

国内クレジット制度による 農家の省エネルギー機器への 投資促進効果

食料・環境領域 研究員
澤内 大輔

報告内容

- 背景および課題
- 農家による国内クレジット制度利用の概況
- 省エネ機器への投資促進効果の解明
 - － バラ切花農家のヒートポンプ導入の数値例
 - － リアルオプション分析
- まとめと政策的インプリケーション

背景および課題

国内クレジット制度

- 平成20年10月より開始
- 農家などが省エネの取組などで削減した温室効果ガス（GHG）を企業などと取引
 - 農家などにとって追加的収入獲得の機会
- 省エネ機器投資を促進し、国内でのGHG排出量を削減する効果が見込まれる

本研究の課題

投資の不確実性が存在する下で
農家の国内クレジット制度利用が
省エネ機器投資に及ぼす影響を解明

【事例】

バラ切花農家によるヒートポンプ導入

【分析方法】

リアルオプション分析

農業分野でのリアルオプション分析

- 畜産での施設投資を対象にした既存研究
 - Purvis *et al.* (1995)、Hyde *et al.* (2003)、棧敷ら (2009)
- 施設園芸での投資を対象にした既存研究
 - Diederer *et al.* (2003)、Tzouramani and Matts (2004)
- 排出量取引制度の下での、農家の投資分析への適用は見られず

農家による国内クレジット制度利用

排出量取引の国内統合市場

大企業を対象

① 排出量取引

削減目標
未達成

目標以上の
超過削減分

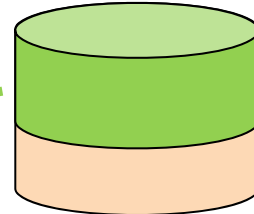
B社の
GHG
排出量

A社の
GHG
排出量

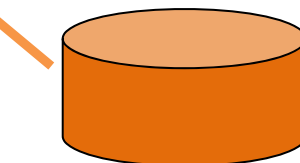
目標未達成
分を相殺

② 国内クレジット

農家などの削減分
= **国内クレジット**

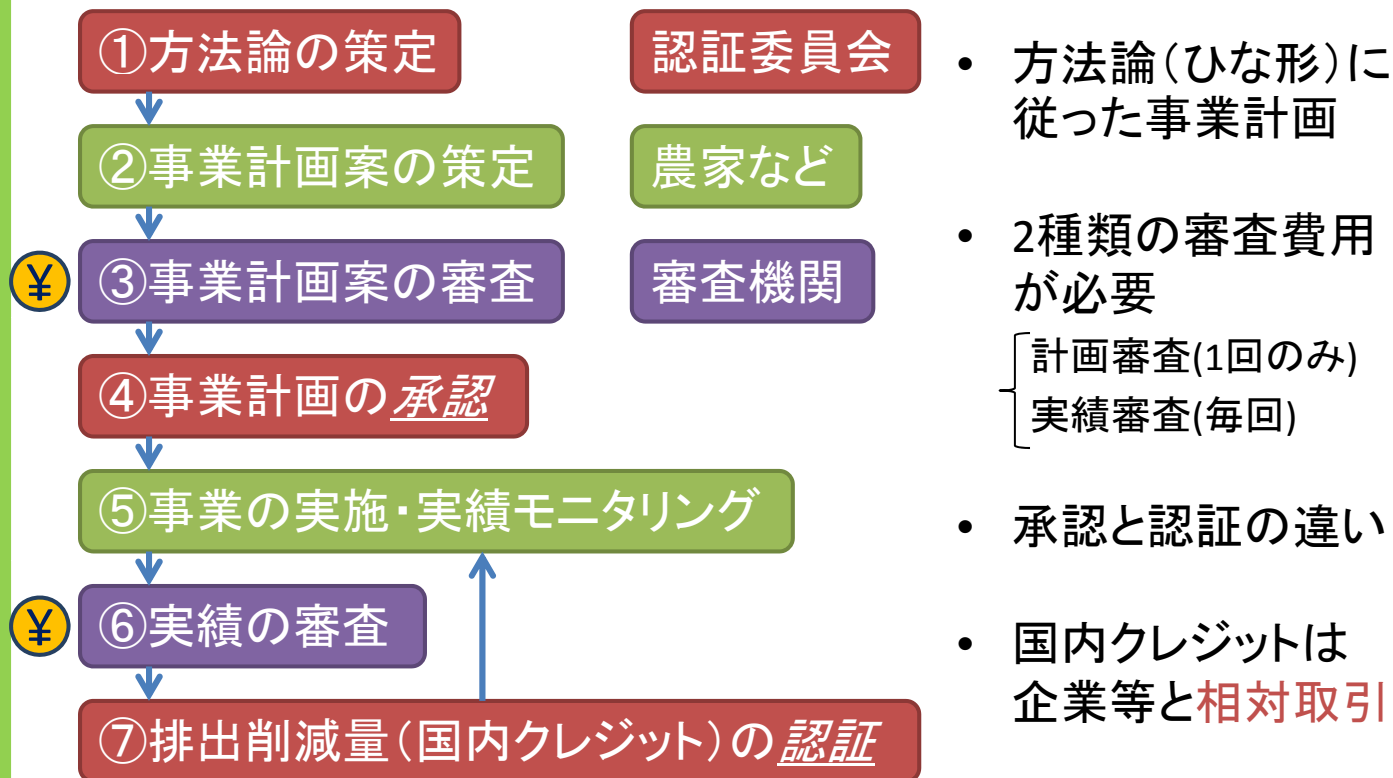


③ 京都クレジット



海外での排出削減分

国内クレジット創出までの手続き



国内クレジット制度の実績(平成23年10月1日時点)

- 方法論
 - 大分類で39の方法論(小分類で58)が承認済み
- 承認された事業計画
 - 1,056件(約169万tCO₂)の事業申請に対し、778件(約114万tCO₂)が承認済み
 - 農家から72件(約8万tCO₂)の事業申請があり、うち52件(約7万tCO₂)が承認済み
- 認証された国内クレジット
 - 482件(約27万tCO₂)が認証済み。
 - うち34件(約1万tCO₂)が農家によるもの

農家等の申請の概要

- ハウス栽培農家(バラなど)による省エネの取組が主流
 - ヒートポンプや木質バイオマスボイラの導入
 - 大規模農家または農家組織での申請
- 農家による1事業あたりの平均的なGHG削減量は約1,100 tCO₂であり、全事業の平均よりやや小さい程度



農業分野での国クレ制度利用の課題

「農林水産業における～推進検討委員会」
(平成21年4月～8月, のべ8回)

- 現状・課題の整理
 - GHG排出削減・吸収量の**不確実性**が大きい
 - 個々の排出量・吸収量が**小さい**
 - **零細な**事業規模の関係者が多い
- 取り組みのあるべき方向
 - 農業分野特有のGHGの取引対象化
 - クレジットの取りまとめ業者の創設
 - 売り手・買い手のマッチング

方法論は策定されたが、国内クレジット創出の実績はまだ無し(H23.10末時点)

出所)農林水産省『農林水産業における排出量取引の国内統合市場の試行的実施等推進検討会検討結果報告』, 2009年.

省エネ機器投資促進効果の解明

分析の概要

【分析目的】

- 不確実性を考慮した上で、国内クレジット制度の利用が、農家の省CO₂機器投資の経済性に及ぼす影響を解明

【分析方法】

- リアルオプション (Real Options) 分析

【分析対象】

- 標準的な規模・技術のバラ切花農家
- A重油ボイラーからヒートポンプへの転換

投資の経済性の分析方法

- リアルオプション(RO)分析
 - 投資に関わる**不確実性**を明示的に考慮
 - 慎重な投資基準を導く特徴
 - 本研究ではPurvis *et al.* (1995)のフレームワークを利用
- NPV(Net Present Value; 正味現在価値)法
 - 每期一定の利益を仮定
 - 価格変動などの不確実性を考慮できず

NPV法の投資基準

$NPV = \text{現金利益(の現在価値)} - \text{投資額}$

$NPV > 0$: 投資を実行する

$NPV < 0$: 投資を実行しない

- 投資は可逆的
 - いつでも投資額を回収可能
- 每期一定の利益
- いま投資するor投資しない

RO分析の投資基準の特徴

- 投資の**不可逆性**
 - 投資費用は sunk cost となり回収できない
- 現金利益(収入-費用)の**不確実性**
 - 資材、生産物価格の変動による不確実性
- 「投資を**待つ**」選択肢を考慮
 - より多くの情報が得られるまで投資を待つことができる

投資基準の算出方法

- NPV法 $(1) NPV = \sum \frac{R; \text{各期のキャッシュフロー}}{(1+\rho; \text{割引率})^n; \text{事業期間}} - I; \text{投資費用}$

$$(2) M = \rho I$$

- RO分析 $(3) V(R) = BR^\beta$

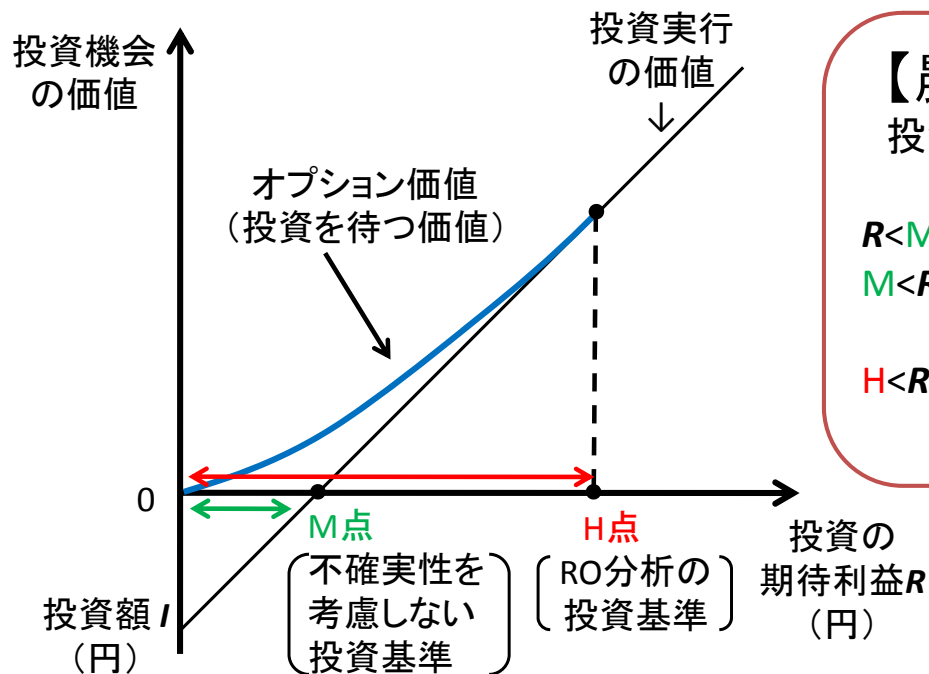
$$(4) H = \frac{\beta}{\beta-1} \rho I$$

ただし

$$(5) \beta = \frac{1}{2} \left\{ 1 + \left(1 + \frac{8\rho}{\sigma^2} \right)^{1/2} \right\}$$

– RO分析では現金利益の分散(σ^2)が必要となる

投資基準の比較



【農家の投資判断】

投資の期待利益(R)の水準
により投資実行を判断

$R < M$: 投資実行せず

$M < R$: 不確実性を考慮しない
場合には, 投資実行

$H < R$: 不確実性を考慮しても
投資実行

- 不確実性が大きいほど、 OH/OM の値も大

分析データ

- 2002年の神奈川県における標準的なバラ切花農家のデータ(神奈川県農業総合研究所、2002)
 - 800坪(26.3a)のガラス室
 - 投資前の暖房機器はA重油ボイラー
- 投資後のデータは、ヒートポンプ導入農家へのヒアリングにより作成
 - ヒートポンプ導入状況
 - 省エネ効果やその他の諸効果の実績

HP導入、国クレ制度利用のメリットと課題

○メリット

- － A重油価格高騰時における暖房費の節減
- － 除湿機能などを利用して適切な室内環境管理をすることで切花品質の向上
- － 国クレ制度を利用し追加的な収入を獲得可能

△課題

- － 投資は**不可逆**
(リサイクル市場が限られる、審査費用が必要)
- － 利益が**不確実**(A重油価格が低いと逆ザヤの可能性)

投資による利益

項目	投資前	投資後
投資費用	— —	省エネ機器購入 <u>国クレ制度申請等費用</u>
(毎期の) 支出	種苗費 ・・・ 光熱水費 電気 重油 その他物財費 労働費 その他諸経費	種苗費 ・・・ 光熱水費 電気(増加↑) 重油(減少↓) その他物財費(増加?) 労働費 その他諸経費
(毎期の) 収入	バラ販売収入	<u>バラ販売収入(増加?)</u> ※ <u>国クレ販売収入(増加)</u>

重油価格変動
などの不確実性
↓
投資の利益
に大きな影響

※バラ販売収入(増)は、除湿などの利用による切花品質向上を仮定。

事例農家の生産費内訳

費目	10aあたり費用	比率
施設費	235万円	42%
（ガラス温室）	（125万円）	（22%）
（暖房機関連）	（43万円）	（8%）
光熱水費	115万円	21%
（重油）	（106万円）	（19%）
出荷手数料	71万円	13%
種苗費	30万円	5%
その他	110万円	19%
合計	561万円	100%

投資の内容

- ヒートポンプ導入
 - ヒートポンプおよび除湿機: 約990万円
 - 電気配線工事費: 約130万円
 - 農家ヒアリングをもとに20馬力/10aと仮定した
- 国内クレジットへの申請
 - 事業計画の審査費用: 50万円
(排出削減量の審査費用: 10万円/年)
 - 文献値(山根、2010)などをもとに設定

キャッシュフローの変化

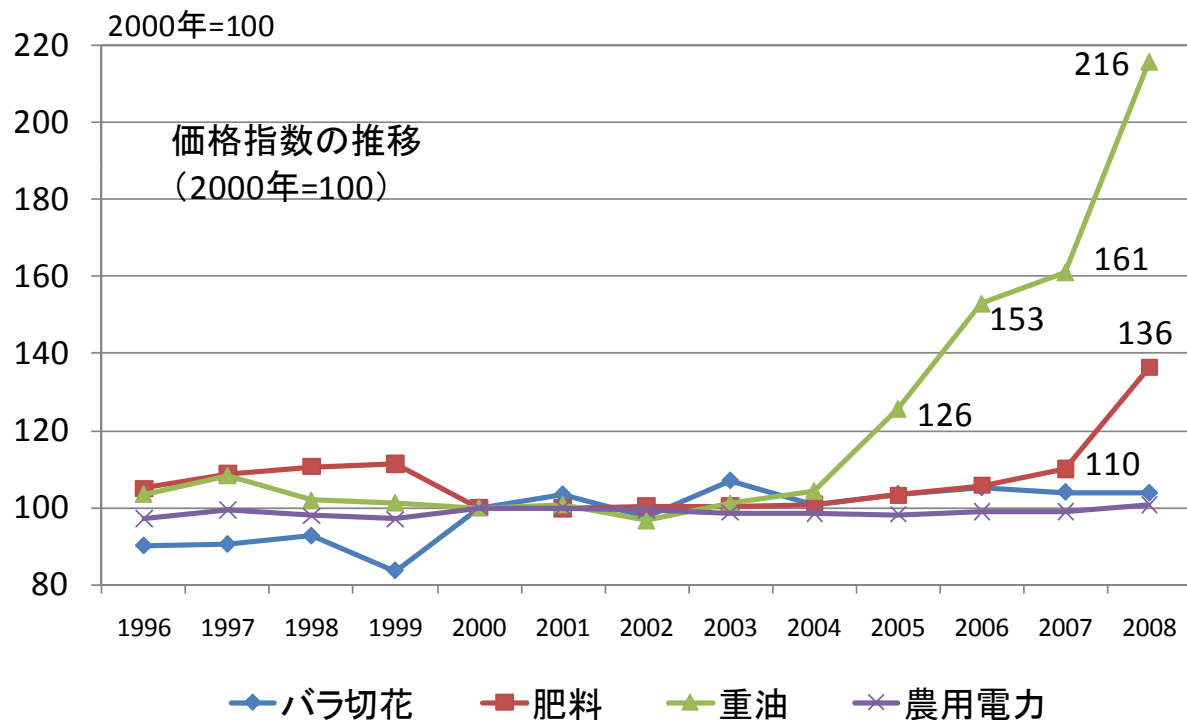
- 費用の変化

- A重油料金(使用量)は約9割削減
- 電気料金は約4.6倍に増加

- 収入の変化

- ヒートポンプ1台(5馬力)あたり10tCO₂削減(本事例では105tCO₂の削減)
- 夜冷・除湿によりバラ切り花の品質が向上し、単価が約10%上昇

投資に関わる不確実性

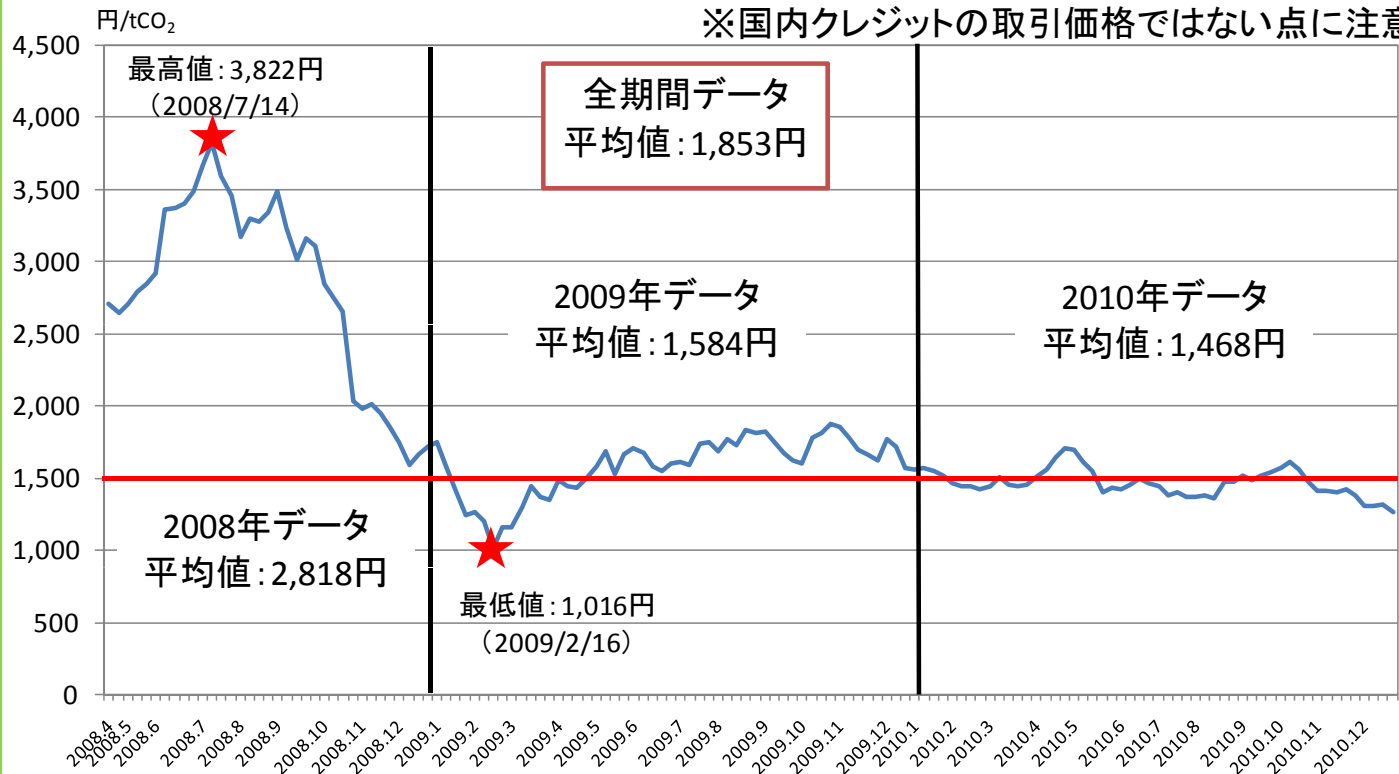


2008年の重油価格は、2000年の2倍以上に上昇

(参考) 京都クレジット価格の推移

(出所: 日経JBIC排出量取引参考気配)

※国内クレジットの取引価格ではない点に注意



- 近年は1,500円前後で推移

RO分析における不確実性の仮定

- バラ切花価格

三角分布(58.5円、65円、71.5円)

(投資後は品質向上により10%の価格上昇を仮定)

- バラ切り花の(1株当たり)収量

三角分布(17.1本/株/年、18本/株/年、18.9本/株/年)

- A重油価格(5通りのシナリオを設定)

三角分布(基準値 $\times 0.9$ 、基準値、基準値 $\times 1.1$)

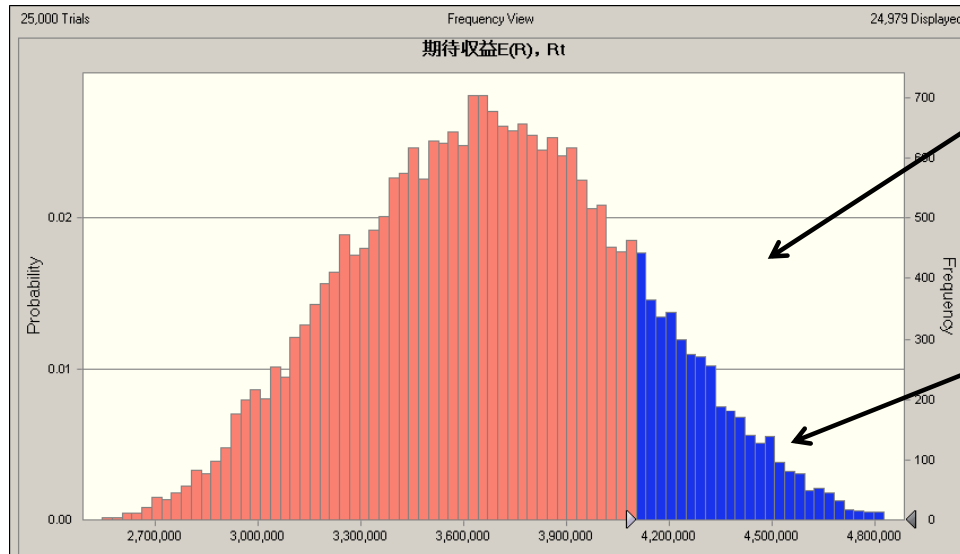
基準値は32円/L、40円/L、45円/L、50円/L、55円/L

国内クレジット価格の設定

摘要	クレジット価格 (1tCO ₂ あたり)
①国内クレジット制度を利用せず	-
②京都クレジット価格と同程度の価格	1,500円
③京都クレジット価格の2倍での取引	3,000円
④京都クレジット価格の4倍での取引	6,000円
⑤京都クレジット価格の8倍での取引	12,000円

- 国内クレジット価格5通り × A重油価格5通り
=25通りについてシミュレーション
- 各シナリオで25,000回の反復計算(モンテカルロシミュレーション)をもとにRO分析の投資基準を算出

シミュレーション出力の例



モンテカルロシミュレーション(25,000回)のヒストグラム

RO分析の基準で
「投資すべき」となる
確率
= RがHを超える確率
= 13.0%

※モンテカルロシミュレーションにはOracle社のCrystal Ball利用した。

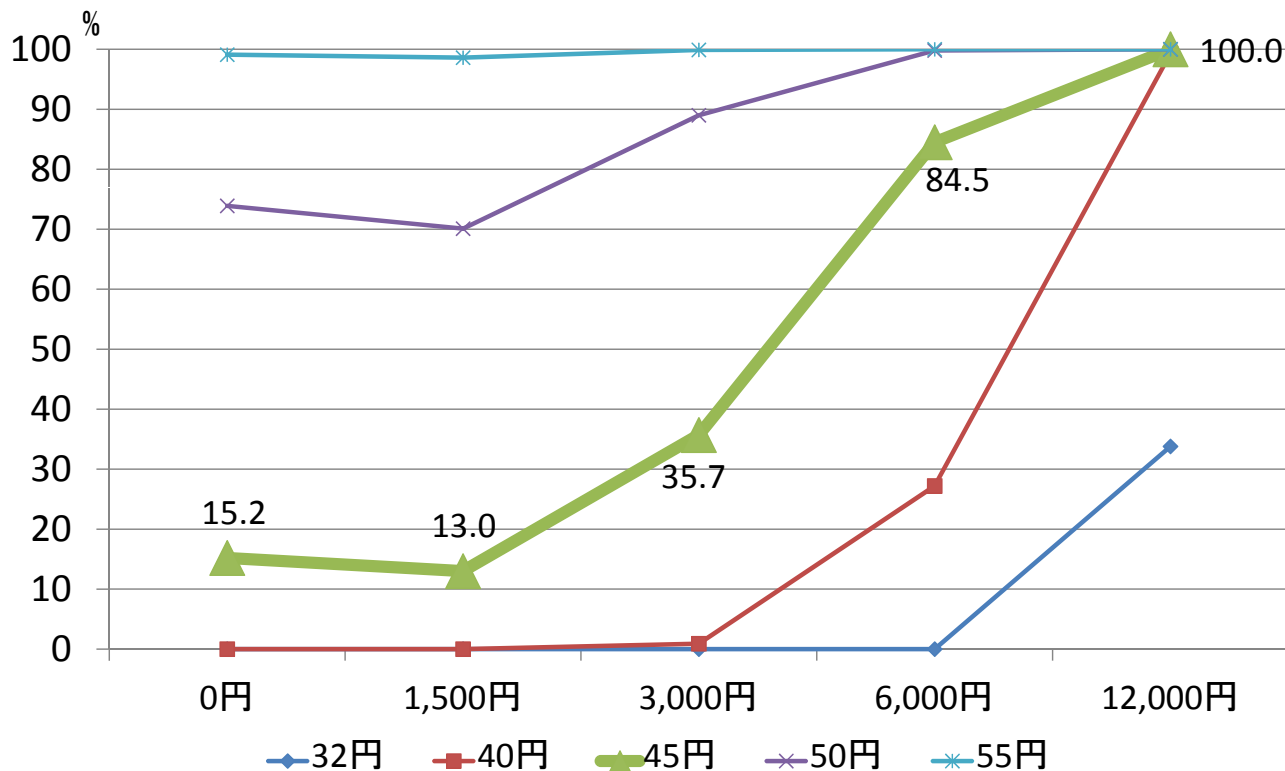
- A重油: 45円/L、クレジット価格1,500円のケース
– M点; 1,621,636円、H点; 4,107,139円と推計

RO分析の結果

→クレジット価格 ↓A重油価格	0円	1,500円	3,000円	6,000円	12,000円
32円/L	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	33.8%
40円/L	0.0%	0.0%	0.9%	27.2%	99.3%
45円/L	15.2%	13.0%	35.7%	84.5%	100.0%
50円/L	73.9%	70.1%	89.0%	99.8%	100.0%
55円/L	99.1%	98.6%	99.9%	100.0%	100.0%

- モンテカルロシミュレーションによるRの分布において
R(利益)>H(RO分析の投資基準)となる確率
- 現時点での投資実行が合理的となる確率と解釈

投資の成功確率(図示)



分析結果の整理

- 国内クレジット価格が上昇するほど、投資の経済性は高まる(=投資促進効果あり)
 - とはいえ、クレジット価格が極端に低いと申請に係る費用を回収できない可能性もあり
- NPV法では全シナリオで「現時点で投資を実行する」との分析結果だが、不確実性を考慮したRO分析では12通りで「投資を実行しない」との分析結果
 - RO分析により不確実性を考慮した投資判断の重要性が指摘された

結論(まとめ)

投資の不確実性が存在する下で
農家の国内クレジット制度利用が
省エネ機器投資に及ぼす影響を解明

- 国内クレジットの価格が高ければ、投資の経済性が高まり、**農家による省エネ機器投資の促進効果あり**と推察
 - RO分析により、投資において不確実性を考慮することの重要性も示唆された

インプリケーション

- 標準的な農家も国内クレジット制度による所得増のメリットを得るためには、取引費用(制度利用のためのコスト)をいかに抑えるのがポイント
 - 効率的なデータ収集・管理が取引費用を低減させるものと推察

今後の課題

- 申請に必要なデータの収集・管理コスト削減も考慮した分析
 - 効率的なデータ管理は審査費用の低減にもつながるものと推察
- 研究蓄積の必要性
 - 木質バイオマスボイラや畜産，稲作などを対象とした分析
 - 飼料の転換など投資以外の取組も対象とした分析

引用・参考文献

- Diederer, P., F. van Tongeren and H. van Der Veen, “Returns on Investments in Energy-saving Technologies Under Energy Price Uncertainty in Dutch Greenhouse Horticulture,” *Environmental and Resource Economics*, Vol. 24, 2003, pp. 379-394.
- Dixit, A.K., and R.S. Pindyck, *Investment Under Uncertainty*, Princeton University Press, 1994.
- Hyde, J., J. R. Stokes, and P. D. Engel, “Optimal Investment in an Automatic Milking System: An Application of Real Options,” *Agricultural Finance Review*, Vol. 63(1), 2003, pp.75-92.
- 神奈川県農業総合研究所『作物別・作型別経済性標準指標一覧(2002年版)』神奈川県農業総合研究所, 2002年.
- 農林水産省農業研究センター『農業技術の経営評価マニュアル』農林水産省農業研究センター, 1995年.
- Purvis, A., W. G. Boggess, C.B. Moss and J. Holt, “Technology Adaptation Decisions under Irreversibility and Uncertainty: An Ex Ante Approach,” *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 77, 1995, pp.541-551.
- 栈敷孝浩・神野洋一・山本康貴「不確実性下における酪農投資の経済性評価:リアル・オプション分析からの接近」『農林業問題研究』第174号, 2009年, pp.37-41.
- Tzouramani, I., and K. Matts, “Employing Real Options Methodology in Agricultural Investments: The case of greenhouse construction,” *Applied Economic Letters*, Vol.11, 2004, pp.355-359.
- 山根小雪「東京都「排出量取引」の衝撃」『日経ビジネス』2010年3月22日号, 2010年, pp.14-15.