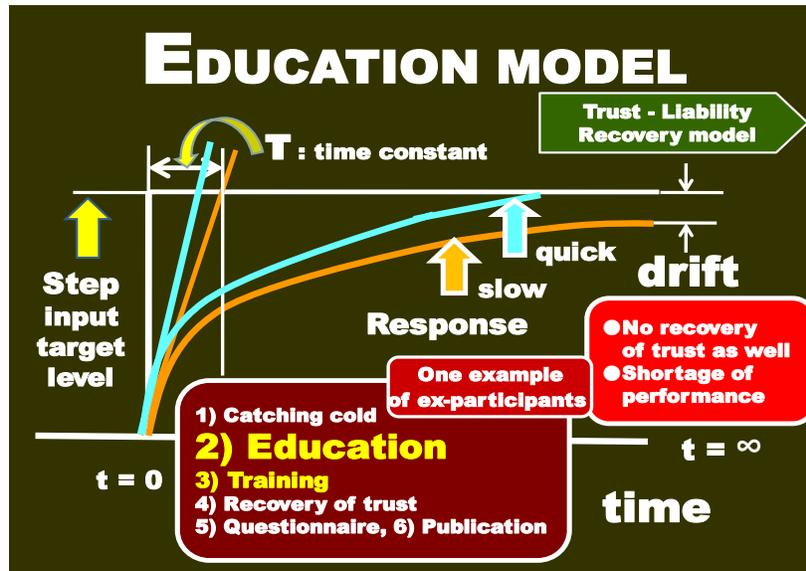


伊藤信孝

マエジヨ大学客員教授・再生可能エネルギー学部



1次遅れ系モデル

本報では1階の微分方程式で表される現象を、現実の社会で見られる現象に関連づけて記述する。上図は、ある一定の入力（目標値、Step input target level）に対して、システムが時間の経過とともに如何様に応答、反応するかを時間の経過と共に表示したものである。一般に系の応答を求めるには、微分方程式をラプラス変換し伝達関数を求め、それを逆変換し時間領域に戻すと、上図で黄色と水色で示す応答曲線が得られる。この2つの曲線の相違は、水色曲線が時間 ∞ （無限大）で最終的に目標値に到達するのに対し黄色い線はいつまでも目標値に達せずに終わることである。この黄色い線と目標値の相違（差）はドリフト（Drift）と言われる。そして水色の線は応答が速い、黄色の線は応答が遅いと言う事になる。しかし応答の速さはその目安を2つの曲線の座標軸原点 $t=0$ における接線と入力目標値とが交差する点までの時間 T （一般にはギリシャ文字 τ で表すがここでは T としている。これを時定数、time constant と言う）。一般に1次遅れの系の応答での時定数は入力応答値の63%である。ここまでは自動制御系の話であるが、類似の取り扱い是一般社会でも多く見られる。それらのいくつかの例をあげると次のようになる。

1) 風邪引きモデル

風邪は万病の元と言われ、絶えず引かぬように注意を促す対応が取られている。一旦風邪を引くと、回復するまでに時間が掛かる。しかも回復しても風邪を引く前の状況より良くなるということはない。これが、応答が目標値を超えることは無いと言う意味である。回復したようではなかなか完全回復には時間が掛かる。時には万年風邪引き状態と言う場合も無い事はない。これが上記したドリフトに相当する。

2) 教育の効果(応答)モデル

教育は教員が用意した教材を用いて、聴講する学生に知識や経験を教授する行為である。教室で話をすると同時にその内容の全てを時間差無く理解できる聴講者は殆ど居ない。与えられた目標値(講義内容の100%)を完全に理解するには時間差が生じる。早く理解する学生や理解できない学生などそのレベルは個人差に依って様々である。その理解度の速さを時定数が表している。

3) 研修プログラムモデル

各種研修プログラムは教育と同じで、上記に示した説明にほぼ同じであるから、割愛する

4) 信頼回復モデル

筆者が特に強調したいのはこのモデルで有り、グローバル社会における人間の生活で特に相互理解、相互信頼が重要であることを示す良き例である。そして一度失った信用や信頼の回復が如何に難しく困難であるかを知る事こそが宇宙船地球号の安全な航行を保証するものであると筆者は考えて居る。信用できない関係であればこの保証は成り立たない。一時的な対応、処理、解決法では何時か必ず再発する事は必至である。飢餓と貧困、経済格差、イデオロギーの相違、その他世界的諸問題の解決には問題の本質を理解・共有し、1つしかない地球の存続に真剣に対峙する協調性がないと世界は崩壊し、人類は滅亡する。大学の学術交流事業、例えばセミナー、シンポジウム、国際会議では研究論文が主たる目的と考えて、論文発表のみに注力し、その他については全く考えない教員、学生が大半を占めるが、筆者はもと重要なのは参加した他国の大学性生や教員をよく知り、国際的感覚、常識、礼儀、挨拶などより相互理解や相互信頼を深める事と理解している。相手をよく知り、理解することがさらに重要な事である。1つしか内地球の上で、共存するためにはルール、理解を共有し、相互信頼がないと良好な関係は継続為らないからである。

5) アンケート(Questionnaire)回収モデル

多くの人の考え方を知る上で、いくつかの質問を用意し答えを集計することで、人々がどの様な考えを有しているかを調査する手段としてアンケート資料配布がある。ある時点で100枚のアンケートを配布した時、その回答を100%回収するには考える時間

などを考慮し、一定の時間的余裕が設けられる。その回収状況が応答である。毎日いくらかの回答が寄せられ、最終的に全部回収される場合もあるが、提出されず回収できない場合もある。未回収が残る場合は上記の様にドリフトとなる。

6) 配布印刷物回収モデル

これもアンケート回収モデルに類似の現象であるからここでの説明は割愛する

この1次遅れ系に於ける特徴は、常に応答が入力（目標値）を超えることがないことである。反対に時間が無限大になっても目標値に達しない場合はあり、これをドリフトと言い、信用回復モデルでは失った信頼が永遠に元のレベルに戻らない事に相当する。2次遅れ系では、一定の時間遅れの後に応答曲線が、与えた入力（目標値）を超える場合があり、流通農産物の価格安定問題などにその現象を視ることが出来る。例えば豚肉や牛肉などが市場で少なくなってくると、消費者から肉が欲しいと言う要望（社会的ニーズ）が生じる。生産者はこの現象を見て、肉の生産をすれば売れると判断し、生産を始める。しかし肉の生産は豚や、牛、鶏など対象が生物（動物）であり、人工受精、妊娠、出産の過程を経て、肉が採取できる成豚、成牛に育て、しかる後に肉として市場に販売されるので、これまでの期間は無駄時間として考えなければならない。この無駄時間の間にも肉の受容は高まるので価格も高く、生産者には稼ぎ時ではあるが、対象の家畜がその時期に達していないと販売はできない。ようやく成牛、成豚となり市場に肉が出回ると最初は極めて高価であるが、生産量が多くなると肉の価格は下がる。生産量が需要を超えると価格は暴落する。この場合が目標値と考えて居た価格以下となり生産者にとって市場は不利に働く。すると生産者側は肉の生産をコントロール（抑制）する、またはせざるを得なくなるから市場での肉の量が減り、再び価格が上昇し出す。しかしこうした受容と供給、消費の変化が生産システムに於ける時間遅れから生じることを見越して生産計画を立てなければ鳴らない。そのためにも市場での肉の価格変動に生産者が微妙に、また神経質にならざるを得ないことは理解できる。生産者にとっては死活問題であるからである。そして何度も価格変動を繰り返すが次第にその変動差は縮小し、安定に至る。これは自動制御の経済分野での価格安定問題への適用の例である。時を逆のぼること40年余、わが国の農業機械学会で豚肉生産における価格安定を含めた生産方法について発表する為に、タイのアジア工科大学（A I T、Asian Institute of Technology）から1人の英国人教授が来日し論文発表した時、簡単な通訳を依頼されたのがきっかけで、工学と経済学が非常に近いことを筆者は知った。学会の後、大学に戻ると農業経済の先生が筆者を訪れ、豚肉生産サイクルの論文（農業機械学会でその英国教授が発表した）を「くれ」との接触があった。それを契機に農業経済関係の書籍や文献を見ると。その参考文献には工学で当たり前の様に利用されている多くの理論や手法が掲げられていて、大変驚いたもので

ある。同時に自然科学を通じて自分達の身の回りに自然の法則に満ちたつながりが多く存在することに気付かされた。工学でも経済学でも数式で表せば同じと言う例は沢山あり、自然科学の普遍性に新しい発見でもしたかの如き気分を味わったのを記憶している。となるとその他の分野でも同じように類似の現象が自然の法則によって存在するのではないかという探索、探求心が湧き、同じような目で他の分野を見て、その構造を推察できるのでは無からうか、宗教や哲学もそうした法則を見出した仙人(?)達が悟りの境地を開いたのもこうした自然則の発見に起因して居るのでは、などと考えたこともあった。まあ学祭的教育が強調される現在では、今までわからなかった、あるいはできていなかった技術が周辺技術の開発によって一挙に実用化、普及に至る例は少なくない。1つのことを熟知して居るから専門家であると言う時代から、多くの幅広いことを知っているから「ひとつのことがより完璧にできる」という時代が変わりつつあると認識して居る。雰囲気的には多くの学術専門分野から学際的分野が生まれ、それらの組み合わせが周辺技術の開発や展開を促し、これまで不可能、あるいは困難と想われていた問題が突然解決され、実用化、普及に至るというプロセスがより学祭的領域とその組み合わせの重要性を引き出し、解決の目処が立たなかった問題の解決に光を当てる、風穴を開けると言う事例を目の当たりにするとき、学問、技術がどこか一定の方向に向かって進行しているかに思える。大学に就職して、間もない若い時に知人の一人が言っていた事を鮮烈に覚えている。大学教員になり、その地位にとどまるには資格として博士の学位取得が必携である。しかしそのひとつの分野を固執、堅持、死守するだけでは諸問題の解決能力は一向に進展を見ない。以後筆者は若い世代に次のように言い続けている。大学教員、研究者になるには学位の保有が最小の条件である。しかし、学位は研究能力があるという事を証明する自動車免許と同じであるから、免許取得後もその研究の継続に固執して居ると世の中、及び教員としての幅の広さからはずれ結果を生む。ひとつの研究に「集中していると世の中の動きについていけず、置いてきぼりになる。できれば研究テーマを4つほど持ち、ひとつが暗礁に乗り上げたら別のテーマに集中する。そしてしばらくして元の専門に戻ると気分も新鮮に成り解決方法も見出す事ができるし、社会で同時進行している他の分野からも遅れずに進むことができる。自然則の存在を垣間見ることで、他分野の知識が自らが専門とする問題解決に寄与することを学び予測が功を奏することもしばしば経験した。本報で強調したいことは既に報じたものもあるが幅広い知識の収集に努力し、しかも継続する事である。理解する能力もさることながら継続はポテンシャルの維持に不可欠である。プロフェッショナル、例えば野球選手が常に高い打率を維持する事が出来るのは、たゆまぬ練習の継続があるからであり、このことは自らに自信を付け、モチベーションのアップに作用し、作業量が作業の質を上げる結果にもつながる。準備もせずにプロセスだけを真似ても中身のない空虚な結果になることは言うまでもない。国際交流事業の多くが実績表示に

偏っているのもこの背景にある。全てが今だけ、自分だけ、お金だけと言う流行（はやり）の政治言葉に集約される。寂しい限りである。

<参考資料>

https://drive.google.com/file/d/1D9q5kptSsagXyOu4-QqDM_z7b8T2piky/view?usp=sharing