

教科「情報」におけるリモートセンシングデータによる情報実験

Information Experiment with Remote Sensing Data
for General Course Subject "Information"新地辰朗[†], 築地宏文[‡], 秋裕基^{‡‡‡}Tatsuro Shinchi[†], Hirofumi Tsukiji[‡], and Hiroki Aki^{‡‡‡}[†]宮崎大学教育文化学部, [‡]福岡県宗像市立大島小学校, ^{‡‡‡}宮崎大学大学院教育学研究科

1. はじめに

今日の小学校・中学校・高等学校で進められている普通教育としての情報教育では、情報通信技術や情報機器の活用を積極的に取り入れた学習を通してリテラシや新たな学習方法の習得に成果を収めつつある。一方、我が国は科学技術を重要基盤の一つとして発展しようとしているにも関わらず、情報技術や情報科学の基礎的概念を学ぶ時間はほとんど確保されていないのが実態である。小学校や中学校での学習に比べて、情報科学の基礎的概念を学ぶ好機と思われる高等学校教科「情報」においても、教師の考え方や指導力、理工系研究者の期待、そして教育系研究者の提案などが、それぞれ乖離しがちであり、指導内容や目標の設定に様々な意見があるように思える。情報教育の目標の一つである「情報の科学的理解」の達成も目指しながら、学校教育における情報科学教育についての検討が望まれる。

本稿では、高等学校教科「情報」において、コンピュータやアプリケーションソフトウェアの操作技能を習得させようとする教育ではなく、情報科学の基礎的事項を習得する学習として、情報実験を提案する。情報実験としての設定により、座学としてではなく、操作やその過程での試行錯誤を通して、論理的思考や問題解決方法を学ぶことを目指す。ここでの情報実験において重要なのは、前後の生活や学習とつながりのあるテーマ設定であり、本稿では、報道等でもよく利用され、生徒や教師にも親しみのあるリモートセンシング画像を選択した。

これまで、処理済のリモートセンシング画像を総合的学習における環境学習に活用した教育実践

はあるが¹⁾²⁾、データ処理の方針やプロセスを情報科学を学ぶための題材として提案した報告はない。

2. 情報教育における情報科学教育

学校教育において、情報教育と関連のある内容や場面は、“a.情報及び情報手段の活用と理解(リテラシ)”, “b.教育方法の改善・工夫”, “c.新たな学びや機能する学力を意識した授業創り”, “d.科学教育・情報科学教育として”, “e.教育経営での利用”に整理できる。a, b, c, そしてeに関する情報教育は、教育・学習の質的改善に情報技術を活用する場面で成立しつつあり、効果的实践結果が報告されるなど、着実な進展が期待される。

ところが、d.“科学教育・情報科学教育として”についてはあまり進展が見られない。小学校において情報や科学を学習するための時間が設定されていないこと、中学校の技術・家庭科技術分野の「情報とコンピュータ」に配当される時間が少ないことなども要因として考えられる。ここではその是非についての議論はしないが、現状での高等学校教科「情報」の担うべき役割が大きいことは自明である。

情報通信技術の広範な普及にともない、操作技術を学ばせる段階から、情報社会で次々に生じる価値対立に対して自らの意見を持ち、適切に判断できる能力を習得させる段階に、情報教育は発展すべき時期にある。そこでは、究める、追求するプロセスで情報科学を学んでゆく題材の開発が求められる。他の教科と同じように、親学問となる情報科学、情報数理、情報工学などの知見を学校教育用に整理し、その体系的に合わせた題材の検討が急がれる。

3. リモートセンシング

リモートセンシングの手法は、観測機器の発明や改良にともない考案されており、地図作製のために気球からカメラで地表を撮影した1840年代が起源とされる。また、リモートセンシングという言葉が最初に用いたのは、1950年代、米国海軍のE.Pruittとされ、直接触れることなく対象の形態や状態を捕捉する技術を意味する³⁾。リモートセンシングが急速に普及したのは、1972年の地球観測衛星LANDSATの打ち上げ以降とされ⁴⁾、土地利用(市街地、森林、農地等)、気象(台風、降雨等)などの理解に役立っている。現在、観測機器を搭載する主なプラットフォームは航空機や人工衛星であり、主な観測機器は電磁波を収集するセンサである。特性の異なるセンサを搭載した様々な人工衛星が、高い高度から、定期的に、また広範に、地球の状況を捕捉している。最近、空間分解能が1m以下の衛星画像が提供されたり、WEBで簡単に閲覧できるようになるなど、リモートセンシングは日常生活の様々な場面で利用されている⁵⁾。

3.1 電磁波とセンサ

絶対零度(-273°C)を超えるすべての物体は、電子、原子、分子の振動により、固有の電磁波を反射または放射する性質がある。そのため、観測対象物からの電磁波を分析することで、対象物の温度、大きさ、形などを捉えられる。電磁波を捕捉するセンサは、太陽光の反射及び対象物から放射される電磁波を収集する受動方式と、対象物に向けて照射した電磁波の反射を収集する能動方式に大別される。また、電磁波の波長により、可視から赤外線までの電磁波(波長:10.4 μmから1mm)を捉えるものを光学センサ、波長約1cmから10cmの電磁波を捉えるものをマイクロ波センサと呼ぶ。実際には目的により多種多様なセンサがそれぞれの人工衛星に搭載され運用されている。

3.2 リモートセンシング画像

プラットフォームを移動させながら、電磁波の検知結果を記録したものがリモートセンシングデータである。センサの受光可能角の大きさとプラットフォームの高度により一度に観測できる幅が決まり、識別可能な最小領域を地上における距離で表したものを地上解像度という。つまり、リモ

ートセンシングでは、地上解像度をサンプリング周期としながら、地表に対して空間的離散処理となる標本化を行い、検知した電磁波の強さを量子化する。つまり、報道や雑誌などで我々が目にする地図上に投影されたリモートセンシング画像の多くは、標本化と量子化、すなわちデジタル化された最小単位である画素を、利用目的に応じて2次元に表示したものである。



図1 13色表示カラーリモートセンシング画像
(2002年11月20日)

図1は、2002年11月20日(一日)にAqua[人工衛星] /AMSR-E[センサ]により検知された海面温度の分布を等緯度図法で示したものである。センサAMSR-Eの観測幅は1450 km程度であり、また人工衛星Aquaは回帰日数16日の太陽同期準回帰軌道をとるため、1日で全地表の様子を捕捉することはできない。人工衛星の北極方向への移動(アセンディング, (ascending))によるデータであるため、右下から左上方向に14本の観測域帯が示されている。観測域帯から水温を検知できた部分は、海面温度に応じて13段階に色付けされており、観測地域外及び大陸部は黒色で表示されている。

ここで留意すべきは、センサは2次元画像を捉えるのではなく、地上解像度毎に電磁波を捕捉している事実である。図1の場合も、図2に示すとおり、図中の1画素分の領域に応じた数値を各行1440列ずつ計720行分描画することで得られる。ただし、各画素の値は、画素に対応した地表面積に関わる検知量の平均により得られる。また、1画素毎の値を算出するプロセスでは、センサが捉えた物理量から、物理量に対する海上風速等による影響や衛星の姿勢や地球の形状による観測歪が

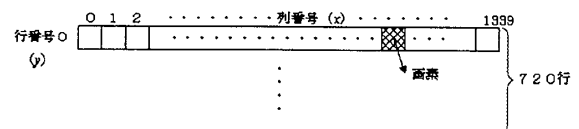


図2 データの構造

補正される必要がある。本稿は学校教育における情報実験の提案であることを考慮して、補正に関わる複雑な前処理の導入は避けることにする。

4. 情報実験

生徒に見通しをもたせながらデータを処理させ、その解釈まで導くことは、主体的に情報科学に対峙させる上で重要なことである。本稿では、地球環境を主題とするリモートセンシング図を描画する情報実験をとおして、離散データに対する情報科学的処理の学習を提案する。この情報実験により、情報の選択、データの内容や構造、簡単なアルゴリズムについての学習が可能になる。

4.1 リモートセンシングデータの選択(Step 1)

一般に、リモートセンシングデータはヘッダ部とデータ部で構成されており、ヘッダ部にプロダクト名・物理量名・処理レベル・観測日・軌道番号・軌道方向・プラットフォーム名・観測センサ名が、データ部に検知された物理量が記録されている。複数のセンサで同一地点からの電磁波を検知することが多いため、データ部は複数の周波数帯域(周波数バンド)毎のデータがセットになっている場合が多い。今回 EOIS からダウンロードするリモートセンシングデータは、補正済であり、かつ等緯経度図法を想定した画素に対応させた離散データであり、学習を進める上で有用な単純構造になっている。

EOIS では、web 上に、大気、海洋、陸域、雪氷などの物理量毎にデータが用意されている。それぞれの物理量に対して、衛星/センサ毎にデータが一覧され、分析しようとする時期などをもとにデータを選択することになる。本稿では、2002年5月に打上げられた地球観測衛星 *Aqua* に搭載されたマイクロ波放射計(AMSR-E)により検知されたリモートセンシングデータを利用することにする。AMSR-E は能動方式センサであるため、太陽光に依存する必要がないため、昼夜の別なく、また雲の発生など天候に影響されることなく電磁波を捕捉できる特色がある。

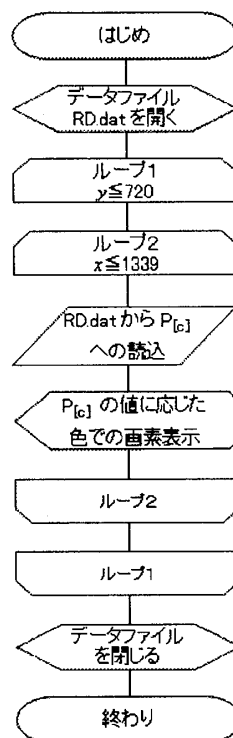


図3 リモートセンシング画像描画アルゴリズム

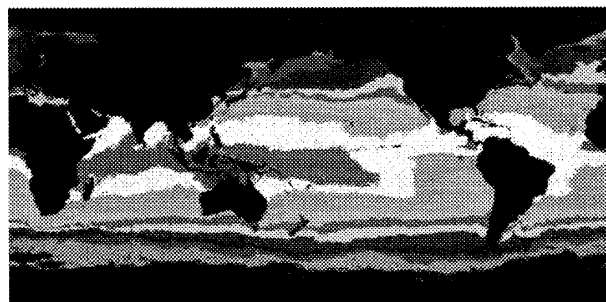


図4 13色表示カラーリモートセンシング画像 (2002年11月)

4.2 海面水温画像の描画(Step 2)

ダウンロードした Aqua/AMSR-E によるリモートセンシングデータから、画素ごとに補正済の値を取り出すことができる。ただし、リモートセンシング図を構成する上での位置情報(行番号、列番号)は付加されていないため、値を読み込む際にカウントした列番号(x)及び行番号(y)に従いながら、値に応じた色で各画素をカラーリングしながら、リモートセンシング図を得る必要がある。図3はこのアルゴリズムを示したものである。アルゴリズムとしては難解ではないが、アルゴリズムやプログラミングについての学習経験のない生徒への配慮は必要になる。例えば、列数及び行数を少なく設定した条件の下で、手作業で各セルに値を記入させるシミュレーションは有効であろう。

この段階(Step 2)では、1日の検知結果である図1や1か月分の検知結果を平均したデータより得られる図4を描画させることで、リモートセンシングデータから図を得る方法、データの構造、数値の型、そして基本的なアルゴリズムを学ばせることが可能になる。ただし、図1,2など、本稿におけるリモートセンシング図を与えるデータにおいては、検知領域外や対象とする物理量観測されなかった画素に対しては、マイナス値が使われている。また、検知した物理量は計算機の互換性に配慮され整数値として記録されているため、与えられた **scale-factor** を乗じて浮動小数点に変換する必要がある。

4.3 主題図としてのリモートセンシング図の描画 (Step 3)

本稿の情報実験で生徒に期待するのは、思考をともなう情報科学的操作、科学的探究のプロセスにおける情報科学の利用である。そこで、生徒のねらいを反映する情報実験として、特定の主題(ねらい)をもつ、リモートセンシング図の描画に歩を進めることにする。

ここでは、近年話題になるエルニーニョ現象を主題とするリモートセンシング図の描画を例にする。エルニーニョ現象は海水温度の上昇で説明されることが多いため、前節(Step 2)までにリモートセンシング図の各画素の色が数値により決定されることを学んだ生徒にとって、異なる時期に観測された海面温度の各画素に対応した値同士を比較することにより、温度変化を捉えた描画方法を予想するのは十分可能である。2002年11月及び2004年11月の月平均温度を捉えたそれぞれのデータを読み込み、各画素において2002年の値から2004年の値を引くことで得られる値に応じてカラーリングしたものが図5である。図中の太平洋上で矩形で囲んだ領域は、気象庁が設定するエルニーニョ監視海域付近である。当該海域の温

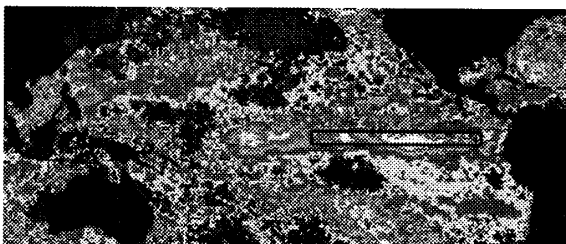


図5 温度差のカラー表示, 2002年11月-2004年11月

度が、摂氏1.6度から2.0度上昇していることが確認でき、2002年のエルニーニョ現象を一連の処理により、捉えることができる。

5. おわりに

学校教育ではこれまでも学力論が繰り返されており、社会が求める人間像も視野に入れながら、教育内容が改変されてきた。基礎学力低下について懸念する指摘はあるものの、覚えることに時間を偏らせることなく、思考力・表現力・コミュニケーション力を育もうとする教育は、世界的な基調と言える。今日の情報教育(情報メディア活用による教科学習を含む)は、生きる力と呼ばれるような広範かつ実用的な学力を育む上で寄与しつつあると言える。ところが、その多くは、従来の教科指導の方法や学習スタイルの工夫に留まっている。今日のような高度な科学社会において、情報科学的な視座から考える・極める能力は必要であり、そのことにより生活してゆく上での主体的学力が育まれるものと期待される。

本稿で提案した情報科学実験は、環境学習や理科、数学の学習とも連携可能なものであり、情報科学の習得が他の学習を促進できるものと考えている。今後は、高等学校での実践も視野に入れ、情報実験の難易度や他教科との関連、さらにそこで育まれる学力の性質について検討を深めたい。

参考文献

- 1) T.Shinchi G.Takeuchi: Environmental Education through Computer Analyses of Remote Sensing Satellite Images, Proceedings of International Conference on Computers in Education 2004(ICCE2004),CD-ROM, 2004
- 2) 環境教育における地球観測衛星データの利用に関する調査(1994)宇宙開発事業団委託事業成果報告書
- 3) <http://earthobservatory.nasa.gov/Library/RemoteSensing/printall.php>
- 4) 日本リモートセンシング研究会(村井俊治監修): 図解リモートセンシング, 社団法人日本測量協会(1998)
- 5) 土屋清: リモートセンシング概論, 朝倉出版(2001)
- 6) <https://www.eoc.jaxa.jp/iss/jp/index.html>