

令和2年度

三重大学

東紀州サテライト東紀州産業振興学舎

地域連携事業報告書

No.	区分	タイトル	主担当者	主対応者・地域
1	林業	尾鷲ヒノキ製品の環境影響評価による付加価値の創出	淵上佑樹	尾鷲市
2	林業	森林資源調査の効率化による木材生産コストの圧縮化技術について	松村直人	尾鷲市
3	林業	針葉樹（スギ・ヒノキ）から黄葉樹（イチヨウ葉）に植替えに応じた発酵イチヨウ葉茶の機能性の解明	西尾昌洋	大台町
4	林業	野地木材工業（株）における熊野地域木質バイオマス事業に関する共同研究	坂本竜彦	熊野市、野地木材工業（株）
5	林業	みえの林産物を活用した香りビジネスへの取り組み	中井毅尚	大台町
6	水産業	尾鷲沿岸海水による養殖クビレズタからの機能性成分の生産技術開発	岡崎文美	尾鷲市
7	学生支援	地域拠点サテライト東紀州サテライト（天満荘）における天満学生プロジェクトの実施	山本康介	尾鷲市、天満浦百人会

令和3年(2021)4月

三重大学東紀州サテライト
産業振興学舎

詳細は下記も参照下さい

三重大学地域拠点サテライト <http://www.rscn.mie-u.ac.jp/>

令和2年度活動報告及び取り組み紹介パンフレット

令和2年度東紀州サテライト東紀州産業振興学舎地域連携事業報告書

課題名：尾鷲ヒノキ製品の環境影響評価による付加価値の創出

相手先：三重県林業研究所、三重県尾鷲農林水産事務所

担当者氏名： 淵上佑樹, 沼本晋也, 中井毅尚

東紀州地域は日本でも有数のヒノキの優良木の産地であるが、住宅着工件数の減少や住宅の建築様式の変化などにより「高品質な木材を建築に使用する」機会が社会から失われていく中で、既存の販路を見直し新製品の開発や新たな付加価値の創出などによって新たな需要を開拓する必要に迫られている。本研究事業は尾鷲ヒノキ製品の新たな付加価値を創出することを目的に、同製品の利用が地球環境問題に対してどのような影響を与えるか（環境負荷をどの程度削減できるか）、および地域の林業や木材産業をはじめとする産業の活性化にどれだけ貢献するかについて定量的に評価するものである。

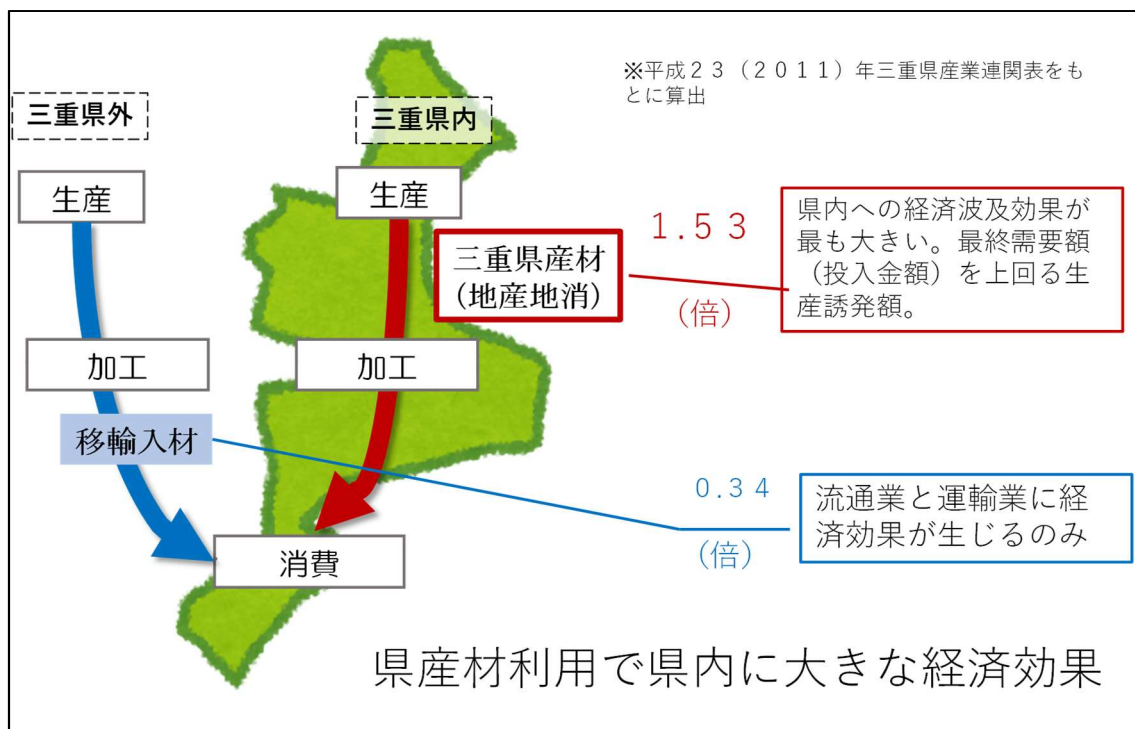
今年度は昨年度の環境影響評価の内容を整理し新たな評価内容を加えて論文として投稿することで、得られた知見を広く公のものとした（淵上, 中井：木材学会誌, 2020年7月）。

また、尾鷲ヒノキ製品の付加価値をより高いものにする取り組みとして、尾鷲ヒノキをはじめとする三重県産材の利用が県内に及ぼす経済波及効果を産業連関分析によって定量化した。この結果、木材製品においては、県産材製品を地産地消する場合と他地域で生産・加工された木材製品を購入する場合を比較すると、地産地消のほうが県内への経済波及効果（生産誘発額）が約4.5倍大きくなることがわかった。三重県産材を使用した木造建築物では、同じ建物を鉄筋コンクリート造、鉄骨造で建築する場合よりも三重県内への経済波及効果が高くなることが明らかになった。特に、林業および木材関連産業への経済波及効果は顕著であった（淵上：生物資源学研究科紀要, 2020年12月）。

これらの成果については、県内で開催された東紀州産業振興学舎地域連携事業報告会（10月）、東紀州サテライトセミナー（1月）、三重県中大規模木造建築設計セミナー（行政営繕・発注担当対象講座）（1月）での講演および東紀州サテライトウェブセミナーでの講義において情報発信し、県内への普及を図った。



図：東紀州サテライトセミナーチラシ



図：三重県内で木材を消費する場合の生産誘発倍率

Note 生産誘発倍率とは、産業連関分析によって求められる経済波及効果の指標の一つ。最終需要額（地域材への支払額）に対して何倍の生産誘発額（最終需要額が地域内の他の産業の生産を誘発した額）が見込めるかを示す。

令和2年度東紀州サテライト東紀州産業振興学舎地域連携事業報告書

事業名：東紀州地場産業の振興・創成支援事業

相手先：尾鷲市役所水産農林課市有林係

課題名：森林資源調査の効率化による木材生産コストの圧縮化技術について

担当者氏名：松村直人、吉井達樹(三重大学)

1. 課題概要

森林の主間伐施業を実施する前には、通常、収穫調査と呼ばれる森林資源調査を行い、予想される総収穫材積の推定、生産される木材丸太のサイズ、規格、品質の想定を行い、伐採、搬出、運搬などに関わる総生産コストの見積と収入予測によって、採算性を判定する。この判断によって、実際に主伐、間伐を行うかが決定される。

本調査では、普及型 Unmanned Aerial Vehicle (UAV)を用いた収穫調査における応用可能性の検討を行った。UAV を活用した森林調査の精度向上と、皆伐後の造林計画支援の可能性等を新たに検討し、森林組合等における事業展開の可能性、コスト圧縮のための方策などを取りまとめた。令和3年度は尾鷲市水産農林課市有林係と共同事業に発展的に取り組む予定である。

2. 成果① 航空レーザーを併用した新手法の開発による樹高計測精度の向上

UAV の推定結果と地上調査において超音波計測機(VertexⅢ)を用いて計測した樹高測定結果を比較した。地上での計測結果を真値とした場合の二乗平均平方根誤差は 0.70m、平均誤差は 0.40m となった。また、相対的な誤差量を表す二乗平均平方根誤差率は 3.3%となった。前年度の結果である二乗平均平方根誤差 1.82m、二乗平均平方根誤差率 8.5%と比較して、1m、5 ポイント程度の精度向上が認められた。

二乗平均平方根誤差 0.70m は、UAV を用いた先行研究(1)の樹高計測の二乗平均平方根誤差 1.58m などと比較しても、精度が十分高かった。地形が急峻かつ林冠が完全に閉鎖した林分で同様の成果を得られたことによって、尾鷲地域における人工林においても、UAV によって低コスト手法で正確な計測が可能ということが示された。

3. 成果② 皆伐後の現況把握

オルソ写真に重ね合わせて、SfM で抽出した境界が橙色で表現されている(図1)。オルソ写真から、皆伐地の境界が明瞭である。現地での測量を省略し、UAV の撮影だけで現況を正確に把握できるため、皆伐後の林分現況を低コストに評価することができる。また、推定される皆伐地の面積をもとに造林費用の正確な見積もりも可能である。SfM で処理を行うことで、地形の情報も得られているので、面積単位による見積に加えて、傾斜など作業負荷を考慮した新しい見積書を作成することも期待できる。

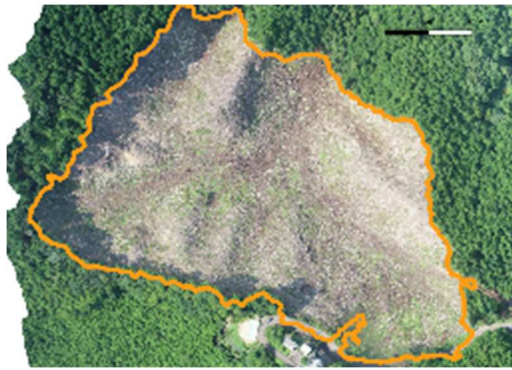


図 1 伐採後のオルソ写真

4. 関連する成果発表など

- (1) 廣瀬裕基・沼本晋也・松村直人(2017) UAV を用いた空撮による森林資源情報の把握：三重大学平倉演習林の事例. 中森研 65:87-90.
- (2) 吉井達樹・久保 杜・松村直人(2021) 間伐選木作業への UAV の応用可能性の検討. 中森研 69(印刷中)

5. 成果のまとめ



森林調査のコスト圧縮と収益アップ

山の資源の見える化と所有者との対話



令和2年度東紀州サテライト東紀州産業振興学舎地域連携事業報告書

課題名：地域振興を目指したイチヨウ茶葉の製造と成分分析

相手先：中部電力，宮川森林組合

担当者氏名：西尾昌洋，栗谷健志，梅川逸人

三重県はもともと林業が盛んな地域であったが，安価な外来材の普及とともに衰退の一途を辿っており，さらに林業家の高齢化も進んでいる。そこで今回，生薬として認可されているイチヨウの葉から発酵茶を作製し，茶葉抽出物の成分分析を行い，有効成分の探索や機能性に関する研究を実施した。

大台町のイチヨウ茶葉に含まれる成分について明らかにするため，まずは最適な抽出方法を検討した。お茶としての飲用を想定したイチヨウ茶葉熱水抽出物を始め，複数のイチヨウ葉抽出物を調製し以降の実験に用いた。HPLCによる成分分析により，茶葉熱水抽出物中の有害物質であるギンコール酸濃度が基準値以下であることを示した。細胞試験により，これらの茶葉抽出物が細胞毒性を示さないことを明らかにした。よって，本研究により作成された茶葉の安全性は高く，製品化を進めるにあたりこの点が課題になる可能性は低いと考えられる。

続いて，イチヨウ茶葉が持つ機能性について，有効成分であるケルセチンおよびケンフェロールと言うフラボノイドが豊富に含まれていることを見出した。細胞試験により，これらの茶葉抽出物が示す機能性を評価するため現在細胞を用いた検討を実施している。具体的には，骨代謝調節作用，糖代謝調節作用，免疫増強作用に着目した実験を進める計画である。

今後はイチヨウ茶葉の他の含有成分を明らかにするためにさらに成分分析を進め，分取・成分特定を行う必要があると考えている。加えて，イチヨウ茶葉成分の分取精製，成分同士の相互作用といった側面からのアプローチが必要となる。将来的に，実験動物試験により機能性表示食品の申請・認可に必要な知見を得ることを目指している。

令和2年度東紀州サテライト東紀州産業振興学舎地域連携事業報告書

課題名:野地木材工業(株)における熊野地域木質バイオマス事業に関する共同研究

相手先:野地木材工業(株)

担当者氏名: 坂本竜彦

本地域連携事業は、熊野地域の林業・林産業の産業としての収益性を底上げするため、未利用の原木、製材過程で発生する端材などを、地域で利活用する地域循環システムを具体的に明らかにする共同研究事業である。2019年度の共同研究事業「木質バイオマスとしての熊野地域未利用材に関する共同研究事業」において、熊野原木市場に集積される原木のうち、低価格(8,000円/m³以下)で流通されているC材について、木質バイオマスとしての利用可能量の算定を実施し、本研究テーマで野地木材工業株式会社と共同研究契約(平成30年度)を締結し、本研究で得られたデータをもとに同社での木質チップ生産事業の具体化などについて協議を重ねた。この成果を受けて、2020年度は、新たな共同研究「野地木材工業(株)における熊野地域木質バイオマス事業に関する共同研究」を締結し熊野地域における木質バイオマス事業の展開に関するフィジビリティスタディを行い、収益性のある木質バイオマス事業のビジネスモデル構築を目指した。

研究開発では、以下の点を共同研究事業としてとりくんだ。

- (1) 野地木材工業(株)での原木のうち、木質バイオマスとして利用可能な量の算定、事業収益性の検討
- (2) 野地木材工業(株)での製材から発生する製材端材のバイオマス利用可能量の算定、利用形態の検討
- (3) 野地木材工業(株)での木質バイオマスエネルギー需要量の算定、エネルギー(電気、熱等)の検討
- (4) 野地木材工業(株)での木質バイオマスの地域循環利用の仕組みの検討と具体的提言の作成
- (5) 製材端材の有効活用(バイオマス以外での事業)に関する調査・研究



地球システム進化学・学生研究室での机の製作および利用の状況

令和2年度東紀州サテライト東紀州産業振興学舎地域連携事業報告書

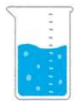
課題名：みえの林産物を活用した香りビジネスへの取組み

相手先：宮川森林組合・林業振興課(担当者:中須 真史)

担当者氏名：中井 毅尚

常緑針葉樹(モミ・スギ)、常緑広葉樹(シキミ)、および落葉広葉樹(クヌギ・フサザクラ)の5種類の葉を原料として、『ソープ』『バスボム』さらには『発酵茶』の製作を行った。原料の調達は三重大学演習林内で毎月行った。精油の抽出には「常圧水蒸気蒸留法」を採用し、蒸留を約6時間行い、えられた精油中成分の分析はGC/MSにて行った。えられた精油とせっけん素地等を、種々の配合比のもと混和し、ソープ・バスボムを製作した。また、収穫したフサザクラの新鮮な葉から、強発酵茶を完成させた。

手作り石鹸



NaOH水溶液を作る

NaOH水溶液と蒸留水を混ぜる



石鹸生地を作る

オイルとNaOH水溶液の温度を約45℃にし、オイルとNaOH水溶液を混ぜる



石鹸生地を攪拌

石けん生地の表面にトレースが出るまで攪拌する(精油や染料を加えてもOK)



型入れ

型に石けん生地を流し、保温



完成

石けんが少し固まったら、型から取り出し、1ヶ月涼しいところで寝かせる



実際に作った石けん

オイル：オリーブオイル、ココナッツオイル、パームオイル

香料：精油

染料：ガーディニアブルーを使用

手作り バスボム



薬品の準備

NaHCO₃とクエン酸
を準備する



バスボム生地を作る

NaHCO₃とクエン酸に数滴
の精油と蒸留水を混ぜる



型入れ

型にバスボム生地を流し、
30分くらい寝かせる



実際に作ったバスボム

香料 : 精油

染料 : フサザクラの葉

フサザクラの葉で作られた強発酵茶



令和2年度東紀州サテライト東紀州産業振興学舎地域連携事業報告書

課題名：尾鷲沿岸海水による養殖クビレズタからの機能性成分の生産技術開発

相手先：尾鷲商工会議所・株式会社養殖屋

(尾鷲市・三重県水産研究所 尾鷲水産研究室・中部電力株式会社)

担当者氏名：岡崎 文美

背景および目的

クビレズタは熱帯性の緑藻であり、“ウミブドウ”という商品名で流通している沖縄県の特産品である。食感に特徴がある低カロリー食材として需要が伸びており、近年その機能性についても注目されている有望な海藻資源である。尾鷲市においては、バイオマス発電所の排熱を利用した低コスト加温海水を活用することを想定し、周年生産によるクビレズタ陸上養殖事業の可能性が検討されている。そこで本研究では、尾鷲沿岸海水により養殖されたクビレズタの未利用資源である“非可食部”から“機能性成分”を生産する新たな技術の開発を行うことを目的とした(図1)。既知機能性成分としてタウリンが知られているが、新たに海藻特有の希少機能性オリゴ糖である“ β -1,3-キシロオリゴ糖”に着目した。

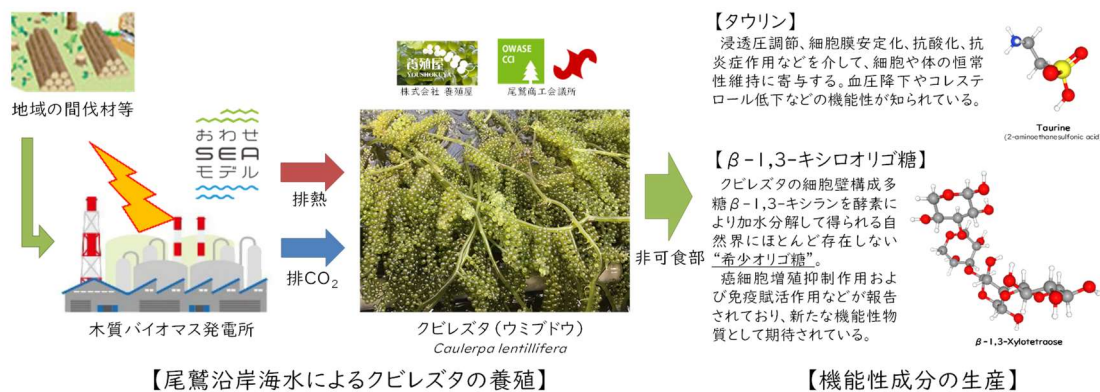


図1. 尾鷲沿岸海水によるクビレズタ養殖および機能性成分の生産技術開発

β -1,3-キシロオリゴ糖は、クビレズタなどの海藻の細胞壁構成多糖である β -1,3-キシランを加水分解して得られるオリゴ糖である。陸上植物に含まれる β -1,4-キシランは直鎖上の平面構造であるが、 β -1,3-キシランは構成単糖であるキシロースが β -1,3結合することにより生じる“捻じれ”に起因する立体構造を有する。海藻細胞壁においては3本のキシロース鎖が螺旋状に絡みあう“トリプルヘリックス構造”という特異な高次構造を形成しているとされている。このため、 β -1,3-キシロオリゴ糖の構造機能相関に関する研究が進められており、これまでに、 β -1,3-キシロオリゴ糖

がヒト乳癌細胞 MCF-7 に対して濃度依存的にアポトーシスを引き起こし、癌細胞の増殖を抑制するほか、免疫賦活活性を有することが報告されている(Biosci. Biotechnol. Biochem. 2012. 76, 1032-1034, Biosci. Biotechnol. Biochem. 2012. 76, 501-505)。そこで本研究では、養殖場において廃棄されている低品質なクビレズタおよび匍匐部を原料とした“ β -1,3-キシロオリゴ糖”生産の可能性について検討した。昨年度までに、耐熱性 β -1,3-キシラナーゼをクビレズタ藻体に作用させることにより β -1,3-キシロオリゴ糖が生成されることを示した。本年度は引き続き、生産条件を検討するとともに、陸上養殖された藻体の成分分析を行った。

実施内容および成果概要

陸上施設により養殖されたクビレズタの成分分析を行ったところ、藻体乾燥重量あたり、グルコースが 2.4%、キシロースが 11.3%、ガラクトースが 1.3%、マンノースが 0.8%であった。キシロースは、クビレズタ藻体内では、ほぼ全量が β -1,3-キシランとして存在していると考えられている。また、クビレズタは巨大な単細胞生物であることから、非可食部においても β -1,3-キシランの含量は変わらないと推察できる。また、リグニン含量は 0.7%であり酵素糖化に適することが示された。

β -1,3-キシランから β -1,3-キシロオリゴ糖を生産するためには、高効率な β -1,3-キシラン加水分解酵素 (β -1,3-キシラナーゼ) が必須である。我々は、これまでに、超好熱性海洋細菌から高効率な耐熱性 β -1,3-キシラナーゼを見出し、その性質を明らかにしてきた (Appl. Microbiol. Biotechnol., 2013 97, 6749-6757.)。前年度までに構築した大腸菌によるタンパク質発現系を用いて超好熱性海洋細菌由来の耐熱性 β -1,3-キシラナーゼを大量生産した。生産された耐熱性 β -1,3-キシラナーゼを用いて、クビレズタ藻体からの β -1,3-キシロオリゴ糖の生産条件の最適化を試みた。その結果、未処理クビレズタ藻体から β -1,3-キシロオリゴ糖を直接生産することが可能あり、最適反応条件は、反応温度 80°C、pH 6.5、酵素濃度 50 unit/ml、反応時間 10 時間であり、最終的な糖化率は約 31%であった。さらに、糖化反応 (80°C、24 時間) 後の反応溶液中の残存酵素活性は、約 40%であったことから、酵素リサイクルによる糖化コストの低減が可能であることが考えられた。

以上、本研究ではバイオマス発電所の排熱利用を想定した“超好熱性海洋菌由来の耐熱性酵素”を用いた高温バイオプロセスを設計し実証試験に取り組んだ。その結果、遺伝子工学技術による効率的な耐熱性 β -1,3-キシラナーゼ生産系を構築し、クビレズタ藻体を原料とする β -1,3-キシロオリゴ糖生産が可能であることを明らかにした。 β -1,3-キシロオリゴ糖は、クビレズタの細胞壁構成多糖である β -1,3-キシランを加水分解して得られる自然界にほとんど存在しない希少オリゴ糖であり、これまでに生産手法が確立されていない。そのため、本研究の成果として、低環境負荷かつ高効率な生産手法が示されたことにより、新規機能性オリゴ糖として β -1,3-キシロオリゴ糖による新たな市場を創造できる可能性が高まったと言える。将来的に、これら高付加価値機能性成分を機能性食品および化粧品などへ市場展開することにより、尾鷲市におけるクビレズタ養殖事業全体の収益が拡大し、事業化の可能性が高まることが期待される。

令和2年度東紀州サテライト東紀州産業振興学舎地域連携事業報告書

課題名：地域拠点サテライト東紀州サテライト(天満荘)における天満学生プロジェクトの実施

相手先：特定非営利活動法人 天満浦百人会、尾鷲観光物産協会、尾鷲市

担当者氏名：山本康介、坂本竜彦

東紀州サテライトの諸活動を展開するにあたり、尾鷲市の東紀州サテライト東紀州産業振興学舎(天満荘)を活動拠点としている。本事業では、天満荘を拠点とした諸活動のうち、学生が参加する事業に対し、以下の通り幅広く支援した。

- ・尾鷲文化遺産活用推進事業：文化庁「令和2年度文化庁文化芸術振興費補助金」事業。尾鷲市における文化財の利活用推進のための勉強会、市民講座等を開催し、主に地域住民へ向けたりカレント教育を提供する。市民講座4回、フィールドワークを含む勉強会5回を開催した。また、2月14日にシンポジウム開催、3月7日にご当地検定を実施予定であり、検定テキストを作成した。

- ・地域セミナー「よるしゃべ」：東紀州サテライト東紀州産業振興学舎(天満荘)にて、地域住民を招いての公開セミナーを開催した。また、オンライン配信を同時に行うことにより、コロナ禍において移動が困難な本学学生も参加することができた。

- ・自然環境人材育成事業：三重県の豊かな自然を題材に、自然環境に対するリテラシーを身につけ、それらと向き合うリーダーを育成する事業を実施した。

- ・僕らの遊び場づくり～川育・雨育・おわせ行く～：尾鷲市の自然を体感するための学習プログラムの構築と実施。自然環境人材育成事業で成長した大学生らが実施をサポートして、尾鷲市の全小学校への展開を行なった。

- ・熊野サミット：熊野地域で活動する大学・団体の合同報告会、および地域住民が主体となって地域の未来を考える交流会イベントの開催。オンラインでの開催を行うことができ、125名の参加があった。