

第二話 情報通信ネットワークの話

アドホック・センサネットワークが世間一般に知られる直前の混沌^{こんとん}としていた頃の話である。2003年から十年間、気がつくと筆者は非線形科学の研究者から、情報通信分野の研究者に化けていた。当時の先端技術、アドホック・センサネットワークに没頭し、学会でアドホックネットワーク研究会を立ち上げ、企業と共同研究を行う云々である。その頃のアドホック・センサネットワークの諸問題は、斬新な非線形科学の問題でもあり、特にネットワークの同期の問題はいまでも魅力的に見える。この十年は、笑いのとまらないフィーバー状態だったのだ。どんなフィーバーを体験したのかは、以下の二つの事例が示している。まず、センサネットワーク（以降、センサネット）の「隠れ端末」をエレガントに解消する仕組み（アルゴリズム）の発明。次に、アドホックネットワーク（以降、アドホックネット）で、ネットワーク内の端末すべての時計（タイマー）たちの同期を加速する意外な方法の発見、である。以上の専門用語の説明は、以下で順次与えたい。

2003年3月、沖電気から伊達正晃氏、福永茂氏の2人のリサーチャーの訪問を受けた。彼らは、学会誌に載った筆者の解説論文にインスパイアされたという。訪問の目的は、つぎの技術相談である。曰く、『先生(筆者)は、ソニーCSLにいらっしゃったので、アドホック・センサネットの研究をご存知ですが、私どもも現在センサネットに取り組み始めています。そこで、私(伊達氏)のアイデアなのですが、先生のお詳しい(ホタルの)同期現象を応用して、センサネットに飛びかうパケットの衝突をスマートに回避する通信方式を構築できないものでしょうか?』この「同期現象」は、(第一話の)互いに明滅リズムを同期するホタルをイメージしている。また、アドホック・センサネットは、アドホックネットワーク、センサネットワークの総称で、基地局不要、集中管理不要の分散通信ネットワークを意味している。今風に言うと、無線版のP2P (Peer to peer) ネットワークであり、昔風にいえば、トランシーバーの集団である。アドホックネットとセンサネットの区分は、少々あいまいだが、大雑把にいえば、前者はPC(パソコン)レベルの「端末」を想定し、そのバッテリーの制約は、それほど厳しくない。

★2 田中久陽 同期現象の科学の最近の進展、電子情報通信学会誌、80、11、pp.1175-1179、1997

つのアクセスポイント（基地局）に同時に多数のスマホやPCの端末が無線接続する。そして、アクセスポイントの管理者（例えばドコモ等）は利用者に課金する。では、このとき、「同期」は不要なのだろうか？　じつは、やはり同期が必須になる。分かり易い最新の事例を見てみよう。現在、これまでに以上に多数のユーザー端末を1つのアクセスポイントに接続可能な通信方式として「同期」SS-CDMAが有効と考えられている。このSS-CDMAは、文字通り、spread spectrum code division multiple access（スペクトル拡散多重接続方式）であり、複数ユーザーが、互いに「直交するコード」を同期して共有することで、同時接続可能になる。このとき、その効率を高く維持するためには、複数ユーザーから届く「コード」のタイミングが、高い精度で同期していることが大前提である。タイミングのずれにより、コードは「直交性」を失うのだ！　つまり、同期は、ネットワークの種類を問わず、「森」全体に、水の如くあまねく通底しているのである。

ところで、著者はというと、フィーバー状態の中頃から、ビジネスクラスで海外出張できるようになっていた。多忙ではあったが、自由な研究費に恵

★15 S. Kameda,

Y. Honma, N. Suematsu, S. Yasuda,

and N. Shiga,

"USRP Implementa-

tion of Transmission

Timing Control

Function for Syn-

chronized SS-CDMA

Using Wireless Two-

Way Interferometry

(Wi-Wi)," IEEE

2021 Twelfth Inter-

national Conference

on Ubiquitous and

Future Networks

(ICUFN), p. 328,

2021

S. Kameda,

A. Taira, Y. Miyake,

N. Suematsu,

T. Takagi, and

K. Tsubouchi,

"Evaluation of

Synchronized

SS-CDMA for QZSS

Safety Confirmation

System," IEEE

Transactions on

Vehicular Technol-

ogy, Vol. 68, No. 5,

pp. 1781-1790, 2019

まれたお陰である。ところが、フィーバーが10年続いた後、情報通信分野の理論研究では、もはや自由な研究予算が獲れなくなったことに気が付いた。10年の間に、この分野のフェーズが「もの作り」にシフトしたのだ。そして、当初のつましい非線形科学の研究者に舞い戻り、海外出張もエコノミークラスにシフトしたのである。そこで、一句

時は金なり

故同期は時々金になる