

自動車の燃費向上における技術革新に関する基礎的研究

中央大学大学院 学生員 布施 正暁
 中央大学理工学部 正員 谷下 雅義
 中央大学理工学部 正員 鹿島 茂

1. 序論

自動車単体の燃費向上は省エネルギー・地球温暖化対策として貢献する。よって自動車産業における燃費向上に関する技術革新のメカニズムを理解することは重要である。本研究は、自動車産業における石油ショック以降の燃費向上に関する技術革新を取り上げ、その技術革新メカニズムの解明を目的とした計量モデル化を試みる。

2. 燃費向上に関する技術革新メカニズムと使用データ

本研究の分析の枠組みを図1に示す。なお、分析対象は自動車産業、期間は1978年から1997年である。使用データについては以下の通りである。

基礎研究費 (R1)

新技術・理論を目的とした基礎的研究費用であり、今回、燃費向上技術に関する基礎的研究に使用されたと仮定した。基礎研究費比率に自動車産業の社内使用研究費支出額を掛けたものを使用した。^[1]

応用研究費 (R2)

基礎的研究成果の応用・実用化を目的とした研究費用であり、今回、新製品開発(自動車のデザインから評価まで)を目的とした研究費用に使用されたと仮定した。応用研究費比率に自動車産業の社内使用研究費支出額を掛けたものを使用した。^[1](以上の費用に関して科学技術庁「科学技術白書」の研究費デフレーターで実質化した。)

自動車走行燃費 (Y)

燃費向上は、エンジンの効率改善、走行抵抗の低減、軽量化、動力伝達効率の向上など車両全体での総合的取り組みより実現される。よって燃費向上は製品開発活動の総合的技術成果と仮定した。トヨタ車の1250kgのオートマチック車(カムリ・セリカクラス)の10モード燃費を使用した。^[2]

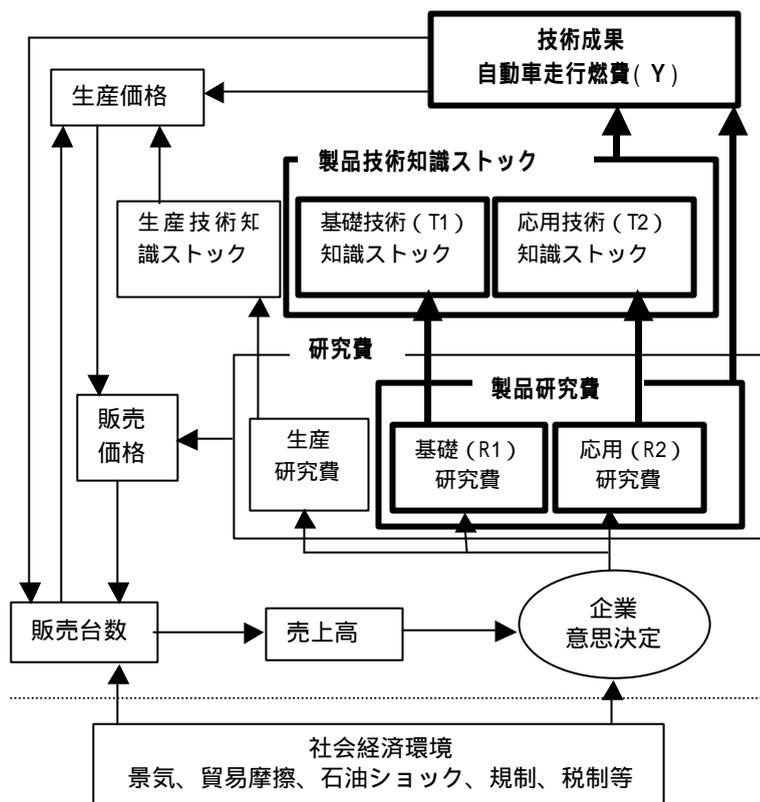


図1. 分析の枠組み
(太線部が本研究の対象)

3. 技術革新メカニズムの計量化

(1) 技術知識ストックの推計

一般的に研究費は研究活動により、あるリードタイムを経て、技術へと転化し、企業の知的財産として蓄積される。^[3]この知的財産を技術知識ストックと呼ぶ。また技術知識ストックは技術進歩に伴って陳腐化し、その価値が減少する。これは(1)式で表現できる。

$$T_t = R_{t-m} + (1 - \rho)T_{t-1} \dots\dots\dots (1) \quad T_t : t \text{ 期の技術知識ストック、} R_t : t \text{ 期の研究費、} \rho : \text{陳腐化率}$$

$$T_0 = R_{1-m} / (g + \rho) \quad m : \text{リードタイム、} g : \text{研究費の計測初期段階における平均伸び率}$$

製品技術知識ストックは、基礎・応用研究費 (R1, R2)、基礎・応用リードタイム (m1, m2)、基礎・応用陳腐化率 (1, 2) を (1) 式に代入して得られる基礎・応用技術知識ストック (T1, T2) の総和で表される。

(2) 基礎・応用研究の陳腐化率・リードタイムの決定

製品開発のフローである各年の製品研究費と製品開発のストックである製品技術知識ストックは、ともに技術成果の向上（燃費の向上）をもたらす。^[3] によって、自動車燃費（Y）と製品開発費（R1+R2）及び製品技術知識ストック（T1+T2）の関係を(2)式のように定式化する。

$$Y = A(R1 + R2)^\alpha (T1 + T2)^\beta \dots\dots\dots(2)$$

仮定条件

m1 > m2、自動車の基礎研究のリードタイム 5 年から 10 年。マイナーモデルチェンジ 2 年、フルモデルチェンジ 4 年より m1 < 4。

1 < 2、1980-1984 = 10.5%（参考文献^[3]より）よって 1970-1997 = a1 1+a2 2 > 10.5%（a1, a2：基礎・応用研究費から求めた重み、a1=0.23, a2=0.77）。

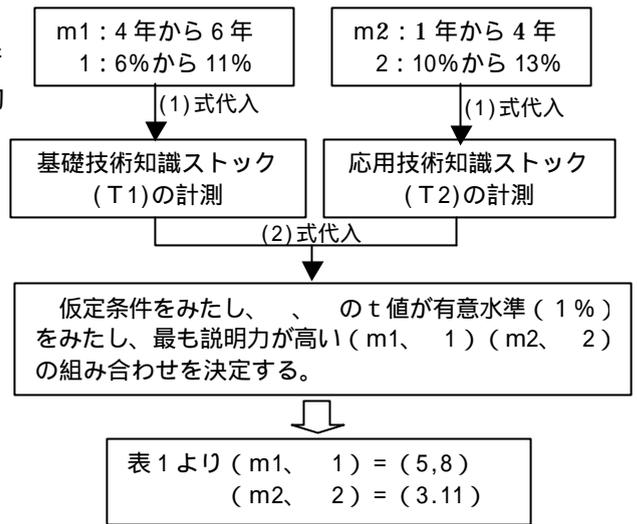


図 2 . 陳腐化率・リードタイム決定手順

表 1 . 基礎・応用技術のリードタイム・陳腐化率の変化による比較分析

| (m2, 2) = (3, 11) 固定 | | | | | |
|----------------------|--------|---------|---------|--------|------|
| m1(年) | 1 (%) | | | adj.R2 | DW |
| 5 | 8 | 0.10 | 0.18 | 0.959 | 1.33 |
| | | (4.53) | (13.61) | | |
| 10 | 0.11 | 0.18 | 0.958 | 1.33 | |
| | (4.57) | (13.54) | | | |
| 4 | 8 | 0.11 | 0.18 | 0.958 | 1.29 |
| | (4.78) | (13.54) | | | |
| 6 | 8 | 0.08 | 0.19 | 0.910 | 1.42 |
| | (2.85) | (9.91) | | | |

| (m1, 1) = (5, 8) 固定 | | | | | |
|---------------------|--------|---------|---------|--------|------|
| m1(年) | 1 (%) | | | adj.R2 | DW |
| 3 | 11 | 0.10 | 0.18 | 0.959 | 1.33 |
| | | (4.53) | (13.61) | | |
| 13 | 0.10 | 0.18 | 0.958 | 1.33 | |
| | (4.49) | (13.53) | | | |
| 2 | 11 | 0.06 | 0.21 | 0.919 | 1.30 |
| | (2.16) | (9.90) | | | |
| 4 | 11 | 0.12 | 0.17 | 0.958 | 1.32 |
| | (5.38) | (13.36) | | | |

(3) 基礎・応用技術知識ストックの推計と自動車走行燃費のパラメータ推計

(2) より決定した (m1, 1) = (5, 8)、(m2, 2) = (3, 11) を(1)式に代入して基礎・応用技術知識ストックを推計し図 3 に示した。また、推計した基礎・応用技術知識ストックを(2)式に代入して自動車燃費のパラメータ推計を行い図 4 に示した。

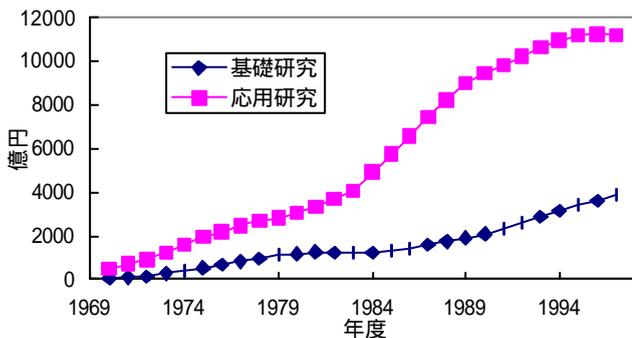


図 3 . 基礎・応用技術知識ストックの推計

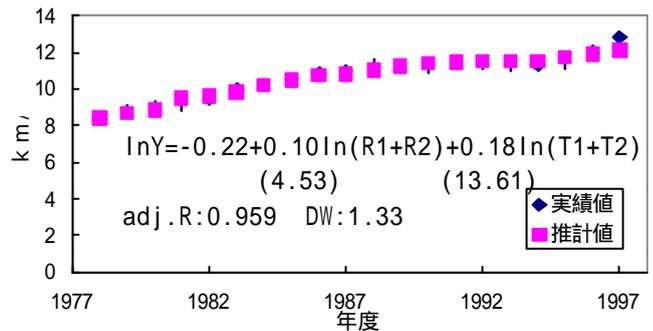


図 4 . 自動車燃費のパラメータ推定

4. 結語

石油ショック以降の日本の自動車産業における燃費向上に関する技術革新について、燃費の向上と各年の基礎・応用研究費と基礎・応用技術知識ストックの関係が示せた。今後、本研究で用いた基礎・応用研究におけるリードタイム・陳腐化率の信頼性の検討と技術成果を燃費だけで表すのではなく安全性・快適性といった他の技術についても定量的に扱い、規制や税制の変更による技術革新メカニズムへの影響を考慮した計量モデル化を行う予定である。

参考文献

- [1] 科学技術研究報告 総務庁統計局 1965-1997 [2] 自動車と環境 トヨタ自動車 1999/10
- [3] 線形重回帰モデルによる価格形成支配要因のタイムラグ推定とその価格形成に及ぼす影響の分析 宮沢俊憲 東京工業大学社会理工研究科博士論文 [4] 科学技術白書 科学技術庁 1985