

# ロジスティクスの視点から見た 生産拠点の立地決定に影響を与える 要因に関する研究

東京海洋大学 海洋工学部 流通情報工学科

1323025 鈴木葵

指導教員 黒川久幸 教授

1

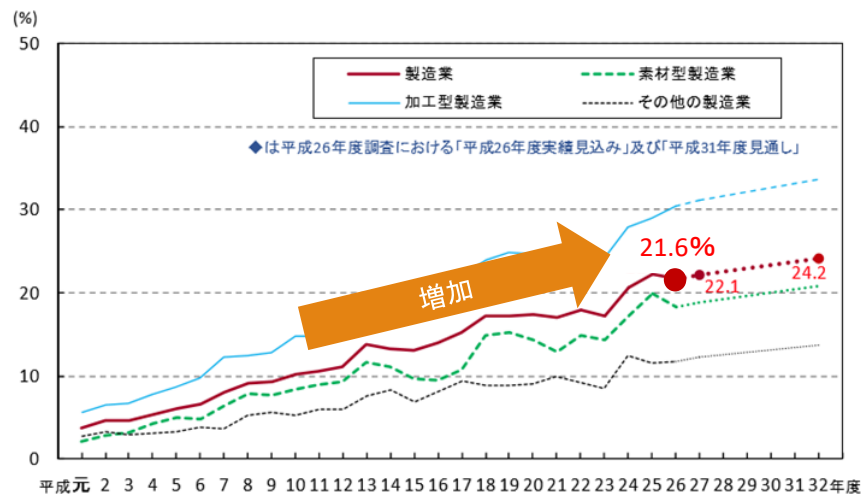
## もくじ

1. 研究背景
2. 既存研究
3. 研究目的
4. 対象とする製販モデルおよび収入と支出の定式化
5. 製販モデルを用いた要因の感度分析
6. 実企業での検証
7. 結論

2

## 研究背景

### 製造業における海外生産移転の増加



出典:平成27年度企業行動に関するアンケート調査結果

3

## 研究背景

### 製造業が海外に生産拠点を立地した理由(上位5位)

- 1位 現地・進出先近隣国の需要が旺盛または今後の拡大が見込まれる(69.8%)
- 2位 労働力コストが低い(43.1%)
- 3位 現地の顧客ニーズに応じた対応が可能(42.2%)
- 4位 資材・原材料・製造工程全体・物流、土地・建物等のコストが低い(33.1%)
- 5位 親会社、取引先等の進出に伴って進出(24.0%)

(複数回答可)

出典:平成27年度企業行動に関するアンケート調査結果

拠点の立地決定に影響を及ぼす要因は**複数**ある

4

# 既存研究

李・苦瀬 (2005)

『ロジスティクスの視点からみた日本企業の海外進出と撤退の要因』

古賀・吉田・貝原・藤井 (2016)

『グローバルサプライネットワークにおける拠点配置設計に関する研究(コスト基準の最適工場配置決定手法の一提案)』

百合・増井 (1995)

『ファジイ線形計画モデルによる立地選考度の同定とその応用 海外生産拠点の選定法』

→ 要因が立地決定に与える影響について  
定量的な検討は十分になされていない。

# 研究目的

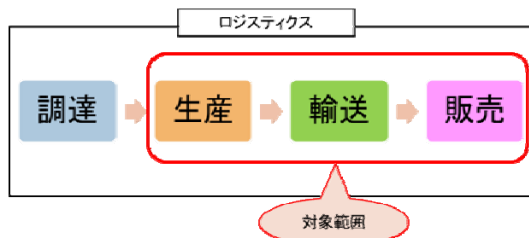
1

ロジスティクスの視点から見た要因が立地決定にどのような影響を与えるのか明確にする

2

過去の企業事例を用いて、第1の目的から得られた知見を用いて、生産拠点の立地決定に影響を与えた要因はなんであったのか検証する

# 対象とする製販モデル



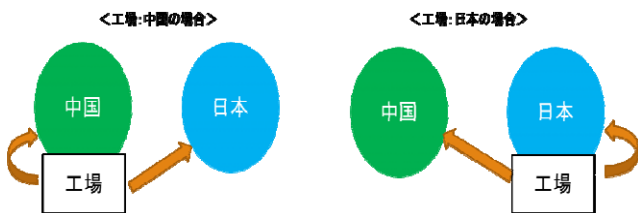
対象企業: 日本の製造業

立地決定要因: 為替

- 日本生産原価
- 中国生産原価
- 輸送単価
- 日本需要
- 中国需要

輸送単価: 往復一定

利益の大きい方を  
最適な生産拠点立地国とする



# 収入と支出に関するモデル化

|     |       |      |      |            |          |
|-----|-------|------|------|------------|----------|
| 売上高 | 利益    | 売上原価 | 生産原価 | 固定費<br>人件費 |          |
|     | 生産コスト |      |      |            | 売上高物流コスト |
|     | 輸送コスト |      |      |            |          |

$$\text{総利益 (円/年)} = \text{総売上高 (円/年)} - \text{生産コスト (円/年)} - \text{輸送コスト (円/年)}$$

$$I_i = S_i - P_i - T_i$$

$$\text{総売上高 (円/年)} = \text{日本販売価格 (円/個)} \times \text{日本需要 (個/年)} + \text{為替 (円/元)} \times \text{中国販売価格 (元/個)} \times \text{中国需要 (個/年)}$$

$$S_i = A_i \times D_i + E \times A_j \times D_j$$

# 収入と支出に関するモデル化

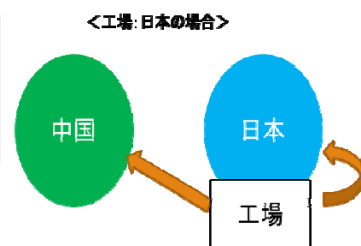
<生産拠点が日本の場合>

生産コスト = 日本生産原価 × (日本需要 + 中国需要)  
 (円/年) (円/年) (個/年) (個/年)

$$P_i = B_i \times (D_i + D_j)$$

輸送コスト = 輸送単価 × 中国需要  
 (円/年) (円/個) (個/年)

$$T_i = C \times D_j$$



# 収入と支出に関するモデル化

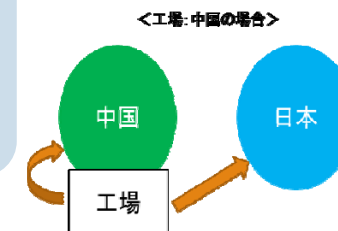
<生産拠点が中国の場合>

生産コスト = 為替 × 中国生産原価 × (日本需要 + 中国需要)  
 (円/年) (円/元) (元/個) (個/年) (個/年)

$$P_j = E \times B_j \times (D_i + D_j)$$

輸送コスト = 輸送単価 × 日本需要  
 (円/年) (円/個) (個/年)

$$T_j = C \times D_i$$



## 製販モデルを用いた要因の感度分析

## 検討内容一覧

全部で15通り(変数2・定数4)

| 検討番号 | 変数               | 定数                         | 検討番号 | 変数             | 定数                         |
|------|------------------|----------------------------|------|----------------|----------------------------|
| 1    | 日本生産原価<br>中国生産原価 | 日本需要、中国需要<br>為替、輸送単価       | 9    | 為替<br>中国生産原価   | 日本需要、中国需要<br>輸送単価、日本生産原価   |
| 2    | 日本生産原価<br>輸送単価   | 日本需要、中国需要<br>為替、中国生産原価     | 10   | 中国生産原価<br>中国需要 | 日本需要、輸送単価<br>中国生産原価、日本生産原価 |
| 3    | 中国生産原価<br>輸送単価   | 日本需要、中国需要<br>為替、日本生産原価     | 11   | 日本生産原価<br>中国需要 | 日本需要、輸送単価<br>中国生産原価、為替     |
| 4    | 日本生産原価<br>為替     | 日本需要、中国需要<br>輸送単価、中国生産原価   | 12   | 日本生産原価<br>日本需要 | 中国需要、輸送単価<br>中国生産原価、為替     |
| 5    | 輸送単価<br>為替       | 日本需要、中国需要<br>日本生産原価、中国生産原価 | 13   | 輸送単価<br>日本需要   | 中国需要、日本生産原価<br>中国生産原価、為替   |
| 6    | 日本需要<br>中国需要     | 為替、輸送単価<br>日本生産原価、中国生産原価   | 14   | 輸送単価<br>中国需要   | 日本需要、日本生産原価<br>中国生産原価、為替   |
| 7    | 為替<br>日本需要       | 中国需要、輸送単価<br>日本生産原価、中国生産原価 | 15   | 中国生産原価<br>日本需要 | 中国需要、日本生産原価<br>輸送単価、為替     |
| 8    | 為替<br>中国需要       | 日本需要、輸送単価<br>日本生産原価、中国生産原価 | 15   | 中国生産原価<br>日本需要 | 中国需要、日本生産原価<br>輸送単価、為替     |

# パラメータ初期値

企業:トヨタ自動車株式会社

時期:2000年

車種:プリウス



|        | 日本                  | 中国                  |
|--------|---------------------|---------------------|
| 総利益:   | $I_i = 1.03$ [兆円/年] | $I_j = 4.02$ [兆円/年] |
| 売上高:   | $S_i = 4.49$ [兆円/年] | $S_j = 4.49$ [兆円/年] |
| 生産コスト: | $P_i = 3.45$ [兆円/年] | $P_j = 0.23$ [兆円/年] |
| 輸送コスト: | $T_i = 31$ [億円/年]   | $T_j = 2334$ [億円/年] |
| 販売価格:  | $A_i = 250$ [万円/台]  | $A_j = 19$ [万円/年]   |
| 需要:    | $D_i = 177$ [万台/年]  | $D_j = 2.4$ [万台/年]  |
| 生産原価:  | $B_i = 192$ [万円/台]  | $B_j = 13$ [万円/台]   |
| 輸送単価:  | $C = 13.2$ [万円/台]   |                     |
| 為替:    | $E = 13.02$ [円/元]   |                     |

# 分析手法

損益分岐点を求める

収入と支出の定式より、

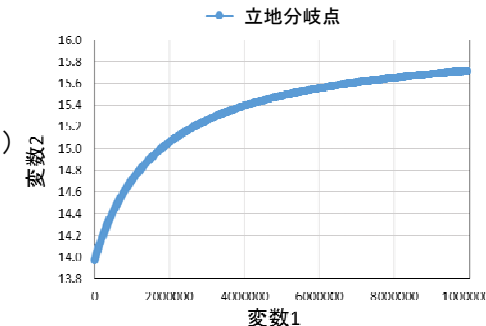
総利益(拠点:日本) = 総利益(拠点:中国)

$$I_i = I_j$$

$$S_i - P_i - T_i = S_j - P_j - T_j$$

$$B_i \times (D_i + D_j) + C \times D_j = E \times B_j \times (D_i + D_j) + C \times D_i$$

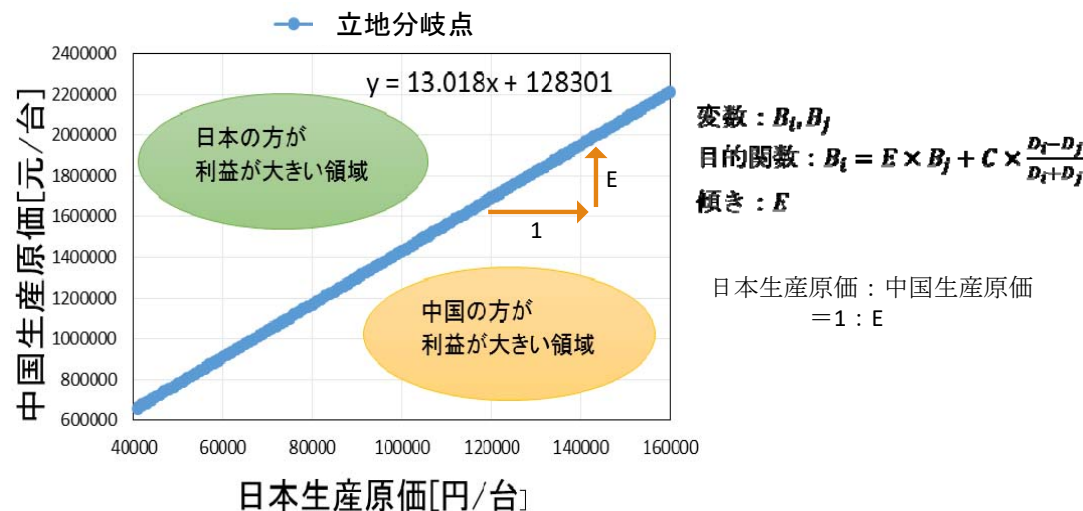
目的関数:  $B_i = E \times B_j + C \times \frac{(D_i - D_j)}{(D_i + D_j)}$



# 傾き一定となる2変数

< 検討番号1 (変数: 日本生産原価・中国生産原価) >

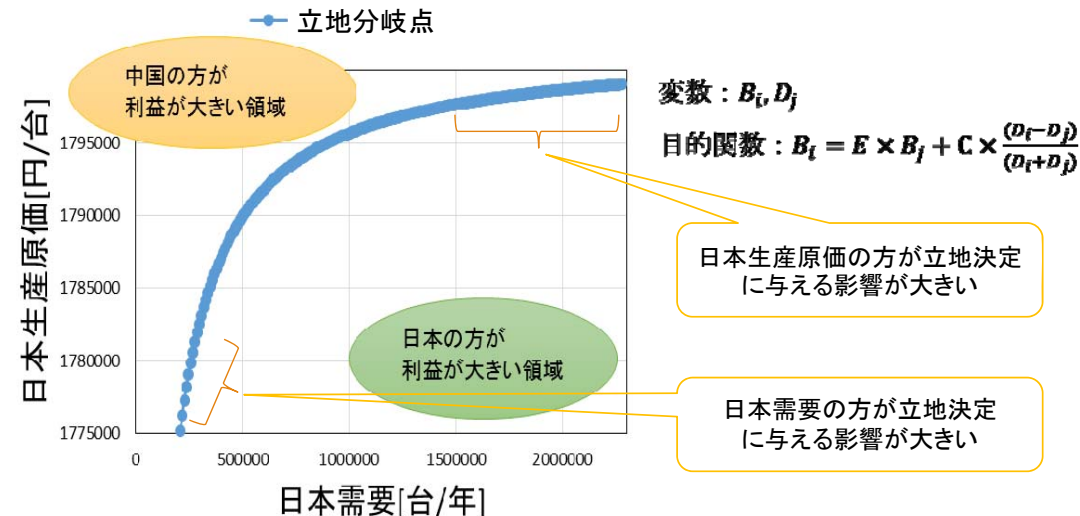
2要因の立地決定に与える影響の程度は常に一定



# 傾き不定となる2変数

< 検討番号12 (変数: 日本生産原価・日本需要) >

2要因の立地決定に与える影響の大きさは、状況によって異なる



## 検討結果 傾き一定の場合

立地決定に与える影響の大きさは次の通りである。

- ① 2変数（日本生産原価・中国生産原価） → 日本生産原価：中国生産原価=1：E
- ② 2変数（日本生産原価・輸送単価） → 日本生産原価：輸送単価=1： $\frac{(D_i+D_j)}{(D_i-D_j)}$
- ③ 2変数（中国生産原価・輸送単価） → 中国生産原価：輸送単価=1： $-\frac{(D_i+D_j)}{(D_i-D_j)}E$
- ④ 2変数（日本生産原価・為替） → 為替：日本生産原価=1： $B_j$
- ⑤ 2変数（輸送単価・為替） → 為替：輸送単価=1： $-\frac{(D_i+D_j)}{(D_i-D_j)} \times B_j$
- ⑥ 2変数（日本需要・中国需要） → 中国需要：日本需要=1： $\frac{(E \times B_j - B_i - C)}{(-E \times B_j + B_i - C)}$

17

## 検討結果 傾き一定の場合

単位が同じである場合は影響の大きさを比較できる。

2変数が日本生産原価・輸送単価の場合

$$\left| \frac{(D_i+D_j)}{(D_i-D_j)} \right| \geq 1 \text{ のとき}$$

輸送単価より日本生産原価の方が立地決定に与える影響が大きい。

2変数が日本需要・中国需要の場合

$$\left| \frac{(E \times B_j - B_i - C)}{(-E \times B_j + B_i - C)} \right| \geq 1 \text{ のとき}$$

日本需要より中国需要の方が立地に与える影響が大きい。

18

## 検討結果 傾き不定の場合

検討番号7～15の変数の組み合わせでは、  
状況によって2要因が立地決定に与える影響の程度が異なる。

<2変数の組み合わせ>

- ⑦ 為替・日本需要
- ⑧ 為替・中国需要
- ⑨ 為替・中国生産原価
- ⑩ 中国生産原価・中国需要
- ⑪ 日本生産原価・中国需要
- ⑫ 日本生産原価・日本需要
- ⑬ 輸送単価・日本需要
- ⑭ 輸送単価・中国需要
- ⑮ 中国生産原価・日本需要

19

## 検討結果 まとめ

今回の初期設定では  
2要因が互いに与える影響の大きさは次のようになった。

日本需要 > 輸送単価  
中国需要 > 日本需要

わかったこと

- 収入と支出の定式から導かれる関係より、  
立地に強い影響を与える要因を求めることができる
- 一部の要因の組み合わせでは、初期値によって  
生産拠点の立地決定に与える影響の大きさが比較できる

20

## 実企業での検証

## 対象企業



トヨタ自動車株式会社

2000年

生産拠点の中国進出

パラメータ初期値

日本

中国

総利益:  
売上高:  
生産コスト:  
輸送コスト:  
販売価格:  
需要:  
生産原価:

$I_i = 1.03$  [兆円/年]  
 $S_i = 4.49$  [兆円/年]  
 $P_i = 3.45$  [兆円/年]  
 $T_i = 31$  [億円/年]  
 $A_i = 250$  [万円/台]  
 $D_i = 177$  [万台/年]  
 $B_i = 192$  [万円/台]

$I_j = 4.02$  [兆円/年]  
 $S_j = 4.49$  [兆円/年]  
 $P_j = 0.23$  [兆円/年]  
 $T_j = 2334$  [億円/年]  
 $A_j = 19$  [万円/年]  
 $D_j = 2.4$  [万台/年]  
 $B_j = 13$  [万円/台]

輸送単価:  $C = 13.2$  [万円/台]  
為替:  $E = 13.02$  [円/元]

21

22

## 実際のデータ

| 西暦   | 日本需要    | 中国需要   | 為替    | 日本生産原価  | 中国生産原価 | 輸送単価   |
|------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|
| 1995 | 2060100 | 0      | 11.26 | 1758653 | 117487 | 155500 |
| 1996 | 2135300 | 23800  | 13.08 | 1771206 | 117483 | 150750 |
| 1997 | 2005900 | 46300  | 14.60 | 1771058 | 117106 | 146000 |
| 1998 | 1711000 | 38900  | 15.81 | 1797021 | 117681 | 141250 |
| 1999 | 1664400 | 14300  | 13.76 | 1782965 | 117038 | 136500 |
| 2000 | 1771700 | 23500  | 13.02 | 1792310 | 118165 | 131750 |
| 2001 | 1715200 | 32000  | 14.68 | 1740916 | 117859 | 153500 |
| 2002 | 1680500 | 62300  | 15.15 | 1741755 | 117473 | 110750 |
| 2003 | 1715900 | 107300 | 14.01 | 1726758 | 117332 | 87750  |
| 2004 | 1758800 | 127400 | 13.07 | 1741831 | 117405 | 121750 |
| 2005 | 1713100 | 194300 | 13.46 | 1781050 | 117478 | 105750 |
| 2006 | 1692300 | 318600 | 14.59 | 1787496 | 118018 | 105250 |
| 2007 | 1587300 | 511400 | 15.48 | 1801338 | 119923 | 95750  |
| 2008 | 1470000 | 598200 | 14.88 | 1729236 | 118903 | 112250 |
| 2009 | 1375500 | 716100 | 13.70 | 1725360 | 119827 | 74250  |
| 2010 | 1566100 | 857000 | 12.96 | 1734059 | 119649 | 71750  |
| 年    | 台       | 台      | 円/元   | 円       | 元      | 円      |

23

## 検証項目

要因の感度分析より、

2要因が立地決定に与える影響が常に一定となるとき  
立地決定に与える影響の大きさを比較すると、

日本生産原価 > 輸送単価  
中国需要 > 日本需要



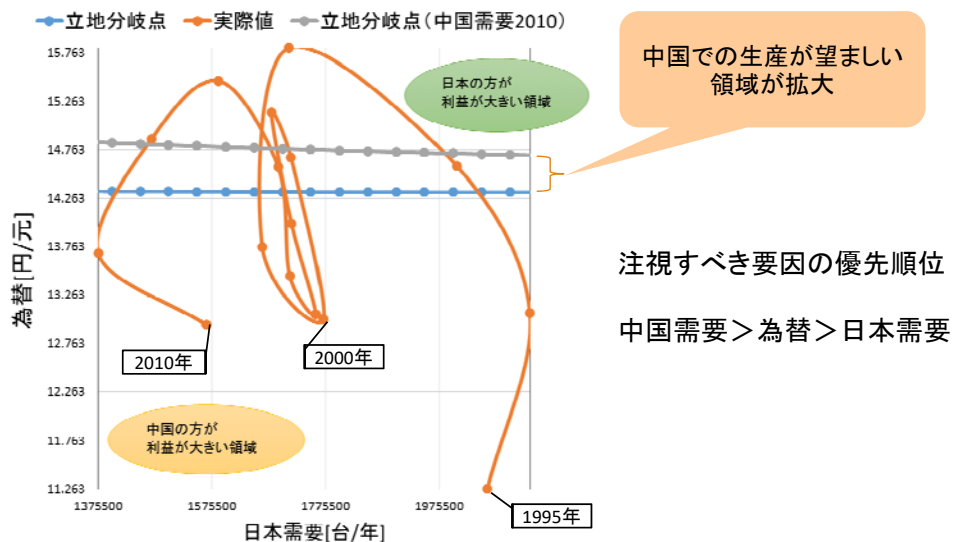
状況によって2要因が立地決定に与える影響の程度が異なる、  
傾きが不定である組み合わせを検証する。

24



# 検証結果

<検討番号7 (変数: 為替・日本需要)>



# 考察

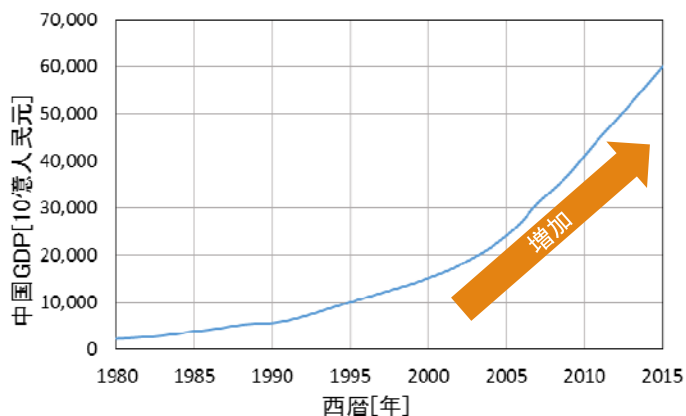
この時期での決断において注視すべき要因は次の順であるとわかった。

中国需要 > 為替 > 日本生産原価 > 日本需要

為替の影響は大きいものの、この時期での決断においては、**将来の中国需要の増大を見越した決定**といえる。

# 考察

中国の実質GDPの推移



出典: 世界経済のネタ帳

日経テクノロジーオンラインの2008年4月28日の記事より

トヨタ自動車株式会社の元副社長(現代表取締役会長)内山田竹志氏  
「トヨタ自動車のグローバル生産の基本点な考え方は**需要のあるところで生産する**」

# 結論

モデル式を用いてロジスティクスの視点から生産拠点の立地決定要因について検討

## 要因の感度分析

- 要因同士が互いに与える影響の大きさが常に一定である要因の組み合わせと、状況によって互いに与える影響の大きさが異なる要因の組み合わせがある

## 実企業検証

- 本モデルによって進出理由を説明できることを確認

## まとめ

- どの要因に注視して立地を決定すべきかは、状況によって異なる
- 企業が生産拠点の立地を検討する際に、その都度要因の組み合わせ状況によって注視する要因が異なってくる
- 各要因の値の将来変動について把握することが拠点立地を考える際に重要