

## 1. はじめに

探索資源を考慮した探索ゲームが提案されている[1]. この先行研究では探索者と目標となる逃走者の2人ゼロ和ゲームとしてモデルが提案されている. 本研究ではこの逃走者の経路に注目し逃避に必要な燃料の制約を持つ場合と持たない場合において選択すべき移動戦略がどのように変化するかを数値計算により示す. より具体的には[1]において提案されている逃走者の経路選択モデルの感度分析を行う.

## 2. 数理モデルの前提と定式化

本問題は探索者と逃走者の2人ゼロ和ゲームである. 探索者は逃走者を探知すべく手持ちの探索資源を投入する. それに対し逃走者は探索者から逃避すべく移動戦略をとる. 本稿では紙面の制約から数理モデルは示さない. より詳細には本論文, もしくは参考文献を参照されたい. 以下ではモデル化の前提となる問題の枠組みを説明する.

- (1) 地理空間は離散空間  $K = \{1, \dots, n\}$  であり, 時間空間は離散時点  $T = \{1, \dots, m\}$  とする.
- (2) 逃走者は空間を移動する際に1つのパスを選択することにより探索者から逃避をする. 始点は初期時点  $t=1$  にセル群  $S_0 \subseteq K$  のいずれかのセルから出発する. 時点  $t$  におけるセル  $i$  からは別に定義されたセル群へのみ移動が可能である. セル間の移動にはエネルギーを消費し, 初期の所有エネルギーを消費しつくした場合には, 逃走者はそれ以降他のセルには移動できない.
- (3) 探索は時点  $\tau$  から開始され, 探索者は探索空間上へ探索資源を投入することにより逃走者の探知を図る. また, 探索者側の投入できる探索資源は時点  $t$  ごとに  $\Phi(t)$  である. 探索資源は投入以降, 期間  $b$  の間効力を持つ.
- (4) 逃走者を探知する確率は, 逃走者のパス上に投入された効力のある探索資源の重み付きの総量の指数関数で表されるとする(詳細は[1]か本論文を参照のこと). 逃走者を探知すれば探索者は利得1を得て, 逃走者はそれと同量を失う. 探索者の利得をこのゲームの支払いとする.

## 3. 数値シミュレーションの結果と考察

以下では燃料制約を持つモデルと持たないモデルでの数値解析の比較検討を行う.

地理空間セル  $i$

5	0	0	0	0	0.2
4	0	0	0	0.25	0.2
3	0	0	0.333333	0.25	0.2
2	0	0.632478	0.333333	0.25	0.2
1	1	0.367522	0.333333	0.25	0.2
	1	2	3	4	5

時間空間  $t$

図 1: 燃料の制約を考慮しない場合

移動にかかる燃料のコストを考慮しない場合を図 1 に示す.  $t=2$  で移動が可能なセルに対して経路の選択が  $i=2$  のセルの方が大きくなっている. これはセル 1 と 2 を比較した場合その後の逃走においてより多くの経路が選択できるセル 2 の方が有利であるためと考えられる.

地理空間セル  $i$

5	0	0	0	0	0.231216
4	0	0	0	0.31152	0.204647
3	0	0	0.428689	0.251275	0.201025
2	0	0.668028	0.329275	0.247977	0.203678
1	1	0.331972	0.242036	0.189228	0.159435
	1	2	3	4	5

時間空間  $t$

図 2: パラメータに燃料を考慮した場合

一方, 燃料の制約をモデルに追加した場合を図 2 に示す.  $t=3$  以降が違う値となった.  $t=4$  まで逃走者はできるだけ遠くに移動しようとしている. これは燃料制約のない場合の  $t=2$  までと同じと考えられる.  $t=5$  ではセル 1 以外どこを選択してもよいという結果になっている. あまり燃料を使わず, かつ選択枝を増やし初期地点から離れるという戦略になっていることがうかがえる.

## 4. まとめ

今回の実験では移動燃料制約による逃走経路の比較検討を行った. 燃料制約のパラメータを追加することにより現実的な解が得られることがわかった.

## 参考文献

- [1] Ryusuke Hohzaki, Koji Iida, Toru Kamiya, "Discrete search allocation game with energy constraints," Journal of the Operations Research Society of Japan, 45, 1, pp.99-109, (Mar.2002)