

Title	インターネット開発史における技術パラダイムの変遷と普及に関する考察
Author(s)	石松, 宏和; 杉原, 太郎; 井川, 康夫
Citation	年次学術大会講演要旨集, 24: 816-819
Issue Date	2009-10-24
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/8752
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

2 G 1 4

インターネット開発史における技術パラダイムの変遷と普及に関する考察

○石松宏和、杉原太郎、井川康夫（北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科）

1. はじめに

1990 年代以降全世界で急速に普及したインターネットは、今や世界的情報通信基盤となった。インターネットは二十世紀に生まれた最大のイノベーションの一つと言っても過言ではない。このインターネットに関しては、経営学、経済学、社会学、技術史学などの様々な側面から研究が行われているが、そのどれもなぜインターネットがこれ程までに普及したのかという点には未だ明確な一致した答えを持ち合わせていない。そこで本論文では、インターネット開発史に関する既出文献を技術パラダイムの視点から再解釈を行い、その技術パラダイムの変遷からインターネット普及の要因を探るという従来には無い手法を試行的に採用し、インターネット普及要因の仮説生成を行った。

2. 先行研究レビュー

1969 年に運用を開始した ARPANET を祖とするインターネットは、1990 年の商用接続サービス開始以来全世界で普及し、世界の情報通信インフラとなった。しかし、インターネットがこれ程までに急速に普及した要因に関しては、先行研究は未だ一致した明確な答えを出していない。普及学の大家エベレット・ロジャーズはその著「イノベーションの普及」の中で、インターネットの普及に関して『驚嘆すべき速さであり、人類史上最高の普及速度の一つであろう。』と著しているが、残念ながらその原因に直接的には言及していない[1]。また技術史家のジャネット・アバテは、インターネット開発史の視点から、インターネットの普及要因を『融通の効く設計と献身的な利用者の組み合わせ』であると述べている[2]。また、Ende と Dolfisma は進化経済学の観点から、インターネット普及の要因はデジタル技術の発展と企業における LAN の採用だと主張している[3]。この様にインターネット普及要因については、研究者の間で一致した見解が未だ存在していない。

このような状況から脱するためには、以下に述べる普及の 5 要素とインターネット普及の関係を明確にしていく作業を一步一步進めて行く必要がある。普及学の先行研究が我々に教授するところは、①相対的優位性、②両立可能性、③複雑性、④試行可能性、⑤観察可能性の五つの要素が普及に影響を与えるということである。①、②、④、⑤は普及に対して正の影響を、③は負の影響を与える。しかしインターネットの普及に関しては、どのような事柄がどの普及要素として影響を与えたのかが明らかになっていない。本論文はこの点において寄与しようとするものである。

3. 研究手法

ある技術が広く普及するということは、その技術がドミナントデザイン[4]を獲得したことを意味する。先行研究では、このドミナントデザインの獲得過程は歴史的な経路依存性を有していることが指摘されている[5]。経路依存性の有名な事例は、キーボードの QWERTY 配列である[6]。インターネットも、当然ながら歴史的経路依存性の結果として情報通信技術のドミナントデザインを獲得したと考えられる。Dosi は、この経路を技術軌道と呼び、技術軌道の方向性を規定する考え方を技術パラダイムと定義した[7]。Dosi のこの考えに基づけば、技術軌道を規定する技術パラダイムの中に普及に影響を与える要因が含まれていると考えられる。従って、ある技術パラダイムの変遷を追うことによって、その技術の普及要因を探索するという研究手法は妥当であると考えられる。

ある技術の技術パラダイムと技術軌道の詳細な記述は、(技術史家が技術パラダイムや技術軌道という言葉を使うことはあまり無いが) 技術史の範疇に委ねられる。この観点からすれば、技術史の学術的成果はどのようにイノベーションが生み出され普及したのかを考える上で重要な資料となり得る。実際、喜多もイノベーションプロセスを技術史的に記述することの有効性を述べている[8]。

以上を踏まえて本論文では、インターネット開発史に関する既出文献を技術パラダイムの視点から再

解釈を行い、その技術パラダイムの変遷からインターネット普及の要因を探るという従来には無い手法を試行的に採用した。

3.1. 史料の選定

今回は本手法を初めて行うこともあり、試行的に以下の5冊の代表的なインターネット開発史の書籍を対象とした。

- 「インターネットヒストリー—オープンソースの起源」[9]
- 「インターネットの起源」[10]
- 「インターネットをつくる—柔らかな技術の社会史」[2]
- 「インターネットの思想史」[11]
- 「起源のインターネット」[12]

3.2. 対象期間の決定

インターネットの原型とされる ARPANET は、APRA 内の IPTO が中心となって開発した。本論文では技術パラダイムの変遷という開発思想の流れを研究の対象としているので、1962 年の IPTO 設立時を思想の原点と捉え分析対象期間の始点とした。分析対象期間の終点は、北米でインターネット普及がクリティカルマス（自律的に普及していけるだけのユーザー数を獲得した時点）に達した 1990 年[1]とした。

3.3. 技術パラダイムの抽出

技術パラダイムの抽出は、技術軌道（技術の方向性）に影響を与えた開発思想や技術的意志決定などで、上記5書籍全てにおいていわゆる『厚い記述』がなされているものを抽出した。

4. 結果

抽出した技術パラダイムの変遷を表1に示す。

表1 インターネット開発史における技術パラダイムの変遷

年代	技術パラダイム
1962 年～1970 年頃	時分割処理
1970 年頃～1980 年頃	階層的プロトコル
1980 年頃～1990 年頃	TCP/IP の標準化

1962 年から 1970 年頃は、IPTO 初代ディレクターの J・C・リックライダーが開発方針に掲げた「時分割処理（タイムシェアリング）」がキーワードと見て取ることができる。時分割処理とは、当時大変高額であった計算機を多数の利用者によって共有することにより高額な資源を有効活用しようという発想である。この時期は、IPTO の助成先研究機関も時分割処理の視点から選定が行われており、時分割処理が開発思想の核をなしていたと見なすことができる。

1970 年頃から 1980 年頃は、階層的プロトコルの時代と考えることができる。これは、米国内の各大学に設置されていたホストコンピューターをネットワーク化する際に、通信機能を司る部分を IMP (Interface Message Processors) として切り分け、機能を階層的モジュールに分割したことに端を発する。IMP の 1 号機が 1969 年にカリフォルニア大学ロサンゼルス校 (UCLA) に設置されて以降、モジュール間のデータのやり取りを規定したプロトコルが制定されるようになり、この時期に Telnet (1972 年提案)、FTP (1973 年提案)、TCP/IP (1974 年提案)、最初の電子メール (1977 年提案) 等の現在も使用されている様々なプロトコルが誕生した。

1980 年頃から 1990 年頃の間で、インターネットの技術軌道に最も影響を与えた技術的意志決定は、1980 年の米国防総省 (DOD) による TCP/IP の標準採用と、それに続く 1983 年の ARPANET の TCP/IP 全面採用である。これにより TCP/IP のワークステーションやパーソナルコンピューターへの実装が進み、ARPANET 外でも IP ネットワークが誕生し、ユーザーを増やしていくこととなった。

5. 仮説生成

上記のインターネット開発史におけるそれぞれの技術パラダイムがインターネットの普及にどのよう

な影響を与えたかということに関して、分析対象書籍の記述内容を質的に解釈することにより仮説を生成した。具体的には、抽出された技術パラダイムに起因すると読み取ることができる出来事を、普及の5要素に当てはめる作業を行った。その結果、インターネット開発史の技術パラダイムと普及要素の関係仮説は表2のようになった。

表2 技術パラダイムと普及要素の関係仮説

技術パラダイム	普及要素				
	相対的優位性	両立可能性	複雑性	試行可能性	観測可能性
時分割処理	○				
階層的プロトコル	○	○		○	○
TCP/IP 標準化	○		○	○	○

○＝普及を促進する正の方向に影響

前述のように時分割処理は、一部のみに独占されていた高額な計算機資源を多数のユーザーに解放しようという思想であり、これは多くのユーザーに便益を与えようというものである。普及学では、この便益は相対的優位性に分類される。

階層的プロトコルを一言で言えば機能のモジュール化である。これにより、モジュールの入れ替が可能になり、これにより両立可能性、試行可能性、観測可能性に正の影響を与えたことは想像に難くない。

TCP/IP 標準化は、多くの人間が同じプロトコルを使用することにより、ネットワーク外部性が働く環境が達成されたと解釈できる。すなわち、ネットワーク外部性がもたらす便益が生まれ、それが相対的優位性を生んだと読み解くことができる。また TCP/IP が標準採用されたことにより、試行可能性、観測可能性の向上、複雑性の低減に寄与したと考えられる。

6. 議論

今回は試行的に限定した書籍を用いて、インターネット開発史の技術パラダイム変遷を整理し、それがどのようにインターネット普及に影響を与えたのかを考察した。結果インターネットは、階層的プロトコルによるモジュール化の採用と、その後の TCP/IP の標準化によるユーザー拡大により、その歴史の大半において試行可能性、観測可能性が極めて高かったことをうかがい知ることができた。これは、本論文の分析対象期間の後に起こる WWW の開発と無償 Web ブラウザーの出現でも共通していると思われる。この Web の出現が、一般レベルの試行可能性と観測可能性を更に高め、それがインターネットの爆発的普及に結びついたと推察される。故にインターネット普及は、インターネット技術がソフトウェアであるがための試行可能性と観測可能性の産物と捉えることも可能であろう。

7. 含意

理論的には、技術軌道を規定する技術パラダイムの中に普及に影響を与える要素が含まれている可能性と、技術史料から技術パラダイムを抽出し、そこから普及の原因を探察する手法が有効である可能性を示唆した。

また実践的含意としては、一般の製品やサービスの開発において、普及要素との関係を考慮しながら開発の方向性をマネジメントすることにより、市場投入後の普及速度加速化の可能性が期待される。

8. 結論

本論文では、インターネット開発史の技術パラダイムの変遷からインターネット普及の原因を探索するという新手法を試行し、それが有効である可能性を示唆した。今後は、対象史料の拡大、関係者へのインタビュー、実データに基づくインターネットの普及曲線と技術パラダイムの対応付け、インターネットユーザーの特性に関する定量的分析などによる理論補強などを行い、インターネット普及の原因により迫っていきたい。

参考文献

- [1] エベレット・ロジャーズ, *イノベーションの普及*, 翔泳社, 2007.
- [2] ジャネット・アバテ, *インターネットをつくる—柔らかな技術の社会史*, 北海道大学図書刊行会,

- 2002.
- [3] J. van den Ende and W. Dolfsma, “Technology-push, demand-pull and the shaping of technological paradigms - Patterns in the development of computing technology,” *JOURNAL OF EVOLUTIONARY ECONOMICS*, vol. 15, Mar. 2005, pp. 83-99.
 - [4] J・M・アッターバック, *イノベーション・ダイナミクス—事例から学ぶ技術戦略*, 有斐閣, 1998.
 - [5] W. アーサー, *収益逡増と経路依存—複雑系の経済学*, 多賀出版, 2003.
 - [6] P.A. David, “Clio and the Economics of QWERTY,” *The American Economic Review*, 1985, pp. 332-337.
 - [7] G. Dosi, “Technological paradigms and technological trajectories A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change,” *Research Policy*, vol. 11, 1982, pp. 147-162.
 - [8] 喜多千草, “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,” *情報処理学会論文誌*, vol. 49, 2008, pp. 1594-1601.
 - [9] ニール・ランダー, *インターネットヒストリー—オープンソース革命の起源*, オライリー・ジャパン, 1999.
 - [10] ケイティ・ハフナー, マシュー・ライアン, *インターネットの起源*, アスキー, 2000.
 - [11] 喜多千草, *インターネットの思想史*, 青土社, 2003.
 - [12] 喜多千草, *起源のインターネット*, 青土社, 2005.