

イノベーションプロセスの思想史的記述モデルについて

喜 多 千 草^{†1}

本論文では、新しい技術的システムが発想されてから実装されるまでの段階を「アイデア段階 (Preliminary phase)」「計画段階 (Planning phase)」「実装段階 (Implementing phase)」の3段階に分け、さらにそれぞれの段階を牽引する思想を、「開発思想 (Vision)」「技術的アジェンダ (Agenda)」「設計 (Design)」として記述する歴史学的方法を紹介する。この記述方法は、イノベーション初期プロセス事例の技術史研究のために生じたものである。まず、この記述方法が最初に適用された、インターネットのバックボーンとなった ARPA ネットの開発経緯の記述を例に、このシンプルなモデルによる記述方法がもたらす効用について述べる。さらに、こうした技術的システムを生んだ知識が伝播 (technology transfer) する際に、どのような知識がどの段階に流入し、どのように理解・吸収されたのかという視点での知識の流れ (circulation of knowledge) を記述する際にも、この方法が適用できることを、日本における初期のコンピュータ開発の事例を用いて示す。歴史が扱う初期の事例では、近年のように技術革新を計画的に起こそうとしたのではなく、技術革新が結果として生じたという場合も多いが、この記述方法によって、その発生のみならず記述することで、多数のステークホルダーがイノベーション生起のどのフェーズに関わったのか、あるいは、フェーズの転換においてのクリティカルな問題は何かなどを抽出しやすくし、過去から学ぶべきポイントを明確に提示しやすくすることを説明する。

An Historical Method for Innovation Studies

CHIGUSA KITA^{†1}

This paper introduces an historical research framework for technological innovations. According to the three phases of technological system development, namely preliminary phase, planning phase, and implementing phase, it deals with leading ideas of each: Vision, Agenda, and Design. This was first applied to describe how the leading ideas were shaped in the early history of ARPAnet, which later became the backbone of the Internet. In the case where a technological system was new to the society, this methodology to focus on leading ideas especially works well. It can also be adapted to analyze the circulation of knowledge in a technology transfer. In this paper, an example is given using an early pioneer case of on-line real time system development in Japan. This

method clarifies stakeholders' contributions even in the historical cases where innovation process was often unintentionally carried out. It also shows us how transitions of phases are happened, and it allows us understand better what points should be learnt from history.

1. はじめに

イノベーション研究の射程は、その発生のしくみを明らかにしようとするものから、普及過程を論じるものまで幅広い。さらに、発生のしくみについては、アクタが多様であることから、分析対象も、製品技術の革新 (特に「ブレイクスルー」の発生原理) や、生産技術のマネジメントなどといった技術寄りの対象から、消費者 (ユーザ) や社会制度といった社会寄りの対象まで、さまざまに設定することが可能である。また、普及過程の研究についても、1962年に *Diffusion of Innovations* を世に問うた Everett Rogers (1931-2004) が、生涯にわたって改訂版を出し続けたのをたどると、この領域が社会的に認知されて定着していった様子をうかがうことができる^{*1}。たとえば第4版の1995年時点で、Rogersは、この領域に対しての学問的批判はあるものの、イノベーションの普及過程の知見は、「社会心理学、コミュニケーション論、広報、広告、マーケティング、消費者行動、地域社会学などの分野の基本的教科書に引用されるに至っている」と指摘している [Rogers 1995, pp.96-97]。

さらに、本特集ではイノベーションの概念を、ひろく「ものごと」に適用し、技術的システムだけでなく、生活用プロダクトから法律、社会制度にいたるまでの、社会生活を機能させ潤いを与える「もの」や「こと」と定義したうえで、それらの提案から、それらが社会において人々の間で引き起こすインタラクション、また新しい「もの」や「こと」のアイデアの創出に至るまでの連鎖過程を扱うことから、さらに記述の射程は広がっている。

こうした中で、本論文が提示しようとするのは、ネットワーク・コンピューティングについての歴史的研究から得た知見をもとにした記述方法の有効性である。この記述方法は、先に示したイノベーション研究の広がりの中では、おもに、製品技術の革新の過程に焦点をあてた事例研究から得られたものと位置づけられる。

技術史分野では、社会構成主義的アプローチをふまえるのは一般的になっており、技術的

^{†1} 関西大学総合情報学部

Faculty of Informatics, Kansai University

^{*1} Rogers, E.M.: *Diffusion of Innovations*, p.367, Free Press of Glencoe, New York (1962) 以降、1971年 (別タイトル: *Communication of Innovations*), 1983年, 1995年, 2003年に改訂版が出版された。

な側面の記述にも、それに関わった人々の知的背景や人間関係、当時の要素技術などの全体的技術状況、さらには技術を取りまく制度の問題などが深く関わっていることを記述する必要があるのはいうまでもない。また、イノベーション初期の製品技術開発の過程を扱いつつも、イノベーションプロセスの連鎖過程を念頭におきながら記述する必要がある。こうした歴史研究のための記述方法は、現在のように技術革新の過程を意識していなかった過去の事例を整理するのに有効であり、特に従来評価の対象になりにくかった、アイデア段階と計画段階のフェーズにおける重要な担い手たちの貢献を明確にし、過去のイノベーション生起事例から学ぶべきポイントを提示することができると思われる。

2. 開発思想史の方法論

2.1 歴史学におけるモデル

欧米、殊にアメリカで進められている社会学的な傾向を帯びた技術史研究では、概念モデルが先に提出され、それに基づいたケーススタディが行われる傾向が強い。しかし、一般に実証主義的な歴史学では、分析モデルから出発して、そこにあてはまる事例を探すという仮説-演繹的な手法を避け、経験-帰納的な手法をとる。つまり、ファクト(事実関係)レベルの掘り起こしを基礎とした記述を志向することにより、想定したモデルに歴史解釈が影響されることを極力避ける。

一方実際の研究では、一次資料に反映されている当事者のリアリティ(現実感・現状認識)・視点の違い、あるいは、資料のつくられた背景などの違いから、事実関係の記述内容そのものに齟齬が生じていることもしばしばである。そこで、記述に一貫性を持たせる必要から生じたのが3段階モデルである(図1参照^{*1})。

このモデルでは、まず開発を3段階に分ける。この分け方自体には、工学的には新規性があるわけではない。オーソドックスというなら、ソフトウェアのライフサイクルでいう、要件の分析・定義(あるいは要求仕様)、設計、開発の段階にあたっていると見える。最近のソフトウェア開発の開発プロセスの概念でいえば、inception, elaboration, construction, transition という4つのフェーズに分ける場合の最初の3フェーズとほぼ同じと考えられ

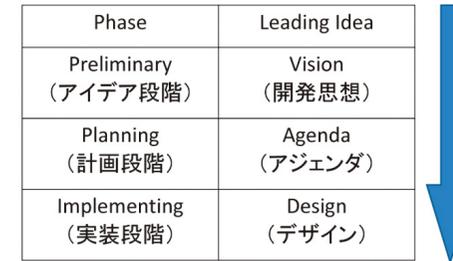


図1 技術史記述の3段階モデル

Fig. 1 Three-phase-model.

るし^{*2}、アジャイルなソフトウェアモデリングの、要求 → 分析 → 設計 → プログラミング → テストという流れでは、要求から設計までの段階に相当する^{*3}。つまり、この3段階モデルの左の欄に示されたフェーズの区分自体は、一般的なシステム開発の段階を示しているのである。ただし歴史記述では、ある時代の技術的・社会的状況の中に置かれている開発のプロセスを記述の対象とするのであり、記述の焦点は、まずは、それぞれのフェーズを牽引するアイデアの生成過程にある。さらに、それぞれのフェーズが遷移して開発が進んでゆく際の、アイデアの翻訳・引き継ぎを重視するところに特徴がある^{*4}(図1参照)。

2.2 初期 ARPA ネット開発経緯の記述

この方法を導入する必要が生じたのは、インターネットのバックボーンとなった ARPA ネット開発の経緯の記述であった。ARPA ネットは、アメリカ国防総省の高等研究計画局(Advanced Research Projects Agency, ARPA)の情報処理技術部(Information Processing Techniques Office, IPTO)によって、1960年代半ばに始められたプロジェクトがイニシアティブをとって60年代末から構築していった情報通信ネットワークである。この開発過程は、その後のインターネット利用の拡大という全世界的イノベーションの初期段階の記述として歴史的意味を持っている。この過程を記述する難しさは、まず、①システムが多

*2 ファウラー [2000], pp.12-13.

*3 藤井 [2003], pp.1063-1064.

*4 ほかに、Atsushi Akera, "Constructing a Representation for an Ecology of Knowledge: Methodological Advances in the Integration of Knowledge and its Various Contexts," *Social Studies of Science* 37/3 (June 2007): 413-441. にシステム開発過程を Ecology of Knowledge の立場から図示しようとするモデルがあり、Institutions, Profession/Discipline, Organizations, Knowledge, Actors, Artifacts という6階層をおく。この場合は知識を構成する要因を可視化することに主眼がある。

*1 このモデル図を使った、著者による記述方法についての学会での初報告は、英・米・カナダの History of Science Society の合同学会における口頭発表。: Structure of Technology Transfer: Comparative Case Studies in the Transfer of Fundamental Knowledge of Computing from the United States to Japan between 1950 and 1980 (2004).

くの要素技術におけるさまざまな技術革新を含み、② 実現に関わったアクタが多様であったこと、かつ ③ 通信上のとりきめの普及という社会的制度を含む、などの理由から開発過程そのものが複雑であることに起因している。

ここで、ARPA ネットの構築プロジェクトはどのような思想に牽引されたのかを、3 段階モデルを適用して概観してみよう。まず、アイデア段階である 1965 年のプロジェクト開始に直接関わったのは

- ① 予算を獲得した IPTO 副部長 Robert W. Taylor
- ② 予算を許可した ARPA 長官 Charles M. Herzfeld

の 2 人である。まず、この 2 人の当事者は当時どのような背景からこのプロジェクトを開始するに至ったかを確認する。Taylor が助成先をつなぐネットワークを構築しようと思った背景には、

- ① 助成先の時分割処理システム（タイムシェアリングシステム）ごとに、「メール」と呼ばれる共同利用者間の連絡をとる仕組みがあったこと
- ② ペンタゴンの自分のオフィスにはそうした異なるシステムの端末がおりてあり、助成先との連絡をとるのに、それぞれのシステムにつながる端末を利用する必要があったことの 2 点があった。Taylor は、① の状況により、コンピュータはコミュニケーション装置として利用価値が高い、と考え、さらに ② の状況から、遠隔端末によるシステム利用では、それらのシステムが互いに独立して併存していたことをふまえて、結論として、共通の遠隔端末からどのシステムにも入ることができるようにネットワークを構築すれば、こうしたコミュニケーション装置としてのコンピュータの利点を伸ばせると思いついたのである。

一方の Herzfeld は、助成先の時分割処理システムを接続するネットワークを構築したいという希望は、初代部長の時代から繰り返し提案されていたことをふまえて、Taylor によるネットワークプロジェクト開始の提案を、数年来の懸案がやっと実施の時期に至ったのだと理解していた。つまり Taylor は、自分の立場から、コンピューティング技術の向かうべき方向を考えついたため、ネットワーキングは自分の発想と信じていたが、そういう発想を導いた技術的状況と、予算が獲得しやすかった組織的状況は準備されていたものだった。もちろん、Taylor がいなければ具体的なプロジェクトは始まっていなかったであろうが、そういう状況であった以上、ネットワーク構築の開発思想は Taylor ひとりのものであるという解釈は短絡的である。

ここで第 3 の人物に注目する。

- ③ IPTO の重点助成領域を、時分割処理システムの構築と定めた初代部長 J.C.R. Licklider

そもそも彼が、デジタルコンピュータによる情報通信ネットワークの可能性に注目し始めたのは、1950 年代はじめの東西冷戦の初期であった。彼は MIT 准教授の時期に、実験心理学者として参加した全米防空網構築の検討プロジェクトを通じて、デジタルコンピュータとデータ通信を結びつけたネットワーク利用の将来性を看取したのである。そして、1958 年に稼働し始めた全米防空網 SAGE のスキームから、「思考センタのネットワーク」構想を持つ。この発想を原点として、IPTO 部長になってからも、助成先にそれぞれ時分割処理システムを構築させ、それらをネットワークすることでリソース共有することを目指したのであった。

しかし、Licklider の部長時代（1962-1964）には、時分割処理システムの構築そのものが大きな課題であり、それらのネットワークまでは構築するに至らなかった。つまり、ネットワーク構築の開発思想の形成という観点からすると、Licklider のアイデアは、技術開発を導きうる開発思想として認知されるには至らなかったといえる。ここで注意しておきたいのは、開発思想というのは、開発の第 1 フェーズを牽引する機能を担うアイデアを指すのであり、機能に注目した概念であるということである。内容が類似のアイデアであっても実現可能性のある状況で、それと認知されなければ、開発を牽引するという機能は果たせない。つまり内容的な質はひとまず問わず、機能したかどうかで注目しているわけである。ただし、この点を掘り下げて、どうしてあるアイデアが開発思想として機能したかについて考察することは可能である。また、一般的に歴史研究では踏み込まない領域ではあるが、どのようにしてイノベーションを起こすかという観点からすれば、過去の成功事例からアイデア段階を牽引した開発思想の特徴や生成要因を研究して、類似の開発思想を生み出すための参考とすることも可能であろう。

ここで、記述モデルの次の段階への移行期について考えるために、さらに、もう 1 人の人物の動きに注目しよう。

- ④ Licklider の意志を受けて、ネットワーク実験を推進しようとした第 2 代 IPTO 部長 Ivan Sutherland

彼は、コンピュータグラフィックス分野のパイオニアの業績をあげた研究者であり、部長時代には、この分野を重点助成により研究領域として育てた功績がある。その Sutherland は、研究者として「言語的なアイデアにすぎなかった」ネットワーク構築の、工学的な実現可能性を、UCLA 内の同機種を使う 3 つのコンピュータセンタをつなぐネットワークを構築することで実証しようとしたのである。この実験そのものは不首尾におわったが、ネットワークセンタの利益につながらないネットワーク構築は社会的に受け入れられたいという

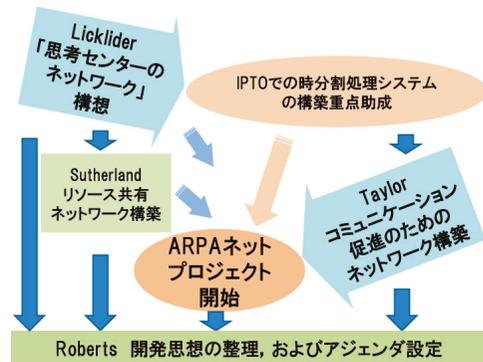


図 2 ARPANet のアジェンダ設定過程概略

Fig. 2 Visions and agenda for ARPANet project.

経験から、Sutherland はネットワーク構築の意義をコンピューティング資源の負荷を分け合うという意味での「リソース共有」に見いだした。

こうして、ARPA でネットワーク構築プロジェクトが始められたとき、① Taylor の目指すコミュニケーション増進、② Licklider の目指す知的リソース共有（データやプログラムなど）、③ Sutherland の目指すハードウェア的なリソース共有といった、少なくとも 3 種のネットワーク構築の意味づけがなされていたのである。これは、開発思想として機能するアイデアの複数併存性を示している。

こうしてプロジェクトが開始されるにあたり、助成先のうち東海岸と西海岸からそれぞれ 1 カ所が選ばれ、データ転送実験が行われた。この実験を担当した東海岸の MIT Lincoln 研究所の Laurence Roberts が、ARPA に引き抜かれ、ネットワーク構築責任者となった。Roberts は、Licklider および Sutherland と同じ MIT 人脈だったため、この 2 人からもネットワーク構築の意義づけについて意見を聞き、直接の上司であった Taylor の意見も採り入れ、開発思想をまとめ直し、さらに具体的にどのようにネットワークを構築するかの技術的方針（アジェンダ）を立てていった（図 2 参照）。

アジェンダ設定の過程では、まず各システムに、IMP（Interface Message Processor）と名付けられたネットワーク用小型コンピュータをつなげて、それらをつなぐサブネットワークを構築する方法が採り入れられた。次に、英国やアメリカ国内の空軍関係の機関で、時分割処理システムに通信を行わせるために適しているとして研究されていたパケット通信方式

が採用された。こうして Roberts は要求仕様をまとめ実装のための入札を行った。この入札に設計仕様を提出し、IMP によるサブネットワーク構築を受注したのが BBN 社である。さらに Roberts は、ネットワークに参加するコンピュータ（ホスト）どうしを対等につなぐための通信方式をつくることを要求し、各ホスト代表の大学院生たちに話し合いを重ねさせた。こうして Roberts のもとで、IMP によるサブネットワーク構築を受注した BBN 社のエンジニアたちと、ホスト側の通信方式を整えるため集まった大学院生たちが、それぞれ別個に作業してネットワークを構築するという層状構造ができあがっていったのである。

かなり細部を端折ったが、以上が初期の ARPANet の開発過程の概観である。この場合、開発思想からアジェンダが整理されていく過程は、それまでに存在しなかったシステムが言語的に表現されていただけのアイデア段階から、技術的に実現可能なアジェンダへと整理・翻訳されることによって、計画段階へと移っていった。ARPANet のように、直接先行するシステムが存在しない場合のイノベーションの初期においては、この過程が重要である。前述のように、当初 Licklider が、ネットワーク構築を検討するよう助成先に語りかけた際には、このアイデアをアジェンダに翻訳しようという動きはついに出なかったのである。1 つには、時分割処理システム自体が発展途上であったことにより、アジェンダを立てるだけの技術そのものが成熟していなかったことがあったのには違いない。さらに、後に Sutherland が実験失敗の結果を受けて考察したように、そのアイデアにはシステム運用者へのメリットが感じられないという意味でも、受け入れがたいものだったのである。

このように、この記述方法を導入することによって、開発の過程に、まずアイデア段階から計画段階へのステップがあることを明確に意識して記述することになり、それぞれの過程でのアクタの役割が明確に記述できる。たとえば「インターネットの父」は誰かという論争では、結局、開発思想を担った人と、アジェンダ設定を担った人、あるいは設計段階をとりまとめた人とを比較し、どちらが重要な仕事をしたのかという不毛な議論が行われていたと解釈することができる。開発の過程においては、そのどれもが機能を果たしているのだから、歴史的にはその役割に軽重はなく、むしろそうした段階を経ていく過程でそれぞれの段階を牽引する思想がどのように引き継いでいかれたのか、あるいは、そこで飛躍的な解釈がおこったのか、また社会的な要因が強く加味されたのはどの段階で、それはどのように起こったのかなどが関心事となるのである。

さらに、Roberts によるアジェンダの設定過程を検討することにより、その後のインターネットに至るまでの技術的意志決定の仕組みや、プロトコル階層構造の起源などの要素も、

表 1 インターネット史記述の 4 つのアプローチ
Table 1 Four types of the historical approaches.

アプローチの型	主な著作
biographic (偉人伝型)	Katie Hafner and Matthew Lyon, <i>Where Wizards Stay Up Late</i>
bureaucratic (組織重視型)	Arthur Norberg and Judy O' Neill, <i>Transforming Computer Technology: Information Processing for Pentagon, 1962-1986</i>
ideological (思想型)	Paul Edwards, <i>The Closed World: Computers and Politics of Discourse in Cold War America</i>
social (社会構成主義型)	Michael Hauben and Ronda Hauben, <i>Netizens: On the History and Impact of Usenet and the Internet</i>

この時期のアジェンダ設定の段階ですでに兆していたことが確認できる*¹。

2.3 従来のインターネット史の記述法との比較

インターネット史は 1990 年代後半に入り、ひととおり方法論が出そろったとして、Rosenzweig により、主に 4 つの傾向があると整理された (表 1 参照)。

Rosenzweig は、これらのアプローチが統合されていくことで、より良いインターネット史が記述されるとまとめた。こうした標準的アプローチにあてはめてみると、3 段階モデルによる歴史記述方法は、思想の流れに注目する以上 biographic なアプローチであることを基本とするが、その思想形成の背景となる、社会的要因や組織的な観点なども加味した複合的アプローチをとっていると位置づけることができる。

3. 3 段階モデルによる、技術移転を含むイノベーションの初期過程の記述

3.1 国鉄座席予約システム MARS-1 開発の事例

では、次にこの記述モデルを基本に、技術移転を含む知識の流れを、国鉄で 1960 年に実地稼働し始めた、座席予約システム MARS-1 の開発過程の事例を記述してみよう。

開発思想の形成過程を直接担ったのは、当時、鉄道技術研究所に所属していた穂坂衛であ

*1 ちなみに、実装段階はポピュラーな科学ジャーナリズムの対象としては最も注目を集める段階であり、設計時に見られる現実との折り合いのつけ方、さまざまなグループワークの困難、社会との関わりなどが開発物語として語られることが多い。たとえば、ARPA ネットの IMP サブネットワーク構築の物語が、Hafner and Lyon [1996] であり、これはアメリカで最初に一般的に広く読まれたインターネット開発史の書籍である。

る。コンピュータを通信と結びつけて、オンライン・リアルタイムシステムをつくるというアイデアには、

- ① 1952 年から 1 年間のアメリカ留学中に会った Cybernetics の概念
- ② 国鉄の業務の合理化 (自動化) 改革の機運
- ③ 国鉄が独自の通信網を有していたこと

といった背景の要素のほか、

- ④ 座席を見ていたときにブル代数を使って予約システムができると気づいたという自身のひらめき体験、そして

- ⑤ 輸入して学んだ BendixG15D のアーキテクチャからさかのぼって得たリアルタイムシステム設計のアイデア

があり、さらに座席予約システム全体の実現可能性を示す先行事例である、

- ⑥ アメリカの航空機予約システム Magnetronic Reservisor の概念枠などの要素が重なり形成された*²。

開発思想を担った穂坂は、前例のインターネットの場合とは異なり、自身が工学研究者であったため、次のアジェンダの見通しまで立てていた。しかし、実際の論理設計と仕様の作成は大野豊が行ったので、アイデア段階からアジェンダ設定段階へのフェーズの移行は穂坂から大野へのプロジェクトの実質推進者の交替にともなって遷移していったと考えられる。また、大野の論理設計に沿って実装を行ったのは日立製作所であったため、第 3 のフェーズへの移行は、日立での実装へと移行とともに起こったといえる*³。

このケースは外国からの知識の流れの記述という観点からも、興味深い事例となっている。また、欧米の技術史研究では、記述に厚みがなかった外国への技術移転、あるいは外国での欧米由来技術のローカライゼーションに関する研究の必要性が強く認識されていることから、このような日本などの事例研究が歓迎される傾向にある。さて、この場合、少なくとも 2 つの側面からこの 3 段階モデルを適用しながら、知識の流れを説明することが可能である。

まず、図 3 に表した、ハードウェア (特に核になったコンピュータ) の論理設計に関する知識の流れの構造から確認していくこととする。

*2 この事情についての一次資料も存在するが、開発時点で MARS-1 の経験を学問体系としてまとめたものに、穂坂・大野 [1959] がある。また回想して経緯をまとめたものとして、穂坂 [1985] などがある。

*3 もちろん、国鉄のプロジェクトとしてシステム全体をとらえるなら、国鉄内の合理化を推進した小田達太郎の思想も開発思想の一系譜として記述することもできる。これは歴史記述のスケールのとり方によって変わらう。

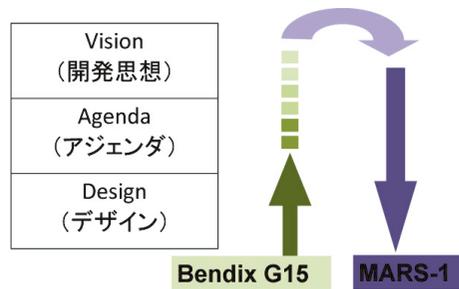


図3 BendixG15Dに関する知識がMARS-1の設計に反映した構造
Fig. 3 Circulation of knowledge from BendixG15D to MARS-1.

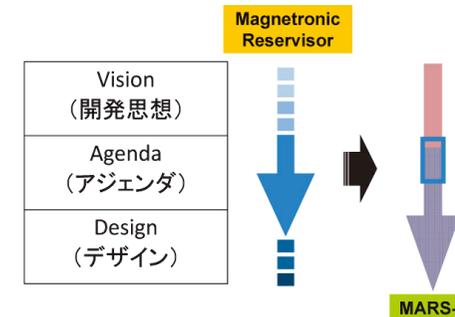


図4 Magnetronic Reservoirに関する知識がMARS-1の設計に反映した構造
Fig. 4 Circulation of knowledge from Magnetronic Reservoir to MARS-1.

この場合、穂坂や大野は BendixG15D を輸入して、実装されたこのマシン自体を知ることから入ったので、まずデザインというかたちで表現された思想を学んだといえる。そして実際の開発の過程でどうだったかということではなく、そのような実装に至る考え方（アジェンダ）を理解し、さらに独特のアセンブリによるプログラミング法や Bendix G15 のもとになった Pilot ACE に関する論文を読むなどして、開発思想のありようを想像し、それを理解するに至ったと考えるようになった。この際、その理解には、実際にこのマシンを設計した人がかかっていた社会的背景や知的枠組みなどは含まれようもないが、工学的な観点から開発思想の核になる部分を理解したと、本人たちが考えていたことがポイントである。そしてこの自分たちが推測した BendixG15D の開発思想を軸に、今度は自分たちのおかれている国鉄という場においてそれを実現する技術的アジェンダをたて、さらに具体的な論理設計の形を整え、実装へと引き継いでいった（図3参照）。

このように、開発思想が言語を介して表現されずに、実装から逆方向に類推されるケースは、工学的な知識の伝播にはしばしば見られる。

一方、MARS-1 を単に核になるコンピュータとしてだけでなく、通信ネットワークや IO デバイス、さらに端末につながるオペレータまで含んだ、予約機械システムという全体としてのスケールを見た場合は、また別の知識の伝播のスタイルが看取される（図4参照）。

穂坂らのグループは、工学的には、アメリカの座席予約システムを直接の参照元とはせず、独自に問題の設定を行い、列車の座席予約システムの構築を目指した。その過程で、さまざまな外国語文献などを読む輪読会を行っており、穂坂がアメリカ留学から持ち帰ったコンピュータのビジネス応用に関する文献や、入手できる技術報告集、Computers and Automation などのコンピュータ分野をカバーする雑誌を集めては輪講していた。その際、オフィスオー

トメーションに関する書籍の中に、座席予約システムについて書かれたものを目にする機会があった^{*1}。

そこでアメリカン航空の Magnetronic Reservoir という予約機械の存在を知り、資料を入手した。また 1957 年の Computers With Deadlines to Meet というテーマの下に行われた Eastern Joint Computer Conference (EJCC) の報告集の中に、それについての記述を見つけたのである。そしてその報告で使われている用語や概念を使って、国鉄の予約システムを説明するようになったのであった。

穂坂と大野によって 1959 年に書かれた『予約機械』には、EJCC の報告集の報告内容がコンパクトにまとめられ、予約機械一般の概念的枠組みとして組み込まれている。こうした知識獲得は図4のよう表せるだろう。技術論文などの文献を通して知ることができるのは、機械の物理設計の細部や、開発思想の形成過程ではなく、アジェンダのレベルの内容である。したがって、その記述からは、ターミノロジやシステム構築の方針といった、主に大きな概念枠を獲得することになる。その影響は、独立して起こっていた類似のプロジェクトを、学問的に（あるいは体系的に）とらえ直す契機となり、自らの関わるシステム開発のアジェンダレベルに取り込まれた。

もちろんタームは思考の枠組みを与えるものなので、いったん取り入れられたならば、以後、予約機械についての考え方に影響を与えることになる。一方で、それを受け入れるだけの素地が独自にできあがっていたからこそこうした知識の流れが生じたのであるし、こう

*1 Brown [1955].

して概念枠を取り込んだことが、MARS-1の独自性を損なうものではない。

3.2 技術移転と3段階モデル

こうして、この記述モデルを採り入れることにより、ある開発過程のどの段階に知識がどのように取り込まれたのかを記述することになる。すると、従来単なる模倣と受け取られてきた技術移転の場合でも、創造的な技術解釈が行われたイノベーションの過程として記述できる可能性がでてくる。

たとえば先行システムがあって、それをもとに改良的な開発が行われた例を説明する場合に、

- 同じ開発思想のもとに、まったく新しいアジェンダをたて、最新の要素技術を採り入れた設計がなされた例
- そのシステムを実際に使って、ユーザビリティや社会的側面（たとえば既存技術との互換性やレギュレーションなど）を考慮して、それをもとに設計の細部を変更していった例
- できあがったシステム、あるいは設計から、開発思想を類推し、その類推した開発思想に対して新しいアジェンダをたてて設計に至った例

などの異なった状況が考えられる。特に最後の例の場合は、社会的・学問的状況などの背景が異なるシステムを先行例として開発が進む場合に起こりやすいものであろう。この場合、開発思想の類推の過程で、知識の流入側の社会的・学問的状況からの判断が加えられ、意図せざるローカライズが行われているケースや、オリジナルの開発の背景が分からないために、従来の既知のシステムに対する評価法に頼って類推が行われ、小粒の改良アイデアしか出てこなくなるケースなども考えられる。

そもそも、日本が欧米の技術を導入する際には、こうした新しいアジェンダをたてるという作業がかなり頻繁に行われているように思われる^{*1}。このように、技術的アジェンダをたてるという段階を開発過程の重要なフェーズと考えて切り出すことによって、技術移転における創造性が記述しやすくなるだろう。

4. まとめに代えて：3段階モデルの一般化

これまで述べてきたように、このシステム開発の3段階にあわせた思想の遷移を記述す

*1 日本への外国からの技術移転では、日本で技術の洗練が起こり、逆に製品が輸出されるケースがある。これに対し「日本は新しいことを思いつかないが技術のコピーはうまい」などと称されるのは、開発思想の新規性ばかりを評価し、アジェンダを再設定するという創造性に価値をおかないために起こる認識によるものと解釈できる。

Phase	Leading Idea
Primary (初期段階)	Initiative (イニシアティブ)
Planning (計画段階)	Agenda (アジェンダ)
Implementing (実装段階)	Design (デザイン)



図5 イノベーション研究のための3段階モデル
Fig. 5 Three-phase-model for innovation studies.

るモデルは、イノベーションの初期事例の歴史研究から生まれてきた。その背景から、この記述モデルでは、アイデア段階の「ユーザ」はあくまでも潜在顧客であった。しかし、実際のイノベーションプロセスを、「もの」や「こと」が社会に出され、そこでもまれて、さらに新しい開発のアイデアへつながるという連鎖としてとらえようとする場合、当然実際のユーザもこの過程に関わる重要なステークホルダになる。

そこで、アイデア段階を先導するアイデアを、開発思想も含む、より広い概念である initiative とした一般的3段階モデルを示す(図5参照)。

これにより、ユーザの声がイノベーションを引き起こす場合でも、これまでの初期事例のように、まだ存在しないシステム構築のアイデアが開発思想として機能する場合でも、またマーケティング上の戦略が引き金になる場合でも、さらに、それらの複合的要因によって起こる場合でも、同じ枠組みでとらえることができる。こうした概念枠を指定することにより、イノベーションに関わる多様なアクタの役割を、概念枠の中で、イノベーションプロセスのどの段階にどのように関わっていると位置づけることが可能であるという利点がある。そして、このモデルが示すのは段階の概念であり、不可逆的な発展の過程を示しているわけではない。もちろん実際の開発の過程では、現場からのフィードバックがつねに起こりうる。そのような場合は、このモデルでは、フェーズの移行過程が順調にいかないケースや、3段階が循環的に(つまり連続的に、あるいはスパイラルに)起こっているケースであると考えられ、イニシアティブは、さまざまなステークホルダによって担われる場合があると考えるわけである。

こうした歴史研究をベースとしたイノベーションプロセスの記述モデルは、成功モデルのようなビジネスモデルとは異なり、もともと複雑なプロセスの把握や記述に明快さをもた

らすために導入されたものである。したがって、このモデルはあくまでも記述モデルであって、そのものがそのまま新しいイノベーションを生むためのモデルというわけではない。しかし、こうした整理によって、過去の事例研究をつみかさねることによって、

- 成功事例を導いた開発思想として機能したアイデアの要件
- 同じようなアイデアが生じながら、一方は開発思想として機能し、一方は機能しなかった場合の要因
- 開発思想の段階から、将来を見通した適切なアジェンダ設定へと移行するための要件
- 外部からの知識が開発の段階に採り入れられた場合の、知識を受け入れる素地が整っていた要件

などについて、国際比較も含めて歴史的知見を集積し、将来のイノベーションプロセスをデザインする知識基盤として機能させていくことができれば有意義であろうと考える。

謝辞 本論文のもとになった研究は平成 18 年度文部科学省科学研究費補助金特定領域研究「日本の技術—革新経験蓄積と知識基盤化」の助成を受けている。また、論点を明確にするために有意義であった、建設的な査読者のコメントにこの場を借りて深謝する。

参 考 文 献

- 1) Rogers, E.M.: *Diffusion of Innovations*, The Free Press, New York (1962; 1971; 1983; 1995; 2003).
- 2) マーチン・ファウラー, ケンドール・スコット (著), 羽生田栄一 (訳): UML モデリングのエッセンス, 第 2 版, 翔泳社 (2000) .
- 3) 藤井 拓: アジャイルなソフトウェア開発におけるモデリング, 情報処理, Vol.44, No.10, pp.1063-1068 (2007).
- 4) 喜多千草: インターネットの思想史, 青土社 (2003).
- 5) Rosenzweig, R.: Wizards, Bureaucrats, Warriors and Hackers: Writing the History of the Internet, *American Historical Review*, pp.1530-1552 (Dec. 1998).
- 6) Hafner, K. and Lyon, M.: *Where Wizards Stay Up Late: The Origins of the Internet*, Simon & Schuster, New York (1996).
- 7) Norberg, A. and O'Neill, J.: *Transforming Computer Technology: Information*

Processing for the Pentagon, 1962-1986, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland (1996).

- 8) Edwards, P.N.: *The Closed World: Computers and Politics of Discourse in Cold War America*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts (1996).
- 9) Hauben, M. and Hauben, R.: *Netizens: On the History and Impact of Usenet and the Internet*, IEEE Computer Society, Los Alamitos, California (1997).
- 10) Brown, R.H.: *Office Automation: Integrated and Electronic Data Processing*, Automation Consultants, Inc. New York (1955).
- 11) Garrney, F.J. and Levine, S.: Design Techniques for Multiple Interconnected On-Line Data Processors, *Proc. Eastern Joint Computer Conference (EJCC)*, pp.172-177 (1957).
- 12) McAvoy, R.A.: Reservations Communications Utilizing a General Purpose Digital Computer, *Proc. Eastern Joint Computer Conference (EJCC)*, pp.178-183 (1957).
- 13) 穂坂 衛, 大野 豊: 予約機械, 共立出版 (1959) .
- 14) 穂坂 衛: MARS-1, 日本のコンピュータの歴史, 情報処理学会歴史特別委員会 (編), pp.155-172, オーム社 (1985).

(平成 19 年 7 月 1 日受付)

(平成 20 年 1 月 8 日採録)



喜多 千草 (正会員)

2002 年京都大学大学院文学研究科現代文化学専攻二十世紀学専修博士後期課程修了。京都大学博士 (文学)。現在、関西大学総合情報学部准教授。主たる研究分野は、技術史、科学技術社会論。最近の研究テーマは、戦後日本の技術的知識の導入過程の歴史研究と、多言語多文化社会における情報技術の適用に関する社会的意味についての研究、および異文化コラボレーション研究。主著は『インターネットの思想史』(青土社, 2003)(2003 年度日経 BizTech 図書賞) および『起源のインターネット』(青土社, 2005)。他学会は、IEEE Computer Society (*IEEE Annals of the History of Computing* , editorial board) 等。