

<特別講演>

マン・マシン・システムの歴史とその未来像

高木 純 一*

きょうは私にとりまして、まことにいが手な講演であります。OR学会のような精密なお話の中で、非常に漠たる話をするのを、ちょっと残念に思いますが、折角早稲田大学においていただきましたので、ごあいさつがたがた申し上げる講演であるというようにお受け取りいただきたいと思えます。なお、本来なればいろいろなことを詳しく調べて申し上げるべきですが、先般来当学に嵐が吹いておりまして、団交の矢表てなどに立っておるためか若干疲労いたしましてしばらく静養し、きょう初めて学校に出てきたようなわけで、大へん雑駁なお話になるのじゃないかと憂いております。

私がマン・マシン・システムという問題について考え出したのは、時期からいえば技術史の研究空に関係してかなり前から考えておった問題であります。技術史の主たる部分を占めるものが、やはり機械でありまして、ことに近代のものはそうです。

したがって、この技術の底流をなしている機械と人間が将来どういう形でもって発展していくかという問題について、やはり見通しを必要とするわけです。いわば、かなり長期のORに相当すると思われます。未来の話になると単に歴史がどう流れていったかという記述でなしに、やはりそこに相当価値判断が入ってくる。つまりどうなればいいのかという問題もそこに含まれてきます。

そんな関係から、できるだけそれを精密に予測すべく要素分析等をすべきですが、なかなか因子が多いために、私自身も十分にそれができない状態でございます。

それで大へん古いところに注目してみると、人間が自分の機能の限界を知って、その限界を破るべく道具を使っています。しかしこういう古代の技術の問題というのは、それほど大きな思想的な背景はなかったと思えます。

しかし、ある時期——たとえばニュートンの力学というものが、壮大な、荘厳な、あるいは壮麗な理論をかまえて、かなり哲学的に意味を持ち始めたころに、やはり機械に関する考え方が大きく展開していたように思われます。

それ以前にも、もちろん文芸復興期あたりに、いろいろな機械に関する手法が生まれておりますが、ニュートンのあたりにいって、さらにそれに色付けされたと思われるわけで、これはご承

† 1968年5月28日春季研究発表会講演

* 早稲田大学

知のごとく力学的自然観であるわけです。つまり、あまりにもめざましく自然のひとつの原理が発見されたために、人間のような、あるいは生物のようなものまでも、所詮機械であるという考え方に傾いていきました。

したがって、哲学的な説明だけでなしに、逆にそういうものをつくろうかというような考えも出てきました。空を飛ぶ鳥を見れば、何かそのメカニズムを考えて、実際に人力の飛行機を考えるとといったダビンチの思想は、このほかにもいろんな形で出ております。

たとえば時計時代といわれるような1つの技術の時代がありますが、その時計のカラクリを中心として、何か人間に似た動きをするカラクリをつくって——これは実際にはできなかったが、やはり空想としては出ているわけで、巧みな職人が、非常に美しい美女をこしらえ、その美女は機械じかけで動くというような話がいろんなものに出ております。

しかしながら、その根底にある思想が若干怪しいと思われる面がないわけではない。人間を完全なメカニックと考えることに対するいささかの反省というものはあったらしくて、ことにこういう生き物の意志に関する問題、つまり意志というものがどこから出るかという問題については深い疑問を持っていたようであります。

またオートマトンという自動人形づくりの名人たちの話もずいぶんございますけれども、魂を入れるという問題についてはかなり苦労している、のみならず多くの物語、小説等に出てくるものは、このつくりあげられたすばらしい人形が若干狂うというのが最終のオチになっておりまして、どうもやはり人間として、機械と生き物との間の壁を完全に取り払うということにはいささか逡巡していたのではないかと思われまます。

そういう時代は、まだマン・マシン・システムの時代とは言い切れない。むしろマンとマシンというものを一元的に考えていこうという着想だけではないかというふうに思われます。したがって造物主がつくったものを、人工でもできるという可能性、このような思想はもうそのころにはあるわけですが、今日のごとく人間と機械とが手をつないだ、全然別なスタイルのものが発生しようとは思っていなかったらしい。このことはいろいろな形として、絵画であるとか小説などにも見ることができます。

しかし、これがようやくその時期を脱して、人間と機械とが手をつないで、マン・マシン・システムとしての形で発展を遂げたのは、もちろん第一次産業革命の時期だと思われまます。そのときに出てきた機械の最初の姿を見るとあるいは一つの模倣であったかもしれません。たとえば機関車にしても、馬のように足を持って、そのあしをうしろに押すことによって前進する機関車もないわけではない。こまかくみるといろいろな形で、馬のスタイルが機関車の中に残っていることは明白であります。

現在、機関車の愛好家はたくさんおりまして、私もその一人ですが、なぜあの蒸気機関車にあれほどの魅力を感じているのかというと、機関車が煙を吐き、あるいは音をたてて蒸気を漏らしながら、ロッドを動かしながら前進する姿がいかにも努力感にあふれている——これは何も機械

の感覚ではないのですが、擬人的、または擬馬的な意味で努力感が買われているところがあるようです。しかし、それはもはや馬に似せようという思想でやっているわけではない、これはやはり全然違う角度で考えなければならないと思います。

マン・マシン・システムにおいてまず第一に、人間のこだわりから脱却したのは形だろうと思うのであります。もうどこの自然を探してもないような形態があらわれてくる。これは機械という新しい造形であります。その新しい形を堂々と承認していくというところに産業革命の新鮮さが感じられます。机の足など、ネコの足みたいに彫刻していたのはもう古くなり、棒で十分であるということになる。あるいは鋳物が持っている重厚な感覚が、そのまま承認されていくというような、もう生物から離脱した一つの機械という世界をはっきりと意識した。そういうものが産業革命のころにあらわれてきます。

ことに興味があると思われることは、マシン・エレメントと申しますか、てこであるとか、歯車であるとか、軸受であるとかいうもの、そういうわりあいに数少ないエレメントを構成して組み立てていくことによって、さまざまなものが出現する可能性、この創造的な世界に大きな魅力を持ったらしいのです。もうこの時代では、マシンというのは生物からの模倣ではなしに、一つの独立した世界を形成したと言っても過言ではないと思います。

このことは一般の社会人にとってかなりショッキングなできごとであると私は思うのであります。たとえば、そういう新しい美——非常に動的な美というものがあらわれてきた場合に、一体これをどんな感覚でみんながとらえたであろうかという調査はたいへんむずかしく、歌・絵あるいはその他いろいろなものから調査する以外にないわけであります。

私はあるとき、後期印象派といわれるゴッホであるとか、ゴーガンであるとかいう人たちが、一体この機械の出現に対してどんな感動を覚えたであろうかと、帰宅する電車の中で考えてみました。何か片りんでもいいからないであろうかと思ったとき、われながら胸がおどりまして、家へ帰ったらあらゆる画集や雑誌を引っぱり出して探そうかと思いました。しかし意外に早くこれは発見することができました。ゴッホの画集の中にシャトウの橋という絵があります。これは白い橋の下に川があって、その河畔に婦人が一人立っているという風景であります。その橋の上には歴然と機関車と二両の客車がかかれております。ゴッホが汽車をかいたという事実は、私のような汽車のファンにとりましてはたいへんな発見であります。絵の先生にゴッホが汽車をかいたのを知っているかと言いましたら、そのようなものはかかない。ヒマワリはかいたけれども汽車はかかないという話が多かったのですが、実際かいています。しかもその描かれた汽車とその車両であります。これはかなり精確に描かれておるのであります。プロポーション、その他わりあいに正しく描かれているということは、彼がよく見たということでもあります。ただ観念的に筆をそめたのではないというように思われます。

アンリー・ルッソーのような非常に童心の画家は、もちろんそうしたものに対する感動は強いので、飛行船を描くだけでなく、やはり汽車についてもかいております。新たに出現した驚く

べきものに対する感動というものは、エンジニアだけでなしに、やはり一つの時代的なものであるように思われます。

しかし、これらがほんとうのマンとマシンとの切離せないつながりとして意識されたかどうかはたいへんむずかしい問題でありまして、これはまだはっきり意識はなかったと私は思います。驚くべきものができたなあということだけじゃないかと思うのでございます。

しかし、この想像力に燃えた技術家たちは、機械の果てしなき世界を空想いたしまして、力と知恵とでいろいろな新式の機械をつくっていったわけであります。この機械が何に使われたかということは皆さん方に説明する必要はほとんどないと思います。

第一次の産業革命における機械の役割とというのは、実は非常に単純な労働であります。当時の機械は簡単なものでございますから、単純な労働しかできなかったのであります。

実は人間の方もそういう単純労働にまで、労働条件が変わってきていたということが、やはり非常に大きい問題であります。これが機械に置きかえられていく1つの前提条件で、もしあまりにも労働が複雑であったら、機械化することはできなかったでしょう。機械が出現する前に、すでに人間世界の中で、そういう作業の単純化が行なわれ、そしてすぐに何かに置きかえられるような準備ができていたと思います。

これは未熟練の多量の労働者がすでにあることになるわけでありまして、その未熟練の多量の労働者のかわりに、機械が置きかえられるということであろうと思うのです。単純労働はその労働量がかなり計量できる性質のものであるということもやはり重要であろうと私は思います。すぐに見当がつく形で、馬何頭に相当するという答が出てくるわけです。実際にそれを行ないましたいい例は、やはり何といても蒸気機関が、その代表であろうと思います。

ワットの蒸気機関などに至る前に、ニュー・コメンが鉱山の中の排水の問題に対して、蒸気力を適用したわけではありますが、この鉱山の排水問題というのは、事英国に限らず日本でも江戸時代においては佐渡の金山の排水問題にしてもいろいろな困難があって、バケツリレー方式で、囚人がその労働に従事していたわけでございます。ところが英国の場合は必ずしも囚人ではないわけで、これに対して労働条件をよくするために動力を使うことを考えるのは当然のことでございます。

もっともエンジンそのものの歴史の話をすれば、これは長いことになりますが最、初のエンジンというものは、マン・マシン・システムとはいうものの、マンの部分はかなり大きいわけがあります。蒸気を入れる弁を人間が動かす。そして蒸気をシリンダーに入れる。蒸気を入れたタンクに今度は水をかけて冷やす。冷やすとタンクの蒸気がコンデンスするから真空になる。そうすると大気圧をもってピストンが動く。動いたところで今度はまた弁をあけて蒸気を入れる。緩慢な動作でありますので、目でフィード・バックしながらポンプを動かしていたのです。実際に筋肉のかわりをしてだけで、弁の動作は全く人間がやっていたわけですから、マン・マシン・システムといっても、マンの占めた比重は大きかったといえるわけがあります。

このエンジンは、あたためたり、冷やしたり、たいへんなことをやるわけですから、その熱損失は莫大でありますので、こんなエンジンをいま使ったら引き合わないわけであります。ワットは、それに対して、温度の高い状態のままにシリンダーをあたためたり、冷やしたりしないでやる方法を考えたわけでありまして、明らかにこれは効率が高いわけです。

だからワットの蒸気機関の発明というものは単に蒸気機関そのものの発明というのではなく、効率の改良にむしろ重点が置かれていいということだと思います。そればかりではない。その弁の蒸気の入出に関して、自動的に弁を動作させるということをやっているわけです。これはマンの占めた比重が、今度はマシンのほうに移っていくわけでありまして、だんだんに自動化が行なわれたわけでありまして。

どういふふうには動作すれば、うまく蒸気が入るかということ、ゆっくり考えた結果わかったのでありましょう。ピストンの動きに対して、弁の動作は位相的に少しずれる、つまりサイン、コサインの関係のようなズレをするわけでありまして。これらは十分認識されていたらしく、数学的にも一生懸命幾何学的にこれを考えていたようでありまして。ワットのエンジンについての話は時間がなくてやめますが、ワットのエンジンはなかなかよくできています。

マシンのほうにずっと比重を寄せたときに、ひとつの難点がありました。これなども小さな蒸気エンジンの話ではありますが、マン・マシン・システムにおいて、当然逢着するであろう一般的な問題ををはらんでいるのです。蒸気エンジンはすぐにその速度をはやめて回り過ぎる状態が発生したということです。これに対して、やはり適度な速さが必要になるわけで、この適度な速さを行なうために、最初は蒸気弁を締めたり、あけたり、人間がフィード・バックしながらやっていたわけですね。それはまあことにわずらわしい動作であったと思います。

これに対しガバナーというものを彼自身考えたということはすばらしいことだと思うのであります。このガバナーをつけると、回転が速くなれば遠心力でガバナーが開く。開いた動きを利用して蒸気弁を締めるということは単純な考え方に違いないのですが、やり方がまずいと変なことが起こる可能性があったわけでありまして。

ワットが最初にこれを実行しましたときにはフィードバックが適度であったために、安定した調速装置ができたけれども、これを模倣して行なった他の人たちの中にはハンティングという振動現象を起こして、のろくなったと思ったらまた速くなる、速くなったと思ったらまたのろくなるというように、速度が一定にならないで激しい動揺を示したということが出てきたわけですね。これが自動制御でもしばしばいわれているところの問題でありまして、マン・マシン・システムにおけるスタビリティの問題はもうこのときから発生しているわけでありまして。

マン・マシン・システムの未来像につきましても、やはりワットのエンジンが遭遇した問題と同じように、一体このマン・マシン・システム文明が進行するにつれて、どういう状態になるのか、そのときの1つの重要な目安というのは、やはりスタビリティの問題ではないかと思うのであります。

つまり、ある文明の状態にずっと安定に入っていくのか、それとも激しい動揺を来たして破局に至るのか、この判定はかなりむずかしい問題じゃないかと思われます。これは量的に、できれば数学形式でこれを論ずべき性質のものであろう。単なる文学的な詩のような話で論ずることはできない。判定条件をはっきりと持って、これ以下ならば安定という言い方をしなければならぬ性質のものであろうと考えております。まだここで公式を見せるに至ってはいないのですが、その試みは若干しないわけでもないのです。

こうして機械の発明はなされてきたわけではありますが、このようなマンとマシンの結合した社会情勢が、産業あるいは生産を拡大したことは明らかでございますが、どういうわけかあの産業革命の時期に同時に欧州の人口が非常に増加しております。フランスを除いては二倍近い人口にまでなろうとするようなありさまでした。それがどんな関係にあるのかまだ私もよく存じませんが、産業が非常に発達する、人口がふえるということから当然の結果として植民地問題が発生していったのは当然だと思えます。

マン・マシン・システムの社会が形成されてまだ十分な法律的な準備もない時期に、次から次と思いがけない問題が発生してまいりまして、一種のあわて方が、この第1次産業革命の歴史には見られるわけでありまして、それでは今日ではもうあわてていないのかと申しますと、今日の技術革新の時代におきましても同じことで、前もって準備されていることがあるかといえば、ほとんどないというのが現状でございます。第1次産業革命の歴史と同じようなことを今日もなおやっているとすることは依然として試行錯誤の繰返しに過ぎません。

この学会はそういう学会ではないわけです。ことに将来を見通すという点につきましてのいろいろな判断をお願いするいい機会であろうとも思うわけでございます。

たとえば労働問題につきましても、機械は疲れることを知らない。これと結合したところのマンはどうだろうか。このマンはマシンが休まないものですから、ついいつまでも働いてしまうということが起こります。婦女子、少年等の病気も続出するというので、つまり人間のほうの適当な労働時間がどれくらいかということの準備がされていなかったわけでありまして。

そこでやはり試行錯誤で、多数の病人や悲劇を生んだ結果として、労働時間をきめなければならぬという問題になったわけでありまして。第1回のメーデは、1890年に行なわれたのですが、このときのスローガンにも、すでに8時間労働ということが強く出てまいります。その後そうしたことを言い続けて、どうやら8時間労働ということが今日の通念になっております。しかし、はたしてこの8時間がいいかどうか、これは学問的根拠はほとんどないのであります。労働者の体験から1884年の国際労働会議できめたことにすぎないのでございます。

これはやはりもう少し検討して、どんな労働は何時間が適当であるかといった基準をきめなければならぬと思うのであります。

いろいろな意味で労働問題は今日やかましい問題であります。早稲田大学におきましても、教職員組合という労働組合が存在するわけでありまして、どのくらいの時間働くのが適当であるか

ということは、大学としても考えなければなりません。また私のように臨時ではありますが、理事者になっておりますと、理事者が何時間くらい働くのが適当であるかも考えなければならぬと思います。私はあるときタイム・レコーダーを職員と一緒にとってみたのでありますが、途中で何者かによってそれが停止されましたために記録が残りませんでした。早稲田大学の場合には教職員組合の方々よりも理事のほうのはるかに過重の労働をしょっていると思います。学生との団交などというすばらしい労働もまた一方にあるという状態でございます。労働者を保護する労働法というのが存在するのはけっこうであります。同時にまたもう1つ理事者をまもる法律がないと肉体がもたないと思われまふ。これも誰かが倒れないとできますまい。相変わらず試行錯誤の歴史をやっているという感じがいたします。

さてそういう社会ができたときのさまざまな欠陥の中のひとつに非常に興味のあることが発生したのであります。第1に発明された機械は、いわば動力——原動機でありますから、原動機中心の筋肉労働型のマシンがそこに発生したことは明らかであります。筋肉労働がすべてである。あるいは機械の馬力がすべてであるという考え方、これが思想の中にも反映してくるのは当然なことですが、私はそれがすべてだとは思いません。しかしマルクシズムに出てくる労働というもののはやはりその時代の、第1次産業革命の資料に基づく1つの学説であるだけに、いささかまだ単純な姿をとっていたと思うのであります。

しかるに、その動力革命がやがてまずいことを発生したわけであります。一例を申し上げるならば、たとえば汽車が走るようになりますと、汽車は何ものよりも速度が速い。このように速度が速いという特徴はいいことに利用し得ることももちろんですが、これを悪いことに利用することもまた可能であります。

実際に英国で起こった事件であります。ある婦人を殺害いたしました犯人が汽車に乗った。ところが汽車が早いものですから、馬がこれを追い越すこともできないし、これはもうきわめてのんきにゆうゆとと汽車に乗っていればいいことになるわけであります。実際にそういった例は、単なるどろぼうの場合には多かったのでありますが、この殺人犯の場合には天網恢々疎にして漏らさずという語の通りの事実が起りました。そのころまだ評価されていなかった電信機の研究が、この鉄道の沿線を利用して試験的に行なわれていたのであります。これが有名なホイートストンのやっていた五針式電信機であります。これが次の駅にこの事実を報道することになって、犯人は御用になったわけであります。

この事実が社会に報道されたときに、初めて第1次産業革命の中で、もう1つ大事なものが落ちていたことを認識したわけであります。それは要するに通信という問題であったわけです。

通信ということが新聞に出たときに、新聞紙はただそれを客観的な事実として報道しただけであったようであります。実はその新聞を手に入れたのですが、まだ見るのができないので、フレミングが書きました本の中から私は読んだだけでございます。

それはあとにも申し上げると思いますが、人間は社会生活の中で、哲学的な思想——考える問

題——のほかに、ものを造っていく人間としてのエンジニアリングを実行します。しかし、それだけで歴史は築かれておるわけではありません。新しいアイデアで他人よりも前に出ていこうという一種のゲーム性が強い。この第1次産業革命においても、やはり産業界における企業ゲームが相当強く認識されたことは確かであります。

その1つのあらわれとして、先に述べた殺人事件の後この新聞を見て、2人の人が英国政府に向かって電信会社の設立を申請したのです。これは実に機敏なことであります。そこで英国政府がぼやぼやしているうちに、この2つの会社の申請に対して許可を与えてしまったので、つまり民間に電信会社ができることになるわけであります。しかし、まだ当時の電信装置はメーカー1つないのですから、ホイート・ストンの五針式電信機という幼稚な電信機であったわけであります。そのようなものが直ちにいろいろに利用されようとは思われませんが、企業家というものには敏感なものなのです。

しかし英国政府もさるもの、やはり政治家がおりまして、こういう大事な仕事を民間に許可することはどうであろうかということが問題になりました。考えてみればこれはたいへんなことをした、何とかして許可したものを買収しなければならないという運動が当然起こりまして、政府は2つの会社に対してこれを買収する作業に着手したわけであります。

それを待っていたかもしれないのですが、会社のほうではなかなかこれを譲らなかったわけです。このとき妥結した契約というのは、その後20年間において会社が得るであろう利益をもって買収するというものであったのでありますが、その当時はたしてその後20年間における電信事業を予測することができたであろうかという問題が残ります。これは当時よほどすぐれたORの大家がいればできたのかもしれませんが。英国の議会においてはこれはとんでもない値段であると相当政府が攻撃されたのであります。しかし実際にははなはだ低廉であったということになっております。

そういうことで、通信は動力には必ずつきもので、動力革命だけで情報革命を伴わない革命はないということがここでわかるわけであります。

こういった例は枚挙にいと間がないのでありまして、たとえば英国の船が、アメリカに植民地ができたためにその間を往復することになりますが、アメリカに行った人たちは自由の天地でいろいろな農作物をつくり、小麦が非常にたくさんできる、あるいは牧畜をやる、ことに船が冷凍できるようになりますと、なおさらのこと、そうした肉類を英国へ持ってくるができる。この船がいきなり英国の港に入る、あるいは欧州の港に入って、どっと荷物をおろされますと、英国の産業はたまらないわけであります。英国の農業はそのために非常に大きな問題を与えられてしまうのであります。そんなことを考えますと、突如として船からお宝をおろされては困るのであって、あらかじめそれがわかるということが重要だということになるのであります。しかし何ぶんにも大西洋という大きな海を隔てておりますために、これが困難であるということになるわけであります。そこでまた企業家が壮大な野心を描くわけです。この大西洋を横断した電

話がないものであろうかと考えるのは当然なわけで、この海底電信の歴史ぐらい産業革命の末期における涙ぐましき歴史はないであります。

電信機の発明から、やがて通信が海を乗り越えようとすることも明らかであります。最初に乗り越えたのは英国とフランスをつなぐドーバー海峡であったわけです。しかし、最初はみじめな失敗をしてしまうのですけれども、さらに出資する人がいて、海底の岩にこずられてもケーブルが破れないようにするために、まわりに堅い金属を巻いて、ついに成功したのであります。

この成功が直ちに大西洋にいくのです。私はその辺の規模の飛躍を考えると、いつでも不思議なのですが一種の冒険心なのでしょう。試験はまず英仏海峡でやってみるのです。そこで成功すると、次は大西洋にいくというように、全然オーダーが違うことを試みます。地図を見るたびに思うのですが、こんなところで簡単にやっておいて、すぐ大きなところへもってゆくという考え方は英国国民の冒険心以外のものではないと思います。

マルコニーがやはりそうです。無線ができたということになって、彼は英国に行きますが、これも企業家魂で行くのであって、技術者として行くのじゃないのです。彼は銀行家の息子ですから、まさに親譲りの企業精神で通信会社はいけるぞということで、情熱を燃やすわけです。彼は英国に行って、まずフランスとの間の通信に成功いたしますと、今度は直ちにアメリカと英国間をやろうと考えるのです。

日本にはちょっとそういうところはないようです。朝鮮海峡あたりでやってみて、うまくいけば、いきなり太平洋を横断するかというようなことと同じなのですから、いま実際日本のケーブルは太平洋を横断しておりますが、英国の場合とはちがってこの次は日本海を横断しようとしております。国際電報は何をやっているのかということになりますが、そうでもないのです。先般たわいもなくハワイまでケーブルを敷いたのですから、日本海ぐらい何でもないではないかと思いますが、そうではないようであります。

これも余談になりますが、太平洋は深いからいい。しかし日本海は浅い。浅いところにはどんな生物が住んでいるかわからない。変な生物が住んでいてケーブルを食うかもしれない。これはまじめな話であります。ケーブルに穴をあける生物がいるかもしれない。そういうこともあるのかと私は感心いたしました。やがて日本海にもケーブルが敷かれて、ソ連のほうに電信がいくようになるそうであります。変なことを申しましたが、通信の価値は距離だけではなくまことに大きいわけでございます。

この通信の価値がほんとうの意味で認識され、そして実際に長足の進歩を遂げたのは今世紀に入ってからであります。マルコニーの大西洋の横断の無線というのは送信所のほうは、相当金をかけたパワフルな送信所なのですが、受信のほうはタコを上げたアンテナなのです。ともかく1901年にこれができているわけであります。これはほんとうに今世紀の幕あけであります。そのときに大西洋横断通信が成功するわけで、これはたしかに画期的なことであったと思うのであります。

しかしこの通信の成功がいろいろな意味で物理学者の問題になりました。そんなばかなことはない、何しろ地球はまるいものだから、そこから光を出せばまっすぐいってしまうわけで、灯台も十分遠くなれば見えなくなる。そこから出た電波がぐるぐると回って反対側に行くなどというばかなことはないということから、物理学者はまじめにそのことを論じ始めます。

たとえばこれをモデルで考えるならば、6センチぐらいの直径の導体球に可視光をあてて、それが廻折して向こう側に見えるかという話にまでなるのですが、これは理論的に見えないということです。

しかし、実際に通信がいったことは確かなのです。無線のほうにも問題はありましたが、有線のほうのケーブルの議論というのも非常にたいへんだったのです。そのたいへんさを克服したことを考えますと、やはり社会における通信の認識がいかに強かったかがよくわかるのであります。

最初は大西洋を横断するだけのケーブルを1艘の船に積み込むこともできなかったのです、これを2艘に分けたわけでありまして。そして大西洋の中央に行き、そこでケーブルをつないで両者は互いに、アメリカへ、英国へと分かれて進んでいったわけです。しかしながらあれだけの大きな海になりますと、ローカルな気象条件がいろいろあって、たびたび嵐に襲われまして、何べんかこれが切れるのです。切れるとまたもとに帰って、つないで、またやるということではなかなかできないのです。とうとうこれは失敗してしまっただけであります。失敗したので今度は船からしてつくり直そうということから、最初のケーブル敷設船が造られました。これは鉄船でいっぺんに全部のケーブルが積めるようになっているし、またこれを敷設するに便利な形がとられているのです。この船は非常に細長い船で、テムズ河でそれを進水させるときに、縦むきにやると向こう岸へ行ってぶつかってしまうのではないかという心配があったのでまことに珍しい横すべり進水という方法をとったわけです。これはきわめてあぶないそうです。横に倒れてしまうおそれがあるので、いまはみんな縦にやっているのでありますが、歴史の本には横すべりの最初であると書いてあります。

その驚くべき船を情熱を込めてつくって、ようやく成功したのですが、成功したと思ったのは全く束の間のものであったのであります。いよいよ通信をしてみると、全く変な通信しかできないのです。モールス符号でトツーツーとはやるのですが、アメリカのほうにいった通信は、ト・ツー・ツーとはこないでふやふやと出てきてしまうわけです。つまり波形が崩れてなまってしまうわけです。

このなまってしまうのは何故かという問題を学問的に追求しておくべきであったのですが、そういうことをしなかったものですから、エンジニアは、これは電圧が低いためである、もっと高い電圧を使って明りょうな信号を送れば、向こうでも信号をとらえることができると考えて、電圧を上げていったのであります。若干よくなったように見えるけれども、なおだめだということで、さらに電圧を上げていったわけです。この作業を続けていくうちにどんなことが起こった

かといえば、ついに絶縁破壊を起こしてしまったわけです。わずか2週間ぐらいで通信不能におちいったのであります。もう泣いても泣き切れないことをやってしまったわけなのですが、そのとき彼らはそれでもまだ絶望しなかったのです。どうしてこうなるかという問題を初めて学者に聞くことになるのであります。

ここで有名なケルビン卿の解答が出てくるわけでありまして。今日でも、数学をご存じの方はご承知のとおり、電信方程式という偏微分方程式がありますが、これはこの研究のためにケルビン卿が理論的につくった方程式であります。その解についても彼自身がこれを解いたということでもあります。

ファラディが当時まだ生きていたのでありますが、そのファラディに、どうしてああいうことになるのだろうか聞いたところ、彼は数学は全然知らないのですが、（彼が数学を知らなかったことは私だけでなく多くの人を安心させているのですが）ファラディぐらいの直感力があれば、数学などは要らぬと言えるわけでありまして、彼の答えは非常に簡単でありまして、その現象は無理もないことである、外側に金属があり、中側に金属がある、その間を絶縁物が詰まっておれば、それはコンデンサーである——蓄電器である。こちらでスイッチを入れればこの長い蓄電器に充電しなければならない、充電をした残りが向こうに出てくるわけだから、これはふやっと出るのはあたりまえだ、こういう答えだったわけでありまして。たいへん簡単な解答でよくわかります。

そのときに、ケーブルに投資しました金は莫大だったわけです。この投資した人たちは非常にかっかりしたかというところではないのであります。今後こういう多額の投資をする場合には、この経験をはっきり踏まえて、少なくとも1割は事前に研究のために使うべきである。これがこの人たちの結論だったということです。

これは実にいいことだと思えます。私は日本の数々の政治について不満を持っている人間の1人でございますが、もしも大きなことをやるならば、少なくともその1割は事前に研究のために使うべきであると言ってほしいと思えます。

先ほどの場合、ケルビン卿に先に聞けば1割は要らなかったと思えます。ケルビン卿は、そのために、ト・ツーツー、ト・ツーツーという紙面に垂直に動く受信機は不可能であるということを確認にいたしまして、紙面に波形をかく横書きのオシログラフ型の記録をする受信機をつくったのであります。そこへ描かれる波形によってこれを判読することはできます。彼は全くの学者なのでありますが、受信機まで考えてくれたのであります。その間にどのぐらいの費用をケルビン卿に与えたのかというと、これはまことにささいなものであったと考えられます。

このケルビンの受信機は全く独創的な受信機で、これが後にいわゆる可動線輪型のガルバノメーター、（検流計）にまで発展したわけです。これはともかく通信というものが社会にとって非常に重要な役割を持っていることがわかったわけでありまして、ケルビン卿はそうしたことから情報そのものについても非常に熱心に考えたようでございます。一体どのぐらいまで通信速度を上

げることができるかという問題、つまり今日の情報理論の扱う問題も彼は考えました。彼はまことにすぐれた学者だと私は思うのであります。そんなふうにして動力と通信の両面が今世紀に入ってからできたわけであります。

このことは、いわば1つのシステムの中に、つまりマン・マシン・システムの中に2つの要素があること、その1つはエネルギーであり、パワーであり、もう1つは情報であるということ、この2つがなければマン・マシン・システムを構成することができないのではないかということになります。

経済のほうでは大体金高ということの問題にする場合が多いのですが、金の場合にはコンサパティブで、突如わいて出ることもないし、どこかに突如消えてもいけないもので、いわゆるエネルギーのような形態のものであります。その経済学の中で、そうしたもののほかに、なおそれとは違うところの全く異質のエントロピー型の情報型の価値が、どういうふうに定量的に理論づけなければならないかという問題がありましょう。どうも経済学のほうではそれが少し弱いのではないか。やはりこの2つの面がガッチリと組み合っていないとほんとうのものにならないように思います。

また余談になりますが、大学の経営などの問題にいたしましても、全くのしろうと——私は電気工学の専門であります——が、2年間ほど大学の経営について好奇の目をもってこれをながめてみましたが、いろいろと新しく考えさしていただきました。このようなシステムの中でも、エネルギーだけでは問題は解決しないのであって、やはり非常に重要な部分は情報であります。このコミュニケーションとエネルギーの問題とがいつもペアになって、一定の比率でというところと変ですが、適当な比率で存在していることが、生きたシステムの不可欠な条件ではないかと思っています。

さてマン・マシン・システムのことが最近いろいろ問題になっくるにしたがって、ここで考えてみなければならない問題は、マン・マシン・システムの中で起こるいろいろな事故、災害あるいは公害という問題です。これに対してどんなふうに一般の市民たちは考えているのか、多くの評論家たちはどう考えているだろうかという問題であります。新聞等に出てくる評論を見ますと、人間疎外ということだけが強くでてくるだけでマン・マシン・システムの存在価値には触れません。

人間疎外、これは文学的にとらえられている人間観でありまして、疎外されている状態があるならば、人間とマシンとは訣別するべきなのかと聞きますと、これはなかなかそうだとはいえない。評論家たちも盛んに電話をかけたたり、カラーテレビなどを置いたりして、一向にマシンと訣別する様子が見えないのであります。こういう評論というのはあまり価値がない。いわゆる一種のセンチメンタリズムになってしまうのです。メリットもあれば、こまった問題もあるわけありますので、これはやはり総合的に評価することが重要なのであります。

最近私は頼まれてマン・マシン・システムの話をする人が多いのでありますが、どうも人間

疎外型の思想の人が多いところへ出ることが多いのであります。そのとき私は言うのですが、もはやマンとマシンとは切り離すことのできない親密な関係にある。その関係を比喩をもって語れというならば、恋人以上であるというのであります。なぜならば恋人はそうたびたび会わなくてもよろしい。滝口入道などの例をとると、かいま見る程度でも熱烈なる恋にはなるわけでありませぬ。

それでは夫婦の関係はさらに濃いのかと申しますと、夫婦の関係も1週間、1月ぐらゐの単独旅行はまことに有益でありますし、帰ってくればたいへん歓迎を受けて、これまた円満そのものであるということになるのでよろしいわけですが、このマンとマシンとの緊密度は、1秒たりとも切ることができないのであります。

いまもしすべてマシンに罷業されますと、もはやこの講演すら不可能になるわけです。帰るのにもさぞ困ることになるであろうし、ひょっとすると夕食がとれなくなるかもしれないという危険もあるわけで、これは生死の問題になるわけでありませぬ。そのように語りませぬと、さすが人間疎外を声高らかに言っていた方も、若干は考えていただくことになるのであります。

どうしても切ることのできない、癒着した新たな生物がそこに発生したと見るべきだ、マン・マシン・システムという生物が発生したと見るのが当然なのだと思はれます。

この怪物が人間世界にあらわれて、もう人間でもない、機械でもない新たな生物の社会がここに誕生したと思うほうがいいのであります。そのように切りかえないと何ごともうまくいかないのです。

たとえば1例を申し上げるならば、交通事故による運転手の罪という問題をとらえた場合に、たいてい警察の考え方は、これを分離して考えて、ガレージに自動車が入り、こたつに人間がいるような状態で考える。そしてガレージのほうに入っているのは罪はないが、こたつに入っているおまえがいけないという考え方になるわけだ。

ところがその事故を起こしたときはまさにハンドルを握っていたときなのであります。このマン・マシン・システムとしての罪悪を犯したことになるのであって、決してマンとしての罪悪を犯しているのではないのであります。それにもかかわらず、法律はすべてマンの法律でこれを裁こうとするのです。こんな大きな矛盾はないのであります。それはマン・マシン・システムに対する理解が法律家の中にならぬのであります。このマン・マシン・システムとして新たに法律を考え、文学を考えていくべき時期が来たと思はれます。

ところが依然としてそうしたものがすべてマンの領域で考えられていて、マシンは付属物と考へている。実は付属物でないのです。はっきり言って癒着してしまっているのです。だから1つにまとめたときの責任を求めなければならないのです。こたつで居眠りするならばいいのですが、車で居眠りをしたということになればたいへんなことになるという区別がまだよくわかっていない。したがって、これは戒めで補うことができるだろうということで、その事故に対する罰金を日に日に高めつつある。これによって事故を減らそうと考へているのですが、そのありさま

はあたかも大西洋横断ケーブルにおける電信技師が、これは電圧が低いからだと考えて次第次第に電圧を上げて、ついにこれをパンクさせた事件と何ら変わらないのであります。大きな事故を起こしたとき、この事故の補償金の1割を投じてこういった問題を研究してもいいのではないかと思うのです。

さてマン・マシン・システムに関しまして、それならば学者としてはこれに対して黙っているかということ、そうではない。やはりマン・マシン・システムに対する認識の上に立って、何とかこれを学問的に解明していかなければならぬという動きが明りょうにございます。

その動きのつの例を申すならば、ノバート・ウィーナーが申したサイバネティクスはその1つでありましょう。これは動物と機械——アニマル・アンド・マシンという考え方で、動物と機械は全く異質なものであったのをアニマルアンドマシンという形で研究していくことにしたわけです。つまり両者に共通した問題がそこにあるというだけでなく、癒着している系の両者に共通したメジャーで論評することができるわけでございます。

そのときに出てまいりますのがコントロールであり、もう1つがコミュニケーションであります。この2つがどうやら生物と機械の両方にまたがって、共通な尺度としてこれを論じる基礎要素になるであろうというのがウィーナーの着想であります。これはやはりすばらしいと思います。このサイバネティクスの学問そのものは、ウィーナーのあの本では完成しておりません。また多くの学者が出ましたけれども、まだまだ決して完成しているわけではない。しかし実に重要なことを言い切ったと私は思います。

かつてノバート・ウィーナーが日本にまいりましたときに、大隈講堂で講演をしてくださいました。私もそのとき聞いておりましたけれども、何を語ったかということ、サイバネティクスの歴史についてという表題でありました。何の話が出るだろうと思いましたが、さきほど申し上げた大西洋横断ケーブルの話が出ました。ほとんど通信の歴史を語っていました。コントロールのほうの歴史はあまり語っておりませんでした。

しかしマシンのコントロールの歴史も、調べ始めると実に興味しんしんでございます。かなり古くさかのぼることができます。しかし、そのときにコントロールがあったには違いないけれども、一番大事なのは人間がこれを明確に意識することです。無意識な形でのものは幾らでも存在します。しかし明確にこれを意識して勇気をもって言い切る瞬間、これは私は1つの大きなエポックであろうと思います。

サイバネティクスはその意味におきまして、マン・マシン・システムに対する1つの武器を与えたと思います。このことは単に小さな部品の問題、あるいは小さな装置の問題だけではなく、さらにこれを拡大して社会の問題に持っていき、社会でも、エネルギーとインフォメーションの2つで、これを分析していこうという考え方ができます。ウィーナーの本にもそのことが書かれています。書かれてはおりますが、なぜかウィーナーは、社会の分析に対しては途中で放棄しております。このことは私にはよくわからない問題です。

政治形態の分析などにいたしましても、民主政治とはフィード・バックのついた政治形態であるなどと、私なりにつまらないことを言ったりしてきましたが、困ったことはこのサイバネティックスの領域外のことが1つあるのです。それはゲームの問題です。

このゲームの理論についてはフォン・ノイマンがあれだけの大きな本を書いて、私などにはもう絶望的で読む気がしないのですが、ここではゲームというものが重要な要素になっています、人間の第3の性質としてのゲーム性というものが非常な混乱を起こします。これは戦争だけではなく企業にいたしましてもしかりです。このゲームの存在をどの程度におさめるかによって、私どもはマン・マシン・システムのスタビリティの議論ができるのではないかと荒っぽく考えております。

今日のようなマン・マシン・システムであらゆることが増幅される事件、つまり単なる居眠りが殺人にまで増幅される事件が満ち満ちているマン・マシン・システムにおいてはこのゲームが本来人間の持っているゲーム性とは違うものでなければならないということです。本来人間の持っているスポーツ、あるいはトランプ等の楽しいゲームをそのままマン・マシン・システムでやることは、まことに危険千万なことであります。

したがって先きぎの未来像であります、マン・マシン・システムの未来においては、ゲーム性というものは極度に抑制しなければならないだろうということであります。それではつまらないじゃないかということなのですが、その解決方法は他にあると申し上げておきます。

さて、いままではマン・マシン・システムの歴史を述べてきましたが、今度はその未来を予測しようということになりましょう。予測するときの考え方を申し上げますと、大体はじめに申したように、マン・マシン・システムは1個の生物と見なすことができると思います。ちょうど赤ん坊が日に日に目方がふえるように、あるいは高校生がぐんぐんと背が伸びるように、現在マン・マシン・システムは発展の途上にあるわけです。決して安定した1つの調和のある状態にきているわけではないのであります。つまり、発展し、成長する段階にある生物だということであります。それなら果てしなく全く野方図に、いろいろなところが伸びるかというところではないのであります。やはり人間がそこに関与しているだけに、このシステムを何とかこわすまいとする、何とか1つの姿にしようとする、生物で言うところのホメオステシス——何かある形を保存していこうという傾向を万人が持っています。だれも破壊しようとは言っていないのです。

この成長過程にある、生物の動きというものが、マン・マシン・システムの歴史においても見ることができるわけでありまして、まだ今日の状態では思慮浅き生物の姿になっていることは明らかであります。今後これが思慮深き生物にまで変われば、このマン・マシン・システムの社会は、ある程度安定した姿に落ちつくことが可能になるでしょう。しかしながらその途中で思慮の発達がおそくて、何か爆発的に拡大される事件でも起きるとこれが非常に不幸な破局に到達する可能性も存在します。これはちょうど1個の少年がおとなにまで成長するのと少しも変わらないと思います。そういう偶発的な事件が起きないようにと、いまわれわれは心配しているわけで

す。現在誰しも何となしに直感的に不安を感じているわけでありませぬ。

安全問題とか、安定問題とかいろいろな問題がありますけれども、これはびほう的に解決できる問題じゃなしに、マン・マシン・システムの体内に宿している本質的なスタビリティの問題を正しく論じていかなければいけないのではないか。これをスタビライズさせる方法としては、社会の問題ならば、法律なども根本から立てなおすような大きい問題であると思います。

今日ほどマン・マシン・システムの法律が要求されている時期はないと私は思うのでありますが、法律はテンポがのろい代表みたいなもので、10年ぐらいひとつの事件の裁判をやったとしても別に驚いていないのです。その時点をはるかに越してひょっとすれば被告が死んでしまってもまだやっているみたいなのであります。このことは専門家も次第に考えつつあることですが、とにかくそういうことではタイム・コンスタントという概念がないわけですからダイナミカルな問題は解決できません。したがって、タイム・コンスタントの概念を早く取り入れていかなければならないのであります。

そこでそういう社会現象にも数学的な、つまり時間的にどう変化するかという力学的考察を早く取り入れなければいけないのであります。このことは単に農村を調査するような社会学では事足りませんので、やはり新たな定量的社会学をつくりあげて、そして動向を予測できるようなモデルをつくっていかなければならないと思います。

まず最初は簡単なモデルでやります。こんなモデルで日本が説明できるかと言うでしょうが驚くことはありません。まず簡単なモデルでやっていくべきなのであります。

このモデルのころろみは、実はずいぶん古くから研究されているのです。ニュートンのころろの話であります。例の社会は何であるかというモデルとして、「蜂の寓話」という有名な詩があります。全部のものが野望を持ち、欲望を持って、悪いことでも平気でやるという人間ばかりが住んでいるとして、社会がどうなるかという1つの思考実験を行なった有名な詩があります。この思考実験は盛んにやるべきであります。われわれは数学的モデルでも、アナログ型のモデルでも、何でもいいからやってみて少しでも予測と計画の方向にゆくべきでしょう。これが実は私の社会工学という考え方なのであります。

最近社会工学という学問がどうやら一般にも認められておりますけれどもかつて私は不用意に社会工学という学問のあるべきことをかなり早くNHKの第2放送で言っけし、当時はしかられました。今日ではそれほどしかられないばかりか、国立の大学にもそういう学科が生まれましました。

そのときの思想は社会を単なる客観的な存在とせず、これに対してデザインするのに（社会というものはデザインすべきである）好都合な性質になるように設計すべきものであるとしたのであります。そうすればどうしたって、これは工学的な諸条件を踏まえた上で、可能な一番いい条件を考えて設計すべきだ、このような思想を述べたのです。その方法論にもサイバネティックスが必要であろうと結んで、サイバネティックスの紹介を兼ねたわけでした。

ではこちらでまとめてゆきたいと思いますが、ダイナミカルな社会の動き、マン・マシン・システムの動きを長期にわたって予報することができるかという問題ですが、これはなかなかむずかしい。パラメーターがいかに変動するかわからない点も多いどこかをコンスタントにして、その仮定の上でならできるのであります。が発達するに従って、これがまた境界条件等を変えていくことであろうから、この予報ができにくいのであります。実ははっきり言って未来像は描けないのであります。

力学的な比喩で申しますと、砂地を流れる川であります。川が蛇行する。その蛇行する川を力学的に方程式を立てて解こうとするとたいへんむずかしい。なぜかというところいう蛇行した境界を与えまして、そのあとこの流体を研究することなら、流体力学のできるのであります。流れが砂を動かす、徐々に境界を変えていく問題となると、どういうふうにあたックしていいのかわ見当がつかないのです。

このマン・マシン・システムの社会の予報もまた同様であります。したがって最高にむずかしい問題になりますので、できないというのも残念だから試みるということにするのですが、定性的に申し上げるならば、こういうことが言えるのではないか、つまり現在までの歴史はことごとくといっていいほど試行錯誤の歴史であった。やってみては気がついた、これは困ったというふうにしては直した。直したらまた新たな問題が発生したという形の試行錯誤の歴史であったと思うのであります。

しかし、次第にマシンの領域が大きくなり、パワーも大きくなり、あらゆる増幅が行なわれる時代になりますと、はたして人間がこういう試行錯誤の歴史を続けていていいのか、そんな試行錯誤がゆるされるのか、ひょっとすればその試行錯誤の方法が人類を滅亡に導くことがあり得るのではないか。こうなりますと、必然的に今後の人間の歴史というものよりはより多く予見・予知と同時に総合計画という姿に進まない限りは安全でないのではないか。

これまでの試行錯誤の歴史はこのへんでページをとじる。そして予測と予知と計画の歴史を始めろというのが、マン・マシン・システムの今日の時点の問題ではないかということでありま

す。

皆さんのおやりになっていることはマン・マシン・システムの予測ではないかもしれませんが、少なくともおやりになっている数々の思想が積み上げられて、長期の人間文明の予報が可能になるのではないかと期待するのであります。私の話はずまらない話でしたが、この学会への期待の言葉をもって結びたいと存じます。御静聴を感謝します。