

# 教科「情報」向け「情報の周波数表現」の体感型教材

池田 大輔

脇田 早苗

竹田 正幸

九州大学大学院システム情報科学研究院

{daisuke, wakita, takeda}@inf.kyushu-u.ac.jp

初等教育からの接続性を意識した情報教育を大目標に、フーリエ変換をベースにした情報の周波数表現の教材や授業を構築してきた。今回は小学生向けの内容を紹介したが、今回は教科「情報」の対象である高校生向けにした場合の内容を紹介する。

## 1. はじめに

教科「情報」において、アナログ情報のデジタル化は、標本化と量子化により説明される。指導要領<sup>(1)</sup>では、標本化周波数への言及はあるものの、標本化周波数（サンプリング周波数）までは説明しないため、標本化のためにどれだけの間隔が必要かは理解できない。一部<sup>(2)</sup>で多少の記述はあるものの、ほとんど言及されていない。

しかし、周波数表現は、音や光といった物理的現象と密接な関係があり、身近な現象と関連づけて理解できる利点がある。また、直交基底による表現であり、数学とも関連づけて理解できる。

## 2. 内容及び教材

4点でサンプリングされたデータ（図1）の高さの情報（4, 2, 0, 2）を送れば、遠隔地でもこの形が再現できる。これを自明な4つの基底ベクトル（一つだけが1であとは0）の係数と考える。

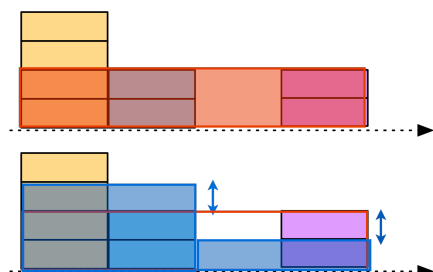


図1 4点で標本化されたデータと全体平均(薄い赤), 半分の区間での平均(薄い青)

対象が小学生向の場合、様々な粒度の平均値を送ることで、元の形が再現できると説明するが、高校生の場合は、これらの平均が次の4つの非自明な基底(1, 1, 1, 1), (1, 1, -1, -1), (1, -1, -1, 1), (1, -1, 1, -1)の係数と対応していることを確認してもらう。例えば、(1, 1, 1, 1)との内積をとることは、全体の平均を取ることと対応する。図1では、透明な赤いボックスの高さが全体の平均値に対応している。

これらの非自明な基底ベクトルは、任意のペアの内積が0であり、互いに直交している。そのた

め、4つの標本点でのデータの場合、どのような値でも、これらの基底の係数として表現できる。一方、全部の基底ベクトル使わない場合は、一般に元のデータを再現できない。これを確認するために、iPad等のブラウザで利用できるJavaScriptアプリを改良し、用いる基底ベクトルを選べるようになった（図2の「計算！」ボタンの横の4つのチェックボックス）。

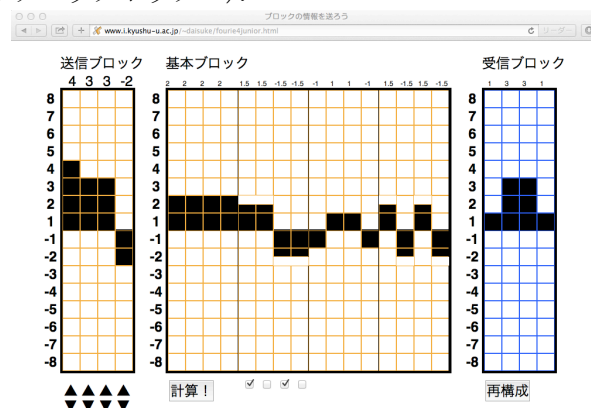


図2 改良した JavaScript アプリ

## 3. 他の教科との関連

ベクトル表記により、数学（ベクトル）との関連は明らかだが、さらに、標本化周波数（平均の粒度）との関連を深く理解するために、自作のウォーターパール<sup>(3)</sup>やおもちゃのトゥィンクルピクト等を用いる。光のタイミングを変化させられるウォーターパールでは、標本化周波数（光のタイミング）が異なれば、適切に元の現象が再現できないことを利用しているが、単純に美しく不思議な現象でもあり、小学生から大人まで多くの人の興味を惹く。

## 参考文献

- (1) 文部科学省：高等学校学習指導要領解説 情報編（2010）。
- (2) 山極隆（監修）：情報の科学，実況出版（2013）。
- (3) 愛知物理サークル，岐阜物理サークル：いきいき物理わくわく実験 改訂版，日本評論社（2002）。