

**“FACT 選抜” において求める力と
2027 年度 1 次選考（書類審査）：「事前課題」のねらい***

*** 「事前課題」に取り組む前に、以下の文章（i～ii ページ）を熟読すること**

■ **“FACT 選抜” において求める力**

早稲田大学人間科学部では、既存学問領域の枠内では扱いきれなくなりつつある現代の諸問題に対して、諸科学の融合によるソリューションを提供するための研究・教育活動を行っています。この目的を達成するため、早稲田大学人間科学部が実施する“FACT 選抜”においては、**文系・理系の区別を問わず、科学に対する親和性と、探究する姿勢**を有する入学者を強く求めます。

あらゆる科学的知見は、(1)「仮説の構築」と(2)「実験や観察による検証」、および、それらを踏まえた(1)「仮説の再構築」という営みの循環・反復によって発展すると考えられます。この営みを途切れさせることなく推進するためには、**理科的な発想あるいは現実世界の法則性を利用して創意工夫する力と、実験・観察を正確に遂行するための技術や方法、そして高度な思考力と忍耐力**が要求されます。

この科学の営みは、多くの場合、単なる文献的な知識の習得のみでは完遂することができません。特に「実験や観察による検証」の部分で、**生じている事象を、主観や先入観、思い込みにとらわれずに鋭敏に知覚する力**、そして、それを**客観的なデータに落とし込む力**が要求されます。

加えて、この営みから得られる成果としての科学的な知見は、公表されることによって初めて広く世の中に貢献する公共的な知識へと昇華します。そのように知識が共有化されるためには、**複雑な現象を簡潔にわかりやすくまとめ、表現するための確かな国語力の基礎**が必要です。とりわけ、「人間科学」を標榜する融合型の学問領域においては、異分野の専門家や、必ずしも専門的知識を持たない一般の人々との知識の共有にもとづく協働が重要であり、複雑なことをわかりやすく、しかし過度に単純化することなく伝える力が期待されます。

■ **1 次選考（書類審査）：「事前課題」のねらい**

上記の前提に立ち、特に“FACT 選抜”の「事前課題」においては、「実験や観察による検証」のために必要な、「**生じている事象を、主観や先入観、思い込みにとらわれずに鋭敏に知覚する力**、そして、それを**客観的なデータに落とし込む力**」について、重点的に確かめたいと考えています。これは従来型の試験制度では評価することが難しかった能力であり、しかし同時に、当学部が入学者に強く期待する能力でもあります。

このような理由から、“FACT 選抜”の「事前課題」では、何らかの現象を観察することが課せられます。そして、この**観察の過程をいかに丁寧に扱うかが、課題レポートの成否を分ける重要な鍵**となると予想されます。なぜなら、観察を通じて得られるデータこそが、それ以降の検証作業や思考の前提となるからです。

また、「1 次選考（書類審査）」における「事前課題」は、「2 次選考（論述および面接試験）」における課題と抽象的な水準において関連するものとなっており、その意味において「事前課題」と称されています。従って、**出願者自身が「事前課題」について主体的に取り組み、それをきっかけとして学びを深める活動自体が、「2 次選考（論述および面接試験）」に臨むための準備ともなる**であろうことについて申し添えます。

複雑化する現代の諸問題に対するソリューションを提供するための、学融合的な学究を共に担う、未来の同僚となるかもしれない皆さんの挑戦をお待ちしています。

■ レポートの作成について

レポートの執筆にあたっては、以下の注意事項を熟読し、その指示に従ってください。

- 指定の「レポート表紙」をつけて提出してください。「レポート表紙」は別ファイル (FACT_cover_sheet_2027.pdf) になっていますので、人間科学部 Web サイトからダウンロードしてください。
- レポート用紙 (市販のレポート用紙もしくはプリンター用紙) のサイズは A4 判としてください。また、用紙の片面のみを使用してください。
- レポート (本体) の分量は、図表・図解・写真等、および参考にした文献のリスト等を含めて、5 ページ以上 10 ページ以内 (指定の「レポート表紙」は除く) としてください。ただし、レポート本体と別に資料を添付することも認めます。資料を添付する場合*は、A4 判 5 ページ以内とし、レポート本体の後ろに、レポート本体とともに綴じてください。
- 課題としてスケッチ (理科的・科学的なスケッチ) を描く指示がある場合は、一つのスケッチを一枚の用紙 (A4 判) に描き、レポート (本体) の最後に添付してください。このとき、スケッチはレポートの分量 (枚数) や資料の分量 (枚数) には含めません。
- 手書きによる他、ワードプロセッサ等を使用しても構いません。
- フリクション・ボール等の「消せるボールペン/消せるサインペン/消せるマーカー」等は使用しないでください。
- 図表[†]・図解[‡]・写真等を効果的に使用したレポートを作成することを推奨します。図表・図解・写真等においてはカラーを用いても構いません。なお、写真、図表・図解、資料等を含め、レポートに出願者個人や所属を特定しうる情報を含めてはいけません。
- レポート本体のすべてのページの下部中央に、1 から始まる連番および総ページ数によりページ番号 (例: 1/8, 2/8, …, 8/8 など。スラッシュの右側は総ページ数) を記してください。
- 課題に取り組むにあたり、科学的研究の手法一般に詳しい教員等に助言を求めてもよいこととします。また、ChatGPT 等の AI (人工知能) を、その特性や限界、問題点について十分に理解した上でレポート作成の準備に使用することは妨げません。ただし、いずれの場合も、実験の遂行、レポートの構成と執筆についてはあくまでも自らの責任において主体的に行ってください。
- その他、指定の「レポート表紙」に記載された各項目について確認してください。
- 実験によって得られた生データは 2 次選考の合格者発表があるまで保管し、大学から照会があった場合にはすぐに応じられるようにしてください。
- 出願者本人以外によるレポート作成や、剽窃・盗用、およびデータのねつ造等の不正行為の疑いが認められた場合は、そのレポートを採点の対象外とします。

以上

* 資料の添付は必須ではありません。なお、添付する場合は資料を厳選してください。

[†] ここでは「グラフ」や「表」を指すこととします。

[‡] ここでは広い意味での「図による説明」を指すこととします。



早稲田大学人間科学部

総合型選抜

FACT 選抜 — Fundamental Academic Competency Test —

2027 年 4 月入学者向け

2027 年度 1 次選考（書類審査）：「事前課題」

早稲田大学人間科学部

2026 年 6 月 15 日 公開開始

以下の説明に従って課題 1~3 に取り組み、それらの結果を総合的に踏まえたレポートを作成してください。レポートの形式等については「レポートの作成について」に従ってください。

■ 導入

葛飾北斎『富嶽百景』三編より「さい穴の不二」¹

© The Trustees of the British Museum. Shared under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) licence.



葛飾北斎が七十代半ばから手がけた『富嶽百景』(初編は天保5年=1834年刊, 全三編)は、富士山を主題として百図あまりが描かれた薄墨摺りの絵本である。色鮮やかな錦絵の「富嶽三十六景」とは対照的に、墨の濃淡だけで富士のさまざまな姿を描き分けたこの画集のなかに、「さい穴の不二」と題された一図がある。

絵のなかでは、二人の人物が障子に映った逆さまの富士山を見て驚いている。「さい穴」とは木の節穴のことであり、戸板にあいた小さな穴を通して差し込んだ光が、富士山を上下左右に反転させて、室内の障子に映し出した。北斎は、レンズを使わずに像が結ばれるこの光学現象に着目し、絵の題材とすることで見る者を驚かせた。

これと同じ光学現象は古くから知られていた。たとえば、中世ヨーロッパでは画家が風景を写し取るために、あるいは科学者が太陽を観測するために、暗い部屋に開けた小穴を用いた。レンズも感光材料も持たないこの「暗い部屋」(カメラオブスキュラ / camera obscura)は、

後世の写真技術の始まりであったとされている。

本課題では、この節穴と同じはたらきをする装置を自らの手で作り、外の景色が結像する様子を観察することを通じて、光を通じて世界を知る原理の一端に迫る。

注意 課題の実施においては、自身と他者の安全の確保に最大限の注意を払ってください。実際に事故が起こらなくても、日常生活で経験するリスクを上回ると判断されるもの、倫理的に問題があると判断されるものについては、そのレポートを採点の対象外とします。

¹ 葛飾北斎 画『富嶽百景 3編』三, 永楽屋東四郎ほか, 1849.

■ 課題 1： カメラオブスキュラの製作

カメラオブスキュラはラテン語で「暗い部屋」を意味します。これは典型的には小さな穴がけられた暗箱として製作され、穴から導入された光によって、穴とは反対側の面に外界の景色が投影される装置であり、「ピンホールカメラ」とも呼ばれます。小さな穴（ピンホール）を通して外界の像が結ばれるという現象は、光が直進する傾向があるという基本的性質によって支えられています。本課題では、箱型のカメラオブスキュラを自身で製作し、そこから得られる外界の像を観察することを通じて、光の性質と装置の基本原理を確認します。

1-1 目的

ピンホールによる結像現象を、自作装置で実際に観察し確認する。また、光の性質について知る。

1-2 材料

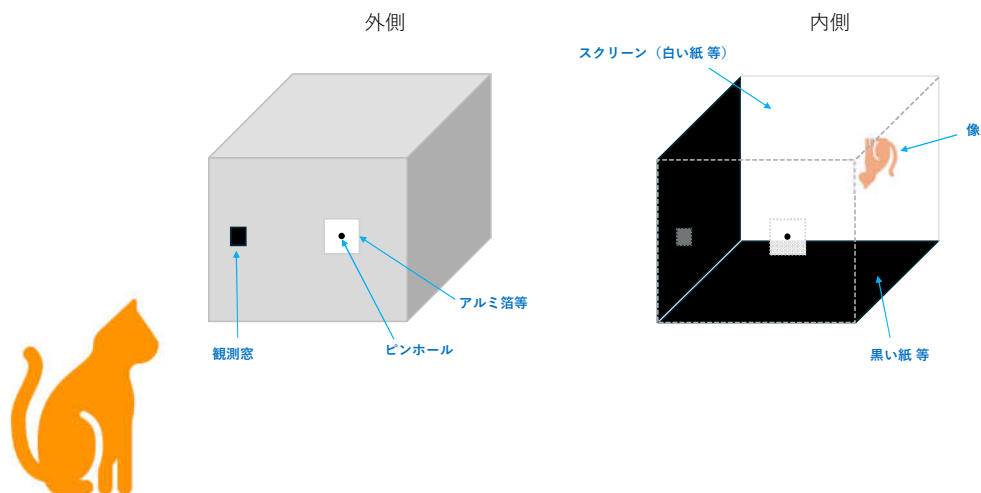
以下は使用する材料の例であり、作成する装置によっては、使用しないものや別途必要となるものがある。また、必要な材料を独自に加えてもよいが、危険性や有害性のある物質は使用しないこと。

- 段ボール等の箱（一面が B5 判～A4 判程度の大きさのものが作りやすいが、これに限らない。筒型でも可）
- 黒画用紙または黒色塗料（内部反射防止用）
- アルミ箔または薄い金属板（ピンホール用）
- 縫い針または画びょう（穴あけ用）
- B5～A4 程度の大きさの白色の紙（投影面／スクリーンとして使用）
- 黒色テープ（内側で使用する場合は反射の少ないものが望ましい）、接着剤、カッター、定規、コンパス、ノギス等
- 撮影用カメラ（スマートフォン等でも可）

1-3 装置の製作

箱の一面に直径 2 cm 程度の穴をあけ、アルミ箔等を貼り、その中央に針でピンホール（直径 0.5 mm 程度を目安）をあける。反対側の内面に白色の紙等を平らに貼り付け、スクリーンとする。その他の内面は黒画用紙等を貼り付けるか黒色に塗装し、光の反射を防ぐ。箱の継ぎ目はすべて黒色テープ等で遮光する。ピンホールと同じ面に、ピンホールから離して観測用の穴（観測窓）をあける。

図1 装置（カメラオブスキュラ）の例



1-4 装置の動作の確認

以下の方法で、自身が作成した装置が正しく動作しているかどうかを確認する。

1. ピンホールを明るい屋外の風景や窓に向け、スクリーンに像が映ることを観測窓から確認する
2. ピンホールを室内に向けた場合と、晴れた日の屋外に向けた場合など、環境の違いによって像の見え方がどう変わるかを確認する
3. 必要に応じて、異なる種類（観察窓からではなく、半透明のスクリーンの裏側から観察するタイプ等）や大きさの装置を作成し、同様のことを行って比較する

1-5 結果の報告

以下の指示に従って結果をまとめ、報告してください。報告の際には、必要に応じて図表や、下記で指示する以外の写真等を用いても構いません。

- 製作した装置の寸法と構造を示す概略図および外観写真
- スクリーンに結像した像の写真（スマートフォン等で撮影、必要に応じて長時間露光）
- 像が反転している様子がわかる図（被写体と像の対応関係）
- 動作確認の各項目について観察された結果
- 上記の他、自身で気がついたことを報告する

1-6 考察のポイント

以下の指示に従って考察を行い、報告してください。

- ピンホールを通った光がなぜスクリーン上で像を結ぶのか、なぜ像が上下左右に反転するのかを図を用いて説明する
- 製作にあたって工夫した点、困難であった点、および改善の余地
- その他、必要に応じて自身の観点で考察する

■ 課題 2：ピンホールの形状が像の明るさ・鮮明さ等に与える影響を調べる

一般に、ピンホールが小さいほど像は鮮明になるが暗くなり、大きいほど明るくなるが像はぼやけると言われています。本課題では、ピンホールの形状を系統的に変化させて像を比較することで、両者の関係を明らかにします。

2-1 目的

ピンホールの形状と、像の明るさ・鮮明さ等との関係を調べ、像が最も良好になるピンホール形状を決定する。

2-2 材料

以下は使用する材料の例であり、作成する装置によっては、使用しないものや別途必要となるものがある。また、必要な材料を独自に加えてもよいが、危険性や有害性のある物質は使用しないこと。

- 課題 1 で製作した装置：ピンホール部を交換可能に改造したもの
- 直径の異なる 5 種以上のピンホール（円形）：縫い針、画びょう、千枚通し等で刺す深さ等によって調整。穴の大きさを記録すること
- 形状の異なる 3 種以上のピンホール
- 評価用の被写体：テストチャート（白黒の縞模様や大小の文字群）を自作してもよい
- カメラやスマートフォン：像の記録と評価に使用する。同一の像を複数回撮影しても常に同じ撮影結果が得られるよう、設定値等をあらかじめ確認・調整しておく

2-3 装置の製作と運用

課題 1 の装置のピンホール部を、アルミ箔等の小片で差し替えられる構造に改造する。さまざまな直径、さまざまな形状のピンホールについて、穴の寸法を顕微鏡画像や拡大写真から測定して記録する。被写体からピンホールまでの距離、ピンホールからスクリーンまでの距離を一定に保つよう、装置と被写体の位置を固定する。

なお、観察・記録時の光の条件が一定となるよう工夫すること。

2-4 結果の報告

以下の指示に従って結果をまとめ、報告してください。報告の際には、必要に応じて図表や、上記で指示した以外の写真等を用いても構いません。

- 実験前に立てた仮説（直径や形状と明るさ・鮮明さの関係についての予想）
- 各ピンホールで撮影した像の写真
- 像の明るさの定量的な比較結果
- 像の鮮明さの定量的な比較結果
- 上記の他、自身で気がついたことを報告する

2-5 考察のポイント

以下の指示に従って考察を行い、報告してください。

- 自身の仮説と実験結果との一致・不一致
- 「最も良い像」が得られる直径や形状について、自身の評価基準を明示した上で述べる
- 幾何光学的ボケと回折ボケの両方を考慮した最適直径の理論値（資料を参照してよい）を計算し、実験結果と比較する
- 測定誤差の要因と、それを抑えるために行った工夫
- その他、必要に応じて自身の観点で考察する

2-6 発展課題

導入で紹介した北斎の「さい穴の不二」の像を観察すると、富士山が二重の像として障子に投影されていることがわかる²。このとき、「さい穴」はどのようなになっていたと考えられるか。実証的に検討し、考察してください。

² 像が二重になっていない摺りも存在する。国立国会図書館デジタルコレクション DOI: 10.11501/8942999 (<https://dl.ndl.go.jp/pid/8942999>) はその一例。

■ 課題 3： 自作レンズによるピンホールの代替

暗い部屋（箱）に開けた小さな穴が外界の景色を像として映すことは古くから知られていましたが、その像は淡く、戸を閉め切った闇のなかで見える程度のものでした。北斎が「さい穴の不二」に描いた逆さ富士も、実際には^{ほかな}儚い像だったのかもしれません。

カメラオブスキュラを実用的な道具へと変えたのが、穴にレンズを取り付けるという工夫でした。十六世紀の半ば頃、ヨーロッパの学者たちがカメラオブスキュラの穴にレンズをはめ込み、像が明るく鮮明になったことを記録しています。

最も素朴なレンズとして水滴があげられます。水滴は表面張力で凸状にふくらみ、その向こう側を拡大して見せます。課題 1 で作った装置の穴をレンズに置き換えたとき、像に何が起こるでしょうか。

3-1 目的

カメラオブスキュラの穴をレンズに置き換えることで結像のしくみがどのように変わるかを確認する。具体的には、(1)自作レンズで像が明るくなることを確認し、(2)課題 1 では不要だった「ピント合わせ」が必要になることを確認し、(3)自作レンズの「焦点距離」を測定して、樹脂の屈折率という物理定数を自身が取得したデータから導く。

3-2 原理

ピンホールは、物体の各点から出た光のうち穴を通る方向の光線だけを選び取って像を作る。穴を小さくするほど鮮明になるが、通る光が減るため像は暗くなる。一方、レンズは、物体の一点から広がって入ってきた光線を屈折によって一点に集め直すため、より多くの光を使いながら鮮明な像を結ぶことができる。

レンズには焦点距離 f という量が生じる³。凸レンズ（正レンズ）の場合、無限遠の対象からもたらされる平行光線がレンズによって集められるときのレンズ中心から焦点までの距離が f であり、有限距離の対象については一般に次の関係が成り立つ。

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \quad (1)$$

ここで a はレンズ中心から対象までの距離、 b はレンズ中心から像までの距離である。

焦点距離 f が一定の場合、対象までの距離 a が変わればその像が結ばれる距離 b も変わるため、スクリーンをその位置に合わせる「ピント合わせ」が必要になる。

³ 「焦点距離 f 」と「 F 値」とは異なる。 ϕ をレンズの有効口径とすると $F = f / \phi$ の関係がある。

3-3 材料

以下は使用する材料の例であり、使用しないものや別途必要となるものがある。また、必要な材料を独自に加えてもよいが、危険性や有害性のある物質は使用しないこと。また、**製作したレンズを通して太陽光や強い光を見ないこと。**

- カメラオブスキュラ：ピンホールをレンズに付け替えられるように、また、レンズとスクリーンとの距離 **b** を調整できるように加工したもの
- ハードタイプの UV レジン液：100 円ショップや手芸店等で入手可能。太陽光で硬化するものを推奨
- モールド：クリアファイル等。UV レジンを硬化させる台や型として使用。炭酸飲料の缶底部のような曲面を利用してもよい。モールドの材質によっては硬化したレンズが接着してしまうため、剥離しやすくなるような対策が必要となる。なお、製作するレンズの口径を一定にするため、円形の枠（薄切りにした人参等を円形にくりぬいたもの等）を用意してもよい。一般に、口径の大きなレンズほど製作は難しくなる
- つまようじ等：UV レジン液に混入した気泡やホコリを除去するために使用する

3-4 装置の製作

1. モールドに UV レジン液を滴下し、太陽光で硬化させる。クリアファイル等の平らな表面であっても、UV レジン液は表面張力でドーム状に盛り上がり「平凸レンズ」を形成する。凹状のモールドを使用する場合はモールドの曲率に沿ってレンズ底面が凸状となる⁴
2. 気泡やホコリをできる限り取り除く。気泡やホコリは像のにじみの原因になるので、つまようじ等で気泡を表面に追い出す
3. 太陽光で硬化させる。表面のべたつきが消えるまで十分に硬化させる。UV ライトがある場合はそれを用いてもよいが必須ではない
4. 曲率の異なるレンズを複数製作する。曲率の大きいレンズを製作する場合は、上記 1～3 の手順を複数回繰り返す方法がある（下図参照）。しかし、これらは例であり、UV レジン液を使用したレンズの製作方法については各自で工夫してよい



5. カメラオブスキュラの穴の部分にレンズをはめ込む。レンズ接合部から余分な光が入らないように注意する

⁴ モールド表面の平滑性が低い場合、レンズ表面に微細な凹凸が生じ、レンズの透明性が低下する。その場合、レンズ表面に UV レジンを薄く塗布し、太陽光下で静置して硬化させると改善する可能性がある。

3-5 結果の報告

以下の指示に従って結果をまとめ、報告してください。報告の際には、必要に応じて図表や、上記で指示した以外の写真等を用いても構いません。

- 像の明るさ・鮮明さに関して、ピンホールと自作レンズとで比較する
- 自作レンズの焦点距離を比較する
- 収差の比較：像のふちに色のにじみ（色収差）や形の歪^{ゆが}みがないかを**肉眼**で観察し、鉛筆でスケッチ（美術的なものではなく理学的・科学的なスケッチ）をする。像は、その写真ではなく、できる限り肉眼で観察すること。ただし、強い光を直接見ないように最大限注意すること。一つの観察対象を一枚の用紙（A4 判）にスケッチし、必ずその**現物**をレポート（本体）の最後に添付して提出すること。**なお、スケッチはレポートの分量（枚数）や資料の分量（枚数）には含めない**

理学的・科学的なスケッチは、観察した対象の形や構造を正確に記録し、他人に伝えることを目的とする。美しさを表現する絵画とは異なり、評価の基準は「上手さ」ではなく「正確さと情報量」である。また、描くには対象を細部まで見る必要があるため、スケッチは記録であると同時に、観察を深めるための道具でもある。

基本ルールは次の通りである。①よく削った鉛筆を使い、細く途切れない1本の線で観察対象の輪郭を描く。重ね描きやぼかしはしない。②影や塗りつぶしは使わず、立体感が必要なら点描で表す。③紙面を大きく使い、背景は描かず観察対象だけを描く。④最も重要なのは、実際に見えたものだけを描くことである。知識や記憶で補ってはならず、見えないものは描かない。⑤名称・寸法・倍率・色・観察日時・観察条件などを引き出し線や注記で添える。図と言葉が揃って初めて科学的な記録になる。描きながら何度も実物に目を戻し、「本当に見えているか」を確認することが、信頼できるスケッチの条件である。

3-6 考察のポイント

以下の指示に従って考察を行い、報告してください。

- ピンホールと比べて、レンズの像は明るくなったか、ならなかったか
- 焦点距離の異なるレンズで、像の大きさ（画角）はどうなるか
- 測定した焦点距離 f と、レンズの曲率半径⁵ R を用いて、レンズの屈折率 n を逆算せよ。一般的な UV レジンの値 ($n \approx 1.5$) とどの程度一致したか、一致しなかった場合は誤差の原因とともに論じる
- その他、必要に応じて自身の観点で考察する

以上

⁵ R は、レンズ中央部の厚さと口径から概算する。