

Insurtechによるリスク評価の精緻化と保険選択
『損害保険研究』第80巻3号に基づいて

京都産業大学 諏澤吉彦

ご報告内容

1. 研究の背景と目的
2. リスク評価の精緻化と保険契約者のインセンティブ
3. 研究の動機付けとなった主な先行研究
4. 分析モデルの検討
5. リスク評価の精緻化と保険選択
 - (1) 完全分離保険料
 - (2) 一部部分分離保険料
6. リスク評価の費用と保険選択
7. 今後の課題

1. 研究の背景と目的

情報通信技術と大量のデータの利用可能性に基づく
革新的な金融商品・サービスの登場。

⇒ Fintech

国際的には保険の分野においても、同様の試み。

⇒ Insurtech

米国 OSCAR、Lemonade、ドイツ Friendsurance...

1. 研究の背景と目的

Insurtechの潮流は、保険のバリューチェーンの各プロセスにおいて、多様な形態を持って進展。

保険商品開発 ⇒ 契約後にリスク実態をモニタリング。

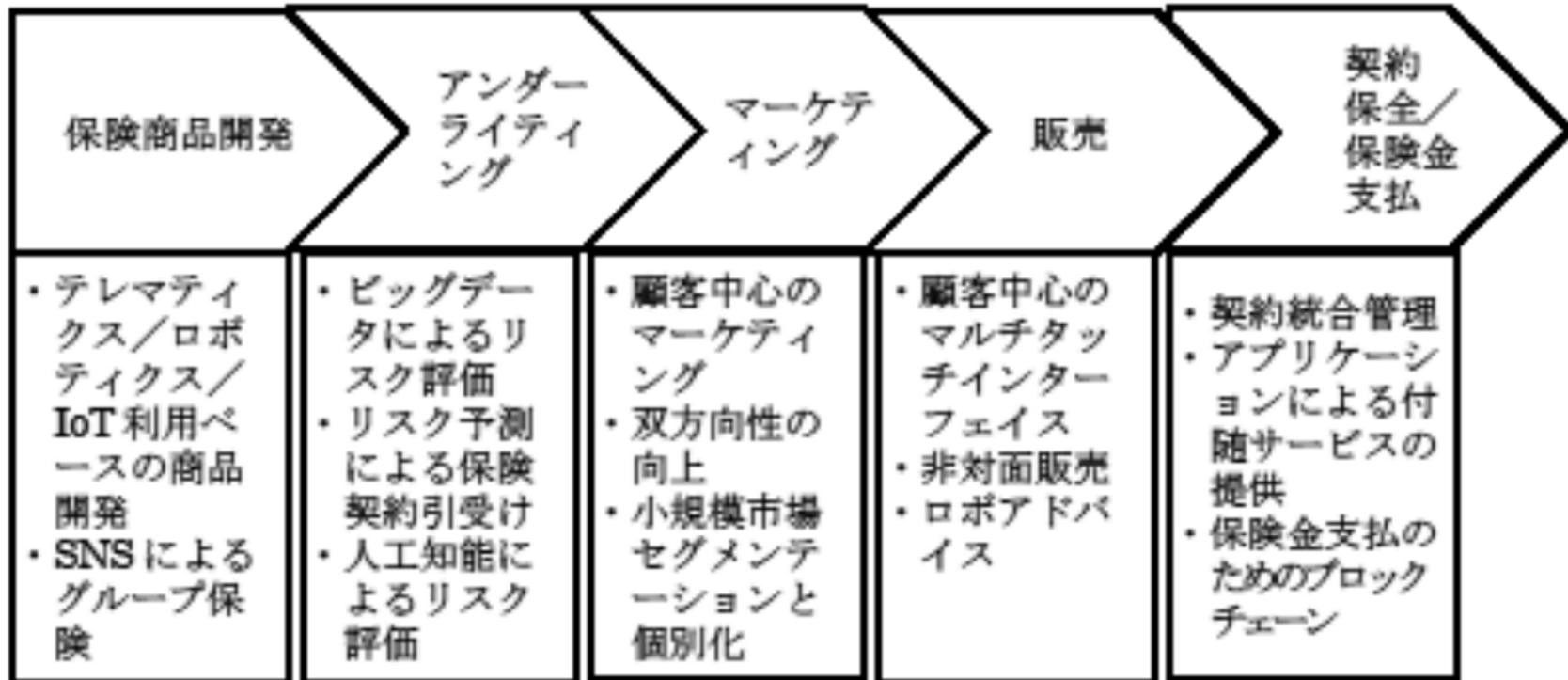
アンダーライティング ⇒ ビッグデータ、人工知能によるリスク評価。

マーケティング・販売 ⇒ 双方向性の向上と保険商品の個別化。

保険金支払 ⇒ 保険金請求手続きの簡素化や保険金の適正化。

1. 研究の背景と目的

図1. 保険事業のバリューチェーンとInsurtech



Swiss Re Institute (2017), p.2 に基づき抜粋・加筆。

1. 研究の背景と目的

わが国におけるInsurtechの試みは、ダイレクトレスポンス型の生命保険のメッセージアプリケーションを用いた保険料見積サービスなど限定的。

いっぽうで自動車保険、医療保険の分野の商品開発においてすでに導入。

1. 研究の背景と目的

たとえば...

運転挙動反映型自動車保険(テレマティクス自動車保険)

自動車に装備した端末から走行距離や速度などの
運転挙動データをリアルタイムで収集。

それに基づき自動車事故リスクを評価し、
次期の保険料に反映。

リスク指標は、現在のところ走行距離など多くはない。

今後の情報通信技術の発展に伴い、走行時間帯、場所、
天候などのデータも利用可能に？

1. 研究の背景と目的

健康増進型医療保険

ウェアラブル端末から被保険者の歩行量などのデータを収集。

予め設定された目標を達成すれば、
次期保険料を割引き、または還付金を支払い。

将来は、血圧や脈拍数なども...?

2. リスク評価の精緻化と保険契約者のインセンティブ

契約締結時に外形的なリスク指標に基づくリスク評価。

契約締結後にリスクの再評価、リスクカテゴリーの事後的修正がなされることを潜在的な保険契約者が認識。

⇒ 自らのリスク実態をすすんで開示。

⇒ 逆選択の緩和。収支の均衡。

2. リスク評価の精緻化と保険契約者のインセンティブ

契約締結後にリスクの再評価により
次期の保険料を調整、または
還付金給付が決定されることを保険契約者が認識。

- ⇒ 契約者(被保険者)の安全努力水準が上昇。
- ⇒ モラルハザードの緩和。期待損失の低下。

2. リスク評価の精緻化と保険契約者のインセンティブ

いっぽうで懸念も...

契約維持費による管理・運営費が過大とならないか？

付加保険料は？

過度のリスク細分化によりクリームスキミングは？

保険の入手可能性が確保されるのか？

⇒保険における標準的な分離均衡モデルに基づき
分析できないか...

3. 研究の動機付けとなった主な先行研究

Rothschild and Stiglitz (1976) が、それに先立つ Arrow (1963) によるモデルを発展させ、分離均衡モデルを構築。

保険料と補償範囲の選択肢が用意されていれば、個人は効用を最大化する保険契約を選び、適切なリスクカテゴリーに分類される。

Wilson (1977) や Hoy (1982) らにより、市場の競争状態と保険契約の多期間化を考慮。

クリームスキミングのメカニズムについて同様の均衡モデルを用いて分析。

3. 研究の動機付けとなった主な先行研究

(1) 分離均衡モデルに関する研究

Crocker and Snow(1986)。

Doherty(2000)(森平・米山監訳(2012))。

分離均衡モデルに付加保険料の要素を織り込み。

リスク情報入手の費用により、保険選択が変化することを分析。

公正保険料に付加保険料が加算されることにより、保険契約者が一部保険を選択するメカニズムを分析。

3. 研究の動機付けとなった主な先行研究

(1) 分離均衡モデルに関する研究

Hoy (2006)。

公的介入によるリスク細分化の制限の影響を分析。
保険契約者集団に占める高リスク者の割合が十分に低くない限りは、逆選択の顕在化することを指摘。

Dionne and Rothschild (2014)。

リスク水準に関して契約当事者間で情報が均衡していれば
リスク水準に関わらず公正保険料で全部保険を選択することを分析。

3. 研究の動機付けとなった主な先行研究

(2) リスク細分化に関する別の視点からの研究

Harrington and Doepinghaus (1993)。

仮説的補償テストに基づいて、リスク指標入手の費用が過大となれば、保険料引き下げによる低リスク者の効用獲得量を、保険料引き上げによる高リスク者の効用喪失量を上回るおそれがあることを指摘。

3. 研究の動機付けとなった主な先行研究

(3) Insurtechに関する研究

Edlin (2003)、Litman (2005)。

テレマティクス自動車保険により必要な自動車使用の減少が見込まれるいっぽうで、高リスク者に対する保険の入手可能性の低下や運営費用の増加のおそれを指摘。

諏澤 (2008)。

分離均衡モデルを用いてテレマティクス自動車保険の運営費用が増加すれば、保険契約当事者双方の負担が重くなるおそれを指摘。

4. Insurtechに関する研究

Hoy (2006)、Dionne and Rothschild (2014)も用いた標準的な分離均衡モデルを応用。

単純化のための前提として...

保険契約者の無事故時の財産： W

有事故時の損失： D

D はすべての保険契約者に共通して同額。

事故発生確率 p_i は、個々の保険契約者による異なる。

4. 分析モデルの検討

(1) 分離保険料

保険会社はリスク中立的。

個々の保険契約者の被る期待損失に等しい保険料
(完全分離保険料) R_i を保険契約者から収受。

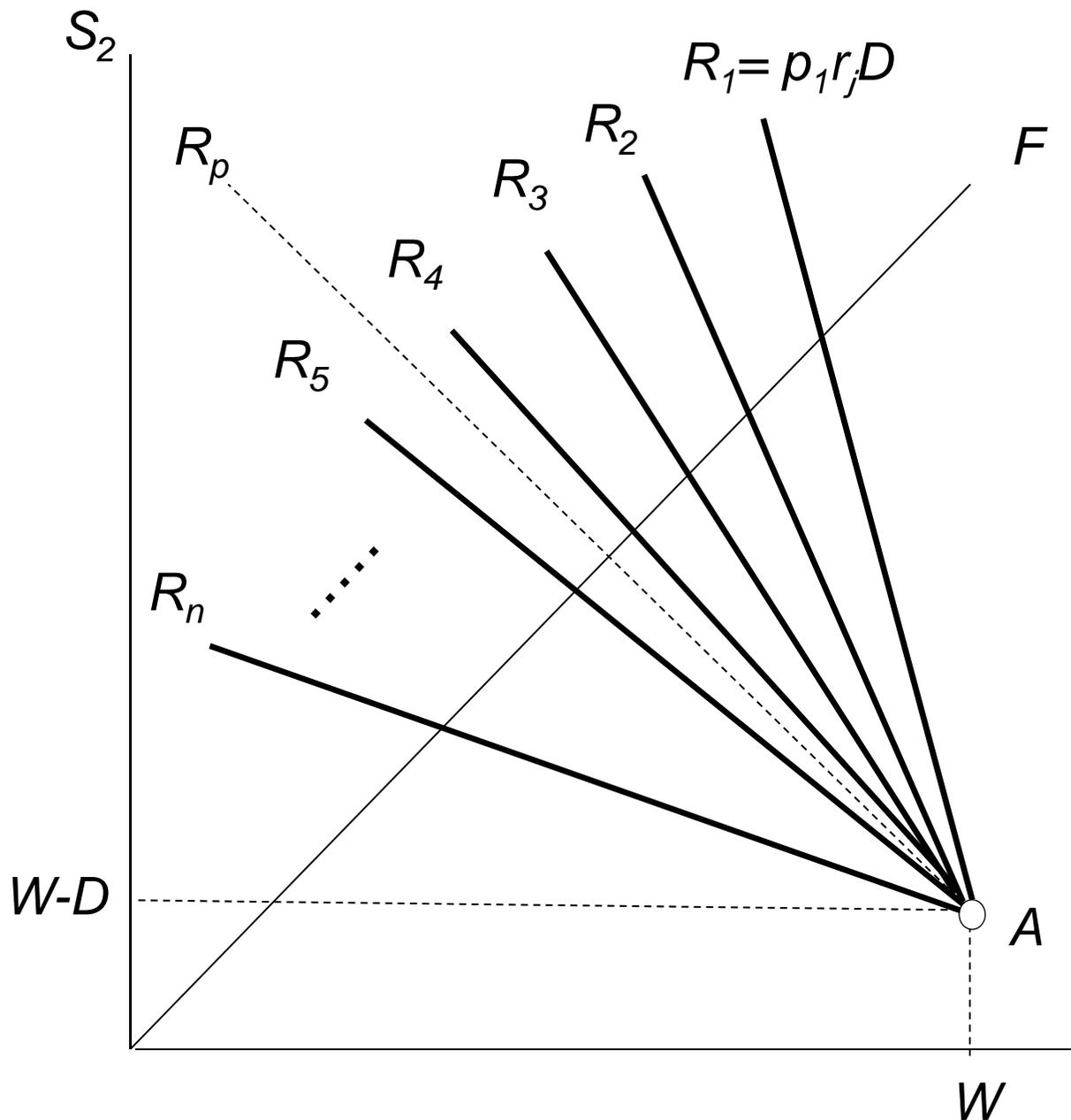
R_i は、 p_i および損失填補割合 r_j により...

$$R_i = p_i r_j D \quad \text{ただし} \quad p_1 < p_2 < p_3 < \dots < p_n$$
$$0 \leq r_i \leq 1$$

無事故の状態 S_1 有事故の状態 S_2 とし、

$S_1 \cdot S_2$ 平面上に示せば...

図2 完全分離保険料の公正価格線



W : 無事故時の財産

D : 有事故時の損失

R_i : 分離公正保険料線

R_p : プール公正保険料線

A : 無保険点

F : 全部保険線

4. 分析モデルの検討

(2) 保険契約者の期待効用

保険契約者の期待効用は、個々の保険契約者の無事故のときの財産、有事故のときの財産、そして事故発生確率に依存して求められる。

無保険の時の期待効用は...

$$U(W, W-D, p_i) = (1-p_i)u(W) + p_i u(W-D)$$

4. 分析モデルの検討

(2) 保険契約者の期待効用

保険金は $r_i D$

⇒ S_1 における保険契約者の財産 W_1 、

S_2 における保険契約者の財産 W_2 、

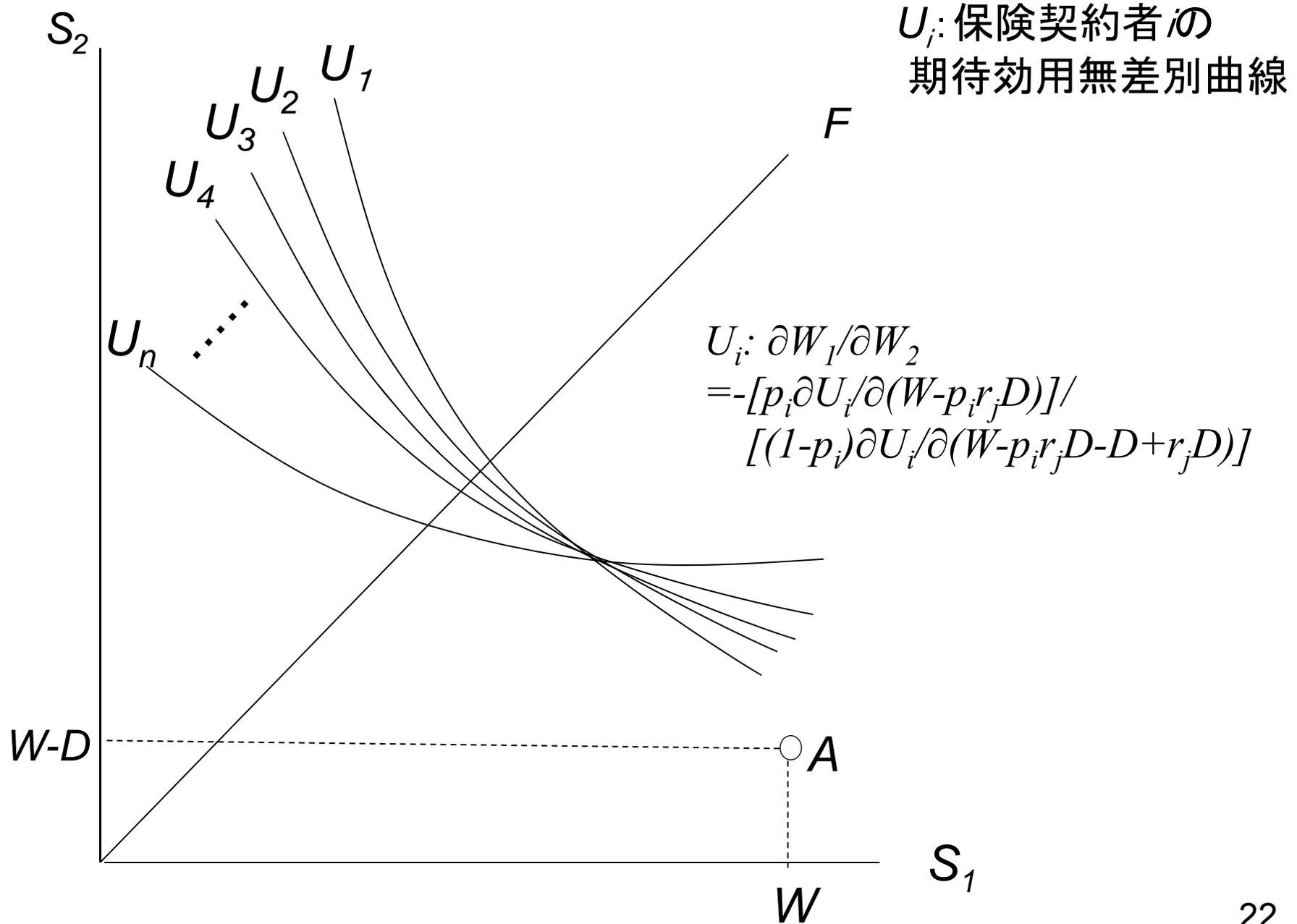
保険契約者の期待効用は...

$$W_1 = W - p_i r_j D, \quad W_2 = W - p_i r_j D - D + r_i D$$

$$\Rightarrow U(W_1, W_2, p_i)$$

$$= (1 - p_i) u(W - p_i r_j D) + p_i u(W - p_i r_j D - D + r_i D)$$

図3 契約者の期待効用無差別曲線



5. リスク評価の精緻化と保険選択

(1) 完全分離公正保険料と保険選択

保険会社が個々の保険契約のリスク水準を正確に測定可能。

保険が個々の保険契約の期待損失に基づく完全分離公正保険料により提供されると、契約者の保険選択は...

簡便化のため、低リスクと高リスクの2種類の契約者が、それぞれ同数存在すると仮定。

5. リスク評価の精緻化と保険選択

(1) 完全分離公正保険料と保険選択

保険会社は、

リスクグループ別の完全分離公正保険料線 R_L, R_H 線上で、
無保険点 A から全部保険線 F に向かって、多様な r_j を伴う
一部保険～全部保険の選択肢を提示。

低リスク者、高リスク者が選択する r_j を、
それぞれ r_L, r_H とすると、

$$R_L = p_L r_L D, \quad R_H = p_H r_H D$$

$$\text{ただし } p_L < p_p < p_H, \quad 0 \leq r_L \leq 1, \quad 0 \leq r_H \leq 1$$

5. リスク評価の精緻化と保険選択

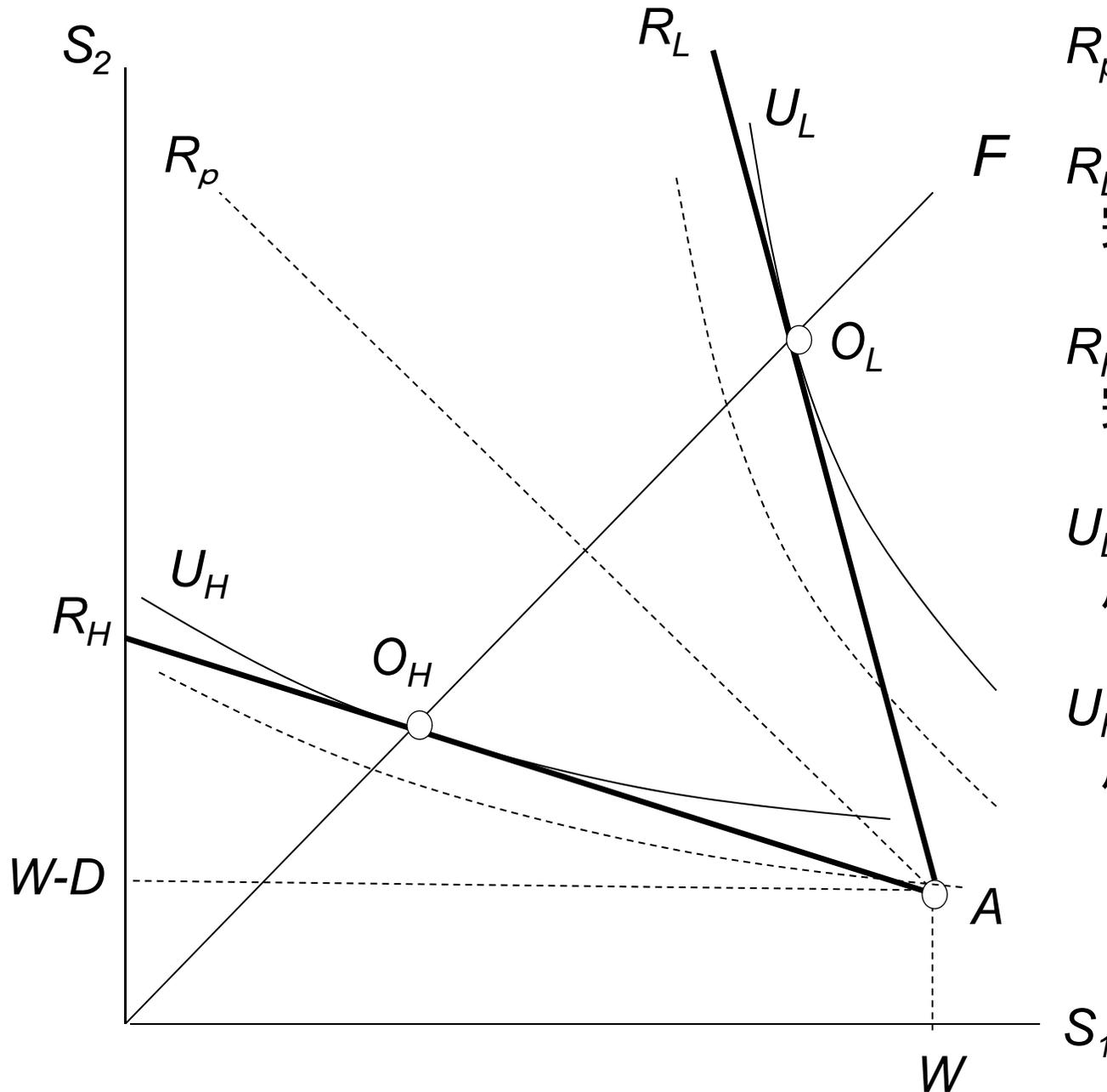
(1) 完全分離公正保険料と保険選択

保険契約者の期待効用は、自らの事故発生確率により加重された限界効用として示される。

$$\begin{aligned}W_1 &= W - p_L r_L D, & W_2 &= W - p_L r_L D - D + r_L D \\ &\Rightarrow U_L(W_1, W_2, p_L) \\ &= (1 - p_L)u(W - p_L r_L D) + p_L u(W - p_L r_L D - D + r_L D)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W_1 &= W - p_H r_H D, & W_2 &= W - p_H r_H D - D + r_H D \\ &\Rightarrow U_H(W_1, W_2, p_H) \\ &= (1 - p_H)u(W - p_H r_H D) + p_H u(W - p_H r_H D - D + r_H D)\end{aligned}$$

図4 完全分離公正保険料と保険選択



R_p : プール公正保険料線

R_L : 低リスクグループの
完全分離公正保険料線

R_H : 高リスクグループの
完全分離公正保険料線

U_L : 低リスク者の期待効
用無差別曲線

U_H : 高リスク者の期待効
用無差別曲線

5. リスク評価の精緻化と保険選択

(1) 完全分離公正保険料と保険選択

完全分離公正保険料 R_L, R_H 、期待効用 U_L, U_H は、 p_L または p_H に依存。

⇒ 契約者の期待効用 U_L, U_H は、それぞれ $r_L=1, r_H=1$ となるとき最大化。

⇒ 契約者は、全部保険を示す点 O_L または 点 O_H を選択。

5. リスク評価の精緻化と保険選択

(2) 一部分離公正保険料と保険選択

リスク情報取得のための費用が過大となること、
高リスク者の保険の入手可能性の確保のための
保険料率規制などにより、

リスク評価に利用できる情報や保険料較差が制限される
かもしれない。

⇒内部補助の要素を含んだ一部分離公正保険料に基づ
いて保険契約が提供される。

5. リスク評価の精緻化と保険選択

(2) 一部分離公正保険料と保険選択

内部補助要素 s が定額で保険料に織り込まれるとすると、
高リスク・低リスク者の無事故・有事故のときの
財産と期待効用は…

$$\begin{aligned} W_1 &= W - p_L r_L D - s, \quad W_2 = W - p_L r_L D - s - D + r_L D \\ &\Rightarrow U_L(W_1, W_2, p_L) \\ &= (1 - p_L)u(W - p_L r_L D - s) + p_L u(W - p_L r_L D - s - D + r_L D) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_1 &= W - p_H r_H D + s, \quad W_2 = W - p_H r_H D + s - D + r_H D \\ &\Rightarrow U_H(W_1, W_2, p_H) \\ &= (1 - p_H)u(W - p_H r_H D + s) + p_H u(W - p_H r_H D + s - D + r_H D) \end{aligned}$$

5. リスク評価の精緻化と保険選択

(2) 一部分離公正保険料と保険選択

内部補助要素 $s > 0$ のため、

低リスク者にとって $r_L < 1$ のとき期待効用が最大化。

s の値が大きくなれば、それだけ低い r_L を選択。

⇒ 内部補助の要素が大きくなればなるほど、

低リスク者は、より高いリスク保有割合を伴う

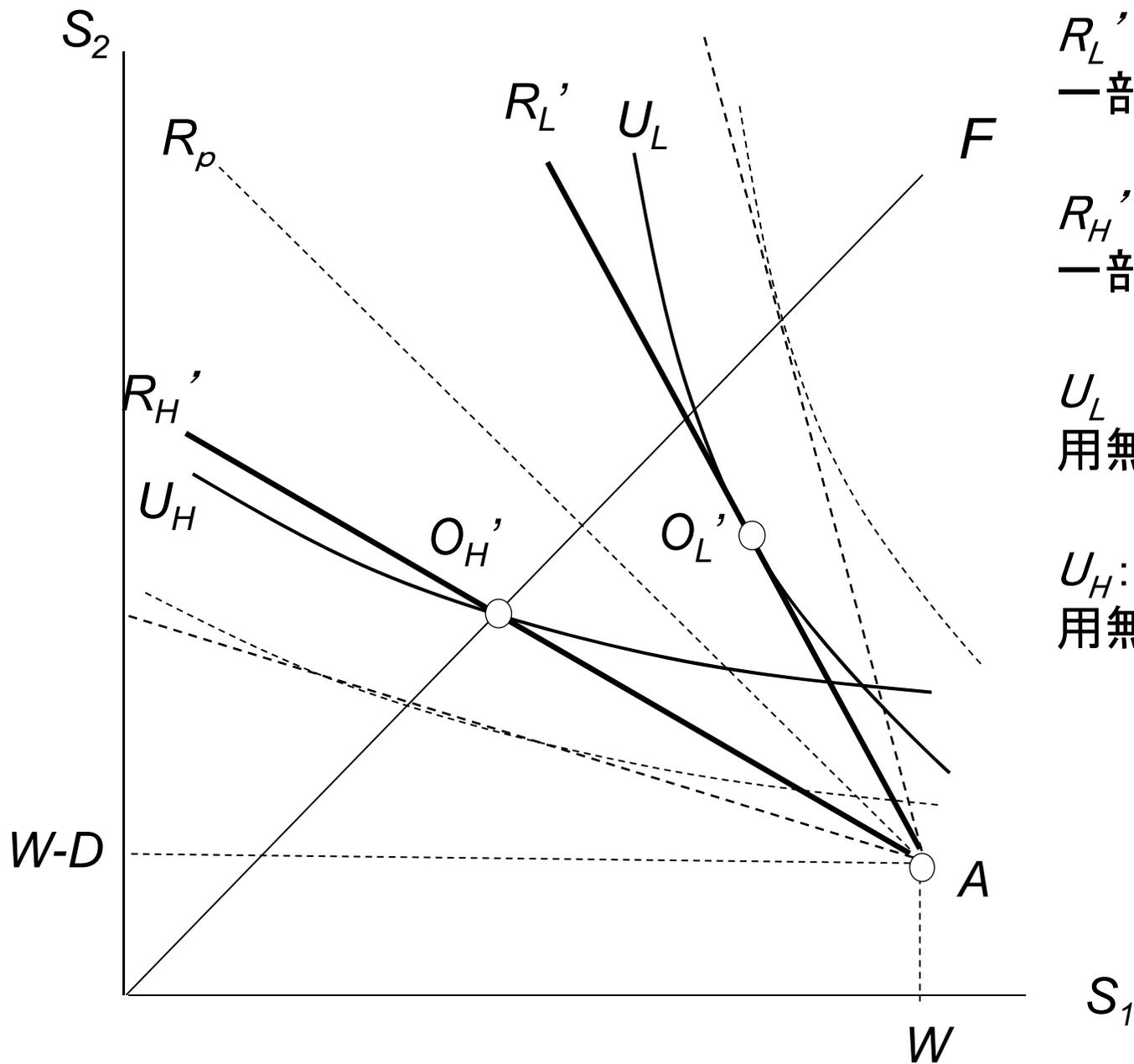
一部保険契約を選択する。

高リスク者にとっては、 $r_L = 1$ のとき期待効用が最大化。

保険料に内部補助要素が織り込まれても、

全部保険を選択する。

図5 一部分離公正保険料と保険選択



R_L' : 低リスクグループの一部分離公正保険料線

R_H' : 高リスクグループの一部分離公正保険料線

U_L : 低リスク者の期待効用無差別曲線

U_H : 高リスク者の期待効用無差別曲線

5. リスク評価の精緻化と保険選択

(2) 一部分離公正保険料と保険選択

内部補助により、低リスク者の保険料線 R_L' は下方に、高リスク者の保険料線 R_H' は上方にシフト。

低リスク者の期待効用無差別曲線は点 O_L' を通るときもっとも上方 \Rightarrow 一部保険を選択。

高リスク者の期待効用無差別曲線は点 O_H' を通るときもっとも上方 \Rightarrow 全部保険を選択。

6. リスク評価の費用と保険選択

運転挙動反映型自動車保険や健康増進型医療保険は、情報通信技術を常に利用することが必要。

保険契約の維持管理費は、現時点では無視できる程度ではないと考えられる。

これらの費用の一部は、付加保険料として完全分離公正保険料に反映。

6. リスク評価の費用と保険選択

付加保険料要素 e が事故発生確率に比例的に保険料に参入されると、低リスク・高リスク者の無事故・有事故のときの財産、期待効用は…

$$\begin{aligned} W_1 &= W - p_L r_L (D + e), \quad W_2 = W - p_L r_L (D + e) - D + r_L D \\ &\Rightarrow U_L(W_1, W_2, p_L) \\ &= (1 - p_L) u[W - p_L r_L (D + e)] + p_L u[W - p_L r_L (D + e) - D + r_L D] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_1 &= W - p_H r_H (D + e), \quad W_2 = W - p_H r_H (D + e) + D + r_H D \\ &\Rightarrow U_H(W_1, W_2, p_H) \\ &= (1 - p_H) u[W - p_H r_H (D + e)] + p_H u[W - p_H r_H (D + e) + D + r_H D] \end{aligned}$$

6. リスク評価の費用と保険選択

付加保険料要素 $e > 0$ のため、
低リスク・高リスク者の付加保険料は、
 $p_L r_L e > 0, p_H r_H e > 0$ となる。

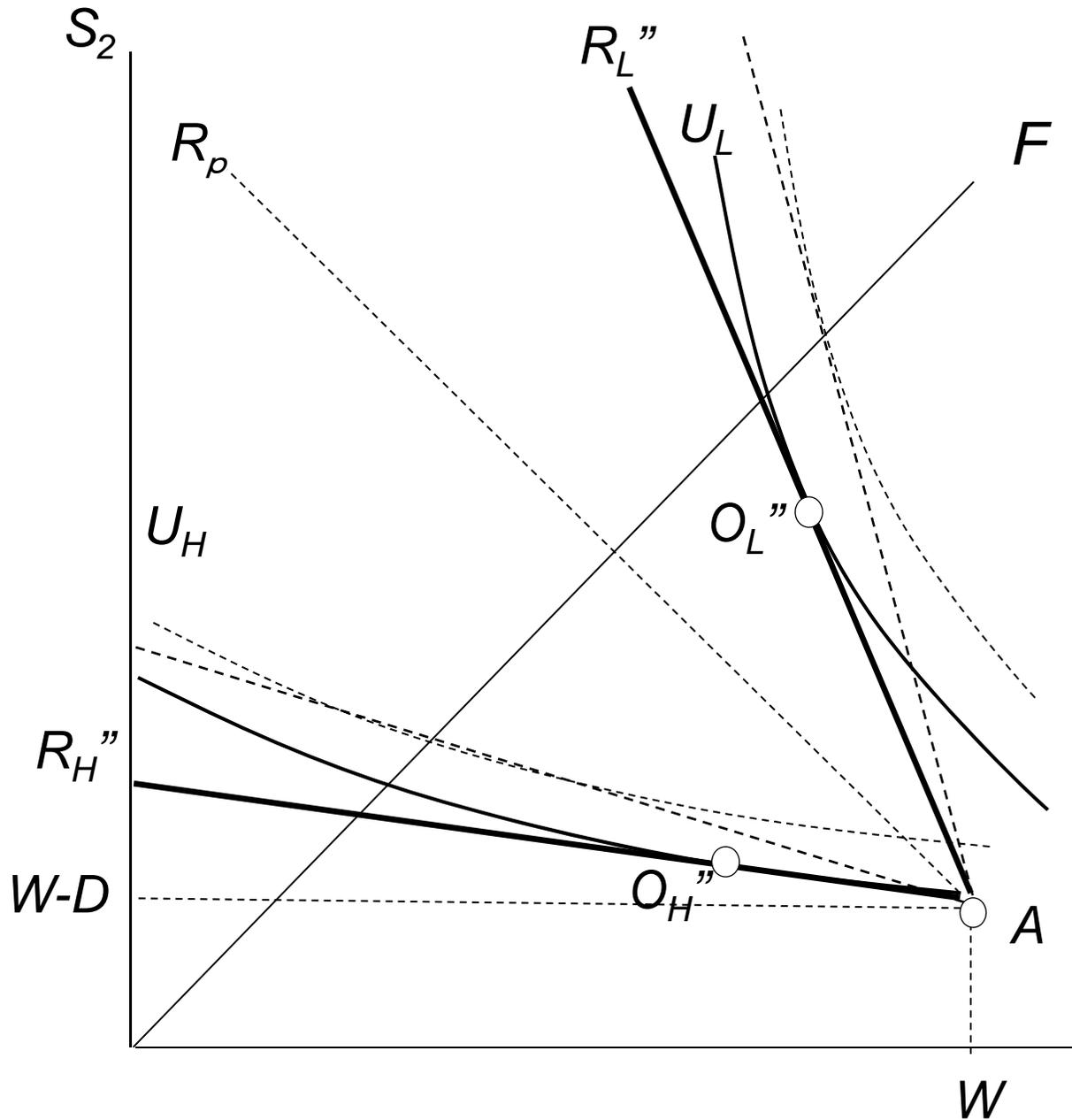
$\Rightarrow r_L < 1$ または $r_H < 1$ のとき期待効用が最大化。

しかも $p_L r_L e < p_H r_H e$ であることから
償を限定しようとする傾向は高リスク者のほうが強い。

補

\Rightarrow 事後的なリスク評価の費用が十分に軽くなければ、高リスク者は極めて補償の限定された一部保険契約または無保険であることを選択するかもしれない。

図6 付加保険料を含む分離公正保険料と保険選択



R_L'' : 付加保険料を含む低リスクグループの分離公正保険料線

R_H'' : 付加保険料を含む高リスクグループの分離公正保険料線

U_L : 低リスク者の期待効用無差別曲線

U_H : 高リスク者の期待効用無差別曲線

7. まとめと課題

Insutechにより正確なリスク評価が可能であり、それを正確に反映したリスク細分化がなされれば、リスクカテゴリーに関わらずすべての保険契約者は 全部保険契約を選択。

不正確なリスク評価に基づくリスク細分化により、一定の内部補助が行われれば、低リスク者は一部保険を選択。

内部補助の要素が大きくなればなるほど、低リスク者は、より限定された補償を伴う保険契約を选好。

7. まとめと課題

保険契約保全の費用が付加保険料に反映されれば、低リスク者、高リスク者ともに一部保険契約を選択。

補償を限定する傾向は高リスク者のほうが強い。

付加保険料の要素が大きくなれば、高リスク者は極めて補償の限定された一部保険契約か、無保険であることを選択するおそれも。

自賠責保険や公的医療保険が基本的な補償・保障を提供することに鑑みれば、高リスク者にとって保険の入手可能性が低下するかもしれな。

7. まとめと課題

以上の分析が、Insurtechによる精緻なリスク評価と補償内容の個別化を制限すべきという議論に直結するものではない。

Insurtechによる新たな保険商品が、保険契約のリスク実態に関する情報不均衡の補完、そして逆選択とモラルハザードの緩和に貢献することは明らか。

今後、リスク評価の精度とそのための費用の評価と分析が求められる。

7. まとめと課題

分離均衡モデルが基盤とする期待効用理論が、実験や観察に基づく現実の個人の意思決定を完全に説明し得ないことも、早くから指摘されている。

このため保険分野においても、Schmidt (2016) らにより、プロスペクト理論に基づく保険需要に関する分析がなされるようになってきている。

このような非期待効用理論に基づく Insurtech の進展と、保険契約者の意思決定に関する分析を行うことも求められる。

主な参考文献

- 井上俊剛(2018)「Fintech革命が保険監督、保険業界に与える影響」『保険学雑誌』第640号, pp.1-34。
- 諏澤吉彦(2008)「衛星通信技術を利用した新たな自動車保険の経済分析」『保険学雑誌』第602号, pp.31-49。
- 森平爽一郎・米山高生 監訳(2012)『ニール・A・ドハーティ 統合リスクマネジメント』中央経済社(Doherty, N. A. (2000). Integrated Risk Management: Techniques and Strategies for Reducing Risk, McGraw-Hill)。
- Arrow, K. (1963) “Uncertainty and the Welfare Economics of Medical Care,” American Economic Review, Vol .53, No. 5, pp. 941-973.
- Crocker, K. and A. Snow (1986) “The Efficiency Effects of Categorical Discrimination in the Insurance Industry” Journal of Political Economy, Vol.94, No.21, pp.321-344.

主な参考文献

Dionne, G. and C. Rothschild (2014) “Economic Effects of Risk Classification Bans,” *The Geneva Risk and Insurance Review*, Vol. 39, Issue 2, pp.184-221.

Edlin, A. (2003) “Per-Mile Premiums for Auto Insurance” in *Economics for an Imperfect World*, edited by Arnott, R., B. Greenwald, R. Kanbur and B. Nalebuff, The MIT Press, pp.53-82.

Harrington, S. and H. Doepinghaus (1993) “The Economics and Politics of Automobile Insurance Rate Regulation,” *Journal of Risk and Insurance*, Vol.60. No.1, pp.59-84.

Hoy, M. (1982) “Categorizing Risks in the Insurance Industry” *Quarterly Journal of Economics*, Vol.97, No.2, pp.321-336.

Hoy, M. (2006) “Risk Classification and Social Welfare,” *The Geneva Paper on Risk and Insurance—Issue and Practice*, Vol. 31, Issue 2, pp.245-269.

主な参考文献

- Litman, T. (2005) “Pay-As-You-Drive Pricing and Insurance Regulatory Objectives,” *Journal of Insurance Regulation*, NAIC, Vol. 23, No. 3, pp.35-53.
- Rothschild, M. and J. Stiglitz (1976) “Equilibrium in Competitive Insurance Markets: An Essay on the Economics of Imperfect Information,” *Quarterly Journal of Economics*, Vol.90, No.4, pp.629-649.
- Schmidt, U. (2016) “Insurance Demand under Prospect Theory: A Graphical Analysis,” *Journal of Risk and Insurance*, Vol. 83, Issue 1, pp.77-89.
- Wilson, C. (1977) “A Model of Insurance Markets with Incomplete Information,” *Journal of Economic Theory*, Vol. 16, Issue 2, pp.167-207.
- Swiss Re Institute (2017) *Technology and Insurance: Themes and Challenges*.