総合建設業の研究開発効率に関する検討 －その 2　回帰モデルによる関連要因分析－

Study on Efficiency of Research and Development in General Contractors - Part 2: Analysis of Related Factors Using Regression Models -

小坂　英之*1，宮地　祐子*1
HIDEYUKI KOSAKA, YUKO MIYAJI

本報では，前報 1)で定義した研究開発効率（＝【4 年間の累積営業利益】÷【その前の 4 年間の累積研究開発費】）の時系列データについて，総合建設業 11 社それぞれについて重回帰分析を行い，その関連要因について検討した。重回帰分析における説明変数は，各企業の技術・知識ストック，技術の専有可能性，実装に向けた補完的資産および景気動向の各側面の一部を表すと考えられ，公開情報に基づき観測可能なものを代理指標として設定した。各企業において説明変数の係数の符号には差異が見られ，研究開発効率に関する要因の組み合わせは企業ごとに異なる可能性が示唆された。

キーワード：研究開発管理，営業利益，研究開発費，回帰分析

This study conducts firm-level multiple regression analyses on time-series data of R&D efficiency—defined in the previous report[1)] as the ratio of cumulative operating profit over four years to cumulative R&D expenditure in the preceding four years—for 11 general contractors, in order to examine its associated factors. The explanatory variables are proxies derived from publicly available data and are assumed to represent aspects of each firm's technological and knowledge stock, appropriability of technology, complementary assets for implementation, and business conditions. The finding that coefficient signs vary across firms suggests that the determinants of R&D efficiency may differ from company to company.

Keywords: R&D management, Operating profit, R&D expenditure, Regression analysis

1. はじめに

前報 1)では，研究開発効率 2),3)を【4 年間の累積営業利益】÷【その前の 4 年間の累積研究開発費】と定義し，ゼネコン 11 社を対象に 14 年間の当該指標を算出し，研究開発の効率を表す指標としての有用性を検討した。研究開発効率は景気動向の影響を受けて変動する指標であり，ゼネコン 11 社平均で概ね 2～30 の範囲に分布した。

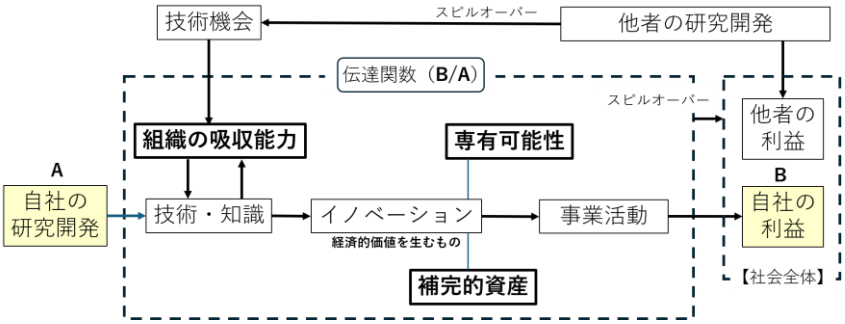
本報では，前報と同じ企業を対象に研究開発効率の関連要因について検討する。企業の収益は研究開発のみで直接説明できるものではないが，研究開発を通じて得られる技術・知識や多様な成果物の蓄積は，時間差を伴って収益プロセスに関連しているものと考えられる。そこで，公開情報に基づく代理指標を設定して，研究開発効率の時系列データに対して重回帰分析を行い，回帰式の各項の係数の符号の現れ方から企業ごとの特徴の分析を試みる。

2. 研究開発効率の回帰モデル

(1) 研究開発効率の関連要因

研究開発の成果がイノベーションに至り，事業活動を通して当該企業および社会全体に利益をもたらす要因については，例えば文献 4)～8)に示されており，それらを参照して整理すると**図-1** のように表される。研究開発の直接的な

*1 技術研究所技術統括部



図−1　研究開発プロセス [4)~8)]

表−1　説明変数

説明変数の記号	技術・知識ストック	専有可能性	補完的資産		外部環境
	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5
内容	w_1×4年累積技術リリース数／従業員数 ＋ w_2×4年累積技研報数／従業員数 ＋ w_3×4年累積公開特許数／従業員数 （w_1, w_2, w_3：重み係数）	4年累積公開特許数	売上高	売上高／従業員数	景気動向指数（4年累積遅行指数）

アウトプットは組織的な技術・知識の獲得にあり，それが経済的価値を生むイノベーションとなるには知的財産権などの専有可能性（appropriability），組織の実施能力やハード・ソフト面での様々な資産をさす補完的資産（complementary assets）が不可欠であるとされる。また，他者の研究開発成果などの技術機会（technological opportunity）を自社のイノベーションに生かすには組織の吸収能力（absorptive capacity）が必要であり，それを高めることも研究開発の重要な目的とされる。そこで，研究開発効率は**図−1** に示すように，研究開発投資（A）が，技術・知識ストック，専有可能性，補完的資産等を介して利益（B）へ変換される過程を表す伝達関数 B/A のような指標と捉え，説明変数には，この変換過程に関わる要因の現れと考えられ，かつ公開情報に基づき観測可能な指標を選定することとした。

(2) 説明変数の設定

設定した説明変数を**表−1** に示す。K_1 は技術・知識ストックを表す説明変数であり，各企業のニュースリリースのうち技術関連のニュースリリース数（以下，技術リリース数），企業内の技術研究所等が毎年発刊している技術論文数（以下，技研報数）および公開特許数 [9)]の 3 要素で構成し，それぞれを従業員数で除して重み係数 w_1〜w_3 を乗じて合計した値とした。技術リリースは実装された技術が対象となることが多い。企業独自の研究開発の成果は，技研報として発刊され自社のホームページ上に公開されている。公開特許数は知的財産の創出力を表しているものと考えられる。これらの 3 要素はすべて技術・知識ストックを表す指標とみなし，研究開発効率の算定と同様に，過去 4 年累積値で評価した。従業員数で除したのは，後述する K_3 で考慮される企業規模の影響をある程度取り除くためである。それぞれの重み係数は，3 要素の単位が異なるため，各要素の影響が同程度に K_1 へ反映されるように，各々の要素の全社平均値の比率の逆数から設定した。その結果，技術リリース数は $w_1 = 5$，技研報数は $w_2 = 4$，公開特許数は $w_3 = 1$ とした。

K_2 は専有可能性に関する説明変数であり，公開特許数の 4 年累積値とした。前述の K_1 に含まれる累積公開特許数は従業員数で除したが，K_2 は累積公開特許数の実数とし，専有可能性に関わる知的財産蓄積の規模は公開特許数に概ね比例するものとした。K_3，K_4 は補完的資産に関する説明変数であり，企業規模が大きいほど開発技術を実装する諸条件を整備しやすいと考えられることから K_3 は当該年度の売上高で代表させ，K_4 は企業の生産性の度合いを表すものとして当該年度の売上高を従業員数で除した値とした。K_5 は前報 [1)]で関連性が把握された，景気動向指数 [10)]（遅行指数の 4 年累積値）とし，研究開発効率に影響する外部環境要因を考慮した。

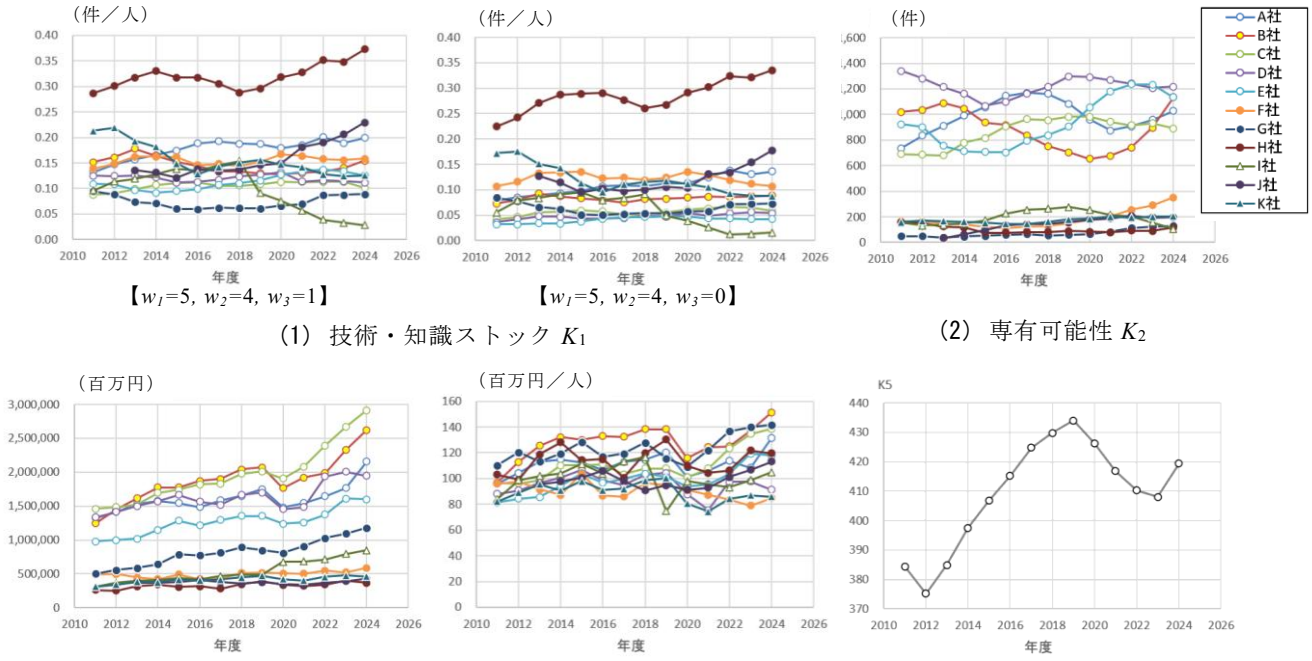
以上より，研究開発効率 R_e の回帰式は式(1)のように表される。

$$R_e = \sum_{i=1}^{5} \alpha_i \cdot K_i + \beta \quad (1)$$

ここで，K_i：説明変数，α_i：回帰式の係数，β：回帰式の切片，i=1～5

本報の範囲では，5 つの説明変数に対して観測数が 2011～2024 年度の 14 データと少ないため，得られる回帰式は予測モデルではなく，研究開発効率の実績値と各説明変数の関連傾向を把握するためのものと位置づける。企業規模や組織能力，技術蓄積といった潜在的要因は説明変数に重複して反映されるため，説明変数間に相関が生じることは，企業活動に関する実データとしては避け難い面がある。そのため，本報では 5 変数モデルから変数を 1 つ減じた，4 変数モデルの重回帰分析もあわせて行う。4 変数モデルでは，説明変数間の重複を抑えるため，K_1 の重み係数 w_3 を 0 とし，累積公開特許数は K_2 のみに含まれるようにする。また，補完的資産の説明変数は，生産性に関する K_4 を設定せず，企業規模に関わる売上高は K_3 のみで考慮する。

回帰分析に用いた説明変数の時系列を**図-2** に示す。説明変数の時系列は，企業によって推移状況や変動幅が異なり，値の大小による企業順序は説明変数ごとに異なっている。重み係数 w_3 を変えた K_1 を見ると，H 社が他企業より大きな値を示している。H 社以外では，5 変数モデル（w_3=1）と 4 変数モデル（w_3=0）で値の大小による企業順序が変わり，累積公開特許数の従業員比が K_1 に関連する程度は企業によって異なっている。K_1（w_3=1）と K_2 はいずれも累積公開特許数を含むが，時系列の形状に明確な類似は見られない。売上高を示す K_3 は企業規模を反映するため，累積公開特許数を表す K_2 も大企業で大きな値を示す傾向がある。しかし，K_3 が概ね右上がりの傾向を示すのに対し，K_2 ではその傾向は顕著ではない。K_3 と K_4 は，それぞれ企業規模および生産性に関する補完的資産の側面を示すものとして設定したものであるが，値の大小による企業順序は両者で異なっている。K_5 は全企業に共通する外部環境要因である。



【w_1=5, w_2=4, w_3=1】　【w_1=5, w_2=4, w_3=0】

(1) 技術・知識ストック K_1　(2) 専有可能性 K_2

(3) 補完的資産（売上高）K_3　(4) 補完的資産（売上高／従業員数）K_4　(5) 外部環境 K_5

図-2　説明変数の時系列

3. 研究開発効率の重回帰分析結果

(1) 研究開発効率の実績値と回帰式の対応

研究開発効率 R_e の実績値（＝【4 年間の累積営業利益】÷【その前の 4 年間の累積研究開発費】）と，5 変数モデルおよび 4 変数モデルの回帰式による値の企業ごとの比較を**図-3** に示す。企業によって R_e の実績値と各回帰

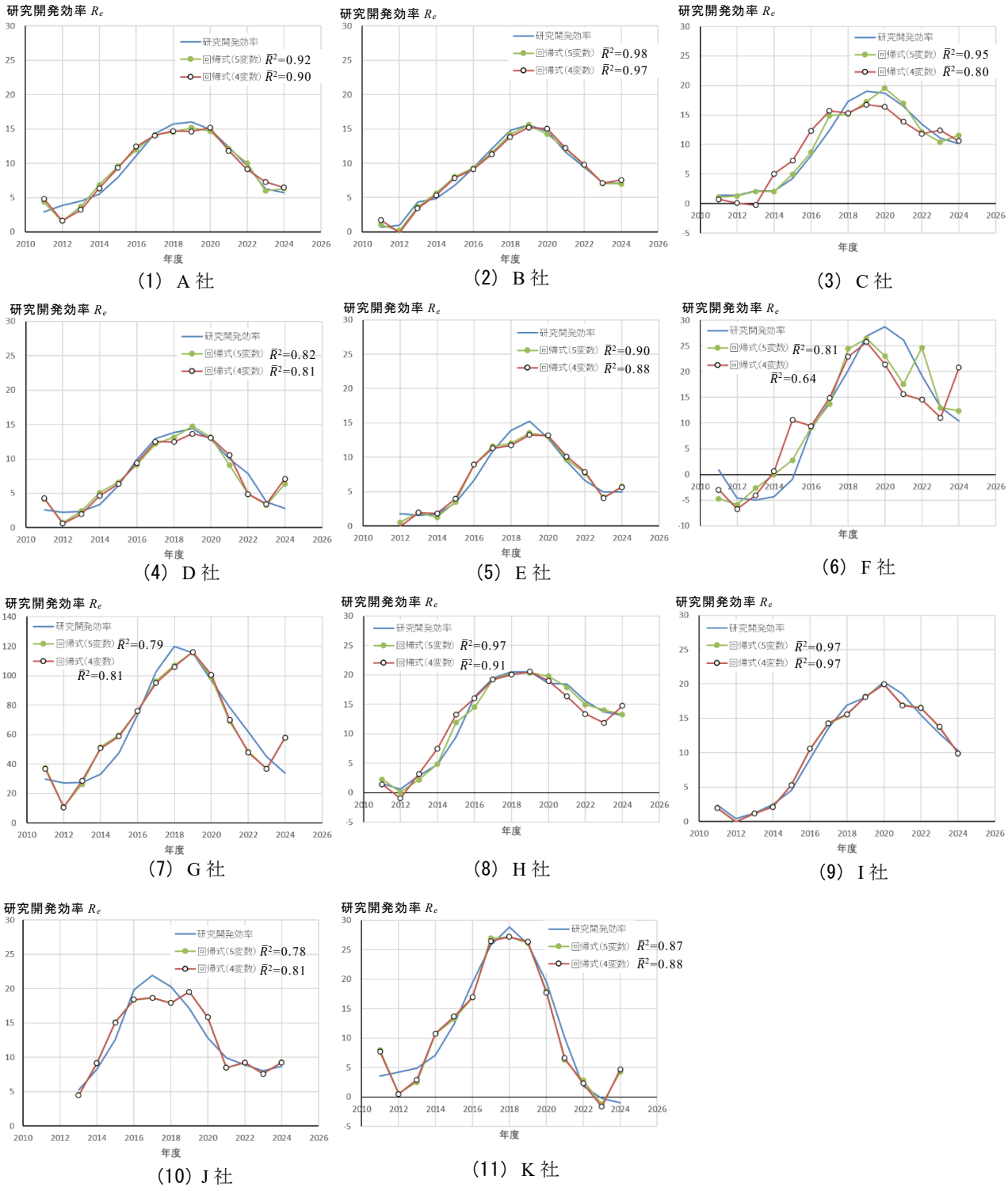


図-3 研究開発効率の実績値とその回帰式による値の対応

式の値の対応に差異があるが，観測可能な代理指標による回帰式でも実績値の変動に対して一定の対応を示している。回帰式の自由度調整済み決定係数（同図中，$\bar{R}^2$）を算出したところ，5 変数モデルで 0.78～0.98（平均 0.89），4 変数モデルで 0.64～0.97（平均 0.85）であった。C 社，F 社，G 社，J 社は実績値と回帰式の値に比較的大きな差異のある年度が複数確認される。これらの企業では，本報で設定した説明変数では捉えきれない他の要因が，研究開発効率に関連している可能性がある。

(2) 研究開発効率の関連要因

回帰式の係数一覧を**表-2** に示す。前述のように本報の回帰式は予測モデルではないため，係数間の大小関係の比較は行わず，主として各係数の符号に着目し，各説明変数と研究開発効率との関連方向を考察する。なお，今後，データを追加して継続的に検討する際の再現性および観測値としての解釈の容易性を重視し，本報では各説明変数の標準化を行わなかった。ただし，標準化を行っても各係数の符号は同一であることを確認している。

図-3 で各企業の研究開発効率が極大値を示す年度は 2018～2020 年度頃であり，前報 [1]で述べたように景気動向（**図-2(5)**参照）の傾向と概ね対応しており，景気動向指数 K_5 の係数は 5 変数モデルおよび 4 変数モデルともにすべての企業で正符号となっている。他方，K_1～K_4 の係数の符号は企業によって様々である。技術リリース数，技研報数，公開特許数の 3 要素は，いずれも研究開発活動に伴うアウトプットであり，3 要素の重複を抑えた 4 変数モデルにおいても J 社を除いて，技術リリース数，技研報数で構成される K_1 と公開特許数を表す K_2 は，少なくともどちらかが正符号となっている。J 社については，本報で設定した技術・知識ストックおよび専有可能性に関する指標では，研究開発効率との正の関係は確認されなかった。

表-2(2) 中の丸印欄は，説明変数を簡略化した 4 変数モデルにおいて，5 変数モデルから係数の符号が変化した箇所を示す。係数の符号の変化は，説明変数間の相関やモデル仕様の影響を受けた可能性があり，説明変数の因果関係を示すものではない。**表-2(1)** に示す 5 変数モデルでは，補完的資産を表す売上高 K_3 と売上高の従業員比 K_4 は，すべての企業で両者のうち少なくとも一方が正符号となり，企業規模または生産性のいずれかが研究開発効率との関連を示している。しかし，**表-2(2)** に示す売上高のみを考慮した 4 変数モデルでは，正符号となる企業数は 11 社中 4 社と少なくなっている。4 変数モデルとした場合に説明変数の符号が変化した企業は 11 社中 5 社であった一方，その他の 6 社（B 社，D 社，F 社，G 社，I 社，K 社）では両モデルで符号が維持されている。

表-2 回帰式の係数一覧

(1) 5 変数の場合

説明変数	**技術・知識** (K_1:技術リリース数, 技研報数, 公開特許数の従業員数比)	**専有可能性** (K_2:公開特許数)	**補完的資産** (K_3:売上高, K_4:売上高／従業員数)		**外部環境** (K_5:景気動向指数)	切片
回帰式の係数	α_1	α_2 ($\times 10^3$)	α_3 ($\times 10^6$)	α_4 ($\times 10^3$)	α_5 ($\times 10^2$)	β
A社	21	-3	-17	170	28	-98
B社	130	-19	-1	30	22	-86
C社	131	19	21	-670	8	-22
D社	-31	9	-11	130	26	-101
E社	646	-50	25	-460	12	-58
F社	192	-280	385	-1850	24	-89
G社	389	-204	-84	320	243	-918
H社	-35	-58	61	-270	28	-74
I社	-45	101	16	30	3	-27
J社	-154	40	72	60	23	-95
K社	220	-338	69	-230	63	-229

(2) 4 変数の場合

説明変数	**技術・知識** (K_1:技術リリース数, 技研報数の従業員数比)	**専有可能性** (K_2:公開特許数)	**補完的資産** (K_3:売上高)		**外部環境** (K_5:景気動向指数)	切片
回帰式の係数	α_1	α_2 ($\times 10^3$)	α_3 ($\times 10^6$)	α_4	α_5 ($\times 10^2$)	β
A社	5	2	-11	—	27	-87
B社	167	-7	-4	—	26	-97
C社	-34	54	-1	—	3	-44
D社	-74	3	-8	—	27	-88
E社	562	2	-12	—	15	-62
F社	53	-6	70	—	52	-241
G社	397	-242	-50	—	225	-825
H社	5	-56	-13	—	33	-116
I社	-33	96	21	—	1	-22
J社	-155	0	88	—	23	-96
K社	194	-245	16	—	64	-238

注：ハッチング欄は係数が正符号の箇所を，丸印欄は 5 変数モデルと 4 変数モデルで係数の符号が異なる箇所を示す。

4 変数モデルにおいても回帰式の係数が正符号となっている企業数を指標ごとに**表-3** に示す。技術・知識ストックに関する指標が正符号となっている企業は，11 社中 6 社あり 55%を占める。専有可能性指標が正符号となっている企業の割合は 27%であり，他の説明変数に比べて少なくなっている。補完的資産の指標は正符号の割合が 36%となっている。技術・知識ストックの指標で正符号を示す企業が相対的に多く，専有可能性の指標で正符号を示す企業が少ない理由としては，公開特許の中で収益に結びつくものが限定的であり，かつ収益化までに本報の算定期間（4 年）を超えるタイムラグを要する場合も多いことが考えられる。加えて，総合建設業においては，研究開発成果の権利化そのものに比べ，獲得した技術・知識や補完的資産の保有・形成状況が，研究開発効率に表れやすい可能性がある。開発した新製品を販売する製造業では発明の権利化が収益確保に結びつきやすい場合があるのに対し，一品受注生産が中心の建設業では，事業活動が多様な技術や能力の組合せによって成立しており，発明の権利化の影響は相対的に表れにくいものと考えられる。他方，専有可能性が正符号となった 3 社では，特許等の権利化に関する指標が研究開発効率と正方向の関係を示しており，他企業に比べて専有可能性に関する指標が収益化過程と関連している程度が相対的に高いことが示唆される。

表-3　回帰式の係数が正符号の企業数

	内容	代理指標	企業数	割合
技術・知識ストック指標	技術開発の完了・実装	累積技術リリース数／従業員数	6	55%
	研究開発の進展・完了	累積技研報数／従業員数		
専有可能性指標	権利化	累積公開特許数	3	27%
補完的資産形成しやすさ指標	企業規模	売上高	4	36%
外部環境指標	景気動向	累積景気動向指数	11	100%

4. まとめ

前報 [1]において定義した，研究開発効率（＝【4 年間の累積営業利益】÷【その前の 4 年間の累積研究開発費】）は，研究開発成果の発現期間に時間差があるものの，研究開発投資が企業業績に結びつくと仮定した指標である。本報では，同じ総合建設業 11 社の研究開発効率の時系列データを対象に重回帰分析を行い，企業別にその関連要因を検討した。説明変数は技術・知識ストック，専有可能性，補完的資産および景気動向の各側面の一部を表すと考えられる代理指標とし，公開情報に基づき観測可能な 5 変数および 4 変数で検討した。

重回帰分析の結果，外部環境指標（景気動向指数）の説明変数の係数は全企業で正符号となった。次いで，正符号となる企業が多かったのは，技術・知識ストックおよび補完的資産の形成しやすさに関する指標であった。

総合建設業における研究開発効率は，開発された技術そのものだけでなく，景気動向，組織的な技術・知識ストック，企業特有の補完的資産の保有・形成状況と関係しており，その関係の現れ方は企業ごとに異なることが示された。なお，本報の重回帰分析は観測数が限られており，説明変数間の相関や対象期間の設定によって係数の符号が変化する可能性があるため，今後はデータ期間の拡張や回帰モデルの検証が課題である。

参考文献

1) 小坂英之：総合建設業の研究開発効率に関する検討，三井住友建設技術研究開発報告 第 23 号，No.16，pp.1-6，2025.10
2) 村上路一：危機意識から生まれたイノベーション・マネージメント，リクルートワークス研究所機関誌 Works, No.37，pp.10-13，1999.12-2000.1
3) みずほ総合研究所：日本企業の競争力低下要因を探る～研究開発の視点からみた問題と課題～，みずほリポート，pp.1-36，2010.9
4) D. J. Teece : Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. Research policy 15, pp.285-305, 1986
5) R. C. Levin, A. K. Klevorick, R. R. Nelson and S. G. Winter : Appropriating the returns from industrial research and development, Brookings papers on economic activity, 3, pp.783-831, 1987
6) 後藤晃：イノベーションと日本経済，岩波新書 684，2000.8
7) W. M. Cohen, D. A. Levinthal： Innovation and learning: The two faces of R&D, The economic journal, Vol. 99,

No. 397, pp. 569-596, 1989.9
8) W. M. Cohen, D. A. Levinthal：Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation, Administrative science quarterly, Vol. 35, No. 1, pp. 128-152, 1990.3
9) 特許庁：特許情報プラットフォーム J-PlatPat，https://www.j-platpat.inpit.go.jp/，2026.6.10 参照
10) 内閣府経済社会総合研究所：景気動向指数，https://www.esri.cao.go.jp/jp/stat/di/di.html，2026.6.10 参照