

微小重力装置・重力可変装置を用いた 天体表面重力での液体・固体の運動の実験的検証



実施担当者 大阪府立今宮工科高等学校
定時制の課程
首席 佐藤 圭一

1 はじめに

大阪府立今宮工科高校・春日丘高校定時制科学部、槻の木高校理学部、徳島県立富岡西高校自然科学部の4校の科学部による共同研究を企画し、高校の形態も場所も異なる4校で、惑星・衛星表面での物理現象の実験的な検証を試みた。共同研究の形やアウトリーチについても模索している。

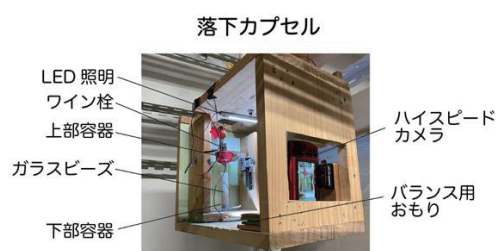
2 共同研究：重力可変装置を用いて砂に染み込む水と重力の関係を探る

2-1 研究背景

火星にはかつて海が存在したと考えられており、2015年には火星の斜面に液体水が流れた可能性を示唆する証拠が発見された。火星表層での水の流れを再現・解明することが本研究の目的である。2017年からの研究を引き継ぎ、今年も複数校が共同して研究を進めた。



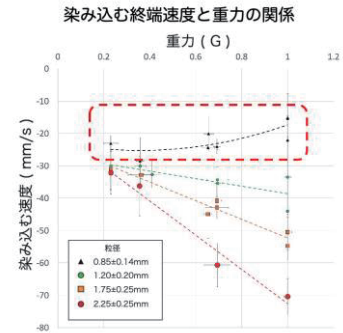
2-2 実験



アトウツドの滑車を応用した「重力可変装置」を用い、上昇・落下カプセルの重さを調節することで異なる重力加速度を実現した。落下カプセル内には粒径の揃ったガラスビーズ（砂の代替）を入れた容器を設置し、カプセルが落下して目標重力に達した瞬間に、上部容器の水がガラスビーズへ浸透する仕組みになっている。その様子をハイスピードカメラで撮影・解析した。

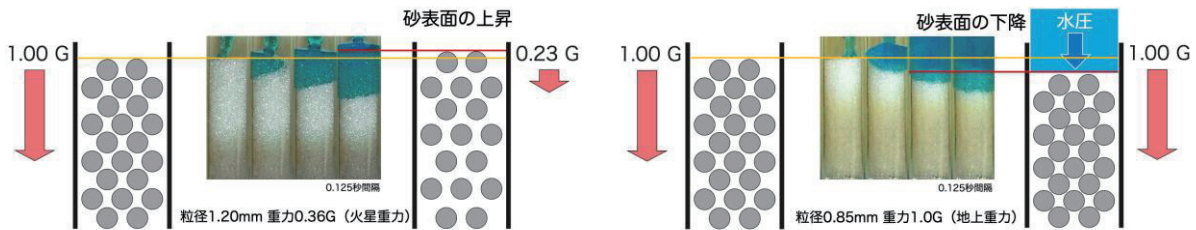
2-3 実験結果

砂への水の浸透速度は時間の経過とともに減少し、最終的に一定値に収束することが確認された。粒径 1.20, 1.75, 2.25 mm では重力が小さいほど終端速度も小さくなり、重力と浸透速度の比例関係が見られた。一方、粒径 0.85 mm では、重力が小さいほど終端速度が大きくなるという逆転現象が観察された。



2-4 考察

水の浸透運動を記述するため、砂をつめたパイプを等価な毛細管に見立てた式を構築した。終端速度は粒径の 2 乗と重力に比例することが導かれ、粒径 0.85 mm 以外では、浸透速度と粒径の 2 乗の比例関係が確認された。粒径 0.85 mm で見られた逆転現象については、重力によって砂の充填率が変化したことが原因と推測している。終端速度の実験値から、充填率と重力の定量的な関係を明らかにしていく予定である。



3 今年度の活動

3-1 日本地球惑星科学連合大会 JpGU2025 高校生ポスター発表参加

5 月 25 日に幕張メッセで開催された日本地球惑星科学連合 2025 年大会「高校生ポスター発表」に参加した。共同研究校 4 校での発表で、これまでズームなどで情報共有を行ってきたが、前日、ホテルで顔を合わせての最終練習ではそれぞれの学校での頑張りを目の当たりにし、意気込みを新たにた。学会でのポスター発表は緊張するものの、ダイレクトに反応があることがとにかく楽しく、新たな知見も与えていただき充実した時間となった。



3-2 4 校合同交流発表会

夏休みの恒例行事となった「合同交流発表会」を淡路島で開催した。各校の生徒だけでなく、今年も OB・OG、多くのサポーターに参加いただき、多様性に富んだ学びの場となった。活動報告会では各校の研究の進捗状況を報告。上級生に負けずに 1 年生も頑張って発表している姿が印象的だった。新規に星空案内人による天体観測や、OB などによるパネルディスカッションも行った。

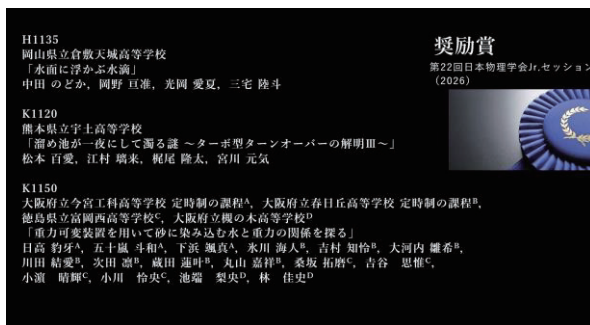


3-3 サイエンスフェスタ（第34回 青少年のための科学の祭典 大阪大会）出展

8月16、17日の二日間、大阪サイエンスフェスタに出展した。子どもたちに向けて様々な科学の仕組みや不思議、面白さを伝えるイベントで、我々は今年新たにポータブル重力可変装置を作り、アトウッドの滑車の原理を用いて火星の重力をつくる演示をした。初めての試みで、途中で秤が壊れたり針金が切れたりとはプニングだらけだったが、解決に向けて大慌てでアイデアを出し合い、終わってみれば楽しい2日間となった。



3-4 第22回日本物理学会 Jr.セッション（2026）参加



3月14日（土）、今年度もオンライン開催のぶつり学会 Jr.セッションに4校合同で参加した。大阪と徳島とに分かれての発表となった。発表者の切り替えもスムーズで、ゆっくりと大きな声で丁寧に発表を終えることができた。予期しない実験結果をきちんと考察した発表に、奨励賞をいただいた。さらに、顧問の物理功労賞もいただくことができた。たくさんの質問をいただいたので、それに応えるべく研究を進めたい。

3-5 土曜学習会（サタディ・スタディ）

科学部主催の「宇宙・地球・生命を考える」がテーマの学習会を月に1回開催してきた。最先端の科学を丁寧に解説することで、科学部員だけでなく、誰でも参加できる形態をとった。Zoomを使って、オンラインでも参加できるようにしている。そのため、現地（今宮工科高等学校）には毎回15名前後の参加者があり、オンラインでも10名を越える参加となっている。質問も活発に飛びかい、講師にとっても大きな刺激となっている。

- 第1回 5/10 ガイダンス+月にまつわる話 今宮工科高校定時制講師：久好圭治
- 第2回 6/28 あらためて月 今宮工科高校定時制講師：久好圭治
- 第3回 7/19 アフリカ大地溝帯を歩く ～地球の学び方2～
今宮工科高校定時制教諭：谷口真基
- 第4回 9/6 人間とは？ ～脳が身体を動かすメカニズム～
大阪大学大学院生命機能研究科：野上素子
- 第5回 10/4 セキュリティの基礎と日本の現状～軽視され続けた新たな戦場～
コニカミノルタ：原田一樹
- 第6回 11/8 70歳の取扱説明書 今宮工科高校定時制講師：久好圭治
- 第7回 11/29 科学とは何か？ ～地球温暖化の話～ 三島高校教諭：吉新聖二
- 第8回 12/13 ペロブスカイトとダーク酸素 立命館高校教諭：貴治康夫
- 第9回 1/10 電気の共振現象と無線電力伝送 ～教室につくる小さな雷～
成城高校教諭：川合克樹
- 第10回 2/7 今年のノーベル化学賞詳説 春日丘高校定時制教諭：鮫島一泰

3-6 zoomで行う合同ミーティング

大阪府の3つの高校も距離が離れているうえ、徳島県の高校との共同研究なので、zoomを使ったミーティングは、生徒が移動することなく自宅からリアルタイムで議論ができた。画面共有や

資料共有も比較的スムーズに行うことができ、共同研究を進めていくうえで大きな手段であった。一方、全日制・定時制の合同チームのため時間調整が難しかった。画面越しでは装置の不具合などを伝えるににくい場面もあった。発言が少ない場面では議論が停滞しやすく、会議の運営に工夫が必要である。

4 まとめ

大阪・徳島の4校が連携した共同研究を軸に、今年度は多彩な活動を展開することができた。4校合同ポスター発表やオンラインでの発表で、直接専門家の先生方の質問や提言をいただき研究の質を高めていくヒントをいただいた。合同交流発表会では OB・OG も加わり学校の枠を超えた多様な議論が生まれた。大阪サイエンスフェスタや土曜学習会で科学の楽しさを広く発信することができた。Zoom を活用した定期ミーティングが遠隔地の壁を越えた連携を支え、共同研究を通じて生徒一人ひとりの視野と研究力が着実に広がった一年となった。次年度はさらに連携を深め、いただいた質問や知見を糧により発展的な研究成果を目指したい。

謝 辞

本研究は、公益財団法人 中谷財団の助成により実施することができました。またこのプログラムを実施するにあたり、たくさんの方々に協力していただきました。大阪大学大学院理学研究科寺田健太郎教授、ダジックアースプロジェクト：土井正治さま・國米紀公美子さま、伊与原新さま、心より感謝申し上げます。ありがとうございました。

参考文献

- 1) <https://www.nasa.gov/news-release/nasa-confirms-evidence-that-liquid-water-flows-on-todays-mars/>
- 2) 「重力の魔術師をめざして ～重力可変装置を製作し、火星表層の水の流れを解析する～」日本物理学会 Jr.セッション 2017 大阪府立春日丘高等学校/大手前高等学校定時制科学部
- 3) 「火星表層の水の流れを解析する ～重力可変装置・水の浸透実験装置の製作と改良～」日本物理学会 Jr.セッション 2024 大阪府立今宮工科高等学校定時制科学部
- 4) 「重力可変装置で火星表層の水の流れを解析する 第 3 報」JpGU2025 日本地球惑星科学連合高校生ポスター発表 大阪府立今宮工科高等学校定時制の課程科学部/大阪府立春日丘高等学校定時制の課程科学部/大阪 府立槻の木高等学校理学部/徳島県立富岡西高等学校自然科学部
- 5) 「クレーターの直径は重力に支配されるか？ ～重力可変装置を用いた衝突クレーター重力スケールリング則の実験的検証」JESC2019 大阪府立大手前高等学校定時制科学部 橋本晃志
- 6) C. Sunday et al. Cite as: Rev. Sci. Instrum. 87, 084504 (2016)
- 7) G. Viera-Lopez et al. astro-ph.IM arXiv:1703.10315v1 (2017)
- 8) J. Li et al. PNAS, vol.122, No.9 (2025)

以上