

# 「くらしの足」としてのタクシー活用の 課題と可能性

吉 田 樹<sup>1</sup>

<sup>1</sup>正会員 福島大学准教授 人文社会学群経済経営学類 (〒960-1296 福島市金谷川1番地)  
E-mail: e127@ipc.fukushima-u.ac.jp

高齢社会が進展するなかで、地域の骨格を担う基幹的な公共交通網と有機的に連携し、地域内できめ細やかに運行する「小さな交通」の確保が求められる。本研究では、第一に、わが国の地方部で導入の進むデマンド交通の課題を供給サイドの点から指摘した。利用者一人あたりの財政負担額が大きく、タクシーの距離制運賃に換算しても、相当な距離を送迎することができるケースがあるほか、とりわけ需要の希薄な地域では、地域住民による自主的な相乗りを促した方が適当な場合があることも述べた。第二に、一般のタクシーで相乗りが成立する空間的な条件を示し、「くらしの足」としてタクシーの活用が有効になる諸条件や課題を検討した。

**Key Words :** local transport, taxi, share, Demand Responsive Transport

## 1. はじめに

高齢化が進展するわが国の地方部では、商店など目的地施設の撤退や地域公共交通の衰退などを契機に、地域における「おでかけ」機会の減少が懸念されているが、地域の骨格を担う基幹的な公共交通網の一方、地域内できめ細やかに運行する「小さな交通」の確保が欠かせない。近年では、タクシー車両を活用したデマンド交通の導入が全国各地で進められているが、自由度の高い運行形態とした場合、単位時間あたりの乗合効率が低くなりやすく、一般のタクシーによるサービス提供の方が合理的な場合がある。一方で、タクシー運賃は、鉄道や乗合バスとは異なり、一台あたりの設定であることから、地域住民による自発的な相乗り（シェアリング）によって、利用者の費用負担の軽減が図られ、「くらしの足」としての選択性も向上すると考えられる。また、近年ではICTの高度化により、スマートフォンアプリを介した相乗りマッチングの可能性が飛躍的に高まっている。

そこで、本研究では、地方部を中心に導入が進むデマンド交通の課題を供給サイドの点から指摘したうえで、一般のタクシーにおける相乗りが成立する空間条件を示し、「くらしの足」としてタクシーの活用が有効になる諸条件や課題を検討する。

## 2. デマンド交通における供給サイドの課題

デマンド交通の運行形態は多様であるが、乗降地点やダイヤ、経路の自由度によって分類することができる<sup>1)</sup>。一方で、わが国のデマンド交通は、ITによる予約・配車システムの登場を契機に、地方部を中心に普及した経緯があるため、自由度の高い運行が適用されるケースが多い。しかし、図-1の11番に位置づけられる形態は、一般のタクシーを相乗りさせる形態との区別が難しい。こう

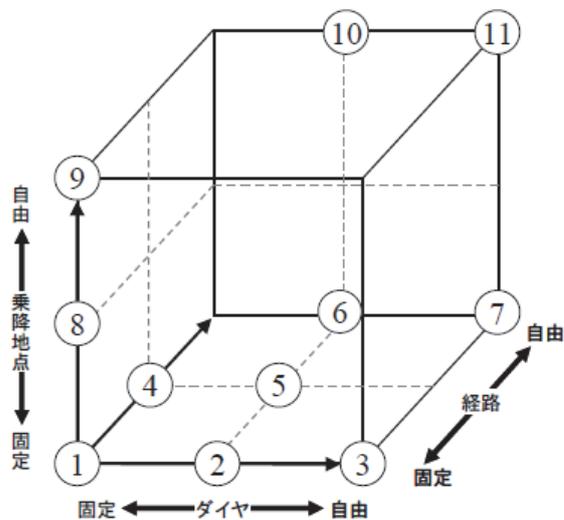


図-1 デマンド交通の運行形態<sup>1)</sup>

したなかで、自由度の高いデマンド交通と一般のタクシーへの相乗りの相違点を挙げると、以下の3点になる。

- ・道路運送法における許可態様の違い：  
デマンド交通は、一般乗合旅客自動車運送事業として許可されるが、一般のタクシーは、一般乗用旅客自動車運送事業である。
- ・運賃形態の違い：  
デマンド交通は、路線バスと同様に、一人あたり運賃（但し、相乗り割引を行っている事例もある）であるが、タクシーの相乗りは、利用者間の割り勘が基本となる。
- ・利用者間のコーディネート方法の違い：  
デマンド交通は、運行事業者もしくは配車をコーディネートする（運営）組織が担うことが基本である。一方、タクシーの相乗りは、ユーザー間の取り決めで行われるが、ICTの高度化により、アプリがサポートする可能性が広がりつつある。

高齢社会の進展により、ラストマイルのモビリティをどう確保するかが課題になっているが、中山間地域や過疎地域にある小規模なタクシー事業者は、一般乗合旅客自動車運送事業の許可を取得して、デマンド交通の運行を請け負うことが困難な場合がある（例：デマンド交通の受託により、通常のタクシー営業に充当できる乗務員が確保できなくなる）。また、デマンド交通が必ずしも能率的に運用されていない事例も散見される。図-2は、東北地方にあるT市のデマンド交通運行開始当初からの利用者数と収支差額の推移を示したものである。同市では、実運行回数に応じた契約をタクシー会社と結んでおり、利用者数が減少しても収支差額が大きく拡大していない。そのため、行政（地域公共交通会議）サイドでは事業の「便益」が縮小していることが問題視されにくい構造になっている。また、利用者一人あたりの収支差額も2,000円近くになっており、一般のタクシー運賃（距離制運賃）でも5km程度は乗車可能であるため、デマンド交通利用者の乗車距離が短ければ非効率な事業になっている可能性がある。



図-2 T市におけるデマンド交通の利用者数と収支差額

図-3は、東北地方のM市のある地区内で運行されているデマンド交通の約9か月間の予約・配車データに基づ

き、利用者個々の予約回数と、そのうり相乗りが発生した頻度を示したものである。予約回数の総計が457件と少数であり、特定の利用者が高頻度で利用していることが分かる。このなかで相乗りが成立したのは151件であるが、予約回数が5回未満の利用者は、ほとんど相乗りを経験していないことが分かる。すなわち、特定の高頻度利用者が利用する便に、ほかの利用者（多くは、一定以上の頻度で利用している）が相乗りしていることになり、利用者どうしが「顔なじみ」になっている可能性がある。この事例のように、需要がきわめて小規模である場合は、地域住民による自発的な相乗りを促すことが有効になる可能性がある。

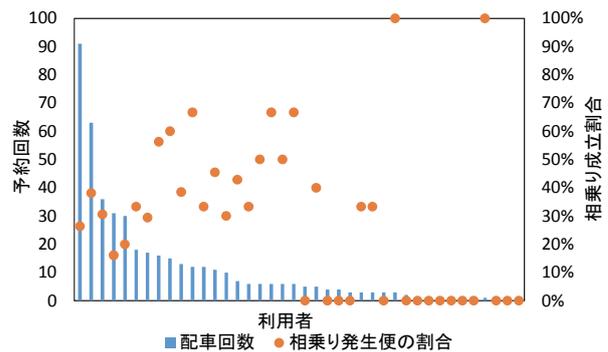


図-3 M市におけるデマンド交通の利用者数と収支差額

### 3. タクシー相乗りが成立する空間条件

#### (1) 2人の相乗りが成立する条件

本章では、タクシーの相乗りが発生する諸条件について、空間条件に着目して検討する。南ほかの研究<sup>2)</sup>では、新潟県三条市のデマンド交通「ひめさゆり」をケーススタディとして「知らない人同士で相乗りをすること自体に抵抗がある利用者は少ないが、異性との相乗りや、予約した時刻にズレが生じることには抵抗があることがわかった」と述べられており、個人属性や時間要素が相乗りの成立要件として考慮すべき事項である。一方で、こういった空間にタクシーの相乗りが実装可能であるかを検討したケースは、デマンド交通に係る研究は見られるものの、一般のタクシー運賃に基づいたケースは、ほとんど存在していない。

そこで、タクシーの相乗りが成立する空間条件について、以下の設定のもと検討する。はじめに、A, Bの2人のプレイヤーが市街地Oからそれぞれの自宅 ( $D_A$ ,  $D_B$ )へ帰宅するシーンを想定する(図-4)。時間要素(トリップの発生時刻や帰宅時刻の制約)を考慮しない条件下で、それぞれの自宅が任意の位置にあった場合、おのおのが別のタクシーで帰宅する運賃 ( $p\{D_A\}$ ,  $p\{D_B\}$ )の合計よりも、相乗りした場合の運賃 ( $p\{D_A, D_B\}$ )の方が低廉になるとき、相乗りが成立すると考える。

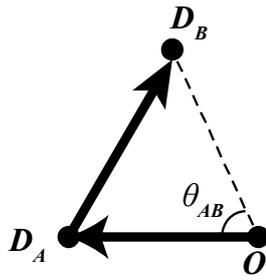


図4 条件の設定 (プレイヤー数: 2)

表-1 ロジスティック回帰分析結果表 (プレイヤー数: 2)

	偏回帰係数	
	秩父交通圏	特別区・武三
$\theta_{AB}$	0.067 **	0.162 **
$d_{max}$	0.298 **	0.149 **
定数項	-8.397 **	-14.176 **
Nagelkerke $R^2$	0.769	0.918
的中率	89.7%	94.9%

\*\* p<0.01

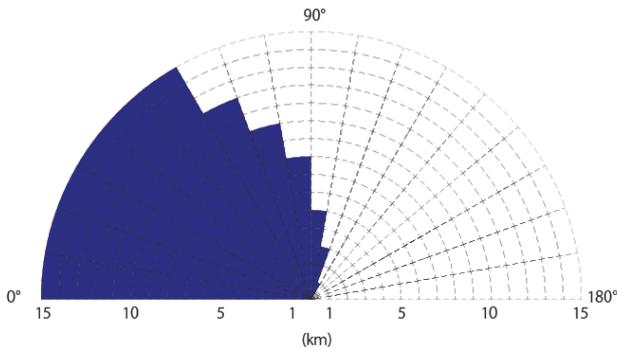


図-5 秩父交通圏で2人の相乗りが可能な空間条件

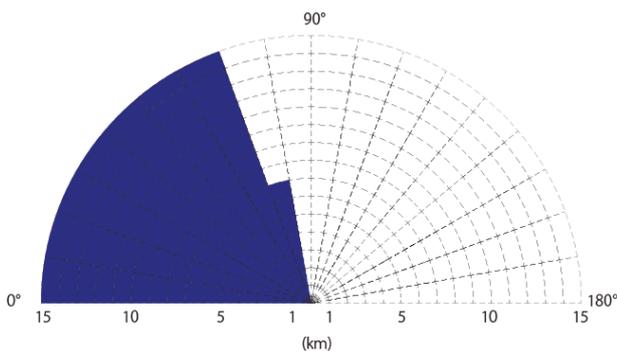


図-6 特別区・武三交通圏で2人の相乗りが可能な空間条件

そこで、 $OD_A$ ,  $OD_B$ それぞれの直線距離 ( $d\{D_A\}$ ,  $d\{D_B\}$ ); 0.1km単位で1~15kmの間に設定し、 $d\{D_A\} \leq d\{D_B\}$  とすると両者間の角度 ( $\theta_{AB}$ ;  $0^\circ \leq \theta_{AB} \leq 180^\circ$ ) を任意に発生 (10,000回試行) させたうえで、 $p\{D_A\}$ ,  $p\{D_B\}$ ,  $p\{D_A, D_B\}$ をあてはめ、 $p\{D_A, D_B\} < (p\{D_A\} + p\{D_B\})$ となる  $d$  と  $\theta_{AB}$ の組み合わせを求める。なお、運賃は、秩父交通圏 (埼玉県B地区) の距離制運賃 (2,000mまで730円の初乗運賃, 以後299mごとに90円の

加算運賃) と東京都特別区・武三交通圏 (東京23区, 武蔵野市, 三鷹市) の距離制運賃 (1,052mまで410円の初乗運賃, 以後237mごとに80円の加算運賃) をそれぞれ用いた<sup>1)</sup>。

表-1は、相乗りの成立 (成立=1, 不成立=0) を外的基準としたロジスティック回帰分析を行った結果であるが、 $d\{D_A\}$ と $d\{D_B\}$ の最大値  $d_{max}$ を説明変数に用いた。図-5と図-6は、表-1のモデルを用いて、各交通圏の運賃を適用させたケースで相乗りが成立する $d_{max}$ と $\theta_{AB}$ の組み合わせを示したものである。その結果、 $d_{max}$ が近距離であるほど、より幅広い範囲 ( $\theta_{AB}$ ) で相乗りが成立する傾向は双方の交通圏で共通している。一方で、特別区・武三交通圏の運賃を適用させたケースでは、秩父交通圏と比較して、 $d_{max}$ が遠距離であっても相対的に広い範囲 ( $\theta_{AB}$ ) で相乗りが可能になるが、 $d_{max}$ が近距離の場合には、相乗りが成立する範囲 ( $\theta_{AB}$ ) は相対的に狭くなっていることが分かる。その背景として、両交通圏の距離制運賃の設定が異なることが挙げられる (図-7)。特別区・武三交通圏では、2017年1月30日より、近距離利用を促進することを目的として、初乗り運賃の低廉化を実施し、それに伴う初乗距離の短縮を図った。そのため、秩父交通圏と比べて、概ね2~3km以下の範囲では廉価に設定されているが、それ以降では高額となり、10kmでは1割程度の差が見られる。したがって、通常のタクシー運賃が廉価であるほど、異なる方向に向かうプレイヤーがどうしが相乗りして、割り勘するインセンティブが相対的に薄れることになる。

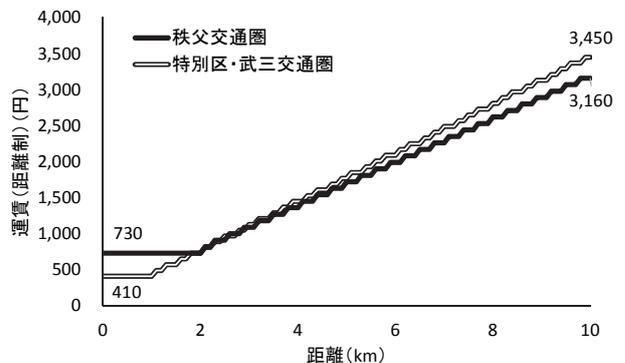


図-7 各交通圏における距離制運賃の設定

### (2) 3人の相乗りが成立する条件

次に、 $A$ ,  $B$ ,  $C$ の3人のプレイヤーが市街地 $O$ からそれぞれの自宅 ( $D_A$ ,  $D_B$ ,  $D_C$ ) へ帰宅するシーンを想定する (図-8)。前節と同様の条件下において、それぞれの自宅が任意の位置にあった場合、3人で相乗りして帰宅した方が合理的である空間条件をゲーム理論を用いて求めたい。こうしたタクシーの相乗りは、協力ゲームの典型例として、ゲーム理論の教科書 (例えば、渡辺<sup>3)</sup>) に取り上げられているが、特性関数  $v(X)$  ( $X=\{A, B, C\}$ )

は一人でタクシーに乗車する場合と比較して節約できる金額として定義することができる。また、3人による相乗りが成立するのは、それによる最大不満  $\varepsilon$  が最小になったとき（最小コア、仁）が負の数になる場合になる。

以上のことから、協力ゲームを定式化すると、(1)式のようなになる。 $x_A, x_B, x_C$ は、余剰（節約）金額に関するそれぞれの配分を指している。 $OD_A, OD_B, OD_C$ それぞれの直線距離 ( $d\{D_A\}, d\{D_B\}, d\{D_C\}$ ) は、0.1km 単位で1~15kmの間に設定 ( $d\{D_A\}$ を最小とする) し、角度 ( $\theta_{AB}; 0^\circ \leq \theta_{AB} \leq 180^\circ, \theta_{BC}; 0^\circ \leq \theta_{BC} \leq 180^\circ$ ) も任意に発生 (10,000回試行) させ、運賃も前節と同様にあてはめた。

$$\min_{X, \varepsilon} \varepsilon \quad \dots (1)$$

$$\begin{aligned} s.t. \quad & \varepsilon + x_A \geq v(\{A\}) \\ & \varepsilon + x_B \geq v(\{B\}) \\ & \varepsilon + x_C \geq v(\{C\}) \\ & \varepsilon + x_A + x_B \geq v(\{A, B\}) \\ & \varepsilon + x_B + x_C \geq v(\{B, C\}) \\ & \varepsilon + x_C + x_A \geq v(\{C, A\}) \\ & \varepsilon + x_A + x_B + x_C \geq v(\{A, B, C\}) \end{aligned}$$

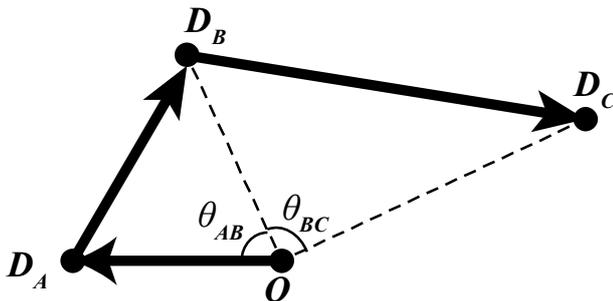


図-8 条件の設定（プレイヤー数：3）

表-2は、相乗りの成立（成立=1，不成立=0）を外的基準としたロジスティック回帰分析を行った結果であるが、表-1のモデルで用いた説明変数のうち、角度に関しては  $\theta_{AB}$  と  $\theta_{BC}$  の合計としたほか、配車順序に関するダミーとして、 $d\{D_B\} - d\{D_C\} < 0$  になるケースを「1」として説明変数に追加した。プレイヤーが降車する地点の順序は、A, B, Cの順であり、Aで最初のプレイヤーが降車したのち、市街地Oからより遠隔にあるプレイヤーを後に降車させることができる場合に「1」としている。図-9と図-10は、表-2のモデルを用いて、各交通圏の運賃を適用させたケースで相乗りが成立する  $d_{max}$  と  $\theta_{AB} + \theta_{BC}$  の組み合わせを示したものである（なお、ダミー変数は0として取り扱った）。その結果、プレイヤーが2人であった前節のケースと比較して、市街地Oから遠距離の地点ほど相乗りが可能になるのは狭い範囲 ( $\theta_{AB} + \theta_{BC}$ ) に限

られることが分かる。一方で、特別区・武三交通圏の距離性運賃を適用した方が秩父交通圏のケースと比較して市街地Oから遠距離の地点であっても、相乗りが可能になる範囲 ( $\theta_{AB} + \theta_{BC}$ ) が相対的に広い点については、プレイヤーが2人のケースと同様である。なお、3人による相乗りが成立したのは、10,000回試行のうち、秩父交通圏では1,882回、特別区・武三交通圏の1,456回であり、成立したのは2割にも満たなかった。このことから、公共交通需要が希薄であったり、個人属性や時間要素による制約があったりする状況では、利用者どうしが自主的に結び付かない限りは3人以上の相乗りが発生しにくいことが分かる。

表-2 ロジスティック回帰分析結果表（プレイヤー数：3）

	偏回帰係数	
	秩父交通圏	特別区・武三
$\theta_{AB} + \theta_{BC}$	0.044 **	0.060 **
$d_{max}$	0.220 **	0.112 **
ダミー ( $d\{D_B\} < d\{D_C\}$ )	-1.429 **	-1.641 **
定数項	-5.442 **	-5.558 **
Nagelkerke R <sup>2</sup>	0.642	0.718
的中率	90.5%	92.9%

\*\* p<0.01

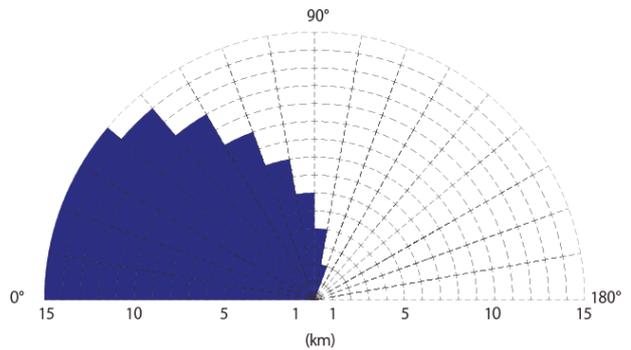


図-9 秩父交通圏で3人の相乗りが可能な空間条件

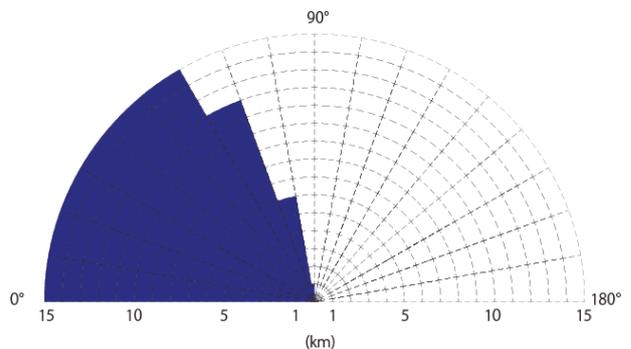


図-10 特別区・武三交通圏で3人の相乗りが可能な空間条件

#### 4. 考察

高齢社会が進展するなかで、地域の骨格を担う基幹的な公共交通網と有機的に連携し、地域内できめ細やかに

運行する「小さな交通」の確保が求められる。そこで本研究では、デマンド交通の課題を供給サイドの点から指摘したうえで、一般のタクシーで相乗りが成立する空間条件を示し、「くらしの足」としてタクシーの活用が有効になる諸条件や課題を検討した。

まず、デマンド交通に関しては、ITを活用した予約・配車システムの登場により、地方部を中心に導入事例が拡大しているが、運行（乗降地点やダイヤ、経路）の自由度が高い形態では、タクシーの相乗りとの区別が難しいことを指摘した。そのうえで、地方部のデマンド交通が必ずしも能率的に運用されておらず、利用者一人あたりの財政負担額が大きく、タクシーの距離制運賃に換算しても、相当な距離を送迎することができるケースがあるほか、とりわけ需要の希薄な地域では、地域住民による自主的な相乗りを促した方が適当な場合もあることを述べた。

そこで、タクシーの相乗りが成立する空間的な条件に関して、複数の距離制運賃体系を比較しながら明らかにした。その結果、タクシー運賃が相対的に廉価な距離帯では、異なる方向に向かうプレイヤーがどうしが相乗りして、割り勘するインセンティブが相対的に薄れることが示された。一方で、ひとつの車両で相乗りが成立する範囲は、起点から全方位に広がるのではないことも示された。そのため、ラストマイル輸送として、タクシーの相乗りが活用される場合、距離制運賃（≒メーター運賃）に基づき、一台の車両で複数の起点もしくは終点を一筆書きのように結ぶことは費用面で効率的ではない可能性がある。したがって、複数の車両が十分に調達できる条件下であれば、個別に輸送した方（つまり、タクシーのりばを整理する）が能率的であり、利用者の経済的負担を軽減するのであれば、政策的にタクシー券を発行する方法が考えられる。しかし、地方部においては、タクシー乗務員の不足が深刻になりつつあり、ラストマイル輸送が必要とされるような地域では、車両自体も十分

に確保できるとは限らない。他方で、都市部と比較して走行速度を確保できることから、距離制運賃よりも定額性のある運賃（例えば、定額運賃、時間制（時間貸）運賃）を適用することで、費用面の非効率性は軽減される可能性がある。

現行の道路運送法の下でも、定額運賃の適用は、一般乗合旅客自動車運送事業の許可を取得（但し、定員11人未満車両であるため、地域公共交通会議で協議が整うことが必要）すれば可能であるが、時間制運賃よりも相対的に廉価に設定して、相乗りを促すためには、例えば、メーター運賃との差額を政策的に負担する方法もあり得る。一方で、地域住民の自主的な相乗りが成立する要件は、本稿で検討した空間的な要素だけでなく、コミュニティ側の要因も考慮する必要がある。引き続きの検討課題としたい。

**謝辞：**本研究は、科学研究費補助金（課題番号：25709043）および福島大学foR-Aプロジェクトによる成果の一部である。

#### 補注

- (1) いずれも迎車料金や時間制運賃と併用されるが、本稿の分析では距離制運賃のみ対象とした。

#### 参考文献

- 1) 福本雅之，吉田 樹，加藤博和，秋山哲男：地域条件に応じた DRT システムの設定に関する基礎的検討，土木計画学研究・講演集，33，CD-ROM，2006。
- 2) 南 亮太郎，佐野 可寸志，西内 裕晶：三条市乗合タクシーの相乗り意識に着目した利用者実態，土木学会論文集 D3（土木計画学），Vol.72 No.5，pp.I\_743-I\_750，2016。
- 3) 渡辺 隆裕：ゼミナール ゲーム理論入門，日本経済新聞出版社，pp.485-486，2008。

(2017.4.28 受付)