

TRIZを用いた 可変圧縮比エンジンの開発コンセプト

Hong-Wook Lee, Won Gyu Kim, Myung-Rae Cho,
Jin Woo Cho, Sang Hee Lee

現代—起亜自動車会社



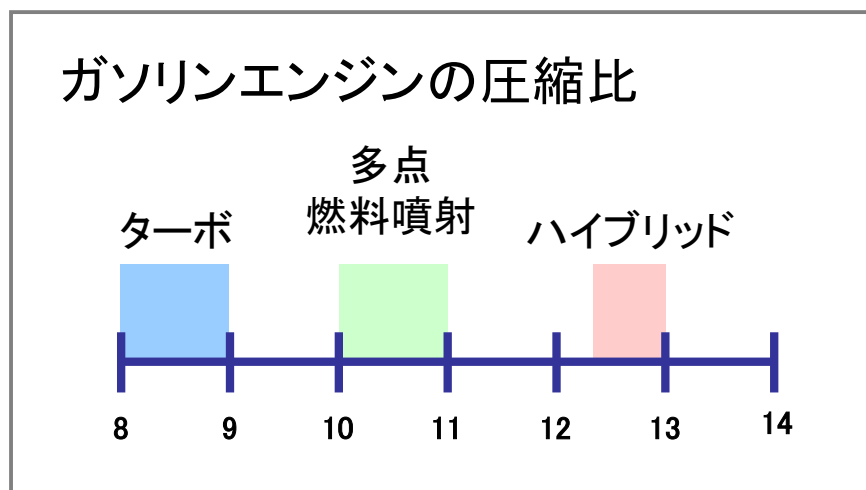
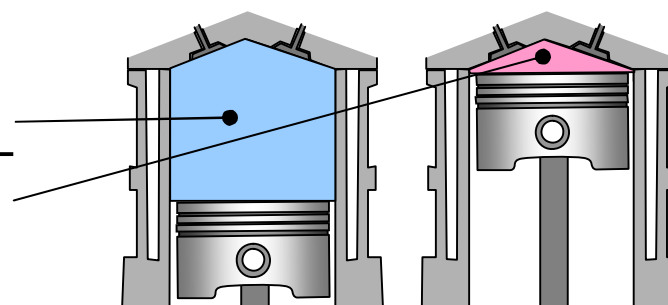
和訳: 望月 朗 (日産自動車株式会社)
中川 徹 (大阪学院大学)

■ 本研究のターゲット

「可変圧縮比エンジン」の開発

● 可変圧縮比とは？

$$\text{圧縮比} = \frac{\text{最大シリンダ量}}{\text{最小シリンダ量}}$$



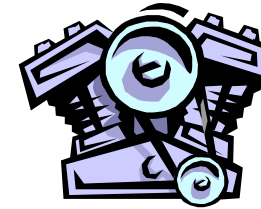
もし圧縮比が大きいと、
熱効率は向上する、
しかし、エンジン出力は
ノッキングにより低下する。

従来のエンジンにおける
工学的矛盾

■ 工学的矛盾の解決

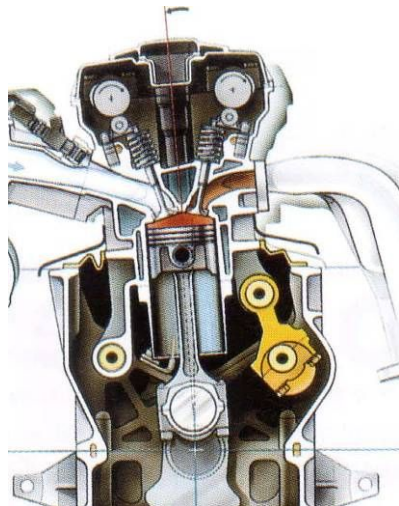
低負荷 & 低速 : 高圧縮比 → エンジン 効率 ↑

高負荷 & 高速 : 低圧縮比 → エンジン 出力 ↑

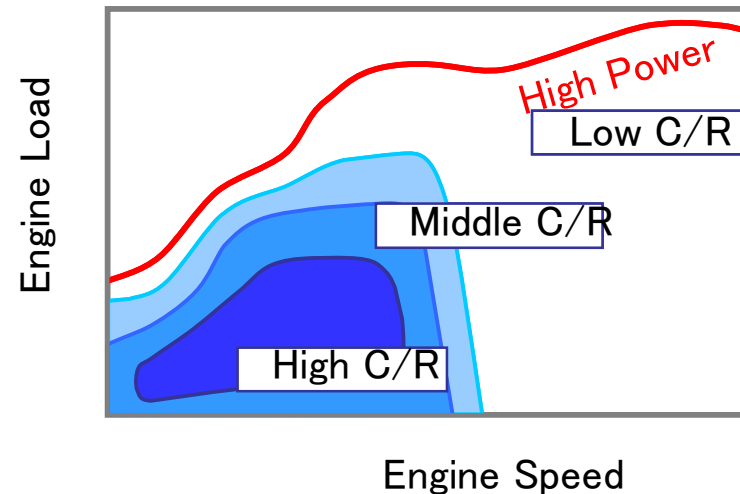


→ 時間分離: 可変圧縮比エンジン

: エンジンの圧縮比を運転状態に応じて制御できる



SAAB VCR engine



■ 可変圧縮比の効果

可変圧縮比+ターボエンジンは同出力の自然吸気エンジンに比較して燃費を20-30%改善する

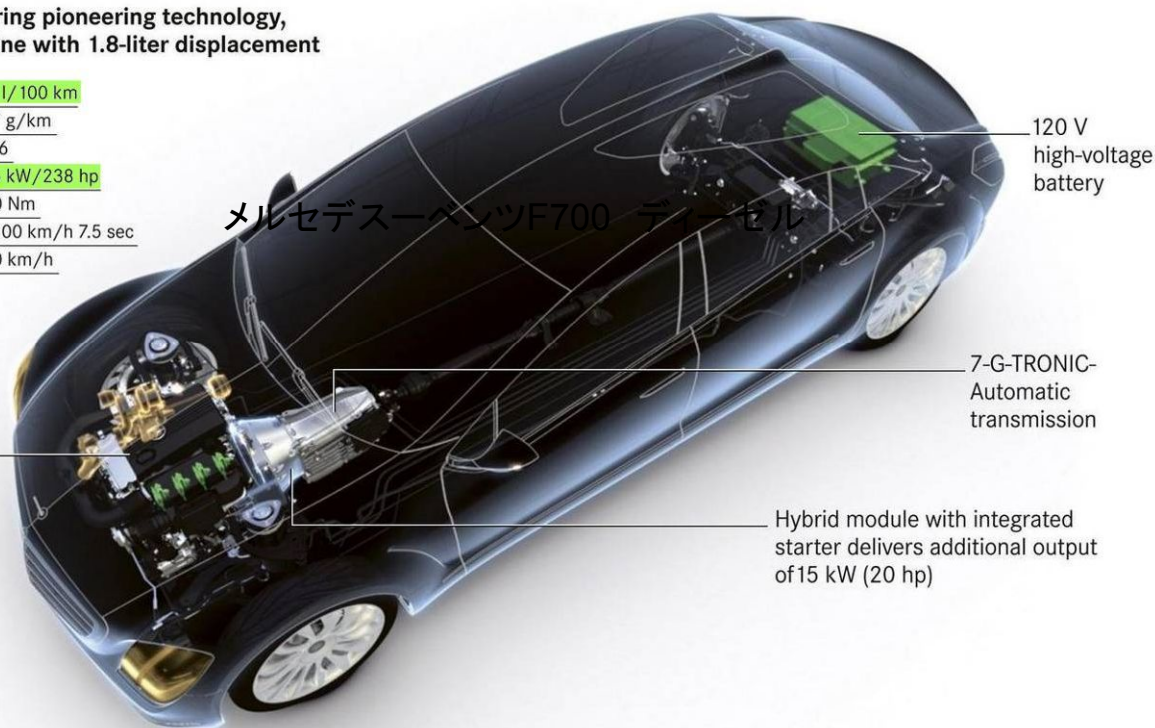
メルセデスベンツF700 ディーゼル

Combustion engine featuring pioneering technology,
4-cylinder DIESOTTO-engine with 1.8-liter displacement

Consumption:	5.3 l/100 km
CO ₂ emissions:	127 g/km
Emission controls level:	EU 6
Rated power DIESOTTO:	175 kW/238 hp
Max. torque:	400 Nm
Acceleration:	0-100 km/h 7.5 sec
Top speed (limited):	200 km/h

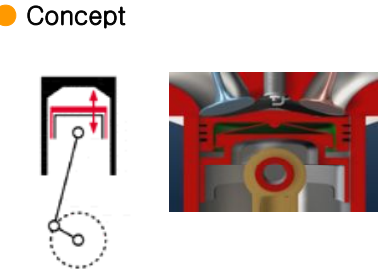
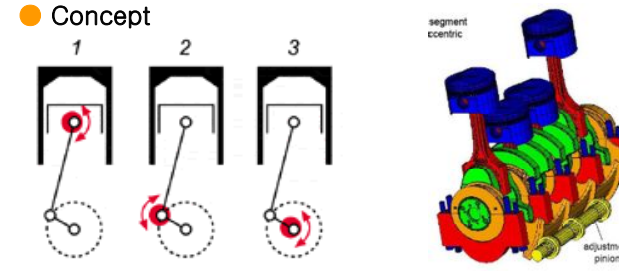
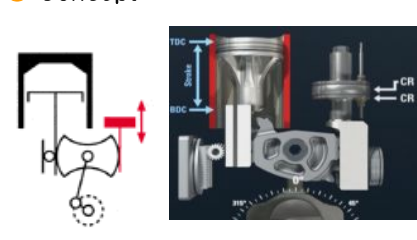
Additional fuel-saving features

- Two-stage turbocharger
- Direct gasoline injection
- Variable compression ratio
- Controlled auto ignition



1.8 リッターディーゼルエンジンは239馬力の出力を発揮し、リッターあたり18.9 Km走行できる

従来の可変圧縮エンジンのベンチマーク

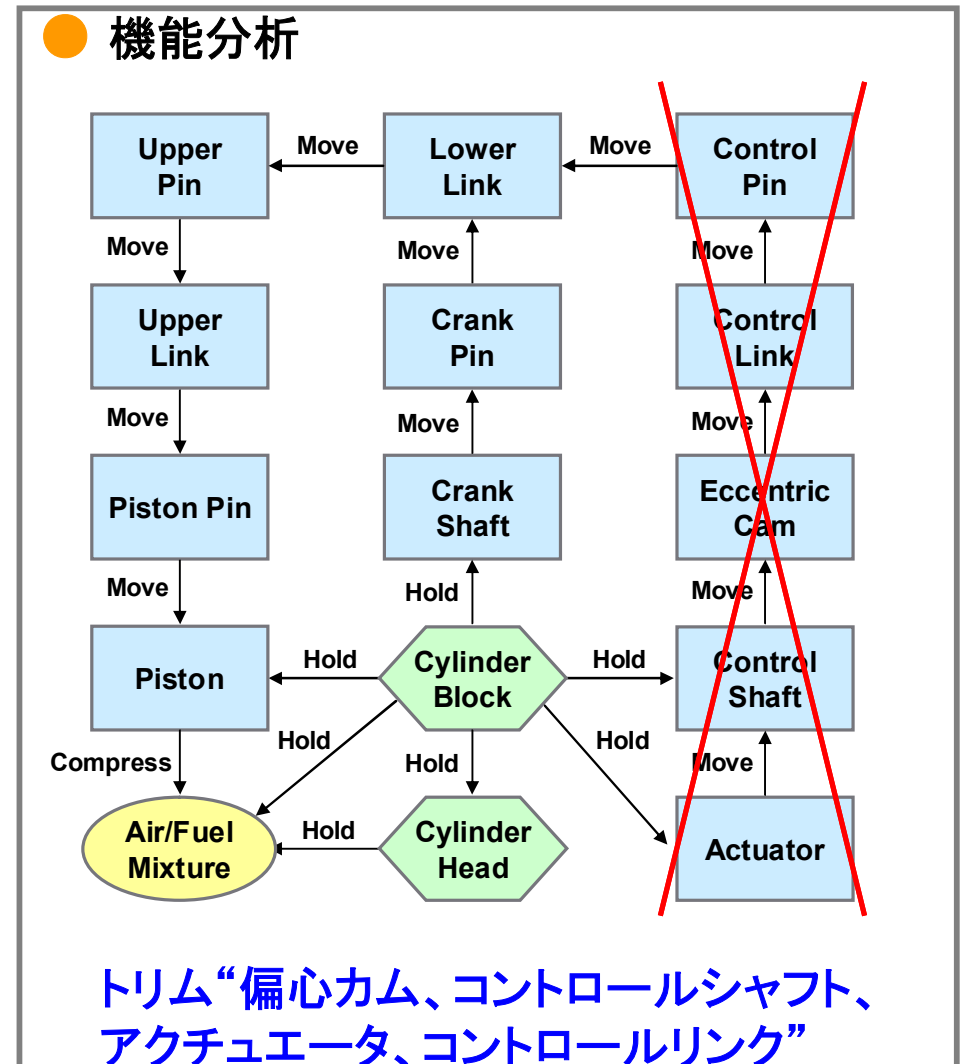
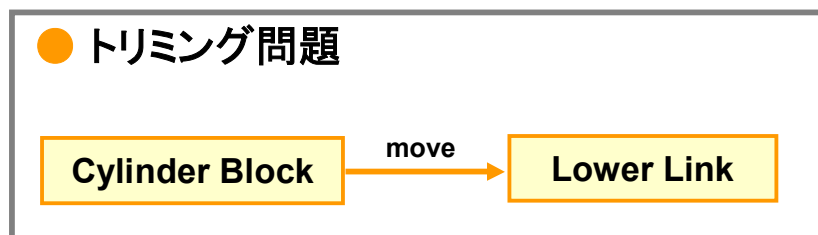
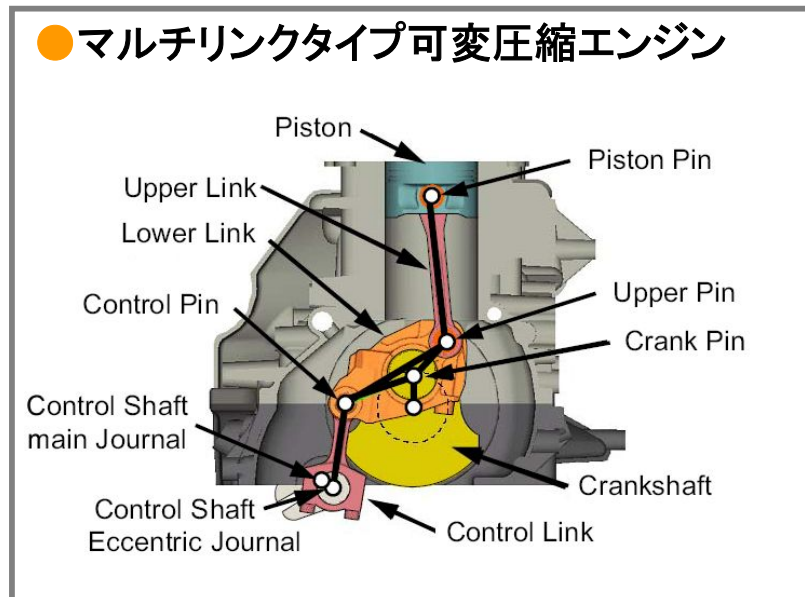
<h3>多関節シリンダーヘッド</h3> <p>● Concept</p>  <p>Saab</p>	<h3>液圧ピストン</h3> <p>● Concept</p>  <p>Ford</p>	<h3>偏心ベアリング</h3> <p>● Concept</p>  <p>Piston pin Crank pin Main journal</p> <p>FEV</p>
<h3>マルチリンク クランクロッド</h3> <p>● Concept</p>  <p>Nissan / PSA</p>	<h3>ピストン付加</h3> <p>● Concept</p>  <p>Volvo / Ford</p>	<h3>ギアベース</h3> <p>● Concept</p>  <p>MCE-5</p>

➡ マルチリンクタイプは他に対して大量生産の点で優れている。

課題: 特許侵害

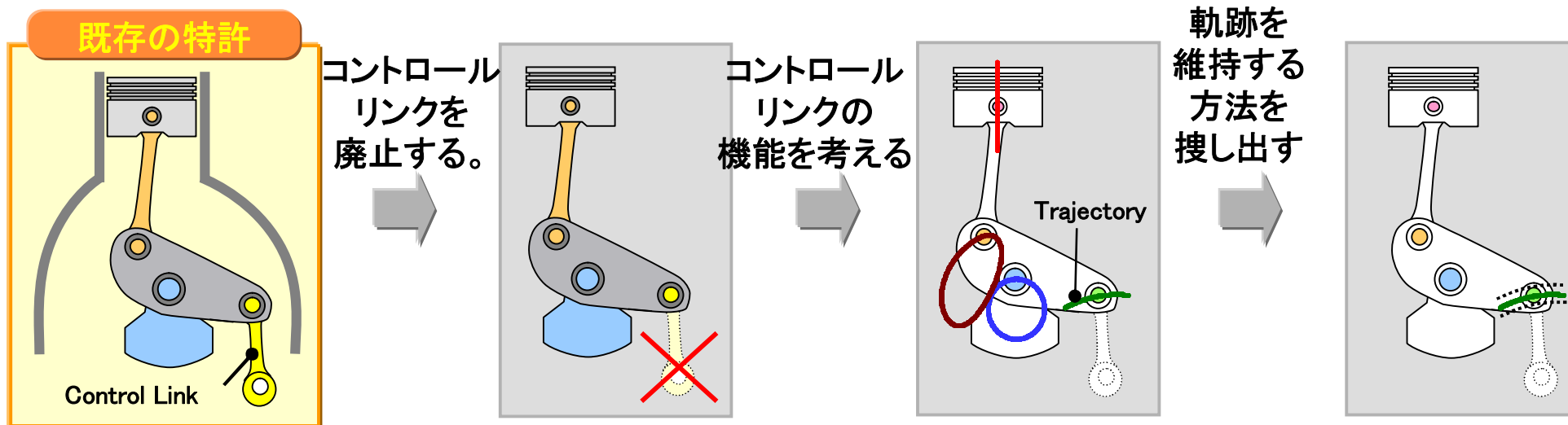
➡ TRIZを用いた特許回避

■ トリミングを用いた特許回避

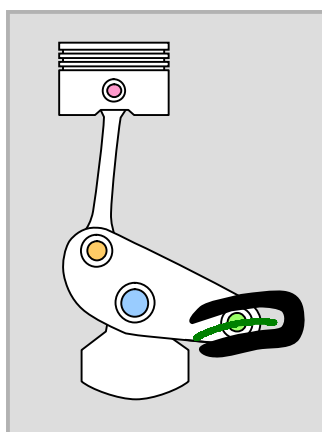


アイデア-1: 特許回避

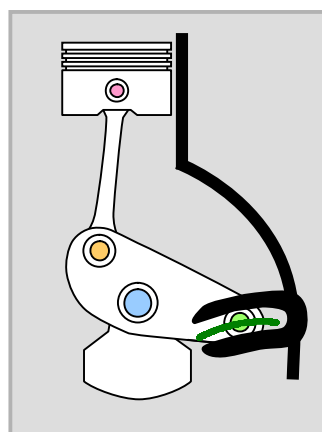
■ トリミング問題からのアイデア創出



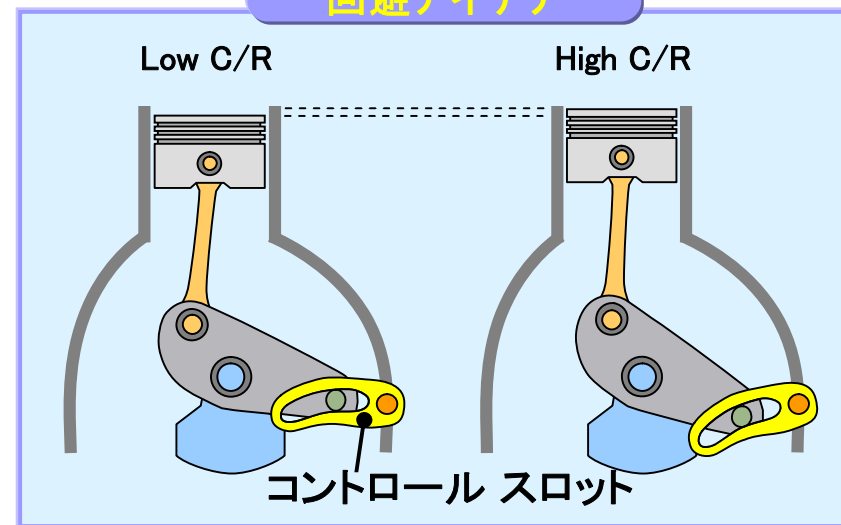
発明原理
14 局面原理



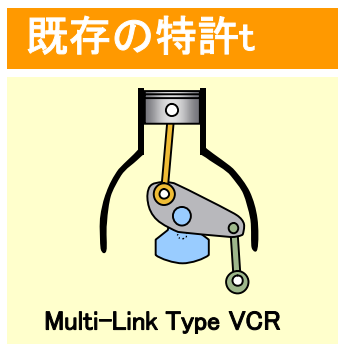
発明原理
15 ダイナミック性原理



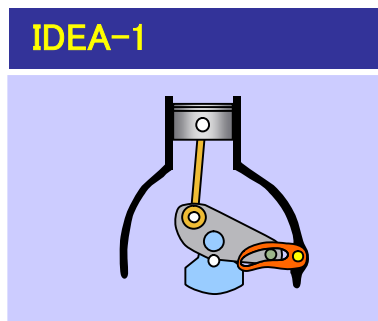
回避アイデア



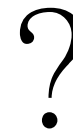
■ TRIZを用いたアイデア創出



特許回避
→
トリミング

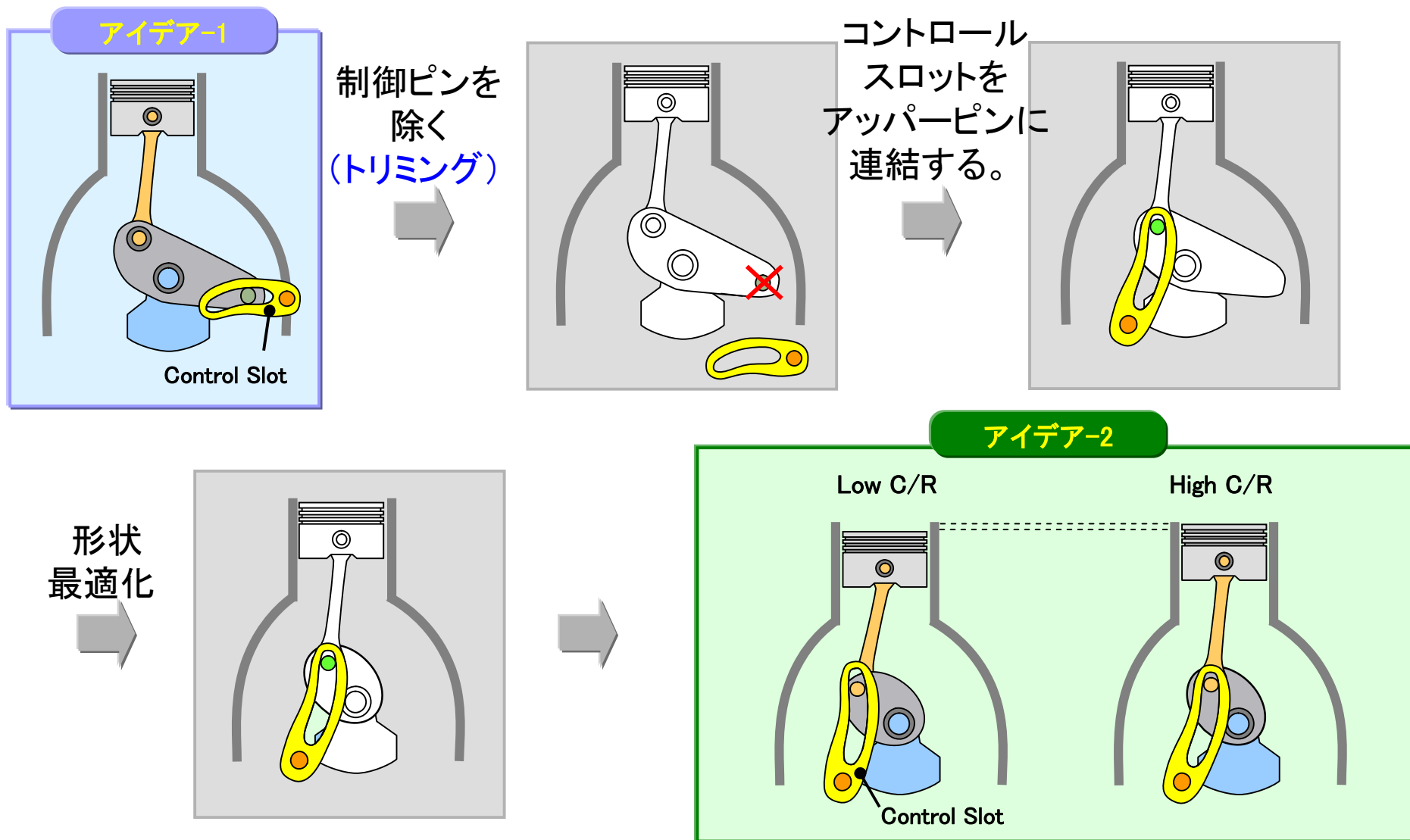


アイデア
強化
→
対抗策

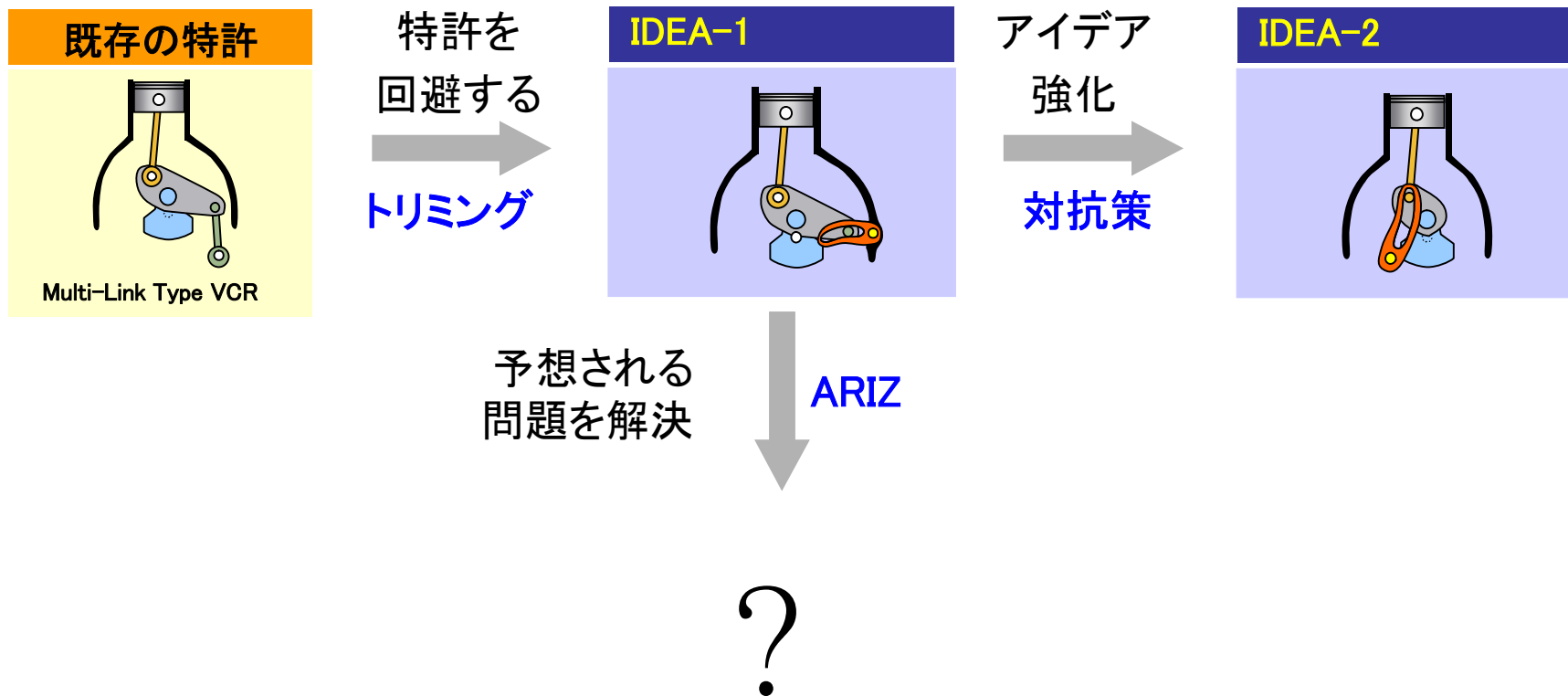


アイデア2: 対抗策戦略

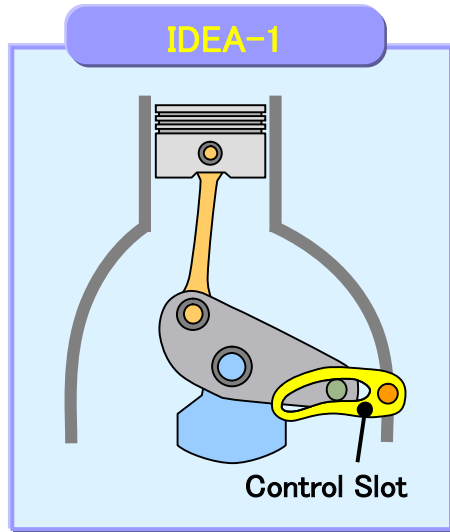
■ 回避アイデア-1 を再度強いアイデアにする (対抗策戦略)



■ アイデア創出の結果(ステップ2)



■ ARIZ を用いた予想される問題の解決



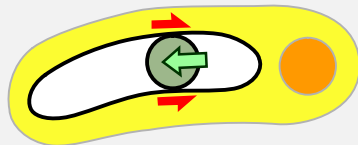
コントロールスロットはアイデア1で導入された

➡ コントロールスロットで発生することが予想される課題は？

1. コントロールスロットとコントロールピンとの間の適切な隙間とは？
2. 機械加工のトラブル:コントロールスロットの均質性の確保は？
3. スロットの熱膨張による変形は如何程か？
4. ...

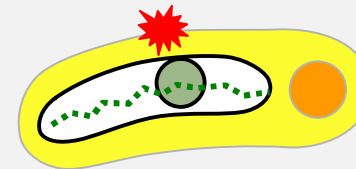
ARIZを使用

● 隙間が減少すると？



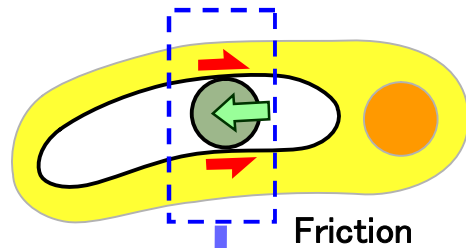
コントロールスロットはピンウォールをガイドするが、摩擦が増大する。

● 隙間が増加すると？

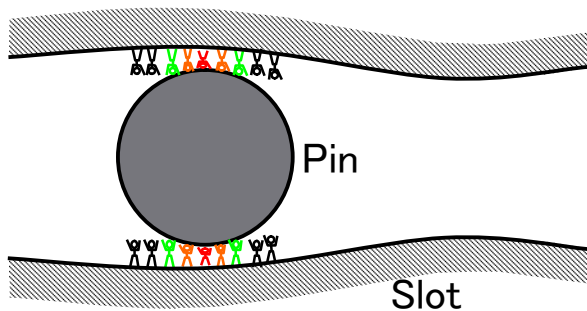


摩擦は小さくなるがピンをガイドすることが困難

● 隙間が小さいと(最小変更)



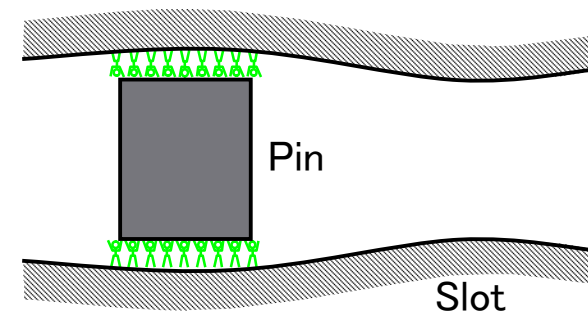
● 小さな賢人達



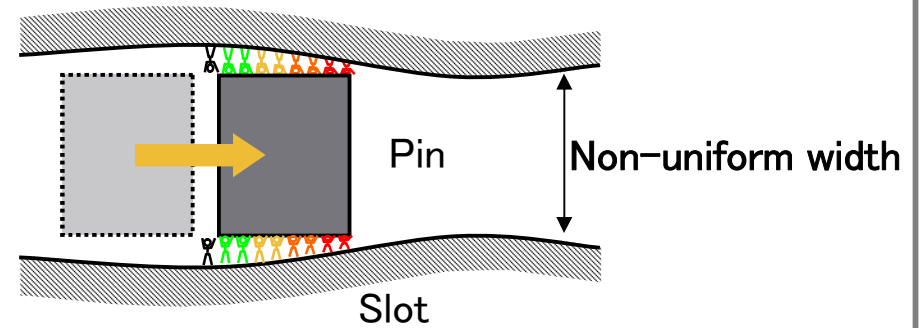
- ✖ : High stress condition
- ✔ : Low stress condition
- ⊗ : No stress condition

→
接触部を
増大

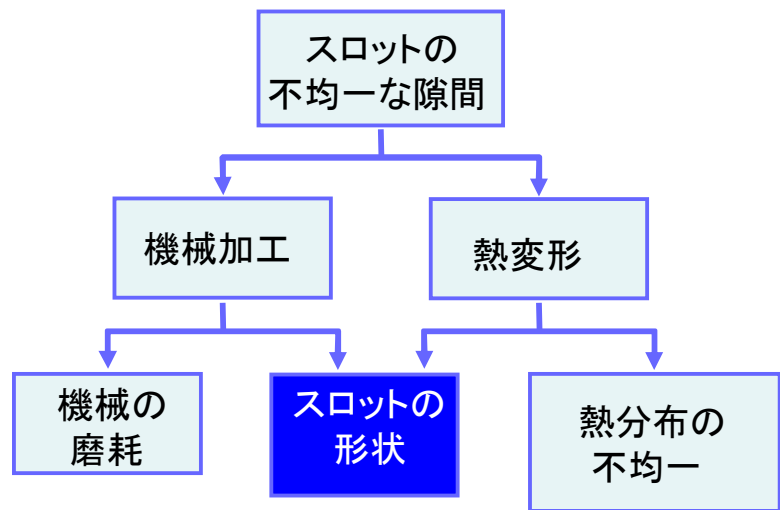
● コントロールピンの形状変更



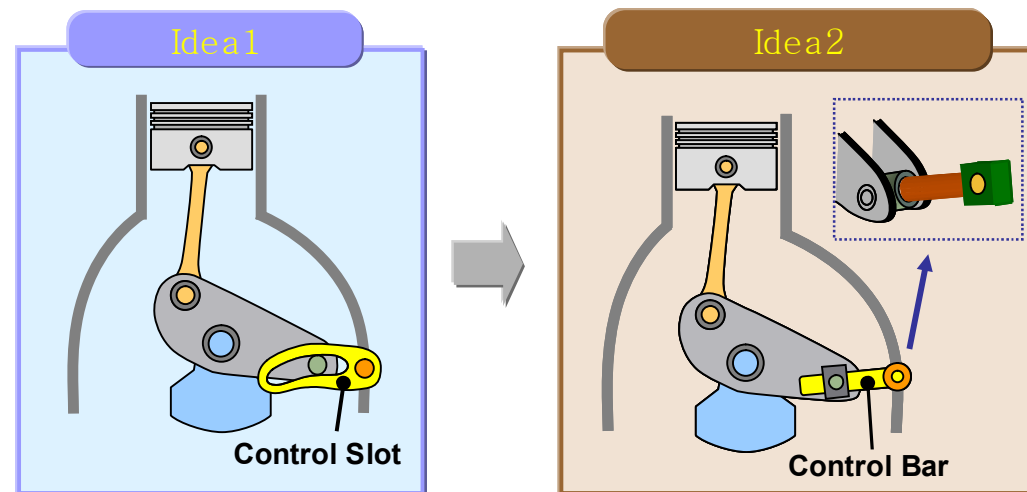
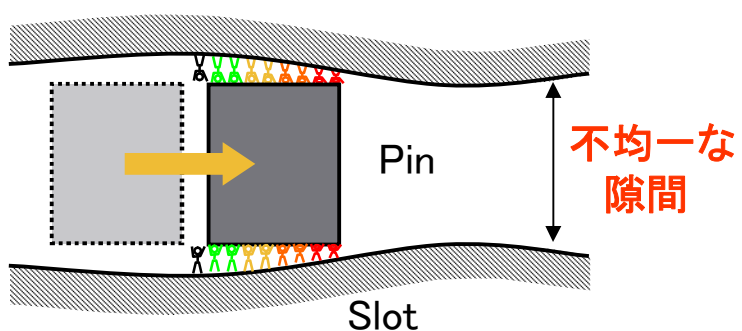
不均一なスロットの問題は依然として存在



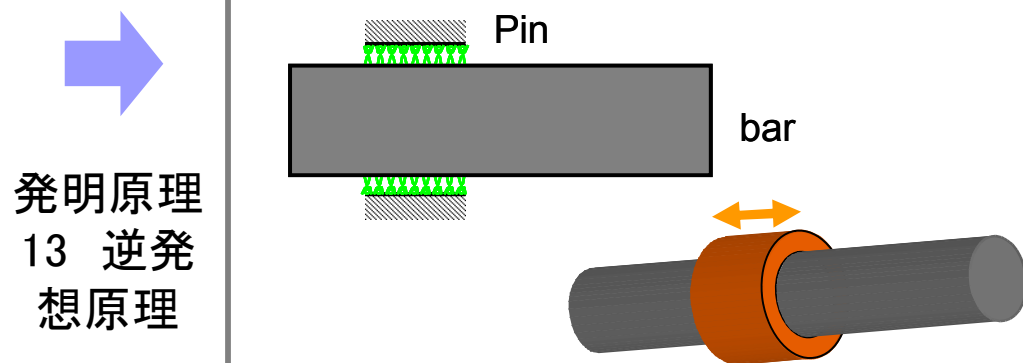
● 根本原因の連鎖解析



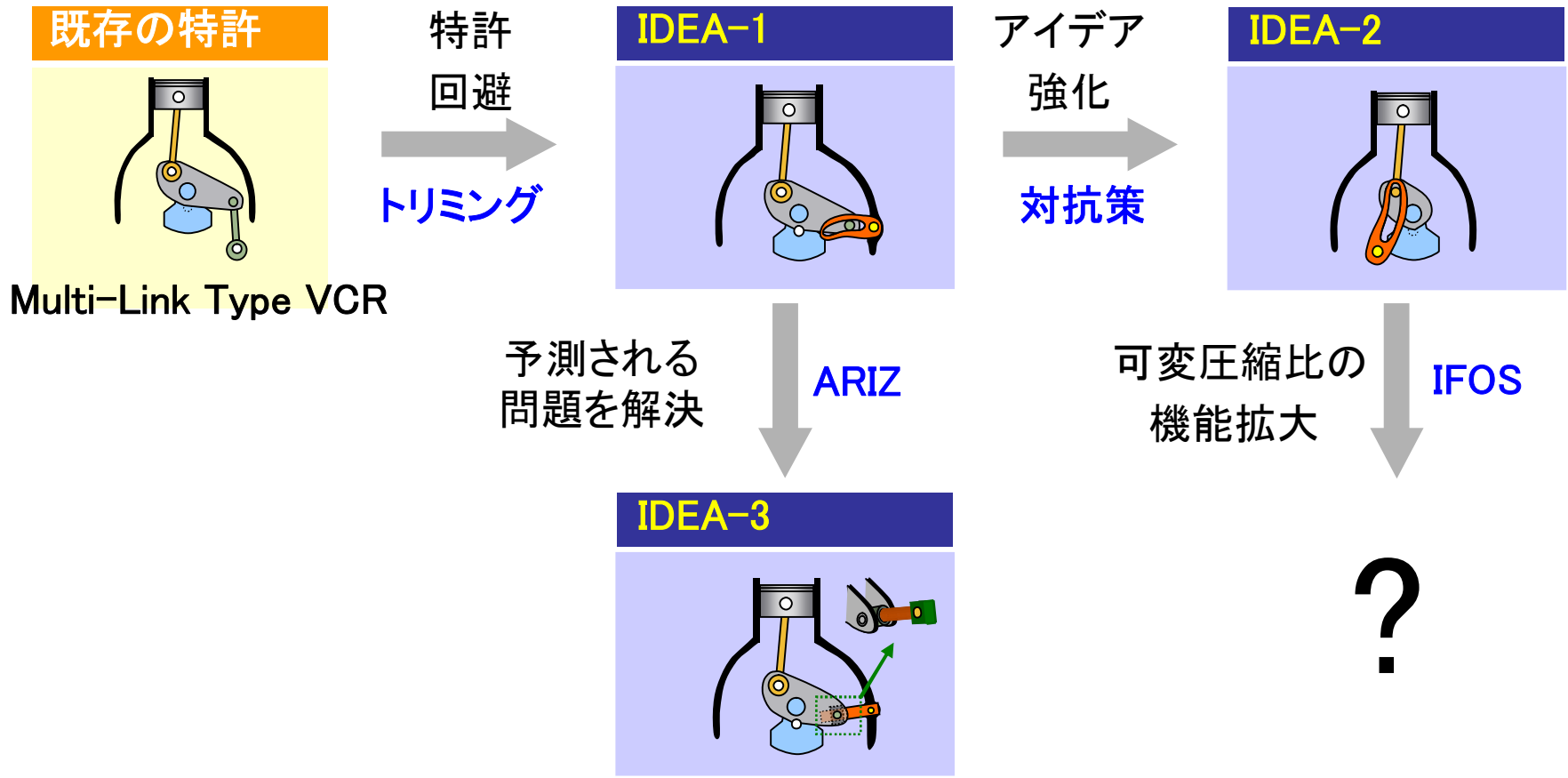
● スロットの形状変更



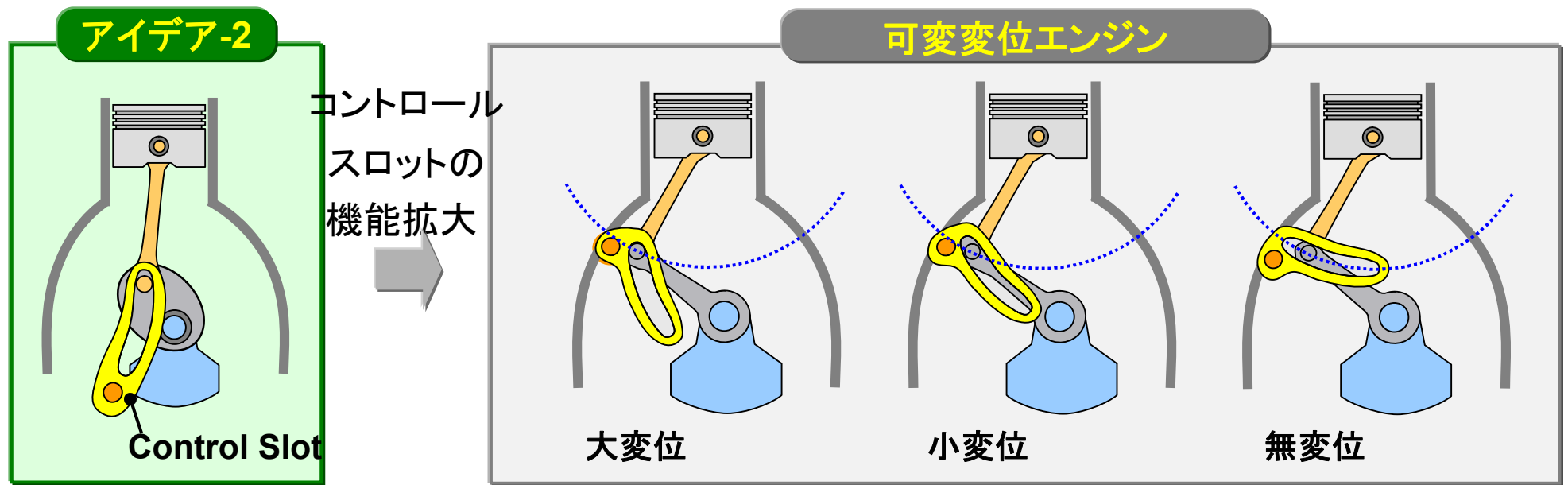
● コントロールスロットとコントロールバーの置換



■ アイデア創出の結果(ステップ3)



■ コントロールスロットの機能を他の応用に拡大する (IFOS: Inverted Function-Oriented Search)



コントロールスロットを用いた
可変圧縮比エンジン

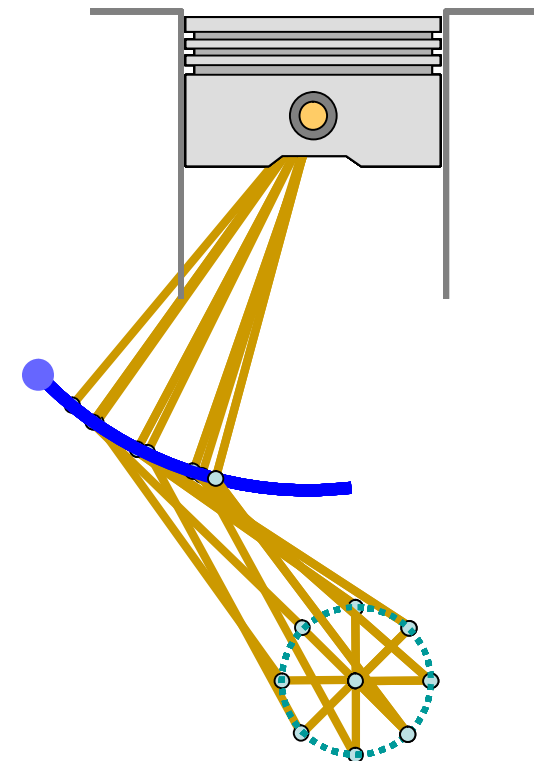
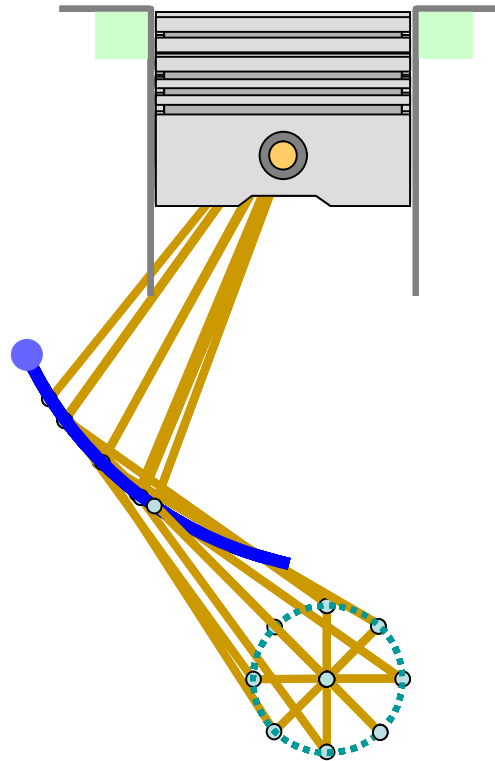
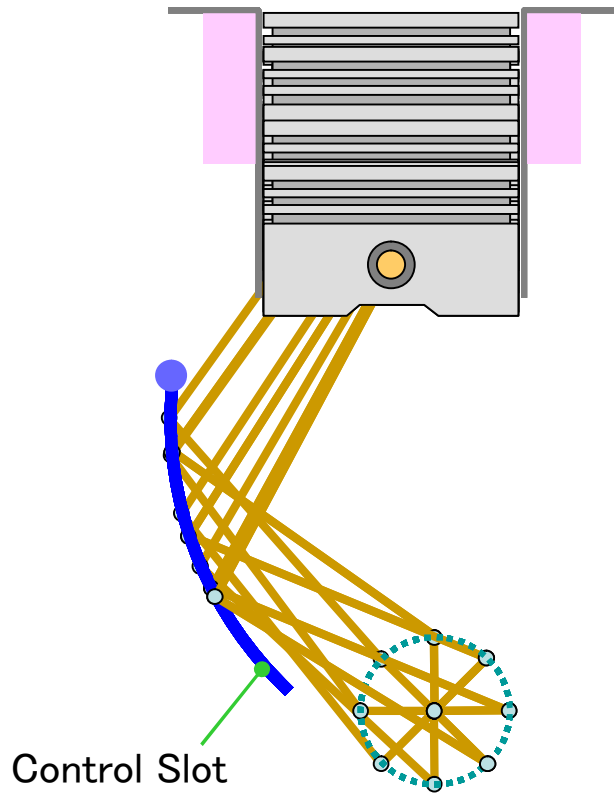
コントロールスロットを用いた
可変変位エンジン

アイデア-4: コントロールスロットを用いた 可変変位エンジン

● 大変位

● 小変位

● 無変位



■ アイデア創出の結果(ステップ4)



- 可変圧縮比エンジンそのものは時間分離の良い例であり、それはエンジン出力と燃費を最大にすることができる。
- この研究でTRIZは可変圧縮比エンジンの新コンセプトの開発に適用された。多くのTRIZのツールが本研究に適用された。
 - 「機能分析」が従来型可変圧縮比の解析に適用された。
 - 「トリミング」が新たな矛盾を作り出した。
 - 「対抗策戦略」が回避策を強化した。
 - 「ARIZ」が、予想される問題の解決策を与えた。
 - 「IFOS」がコントロールスロットを他の応用に拡大した。
- 最後に、複数の可変圧縮比エンジンのコンセプトが成功裡に得られた。