

CO₂排出量最小化のための 貨物割当と配送経路の 共生進化に基づく探索手法

東京都市大学 大谷紀子, 増井忠幸



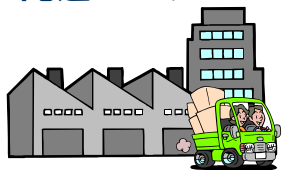
貨物配送におけるCO₂排出量削減

- 配送先が複数の場合
 - 最短経路 ≠ CO₂排出量最小経路
 - $\frac{\text{ユニットごとの配送}}{\text{配送先のグループ}} < \text{一括配送}$ CO₂排出量
- CO₂排出量最小化配送経路・貨物割当問題の定義と共生進化に基づく探索手法の提案[大谷11]
 - トラックの最大積載量は1種類に固定
 - トラックの保有台数を考慮していない

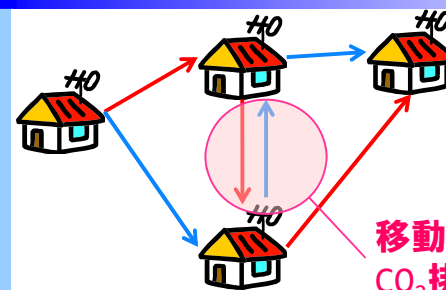
保有するトラックの最大積載量と台数を考慮

複数の配送先への貨物配送

配送センター



最短経路探索問題との違い

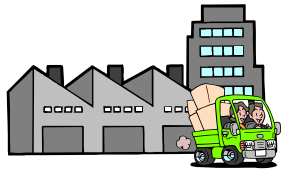


移動距離は等しい
CO₂排出量は異なる

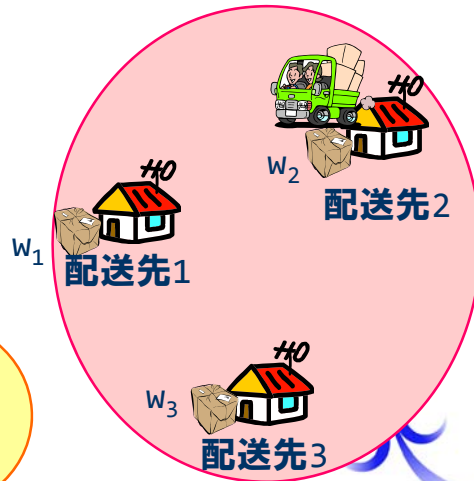


配送先をユニットに分割した貨物配送

配送センター



ユニット1



ユニット2

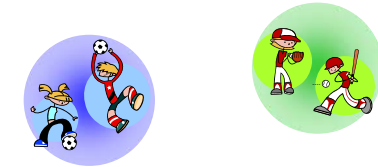


5

Otani-lab Project ©

共生進化

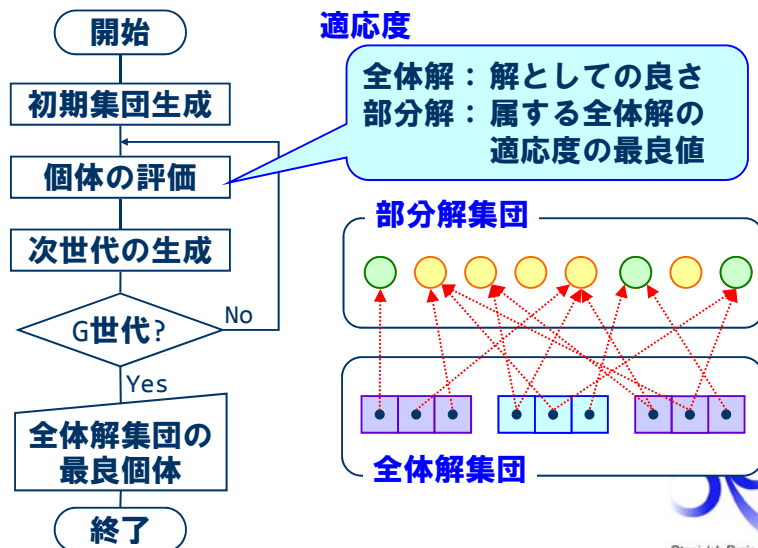
- 遺伝的アルゴリズムの一種
 - 最適解探索アルゴリズム
 - 生物の進化過程を模倣
- 同種個体の協働による目標の達成
 - 解を部分解の組合せで表現
 - 部分解集団と全体解集団の並行進化
 - 多様な解候補からの探索が可能



6

Otani-lab Project ©

共生進化の基本アルゴリズム



7

Otani-lab Project ©

部分解

- L_p 箇所の配送先の訪問順を表す部分経路
 - 配送先は31ビットで表現
 - 配送先の後にユニット境界ビットを導入
 - 1つの部分解が含む配送先の個数： L_p



ユニット境界ビット

- 0 : 次の配送先へ
- 1 : 配送センターへ

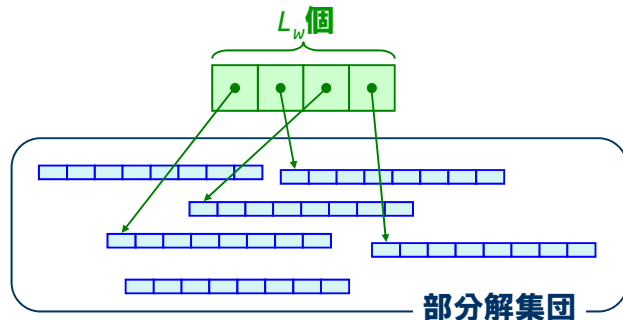


8

Otani-lab Project ©

全体解

- 部分解個体へのポインタの組合せ
 - $L_w = \text{配送先数} N / \text{部分解の配送先数} L_p$



9

表現型

- 前処理
 - 最近傍探索により順に配送先にdpIDを振る
- 配送経路
 - 1回しか出現しないdpID → そのまま
 - 複数回出現するdpID → 最大遺伝子の箇所
 - 1回も出現しないdpID → 順に埋める
- 使用トラック
 - 全貨物を積載可能な最小のトラック
 - 未使用トラック & 複数回使用トラックがあるときは、未使用トラックを使用



10

適応度

$\text{CO}_2 \text{総排出量} + \text{複数回使用トラック数} \times P$

1つのユニットにおける配送貨物の総重量が最大積載量を超える場合は既定値H



11

評価実験

- 配送先：茨城県稲敷市の32箇所



- 保有トラック：

データ	最大積載量		
	350kg	1000kg	2000kg
truck1	0台	0台	3台
truck2	0台	4台	1台
truck3	3台	5台	0台

Otani-lab Project©

12

評価実験

● 配送重量

■ 1tトラック1台で配送可能(1000kg程度)

- ◆ random-1 ... 0~31kgでランダム
- ◆ flat-1 ... 全配送先で31kg
- ◆ heavy1-1 ... 配送先6, 15は125kg, 他は25kg
- ◆ heavy2-1 ... 配送先8, 21は125kg, 他は25kg
- ◆ heavy3-1 ... 配送先12, 26は125kg, 他は25kg

■ ユニット分割必須(6000kg程度)

- ◆ random-2 ... 0~186kgでランダム
- ◆ flat-2 ... 全配送先で186kg
- ◆ heavy1-2 ... 配送先6, 15は750kg, 他は150kg
- ◆ heavy2-2 ... 配送先8, 21は750kg, 他は150kg
- ◆ heavy3-2 ... 配送先12, 26は750kg, 他は150kg

13

Otani-lab Project©

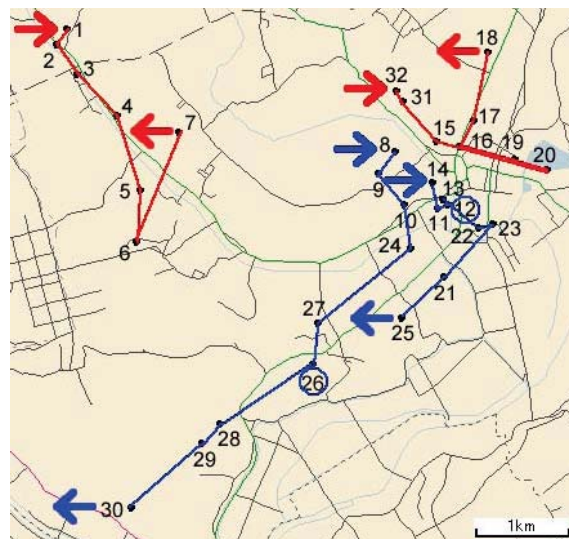
実験結果

貨物重量 データ	CO ₂ 排出量	ユニット数	複数回使用 トラック数
"*-1"	truck2と truck3で少	1 (random-1, truck1除く)	0
"*-2"	truck1で少	2~9	random-2は0 他は1

14

Otani-lab Project©

heavy3-2, truck1で得られた配送経路



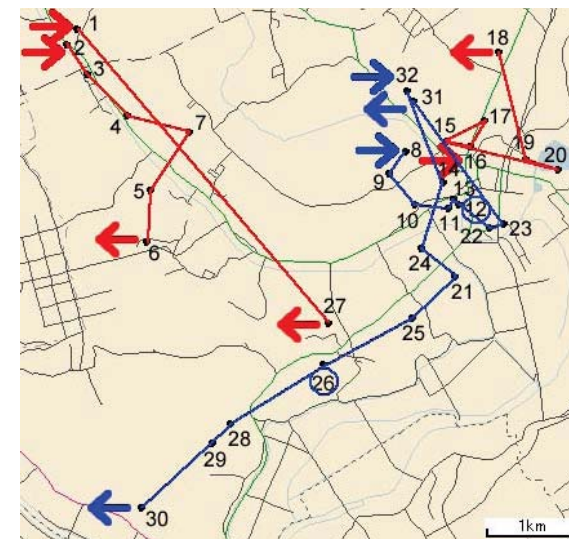
2tトラック2台
で残りの荷物

2tトラック2台
で重い荷物

15

Otani-lab Project©

heavy3-2, truck2で得られた配送経路



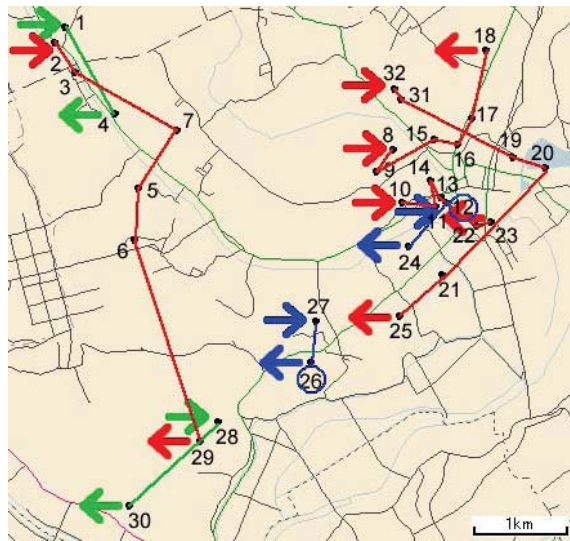
1tトラックで
残りの荷物

2tトラックで
重い荷物

16

Otani-lab Project©

heavy3-2, truck3で得られた配送経路



1tトラック4台
で4箇所の荷物

1tトラック2台
で重い荷物

軽トラック2台
で2箇所の荷物



まとめ

- CO₂排出量最小化配送経路・貨物割当問題
 - 保有トラックの最大積載量と台数の考慮
 - 共生進化に基づく探索手法の提案



妥当な配送経路と貨物割当が可能

- 今後の課題
 - 配送にかかる人員や配送時間の考慮

