから来ているらしいということが分かってきました。

というわけで、ここまでは星は原子を作ってくれたありがたい存在ということになりますが、その次に知りたくなるのは、星は誰がつくったのか。それが分からないと、私たちはどこから来たのか分からないことになります。実はまだ分かっていません。恐らく星をつくってくれたのは暗黒物質、ダークマターと言われていますが、このダークマターというものが何であるかは、まだ分かりません。では何であるか分からないもの話をしているのか、ということになりますが、それは説明できるので説明したいと思います。

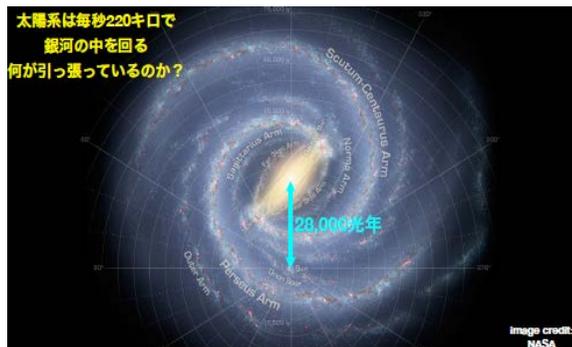


これは、私たちの銀河系の中にある星の位置を測って地図に打つと、このようになるという図です。銀河系の中心から私たちは2万8000光年離れた郊外に住んでいます。中心はごみごみしていて昔の超新星爆発の残骸がたくさんあり、結構放射能汚染が進んでいて、多分住めません。

もっと遠くに行くと星をつくる材料がなくなってしまう過疎地帯になって、そこにも住めません。ちょうどいいところに住んでいるのが我々です。私はアメリカではバークレーに住んでいます、日本では千葉県柏市に住んでいるので、私たちの太陽系は柏のような住みよいところにあるといつも言っています。結構郊外にいるわけです。

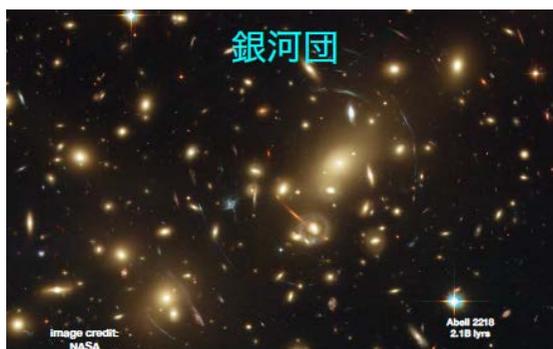
太陽系の中で地球は中心にいないので、太陽の周りを公転します。それと同じように、太陽系自身も銀河の中で公転しているはずですが、これを測るのは、中にいますからすごく難しいですが、でも測ってみると、太陽系自身毎秒220キロメートルで走っています。東京から名古屋まで1.5秒、大阪まで3秒ぐらい、ものすごい速さで走っています。そんなに速く走っているのになぜ飛んでいかないのか、何かが引っ張ってくれているはずですが、もちろん銀河には星がたくさんあるので、重力で引っ張ってくれているのには違いありませんが、星は見えますから望遠鏡で全部数えてどのくらい重力があるかを調べてみると、足りないのです。

長いこと銀河系は星できていると思っていましたが、星だけだとすると、その重力では太陽系は繋ぎ止めておくことができない。何十億年も昔に飛んでいってしまい太陽系は真っ暗闇をさまよっているはずなのに、



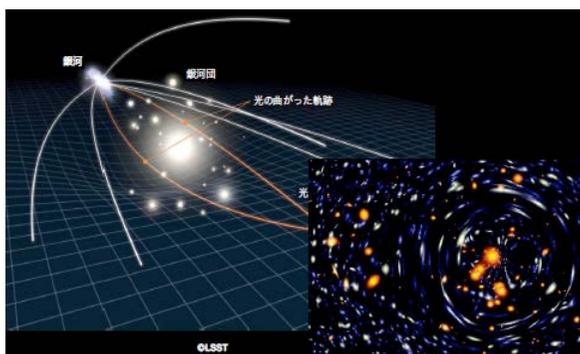
銀河系に収まっています。ということは、星ではない何者かが、私たちを引っ張って来てなければいけない、望遠鏡で見えない何者かが。従って暗黒だと。でも重力はつくってくれているので、物質だと。それでとりあえず、暗黒物質という名前をつけているわけですが、何だかまだ分かりません。

銀河だけではありません、先程の銀河団の写真ですが、しばらく見ていると変なものに気づきます。銀河は皆、黄色くて美しい丸いものだと思いましたが、長いものもあります。いろいろなものに気がつきます。



薄いけれども長いものもあります。これは何でしょうか。さっきお話したように星は動いているので、こんな変な格好の銀河があったらすぐにばらばらになってしまいます。でもきちんと一緒にいます。これが何かと考えましたが、結論は暗黒物質のいたずらで、銀河がこう見えているのではないかと。

銀河の集まっている村は、そこはほとんど暗黒物質の海の中で銀河がちょっとあるだけです。暗黒物質がたくさんあると、その重力は強くなります。私たちの地球から見て、たまたまこの銀河団の裏側に銀河があったとすると、ここから来る光は重力で曲げられ、ちょうどこの暗黒物質のたまっている銀河団が虫眼鏡のような働きをします。



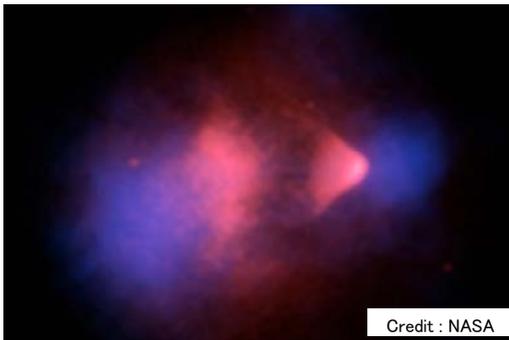
虫眼鏡といっても自然がつくったものですから、銀河の形がすごくゆがんで見えています。仮にこの銀河団の裏側を、遠くの銀河が川のようにたくさん流れていると思ってください。虫眼鏡の効果で伸びて見えます。

この銀河はずっと遠くにあって、手前に暗黒物質が虫眼鏡みたいないたずらをするので、伸びて見えているのです。暗黒物質自体は見えないのですが、現場を押さえればいたずら者がどこにいるかが分かります。

すばる望遠鏡で撮ったのが右の写真です。まぶしい十字架みたいなものは、すごく近くの星が光っているだけなので今は忘れてください。点がたくさん写っているものが何十億光年向こうにある銀河で、これだけに注



目します。この銀河も、今のすばる望遠鏡の大きさと技術を使うと、大きさと形が見えて、その形が引き伸ばされてゆがんでいるのが分かります。ということは、暗黒物質が手前でいたずらをしています。だから暗黒物質はどこにいたかが分かります。そうやって今、暗黒物質の地図を作ることができるようになりました。どこにいて、どれだけあるかがもう分かります。その結果びっくりしたのは、宇宙の中の物質の8割以上は私たちをつくっている原子ではなく、全然違う暗黒物質だということが分かりました。



その一番ドラマチックな例がこの写真です。美しい宇宙の写真に見えますが、じつは青いところがいたずら者、暗黒物質があるところを割り出したものです。2カ所あります。ピンク色は、普通のガスがものすごい温度になって、X線を出して光っ

ているのを人工衛星で捕まえたものです。

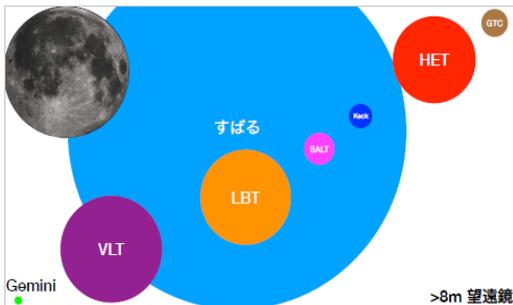
この暗黒物質と普通のガスのペアが1つの銀河団で、2組あります。片方の銀河団ですが変なことがあります、暗黒物質とガスのあるところがずれています。暗黒物質のおかげでものがまとまっている、という話を先ほどしましたから、一緒にないといけないはずなのにずれている。これはどういうことだということになります。コンピューターで調べてみると、銀河団というのは暗黒物質の固まりの中にガスが少しあります。この銀河団が衝突すると、ガス同士は反応して熱くなり摩擦ができて遅れがでるのですが、暗黒物質は何もなかったかのようにそのまま行ってしまいます。普通のガスは、暗黒物質が先に行ってしまったので、

その重力に引きずられながらついて行きます。これで、この写真が説明できます。こうして、これは銀河団と銀河団が毎秒 4500 キロメートルで衝突した結果だということが分かりました。日本列島の距離を 1 秒というものすごい速さで衝突したわけです。

これで分かったのは何かというと、最初は銀河団といえどもほとんど暗黒物質だということです。銀河団が衝突すると、ガス同士は普通の原子でできている粒なので、きちんと反応します。でも、ガスと暗黒物質、そして暗黒物質同士も反応せずに、そのまま通り抜けてしまいます。暗黒物質は普通の原子でできたものではない、ということがこれではっきりするわけです。何か新しいものだと、しかもこちらの方が宇宙の中で多数派だと。私は小学校で、万物は原子でできていると習った覚えがありますが、それに感動して物理学者になりましたが、物理学者は 100 年間一体何をやってきたのか、もうびっくりしました。宇宙のほとんどの物質は原子ではありません。本当に気持ちの悪いことが分かりました。

ところが、この暗黒物質は実はすごく大事な存在です。先ほどビッグバンの写真が撮れたという話をしましたが、ビッグバンの写真には少しだけ熱いところや冷たいところがありますが、ほとんどのっぺらぼうだという話もしました。少し熱いところは暗黒物質が多い。暗黒物質が多いと重力で周りのものを引っ張るので、もう少し濃くなる。するともう少し重力が強くなるので、さらに周りのものを引っ張りもう少し濃くなる。それを繰り返しているうち、だんだん濃いところはさらに濃くなり、濃淡がはっきりしてきます。この暗黒物質が濃くなったところに、普通のガスが引きずり込まれ、ガス同士が反応し光を出し、冷えて固まると星ができ、銀河ができ、いずれ私たちができる。

コンピューターの中では暗黒物質がない、という仮定の宇宙もやってみることができて、その宇宙では 138 億年たっても、星も銀河も、私たちが生まれませんでした。だから、暗黒物質のおかげで星ができ、星のおかげで原子ができ、私たちが生まれました。つまり、暗黒物質は私たちのお母さんです。でも、誰も会ったことがないので、生き別れのお母さんです。これはぜひ会ってありがとうと言いたいと思いますが、まだ会った人は誰もいません。Google で探しても顔は出てきません。どうするか、とにかく居場所を突きとめるというのが今やっていることで、すばる望遠鏡を駆使して、暗黒物質の大きな地図を作っています。



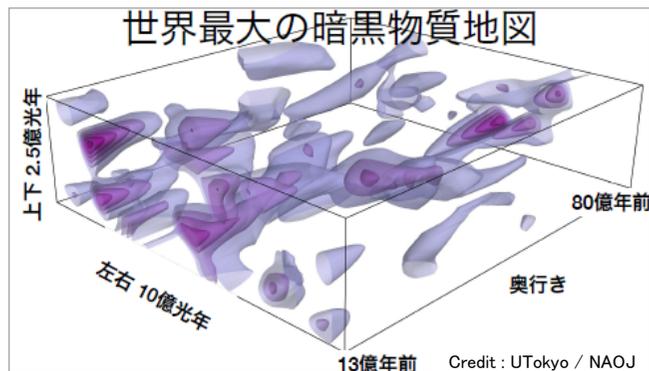
世界には 8 メートル以上の鏡を持つ望遠鏡が幾つかありますが、皆視野が小さく、それに比べずばる望遠鏡は、一遍にこれだけ見えます。ですから、ものすごくたくさんの宇宙を切り出して見ることができます。それを見るためのカメラも巨大で、望遠レンズだけでこの大きさで、それを組み込んだカメラ全体が高さ 3 メートル、重さ 3 トンです。

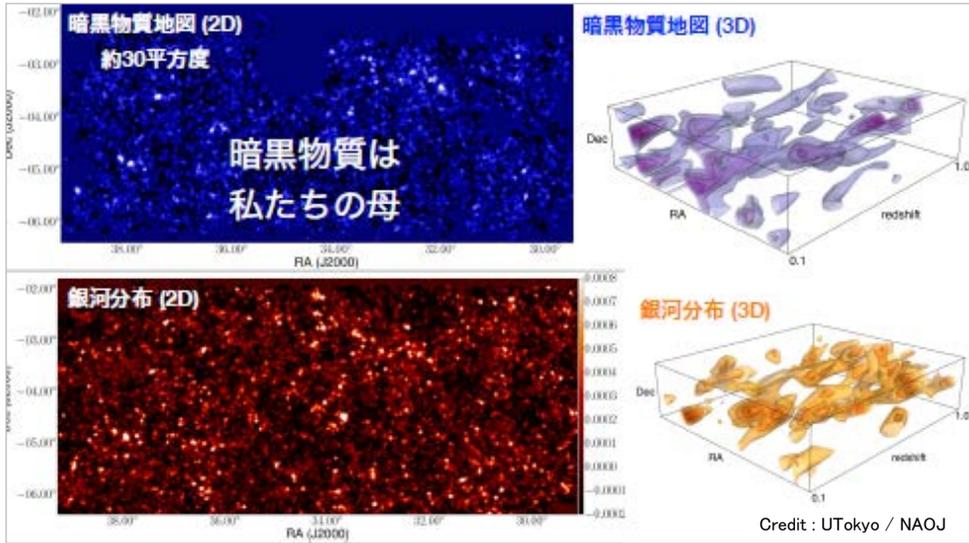
このカメラをすばる望遠鏡につけて観測すると、一遍にたくさんのものが見え、こうして世界最大の暗黒物質の地図を最近発表しました。

これは奥行きが 80 億年あります。左右 10 億光年、高さ 2.5 億光年。世界最大の暗黒物質の地図。遠くを見ると昔が見えていますが、昔はあまり凹凸がないのに、最近はもっとあります。暗黒物質がものを集めて、

宇宙の構造をつくってきたということが、これで見えるわけです。

しかも、暗黒物質のあるところと銀河のあるところを比べてみる。二次元で見てもいいし三次元で見てもいいですが、暗黒物質があるところには確かに銀河があります。だから暗黒物質がお母さんで、ものを集めて、そこに銀河と星を生んだということが、こうやってはっきり見えてくるようになりました。





でも、正体がまだ分からない。物質なので何だろうかといろいろ考えて、今まで知っているもののリストを全部見ていきます。さっきの衝突で反応しないので原子は違う。暗い天体もいろいろ探す方法があってやはり違う。ブラックホールでもない、ニュートリノは軽すぎる。知られているものは全部駄目なのです。知らないものでなければいけない、ということまでははっきりしています

しょうがないので、このあたりから当たりをつけます。多分「弱虫」だろう、というのが今一番注目されている説です。さっきのニュートリノみたいに簡単に地球を突き抜けるが、ずっと重いものだというのです。

「弱虫」と言っているのは、

ほとんど反応しない重い粒、この頭文字の WIMP が弱虫という意味なので無理やり訳しましたが、宇宙の初めにたくさんつくられた素粒子だろう。そのうちにほとんど無くなったが、少し生き残ったのが今も宇宙にあるのではないか。これが本当だとすると、さっきのニュートリノのように、暗黒物質もこの辺をうようよして、これも皆さんの体を毎秒何千万個も通り抜けているはずだ、という勘定になりますが、ほとんど反応しないのでやはり捕まえるのは難しい。

どうやって捕まえるか。さっきのニュートリノの場合は、地下に大きな標的をつくって捕まえるのに成功しました。柳の下の二匹目のドジョウではないですが、とにかく地下に行こう。私も暫く地下で仕事をしたことがあって、真っ暗のトンネルの奥に大きな穴を掘り、そこに大きな装置を入れます。どんなことをやっているかを「コズミックフロント」で紹介したことがあります。



手袋をして忍者のような格好で仕事をしていますが、暗黒物質 WIMP の反応はほとんど起きないので、雑音が恐いのです。雑音を減らすためにはきれいにしなければいけないのですが、ここの中で一番汚いのは人間で、装置を人間から守るために人間を覆って作業します。髪の毛1本でも落ちたら駄目なのです。

こういう努力を続けていますが、今のところまだ見つかっていません。1トンとか10トンの装置を造っても、どのくらいの反応が起きるかというとせいぜい1年に2~3回、それをじっと耳をすませて1年に2~3回を逃さず捉える、そういう実験をやっています。ものすごく辛抱が要るので、言ってみれば徳川家康流、暗黒物質が鳴くまで待とうという作戦です。しびれを切らす人がいて豊臣秀吉流に暗黒物質を鳴かせてみよう、ビッグバンでできたのなら自分たちにもつくれるのではと。

そこで先程の加速器が出てきます。大きさが全周27キロメートルのトンネルがスイスとフランスの国境地帯の地下100メートルにあります。山手線1周くらいの大きなトンネルにハイテクの機械が並んでいて、



小さな粒の陽子をものすごいエネルギーに加速してぶつけると、そこにエネルギーが集中するので、ビッグバンをやり直せると。ビッグバンをやり直したら宇宙ができますがそれはできないので、リトルバンはできるかなという装置です。



中に入ると、土管みたいなものの中にハイテクの装置がいっぱい入っていますが、とても大きいので、ぱっと見ると曲がっているのも分かりません。それぐらい大きなトンネルが掘られています。

加速器という言葉になじみのない人は多いと思いますが、実は日本に約 2000 台もあり、ほとんど病院にあります。例えば PET 診断でがんを診断する時に、反物質の陽電子が体の中に生まれる薬を入れますが、その薬は天然には存在しないので、加速器を使いぶつけて薬を作っています。がんの治療にも使います。重粒子線の治療は、重い原子を加速してエネルギーを上げて体に打ち込み、がん細胞のところで止まり殺すように仕組みますが、その加速器も病院にあります。

ヨーロッパの加速器のような大きなものは世界に 1 台しかありませんが、原理は全く同じです。それを使って何をやるか。陽子を両側から出して、真ん中でぶつける。そこでリトルバンが起きたら、いろいろなものが出てきます。それをくまなく全部捕まえて何が起きたのかを調べます。世界中から何千人も集まってきて、この実験装置を一緒に組み立てました。

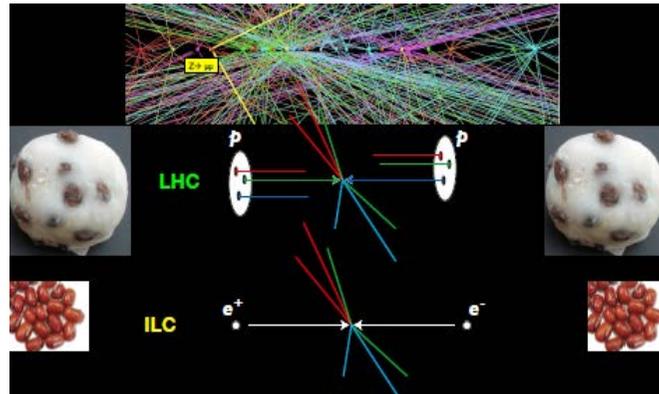
ぶつけたら何がうれしいのか。陽子を加速すると言いました。陽子とは、小さな粒の中ではそんなに重いものではなく、三輪車みたいなものです。三輪車を一生懸命こいでものすごいエネルギーにし、両側でそれをして真ん中でぶつけるということです。三輪車は軽いですが、エネルギーは高くなります。

アインシュタインによると、そのエネルギーを逆に重さに変えることもできるはずなので、三輪車のエネルギーが重さに変わると戦車と飛行機が出てくる。これが加速器での実験です。



実際にこの実験をして、今までなかった重いものをつくり出すのに成功してきました。こうしてつくった重いものの中に、もし暗黒物質があるとしても見えません。しかし見えないものをつくったことが分かります。なぜなら、こちら側に飛行機が出ているなら、バランスをとるために反対側にも何か出ているはずなのに見えていない、ということは、見えないものができたという結論になります。今躍起になって実験を進めていて、まだできるかどうか分かりませんが、これからはずっと暗黒物質をつくる努力が続いていきます。

しかし、今ヨーロッパでやっている実験は、いずれ限界が来ると思われています。というのも、陽子同士をぶつける実験は右図のようにごちゃごちゃです。なぜこのようになるかという、陽子



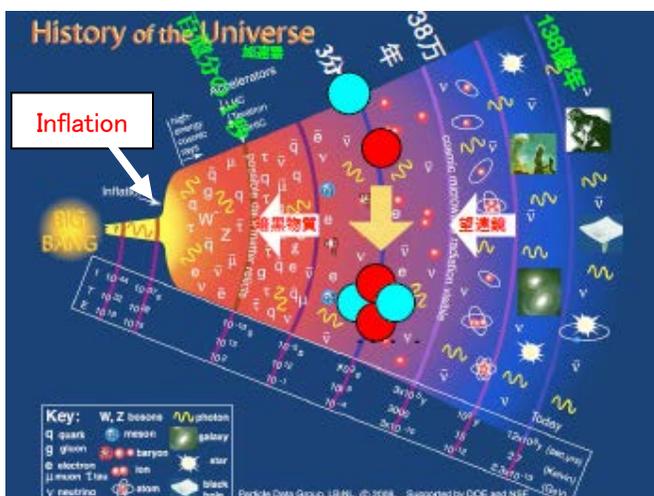
は中にクォークという小さい粒が 3 つ入っていて、グルーオンというのりみたいなもので結びつけられています。言ってみれば豆大福みたいなもので、小豆を餡でくっつけたものだというわけです。これをぶつけると餡が飛び散ります。本当に知りたいのは、小豆同士がぶつかってそこで何ができるかですが、周りに餡がいっぱい飛び散っていると、何だか分かりません。小豆同士をぶつければいいのですが、そのためには電子と、先ほどの反物質である陽電子とをぶつけることです。しかし、大福ぐらい大きなものであれば投げやすいし、大きいからぶつけやすいが、小さいものは投げるのも難しいし、ぶつけるのはもっと難しい。確かに技術的には難しいのですが、ようやくこの技術が 5 年前に完成して、多分できるというところまで来ました。

国際リニアコライダー (ILC) という名前の装置で、何をやるかという真ん中で陽電子と電子を反対側に分けます。リニアですから丸ではなく直線、名古屋まで行くリニア新幹線と同じような感じです。ものすごくハイテク機械ですが、ここで使う技術もリニア新幹線と同じです。

ある種の金属をすごく低い温度に冷やすと電気抵抗がなくなるので、ロスが

なくエネルギーを使えます。そのエネルギーを、新幹線の場合には新幹線を加速するのに使いますが、ここでは電子を加速するのに使います。どうやって加速するかというと、蛇腹みたいなものの中に強力な電波を入れます。電波は波ですから、ちょうどサーファーが波に押されて速くなるのと同じように電子も押されて加速します。それを最後に絞って、髪の毛 1 本の太さの 1 万分の 1 ぐらいに絞りますが、コントロールして当てることができれば、餡の出ないきれいな衝突が見えるので、暗黒物質ができたのがすぐに分かる、ということを考えています。

こうして暗黒物質を探す旅に出っていますが、まだ見つかっていません。でも、今の仮説が正しくて見つかることがあるとすれば、暗黒物質が生まれたころの宇宙も分かると思います。暗黒物質に会うとその人の生い立ちが分かります。その生い立ちとは、宇宙が生まれてからまだ 100 億分の 1 秒しかたっていないころのことで、宇宙の始まりにさらに挑める手がかりになると思っています。



そこで最後の質問は、この先もっと迫れるのだろうかということです。ここにインフレーションと書いている時期があります。小さな宇宙が大きくなった時期ですが、ここまで見る方法がないだろうか。そもそもインフレーションを考えている

こと自身、何だかよく分からないと思いますが、宇宙が生まれた時は手の平に乗るぐらい、原子 1 個よりも小さかった。その小さなミクロの宇宙を大きくしてマクロの宇宙にしてくれたのがインフレーションだと思っています。

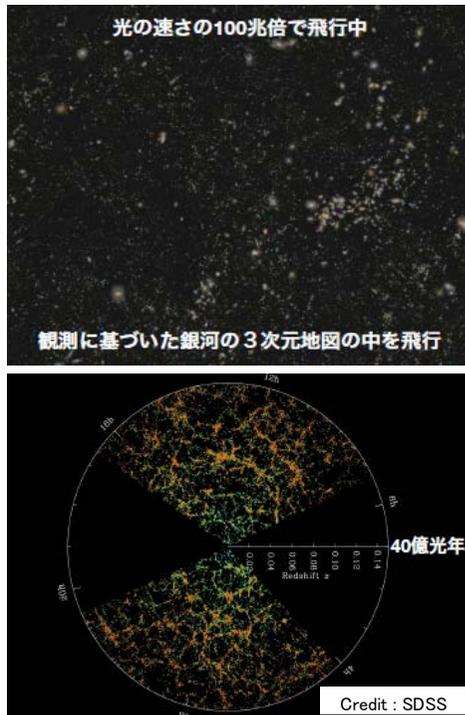
今の宇宙は観測できるので、どんな銀河がどこにあるかを観測して、それをコンピューターの中に入れると、あたかも宇宙飛行しているような映像を作ることができます。これは本当のデータに基づいているので、本当にできたらこうなるのかもしれませんが、実はこれをやろうとすると、光の速さの 100 兆倍で飛ばなければいけません。

それはさすがにできないのですが、これを見ていて分かるのは、宇宙はどこまで行っても代わり映えしないということです。どこへ行ってもほとんど同じです。ちょっと濃いところや薄いところはあっても、基本はずっと同じです。

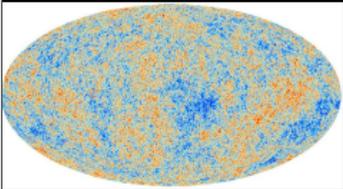
二次元の地図にすると右下の図の感じで、差し渡し 40 億光年の地図ですが、点の一個一個が銀河です。しわみみたいなものがありますが、大体ずっと同じように続いていくのがこれで分かります。

でも、この地図はすごく不思議で、そもそもさっきのビッグバンの写真も不思議です。これはほとんどのっぺらぼうだ

という話をしました。つまり、あちらの宇宙を見てもこちらの宇宙を見ても、同じ温度のビッグバンが見える。でも、あちらのビッグバンから来た光は今やっと私たちに着いて、まだ向こう側の光とは話をしていないはず。それなのにどうやって口裏を合わせて、同じ温度にできたのか。これはすごく不思議です。地球上の反対側に 2 つの離れ小島が見つかった。行ってみると、住んでいる人たちがどちらも同じ言葉を使っている。私は人類学者ではありませんが、もしそういうことに会ったとしたら、これは当然その人たちは同じところから分かれて、それぞれの島に行ったと思います。つまり、昔は一緒に話をしていた。



どうしてどちらを向いても同じ温度？

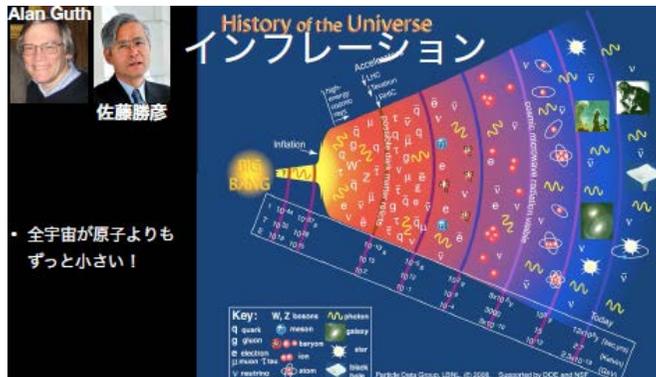


- 地球の反対側の二つの離れ島を発見
- なぜか同じ言葉
- 同じ言葉どころか同じ方言：10万分の1の違いしかない
- この二つの民族は 同じところから来たに違いない

宇宙の場合、昔は話をしていたとしても、話しどころか方言も同じでなければいけません。10 万分の 1 しか違いはないですから。ではどうやって、昔は一緒にいたのが今はこうやって離れ離れになったのか。

そこでインフレーションという考えが出てきました。今の 138 億光年の全宇宙が、原子 1 個よりもずっと小さかった。ですから、皆一緒にいて、皆話をし、口裏を合わせて同じ温度にした。それがインフレーションで引き伸ばされて離れ離れになってしまった。でも口裏は合わせていたので、今でも同じ温度になっている。そういうことを言ったのがアメリカのアラン・グースさん、日本の佐藤勝彦さんで、インフレーション理論という名前がつけました。

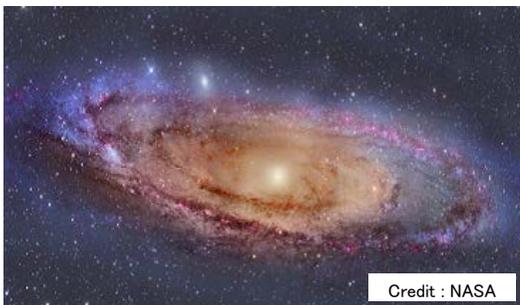
生まれたばかりの宇宙は小さかったので、多分洗濯機から取り出した洗濯物のようにくしゃくしゃだったと思いますが、今の宇宙のように大きく引き伸ばすときに、ちょうどアイロンをかけるよ



うにきれいに引き伸ばして、美しい、平らな宇宙空間になったと思っています。

インフレーションという言葉は、物価がどんどん上がる、例えば第一次世界大戦後のドイツですごいインフレーションが起これ大変なことがありましたが、宇宙で起きたインフレーションはそれどころではなく、本当だとするとちょうど風邪や病気を起こす細菌が、一瞬にして銀河サイズになるぐらいのとんでもない引き伸ばしだったとされています。

でも本当にこんなことは起きたのか。宇宙がもし最初は小さかったとすると、小さな世界では量子力学という不思議な理論がありますが、それを使うと何でもかんでもいつも揺らいでいる。全ては不確定である、不確定性原理という不思議な話があります。詳しくは説明できませんが、宇宙も小さかったとすれば、中は



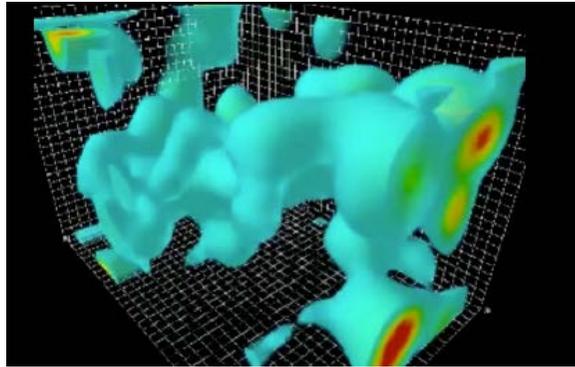
いつも揺らいでいた。それをインフレーションで引き伸ばすと、揺らいでいるのが宇宙に焼きついて、それが少しの温度差になり、いずれ暗黒物質の重力で引っ張られて固まって、星や銀河になったのだらうと。

そうすると、私たちはどこから来たのかという大元は、まず暗黒物質が星や銀河をつくってくれましたが、もともと濃いところや薄いところがないといけない。その濃いところ、薄いところは小さな宇宙のもやもやした揺らぎから来たという話になります。

つまり、このインフレーションという小さな宇宙を引き伸ばしてくれたのが、薄いところ、濃いところの種をつくってくれた。これが私たちのお父さんということになります。インフレーション

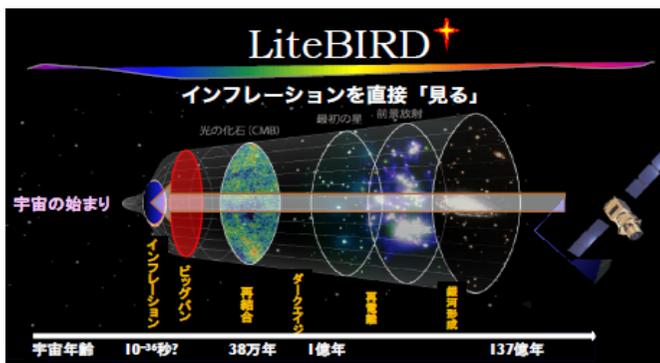
が種を置いて、それを暗黒物質が育ててくれて、星や銀河ができて私たちが生まれた。両方ないと、私たちは生まれなかったということです。

宇宙のほとんどが見えないわけですが、その見えないものたちのおかげで私たちが生まれて、今ここにいるのだということがこうやって少しずつ分かってきましたが、では本当にインフレーションは起きたのか。それを調べたいという研究を私たちの研究所は提案しています。インフレーションを直接見たい。でも、さっき何度も言ったように、宇宙が始まって38万歳のときには壁があって、そこから先はあまりに濃いから見えない、という話をしたのにどうやって見るのか。



インフレーションはお父さん

- 宇宙が生まれてすぐマイクロな大きさからマクロな大きさまで引き延ばされた
- そのときに不確定性関係でゆらぎができる
- ゆらぎも宇宙規模に引き延ばされた
- 100mの海に1mmのさざ波

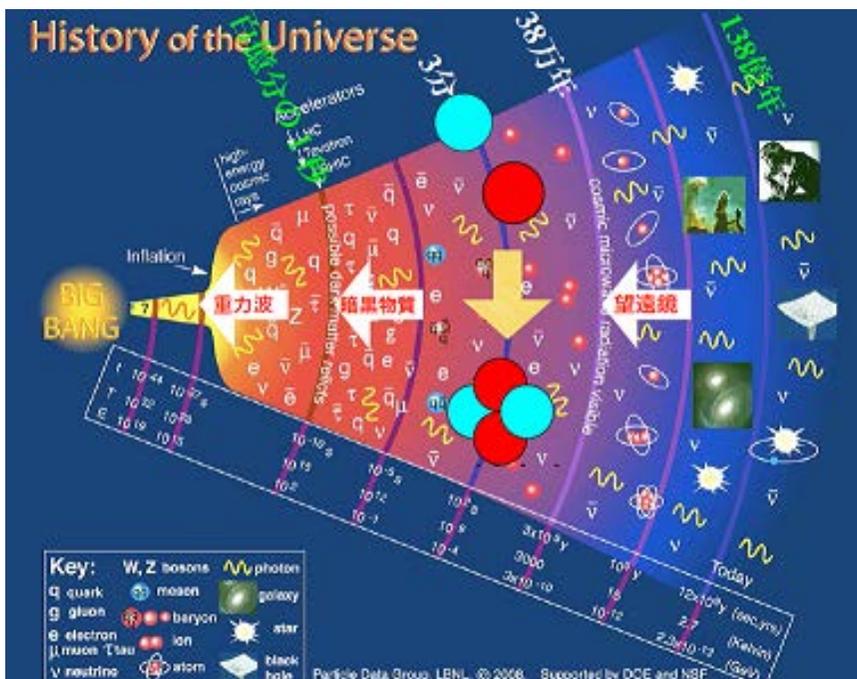


そこで登場するのがさっきの重力波です。宇宙の始まりは小さかったのを引っ張ったわけです。ゴム幕を引っ張ったら揺れ始めるではないですか。揺れているゴム幕は揺

れている空間ですから、重力波です。重力波は鼓膜で全然感じなかったので、ビッグバンからの熱い宇宙も、ニュートリノが太陽の中心から突き抜けてくるように、私たちにやってくるはずだ。それを捕まえることができれば、インフレーションを起こしている宇宙の姿が見えるのではないかな。

そういう人工衛星を今上げようとしていて、JAXA で審査が進んでいます。これが成功すると、宇宙の始まりにここまで迫れるということになります。

もちろん、まだ調べていかなければいけない要素はたくさんありますが、こうやって一步一步進んでいって、本当に宇宙の始まりに迫れるように少なくともなっています。これが今面白いことで、これをやっている研究が私たち物理学者の仕事ということです。



ご清聴ありがとうございました。

閉会挨拶

副理事長 新庄 輝也

本日は大勢の方にお集まりいただき、最後までご参加
してくださいまして、どうもありがとうございます。

また、伊藤先生と村山先生には、大変面白いお話をし
ていただきありがとうございました。聴講された皆様も
きっと満足し、知的好奇心を満たしてお帰りになってい
ただけるのではないかと考えております。



伊藤先生には、人間の顔をコンピューターで照合する技術が進んでくると、
いろいろと面白いストーリーができる、という大変興味深いお話を紹介してい
たきました。

村山先生には、宇宙論の最先端ではどんな研究をしているか、を解説してい
たきました。人間が乗っている宇宙ステーションは宇宙なのか、という疑問が私
にはあって、地球のごく近くを回っているので宇宙の渚、波打ち際なのかと思
います。村山先生の今のお仕事が大きな海のような仕事だとすると、私は渚のあ
たりが分かった、というのが実感でございます。

皆様、本日は本当にありがとうございました。

公益財団法人 新世代研究所

〒 101-0063

東京都千代田区神田淡路町 1-23-5

淡路町龍名館ビル 4 階

TEL 03-3255-5922 FAX 03-3255-5926

<http://www.ati.or.jp/>

