

Title	中国内陸部における電気自動車産業化の研究
Author(s)	李, 澤; 藤原, 孝男
Citation	年次学術大会講演要旨集, 28: 692-697
Issue Date	2013-11-02
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/11808
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

中国内陸部における電気自動車産業化の研究

○李澤、藤原孝男（豊橋技術科学大学）

1. 序

中国沿海部における開放政策は効を奏し、上海・深圳などの都市は急速な発展を遂げている。中国の自動車企業はほとんど沿海地域に集中し海外企業との合弁企業としてガソリン車を生産している。

近年、中国の大気汚染問題はますます悪化しており、深刻な社会問題になっている。したがって、中国政府は都市部の自動車をEV化する計画を立てている。また、中国では、既に多数の電気自動車企業が存在する。例えば、BYD は国産の電気自動車・ハイブリッド車を沿海部で開発している。他方、中国政府が「中部崛起」という開発戦略を打ち出して以来、武漢を中心とした内陸部の自動車産業も急激に発展してきた。現在、武漢の一部の自動車メーカーは電気自動車産業へ参入する計画を検討している。故に武漢のガソリン車産業が沿海部のガソリン車産業や日本のハイブリッド自動車産業を追い越してEV産業へ参入する最適なタイミングを本研究の問題意識にする。このような問題意識に対して、スイッチングオプションを用いて後発者が先発者を追い越す最適な条件を検討することを本研究の目的とする。

2. 中国の自動車産業の現状

中国省別の主要な自動車企業数を図1に示す。中国の首都である北京を本社とする自動車企業数が一番多い。自動車企業の本社の立地は湖北省と四川省の二つの内陸部以外、ほとんど広東など沿海部に集中している。中国の自動車産業は、2009年に生産台数で1,379万台、販売台数で1,364万台を達成し、生産台数では日本、販売台数ではアメリカを抜き、世界最大の自動車生産・販売国の地位を獲得した。さらに、2012年の自動車生産・販売台数はそれぞれ1,927万1,800台、1,930万6,400台だった。しかし、ガソリン車での中国の技術水準は遅れている。先発国の水準に追いつくために中国政府は合弁化政策をとり、技術移転を促進させる戦略を立てている。メーカー別の販売台数を見ると、中国で販売されている自動車はほとんどが合弁企業によって生産されている。

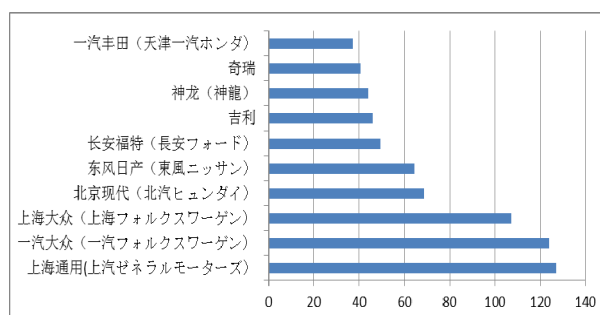
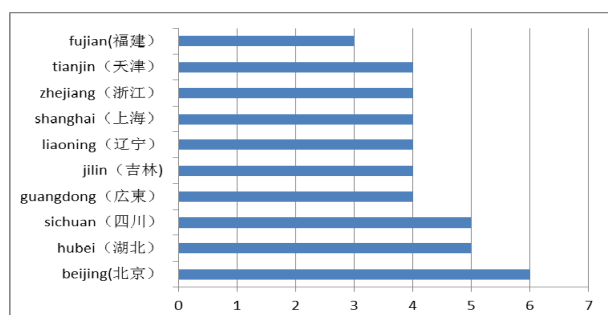


図1 2012年中国地域別主要な自動車企業数[2] 図2 2012年度メーカー別自動車販売台数(万台)[2]

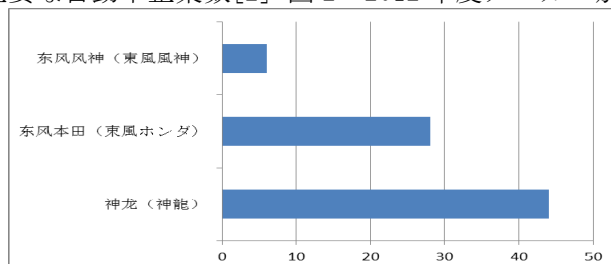


図3 2012年度武漢主要な自動車企業の販売台数(万台)[2]

中国自動車産業に関する図は全て中国汽车工業協会が2013に発表したデータに基づいて作成した。[2]

中国内陸部を中心とした武漢市では自動車産業が重点産業の一つである。市内には、ホンダを含む4

社の完成車メーカーが進出し、200 社あまりの部品メーカーが集積している。アメリカの GM やフランスのルノーの進出も決定しており、中国市場を狙った大規模投資が旺盛である。2012 年には武漢の自動車企業の販売台数は約 80 万台になった。また、武漢市政府は 2015 年までに同市の自動車生産台数を年間 200 万台にする目標を掲げている。

3. 中国の電気自動車産業の動向

図 4・5 はガソリン車のエネルギー源であるガソリンと EV のエネルギー源である電力の各価格変動を示す。中国のガソリン価格は 2005 年の 4550 元/トンから 2012 年の 9180 元/トンへと増加率が約 101.8% になっており、変動の激しさが改めて理解できる。ガソリンに対する電気料金では、中国の地域によって電気料金が異なるので、武漢市の価格変動を例にする。プラグインなどの民生用を想定して、武漢における生活電気料金の推移では、2005-2009 年の間に 5.6% の上昇であり、しかも、2010-2012 年の間ではほとんど変化していない。こうして、両エネルギー資源の価格の変動には大きな差が存在する。[3]

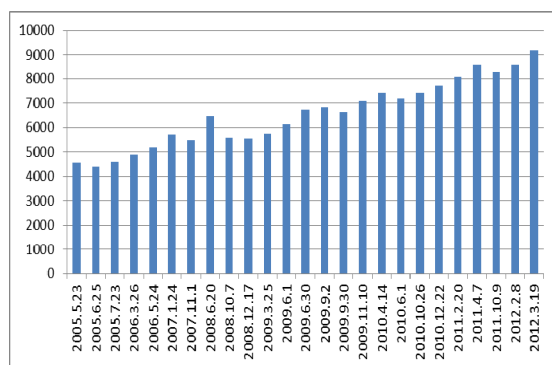


図 4 中国ガソリン価格の変動 (元/トン) (資料：中国發改委、2013)

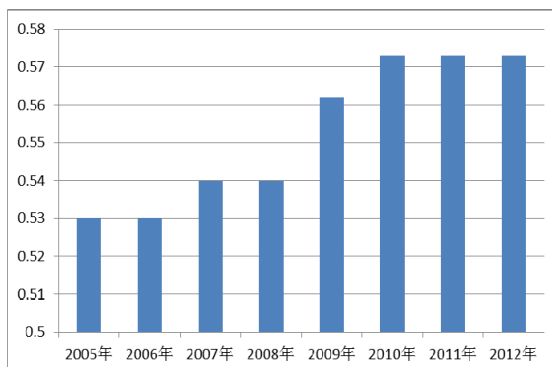


図 5 武漢における生活電気料金の推移 (資料：武漢供電局、2012)

次に中国の電気自動車 (EV) 市場を検討する。2011 年の段階で中国の電気自動車 (EV) 市場は研究開発から事業化・産業化の段階に移行中であり、中央・地方政府が引き続き支援することで 2012 年以降にはさらに成長が加速すると期待されている。図 6 によれば、2012 年の中国の EV 販売台数は 11,375 台で、2011 年の 5,722 台より 98.8% 増加し、約 2 倍になった。他方、ハイブリッド車 (HV) の販売台数は、同様に当該 2 年間で 2 倍ほどに上昇しているものの、EV に比較して、販売台数の水準がかなり低いことも分かる。しかし、図 7 から 2012 年の日本の販売台数では、桁数が異なるが、中国と異なり EV よりも HV の方が多い。このような中国の EV と HV との販売台数水準の日本の動向との逆転理由として、中国のキャッチアップ戦略が背景にある。すなわち、中国の HV 技術のキャッチアップのために、海外からの技術移転の促進も追求しているが、EV であれば先進国と同じ出発点に立てるために、図 8 のように国産主体で後発者優位性を追求している。[4]

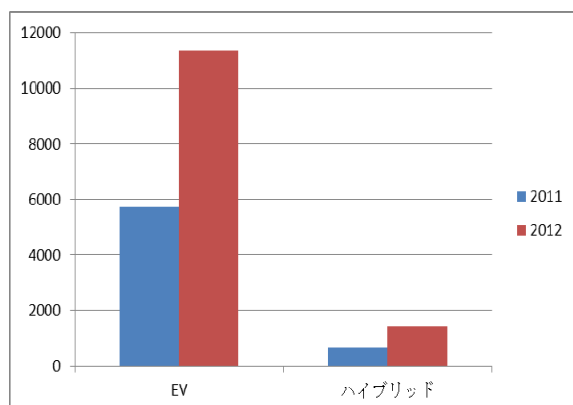


図6 中国のEV・HVの販売台数[2]

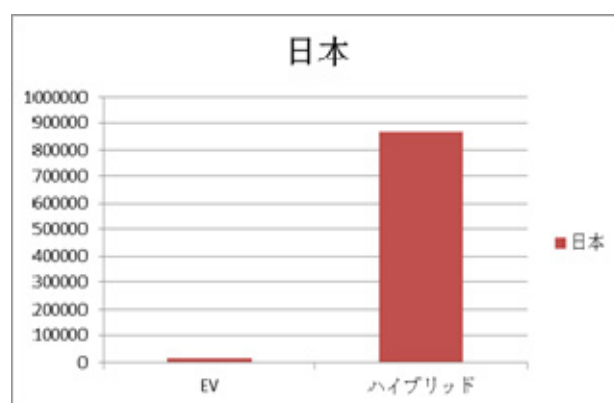


図7 2012年の日本のEV・HVの販売台数

* 図7は house to house が2013に発表したデータに基づいて作成した。[4]

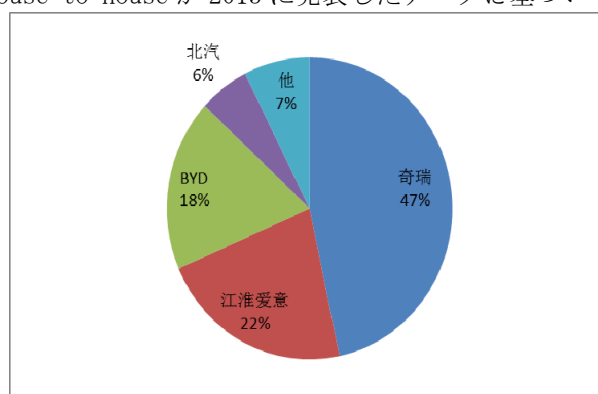


図8 2012年のEVメーカー別販売割合[2]

4. リアルオプションの応用

本節では、リアルオプションの中のスイッチングオプションを用いて、ガソリン車・HV・EVの車種変更のタイミングを決める状態を検討する。リアルオプションとは不確実な未来に対して、企業が行う戦略上の柔軟性をオプション理論で評価し、経営の意思決定を強力にサポートする手法である。対象は、自動車の需要の変動を通じた、武漢のような内陸部の自動車業界が、日本や中国沿海部の自動車業界に追いつき追い越すための投資決定の変更条件を検討する。[1]

本節で、リアルオプションを応用するパラメータの数値仮定を表1に示す。

表1 各パラメータ値の仮定

X		Y	
σ	0.2	σ	0.6
u	1.22	u	1.82
d	0.81873	d	0.5488
k	9%	k	9%
r_f	5%	r_f	5%
I_x	200	I_Y	180
p	0.5743	p	0.4

但し、変数の定義は以下のようにする。

X：電気自動車事業

Y：ガソリン車事業 σ ：ボラティリティ

u：増加率 d：減少率

k：資本コスト(WACC)

r_f ：リスクフリーレート

I_i ：投資金額 $i=X, Y$

P:二項仮定での事業キャッシュフロー上昇の確率

これらの仮定から、車種別事業のキャッシュフローは図9・10のように表すことができる。

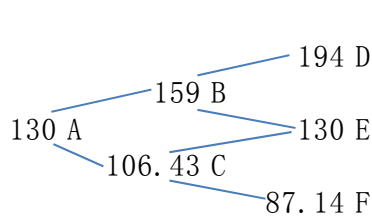


図9 EV事業(X)のキャッシュフロー

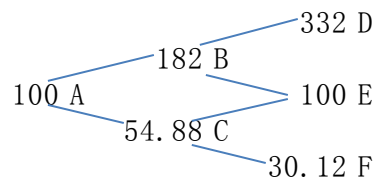


図10 ガソリン車事業(Y)のキャッシュフロー

また、各ノードでのキャッシュフローを配当とする事業価値のイベント・ツリーは図11・12に示される。

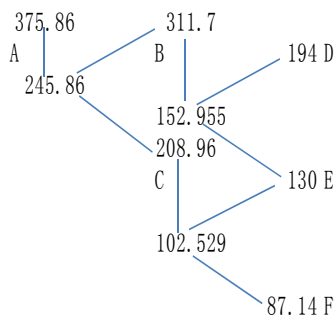


図11 Xの事業価値イベント・ツリー

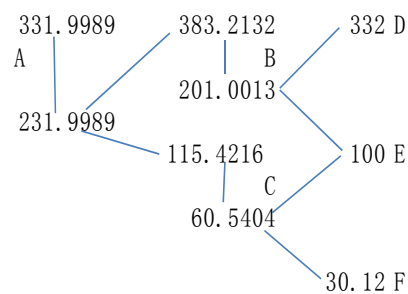


図12 Yの事業価値イベント・ツリー

このイベントツリーを用いて事業価値を計算する場合は、後ろ向き帰納法による割引期待値を求める。例えば、X事業のB点における現在価値は次のように計算される。

$$PV_{XB} = \frac{pXPV_{XD} + (1-p)PV_{XE}}{(1+WACC)} + FCF_{XB}$$

この将来の各ルートを反映した事業リターンの現在価値から投資を差し引くとXの正味現在価値が得られる。

$$NPV_X = PV_X - I_X = 375.86 - 200 = 175.86$$

各状態におけるYのキャッシュフローが分かれば、Xの事業価値ツリーを用いて、各状態の複製ポートフォリオを作成し、Yの事業の現在価値を求めることが出来る。すなわち、m単位の資産XとB単位のリスクフリー証券から構成されるポートフォリオを作る。その結果を図12に示した。

Yの事業の現在価値の複製ポートフォリオは

$$D: mPV_{XD} + (1+rf)B = PV_{YD}$$

$$E: mPV_{XE} + (1+rf)B = PV_{YE}$$

となる、m、Bの解とBにおける現在価値は次のようになる。

$$m = \frac{PV_{YD} - PV_{YE}}{PV_{XD} - PV_{XE}}$$

$$B = \frac{PV_{YD} - mPV_{XD}}{1+rf}$$

$$PV_{YB} = mPV_{XB} + B + FCF_{YB}$$

$$NPV_Y = PV_Y - I_Y = 331.9989 - 180 = 151.9989$$

次に、柔軟性を持つハイブリッド車の現在価値を考えてみよう。まずはハイブリッド車事業(Z)について各パラメータ値を次のように仮定する。

表2 Zのパラメータ値

Z	
C _{XY}	10
C _{YX}	10
I _Z	210

変数の定義は以下のようになる。

C_{XY} : XからYへの変更コスト

C_{YX} : YからXへの変更コスト

I_Z : 投資金額

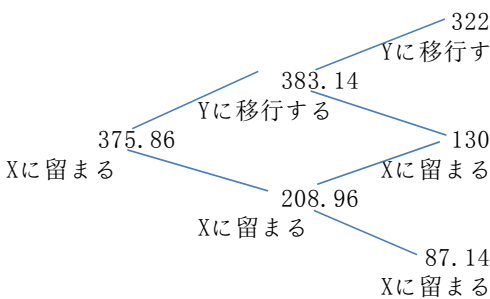


図13 使用頻度がXから開始した場合のROA評価

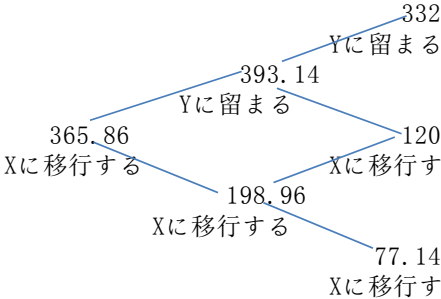


図14 Yから開始した場合のROA評価

状態Dにおける意思決定は

$$S_{XD} = \max(PV_{XD}, PV_{YD} - C_{XY}) = \max(194.332 - 10) = 322 \text{ Yに変更する}$$

$$S_{YD} = \max(PV_{YD}, PV_{XD} - C_{YX}) = \max(332.194 - 10) = 332 \text{ Yにとどまる}$$

による。

PV_{f_{YB}}を計算するためモードYではノードDにおいて切り替えの必要があるので、同じように複製ポートフォリオを用いて、平均使用頻度がモードYから開始した場合のROA価値を得ることが出来る。

$$m = \frac{S_{YD} - S_{YE}}{PV_{XD} - PV_{XE}}$$

$$B = \frac{S_{YD} - mPV_{XD}}{1 + rf}$$

$$PV_{YBF}^f = mPV_{XB} + B + FCF_{YB}$$

ルートDと同じ過程を繰り返して、図13・14に示すように、現在価値を計算できる。最後の結果は表3に示している。

表 3 種類別の現在価値

ROAZX	165.86
ROAZY	155.86
NPVX	175.86
NPVY	151.999

最後に各種別の現在価値を比較すると、 $NPV_X > ROA_{ZX} > ROA_{ZY} > NPV_Y$ という結果になる。

5. 結論

(1) $NPV_X > NPV_Y$ によって、ガソリンの価格が高騰するにしたがって、電気自動車の経済性が高まり、ガソリン車から電気自動車事業に移行する必要性が理解できる。

(2) $NPV_X > ROA_{ZY} > ROA_{ZX}$ によって、ハイブリッド車はガソリンエンジンとバッテリーの両方を必要とするので、購入価格が高まり経済性は低くなる。また、生産システムとしても投資の重複が危惧される。

(3) $ROA_{ZX} > ROA_{ZY}$ から、ハイブリッド車ではガソリンの価格の高騰によって電気を使う場面が多いほどハイブリッド車の柔軟性が発揮でき経済的になる。

今後の課題として感度分析によってこの解の移行する条件を検討する必要がある。

参考文献

- [1] Copeland, T. & Antikarov, V., 2001, Real Options, Texere, NY: USA. (監訳者：栃本克之, 2002年, リアル・オプション：戦略フレキシビリティと経営意思決定)
- [2] 中国汽車工業協会, <http://www.caam.org.cn/>
- [3] 武漢供電局: <http://www.12398.gov.cn/html/unit/202700011.shtml>
- [4] house to house: [http://house-to-house.car.coocan.jp/index\(2013.8.10\)](http://house-to-house.car.coocan.jp/index(2013.8.10))
- [3] 中国国家発展と改革委員会: <http://www.sdpc.gov.cn/>