

数理計画法パッケージ  
Numerical Optimizer 開発と  
適用事例の広がり

(株)NTTデータ数理システム

数理計画部

田辺隆人

以下の10団体がある日の体育館の利用について、  
希望を次のように出してきた。

可能な限り重ならないように調整せよ。

開始希望は必要ならば1時間は前後させてよい。

部活	開始希望	所要時間
バスケ	11:00	0:30
バトミントン	9:30	1:30
バレー	13:30	1:00
フラッグフットボール	11:00	1:30
演劇	14:30	1:00
ワンダーフォーゲル	9:00	0:30
ダンス	14:30	1:00
卓球	8:00	1:30
ハンドボール	15:30	0:30
山岳	13:30	0:30

# Excelによる図示



最適化の動機付け

結果はすぐに確認できても解くのは面倒  
(一方通行)

# 最適化を用いた 体育館調整問題

## モデル化

最小化  $\sum S^t$

制約  $\sum_{k \in K} \sum_{i \in I(k)} D_i^{k,t} x_i^k \leq 1 + s_t$

$\sum_{i \in I(k)} x_i^k = 1$

汎用ソフトウェアを使って  
コンピュータで解く

混合整数線形計画問題

最小化  $c^t y$

制約  $A^U x + y \leq b^U$

$A^E x = b^E$

$x \in \{0, 1\} \quad y \geq 0$

## ヒューリスティクス

以下の10団体がある日の体育館の利用について希望を次のように出してきた。可能な限り重ならないように調整せよ。開始希望は必要ならば1時間は前後させてよい。

部活	開始希望	所要時間
バスケット	11:00	0:30
バドミントン	9:30	1:30
バレー	13:30	1:00
フラッグフットボール	11:00	1:30
演劇	14:30	1:00
ワンダーフォーゲル	9:00	0:30
ダンス	14:30	1:00
卓球	8:00	1:30
ハンドボール	15:30	0:30
山岳	13:30	0:30

結果を  
確認しながら  
の作業

# 最適化を用いた 会議室調整問題

モデル化

汎用ソフトウェアを使って  
コンピュータで解く

最小化  $\sum s^t$  **大きさを?**

制約  $\sum_{k \in K} \sum_{i \in I(k)} D_i^{k,t} x_i^k \leq 1 + s_t$

$\sum_{i \in I(k)} x_i^k = 1$

混合整数線形計画問題

最小化  $c^t y$

制約  $A^U x + y \leq b^U$

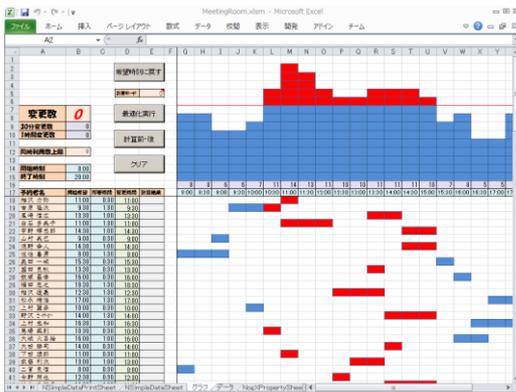
$A^E x = b^E$

$x \in \{0,1\} \quad y \geq 0$

ヒューリスティクス

**アドホック**

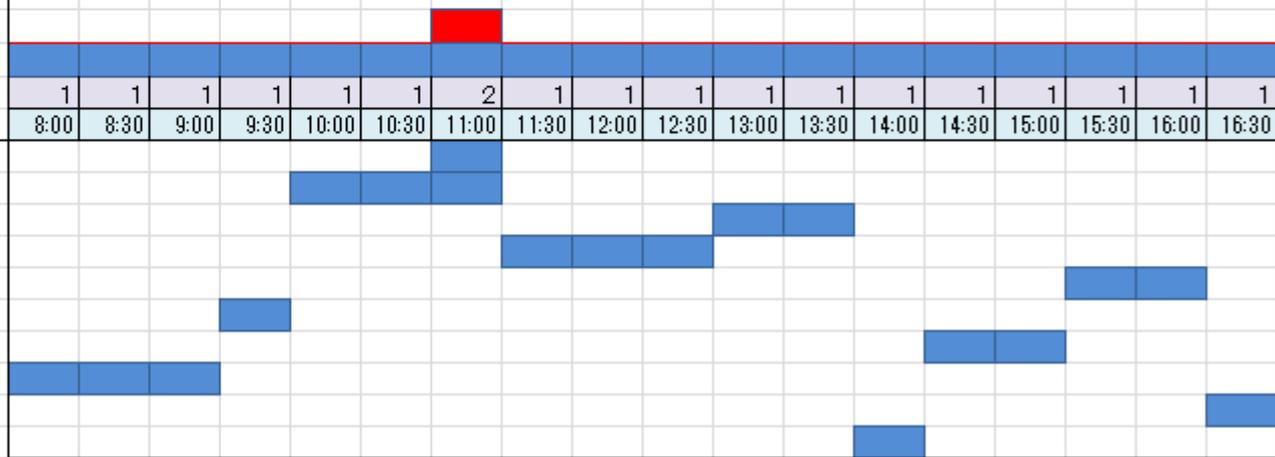
結果を  
確認しながら  
の作業



# 最適化が導いた 体育館調整問題の結果

		希望時刻に戻す		
		計算モード 0		
<b>変更数</b>	<b>7</b>	最適化実行		
30分変更数	6	計算前・後		
1時間変更数	1	クリア		
同時利用数上限	1			
開始時刻	8:00			
終了時刻	17:00			
団体	開始希望	所要時間	変更時間	計算結果
バスケット	11:00	0:30	11:00	11:00
バドミントン	9:30	1:30	9:30	10:00
バレー	13:30	1:00	13:30	13:00
フライングフットボール	11:00	1:30	11:00	11:30
演劇	14:30	1:00	14:30	15:30
フンダーフォーゲル	9:00	0:30	9:00	9:30
ダンス	14:30	1:00	14:30	14:30
卓球	8:00	1:30	8:00	8:00
ハンドボール	15:30	0:30	15:30	16:30
山岳	13:30	0:30	13:30	14:00

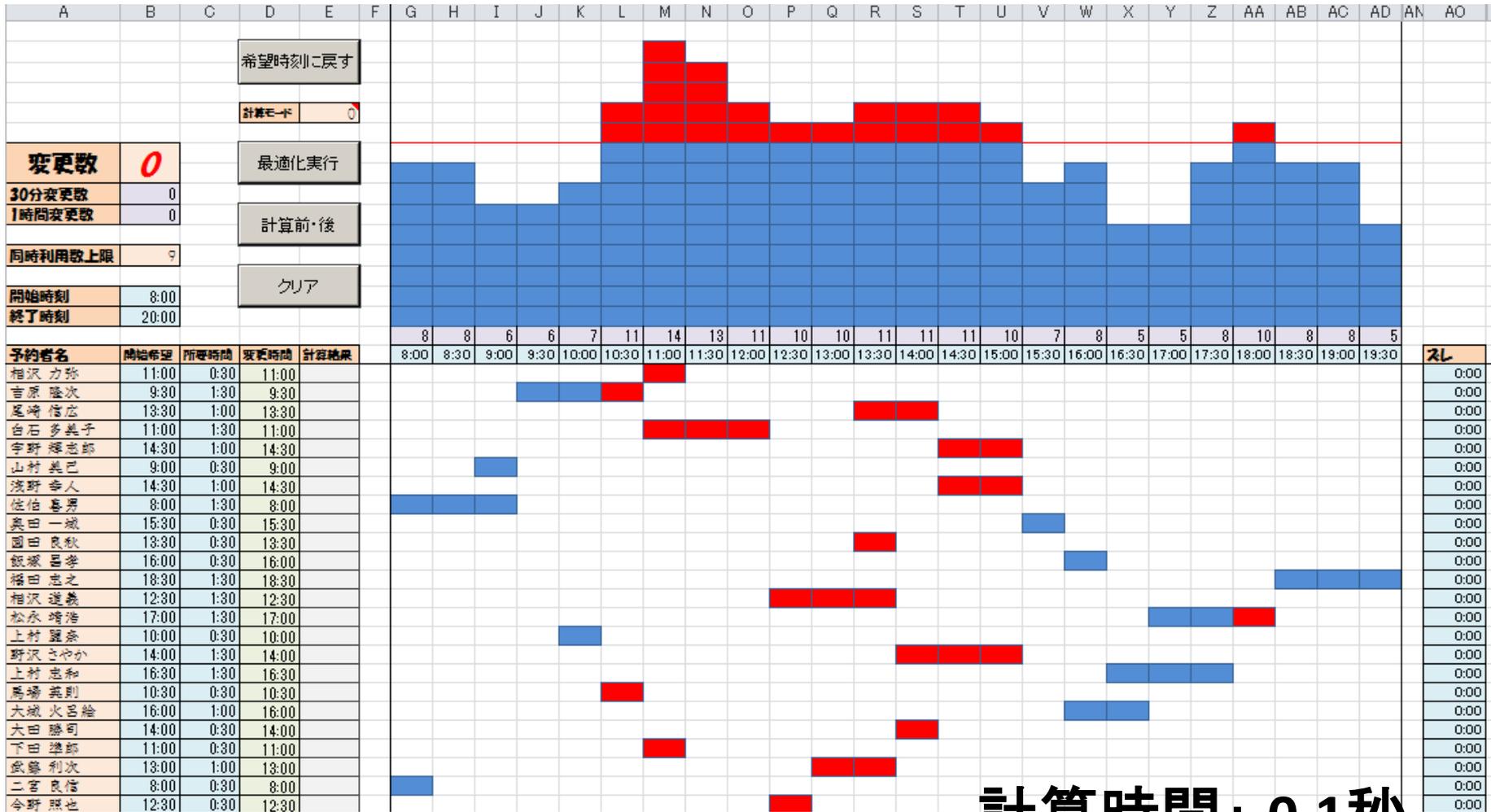
「**すいません**, **これ以上の調整は無理**なので**ここだけ折り合**ってもらえますでしょうか？」



計算時間: 0.02秒

# 会議時間調整問題 (調整前)

# 水平拡大



計算時間: 0.1秒



# 会議時間調整問題 最初の解

予約者名	開始希望	所要時間	変更時間	計算結果	スル
相沢 力弥	11:00	0:30	11:00	10:00	1:00
吉原 隆次	9:30	1:30	9:30	9:30	0:00
尾崎 信広	13:30	1:00	13:30	14:00	0:30
白石 多美子	11:00	1:30	11:00	10:30	0:30
宇野 輝志郎	14:30	1:00	14:30	15:30	1:00
山村 美巳	9:00	0:30	9:00	8:30	0:30
浅野 幸人	14:30	1:00	14:30	15:00	0:30
佐伯 喜男	8:00	1:30	8:00	8:00	0:00
奥田 一城	15:30	0:30	15:30	15:00	0:30
園田 良秋	13:30	0:30	13:30	13:30	0:00
飯塚 昌孝	16:00	0:30	16:00	16:30	0:30
藤田 志之	18:30	1:30	18:30	18:30	0:00
相沢 道義	12:30	1:30	12:30	13:30	1:00
松永 靖浩	17:00	1:30	17:00	18:00	1:00
上村 麗奈	10:00	0:30	10:00	10:00	0:00
野沢 さやか	14:00	1:30	14:00	15:00	1:00
上村 志和	16:30	1:30	16:30	16:00	0:30
馬場 英則	10:30	0:30	10:30	9:30	1:00
大塚 火呂輪	16:00	1:00	16:00	16:30	0:30
大田 勝司	14:00	0:30	14:00	15:00	1:00
下田 肇郎	11:00	0:30	11:00	10:00	1:00
武蔵 利次	13:00	1:00	13:00	13:00	0:00
二宮 良信	8:00	0:30	8:00	8:00	0:00
今野 照也	12:30	0:30	12:30	13:30	1:00

**調整多すぎ！**

計算時間: 0.1秒

# 会議時間調整問題 (より実務的な解: その1)

会議室に収容する計画は  
たくさんある

目的関数を調整して  
変更の数を減らしてみた

予約者名	開始希望	所要時間	変更時間	計算結果
相沢 力弥	11:00	0:30	11:00	11:00
吉原 隆次	9:30	1:30	9:30	
尾崎 信広	13:30	1:00	13:30	
白石 多美子	11:00	1:30	11:00	
宇野 輝彦郎	14:30	1:00	14:30	
山村 美巳	9:00	0:30	9:00	
浅野 幸人	14:30	1:00	14:30	
佐伯 基男	8:00	1:30	8:00	
奥田 一城	15:30	0:30	15:30	
園田 良秋	13:30	0:30	13:30	
飯塚 昌孝	16:00	0:30	16:00	
稲田 忠之	18:30	1:30	18:30	18:30
相沢 道義	12:30	1:30	12:30	12:30
松永 靖浩	17:00	1:30	17:00	17:00
上村 麗奈	10:00	0:30	10:00	10:00
野沢 さやか	14:00	1:30	14:00	14:00
上村 志和	16:30	1:30	16:30	16:30
馬場 英則	10:30	0:30	10:30	10:30
大城 火呂絵	16:00	1:00	16:00	17:00
大田 勝司	14:00	0:30	14:00	14:00
下田 準郎	11:00	0:30	11:00	11:00
武蔵 利次	13:00	1:00	13:00	14:00
二宮 良信	8:00	0:30	8:00	8:00
今野 照也	12:30	0:30	12:30	12:30
坂本 千鶴子	14:00	1:30	14:00	15:00

計算時間: 0.1秒

# 会議時間調整問題 (より実務的な解: その2)

予約者名	開始希望	所要時間	変更時間	計算結果	スル
相沢 力弥	11:00	0:30	11:00	11:00	0:00
吉原 隆次	9:30	1:30	9:30	9:00	0:30
尾崎 信広	13:30	1:00	13:30		0:30
白石 多美子	11:00	1:30	11:00		0:00
宇野 輝志郎	14:30	1:00	14:30		0:30
山村 美巳	9:00	0:30	9:00		0:30
渡野 幸人	14:30	1:00	14:30		0:30
佐伯 孝男	8:00	1:30	8:00		0:00
奥田 一成	15:30	0:30	15:30		0:30
園田 良秋	13:30	0:30	13:30		0:00
飯塚 昌孝	16:00	0:30	16:00		0:30
橋本 忠之	18:30	1:30	18:30		0:00
相沢 道義	12:30	1:30	12:30	12:00	0:00
松永 博浩	17:00	1:30	17:00	17:00	0:00
上村 麗奈	10:00	0:30	10:00	9:00	0:30
野沢 さやか	14:00	0:30	14:00		0:30
上村 忠和	16:30	0:30	16:30		0:00
馬場 英則	10:30	0:30	10:30		0:00
大城 火呂絵	16:00	0:30	16:00		0:30
大田 勝司	14:00	0:30	14:00		0:00
下田 隼郎	11:00	0:30	11:00		0:30
盛藤 利次	13:00	0:30	13:00		0:30
二宮 良信	8:00	0:30	8:00		0:00
今野 照也	12:30	0:30	12:30	12:30	0:00
竹本 千勢子	14:00	1:30	14:00	15:00	0:00
河部 知美	11:00	1:30	11:00	11:00	1:00
米田 祐二	19:00	1:00	19:00	19:00	0:00

1 時間以上の大きな  
変更の数を減らしてみた

どちらがよい？

計算時間: 0.1秒

# 会議室問題と同じ構造の問題

- テニスコートの空き時間貸出し計画
- 船会社の船の貸出計画
- 工場機械・CTスキャンの利用割り当て
- 診療スケジュール調整
- 車両の配達手順設定問題
- 保守計画スケジューリング(⇒計算例)

水平拡大

モデル化

$$\begin{aligned} & \text{最小化} \sum_t s^t \\ & \text{制約} \sum_{k \in K} \sum_{i \in I(k)} D_i^{k,t} x_i^k \leq 1 + s_t \\ & \sum_{i \in I(k)} x_i^k = 1 \end{aligned}$$

汎用ソフトウェアを使って  
コンピュータで解決

$$\begin{aligned} & \text{最小化} c^t x \\ & \text{制約} A^U x \leq b^U \\ & A^E x = b^E \\ & x \in \{0,1\} \end{aligned}$$

モデルの「見立て」次第で応用は広がる

# 最適化という仕事

1. 受託開発
2. アルゴリズム・パッケージ (Numerical Optimizer) の開発

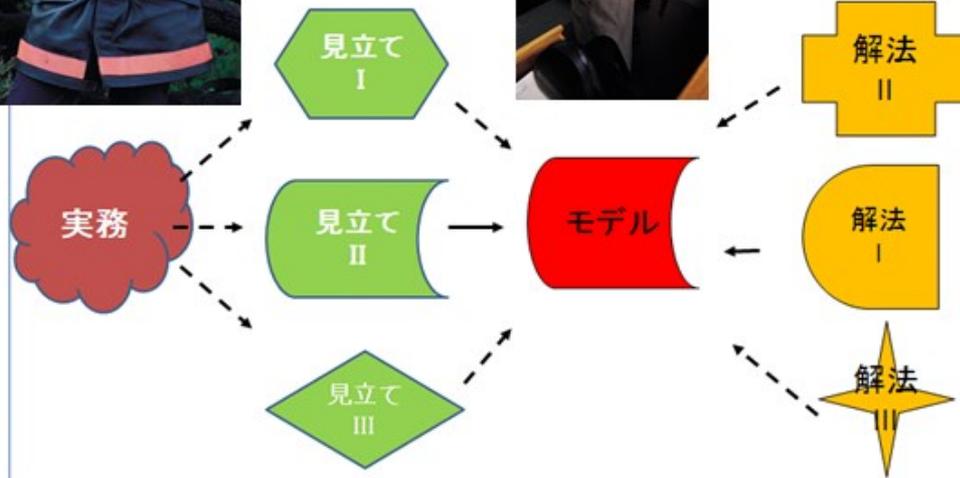
実務



NTTデータ  
数理システム



アカデミック



# 最適化プロジェクトの構図

他に解はないの？

私のやり方で  
悪い？

修正しやすい？

計算結果の通りに  
実行できないんです！

説明できるか？

なぜこうなる？

コスト削減

モデル化・  
実装・速度

アルゴリズム



**NTT DATA**  
Global IT Innovator

株式会社 NTTデータ 数理システム  
— 数理科学+コンピュータサイエンス —

プロトタイプ  
作りましたっ！

ABテスト！



# 経営サイドの最適化（イメージ）



**コスト最適！**



# 実務サイドの最適化（イメージ）



**実務的なものを選ぶ必要あり**

# 「耳の痛い」クレーム

「ちょっと違うかなあ」

		日付																																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30								
人	1	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	日勤											
	2	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	休日	日勤											
	3	休日	当直	準日	休日	準夜	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	休日	深夜	休日	準夜	準夜	準夜	日勤	休日	休日	当直	準日	日勤	準夜	日勤	休日	休日	当直	準日	準夜	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	休日			
	4	準夜	深夜	休日	休日	準夜	深夜	休日	日勤	深夜	休日	休日	準夜	準夜	準夜	準夜	準夜	休日	休日	日勤	準夜	準夜	日勤	日勤	休日	休日	準夜	準夜	当直	準日	当直	準日	当直	準日	当直	準日	当直		
	5	準日	休日	休日	当直	準日	日勤	準夜	深夜	休日	当直	準日	準日	深夜	休日	当直	準日	準日	深夜	休日	準夜	日勤	当直	準日	準夜	日勤	当直	準日	準夜	日勤	深夜	休日	日勤	準夜	日勤	準夜			
	6	準夜	日勤	休日	休日	日勤	準夜	日勤	当直	準日	休日	休日	準夜	準夜	深夜	休日	日勤	当直	準日	深夜	休日	準夜	日勤	当直	準日	準夜	日勤	当直	準日	準夜	日勤	当直	準日	深夜	休日	日勤	準夜		
	7	準日	日勤	休日	日勤	日勤	深夜	休日	準夜	日勤	休日	休日	当直	準日	日勤	深夜	休日	当直	準日	日勤	日勤	深夜	休日	日勤	日勤	深夜	休日	日勤	深夜	休日	深夜	休日	深夜	休日	深夜	休日	日勤		
	8	当直	準日	休日	休日	準夜	準夜	日勤	日勤	準夜	休日	休日	日勤	当直	準日	日勤	日勤	休日	休日	準夜	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	休日	日勤	当直	準日	準夜	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤		
	9	深夜	休日	当直	準日	深夜	休日	準夜	日勤	当直	準日	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	深夜	休日	休日	深夜	休日	日勤	準夜	深夜	休日	休日	準夜	日勤	準夜	準夜	深夜	休日	日勤	準夜	準夜	深夜	深夜	深夜	
	10	準夜	当直	準日	休日	日勤	準夜	準夜	当直	準日	休日	深夜	休日	日勤	当直	準日	準日	当直	準日	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	準夜	休日	深夜	休日	深夜	休日	日勤	日勤	当直	準日	準日	準日	準日		
	11	日勤	日勤	休日	休日	日勤	深夜	休日	日勤	深夜	休日	当直	準日	深夜	休日	日勤	休日	日勤	準夜	準夜	日勤	深夜	休日	休日	準夜	準夜	日勤	当直	準日	深夜	休日	準夜	日勤	深夜	休日	準夜	日勤	当直	
	12	日勤	休日	深夜	休日	当直	準日	深夜	休日	当直	準日	休日	準夜	日勤	準夜	日勤	深夜	休日	休日	日勤	準夜	深夜	休日	当直	準日	準日	休日	当直	準日	日勤	準夜	深夜							
	13	日勤	日勤	休日	休日	日勤	準夜	当直	準日	準夜	休日	当直	準日	深夜	休日	準夜	日勤	休日	休日	準夜	日勤	準夜	当直	準日	休日	休日	当直	準日	当直	日勤									
	14	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	深夜	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	日勤											
	15	当直	準日	当直	準日	深夜	休日	当直	準日	日勤	深夜	休日	日勤	日勤	当直	準日	休日	当直	準日	準夜	準夜	日勤	休日	深夜	休日	日勤	日勤	深夜	休日	日勤	日勤	準夜							
	16	日勤	準夜	深夜	休日	当直	準日	準夜	準夜	日勤	休日	当直	準日	準夜	準夜	深夜	休日	休日	深夜	休日	当直	準日	準日	日勤	日勤	休日	当直	準日	準夜	日勤	深夜	休日	日勤	深夜	休日	日勤	日勤	日勤	日勤
	17	準夜	準夜	休日	当直	準日	当直	準日	深夜	休日	日勤	休日	日勤	当直	準日	当直	準日	休日	当直	準日	当直	準日																	
	18	休日	日勤	休日	深夜	休日	当直	準日	準夜	休日	当直	準日	日勤	深夜	休日	準夜	当直	準日	準日	深夜	休日	日勤	当直	準日	準夜	深夜	休日	休日	準夜										
	19	日勤	深夜	休日	休日	準夜	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	休日	準夜	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	休日	日勤	深夜	休日	当直	準日	休日	日勤	準夜	日勤	日勤	深夜	休日	日勤	日勤	深夜	休日	日勤	日勤	日勤	
	20	深夜	休日	休日	深夜	休日	日勤	日勤	準夜	深夜	休日	深夜	休日	準夜	日勤	日勤	日勤	深夜	休日	当直	準日	日勤	準夜	日勤	休日	深夜	休日	準夜	日勤										

アルゴリズム: wcsp 計算時間 2 秒



# 「耳の痛い」クレーム

「これもだめ」

		日付																																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30							
人	1	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	深夜	休日	日勤	日勤	休日	日勤											
	2	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	休日	日勤	休日	日勤	休日	日勤																
	3	休日	休日	当直	準夜	準夜	日勤	深夜	休日	当直	準日	休日	日勤	日勤	日勤	準夜	日勤	休日	休日	準夜	日勤	日勤	当直	準日	休日	休日	日勤	準夜	日勤	当直	準日	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	
	4	日勤	日勤	深夜	休日	当直	準日	深夜	休日	準夜	休日	休日	準夜	準夜	準夜	深夜	休日	深夜	休日	日勤	当直	準日	準夜	準夜	休日	日勤	準夜	深夜	休日	日勤	準夜	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	
	5	準夜	日勤	深夜	休日	準夜	準夜	日勤	当直	休日	休日	日勤	準夜	日勤	日勤	休日	休日	当直	準日	深夜	休日	準夜	日勤															
	6	日勤	深夜	休日	休日	日勤	当直	準日	日勤	日勤	休日	休日	当直	準日	深夜	休日	準夜	休日	休日	日勤	深夜	休日	深夜	休日	当直	準日	休日	深夜	休日	日勤	深夜	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	
	7	日勤	当直	準日	深夜	休日	深夜	休日	当直	準日	深夜	休日	日勤	準夜	当直	準日	日勤	休日	休日	準夜	日勤	日勤	準夜	日勤														
	8	深夜	休日	休日	休日	当直	準日	日勤	日勤	休日	当直	準日	深夜	休日	準夜	日勤	深夜	休日	休日	日勤	日勤	準夜	日勤															
	9	準夜	準夜	休日	休日	日勤	当直	準日	日勤	日勤	休日	休日	準夜	当直	準日	日勤	日勤	休日	当直	準日	深夜	休日	準夜	日勤														
	10	準日	日勤	休日	休日	日勤	当直	準夜	準夜	休日	休日	準夜	日勤	当直	準日	休日	当直	準日	深夜	休日	当直	準日	日勤															
	11	準夜	準夜	休日	深夜	休日	準夜	準夜	日勤	休日	当直	準日	日勤	深夜	休日	準夜	日勤	休日	準夜	日勤																		
	12	日勤	休日	休日	当直	準日	日勤	日勤	深夜	休日	深夜	休日	日勤	日勤	準夜	日勤	日勤	休日	休日	当直	準日	準夜	準夜	日勤														
	13	準夜	日勤	休日	休日	準夜	日勤	当直	準日	日勤	休日	日勤	当直	準日	日勤	深夜	休日	当直	準日	深夜	休日	深夜	休日	当直	準日	休日	準夜	当直	準日	日勤								
	14	日勤	日勤	日勤	日勤	深夜	休日	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	日勤																				
	15	日勤	当直	準日	休日	日勤	日勤	日勤	準夜	日勤	休日	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	深夜	休日	休日	準夜	準夜	当直	準日	深夜	休日	休日	準夜	日勤										
	16	準日	日勤	休日	休日	日勤	準夜	日勤	準夜	深夜	休日	当直	準日	深夜	休日	準夜	日勤																					
	17	当直	準日	休日	休日	日勤	準夜	準夜	日勤	日勤	休日	深夜	休日	準夜	日勤	日勤	日勤	休日	深夜	休日	当直	準日	日勤															
	18	休日	深夜	休日	休日	準夜	日勤	準夜	深夜	休日	当直	準日	深夜	休日	準夜	当直	準日	休日	当直	準日	準夜	日勤	日勤	休日	当直	準日	日勤											
	19	深夜	休日	当直	準日	深夜	休日	準夜	準夜	当直	準日	休日	準夜	深夜	休日	準夜	当直	準日	休日	日勤	準夜	準夜	深夜	休日	休日	休日	日勤											
	20	当直	準日	休日	当直	準日	深夜	休日	日勤	深夜	休日	深夜	休日	当直	準日	当直	準日	深夜	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	深夜	休日	休日	当直	準日	日勤									

アルゴリズム: wcsp 計算時間 2 秒

# 「耳の痛い」クレーム

「惜しいんだけどな」

		日付																																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30					
人	1	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	深夜	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	
	2	日勤	日勤	日勤	深夜	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	休日	日勤								
	3	深夜	休日	当直	準夜	準夜	日勤	深夜	休日	当直	準夜	休日	日勤	深夜	休日	準夜	日勤	深夜	休日	準夜	深夜	休日	準夜	深夜	休日	当直	準夜	当直	準夜	深夜	休日	日勤	深夜	休日		
	4	日勤	準夜	休日	日勤	準夜	日勤	準夜	準夜	休日	深夜	休日	準夜	当直	準夜	日勤	休日	休日	準夜	日勤	当直	準夜	日勤	休日	休日	深夜	休日	休日	深夜	休日	準夜	深夜	準夜	日勤		
	5	日勤	日勤	休日	休日	準夜	当直	準夜	当直	準夜	休日	当直	準夜	日勤	深夜	休日	当直	準夜	日勤	深夜	休日	当直	準夜	日勤	当直	準夜	休日	休日	日勤	準夜	深夜	休日	日勤	日勤		
	6	準夜	日勤	深夜	休日	日勤	準夜	準夜	深夜	休日	休日	当直	準夜	日勤	当直	準夜	休日	深夜	休日	準夜	当直	準夜	日勤	当直	準夜	休日	休日	準夜	日勤	日勤	当直	準夜	日勤	当直		
	7	準夜	日勤	休日	当直	準夜	深夜	休日	日勤	日勤	休日	休日	準夜	日勤	準夜	日勤	休日	当直	準夜	日勤	日勤	休日	当直	準夜	日勤	日勤	休日	日勤	深夜	休日	日勤	準夜	準夜	当直		
	8	深夜	休日	休日	休日	当直	準夜	当直	準夜	準夜	休日	日勤	準夜	準夜	深夜	休日	深夜	休日	休日	日勤	当直	準夜	準夜	日勤	休日	当直	準夜	日勤	日勤	深夜	休日	日勤	日勤	深夜	休日	
	9	日勤	当直	準夜	休日	深夜	休日	深夜	休日	日勤	深夜	休日	日勤	日勤	当直	準夜	準夜	休日	当直	準夜	準夜	深夜	休日	当直	準夜	準夜	深夜	休日	当直	準夜	休日	準夜	当直	準夜	当直	
	10	休日	当直	準夜	当直	準夜	深夜	休日	当直	準夜	当直	準夜	深夜	休日	日勤	日勤	当直	準夜	休日	当直	準夜	日勤	深夜	休日	深夜	休日	休日	日勤	準夜	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	
	11	日勤	深夜	休日	深夜	休日	準夜	準夜	日勤	当直	準夜	休日	深夜	休日	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	準夜	日勤	深夜	休日	休日	休日	準夜	当直	準夜	日勤	休日	休日	当直	準夜	日勤	日勤	
	12	準夜	深夜	休日	休日	日勤	準夜	日勤	準夜	日勤	休日	休日	日勤	準夜	準夜	深夜	休日	休日	休日	準夜	当直	準夜	準夜	日勤	休日	休日	当直	準夜	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	深夜	
	13	当直	準夜	深夜	休日	日勤	準夜	日勤	深夜	休日	当直	準夜	当直	準夜	深夜	休日	当直	準夜	日勤	深夜	休日	準夜	日勤	日勤	休日	休日	日勤	準夜								
	14	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	休日	日勤	休日	休日	日勤	休日														
	15	日勤	休日	休日	休日	日勤	日勤	日勤	準夜	深夜	休日	休日	準夜	日勤	準夜	準夜	休日	休日	日勤	準夜	日勤	日勤	深夜	休日	休日	日勤	準夜	深夜	休日	休日	日勤	準夜	深夜	休日	日勤	日勤
	16	当直	準夜	休日	休日	準夜	日勤	日勤	準夜	準夜	休日	休日	日勤	当直	準夜	日勤	当直	準夜	休日	深夜	休日	日勤	準夜	日勤	準夜	深夜	休日	当直	準夜	日勤	準夜	日勤	日勤	日勤	当直	
	17	準夜	準夜	休日	休日	日勤	当直	準夜	日勤	日勤	休日	休日	日勤	準夜	当直	準夜	深夜	休日	休日	日勤	深夜	休日	準夜	日勤	当直	準夜	深夜	休日	当直	準夜	日勤	深夜	休日	準夜	日勤	
	18	準夜	休日	休日	休日	当直	準夜	当直	準夜	深夜	休日	日勤	日勤	深夜	休日	日勤	休日	当直	準夜	日勤	日勤	深夜	休日	準夜	当直	準夜	日勤	深夜	休日	準夜	当直	準夜	日勤	深夜	休日	準夜
	19	準夜	日勤	休日	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	当直	準夜	日勤	日勤	準夜	休日	当直	準夜	深夜	休日	準夜	当直	準夜	休日	深夜	休日	深夜	休日	深夜	休日	準夜	日勤	深夜	休日	準夜	日勤
	20	休日	日勤	当直	準夜	深夜	休日	準夜	日勤	日勤	休日	深夜	休日	日勤	日勤	日勤	準夜	休日	休日	準夜	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	休日	準夜	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	休日	準夜	準夜	当直

アルゴリズム: wcsp 計算時間 2 秒

# 「耳の痛い」クレーム

「なぜこんなに使えない解ばかり出すの？」

		日付																															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
人	1	日勤	日勤	日勤	日勤	深夜	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤
	2	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	休日	日勤							
	3	日勤	深夜	休日	当直	準日	深夜	休日	日勤	日勤	深夜	休日	日勤	当直	準日	日勤	深夜	休日	休日	日勤	日勤	深夜	休日	日勤	休日	休日	当直	準日	日勤	日勤	日勤	日勤	
	4	準夜	当直	準日	休日	準夜	日勤	当直	準日	深夜	休日	日勤	深夜	休日	準夜	準夜	当直	準日	深夜	休日	準夜	準夜	日勤	当直	準日	休日	日勤	深夜	休日	日勤	準夜	準夜	
	5	準夜	準夜	休日	休日	日勤	当直	準日	日勤	日勤	休日	深夜	休日	準夜	深夜	休日	日勤	当直	準日	深夜	休日	当直	準日	日勤	休日	深夜	休日	日勤	準夜	日勤	準夜	準夜	
	6	準日	休日	当直	準日	日勤	深夜	休日	当直	準日	休日	休日	当直	準日	日勤	休日	当直	準日	日勤	休日	当直	準日	日勤	休日	深夜	休日	日勤	準夜	休日	準夜	休日	準夜	
	7	日勤	深夜	休日	休日	日勤	準夜	深夜	休日	深夜	休日	当直	準日	深夜	休日	日勤	当直	準日	休日	当直	準日	日勤	準夜	日勤	休日	休日	日勤	当直	準日	当直	準日	準夜	
	8	日勤	休日	休日	深夜	休日	日勤	準夜	準夜	日勤	休日	当直	準日	準夜	日勤	準夜	休日	深夜	休日	日勤	当直	準日	当直	準日	休日	当直	準日	準夜	深夜	休日	休日	準夜	
	9	深夜	休日	当直	準日	準夜	深夜	休日	日勤	当直	準日	休日	準夜	深夜	休日	当直	準日	深夜	休日	準夜	準夜	準夜	日勤	日勤	休日	休日	日勤	当直	準日	当直	準日	準夜	
	10	当直	準日	休日	休日	準夜	準夜	日勤	当直	準日	休日	休日	準夜	当直	準日	日勤	準夜	休日	当直	準日	日勤	準夜	深夜	休日	当直	準日	準夜	準夜	深夜	休日	日勤	日勤	
	11	当直	準日	休日	休日	当直	準日	準夜	準夜	準夜	休日	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	休日	準夜	当直	準日	準日	休日	準夜	日勤	日勤						
	12	休日	日勤	休日	休日	日勤	準夜	準夜	準夜	休日	当直	準日	当直	準日	深夜	休日	日勤	当直	準日	深夜	休日	日勤	準夜	準夜	深夜	休日	日勤	準夜	日勤	準夜	深夜	休日	日勤
	13	深夜	休日	休日	休日	準夜	日勤	日勤	準夜	休日	当直	準日	深夜	休日	日勤	準夜	深夜	休日	休日	日勤	日勤	深夜	休日	当直	準日	休日	日勤	日勤	準夜	日勤	当直	日勤	
	14	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	日勤								
	15	休日	当直	準日	休日	日勤	準夜	日勤	準夜	準夜	休日	休日	日勤	準夜	準夜	日勤	日勤	休日	準夜	日勤	準夜	準夜	深夜	休日	日勤	深夜	休日	日勤	日勤	深夜	休日	日勤	深夜
	16	準夜	日勤	深夜	休日	深夜	休日	当直	準日	日勤	休日	深夜	休日	日勤	準夜	当直	準日	日勤	休日	日勤	準夜	日勤	準夜	日勤	準夜	日勤	深夜	休日	日勤	深夜	休日	日勤	日勤
	17	日勤	日勤	休日	深夜	休日	当直	準日	日勤	日勤	休日	休日	日勤	日勤	準夜	深夜	休日	深夜	休日	深夜	休日	深夜	休日	日勤	深夜	休日	当直	準日	準日	準夜	日勤	日勤	準夜
	18	準夜	日勤	深夜	休日	当直	準日	日勤	日勤	日勤	休日	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	休日	休日	準夜	準夜	日勤	深夜	休日	当直	準日	準日	深夜	休日	日勤	準夜	深夜	休日	準夜
	19	日勤	日勤	休日	当直	準日	日勤	日勤	深夜	休日	深夜	休日	準夜	日勤	日勤	深夜	休日	休日	当直	準日	深夜	休日	日勤	準夜	休日	日勤	準夜	日勤	日勤	深夜	休日	日勤	日勤
	20	準日	準夜	休日	休日	日勤	日勤	準夜	当直	準日	休日	休日	準夜	準夜	当直	準日	準夜	休日	休日	日勤	日勤	日勤	日勤	日勤	深夜	休日	休日	日勤	準夜	日勤	準夜	日勤	準夜

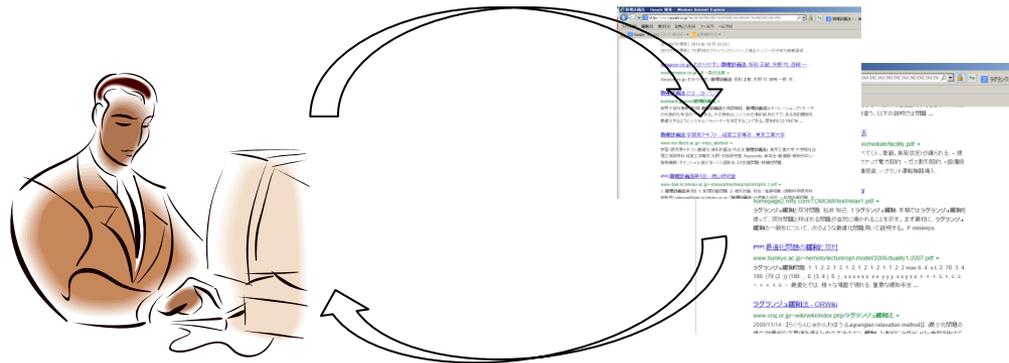
制約を定義することなく

アルゴリズム: wcsp 計算時間 2 秒

複数の解を効率よく絞り込む技術がほしい

# 検索エンジンに習おう

- 検索結果が複数現れる
- 結果が良さげな順にソートされている
- 素早く結果が得られる



人間系とフィードバックループを構成！

# 最適化アルゴリズムの「棲み分け」

- 厳密解法(骨組み)
  - プラント最適化
  - ネットワークコスト最適化
- メタ・ヒューリスティクス(実務寄り)
  - スケジューリング
  - 配車
- ハイブリッド(骨組み+実務的要請)
  - タンク繰り
  - 積み付け
  - プラント機器導入
  - 生産計画
  - 発電計画
  - 保守計画

分枝限定法

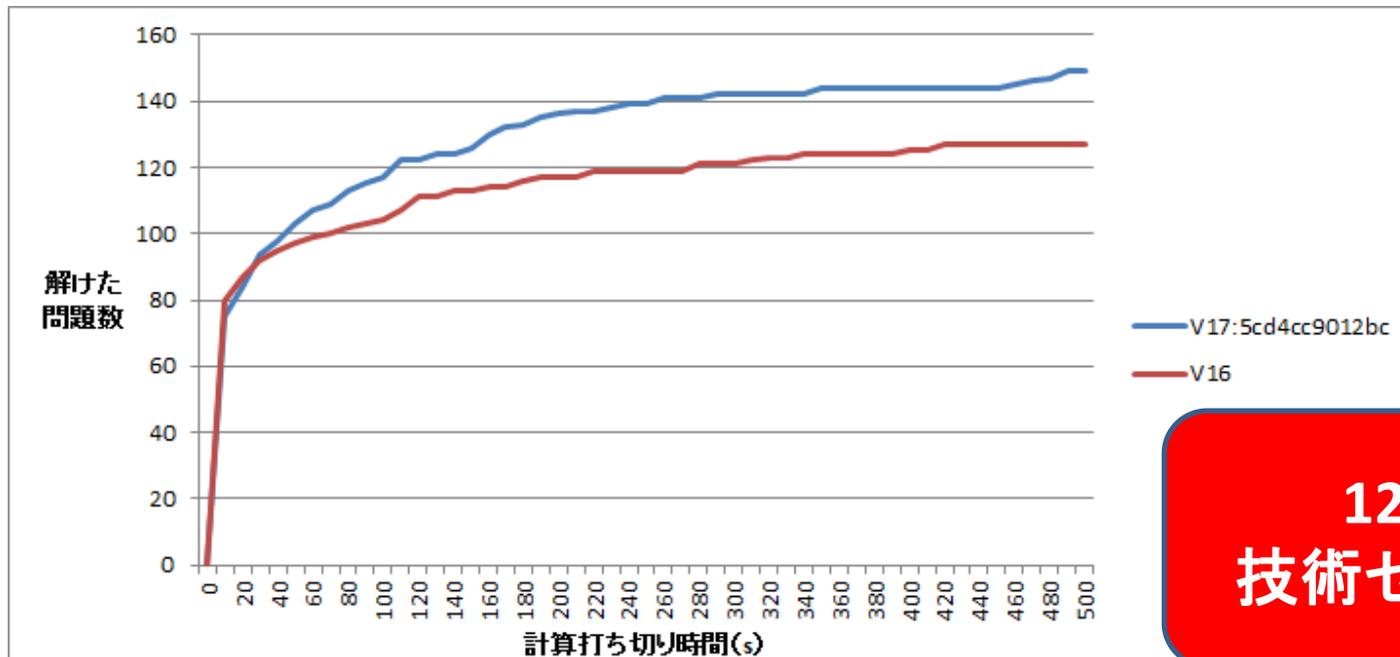
WCSP

列生成  
ラグランジュ緩和

...

# V17の開発テーマ

- 分枝限定法(厳密解法)の高速化
- WCSPと分枝限定法の融合
- 超大規模問題のための matrix free 最適化



12/3 (水)  
技術セミナー開催

# Numerical Optimizer の接続性

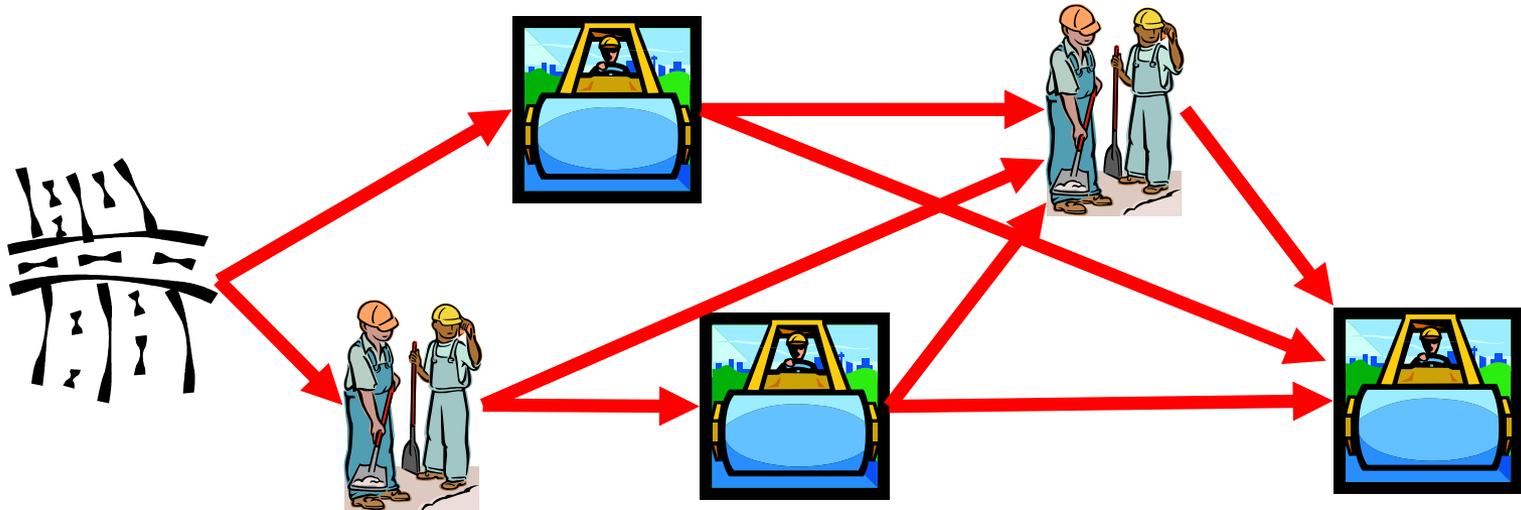
- テキストファイル (.mps, .lp)
- Excel, Excel-VBA, VB
- C++, C#, C (Linux/Windows)
- R
- S-PLUS
- Java
- VMS, S4 など数理システム製品群

12/3 (水)  
技術セミナー開催

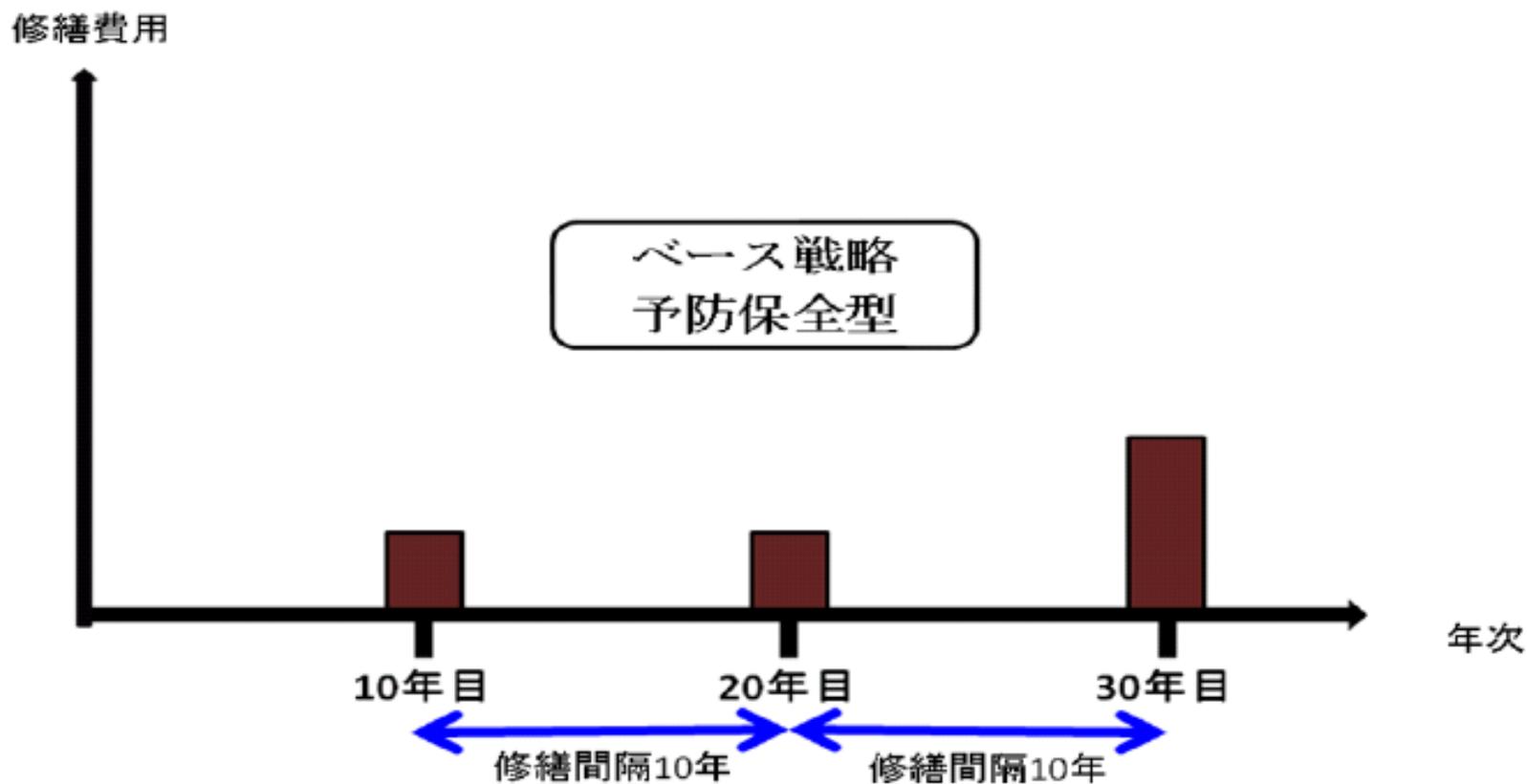
# 保守計画スケジューリング (⇒会議室問題と同じ構造)

- 地方自治体の管理下にある土木構造物 (200～2000施設) について、安全を保ちつつ費用が予算の範囲に収まる保守計画を立てたい

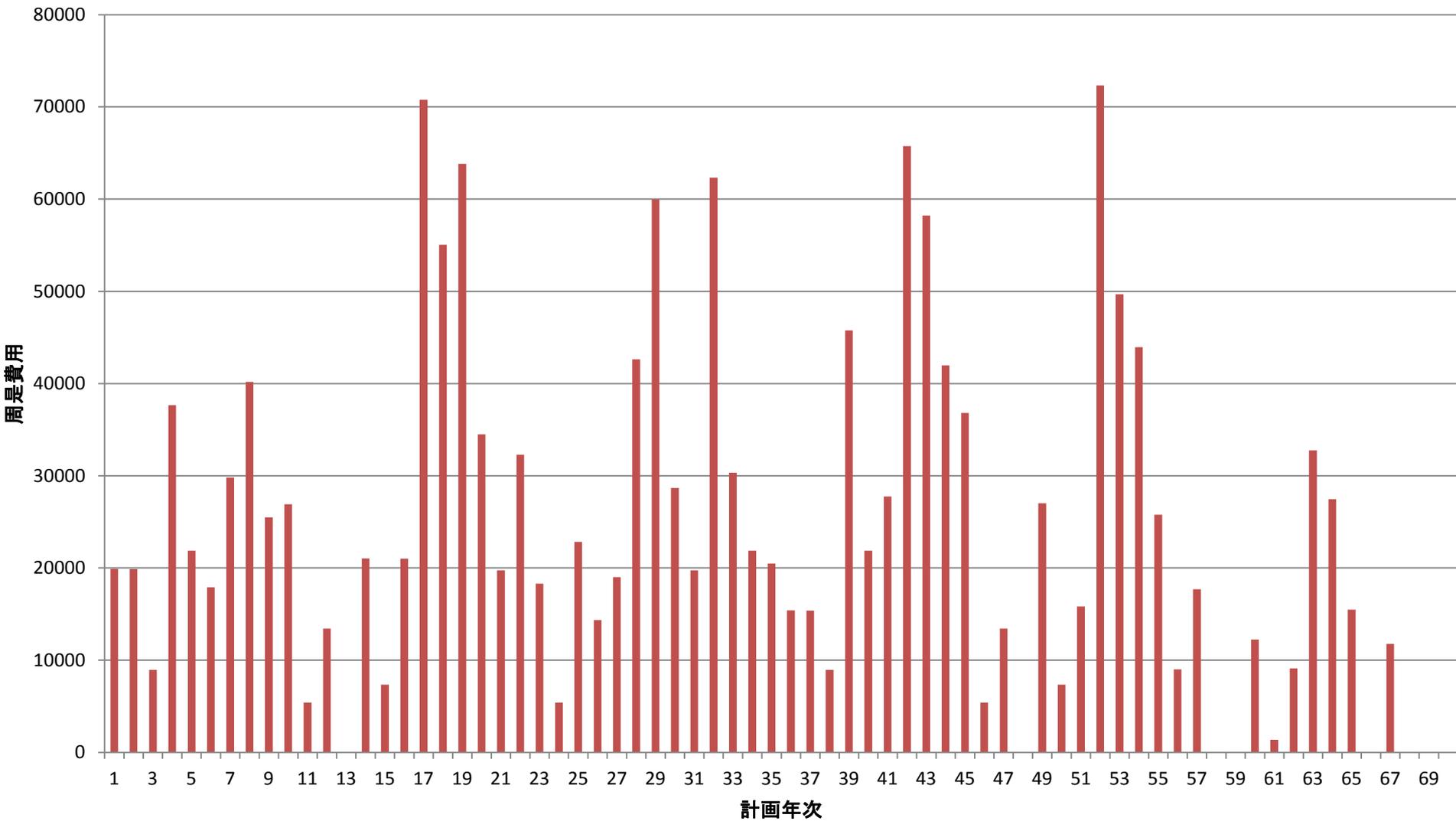
適用事例：道路・水門・ポンプ・橋梁・公園・・・



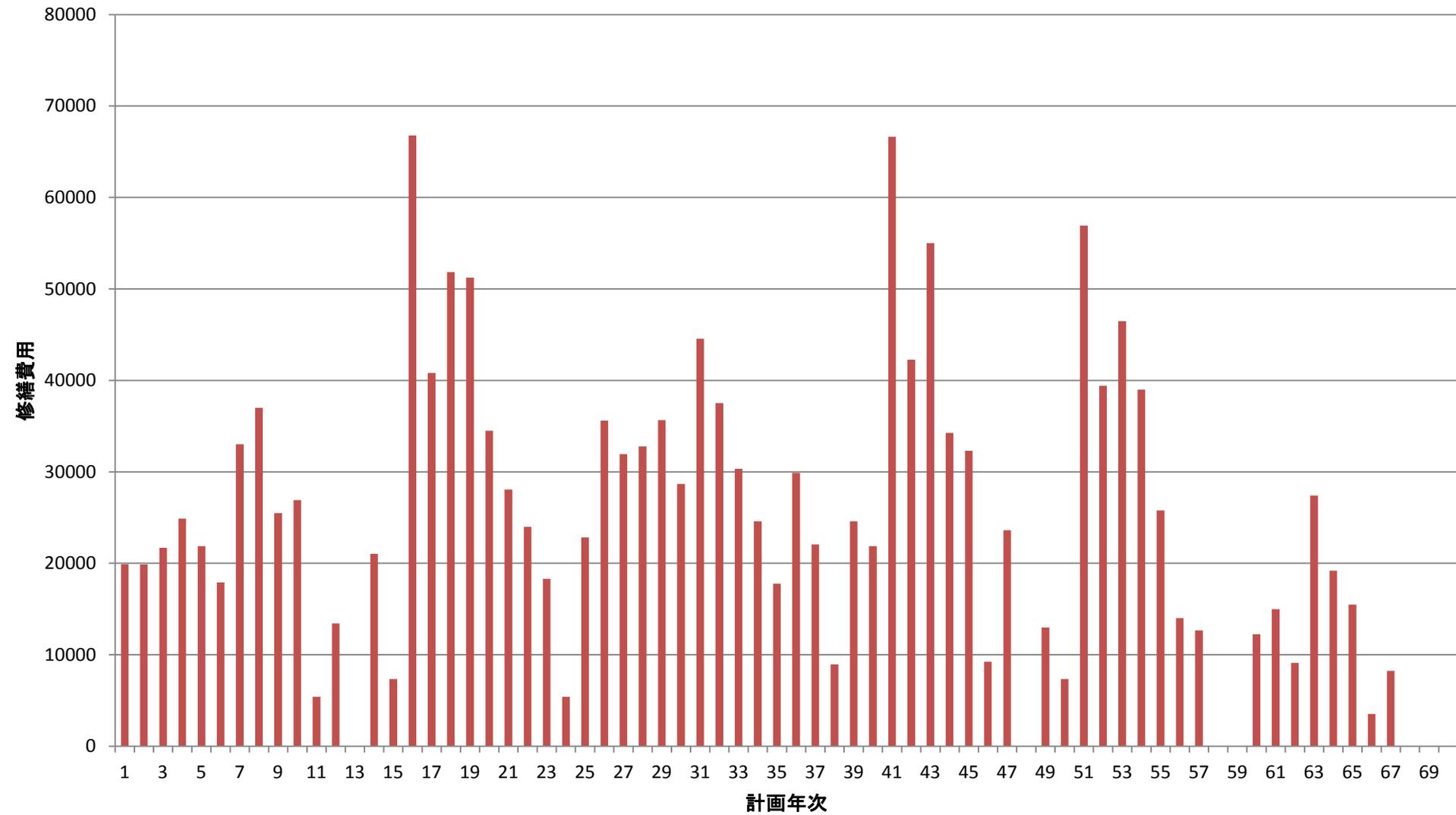
# 個別ユニットが必要な予算



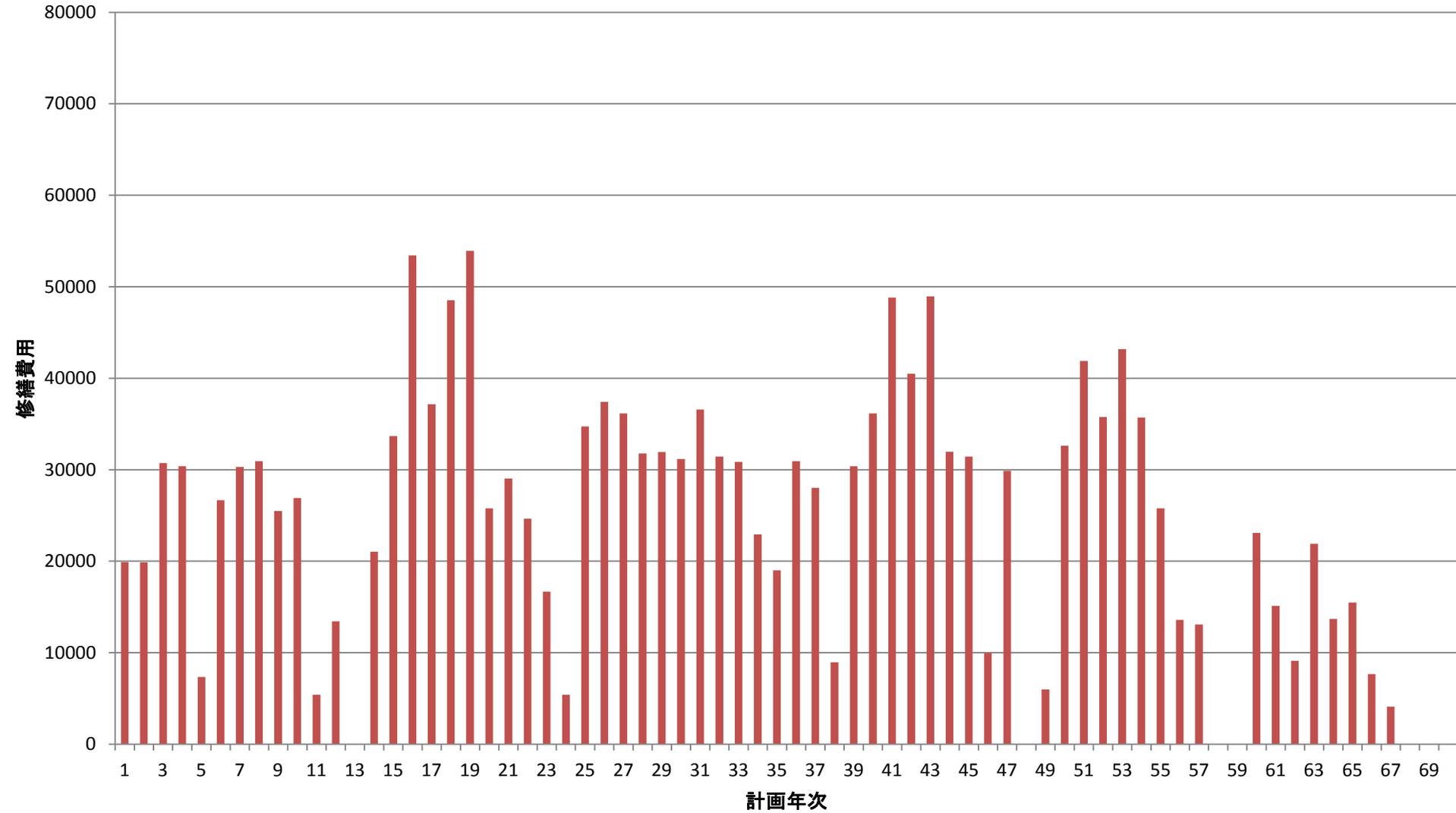
# 計画年次と修繕費用 (反復回数1)



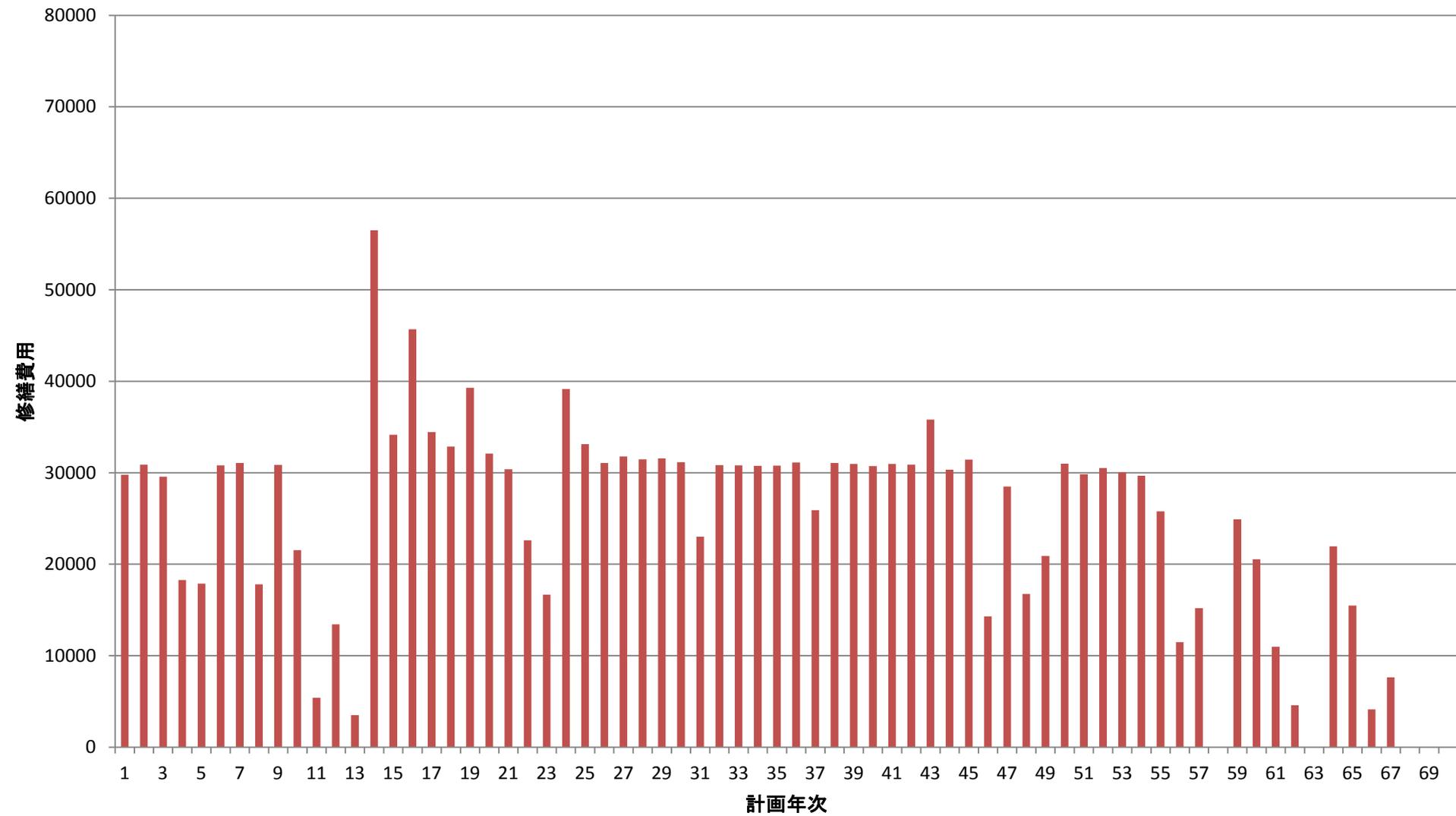
# 計画年次と修繕費用 (反復回数2)



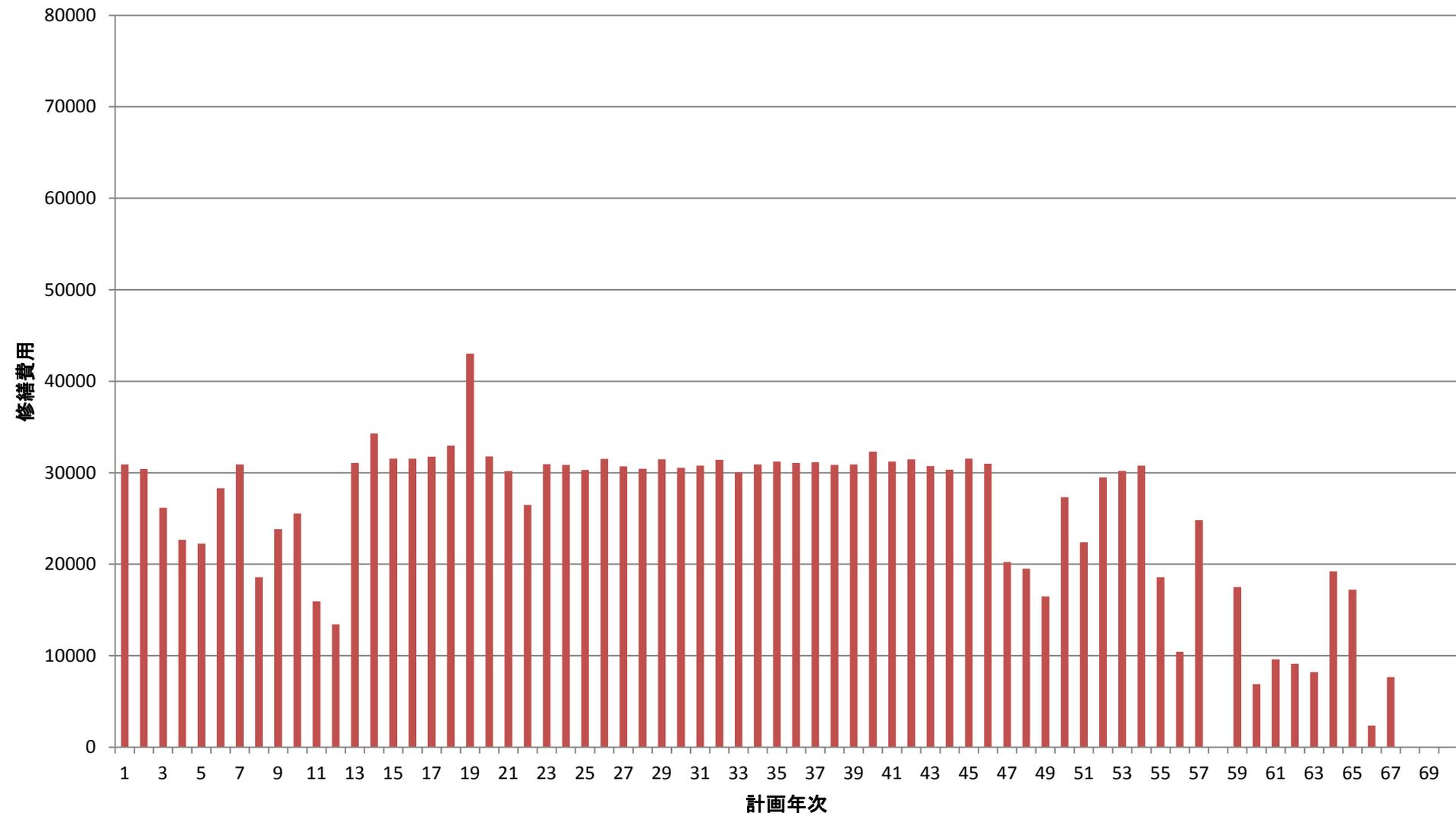
# 計画年次と修繕費用 (反復回数3)



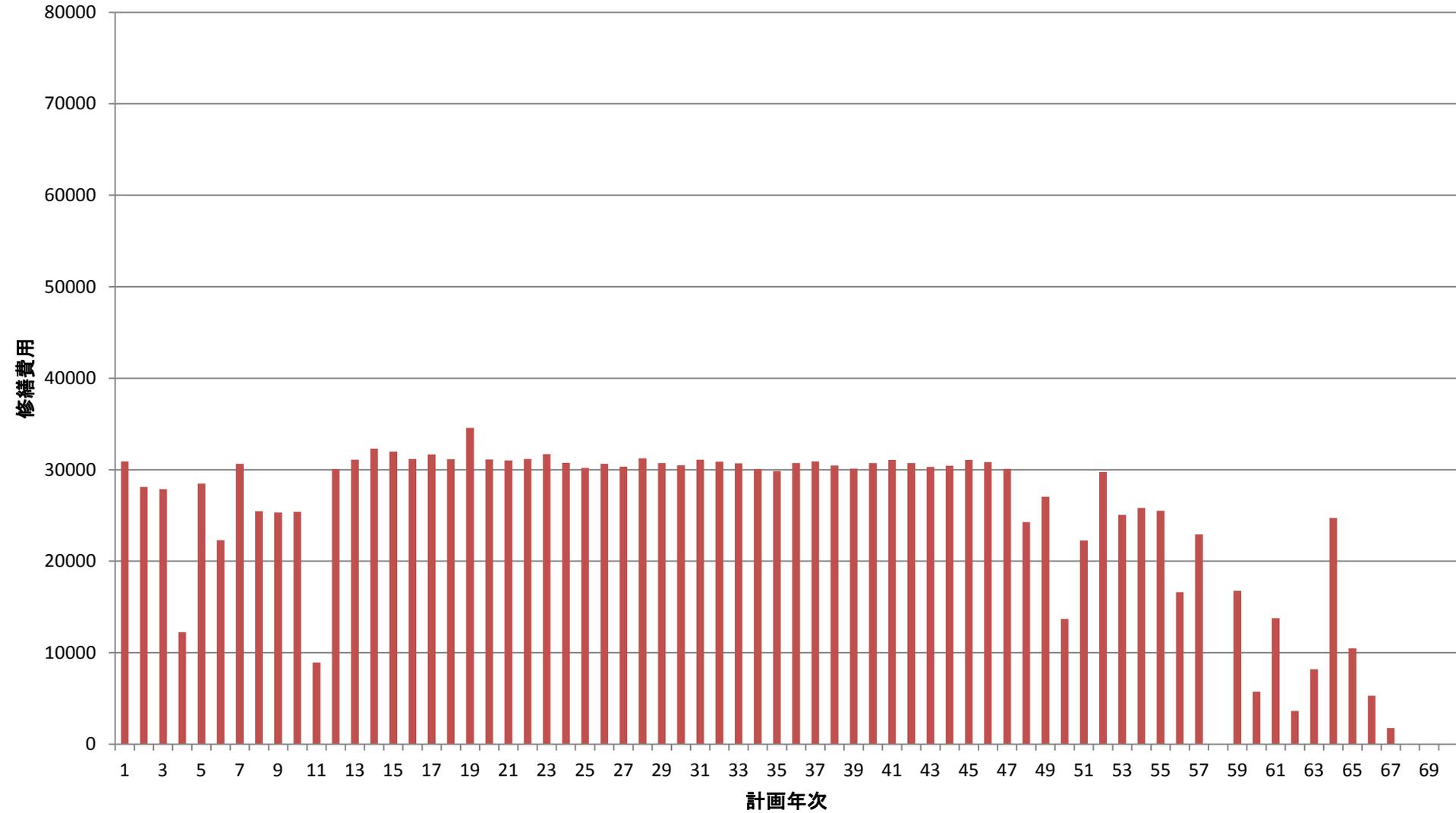
# 計画年次と修繕費用 (反復回数4)



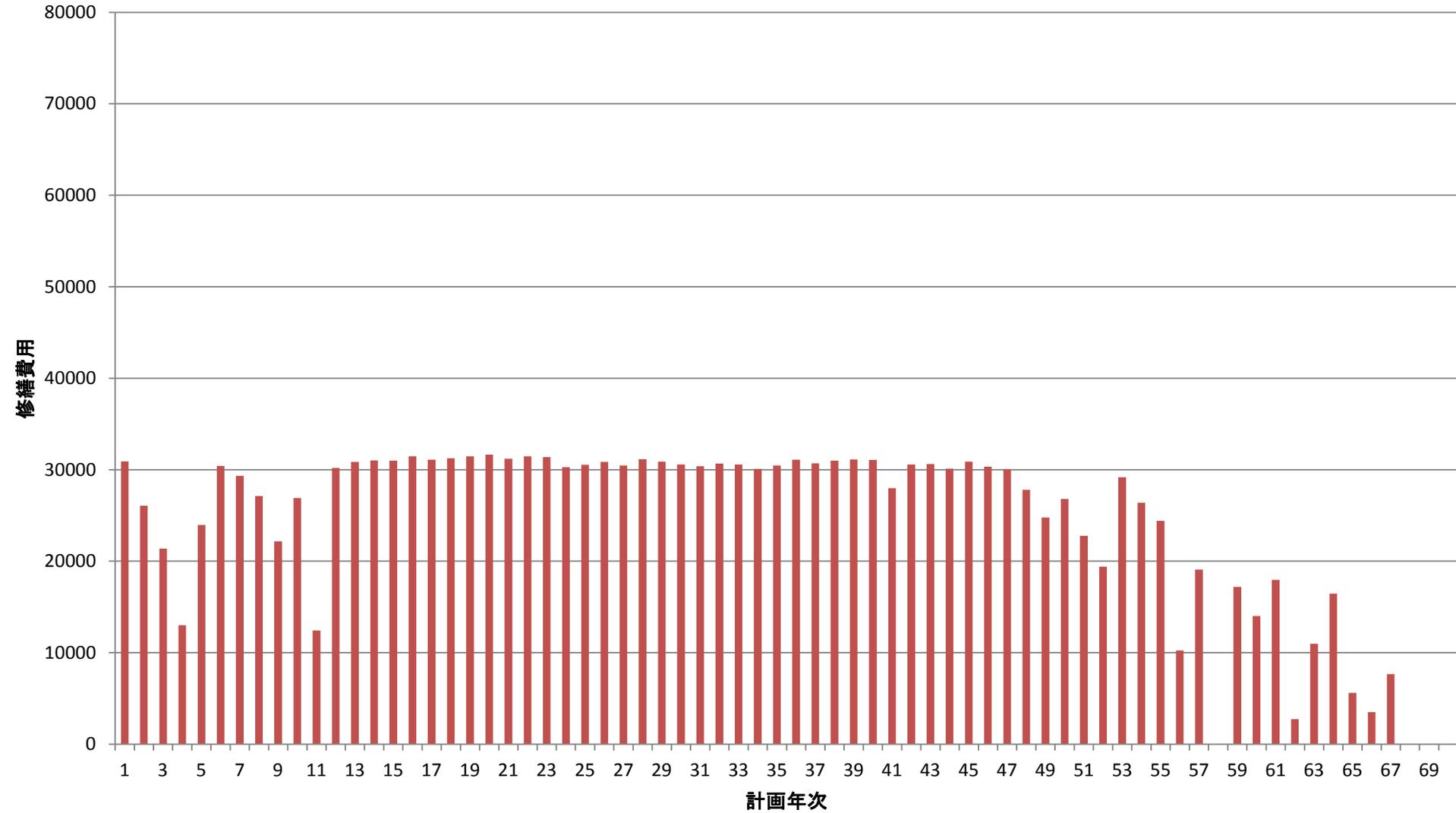
# 計画年次と修繕費用 (反復回数5)



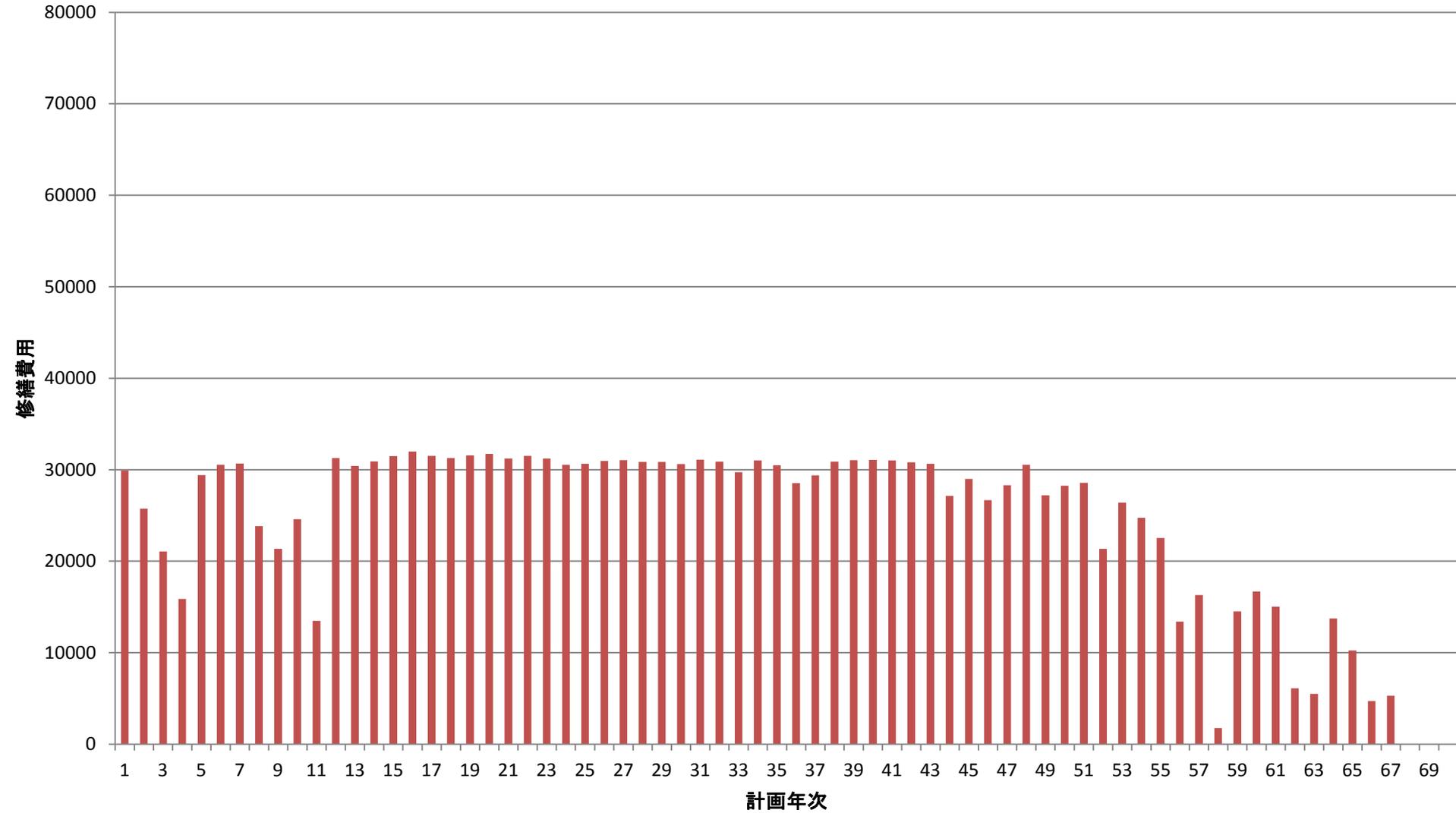
# 計画年次と修繕費用 (反復回数6)



# 計画年次と修繕費用 (反復回数7)



# 計画年次と修繕費用 (反復回数8)



# 計画年次と修繕費用 (反復回数8)

最適化なら膨大な組合せを制御できる

