

第 122 回 技術懇談会講演記録

1. 日時・場所

令和元年 12 月 11 日 (水) 15:00-17:00

化学工学会 会議室 参加人数 25 名

2. 講演テーマ及び講演記録

1. 「太陽と光と熱、そしてエントロピー」

講師 飯塚 弘 氏 SCE-Net 会員、元矢崎総業 (株)

概要:

- (1) 太陽光のスペクトルは紫外から赤外域まで幅広く、選択吸収面を使い集熱する場合、広い波長領域を集熱できる。一方、半導体のバンドギャップを利用した太陽電池などは、バンドギャップの大きさから、得られる太陽光の波長領域に限界がある。前者は、集熱温度が 100°C 以下ではその熱利用の用途が限定されるが、高温集熱することで大規模な発電も可能になる。後者は、発電効率を上げるために、バンドギャップの異なる半導体を重ねて多接合にするとか、波長変換などの技術が必要となる。また、広範囲に分布した太陽光からコヒーレント光を得る方法 (太陽光励起レーザー)、半導体のバンドギャップを利用した人工光合成も研究されている。これら太陽エネルギーの電気・光・物質変換は、熱利用より利用価値の高いエネルギー (エクセルギー大) になり、エントロピーを小さくするものである。
- (2) 半導体や絶縁体のようなフォノンが熱伝導の担い手になる場合、フォノンの平均自由行程程度のナノスケールの構造体では、フォノン輸送を制御 (熱伝達の方向) できる。また、熱絶縁体でもスピン流を通じて電圧を生成 (スピンゼーベック効果) できるので、高効率な熱電素子が可能になる。半導体の電子部品の冷却/発電への応用が期待される。
- (3) 従来の熱力学第二法則に逆らってエントロピーの減少を可能にする『マックスウェルの悪魔』 (分子の動きを観察できる架空の悪魔) は、当時のアクセス可能なマクロ世界と目に見えないアクセス不可能なミクロ世界をつなぎ、熱力学第二法則を情報熱力学に拡張させた。また、情報は漠然としたものでなく、情報を物理的媒体に実装することで、物理的媒体の進歩に伴い、コンピュータなどの情報処理機器に大きな発展をみた。
- (4) 非平衡統計力学「ゆらぎの定理」により、古典的熱力学の第二法則がミクロな世界でごく短時間では、わずかな確率で破られることが明らかになった。これは『マックスウェルの悪魔』が情報を使って仕事をしていることを示しており、情報量と熱力学変数が対等に扱われるように熱力学第二法則が拡張された。このことは、1871 年のマックスウェルの提議以来、ナノテクノロジーの進展により、2010 年に初めて日本の研究グループにより、粒子の熱揺らぎを観察して得た情報が、エネルギーに変換できることが実証された。
- (5) 現在のノイマン型コンピュータは 2 進法で演算し、膨大な論理ゲートを経て結果を得ている。基本的には一つ一つの論理ゲートが不可逆な処理のため、膨大なエントロピーの増大、すなわち膨大な電力を消費している。一方、人間の脳は外界のわずかな熱雑音をエネルギーとし、不正確ではあるが極めて小電力で、スーパーコンピュータ以上の情報処理をしている。この人間の神経細胞網を模したニューラルネットワーク上で深層学習をするニューロコンピュータが急速に普及している。更には原理的に超並列計算が可能である量子の理屈で動く量子コンピュータが登場し、スーパーコンピュータを凌駕 (量子超越性) する時期が待たれている。
- (6) 熱は分子・原子の運動であり、温度を下げれば分子運動は低下するが、絶対零度でも分子はその粒子と波の二重性により運動 (零点振動) し、その量子力学的広がりが粒子径を超える程に大きくなると、各々の波が重なり巨大な一つ原子のように振る舞い、マクロ現象として出現する。これが超流動、超伝導現象であり、本質的には同じものである。液体ヘリウムの超流動状態では粘性がなくなり熱伝導率が無限大となる量子液体となる。超伝導はフェルミ粒子である電子がフォノンを介してクーパー対を形成し超流動状態となったものである。

(飯塚 記)

2. 「南海トラフ地震臨時情報」の社会的影響の評価に関する学際研究プロジェクトの取り組み —どのように「理科」の情報を「社会」に活かすか?—

講師 大谷 竜 氏 国立研究開発法人産業技術総合研究所, 主任研究員

概要

我が国に甚大な被害を及ぼす「南海トラフ地震」は、今後 30 年以内に高い確率で発生すると予想されている。気象庁は、巨大地震発生の可能性が相対的に高まっていると判断した場合、事前に臨時情報を発表することにした。しかしこれは不確実な地震予測情報であり、必ずしも巨大地震が発生するとは限らない。もし実際にこのような発表が行われた場合、どのようなことが起こり、私たちはどうすればよいのか。この課題に取り組む学際研究プロジェクトについて紹介する。

(1) 国の地震対策の変遷と南海トラフ地震とは

「南海トラフ」とは、フィリピン海プレートの沈み込みにもなって形成された駿河湾から日向灘沖にかけての海底の溝状の地形で、「南海トラフ地震」は、このトラフ沿いのプレート境界を震源とする大地震である。過去の記録によれば、おおむね 90 年から 150 年間隔で繰り返し発生してきた。

駿河湾を震源とするマグニチュード 8 級の「東海地震」は、1976 年に発生の切迫性が指摘された。それを受けて、直前での地震発生の予測が可能であるとの前提で「大規模地震対策特別措置法」が制定された。しかし、その後、阪神大震災を経験し、「予知依存」から「突発対応」への転換が図られた。さらに東日本大震災を受けて、国は地震防災対策の抜本的見直しに着手した。

「南海トラフ地震」の被害想定も見直され、死者 32 万人、被害額 220 兆円（除く原発事故）の国家存亡レベルの被害となることが予測された。

その結果、「東海地震予知情報」を廃止し、南海トラフ全域を対象とした「南海トラフ地震臨時情報」が導入されることになった。

(2) 南海トラフ地震“臨時情報”とは

一起きる「かもしれない」巨大地震に対する地震情報

これまでの東海地震予知情報が、時期・場所・規模を明確に示す断定的なものであったのに対して、南海トラフ地震臨時情報は、時期・場所・規模を特定しない曖昧なものとなっている。

これは過去 40 年間の地震学の進展により、地震の予測がはるかに困難であることが分かっていたためであり、国は 2017 年に、大地震の前提となるような確度の高い地震の予測はできないとの報告書をまとめ公式見解とした。

しかし地震発生について全く評価できないとしたわけではなく「地震発生の可能性が平常時と比べ相対的に高まっていると評価することは可能である。」ともした。

これにより南海トラフ地震臨時情報が導入された。

しかし南海トラフ地震臨時情報により、不確実な情報に対してどう行動したらよいか？買い占めなどの過剰な反応がおきないか？等の課題が発生した。

(3) 新しい学際研究プロジェクトの紹介

—不確実な「理科」の情報を「社会」にどう“橋渡し”するか—

様々な分野や立場の研究者・実務者からなる異分野連携研究、「南海トラフ地震臨時情報対応研究プロジェクト」を立ち上げた。メンバーは理系（地震学・地震工学）と文系（防災行政・防災報道等）からなる。

研究プロジェクトの特徴は、ブレインストーミング型研究スタイルを基本に運営、シナリオ手法、図上演習の考え方を応用した。

前提となる南海トラフ地震臨時情報は、半割れケース（次はこっちか）、一部割れケース（すわっ前震か）、ゆっくりすべりケース（静かな前兆）が想定されている。それぞれのケースにおいて、国は防災対応を定めている。

それぞれのケースによって、防災対策上の課題があり、「半割れケース」では、事前避難の避難先・避難の安全性、「一部割れケース」や「ゆっくりすべりケース」では、地域による対応のばらつきなどが考えられる。

このような中で、防災リテラシーは多様であり、ローカルメディアが臨時情報をどう伝えるかについて、ローカルメディアを対象としてワークショップを行った。その結果、思わぬ潜在的な

課題を掘り起こすことが出来、「理科」と「社会」をつなぐ場の必要性が確認された。

(4) まとめ

南海トラフ地震は、人類が経験したことのない「課題先進国日本」の課題である。

一方で、不確実な南海トラフ地震臨時情報を防災に活かすには課題が山積みの状態である。

そのためにも、「理科」の情報をどう「社会」に橋渡しするかの学際研究プロジェクトにおいて多様な関係者が協働する場を作ることが必要である。

(文責 神田稔久)