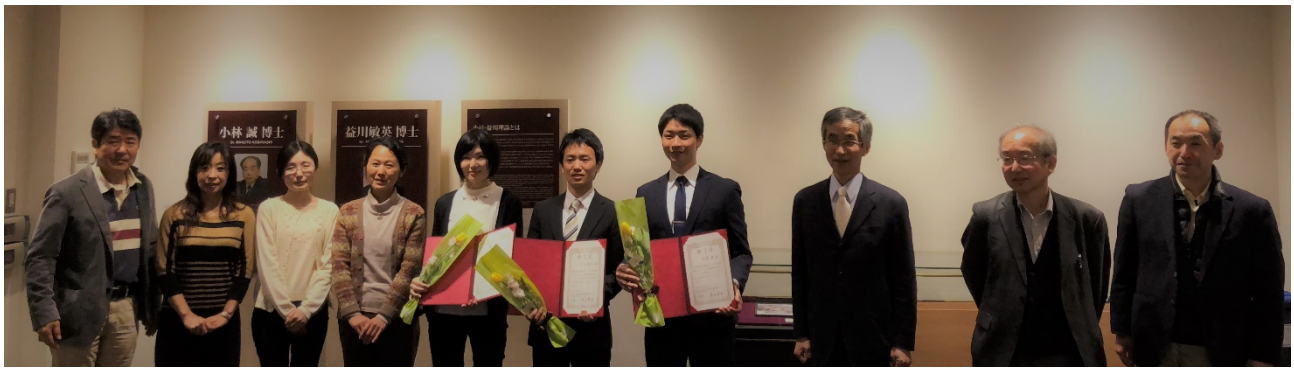
宇宙総合学研究ユニット NEWS 2018 年 4 月号

宇宙学修了証授与式を執り行いました

宇宙ユニット宇宙学拠点では、文部科学省特別経費プロジェクト「宇宙開発利用を担うグローバル人材育成のための宇宙学拠点の構築」を推進しており、分野横断型の総合的な宇宙学の教育プログラムを提供し、人材育成を行っています。本プロジェクトは、2014 年度に開始されてから満 4 年を迎えることから、これまでに宇宙学拠点で宇宙学を学び、博士/修士を修了し京都大学を卒業する方を対象に、宇宙学を履修したことを証明する修了証（博士/修士）を発行することになりました。（なお、宇宙学拠点は 5 か年（博士課程）の教育プログラムを提供することから、修士課程で京都大学を卒業する学生に修士課程修了証を特別に授与するものであり、博士課程に進学した学生は該当しません。）

今回は、すでに卒業した方も含めて、博士課程修了者 6 名、修士課程修了者 8 名について修了証を授与することになりました。そして、初めてとなる修了証授与式を 3 月 20 日（火）に北部総合教育研究棟・小林益川記念室にて執り行いました。授与式には 3 名の修士課程修了者が出席し、長田ユニット長からの挨拶のあと、修了証が授与されました。その後、修了者、出席者を交えて歓談し、宇宙学拠点を含めた学生生活、今後の夢などについて和やかに語り合いました。

修了者のみなさんの今後の活躍を祈念致します。（浅井歩　記）



修了証授与式後の全体写真

Earth, Planets and Space 誌の Young Researcher Award 2017 に早川尚志さんが選ばれました

早川尚志さん（大阪大学）が、京都大学大学院文学研究科在学中の 2015 年に、玉澤春史さん、河村聡太さん（ともに当時京都大学付属花山天文台所属）、磯部洋明さん（当時京都大学生存学館准教授、宇宙ユニット兼任）らと著した論文 “Records of sunspot and aurora during CE 960-1279 in the Chinese chronicle of the Sòng dynasty ”によって、その論文の第 1 著者である早川さんが Earth, Planets and Space Young Researcher Award 2017 を受賞しました。EPS Young Researcher Award は、過去 2 年間に EPS 誌に掲載された優れた

論文の筆頭著者である若手研究者（投稿時に 35 歳以下）を原則として年 1 名表彰します。早川さんらは、Common Era (CE) 960~1279 年の期間で、太陽黒点とオーロラの記述箇所のある文献を調査することによって、「歴史文献天文学」という新しい学術分野を切り拓いた研究グループのひとつとなりました。

宇宙木材ワークショップ開催報告

2018 年 3 月 9 日（金）、宇宙木材ワークショップが北部総合教育研究棟小林・益川記念室において開催されました。本ワークショップは、宇宙ユニットの宇宙木材利用研究会が主催したもので、宇宙における樹木の育成と木材利用の可能性の追求したものです。宇宙での樹木・木材の利用は、木の文化が深く根付いた日本が取り組める独自の宇宙開発テーマであり、金属・プラスチック材料に頼った現在の宇宙進出のあり方を根本的に変える可能性を持ちます。ワークショップは、第 1 部「宇宙における木材の利用」、第 2 部「宇宙における植物・樹木の育成」、第 3 部「宇宙社会は可能か」の 3 部構成からなり、宇宙工学、木材物性、森林生態、生命科学などを専門とする、学内外の研究者ら 11 人が発表を行いました。

宇宙木材ワークショップは、また、京都大学平成 29 年度融合チーム研究プログラム－SPIRITS－に採択された「宇宙における木材資源の実用性に関する基礎的研究」プロジェクトの一部であり、プロジェクトで実施されている各種木材片の真空暴露実験の結果が報告されました。木材片の真空暴露実験は、今年度も引き続いて実施され、長期間真空に暴露された木材片の物理・化学特性が調べられる予定です。（三木健司　記）

第 18 回宇宙学セミナー開催報告

2018 年 3 月 16 日（金）の 14:00~16:30 に、桂キャンパス C クラスター C1-2 棟 3 階グローバルホール人融（C1-311）において、第 18 回宇宙学セミナーを開催しました。本セミナーは、宇宙ユニット教員、宇宙学の受講生、そして学外の方を含めて、宇宙に関連した研究者が定期的（月 1~2 回程度）に集まって議論する、「宇宙学」の中心となるセミナーです。本セミナーは宇宙に関心を持つ学生、研究者の方であれば、学外を含めどなたでもご参加頂けます。 2017 年度第 18 回目となる今回のセミナーでは、「衛星リモートセンシングを用いた陸域環境・資源解析」をテーマに 3 名の研究者が発表を行いました。

須崎純一氏（工学研究科社会基盤工学専攻・准教授）は、「時系列衛星画像を用いた都市内の地盤変動解析」として、合成開口レーダを用いた高精度測量技術の応用に関して、関西国際空港第 2 期島の地盤変動を対象に、GPS と水準測量と衛星画像を統合した提案手法がその他手法に比べて最も精度が良かったという研究成果を紹介されると同時に、人工衛星を用いた産業応用についての可能性と課題について紹介されました。

Shweta Yadav 氏（防災研究所・研究員）は、「Satellite-based approach for monitoring and mapping the submerged aquatic vegetation in the eutrophic shallow basin of Lake Biwa, Japan」として、琵琶湖におけるオオカナダモを代表とする沈水植物（SAV）の分類と分布について、琵琶湖環境科学研究センターとの共同での船舶とダイバーを用いた調査結果をもとに世界で初めて定量化に成功し、かつ SAV の種類の分類についても成功した事例を紹介しました。また本研究代表者の山敷庸亮副ユニット長が通訳を行いました。

小池克明氏（工学研究科都市社会工学専攻・教授）は、「金属鉱物・地熱資源探査へのリモートセンシング」として、資源関連鉱物におけるリモートセンシング技術の応用について、（１）鉱物由来金属による植物相フェノロジーへの影響をリモートセンシング植生探査技術によって把握することにより、直接露出していない鉱床を発見するインドネシアと秋田県北鹿地域での技術開発事例および（２）マルチスペクトル人工衛星データを用いて、ハイパースペクトルデータにダウンスケーリングするための情報を、ターゲット地域の鉱物特性やその他の情報を用いることにより外挿でき、実際にダウンスケーリングが可能になったチリ鉱床での事例を紹介されました。

2018 年度宇宙学セミナーの日程&講演者&会場等は決まり次第、順次宇宙ユニット HP 及び宇宙ユニット NEWS にてお知らせいたします。（山敷庸亮　記）

花山天文台に新望遠鏡がやって来た！

2018 年 3 月 6 日、花山天文台露場にある系外惑星観測用スライディングルーフに 2 台目の望遠鏡が設置されました。高橋製作所製 TOA-130 屈折望遠鏡と赤道儀架台 EM-400 MRD です。TOA-130 は、口径 130 ミリ焦点距離 1000 ミリの完全色消し望遠鏡で、30 秒露出で 15 等星まで撮影可能です。EM-400 MRD は、高橋製作所の新型 1 号機で、MRD は Meridian（子午線）の略です。写真から分かるように極軸体が長く、子午線をはさんで長時間露出が可能です。系外惑星観測システムが 2 台態勢になり、系外惑星観測能率の向上が期待されます。新望遠鏡は、平成 29 年度文部科学省地球観測技術等調査研究委託事業宇宙人材育成プログラムの支援を受けて購入されたものです。（土井隆雄　記）

写真：花山天文台における系外惑星観測システム
左側の望遠鏡が今回新設された望遠鏡です。EM-400MRD の極軸体が、右側の標準型 EM-400 に比べて長いのが良くわかります。接眼部先端に取り付けられている赤色の機器は、冷却 CCD カメラです。京都の空で 30 秒の露出で 15 等星まで撮影することができます。

宇宙ユニット説明会 4/17(火)のご案内

宇宙ユニットでは、「人類の生存・活動空間としての宇宙」をキーワードに、理学・工学・人文社会科学の多岐にわたる新たな学際的学問「宇宙学」を開拓推進しています。また、分野横断型の総合的な宇宙学の教育と人材育成を行っています。全部局の新 M1、M2、D1 を対象とし、履修者には修了証を発行します。

是非ともお近くの新入生・新院生にご案内をお願いいたします。

日時：4 月 17 日（火）17：00 から（いつでも退室可、18：30 にはすべて終了予定）
場所：理学研究科 4 号館 5 階会議室（504 号室）

全学共通科目「宇宙総合学」のご案内

学部１・２回生を主対象として、リレー講義形式の全学共通科目「宇宙総合学」を**火曜日４限（14:45～16:15）に共 南 11** にて開講します。本講義では、宇宙総合学と有人宇宙学の入門的基礎講義を実施し、人類の宇宙進出に関わる問題が、狭い意味での理学・工学系のみならず、生物学・医学、さらには人文社会系の問題にまで幅広く関係していることを理解します。そして、これらの分野横断的な宇宙進出に関わる諸問題を解決するには、何を学び、何をする必要があるか、自分の頭で考える能力を養います。また、本講義で実施する有人宇宙学の入門的講義は「有人宇宙活動のための基礎教育プログラム」として 構築されたもので、有人宇宙開発を進める上で解決しなければならない諸問題を研究する基礎となります。詳細は Web ページ (http://www.usss.kyoto-u.ac.jp/index.html) をご覧ください。

月日	講義名	担当教員
4/10	有人宇宙活動	土井隆雄（宇宙総合学研究ユニット） 田口真奈（高等教育研究開発推進センター）
4/17	太陽系探査	宮本英昭（東京大）
4/24	宇宙農業	保尊隆享（大阪市立大）
5/1	宇宙人類学	木村大治（アジアアフリカ研究センター）
5/8	宇宙医学	石原昭彦（人間環境学研究科）
5/15	宇宙ビジネス	浅田正一郎（日本宇宙フォーラム）
5/22	人類の宇宙観の変遷	伊藤和行（文学研究科）
5/29	宇宙飛翔体工学	稲谷芳文（宇宙航空研究開発機構）
6/5	宇宙落語	林家染二（噺家）
6/12	宇宙倫理学	伊勢田哲治（文学研究科）
6/19	宇宙霊長類学	湯本貴和（霊長類研究所）
6/26	太陽フレアと宇宙天気予報	柴田一成（理学研究科）
7/3	宇宙システム制御	藤本健治（工学研究科）
7/10	宇宙政策	中野不二男（宇宙総合学研究ユニット）
7/17	宇宙総合学まとめ	柴田一成 （理学研究科） 土井隆雄（宇宙総合学研究ユニット） 田口真奈（高等教育研究開発推進センター）

HR 図の傾きが、天の川銀河の中心まで見通す時のカギとなる

長田　哲也　教授

（理学研究科　物理学・宇宙物理学専攻　宇宙物理学教室）

はじめに

高等学校の地学の教科書の天文分野で学ぶ基本に、HR 図というものがあります。x 軸 y 軸をとってさまざまな星をプロットしたものです。x 軸に H という量をとり、y 軸に R という量をとると、星はそのグラフの上で、ある線の上に乗り、、、というのは私が宇宙科学入門で話す（そして誰も笑ってくれない）ジョークです。本当はデンマークのヘルツシュプルングと米国のラッセルという 2 人の天文学者が、今から約 100 年前に独立に見出した関係のため、HR 図とよばれます。グラフの横軸には星の**スペクトル型**をとり、縦軸には**絶対等級とよばれる、星までの距離を考慮に入れた真の明るさ**をとるのが、もともとの HR 図でした。縦軸は星が出す全エネルギーとして**光度**という量をとることもあります。（図 1 は https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/17/Hertzsprung-Russel_StarData.png を使ったもの）。左上から右下にかけて、主な系列 main sequence という線状の場所に星が並びます。太陽のような**主系列星**です。他に、巨星、超巨星や白色矮星と名付けられた場所に来る星もあります。

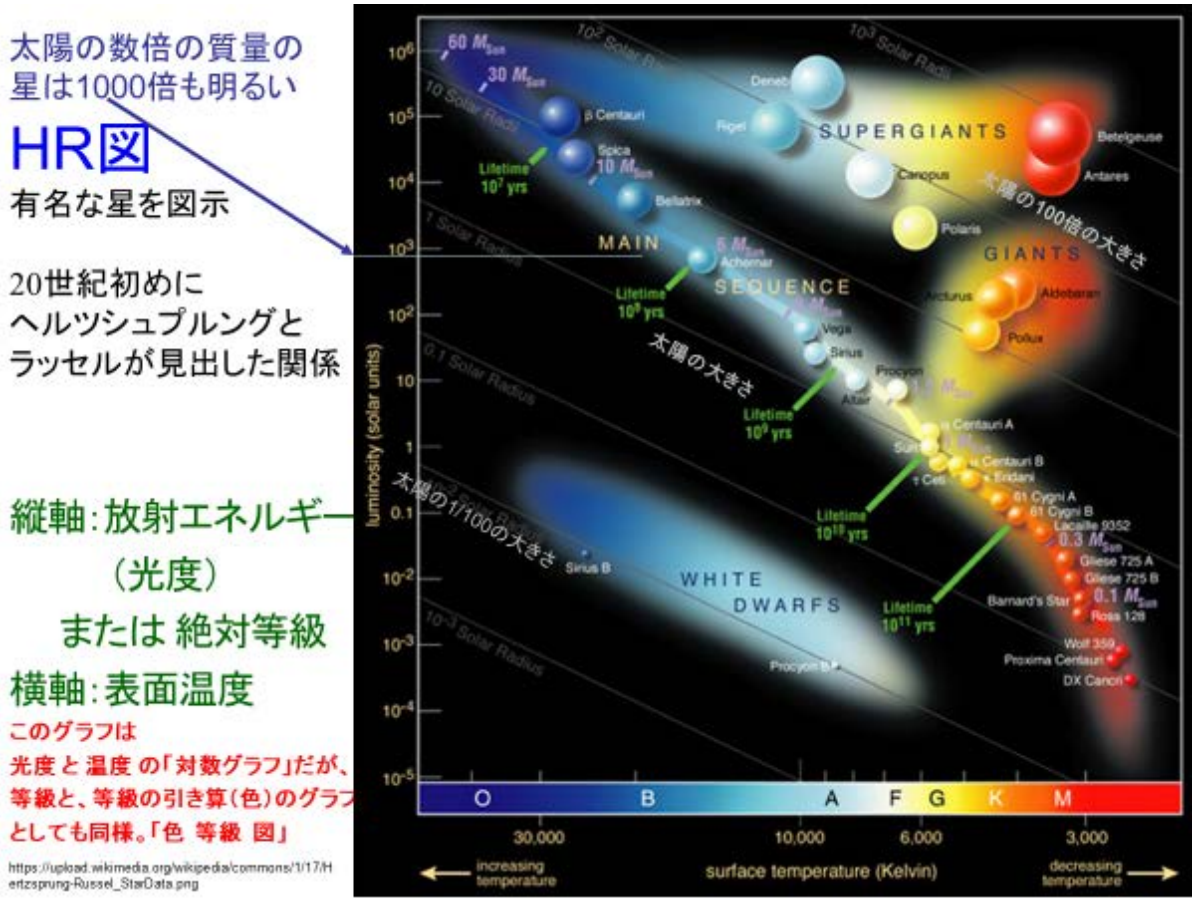


図 1 .ヘルツシュプルング・ラッセル図．縦軸:光度　横軸:恒星表面温度．

星のエネルギー発生メカニズム

しかし、この図の上で、星は特定の場所にしか来ず、バラバラとどこにでも分布するわけではありません。これこそが、星がどうして長年にわたってエネルギーを出せるのか、その内部構造がどうなっているのかを解き明かす際のカギになりました。現在では、太陽のような星では中心部で水素がヘリウムに変わる**核融合反応**が起きているのだとわかっています。そのエネルギーが重力と圧力の平衡のもとで表面にまで伝わって来て、太陽の場合だと 6000 度という表面温度のガス体として輝き、G2 型というスペクトル型を決定しているのです。

さて、この HR 図の横軸のスペクトル型というのは、**表面温度**とも等価と見なして、観測で求めた表面温度を横軸にとることもあります。このように定量的にすると、対数目盛を使った図 1 のように、星の大きさ一定の直線が引けて、その直線と主系列の傾きの差から上記のような詳細な議論ができるようになります。また、2 つの波長での明るさ（例えば青色での明るさと黄色での明るさ）の比として等級差というもので目盛を打つこともあります。その場合、2 波長での等級差は天文学の用語で**色**とよぶので、横軸が色、縦軸が等級となって、色・等級の図、色等級図ともよばれます。青色 B バンドでの等級と黄色 V バンドでの等級だと、B-V という色が横軸になります。色がスペクトル型や表面温度を表しているわけで、観測的に最も容易に作れるのが、普通、この色等級図としての HR 図です。

赤外線波長域での HR 図（色等級図）

可視光線だけでの観測ではなく、赤外線など他の電磁波も使った観測が現代の天文学です。2 波長での等級差として赤外線の 1.6 マイクロメートルと 2.2 マイクロメートルでの差（それぞれ H バンドの等級と K バンドの等級）をとると、その色等級図は少し感じが変わります。これらの波長では、星の表面温度がほとんど色に影響を及ぼさないのです。したがって、シリウスのように 1 万度の表面温度の星でも、太陽でも、3000 度のベテルギウスでも、色がほとんど変わらないのです。（少し専門的には、H-K という色がほとんどゼロで一定だと言えます。これは、どのような星であれ、核融合反応でエネルギーを出して安定に輝くガス体ならば表面温度は 3000 度よりも高く、それならば H バンドや K バンドは黒体輻射のピーク波長よりも長波長となって、レイリージーンズ側でのエネルギー分布が不変であるということを言っています。）したがって、赤外線波長では、横軸方向には星の分布が広がらず、**縦に延びた色等級図**ができあがるのです。

さて、私たちが研究しているのは、**天の川銀河の中心領域**です。太陽系が属している天の川銀河はコンパクトディスクのように薄っぺらくて、その中心でその中心に星が棒状に分布し若い星が棒の端から渦を巻いて分布した「円盤銀河」とか「棒渦巻銀河」とよばれているもので、太陽系はその中心から 2 万数千光年も離れたところにあります。そして中心部には星が密集してはいるのですが、それらを観測しようと思っても、中心部までに分布する星間のガスと固体微粒子に阻まれて、可視光線では見通すことができません。固体微粒子は、波長の短い光を散乱・吸収してしまう（**減光**させる）性質があるため、空が青いように、そして夕日が赤いように、赤い方の（つまり波長の長い）光で観測した方が見通せる、そして見通した結果は赤く見える（**赤化**する）、ということが起こります。波長の長い赤外線の出番です。

星間空間の固体微粒子を探る

図 2 は、天の川銀河の中心部の方向で少しずつ場所を変え、そこに密集しているある種の**標準光源**

を 1458 セットも観測して、その HR 図を描いたものです。H-K の色が赤くなる（右に行く）にしたがって暗くなった（下に行った）結果が見事に表れています。標準光源は色も同じ（そもそも H-K の色は星の場合ほとんど不変と上述しました）、明るさも同じなので、これは、天の川銀河の中心部の方向、わずかに違う場所での固体微粒子による減光（下へ）と赤化（右へ）の度合いの違いを表しているものと見なせます。

この減光と赤化の比こそ、**固体微粒子のサイズ分布や組成**を解くカギとなるものです。私たちは、かつて HR 図が星のエネルギー源や内部構造を明らかにするのに決定的な役割を果たしたように、赤外線波長域での色等級図から、星間空間の固体微粒子の性質を解き明かしたいものと思っています。現在、図 2 に書いた Nishiyama et al ApJ の論文（世界をリードした画期的なものでした！）の続編を、宇宙ユニットの**海外派遣**で観測に行ってきた長友氏が学位論文にまとめています。どうぞご期待ください。

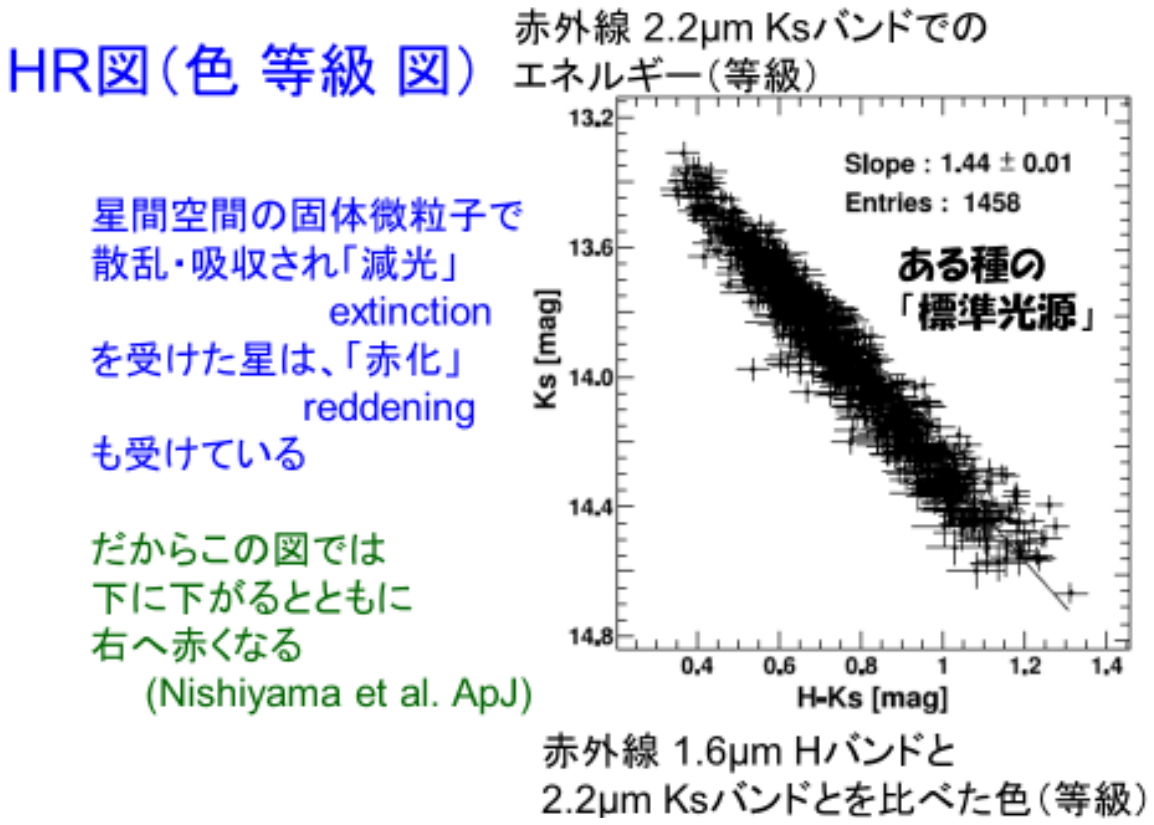


図 2. 天の川銀河中心方向、標準光源の色等級図

京都大学 宇宙総合学研究ユニット
http://www.usss.kyoto-u.ac.jp/
〒606-8502 京都市左京区北白川追分町 吉田キャンパス北部構内 北部総合教育研究棟 403 号室
編集人：出口雅規
Tel＆Fax: 075-753-9665 Email: usss@kwasan.kyoto-u.ac.jp