

天候デリバティブを利用した農家の所得安定化

浅野桂太朗（経済学科 2015417）

論文概要 北海道の主要産業のひとつである農業は気象条件に大きく依存する。もし悪天候が続くと作物の収穫量が減少し、農家所得にも悪影響を及ぼす。そこで本研究では、天候におけるリスクヘッジの目的で開発された金融派生商品「天候デリバティブ」の商品設計をおこない、金融面から農業経営と農家所得の安定化の実現を目的とする。

キーワード 天候デリバティブ、不快指数、酪農業

1. 研究の目的

天候デリバティブとは、事業者が抱える天候リスクのヘッジの為につくられた金融派生商品の一種である。日本では、1999 年6月に損害保険会社の三井海上保険と、スキー用品販売大手の株式会社ヒマラヤが、はじめて契約した[1]。

災害保険と天候デリバティブは共に、天候リスクを想定した金融商品である。ただし、天候デリバティブの場合、気象現象を直接対象としているため、予め取り決めた気象条件が発生した際には、その損害の有無に関係なく、契約金が支払われる[2]。

多様な業種の中でも、天候リスクを多く内包した産業といえるため、農家にとって天候デリバティブを導入する意義がある。もし、農家が金融面においてリスクヘッジが図られた場合、例えば猛暑のような、設備が破壊されづらく、しかし作物の生育にとって好ましくない気象現象が発生しても、直ちに契約金が発生するゆえ、農家所得の安定化が実現される。従って事業体は中長期的な事業計画が立てやすくなる。

本研究は、北海道農業にマッチした実用的な天候デリバティブの商品設計が目的である。また、小規模農家が参入できるよう、商品の小口化と、販売窓口として当該地域の農業協同組合で行える利便性を追求した商品作りを目指す。

2. 研究の方法

まず国内酪農業の一大産地である十勝地方の酪農家を対象に、夏季の暑熱リスク回避を目的とした天候デリバティブ開発を行った。酪農現場において、乳牛ストレスを評価する指標として(1)式のTHI指数：Temperature Humidity Index が用いられる。

$$THI(\%) = 0.81 * T + 0.01 * H * (T * 0.99 - 14.4) + 46.4 \quad (1)$$

ただし T：気温(℃) H：相対湿度(%) [3]
THIが72を上回るとき、乳牛はストレスをうけはじめる。72～78で軽度の、79～88で重度の、そして89～92で非常に重度のストレスを感じ、それに伴い搾乳量が減少する。[4]

本研究で考案した商品例として以下のものがある。これは、「不快指数オプション」といい原資産は高温多湿の累積日数であり、日数をXで表した。XiはTHI≥72 となる日の累積日数である。

表1 十勝地方酪農向けデリバティブ例(コール・オプション)

銘柄	THI≥72
原資産(X)	THI≥72 となる累積日数 (ただし $0 \leq X \leq 122$)
権利行使日数(K)	60(日)
単位あたり契約金	80(千円)
観測地点	帯広測候所(気象庁)
観測期間	6/1～9/30 までの計 122 日間
気象要素	日別最高気温と日別相対湿度を基に (1)式から算出される THI
契約金の支払者	A 社(保険会社等)
契約金の受取者	B 社(酪農業者)

プレミアムの算出にあたり、以下のステップより支払額である契約金の期待値とした。(保険的手法[1].)

Step I. データが入手可能である 1961 年6月 1 日から 2019 年 9 月 30 日まで、THI を計算して求めた。

Step II. サンプルサイズ…7198 のうち、THI≥72 である日数

は 3377 であった。これから、一日における $THI \geq 72$ となる確率 p を求めた。
 $p = 3377 / 7198 = 0.4907$

Step III. 夏季122日間に、それぞれの日に $THI \geq 72$ になる累積日数 X となる確率 $P[X=xi]$ を(2)式で求めた。ただし $X = xi$ ($0 \leq xi \leq 122$, xi は整数)

$$P(X = xi) = \binom{122}{xi} p^{xi} * (1 - p)^{122 - xi} \quad (2)$$

Step IV. Step IIIにて導出した $P[X]$ を基に、受取額の期待値を算出し、これをプレミアムとする。期待値の計算は、次式(3)で示す。

$$C = \sum_{xi=0}^{122} \text{Max}[xi - K, 0] * P[xi] * A \quad (3)$$

ただし C:コール・オプションのプレミアム(千円)

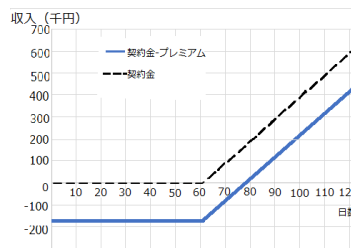
Xi:原資産となる累積日数(日) K:権利行使日数(日)

A:単位あたり受取金額(千円)

表1より $K=60$ 、 $A=80$ とすると、 $C=170.4989$ となる。よって、プレミアムは 170,498.9円である。このときの酪農家の損益図を(3)式・グラフ1に示す。

$$\text{損益(円)} = \text{Max}[X - 60, 0] * 80,000 - 170,489.9 \quad (3)$$

グラフ1 酪農家の損益図



3. 研究の結果

$K=60$ で天候デリバティブを設計することが出来たが、その他の場合でも同様に求められる。この商品を導入した場合、酪農家は天候不良を所与とすれば、農家努力により収入の増加が見込まれるため、事業を疎かにするといったモラルハザードの恐れがない。

4. まとめ

今後は酪農現場での有用性について酪農家や研究機関に取材を行うことでより具体的な酪農家収入モデルを構築し、商品導入後のヘッジ効果を考察する。またA社にとってのリスクヘッジだけでなく、B社についても考察する。酪農だけでなく、メロンを対象とした天候デリバティブの設計も検討している。メロンは育成にあたり気温、日照量、湿度等、多くの気象要件を満たす必要がある。[5]

5. 参考文献

- [1]: 土方薫、『天候デリバティブ』,(シグマキャピタル,2000)
- [2]: 山田雄二・飯田愛実・椿広計,「トレンド予測に基づく天候デリバティブの価格付けと事業リスクヘッジ」,『第54巻 第1号』数理統計研究所,2006
- [3]: 岩谷忠幸,『プロが教える気象・天気図のすべてがわかる本』(ナツメ社,2017)
- [4]: 高橋圭二,『酪農現場における暑熱対策』(酪農ジャーナル電子版【酪農 PLUS+】,2019)
- [5]: 鈴木栄二郎・野中民雄,「生育のステージと生理、生態」,『野菜園芸大百科 2版4巻 メロン』,社団法人農村漁村文化協会

「こども食堂」の立地特性に関する分析

藤澤幸輝（社会情報学科、2016300）

論文概要 こどもの貧困対策と地域住民の交流拠点として、近年こども食堂が注目されている。しかしこども食堂は2012年に始まったという事もあって十分な分析や現状のまとめ等が行われていない。そこで本研究では、札幌を主な対象地域としつつこども食堂に関する分析を行っていく。

キーワード こども食堂、貧困対策、地域交流拠点

1. 研究の目的

こども食堂とは、一般には「こどもが1人でも行ける無料または低額の食堂」と定義されているが、公的な定義は存在しない。加えて名称や参加者層は様々、運営にあたり届け出を出す必要がない、そもそも始まりが2012年と歴史が浅い、こういった点から十分な実態把握ができていないのが現状である。

こども食堂には「子供の貧困対策」「地域交流拠点」という2つの役割があり、貧困とコミュニティの希薄化という2つの社会的課題の解決に貢献しうるその存在は重要であると言える。需要の高まりを示すように箇所数は年々増加しており、2016年には319箇所だったが2018年は2286箇所、2019年には3718箇所に至るまで増加している。

私は「食」を通じて社会課題を解決できるというポテンシャルがありながら十分な研究がなされていないこども食堂に強い関心を持ち、私が住む札幌市を中心に現状の分析や課題の抽出等を行いたいと考えた。

よって本研究では札幌市を中心に、箇所数や分布等のデータを日本のその他の政令指定都市と比較しつつこども食堂についての分析を行い、現状や課題等を明らかにしていく。

2. 研究の方法

研究の方法は、公開されているこども食堂に関する情報を利用し、札幌市とその他の政令指定都市とのこども食堂の現状について比較・分析を行う。

現段階では分析するにあたってまず充足率を用いた。充足率とはNPO法人全国こども食堂支援センター・むすびえが示した指標で、(こども食堂数÷小学校数)の％表示。すべてのこどもがアクセスできるようになるためには小学校区単位にこども食堂(を含むこどもの居場所)のあることが望ましいことから、そのための指標として示されている。ただし偏在の補正等の精緻化作業はできていない。

しかしこの充足率という指標について、疑問に思う点がいくつかあった。まず小学校区を判断基準にしている点だ。たしかに大人よりも子供の方がアクセスしやすいように配慮すべき、という考えは理解できるが、この指標は単純に小学校が少なければその割合は上がる。しかし小学校が少なくてもこども食堂を必要とするこどもは大勢いるかもしれない。なぜなら同じ小学校でも生徒の数は違うからだ。そういった点も含めて「精緻化できていない」としているのだろうが、正確性に欠ける。さらにこども食堂の役割には、先に述べたように地域交流拠点としての役割もあるのだ。その点を鑑みればやはり小学校区を基準に考えるよりも、その地域全体を見て充実度合いを判断すべきではないかと考えた。

よってこのような考えから、次に都市施設の適切な数に関する数理モデル(栗田1999)を用いている。各都市の人口、面積、こども食堂の数を基に、その都市の最適施設数および最適施設数と実際の数との比較を行った。

これらの分析結果をもとに、さらなるこども食堂の発展のため札幌市のこども食堂の現状と課題を明らかにする。

3. 研究の結果

まずこども食堂の充足率についての比較を行った。その結果が図1で、札幌市は20都市のうち12位の17.1%、およそ6つの小学校区に1つしかこども食堂がないという事になり、十分に整備されているとは言えない。

続いて数理モデルを用いて算出した各政令指定都市のこども食堂の最適施設数と、実際の数との関係を表したものが図2のグラフである。やはりこれを見ても札幌市は他の都市に比べこども食堂の数が少なく、全ての地域住民が満足に利用できる状態であるとは言えない。

以上2つの観点から、現状では札幌市のこども食堂は十分に足りているとは言えず、今後さらに数を増やしていく必要があると言える。

図1

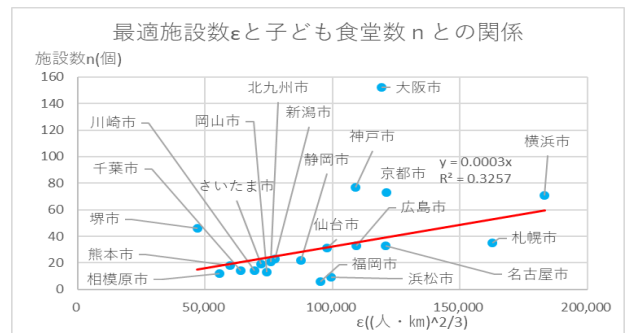
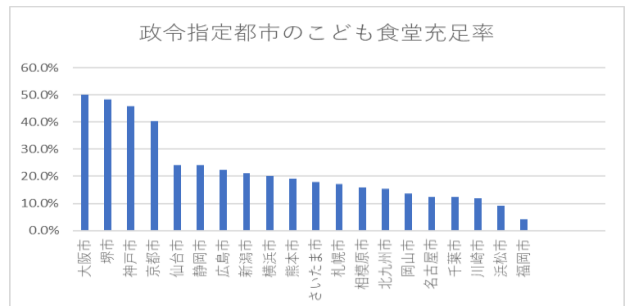


図2

4. まとめ

札幌市は他の政令指定都市と比べこども食堂が少なく、整備が不十分である現状が明らかになってきた。現状数値的な分析が主となっているが、今後さらに別の手法(ボロノイ図等)を用いた空間的な観点を中心に用いて適切な配置が行われているか等を検討し、分析を深めていく。

5. 参考文献

- ・栗田(1999)「都市施設の適切な数に関する数理モデル—政令指定都市の区数に関する分析例—」
- ・NPO 法人全国こども食堂支援センター・むすびえ(2019)「【プレスリリース】こども食堂1年で1.6倍、過去を上回るペースで増え続け、3700箇所を超える。東京おもちゃ美術館との協働プロジェクト「食べる 遊ぶ 笑うこども食堂」もはじまる。」
<https://musubie.org/news/993/>

観光地の発展に伴う教育現場の諸問題 ―ニセコ倶知安町の場合―

桑嶋桃子 (商学部企業法学科 2016116)

論文概要 北海道では昨年過去最多の訪日外国人来道者数を記録し、オーバーツーリズムへの懸念が高まっている。そこで本稿では観光地の発展が地元地域の義務教育にどのような影響を与えているのか、ニセコエリア・倶知安町の小・中学校を対象とした調査を行い、彼等に対する教育の現状と課題を検討する。

キーワード 観光地の発展、初等・中等教育現場の現状と課題、外国人子弟教育

1. 研究の目的

近年北海道では訪日外国人観光客が増加し、10月に倶知安町で開催されたG20観光大臣会合においても、オーバーツーリズムへの問題意識が採択された宣言に盛り込まれた。その中で特に実態として浮かび上がりにくい学校教育をテーマに、本稿では初等・中等教育の現状と課題を分析し、その解決策を検討する。

研究対象は、地下上昇率が57%と全国で最も高く、近年富裕層向けスキーリゾート地として急速な発展を遂げているニセコエリアの倶知安町である。

筆者は二つの問題意識を持っている。一つ目は、外国人労働者の子弟教育の問題である。青木(2014)は、留学生の子供が抱える言語教育の問題について言及しているが、外国人労働者の増加する倶知安町においても同様の問題が考えられる。熊崎(2003)は、ブラジル人児童の就学問題を調査しており、学習指導方法や教育制度に問題があると指摘している。このことから、外国人保護者と学校側、両者の視点から問題を分析し、検討していきたいと考えた。

二つ目の問題は、純日本人生徒の国語学習への意識の低下である。ニセコエリア周辺では半径1キロは英語のみで生活できると言われており、外国語のみ看板や店舗も目立つ。A小学校に至っては、両親共に日本人という純日本人の生徒が全体の半数以下である。また、倶知安町では今年度から小学3年生以降を対象として、総合学習や英語の時間に民間英会話教室の先生を招いたオールイングリッシュ授業を展開している。これらの他の地域に住む日本人生徒と大きく異なる生活環境が、生徒の国語学習に対する意識の低下に繋がるのではないかと考えた。

このような問題意識の下に、本研究では急速に発展した観光地においてどのような教育上の課題があるのかを明らかにする。その上で、このような地域では今後どのような対応が求められるのか検討していきたい。

2. 研究の方法

本研究では、観光地に在住する外国人児童の教育における現状、また、日本人児童の国語学習への意識を明らかにするために、ニセコエリアで最も人口の多い倶知安町を対象に調査・分析を行った。

調査対象は、倶知安町の町立小学校2校、町立中学校1校、教育委員会、英会話教室スマイルニセコ、帰国・外国人生徒等教育の推進支援事業連絡協議会である。調査対象とした小学校の一つは、倶知安町で最も外国人生徒の多い比羅夫地域の小学校とした。

調査方法は、小・中学校の国語や英語、算数等の授業教室での参与観察、各担当教員や教頭、保護者、生徒、教育委員会、英会話教室スマイルニセコの担当教員、代表、帰国・外国人生徒等教育の推進支援事業連絡協議会に所属する教員への構造化面接調査と半構造化面接調査である。構造化面接調

査と半構造化面接調査に関しては、テーマ別のプロフィール・マトリクスによって質的テキスト分析を行う。この方法を用いることで、複数の話者、また会話の中にある複数の課題に対して、情報を明瞭且つ総合的に解釈することができる。

考察においては、上記で作成したマトリクスに基づき、観光地に在住する外国人児童の教育における現状と課題、また、日本人児童の国語学習への意識を明らかにする。

3. 研究の結果

現在調査中を行っている段階であり、研究結果を示すことはできない。しかし、学校側への調査を終えた現段階では、日本語教育を必要とする日本人生徒への日本語教育問題が一番大きな課題であると考えた。他にも、母国語の優先順位による生徒別の日本語・英語指導や、日本語が理解できないことによる通常授業への参加が不可能、短期入学・体験入学希望生徒の受け入れ、など様々な問題が挙げられた。一方で、純日本人生徒の日本語教育への弊害は今のところ把握していない。

4. まとめ

現在、研究途中であり、成果については詳細を述べることはできない。しかし、観光地の発展による外国人労働者の増加に伴い、義務教育の現場に新たな問題が出現していることは明らかである。本研究を通して、問題の解決に努めたい。

5. 参考文献

- 平岡昌樹(1993)「在日外国人児童・生徒の学習権保障に関する一考察」
- 熊崎さとみ(2003)「外国人の義務教育就学をめぐる諸問題」
- 横田淳子(2003)「小学校での教科学習のための日本語指導のあり方」
- 黒葛原由真(2011)「外国人ADHD児の学習行動に関する分析」
- 矢板晋(2012)「外国人の周辺化と日本語教育 栃木県真岡市の事例から」
- 大石寧子(2013)「地域の国際化と日本語教育の連携の試み『外国人児童支援』を出発点として」
- 青木麻衣子(2014)「留学生の子どもが抱える教育上の困難を考える」
- 松垣洋平(2015)「ニューカマー児童生徒への教育支援の現状と課題 岐阜県における取り組みを手掛かりに」
- 萬谷隆一(2017)「外国語活動の成果に対する中学校英語教師の意識」
- 竹下幸男(2019)「海外のダイバーシティについての検討に基づく日本の小学校の実情と課題」
- 他

頂点彩色問題を解く多点探索型近似解法における初期解生成

矢嶋海土（商学科、2016493）

論文概要 頂点彩色問題は古くから知られる NP 困難問題の 1 つで、スケジューリングなど様々な応用が知られている。頂点彩色問題を解く近似解法は数多く存在しているが、本研究では多点探索型の近似解法に対する初期解生成アルゴリズムを提案する。

キーワード 頂点彩色問題、初期解生成、リサイクル法

1. 研究の目的

頂点彩色問題とは、できるだけ少ない色数で、与えられたグラフの全ての頂点を、隣り合う頂点と異なる色で塗り分ける問題である。現実ではスケジューリング問題などに応用されている。

頂点彩色問題は有名な **NP 困難問題**であり、効率よく(=多項式時間で)最適解を求めることは絶望的である。そのため、**メタヒューリスティクス**に基づく様々な近似解法が提案されてきた。[1]

先行研究[2]では**局所探索型**の近似解法に対して新たな初期解生成アルゴリズムである**リサイクル法**が適用された。本研究ではより先進的な**多点探索型**の近似解法に対してリサイクル法を適用することで、従来法よりも効率よく探索が行えることを示す。

2. 研究の方法

頂点彩色問題を解く近似解法では一般に**繰り返し戦略**が用いられる。これは、**k-彩色可能性問題**を、k を減らしていきながら繰り返し解くことによって、彩色可能な最小の k を求める戦略である。k-彩色可能性問題とは、与えられたグラフ G および自然数 k について、G に合法な**k-彩色**が存在するかどうかを問う問題である。k-彩色とはグラフの全ての頂点を1から k までの数字で表した色に割り当てた(=塗り分けた)ものであり、グラフのすべての辺について、その両端の頂点が異なる色に割り当てられている場合、k-彩色は**合法である**という。これに反して両端に同じ色が割り当てられている辺を**違反辺**と呼ぶ。また、同じ色が割り当てられた頂点の集合を**カラークラス**と呼び、特に最大、最小位数のカラークラスをそれぞれ**最大カラークラス**、**最小カラークラス**と呼ぶ。

本研究では頂点彩色問題を解く近似解法のうち **HEAD**[3]を用いる。HEAD は2つの解をもとに探索を進めていく多点探索型のアルゴリズムである。HEAD は実行不能解許容モデルの探索アルゴリズムで違反辺の本数を評価値とし、評価値が 0 のとき、かつその時に限り k-彩色は合法であるといえる。このように **k-彩色可能性問題を評価値の最小化問題ととらえて探索を行っていく。**

HEAD の初期解生成には従来はランダム法が用いられてきた。ところが、直前の計算の結果(合法な k+1-彩色)が一切反映されないことや k が小さくなるほど初期解の評価値が増加していくことなどの問題があった。そのため、先行研究において合法な k+1 彩色をもとに k-彩色を生成するリサイクル法が提案された。同研究においてはリサイクル法を用いて生成した初期解の評価値の上界を求めることができることが示されている。本研究ではこの**リサイクル法を用いた初期解生成法を HEAD に適用することで、初期解の評価値を低減し、従来法よりも効率よく探索が行えるようにすることが目的である。**

HEAD における2つの初期解を生成する手法として以下の5つを検証する。この時、実験を通して合法な k+1-彩色 K が得られているものとする。

- 一方の解のみを生成し、もう一方はランダムに生成する
R_min: K の**最小カラークラス**の頂点をランダムに他色に変更
R_max: K の**最大カラークラス**の頂点をランダムに他色に変更
- 両方の解を生成する
R_minmin: R_min を2回行う
R_maxmax: R_max を2回行う
R_minmax: R_min と R_max を行う

3. 研究の結果

HEAD に提案手法を適用したものと従来法で行ったものについて結果を比較する。提案手法はそれぞれ python を用いてプログラムを作成し、公開されている HEAD のソースコードに組み込んだ。実験には 20 の問題例に対し、それぞれの問題について一つの手法を乱数の種を変更して 10 回計算を行った。1 回の計算時間は 10 分である。

表1は20個の問題例に対してそれぞれの最小の k を達成した回数の合計を示したものである。一方の解のみを生成する手法では従来法よりも多くの回数で最小の k を達成していることがわかる。しかし、両方の解を生成した手法では最小の k への到達回数が従来法よりも少なくなっている。この原因として、両方の解を同じ k+1-彩色から生成すると両者が「近い」解となり、探索の多様性を損ねてしまうからではないかと考えられる。

表2は従来法と、最も多く最小の k に到達した R_max (における、達成した最小値とその達成回数を示したものである。R_max は20の問題例のうち5つでより少ない最小値を達成しており、他の5つの問題例では達成した最小値は同じでも、より高い頻度でその最小値を達成している。一方従来法では R_max よりも少ない最小値を達成した問題例はなく、2つの問題例においては最小値を達成した回数では勝っているものの、その差はわずか 1,2 回である。このことから、従来法に対する R_max の優位性が示される。

表1. 最小の色数 k を達成した回数の合計 (最大 200)

初期解生成法	回数
従来法	96
R_min	103
R_max	104
R_minmin	94
R_maxmax	91
R_minmax	89

表2. 最小値(X)とその達成回数(N)

問題例	従来法		R-MAX	
	X	N	X	N
DSJC500.1	12	10	12	10
DSJC500.5	48	10	48	10
DSJC500.9	126	4	126	5
DSJC1000.1	21	10	21	10
DSJC1000.5	83	3	83	7
DSJC1000.9	224	8	223	2
DSJR500.1c	90	3	89	1
DSJR500.5	124	2	124	1
flat300_28_0	31	10	30	1
flat1000_50_0	50	10	50	10
flat1000_60_0	60	9	60	10
flat1000_76_0	82	5	82	7
le450_15c	16	9	16	9
le450_15d	16	10	16	8
le450_25c	26	10	26	10
le450_25d	26	10	26	10
R250.1c	67	3	66	3
R250.5	66	3	66	4
R1000.1c	103	1	103	1
R1000.5	249	2	248	1

4. まとめ

頂点彩色問題に対する多点探索型近似解法における初期解生成にリサイクル法を適用することを検討した。HEAD を用いた実験の結果、リサイクル法に基づいた初期解生成の有効性を示すことができた。今後の課題として、新たな初期解生成法の考案や他の近似解法への適用、また、「良い」初期解とはどのようなものかについて検討することなどがあげられる。

5. 参考文献

- [1] 久保幹雄, J.P.ペドロソ: メタヒューリスティクスの数理. 共立出版, 2009.
- [2] 内田恭貴: 頂点彩色問題に対する近似解法のための初期解生成アルゴリズム. 小樽商科大学. 商学部. 卒業論文 2018
- [3] L. Moalic and A. Gondran. Variations on memetic algorithms for graph coloring problems. Journal of Heuristics, 24:1-24, 2018.