

# 制約プログラミングを用いた自動車向け機能配置案の導出

株式会社デンソー 徳永 智哉 TOMOYA\_TOKUNAGA@denso.co.jp

## 開発における問題点

車両電子システムが複雑化している現在において、ECUへの機能の最適配置は自動車業界として取り込むべき重要な課題である。ECUへの機能の配置は、考慮する機能の数や配置を考える観点や制約が多く、検討に多くの工数を費やしていた。そのため、検討時間の短縮が課題であった。

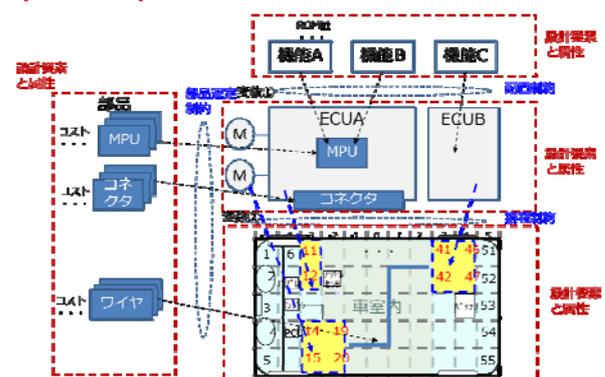
## 手法・ツールの適用による解決

機能配置問題を制約充足最適化問題と捉え、初期案作成時に必要な目的関数と制約を定式化し、制約プログラミングのソルバーであるIBM社のCPLEXを用いて効率的に最適な機能配置案を導出した。

## 定式化のアプローチ

### 機能配置問題の整理

問題：m個の機能をn個のECUに配置する時、制約(ROM容量etc)を満たした上で目的関数(コストが最小etc)となる機能配置を求める。



①目的関数と②設計要素間の③制約の定式化が必要

項目	アプローチ																				
①目的関数の設定	<ul style="list-style-type: none"> <li>車両メーカー課題の内、初期案作成で主に必要な課題を目的に関数に設定</li> </ul>																				
②設計要素と属性の抽出	<ul style="list-style-type: none"> <li>設計要素の内、初期案作成で検討する要素をモデル化対象に抽出</li> <li>機能系統図を用いて全要素を抽出</li> <li>初期案作成で必要な要素を抽出</li> <li>整理のためクラス図を作成</li> </ul>																				
③制約の定式化	<p>設計要素間の依存関係を把握し、制約を明確化</p> <p>依存関係モデル(DSM)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>制約</th> <th>設計要素A</th> <th>設計要素B</th> <th>設計要素C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>設計要素A</td> <td><math>A \leq B \times 2</math></td> <td></td> <td>x</td> <td></td> </tr> <tr> <td>設計要素B</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>設計要素C</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		制約	設計要素A	設計要素B	設計要素C	設計要素A	$A \leq B \times 2$		x		設計要素B					設計要素C				
	制約	設計要素A	設計要素B	設計要素C																	
設計要素A	$A \leq B \times 2$		x																		
設計要素B																					
設計要素C																					

## 評価～有効性～

### 評価概要



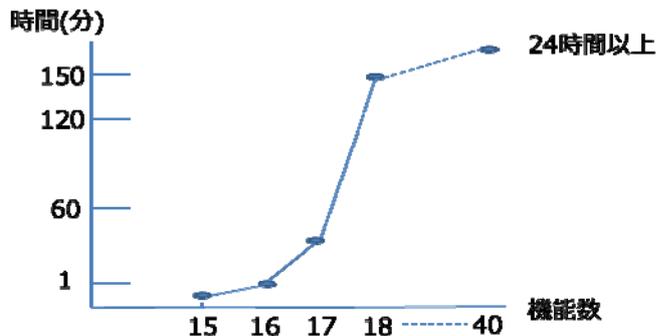
- 部品コスト最小
- W/H本数最小
- W/H重量最小

### 評価結果

目的関数	評価項目	案
部品コスト最適	案	過去と同等
	コスト誤差	約10%
	導出時間	約5s
	パラメータ設定時間	約25分
W/H本数最適	導出時間	約6s
W/H重量最適	導出時間	約45s

## 評価～拡張性～

### 機能数と時間の関係



18機能程度の小規模な開発案件では使用可能である  
40機能以上の大規模な開発案件は処理時間が今後の課題である。