インターネット社会の未来像

——村井純氏に聞く

MURAI Jun

The next stage of internet society

この十数年の間に、情報をめぐる環境は大きく変化しました。なかでもインターネットの普及は、情報の基盤および情報と関わる人間のあり方に、最も大きな変化をもたらしたと言えるでしょう。インターネットという情報の基盤がこの先どのように変貌していくかを、「日本のインターネットの父」とも呼ばれる慶應義塾大学の村井純先生に伺いました。先生の思い描く未来のインターネットという情報基盤の上に、われわれはこの先どのような貢献ができるのでしょうか（2007年11月1日）。

（情報管理 50 (10): 630-636）

1. インターネットの課題は3層構造で考える ——第1のレイヤー：ネットワーク

——まずは、最近10年のインターネットの進展や変化について、伺います。

村井：個人で情報が発信できるようになった、あるいは世界中の情報にアクセスできるようになったなど、デジタル情報の流通が盛んになり、情報を自由にやりとりできるようになると同時に、ネット上での著作権や権利などの知財を考える必要が起きてきました。インターネットで音楽を聞くなり、ダウンロードしても無料だと思っている人もおり、そうした問題まですべて含めて、インターネットという1つの言葉でくくっているイメージがあるようです。

インターネットと一言で言っても、さまざまなとらえ方がありますが、いろいろなレベルそれぞれに課題がありますが、私はこれを3つの層として考えています。こうして分けることが、この10年間のインターネットという言葉のキーワードにして考える際に一番大事なことだと思うのです。これをひとまとめにして考えようとするとうるさくなります。

私がこの10年ぐらいで考えてきたことは、ベーシックなインフラとしてのインターネットで、その一番根底にあるのは、「どのようにして人や社会がデジタル情報を基盤として使えるのだろう」ということなのです。ここに1つのインターネットのゴールがあるのだと思います。これが第1の層の基盤としてのインターネットの課題です。

村井 純 氏

そうすると、やはりデジタル情報を共有して交換できるような社会を作らないといけない。研究機関であろうと、大学であろうと、企業であろうと、個人であろうと、デジタル情報を自由にやりとりができるようにしようと考えていることが、一番ベーシックなインターネットだと思います。だからインターネットを家庭でも学校でも使えるようにし、学生でも誰でも何かを調べたいときに自由に使えるようにする。簡単に「自由に使える」と言っても、その「自由」には、「どこにいても使える」という意味もあるでしょうし、「ストレスのない通信速度でインターネットが使える」という意味や、「手の届く価格で端末が使える」という意味も含まれます。

例えば、図書館で扱っているデータベースの情

報には、場合によっては高くて手が出ないものがあります。非常に利用料金が高い情報と、安価に手に入る情報とが並存しているとしたら、この「高い」という意義がどのくらいあるのか問われます。価格の高いデータベースしかなかった時代には、利用者側の選択肢はありませんでしたが、さまざまな情報にアクセスできる現在では、情報の価値や提供の仕方が多様化して、結果として、質の高い情報が手軽に使えるようにならないといけない。これが、知への自由の貢献だと思えます。このような自由の背景としては、すべてデジタル情報の流通がどこでも、そして、誰にでも使える環境が整っていることが前提です。それが、デジタルコミュニケーションの基盤としてのインターネットの基礎的な役割です。

2. 第2のレイヤー： ワールド・ワイド・ウェブ

——いつでもどこでも、自由に使える環境がまず必要だったということですね。

村井：この10年間で一番苦労したのはそういう点です。つまり、まず、どこでも誰でもあまりお金をかけないでデジタル情報を手に入れられる環境を用意するということが、基盤としてのインターネットの目的であり、これができると次のことが起こってきます。

それが2番目のレイヤー、インターネットのWebです。これもアカデミズムで始まりました。文献を効率的に研究者の間で共有したいということはアカデミズムの共通の要求です。インターネットが使われ始め、デジタル時代になっても、情報はどこかに集めておいて、そこに皆がアクセスできれば良いのだという集中型で、すべての文書管理をしていたのです。インターネットの上でも最初は集中管理をしていました。

ところが、情報を1か所に集めると、管理コストがかかります。集めて管理した方がクオリティは良くなるし、編集もできるかもしれない。しかし、規模が大きくなると、コストがかさむことがネックになります。情報量が増えすぎて、もうそれだけの膨大なボリュームを管理するためのリソースが人類にはありませんから。

そこで、CERN（ヨーロッパ合同原子核研究機構）では、ネットワークの速度が速くなり環境が整っているのですから、1か所に集めるのは止めて、デジタル情報は各自がそのまま持っているか、あるいは

専門家が少しずつ持っているということにしたのです。これが元でワールド・ワイド・ウェブの世界が始まりました。管理を分散させ、アクセスは誰にでもできる。基本的には自律分散処理と申しましょうか、整理は各自でしましょうということです。つまり、家の中で子供の汚した部屋と、散らかった居間と、キッチンとを全部お母さんが1人で掃除するのではなく、それぞれが自分で掃除することにしたというのと同じですね。皆が自分の責任の範囲のことをする代わりに、互いに自由にアクセスし合おうということです。「その情報はあそこにある」と指さすだけにしようと思いました。これがハイパーリンクです。世界中がインターネットでつながっていたわけですから、「世界中指さしまくれ」と、ハイパーリンクが網の目のように広がっていった。それがクモの巣のようでしたので、「ワールド・ワイド・ウェブ」という名前が付きしました。それがインターネットの第2のレイヤーです。

3. 第3のレイヤー：情報の公共性

——第1のレイヤーであるネットワークの上に、第2のレイヤーであるWebが広がっていったということですね。

村井：その上に、第3のレイヤーというのがあります。そこで最初に申し上げた知財の問題であるとか、どんな情報が今社会の中で有害情報なのか、それから公益性とは何かということが問われるわけです。

ここでは何が問題になっているかという、情報のデジタル化が進み、放送と通信が協調するようになってきた時に、例えば放送というのは皆が受信しますから、コンテンツに関してはきちんと責任を持たなければいけないので国が管理します。一方で、印刷された媒体というのは表現の自由で守られていたりする。つまり放送と通信の公共性がどう違うかということをもまずわきまえなくてはならない。情報の公共性や公然性が問題化するのは、放送と通信の境界線がとても希薄になってきているということにほかなりません。

こうなってくると、今度は情報が誰のものであるとか、誰が見ても良いのかという、情報のセマンティックスが重要になってきます。よくインターネットで有害情報と言われますが、有害情報というのは必ず、「誰にとって有害か」ということで決定されます。例えば、事故に遭って傷ついた人の写真があったとしたら、誰も見たくないし、

有害だと見なされるかもしれませんが、反面、医学的には貴重な情報になり得るので共有すべきだと見なす人もいます。そうすると、インターネットで自由にアクセスする中で、これは誰にとって有害なのか、有益なのかという、情報のセマンティックスに関わる点において、どういうルールを設けようなどという議論が重要になってきます。ところが、このような議論がなされずに「インターネットの有害情報」という単語に置換されてしまうケースが往々にしてあるのです。これが第3のレイヤーの課題だと思います。

4. レイヤーを混ぜて考えてはいけない

村井：このように、インターネットと言っても、いろいろなレイヤーがあり、それぞれの課題がありますが、これをすべて同じものであると考えると問題の本質が理解しづらくなります。この3つのレベルを混ぜて考えてしまうと、例えば、有害情報がインターネットを通じて青少年に流れました、だからインターネットは良くない。デジタル情報を共有することはもうやめた方がいい、わが町にインターネットは要らないということになってしまうわけです。

こういう短絡的な話にならないようにするためには、インターネットについて議論する際に、ここまでで話した3つのレイヤーを分けて考える必要があります。デジタル情報の基盤が社会にあるという話と、そこに流れる情報を共有していくワールド・ワイド・ウェブのようなメカニズムや、そういうものを成長、発展させていく基盤があるという話と、それからその情報そのものの編集、管理方法に関する話です。

インターネットの議論の中では、この3つのレイヤーそれぞれをきちんと理解をして議論を進めていく必要があります。最近はやうやくそういう流れになってきたと思います。5年前でしたら、先ほど申し上げたような短絡的な意見が平気で語られていましたが、今やそういう誤解は少なくなってきました。そういう意味では、情報社会として成長したというか、成熟してきたなと思います。

インターネットというのがこの10年でどういう位置づけにあるかというのは、この分野からするととても大事なところだと思います。3つのレイヤーそれぞれに課題がたくさんあり、それぞれの課題がそれぞれの層で解決されていくのでしょうか。

5. これからの10年 インターネットは空気のような存在になる

——それでは、これからの10年はどのように変わっていくとお考えでしょうか。

村井：これから先10年は非常におもしろい時代になって、それぞれの分野で激動の変化があると思います。

3つのレイヤーの下から順番に見ていきますと、第1のレイヤーでは、デジタル情報がどのようにわれわれのための空間になってくるかということですが、これが大変なスピードで変わってきています。

例えば、『ダヴィンチ・コード』という小説があります。ヒットして映画にもなりましたが、これが、小説と映画とで大きく違うところが1か所あるのです。データベースにアクセスするというラストに近いシーンで、小説では、主人公が図書館に行き、司書に頼んで、端末を叩いて調べてもらう。このシーンが映画ではまったく違う形で出てきます。主人公の女性がバスに乗り合わせた若者の携帯電話を奪って、携帯で検索をするのです。本が書かれてから映画になるまでの3年間でテクノロジーが大きく変化したことが一目瞭然です。それほど進歩が激しいわけです。

これはどういう違いかと言いますと、3年前主人公が端末を使っていた図書館は、ケーブルと大規模なデータベースでできています。箱とケーブルですね。携帯電話は無線の時代の象徴です。人が空間を通じて知にアクセスする。現実には最近ワイヤレスが発達し、いろいろなものが無線でつながるようになりました。ケーブルが必要ない無線

というのはわれわれに移動の自由を与えてくれます。今までのケーブルと電線を使ったデジタル情報の伝搬から、光ファイバー、光を使った伝搬に替わり、情報量を大量に増やすこともできます。電波というのは空中を飛び、くまなく満ちるわけです。

われわれの生きている空間が全部、こうしたデジタル情報を共有できる空間に生まれ変わろうとしています。通信と放送の融合もこのコンテキストであり、通信、放送は電波を使っています。この電波がデジタル化されるわけです。携帯電話のデジタル化というのは、ここ10年の間に進みましたし、そのほかのものも変わりつつあり、ついに2011年7月にはアナログテレビ放送が終了し、電波のデジタル化がほぼ完成します。そうすると空を飛んでいる情報は、アナログ情報から全部デジタル情報になって、空中が全部デジタル情報に使えるようになるのです。

それから光ファイバーのような大容量通信網。これが一番下のレベルのもう1つの大きなチャレンジだと思います。光ファイバー、電波、それによって地球全体を包んでいるグローバルな意味でのインターネットが完成し、この空气中を全部電波が行き渡りますので、われわれの生活空間のカバレッジが100%になります。インターネットが本当に空気のような存在になって、デジタル情報のアクセスがますます自由になると思うのです。

——いつでもどこでもインターネットにアクセスできる環境が、まさに目の前に迫っているのですね。

6. 過去へ向かうタイムマシンができる

村井：次の第2のレベルは、今、データベースが分散して、お互いにアクセスできるようになっているところだと思います。これがフレームワークです。

すると、今度はいろいろな人たちのデジタル情報が、いろいろな場所に分散している。その相互アクセシビリティを高めるためのインフラストラクチャーが大変な勢いで進歩しています。

下の第1レイヤーが速くなったので、真ん中の第2レイヤーには映像のような非常にリッチなコンテンツが入るようになってきました。また、例えばGIS (Geographic Information System：地理情報システム)のような位置情報を付けることも可能になってきました。時空間情報のメタデータを伴った情報の価値は新しい知の源泉です。

例として、インターネットのWebページを、論

文の参考文献に挙げる場合を考えます。紙で発表された論文を参考文献に挙げる場合は必ず、論文情報、何年何ページなどを記載します。Webページを参考文献に挙げる場合はインターネット上のURLが書かれているでしょう。(『情報管理』誌を見て)これはすごくお行儀がいい。専門家ですね。Webが「外務省海外安全ホームページ」と書いてあって、参照した日付が書いてありますね。これはこの雑誌の編集方法？

——実は『情報管理』誌を編集している部署が、SISTという科学技術情報流通技術基準の事務局を担当しております。

村井：日付情報を入れるようにしたのですか。

——はい。

村井：それで、最初はURLだけ記載していても、時間が経てばページがなくなったり内容に変更があったりして参照時とずれてしまうので、時系列のタイムスタンプを入れるようになったのですね。

最近では、ある情報に対する地理的な位置の情報を一緒に付けられるかというのが話題になっています。例えば写真を撮ると、撮影日時といった付加情報は、デジタルカメラで撮影するだけで付けられる。さらに今、GPS (Global Positioning System：人工衛星による全地球測位システム) で位置情報を付けられるようになりました。

写真に位置情報が付いているという価値がどういう意味を持つかということ、今、情報の世界では、実空間とのマッピングが話題になっていますが、その話につながっていきます。私たちは、10年ぐらい前から自動車を全部無線でインターネットにつなげるというテーマを研究しています。皆さんの乗っている自動車の助手席には、実はコネクタがついていて、車の動作や排気ガス関連の情報とかをモニターできる仕組みがあります。

つまり、車が持っているいろいろなセンサーやスイッチの動作の情報をモニターできる仕組みです。通常の乗用車で100種以上のセンサー情報があります。ヘッドライトをつけるか、消すか、上向きかどうか、エンジンの回転数や速度はどのくらいなのか。ワイパーが動いているかなどです。それからアンチロックブレーキシステム (ABS) があります。これは車が雪道や凍った道などでスリップすると作動して、ブレーキがポンピングするようにし、タイヤがロックしないようにするシステムですが、そういうセンサーは基本的にとても貴重なリアルタイムセンサー情報なのです。

このセンサーのデータを取って、ワイパーが動

いているという情報を、位置情報と時間情報と結び付けることによって、何時何分にどこで雨が降っていたか分かります。個人がそれぞれの場所で、雨が降ってきたからワイパーを動かすという単純な動作から得られる新しいデータが取得可能になってきたのです。気象庁が今までどんな精度で局地的な雨量を量ろうとしても、屋上にビーカーを置いて、雨が何ミリ入ったと計測するしかなかったですし、これ以上のグラニュラリティ（粒度）を作るためには非常にコストがかかりますが、走っている自動車から自動的にデータを集めてきたら、コストはかからず、きわめて高精度の雨量計ができるのです。

要するにこれは典型的な自律分散システムです。雨が降った時におおのがワイパーを使っているだけですから、自律的に独立して動いているシステムです。これがネットワーク化されると、全体としてはものすごい知性のデータベースになるわけです。位置情報、時間情報と時空間という情報を総合管理しているから、地球を覆っている空間の中で、どこにどういう情報がどのようにあるかということを経時的に蓄積したデータベースにして管理し始めているということなのです。

WebのURLに加えて、時間情報を付けることもそうです。URLというのは基本的にはどこの組織の情報で、どこに置いてあってという場所が特定できるのですが、さらにURLと時間を利用することで、何時何分のものであって、その時の情報はこうだと特定することができます。これは後で書き換えられるかもしれませんが、そうやって管理

されるようになると、地球上の任意点にある情報がいつ変わったかということが時系列で蓄積されていきます。

これの何が面白いかというと、基本的には過去向きのタイムマシンを作っているような話だからなのです。過去のあの時に実はどうだったのだろう、あれとあれの関係はどうであったのかを知ることは、歴史学者にとっては夢物語だったのです。だからタイムマシンがあればなあという夢が常にあった。デジタル情報の2番目のレイヤーの世界というのは、過去向き専用ですが、タイムマシンを作っているようなものだと思います。後から時系列でたどれるいろいろな情報を蓄積できるということです。

もちろんここにも大きな課題があります。大量のデータが蓄積されていくことになるので、そのストレージをどうやって管理していくのか。ある程度集中的に管理していくのか、それとも、誰かが責任を持って、過去を管理していくのかということですね。

例えば、前出のABSのデータ収集は、北国ではもう実用化されています。ある交差点で車がスリップしたら、新しい仕組みでは、それぞれの車が滑った場所の情報を提供すれば滑りやすくなった地点が特定されます。業務用の車、タクシーやバスに付ければ、どの交差点が滑るかというのがリアルタイムで分かり、こうした形の自律分散的なデータベースが、もはやビジネスになっているのです。

ところが、例えばこのデータを30年間蓄積しておくためには誰が管理するのか。言うまでもなく、膨大な量のデータです。私のプロジェクトでは名古屋で3か月間、1,600台分のタクシーを使って実験を行いました。そこに入っているデータはいまだに役立っています。このデータを処理するのにスーパーコンピュータが必要でしたが、それだけの大量のデータを誰が管理して、誰のものとして、どうやってアクセスができるように維持していくのかという話がすごく大事なことになるのです。

ですから、先ほどの話の第2レイヤーでの、Webから始まったインターネットのミドルウェアのレイヤーの役割は、グローバルなスケールで、時空間との関連の中で、そしてスケールがはなはだしく大規模になっていく中で、どうしたら効率よくデータを蓄えて共有化できるかということを考えていかなければならないと思います。

7. 政策的なアプローチが必要

——それでは第3のレイヤーではどのように変わっていくのでしょうか。

村井：第3のレイヤーにも大きな課題があります。情報を誰が所持し、どのように共有するのか、誰にいつ見せていいのかなど、セマンティックスに関わる情報公開の法制度を考えた時に、センシティブな情報は、政府の省令ではいつになったら情報公開されるべきのかなど、さまざまな議論があり、いざ決定したとしてもそれに沿った使い方が本当にできるのかということも含めた議論が必要になってきます。

現代は映像の権利が非常に複雑化していて、例えば多国間でどのようにルールを共有するのかといった難しい問題なども出てきます。この問題を本当に枝葉まできっちり解けるのか。それとももっと大らかに扱えるのか。大らかに扱うにしても、厳しく扱うにしても、事前にコピーや閲覧ができないように事前規制的技术で止めるのか。それとも「見てはいけない。見た人は罰せられますよ」という事後規制的制度で止めるのか。社会システムで行うにしても、誰が、どこですのかということを考えていかなければならない。

今のインターネットもそうです。インターネットの上で何か悪いものを見たら、見た人間が悪いのか、提供した人間が悪いのか、そのシステムを作った人間が悪いのか、いろいろな責任が問われます。この議論は今、まさにこれから話し合われていく問題です。本来は知財を扱う役所は決まっているはずですが、日本が内閣に知的財産戦略本部を作ったということは、もはや知財という問題がグローバルになり、多様な意味合いを持つ戦略的な要素になり、その管理方法に関して真に政策的なアプローチが必要であるからだと思います。知財が戦略的要素であるということは、どの組織や国にとっても同様です。

そうしたことも含めた情報の管理をどう実践していくかということに対しては、技術の進歩がありますので、技術的なサポートは可能ですが、それとともに、しっかりした考え方を持って、それをどう管理し、どういう方向に行くのかというビジョンを持っておかないとできません。このような情報と知識の意味を考えた管理の方法の模索というのが第3のレイヤーの課題にあって、これもこれから10年で大きく変わるところだろうと思います。

——技術の進歩に振り回されるのではなく、まずビジョンが必要ということですね。

8. おわりに：未来のビジョンを議論しないと間に合わない

村井：今日は3つのレイヤーに分けて話しましたが、どこを見ても、SFのような話に聞こえるかもしれません。真ん中はタイムマシンですし、一番下は地球全体を覆っている空気のかわりにデジタル情報が来るんですよ、という話です。一番上は本当にその人間の知識、根源に関わるようなことです。したがって、インターネットが持っているある種の役割とその可能性は、全部合わせたところにあると思います。そうすると先ほど述べた3つのそれぞれの役割というのはすごく大事なことになります。

今では、血圧や心拍数が測れるものもあります。その昔、SF映画やアニメでの多機能デバイスの象徴が腕時計でした。これらのヒーローがTV電話で話すのも腕時計。「流星号」だって呼ぶことができました。それらは今、腕時計ではなく、携帯電話に機能が集約してきました。電話、メール、時計、財布、カメラ、ノートなど、諸々の機能を兼ね備えています。こうしたデバイスの発達とともに、映像にも音声にも自由にアクセスできるようになっていくでしょう。しかもどこにいても、車の中でもバスの中でも、もう図書館に行かなくても分かるという時代に。ただし、その時にこそ、どういう情報を、どういうクオリティで、どのように提供し、またそれをどうやって維持し、しかも過去向きのタイムマシンまで誰が管理していくのかということに関しては、世界中の知性と情報のマネジメントに関する専門家が力を合わせて、制度なりルールなりを作り上げなければなりません。

早く始めないと本当に間に合わないと思います。皆が持っている知性と情報とをどのように管理して、どのような未来を作っていくかということについて議論がなされた上で、しっかりとした方針の下に進めるべきだと思います。しかも技術が進めばどんどん状況は変わってきますので、さっきの3つのレイヤーの課題もどんどん進化していくわけです。それぞれの進化に合わせた一番良い方法を模索しながら発展していかなければならないと思います。

情報社会の状況は、人間の成長や知性、好奇心の進歩、すなわち情報に対する欲求や創造性の一

緒に発展していきますから、待ってけません。進歩にブレーキをかけることもできません。それが、大変楽しみでもあるのですが、先に申し上げた制度や環境作り、ルール整備などが、われわれ情報の環境を作っている者の役割、言い換えると、インターネットの1つの責任だとすれば、非常に重要な課題であり急務ですから、早くやらなくてはならないですね。

——昔、SFで想像していたような未来はすぐそこに迫っているのですね。情報担当者が考えなければならない課題も、「どうしたらいいのか」と考えている暇もないほどたくさんあることを示していただきました。本日は大変貴重なお話を伺えました。どうもありがとうございました。

村井：どうもありがとうございました。

(インタビュー、文責 『情報管理』編集事務局)

村井 純（むらい じゅん）氏 略歴

学校法人慶應義塾常任理事

兼慶應義塾大学環境情報学部教授

1955年生まれ。1984年慶應義塾大学大学院工学研究科数理工学専攻博士課程所定単位取得退学。

1987年博士号取得。

1984年東京工業大学総合情報処理センター助手。

1987年東京大学大型計算機センター助手。

1990年慶應義塾大学環境情報学部助教授を経て1997年より教授。

1999～2005年慶應義塾大学SFC研究所所長。

2005年5月より学校法人慶應義塾常任理事。

1984年JUNETを設立。1988年WIDEプロジェクトを設立し、今日までその代表として指導に当たる。

2005年Internet SocietyよりJonathan B.Postel Service Award受賞、社団法人情報処理学会フェロー、日本学術会議第20期会員。2007年第6回船井業績賞受賞。

主な著書に『インターネット』、『インターネットII』(岩波新書)、『インターネットの不思議、探検隊!』(太郎次郎社エディタス)。