

# 情報システム、製品開発プロセス、組織文化、 マーケティング戦略と企業の競争優位性 12年間の調査結果から

2019/3/16  
情報処理学会「情報システムと社会環境(2)」6K-06

濱岡 豊  
hamaoka@fbc.keio.ac.jp  
慶應義塾大学商学部

\*本研究はJSPS科研費 基盤研究 (C) 19530390, 23530541, 15K03674」を受けた。回答頂いた企業の皆様にも深謝する。

1

## 内容

- 研究の背景と目的
- 先行研究
- 理論枠組、仮説
- データ
- 結果
- まとめ
- 今後の課題

## 研究の背景:情報システムと生産性、製品開発についての研究

- 情報化(投資)と生産性
  - 企業レベル
    - Brynjolfsson and Hitt (2003) Brynjolfsson (2004)
      - 企業の能力によってその効果が異なる。
    - 元橋(2005)
      - 情報化(投資)と成果の企業間格差拡大
  - 工場レベル
    - Bartel et al. (2007) 工場での導入と品質
- 製品開発と情報システム
  - 藤本、安本 (2000)
    - 日本での製品開発とCADの利用→ツールよりも組織要因の方が成果への影響大きい
  - 延岡、藤本隆宏 (2004)
    - CAD、CAEの導入により日本は工数縮小したが欧米はそうではない。
  - Banker et al. (2006) 製品開発における協調collaborationシステムによる効果
    - 共同作業用の情報システムによって、開発のためのコスト、時間、品質による影響
  - Nambisan (2003)
    - 経営情報システムと製品開発についての研究のレビューと整理
  - Kawakami et al. (2014)
    - 新製品開発における情報システム利用頻度の規定要因として資源ベース理論に基いて仮説設定。日本の企業で実証。
  - Gómez et al.(2017)
    - 情報システムを補完的な情報源としてとらえ、その利用がオープン・イノベーションを促進することをスペイン企業を対象に実証。

## これまでの研究の限界

- これまでの研究の限界
  - 情報システムにのみ注目
    - 既存の(IT以外の)ツールとの関係が不明確
  - ITへの投資、ITの利用頻度など情報システム全体に注目。情報システムの多様性を無視
    - アイディア創造、設計、試作、情報共有、プロジェクトマネジメント
  - 一時点での分析

## 研究の目的

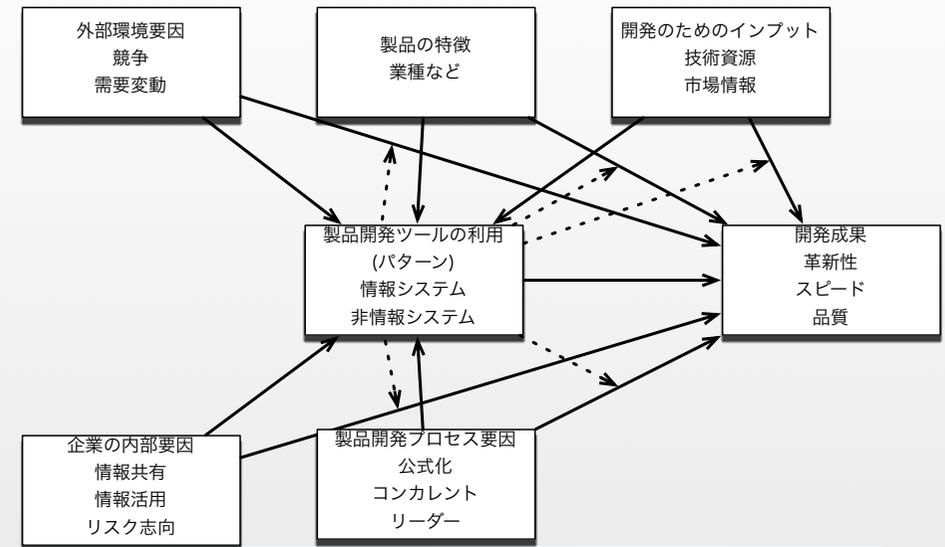
### ■ 本研究の対象

- 新製品開発における情報システムの利用と新製品開発の成果に注目

### ■ 本研究の目的

- 情報システムだけでなく既存の手法(ブレイン・ストーミング、品質表、試作品の作成など)にも注目し、利用状況を把握・分類。
- 情報システム、既存手法の利用パターンに影響を与える要因を明らかにする
- 利用パターンなどと製品開発のパフォーマンスとの関係を明らかにする。

## 理論的枠組み



## 主要な変数と期待される符号

- 企業の資源・能力理論 (Wernerfelt 1984; Langlois and Robertson 1995)
  - (+) 技術能力
  - (+) 市場情報
- 企業の組織要因
  - (+) リスク志向 (Andrews and Smith 1996; Tidd et al. 2001)
  - (+) 情報共有
  - (+) 迅速な対応能力 (濱岡、田中)
- 戦略要因
  - (+) (経営戦略-技術) 戦略統合 (Iansiti, 1998; Song and Parry, 1997)
  - (+) トップによる戦略の明示
- 製品開発プロセス要因
  - (+) 重量級リーダー (Clark and Fujimoto 1991)、その2乗
  - (+) 製品開発プロセスの公式化、その2乗
  - (+) コンカレント型開発
- 信頼・社会的埋め込み理論 (Granovetter 1985)
  - (+) 企業への信頼 (Granovetter 1985; Clark and Fujimoto, 1991; Sako, 1998).

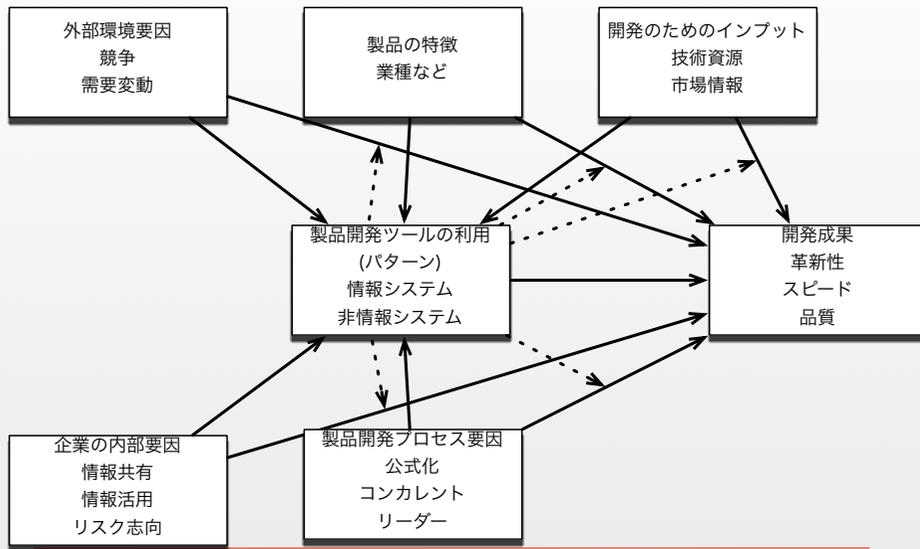
## 主効果だけでなく調整効果も考慮

- 情報システム(新製品開発ツール)を通じて情報が導入されるだけでなく(主効果)、各種の要因が新製品開発に与える影響の大きさに影響を与える(調整効果)。

### ■ 例

- 情報共有する組織文化のある企業に情報共有システムを導入すると、より成果は高まる。
- 情報システムと組織文化の相補性 (Brynjolfsson 2004)

## (再掲)理論的枠組み



## データ

- 調査対象
  - 日本の上場製造業で製品開発を行っている部門の長。
- 調査方法
  - 郵送法
- 調査フレーム
  - ダイヤモンド社 会社職員録より、製品開発を担当しているであろう以下の者を抽出。「商品企画」など部署がある企業を選び、その長を選ぶ。商品企画などの部署がない企業については、管理部門など、製品開発に関連がありそうな部署の長を選ぶ。
- 回収数/発送数および回答率
  - 2007年 151/612=24.7%
  - 2008年 124/646=23.4%
  - 2009年 103/631=16.3%
  - 2010年 133/677=19.6%
  - 2011年 121/555=22.2%
  - 2012年 149/722=20.8%
  - 2013年 137/808=16.9%
  - 2014年 112/737=15.1%
  - 2016年 118/840=14.0%\*
  - 2018年 85/582=14.6%\*
  - 2014年までは上場企業のみ。
  - 2016年からは隔年調査(非上場企業も含む)。ここでの数字は上場企業のみ。

## (無)回答バイアスのチェック

- 回答した企業と回答しただけなかった企業との間に、資本金、従業員数、売上に差がないかを分析。
- いずれも回答ダーミーは有意ではないことから、差はないことを確認。

	log(資本金)	log(従業員数)	log(売上)
切片	13.792***	6.857***	10.946***
	526.03	305.94	348.10
非上場ダミー	-3.967***	-1.339***	-2.334***
	-70.25	-27.75	-34.46
回答ダミー	-0.02	0.04	0.08
	-0.35	0.97	1.43
R2	0.479	0.125	0.181
修正 R2	0.479	0.125	0.125
N	5379	5379	5379

注)上段の数字は係数。下段の数字はt値。 \*\*\*:1%水準で有意 \*\*:5%水準で有意 \*:10%水準で有意

## 回答業種の分布(2007, 2013, 2018年)

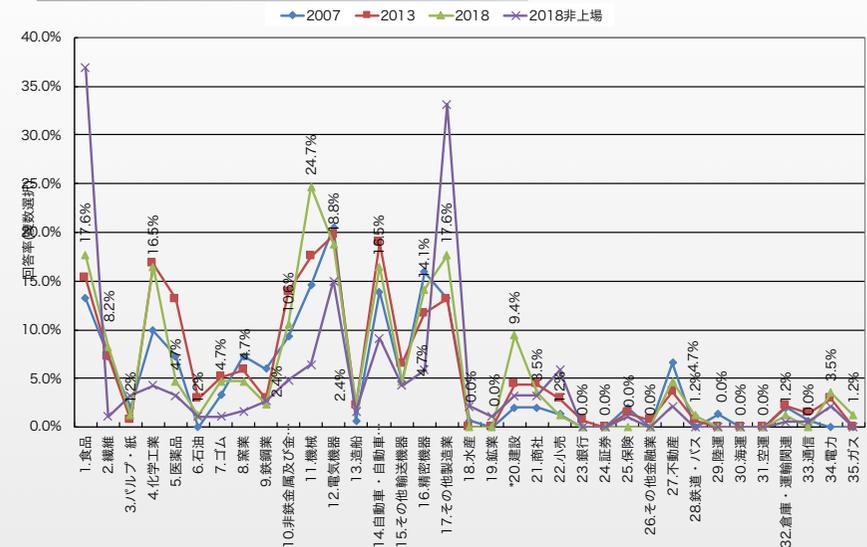
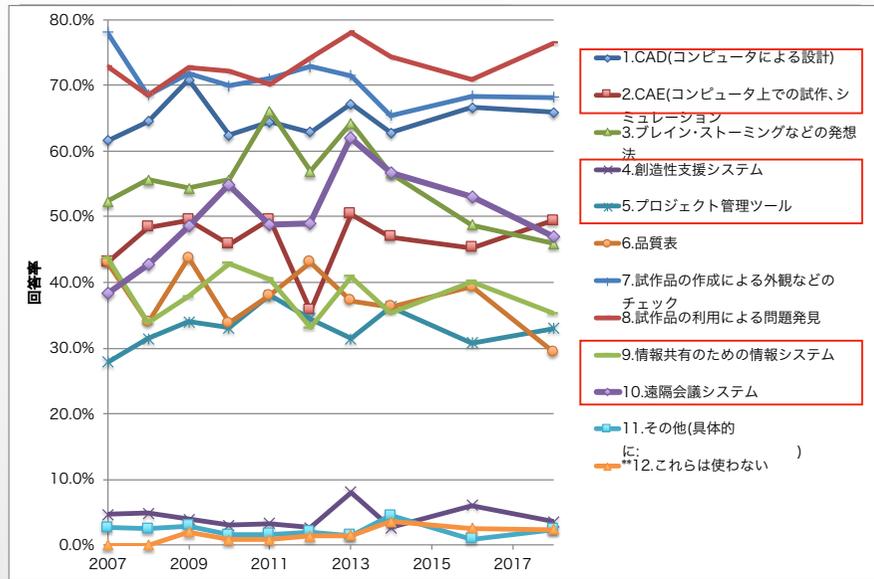


図 製品開発ツールの利用状況



分析手順

■ ツールの利用状況の分類

■ ツールの利用状況(0/1)

■ 相関行列

■ 負の相関はない→各ツールは代替するのではなく、補完もしくは独立。

■ 非階層クラスタ分析

■ ツールの利用パターンによって企業を分類:ツールの利用パターン

■ ツールの利用パターンの規定要因の分析

■ 多項ロジットモデル 従属変数:ツールの利用パターン(番号:名目尺度)

■ 説明変数:外部環境要因、製品の特徴、等

■ 製品開発成果の規定要因(成果指標毎)

■ パネルデータ回帰分析

■ 従属変数:製品の革新性、開発スピード、品質

■ 説明変数:ツールの利用パターン、外部環境要因、製品の特徴、ツールの利用パターン×これら要因等

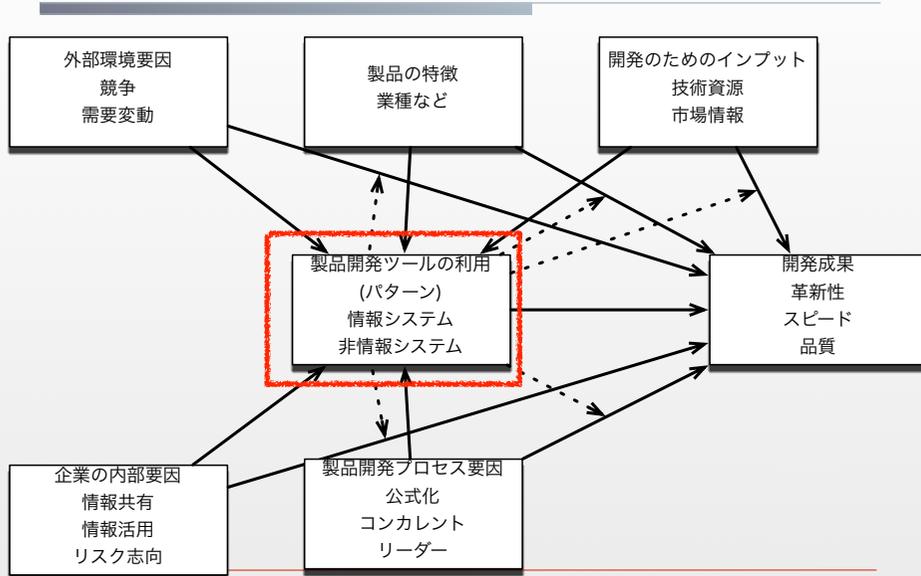
表 製品開発ツール利用状況の相関行列(全年度プール)

	1.CAD(コンピュータによる設計)	2.CAE(コンピュータ上での試作、シミュレーション)	3.ブレイン・ストーミングなどの発想法	4.創造性支援システム	5.プロジェクト管理ツール	6.品質表	7.試作品の作成による外観などのチェック	8.試作品の利用による問題発見	9.情報共有のための情報システム	10.遠隔会議システム
1.CAD(コンピュータによる設計)		0.508	0.104	0.048	0.117	0.117	0.132	0.190	0.146	0.228
2.CAE(コンピュータ上での試作、シミュレーション)	0.508		0.197	0.082	0.199	0.226	0.093	0.209	0.207	0.322
3.ブレイン・ストーミングなどの発想法	0.104	0.197		0.117	0.245	0.181	0.208	0.228	0.229	0.253
4.創造性支援システム	0.048	0.082	0.117		0.093	0.119	0.046	0.047	0.122	0.114
5.プロジェクト管理ツール	0.117	0.199	0.245	0.093		0.270	0.082	0.130	0.302	0.235
6.品質表	0.117	0.226	0.181	0.119	0.270		0.230	0.184	0.198	0.244
7.試作品の作成による外観などのチェック	0.132	0.093	0.208	0.046	0.082	0.230		0.375	0.070	0.113
8.試作品の利用による問題発見	0.190	0.209	0.228	0.047	0.130	0.183	0.375		0.170	0.194
9.情報共有のための情報システム	0.146	0.207	0.229	0.122	0.302	0.198	0.070	0.170		0.362
10.遠隔会議システム	0.228	0.322	0.253	0.114	0.235	0.244	0.113	0.194	0.363	

製品開発ツールの利用状況による分類(非階層クラスタ分析)

クラスタ名	1)ツール利用に消極的	2)古典的手法活用	3)CAD+古典的手法	4)CAD/CAE,遠隔会議と古典的手法	5)全体的に積極的	全体平均	参考(2007-12)
利用しているツール							
1.CAD(コンピュータによる設計)	19%	16%	92%	81%	95%	65%	63%
2.CAE(コンピュータ上での試作、シミュレーション)	8%	2%	74%	33%	88%	46%	42%
3.ブレイン・ストーミングなどの発想法	22%	75%	19%	64%	86%	57%	57%
4.創造性支援システム	3%	2%	1%	3%	10%	4%	3%
5.プロジェクト管理ツール	20%	19%	13%	10%	81%	33%	33%
6.品質表	13%	16%	8%	65%	74%	39%	38%
7.試作品の作成による外観などのチェック	17%	86%	65%	85%	87%	71%	70%
8.試作品の利用による問題発見	11%	88%	75%	79%	91%	73%	72%
9.情報共有のための情報システム	25%	24%	21%	19%	85%	39%	38%
10.遠隔会議システム	23%	19%	19%	83%	88%	50%	48%
企業数(2007-2018)	192	240	246	227	330	1235	
割合	16%	19%	20%	18%	27%	100%	
参考)企業数(2007-2012年)	176	161	116	162	168	783	
割合	22%	21%	15%	21%	21%	100%	
新製品開発スピード (p=0.008)	8.6	8.8	8.6	9.0	9.1	8.9	
製品の品質 (p=0.13)	7.2	7.2	7.2	7.3	7.4	7.3	
製品の革新性 (p=0.004)	6.1	6.2	6.3	6.4	6.6	6.3	

## (再掲)理論的枠組み



## 製品開発ツールの利用パターンの規定要因

- 概念は直接測定できない
  - 各概念ごとに2-4項目を設定。リッカート尺度で主観的に回答
    - 例
    - 需要の変動(クロンバック  $\alpha = 0.608$ )
      - 消費者の好みの変化が激しい。
      - 様々なニーズをもった消費者、ユーザーがいる。
    - 製品の革新性(クロンバック  $\alpha = 0.751$ )
      - 他社と比べて革新的な機能、性能をもつ製品が多い。
      - 他社と比べて新しい用途の提案という面で市場をリードしている。

## 主観的項目による測定の妥当性

- 客観的指標との相関
  - Song and Parry (1997)新製品(開発)パフォーマンスの規定要因として、「競争要因」「新製品開発プロセス要因」「社内環境要因」「新製品の相対的な競争力」を挙げ、それらを主観的な項目で測定。主観的な項目と客観的な項目との相関が高いことを指摘。
- 主観的な回答と財務データとの相関を確認
  - アンケートでの利益率、売上成長率についての主観的な回答(5段階)と財務データでの営業利益率、売上高利益率との相関係数

主観的項目	財務指標	相関係数
他社と比べて利益率は高い	log(営業利益率)	0.180 *** (5.00)
売上の成長率は高い	log(売上高成長率)	0.094 *** (3.00)

注) N=1000。括弧内の数字はt値。

## 多項ロジット回帰

- $j'$  基準となるクラスター=1)ツール利用に消極的
- $j$  クラスター番号
- $X$  説明変数

$$\log \frac{Pr(Y=j)}{Pr(Y=j')} = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$$

## ツールの利用状況の規定要因(多項ロジット回帰:z値)

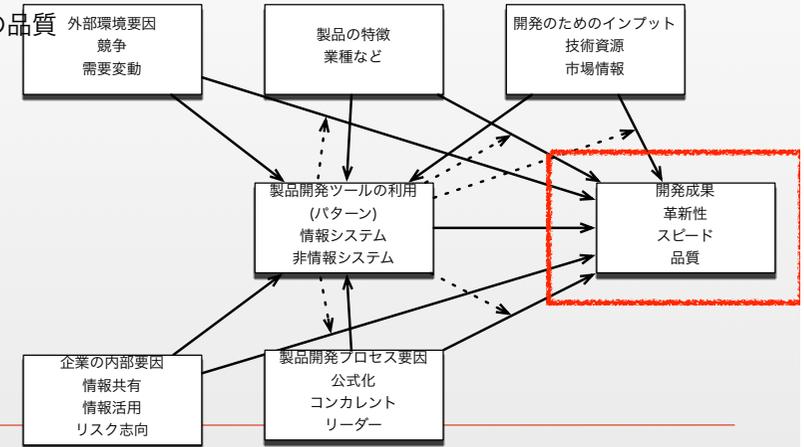
		2)古典的手法活用	3)CAD+古典的手法	4)CAD/CAE遠隔会議と古典的手法	5)全体的に積極的に利用
切片		1.93	0.17		
外部環境要因	需要の変化	0.70	-0.60	-0.23	1.39
	競争	2.02	2.66	4.27	4.29
資源、開発への入力	技術資源	-0.69	1.88	1.90	2.79
	市場情報	1.48	0.65	-0.34	1.48
製品開発プロセス	公式化	2.02	3.20	4.53	6.92
	重量級リーダー	0.91	1.29	0.69	1.43
	コンカレント	3.22	0.51	1.93	2.71
組織要因	情報共有	-1.60	-1.77	-2.42	-2.59
	迅速な対応	0.36	-0.30	1.05	0.60
	リスク志向	1.25	0.25	2.16	1.80
	トップの戦略	-1.27	-0.37	-1.30	0.09
	戦略一行動の統合	0.40	-1.55	-0.10	1.04
	信頼	-0.07	-0.24	1.14	-1.25
Log(従業員数)		-0.15	0.10	1.94	6.56
業種	食品	4.19	-2.14	-1.26	-2.97
	化学工業	-0.38	-2.72	-1.37	-2.88
	製薬	-3.49	-2.37	-3.42	-2.49
	非鉄金属	1.24	2.55	1.26	1.40
	機械	-0.47	3.28	1.07	1.76
	電気	0.56	1.80	1.52	4.07
	自動車	-0.83	1.38	1.06	2.63
その他製造業	2.15	2.64	1.74	1.39	
回答年		NA	NA	0.39	0.66

注)赤(青)は少なくとも10%水準で正(負)で有意な係数。

## 新製品開発成果の規定要因

### 3つの成果指標

- 開発スピード
- 製品の革新性
- 製品の品質



## 分析方法

### 複数時点で回答した314社に限定

#### パネルデータとして推定

- ハウスマン検定によって、二つのモデルのいずれが良好かを選択。
  - ランダム効果:切片がランダムに分布
  - 固定効果:企業ダミーを導入

#### 主効果のみのモデル

- 開発スピード =  $\beta_0 + \beta_1$  情報システムの利用パターン +  $\beta_2$  他の要因

#### 情報システムの利用パターンとの交互作用も導入したモデル

- 開発スピード =  $\beta_0 + \beta_1$  情報システムの利用パターン +  $\beta_2$  他の要因 +  $\beta_3$  情報システムの利用パターン × 他の要因
  - 交互作用については、多重共線性の問題を避けるために平均0、分散1に中心化した変数を用いた。

## 製品開発の成果についての推定結果(主効果のみ:t値)

		新製品開発スピード	製品の革新性	製品の品質
切片		2.84	1.95	5.22
ツール利用状況	2)古典的手法活用	1.73	0.51	0.37
	3)CAD+古典的手法	0.01	1.03	1.10
	4)CAD/CAE遠隔会議と古典	1.10	0.59	0.17
	5)全体的に積極的に利用	2.23	0.42	0.15
外部環境要因	需要の変化	1.00	2.77	2.07
	競争	-3.25	-3.59	-0.97
資源、開発への入力	技術資源	8.28	14.59	16.11
	市場情報	1.20	1.61	0.13
製品開発プロセス	公式化	1.97	0.72	0.89
	公式化^2	-1.33	-1.88	0.27
	重量級リーダー	-2.72	1.17	-0.07
	重量級リーダー^2	0.95	1.73	1.95
	コンカレント	0.66	0.42	2.53
組織要因	情報共有	0.79	0.96	1.32
	迅速な対応	9.23	3.17	0.72
	リスク志向	3.07	1.75	-0.04
	トップの戦略	-0.53	0.74	-0.10
	戦略一行動の統合	2.44	1.46	0.01
	信頼	1.09	0.83	6.80
Log(従業員数)		-1.36	-0.09	-1.87
業種	食品	0.00	-0.29	0.57
	化学工業	-0.55	-1.66	-2.40
	製薬	-2.01	0.08	1.21
	非鉄金属	1.38	-1.39	-1.64
	機械	0.29	0.90	0.14
	電気	-1.23	0.33	0.43
	自動車	-1.60	-0.58	0.16
その他製造業	-1.78	-1.04	-0.40	
adjR2		0.38	0.40	0.53

注)赤(青)は少なくとも10%水準で正(負)で有意な係数。

## 製品開発の成果についての推定結果(有意となった交互作用:t値)

		新製品開発スピード	製品の革新性	製品の品質
切片		2.84	1.95	5.22
ツール利用状況	2)古典的手法活用	1.73	0.51	0.37
	3)CAD+古典的手法	0.01	1.03	1.10
	4)CAD/CAE,遠隔会議と古典	1.10	0.59	0.17
	5)全体的に積極的に利用	2.23	0.42	0.15
競争×2)古典的手法活用				-1.62
競争×3)CAD+古典的手法				-3.27
需要の変化×4)CAD/CAE,遠隔会議と古典的手法		1.77	2.16	
市場情報×4)CAD/CAE,遠隔会議と古典的手法		-1.65	-1.51	
公式化×3)CAD+古典的手法				1.56
重量級リーダー×2)古典的手法活用		1.52		
重量級リーダー×3)CAD+古典的手法		1.71	1.95	
重量級リーダー×4)CAD/CAE,遠隔会議と古典的手法		1.80		
重量級リーダー×5)全体的に積極的に利用				-1.51
コンカレント×2)古典的手法活用			1.46	
コンカレント×3)CAD+古典的手法			1.89	
コンカレント×4)CAD/CAE,遠隔会議と古典的手法			2.21	
コンカレント×5)全体的に積極的に利用			1.77	
情報共有×4)CAD/CAE,遠隔会議と古典的手法				-2.01
迅速な対応×5)全体的に積極的に利用		-2.04		
トップの戦略×4)CAD/CAE,遠隔会議と古典的手法		3.05		
トップの戦略×5)全体的に積極的に利用			1.62	
戦略一行動の統合×5)全体的に積極的に利用		1.61		

注)赤(青)は少なくとも10%水準で正(負)で有意な係数。

## 研究からの知見/貢献・インプリケーション

### ■ 新製品開発ツールの利用状況

- (古典的な手法と情報システムは)代替するのではなく補完する
- 利用状況が、5種類に分類される。
  - 2007-12年と比べて2007-18年は積極的に利用する企業の割合が増加。
  - それらは外部環境、企業内要因などによって説明される

### ■ 情報ツールの利用状況と製品開発の成果

- 新製品開発の成果も、これらによって影響される。
- 「製品開発スピード」については、新製品開発ツールの利用状況の主効果が正で有意。
  - 製品開発のインプットとして有効に利用されている。
- 「製品の革新性」「製品の品質(満足度)」については、主効果は有意ではないが、交互作用が有意に。
  - 変数の影響を調整する機能を果たしている。
  - 情報化は、各企業の外部要因、組織要因との兼ね合いを考慮して進める必要がある。

## 今後の課題

### ■ 産業間、産業内での比較

- 新製品の革新性が高い(10点満点中の10点)と評価したが、ツールはあまり使っていない企業の存在。
  - 他の開発ツールを含める?
    - 巨大建築物の部材メーカー
    - 「(2)古典的手法活用」「3)CAD+古典的手法」
  - バイオベンチャー
    - 「1)ツール利用に消極的」

### ■ 個別のツールについての評価

- 今回はパターン分類。個別のツール、例えば「創造性支援ソフトウェア」の効果などに注目した分析

### ■ 製品開発パフォーマンスは主観的

- 客観的なデータが入手できれば可能(工数、費用等)

## 参考文献

- Altinkemer, Kemal, Yasin Ozcelik, and Zafer D. Ozdemir (2011), "Productivity and Performance Effects of Business Process Reengineering: A Firm-Level Analysis," Journal of Management Information Systems, 27 (4), 129-62.
- Aral, S., E. Brynjolfsson, and M. Van Alstyne (2012), "Information, Technology, and Information Worker Productivity," Information Systems Research, 23 (3-Part-2), 849-67.
- Banker, Rajiv D., Indranil Bardhan, and Ozer Asdemir (2006), "Understanding the Impact of Collaboration Software on Product Design and Development," Information Systems Research, 17 (4), 352-73.
- Barczak, Gloria, Erik Jan Hultink, and Fareena Sultan (2008), "Antecedents and Consequences of Information Technology Usage in NPD: A Comparison of Dutch and U.S. Companies," Journal of Product Innovation Management, 25 (6), 620-31.
- Bartel, Ann, Casey Ichniowski, and Kathryn Shaw (2007), "HOW DOES INFORMATION TECHNOLOGY AFFECT PRODUCTIVITY? PLANT-LEVEL COMPARISONS OF PRODUCT INNOVATION, PROCESS IMPROVEMENT, AND WORKER SKILLS," Quarterly Journal of Economics, 122 (4), 1721-58.
- Brynjolfsson, Erik (2004), (『インタンジブル・アセットー「IT投資と生産性」 相関の原理』CSK (訳)ダイヤモンド社, 2004年).
- Brynjolfsson, Erik and Lorin M. Hitt (2003), "COMPUTING PRODUCTIVITY: FIRM-LEVEL EVIDENCE," Review of Economics & Statistics, 85 (4), 793-808.
- Gómez, Jaime, Idana Salazar, and Pilar Vargas (2017), "Does Information Technology Improve Open Innovation Performance? An Examination of Manufacturers in Spain," Information Systems Research, 28 (3), 661-75.
- Kawakami, Tomoko, Gloria Barczak, and Serdar S. Durmuşoğlu (2014), "Information Technology Tools in New Product Development: The Impact of Complementary Resources," Journal of Product Innovation Management, 32 (4), 622-35.
- Kleis, L., P. Chwelos, R. V. Ramirez, and I. Cockburn (2011), "Information Technology and Intangible Output: The Impact of IT Investment on Innovation Productivity," Information Systems Research, 23 (1), 42-59.
- Nambisan, Satish (2003), "Information Systems as a Reference Discipline for New Product Development," MIS Quarterly, 27 (1), 1-18.
- Pavlou, Paul A. and Omar A. El Sawy (2006), "From IT Leveraging Competence to Competitive Advantage in Turbulent Environments: The Case of New Product Development," Information Systems Research, 17 (3), 198-227.
- Song, X. Michael and Mark E. Parry (1997), "The Determinants of Japanese New Product Successes," Journal of Marketing Research (JMR), 34 (1), 64-76.
- Tambe, P. and L. M. Hitt (2012), "The Productivity of Information Technology Investments: New Evidence from IT Labor Data," Information Systems Research, 23 (3-Part-1), 599-617.
- 延岡健太郎 and 藤本隆宏 (2004), "製品開発の組織能力ー日本自動車企業の国際競争力ー," in 東京大学ものづくり経営研究センター