

## 1. 問題意識

情報技術の進歩によって製品開発における情報処理の効率性は飛躍的に向上し、供給業者とのオンライン取引やバーチャルチームの編成など開発プロセスにも新しい展開が見られるようになってきた。新しい情報技術の活用はリードタイムの短縮、設計における生産性の向上、フロントローディングの達成といった製品開発のパフォーマンスを向上させるとともに (Dröge, Jayaram, and Vickery 2000; 延岡 1997; Robertson and Allen 1992)、CAD のように新しい共通「言語」を各部門のメンバーに提供したり (馬場 1997)、学習や改善を目的として過去の経験を蓄積する組織全体の集約メモリーとしての機能を果たしたりといった開発プロセスのインフラ改善にも貢献している (Clark and Fujimoto 1991)。既存研究では情報処理の程度がパフォーマンスと正比例の関係にあるといった見解に基づいて、技術進歩による情報処理の効率化は開発のパフォーマンスを高めると見られている。しかし、情報技術の活用が必ずしも製品開発のパフォーマンスを高めるわけではなく、Eisenhardt and Tabrizi (1995) がコンピュータ企業を対象として行った調査では、CAD の導入によってリードタイムが長期化していた。また、部門間のコミュニケーションを活発化させてもパフォーマンスが向上するとは限らないという指摘から (Henard and Szymanski 2001)、新しい技術によって情報処理を活発化させるだけではパフォーマンスを向上させることができないと考えられる。情報処理能力とパフォーマンスの関係にこうした差異が生じる要因に関しては、組織の外部要因と内部要因という 2 つの視点からアプローチできる。本研究では既存研究の限界に基づいて、外部要因に焦点をあてた不確実性からのアプローチを行い新たな研究の可能性を提示する。

## 2. 既存研究の分類と限界

製品開発の既存研究を情報処理の観点から分類し、その限界と将来的な可能性を明らかにする。

### 2-1. 既存研究の分類

製品開発の情報処理に対する研究はコミュニケーション、組織環境と情報処理の関係、開発プロジェクトを機能別組織で展開するかプロジェクトチームで展開するかといった組織構造と情報処理の関係、情報の探索からパフォーマンスの達成にいたる情報処理モデルの提示といった 4 つの分類において次のような研究が行われている。

#### (1) コミュニケーション

Allen and Cohen (1969) が研究開発組織の情報フローを詳細に調査した研究以降、コミュニケーションの頻度や情報伝達の対象とツールによって開発のパフォーマンスは変化するかという問題が製品開発研究の主要なテーマとなっている。既存研究において開発パフォーマンスとの関係が明らかにされているのは外部とのコミュニケーション、コミュニケーション・ネットワークの中心となるゲートキーパー<sup>1)</sup>の存在、メンバーの多様性、およびメンバーのプロジェクト在籍期間に影響を受けたコミュニケーション・パターンという 4 つの要因である (青島 1997; Brown and Eisenhardt 1995)。パフォーマンスを向上させる各要因の条件としては外部コミュニケーションを活発化させること、ゲートキーパーを介した 2 段階のコミュニケーションによって効率的に情報を配分すること、そして、適度なメンバーの多様性と適度なプロジェクト在籍期間を維持することが指摘されている。つまり、適切に構造化されたコミュニケーションを増加させることで、開発パフォーマンスは向上するという見解に至る。しかし、こうした既存研究に対して、プロジェクトメンバーによるコミュニケーションだけに焦点をあてており、製品属性を始めとする他の要因の影響を軽視しているという批判もある (Brown and Eisenhardt 1995)。

#### (2) 組織環境と情報処理

製品開発に対して情報処理の観点からアプローチを行った研究において、組織環境は不確実性の概念を中心に議論が展開され、環境への適合を目的とした外部情報獲得へと論理が発展している。組織環境の不確実性が高い業界の場合、外部コミュニケーションの活発化に伴ってパフォーマンスは向上すること、および外部情報獲得の効率性を高めるゲートキーパーの重要性は増すことが明らかにされ (Brown and Utterback 1985)、複雑性と不確実性の増加によって情報処理の要求が高まると指摘されるとおり (West 2000)、不確実性と情報処理は正比例の関係にあるとの見解に基づいて

1) プロジェクト内部の同僚および外部情報源と強固な結びつきを持つ個人技術者 (Allen and Cohen 1969)。

議論が進められており、組織環境は情報処理と開発パフォーマンスの関係を媒介する要因として、両者の因果関係をより精緻化している。しかし、分析単位となっているのはいずれも研究開発組織であるため、それぞれの業界における組織環境は反映されているがプロジェクト環境の差異、あるいはプロジェクトにおけるタスク環境の差異は反映されていない。

### (3) 組織構造と情報処理

組織化の目的はコミュニケーション・パターンの構造化にあると指摘されるように (Allen 1977)、情報のフローは組織構造に依存している。情報処理に焦点をあてた製品開発研究では、開発の遂行にあたって職能別組織で行うかプロジェクトチームで行うかの議論が展開され、さらに近年は貿易障壁の低下と情報技術の発達によって、グローバルチームやバーチャルチームという選択肢も加わり、製品に適した情報のフローを達成する組織構造が模索されている。製品開発研究における情報処理プロセスの焦点は、職能別組織やグローバルチームのようにプロジェクトメンバーどうしの乖離が短所となる場合は職能間およびメンバーどうしの統合にあり、プロジェクトチームのようにメンバーの多様性が短所となる場合は過剰な情報の対処に置かれている。たとえば、職能別組織の場合サブシステムごとに異なる目標や志向が形成されることで互いにコンフリクトが生じてしまうこと (Griffin and Hauser 1996)、プロジェクトチームの多様性は製品に対して包括的なアプローチを可能にするためパフォーマンスを向上させる一方 (Ancona and Caldwell 1992)、過剰な選択肢をもたらし開発現場を混乱させるため、パフォーマンスを低下させてしまうことが明らかにされており (Olson, Walker, and Ruekert 1995)、それぞれの体制から最大のパフォーマンスを引き出す情報処理プロセスが検討されることになる。しかし、バーチャルチームにおけるメンバーどうしの乖離が冷静な意思決定をもたらすという指摘もあり (Schmidt, Montoya-Weiss, and Massey 2001)、情報処理プロセスの焦点はタスクのタイプにより大きく依存していると考えられる。

### (4) 情報処理モデルの提示

製品開発における情報処理モデルの構築を目的とした研究では、それぞれの組織構造や製品に適した情報処理プロセスの形成が議論の焦点となっている。製品開発研究においても、Galbraith (1973) の指摘した情報処理の負荷と情報処理能力の適合に基づいたモデルが提示されており、Tushman (1979) は研究開発組織についてタスク環境とタスク特性によって決定する情報処理の負荷とコミュニケーション・パターンによって決定する情報処理能力の適合がパフォーマンスを左右するという情報処理モデルを提示している。また、組織構造と情報処理の関係を検討したモデルとしては、Souder and Moenaert (1992) が職能別組織において技術的なイノベーションを達成する過程において、R&D 部門とマーケティング部門が行う情報移転の決定要因と効果についてフレームワークを提示している。一方、製品特性と情報処理の関係について検討したモデルとしては、複雑性の高い自動車の製品開発について、エンジニアリングを焦点としたコンセプト創造、プロダクト・プランニング、製品エンジニアリング、プロセス・エンジニアリング、製造という一連のプロセスにおいて展開される情報処理モデルが提示され (Clark and Fujimoto 1991; Fujimoto 1989)、不確実性の極めて高いメインフレーム・コンピュータについて情報の探索、先行開発と各製品開発の統合を模索する「技術統合」、開発、製造における情報処理から構成されるモデルが提示されている (Iansiti 1995)。

## 2-2. 既存研究の限界

以上の各研究では、製品開発における情報処理を理解するにあたって有用な観点が提示されている。しかし、情報処理の程度とパフォーマンスは正比例の関係にあるという見方が一般的となっており、組織環境の影響に関する実証研究が体系的に行われていない。また、情報処理能力を組織環境に適合させるべきであるという指摘も (Allen 1977)、プロジェクトレベルでは情報処理能力とパフォーマンスと組織環境の関係を明確に示すことなく、組織外部からの情報獲得を促す論理へと発展している (Ancona and Caldwell 1992)。一方、Iansiti (1995) によると、不確実性が高いと考えられる革新的な製品を開発する場合の情報処理は、技術的な新規性を追求しない製品を開発する場合と異なっている。つまり、組織環境と情報処理能力を扱った研究ではマクロ的な視点でアプローチが行われており、必ずしも製品開発プロセスを研究対象としたものではなかったこと、および製品開発を対象とした研究では情報処理能力とパフォーマンスの関係が固定的であることから、情報処理とパフォーマンスとタスク環境の関係に対してミクロ的なアプローチを行う分析視点が必要になると考えられる。

## 3. 不確実性の影響

情報処理と不確実性の関係はこれまで組織レベルにおいて議論が展開され、Lawrence and Lorsch (1967) の研究では、有効な組織特性がタスク環境の不確実性に依存するという命題が提示された。この命題は部門レベルにも適用され、不確実性が高い状況下で効率的な企業は、部門間の分化を複雑な統合機構と高度なコンフリクト解決方法によって対処し、不確実性の低い状況下にある企業は部門間の分化の程度も低く単純な統合機構を持つことが明らかにされた。不確実性を所与と捉えたこの見解に対し、Galbraith (1973) の研究では不確実性を目標達成に必要な情報量と組織における既存情報量の差と定義し、不確実性に依存する情報処理の負荷を削減したり、情報処理能力を高めたりすることで組織の有効性を向上させることができると指摘した。

Lawrence and Lorsch (1967) および Galbraith (1973) の指摘する不確実性によって規定される情報処理の負荷と

情報処理の均衡という概念に基づくと、プロジェクトレベルで情報処理とタスク環境の精緻な関係を捉えることによって、より生産性の高い製品開発を展開できるようになると考えられる。たとえば、組織レベルでは情報処理能力とパフォーマンスの関係は情報処理の負荷に依存しているのに対し、既存の製品開発研究において情報処理とパフォーマンスは正比例の関係にあるという見解が一般的となったのはプロジェクトレベルでのタスク環境を考慮していなかったことが原因と見られるため、効果的と指摘された製品開発プロセスにおいても過大な情報処理による余計なコストを発生させている可能性がある。製品開発研究ではそれぞれのプロジェクトにおいてパフォーマンスとさまざまな組織的要因の関係を明らかにする個別プロジェクトに基づくアプローチと、各製品およびプロジェクトを超えたレベルで戦略や組織を扱う複数プロジェクトに基づくアプローチが展開されており（青島 1997）、多くの場合プロジェクト単位で分析が行われている。また、競争の加速化が進む産業では製品開発を一つの組織で達成することが困難となり、プロジェクトにおけるいくつかのタスクを外部に委託する機会は増加している。こうした状況を踏まえると、最適な情報処理能力を検討するにあたって、プロジェクトレベルでのタスク環境を考慮する必要がある。

一方、野中（1990）は受動的な環境対応よりも能動的な環境創造の重要性を指摘し、主体的な情報創造から「曖昧性」を生み出すことで新たな思考・行動様式が創造されることを明らかにしている。製品開発における情報処理プロセスは情報の創造と移転を目的としているため（Clark and Fujimoto 1991; Fujimoto 1989）、環境の不確実性に対する情報処理の効率性だけを追求した受動的な環境対応よりもむしろ主体的な環境創造の概念と整合性が高いと思われる。しかし、能動的な環境創造をマイクロレベルに適用してみると、製品開発ではプロジェクトによって数百人に上るメンバーが参加することもあり、すべてのタスクにおいて能動的な環境創造を展開することは全体として非効率に陥る可能性がある。プロジェクトにおいてはタスクによって情報処理を徹底的に効率化すべき場合もあれば、新しい情報を創造するために敢えて非効率な処理プロセスを踏むべき場合もあり、こうした判断がタスク環境の不確実性に依存していると考えられる。プロジェクトにおける不確実性を把握することで、それぞれのタスクに最適な情報処理プロセスを追求し全体的な生産性が高まるとともに、創造性が必要とされる中核的なタスクの明確化によって外部委託可能なタスクの判断が可能になる。

#### 4. 不確実性の影響と研究の展望

プロジェクトにおけるタスク環境の不確実性へ焦点をあてることで、製品開発研究において不確実性の程度に適した情報処理の展開、不確実性の操作、不確実性に応じて蓄積される情報の相違と移転という将来的な 3 つの展望を見出すことができる。

##### 4-1. 不確実性に適した情報処理

まず、不確実性に適した情報処理という観点は、プロジェクトレベルに受動的な環境対応を適用した論点であり、Lawrence and Lorsch（1967）および Galbraith（1973）の見解に基づいて一定の研究が蓄積されている。たとえば、Brown and Utterback（1985）は知覚された環境の不確実性とプロジェクトにおけるゲートキーパーの割合にプラスの相関関係があること、および不確実性が低い場合ゲートキーパーの役割が形式化することを指摘している。つまり、不確実性ととも情報処理の負荷が高まると、プロジェクトの情報源となるゲートキーパーの必要性も高まり、その役割にフレキシビリティが求められるようになる。また、Olson, Walker, Ruekert, and Bonner（2001）は開発プロセスを製造の前後で分け、不確実性の低下する後半の開発段階において部門間の相互作用が高まることを指摘し、開発段階に応じて不確実性が変化するためプロセス全体を通じて情報交換とパフォーマンスの関係が必ずしもプラスの相関関係にあるわけではないことを明らかにしている。製品開発研究では、情報処理に対する不確実性の影響を考察するにあたり、分析単位をプロジェクト全体から開発プロセスの各段階へと細分化して精緻化をはかっており、情報処理の程度とパフォーマンスは単純な正比例の関係にないことが明らかにされつつある。しかし、不確実性と情報処理能力の因果関係が必ずしも明らかにされていないことや、1970年代以降実証研究の背後に存在する理論的考察が進んでいないという限界も見られる。

##### 4-2. 不確実性の操作

上記の論点に対し不確実性の操作という観点は主体的な環境創造をプロジェクトレベルに適用した論点であり、タスク環境の不確実性に合わせて情報処理能力を変化させることよりも、開発の目的に合わせて、または情報処理能力に合わせて不確実性を変化させることに焦点があてられている。たとえば、野中（1990）の指摘するイノベーションを目的とした情報創造では、タスク達成にあたって敢えて不確実性を増大させることで既存の思考や行動様式が打破されることになる。また、West（2000）は情報処理の責任を分解しグループ化すれば自立した構成単位に分配するモジュール化が可能となり、情報処理の負荷が軽減されると指摘している。こうしたモジュール化の概念は近年、製品の構成要素間における相互依存関係のパターンを意味する製品アーキテクチャーとの関係で研究が進められている（Ulrich 1995）。しかし、情報処理プロセスからのアプローチは自動車業界や半導体業界に偏った傾向が見られるため、今後さまざまな業界における実証研究を経て体系化していく必要がある。

#### 4-3. 不確実性に応じて蓄積される情報の相違と移転

最後に、環境適合の主体性に関わらず不確実性に応じて蓄積された情報の相違と移転という論点を取り上げる。不確実性に基づく情報処理の負荷に均衡した情報処理能力を維持しようと努める場合、または開発目的や情報処理能力に応じて不確実性を操作するといったどちらの場合も、それぞれのタスクにおける情報処理能力に依存して蓄積される情報の量あるいはコンテンツに相違が生じると考えられる。仮に不確実性の高いタスクにおいて情報処理能力を高めた結果価値のある情報が豊富に存在しているのであれば、こうした情報を他のタスクに移転するメカニズムを確立することが競争優位につながると考えられる。製品開発におけるプロジェクトどうしの学習が開発パフォーマンスに与える効果はサイクルタイムの短縮を始めとして既に指摘されているが (Gupta and Wilemon 1990)、情報処理と不確実性の関係からアプローチをはかることにより、学習の経路・プロセス・制約条件について新たな知見が得られると考えられる。

#### <参考文献>

- Allen, Thomas. J. (1977) *Managing the Flow of Technology*, The MIT Press. (T.J.アレン著 中村信夫訳[1984]『"技術の流れ"管理法: 研究開発のコミュニケーション』開発社。)
- Allen, Thomas. J. and Cohen Steven (1969), "Information Flow in R&D Laboratories," *Administrative Science Quarterly*, Vol.14, No.1, pp.12-19.
- Ancona, Deborah G. and David F. Caldwell (1992), "Demography and Design: Predictors of New Product Team Performance," *Organization Science*, Vol.3, No.3, pp.321-341.
- 青島矢一 (1997)「新製品開発研究の視点」『ビジネス・レビュー』第45巻 第1号 161~179ページ。
- 馬場靖憲 (1997)「知識ベースの製品開発—3D-CADモデルと日本の可能性—」『ビジネス・レビュー』第45巻 第3号 1~16ページ。
- Brown, James W. and James M. Utterback (1985), "Uncertainty and Technical Communication Patterns," *Management Science*, Vol.31, No.3, pp.301-311.
- Brown, Shona L. and Kathleen M. Eisenhardt (1995), "Product Development: Past Research, Present Findings, and Future Directions," *Academy of Management Review*, Vol.20, No.2, pp.343-378.
- Clark, Kim and Takahiro Fujimoto (1991), *Product Development Performance: Strategy, Organization, and Management in the World Auto Industry*, Harvard Business School Press. (藤本隆宏、キム・B・クラーク著 田村明比古訳 (1993)『製品開発力: 実証研究 日米自動車メーカー20社の詳細調査』ダイヤモンド社。)
- Dröge, Cornelia, Jayanth Jayaram, and Shawnee K. Vickery (2000), "The Ability to Minimize the Timing of New Product Development and Introduction: An Examination of Antecedent Factors in the North American Automobile Supplier Industry," *Journal of Product Innovation Management*, Vol.17, No.1, pp.24-37.
- Eisenhardt, Kathleen M. and Behnam N. Tabrizi (1995), "Accelerating Adaptive Processes: Product Innovation in the Global Computer Industry," *Administrative Science Quarterly*, Vol.40, No.1, pp.84-110.
- Fujimoto, Takahiro (1989), "Organizations for Effective Product Development: The Case of the Global Automobile Industry," Unpublished D.B.A. Dissertation, Harvard Business School.
- Galbraith, J. R. (1973), *Designing Complex Organizations*, Addison-Wesley. (J. ガルブレイス著 梅津祐良訳[1980]『横断組織の設計: マトリックス組織の調整機能と効果的運用』ダイヤモンド社。)
- Gupta, Ashok K. and David L. Wilemon (1990), "Accelerating the Development of Technology-Based New Products," *California Management Review*, Vol.32, No.2, pp.24-44.
- Griffin, Abbie and John R. Hauser (1996), "Integrating R&D and Marketing: A Review and Analysis of the Literature," *Journal of Product Innovation Management*, Vol.13, No.3, pp.191-215.
- Henard, Davis H. and David M. Szymanski (2001), "Why Some New Products Are More Successful than Others," *Journal of Marketing Research*, Vol.38, No.3, pp.362-375.
- Iansiti, Marco (1995), "Technology Development and Integration: An Empirical Study of the Interaction between Applied Science and Product Development," *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol.42, No.3, pp.259-269.
- Lawrence, Paul R. and Jay W. Lorsch (1967), *Organizations and Environment*, Harvard University Press. (ポール・R・ローレンス ジェイ・W・ローシュ共著 吉田博訳[1977]『組織の条件適応理論: コンティンジェンシー理論』産業能率短期大学出版。)
- 延岡健太郎 (1997)「新世代 CAD による製品開発の核心」『国民経済雑誌』第176巻 第6号 63~76ページ
- 野中郁次郎 (1990)『知識創造の経営』日本経済新聞社。
- Olson, Eric M., Orville C. Walker, Jr., and Robert W. Ruckert (1995), "Organizing for Effective New Product Development: The Moderating Role of Product Innovativeness," *Journal of Marketing*, Vol.59, No.1, pp.48-62.
- Olson, Eric M., Orville C. Walker, Jr., Robert W. Ruckert, and Joseph M. Bonner (2001), "Patterns of Cooperation during New Product Development among Marketing, Operations and R&D: Implications for Project Performance," *Journal of Product Innovation Management*, Vol.18, No.4, pp.258-271.
- Robertson, David and Thomas J. Allen (1992), "Managing CAD Systems in Mechanical Design Engineering," *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol.39, No.1, pp.22-31.
- Schmidt, Jeffrey B., Mitzi M. Montya-Weiss, and Anne P. Massey (2001), "New Product Development Decision-Making Effectiveness: Comparing Individuals, Face-to-Face Teams, and Virtual Teams," *Decision Sciences*, Vol.32, No.4, pp.575-600.
- Souder, William and Rudy K. Moenaert (1992), "Integrating Marketing and R&D Project Personnel within Innovation Projects: An Information Uncertainty Model," *Journal of Management Studies*, Vol.29, No.4, pp.485-512.
- Tushman, Michael L. (1979), "Impacts of Perceived Environmental Variability on Patterns of Work Related Communication," *Academy of Management Journal*, Vol.22, No.3, pp.482-500.
- Ulrich, Karl T. (1995), "The Role of Product Architecture in the Manufacturing Firm," *Research Policy*, Vol.24, No.3, pp.419-440.
- West, Jonathan (2000), "Institutions, Information Processing, and Organization Structure in Research and Development: Evidence from the Semiconductor," *Research Policy*, Vol.29, No.3, pp.349-373.
- 安本雅典・藤本隆宏 (2000)「効果的な製品開発パターンのバリエーション—多産業・製品分野のアンケート調査から」藤本隆宏 安本雅典編著『成功する製品開発』有斐閣 257~306ページ。