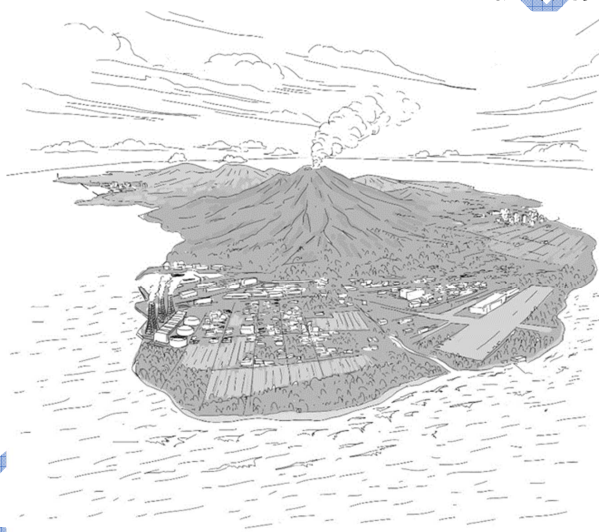


S76-4006



汚染源をさがせ！

教師用資料

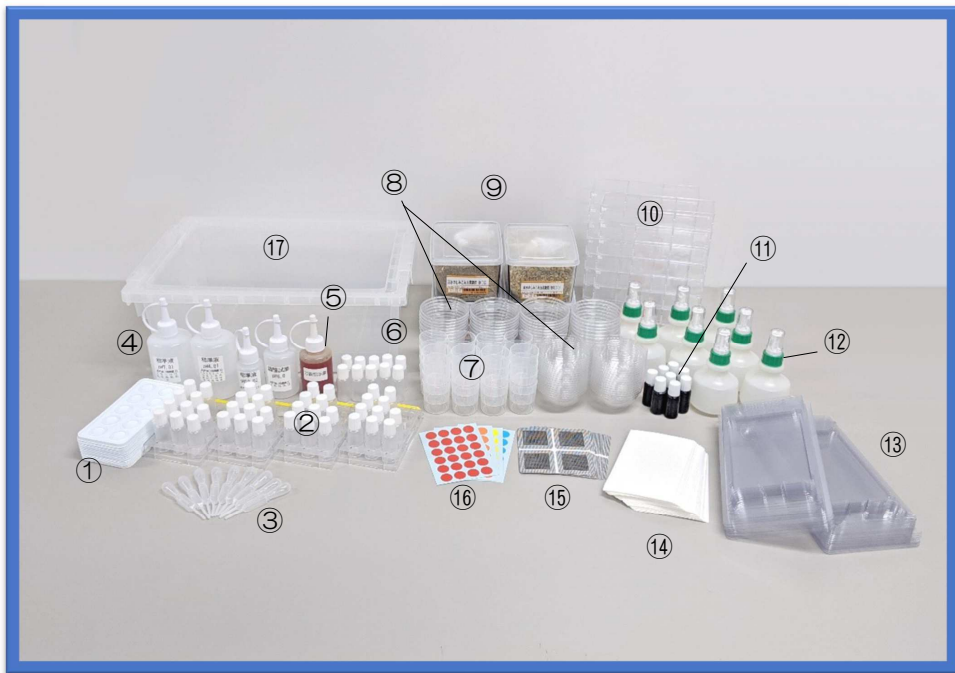


このたびは、本製品をお買い求めいただき、ありがとうございます。
 SEPUPシリーズは、カルフォルニア大学バークレー校で開発され、全米で使われている科学
 学習プログラムを「日本SEPUP研究会」が日本向けにアレンジしたものです。

販売：株式会社ナリカ
 編集：日本SEPUP研究会 事務局
 e-mail sepup@rika.com

目次

1. 目次	
2. セット内容	3
セット内容、試薬の準備	
3. はじめに	6
アクティビティのあらまし	
4. アクティビティ	
アクティビティ 1	8
ワークシート	
グリーンヴェール村での水の不思議	
1-1 グリーンヴェール物語	
アクティビティ 2	10
ワークシート	
地下水から作る水道水	
2-1 水道水の基準は？	
2-2 ppm（100万分率）って何？	
アクティビティ 3	15
ワークシート	
水の動き	
3-1 地下水の動き	
3-2 地下水の動きと層による水の通しやすさ	
アクティビティ 4	18
ワークシート	
地下水による汚染の広がり	
4-1 点による汚染と面による汚染の類似点や違い	
4-2 汚染物質の広がり	
4-3 地下水の汚染源を特定するには…	
資料4-3-1 グリーンヴェール村の地形図	
資料4-3-2 グリーンヴェール村の地質断面図	
資料4-3-3 グリーンヴェール村の線画図面	
アクティビティ 5	29
ワークシート	
有害な農薬？	
5-1 有害な農薬が地下水にしみこんだとしたら、 汚染源の可能性が最も高い場所はどこですか？	
5-2 井戸水を調査して汚染源を特定しよう	
5. ロールプレイ	
アクティビティ 6	34
ワークシート	
ロールプレイ体験（オプション）	
6-1 ロールプレイの練習をしよう！	
アクティビティ 7	36
ワークシート	
汚染の浄化方法を決めよう	
7-1 グリーンヴェール村の未来を考えよう	
7-2 村の議会の公開討論会	
7-3 役割の準備	
7-4 公開討論会の準備	
資料7-4-1 【教師用】役割の概略図（親和図） 生徒配布用 役割カード①～⑨	
7-5 公開討論会の実施	
6. 付録	50
溶液の準備・溶液の補充について	



S76-4006-02 汚染源をさがせ！（フルセット）

【セット内容】

- ① トレイ
- ② フルーツヴェール村の井戸水サンプルボトル・サンプル用スタンド
- ③ スポイト
- ④ 標準液・調整溶液（危険度0～3）
- ⑤ 万能指示薬
- ⑥ 万能指示薬用サンプルボトル
- ⑦ 計量カップ（ミニビーカー）
- ⑧ しみこみ方実験装置本体
- ⑨ 土・砂・砂利・粘土
- ⑩ しみこみ方実験装置専用ホルダー
- ⑪ 1%の青インク（汚染物質）
- ⑫ 霧吹き（スプレー）
- ⑬ プレート
- ⑭ 不織布
- ⑮ しみこみ方実験装置用網
- ⑯ しみこみ方実験装置用シール
- ⑰ グラットネルケース

アクティビティ1～7
すべての活動ができます



S76-4006-01 汚染源をさがせ！（基本セット）

【セット内容】

- ① グリーンヴェール村の井戸水サンプルボトル
- ② サンプル用スタンド
- ③ 万能指示薬用ボトル
- ④ トレイ
- ⑤ 万能指示薬
- ⑥ 標準液 pH4.01 危険度0
（井戸No. 1, 2, 3, 5, 6, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 31, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40）
標準液 pH7.01 危険度1（井戸No.4, 12, 13, 21, 23, 25, 28, 29, 30, 32, 35）
調整試薬pH8.0 危険度2（井戸No.9, 10, 24, 26, 27）
標準液 pH10.02 危険度3（井戸No.7, 8）
- ⑦ グラットネルケース

アクティビティ5～7
の活動ができます

※使用前に、試薬をボトルに分けます。詳しくは次ページをご覧ください。

【試薬の準備】

各試薬をサンプルボトルに分注します。アクティビティ5で使用する試薬です。

●万能指示薬

1. サンプルボトル8本に「万能指示薬」のシールを貼ります。
2. 万能指示薬の試薬を8本に分注します。

●地下水サンプル

1. サンプルボトル40本に「1～40」までの番号シールを貼ります。
2. 危険度0～3用の4本のスポイトボトルから、番号シールを貼ったサンプルボトルに移します。

危険度 (pH)	井戸No.
危険度0 (pH5.0以下)	1, 2, 3, 5, 6, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 31, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40
危険度1 (pH7.0)	4, 12, 13, 21, 23, 25, 28, 29, 30, 32, 35
危険度2 (pH8.0)	9, 10, 24, 26, 27
危険度3 (pH10.0)	7, 8



はじめに

アクティビティのあらまし

地下水を主な飲料水源としている国や地域がある。この「汚染源を探せ！」は、架空の「グリーンヴェール村」を舞台に巻き起こった環境問題を、生徒が中心となって、科学的根拠に基づいて探究していく問題解決型の実験キットです。

「汚染源を探せ！」では、夏休みにグリーンヴェール村の親戚を生徒が訪れたところから物語が始まります。生徒は、井戸水の異変に気づき、分析することによって、地下水の汚染レベルを把握して、その地下水汚染の解決策を探ろうとします。その過程で、雨水の地中への浸透の仕方や、地下水の流れ方・広がり方について学習し、「百万分率 (ppm)」や「十億分率 (ppb)」で濃度を表す方法を学習します。さらに、試掘井戸を用いて地下水のサンプルを採取し、濃度を測定してグリーンヴェール村における地下水の汚染源の特定し、安全境界線を策定します。最後に、生徒たちは村の議会の公開討論会に参加し、村民とともに地下水の汚染の浄化方法の説明と情報を共有します。これを受けて村の議会は、村民と生徒と共に、汚染地域を浄化するための計画を策定していきます。

※本アクティビティに登場する人物・会社名等は架空であり、実在のものとは関係ありません。

活動計画

S76-4006-02 汚染源を探せ！（フルセット）のできる活動
 S76-4006-01 汚染源をさがせ！（基本セット）のできる活動

内容	授業時間数 (例)	▼	▼
アクティビティ1 アクティビティ全体の動機付けを行うために、生徒にグリーンヴェール村における地下水問題の物語を読ませ、それについて話し合わせます。	1	—	●
アクティビティ2 染色液の連続希釈の実験を通して、百万分率 (ppm) と十億分率 (ppb) の概念に触れ、溶液が希釈されるにつれて色が薄くなり、濃度1ppm前後で色が見えなくなることに気づかせます。また、百万分率を生徒に説明し、百万分率に関するプレゼンテーション (発表) をさせて、濃度の理解を深めさせます。	2	—	●
アクティビティ3 地下水がどのように汚染されるのかを生徒に考えさせるために、地下水の動きや流れ方、地層との関係と、実験を通じて学習させます。※しみこみ方実験装置の詳細については、取扱説明書参照。	1	—	●
アクティビティ4 しみ込んだ汚染物質は、地下水の動き、流れによって広がっていきますが、地表と地下、汚染具合、標高の違いから汚染物質がどのように広がるのかは様々です。生徒は、実験を通じて汚染物質の広がり方を学習し、グリーンヴェール村の地下水の汚染源の特定を試みます。	2	—	●
アクティビティ5 アクティビティ4の汚染源の予想結果を用いて、生徒はグループごとに井戸水調査計画を立てます。井戸水調査の実験を実施し、結果をグリーンヴェール村の地図に記録します。アクティビティ4の考え方を用いて、地図上に安全濃度レベルの境界線を作図し、汚染の浄化方法を考えさせます。	1	●	●
アクティビティ6 (オプション) これまで、あまりロールプレイを経験したことがないクラスのための練習用のアクティビティです。クラス全体が、共通に関心をもつ身近なテーマをひとつ選び、役割を決め、その役割の意見をクラスに向かって発表し、演じることでロールプレイを体験する。身近なテーマとは、本グリーンヴェール村の地下水汚染と直接関係のないテーマがよいです。例えば、「廊下を走る人がいるが、走る人を減らすにはどのようにするか？」などです。	1	●	●
アクティビティ7 生徒は村の議会の公開討論会で、グリーンヴェール村のさまざまな住民の役を演じます。8名のパネリスト (発表者) がさまざまな浄化計画について発表し、論じます。その浄化計画について生徒同士 (村民) が議論して、グリーンヴェール村の地下水を浄化する最適な方法をクラスの総意として一つ選びます。このとき、費用、時間、安全性、容易性などを皆で比較検討し、正解がない問題に対する解決策の意思決定を体験させます。	3	●	●

※アクティビティ2 や 7 の中には家庭学習で進められる部分もあります。

アクティビティ1 グリーンヴェール村での水の不思議
 1-1 グリーンヴェール物語 時数：1時間

目的

グリーンヴェール村における地下水問題の物語を読ませ、アクティビティ全体の動機付けを行う。生徒に「村で発生した水道水 (地下水) 汚染を解決する」という目的意識を持たせる。

【キーワード】

- 水溶液 • 溶質 • 溶媒 • 濃度 • 水の浸みこみ方 • 水の働き

学習展開

1 「グリーンヴェール物語」を生徒に読ませる。

発問例：物語の重要と思われる箇所にマーカーで印をつけてみよう。

POINT：「汚染源を探せ！」で、生徒が主人公になったつもりになることが重要です。他人事にならないように指導したいところです。

2 「グリーンヴェール物語」を生徒個人でまとめさせる。

発問例：グリーンヴェール村で起きている問題は何か？

POINT：グリーンヴェール村で起きている問題に焦点をあてて、地下水が汚染されていることに着目するように指導する。また、地下水が汚染されていると判断ができる記述にも着目させるように指導する。

3 生徒がまとめた「グリーンヴェール物語」を発表させ (数名) クラス全体で共有する。

POINT：代表的で見本になるような記述した生徒を指名して発表させる。

4 2~4名のグループで「グリーンヴェール村」について話し合いを行い、グループ内で問題を明確化させる。

発問例：グループで話し合っ村の問題を明らかにしてみよう。

POINT：グループで話し合い、何が問題になっているか共通に理解することが重要です。

5 水道水の異変 (汚染) を解決する方法はどのようなものかをグループ内で考えさせて、発表させる。

発問例1：「グリーンヴェール物語」での問題を解決するには、どのような方法があるか考えてみよう。

発問例2：問題を解決するには、他にどのような情報が必要ですか？

POINT：生徒が今まで授業で学習してきた知識や経験を元にして、グループで水道水の汚染の解決案を議論することが重要です。この段階では、解決案を見出すことは重要ではありません。

アクティビティ1 グリーンヴェール村での水の不思議

これから、あなたは想像上の村、グリーンヴェール村の飲み水を調査します。グリーンヴェール村と飲み水に詳しくなるために、次の話を読んで、あなたの知見と、物語からわかる情報を整理していきましょう。

1-1 グリーンヴェール物語

ついに夏休みが到来し、あなたはグリーンヴェール村行きのバスに乗っています。あなたは朝の早いとこから楽しい夏休みを過ごすつもりです。いとこの家の庭はともかく、かけずり回ったり、キャッチボールをしたり、バーベキューが大好きです。庭のすぐ横には、パンツツ川が流れていて、暑い日の午後には涼しい風が流れてきます。

バス停で待ち合わせをしてから、いとこの家へ行きました。いとこの家へ来たとき、のどが渇いていたので、水をもらおうと思いました。ところが、おばさんに「水道水は飲んじやだめ！ ここではペットボトルの水を飲むのよ！」と言いました。そう言われて、非常に驚きました。前に来たときは水道水がすごくおいしかったのに・・・



おじさんは「ここは数ヶ月間、パンツツ川の水が異常なにおいがするんだ」と話してくれました。グリーンヴェール村の人々は「水が汚染されているのではないかと」心配しています。おばさんは「この村の水道水は、地下水を導いているのよ。パンツツ川の水は奇妙なにおいがある。その水が地下にしみこんだのだから、水道水は飲んじやだめ。ペットボトルの水を飲む理由よ」と言いました。また「パンツツ川で遊んじやだめよ」とも言いました。あなたは、その川の中とその周辺で、いとこたちと遊ぶのを楽しみにしていたので、本当に残念でした。あなたは、水道水が汚染されている可能性があつてかわいそうと思ったので、楽しみにしていたパンツツ川で川遊びができなくなることには悔しさを覚えたので、グリーンヴェール村の水の謎を解くことに決めました。

グリーンヴェール村の水道水は、グリーンヴェール村浄水場から供給されています。井戸から出る地下水を利用した水道水です。夏の間、地下から湧き出た水が乾ききった川に流れていきます。あなたは理科の授業で、「水が臭う原因は、何がそこに混じっているのよ」と学んだことを覚えていました。あなたは、水が臭う原因にどんな可能性があつて、どうやって水に入ったのかを知るための調査を始めました。最初にグリーンヴェール村とその水について知っていることすべてをノートに整理することにしました。

グリーンヴェール村の地図をもち、気づいたことを書き込んで、整理していくことにしました。近所を歩いていくと、4年前の夏に来たときは橋の雰囲気が変わったことに気づき

解 説

① SEPUP研究会では、この「汚染源をさがせ！」を複数の学校で実践しました。その経験から生徒に目的意識を持たせることが重要であることがわかりました。通常の理科では、教科書に記載されている事項を効率よく学習し、実験をして定着を目指しますが、この問題解決型の実験キットでは生徒の知識や経験を引き出して生徒自身に活用させることを目的としています。

② 「グリーンヴェール物語」の重要センテンスは以下となります。

- 水道水は飲んじゃだめ！
- パインツリー川の水が奇妙なおいがるんだ。
- パインツリー川に水がしみ込んでいる
- 二車線の道路は新しい高速道路に広がって
- 古い化学工場が閉鎖されている
- 北端の川のほとりにゴミを捨てていました
- パインリバーサイドヒルズの井戸水が汚染されたんだ

月 日 年 月 日 時 分 秒

ました。かつて農園や森だったエリアは、店舗、駐車場、住宅、競技場、公園になりました。
 2車線の道路は新しい高速道路に広がって、通行する車の数も増えました。古い化学工場が閉鎖されているようです。川の北端の川のほとりでは、嵐が、家で壊った自転車やテレビ、工場
 で使われたドラム缶などのゴミを捨てていました。

日差しが強い中、グリーンヴェール村を歩きまわったら、のどがかわいたので、カフェ・グリーンへ冷たい飲み物を飲みに行きました。カフェ・グリーンの店長は、あなたがつくった地図を見て、「グリーンヴェール村の町を調べているのかな？」と質問してきました。あなたはグリーンヴェール村の水道水の問題を説明したところ、カフェ・グリーンの店長は「**パインリバーサイドヒルズの井戸水が汚染されたんだ**。パインリバーサイドヒルズは、最近開発された新しい住宅団地の1つで、もともとは果樹園だった土地の上に建てたんだよ。」と話してくれました。

■情報の分析

○個人で検討しよう
 「グリーンヴェール物語」から村の状況を読み取り、その状況を説明する文章を書いてください。

.....

.....

.....

○グループで検討しよう
 1. この話を読んで、わかったことは何ですか？

- 水道水は汚染されているのか。
- パインツリー川の水が臭いの原因は何か。
- 自動車の排気ガスやガソリンが原因か。
- 古い化学工場は何を作っていたのか。
- 川のほとりのゴミはどんなゴミか。
- 汚染の原因物質は何か。
- パインリバーサイドヒルズの井戸水の汚染はどのぐらいか。
- 汚染源はどこか。

4

③ 水道水の異変を解決するために必要な情報が、本文中に記載されていません。例えば、水道水は検査されたのか、汚染物質の人命への影響や汚染の原因物質、汚染源、汚染の広がり方などが記載されていません。これらの情報があれば、住民の避難や汚染源除去による汚染の拡散防止などが可能となります。

④ 汚染物質の除去方法にはさまざまな方法があります。例えば、汚染された地下水をくみ上げて清浄な地下水と置換する方法があります。村の予算と期間、安全性などから決定することになります。しかし、汚染物質の除去方法を、ここでは言及する必要はないでしょう。

⑤ パインツリー川から地下水（井戸水）に汚染が広がったとすると、地下水を水源とした水道水は、どの程度安全なのかという疑問も発生します。次のアクティビティへのつなぎとして、水道水の作り方と安全基準に関して簡単に説明しておくとういです。