

50年後の情報社会を支えるIT基盤

2

喜連川優 ● 東京大学

要素技術

はじめに —情報通信産業のGDPへの貢献—

情報通信産業は、国内の全産業の中で見ると最大規模であり、依然として伸びを示している。図-1は、平成21年の情報通信白書¹⁾にある、各産業における実質GDPの推移であり、情報産業が産業界の中心であるという状況が見てとれる。なお、物価による調整をしない名目GDPベースでは、近年のデフレ傾向を反映して横ばい傾向が強くなるが、情報産業の産業全体への貢献度が大きいことには変わらない。50年後は遙か遠くであるが、この傾向は続くことが期待され、いわゆる「By IT」の重要性が認識される中で、情報産業は経済の牽引役として、多くの他の産業を支え、屋台骨として骨太に成長していくと考えられる。

何が生まれるかではなく、何が残るか： データベース技術におけるサブスタンス

ここではIT産業の基盤技術であり、筆者が専門として研究を進めてきたデータベースの分野を素材として、考察してみたい。

従来、ITでは新しいキーワードが継続的に生みだされてきた経緯があり、短命のものも数多い。IT技術の未来を語るにあたり、「次に何が生まれるか」を考える前に、真摯に「そもそも何が残るのか」を見据えることが肝要で

あると感じる次第である。筆者が大学院生時代、すなわち30年前である1980年頃を振り返ってみると、79年にオラクルが今日の関係データベースソフトの源となるバージョンをリリースしている。IBM DB2のオリジンは83年とされている。関係データベースが本格的に市場に登場し出したのが80年代である。30年を経て、関係データベースはいまだに大きな市場と情報システムに対し大きな存在感を維持し続けているといえよう。何が本質か？ 意見の分かれるところではあろうが、筆者は1) トランザクション機構、2) 問合せ処理機構がデータベースにおける肝となる要素技術と考えている。

1) トランザクション機構：

本機構は回復可能性を保証し、9.11のようにテロでビルが爆破されたとしても、過去の任意の時点における整合性のある論理切断面に戻ることを可能とする技術であり、実社会において利用されるコンピュータサイエンスの中で大変価値のある核技術と見なすことができよう。最近ではWebサービスなど多様な展開がなされつつも、常にそのトランザクション機構は議論され、本質は不変である。30年を経ても並行制御手法には大きな変化はない。社会システムという観点からは、売買契約が発生する部位に関しては、本機構が不可欠であり、「有れば無いのに比べて便利な技術」ではなく、「使わざるを得ない必須な技術」といえる。トランザクションという概念は、太古の昔、平民が王様に年貢を納めたことの契約履行を記録することに遡るこ

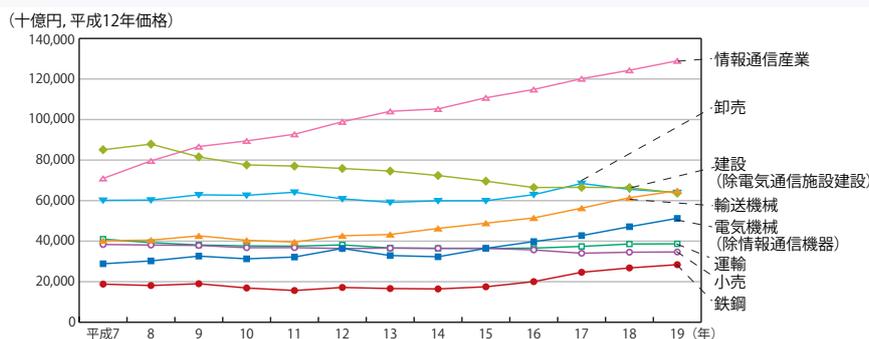


図-1 主な産業の実質国内生産額の推移¹⁾

とができるとされている。今日の契約履行はすべてコンピュータ上のトランザクション処理機構が実現していると思なせよう。50年後にも存在感のある技術と考える。

2) 問合せ処理機構：

本機構は、主記憶を超える大規模なデータを操作する機能のことである。CPUの処理速度とディスクのアクセススピードは100万倍以上の差があり、このギャップを埋める技術は不可欠なものとなっている。30年間を経て改良が加えられてきた最適化手法は非常に複雑なSQL文の効率処理を実現可能とする時代になりつつある。最適化力が弱い場合、100万倍のペナルティが発生し大幅に処理時間が劣化することとなり、本技術もなくてはならない重要な技術といえる。Bitmap indexやIndex Organized Tableを始めとする多様な索引が開発され、ストレージ資源の低価格化に伴い実体化ビュー(materialized view)が現実のものになるなど、高速化を実現化するための多様な副構造が開発されてきたといえる。すなわち、時間・空間のトレードオフという観点からは空間コストの低下からストレージを大量投下し実行時間短縮化を指向してきたと言えるが、問合せ処理機構のフレームワークは不変である。個々のデータベースの連携による分散データベースシステムの構築よりも、一括集約による利便性を追求したデータウェアハウスが遥かに多く普及している現状にも同様の背景が見られる。

一方で、執筆時点でNo-SQL²⁾なる動きも盛んになっている。いわゆるkey-valueシステムの方が簡単で性能も出るので、SQLはいらないのではないかという論議である。しかし、筆者はSQLの「select .. from .. where ..」という検索スタイルはデータベース処理に素直に適合しており、今後、よりverticalなものが出る可能性はあるものの、50年後も健在ではないかと考える。たとえばYahoo!社においては、Hadoop上の言語処理系であるPigの利用者はすでにHadoopの利用者を上回っている。Yahoo!はさらにSQLを実装しようともしており、高級言語化はきわめて自然な流れである。

データベース技術に着目してその核を見据えてみたが、コンピュータサイエンスの多様な領域において50年後も不変と想定される肝となる要素技術は多数存在すると考えられ、それらがさらに融合することにより、今後多様な発展が期待される。

難しい問題

チューリング賞受賞者Jim Grayは今後の情報分野を見据える作業の中で、多くの挑戦がなされてきたにもかかわらず

らずいまだに十分に解決されているとは言えない難しい問題を整理している³⁾。飛躍的なソフトウェア生産性の向上、認識・理解、使い物になるテレプレゼンス、ディペンダブルでセキュアなシステムの構築等、他の情報分野に比べて問題そのものが難しく、必ずしも大きな進歩が得られていない分野もある。50年後に解決されているかということ、それほど楽観的に考えるわけにもいかない。漸進的なあるいは、斬新なアプローチが期待されるところである。

打つ手がまったくないわけではなく、異なるアングルから攻めることにより部分的に成果を挙げている場合もある。第1の課題では、データベースの分野ではSAPが有名である。巨大なERダイアグラムを事前に生成しておき、適用する企業の必要とする業務にカスタマイズすることにより企業における主要なソフトウェアの大半を自動生成可能とし、当該問題を回避しソフトウェア開発期間の大幅短縮化に成功した。別の問題解決事例もある。テキストの理解に関しては、Webの登場により、膨大な言語資源が利用可能となり、飛躍的な進歩が得られた。小さなコーパス時における手法の改善による精度向上に比べ、コーパスの大規模化による精度向上は圧倒的に大きいことが実証された。環境の変化が大きな変革をもたらす可能性も見逃せない。難しく見える問題もいずれは徐々に解決されるものと信じた。たとえば、関係データベースも技術の幼年期(80年代初期)にはその性能の低さから到底使い物にならないだろうというような意見が多々あった。その後膨大な開発投資がコンパイラに投入され、ようやく人を凌ぐ使い物になる状態にたどり着いた。Jim Grayは、米国大統領IT諮問委員会PITACのメンバであった際、グラフィクス、インターネット、ウィンドウシステム等多くの今日成功している分野も、しっかりとした産業に成長するまでには、実は長期的な研究開発投資がなされてきたことを忘れてはいけないと政府に警鐘をならしている(図-2)。

何がITの流れを変えるドライバであったか？

長く必要性が認められながらいまだ解決がなされていない困難な問題が残っている一方で、社会が変化することにより新しいニーズが生まれ、技術が変化することにより従来不可能であったサービスが新たに生まれるという流れも注意深く見据えることが必要である。すなわち、今後の50年を考える上で、過去何がドライバとなり、技術が進展してきたかを振り返ってみる。大きな変化を生みだしてきたもの(ドライバ)は、ハードウェア/ネットワーク資源の劇的な低価格化・高性能化、多様な

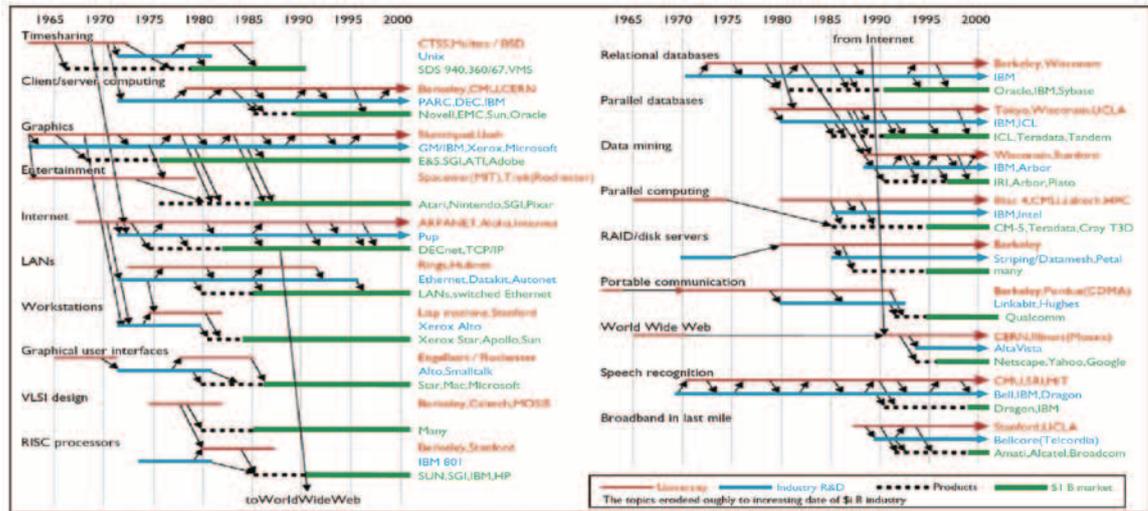


図 - 2 IT産業の研究開発から1000億市場に至る系譜⁴⁾

要素技術

新しいメディア・サービスの登場などいくつかを挙げることができよう。これらは、互いに複雑に絡み合っており、加えて人間の情動も大きく影響しており、その解析は容易ではない。

たとえば、大きな環境変化として、単位容量当たりのストレージコストの指数的な低減を挙げることができる。この結果、毎年同一維持経費を投入する多くの企業では、データベース容量は指数的に肥大化するに至った。「多様な情報を蓄積することが可能となり」、いわゆる勘定系に加えて情報系の重要性が理解され企業戦略に資することにつながってきた。このように、一見、何も悪くない自然な流れとも見えるが、データ量の指数的大増に伴い、「管理コスト」の急増が生まれた。これはややもすると見過ごしがちであるが、本質的なドライバーである。人手不足から、自動管理、あるいはオートノミックシステムへの流れが生み出された。現在管理ソフトウェアの市場は大きく伸びている。動的成長の管理自動化という観点で elasticity をクラウドに求めたと見ることもできよう。ここから、salesforce に見られるクラウド型データベースサービスも生まれてきた。

また、ネットワークの帯域向上とその急速な広がりにより、億単位の利用者を対象とした Amazon, e-Bay, Yahoo!, Google などメガサービスの登場も大きなドライバーとなった。ロングテイルユーザの挙動も捕捉可能となり、従来では不可能と考えがちなテイルビジネスが多々生まれることとなったが、その流れの中で、サーチエンジンは「言葉」をマネタイズするビジネスモデルを生み出した。Web というメディア、サーチエンジンというクロールとランキング技術、そして、言葉をマネタイズする市場システム、これらが有機的に繋がり IT の世界が躍動的に展開したと言えよう。

ここ数年 social network サービスのメンバー数は巨大国家という単位に匹敵する規模に達し、その維持には膨大な計算機資源が不可欠となり、ハードウェアコストが低減したとはいえ、少しの効率化が巨大なコスト削減につながる中、新たな効率化の要素技術も多く花咲いた。thin-provisioning により、非アクティブユーザを効率良く受容可能となった。いわゆる、メインフレーム時代に育った OS の仮想化技術が最近新たに着目されているが、この流れとはまったく独立に、ストレージの仮想化が急速に新展開したことは大変興味深い。

このように、難しい問題は厳然として残っているものの、社会と技術の変化の中で、50年後に見ても、タンジブルな IT の要素技術は着実に創出されてきている。今後も継続的な進化を強く感じさせられる。これらを踏まえて、今後の技術と社会の変化を可能な範囲で読みながら、次章ではこれからの社会を支える IT 基盤について考えたい。

これからの潮流：膨大なセンサによる 細密観測が生み出す「超情報爆発」

出荷される CPU コアの 30% がデータセンタに利用されるようになったと言われている。管理コストの観点から今後もコンソリデーションの傾向は継続するものと想像される。大量の CPU は何に利用されるのか？ 2008年1月のCACMの論文でGoogleは1日に20ペタバイトのデータを処理していると発表した⁵⁾。2010年2月USENIX FASTなる国際会議でe-Bayは1日に50ペタバイトを処理していることを講演で発表した⁶⁾。超大量のデータ解析が戦略的ビジネスに不可欠な時代に突入したことはない。膨大なCPUパワ

一が利用されるゆえである。

2004年、筆者は「情報爆発時代に向けた新しいIT基盤技術に関する研究」なる特定領域を申請した^{7,8)}。全世界60億の人間がWebにより情報発信をしたとしても、生成される情報量はどこかで飽和するのではないかという意見もあったが、約6年を経て、情報爆発はさらなる「超情報爆発」の時代へ突入していかうとしていると感じる。いわゆる、IOT (internet of things) の時代に入り、高度なセンサ技術の進展により、膨大な数のセンサが「しゃべる」時代に入った。Twitterに代表されるマイクロブログサービスでは、人のつぶやきにより社会の情勢を把握することができるようになった。ニュース報道よりも早くTwitterが地震を伝えたことはその重要性を印象付けたと言える。人間が社会のセンサとして位置付けられるわけであるが、人のつぶやく量には限界がある。人工物であるセンサの数は人間の数に比べると遙かに大量となり得、しかも、1つのセンサは1人の人間より多くの情報を生成することが予見される。人間の目を通した社会ではなく、車の流量、駅の人の混雑度合い、エネルギーの消費、農地の土壌水分、川の汚染度、ありとあらゆる必要とする種々の観測がセンサ技術の進歩により可能となる。すなわち、超情報爆発時代とも言えよう。

時々、「見える化と同じですね」とおっしゃられる方もおられる。そうではない。超情報爆発は質的に大きな変化をもたらすと考えている。すなわち従来とは比べ物にならない程度に細密な観測が可能となり、いわば、超可観測 (super-observability) な世界が構築されると想定される。この膨大な観測データを精緻に解析することにより、次のビジネスのヒントが、現在の機会損失の原因が、明確化され、より正確な次の一手を打つことが可能となる。すなわち、サイバー世界上で大量観測情報を解析し、フィジカル世界を的確に制御する壮大なシステムを描くことができる。電子的コンテンツを売買するサイバー空間だけのビジネスではなく、また、組込みシステムに見られるフィジカル世界に閉じたシステムでもない。サイバー空間とフィジカル空間を結合した新たなセグメントへの挑戦と見ることもできる。情報爆発、サイバーフィジカル⁹⁾、情報大航海¹⁵⁾、smarter planet (IBM)¹⁰⁾、フィールドイノベーション(富士通)と用語は異なり、視点は異なるところがあるものの、上述の方向性はおおむね共通している。

Webをどの範囲の技術と捉えるかは議論の余地のあるところであり、どのような情報もWebに載せられるといえば、ひっくりめめることもできなくはないものの、上述のような観測は必ずしも当初のWebの対象でもなく、言わば、non-web情報をいかに活用するかが肝となる時代が到

来しつつあると言える。現状のサイバー空間にあるWeb情報の量は、全情報空間から比べるとわずかでしかない。Webはサーチエンジンという技術によりそのフレームワークが確立された。non-webの世界をどう作り上げるかがこれからの主戦場となろう。サイバーフィジカルでは、金融、交通、エネルギー、環境など多様な分野への適用を検討している。smart gridもその1つの流れであり、米国カリフォルニア州の電力会社であるPG&Eはすでに200万個のセンサを組み込んだsmart gridを稼働させ、近々1000万個への拡大が計画されている。すでにデータ量は4PBにも上るとされている¹¹⁾。電力消費におけるピークカットにより大きな経費節減が達成される。次の10年は恐らくはこのようなアプローチがverticalに展開される時代ではないかと考えられる。農業への適応は米国のサイバーフィジカルでも取り上げられ、EUはprecision farmingと呼んでいる。mobile millennium, ITS, smart transportationなど車による移動の抜本的な高効率化は多くの国々で実験がなされ、今後、EV(電気自動車)が導入されると、エネルギー供給網との連動によりさらなる進化が予見される。データセンタへ計算資源が集中するのと同様に、人類の都市部への集中は加速しつつある。対象を都市とするsmart cityでは、車による交通、エネルギーにとどまらず、水や環境の汚染、鉄道、医療も同時に視野に入れた複合的な最適化へと問題が高度化する。さらに、10年より時間がかかることになるかもしれないが、グローバルな時代においては、地球規模での社会機能の配置と物流を、当該地域の文化や制度・慣習を考慮しつつ、最適化する時代になりつつある。「超情報爆発時代」のITはまさにワクワク・ドキドキ感を与えるものである(図-3:筆者が最先端研究開発支援プログラムで描いたイメージ図)。IT環境の整った日本がまさに大きく飛躍可能な領域とも言える。これを支えるべく新たな要素技術の開発が不可欠である。いわゆるpub/subと呼ばれるストリームエンジンの開発は進んでいるが、膨大なセンサ情報ストリームを柔軟に処理し、オンラインでストリームマイニングを実施するプラットフォームはまだこれからであろう。そこでは匿名化やprivacy preserving data mining技術が重要な役割を果たす。

上記の流れは自然科学ではある意味で当たり前であったのかもしれない。スーパーカミオカンデはカミオカンデを遙かに凌ぐ高感度センサを用いた研究である。アルマの電波望遠鏡も、センサがコアである。e-scienceの分野では一層大量のデータが生み出され、大量データ基盤からの新しい知の発見というサイエンスのスタイルを変えつつある。data driven scienceという名称がある。スパコンを中心としたコンピューショナルサイエンス

もちろん重要であり続けるが、それとは独立に、第4のサイエンス¹²⁾とも呼ばれている領域である。社会価値をハイライトしたイノベーション創出が注目されているが、それを支える根幹となる基礎科学の研究は当然のことながら重要であることは言を俟たない。天文台から送られてくる膨大なデータストリームは到底人間が見てチェックすることは不可能である。ITを駆使したアノマリ検出前処理がストリームベースでなされている。e-scienceにおいても超情報爆発の時代が到来している。筆者らは過去30年にわたり地球環境データベース構築の研究を進めてきた。研究開始当初はいわゆるリモートセンシングデータがマジョリティであったが、この数年地球シミュレータからのシミュレーションデータが上回っており、スパコンは大きな役割を果たしている。

このように社会システム、サイエンスにおいても、「超情報爆発」をイネーブラとして次世代のITが生み出されていくと考える。弾道を計算することから始まったコンピュータの利用は、ビジネスへの利活用を経て、ネットワーク技術の進展とともに、前世紀末からグローバルインターネットサービスへと成長してきた。今まさに、社会システムそのものへの挑戦が始まっていると見なせる。

法制度の課題

さて、ITは指数的とも見なせるほど、急速な進化を遂げてきた。一方で、法制度は慎重を期する必要があることから、ゆるやかな動きとならざるを得ない。また、人々の技術のacceptabilityも技術の咀嚼には時間がかかる。残念ながら、法制度によってイノベーションの生起が緩慢にならざるを得なかったことも少なくない。90年代末より筆者らはWebアーカイブの研究を始めたが、研究をする中で、多くの方々から日本ではどうしてサーチエンジンを作れるような技術が育たないのかというお叱りを頂戴した。技術上の課題ではなく、著作権法上グレーであることから我が国ではその開発に巨大な開発投資を行うことがためらわれたことが大きな敗因となっていることをご存知でない方も多い。筆者も文化庁に改正のお願いにお伺いした。2010年1月1日より、著作権法の除外規定の改正により、旧来のサーチエンジンの開発がようやく合法化された¹³⁾。しかし、先行者利益が巨大なこの種のビジネスにおいて、これほどの遅れをと

戦略的社会サービス (サイバーフィジカルサービス)



図-3 超情報爆発とサイバーフィジカルサービス

って後発企業が優位に立つことはきわめて難しいと言わざるを得ない。制度の機動的な対応について検討を行うフレームワークが必須である。もちろん研究者は真摯にダークサイドの課題の把握とその解決に向けた研究に積極的に取り組むべきである。

個にフィットしたサービスを提供するという観点からいわゆるパーソナリゼーションの研究が多くなされてきたところであるが、その精度を上げようとすればするほど、個人の情報を深く利用することとなり、privacyの問題を避けて通れなくなる。個人情報保護法には、「個人情報の有用性に配慮しつつ」という副詞句が盛り込まれているが、ややもすると侵害という負の側面が強調されがちであるように感じる。「なんだか気持ち悪い」というレベルを飛び越えて、「有難い」と感じさせるまでのサービスに結び付けるとがった技術の開発も理解を得る1つの策かと感じる。OECDのWorking Party on Information Security and Privacyに日本における情報大航海プロジェクトにおける取り組みを紹介すべく昨年参加したが、多くの議論がなされており、ここでもITは法制度とうまく付き合う必要に迫られている。

法制度を心配しすぎている例もある。クラウドはボーダレスの計算資源を提供する。自らのデータの所在地は不透明であり、いわゆるパトリオットアクトを強く心配する意見が会議でよく提出される。一方で、実際には金融系を含め多くの基幹産業がすでにクラウドを利用しており、現場ではリスクを遥かに凌ぐベネフィットを感じていると言える。

これからのITを考える上で、柔軟な法制度設計は今後きわめて重要な検討課題であり、どのような制度変革からどのような新しいサービスが可能となり、その際のダークサイドの推定を含め、regulation designは、まさに非常に重要な研究課題と言える。

アウトソースをしてもらえそうな信頼に満ちた電子政府の構築

50年後に日本が強いIT産業を維持するためには、クリアな目標の設定も非常に重要である。筆者は長年、国家の要となる「電子政府」サービスをパッケージとして開発し、アジアの諸外国にクラウドアウトソースしてもらえそうな信頼感満ち溢れるシステムを構築することを目標にしてはどうかと提唱してきた。開発途上国にとって、ITにより政府機能を実現することは大変な重荷である。日本が支援すべきは骨太なIT政府基盤ではなからうか。究極は国家を対象としたサイバーフィジカルシステムと言えよう。環境、電力、治水、ヘルスケア、廃棄物処理等、国家が抱える多様な問題を観測し機動的に国家の繁栄と安全安心を維持すべく軌道修正可能なシステムはあまりに遠大かもしれないが一步一步構築を目指すべきものと言える。現時点で電子政府は韓国が一番国民に受け入れられており、日本はワンストップ化が遅れ先進国の中では大変低い順位でしかない。自国の電子政府も多々不具合があるにもかかわらず何を言っているかのご批判を受けるかもしれない。上述の法制度設計も含め、社会を支えるIT基盤としてぜひ、挑戦したいものである。もちろんそう簡単ではない。50年後には達成されていることを祈願する。

温もりの感じられるIT

これまでITにおいて扱われていた指標は、「効率」ならびに「ビジネスバリュー」であり、いかに社会ニーズの変動に即応して、ビジネス構造を機動的に適合させてゆくかが最大の課題であった。ビジネスはユーザーニーズに支えられており、異を唱えるものではない。しかし、執筆時点において、テロは後を絶たず、また、マイクロファイナンスの多重債務も指摘されている。ビジネスの成功だけを目的とするのではなく、今後、人類の心の豊かさを醸成することへの貢献が大きく求められるようになって感じる。

情報処理学会創立50周年記念全国大会「情報処理の夢」にパネリストとして参加させていただいたおりに、筆者の研究室に以前来ていたインドからの博士研究員がHyderabadの大学に教官として戻って始めたeSaguというプロジェクト¹⁴⁾を紹介した。紙面の都合で詳細は記載できないが、当該教官の動機は「日々報じられる農民の自殺の多発をどうにかして減らせられないか」という気持ちにあった。人の介在を積極的に利用し、デジカメと携帯を

活用したe-農業システムをコツコツと構築し現在ようやく成功に至っている。インドのTVでもその活動が広く報道される程度に成熟し、アフリカからの引き合いもあるという。当然のことながら、大学の研究者は純粋な意味での学問的価値を追求することが社会から求められている。ビジネス的な価値の追求は企業によって十分なされており大学教官が強くコミットする必要もないかもしれない。しかし、ビジネスに直結しない社会の問題は少なくない。すべての時間を費やす必要はないが、幾分か時間を割いて、社会の問題を正視し、「社会的価値」とでも言うべきものの創出に心血を注ぐ研究者をもっともって育てること、それが筆者の「夢」であると申し上げた。温もりの感じられるITをどう表現してよいかまだ考えがまとまっていないが、温もりのある情報化社会を少なくとも50年後には構築できればと考える次第である。

謝辞 本稿を執筆するにあたり、名古屋大学の石川佳治先生より多くの貴重なご意見を頂戴した。

参考文献

- 1) 平成21年情報通信白書, <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/>
- 2) NoSQL, <http://en.wikipedia.org/wiki/NoSQL>, Retrieved on April 15, 2010.
- 3) Gray, J.: What Next? A Few Remaining Problems in Information Technology, Turing Lecture, ACM FCRC. (1998).
- 4) http://www.cra.org/govaffairs/images/Tire-Tracks-Color_lg.jpg
- 5) Dean, J. and Ghemawat, S.: MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters. CACM 51(1), pp.107-113 (2008).
- 6) Ratzesberger, O.: eBay, Inc. Enterprise Analytics on Demand, Keynote Speech, USENIX FAST 2010, <http://www.usenix.org/events/fast10/tech/slides/ratzesberger.pdf>
- 7) 科学研究費特定領域研究「情報IT爆発基盤」, <http://www.infoplosion.nii.ac.jp/info-plosion/>
- 8) 柴山, 鳥澤, 田浦, 河野 (編): 情報爆発時代におけるわくわくするITの創出を目指して, 情報処理, Vol.49, No.8, pp.1-77 (Aug. 2008).
- 9) Lee, E. A.: Cyber Physical Systems: Design Challenges, University of California, Berkeley Technical Report, No.UCB/ECS-2008-8.
- 10) IBM, <http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/>
- 11) Pariseau, B.: Energy IT Sees Smart-grid Boon for Data Storage, Search Storage Channel. Com. No.01 (May 2009). http://searchstoragechannel.techtarget.com/news/article/0,289142,sid98_gci1355355,00.html
- 12) Hey, T. et al. (eds.): The Fourth Paradigm: Data-Intensive Scientific Discovery, <http://research.microsoft.com/en-us/collaboration/fourthparadigm/>
- 13) 文化庁: 平成21年通常国会著作権法改正等について, http://www.bunka.go.jp/chosakuken/21_houkaisei.html
- 14) Krishna, P.: Reddy, eSagu™: A Data Warehouse Enabled Personalized Agricultural Advisory System, ACM SIGMOD07.
- 15) 情報大航海プロジェクト, http://www.renkei.jst.go.jp/infor/20/20_2_1.pdf (平成22年4月5日受付)

喜連川優 (正会員)

kitsure@tkl.iis.u-tokyo.ac.jp

東京大学教授、生産技術研究所戦略情報融合国際研究センター長、工博、本会副会長、フェロー、文部科学省特定領域研究「情報爆発IT基盤」領域代表、経済産業省情報大航海プロジェクト戦略委員長、データベース工学の研究に従事。