

# フィードフォワード型の社会システムをデザインするための プロトタイピング・アプローチ

## Proposal on Prototyping Approach for Designing “Feed Forward” Social Systems

岡安 英俊（東京工業大学）

### 1 本論文の背景

本論文では 2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災以降に展開される復興に関する議論に対して、フィードフォワード型社会という新たな社会システムのビジョンを提示して、その優位性および機能を述べた上で、こうした社会システムの萌芽と捉えられる現象に対するケーススタディを行う。

周知の通り、東日本大震災はマグニチュード 9.0、震源域は南北 500km・東西 200km という観測史上最大の地震災害であり、地震・津波による直接的な人的・物的被害だけではなく、発電・交通などの社会インフラの遮断や、うわさによる社会的情報の混乱は、社会・経済・産業の諸側面に甚大な影響をもたらした。直接的な人的・物的被害を防ぐための地震の予知や速報の技術向上、都市計画を含む防災計画の策定は非常に重要な課題であるが、本論文は「災害による社会・経済・産業の混乱をいかに最小限に留めるか」という論点に絞り考察したい。

そして、被災地域が迅速に復興を果たすために、復興ビジョン策定は喫緊の課題である。こうしたビジョン策定においては、前段で述べたようにロバスタな社会・経済・産業システム構築を織り込む必要がある。こうしたビジョンの例として、ビジョンの一つとして自然エネルギーの利用やスマートグリッドによる需要側制御による「スマートシティ」構想がある。また、IBM は「Smart Resilient City」をキーワードとして、行政サービス・エネルギー・交通・医療・教育・安全・水管理といった複合ソリューションを掲げ、情報の統合・可視化による意思決定支援を行っている[1]。

しかし、こうしたビジョンは情報システムありきの部分があり、あるべき社会システムの姿を言い表したものとは言い難い。また、復興地域に由来からある風土・文化・気質といったソフトな要素との融合についても、十分に論じられていない。本論文はこれに対して、一つの新たな社会システム像——フィードフォワード型の社会システムを提案するものである。

以下、第 2 章ではフィードバック型社会・フィードフォワード型社会という用語を導入して、これらの定義および特徴について述べる。続く第 3 章ではフィードフォワード型社会の構成要素について述べ、そのデザインに必要な要件について論じる。また、第 4 章ではこうしたフィードフォワード型社会の萌芽と見て取れる例として、小売業の移動販売による被災地支援および行政による農林水産物の情報発信について論じる。前者については物流システムとサービスのコンポーネント化の側面、後者は情報システムによる「風評被害」抑止の側面を取り上げたものである。第 5 章は結論であり、今後の研究課題について述べる。

### 2 フィードバック型社会とフィードフォワード型社会

元来、フィードバック、フィードフォワードとはシステム科学の用語であり、目標追求システムの制御手法を指す。フィードバック制御は入力値と目標値の差異から操作量を決定、操作の結果による出力値を用いて新たな操作量を決定するものである。一方、フィードフォワード制御とは対象の外乱

を予測して、外乱の影響を打ち消す操作量を決定するものである。一般に、一定の操作を行った際に操作対象がどう変化するか情報が十分な場合はフィードフォワード制御、そうでない場合はフィードバック制御が高いパフォーマンスをあげることが知られている[2]。制御システムにおいて、フィードフォワード制御はフィードバック制御と併用されることが多い。

こうしたフィードバック、フィードフォワードの考え方を社会システムに当てはめて考察を行う。フィードバック型社会とはさまざまな外乱（前述の通り、社会インフラの遮断や社会的情報の混乱）に対して、社会・経済・産業への影響が現れてから、それを平時の状況に回復させるための操作を講じる社会システムである。一方、フィードフォワード型社会とは外乱を予想して、もしくは外乱の発生と同時に平時からの乖離をなるべく小さくする操作を行う社会システムである。当然ながら、理想的な操作を行うことができるという仮定の下では、フィードフォワード社会型の方が望ましい。

フィードバック型社会における意思決定は「マニュアル型」である。外乱により発生したリスクに対して、事前に定めた対応マニュアル——企業においては事業継続計画（BCP: Business Continuity Plan）に従って対応を行う。しかし、こうしたマニュアルは特定のシステム境界が前提とされており、「想定外」の事象に対しては境界の再設定を行い、マニュアルを拡充するというメタレベルでのフィードバックが必要になる。こうした多重のフィードバック過程で生じた遅れが、経済活動回復の遅れに直結する。

一方、フィードフォワード型社会における意思決定「プロトタイプ型」である。まず、原因となる事象（大震災の場合は地震・津波による直接的な影響）の発生時点で、社会システムにとって外乱となる間接的な影響を予測して、それを打ち消すような対応を行う。こうしたフィードフォワード型社会システムを実現するための要件については次章で述べることにする。

フィードフォワード制御にも短所がある。サイモンは市場におけるフィードフォワードについて「それぞれの行為者が他の行為者たちの行動を予想しようと努力する場合、とくに強い不安定化作用をもつことがある」と述べている[3]。

### 3 フィードフォワード型社会システムのデザイン

次に、フィードフォワード型社会システムを実現するために必要な要素について述べる。こうした社会システムの制御系は三つのサブシステムから構成することができる。外乱の影響を予測するシステム、外乱の影響を軽減するためにサービス・コンポーネントを組み換えるシステムである。以下、このサブシステムの詳細をそれぞれ論じる。

#### 3.1 外乱の影響を予測するサブシステムの構築

第一の要素は外乱の影響を予測するサブシステムである。災害発生時に社会・経済・産業に対する間接的な影響を広く洗い出す必要がある。

まず、起こりうる外乱を予測するために、過去の事象（地震・津波などの天災、産業事故などの人災、金融危機などのシステム災害）に対して、個人の知識・経験を超越して地域・国家レベルで知識を集積するナレッジ・マネジメントの仕組みが必要である。こうした各種の災害によってどのような外乱が発生しうるかという、広義ハザードマッピングのデータベースを構築する必要がある。自然災害の影響データベースとしては京都大学が公開している災害データベース「SAIGAI」や、防災科学技術研究所の「台風災害データベース」といったものが存在しているが、基本的には直接的な被害に留ま

り、社会・経済・産業への間接的な影響までを横断的にカバーしているものは存在していない。

さらに、過去のデータを組み合わせて外乱の影響を予測するシミュレーションするフレームワークが必要である。例えば、経済面においては被災地域における金融システムの状況、産業面においては生産・物流・消費のトレンドといった各種の影響に対して、シミュレーションを行うモデルを前述のデータベースと紐付ける形で整備する必要がある。

### 3.2 外乱の影響を軽減するサブシステムの構築

第二の要素は外乱の影響を、サービス・コンポーネントを軽減することで打ち消すシステムである。サービス・コンポーネントとはサービス（＝供給者と消費者の相互作用による付加価値の共創活動）を出入力システムと見た概念であり、高度情報技術がサービス・コンポーネントの柔軟な組み換えを可能にしている[4]。外乱の影響を受ける社会・経済・産業システムに対して、必要なサービス・コンポーネントを補うことで、外乱の影響を軽減して平時状況からの逸脱を可能な限り小さくする。

情報システムによってコンポーネント間のインターフェースを整備することは、こうしたサービス・コンポーネント組み換えの必要条件ではあるが、それだけでは十分といえない。第一の要素は、利害関係者の参加と合意形成を行うためのコミュニティ作りである。社会・経済・産業のどのような機能が危機に瀕しているかを判断して、必要なサービス・コンポーネントを調達するためには、地域の行政・企業・住民が参加する形で議論を行う必要がある。例えば今回の大震災直後、在宅医療のニーズは飛躍的に高まっていたところに、気仙沼市の医師が中心となって全国のコ・メディカルが参加した「気仙沼巡回療養支援隊」が立ち上げられた[5]。

そして、第二の要素が情報公開である。サービス・コンポーネントの組み換えは不確実性を伴う。こうした不確実性の存在を明らかにせず、一方的、絶対的な安全性、必要性だけを説く情報発信ではコミュニティ参加者間の信頼関係を維持できない。このことを武田[6]はロバート・マーティンの言葉を用い、「非知」と「特定化された非知（現時点では知ることができないと認識され、解明を待っている部分）」の区別が重要であると指摘する。こうした過程においては、情報を編集する過程が不透明なマスメディアだけではなく、参加者（もしくは参加者が信頼する有識者）が情報を取捨選択する特徴を持つソーシャルメディアの役割が重要になる。

## 4 ケーススタディ

本章では産業システムへの外乱に対して、いくつかの対応事例をケーススタディとして紹介する。一節で、首都圏地域と被災地域が物流面で遮断されたことに対して、いくつかの小売チェーンは移動販売車というサービス・コンポーネントを活用して、在庫に余力がある店舗の在庫を被災地に届けた。二節では福島第一原子力発電所の事故により、福島県産の農林水産物の消費が冷え込んでいることに対して、福島県は情報を公開するポータルサイトを立ち上げ、消費者の消費意欲回復につなげた。

### 4.1 移動販売による物流支援サービス・コンポーネントの追加

東日本大震災により、首都圏および東北地方における小売業は大きく混乱した。被災地では店舗の倒壊により営業が困難となり、道路の寸断により物流が滞った。また、消費者も自家用車を失ったり、ガソリンの調達が困難になったりしたため、店舗までの移動が難しくなった。こうした状況を受けて小売各社は流通・消費において細かいサービス・コンポーネントの補完によって平時と同様のサービスを提供するよう努めた。

例えば、コンビニエンスストアは被災地域において、店舗前の駐車場を販売基点として、付近の事業所への食料品・生活必需品の巡回販売を行った。また、グループに銀行サービスを持つセブンイレブンは移動型 ATM サービスを実施した。他にも、地元のスーパーや生協は被災地へのプレハブ店舗の出店や、被災地から店舗までの臨時バスを運行するなどの対応が取られた。

#### 4.2 行政による農林水産物ポータルによる風評被害の抑止

東日本大震災による福島第一原子力発電所の事故を受け、農産物から基準値を超える放射性物質が検出され出荷停止となる、風評により市場での流通量が減少するなど、被災地の農林水産業は大きな影響を受けた。風評被害とはマスコミ用語であり、関谷によれば公的な定義はないとされる[7]。同書は風評被害を「事実ではないのに、うわさによってそれが事実のように世間では受け取られ、被害をこうむること」としており、例としてナホトカ号の重油流出事故、所沢ダイオキシン報道、東海村 JCO 臨界事故に伴う風評被害などを取り上げている。日本の場合、高度に発達した流通により代替品の調達が容易であるため、消費者が選択する以前に流通などの中間業者が「消費者は不安を感じるだろう」と判断した時点で発注を控え、時間差で上流に在庫が積み上がる。

もちろん、一方的に消費者や流通を批判することもできない。特に長期的な影響が定かでない場合、専門家でも意見が分かれる場合に特定の物を忌避するのは自己防衛のための行動であるとも取れる。総務省は本年 4 月 6 日にインターネット上の流言飛語をサイト等の管理者が自主的な判断で削除するよう要請を出したが、こうした対策では根本的な解決にはならない。必要なのは前述の通り、客観的なデータと情報の開示である。

例えば福島県は本年 8 月 17 日に農林水産物のモニタリング情報サイト「ふくしま新発売。」を開設した。ここでは同県産の農林水産物について、採取日と地域を指定して検索することによって、放射性ヨウ素やセシウムの検出量を確認して、暫定基準値と比較することができる。一部のデータのみを切り取って公開するのでは、その取捨選択に対する信頼が不足していれば効果は薄い。こうした形で統合的なデータベースとして公開することは、同県産の農林水産物全般への信頼を醸成することにつながると考えられる。こうした情報開示にもかかわらず発生する売上減少等の被害に対しては、営業補償や運転資金の貸与といったセーフティネットの仕組みを設けることが重要であろう。

## 5 結論

本論文ではフィードフォワード型社会システムという概念を提示して、その要素と構築の方法論について論じた。こうしたフィードフォワード型社会を実現していくための復興ビジョンを具体的な地域に落とし込み、地方自治体等に提案を行っていく実証的研究が必要であると考えられる。

---

[1] IBM、しなやかで強い「スマーター・レジリエント・シティ」 (<http://www-06.ibm.com/innovation/jp/smarterplanet/resilientcity/>、2011 年 9 月 24 日閲覧)

[2] Klir Fasets of

[3] Herbert A. Simon, “The Science of the Artificial, Third edition”, The Massachusetts Institute of Technology, 1996 (=稲葉元吉・吉原英樹 (訳)、『システムの科学』、パーソナル・メディア、1999)

[4] 岡安英俊、サービス・コンポーネントのフレキシブルな組み換えによるサービス多様性のマネジメント、社会・経済システム第 32 号 (印刷中)、2011

[5] 産経新聞、震災前より充実した在宅医療 気仙沼の巡回支援隊、活動終了 (2011 年 9 月 20 日)

[6] 武田徹、原発報道とメディア、講談社、2011

[7] 関谷直也、風評被害 そのメカニズムを考える、光文社、2011