

アナロジーによるプッシュプル論

福島 和伸

1. はじめに

1980年代後半、世界の中で日本企業のプレゼンスが高かった時期、欧米の専門家の中で日本の産業競争力の秘密を探ることに興味もたれた。結果的には、バブリーな繁栄であり、必ずしも実力をともなったものではなかったという化けの皮が剥がされた一面もあるが、この時、日本企業に対する調査研究によって、いくつかの重要な概念が浮き彫りにされた。その中の最も重要なことの一つがトヨタのかんばん方式から導き出されたプルシステムという考え方であった。かんばん方式をプルシステムと呼ぶ一方、従来、欧米で追求してきた方法をプッシュシステムとして対比する研究が進んだのである。

本稿では、生産方式として出発したプッシュプル論にこだわらず、広く社会全般におけるいくつかの仕事を例にとってプッシュプル論を展開することにより、プッシュシステムとプルシステムの違いをより明確にすることにある。すなわち、いろいろな場面でのプッシュプルを議論することにより、それをアナロジーとして、最終的にはロジスティクスシステム全般におけるプッシュプル論を進める一助とすることが目的である。

2. プルシステム指向の発展

プッシュシステムとプルシステムの違いについての最も基本的な定義として、APICS (American Production and Inventory Control Society) による用語集の説明がある¹⁾。これは、MRP (Material Requirements Planning) 対かんばん方式をプッシュシステム対プルシステムとして比較することを意識したものである。この定義に近いものとして、日本では村松の説明があり²⁾、科学的管理法の時代からの流れをくむ伝票式工程管理的なシステムをプッシュシステム (村松の表現では押し出し方式) の典型と考え、プルシステム (引張り方式) としてのかんばん方式と対比させている。

また、オンデマンドかどうかという単純かつ平易な説明で定義している Hutchins による文献もある³⁾。オンデマンドの場合をプル、デマンドの予測や見込みにもとづく場合をプッシュとしている。

プッシュシステムが劣り、プルシステムが優るというように、単純に優劣を評価することはできない。しかしながら、顧客第一主義の経営、最終的には末端の消費者の要求によってのみサプライチェーン上のすべての活動が引張られて動いていくということを理想的なイメージとするならば、明らかに現代における経営技術は、デマンドプル指向、Customer Driven 指向によるシステム設計を目指していると言っても過言ではない。

3. アナロジーの対象事例

ここでは、以下の5つ分野での事例を対象とし、プッシュプル概念についてアナロジーによる考察を行ない、より明快に説明していきたい。

(1) インターネットによる情報供給

従来のマスメディア、新聞、ラジオ、テレビなどは、プッシュシステムであると言われている。たとえば、テレビ局側が良かれと考えて良質な番組を制作する。あるいは、視聴者が喜ぶであろうと思われる内容を予想して番組を制作する。そして、それを放送する。視聴者から高い評価を受けたとしても、この場合、あくまでも供給側の考えや都合で動いている。

一方、インターネットが普及し、ほしい情報、ほしい音楽など、需要側の都合によって、いつでもそれを引き出すことができるようになった。世界中のサーバーやクライアント PC にある情報の中から必要なものを必要な時に見ることが可能になったのである。とくに、最近のグヌーテラの出現は、著作権法の問題とあいまって大きな関心を集めている。このようにインターネットによる情報供給は、プルシステムが実現したということができる。

ただし、近い将来、光ケーブルが張り巡らされ、完全にブロードバンドが普及した段階では、大量の情報、音楽でも映像でも、ストリーミング、すなわち垂れ流し状態が実現する。そうすると、またプッシュシステムが復活するという説も唱えられている。ここでいうプッシュについての辞書的な説明は、以下のとおりである。

「プッシュ型 (push type) : クライアント側のユーザーが操作することなく、サーバ上にある情報をクライアントに取り込むタイプの技術。ユーザが WWW ブラウザで情報を引き出すタイプをプル型とし、それに対する反対語としてこう呼ばれた。」⁴⁾

「プッシュテクノロジー (push technology) : インターネットでのデータ配信技術。たとえ

ば、WWWではあらかじめ登録しておいたホームページからコンテンツを送信してもらい、テレビを見るように受動的に閲覧する技術をさす。』⁵⁾

以上を整理してみると、つぎのようになる。供給側が良かれと考える供給するのがプッシュタイプ、顧客側が必要な時に引き出すのがプルタイプである。ただし、情報分野であればプッシュシステムが再び関心を集めているが、生産や物流の問題を論じる場合には、プッシュシステムの復活は基本的に考えにくい。情報の場合、大量の情報を垂れ流ししても、ほとんど流すためのコストがかからなくなったのであるが、物を供給する場合は、高いコスト負荷を避けることができないからである。

(2) 列車と渡し舟の喩え

列車運行はプッシュシステム、渡し舟はプルシステムであると考えられる。「時刻表は一度つくってしまうと、乗客がいようがいまいが列車はその通りに走らなければならない。ところが、渡し舟で人が集まったら出発しようといった、出たところ勝負のような場合には、通信機能があれば効率的にやりやすくなる。モバイルでみんなが申し込んで、行き先、時間、人数、これらの情報が集まることで、デマンド・サイド・マネジメントが初めて可能になる。』⁶⁾

一般に、定期運行している列車の場合、ダイヤという事前に立てた計画にもとづいて、計画どおりに運行する。ダイヤに精確であることが、鉄道会社の高評価になる。たとえば、年に2回のダイヤ改正の時には、乗客の動向や便利さということを考慮して、ベストと思われるダイヤを作成するのであるが、一旦ダイヤができてしまうと、乗客のことは基本的に考えずに、ダイヤどおりの運行をすることが活動の中心となる。

一方、渡し舟のような場合は、あくまでも乗客のオンデマンドを基本として運行することになる。乗客がいなか、採算に合致するだけの人数が集まっていなければ、当然、運行しないやり方である。

列車と渡し舟の喩えによってプッシュプルを整理すると、以下のとおりとなる。プッシュシステムとは、あくまでも事前に立てた計画にもとづいて、その計画を遵守することによって活動するものである。したがって、活動の終了時点を精確に予想することができる。すなわち、その活動に要するリードタイムがあらかじめ計画されているものである。プルシステムの場合は、計画は基本的に立てない。あくまでも顧客からの要求にしたがって活動を行なう。したがって、その活動に要するリードタイムは、活動の結果として評価できるものであって、事前に決まっているものではない。

(3) 航空管制の役割

航空管制の役割は、プルシステムであると説明されている⁷⁾。目的地の空港が混雑している時、出発地の空港では、飛行機を出発させずに待たせる。そして、到着時間の頃に混雑が無くなるのを見計らってその飛行機を出発させる。そうすると、結果的に到着時刻は同じくらいとなる。したがって、目的地の空港近くの上空で旋回しながら着陸を待つ必要がなくなり、余計な航空燃料の消費や事故の危険性を減らす効果が得られることになる。目的地の空港というつぎのプロセスにおける状態によって、供給側が行動するやり方である。

飛行機の定期運行は、もちろん基本的には列車と同様にあらかじめ計画した時刻表にしたがって飛ぶものであり、プッシュシステムである。ただし、ここに航空管制というプルの要素が加味されている。事前に立てた計画だけにしたがって動くと、目的地で団子状態となり、不利益が生じることが分かっているので、その目的地での状況を見て行動するというものである。したがって、団子状態にならないように、動き出すタイミングを調整するというやり方である。

この航空管制の場合から言えることは、プルシステムとは、目的とするものの状態を見て活動を行なうやり方のことである。ここでいう状態とは、ネックとなるプロセスでの詰まり状況のことである。

(4) いわゆるお役所での仕事

お役所に何らかの仕事の申請をしたとしよう。1ヶ月後に、その結果を取りに来るように指示を受ける。そのお役所では、いろいろな仕事を担当しており、ここで受理した審査の仕事もその一つである。1ヶ月という期間を設定したこの意味は、つぎのようなことである。いろいろな仕事を抱えているが、それぞれ同種の案件を数個まとめるなどして、上手に段取りをつけながら効率的にこなしていく。あるいは、1ヶ月の中で月間の仕事のスケジュールを決めていて、それぞれの種類の仕事は、月中の何日頃に行なうということをあらかじめ決めている。そのような仕事のやり方を想定すると、1ヶ月後には今出された申請についての処理が終わるであろうと考えることができる。

このような仕事の進め方は、プッシュシステムといえることができる。仕事をする側も、仕事を依頼した側も、両方とも1ヶ月というあらかじめ決めた処理期間を当然のように認めている。たとえば、2週間くらいで実際には仕事が済んでしまっていたとしても、1ヶ月後にならなければ受取りに来ないし、仕事が早めに終了したので、早く取りに来るようにと指示することは原則としてありえない。おそらく、その仕事に要する正味の処理時間は、1時間か2時間ぐらいかもしれない。換言するならば、期間的にかなりの余裕を見込んで事前に1ヶ月という期間を設定しており、たとえ仕事の繁忙期であっても、1ヶ月あればまず完了しているはずであると想定している。

したがって、ほとんどの案件は、安全分を含んだ1ヶ月よりも短い日数で実際は完了しているのである。

この場合、プッシュシステムの特徴として言えることは、以下のとおりである。処理に要するリードタイムは、あらかじめ決めた（既定の）日数にしたがうものである。すなわち、仕事の詳細スケジュールを有限キャパシティ（予算として与えられている総就業時間）に精密に割当てて算出した日数ではなく、繁忙期をある程度想定したおおよその見積りにもとづく基準リードタイム設定によるものである。したがって、通常は、安全側に十分な余裕を含んだ日数によって仕事を進めているので、実際に必要な日数よりも大きな基準リードタイムになってしまう。その結果、実際は仕掛り状態や手渡し待ちの状態の仕事が、たくさん存在しているものと思われる。

(5) コンビニエンスストアにおける棚への商品補充

これはすでにプルシステムとして周知の事例である。コンビニエンス、すなわち便利ということの意味であるが、約2,900品目の商品が24時間いつも欠品をおこさずに棚に並んでいることが、その必要条件となっている。平均30坪の店舗面積から棚割り計算をすれば自ずと結論が出るのであるが、一つの品目に対して5~6個の商品しか置くことはできない。したがって、商品が売れたらすぐに補充することを多頻度で行なわざるをえない。それができなければ、たちまち2,900品目を欠き、急速度で品目数が減少していく。そうすると、もはやコンビニエンスストアの必要条件を満たさなくなってしまう。

このように消費者の実需に直結し、売れた分だけ商品補充することを可能とする多頻度小口配送システムの成功が、コンビニエンスストアの実現となったのである。在庫補充（inventory replenishment）という考え方は、プルシステムによる運用である。供給側（サプライヤー）が、予想にもとづいて商品を押込んでいるわけではないからである。

ちなみに、コンビニエンスストアの売上に大きな割合を占めている弁当については、少々解釈が難しい。各店舗では、明日の弁当の売行きを考え、すなわち需要予測して、いわば販売計画を毎日立てなければならない。弁当の売行きは、天候やその地域でのイベントの有無など、いろいろな要因によって大きく変動する。この場合、単純に他の商品のように売れたら補充するという取扱い方とはやや異なっている。予測をし、計画を立てて、実行していくのであるから、文字どおり解釈するとプッシュシステムが用いられていることになる。しかしながら、単純にプッシュシステムと言いきることができるかどうかについては疑問が残る。

ともあれ、ここでのプルシステムの特徴をまとめてみると、事前に立てた計画にしたがって活動するのではなく、売れたという事実を正確につかんで、補充という行動を指示することである。

4. いくつかの観点からの考察

上記のアナロジーをまとめる意味で、以下の7つの観点からプッシュシステムとプルシステムのそれぞれの特徴について考察する。また、特徴をまとめたものを表1に示す。

(1) 顧客との関係

顧客から直接、要求されて活動を行なうのがプルシステムであり、顧客の直接要求以外の判断にしたがって活動する場合をプッシュシステムと考える。

ただし、マスコミ、定期運行列車、定期航空路線が、すべて事前に立てた計画に忠実にしたがって仕事を進めていくのに対して、お役所仕事の事例では、あくまでも顧客の要求によって仕事が行なっている。顧客の要求という観点からすると、お役所仕事はプルシステムで行なわれていることになってしまう。しかしながら、問題は、具体的な仕事がいつ行なわれるのかにある。1ヶ月の期間で仕事の完了を約束しているのであるが、言うまでもなく、その仕事だけに専念すれば、おそらく数時間もあれば処理できるものである。既定の1ヶ月というリードタイムを所与のものとしているので、1ヶ月の中でいつその仕事を行なうかは、専ら担当のお役所およびお役人の都合によってスケジュールが組まれるのであり、顧客が引張り続けているというピンと張られたロープのイメージとは異なるものである。したがって、お役所仕事もプッシュシステムで行なわれているとよい。

まとめると、顧客の要求に駆り立てられて仕事をする場合がプルシステムであり、自らの効率や都合、あるいは顧客要求以外のその他の理由によって具体的な仕事を進める場合がプッシュシステムであると解釈できる。

表1 プッシュシステムとプルシステムの特徴比較のまとめ

項目	プッシュシステム	プルシステム
(1) 顧客との関係	自らの効率や都合などを考慮	顧客の要求により引張られる
(2) 計画	そのつどの計画が必要	そのつどの計画は不要
(3) 制御方式	計画にしたがって仕事を遂行	目的物の状態を制御量とする
(4) リードタイム	既定値が必要	結果である
(5) シーケンシング	自ら作成する	考える必要なし
(6) ローディング	スケジュール後にチェック	不要
(7) 指示情報	顧客以外が指示	顧客が直接指示

(2) 計 画

プッシュシステムは計画を立てるが、プルシステムはそのつどの計画を立てない。インターネットによる情報の提供も、渡し舟も事前に計画を立てているわけではない。コンビニエンスストアの商品補充も事前に立てた計画にしたがって、店舗の棚に押込んでいるわけではない。実際に顧客の要求があってから活動を開始する。航空管制も、事前の計画に導かれて離陸をストップさせているわけではない。現時点での必要性から判断しているにすぎない。お役所仕事は、1ヶ月の中で計画的に仕事を進めているがゆえにプッシュシステムによる運営である。ただし、お役所でも窓口業務の場合は、プルシステムで仕事をしている。その場で、顧客が並んで待っており、その間、常に顧客から引張られて仕事を行なっているからである。その並んでいる顧客の期待を無視して、まさか全く関係の無い仕事を途中で割り込ませることはできない。

まとめると、事前に立てた計画にもとづいて仕事をするやり方がプッシュシステムであり、逆に、プルシステムでは、そのつど計画を立てて仕事を行なうことはしない。

(3) 制 御 方 式

渡し舟や航空管制、コンビニエンスストアでの商品補充の例から分かるように、乗客の集まり具合、目的地の空港、店舗の棚での状況変化にしたがって行動のためのシグナルが発生し、指示を与えている。これが、プルシステムの特徴である。

一方、プッシュシステムでは、その場所でのどのような状況変化が起ころうと、基本的には、所与の計画どおりにしか活動しないものであり、状況の変化に対応した調整を行なうことはしない。乗客が思ったより少ないからといって、列車の出発を見合わせることはないのである。

ちなみに、プルシステムでは、制御量 (controlled variable) を目的物 (目的地) の状況とし、操作量 (manipulated variable = control input) として活動の指示を出すシステムである⁸⁾。目的物を直接コントロールしているので、種々のトラブルや問題、需要の変化などにより、目的物が過剰 (目的地が混雑) になってしまうことはない。

プッシュシステムでは、トラブルや問題が発生すると、直接フィードバック制御を行なうシステムではないので、目的物に対してキャップ (蓋) をする機能が働かないわけである。

以上をまとめると、つぎのとおりである。現時点における状態を見て活動を指示する方法をプルシステムと考えることとし、プッシュシステムの場合は、事前に計画したスケジュールどおりに生産指示をするので、状態によって指示を変えることはしないものである。

(4) リードタイム

リードタイムとは、ある指定された開始点から、目的とする点までの経過時間のことである。

テレビ放送，列車，定期フライト，お役所仕事，すべて事前に基準リードタイムが設定されている。たとえば，放送時間はあらかじめ決まっており，視聴者の受けが悪いからといって，放送途中で時間を短くしてしまうことはない。列車も定時運行することが最も大切な業務評価項目であり，急いでいる乗客がいるからといって，途中からスピードを上げることはしない。

一方，プルシステムでは，事前にリードタイムを設定する必要はない。渡し舟の場合も航空管制の場合も，到着時間を計画的に決めているわけではない。ただし，仕事の処理を行なう負荷（workload）が無視できるような場合，能力（capacity）が十分にある場合には，プルシステムでも，リードタイムはいつもほぼ一定と考えてよい。たとえば，インターネットによる情報提供を考えると，情報を供給するだけで物理的な物を供給するわけではないので，きわめて短時間の内に顧客に提供できる。また，窓口業務やファーストフード店の場合を考えると，もし能力（この場合は窓口の数）が十分にあれば，いつでもほぼ同じリードタイムで目的が完了する。コンビニエンスストアでの商品補充の場合も，よほど異常な需要が起きない限り，通常の需要変動幅の範囲であれば，定時定常ルート運行のトラックで配送されるようなシステムができています。

すなわち，プッシュシステムでは，事前にリードタイムを設定するが，プルシステムの場合，リードタイムとは，あくまでも実際に動いた結果でしかすぎない。ただし，プルシステムでも負荷や能力の変動調整ができるようなシステムになっていけば，ほぼ一定のリードタイムを期待することはできる。

(5) シーケンシング

シーケンシングとは，どの仕事から処理するのか，仕事の順序付けをすることである。10の手持ち仕事を抱えていたとすると，その10個の仕事に1番から10番まで優先順位を付けることである。渡し舟，窓口業務，航空管制，商品補充などすべてFCFS（First Come First Service）が基本であり，基本的にシーケンシングを考える必要はない。たとえば，Vollman も，プルシステムに対して，つぎのように説明している⁹⁾。「シーケンシングの手順は，ここでの問題にはならない。要求にのみもとづいて作業を開始するからである。」

列車もお役所仕事も，効率とか段取りなど仕事をする側のやりやすさや条件を中心にして，順番を決める。つまり，供給側の都合に合わせたシーケンシングを行なうことになる。むしろ逆説的には，プッシュシステムは，シーケンシングを行なうからこそ，プッシュシステムとしての意味があると言っても過言ではない。個々の顧客へ供給するタイミングの問題よりも，効率の高さを売り物にしているのである。

以上をまとめてみると，プルシステムでは，基本的にシーケンシングを考える必要がない一方，プッシュシステムでは，効率などを考えたシーケンシングを行なうやり方である。

(6) ローディング

ローディングとは、ある単位期間（月、週、日など）ごとに負荷山積みすることをいう。マスメディア、列車、飛行機、お役所仕事など、すべて何らかの形でこれを行なっているはずである。プッシュシステムでは、設定したリードタイムをもとにして、まずスケジュールを組む。そして、そのスケジュールが可能かどうか、能力（キャパシティ）に対して、果たしてその負荷が処理できるかどうかを確認する必要が生じるのである。

インターネットによる情報提供、渡し舟、航空管制、コンビニエンスストアでの商品補充などのプルシステムにおいては、そのつど上記したようなローディング機能を働かせているわけではない。顧客から与えられたシーケンスで仕事を行なうべく、手持ちのリソースを使用するだけである。ただし、多くの顧客から同時に予想外の要求が来ると、待ち行列ができてしまう。

(7) 指示情報

プルシステムでは、顧客から直接、指示の情報が与えられる。それ以外の情報によって仕事の指示が行なわれることはない。

これに対して、プッシュシステムでは、顧客から直接、指示情報が与えられるのではなく、顧客以外の情報によって指示が行なわれる。たとえば、以下のような場合が典型例と考えられる。

仕事が入ってきた。この仕事は、かなり先の納期のものであり、今、開始する必要はない。しかし、今、手空きになっているし、とにかく来たものは速やかに処理しようという考えで、その仕事を始めた。いずれはやらなければならないので、業務の稼働率が低下するのを避けたい。この仕事の実行については、顧客から直接的に、今、行なうことを指示されたのではないので、プッシュシステムにおける指示である。

5. おわりに

上記5つの分野での事例を用いてプッシュプル論のアナロジーを試みた。このようにいろいろな分野でのプッシュプル概念を可能なかぎり一般化・共通化することによって、プッシュシステムとプルシステムの定義がもっと説明力をよりいっそう強化することができると考える。

サプライチェーンを通してのリードタイム短縮、すなわち在庫の削減を行なうことが、現在、ロジスティクスにおける最重要課題とされている。このためには、当然のことながらデマンドプル指向のシステム構築が必要になると考える。このようなプル指向のシステム構想の検討段階において、本稿でまとめたことが何らかの参考になるものと思う。

参考文献

- 1) APICS, APICS Dictionary, Eighth edition, p.43, American Production and Inventory Control Society, 1995
- 2) 村松林太郎, “欧米にみる工場マネジメントとトヨタ生産方式”, IE レビュー, Vol.22, No.4, p.161, 日本インダストリアルエンジニアリング協会, 1982
- 3) Hutchins, D., Just In Time, Second edition, p.42, Gower Publishing, 1999
- 4) 情報通信新語辞典, p.219, 日経 BP 社, 1999
- 5) 相磯秀夫監修, 情報技術用語大事典, p.568, オーム社, 2001
- 6) 石井威望監修, 着るオフィス, p.22, 中央公論新社, 2000
- 7) Hopp, W. J., Spearman, M. L., Factory Physics-Foundations of Manufacturing Management, p.322, McGraw-Hill, 1996
- 8) JIS-Z8116 自動制御用語・一般
- 9) Vollman, E. T., Berry, W. L., Whybark, D. C., Manufacturing Planning and Control Systems, Fourth edition, p.360, McGraw-Hill, 1997

《Summary》

An Analogous View of Push-Pull Systems

By Kazunobu FUKUSHIMA

Most of the current challenges in logistics are the area of designing and developing demand-pull systems. Although the push-pull system has been argued a lot so far, a more profound understanding on this issue will be useful in the development of new logistics systems. This paper describes the characteristics of both the push system and the pull system by an analogous method using examples in a wide variety of businesses.