

# コミュニケーション装置としての コンピュータ（1968）

The Computer as a Communication Device<sup>1</sup>

J.C.R. リックライダー、ロバート・W・テイラー

J.C.R. Licklider and Robert W. Taylor

山形浩生 訳

## Abstract

コミュニケーションは、お互いの心的モデルを変えるということ。ネットワーク化したコンピュータは、利用者の心的モデルの外部化を可能にし、従ってコミュニケーションを大幅に改善する。これや協働的な創造的作業を飛躍的に改善させる。対面コミュニケーションすらコンピュータの支援を受けられるようになる。そのためにはコンピュータが、メッセージ処理装置（いまならルーター）経由でネットワーク化され、インタラクティブな利用が進み、あらゆるオンラインのリソースが相互に使えるようになる必要がある。費用も決して高くはない。実現すれば社会は、地理的制約を超え、関心に基づくオンライン・コミュニティが花開く。そしてそのネットワークのソフトデバッグ業務で失業もなくなる！（要約訳者）

\*\*\*\*\*

あと数年で、人間は対面よりもマシンを通じてのほうが、うまくコミュニケーションが取れるようになる。

これはいささか衝撃的な発言だが、それが我々の結論である。それを裏付けるかのように、我々は数週間前に、コンピュータを通じて開催した専門会合に参加した。このグループは、コンピュータの支援で、通常なら一週間はかかりそうな作業を2日で終えた。

この会合の仕組みについては後述。ここでは、参加者全員が同じ部屋にいたということ

---

<sup>1</sup> *Science and Technology*, April 1968.

言っておけば十分だ。だがその部屋越しに行ったあらゆるコミュニケーションすべてについて、何千キロも離れて同じくらい——人間として——遠距離でも有効にコミュニケーションを行えた。

いま「人間」に力点を置いたのは意図的なものだ。通信エンジニアは通信というのを、A地点からB地点へ、符号や信号の形で情報を伝送することだと考える。

だがコミュニケーションを取るというのは、送受信以上の話だ。テープレコーダー2台が相互に再生して録音すると、コミュニケーションを行っているのだろうか？ そうは言えない——我々の意味ではちがう。我々は、コミュニケーションを行う存在が、送受信する情報で何か非トリビアルなことをしなければならないと信じている。そして、いまや我々は生きた情報の豊かさややりとりできるような技術時代に突入しつつあるのだと我々は信じている——本や図書館を使って行うのに慣れ親しんだ、単なる受動的なやり方にとどまらず、現在進行中のプロセスへの能動的な参加者としてやりとりを行い、そのやりとりを通じてそこに何かをもたらすのだ。そことのつながりにより、一方的に受け取るだけではなくなる。

航空会社のフライト情報サービスに電話をかける人たちにとって、返事をするテープレコーダは受動的な情報貯蔵器以上のものに思える。それは変化する状況についての、しばしば更新されるモデルだ——収集され、分析され、評価され、組み立てられて、状況やプロセスについて組織だった形で表象するようになっている。

それでも、航空会社の情報サービスとは直接的なやりとりはあまりない。テープ録音は、顧客が電話したことで変わったりはしない。このような一方通行の転送以上のものを強調したい。コミュニケーションが持つ、共同で作り上げ、相互に強化し合うという側面だ——「これで私たちの両方が、片方しか知らなかったことをいまや知っていますね」というのを超える部分だ。精神が相互作用すると、新しいアイデアが生じる。この、コミュニケーションの創造的な側面についてここで語りたい。

創造的でインタラクティブなコミュニケーションは、モデル化できるような可塑的、または変化できる媒体を必要とする。それはダイナミックな媒体で、前提が結果へと入り込むようになり、何よりも万人が貢献し実験できるような共通の媒体であるべきだ。

こうした媒体がすでに手元にある——プログラムされた、デジタルコンピュータだ。その

## コミュニケーション装置としてのコンピュータ(1968)

存在は、印刷や画像管(CRT)以上にコミュニケーションの性質と価値を変えてしまえる。というのも、これから示すように、きちんとプログラムされたコンピュータは、情報リソースとそうしたリソース活用のプロセスへの直接アクセスを提供できるからだ。

### コミュニケーション：モデルの比較

コンピュータがなぜ、どのようにしてコミュニケーションにそんな影響を及ぼせるのか理解するには、モデル構築という考え方を検討しよう——コンピュータ内でのモデル構築と、コンピュータ支援によるモデル構築だ。というのも、我々はモデル構築こそが、コミュニケーションの基本にして中核だと信じているからだ。

人々の間で行われる、ある同じモノについてのコミュニケーションは、そのモノに関する情動的モデルについての共通の開示体験となる。各モデルは、コミュニケーションを行う片方の心の中でまず形成される、抽象化の概念構造だ。そして片方の、コミュニケーション者となる人物の心の中にある概念が、相手の心の中にあるものとまったくちがっていたら、共通モデルはなく、コミュニケーションもできない。

圧倒的に最も数が多く、最も高度で、最も重要なモデルは、人々の心の中に宿るモデルだ。その豊かさ、可塑性、能力、簡潔さにおいて、心的モデルに及ぶものはない。だがそれ以外の面では欠点もある。じっとしていてくれないので、振動に調べられない。繰り返し実行することもできない。それがどう機能するかは、とにかくだれも知らない。理性に奉仕するよりも、その持ち主の願望に忠実だ。その人の頭の中にある情報しかアクセスできない。それを観察して操作できるのも、その人だけ。

社会がたった一つの精神によるモデルに不信感を持つのも当然だ。社会はコンセンサス、合意、少なくとも多数決を求める。根本的にこれは、個別モデルが比較され、ある程度の合意を受けるという要件となる。この要件は、コミュニケーションにとっては、モデルの構築、維持、活用における協力ということだ——だからコミュニケーションを我々は端的に「協働モデル化」と定義しよう。

自分たちが協働でモデル化できているかどうか、コミュニケーションできているかは、モデルが比較できないと確認しようがない。

人々が対面でコミュニケーションを取ると、自分のモデルを外部化することで、同じモノについて話しているかどうかを確認する。フローチャートやアウトラインといった簡単な外部化モデル——コミュニケーション者全員が見られるので外部化されたモデルと言える——ですら議論のたたき台となる。それはコミュニケーションの性質を変える。コミュニケーション者たちがそうした共通の枠組みを持っていなければ、お互いに相手に向かって演説してみせるだけだ。だが目の前に操作できるモデルがあれば、2、3 語話、指さし、スケッチして、うなずき、反対できる。

こうしたコミュニケーションの力学はきわめてモデル中心なので、重要な結論が示唆される。今日の双方向電気通信が対面コミュニケーションにまったく及ばないのは、単にそれがモデルを外部化する機能を提供できていないからなのかもしれない、というものだ。対面の会議が電話会議よりずっと生産的なのは、お互いの眼差しを見ることができるといえる。それとも外部モデルを作って改変できるからなのだろうか？

## モデルとしてのプロジェクト会合

専門的なプロジェクト会合では、我々がコミュニケーションを構成すると主張するモデル化プロセスが進行しているのが、かなりくっきりと浮き彫りにされる。読者のほぼ全員は、あるプロジェクトの構築初期に行われる会合を思い出せるはずだ。プロジェクトの各員は、共通の仕事について、いささかちがった心的モデルをもって来る——目的、目標、計画、進捗、状況の理解はみんなちがう。こうしたモデルのそれぞれは、(1) 本人; (2) 代表する集団; (3) 上司; (4) プロジェクト自体についての、過去、現在、未来の状態を相互に関連づけるものだ。

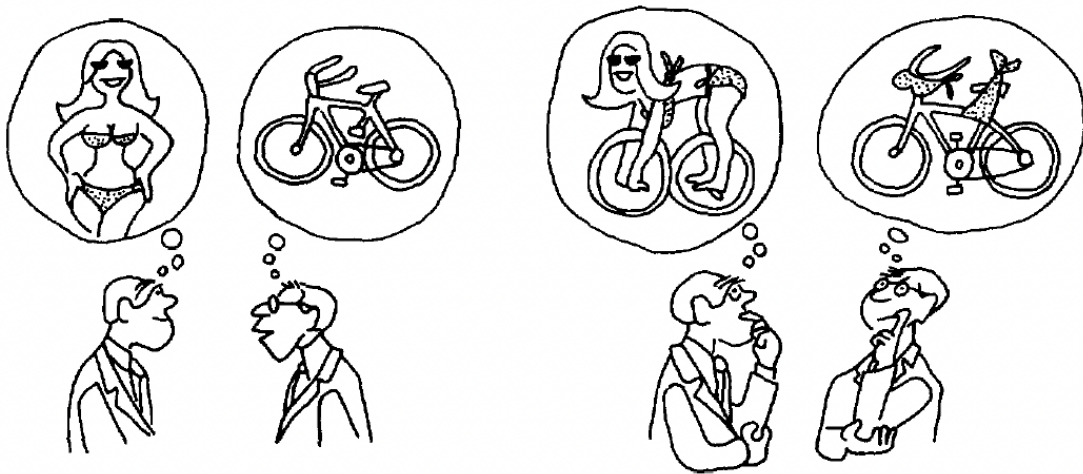
参加者が会合に持ってくる一次データの多くは、未消化で相互に関係づけられていない形だ。各参加者にとって、自分自身のデータ集はそれ自体として興味深く重要なものだ。そしてそれは、事実のファイルや繰り返される報告書だけではない。それらは、洞察、主観的な気分、専門家としての知見に強く影響されている。だから各個人のデータは、その人の心的モデルに反映されている。コミュニケーションの責務の本質は、自分のデータを同僚たちのモデルに組み込んでもらうことだ。

この会合で、コミュニケーション者候補二人の心の中にあるモデルを見られたとしよう。そのモデルを見ることで、コミュニケーションが起こったかどうかを判断できる。最初はそ

## コミュニケーション装置としてのコンピュータ(1968)

の 2 つのモデルが構造的には類似していて、単にいくつかのパラメータの値がちがうだけなら、コミュニケーションにより共通パターンへの収斂が起こるはずだ。これが最も簡単で最もありがちなコミュニケーションとなる。

もし 2 つの心的モデルが構造的にちがっていたら、コミュニケーションの達成を示すのは、片方または両方のモデル構造の変化だ。コミュニケーションを行う片方が、相手を理解する手始めとして、洞察を得たり新しい仮説を試したりしている、と結論するかもしれない——あるいは、双方が心的モデルを再構築して、共通性を達成しようとしているな、と思うこともあるだろう。



心的モデルがずれているとき、コミュニケーションの達成を示すのは、  
片方または両方のモデル構造の変化だ。

やりとりを行う多数の精神による会合は、もっと複雑なプロセスだ。あちこちから示唆や提言が出てくるだろう。その相互作用は、問題の解決策に留まらず、新しい問題解決のルールを生み出すこともある。もちろんこれこそが、創造的なやりとりの本質だ。最新モデルを維持するプロセスは、その中に情報を処理し活用するための、変化する/変化できるルールを内包している。

いま述べたプロジェクト会合は、創造的な情報活動とでも言うべき広範な人間活動の類型を表している。これを、情報整理とこれから呼ぶ、別の類型とは区別しておこう。いまのコンピュータが主に使われているのは、この情報整理のためだ。給与小切手を処理し、銀行預金残高を追跡し、宇宙船などの軌道を計算し、反復的な機会プロセスを制御し、各種の貸方/借方の一覧を維持する。何よりも、コンピュータはあまり理解の進んでいない状況につ

いての一貫性ある理解をもたらすためには使われていない。

さっき、参加者たちがコンピュータを通じてやりとりをした会合の話をした。この会合を主催したのはスタンフォード研究所のダグ・エンゲルバートで、実はある具体的なプロジェクトの進捗レビュー会合だった。議論の対象は詳細が豊かで範囲も広く、参加者のだれ一人、主催者ですら、この具体プロジェクトに関する情報すべてなど知り得なかった。

## コンピュータを通じた対面

テーブルは正方形となるように並べられ、各辺に 5 人ずつすわった。その中心にはテレビモニタが 6 台置かれ、建物の他のどこかにあるコンピュータの数値出力を表示していたが、そのコンピュータはキーボードと、電子ポインタ制御をする「マウス」というものいくつかで遠隔操作されていた。会合参加者はだれでも手近のマウスを動かし、テレビ画面のポインタの動きを制御して、他のみんなに見せることができた。

プロジェクトの作業をする各人は、会合の自分のプレゼンテーションについて、トピックのアウトラインを用意しており、そのアウトラインが話す中で画面に映し出された——これでその人のモデルについて概略がわかる。そうしたアウトラインの表示の多くは、個別の参照ファイルの名前を含んでいる。発表者はそれをコンピュータから呼び出して、画面に詳しく表示できる。なぜならプロジェクト会誌以来、参加者たちは作業をコンピュータシステムのファイルに保存していたからだ。

つまり会合は、全体としての議題一覧があり、各発表者は（比喩的にはブリーフケースの中だが実際にはコンピュータの中に）話すネタを持ってきたという意味で、他の各種会合と大差なく始まった。

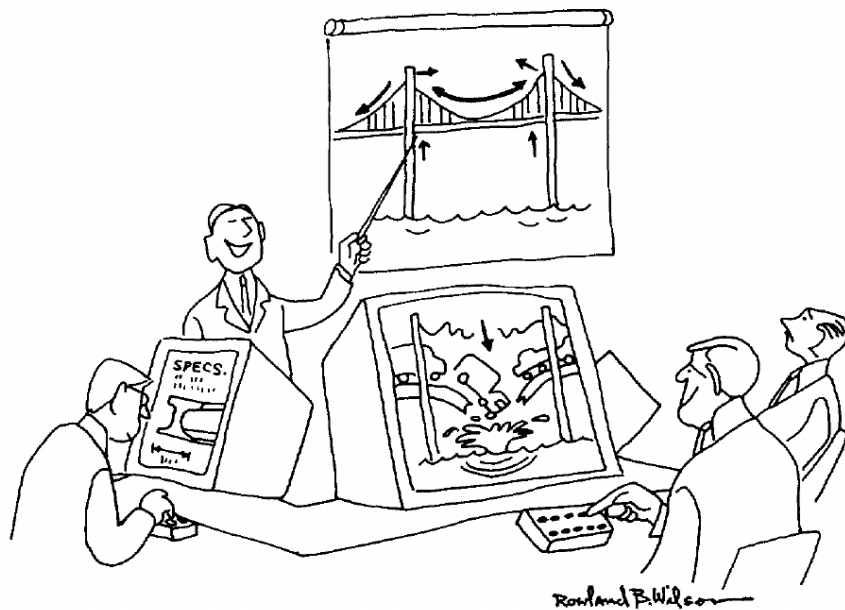
コンピュータシステムは、材料の深さと広がりを検討するのに大いに役立った。事実をつきとめる必要があるときには、もっと詳細な情報を表示できた。関連性と相互の関わりの問題に応えるために、大局的な情報をもっと表示することもできる。このシステムの将来版では、各参加者が自分だけのテレビ画面で、発表に沿って発表者のファイルをめくってみることもできる——こうして、偶発的な質問があっても、発表を中断させて裏付けを求めることなく自分で調べられる。

もちろん、一次データのコレクションは、大きくなりすぎて消化しきれないかもしれない。

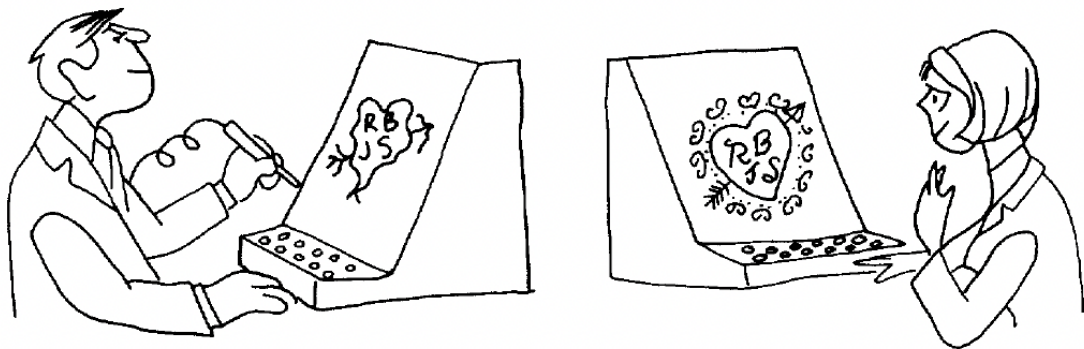
## コミュニケーション装置としてのコンピュータ(1968)

コミュニケーション・プロセスの複雑性が、それに対処する手持ちリソースや能力を超えてしまう時点がいつか生じる。そしてその時点がきたら、人はそれを単純化して結論を引き出さねばならない。

考えて見れば、人は恐ろしいほど早々と極端な単純化をし、拙速に結論を出してしまう。これはそれが非常に重要な影響を持ち、送信設備や情報リソースが傑出している場合ですら生じる。コミュニケーションを行う——理解する——ための深いモデル化は大規模な投資を必要とする。政府ですら、まだそんな費用を出す余裕はないかもしれない。



コンピュータ経由のプロジェクト会議では、発表者の邪魔をして裏付けや説明を求めなくても、一次データを自分で調べられる。



コミュニケーションシステムは、関心の発見と喚起にプラスの貢献をすべきだ。

だがいつの日か、政府はこれが高くても使わざるを得ないことになるだろう。というのもこれまで、互恵的な環境における協働的なモデル化作業としてのコミュニケーション・プロセスの話をしてきたが、非協力的な相手との、あるいはそういう相手についてのコミュニケーションという側面もあるからだ。最近の国際危機の報告からおおむね判断できるように、それぞれの意思決定時点で意志決定者が直面した何百もの選択肢または「ゲーム」における分岐点 (ply) の中で、実際に検討されるのは平均でごく少数、決して数十以上にはならず、行動を採る前に、そうした分岐の中で2、3段以上深く検討できるのはほんの少数でしかない。どちらの側も、相手が何を企んでいるか必死でモデル化しようとした——だがモデル化は時間がかかるし、目先のできごとの圧力で、いかに危険でも単純化せざるを得なくなってしまう。

利害の対立を超えてコミュニケーションしようとする場合でも、協調的な活動を行う場合でも、もっと高速かつ深くモデル化する必要があるのは明らかだ。意思決定プロセス改善の重要性——政府だけでなく、ビジネスや専門職でも——はあまりに大きく、あらゆる努力が求められるのだ。

## コンピュータ——交換機かやりとりの相手か？

集団の意思決定は、ここで論じているようなコミュニケーションの、活発で実行的で成果を生み出す側面でしかないのだと我々は考える。人は単純化しすぎる必要があるという話はした。だがこの論説の主要な論点を単純化しすぎてはいけない。ある特定のデジタル・コンピュータ組織の形は、そのプログラムとデータと共に、モデル化の技に革命を起こすような、ダイナミックで改変可能な媒体となれるし、そうすることで、人々間のコミュニケーションの有効性も改善し、そこにも革命を起こすとさえ言えるのだ、と我々は本気で強く確信している。

だがこの命題にはすぐに、コンピュータだけでは役立つような貢献などできず、今日のプログラムやデータを持つコンピュータは、方向性を示唆して少数の萌芽的な例を提供する以上のことは何もできないのだ、と付け加えねばならない。「コンピュータさえ買えば、コミュニケーション問題は解決しますよ」などということは絶対に言うつもりはない。

だがオンラインで働きコンピュータとインタラクティブに働く体験をした多くの同僚たちと共に、我々がすでに、現在のマシンの不十分さや原始的なソフトを踏まえれば、期待よ



## コミュニケーション装置としてのコンピュータ(1968)

りはるかに高い応答性と作業支援と「パワー」を感じ取っているとは言おう。従って我々の多くは、本当に重要な成果がすでに目前で、それがコミュニケーションの有効性を目に見えて改善させると確信している（なかにはそれが宗教的熱狂の域に達している人もいる）。

多くの通信エンジニアたちも、デジタル・コンピュータのコミュニケーションへの応用に  
ついてすでに興奮している。だが彼らがコンピュータに実装させたい機能は、交換機としての機能だ。コンピュータは通信回線の交換を行い、必要な設定でそれらをつなぐか、メッセージを交換（専門用語では「保存転送」）するかのどちらかだ。

交換機機能は重要だが、コンピュータがコミュニケーションに革命を起こすと我々が言うときに念頭に置いている機能ではない。我々が強調するのは、モデル化機能であり交換機能ではない。いままでの通信エンジニアは、モデル化機能を支援するのは自分の役目ではないと感じていた。インタラクティブで、協働的なモデル機能を作るのは仕事ではないと思っていた。情報の送信と情報の処理は、常に別々に行われてきたし、そのため別々の制度機関の下に置かれるようになった。この2つの技術を融合すれば、強力な知的および社会的な便益が実現する。だが同時に、そうした融合の行く手には、強力な法的、行政的なハードルも待ち構えている。

### 分散化された知的リソース

コンピュータを通じたコミュニケーションの発端を見てきた——同じ部屋、同じ大学キャンパス内、果ては同じ研究開発組織の遠く離れた研究所にあるコンソールに向かった人々のコミュニケーションだ。この種のコミュニケーション——1台のマルチアクセス・コンピュータで電話線を通じて行うもの——は、磁気テープを配達人や郵便経由でやりとりするというコンピュータ・プログラム共有のやり方よりも、協力を促進し、一貫性をもっと効果的に作り出し始めている。コンピュータ・プログラムはとても重要だ。それは単なる「データ」を超えるものだからだ——データを構造化し操作するための手順やプロセスを含んでいるのだ。これは、コンピュータやコミュニケーションのツールや技法の助けを借りて、集約し共有できる主要なリソースだが、集約し共有するよう学べる全体のごく一部ではない。その全体には生データ、咀嚼したデータ、データ——や文書——の場所に関するデータ、そして何よりもモデルに関するデータも含まれる。

コンピュータ支援のコミュニケーションが持つ重要性を理解するためには、「理解質量」

の力学を、創造活動における協力を適用してみてほしい。少しでも意味ある問題を考えてもらえば、その解決策にまともに貢献できる人はごく少数だとわかる。そうした人々は、密接な知的パートナーシップを組ませねばならない。それによりお互いのアイデアをぶつけ合わせるのだ。だが、そうした人々を物理的に1カ所に集めてチームを作らせたなら、問題が生じる。最も創造的な人々は、しばしばチームプレーヤーとしてはあまり優秀ではなく、その全員を喜ばせるほど単一の組織にはトップの地位はないからだ。だが彼らを好き勝手にやらせたなら、それぞれが大小問わずお山の大将となり、問題解決よりも威張り散らすほうにばかり時間を費やすようになる。この主要人物たちは、それでも会議では顔をあわせる。お互いを訪問もする。だが彼らのコミュニケーションの時間スケールは引き延ばされ、心的モデル同士の相関は会合の間に劣化してしまい、一週間のコミュニケーションを行うのに一年もかかりかねない。人々を1カ所に集めることなく、コミュニケーションを促進する別の方法がなければならない。

金に糸目はつけないというのであれば、単一のマルチアクセス・コンピュータで用は足りるが、1台のコンピュータと、専用通信回線をいくつかの地理的に離れたコンソールに張るとなると、どうしてもとんでもない通信費用がかかってしまう。経済的な困難の一部は、現在の通信システムのせいだ。コンピュータがタイプライタ・コンソールからインタラクティブに使われるとき、コンソールとコンピュータの間で送信される信号は、間欠的であまり頻度が高くない。電話回線への継続的なアクセスは必要ないのだ。ほとんどの時間は、そうした回線チャンネルの完全な情報転送レートすら必要としない。

だが困ったことに一般のキャリアは、こちらののぞむようなサービスを提供してくれない——あるチャンネル回線に、短い時間だけアドリブのアクセスを許し、チャンネルを使っていないときには課金しないようなサービスだ。

保存転送メッセージサービス（つまり一瞬だけ保存してすぐに転送する）がこの目的には最高なのだろう。だが一般キャリアが提供するのとは、個人専用利用の回線を構築するサービスで、その期間は最低でも1分だ。

問題がさらにややこしくなるのは、高速で柔軟なグラフィック・ディスプレイを通じたコンピュータとのインタラクションは、ほとんどの場合は低速印字タイプライタを通じたものより遙かに優れているのだが、驚くほどの高速転送速度を必要とする、ということだ。情報の量は必ずしも増えないが、同じ量が高速のバーストとしてやりとりされる——伝統的

## コミュニケーション装置としてのコンピュータ(1968)

な一般キャリアの設備では効果的に扱いきれないものだ。

コンピュータ・システムの要件と、一般キャリアの提供するサービスとの間に不整合があるのは、別に意外でもなんでもないのだろう。一般キャリアサービスは、デジタル通信ではなく音声を扱うために開発されたのだから。それでも、この不一致はいらだたしい。それを克服する最高かつ最速の方法——そして地理的に離れた人々のインタラクティブなコミュニティ発展を進める方法——は、マルチアクセス・コンピュータの実験ネットワークを設置することらしい。そのコンピュータは、多くの利用者の同時並行した間欠的なメッセージを集約して編み合わせ、広帯域の転送チャンネルを連続的かつ効率的に活用し、しかも総費用を大幅に低減できる。

### コンピュータと情報ネットワーク

コンピュータとコンピュータを接続するという概念は、目新しいものではない。コンピュータのメーカーは、すでに数年にわたり相互接続されたコンピュータを設置し、維持するのに成功している。だがほとんどの場合のそうしたコンピュータは、ソフトとハードの両面で互換性のあるマシンの同じシリーズに属するもので、しかも同じ場所に置かれている。さらに重要な点として、相互接続されたコンピュータは David [1] や Licklider [2] が描いたようなインタラクティブで、汎用的なマルチアクセスのマシンではない。インタラクティブなマルチアクセス・コンピュータシステムは増えつつはあるし、来年にはもっと多くのグループがそうしたシステムを使う計画だが、現状ではマルチアクセス・コンピュータのコミュニティはせいぜい半ダースしかないだろう。

こうしたコミュニティは社会技術のパイオニアたちで、いくつかの点でコンピュータ業界の他の人々から飛び抜けている。なぜだろう？ まず、メンバーの一部は計算機科学者やエンジニアで、人間=コンピュータのインタラクションという概念を理解し、インタラクティブなマルチアクセス・コンピュータシステムの技術がわかっている。第2に、それ以外のメンバーたちは別の分野や領域におけるクリエイティブな人々であり、インタラクティブなマルチアクセス・コンピュータ利用が自分の仕事にもたらす有用さを認識し、その影響を感じ取っている。第3に、このコミュニティには大型マルチアクセス・コンピュータがあり、その使い方を学んでいる。そして第4に、彼らの活動は再生的だ。

半ダースのコミュニティで、コンピュータ・システムの研究開発と、重要なアプリケーション

ョン開発は、相互に支え合っている。大量の増えゆくプログラムリソースとノウハウを生み出している。だがこれは発端にすぎない。このコンセプトの潜在力が完全に実現するまでに、ずっと多くのプログラミングとデータ収集——さらに協力のやり方についての大量の学習——が必要となる。

当然ながら、マルチアクセス・システムはインタラクティブに開発されねばならない。構築中のシステムは、開発プロセスを通じてずっと、柔軟でオープンエンドでなければならない。その開発は進化的なものとなる。

こうしたシステムは、小型マシンでチマチマ開発はできない。大規模なマルチアクセス・コンピュータが必要で、これは必然的に複雑だ。実際、こうしたシステム開発における音速の壁は複雑性なのだ。

我々が描くこうした新コンピュータシステムは、インタラクティブ、時分割処理、マルチアクセスといった同じレッテルで広告されている、他のコンピュータシステムとはちがう。そのちがいは、オープンエンド性がずっと高く、もっと多くのサービスを提供し、何よりも利用者の間に、まともに機能するコミュニティ感覚を育むような機能を提供する点にある。商業的に提供されている時分割処理サービスは、まだサンタモニカの SDC、カリフォルニア大学バークレー校、マサチューセッツ州ケンブリッジとレキシントンの MIT にあるインタラクティブなマルチアクセス・システムのソフトウェア・リソースが持つ処理能力と柔軟性——「汎用性」——を提供できない。この新システムは、数年にわたり千人ほどの人々に集合的に提供されてきたものだ。

その千人には、コンピュータ世界で現在進行中の革命の指導者たちもたくさん含まれる。一年以上にわたり、彼らはまったく新しいハードとソフトの仕組みへの移行の準備を整えてきた。その仕組みは現在のシステムよりはるかに多くの同時利用者を可能にして、彼らに——新しい言語、新しいファイル処理システム、新しいグラフィック・ディスプレイを通じ——真に有効な人間=コンピュータ・パートナーシップに必要とされる、高速でスムーズなやりとりを彼らに提供するのだ。

応答時間を短くして会話を自由かつ気楽にするのが重要だということは経験的に示されている。そうした属性は、単一のコンピュータの場合と同じく、コンピュータのネットワークでも重要になるはずだ。

## コミュニケーション装置としてのコンピュータ(1968)

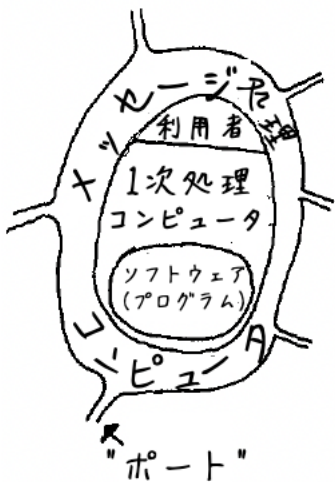
今日、オンライン・コミュニティは地理的のみならず機能の面でも相互に分断されている。メンバーのそれぞれは、自分のコミュニティのセンターとなる設備の処理、保存、ソフトウェア能力をあてにするしかない。しかしいまや別々のコミュニティを相互接続し、彼らを、言わば超コミュニティに変えようという動きが進行中だ。希望としては、相互接続であらゆるコミュニティの万人に、超コミュニティすべてのプログラムやデータ・リソースを提供するというものだ。まずは、そうしたコミュニティを相互接続する方法を示そう。そして、仮想的な人物と、この相互接続されたコンピュータのネットワークとのやりとりを描こう。

### メッセージ処理

マルチアクセス・コンピュータシステムのハードウェアは、中央処理装置（複数も可）、何種類かのメモリ（コア、ディスク、ドラム、テープ）、同時オンライン利用者のための多数のコンソールを含む。それぞれの利用者は、同時に様々な作業に取り組める。こうしたシステムのソフトウェアには、監督プログラム（オペレーション全体を制御）、利用者の命令を

解釈し、ファイルを扱い、情報をグラフィックや文字で表示するシステムプログラム（マシンの言語に詳しくない利用者でも使えるようにする）、利用者自身が作ったプログラムやデータが含まれる。人間、ハードウェア、ソフトウェアの集合体——つまりそのマルチアクセス・コンピュータとその場の利用者コミュニティ——は、地理的に分散したコンピュータ・ネットワークのノードなる。仮に、そんなネットワークが作られたとしよう。

ノードの中には  
何がある？

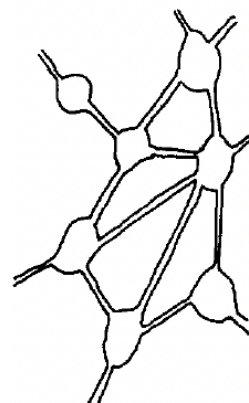


ノードのそれぞれには、小型の汎用コンピュータがある。これを「メッセージ処理装置」と呼ぼう。あらゆるノードのメッセージ処理装置は相互につながれ、高速の保存転送ネットワークを形成する。各ノードにある大型マルチアクセス・コンピュータは、そのメッセージ処理装置と直結している。メッセージ処理装置のネットワークを通じて、あらゆる大型コンピュータは相互に通信できる。そしてそれらを通じて、この超コミュニティの参加者すべては他の人々やプログラム、データ、そうしたリソースの希望の組み合わせとコミュニケーションが取れる。メッセージ処理装置はすべてほぼ同じなので、そのままだと酷く不均質な状況に、ある種の均質性をもたらしてくれる。これがあるおかげで、多様で互換性の低いコンピュータの間に、ハードとソフト両面の互換性が促進されるからだ。メッセージ処理装置同士

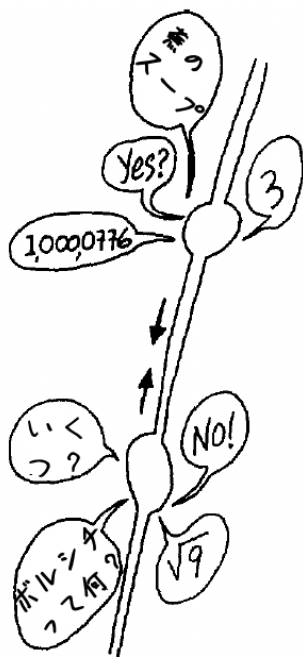
\*  
オペレーティングシステム  
グラフィックディスプレイ  
インタープリタ  
利用者のプログラム  
ファイルその他

のリンクは、共通キャリアが提供する送信と高速デジタル交換設備となる。これでメッセージ処理装置のリンクが、需要にあわせて再構成できるようになる。

メッセージというのは、あるマルチアクセス・コンピュータから別のものへと流れる「ビット」の短いシーケンスと考えればいい。そこには2種類の情報が含まれる。制御とデータだ。制御情報は、出所から目的地までのデータ送信を導く。現在の送信システムでは、ほとんどのコンピュータ利用のためにはあまりにエラーが多すぎる。しかし、エラー検出とエラー修正または再送信手順をメッセージ処理装置で使うことで、「ビット」の多くが途中のあちこちでおかしくなっても、メッセージを目的地に無傷で配信できる。要するに、メッセージ処理装置はシステムの中で交通方向指示、交通管制、修正役を果たすわけだ。



全ノードは  
メッセージ  
プロセッサ經由で  
相互に  
つながれる



現在では、ある施設で、あるメーカーのコンピュータで作られたプログラムは、他の施設の他のメーカー製のコンピュータでは、あまり役に立たない。遠くにプログラムがあると(苦労して)知ってから、それを入手し、理解し、自分のコンピュータ用にコーディングしなおさねばならない。この費用は、新しいプログラムをゼロから書くのと大差なく、このためほとんどのプログラムは実際に自分でプログラムを書く。全国で見れば、この年間費用は莫大なものだ。これに対し、インタラクティブなマルチアクセス・コンピュータシステム内では、あるノードの人物は、別のノードで動いているプログラムにアクセスできる。別の言語で別のコンピュータ用に書かれたものでもそれが可能なのだ。

あるノードの対は  
関心のちがう  
複数利用者の  
別々のメッセージを  
いくつも  
やりとりできる

遠隔ロケーションでプログラムを使うのが現実的だと示したのは、カリフォルニア州サンタモニカのシステムズ・デベロップメント社(CDS)のAN/FSQ-32コンピュータと、大陸をはさんだマサチューセッツ州レキシントンのリンクカーン研究所にあるTX-2との接続で実証された。TX-2グラフィック・コンソールに向かった人物は、SDC 独自のリスト処理言語を活用できる。その言語をTX-2用に翻訳すると、とんでもなく高くついてしまうのだ。こうした多様なコンピュータ14台のネットワークで、そのすべてがお互いのリソースを共有できるというものが、いまや国防省の高等研究計画局(ARPA)とその契約業者たちとの間で計画されている。

システムのデータ管理方法は、他の多くの人とやりとりして働く利用者にとって決定的

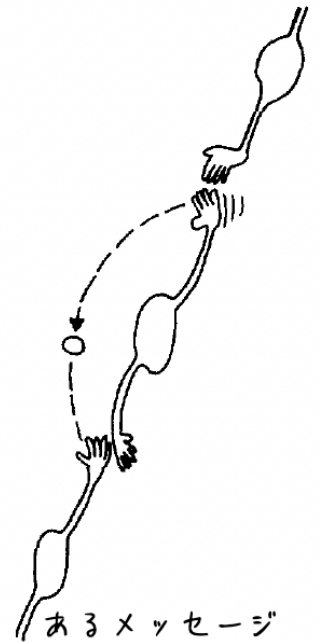
## コミュニケーション装置としてのコンピュータ(1968)

なものとなる。一般に有用なデータを、アクセス統制がかかっていな限りは、公共ファイルに入れるべきだ。だが各利用者は、自分の個人ファイルは完全に自分でコントロールできるべきだ。それぞれのファイルに対する「鍵」を決めてそれを配布し、それ以外の万人がそれにアクセスできないようにする選択肢も行使できる。あるいは、だれでも「読める」がそれを編集したり、実行したりはできないようにする。あるいは、選ばれた個人や集団が、それを実行はできるが読めないようにする、といった具合——好きだけ細かく指定もできるし、またおおざっぱにまとめた指定もできる。システムは、全体としての情報ベースの中で、グループや組織のファイルを作れるようにしよう。

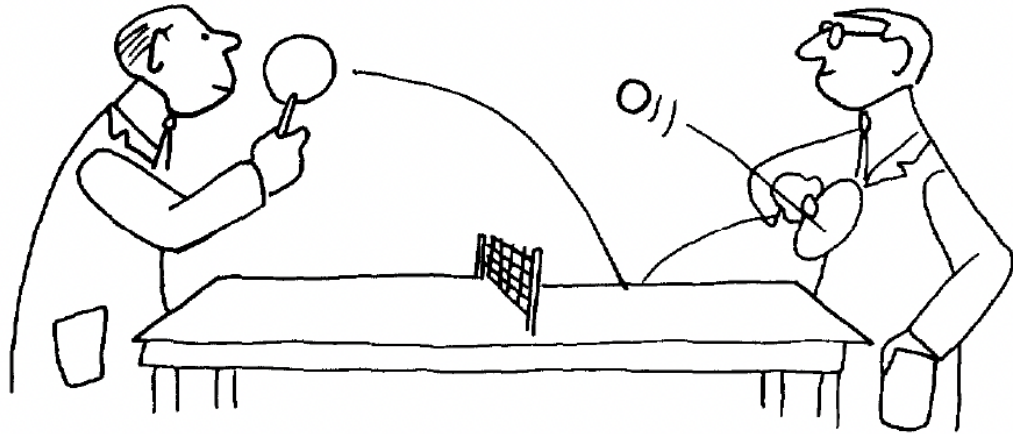
新しいマルチアクセス・システムのうち、少なくとも1台はこうした特徴を示す。これまで述べた研究センターのいくつかでは、情報のセキュリティとプライバシーが積極的な懸念事項となっている。それが本来受けるべき注目を得るようになってきているのだ。

マルチアクセス・システムでは、コンピュータを同時に使ってよいコンソールの数は、利用者のジョブがコンピュータにかかる負荷次第だし、その負荷が変われば自動的に調整される。今日稼働している大規模な汎用マルチアクセス・システムでは、普通は20-30人の同時利用者をサポートできる。利用者の一部は低水準の「アセンブリ」言語でさぎょうをして、一部は高級「コンパイラ」や「インタープリタ」言語を使う。それと平行して、データ管理およびグラフィカルシステムを使う人もいるだろう。ほかにもある。

だが話を仮想的な利用者に戻そう。コンソールのまえに座る。それは端末キーボードにかなり低速のプリンタがついたものかもしれない、高度なグラフィック・コンソールかもしれない、その中間に位置する様々なデバイスかもしれない。その人は地元コンピュータに電話をかけて、名前、問題番号、パスワードをモニタプログラムに提示することで「ログイン」する。そして公開プログラムか、自分のプログラムか、使ってよいと言われた同僚のプログラムを呼び出す。モニタはその人をそれとリンクさせる。そしてその人は、そのプログラムを通じてコミュニケーションを行う。



あるメッセージ  
プロセッサは  
別の2つの  
メッセージ  
プロセッサを  
つなぐ  
伝達役に  
なれる



インタラクティブなコミュニケーションは、短い瞬発的な対話で構成されるが……

その利用者（またはプログラム）がネットワーク上のべつのノードにあるサービスを必要とするとき、適切なコンピュータと必要プログラムのIDを入力することでサービス要求を行う。必要なら、そのデータを突き止めるのにコンピュータ化したディレクトリを使う。その要求はメッセージ処理装置（複数かもしれない）にほんやくされて、そのリモートコンピュータのモニタが必要とする厳密な言語になる。これで利用者（またはその手元のプログラム）とリモートプログラムは情報交換ができる。

情報の転送が完了すると、利用者（または手元のプログラム）は再びメッセージ処理装置を使い、リモート・コンピュータを切り離す。商業システムなら、リモート・プロセッサはこの時点で費用情報を記録して、請求に使う。

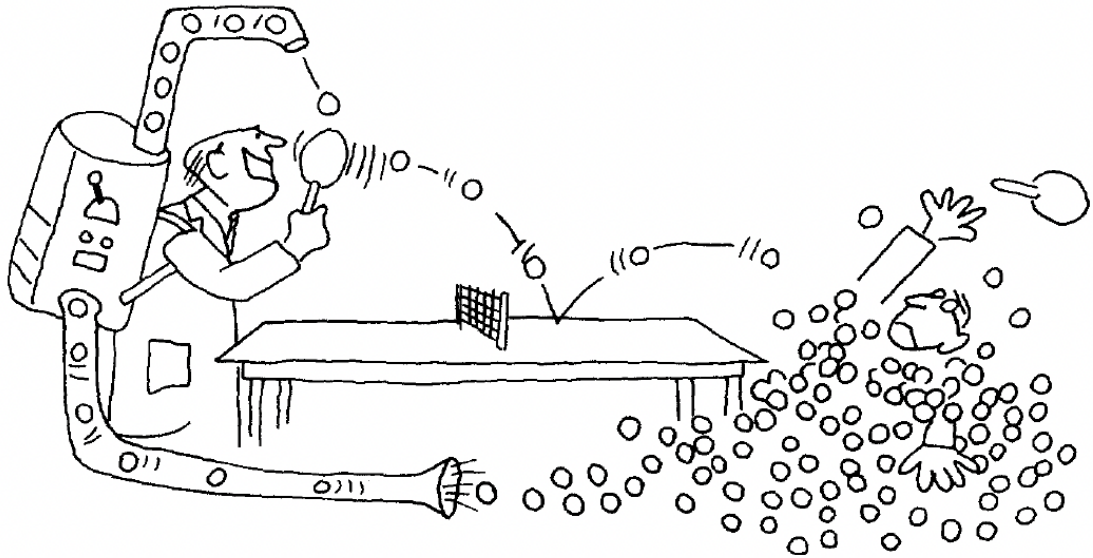
でも、お高いんでしょう？

課金の話が出たところで、重要な話が出てくる。コンピュータや長距離電話は「高価」なイメージがある。「オンライン・コミュニティ」という発想に対する標準的な反応としては「そりゃすごそうだけど、お高いんでしょう？」というものがある。

この問題を考えるため、少し計算してみよう。コンピュータ支援コミュニケーション費用の主要な費目は、そのコミュニケーション者の給料を除けば、コンソール、情報処理、データ保存、創始、支援ソフトの費用だ。それぞれの区分で考えられる費用は、使われる設備やプログラムやサービスの高度さ、カスタム製品か量産品かにも応じて大きく変わる。



## コミュニケーション装置としてのコンピュータ(1968)



……大声で一方向的に延々と語るだけではコミュニケーションは破壊される

利用者一人あたりの一時間あたり費用をざっと推計すると、次のような数字が出る。コンソール1ドル、その人のプロセッササービスのシェア5ドル、データ保存0.7ドル、一般キャリアからリースした回線を通じた転送3ドル、ソフトウェアサポート1ドル——縮めてコミュニケーション者一人一時間あたり11ドル弱となる。

この結果の根底にある、明らかに断言不能の唯一の想定は、その人のコンソールと個人ファイルが月に160時間使われるという部分だと思う。それ以外のすべての費目は、他のみんなと共有されるものと想定している。そして経験から見て時分割処理は平均で、ここで想定した月に160時間よりも少し高めの利用をもたらず。だがコンソールと個人ファイルは個人の問題解決や意思決定にも使われる費目だという点に留意しよう。そうした活動はコミュニケーションとあわせれば、まちがいなくオンライン重役、科学者、エンジニアの労働時間の少なくとも25%は占めるのはまちがいない。コンソールとファイルの稼働率を月160時間の四分の一に引き下げたら、総費用水系は1時間あたり16ドルとなる。

仮に\$16/時間のインタラクティブなコンピュータ・リンクが、マサチューセッツ州ボストンとワシントンDCの間に設置されたとしよう。\$16/時間はお高いだろうか？ まずこれを通常の電話通信の費用と比べて見よう。長距離電話の割引通話料を活用しても、日中の直通の局間通話料よりは低い。旅行費用を比べよう。ボストンからワシントンの朝便に乗り、夜便で戻ったら、航空券とタクシー代で64ドルほど、さらに早朝と晩の4時間を移動に使う

ことになる。その4時間がそれぞれ16ドルの価値なら、ワシントンでの8時間の総費用は128ドルだ——つまりは1時間16ドル。もう1つ別の見方をしよう。もしコンピュータ支援のコミュニケーションが時給16ドルの人の生産性を倍増させたら、我々の推計によれば、それをいまずぐ買う費用に見合うものとなる。だからコンピュータ支援コミュニケーションが経済的に引き合うと論じる根拠はある程度存在することになる。だが確かに1時間16ドルという数字は高く思えるのは認めねばならないし、この数字に依存した議論はしたくない。

ありがたいことに、そんなことをする必要はない。我々が構想しているシステムはいまの時点では買えないからだ。この時間軸は、費用面について本当の楽観論の基盤を提供してくれる。最初のインタラクティブなコンピュータ・ネットワークを、実験活動としてあり程度の水準まで引き上げるには、少なくとも2年かかる。稼働システムは、みんなが便乗しようとすれば、たった6年で臨界規模に達するかもしれないが、それより近い時点について費用推計をしても意味はない。だから6年を目標としよう。

コンピュータ業界では、情報処理1単位の費用とデータ保存1単位の費用はここ20年にわたり、2年毎に半減以上という勢いで低下している。6年たてば、半減が少なくとも3回起きるから、1ドルの費用は12.5セントに落ちる。3回半減すると、情報処理の費用（ここでの想定では1時間5ドル）が1時間65セント以下となる。

こうした能力の発達に、費用低減が伴えば、コンピュータ設備の価格が下がるほうが、それを活用するみんなの能力が整うよりも早いだろうと我々は考える。我々が懸念する唯一の分野は、コンソールとデータ転送だ。

コンソールのブイヤでは、かなりの競争がある。多くの企業がコンソール宝くじに参加しており、その数は増える一方だ。競争欠如は問題ではない。問題は、ニワトリと卵の問題だ——工場でも市場でも。少数の企業が量産の覚悟を決めたら、満足できるコンソールの費用はかなり低下してマス市場ができる。大規模なオンライン・コミュニティがすでに存在していたら、そのマス市場が量産を惹きつける。だが現状では、量産企業もないし、マス市場も存在せず、結果としてインタラクティブなオンライン・コミュニケーションに適した低価格コンソールは存在しない。

転送の分野での困難は競争の欠如かもしれない。いずれにしても、転送の費用は処理と保

## コミュニケーション装置としてのコンピュータ(1968)

存の費用ほどの下がり方にはとても及んでいない。また、我々があるべきだと思ふほどの速度でも下がっていない。人工衛星の到来でさえ、費用は半分も下がっていない。この事実で即座に困難が生じるわけではない。なぜなら（距離がきわめて大きくない限り）転送費用はいまや最大の費目ではないからだ。だがこの調子でいくと、6年でそれが最大の費目になってしまう。この見通しは大きな懸念材料だし、運用上の重要性を持つインタラクティブなネットワークや、重要なオンライン・コミュニティの短期的な実現という希望に対する最大の障害となっている。

### オンラインのインタラクティブ・コミュニティ

だが楽観的になろう。オンラインのインタラクティブ・コミュニティはどんなものになるだろう？ ほとんどの分野では、地理的に分断されたメンバーで構成されるだろう。ときには小さなクラスターを作ることもあるし、個別に働く人もいる。これは共通の場所ではなく、共通の関心のコミュニティだ。それぞれの分野で、関心コミュニティ全体は、包括的なその分野指向のプログラムやデータシステムを支えられるほど大きなものとなる。

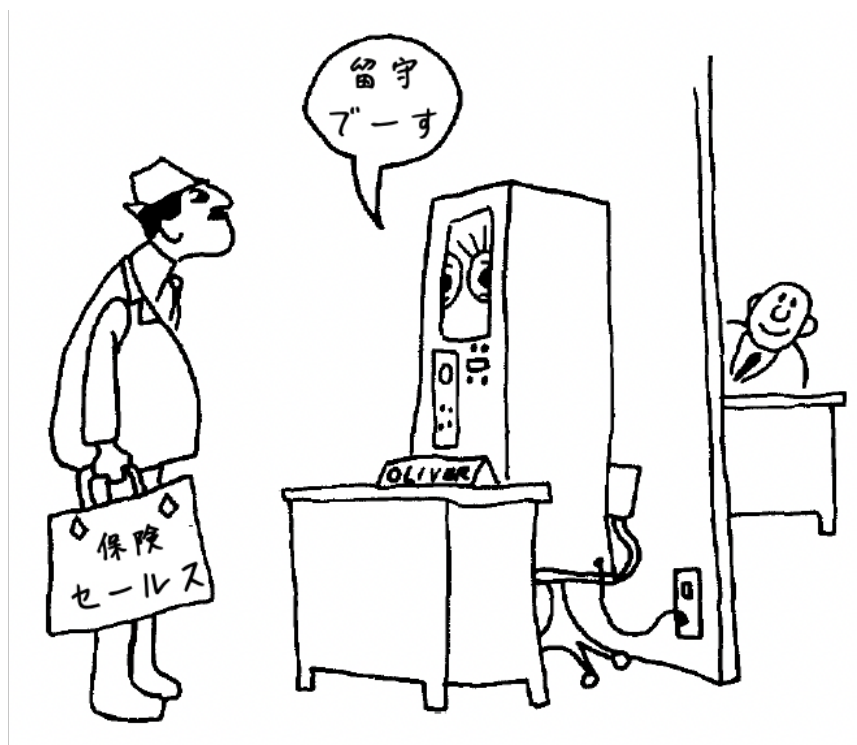
それぞれの地理的セクターで、利用者総数は——関心領域すべてを総計すると——広範な汎用情報処理と保存設備を支えるだけの規模を持つ。そのすべては電気通信チャンネルで相互接続される。その全体は変化しやすいネットワークのネットワークを構成する——内容も構造も絶えず変わり続けるのだ。

その中には何が入るだろうか？ いずれ、その費用に見合うだけの十分な影響を持つ情報のやりとりすべてが収録されるだろう。あらゆる秘書のタイプライター、各データ収集機器、いやあらゆる口述マイクですらそのネットワークにデータを提供する。

人は自分で手紙や電報を送ったりはしなくなる。単に自分のファイルとリンクすべきファイルの持ち主を調べ、それをどこにリンクするかを指定する——ついでにどれほど急ぎかを示す係数も指定する。電話を自分でかけることもなくなる。ネットワークにコンソール同士をリンクさせろと言うだけだ。

純粋な仕事の出張もめったになくなる。コンソールをリンクさせるほうがずっと効率的だからだ。知的コミュニケーションを目的として他の人を実際に訪問するときには、両者とも2つの場所のコンソールに向き合い、対面と同じくそのコンソール経由でもやりとりを

行う。ダグ・エンゲルバートの会合から我々が引き出したものが正しければ、コンピュータ支援のテレビ会議での時間がずっと増え、会合への移動時間はずっと減る。



コンピュータはその人にとっての重要人物がわかっているので、うるさい世間から守ってくれる

オンライン・コミュニティと各人のやりとりできわめて重要な一部は、その人の OLIVER に仲介される。OLIVER という略称は、この概念創始者であるオリバー・セルフリッジを讃えてのものだ。OLIVER は「オンラインのインタラクティブ代理広報対応者 (On-Line Interactive Vicarious Expediter and Responder)」であり（というか実現すればそうなる）、ネットワーク上に存在して、そのご主人にかわって行動し、当人が対応しなくてもよい多くの細かい話を処理してくれて、うるさい世間からの防波堤役となる。「それって秘書だろ」と言うだろう。が、ちがう！ 秘書が OLIVER を持つのだ。

命令 1 つで、OLIVER はその人のやること、読むもの、買う物、買う場所についてメモを取る（あるいは指示に応じて取らない）。だれが友人か、ただの知り合いかも知っている。その人の価値構造を理解し、だれがその人にとって重要人物か、だれのために、どんなことなら、どんな優先度でやるかも知っているし、だれがその人の個人ファイルにアクセスできるかも知る。独占情報に関する組織のルールや、セキュリティ分類に関する政府のルールも承知している。

## コミュニケーション装置としてのコンピュータ(1968)

OLIVER プログラムの一部は他の人たちの OLIVER と共通している。また一部はその人のため、あるいはその人自身によりカスタム開発されるか、あるいはその人にサービスする経験に基づく「学習」を通じて独自性を発達させる。

ネットワークの内部には、定期的にサブスクする機能やサービスが生まれ、また必要に応じて呼び出すものもある。前者は、投資ガイド、税務相談、自分の専門分野における選択的な情報配信、興味ある文化やスポーツや娯楽イベントの発表などだ。後者は、辞書、百科事典、索引、カタログ、編集プログラム、教育プログラム、試験プログラム、プログラミング・システム、データベース、そして——最も重要な——コミュニケーション、ディスプレイ、モデル化プログラムなどとなる。

こうしたすべては——ネットワークの歴史で今後のどこかで——システム化され一貫性を持つようになる。ある基本的な言語 1 つだけでかなりのところまで用が足り、そこから先は、処理能力や簡潔さを求めて専門化した言語を選ぶことになる。

人々が「コンソールで」「ネットワークを通じて」情報作業を行うとき、電気通信はいまの対面コミュニケーションと同じくらい、個人の作業の自然な延長となる。この事実と、コミュニケーション・プロセスの大きな支援の影響は、きわめて大きなものとなる——個人にとっても社会にとっても。

まず、オンラインの個人にとっては人生が幸福になる。最も強くやりとりをする相手は、偶然や距離の近さよりも、関心や目標の共通性で選ばれることになるからだ。第2に、コミュニケーションの効率は高まり、したがってもっと楽しいものとなる。第3に、多くのコミュニケーションややりとりは、プログラムやプログラムされたモデルを相手とするものとなり、これは (a) きわめて即応性が高く、(b) 自分の能力と競合するよりそれを補うものとなり、(c) 次第にもっと複雑な考えを、同時に構造の全レベルを提示する必要なしに表現できるようになるからだ——したがってそれは、取り組み甲斐があり、報いも大きなものとなる。そして第4に、万人が（コンソールを入手できれば）自分の天職を見出す機会が大量に生じる。というのも情報のあらゆる世界が、その分野や領域のすべて、目の前に開かれるからだ——しかも探究を支援して導いてくれるプログラムも整っている。

社会にとっての影響の良し悪しは、主に1つの質問にかかっている。「オンラインに行く」

のが特権となるか権利となるか？もし人口の中で「知能増幅」の恩恵を享受できるのが、優遇された一部だけなら、ネットワークは知的機会の幅の中での断絶を悪化させかねない。

その一方で、ネットワークのアイデアが、教育にとって少数の人が(具体的な詳細計画はなくても)希望として抱いていること実現し、万人がそれに積極的に反応してくれたら、人類への恩恵はまちがいなく計り知れないものとなる。

失業もこの世から永遠に消えうせる。なぜなら、ネットワークのソフトをあらゆる新世代のコンピュータすべてに適応させるという作業の莫大さを考えてみよう。その新世代はますます急速に登場するようになり、やがて世界の全人口は、オンラインのインタラクティブなデバッグ作業の、無限のクレッシェンドに追われる羽目になるのだから。

## 謝辞

Evan Herbert がこの記事編集し、ボストンのリックライダーと、ワシントンのテイラーの執筆中のつなぎ役を務めた。

Roland B. Wilson が元の記事についたマンガを描いた。

(訳者注：イラスト内の文の大半は、 [Cockatrice Digital](#) のフリーフォント「[适当ポエム](#)」で翻訳)

## 参考文献

[1] Edward E. David, Jr., "Sharing a Computer," *International Science and Technology*, June, 1966.

[2] J. C. R. Lickliger, "Man-Computer Partnership," *International Science and Technology*, May, 1965.