水循環と社会

榎根 勇^{*1}

Hydrological cycle and society

Isamu KAYANE^{*1}

日本水文学会の編集委員長からの要請を受けて、2014年11月に本会誌に投稿した『水文学の未来』が掲載された(榎根, 2015)。その中で、学会を変える具体的な方法は皆さんで考えてくださいと書いておいたが、それでは無責任だといわれそうなので、自分でも考えてみた。本稿は2015年3月末現在でまとめた『水文学の未来』の続編である。何かのお役にたてば幸いである。

情報とエントロピーは数式で定義すると同じ形になる。ただし符号は逆である。表現形式の一致は単なる偶然ではない。エントロピーは秩序のなさを表す物理的概念であるが、数式が示すように、それは負の情報であり、情報は負のエントロピー(ネグエントロピー)である。つまり、情報を獲得すれば秩序(エントロピーの減少)が生まれる。時間と空間を拡大して考えれば、地球上の万物は情報を介して相互につながっている。そして万物はつながりながら生成・進化している。その情報は、太陽光と重力の作用で得られたものである。万物のつながりの源はいずれも天から与えられた太陽光と水である。

水文学の研究対象は地球の水循環である。水循環は物質としての水とともにネグエントロピー(つまり情報)を持続的に供給している。人間が活動すると廃熱や廃物が発生して、環境中のエントロピーが増大する。増大したエントロピーを「汚れ」と呼ぶならば、水は、その「汚れ」を拭う雑巾の役割を果たしてきた。水を使えば、廃熱は水の冷却力によって奪うことができるし、廃物は水

の洗浄力によって洗い流すことができる。その結果、環境中のエントロピーは減少する。ただし私たちが水を使っても、水そのものが消費されるわけではない。冷却水の温度が上昇し、洗浄水の汚れが増すだけである。私たちは水そのものではなく、水のもっている効用、すなわちネグエントロピーを利用している。水は、温度が環境の温度より上昇した状態や、汚れが増加した状態が、エントロピーの高い状態である。エントロピーが高くなると水の効用は低下する。水循環がネグエントロピー(情報)の持続的な供給システムであるといわれる所以である。

ロルフ・ランダウアーは『情報は必然的に物理的である』と題する有名な論文を書いた(グリック, 2013)。太陽光と水循環が供給する、必然的に物理的である情報は、万物が生成・進化する過程で自然環境の中に取り込まれる。情報を取り込めば、そこに秩序が生まれる。多様なかたちで情報を取り込めば、多様な秩序が生まれる。地球上に認められる自然界の秩序の多くは、水が介在することによって生まれたものである。

代謝の本質は、生体がどうしても生み出してしまふエントロピーすべてをうまく放出することである。生物は体内のエントロピーを低く保つために、多様な秩序をもつ自然界から、エントロピーの低いエネルギーを食物として受けとる。そうしなければ生物は生きられない。植物が太陽光と水から引き出した負のエントロピー(情報)を、動物が受け取り、植物や動物を人間が摂取して、体

*1 筑波大学名誉教授 Emeritus Professor of University of Tsukuba

内にたまったエントロピーを排泄する。また人間は自然界から、食物という情報以外にも様々な情報を受けとる。そして、それらを脳に記憶として蓄え、心をつくっている。心は環境から受け取った情報の塊である。真・善・美を含めて、文化の源は自然である。自然の一部である私たちは、自然界における物質と情報の循環過程の中にはまり込むことで、生命を維持しているのである。

しかし、人が死んだとき、その人の心をつくった情報（記憶、意識）がどこへ行くのかはまだよくわかっていないようだ。ブラックホールに吸い込まれた情報はどこへ行くのかという難しい問題もある。物理学者は、情報はエネルギーだというのが、情報がエネルギーであるならば、意識も保存されるのか。はたして情報は不滅なのだろうか？最近『WIRED』という雑誌で、「意識の国際会議」の主催者としても名高い麻酔医スチュアート・ハメロフの次のような放言に近いことばを読んだ（スチュアート・ハメロフ、2015）。

「あくまで可能性だし証明なんかできないが、＜人が死ぬと＞意識は、物質からできた肉体から離れてそのまま宇宙に留まるんだ。時間の概念がない、夢に出てくる無意識にも似た量子の世界だよ。ひょっとすると「量子もつれ」によって塊になった量子情報が「魂」と呼ばれるのかもしれない。」

以上の文章は、文献に依拠してまとめた拙稿『自然と人間のかかわり』（榎根、2015）の要約に、少し手を加えたものである。ただし、因果律としてはまだ完全には証明されていない部分が含まれている。

1920年代に量子論が完成して、少なくともミクロな世界では、古典物理の因果律は破綻した。マクロな世界もミクロなものからできている。ミクロな世界はマクロな世界とどの様につながっているのだろうか？ 20世紀は、古典物理の世界観が崩れて、量子論の世界観がミクロな世界からマクロな世界へ広がる世紀だった、と私は考えている。そのことは、情報技術（IT）の社会への普及・浸透で典型的に示されていると思うが、文

化にも影響を及ぼした。社会は、古典物理を基礎にして築かれたモノ（実物）を追求する近代的仕組みから、コト（状態や概念）を重視するポスト近代的仕組みへと変わってきた。昭和一桁生まれの私たちの世代は、その移行過程のなかで学び、考え、研究を行ってきた。そして驚き、悩み、自分自身の考えを大きく変えざるをえなかったこともある。そのような貴重な世代的体験もあってか、私には、21世紀は数百年に一度といえるほどの、きわめて稀な、社会の仕組みが大きく変わる世紀になるような予感がしている。

人間の意識が関係するほとんどのコトは、量子の世界と同様に予測はできないが、新しいコトは次々と生まれている。コトの出現についてのこれまでに試みられた解釈は、イデオロギーや〇〇論などに基づいて、近代科学の法則による解釈を真似たような、原因→結果関係を重視するものだった。しかし主体と客体を分離する二元論の立場から、コトの出現を物理的な因果過程として説明しようと試みても、両者の間に相互作用があれば、そもそも因果律が成立しない。相互作用とは、情報のやり取りである。情報がやり取りされると情報の受け手に秩序が生まれるが、どのような秩序が生まれるかは、場の条件によって異なる。結果としての秩序は一義的には決まらないから、原因から結果を導くという決定論的思考方は捨てなければならない。そこで、結果をあるがままでコトとして受け入れ、型にはまった（イデオロギー的な）解釈はさけるという考え方が必要になる。そのような考え方を本稿では（私の造語だが）状態律と呼ぶことにしたい。

近代科学の方法論では、原因から結果をさぐることを純問題を解くといい、結果から原因をさぐることを逆問題を解くという。純問題を解く一般的な方法は数学を用いた演繹であり、逆問題のそれは数値シミュレーションによる試行錯誤である。逆問題を解くことと、状態律で考えることは、結果から原因をさぐるという点は同じだが、主体と客体の相互作用を認めるか否かに違いがある。相互作用を認めれば、結果は一義的には決ま

らないので、因果律的な解釈はできない。結果としての状態をつぶさに観察して、何がそのような状態をつくりだしたかについて、より統合的に考えるしかない。これは量子力学の考え方に似ているような気がする。

状態律の例題として、以下本稿では、フランス・ドゥ・ヴァールの『道徳性の起源』（フランス・ドゥ・ヴァール、2014）から引用した次の二つの文章を材料にして考えてみたい。

- ①人間は「双極性類人猿」なのだ。良いときはボノボのように親切になり、悪いときはチンパンジーのように横柄で暴力的になる。私たちの共通の祖先がどんな行動をとっていたのかは依然として不明だが、ボノボを通して本質的な洞察を行うことができる。ボノボは、湿気の多い熱帯雨林をけっして離れなかった。チンパンジーはそれより木のまばらな地域へ散らばり、私たちの祖先は完全に森をあとにした。つまり、ボノボは進化上の変化を迫られる機会が最も乏しく、そのため、元の形質をより多くとどめているかもしれない。
- ②ユダヤ教とキリスト教に共通の伝統は、他の霊長類をほとんど、あるいはまったく意識せずに生まれた。沙漠の遊牧民は、レイヨウ、ヘビ、ラクダ、ヤギくらいしか知らなかった。彼らが人間と動物の間に大きな隔たりを感じて、魂は人間だけのものだと考えたのも不思議はない。

水が豊かなところは情報も豊かである。熱帯雨林の多様な生態系を、沙漠の単調な生態系と比較してみれば、どちらがより情報に富むかは明白である。しかし水の乏しい沙漠にも、情報の大元である太陽光はふんだんにあるから、水はともかく、緯度が同じなら情報源に地域差はない。巧みな技術があれば、沙漠でも情報を増やす可能性はあるかもしれない。

ドゥ・ヴァールは、情報の豊かな熱帯雨林で進化したボノボの脳には、攻撃的衝動を制御する経路がよく発達しているという。森を後にしてアフリカから出たわれわれの祖先が、限られた情報し

か得られない沙漠で思考して生まれたのが一神教である。一神教が、情報の豊かな森の中で生まれた多神教よりも、人間の行動にたいしてより制約的で、より厳格で、より攻撃的であるのは、当然のことなのかもしれない。情報の乏しい環境では、チンパンジーのDNAと共通する、より横柄で暴力的な形質が活発化するのであろう。

遺伝子解析の結果では、ヒトとボノボとチンパンジーの分化が起きたのは、それらの共通の祖先が、DNA的により離れたゴリラとオランウータンの共通の祖先と枝分かれしてからだったとされる。ヒトのDNAには、ボノボになるDNAも、オランウータンになるDNAも入っているのだ。ヒトについても、湿潤な環境ではボノボ的な形質が、乾燥した環境ではオランウータン的な形質がより強く表れるとは考えられないか？

騎馬民族が仏教をシナに伝えた。シナでも朝鮮半島でも仏教は一時的に栄えたが、いずれも衰えてしまった。しかし仏教は、ヤマトへ伝わってから日本化して進化した。そのことも、日本列島の湿潤な環境がボノボ的なDNAを活性化させたから、とは考えられないか？ 中国においても、かつて遊牧民だったナシ族は、南下して大きな三つの泉と出会い、麗江盆地で定住した。そしてそこで、自然（とりわけ水）を神とする独自の宗教を育てた。麗江古城は、ナシ族の人間社会が生んだ世界文化遺産である。ナシ族の文化には日本の文化とよく似た面がある。もちろん文化も宗教も優劣はつけられない。それらのミーム（meme）は「そこ」で生まれるべくして生まれた。ミームは時空を問わず、より適した環境に遭遇したとき「そこ」で繁殖する。仏教のミームは日本という環境と出合って繁殖した。インドネシアはイスラム教を受け入れて、それをインドネシア化したが、ヒンドゥー教のミームはバリという湿潤な島でバリ化して生き残った。バリの文化と日本の文化にも多くの共通点がある。水が生む文化の共通性であるとは考えられないか？ 一方、産業資本主義を基礎にした近代社会という環境は、一神教のミームの繁殖に適した環境だったようである。

水循環と社会の関係について改めて考えてみたと思ったのは、ある講演の準備をしていたとき、冒頭で要約したように、水循環が供給するネグントロピーが実は情報でもあることに、改めて気づいたからである。そんなことは情報の研究者たちはとうに知っていたのであるが。モノからコトへと社会の仕組みが大きく変わろうとすると、情報の供給源である水循環は、社会のなかで、どのような姿であるべきなのか。水循環基本法も成立した。水文学者が活躍するための新しい舞台が整ったのではないかな？

エントロピーが「秩序のなさ」を表す概念であるならば、人間社会のエントロピーも定義できるかもしれない。人間社会のエントロピーの高低は、人間社会が生み出す文化(culture)に現れるのではないだろうか。文化とは、英語の字義どおり、人間社会が「耕して」生み出したすべての情報を指す。最も基本的な文化は衣食住である。エントロピーに姿・形はないが、人間は感覚で、文化がかもしだすエントロピーの高・低を「嫌い・好き」として判断しているのではないかな。もちろん「嫌い・好き」は絶対的な基準ではない。例えば絵画の歴史を振り返ってみれば、絵画がその時代の社会状況と深くかかわっていることは間違いない。天才といわれた画家も、その時代の社会の一員であり、彼が違う時代を生きたら、違った絵を描いたであろう。それを鑑賞する人たちも、自分が生きた社会のなかで培った感覚で、彼の絵をみたのである。しかし名画といわれている絵は、時間の試練に耐えたものである。文学の古典といわれるものも同じである。それらにはある種の普遍的な価値があるはずだ。たぶん私たちは、アートに接することからも、ネグントロピーを得ている。視覚情報や聴覚情報はデジタル処理が容易である。やがてアートのネグントロピーを定量化する人が出てくるかもしれない。そして人間社会のエントロピーについても。

ここで私ごとを一つ。老人ホームに入ってから水彩画を習い始めた。その何枚かは他の人の絵と並べてホームのロビーに飾ってある。絵は入居し

てから始めた、全くの素人絵である。ある時、新しく描いた絵に差し替えたら、高齢の入居者が「楽しくなるから自分の部屋に飾りたい。私に売ってください」といった。翌日、施設の支配人は「色使いでだれの絵かわかります。楽しい絵ですね」といった。数日後に娘が訪ねてきたので、ロビーの絵を見せたら「マー楽しい絵だわ」と叫んだ。自分の描いた絵に対する年齢の違う三人の女性の反応が、三人とも同じだったことに驚いている。素人絵の情報発信力も捨てたものではない。ましてプロの画家の絵においておや。外出がままならないので、最近では画集を購入して楽しんでいる。村上隆の「スーパーフラットの巨大な絵」も、奈良美智が到達した宗教画に比せられる「にらむような目をした頭の大きい少女の絵」も、これまでの日本的な絵から抜け出そうと、一神教の世界とかかわって苦闘した日本人が生み出したアートである。一方、山口晃は日本にとどまって「日本で芸術をなすこと」の理念を具体化する絵師として、精巧きわまりない、時空をまたぐ装置性の絵画を描いた。新しいコトは生まれ続けているのである。閑話休題。

文化も情報の塊である。水の豊かな国のボノボ的なDNAが生んだ日本文化は、情報が豊かで、エントロピーが低いのではないかな？ だから外国人は日本文化を好むのではないかな？ 理屈なしに、日本文化とはそういうものだと思えるのが状態律である。日本は高度経済成長期に大量のモノを輸出した。先進工業国やオイルマネーで潤った国は、すでにモノで満たされている。これからは日本人がコトを楽しみ、それを輸出する時代だ。クールジャパンの企画者の頭の中には、「ジャパンは水循環が供給するクールな情報の宝庫である」という認識はなかったと思う。さすれば水文学者にも出番がある。日本のために、そして世界のために、水循環を生かしてポスト近代社会を築くための戦略の立案に参加しようではないかな。

多神教の国で生まれた和辻哲郎は『風土』(和辻, 1979)で、人間存在というコトを「ところ」

にかかわる風土性と理解した。和辻の時代には情報という概念はなかったが、私の理解では、風土性とは「ところ」にかかわる自然的ならびに非自然的（人文的）情報が融合した情報の塊である。風土性は、一神教徒のアングロ・サクソン人が考えたデカルト的二元論に対する、湿润アジアの多神教徒である和辻哲郎が考えた非二元論である。同時にそれは統合的な情報論でもある。風土性には「ところ」にかかわるすべての情報が包み込まれている。デカルト的二元論では、考える主体は動物とは異なる人間であり、自然や環境は（人間とは別の）考えられる客体でしかないから、両者の融合はあり得ない。そこから「自然を征服する」という考えが出てくる。和辻の思想は和辻ひとりのものではない。それは「山河大地日月星辰、これ心なり」と喝破した道元の思想に通じ、さらには湿润アジアの先哲の「不二一元」という思想とも通底する。風土論は、湿润アジアという環境の中で、ボノボ的なDNAが活性化した結果生まれたものといえるのではないかな？

最後に、水循環と社会の関係について、日本の風土性という面から考えてみたい。最近、日本の良さについて語る著書やテレビ番組が増えた。それを外国人に語らせる番組もある。モノからコトへのグローバルな移行の過程で、日本の風土性のすばらしさに、日本人が改めて気づいたからであろう。そのように恵まれた国に住む人間として、私たちには恵まれていない世界への知的貢献をする責務があるのではないだろうか？

幸いにも、世界の流れはモノ（近代）からコト（ポスト近代）へと大転換の真最中である。そのようなグローバルな時代的変化の流れに乗って、百年規模の長期的視野に立って国家戦略を立てるのがいい、と私は考える。すでに縷々述べてきたが、日本の強みは水循環が供給する情報の豊かさ、多様さであり、それが日本の風土性を生んだ。文化はコトであり、これからはコトの時代である。水循環を生かして、多様性に富んだエントロピーの低いコトを創出するために、社会のシステムを大胆に変えたらどうだろうか。

水はネグエントロピーでもあるから、水を環境の中でいろいろと遊ばせれば、いろいろな情報が生まれる。だが水を邪魔者として環境から素早く排除すれば、宝の元である情報を無駄に捨てることになる。かつての土木技術者には（たぶん水循環基本法の立案者にも）、「水循環が情報を供給する」との認識はなかったと思う。彼らの主目的は、水関連でいかに多くのモノづくりをするかにあり、コトまでは考えが及ばなかったのではないかな。なぜなら、コトの創生は予測ができないから。先の見えないことは、並の官僚にはできない。高度経済成長期の官民土木共同体はモノづくりのために機能した。ダムしかり、堤防しかり、テトラポッドしかり。それらの工事は、人体に例えれば対症療法にすぎず、やまいに対する根本治療ではない。ダムを造れば土砂がたまる。ダムに土砂がたまれば海岸が侵食される。だからテトラポッドが必要になる。ほんの一例を挙げたに過ぎないが、これではイタチごっこである。最近、医薬共同体の過剰治療や過剰投薬が批判されている。治療や薬がからだを痛め、それを治すためにまた別の治療や薬が必要になるという悪循環は避けたい。官民土木共同体や医薬共同体などの社会システムの肥大化から抜け出すためには、目さきの利益から離れて、本当に必要なモノやコトは何かを考えてみる必要がある。

ただし、モノの生産とコトの創生は違う。モノは無個性の技術でも生産できるが、奈良美智や村上隆の絵は、この二人にしか描けない。官僚が設計図を書けばコトが生まれるわけではない。コトを生むための場をつくるには、様々な人たちの関与が必要になる。そこに参加する科学者には、水文学者を含めて、「統合学」や「広い科学」などの新しい科学への志向が求められる。簡単なことではない。ここから先には、老人ホームの住人に出席はない。やはり、学会を変える具体的な方法は皆さんに考えてもらうしかない。

ここまで打ち終えたのが2015年3月20日である。3月24日から三夜連続で、BS1にて立花隆の「死ぬとき心はどうなるのか」が放送された。

彼は『文芸春秋』の2015年4月号に放送内容とほぼ同じ『脳についてわかったすごいこと』（立花・岡田, 2015）を寄稿している。これらは6カ国21人の専門家に聞いた報告であるが、私にとって最も印象深かったのは、明晰夢の研究者ラバージが夢の最後で見る「自分の死」のイメージ、「自分はずうっと落ちていく雪のようなもので、最後に海にポチャンと溶けて自分がなくなってしまう。そして最後に自分は海だったと思い出す」である。五木寛之も親鸞の思想を「すべてのひとは大河の一滴として大きな海に還り、ふたたび蒸発して空に向かうという大きな生命の物語を信じることに他ならない」と説明している。世界中の多くの研究者が意識について調べた結果が、一つの考えに収斂しつつあるようだ。立花は「意識の科学は東洋的な世界観に近づいている」というが、一神教的な世界観が多神教的な世界観に近づいているともいえる。やはり思考の根底には、人間と環境との情報のやりとりがある。心をつくった情報は、魂となって宇宙に留まるのかもしれないし、海に還ってふたたび蒸発し、水循環によってネグントロピーとして自然界へもどってくるのかもしれない。情報を運ぶ水循環について、研究すべきことはまだたくさんある。

文 献

- 榎根 勇 (2015) 水文学の未来. 日本水文学会誌, 45 (1), 17–19.
- 榎根 勇 (2015) 自然と人間のかかわり. 自然といのちの尊さについて考える エコ・フィロソフィとサステイナビリティ学の展開, 293–327, ノンブル社.
- ジェイムズ・グリック (2013) インフォメーション 情報技術の人類史. 新潮社, 589 p.
- スチュアート・ハメロフ (2014) ハメロフ博士の世界一ぶっとんだ死の話. WIRED, 14, 27–31.
- 立花 隆・岡田朋敏 (2015) 脳についてわかったすごいこと. 文芸春秋, 2015, 4, 176–190.
- フランス・ドゥ・ヴァール (2014) 道徳性の起源: ボノボが教えてくれること. 紀伊國屋書店, 331 p.
- 和辻哲郎 (1979) 風土—人間学的考察. 岩波書店, 299 p.