

2009年5月25日

永久機関とメタスタビリティ問題

群馬大学 小林春夫

エレクトロニクス誌に「非同期回路のメタスタビリティ問題」に関するコラムの原稿で下記のように記述した。

「筆者は電子計測の研究所で仕事をしたことがあるが、そこでベテラン研究者が、オシロスコープのトリガ回路で発生するメタスタビリティ問題を解決しようとしていた。その結論は、「発生確率を小さくすることはできるが、完全にゼロにできる回路システムは実現できない」ということであった。現在も未解決という状況は変わっていない。永久機関は実現できないということと同じように非同期回路ではメタスタビリティを完全に回避はできないということは、証明はできないが経験上の事実である。TDC(Time-to-Digital Converter) でもこのメタスタビリティの問題は避けられないということを念頭におくべきである。」

編集者より、“「永久機関は実現できない」ということは証明されていないのか”との質問を受けたので 確認のため専門家の方々に話を聞き、自分でも調べてみた。そのなかで 理論物理学の山本隆夫先生(群馬大学)の下記のご説明が印象的であった。

「物理学は実験科学なので“証明”という言葉はそぐわない。物理学は、いくつかの公理を前提にして演繹的に定理を導出・証明して理論を構築する数学とは学問の創り方が異なる。

たとえば「質量保存則が成立する」というのは、質量保存則に反する事実が観測されていない、測定誤差範囲内で実験的に質量保存則が成立しているということにすぎない。実際、現在も(使用できる最高精度の計測技術を用いて)質量保存則が成立するかの検証実験が続けられている。その結果 「測定誤差何パーセント以内で質量保存則が成立している」ということが報告されている(この測定誤差は年々小さくなっている)。

「エネルギー保存則が成立する(第一種永久機関が存在しない)」ということも同様に、測定誤差範囲内で実験的にエネルギー保存則が成立している、エネルギー保存則に反する現象が観測させていないということである。(第二種永久機関が存在しないということも同様である。)

ニューロンカ学、マックスウェル電磁気学では説明できない現象が観測されてアインシュタイン相対性理論が生まれた。物理学はこのような学問である。」

他の専門家の皆様のご意見や自分の調べた範囲でも上記の山本先生のご説明の範囲であることに気がついた。

そういえば、「現在も(使用できる最高精度の計測技術を用いて)質量保存則が成立するかの検証実験が続けられている」ということは、(元)計量研究所の森村正直氏の著書に書いてあったことを思い出した。(森村さんに連絡を差し上げたところ、自分はもう引退して久しいのでコメントしませんと却下されてしまったが。)

実際の最終原稿では

「永久機関は実現できないということと同じように非同期回路ではメタスタビリティを完全に回避はできないということは、証明はできないが経験上の事実である。」の一文は削除した。

この削除した文は(正確性は欠けるかもしれないが)非同期回路でのメタスタビリティ問題に直面している技術者の“気持ち”を表していると思い、このエッセイを書いた次第である。