

LEO衛星ネットワークの事業者間提携の収益分配

1. 研究背景

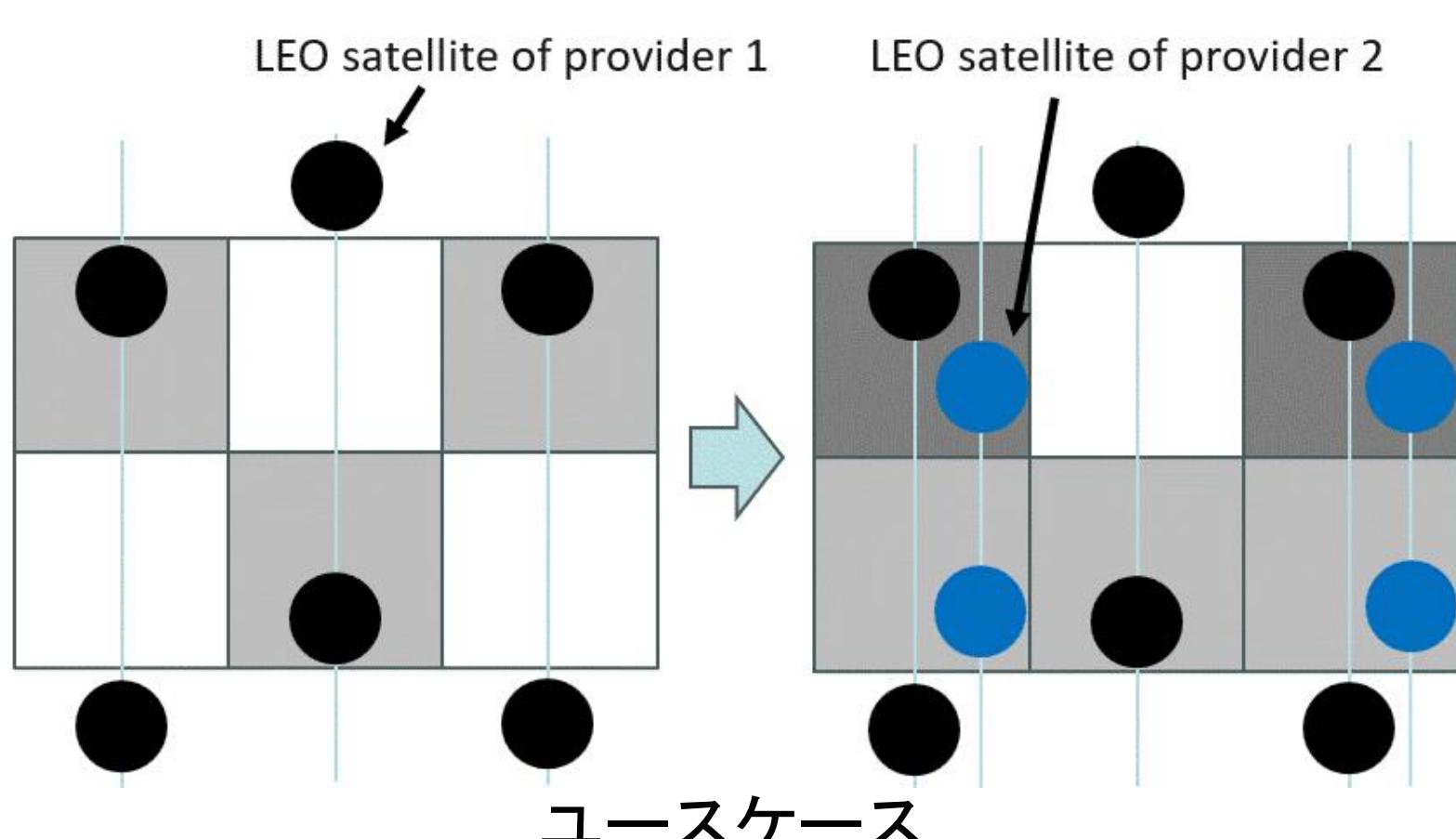
- LEO (Low Earth Orbit) 衛星を活用したネットワークに基づく通信サービスの提供が注目
- LEO 衛星は遅延が少ない通信を可能にするが、個々の衛星の通信範囲が狭いため、多数の衛星を用いた衛星コンステレーションが必要

2. 研究の概要

- 課題
 - 事業の初期段階における衛星数の制限から、サービス提供エリアや通信時間が限定的となり、利用者の確保
- 目的
 - 複数の LEO 衛星事業者が協力してサービスを提供するモデルを提案し、その収益を協力ゲーム理論のシャープレイ値に基づき配分することを提案
 - 事業者間の協力による通信サービスの拡張可能性を数値評価により検証

3. モデル化

- シナリオ
 1. コンステレーションの初期段階で事業者同士の協力
 2. 衛星通信のカバー範囲拡大、カバレッジ多密度上昇
 3. 以下が順に上昇
契約者の満足度、契約率、収益
 4. 事業者間で提携ゲームを用いて、収益を分配
- 衛星の通信範囲で、地球上にグリッドを引き、セルに分割
- セル内に衛星が存在→セル内の契約ユーザは通信可能
- セル内に複数の衛星が存在→帯域幅が増加し、通信可能なユーザ数が増加



4. 提携ゲーム

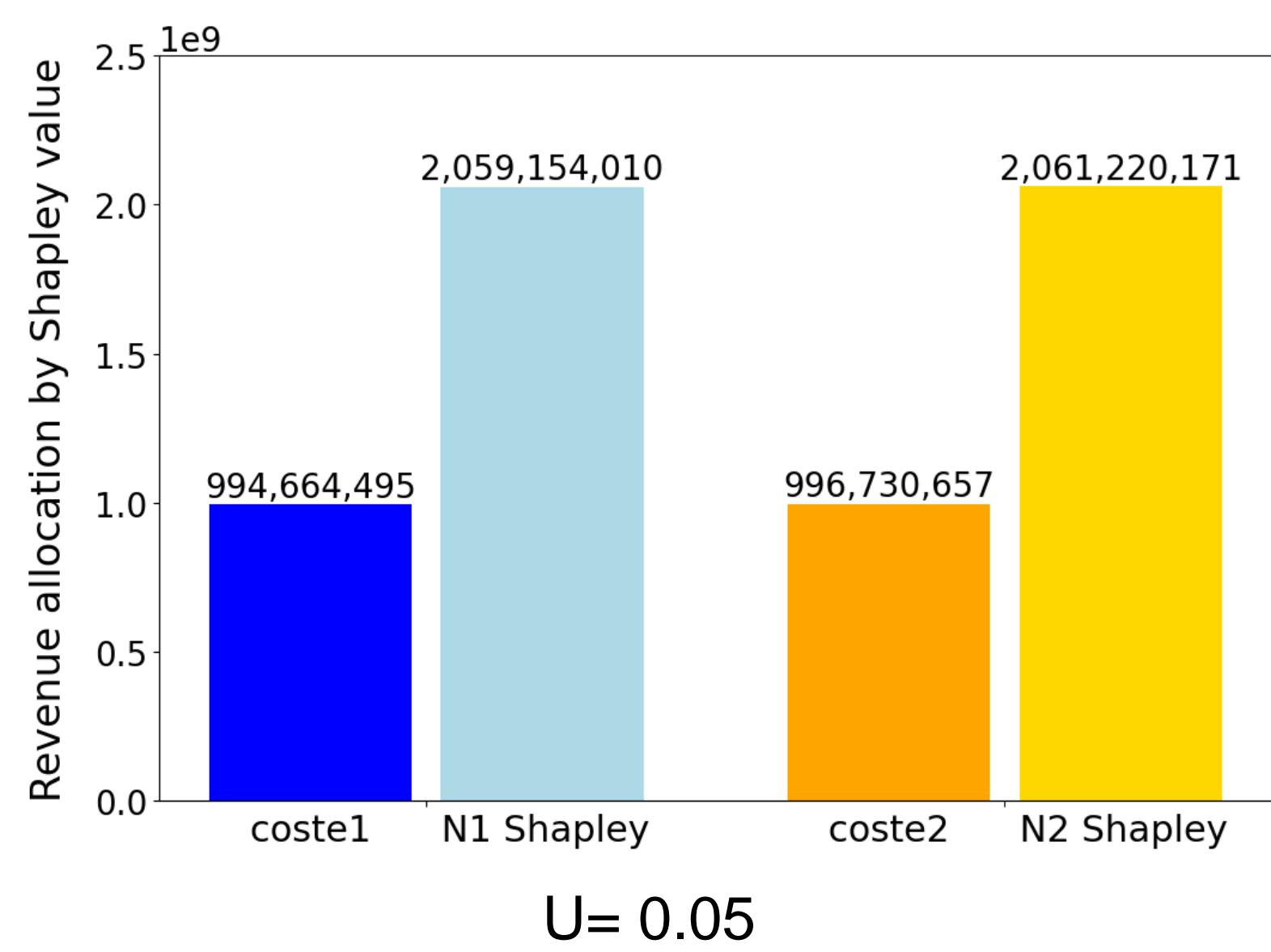
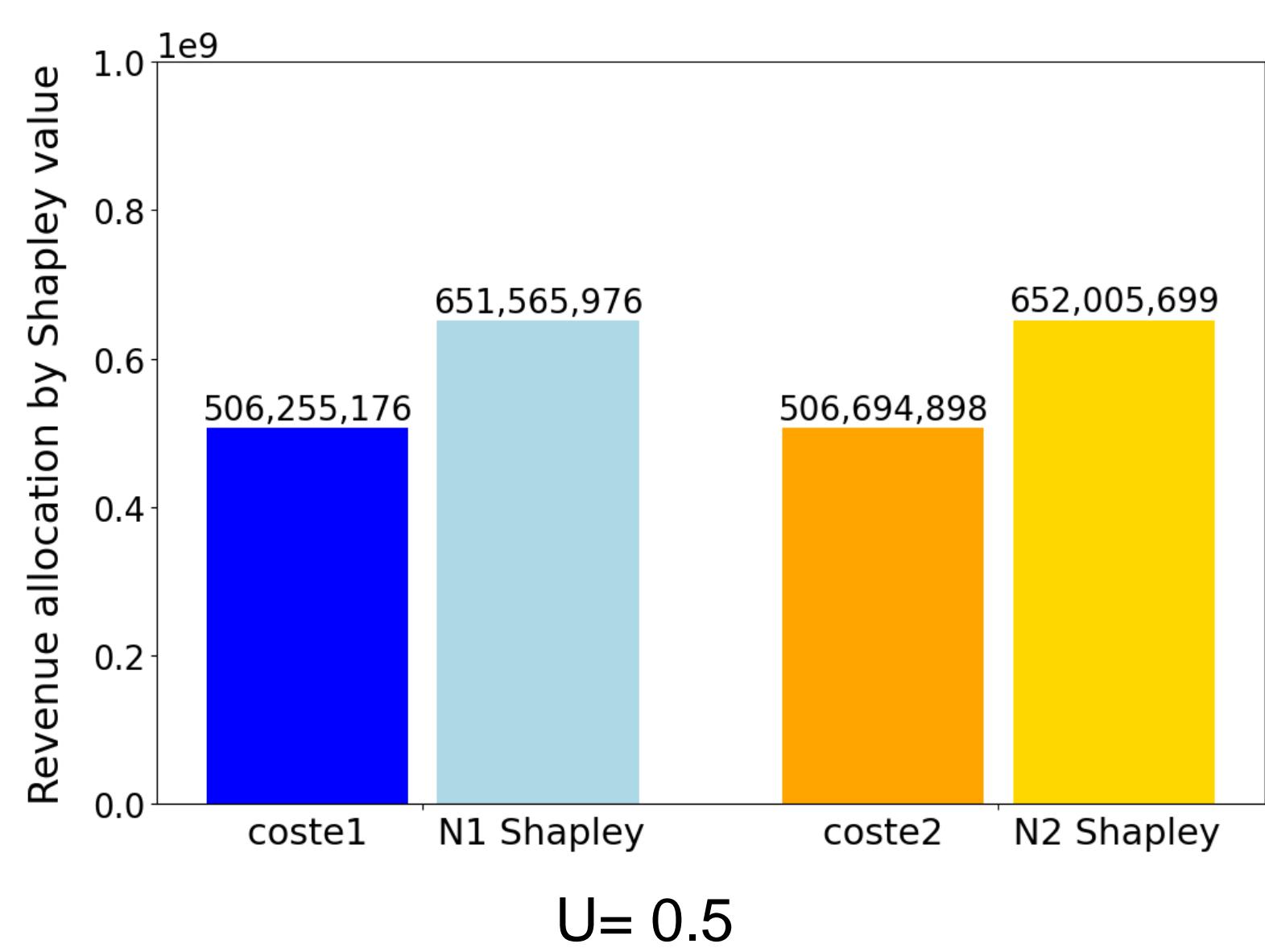
- 複数の自律的なプレイヤーがいる場合にどのような提携を形成し、各プレイヤーに利益をどう分配するかを議論

5. 評価条件

- 地球を22*22のセルに分割
- conste1とconste2の協力を想定
- conste1: OneWebを模したコンステレーション
高度:1,200km, 傾斜角87.9°, 軌道面:18, 衛星数:648
- conste2: Qianfanを模したコンステレーション
高度:813km, 傾斜角89°, 軌道面:18, 衛星数:648

6. 数値評価

- 衛星通信の一人当たりの平均通信量Uが0.5, 0.05を想定
- U=0.5は、スマートフォンでの平均的な通信をすべて衛星通信で行ったときの通信量を想定
- U=0.5の場合→収益増加率: 約1.29
- U=0.05の場合→収益増加率: 約2.07
- Uが大きいと、非協力状態においても需要が供給を超えるセルが多いため



7. 今後の予定

- 現状の2者間協力モデルを拡張し、3者以上の事業者間での協力モデルを構築・検証することで、より複雑な事業環境におけるモデルの有効性を実証