



Vol. 153

CONTENTS

- 【コラム】音の周波数と CPU クロックの周波数に関する教育的雑談…和田 勉
【解説】躍進するオンライン教育— MOOC の未来と IPSJ-JMOOC 共同事業—岡田 祥成
【解説】PISA2022 と日本の情報教育…竹中 章勝

基
般



COLUMN

音の周波数と CPU クロックの周波数に関する教育的雑談

ある高校で共通教科情報科の教材に使っているという「音のデジタル化」のグラフを見る機会があった。横軸が時間で縦軸が圧力、そこに正弦波がちょっとくずれた波形が描かれており、その時間変化を標準化・量子化・符号化させる演習問題が付いているもので、最初は、ごくありふれたものに見えた。

ところがよく見て「え？」と思った。横軸の目盛りの右端が「18 秒」となっている。ということは……とよく見てみると、描かれているのは周期が約 8 秒！の波形である。これでは周波数が 0.125Hz、すなわち人間の可聴域をはるかに外れているので、空気の振動ではあっても音ではない。可聴域を少し外れた周波数ならば超音波や超低周波として広い意味で音に含める場合もあるとしても、これはそれをはるかに超えている^{☆1}。これは、可聴域周波数帯のことをまったく考慮せずに描いた、明らかに間違ったグラフなので、すぐにその旨をそれを持参した人に教えた。それでとりあえず済んだ。

ところがそれをきっかけに、たまたま見ていた同僚^{☆2}との間で思わぬ議論をすることになった。上記の持参した人とは違い、もちろん同氏は可聴域周波数帯については百も承知である。それにもかかわらず同氏は「数秒周期の空気振動は<音ではない>と言えるのかどうかは異論もありそう」さらに「じゃあ<音って何?>という議論に入り込む」との意見である。そして、特に興味深かったのが以下の意見であった。

「自分も、たとえば CPU の動作を説明するときに、『最初の 1 ミリ秒ぐらいの間で命令のフェッチを行って、次の 1 ミリ秒ぐらいでデコードを行って……』という説明をすることがある。しかし現代の実際の CPU からすると、これは時間軸のスケールが 3～4 桁ぐらいずれている。しかし、けっこう平気でそのような説明をしている。それを思うと空気の振動が 2 桁ぐらいずれていてもかわいいものではないか」。

これに対して私は次のように見解を述べた。「CPU は、動作速度が現代の CPU の 1/100 のものも 1/1000 のものも、かつてたしかに存在したし、教育実験用あるいは過去機のレプリカなら今も現に存在する。それに対して音は、人体の構造が変わらない限り、可聴域の範囲は悠久の昔から同じである。その違いから、現代のものよりはるかに遅いクロックの CPU を CPU として説明するのは OK だが、可聴域をはるかに外れた前述の例のような空気の振動を音と呼ぶのは NG だ、というのが自分の立場だ」。

さて、皆さんはどうお考えでしょうか？

☆1 正弦波でない以上、高調波が含まれており、その一部は可聴域に入ることがあり得るがそれは別の話とする。

☆2 長野大学企業情報学部 平岡信之准教授



和田 勉 (長野大学教職課程高等学校情報科) (正会員) wadaben@acm.org

長野大学教職課程高等学校情報科非常勤講師 (元・教授)、元・大韓民国高麗大学師範学部コンピュータ教育学科招聘教授、本会初等中等教育委員会・情報入試委員会・一般情報教育委員会委員、学会活動貢献賞受賞、本会シニア会員。