

まとめと展望



稲垣 康善 Yasuyoshi Inagaki
豊橋技術科学大学 理事・副学長

1. 新生情報科学技術への道を目指して議論したKフォーラム

情報科学の萌芽の時代からすでに半世紀以上が経ち、情報技術なしでは現代社会が考えられないような今日の状況ではあるが、パソコンや携帯端末を始め種々の情報機器が身の回りに溢れ、ITバブルの崩壊とか、ネット犯罪からの批判とか、IT技術に対する多くの負のメッセージも加わり、1960年代のようにコンピュータがあるだけで情報やコンピュータに学生たちが興味をいだくような時代ではない。しかし、情報、エネルギー、物質はこの世の存在を支える基本軸であり、情報技術は、時代は変わっても、人が生き社会が成り立っていく上で、欠かせない技術である。将来にわたって情報科学技術の研究開発を先導することの重要性を、そしてプラス・イメージの情報科学への大きな夢を、次代を担う若者に語り継ぐことが求められていると、このところ考えていた。

幸いにして、(財)栢森情報科学財団のサポートで開催されてきているKフォーラムの第7回(2007年)と第8回(2008年)が、新生情報科学を目指した討論を目的に企画された。これらの2回のKフォーラムは、いずれも、8月の第1週の週末、第7回は9日(木)から11日(土)、第8回は7日(木)から9日(土)に、情報科学の第1線で活躍の研究者が飛騨高山に集まって開催された。論談風発、活発な議論が展開された。

Kフォーラム実行委員会世話人代表の福村晃夫先生の「はしがき」にあるような経緯(いきさつ)で、本論集が形になった。両フォーラムの開催趣旨をそのまま以下にとどめておくのも本論集の論文を読む上で役立つであろう。

第7回のKフォーラムは、「情報科学のルネッサンスを語るーそしてこれを若者にどう語り継ぐかー」と題して、次のような開催趣旨(開催要領の趣旨を引用)のフォーラムであった。

「情報科学の萌芽の時から半世紀余が過ぎ、IT技術なしには現代社会が考えられないような昨今のありようであります、ムーアの法則に支配されてチープ革命はこれからも続き、今の流れがすぐに変わるとは思われません。一方、成熟したと思われている今の情報科学を取り巻く状況は、ユビキタス、情報ネットワーク、セキュリティ、E-サイエンス、ウェブ、メディア、バイオインフォマティクスなど、なかなか華やかであります。しかしIT依存になつたいまの世相を見ると、多くの人々は作られたITの壁のこちらに安住して、ただ便利と利益を追い、批判と創造の精神は失われて、世の中はかえって暗黒の時代に突入するとさえ危惧されます。今後果たして情報科学の学問が深められ、新生情報科学の芳香が若い学生を魅了することができるようになれるか、情報科学の行く道も気にかかります。

情報科学の研究の第一線でご活躍の研究者にフォーラムの形でお集りいただき、我が国的情報科学技術の研究、情報教育の目指す方向、IT社会のゆくえ、などなど日頃感じておられることを、自由にご発言ご討論いただこうという趣旨であります。」

そして、第8回Kフォーラムは、第7回のKフォーラムの議論を踏まえ、「情報科学技術とReality」と題して、つぎのような趣旨で開催された。

「物の存在、数の存在、記号の存在、命題の真偽、推論の真偽、文の意味、状況の意味、行為の正当性等など、これらはすべて情報科学が係ることがらであり、科学における推論、技術による操作が行われるときは、これらのことがらの奥底には事実、現実、無矛盾、無誤謬、合目的といった広い意味での、われわれの存在自身を支えるRealityが約束されており、そのことが追及されているように思われます。

Realityの中には、例えば整数の存在のように神が与えた恒真、不变とみなされるものもありますが、一般には、これは社会、文化に強く依存し、時代相の中には、今の世相のように、価値観の多様化、あるいは揺らぎによって、Realityの喪失が疑われるときもあります。さらには、近未来においては、技術革新より「超現実」的なコンピュータやアンドロイドの出現も予想されております。このような先行きの見え難い時代を前向きにとらえて、情報科学技術はいまこそ何をなすべきかを論じたいと思います。」

2. 情報科学技術とリアルワールド

1940年代から急速に発展した情報科学技術を振り返ってみると、その基礎は、情報(インフォーメーション)の輸送(コミュニケーション)、蓄積(データベース)、加工(コンピュテーション)の技術であった。エントロピーでもって、情報の量を測り、0、1の系列で情報を表現した。記号の並びで情報を表し、情報の伝達、記憶の道具やシステムの効率評価の基礎を与え、記号列の操作、変換で計算を実現した。

このような出自の情報技術(IT技術)は、当然のこととして、現実の世界を写した仮想の世界の技術である。どのような現実を写像するかでそれがなすことが決まる。本来、IT技術は道具であった。しかも現実から仮想への射影さえできれば、万能な道具である。

最近のバイオインフォマティクスでは、コンピュータの中に仮想的人体を作ることが一つの大きな目標になっていると聞く。すべての生物はタンパク質の「組み合わせ」で作られており、

その組み合わせとは、情報に他ならず、何かの言語で抽象化して扱うことが可能なはず、というのである。勿論、それを現実にするには、人体を構成するタンパク質、その働き、その関連、等々の現実を書きねばならない。この組み合わせの世界は想像を絶するような複雑さを持っているに違いない。勿論このような複雑な組み合わせ的巨大有機体、システムを扱うには、新しい学問体系が必要になろう。リアルワールドを離れて情報技術だけがあるわけではない。

本論集の話題は、言語生成、集合知、ロボットサイエンス、身体性と、いずれも人と人が生活する時空間のリアリティに関連する。

言語生成の論理モデルは、情報科学や言語学だけでなく、脳科学、社会情報学、さらには人類学の課題につながる。実世界の言語モデルは、リアルワールドをコンピュータの中に写しその上で仕事をしようとするとき必須の課題であり、これ無くしては始まらない。実世界は一筋縄でとらえるのは難しい複雑な構造をしている。

社会は、人の集りから成り立っている。人の集まりの中にあって、個々人の「知」はネット化され、集合知を形成する。「3人寄れば文殊の知恵」と古来言われているが、インターネットの著しく普及した社会の集団の知は、大きな課題である。Collective Intelligenceすなわち集合知は、心理学、認知科学、政治学、ひいては人文社会科学全般につながる大きな課題である。

ロボットサイエンスは、情報科学と工学的技術の総体にかかる課題であり、ロボットを通じた人間理解へのアプローチでもある。「ロボットを作り、利用する」ことからロボットの科学まで、さらには人間存在の問題まで係わる科学である。

リアルワールドに、情報科学技術の限りない発展の源を見つけることができよう。

3. 展望

情報技術の黎明期、50年前の興奮が今の若い研究者の中にあるだろうか。電気通信学会の1963年11月号はオートマトン特集号であった。オートマトン、人工頭脳、定理自動証明、機械翻訳、パターン認識、情報検索と、今日でも目標でありつづけているテーマがならんでいた。そのころを思い出してみると、コンピュータは、商用のトランジスタ・コンピュータが世に現れたとはいえ、今のそれに比べれば玩具のようなシステムであった。そうして高価で容易に手に入らない存在であった。それにも関わらず人々は無限に夢を広げていた。

昨今、コンピュータは当たり前のものになってはいるが、これからも情報技術は社会基盤を支える技術としてますますその重要性を増していくであろう。そのための研究も技術開発も大切である。さらには、長期展望も欠かせない。若き研究者に興奮を覚えさせ、躍動感の溢れる研究活動を誘導するようなグランド・チャレンジが欲しい。良い長期目標があれば、自然にその分野は力強い活性を呈するであろう。

良い長期目標はどのような特性持つべきか。まず第1には分かりやすいこと。目標は単純明快が望ましい。ワン・センテンス、せいぜいワン・パラグラフで十分である。明快に述べれば仲間が得られる。友人や家族に自身の研究を分かりやすく語ることができる。これは素晴らしいことである。第2にチャレンジングであること。どのようにすれば目標が達成できるのか明らかでないのは当然である。苦難をこえて歓喜にいたれ。困難を克服して目標に達すれば、そ

の喜びも大きい。第3に有用であること。その目標が達成された暁には、その成果が広く多くの人々にとって、有用であること。第4に目標に対する研究の進展の程度がテスト可能であること。いつになれば、また、なにを克服すれば、目標を達成できるか、を言うことができるとい。第5に漸増的であること。その目標には、中間的な道標があり進展の度合がその道標で計れるとよい。それらの道標が示す小さなステップが多くの研究者を前進させる。こんなグランド・チャレンジングな目標を持ちたい。

Journal of the ACM(米国計算機学会論文誌)の2003年1月号はACM創立50周年記念号[1]であった。創立以来の50年を振り返るとともにこれから50年の課題を論じている。これまでコンピュータ科学を開拓し先導してきた研究者たちの展望である。

その中で、1999年Turing賞を受けたJim Grayは、12の課題を示している。

(1) Scalability (スケーラビリティ)

ハードウェア・アーキテクチャー、ソフトウェア・アーキテクチュアとともに、その機能（記憶容量、処理速度をともに）を現在の100万倍にすること。

(2) Turing Test (チューリング テスト)

少なくとも30%の勝率でイミテーションゲームに勝つことのできるコンピュータシステム。

(3) Speech to text (スピーチからテキストへ)

母語話者と同じように聞くことのできる機械。

(4) Text to speech (テキストからスピーチへ)

母語話者と同じようにしゃべる機械。

(5) See as well as a person (人と同じように見る)

物や動きを人と同じように認識する機械。

(6) Personal Memex (個人用Memex)

その人が見たり聞いたりするすべてのことを記録して、必要な時に何でも検索して提示できる個人用の機械。

(7) World Memex (全世界Memex)

テキストコーパスが与えられれば、問題のテキストについて、その分野のエキスパートと同じように、質問に答え、またその要約を正確に早く作成できる機械。音楽、映像、映画に対しても同様にできる機械。

(8) Telepresence (テレプレゼンス)

遠隔操作感覚。離れた所にいても、そこにいるかのような見聞き、そこにいるかのような振る舞い、また、ふれ合いをシミュレートすること。

(9) Trouble-Free System (無故障システム)

何百万の人々が毎日使うが、一人のパートタイマーで管理運営できるシステム。

(10) Secure System (安心安全なシステム)

認証された人だけにサービスが提供され、認証されていないユーザーから妨害されない、また、情報漏えいのないシステム。

(11) Always Up (常時利用可能なシステム)

100年に1秒以下のダウンタイムを保証するシステム。

(12) Automatic Programmer (自動プログラマー)

以下の3条件を満たす仕様記述言語ないしはユーザー・インターフェイス。

- (a) プログラム設計の表現を今の1000倍容易にできる
- (b) コンピュータでコンパイルできる
- (c) いかなるアプリケーションも記述できる

また、システムは、ユーザーに面倒をかけずに、アプリケーションを検証し、例外や不完全な記述について質すことができるとよい。

これはチューリング賞受賞講演の要約からの資料とのこと。それから10年が経つが、状況はそれほど技術進歩があるようには見えない。唯一、Googleの世界が、7番目の全世界Memexへの接近を見せているか、という程度であろう。

また、J. MacCarthyは、次のような課題を提示している。

- (1) 人一レベルのAIとそこへの道筋、
- (2) プログラムが書物から学習することのできるレベルのAI、
- (3) 人や他のプログラムと相互に作用できるプログラムの仕様化、
- (4) プログラムが発注者の仕様を満たしていることの証明、
- (5) ユーザーがユーザー自身のコンピュータ環境を完全に制御できることにすること、
- (6) プログラミング言語にその言語自身の抽象シンタクスに対する基本操作を付与すること、
- (7) 計算に関して、シャノンの通信路符号化定理に対応する定理の証明

さらには、Tony Hoareは、コンピュータ科学におけるチャレンジングな馴染みの課題の例として、

- (1) $P \neq NP$ の証明 (未解決)
- (2) Turingテスト (優れてチャレンジング)
- (3) コンパイラの検証 (1970年代に放置)
- (4) チャンピオンに勝つチェスのプログラム (達成)
- (5) プロ・レベルの囲碁プログラム (困難)
- (6) ロシア語・英語自動翻訳 (1960年代に失敗)
- (7) Webの進化の数学モデル (新)
- (8) 盲導犬に代わるウェアブルコンピュータ (新)

などを列挙した上で、「コンパイラの検証」をグランドチャレンジングな課題として検討し、いまや、これまで実際的なプログラム検証の進展を阻んできた要因のほとんどがかつてほど厳しいものでなくなっていると、技術の現状を分析している。

これらの他に12人が、ほとんどはTuring賞受賞者であるが、幾つかのチャレンジングな課題を提示している。機械の知能は、人の知能にどこまで近づけるか、共通したテーマであると知られた。計算理論では、 $P=NP?$ 問題、計算複雑さの階層構造、量子計算、古典力学世界におけるChurch-Turingの定立、など、よく知られてはいるが、挑戦すべきこれからの課題とし

て挙げられている。

これらの課題の答えいはずれ見つけられようが、その過程は、決して平坦ではないだろう。幾つかのブレーク・スルーを経験しなければなるまい。また、そこに、新しい沃野が広がっていると期待したい。

ところで、もう少し技術的で身近の課題ではどうだろう。トヨタ生産方式の生みの親の大野耐一は、「常識は常に間違っている」と言ったという。常識で物事を考へるのでなく、現場を見て何が真に必要かを明らかにすることこそが効率的な生産システムに繋がるというのである。現実を観察、分析する、そこから新しい世界が生まれる。

現に、情報技術は飽和点まで達し十分でありこれ以上の技術開発はもうよいのではないかと思う向きがあるかもしれない。しかし、本当にそうか。現在のコンピュータは、インテルのチップ、マイクロソフトのOS、オラクルのデータベースに支配されている、と言っても過言ではあるまい。いまのパソコン、便利だと言っても、立ち上げるのに時間がかかり、イライラを経験された方も多いだろう。また時として突然固まって再起動をかける羽目になることも稀ではない。現在のリレーションナル・データベースは論理的にきれいでパフォーマンスも良いが、わずかな例外や変更によってデータ構造が複雑になってしまう。まだまだ、使いにくいパソコンという機械に人が合わせていくという考え方支配されている。人がもっと自在に使いこなすことのできるものにするには、まだ幾つかのブレーク・スルーが必要であろう。

一方、最近、情報技術と組織の経営に言及した新聞記事[2]が目についた。そこには次のように述べられていた。「多くの人間が共通目的のために協働する集団を組織と考え、その組織における協働を最大限有効なものとするために、組織設計をしたり、動機づけを行ったりする方法論を研究するのが経営学とするなら、情報というテーマは、経営学の中核といえる。」そして、「逆説的ではあるが、ITはその不完全性のゆえに、まだ進歩の余地が大きい。また、社会にとって決定的に重要な情報という要素を扱うだけに、少しの進化でも社会に大きな影響を与える。そして、今、デジタル技術によってITは大きな進歩のさなかにある。当然ながら私たちはこれに無関心ではいられない。」

勿論、経済学だけではないのは当然であろう。人文社会科学にとっても重要な課題である。情報を前節の冒頭に述べたように、意味やその作用を捨象して、シャノンの情報量定義をよりどころにして、エントロピーで情報量を測り、現在のIT技術を発展させてきたが、意味情報を扱う哲学と科学にも関心を払わねばなるまい。

ここにも、「情報」を学問として体系化して情報技術だけではない、「情報」の本質に迫る情報学を構築するための側面もあると思う。

参考文献

- [1] Journal of the ACM, vol. 50, no. 1, January, 2003.
- [2] 日本経済新聞 2009年3月4日付朝刊(国領二郎:「やさしい経済学—経済学のフロンティア、IT時代の組織と情報戦略」)