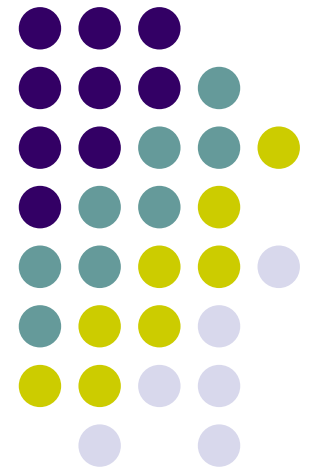


パス長制約付き 総アクセスコスト最小化問題 に対する発見的解法の提案

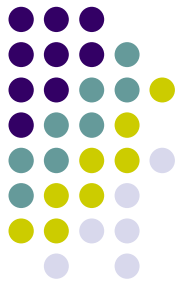
東京理科大学 工学部第一部 経営工学科
沼田研究室 4404080 堀江 祐介





目次

- 1 研究概要
- 2 問題の定義
- 3 既存解法 [1]
- 4 提案解法
- 5 数値実験
- 6 まとめ



1.1 研究背景

施設配置問題は、数理計画問題における代表的な問題の1つとして研究されてきた。

線施設 (サイクル、木、パス)

電車路線

送電線

石油パイプライン

長期間利用する

初期投資が大きい

再配置が難しい



できるだけ優れた配置場所を求める必要がある

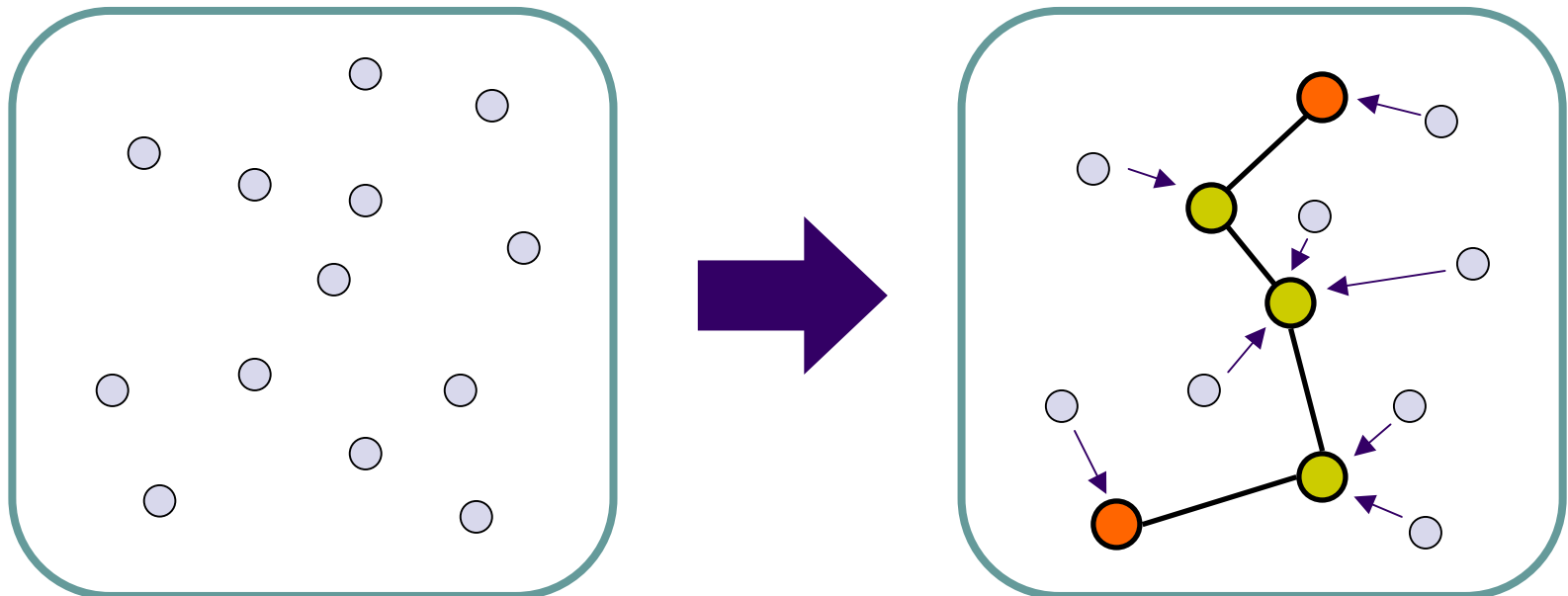


1.2 本研究で扱う問題

パス長制約付き総アクセスコスト最小化問題

(BLMPP、Bounded Length Median Path Problem [1])

パス長の制約を満たすような1本のパスを配置して、
総アクセスコストを最小化する問題





1.3 研究目的

BLMPPの厳密な最適解を求めることは難しい。
発見的解法を用いて近似解を求める。

文献[1]

実行可能性(パス長)

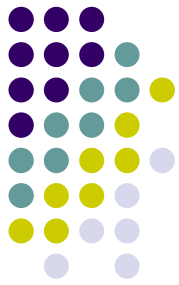
本研究

最適性(総アクセスコスト)

本研究の目的は、最適性を優先した解法を提案して、
その有効性を検証することである。

BLMPPと p メディアン問題の類似性

2.1 記号の定義



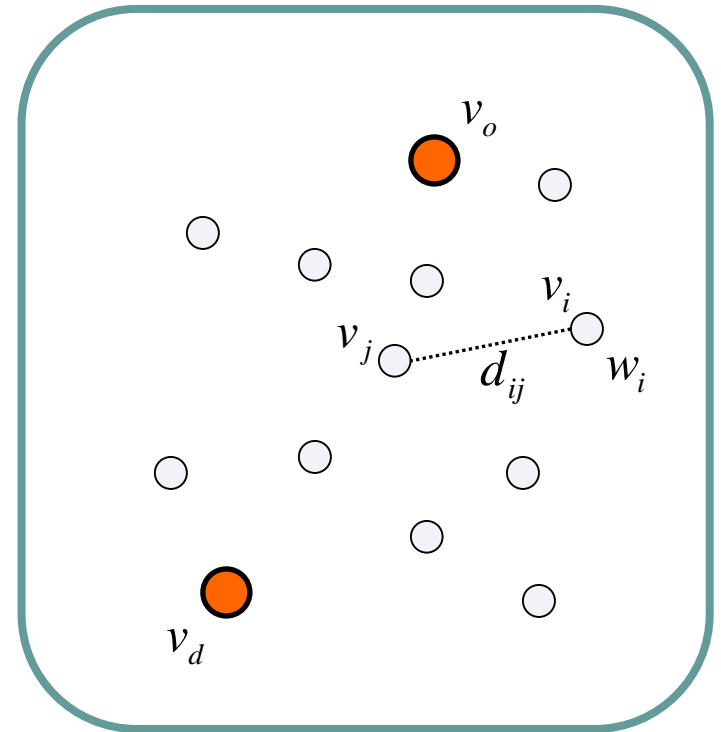
$V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$: 需要点

w_i : v_i の需要量

d_{ij} : 2点間 v_i 、 v_j の距離

v_o, v_d : パスの始点、終点 ($\in V$)

b : 制約パス長



2.2 定式化



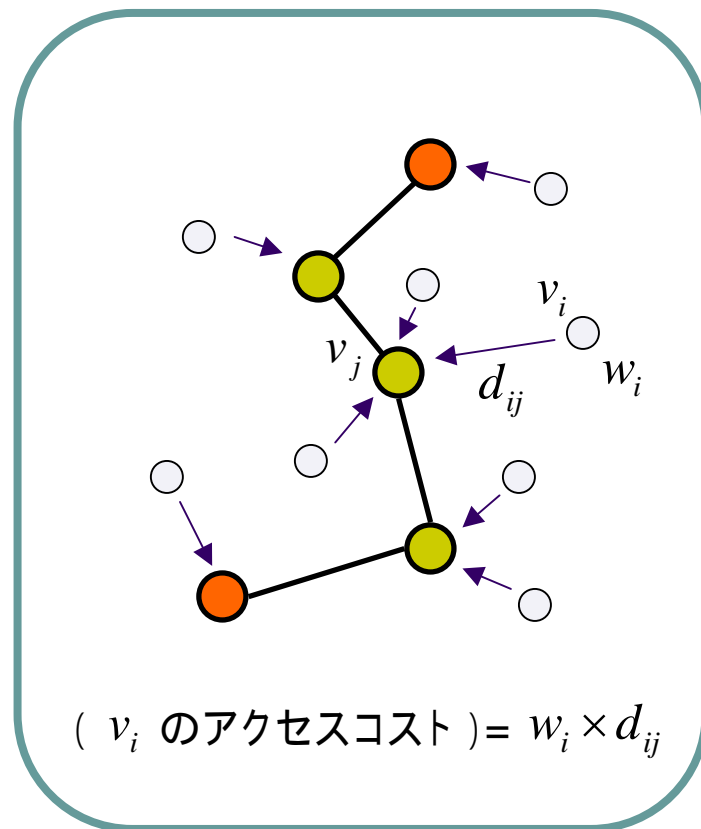
X : パス点(パス上の点)の集合

$$\begin{cases} c(X) & : \text{総アクセスコスト} \\ l(X) & : \text{最短パス長} \end{cases}$$

$$\text{minimize } c(X) \quad (1)$$

$$\text{subject to } l(X) \leq b \quad (2)$$

$$X \subset V, \quad v_o, v_d \in X \quad (3)$$

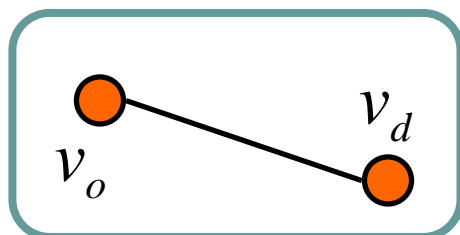


3 既存解法[1]



初期パス

始点と終点をつないだパス

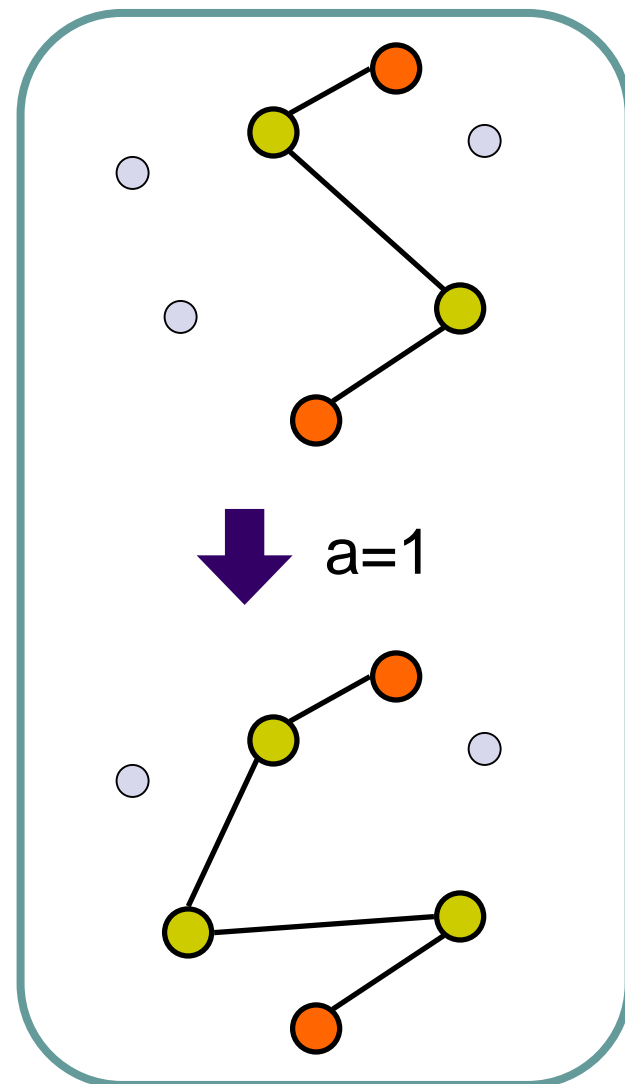


近傍

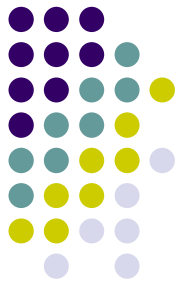
現在のパスから連続するa本の辺を取り除いて、元のものと異なる最短の経路でつなぎ換えてできるパスの集合

文献[1]では、この近傍探索を用いた2種類の解法を提案している。

- ・ 解法A
- ・ 解法B



4.1 BLMPPと p メディアン問題

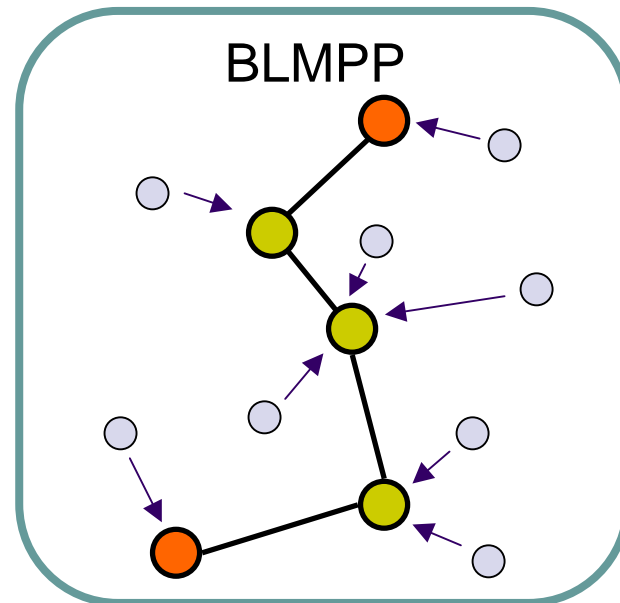
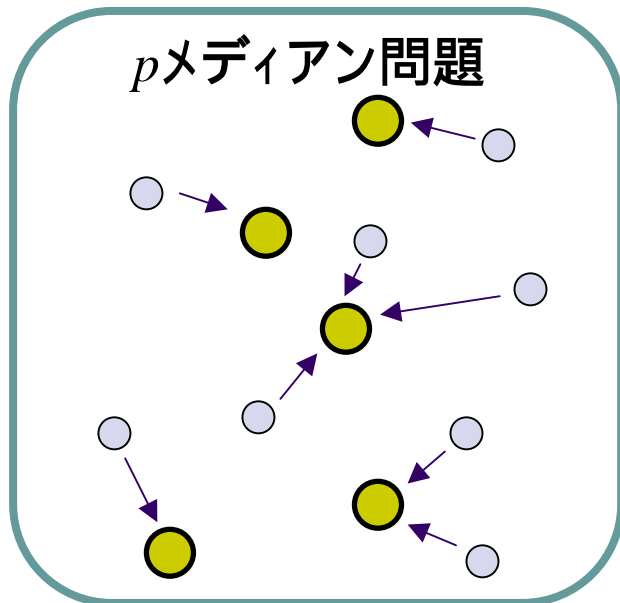


p メディアン問題の最適解を X とおく。 ($v_o, v_d \in X$)

$l(X) \leq b$ となるなら、 X はBLMPPの最適解 ($|X| = p$ と固定した場合)



BLPMMは $|X|$ が自由なので、
 $|X|$ を様々な値に設定しながらより良い解を求める。



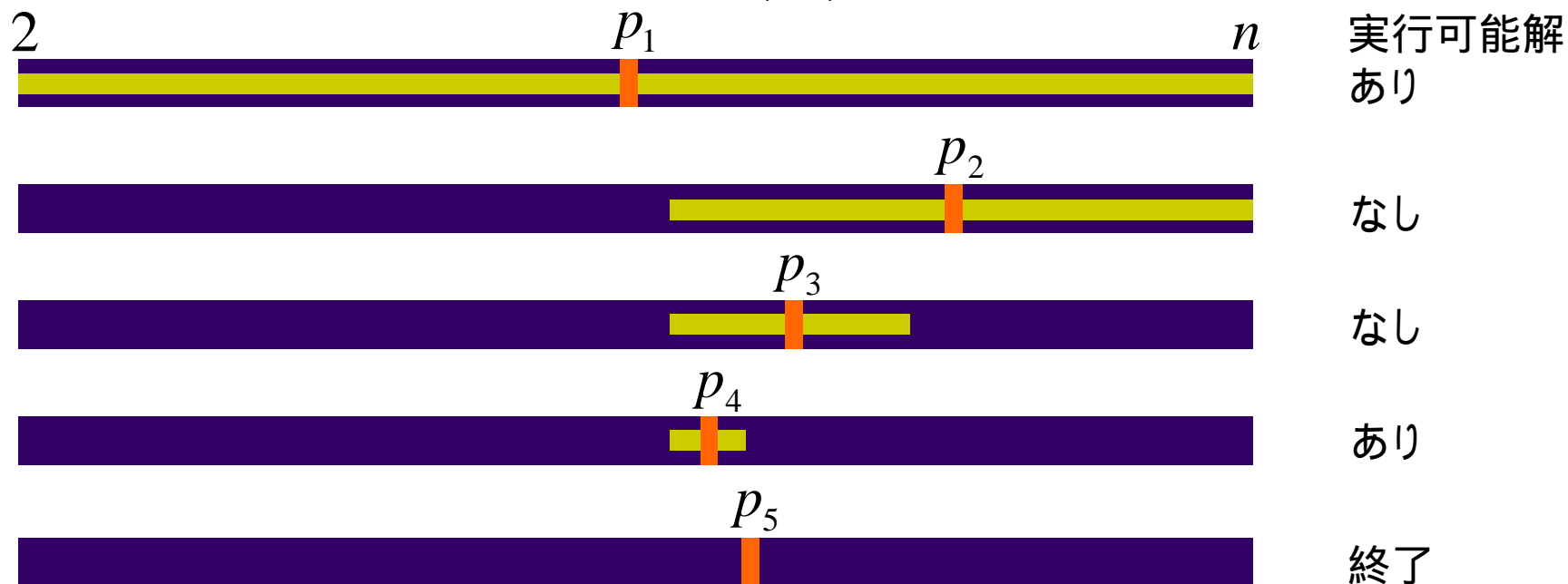


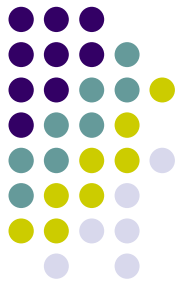
4.2 探索範囲と $|X|$ の推移

探索範囲の中央の値を p として、以下のように探索をする。

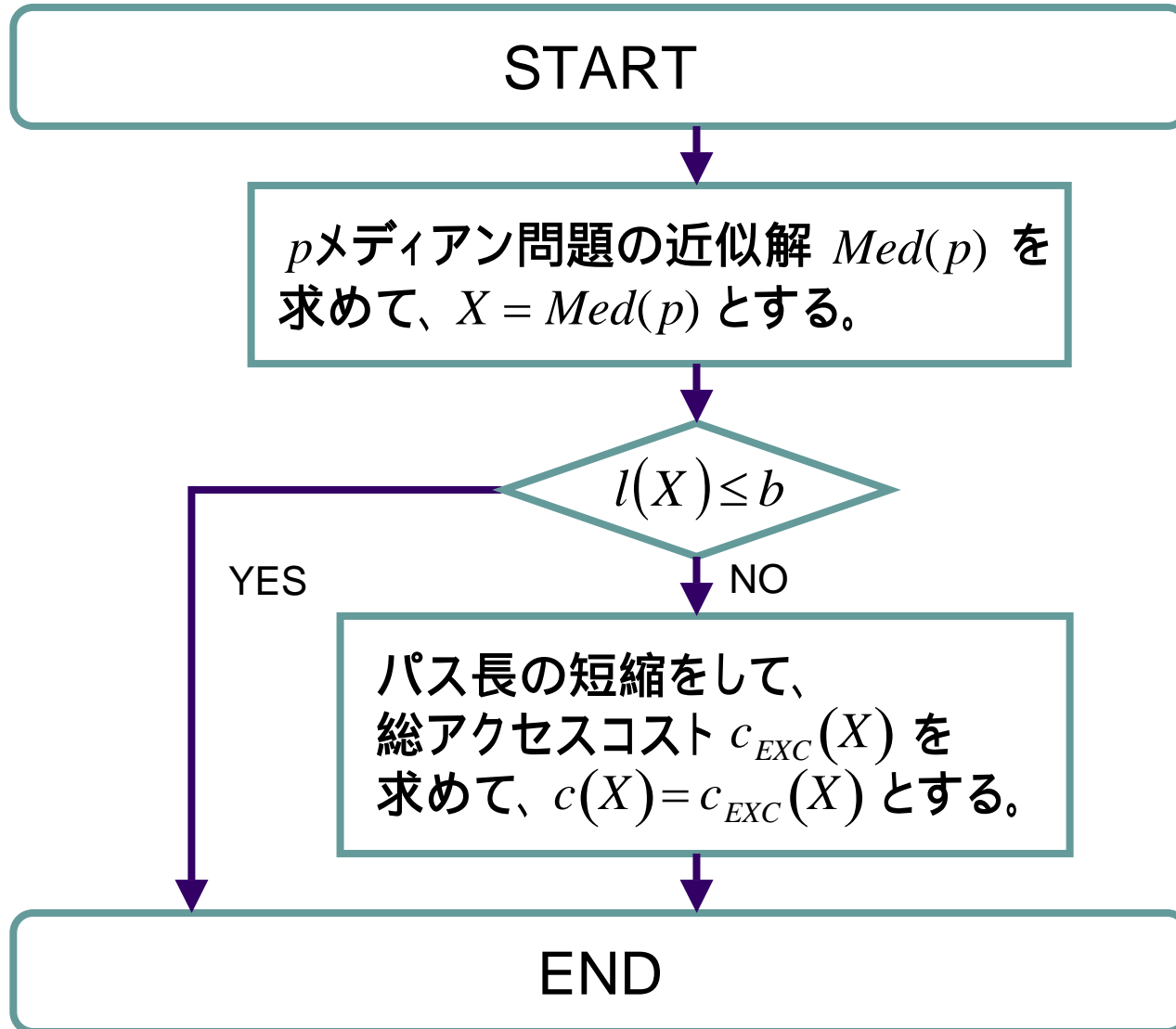
{ 実行可能解あり 次回の探索範囲は右半分
 なし 左半分

探索範囲と $|X|$ の推移





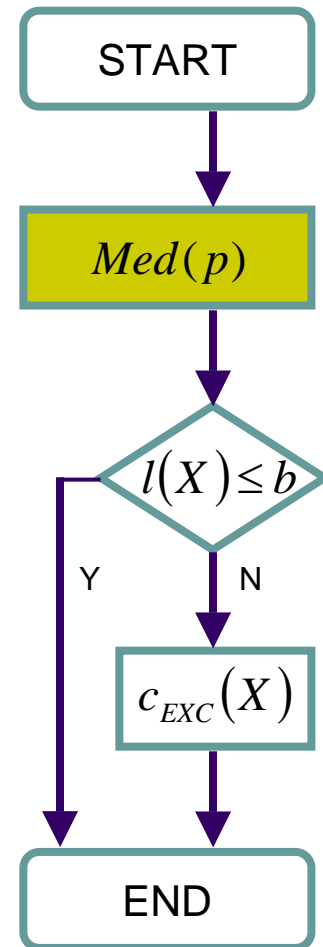
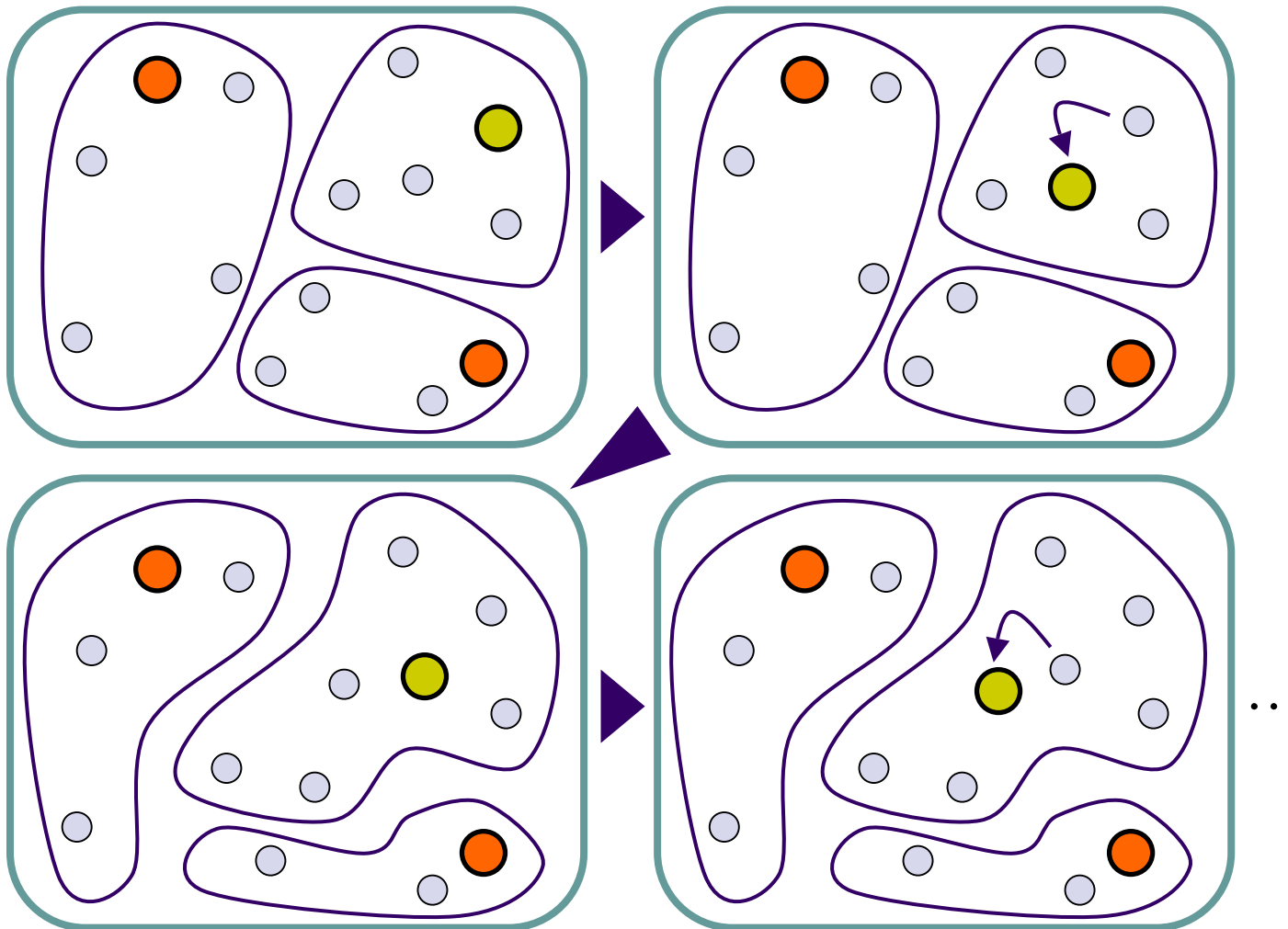
4.3 $|X| = p$ における解法の流れ



4.4 p メディアン問題の発見的解法



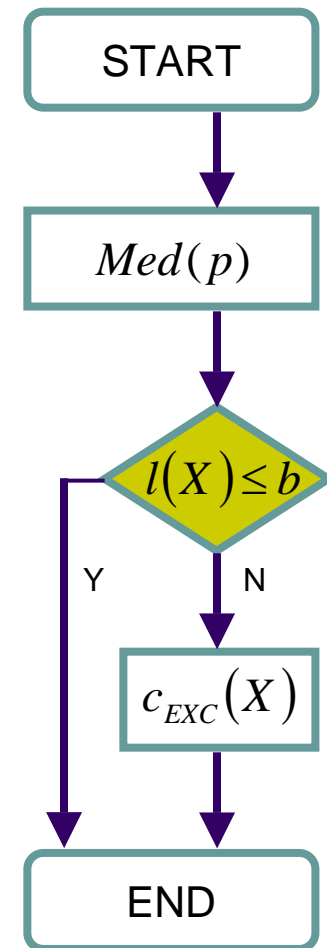
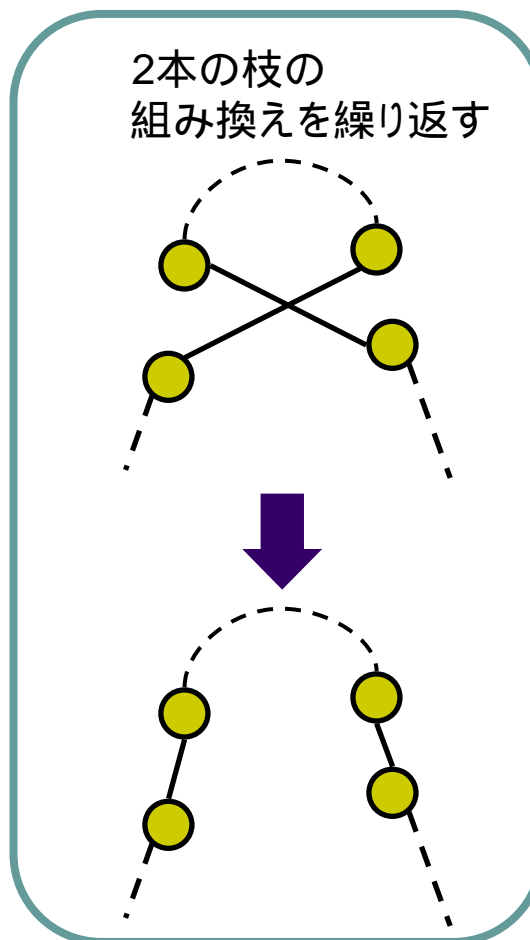
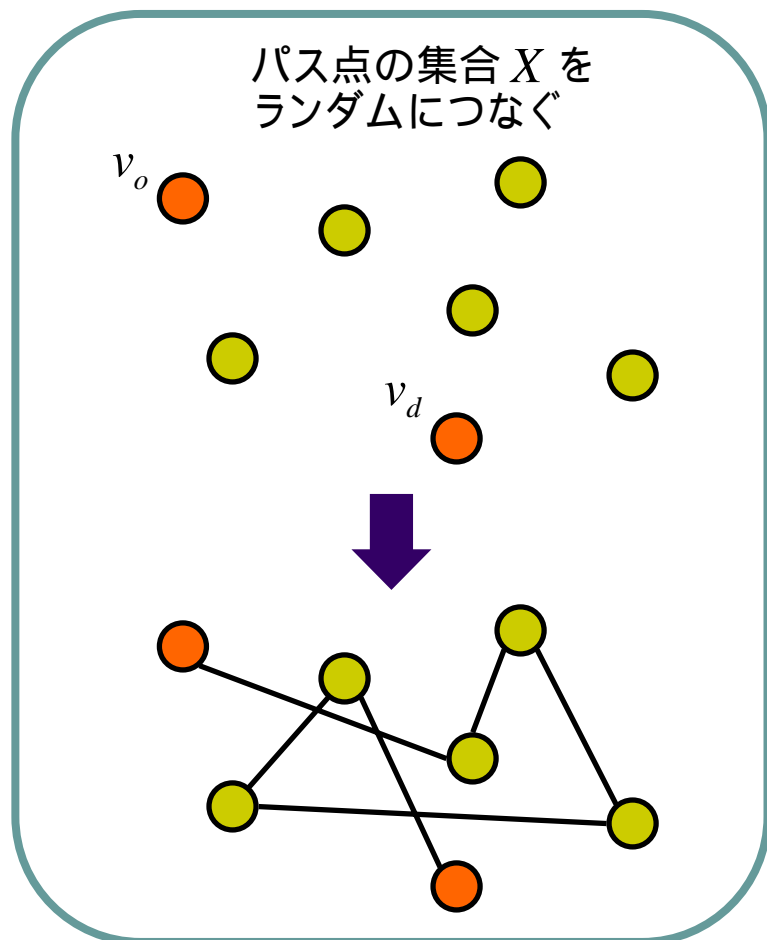
以下の方法で $|X| = p$ におけるパス点を求める。





4.5 パスの構築とパス長の判定

以下の方法で構築したパスのパス長 $l(X)$ と制約パス長 b を比較する。



4.6 パス長の短縮



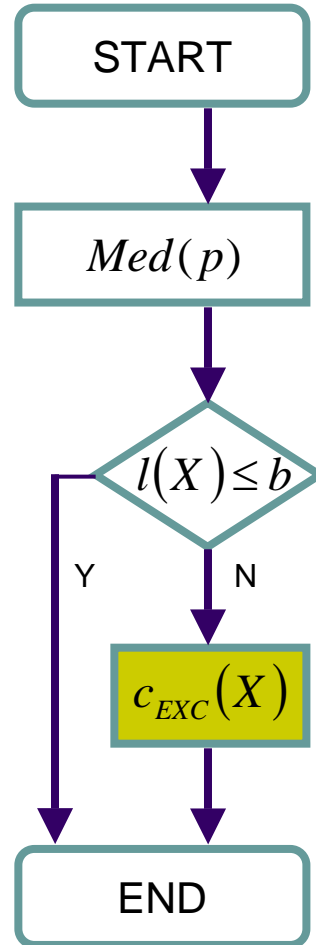
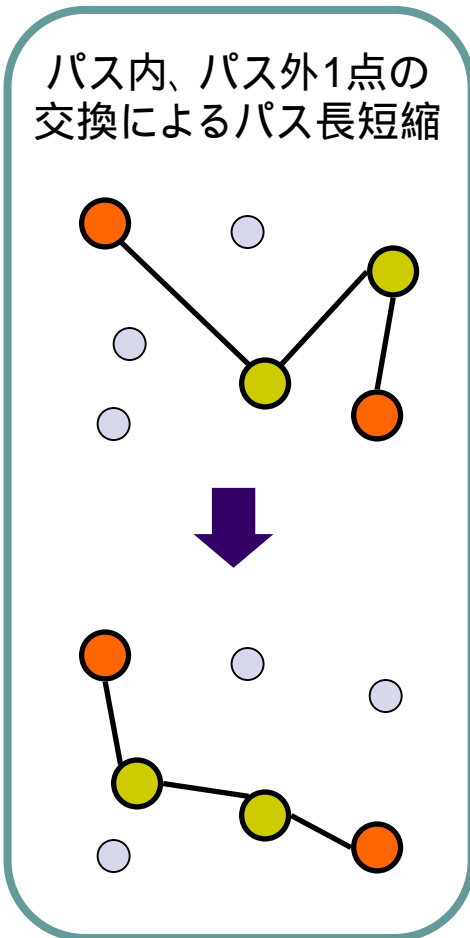
以下の方法でパス長の短縮を行う。

X と \bar{X} の1点交換による変化量
 Δc : 総アクセスコストの変化量
 Δl : パス長の変化量
 (変化量) = (交換後) - (交換前)

$\Delta l < 0$ かつ $\Delta c / \Delta l$ が最大となるような組み合わせで交換を繰り返す。

$c_{EXC}(X)$

実行可能解あり
 $l \leq b$ となったときの
 総アクセスコスト
 実行可能解なし
 $+\infty$



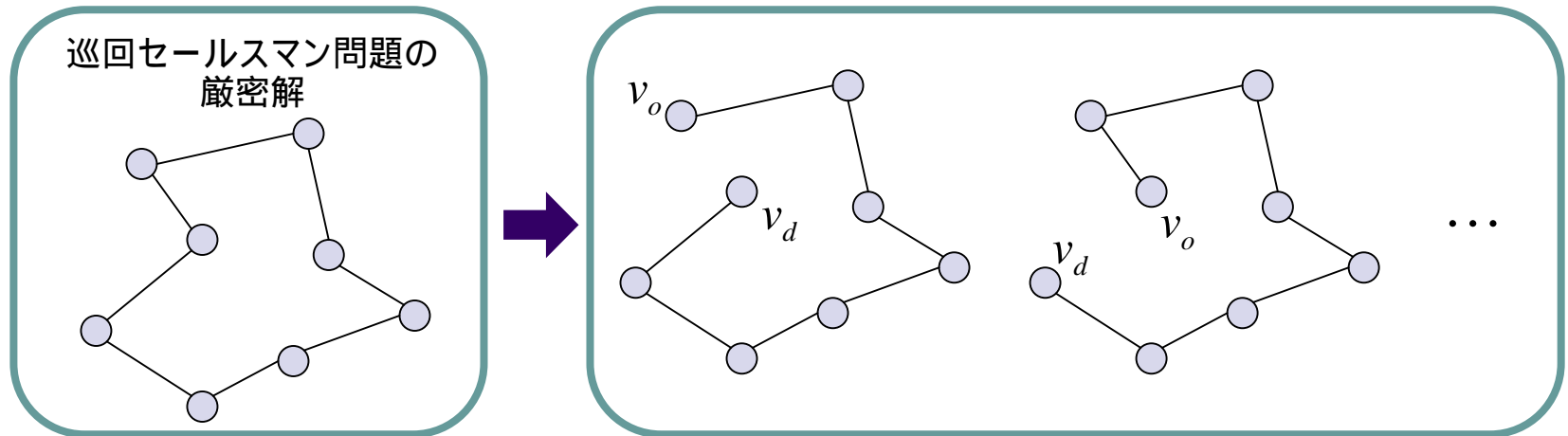


5.1 実験内容

TSPLIB95 [2] のデータを使用する。
 $w_i = 1$ とする。

実験 既存解法 [1] との比較 (berlin52, eil76)

既存解法での実験結果は文献 [1] から引用した
始点、終点が明示されていない



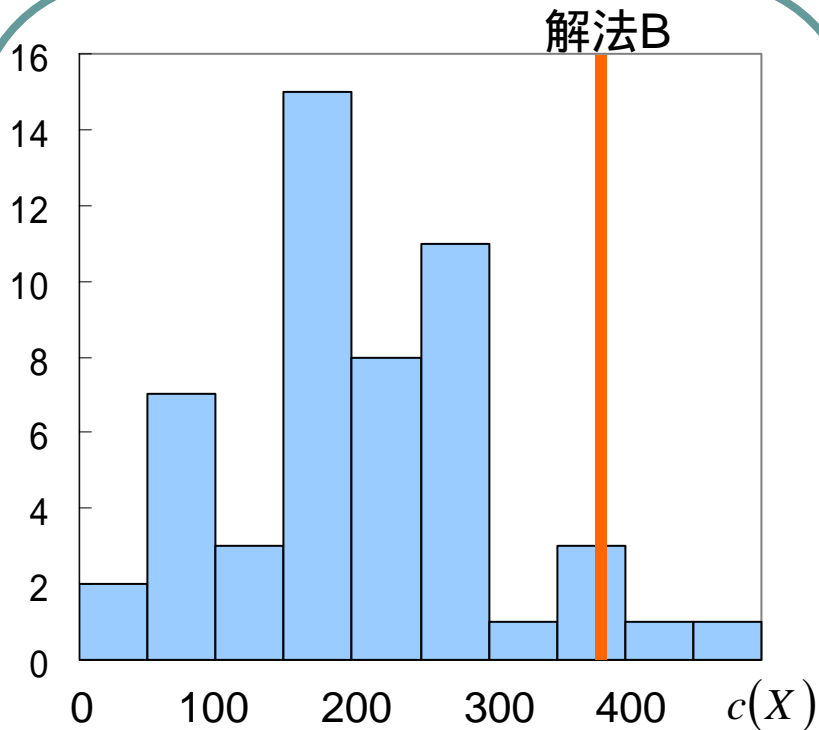
実験 異なるパスの両端点、制約パス長での比較 (eil76)



5.2 既存解法[1]との比較

以下のヒストグラムは、
提案解法における $c(X)$ の値の分布を表す。

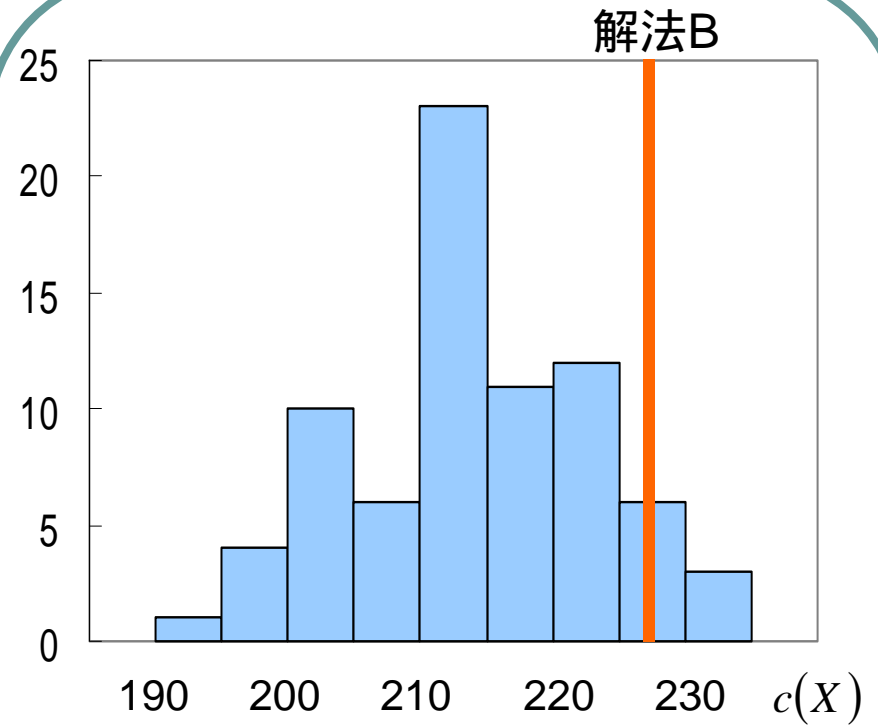
berlin52 ($b = 7478$)



解法A : 1182

解法B : 381

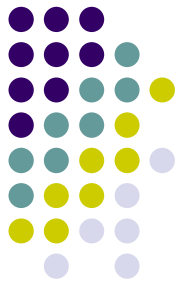
eil76 ($b = 300$)



解法A : 268

解法B : 227

5.3 異なる両端点、制約パス長での比較



eil76 のデータを使い、提案解法で求めたパス

	$b = 100$	$b = 300$	$b = 500$
両端点が近い			
両端点が遠い			



6 まとめ

BLMPPにおいて、最適性を優先した提案解法のアプローチが有効であることが確認できた。

その他の線施設を扱うモデルでも提案解法のアプローチが有効である可能性があるため、検証する必要がある。

参考文献



- [1] Isabella Lari, Federica Ricca, Anderea Scozzar (2008).
Comparing different metaheurisitic approaches for
the median path problem with bounded length.
European Journal of Operational Research 190 (2008)
587-597

- [2] TSPLIB95.
<http://www.iwr.uni-heidelberg.de/groups/comopt/software/TSPLIB95/>

- [3] 岡部篤行, 鈴木敦夫.
「最適配置の数理」, 朝倉書店 (1992)

- [4] 柳浦睦憲, 茨木俊秀.
「組み合わせ最適化 メタ戦略を中心として」,
朝倉書店 (2001)