

学習内容報告書 フォーマット

学校名	宮城県利府高等学校
授業者	中村 亮

1. 単元計画

1-1. 単元名

・大気と海洋 ・大気と海水の運動

1-2. 学年

高校2年・(高校3年)

1-3. 教科 (単元を実施する教科を全てお書きください)

地学基礎

1-4. 単元の概要 (高校2年)

大気と海洋について日常生活や社会との関連を図りながら大気と海水の運動について基本的な概念や原理・法則の理解を図るとともに、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けることを目的とする。

(1) 地学基礎の時間中での活動

①海の中での各組成の動きの傾向

昨年度、組成分析を広く行った反面、それが有機物か無機物か論点がぼやけてしまった点を反省事項とし、また、生徒を含めた予備実験では溶存酸素量による地域・季節変動に有意な変化が見えなかったことが判明したため、これまでの塩類に特徴的に見られる Na^+ , K^+ , Ca^{2+} に加えて P , PO_4^{3-} に絞って考えさせる授業実践とした。特に総合塩分と Na^+ , P と PO_4^{3-} については化学基礎で行う式量の計算とも関連があることが生徒の気づきにもつながり、今後イオンの組成と原子の質量の内容でも化学基礎でも活用する予定である。

②環境題材としての授業内のドローンの活用

海洋を中心に、広く環境題材をより大きな視点で捉えて分析する技能を試行錯誤の上で身に付けさせるために生徒に航空安全に関する学習を行わせ、上空からの観察法についての授業を行った (次項へ連結)。

(2) 課外活動にての生徒考案による採水活動

課外活動においては松島湾で昨年度からドローン操作で行っていた生徒による採水活動を、今年度は同じ緯度帯の山形県鶴岡市域と比較して行わせた。

1-5. 単元設定の理由・ねらい (高校2年)

地球規模で起きている大気や海水の年間変動、海水の運動を理解する中で、海水組成の変動を分析・観察すればその動きが。その塩分の内容について、何という成分が・どの程度入っているのか実習をとおして確認させるとともに、様々な海域や沿岸距離・地形の違いから成分の細かな違いがあることを読み取らせることで、海を通じた自然界の絶妙な動きに思いを巡らせることをねらいとする。

1-6. 育みたい資質や能力、態度

多くの学生は海水は塩辛くて、それは塩分＝塩化ナトリウムが溶けているからとの知識で止まっている。その塩分は実際には多様性に富む内容で、かつ有機物や無機物が海の流れの変化の中でどのような変化や地域による違いをもたらすのか、調査の実践をとおして積極的な態度で地学的な思考法を育ませたい。

1-7. 単元の展開（全11時間）高校2年

時数	学習活動・主な内容	教師の指導 / 主な評価 外部連携 / 使用教材等
3	大気圏の構造 ・温度による4層構造 ・大気中の水蒸気 ・雲の成り立ちと10種の雲形	・大気には層構造があること、大気圧や大気組成について扱い、各層の特徴を理解させる。 ・大気の状態が変化し、雲の成り立ちを理解させる。 ・大気組成について身につけるとともに、太陽放射のエネルギーが引き起こす大気循環のうち、鉛直方向の循環を理解させる。 【思考】各層の気温変化の理由を理解できたか。
3	大気の大循環 ・太陽放射量とその測定 ・太陽放射と地球放射・地球大気の大循環 ・大気の大循環	・太陽放射と地球放射によって、地球全体のエネルギー収支のバランスをとっていること、気温の季節・日変化による風の変化について理解させる。 ・緯度による受熱量の違いによって、大気とエネルギーが循環していることを理解させる。その際の風によって、天気の変化することを扱い地衡風や高層気象について、理解させる。 【技能】太陽放射量を計測し大きさが計算できたか。 【思考】大気の大循環について理由が理解できたか。
2	海水の塩分と海洋の構造 ・塩分表記について ・海水のイオン組成 ・ <u>海洋の組成実験「海水の組成1」【次項2.】</u> (1)各地の海水から塩分を取り出し、組成分析を行う (2)各地の海水のイオン組成が気候の異なる地域・沿岸距離でどう異なるか	・塩分表記と単位‰表記・海水塩分と層構造 【思考】塩分と気象条件の関係を自ら考えられる。 【知識】世界の海水の大きさとその動きの概要を理解できたか。 (1)ガスバーナーの取り扱いの確認 ・塩分計での計測ガイダンス/デジタル塩分計 【関心意欲】安全に蒸発作業が行えるか (2)気候や土地条件と関連して海水塩分がどう変化するかを考えさせる。
3	大気と海洋の相互作用 ・地球上の大気と海洋の熱輸送と気圧 ・大気・海洋・陸上の水の存在量 ・日本の四季 ・ <u>海洋の組成実験「海水の組成2」【次項3.】</u> 海水の中のリン量の違い	・海水の大循環の原動力について観察事実から説明でき、地球全体の水の循環を計算できる。 【思考】地球の水系内での水の動きが計算できる。 【技能】物質の原子量の知識を元に物質の振る舞いについて実験観察から計算を行うことができる。

1-8. 単元の展開（全6時間）高校3年（以下は課外活動の海洋での指導と同一のため掲載しています）

時数	学習活動・主な内容	教師の指導 / 主な評価 外部連携 / 使用教材等
6	地球環境の科学（校地内の測量と活用） ・ <u>ドローンの安全な運用【次項4.】</u> ・土地の面積の計算法・環境の活用	地表面の面積の割り出しと区画の分類 ・「無人航空機飛行マニュアル（国土交通省）」 【関心意欲】安全に留意して土地の測量ができる。

2. 学習活動の実際（その1）

2-1. 単元における位置づけ

単元 1 1 時間中の 8 時間目

2-2. 本時の目標

様々な地域の海水の中の塩分量を実験から見積もり、その塩分の組成を分析して海水とは何かを知り、海水の季節差・地域差をもたらしているものは何かについて考える。

2-3. 本時の展開

主な学習活動 / 反応	教師の指導・支援 / 評価の視点（方法）
<p>(1) 前時の復習「海水の塩分濃度の表記法」</p> <p>(2) 海水の塩分測定 3～4人の各班に各地の海水・塩分計各1台・イオン計（Na/K/Caいずれか1台ずつ）を配布しておく（昨年との違い） 班ごとに20mLビーカーに海水を取り、使用する海水の採取場所や採取時期を確認した上で、塩分を%単位で計測。同時にNa⁺/K⁺/Ca²⁺各イオン量を計測させイオン量の比較・他班と比較させる。/ 「Naが多い・意外にKはどこも似ている」</p> <p>(3) 海水からの塩分の取り出し 蒸発させた塩分を薬包紙に取らせ、秤量させる。</p> <p>(4) 塩分計の数値と、蒸発による塩分の値は調和的か確認させる。/ 「（他班と塩の）色が違う」「減った？」/ 「乾燥時に弾けた？」/ 「他班と大きな違いがないかも」</p> <p>(5) まとめ 海水の組成の変化をもたらすものはどういった条件か/ 「夏の塩分は高い？」</p>	<p>(1) %表記と‰表記について確認する。</p> <p>(2) 塩分計・イオン計の扱い方について解説し、実際に生徒に海水を滴下させて読み取らせる。特にイオン計の滴下領域が繊細なため水分のふき取りなどに細心の注意を払わせる。 【関心意欲】どのイオンの量比が多いか記述でき、他の班と比較ができる。 【思考】イオンの量比の違いはどのような気候条件の結果か、季節や採水場所の条件の確認とともに推定できる。</p> <p>(3) ガスバーナーの取り扱いを復習させる。 【技能】塩分計の数値から実際の海水中の塩分量を計算できる。</p> <p>(4) 海水の中に含まれるのは塩分の他に何かがあるか気づかせる。 【思考】酸素が少ないと動物の影響が大きい可能性があることに気付くことができる。</p> <p>(5) 海洋の大きな構造の中では無機作用・有機作用が条件によってさまざまに作用することに気付かせる。</p>

3. 学習活動の実際（その2）

3-1. 単元における位置づけ

単元 1 1 時間中の 1 1 時間目

3-2. 本時の目標

さまざまな生態系の中を動くリンとリン酸の量の変化を分析し、大気と海洋、陸と海の相互作用について定量的に考える。

3-3. 本時の展開

主な学習活動 / 反応	教師の指導・支援 / 評価の視点（方法）
<p>(1) 前項目・既習事項の復習「海水の塩分とその組成」「原子量と数料」</p> <p>(2) 海水の中のイオンと有機物の関係の紹介 資料を用い、海水中のリン組成について注目点を明示する。</p> <p>(3) 海水の総合塩分・リン量・リン酸量測定 3～4人の各班に各地の海水・塩分計各1台・リン計（またはリン酸計）1台ずつを配布する。 ①塩分計で計測 ②リン量・リン酸量の計測 シリコンフォトセルを使用したアスコルビン酸法の使用法を説明し、正確にリン量リン酸量を計測させる。また試薬を封入したらよく振り完全に溶解させる。/「ボタン押す手順間違えた」/「まだ溶け残っている」 リン・リン酸の一方の計測が終了したら、もう他方の計測を隣の班の計測機器と交換させて行う。</p> <p>(4) リン量とリン酸量の記載・比較 に$\text{Na}^+/\text{K}^+/\text{Ca}^{2+}$各イオン量を計測させイオン量の比較・他班と比較させる。/「Naが多い・意外にKはどこも似ている」</p> <p>(5) まとめ リンやリン酸で見られる海水のすがたについて、他班と比較する</p>	<p>(1) 海水のイオン組成について確認する。 化学基礎で行った原子やイオンの質量（原子量・式量）について確認する。</p> <p>(2) 産総研 AIST「海洋のリン循環（鈴木昌弘）」を紹介し、海水のイオンの動きと有機物もかかわる動きについて紹介する。</p> <p>(3) 復習を兼ねて総合塩分を図らせたのち、リン計・リン酸計の扱い方について解説し、実際に生徒に海水を滴下させて読み取らせる。 ①班ごとに20mL ビーカーに海水を取り、使用する海水の採取場所や採取時期を確認し計測させる。 ②リン計またはリン酸計へ班ごとにピペットで取らせて分析させる。 ※リン試薬の二硫酸カリウム酸は環境毒性を含む毒性を持つため、使用後の廃液は必ず指定の瓶に回収する。操作ミスの班について再度行わせる。 【関心意欲】試薬の取り扱いを安全に留意して行うことができたか。</p> <p>(4) 海水の中のリン・リン酸量の関係を確認する。 (1)の式量を想起させ、実際に計測を行う。 【技能】どのイオンの量比が多いか記述でき、他の班と比較ができる</p> <p>(5) 【思考】リン量の違いはどのような気候条件の結果か、季節や採水場所の条件の確認とともに推定できる。</p>

4. 学習活動の実際（その3）

4-1. 単元における位置づけ：当該時間は直接海洋を扱うものではないが、海洋での課外活動と同内容

単元 6 時間中の 1・2 時間目（高校3年）

4-2. 本時の目標

環境調査をするにあたり、ドローン運用に必要な知識と安全策を身につけて効果的な調査を行う。

4-3. 本時（1・2時間目）の展開

主な学習活動 / 反応	教師の指導・支援 / 評価の視点（方法）
<p>【1時間目】屋内</p> <p>(1) 環境調査を俯瞰的に見ることの意義 / 「目線で見るとは違う」</p> <p>(2) 安全飛行に必要な条件について 資料を用いて飛行禁止区域の設定の理由をまとめる/ 「落ちてしまったら損害がでてしまう」</p> <p>(3) 土地の傾斜と実際の表面積の計算 傾斜計を用いてドローン撮像の見えている面積と 実際の面積の換算について計算させる。</p>	<p>(1) さまざまな空撮画像を提示し、そこから何が見えるのかを尋ねる。</p> <p>(2) 国土交通省 無人航空機運用マニュアルを提示し、飛行時に必要な安全対策をまとめて明示する。 設定された人口密集地や空港・上空の飛行制限高度・夜間や催事上空の飛行禁止について強調する。</p> <p>(3) 実際にとらえている面積：S とすると、角度 θ の傾斜面ではその表面は $\frac{S}{\cos \theta}$ となる。 【思考】三角関数の事項を復習しながら自分で面積の計算ができる。</p>
<p>【2時間目】屋外</p> <p>(1) ドローンの起動・離陸着陸操作 / 「手を離せばホバリングのみ」</p> <p>(2) 水平方向・垂直方向の操舵・プロポ（発信機） のドライブモードについて</p> <p>(3) 撮像角度について 体勢を調整しながら撮影したい対象を正確に確認しながら撮影する。 / 「自分の向いている向きと逆」</p>	<p>(1) プロポ上のジョイスティックの取り扱いと操作速度に注意させる。</p> <p>(2) 一般的なモード2に即し操作指導する。 左：向きおよび高度 右：進行方向</p> <p>(3) カメラ角度およびビデオ・カメラ切り替えを確認しながら操作指導する。 【関心意欲】自ら進んで安全に留意しながら目的を正しくとらえて撮像できる。</p>

【3時間目以降】

- ・撮像を含む校地内の区画ごとの面積計算
- ・得られた撮像データから環境の活用法を考えて発表する。

5. 今回の活動の自己評価

授業での実験でのアンケートは以下のとおりであった。

(1) 今日の海水組成の分析に使った機械や試料は取り扱いやすかったですか。

自分から積極的に扱えた…26.7% 教えてもらって扱えた…66.7%

意味が分からないが計測できた…6.7% 理解できなかった…0.0%

(2) 今回のような機器を使って計測するのはどうでしたか。

今後もやってみたい…53.3% 授業としては満足…45.0%

今回だけでよい…1.7% もうやりたくない…0%

(3) リンとリン酸量の変化を計測で見いだせましたか？

実験で分かった…41.7% なんとなく分かった…36.7%

何となく違いがあるかもしれない…20.0% どうともいえない…1.7%

(4) 塩分やイオンの組成の違いに気づけたか。

実験で分かった…38.3% なんとなく分かった…45.0%

何となく違いがあるかもしれない…15.0% どうともいえない…1.7%

(5) 授業の理解度はどうだったか (10段階, 全然だめ1—普通5—よい10)

1~3…1.7% 4…1.7% 5…48.3% 6…10.0% 7…18.3% 8…10.0% 9…3.3% 10…6.7%

(6) 海洋への関心はどう変わったか (10段階, 全然だめ1—変わりません5—活用できそう10)

1~3…0.0% 4…1.7% 5…25.0% 6…20.0% 7…31.7% 8…11.7% 9…5.0% 10…5.0%

実際に自分の手で計って実感がわいた, なぜ組成が変わるのか不思議, 加茂の海が好き 等の回答が見られた。

6. 今後の課題

(1) ドローン運用

2022年6月より航空機規定改正により登録が義務化される。高校生には敷居が高くなるので、事前の準備や飛行訓練を屋内体育館(規制対象外)で行う工夫が必要となる。またドローン運用は今後安全保障上の問題とも直結するため、科学技術の観察の道具としてのみならず日常での効果的な使用法をさらに身に付けさせることは重要となる。

(2) 海水の成分分析

組成としてのイオン濃度分析の実践としては基本的な内容はこれで完結できる。しかし重要なのはこの手法を用いて地域環境にとって・海洋の動きにとって何が分かるのかを考察したモデル化が必要となる。分析して終わりにせず、様々な科学領域の知識と総合させて「海洋のすがた」を学校教育の場で感じさせることが必要である。

現在、授業内容から見てきた海水の地域による違いをリン組成で見えてきつつあり、それを水圏環境で観察をはじめているが今後海水性の題材へ発展させたい。

7. 本学習内容報告書活用にあたっての留意点

前項にも述べた通りドローン運用にあたっては2022年度の法改正以降より厳重な管理が必要となる。また極端な温度条件で使用が厳しい機器のため、飛行時の環境に十分留意する必要があると思われる。

海水とリン・リン酸量は水圏での生命活動の記述に非常に効果的であることが分かったが、試薬が環境毒物(二硫酸カリウム)を使用するので実験後の廃液の処理には注意する。