

特集 「異分野」理解のすすめ  
**理想システムを設計する**  
創造的アプローチ

片岡 眞吾

キーワード：デザインアプローチ，システム，機能

## はじめに

異分野の理解そして異質な方々との交流がどのようなアウトプットをもたらすか考えてみたいと思った。まず、デザインアプローチに関する基本的な考え方を講義し、理想システム設計の実験を試みた。しかし、この演習課題は理想システム実現の入り口にすぎない。設計の初期段階ではあるが、「システム機能の把握」と「アイデアの発想」という我々が持つ「システムを総合的に捉える力」と「創造性」が重要な役割を演ずるところでもある。この課題の回答は県民大学受講者と比較できる私どもの学生のデータがあり、一部ではあるがここで分析結果を報告している。

## 1. 基本的考え方

### (1) DESIGN APPROACH

システムを実現する方法には調査分析アプローチ *Analytical approach* とデザインアプローチ *Design approach* の二つがある。調査分析アプローチは「現状を詳細に調査分析してシステムを構築する」方法である。もう一つは我々の創造性を活用して「システムに要求される機能を中心に理想システムを設計する」デザインアプローチがある。デザインアプローチはシステムの機能を追求し、真に果たさなければならない機能を明確にすることからはじまる。

### (2) System

システムとは「複数の要素が有機的に関係し合い、全体としてまとまった機能を発揮している要素の集合体」と定義されている(広辞苑第四版-Pegasus/CD辞書)。組織、系統とも呼ぶ。我々の人工世界では人と機械で構成される *man-machine system* をよく見る。コンピュータ用語辞典では次のように *System* について定義している。System is defined as “any group of objects related or interacting so as to form a unit” (*THE PENGUIN DICTIONARY OF COMPUTERS*). In

data processing system the objects which are interrelated will be individuals and machines, the purpose of their interacting being to achieve certain defined ends concerned with the manipulation of information, e.g. to produce a payroll. System can also be used to refer specifically to a particular interrelated collection of machines (in this sense, the term *configuration* is also used).

### (3) Function

機能とは「物のはたらき，果たすべき役割，作用」ともいう．システムの機能とは「システム全体で達成しなければならない目的」である．また，システムを構成する要素(コンポーネント)にも相互に関係する固有の機能がある．機能の他に主なシステム特性として，システムに入ってくる *Input* そして出てくる *Output* などがある．

## 2. 演習課題

課題 1. 英文からシステムの定義とデータ処理システムについて知る．

課題 2. 日常身の回りにあるシステムの例(ここであげたものを除く)をあげなさい．

解答例 1. パソコンシステム(表示機能を持つディスプレイ / CPU や記憶装置などが搭載されており，計算や記憶などの機能を持つ本体 / 利用者の命令やデータを PC に入力する機能を持つキーボードの主要な 3 つのコンポーネントから構成されている)

解答例 2. 自動車の運転システム(自動車のハンドル / アクセルペダル / クラッチペダル / ギアシフトレバー / ブレーキペダルなどからなる操縦サブシステム，エンジンの動力サブシステム，そしてデファレンシャルギア / シャフト / タイヤなどからなる動力伝達サブシステムなどで構成されている)

課題 3. 次のシステムの (I) Input と (O) Output そして (F) Function を示しなさい．

(1) ジュースの自動販売機 (2) 病院システム (3) 入試システム (4) ドライビングスクール

課題 4. まず「公衆トイレシステム」の欠点をあげ，欠点を希望表現に変換しなさい．

解答例 欠点：臭い 希望表現：花の香りがする

## 3. 課題演習結果の分析と考察

次に示すものは講座での質問と課題 3 および課題 4 の解説，そして演習結果を経営情報学科 3 年生の杉山君と分析検討し，回答例などをあげて要約した．県民講座を受講された平均年齢 63 才の社会人の方々と 18 才から 20 才の学生の演習結果を比較している．分析の結果，デザインアプローチの幾つかの留意点が明確化された．

### (1) 課題3の回答分析

課題は4つの既存システムについて、機能は何か、そしてこのシステムに入ってくるインプットと出てくるアウトプットは何かを明確にすることである。

#### システムの範囲

会場から「システムの範囲をどうしますか」という質問があった。課題にはシステムの名前があるだけであった。システム設計をするときのことを考えれば当然のご質問である。まずは、設計担当者とシステムの利用者として相談するところであろう。演習では利用者と設計者の一人二役で、任意の範囲を考えていただければよいことにしている。

しかし、システムの範囲をどのように規定するのだろうか。システムのフレームワークが明らかになると、システムの外部と内部にわけられ、システム全体のイメージが形作られることになる。したがって、これは重要なデザインアプローチのプロセスである。課題3では既存のシステムの名称から、そのシステムが具備していなければならない最も重要な「機能」と「インプット」そして「アウトプット」だけを問い、その答から一挙にシステムのフレームワークをも意識して戴けると考えた。

なお、時間の関係で解答例をあげて終わった課題2では、身の回りにあるシステムの例を挙げていただいている。これは既存のシステムといわれているものがどのような特徴をもっているか知ることができる。いいかえると、イメージしたものをどのようにしてシステムとみなすのかの演習でもある。ここではシステム判定の知識としてシステムの定義が紹介されているが、その他にもシステムが具備していなければならない条件を挙げて判定する方法がある。

#### 機能について

機能を表現するための記述方法としては、これを動詞的表現にして戴いた。

しかし、ここで学生からもでた質問があった。「機能をシステム全体が達成しなければならない目的と同じだ」と説明したところ、機能を含めてシステムの様子をいろいろと記述してしまい「機能を簡明に表現できない」というのである。すなわち、機能の記述が冗長的になりがちなのである。考えられるこの原因は、まず、システムの機能を把握することの不慣れが挙げられるが、演習課題が現存するシステムの名称からスタートさせているために、システム機能の把握における様々な障害が発生することが考えられた。例えば、既存イメージが先行して、構成要素一つ一つが気になってしまう、既存システムが問題のあるシステムで本来の機能が分からなくなる、などである。

これらの対策としては、機能を表している動詞を修飾する語群をシステムのゴールとして別けるようにすると、動詞的に表現された機能が浮き出てくる。あるいは、システム内に必要な設備や機械や作業員など構成要素の役割などに分類することによって、システム全体で果たさなければならない機能が明らかになる。しかし、理想システムの設計では、部分がわかっていることなどあるだろうか。機能が明確になっていない段階では、せいぜいシステムのゴールを識別し、分離することしかできないであろう。

逆に動詞表現を忠実にやっているにもかかわらず、冗長的になってしまうものは、シ

システムの処理手順を記述している場合と、イメージしたシステムに階層があるため、階層ごとのシステム機能を羅列している場合が考えられる。ジュース自動販売機では「お金を入れる」「飲みたいジュースを選ぶ」「ジュースと釣り銭を出す」など処理手順を羅列する回答例があった。そして、ドライビングスクールでは「運転方法と交通法規を教える」「運転を練習し交通法規を学ぶ」「免許証をとる」「安全運転する」と学校、入校者の勉強、試験場、交通システム、という具合にシステムの階層がことなり、システムレベルごとの機能と理解できる例などが見つかった。個々には機能として理解できるが、対象とするシステム全体の機能を特定できなくなってしまうわけである。前者はそれらがシステム内に入ってきた客がしなければならぬ手順とジュースの代金に関わる現金決済の処理手順とみなせる。後者は階層別にシステム機能を分離して、レベルの低い機能を達成してしまうより高いレベルの機能を見つけ出し、階層順に機能展開をする必要がある。機能展開の結果から、システムレベル別の機能が明確になり、対象システムのレベルとその機能を明確に示すことができる。一見すると部分を明確化していくとシステム全体の真の機能がわかるように思われるが、システム全体で果たさなければならない機能が明確にならないと構成要素の必要性も相互の関係もわからないわけである。システム機能の把握は重要である。

同様に複雑な組織と機器設備を持つ病院システムでも、患者を診療するという医師の仕事や処方箋を元に調剤して薬を患者にわたす薬剤師の仕事が機能として挙げられている。立派な建物も現存していて受診の経験があっても病院全体の機能がなんであるか知ることは難しいようである。逆にあまり現状システムが明らかで単純でも正しく真の機能を見つけ出す事は難しい。現状の公衆トイレシステムはあまりに不潔で、インプットで入って行った人が不快となってアウトプットされるシステムになっている。機能としては「不潔なトイレは不快を与える」とか「入ってきた人を恐喝する場所である」とかの記述がされる。この課題の後に、システムの欠点列挙から希望表現に変える課題4が用意されている。欠点が明確ならば理想システムの設計ではそれを解決し、恐喝や不快感を受けない公衆トイレシステムの真の機能を明確に示して戴ければよい。しかし、記述を注意して見れば、「安全な」とか「清潔な」など、システムゴールとして理解できる修飾語がつく動詞が機能として見出せる。あるいは「安全にする」と「清潔にする」を機能として解釈すれば、システムの異なるレベルの機能が、サブシステムの機能に違いない。複雑なシステムであっても機能は意外に簡明な動詞表現で記述できる。

### インプットとアウトプット

インプットとアウトプットは名詞表現で記述して戴いた。

ジュースの自動販売機はインプットに「お金、ジュース、電気」などたくさん列挙された方が多かった。同様にアウトプットも「ジュース、缶、紙コップ、釣り銭」などを列挙されていた。機能との関連でシステムに入ってくるインプットと出て行くアウトプットさへ明示できれば良いのである。お金は料金徴収システムが担当し、ジュースはジュース補充システムが担当すれば良い。するとこれらは、ジュースの自動販売機システムの外部環境か、内部のサブシステムに関連するものかもしれない。

ここで、比較しながら期待されるシステムを描いてみる。自動販売機の社長は販売員を置かないで、「ジュース」をインプットし「売り上げ」がアウトプットされるジュース自動販売システムを考えていた。ジュースを買いに来た人は「お金」をインプットしてアウトプットされた「ジュース」を飲んだ。ジュースを飲みたい客の立場で考えると、お金を握り締めてジュースの自動販売機の前に立たなくとも水と同じようにジュースを手に入れられないのだろうか。なぜなら水は水道局から水道管を通して供給されている。使用量の水道料金は銀行口座から引き落とされている。自動販売機でジュースを売る社長の立場であれば、販売機のジュース補充と貯まった代金を回収するために販売機の設置場所へ社員を行かせなくてもいいのではないだろうか。なぜなら自動販売機システムで人を使わずにジュースを自動で販売したいのである。このシステムの機能、インプット、アウトプットは何であろうか。最もシンプルにすると機能は「販売する」、インプットは「ジュース」、アウトプットは「売り上げ代金」である。また「ジュースを飲みたい人」をインプットと考え、アウトプットは「飲んだ人」、このときの機能はどこでもいつでもジュースを飲みたいときにジュースを「手に入れる」となる。また、べつに現金決済による「代金回収システム」は使わなくてもいいはず。そして、ジュースの「補充システム」もパイプラインを作ってしまうと水道のようにいつでもどこでも飲む事ができる。しかし、現実の様々な制度や寿命をもつ有限資源でこれが可能になるかは別の問題である。機能やインプットやアウトプットとはちがうシステム全体の様子を形容している語句があるがこれらをゴールと呼んでいる。システムを実現するさいにはこのようなゴールで形容されたシステムになって欲しいのである。

学生のレポートで、トイレの機能は「人の排泄を助ける」で、インプットは「排泄物」で、アウトプットは「水」だという。これはトイレシステムの便器のインプットとアウトプットである。アウトプットは水もそうだが溶解された汚物もそうだ。しかしリサイクルサブシステムをもつ公衆トイレシステムであれば、人間の排泄物から水を取り出し施設内の水に再利用し、固形物とメタンガスは冷暖房と発電燃料そして肥料となって公衆トイレ周辺の植栽の土になり、結局アウトプットはあまった水だけが出てくるのかも知れないのである。これはシステムとして考えなければ思い浮かばないことである。

既存システムの機能、そしてインプットとアウトプットを記述するこの課題では、「機能把握」と「システムに入って出て行くモノの把握」のプロセスを行ったり来たりするようだ。システム全体で達成しなければならない機能との関連でインプットとアウトプットも見出せるようである。その逆も考えられるが、真の機能が見つけ出せないままにインプットとアウトプットは簡潔に明示できないのかもしれない。また、システムの設計者が利用者の立場でシステムのイメージを想像して設計をしていくことが理解できると思う。

## (2) 課題4の回答分析

課題は誰でも利用した事のある「公衆トイレシステム」の「欠点」をあげて、この欠点を「希望表現」に変えることである。

### 欠点列举数

欠点をたくさん挙げて下さったのは、学生より社会人の方々であった。演習結果の欠点は希望表現に比べると抽象的であった。欠点列举の例を挙げると、「不快だ、不潔だ、不便だ、汚い、恐い、危険、暗い、臭い」などの抽象的なものが目立つ。

### 希望表現への変換

希望表現への変換も社会人の方々がスムーズだった。経験量が影響していると考えられるが、対象システムはごく一般的なものであった。言葉の流暢さという点も創造性の一特性として言われていることから、比較的年齢の高い方々のほうが創造性が豊かなのでありましょう。

欠点に比較して希望表現の記述は、「空調をして、便座や床は乾いてほしい、暖かい便座、切れた照明機器は直せ、照明は入場者を検知して自動点灯する、掃除とトイレトペーパー補充を頻繁に」などと公衆トイレシステムを特徴づけるシステム特性に分類することができるほど具体的であった。例えば、公衆トイレシステムのシステム特性として、機能、利用者、立地、建物、設備、便器や空調や什器など機器類、消耗品や備品、清掃作業員の業務(清掃や保守保全などの手順や実施時間や内容)、トイレ利用者の利用手順、内部環境と外部環境、などが挙げられる。これら特性項目に希望表現の回答を仕分けしてシステム仕様書として一覧することができれば、皆さんの希望にそった公衆トイレシステムの様子が見えて来るわけである。

この欠点列举と希望表現への変換プロセスは普通、問題のあるシステムを改善するところで役立つ方法である。さらに欠点から希望表現に変換するとき、抽象的な欠点も希望になるとかなり具体的な表現になり、現状をこえる新たなアイデアまでも記述されているものも出てくる。したがって、現状システムの欠点列举と同時に希望表現変換をする方法は、まったく新しいシステムを生出す創造的な方法になりうると考えられる。

この試みを学生がしてくれた。欠点は抽象的でシステム特性への分類が難しかったが、希望表現をシステム特性に分類することは比較的簡単と報告してきた。ここでシステムの要素から理想システム設計の可能性があるように感じられた。しかし、システムの構成要素間の関連を明らかにする上で結局、システム全体の機能・目的が必要になり、列举された希望もシステムの機能との関連で設備やサブシステムとしての位置づけをしなければならなくなった。学生が陥った状況は、ちょうど全体を構成する部分の様々な問題の分析調査の結果を受け取り、それらを解決するシステムの設計にやっとアプローチし始めたところなのである。理想システムの機能を明確にする真の機能の追求作業のはじまりで、その真の機能を実現するためのシステム設計の計画段階に来たのであろう。目的と手段を明確化しなければならない。実際に有限資源を使用してシステムを実現するためには、さらに自分達とは異分野の知識や技術の専門家や技術者そして場合によっては投資家も活用しなければ実現は不可能である。しかしながら、システム機能とそれを実現するためのシステム特性が明確になっていさえすれば、協力者も資源も特定でき、この一大プロジェクトは計画可能と考えられる。

## 公衆トイレの研究

都市計画，建築，土木，家政，公衆衛生，住宅，衛生機器などの専門家が公衆トイレの立地や建物や設備や機器そして人の行動などを研究している．また，自治体で調査分析され改善の試みが行われている．東京の世田谷区では主婦や研究者が共同で大々的に調査して，NHKなどでも放送されたものもある．従来の公衆トイレでは乳幼児のおしめは取りかえられず，ドアにあるフックの位置が高くショルダーバックを盗まれるとか，恐喝など犯罪も起こる，不便で不潔で危険な暗い場所という，本来の機能目的とは関係のない不快なイメージがある．人が利用する施設の特徴であろうが，これらの一局面だけを改善してもあまり画期的な効果は期待できない．公衆トイレをシステムとして捉えると，様々な構成要素が機能してさらに他のシステムとも相互に関連するわけで，様々な異分野の専門家や技術や知識を投入して，知恵を出さなければ不快イメージを払拭するほどの創造的な理想システムは実現できないことがわかるであろう．

一方，人体をシステムとして捉えてその機能を考えると，人間の排泄は栄養の摂取と体を清浄に保つという機能と関連して，体内の老廃物を排泄するという機能をもつシステムが担当する行動である．しかし現実には，人体の外部に不快感をあたえるトイレがこの機能を阻害している可能性がある．これが繰返されると複雑な人体の構成要素が正常に機能できなくなり，膀胱炎や直腸ガンなどの病気になり，様々な健康障害を起こす恐れがある．

最近では，通勤電車の駅舎やデパートなどのトイレが便利で綺麗になってきた．さらに，子供たちが一日の約25%を生活する学校などのトイレは，空調がされ大きな鏡と温水トイレもある明るく清潔な場所に改修する積極的な試みが行われてきている．トイレを育ち盛りで思春期を迎える児童や生徒が生活する場のサブシステムとして設計するならば，さらにこれより高いレベルのシステム機能にはたぶん健康的に生きる人間の生存と関連する機能があるわけで，このシステムにはいくらかでも良いアイデアと資金を投入するべきであろう．このようにシステムの階層化されているレベルの機能を考えると，家庭でも長寿を享受するためのシステムとして様々な健康管理に使えるアイデアを導入し，単に排泄をするだけの場所として考えられていたトイレをまったく違ったより高いレベルの保健機能を達成するシステムにすることができる．より高いレベルのシステム機能が達成されるならばそれよりも低いレベルの機能は当然クリアされるわけである．機能を中心としたシステムの見直しと設計の拠所であろう．

## おわりに

長寿社会で自律した生活を送るためにも生涯学習は大変重要と思われる．県民講座に参加された皆さんの行動力に敬服するものである．

変化の激しい状況では様々な問題に対してスピーディーな対応が迫られる．問題解決に際して，詳細な調査データと分析結果を待つアプローチでは，比較的長い時間を要し，さらにシステムの部分的問題改善のみに留まることが考えられる．これに対して，一切の調査分析

をせずに、諸制約条件を一旦はずし、問題や欠陥が全くない新しい理想のシステムを想像して、これをスピーディーに実現するアプローチがある。本講座ではこれをデザインアプローチと呼び、その初期段階を課題の演習で、すなわち実践の真似事(シミュレーション)で経験して戴いた。

大学で私が担当している管理工学の対象システムは「仕事システム」である。電子工学の「電子回路システム」、機械工学の「内燃機関システム」などと同じように考えて戴ければよい。仕事システムの実現の方法は、設計から導入そして運用管理にいたる一連の過程をクリアできるものが、実践の場で役立っている。ただし、仕事システムでは人が大きな役割を演ずるケースが多く、単に効率のみの追求を許してはくれない。効率と人間性など対立する様々な評価軸によるバランス感覚が要求され、構成要素の多さとも関係して、複雑系のシステムといわれている。しかし、システム設計とその管理の方法は理想と現実のコーディネーションが重要で、これをシンプルにしておくことをお勧めする。さもないと複雑な要素が絡み合ったシステムで唯一達成したい機能パフォーマンスを見失う恐れがあるからである。

一口に理想システムを「設計する」とは言ったものの、これをこの講座で実験的にできるかはまったく理想の話で不可能だったのかもしれない。なぜなら、この方法は実際に役立たなければならぬ。さらに、設計したこの世に未だにない理想とするシステムはこの世の有限資源を活用してある期日までに実現されて実践の場で評価されなければ価値を実証できないからである。したがって、受講後の皆さんの実践に期待するところが大きい。できたら、皆さん御自身で創造的なアプローチを生出してもらいたい。

既存システムを機能から捉へて機能を中心にシステムを構成する要素の相互の関係を知り、そして、欠点から希望表現に変換する過程で様々なアイデアが生まれる。創造活動は実践にあり、異質なものの交流が創造活動である。この活動は異質から馴化され新たな馴質を生出し、また馴質から異化され新たな異質を生出す二つの相反する過程を含んでいると思われる。理想システムを実現するアプローチには現状の調査分析からアプローチする方法と理想システムの機能からアプローチする方法とがある。帰納的方法と演繹的方法といいかえることもできる。異質な方々との交流を介して両者のアプローチの絶妙なコンビネーションによって、理想システム実現のための実践的方法が「創造的アプローチ」となるのであろう。

最後に本講座のテーマを考えてくださった故佐藤芳雄学長に感謝申し上げます。

#### 参考文献

- 1) ジェラルド・ナドラー/日比野省三著・海辺不二雄訳 1997「ブレイクスルー思考」ダイヤモンド社。
- 2) ジェラルド・ナドラー著・村松林太郎訳 1966「ワークデザイン」建帛社。
- 3) 師岡孝次著 1993「管理工学入門」理工学社。