

製品開発のコンテンジェンシー： 203 組織の問題解決ルーチンに関する調査から

藤本隆宏（東大経済），○安本雅典（信州大経済）

【はじめに】研究の背景とねらい

効果的なイノベーション・マネジメントのパターン、とりわけ成功する製品開発組織の組織能力に関しては、1960年代以来、多くの研究がなされてきた。その後、1980年代後半から90年代にかけ、パフォーマンス測定を厳密に試みつつ、個別産業に特化した調査が行われた（Clark and Fujimoto [1991]、Cusumano [1993]、Iansiti [1993]、Pisano [1995] et al.）。

しかし、この種の研究は、一分野に絞ったものであり、結果がどの程度、産業・製品分野を超えた一般性をもつのかは疑問とされてきた。そのなかで、近年では、徐々に産業・製品分野間での比較研究が進められはじめており、そのような相違が存在することも、部分的に実証されはじめている（Eisenhardt and Tabrizi [1995]、藤本 [1998]、Griffin [1997]、Liker et al., [1999]、Souder et al. [1998] et al.）。

そこで、次の問いは、「産業や製品の特性と、効果的製品開発のパターンとの間に、何らかの因果関係は存在するか」ということになる。本研究では、開発プロセスに的を絞り、環境と開発プロセスとの関連を大掘みに示すことにより、それぞれの産業・製品分野で、可能性としてどのようなパターンが効果的でありうるのか探してみる。本研究は、こうした作業を通じ、開発パターンの産業・製品間での相違を体系的に説明するロジックに、見当をつけることをねらいとする。

【1】調査方法と回答企業（開発組織）のプロフィール

本調査では、1997年に、ランダムに選ばれた企業、事業部門、製品開発部門・部署、研究所に対し、調査票への回答をお願いし、203件の回答をえた（回収率29%）。なお、製品系列が多様な企業の多くからは、複数回答をえた。

まず、分析の見当をつけるために、製品技術とマーケット・ニーズを考慮して、産業・製品分野を、産業・業務用機械製品（33件：16.26%）、産業・業務用電子製品（57件：28.08%）、産業・業務用プロセス製品（45件：22.17%）、消費者向けプロセス製品（38件：18.72%）、消費者向け機械製品（7件：3.45%）、消費者向け電子製品（23件：11.33%）の、6分野に分類した。

【2】環境特性の抽出

1) 質問形式の概要と変数の選択

本調査では、過去の研究および事前の聞き取り調査をもとに、製品、技術、市場の性質に関する33変数を選び、各々の程度について、回答者の主観にもとづ

き定性的評価を聞いた。質問には、5ポイントが「違う」、3ポイントが「どちらとも」、1ポイントが「その通り」に対応するリカート・スケールを用いた。

33の変数から、環境の負荷が平均以上に大きい変数を確認した。尺度が逆になっていると予想されるものについては、逆の変数を確認した（全体の平均値が3未満、尺度が逆のものは3より大きいもの）。一方、産業・製品分野間で分散分析を行い、分野間での平均値の差を確認した。これらの結果、平均以上に環境の負荷が大きい、もしくは産業・製品分野間で平均値に統計的に有意な差が見られる変数を、全て選り出した。その結果、20変数が選り出された。

2) 環境特性の因子

20変数について、主因子法により、固有値が1以上である、7つの因子を抽出した。なお、因子負荷量は、バリマックス回転後のものである（表1）。

表1 開発環境に関する因子分析結果
・因子負荷量

	環境因子1	環境因子2	環境因子3	環境因子4	環境因子5	環境因子6	環境因子7
	技術的な原因-結果の不確実性	ニーズの多義性	構造の複雑性	機能/ニーズの複雑性	構造の不確実性	構成要素の相互依存性(逆尺度)	ニーズの不確実性(逆尺度)
構成要素が多い	-0.086	0.127	0.468	0.346	0.39	0.278	-0.006
構成要素(モジュール)別に分離可能	0.064	0.035	0.186	0.152	0.001	0.788	-0.107
構造上の配置の制約が大きい	-0.063	0.009	0.639	0.078	0.244	0.015	0.085
基本構造を大幅に変更	0.178	0.05	0.771	-0.057	-0.075	0.031	0.056
要求機能が多い	0.107	-0.032	0.295	0.637	-0.079	0.011	0.067
複数の主要機能の同時達成が困難	-0.009	-0.074	0.339	0.395	0.311	-0.433	-0.016
機能・仕様の数値化が困難	0.198	0.6	0.171	0.067	-0.267	-0.41	-0.073
新要素技術を採用	0.842	0.087	-0.023	-0.101	-0.021	-0.03	0.081
要素技術から開発する必要あり	0.857	-0.091	-0.003	0.06	0.218	0.053	-0.108
要素技術の開発が困難	0.774	-0.072	0.13	0.095	0.089	0.022	0.005
生産工程が多い	0.128	0.239	0.297	-0.059	0.68	0.125	-0.023
生産工程全体の管理が必要	0.175	-0.083	-0.04	0.012	0.801	-0.097	0.039
顧客ニーズ予測が困難	0.143	0.435	-0.16	0.35	0.006	-0.1	-0.441
顧客の要求機能の数値化が困難	0.064	0.688	-0.04	0.211	-0.048	-0.197	-0.309
顧客要求機能が多岐にわたる	0.066	0.058	-3.62E-04	0.817	-0.015	0.035	0.015
複数のニーズのバランスが重要	-0.174	0.179	-0.364	0.532	0.192	0.122	0.261
外装デザインが重要	-0.201	0.745	-0.004	-1.68E-04	0.13	0.214	0.03
人間感覚的側面の重要	-0.105	0.795	0.091	-0.148	0.148	0.213	0.226
先端的・極限的性能の重要	0.447	-0.06	-0.073	0.343	0.137	-0.006	0.515
顧客の製品知識レベルが高い	0.001	-0.001	0.121	0.151	-0.025	-0.124	0.795

注：因子5と因子7は他の因子とは逆尺度。下欄は因子負荷量0.35以上もしくは-0.35以下のもの。

第1因子では、要素技術や先端技術の必要性に関する変数の負荷が大きい。そこで、第1因子を「技術的な原因-結果の不確実性」と呼ぶことにする。一方、第2因子では、ニーズが感覚的で多様な解釈が可能な程度を示す変数の負荷が大きい。したがって、第2因子は「ニーズの多義性」と呼ぶことができよう。

第3因子は、必要な構成要素が多く、それらの間の相互干渉が存在する程度を示していると考えられるため、「構造的な複雑性」と呼ぶことができる。また、第4因子は、様々な機能やニーズがあり、それらを同時達成しなくてはならない程度を示していると考えられるので、「機能/ニーズの複雑性」と呼べよう。一方、第5因子は、一定の製品構造を実現するための因果知識が事前には明確でない程度を示していると考えられるので、「構造的な不確実性」と呼べるだろう。

第6因子は、機能と構造との対応関係が比較的明確であり、サブ機能別に対応したサブ構造を定義しやすい程度を表していると考えられる。したがって、第6

因子は、「構造/機能の相互依存性（逆尺度）」と呼べよう。最後に、第7因子は、顧客ニーズが確定しやすいかどうかに関わっていると考えられるので、「ニーズの不確実性（逆尺度）」と呼ぶことができそうである。

【3】開発プロセスのパターン特性の抽出

1) 質問形式の概要と変数の選択

本調査では、過去の研究などをもとに、91の開発ルーチンに関する変数を選び、当該製品の開発プロジェクトでこれらのルーチンがうまく実施されていたかどうかを聞いた。質問では、5ポイントが「非常に成功」、3ポイントが「どちらとも」、1ポイントが「失敗」に対応するリカート・スケールを用いた。

調査で用いた91の変数は、組織管理のパターン、開発ツールの活用法、全社的な開発体制に関する変数も多く含んでいる。そこで、開発プロセスのパターンに関する変数のみを選びだしたうえで、先行研究でとくに言及のない変数を除外した。その結果、27の変数が選び出された。

2) 開発プロセスのパターンの因子

抽出された27変数から、主因子法により、固有値が1以上という条件で、8プロセス因子を抽出した。因子負荷量は、バリマックス回転後のものである（表2）。

第1因子は製品開発から量産にかけてのプロセスでの調整パターンを示しているようであることから、「エンジニアリング段階での密接なコミュニケーション」と呼ぶことができよう。一方、第2因子は、実際の作業以前に問題を発見し解決するルーチンを示していると考えられる。したがって、この因子を「問題解決の事前前倒し」と呼ぶことにする。

第3因子では、要素技術の探索・選択に関わる6変数の負荷量が多い。そこで、この因子を「先行開発段階から技術探索」と呼ぶことにする。第4因子への負荷量が多い変数を考慮すると、この因子は仕様・コンセプトを開発作業の流れとともに徐々に確定していくルーチンを示していると考えられる。この因子は「開発プロセスにおける製品独自の課題形成」と呼ぶことができよう。

第5因子では、問題発見・解決への早期着手に関わる変数の負荷量が多いので、この因子を「問題発見・解決の早期化」と呼ぼう。第6因子は、個々の製品開発活動以前に構成要素を作り込んでおき、製品開発段階での問題解決を削減するルーチンを示していると考えられる。そこで、この因子を「先行開発段階での構成ユニットの作り込み」と呼ぶことにする。

第7因子では、早期に開発に着手し、出来上がったコンセプトや仕様は変更しないとする変数の負荷量が多い。したがって、この因子は「早期の探索開始と開発コンセプト確定」と呼ぶことができるだろう。第8因子は、開発プロセスのなかで話し合いながら、コンセプトを煮詰め共有していくルーチンを示していると考えられる。そこで、この因子を「コンセプトの作り込み」と呼ぶことにする。

表2 開発プロセスに関する因子分析結果
・因子負荷量

	プロセス因子1	プロセス因子2	プロセス因子3	プロセス因子4	プロセス因子5	プロセス因子6	プロセス因子7	プロセス因子8
	エンジニアリング 段階での密接な コミュニケーション	問題解決の 事前準備し	先行開発段階 からの技術探索	開発プロセス における製品 独自の課題形成	問題発見・解決 の早期化	先行開発段階での模 成ユニットの 作り込み	早期の探索開始 と開発コンセプト 確定	コンセプトの 作り込み
よく話し合うなかでコンセプト作成	-0.126	0.22	0.12	0.627	-0.006	-0.019	0.156	0.413
話し合うなかでコンセプトを理解・共有	-0.059	0.1	0.111	0.013	0.098	0.007	0.04	0.74
一旦承認された コンセプト/仕様は無変更	-0.121	0.334	0.047	-0.09	-0.071	-0.053	0.684	-0.143
動向に応じ柔軟に コンセプト/仕様を変更	0.056	-0.064	0.088	0.655	-0.067	-0.002	-0.216	-0.042
コンセプト・仕様の正式承認前に 実際に開発を開始	0.017	-0.09	-0.019	-0.005	0.05	0.168	0.768	0.218
複数の異なる要素技術を 試作品で比較・検討	-0.068	0.035	0.714	0.097	-0.212	-0.234	-0.158	0.196
要素技術を先行開発	-0.003	0.053	0.587	-0.433	-0.164	0.451	0.057	0.114
要素技術開発とコンセプト /仕様作成を同時に重複	0.142	0.131	0.441	-0.039	0.046	-0.028	0.121	0.095
試行錯誤的に代替案を試作し 目標仕様・性能を達成	0.059	-0.144	0.66	0.062	-0.298	0.223	-0.144	0.011
一定範囲に止まって代替案を試作し 目標仕様・性能を達成	-0.036	0.036	0.758	0.104	0.028	-0.045	0.136	-0.105
当初から少数に絞り込んで試作し 目標仕様・性能を達成	-0.059	-0.039	-0.329	-0.242	-0.077	0.698	0.189	0.191
設計・試作・実験のやり直しを 多段階繰り返して目標仕様・性能を達成	0.171	-0.103	0.355	-0.019	-0.779	0.181	-0.002	0.053
初期からの完成度向上により 設計・試作・実験のやり直し回数を削減	-0.000135	0.578	-0.136	-0.163	0.468	0.216	-0.115	0.077
設計・試作以前の事前の部門間調整 により機能・性能上の問題を発見	-0.015	0.805	6.988E-5	-0.051	-0.07	0.073	0.094	0.078
設計や試作以前の事前の部門間調整 により製造上の問題を発見	-0.004	0.768	0.024	0.216	0.027	0.009	0.047	0.083
主要構成要素（モジュール等）を 各々独立したグループが開発	0.037	0.244	0.159	0.202	-0.083	0.74	-0.024	-0.181
製品開発期間と工程設計期間とが重複	0.463	-0.037	0.094	-0.057	0.539	0.118	-0.078	0.243
製品開発期間と量産製法開発期間とが 重複	0.479	-0.031	0.03	0.011	0.632	-0.155	0.047	0.118
開発試作段階で量産製法を確定	0.152	0.434	0.161	-0.05	0.29	0.124	0.236	-0.024
企画・営業・開発間で効果的に調整	0.045	0.207	-0.026	0.43	-0.049	-0.066	0.09	0.453
先行開発部門・製品開発部門間で 効果的に調整	0.096	0.356	0.332	0.185	0.085	-0.232	-0.046	0.041
製品開発部門内で効果的に調整	0.729	0.125	-0.092	-0.125	-0.167	-0.013	-0.098	0.256
製品開発部門・試作・実験部門間で 効果的に調整	0.755	0.137	1.29E-01	-0.163	-0.018	-0.05	-0.199	0.061
製品開発部門・生産技術部門間で 効果的に調整	0.77	0.195	-8.03E-05	-0.04	-0.012	-0.015	0.051	-0.003
開発試作部門・量産試作部門間で 効果的に調整	0.84	-0.228	0.072	1.69E-01	0.168	0.072	0.094	-0.171
量産試作部門・量産工場間で 効果的に調整	0.815	-0.144	-0.031	0.257	0.197	0.054	0.018	-0.254

注：下線は因子負荷量0.35以上もしくは-0.35以下のもの。

・固有値

	固有値	寄与率
プロセス因子1	5.559	0.164
プロセス因子2	2.648	0.107
プロセス因子3	1.748	0.115
プロセス因子4	1.683	0.071
プロセス因子5	1.368	0.086
プロセス因子6	1.252	0.072
プロセス因子7	1.17	0.064
プロセス因子8	1.023	0.063

【3】製品、技術、市場の性質および開発課題と効果的な開発パターン

1) 重回帰分析のねらいと結果

環境特性によって、開発パターンに相違があるといえるだろうか。この問いを検討するために、8プロセス因子を被説明変数とし、それぞれについて、7環境因子を説明変数とした重回帰分析を行った（表3）。

なお、プロセス因子と環境因子とでは尺度が逆であるため、回帰係数の値が「負」の場合に、各プロセス因子と各環境因子は相互に「正」の関係にある。た

だし、環境因子6と環境因子7では、プロセス因子と環境因子の尺度は同方向であり、回帰係数が正の場合にはプロセス因子と環境因子とは正の関係にある。

表3 環境因子からプロセス因子への回帰分析結果

		プロセス因子1	プロセス因子2	プロセス因子3	プロセス因子4	プロセス因子5	プロセス因子6	プロセス因子7	プロセス因子8
		エンジニアリング 段階での密接な コミュニケーション	問題解決の 事前計画	先行開発段階 からの技術探索	開発プロセス における製品独自 の課題形成	問題発見・解決 の早期化	先行開発段階での 構成ユニットの 作り込み	早期の探索開始 と開発コンセプト 特定	コンセプトの 作り込み
切片		0.004	-0.031	-0.057	-0.017	0.024	-0.036	-0.028	-0.036
環境因子1	技術的な原因・結果 の不確実性	-0.052	0.141*	-0.31***	0.074	0.044	-0.159**	-0.199**	-0.037
環境因子2	ニーズの多寡性	0.068	0.067	0.109	0.012	0.168*	-0.289***	-3.915E-4	-0.131
環境因子3	構造の複雑性	0.046	0.108	0.015	-0.172*	0.029	-0.105	-0.111	0.03
環境因子4	機能/ニーズの 複雑性	0.009	0.057	-0.13	-0.127	0.136	-0.116	0.135	-0.161**
環境因子5	構造の不確実性	-0.312***	0.004	-0.181**	0.008	-0.013	0.051	0.104	-0.047
環境因子6	構成要素の 相互依存性 (連尺度)	0.009	-0.26***	0.034	0.029	0.111	-0.158**	-0.034	-0.002
環境因子7	ニーズの不確実性 (連尺度)	-0.159*	-0.172**	0.072	0.056	-0.147*	-0.124	-0.031	-0.035
決定係数		0.307	0.348	0.36	0.223	0.257	0.379	0.289	0.205

注： ***は1%水準で有意、**は5%水準で有意、*は10%水準で有意であることを示す。

まず、プロセス因子1について見ると、予想通り、構造的に複雑である場合に、開発から量産化にいたるまでの段階で、密接なコミュニケーションが必要であることが分かる。また、プロセス因子2について見ると、プロセス製品のように、こうした環境特性が強い場合、事前に問題を特定し解決策をこうじることには限界があり、またそうすることは不適切であるのかもしれない。

プロセス因子3については、多くのプロセス製品のように、こうした環境特性をもった分野では、先行開発段階からの試行錯誤も、効果的な開発パターンとなることが予想される。一方、プロセス因子4に関する結果からは、乗用車開発などで明らかにされているように、構造が複雑な場合には、コンセプトについてよく話し合いつつ、開発作業の流れのなかで、製品独自の開発課題を特定化していく必要があるように思われる。

プロセス因子5に関する結果を見るかぎりでは、産業向け製品のように、ニーズがある程度特定しやすい分野では、問題を早め早めに特定しておくことが効果的であるのかもしれない。一方、プロセス因子6に関して言えば、消費者向けエレクトロニクス製品のように、ニーズがあいまいな分野では、先行開発段階で試行錯誤を要しても、先に構成ユニット（モジュール）を作り込んでおくことが効果的なようである。しかし、プロセス製品をはじめとして、構成要素間の関係が相互依存的な場合には、必ずしもこのパターンは効果的ではないようである。

プロセス因子7に関して見るかぎりでは、注文製品ではないかぎり、構造の複雑な製品では、早めに製品の見当をつけて探索をはじめ、コンセプトが固まったら変更しない方が効果的であるのかもしれない。また、プロセス因子8に関する結果からは、いくつかの環境因子の係数の大きさも考慮すると、乗用車のように、多くの機能やニーズが一貫性をもって統合されている必要がある分野では、コンセプトについてよく練り上げ共有していくことが、効果的であると考えられる。

2) 産業・製品分野による相違

ここで確認された環境因子のプロセス因子への効果は、実際にどの程度妥当なものであるのだろうか。この点を簡単に確認するために、産業・製品分野別の傾向を見てみる。まず、全体で各プロセス因子の得点について上位10%、25%、下位10%、下位25%の得点圏を算出し、それぞれの分野において、何割のサンプルが各得点圏に該当するのかを調べた。結果は、表4にまとめられている。

表4 プロセス因子の産業・製品分野別の傾向

	プロセス因子1	プロセス因子2	プロセス因子3	プロセス因子4	プロセス因子5	プロセス因子6	プロセス因子7	プロセス因子8
	エンジニアリング 段階での密な コミュニケーション	問題解決の 事前協議	先行開発段階 からの技術提案	開発プロセス における製品 独自の課題形成	問題発見・解決 の平準化	先行開発段階で の構成ユニット の作り込み	平準の提案開始と 開発コンセプト 特定	コンセプトの 作り込み
産業・業務用機械製品	▽	◎▽	◎▽	▼	◎		▽	▼
産業・業務用電子製品	▼	◎	▽	◎▽	◎	○	◎	◎
産業・業務用プロセス製品	◎	▼	◎	◎	◎	▼	▽	▼
消費者向けプロセス製品	▼	▼	◎		▼	▼	○	○
消費者向け機械製品	◎		▼	▽	○	○	◎	◎
消費者向け電子製品	○	▼		◎	▼	◎	◎	◎

注：◎は全体の上位25%得点圏に25%以上のサンプルが属しており、しかも全体の上位10%圏内にも10%以上のサンプルが属している分野。

○は全体の上位25%得点圏に25%以上のサンプルが属している分野。

▼は全体の下位25%得点圏に25%以上のサンプルが属しており、しかも全体の下位10%圏内にも10%以上のサンプルが属している分野。

▽は全体の下位25%得点圏に25%以上のサンプルが属している分野。

上位・下位の両方の特徴が混在している場合には、両方を並記。

【4】暫定的な結論と今後の課題

1) まとめと課題

本研究では、6つの産業・製品分野にまたがる203の製品開発プロジェクトに関するアンケート調査データに基づいて、製品開発活動のパターンが、どのような環境因子に影響されているのか、実証分析を試みた。質問の多くは、開発担当者の主観的な判断を反映していた。したがって、本研究は、いわば、開発現場における成功体験と知恵を集約化することで、「現場で認識された環境と効果的開発パターンとの結びつき」の輪郭を把握しようとして試みてきたと言えよう。

ここでは、少なくとも、開発活動に環境の影響があるかという設問に対しては、概略的な解答が出せたと考えられる。その結果は、以下のようにまとめられる。

まず、(1)部門間コミュニケーション等、環境特性によらず共通のパターンも見い出されたが、あらゆる産業・製品分野に通用する製品開発の「ワン・ベスト・ウェイ」が存在するとは限らないようである。そして、(2)「環境特性」は、産業・製品分野によって相当に異なることが予想された。

(3)少なくとも本研究の範囲では、製品開発プロセスのパターンと環境特性との間には、多くの場合、論理的に予見可能な意味ある分析結果がえられた。したがって、当事者の環境に対する主観的認識によっても、それぞれの新製品を開発する際の「効果的パターン」がある程度予見できるのではないかと期待される。

ただし、今回の調査では、観察されたパターンが、成功例のみに特有の活動で

あるか、あるいは成功・失敗双方に共通のものであるかを厳密に判別することが出来ないなど、今後の課題は残る。この問題に関しては、同時に収集したパフォーマンス・データとの関連で、今後ある程度対処可能かもしれない。

また、多岐にわたる産業・製品分野への調査からえられた結果であるため、今後より焦点を絞り込んだ分析が必要である。例えば、プロセス製品とアッセンブリー製品とは別に分けたうえで、より詳細に分析することが可能であろう。

3) 理論的なインプリケーション

第1に、本研究では、製品開発管理に関する「コンテンジェンシー・アプローチ」が、ある程度有効であることを示唆できたと思われる。今後は、製品間・産業間の特性の違いを勘案したうえで、効果的である「可能性の高い」、開発パターンの条件を明らかにすることが、課題となると考えられる。

第2に、本研究では、コンテンジェンシー・アプローチと関連して、製品開発活動についての「問題解決アプローチ」が、ある程度有効な見方であることが示唆された。この調査では、単に「さまざまな開発パターンがありうる」というだけではなく、その異なり方が、ある程度論理的に筋の通った形で予測できることが、暫定的に示された。

こうした点から、現在の見通しを述べるならば、その背後にある共通したロジック、すなわち「製品開発は結局問題解決サイクルの束である」という命題によって、問題解決活動の環境特性による相違が、系統的に説明できるのではないかと考えられる。今回の調査の結果は、多くの点で、以上のような「コンテンジェンシーな製品開発＝問題解決」の観点にもとづく見通しと整合的であった。この点については、今後の課題として、一層深く探究される必要があろう。

【参考文献】

- Clark, K. B. and T. Fujimoto (1991) *Product Development Performance*, Harvard Business School Press
- Cusumano, M.A. (1991) *Japan's Software Factories*, Oxford University Press
- Eisenhardt, K.M., and B.N. Tabrizi (1995) "Accelerating Adaptive Processes", *Administrative Science Quarterly*, 40, No.1: 84-110
- 藤本隆宏 (1998) 「製品開発の産業間比較分析に関する温故知新的な試論」『ビジネス・レビュー』一橋大学イノベーション研究センター：36-55
- Griffin, A. (1997), "The Effect of Project and Process Characteristics on Product Development Cycle Time", *Journal of Marketing Research*, vol.34, 24-35
- Iansiti, M. (1993) "Real World R&D: Jumping the Product Generation Gap", *Harvard Business Review*, May-June.
- Liker, J.K., P. D. Collins, and F.M. Full (1999), "Flexibility and Standardization", *Journal of Product Innovation Management*, vol.16, 248-267
- Pisano, G. (1997) *The Development Factory*, Harvard Business School Press
- Souder, W.E., J. D. Sherman, and R. D. Cooper (1998), "Environmental Uncertainty, Organizational Integration, and New Product Development Effectiveness", *Journal of Product Innovation Management*, vol.15, 520-533