

Misato ProCeedings

連載・今月の一枚 第53回：分光観測

銀河の写真といえば皆さんきっと下のような写真を頭に思い描くことでしょう。私もみさとに来るまではそうでした。今回は、もう一つの天体写真を紹介したいと思います。

昨年、県立海南高校は文部科学省よりスーパーサイエンスハイスクール（以下SSH）の研究指定を受けました。現在、みさと天文台ではSSH事業の一環として生徒が取り



NGC7723 (<http://dss.nao.ac.jp> より)

組む課題研究の天文分野において県立海南高校と連携し、【銀河の分光観測】を行っています。分光観測とは一体どのようなものなのでしょうか？また、銀河を分光観測することでどのようなことが解るのでしょうか？

太陽の光をプリズムに

通すと、赤から紫までの色（虹の七色）が連続して現れます。一般に太陽の光には様々な色の光が混ざっていますが、プリズムはそれらを各色に分解することができるのです。もう少し専門的にいうと、光の色は光の波長に関係しており、波長の長い光の方が赤っぽく見えます。光は波長によって屈折率が異なるため、プリズムを通った光は七色に見えるというわけです。こうして、光の色を波長ごとに分けて調べることを【分光】といいます。つまり、現在、海

水滴が太陽の光を分光することで虹ができる



南高校生は、太陽の光ではなく銀河からやってくる光を分光し撮影しているのです。こうして撮影されたのが右の写真です。これはNGC7723という銀河を分光撮影したものです。上に上げた銀河と全く様子が違うことに驚かれたかもしれません。

では、この写真から何が解るのかというと、ほとんどの銀河は地球から遠ざかっています。このような銀河から放射される光はドップラー効果（救急車のサイレンでおなじみの現象ですね）によって、本来、その

銀河が放出した光よりも長く観測されます。そこから地球から銀河が遠ざかるスピード（後退速度）が計算できます。また、後退速度と銀河との距離には比例関係がある（ハッブルの法則）ということが解っているので、地球から銀河までの距離をその銀河の後退速度で割り算をしてやると宇宙の年齢も求めることができます。

現在、海南高校生はハッブルの法則の確認を自分たちの分光観測結果を用いて確認し、その比例定数を求めようと取り組んでいます。また、機会がありましたら、どのような観測結果になったのかということも紹介していきたいと思います。

（飯島 輝久）



NGC7723の分光像（生データ）

8月の天文教室 ペルセウス座流星群

夏休み真っ最中の8月11日、豊増研究員が「ペルセウス座流星群・直前対策」というテーマで天文教室を行いました。今年のペルセウス座流星群は、8月12日の深夜から13日明け方にかけて、流星群の極大を迎えるという予想がされていました。

天文教室が極大日の前日でしたので、まず流星群とはどのような



ものかを知るために、2001年のしし座流星群を撮影した映像を見ました。今回はご家族でお越し頂いた方が多く、まだ流れ星を見たことがない小さなお子さんもいましたので、次々に流れる流星の様子に興味・関心を持って過去の映像をご覧になられていました。

そして、CGを使ったアニメーション映像を使って、流星群が起

きる理由について解説がありました。実は流星の正体は、彗星が宇宙空間に残していくつりだというのをご存知でしたか？このつりは数百ミクロン～数センチという小さなもので、これが地球の大気にぶつかって光り、地上からみると流れ星になります。ペルセウス座流星群のもととなるつりは、秒速60kmというとても速い速度で地球の大気にぶつかるそうで



す。このスピードの速さに皆さん驚かれていました。

今回は、流星群の基礎知識や観測方法の解説だけでなく、2001年のしし座流星群の立体視にお客様と挑戦しました。立体視と言うと難しく聞こえますが、3Dと言うと馴染みがあるかもしれませんね。4月の天文教室では、小澤研究員による星空の立体視では3Dメガネで立体視をしましたが、今回は2つのパソコンの画面に流星群の映像を出し、自分の目を握って？立体に見せるというものです。お客様も初めての体験のようで、なかなか思うように立体に見ることが難しかったようです。

今回の直前対策をもとにペルセウス座流星群の観測を楽しんで頂けたのでは無いでしょうか。

（荻原文恵）

連載 美里から宇宙へ

星のエネルギーとハンス・ベーテ 5

原子核の宇宙への応用の試金石

ニュートンの力学と重力理論がもっている力を誇示する試金石は惑星の運動を解いて見せることでした。ニュートンの理論はけっして惑星運動にだけ役立つものでないが、観測データも一番よく知られているからきちんと計算と観測データを比較できるものでした。量子力学が誕生するときも同じようなことがあった。このときの試金石は水素原子でした。分光観測でエネルギー準位が精度よく実験で分かっていたし、理論計算も簡単で絶好の要件を備えていた。こういう流れで言うと天文学への原子核物理学の応用の試金石は太陽のエネルギーであった。そこをつないだのがベーテであったといえます。

しかし原子物理学の専門家にとっての悩みは星の中での原子核反応エネルギーと地上の加速器で実際に起こせる反応エネルギーと大きな差があることです。太陽のような主系列星の場合はエネルギーが千倍も違うのです。だから理論的な考察をして核反応の様子を推定する必要があるのです。その意味でも多くのデータがある太陽を対象に試してみることは絶対必要だったのです。

エネルギー生成と元素製造

1950年代には天体核物理学

みさと天文台通信

今月18日は、天文台を休館にして、観月会イベントを別会場で行います。皆様でお越し下さい。

9月のイベント

9月の天文教室

「中秋の名月 観月会」

9月18日(日)午後7時

会場：和歌山大学生涯学習教育

研究センター(和歌山市西高松)

今年の観月会は、和歌山大学の協力を得て、イベントを和歌山市内で行います。この日、天文台は休館になりますので、御注意ください。

内容

- ・ショートトーク
松田卓也(神戸大教授)氏
- ・ミニコンサート
二胡、ピアノ、大正琴
- ・月見お国自慢
和大留学生
- ・お茶会
- ・句会

"nuclear astrophysics"という言葉が輝いて見えました。そこでのスターはベーテではなくホイルでした。ベーテは本業の原子核物理学の量子力学による研究に集中していたのだと思います。ベーテのいたコーネル大学での教え子のサルピーターが素粒子と星の問題をやり始めました。

天体核物理の太陽に次ぐ課題は主系列の後に起こるエネルギー生成と元素の起源でした。エネルギーは核融合反応で発生するのだから反応した後に残る重い核は元素の製造ということになる。ただ星の奥深い中心部で出来た元素を星の外に持ち出す爆発がなければなりません。いずれにせよこの二つの問題を一気に解決するのが原子核の物理学でした。

ヘリウム三体反応

太陽での反応として水素がヘリウムになる反応が明らかにされました。温度が低ければCNサイクルで高いとpp反応であり、太陽ではCNサイクルにpp反応がすこし混じっている程度です。ヘリウムが主成分になれば今度はヘリウム同士の反応が問題になります。

ところがここで早速難問が登場したのです。二個のヘリウム4を合わせるとベリリューム8になるはずですが、この原子核は不安定なのです。ベリリュームは7や6があるのですが、ヘリウムはがっちり結びついているので中性子がバラバラこぼれ落ちないのであります。

そこで登場したのがホイルでした。彼は三個のヘリウムが一気に合体すると考えました。ベリリュームを経由しないで一気に炭素に飛ぶというわけです。

しかし三体が一緒にぶつかり合う頻度はぐっと下がります。だから三体がぶつかれば確実に反応が起こるようになっていなければ三体反応は不可能です。「確実に」起こすには共鳴反応が必要です。そこで出来た炭素の原子核のエネルギーレベルが共鳴反応を起こすようになっているに違いないとホイルは予言しました。宇宙の元素組成をみると炭素は水素とヘリウムに次いで多いから簡単に作れるようになっていなければならぬという推論です。

地上の実験で星の核反応

次に登場したのがファウラーでした。彼は原子核物理の実験家ですが、ホイルの予言を地上の実験で確かめることが出来ることに気づきました。そして見事に炭素のエネルギーレベルにホイルの予言どおりのものを発見したのです。もちろん三体反応を実験室で起こしてやることは出来ません。ただし炭素を高いレベルに励起してやるとヘリウムに崩壊する反応が分かるとその逆反応である合体反応についても情報が得られるのです。このレベルの確認でヘリウム三体反応は明確になったのです。

ファウラーはその後も天体で問題になる原子核反応に関する情報を

得るための地上での実験を精力的に行いました。ファウラーは後にこうした功績でノーベル物理学賞を受賞しました(1983年)。

B2FH

1957年に元素起源の大論文がありました。イギリス出身の天文学者バービッジ夫妻(B2)とファウラー(F)、ホイル(H)の著者四人の頭文字をとってB2FH論文と呼ばされました。私が大学院に入った1960年頃には必読の論文でした。自然界での元素分布に関する学問の分野はものすごく広いのです。天文学や宇宙線やスペース科学などの宇宙科学だけでなく、岩石や大気や海洋の科学、生命起源の科学にひろがり、特に化学分析やアイソトープ放射線の技術との関係の深いものです。

中性子星と超新星

ベーテはその頃は宇宙にはあまり登場しませんでした。彼が天体核物理に戻ってきたのは、パルサーの発見(1967年)で現実味が出てきた中性子星の状態方程式問題でした。原子核物理での核物質問題とドッキングしたのです。ベーテの最後の活躍は超新星1987A発見後でした。高齢にもかかわらず大活躍しました。計算機を駆使して状態方程式、ニュートリノ放射などが複雑に絡み合った問題に挑戦しました。じつに長い間活躍した人だったと思います。(佐藤文隆：甲南大学教授、みさと天文台名誉台長)

編集後記

ことしの夏も例年通り暑い日が続きますね。暑いだけでなく雨が少ないで取水制限のかかり始めている地域もあるかと思います。

夏休みは天文台はバタバタと混乱状態になるため、色々なことを忘れがちになります。Mpcの編集作業すら後回しになってしまいそうで、今回の編集作業も綱渡りの状態です。とくに、原稿入稿当日に執筆担当者が夏風邪で倒れた時にはどうしようかと思いました。



我が家の新しい仲間(みねこ)です。子どもが自分で世話をするというので我が家に住み着くことになりました。子どもって色々なことに興味があり、見てて楽しいです。(Y2)

9月の観望会の予定

観望会の内容や形態は当日の天候、参加者数などで臨機応変に変わります。詳細は当日のご案内になることをあらかじめご了承下さい。

観望可能日

毎週木・金・土・日、祝日の晴れた夜

開始時刻

木、日、祝 1回開催

7時30分から

金、土 2回開催

7時30分、8時30分

受付(チケット販売)は各開始時刻の15分前から行っています。

今月は、2日(金)、3日(土)、9日(金)、10日(土)、16日(金)、17日(土)、22日(木)、23日(金、祝)、24日(土)、30日(金)に観望会が2回行われる予定です。

参加費 一般200円、小中高100円
主な観望天体(予定)

1(木)～4(日)：M13、M57、他

8(木)～11(日)：ベガ、月、他

15(木)～19(月、祝)：ベガ、月、他

22(木)～25(日)：M13、M57、他

29(木)～10/2(日)：M13、M57、他

昼間の施設見学について

105cm望遠鏡は以下の時間に自由見学できます。ただし、星は覗けません。

見学時間：午後1時～午後5時

8月の休館日

休館日：月曜日・火曜日

9月は、5日(月)、6日(火)、12日(月)、13日(火)、18日(日)、20日(火)、21日(水)、26日(月)、27日(火)が休館日です。

9月18日は、観月会イベントを和歌山市内で行うため、天文台は休館になります。ご了承ください。

この原稿を書いている8月のお盆過ぎには、すでにみさとは朝夕が涼しく過ごしやすくなっています。秋と言えば、お月見、今年は18日です。日曜日ですし、今回初めて和歌山市内の観月会に挑戦します！ 参加しやすくなる方も多いかもしれません。月の加減もちょうど満月、軌道の関係からも大きな月が望めそうです。火星も10月30日の最接近に向け、どんどん大きくなってきてています。

夕方、金星と木星

今年はあまり目立たない金星ですが、宵の明星になっています。今月の初旬には、木星とおとめ座のスピカの間に金星が割り込んで行く形になります。さらに7日には月が加わります。夕空低くなつた1等星のスピカは本来春の星座の星で、この時期あまり目立たないわけですが、にわかに明るい星達に囲まれます。観望会が始まる時刻にはほとんど沈んでしまいますので、夕空の一時だけの天体ショーです。

流星群立体ビデオ奮闘記

立体ビデオと言えば、万博会場などでお馴染みですが、通常の景色であれば意外と簡単に撮影できます。ものが立体に見える理由はいろいろありますが、左の目と右の目が離れていて、同じものを見るときに、角度がわずかに異なること（視差）が大きな要因ですから、ビデオカメラを2台、左目用と右目用にして、離して撮影をすればいいわけです。

ただし流れ星の場合は、上空100kmくらいの現象ですから、左目と右目の間隔を2～3kmにする必要があります。また星は意外と暗いので、通常のビデオカメラではほとんど写りません。そこで、高感度撮影のため、I.I.（イメージインテンシファイア）という装置もそれぞれに使います。流れ星の流れる様子の全体を捉えるため、望遠鏡ではなく広角レンズを用います。そうそう、ちょうど初夏の頃のほたる中継と同じのを2台用意します。

ペルセウス座流星群の輻射点が通つて行く方角を考えると、観測点は美里町の滝川地区が最良だとわかりました。家があれば撮影に必要な電気もお借りできるでしょう。また

接近中の火星は真夜中にどうぞ！

火星の位置

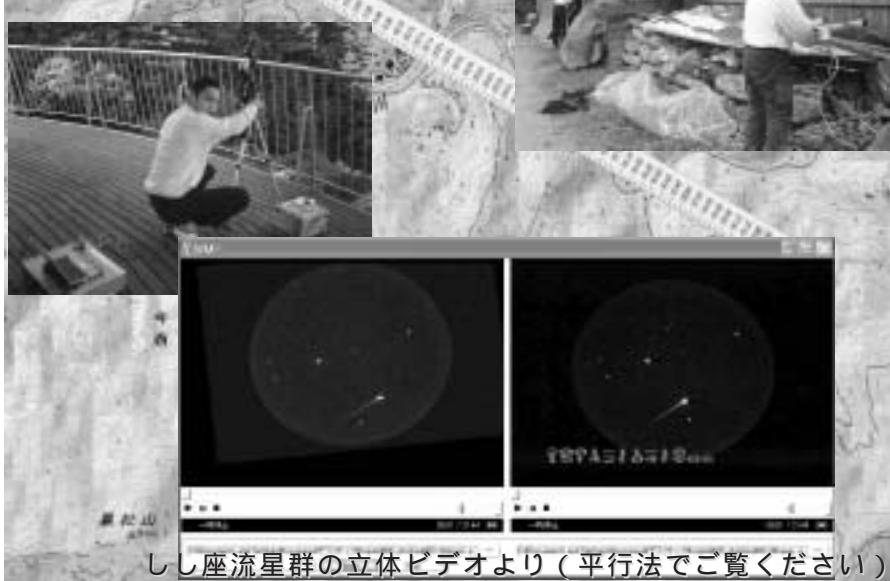


7日夕方の西の空、スピカ周辺



撮影する視野を精密に一致させるため、ネットワーク経由で天文台側の映像を流して確認することにしました。観測にあたってはボランティアによる別働隊を作って、準備を進めました。もちろん2年前の無線LAN企画で大活躍した分校O Bの小庄君や高良君、それから現役分校生達、天文台に研修に来ている柳原君も頑張ってくれました。

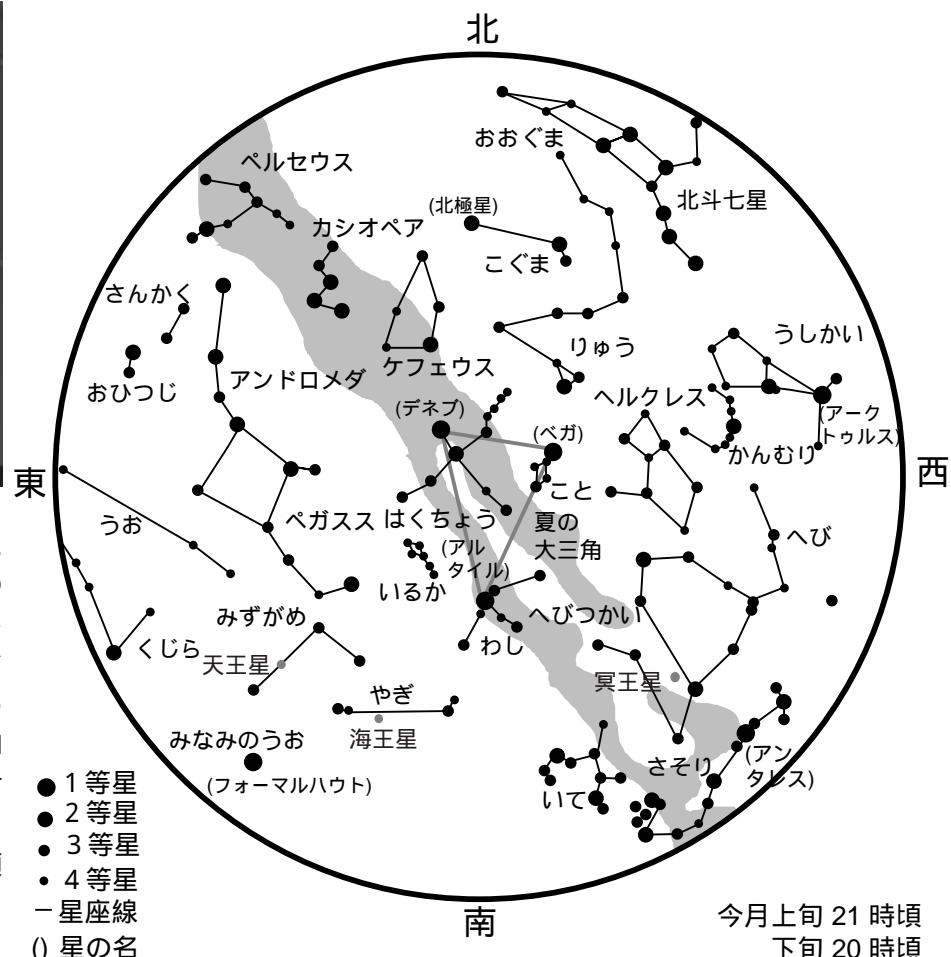
しかし、お盆の頃は毎日が曇り空。せっかく地域の方にも大いに協力もいただいたのですが、今回のところは無念の撤退でした。



しし座流星群の立体ビデオより（平行法でご覧ください）

土星とプレセペ星団

土星がまた見えてきます。とは言っても、観望会でお見せできるのは12月頃からですが。ちょうど今月は、明け方の空、かに座の四角形の中に入っています。普段は暗くて見つけにくい、かに座を見つけるのにも便利です。ふたご座の二つの星（カストル、ポルックス）の下にそれよりちょっと明るい黄色っぽい星を探して下さい。双眼鏡があればプレセペ星団の星々も土星のすぐとなりに見つけられるでしょう（9月上旬なら超早起きして4時頃、下旬なら少し夜更かして2時頃東の空を見て下さい）。（豊増伸治）



今月上旬 21 時頃
下旬 20 時頃

天文現象

1日（木） 金星と木星が並ぶ、
天王星が衝

4日（日） 新月

7日（水） 白露、
月と金星と木星が並ぶ、
(インド洋方面で金星食)

11日（日） 上弦

14日（水） 土星とプレセペ星団
が接近

18日（日） 満月、中秋の名月

22日（木） 月とプレアデス星団
が接近

23日（金） 秋分

25日（日） 下弦

「あなたの星」が見頃ですよ！

友の会のみなさん、9月の宵の空には、次のH.R.番号の会員さんの星がよく見えると考えられます。実際の位置や明るさは、ぜひ会員証と、おすすめ時期に同封される星図をご確認下さい。なお、星を探す際は双眼鏡があると便利です。お問い合わせは、お気軽にみさと天文台まで。

今月の宇宙人 今年の博物館実習生達

田村 光

和歌山大学教育学部4回生の田村光です。私は和歌山市内に住んでいて、開館当初にみさと天文台を訪れたことがあるのを少し覚えていました。大学生になって改めて天文台を訪れてみて、子どものころに訪れた時のイメージ通りのところもあり、新たに発見したところもあったりしました。

今回、みさと天文台で実習させていただいて、多くの知識、経験、そして自信を得ました。私は元々星が好きで、家も田舎にあってよく星が見えるので、夜中にはぼーっと星を見たりしていましたが、知識が伴っていなかったため楽しみ切れていなかったような気がします。しかし、

観望会を自分で行うために説明できるだけの知識を身につけると、ただ見ているだけではなく、違った楽しみ方ができるようになります。この楽しみを他のみんなにも味わってもらいたいと思いました。

実習を終えた今も、まだまだ知らないことが多くて研究員さんによく質問することもありますが、研究員さんたちはみんな親切に分かりやすく教えてくれます。みなさんも観望会に来られたときに、疑問に思っていることを色々聞いてみると、その疑問が解けるかもしれません。だから、ただ観望会を聞いて納得して帰ってしまうのではなく、不思議に思ったことはどんどん聞いてみましょう。きっとより満足して帰っていただけると思います。私もこれからも天文台に関わっていきたいと思いますので、もしあ会いしたときはよろしくお願いします。



Misato 天文ダイアリー (7/16 ~ 8/15)

今年も夏休みには大勢のお客さんに遊びに来て頂きました。ありがとうございます。

「みさと祭り」は例年通りの賑わいででしたが、美里町として最後の、という形容詞からでしょうか、一抹の物悲しさを感じてしまいました。

出来事

7月

- 17日：天文教室
- 18日：梅雨明け
- 21日：Mpc 入稿
- 27日：Mpc 納品、観測
- 27日：和歌山大学学長表彰



みさと祭りにて

川崎 由起子

和歌山大学教育学部4回生の川崎由紀子です。実習3日目に初めての観望会を担当させて頂いたのですが、あまりの緊張に頭が真っ白になってしまいました。すごく上がり症で人前ではうまく話せない私を研究員の方々、実習生の方々みんなが支えてくれ、何とか6日間の博物館実習を終えました！皆様、ありがとうございました！みさと天文台での経験を生かして9月の附属中学校での教育実習を頑張りたいと思います。

観望会は4回担当させて頂きましたが、私が雨女だからでしょうか、



田村くん



川崎さん



石川くん

石川 耕平

夏休みのあいだ、学芸員実習生としてお世話になっている石川耕平です。私は他の実習生と異なり、大学生ではありません。今は県内の某中学校で理科の講師をしており、大学を卒業して3年が経ちます。ではなぜ今さら実習なのか…。これは私が学生の時、うっかり実習参加登録をし忘れたことが原因です。しかも毎年忘れるのですからうっかりどころの話ではありません。ですので何年もの間、毎年のようにアルバイトとして毎年実習生と一緒に勉強をさせてもらっていました。はじめの頃は実習生と同様に観望会などの仕事をしていましたが、いつしか実習生のお手本となり、指導する立場になってきました。そして今年、期間限定の学生として復活、そして

ようやく実習生として参加することができたのです。こんな経緯がありますので、6月にご挨拶に伺った際に「何を今さら…」と研究員さんに大笑いされました。

ブランクが2年ほどあったので、はじめは観望会をするのに少し緊張もしました。今年は理科の先生としての経験を生かし、身振り手振りや「ぐお～っ」などの効果音を加えバージョンアップした観望会をしています。観望会は授業とは違うので少し工夫が必要だったり、壁にぶち当たることもありますが、まわりを見渡せばよく知った顔ばかり。気軽に質問もできますし、楽しい話で気分を紛らわせてもくれます。今年の夏は実習生としてもスタッフとしても天文台の一員としてみなさんと協力しながら乗り切っていきたいと思います。

29日：博物館実習初日 (I,T)

30日～8月2日：SSH

8月

5日：博物館実習初日 (K)

9日：みさと祭り

11日：天文教室、実習初日 (Y)

12日：ペルセウス座流星群

特別観望会 & 観測

団体

7月

19日：講演@和歌山県町村教育長会

21日：野上小5年、向陽中下見

22日：日方小5年

23日：北野上小、泉佐野きっずたんぽば、

きのくに子どもNPO

24日：加茂第二小

30日：東海南中3年

31日：向陽中

8月

1日：基調講演@天文教育普及

研究会、西はりま天文台

4日：仁義小、中野上小

5日：ボーアスカウト羽曳野

6日：岡崎スマイルズ

7日：県青少年育成協会

12日：伊都空手道教室、

平野少年少女会

報道・その他

7月

18日：和歌山新報（天文教室）

23日：日本経済新聞

「なんでもランキング」第7位

8月

5日：星ナビP36

（ペルセウス座流星群の画像）

12日：リクルート

「大人のいい旅」取材