

## 公共メディアのクラウド化と 国際標準化における課題

金子 格<sup>†</sup>

1948年にマレー・ラインスターによって書かれた短編「Joe という名のロジック」は、痛快な未来予測小説である。そこでは世界中の情報がネット上のデータ貯蔵個に蓄積され、「ロジック」がすべての情報を整理する。物語ではこの世界が予想外の危機に直面する。この痛快な短編が書かれて60年が経過し、情報化社会が現実のものとなった現在、この作者の先見性はもっと評価されてよいだろう。

今後公共メディアのクラウド化が急速に進展すると予想される中で、60年後にむけた課題を同じように想定できるだろうか。この報告では公共メディアのクラウド化に潜むリスク要因と、国際標準化における課題について考察する。

### Cloud computing for public media and challenge in standardization

Itaru Kaneko<sup>†</sup>

"A logic named Joe" is the thrilling short story, which was written by Murray Leinster. Within the story, all information in human world are stored in data storage on the computer network and mechanism named "Logic" will provide all information service by retrieving those data. Human world will then face unexpected crisis in the story. After 60 years, we can see that our information society was very well described in the story and we should respect Leinster more for that.

While various public media is transforming to the cloud service, how can we predict future of those media as good as Leinster did. We describe potential risk in the future information services supported by cloud computing and we also review the international standard in related areas.

### 1. はじめに

「ロジックが文明なんだ。もしロジックを止めたら...」マレー・ラインスターの作品中で、情報システム障害による文明の危機に瀕したエンジニアが叫んだ言葉である。作品に描かれた未来社会ではネットワーク上にほぼ無限の容量を持つ「タンク」と呼ばれる情報貯蔵庫が分散しており、そこにはビジネス情報、ニュース、映像など人類が必要とするすべての情報が蓄積されている。そして「ロジック」とよばれる機構がそれらの中継、統合して世界中に分散する情報を整理し、人々の要求に応じて必要な情報を検索、加工して提供する。「タンク」は今日風にいえばデータセンター、「ロジック」は検索エンジン、SNS等のweb2.0サービス群である。1948年に書かれたこの痛快な短編「Joe という名のロジック」は、いくつかの技術用語さえ現代風に修正すれば、現在の作品としても十分通用しそうだ。

電子化社会基盤はクラウドコンピューティングへと急速に移行している。多くの政府、企業がコンピュータネットワーク上に、無数ともいえる分散データベースとそれらを接続するwebアプリケーション群を提供している。これらは互いに連携しあって一つの複雑なシステムを形成している。このシステムではその構成要素が互いに自律的に刺激しあいながら成長することで、全体としても進化を続ける情報eco-systemとなっている。こうして人類史上かつてない規模と複雑さを持った情報複合体が構築されつつある。人類のだれ一人としてもはやその全貌を把握することは不可能である。

「Joe という名のロジック」に描かれたのは60年以上も昔である。しかしラインスターが描いた未来の情報化社会は、おどろくほど現代の状況を言い当てている。人類社会はこの複雑な情報複合体に完全に依存している。

ラインスターは高度な情報社会で起こった一つの事件を描いた。作品は純粋にエンターテインメントとして書かれたものであるし、ネタバレになるので詳細は省くが、「ロジック」のサービスの持つ柔軟性とスケーラビリティが、危機の要因となっている。複雑なネットワークにおけるほんのちょっとした異変が、人類全体に想定外の危機をもたらすのだ。60年も前にコンピュータとネットワークが人類全体に行きわたった時代を生き活きと描き切った作者の慧眼には恐れ入るばかりである。

情報システムはwebそしてクラウドコンピューティングによって、本質的な変化を遂げようとしている。現在を知り得た我々が、ラインスター同様に中長期の展望を得ることは可能だろうか？

本報告では、公共メディアのクラウド化の発展を展望し、中長期のリスク要因と、国際標準化における課題について考察する。

<sup>†</sup> 東京工芸大学 工学部コンピュータ応用学科

## 2. クラウドコンピューティングの定義

クラウドコンピューティングにはいくつかの定義がある。クラウドという呼称は、インターネットを「クラウド(雲)」の図形で表すことに由来するといわれる 1)。筆者が確認した範囲では、日本では日経エレクトロニクスの記事が 2)、ACM デジタルライブラリにおいては Chellappa の INFORMS1997 の発表 3)がその最初の例として確認できた。最近の雑誌記事等では、saas, iaas, paas といったインターネット接続を前提とした垂直分業型情報サービスを指すことが多い。大規模な web アプリケーションにおけるクラウド化の動機は、低コスト化とインフラのアウトソーシングによるインフラ構築機関の短縮が主な動機と考えられる。しかし、より長期的にクラウド化を推進している原動力は、インターネットを前提とした多種多様なサービスの eco-system の機能的な利点であると考えられる。acm queue の主催による CTO 座談会では、” It is about the data being in the cloud and about the people living their lives up there in a way that facilitates both easy information exchange and easy data analysis.”と表現している。[4]。この考え方にたてば、単に saas, iaas, paas といった機構を利用して経済的メリットを得るだけではクラウドとは言えず、web+検索エンジンや、ネットオークションと通販、評判データベースが連携した姿こそが、クラウドコンピューティングの本領を発揮しているといえる。

## 3. 公共メディアとは

### 3.1 公共メディアの定義

公共メディアにも様々な定義が可能である。考えるヒントとして、著作権上特記されている情報配布方式または利用目的を列挙してみよう。

表 1 著作権法上の特記事項の記載

Table 1 Description of specific media in Japanese copyright law.

	著作権法上の特記事項の記載
新聞	第 32,39,40 条
放送	第 29, 30, 33, 38, 39, 40, 41, 44,68,70 条
図書館	第 30, 31,42 条
教育利用	第 20, 33, 34,38 条
政治上の利用	第 40 条
報道のための利用	第 41 条
裁判上の利用	第 42 条
行政上の開示	第 42 条

著作権法で特記されていることは、その機能の社会的な重要性を反映していると考

えることができる。これらのメディアは、確かに社会基盤として重要なものであり、その持続性や安定性が社会の健全な運営と発展に重大な影響を持つと考えられる。

### 3.2 公共メディアの使命

公共メディアには公共性が高いがゆえに求められる特性がある。例として、NHK と民放連による放送倫理基本綱領 5)に記載されている放送の使命を示す。

表 2 放送倫理基本綱領の要旨

Table 2 Overview of “Housou Rinri Youkou”

使命	福祉の増進、文化の向上、教育・教養の進展、産業・経済の繁栄、平和な社会の実現
守るべき原則	民主主義、公共性、法と秩序、基本的人権、国民の知る権利、言論・表現の自由
社会的影響力の自覚	児童・青少年および家庭に与える影響、新しい世代の育成
論説	多くの論点を示す、公正を保持、適正な言葉と映像、品位ある表現、過ちをあらためる
報道	客観的かつ正確、公平、真実性、自主・自律、取材の適切性
広告	真実性、有益性

新聞、雑誌、アカデミズムにおいても、明文化されているか否かは別として、それぞれのメディアが自主的に定めた規範が存在する。公共メディアのクラウド化においても、社会的影響力、守るべき原則において、これらの規範を引き継ぐべきであると考えられる。

### 3.3 公共メディアのクラウド化

公共メディアのクラウド化はどのように進展するだろうか。

#### (1) 新聞のクラウド化

新聞の電子化はゆっくりと着実に進んでおり、ビジネスモデル的にも移行の制約は少ない。従来と同様のビジネスモデルのままの電子新聞への移行も数 10 年という時間尺度では、急速に進むと予想する。

しかし、新聞の電子化が進行すると、当然電子メディアとの連携は強化され、新聞と他メディアとの境界はあいまいにならざるを得ない。

SNS の経路による情報伝達は、個人通信でありながら、かつての大手新聞と同等以上の即応性と大量伝達能力を持っている。また検索サービスにおいて新聞の検索隔離することは、情報の利用価値を著しく下げてしまうので、現実的ではない。著作権処理などの技術課題は残されているが、早晚検索においても新聞は他情報と一体的に処理されるようになるを考える。

このようにして、新聞はゆっくりと確実に、広義のクラウドコンピューティング、

垂直分業された情報 eco-system に組み込まれていくと予想する。

(2) 放送のクラウド化

現在放送は、広告モデルまたは受信契約により提供され、日本以外では新聞よりも電子化のスピードがやや速いように見える。放送のインターネット再送信は日本以外では普通に行われている。日本国内でも環境は整ってきている。

放送コンテンツの特性を考えた場合、ネット配信のメリットは非常に大きい。中長期では放送は完全にネットワーク配信に置き換わると筆者は考える。

新聞同様、放送とそれ以外の情報サービスとの境界はだんだんと複雑であいまいになっていくと予想する。また新聞同様、「マスメディア」という特徴は絶対的なものではなくなる。

(3) 図書館のクラウド化

図書館法によれば、図書館の機能は「資料を収集し、整理し、保有して、一般公衆の利用に供」することである。クラウドコンピューティングはデータ記憶容量や、情報処理能力、配信能力において優れており、図書館という目的に適した技術的手段である。図書館法では資料には電子的記録を含み、また個人による図書館の設置も可能である。

電子図書館では、「利用にともなう複製」の著作権上の扱いが課題になっている。この課題の解決方法は本論の主題ではないので、なんらかの技術的、社会的解決が求められていることを指摘するにとどめる。この問題が解決すれば、基本的には図書館機能はクラウドコンピューティングの特性にマッチしており、長期的には現在の図書館機能の大半がクラウドコンピューティングに移行すると予想する。

(4) 教育利用

教育は規模が大きく、スケーラビリティが求められ、ネットワーク利用の利点も大きい。したがって教育サービスのクラウド化は他用途より先行してもおかしくはなかった。しかし、教育のクラウド化はそれほど進んでいない。個別の教育機関で、従来型のサーバーの代替えとしてクラウドを利用する事例が小数報告されている程度である(7)8)

教育のクラウド化が遅いのは、現在の教育機関が小規模な教育機関毎に内部で完結しているためと思われる。いかえればこれらの教育機関は家内制手工業の段階を脱していない。

ただし、教育機関外部で提供される情報サイトや SNS は急速に充実している。たとえば「みんなの就活」、「みんなのキャンパス」は共通の ID で管理されている。その結果以下のようなランキングも簡単に表示できる。

表 3 講義評価情報サイトと就職情報サイトの連携の例

Table 3 An example of mash-up in lecture ranking service and job finding service

xx 大学 yy メーカーに内定者がいる授業 (123 件)		
順位	科目	担当教員
1 位	経済学	鈴木
2 位	倫理学	佐藤
3 位	通信方式	尾畑

インターネット上で公開されている授業は急速に増加している。2009 年時点で youtube 上で閲覧できる大学レベルの講義の一例を xx に示す。

表 4 YouTube 上の大学レベルの講義例

Table 4 University lectures on YouTube

キーワード	件数	再生回数
lecture particle physics 素粒子物理学講義	157	38531
lecture nash equilibrium ナッシュ均衡講義	19	120947
lecture c# programing C#プログラミング講義	145	10193

中長期では、教育情報システムも完全にクラウド化されると予想する。クラウド化された教育システムでは、講義は科目単位ではなく、もっと細かな知識単位で履修することが可能である。知識単位間の依存関係、学生自身の学習達成度、知識単位毎の将来の便益との関係などが情報として提供され、学生は自らの学習達成度を客観的に把握しながら自分の目的達成にあった学習を進めることが可能になるだろう。

## 4. 公共メディアクラウド化に潜むリスク

### 4.1 動的不安定性

電力系統では、過大な負荷などで系が不安定化した場合、最悪のシナリオとして送電系統全体の停止、black out が発生する。クラウドコンピューティングからなる全地球的な情報系にも black out が生じるだろうか?

情報通信機能の安定性は、これまで十分検討されており、ある程度確保されていると考えられる。しかし、情報通信機能よりも上位のレイヤーにおける安定性についても十分な注意が向けられるべきであると考ええる。

2009年に発生した金融危機では信用情報の情報ギャップが指摘された。FSBの報告”

The Financial Crisis and Information Gaps”では、”significant lack of information as well as data gaps on key financial sector vulnerabilities relevant for financial stability analysis”が金融危機の要因であったとした。具体的には国際金融取引における情報の欠如により政策決定が遅れたことを問題点としてあげた。

クラウドコンピューティングも、多様なサービスが自律的に機能しているが、サービスは互いの信用水準に依存し、国境を超えて連携している。特定のサービスの信用不安が波及、増幅し、金融不安と同様な信用不安の連鎖を引き起こす可能性はないだろうか。

信用以外にも、情報 eco-system 内で、発生すると増幅伝搬されるようなパラメータがあれば、基本的には全地球的ネットワークの black out を引き起こし得る。

バンド幅の管理においては、たとえば、OpenFlow<sup>11)</sup>や MPEG で現在標準化が進む DASH<sup>12)</sup>は、安定化に寄与するだろう。バンド幅以外の様々な要素、たとえば信用情報等についても、安定化が図られる必要があると考えられる。

このような安定性の評価には確率的多面的安全性モデルも利用できるかもしれない。6)

#### 4.2 全地球的障害

クラウドコンピューティングでは、地球規模の負荷分散や多重化が可能である。より大きなスケールで負荷分散と多重化を行うことで、冗長性を最小化できる。しかし、冗長性を最小化したシステムは、全体的な障害の増加に対し脆弱になる。そこで全地球的にコンピュータ障害が発生するリスクを列挙しておこう。

- (1) 広域的で大規模な停電
- (2) 太陽フレアや磁気嵐
- (3) 放射線増大によるソフトウェア率の上昇
- (4) サプライチェーン障害によるメンテナンス停止

サプライチェーンリスクについて説明を加える。今回の大震災でも関西地区の鉄道の間引き運転が行われた。鉄道ブレーキシューの生産が止まったことで、ブレーキの交換が一定期間行えないことが予想されるためである。

データセンターは必要なだけ記憶領域を増やせるという前提で稼働しているが、大きな災害で記録デバイスの供給が長期的に止まれば、早晚記録スペースが枯渇する。新規データの追加を抑制するか、必要度の低いデータを破棄しなければならない。

#### 4.3 エコシステムの袋小路

クラウドコンピューティングは、多数の情報サービスの相互依存と自律的発達を加速する。多数の自律的サービスの複合体は一種の eco-system(生態系)を形成している。この eco-system は個々のサービスの自律的発展の結果、日々変化しており、全体のグランドデザインはなんら検証、制御されていない。

自然界の生態系の進化過程においては、しばしば生態系が自律的発展の結果、袋小路に陥った例が数多くみられる。したがって、クラウドコンピューティング上に構築された情報サービスの eco-system も完全に無統治であれば、袋小路に陥るリスクを伴っている。

## 5. 国際標準化の現状

### 5.1 Open Cloud Manifest

IBM 等が提唱する Open Cloud Manifesto は下記を Cloud Computing の課題としている。

Security

Data and Application Interoperability

Data and Application Portability

Governance and Management

Metering and Monitoring

### 5.2 HTML5

混乱した web の仕様が HTML5(11)によって若干整理されることが期待されている。アニメーションや映像ストリーミングを含めたほぼ全機能が html5.0 で完結し、現在 IE, Chrome, Safari, Firefox などほぼすべてのブラウザが HTML5 をサポートしている。

### 5.3 OpenFlow

OpenFlow(11)は現在のルーティングテーブルによるフロー制御を、プログラム可能な OpenFlow スイッチに置き換え、外部のコントローラから一括制御することにより大域的なフロー制御を可能とする。ネットワークのロードバランスをより大域的に管理することが可能となり、安定性の向上にも寄与すると考えられる。

### 5.4 DASH

DASH は MPEG が標準を進めている HTTP streaming の標準である 12)。HTTP streaming を前提とし、サーバーに保存する MPEG File Format にいくつかの制御パラメータを追加し、様々な伝送環境に動的に適応し、常時回線の状態にあった最適な条件での streaming を維持することが可能になる。

### 5.5 MPEG MMT

Modern Multimedia Transport の略。MPEG が標準化を進めている新しい Transport プロトコル。MPEG-TS と相互運用可能で、streaming にも対応し、今後急速に進むと考えられる放送とインターネットの併存期間における標準 transport を想定して標準化がすすめられている 12)。

## 6. 長期展望

最後にクラウドコンピューティングがさらに進展した 60 年後を展望してみたい。この部分は本論の主題ではなく、科学的裏付けはほとんどないことをご容赦いただきたい。

2011 年 2 月 16 日のクイズ番組ジョバディは特別な日となった。優勝者の watson が賞金 100 万ドルを全額慈善事業に寄付したからではなく、watson がこれまでにない回答者、IBM の開発した質問応答システムだったからである 14)。

現在この質問応答システムは 2880 コアを内蔵し、標準ラック 10 個分のサイズがある。今後もコンピュータの性能がおよそ 3 年で 2 倍に成るならば、20 年後には watson を通常のデスクトップ PC の筐体に格納できる。60 年後には watson の 8000 倍程度の性能が得られる。さらに、世界中に分散したクラウドシステムを同時利用するとすれば、watson の 10 万倍程度の能力を一時的には利用できるようになるだろう。

このような時代の質問回答システム(またはその延長線上のメカニズム)を想像するのは難しいが、たとえば 10 万倍高速に機能させる場合と 10 万の watson を並列動作させる場合を比較すると、おそらく後者の方が容易かつ実際的ではないか。ただし同じ知識と回答アプローチの watson を同時に使っても回答が重なってしまうから、それぞれ専門分野、性格的なかたよりを持たせた 10 万通り程度の「個性豊かな」watson を同時利用するようになるのではないかと想像する。つまりクラウドコンピューティングではなく、クラウド人格システム、ということになる。

コンピュータシステムの高性能化はあまりに速く、60 年後の情報アーキテクチャを検討するのはいささか無謀であったが、温暖化や化石燃料の枯渇よりは確実に早く直面する現実であるから、時代の変化とともに将来像の見直しをくりかえし、来るべき時代に備えたい。

## 参考文献

- 1) 「クラウドコンピューティング」『フリー百科事典 ウィキペディア日本語版』, 2010 年 4 月 8 日 (木) 00:36 UTC, URL: <http://ja.wikipedia.org>
- 2) “SaaS 最前線 クラウド・コンピューティングの正体”, 日経コンピュータ (699), 34~37, 2008-03-15, 2008
- 3) Chellappa R. Cloud computing---emerging paradigm for computing. In INFORMS 1997, Dallas, TX, 1997
- 4) ACM, “CTO Roundtable: Cloud Computing”, . ACM queue, Vol. 7, Issue 5, June 2009 computing---emerging paradigm for computing. In INFORMS 1997, Dallas, TX, 1997
- 5) 日本放送協会, 日本民間放送連盟, “放送倫理基本綱領”, <http://www.nhk.or.jp/pr/keiei/rinri/sankou.htm>, 日本放送協会と日本民間放送連盟, 1996
- 6) Itaru Kaneko, Katsuhiko Shirai, Mika Onishi, “ Probabilistic Multi-Lateral Security Model for Ubiquitous Multimedia Services”, ICDCSW04, Vol. 7, pp. 236-241, 2004
- 7) Frank Doelitzscher et al, “Private cloud for collaboration and e-Learning services: from IaaS to SaaS”, Journal Computing - Cloud Computing archive Volume 91 Issue 1, January 2011
- 8) Bo Dong et.al, “An E-learning Ecosystem Based on Cloud Computing Infrastructure”, Proceeding ICALT '09 Proceedings of the 2009, IEEE Computer Society, 2009
- 9) IMF and FSB, “The Financial Crisis and Information Gaps”, [http://www.financialstabilityboard.org/publications/r\\_091107e.pdf](http://www.financialstabilityboard.org/publications/r_091107e.pdf), IMF and FSB, 2009
- 10) HTML5, “HTML5.JP”, <http://www.html5.jp/>, 2011
- 11) Nick McKeown et.al, “OpenFlow: Enabling Innovation in Campus Networks”, <http://www.openflow.org/documents/openflow-wp-latest.pdf>, 2008
- 12) MPEG, “MPEG Daegu Meeting Press Release”, [http://mpeg.chiariglione.org/meetings/daegu11/daegu\\_press.htm](http://mpeg.chiariglione.org/meetings/daegu11/daegu_press.htm)
- 13) Open cloud manifesto, “open cloud manifesto”, <http://www.opencloudmanifesto.org/>, 2011
- 14) IBM, “質問応答システム “ワトソン” がクイズ番組に挑戦”, <http://www-06.ibm.com/ibm/jp/lead/ideasfromibm/watson/>