



# 電源ICの応答性能を極限まで追求できる電源技術

クイッカー

## 「QuiCur™」紹介資料

部品点数と安定動作の両面から、電源回路の設計工数削減に貢献

2022年2月3日

ローム株式会社

マーケティング・コミュニケーション部

※「QuiCur™」「Nano Cap™」は、ローム株式会社の商標または登録商標です。

※本資料は発行日付時点の情報です。予告なく変更することがあります。

## ◆システムの高性能化

### 48Vシステムの普及拡大

現状

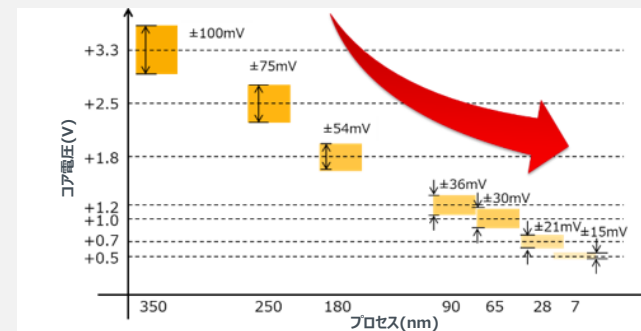
フォークリフト DC48V(Pb)      基地局 DC48V(Pb)      産業ロボット DC48V



新規

48Vマイルドハイブリッド

### プロセッサの微細化とコア電圧低下



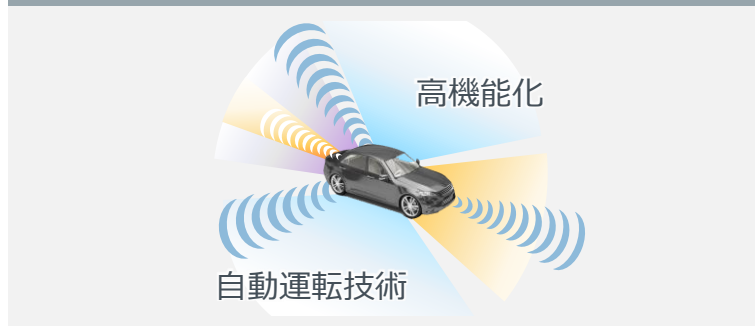
システムの電源電圧が低下 & システムの消費電流が増加 → より安定した電源機能が必要(出カコンデンサ容量の増加)

## ◆システムの小型化・省スペース化

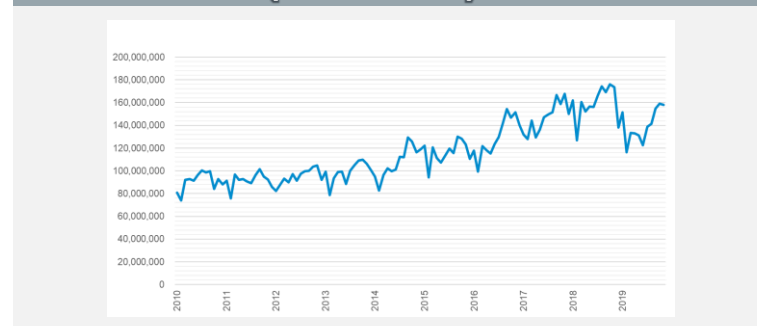
### ウェアラブルIoT機器の普及・小型化



### 車載システムの多機能化



### コンデンサ(半導体部品)需要の増加

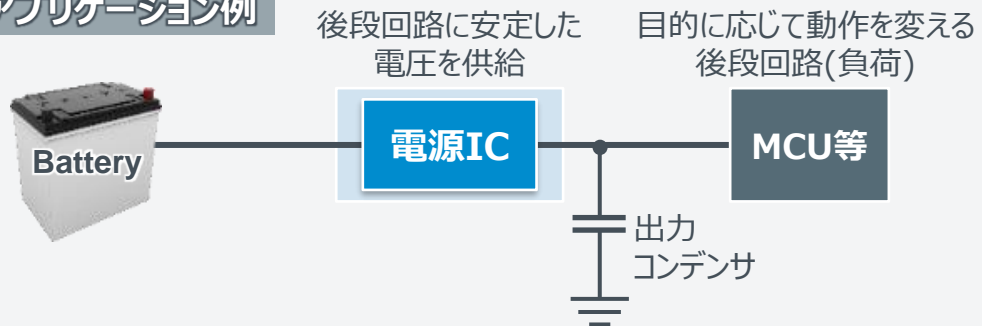


システムの搭載スペースが減少 → 部品点数を削減したい(出カコンデンサ容量の削減)

**電源ICには、出カコンデンサ容量の小型化だけでなく、幅広い出カコンデンサ容量に適應することも求められる**

## ◆電源ICの役割

### アプリケーション例



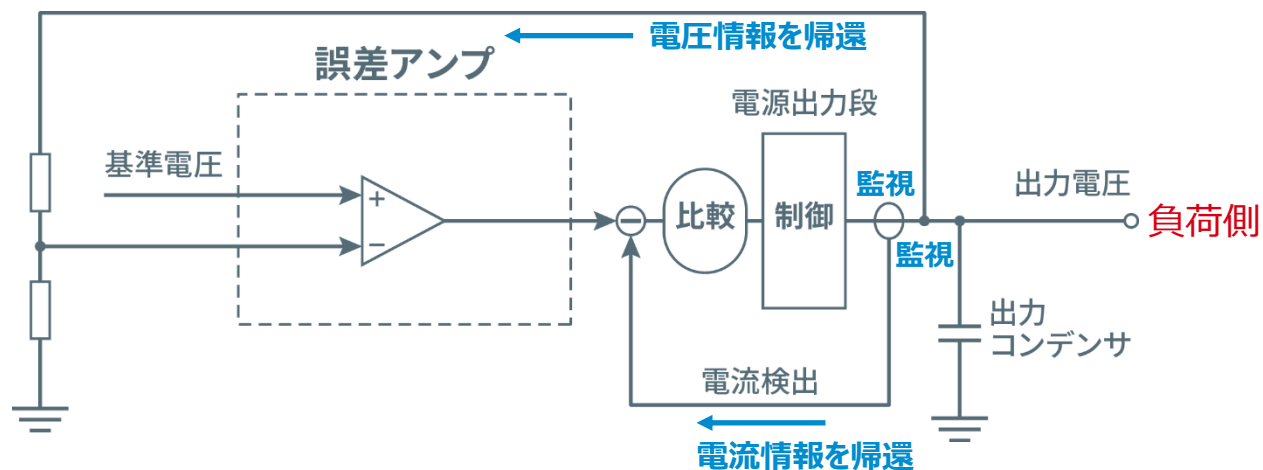
どのような条件においても、後段に安定した電圧を供給することが求められる

- 安定動作時
- 入力電圧変動時(前段電源ソースが出力を変えたとき)
- 負荷電流変動時(後段回路が動作を変えたとき)

**負荷電流変動時の安定性は、電源ICの応答性能と出力コンデンサの容量がカギ**

## ◆負荷電流変動時の安定性を実現する方法

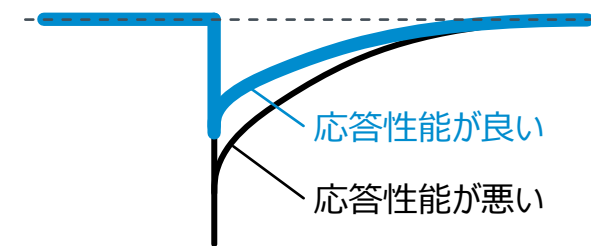
### 電源ICの帰還回路



電源ICの帰還回路がより素早く応答できれば、  
(= 応答性能が良ければ、)  
負荷電流変動時の出力電圧変動量も小さくなる

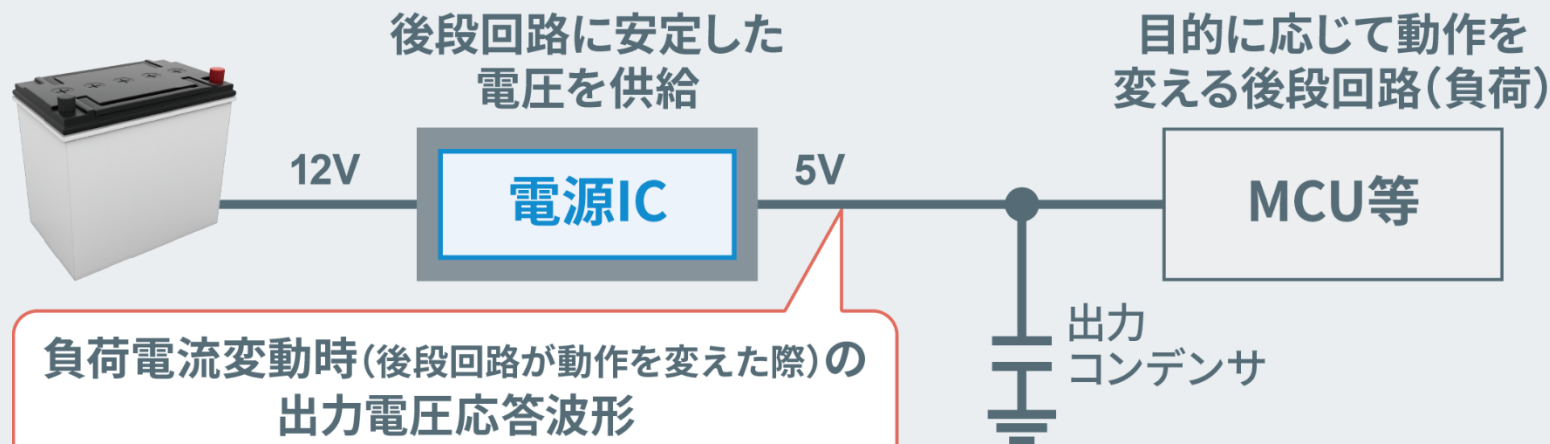
\* 出力コンデンサ容量が同じ場合

### 負荷電流変動時の出力電圧応答波形

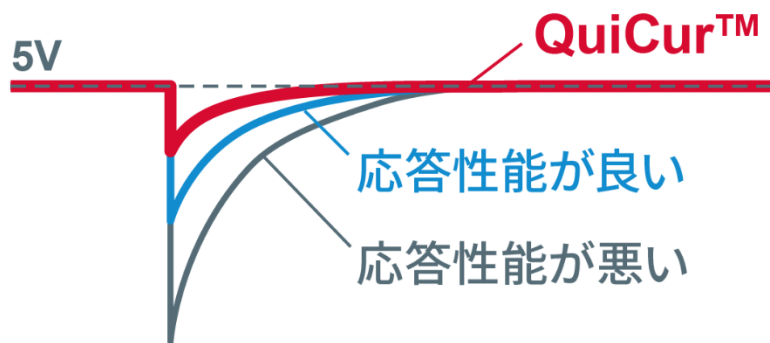


電源ICは、出力電圧を常に監視し、その情報を基準電圧と比較することで、負荷電流変動時でも出力電圧を所望の値に戻す

## 電源ICのアプリケーション例 (車載電子制御ユニットの電源回路)



負荷電流変動時(後段回路が動作を変えた際)の出力電圧応答波形

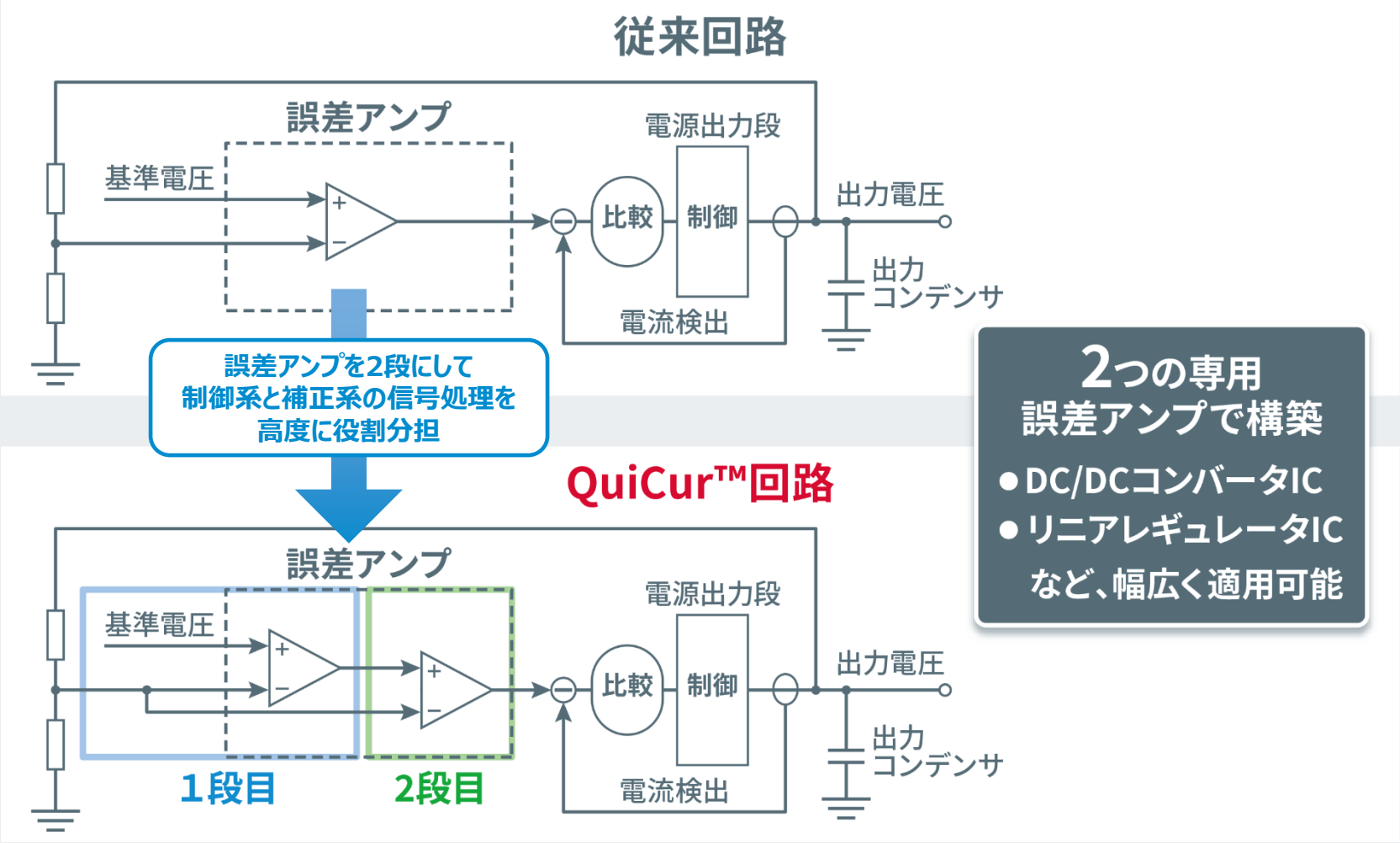


負荷電流変動時の電圧安定度は、電源ICの応答性能に依存する

\*出力コンデンサ容量が同じ場合とする

「QuiCur™」は電源ICに求められる応答性能を、極限まで追求できる革新的技術

## DC/DCコンバータICの帰還回路で比較



## QuiCur™ は、高速負荷応答を実現する ローム独自回路「Quick Current」から名付けた商標

電源ICの帰還回路において、  
不安定にならない極限までの応答性能を狙い通りに  
実現することができる



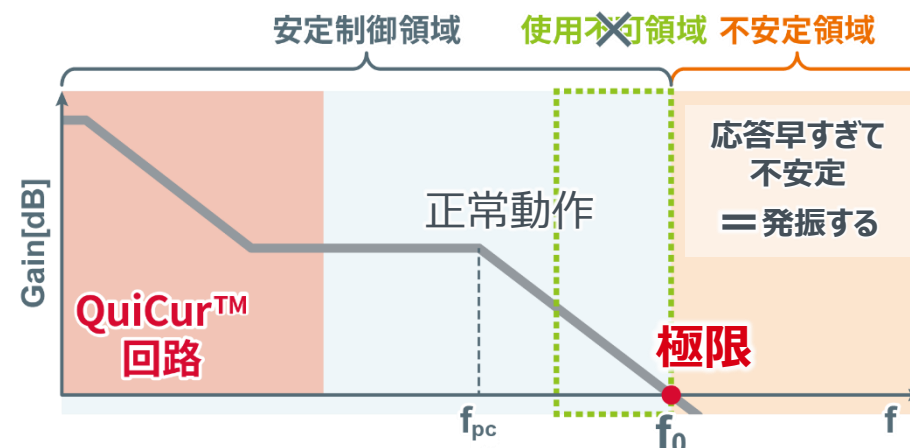
### 特長1 出力コンデンサの部品点数や基板実装面積を削減可能

不安定にならない極限までの応答性能により、電源ICに必要な出力コンデンサ容量を低減することで、部品点数や基板実装面積を削減できる。

### 特長2 仕様変更時でも、簡単に期待する安定動作を実現可能

出力コンデンサ容量が大きくなっても瞬時の応答性能が変化しないため、出力コンデンサ容量と出力電圧変動の線形な調整が可能。  
仕様変更時、期待する出力電圧変動値を簡単に実現できる。

### ボード線図による周波数特性グラフ



応答性能の指標となるゼロクロス周波数 $f_0$ を、  
不安定にならない極限のポイントに狙って設置する

**QuiCur™は、  
部品点数と安定動作の両面から、  
電源回路の設計工数削減に貢献する**

# 特長 1 : 出力コンデンサの部品点数や基板実装面積を削減可能

DC/DCコンバータICにおける  
QuiCur™の効果検証

## 従来品との比較 : 出力コンデンサ容量を小さくした場合

	ローム従来品 DC/DCコンバータIC	QuiCur™搭載 DC/DCコンバータIC(開発品)
出力コンデンサ容量	88μF (22μF×4)	<b>22μF (22μF×1)</b>
基板イメージ		
ゼロクロス周波数	100kHz	<b>300kHz</b>
負荷応答波形 (0A→2A) $V_{IN}=5.0V, V_{OUT}=1.0V,$ $I_{OUT}=0A \rightarrow 2A (1A/\mu s)$		

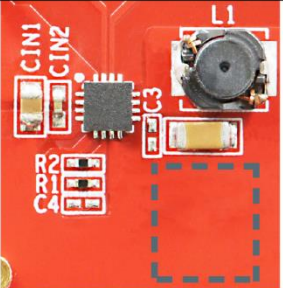
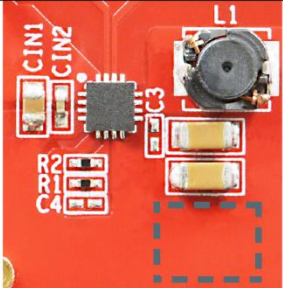
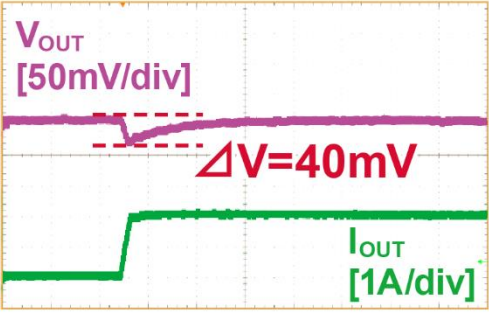
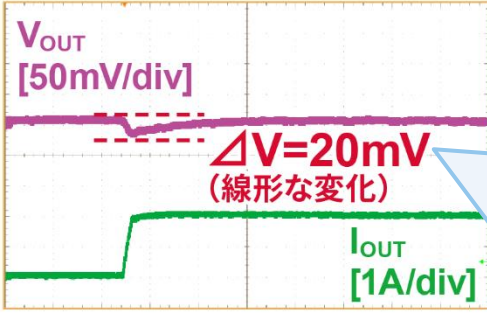
リニアレギュレータICでは、  
QuiCur™で応答性能を、  
劇的に改善可能！

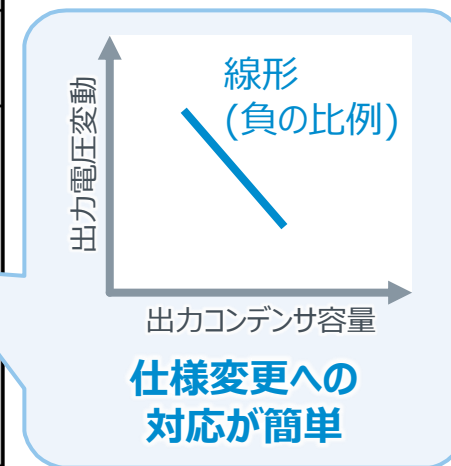
**QuiCur™により、出力コンデンサ容量4分の1でも応答性能を保持可能**

# 特長 2 : 仕様変更時でも、簡単に期待する安定動作を実現可能

DC/DCコンバータICにおける  
QuiCur™の効果検証

## QuiCur™搭載開発品での比較 : 出力コンデンサ容量を大きくした場合

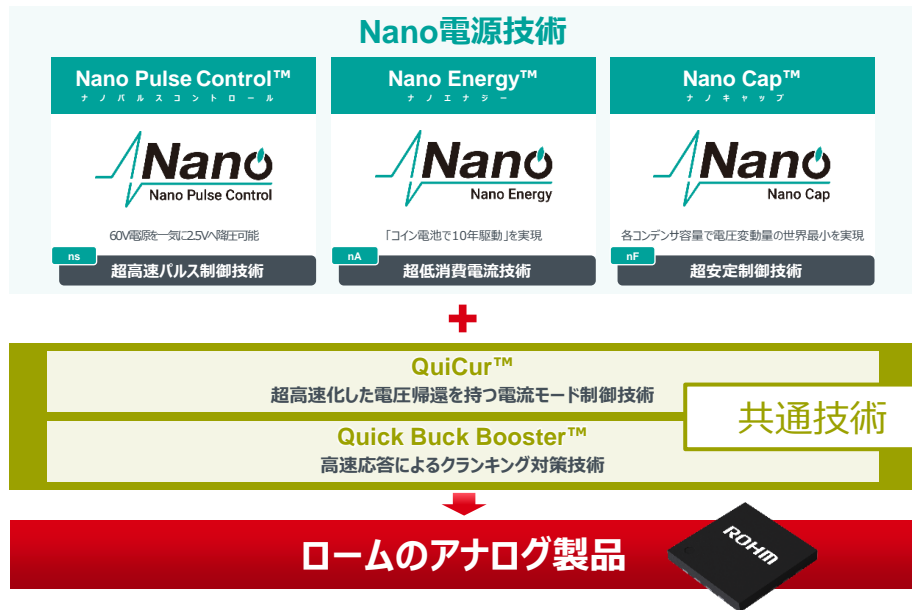
	QuiCur™搭載 DC/DCコンバータIC(開発品)	QuiCur™搭載 DC/DCコンバータIC(開発品)
出力コンデンサ容量	<b>22<math>\mu</math>F</b> (22 $\mu$ F $\times$ 1)	<b>44<math>\mu</math>F</b> (22 $\mu$ F $\times$ 2)
基板イメージ		
ゼロクロス周波数	<b>300kHz</b>	<b>300kHz</b> (変わらない)
負荷応答波形 (0A $\rightarrow$ 2A)  $V_{IN}=5.0V, V_{OUT}=1.0V,$ $I_{OUT}=0A\rightarrow 2A(1A/\mu s)$	 <p><math>\Delta V=40mV</math></p>	 <p><math>\Delta V=20mV</math> (線形な変化)</p>



**QuiCur™により、出力コンデンサ容量と出力電圧変動の線形な調整が可能**



## ◆ QuiCur™ と Nano 電源技術の役割分担



- Nano**
  - 各方面でフラッグシップスペックを実現するための電源技術群
  - 数値面からわかりやすく顧客の課題解決に貢献
- QuiCur™**
  - 帰還回路の応答性能を極限まで追求できる電源技術
  - 共通技術として、幅広い製品の応答性能を向上させ、顧客に貢献

技術の組み合わせで、アナログ電源技術に一層の厚み

## ◆ QuiCur™ 製品化に向けた動き(2022年)

製品	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.
DC/DCコンバータIC(降圧、車載対応)				○					
リニアレギュレータIC(車載対応)							○		

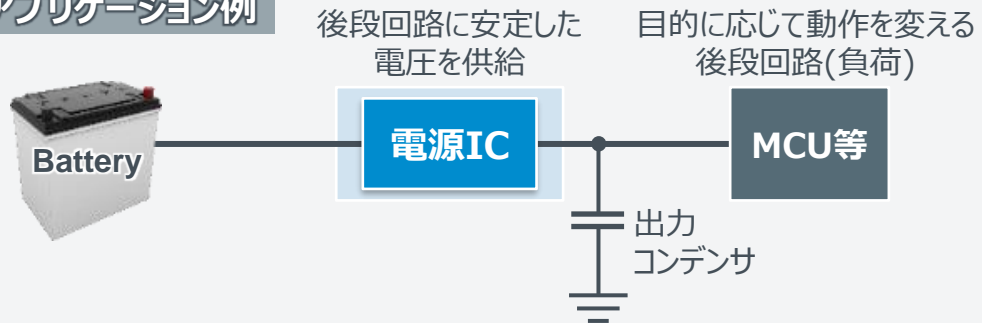
○ 製品サンプルの出荷予定時期

以降、QuiCur™を幅広く電源ICに展開

# 「QuiCur™」技術の詳細 ボード線図による周波数特性グラフを用いた説明

## ◆ 電源ICの役割

### アプリケーション例



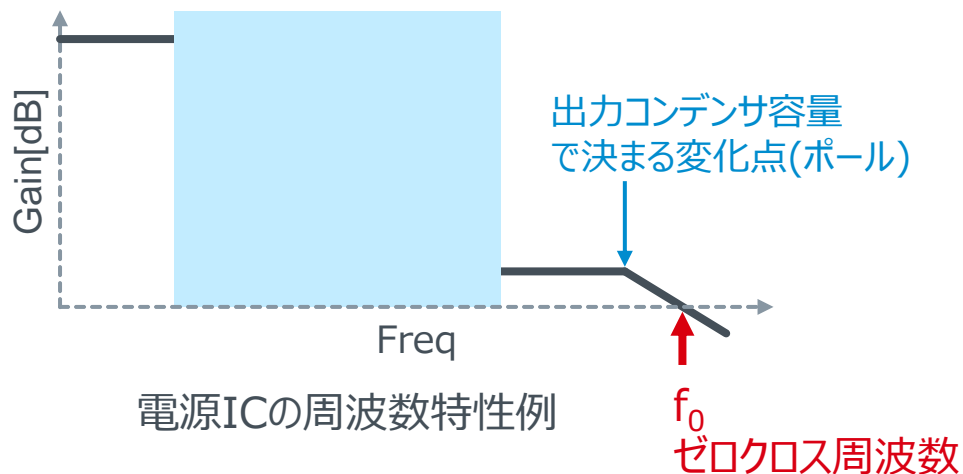
どのような条件においても、後段に安定した電圧を供給することが求められる

- 安定動作時
- 入力電圧変動時(前段電源ソースが出力を変えたとき)
- 負荷電流変動時(後段回路が動作を変えたとき)

**負荷電流変動時の安定性は、電源ICの応答性能と出力コンデンサの容量がカギ**

## ◆ 負荷電流変動時の安定性の考え方

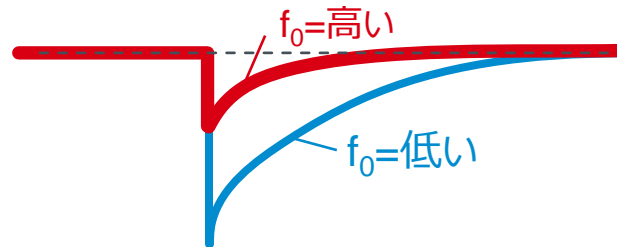
負荷応答性能を決める特性 = 周波数特性



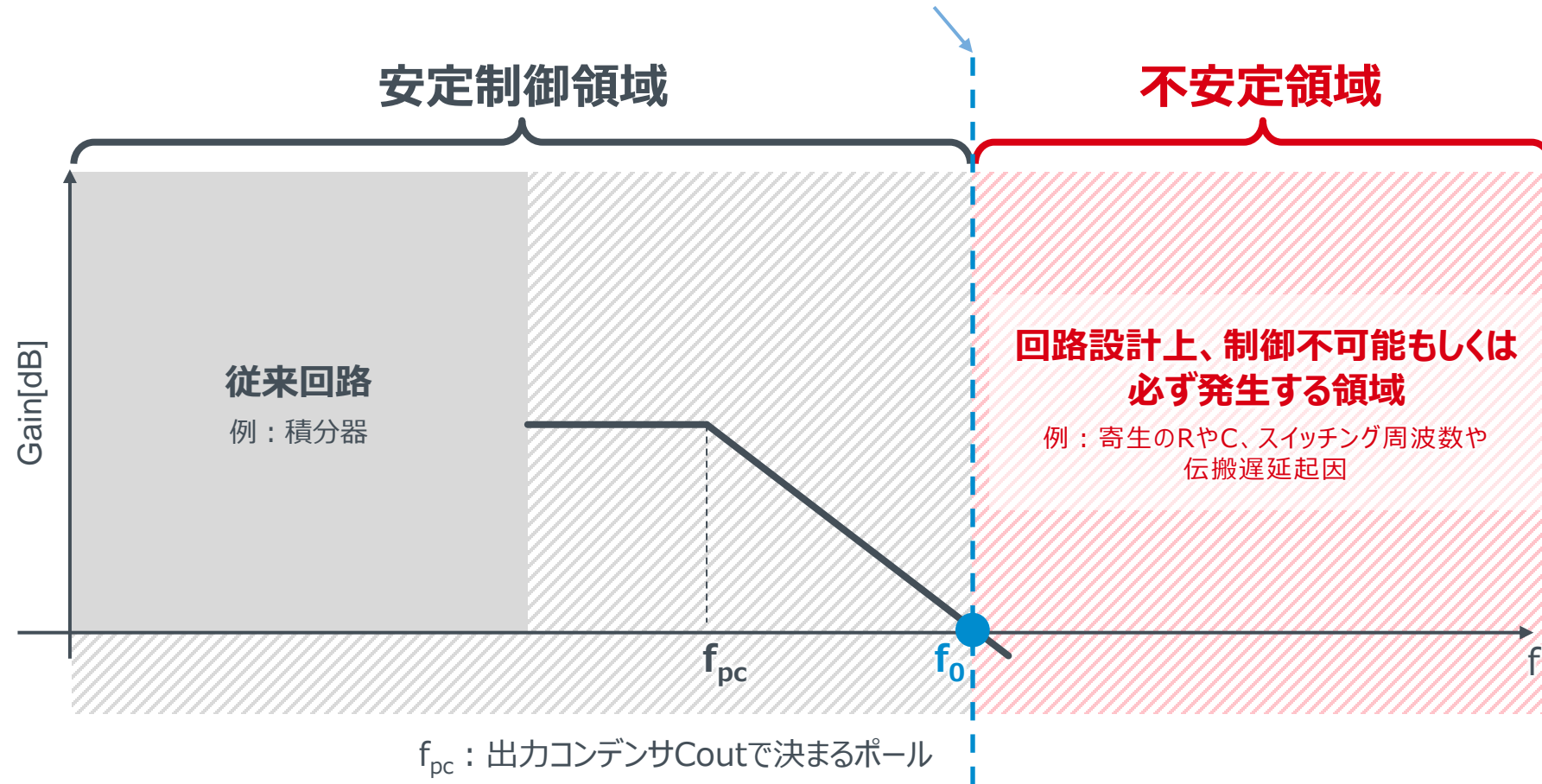
$f_0$ が高いほど応答性能が良くなり、負荷電流変動時の電圧変動量も小さくなる

※出力コンデンサ容量が同じ場合

負荷電流変動時の出力電圧応答波形

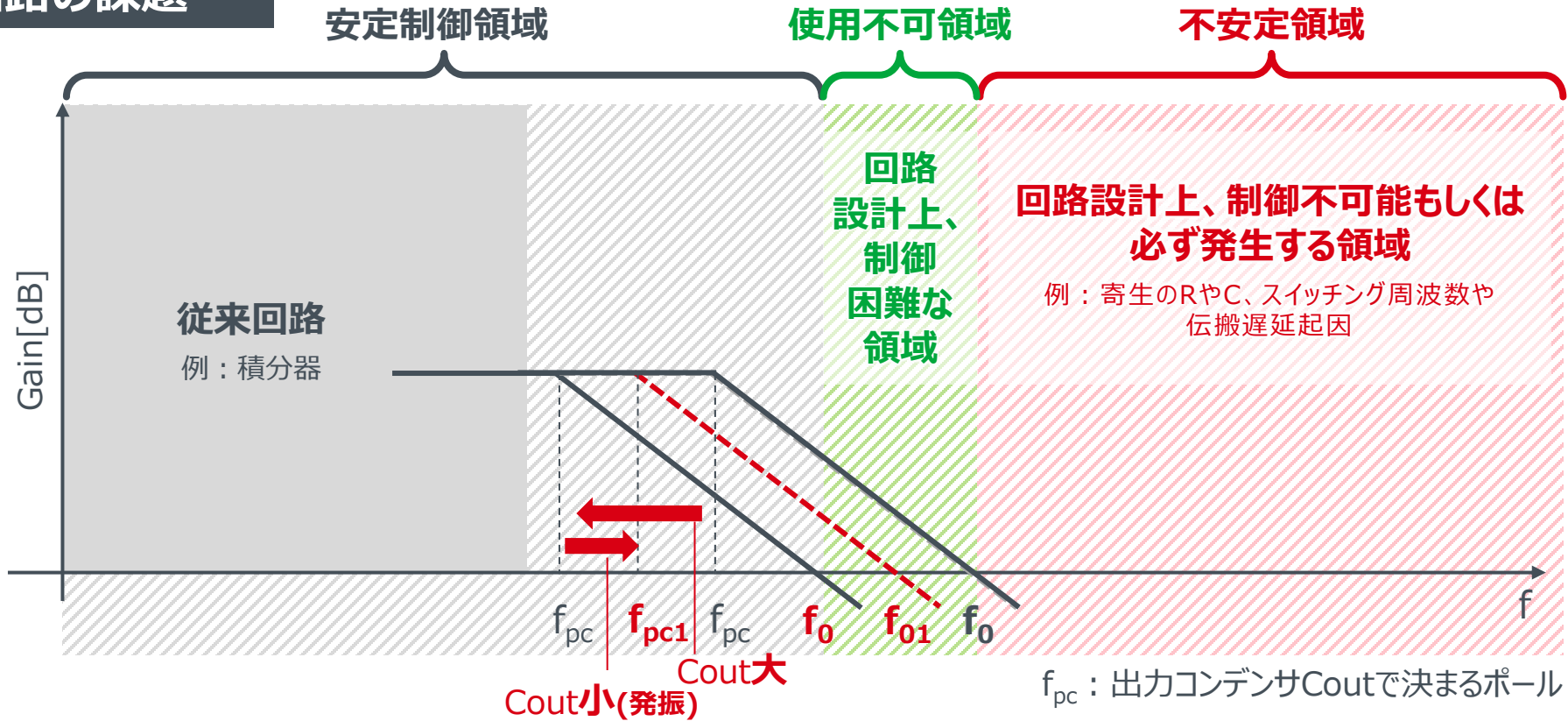


理想的なゼロクロス周波数 $f_0$ 設計：  
安定制御領域と不安定領域の境界線上に設定する



**QuiCur™は、当然でありながら実現困難だった、理想的な設計思想を実現できる**

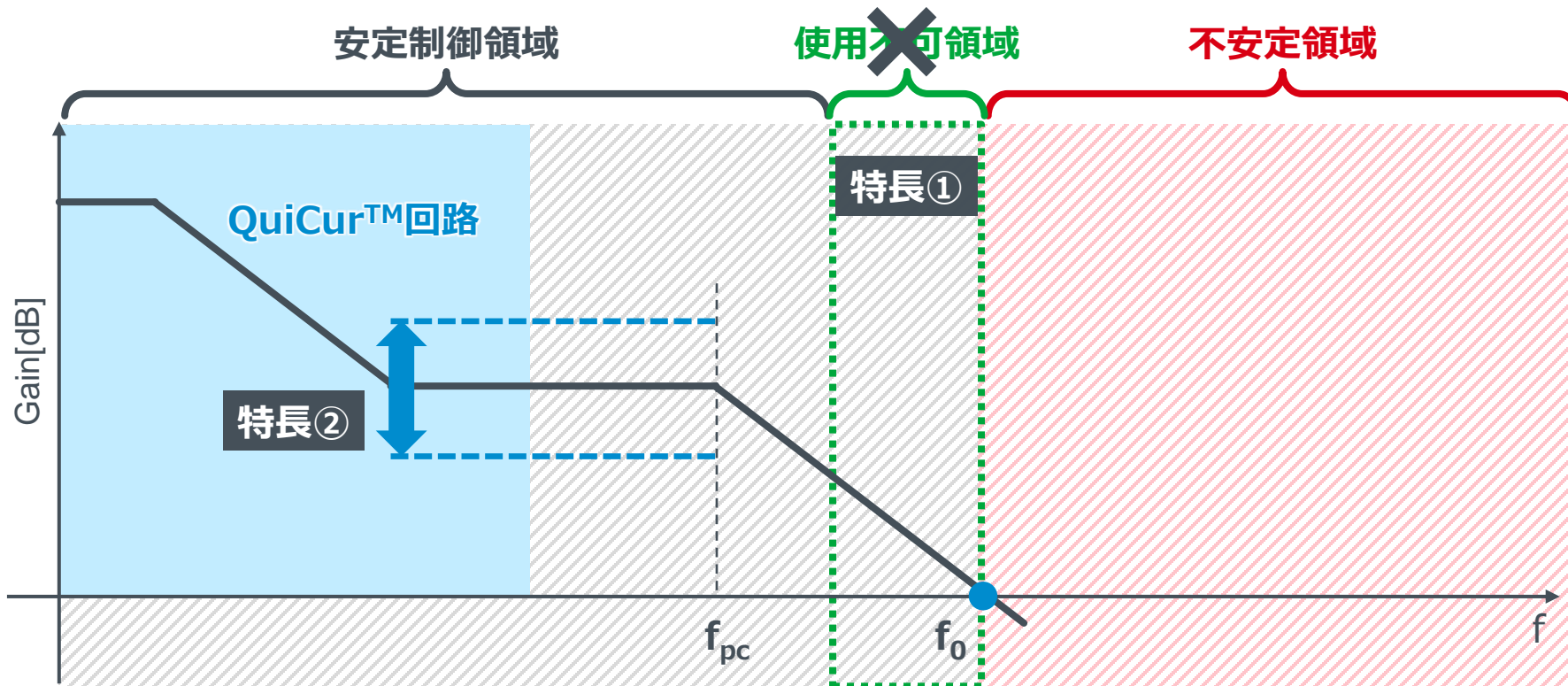
## 従来回路の課題



従来回路は、出力コンデンサ容量による制約が多い

**課題1** 使用不可領域が発生して、不安定領域との境界線上までゼロクロス周波数 $f_0$ を伸ばせない(高くできない)

**課題2** 出力コンデンサ容量によって、ゼロクロス周波数 $f_0$ が変化してしまう



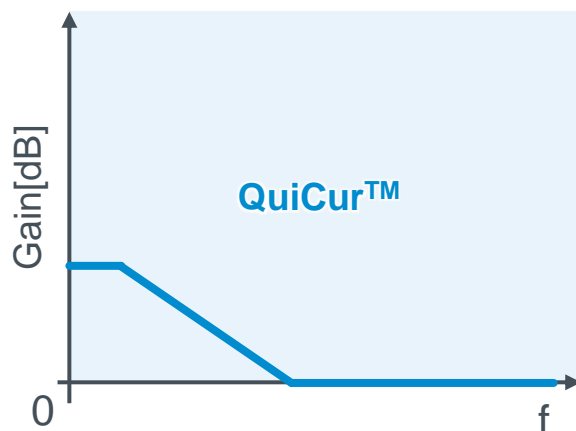
## 特長

- ① 不安定領域前に使用不可領域が発生しない
- ② 高周波Gainの調整が可能

## コア技術

- ・1ポール、1ゼロのシステムかつ高周波Gain=0dBのシステム
- ・電流駆動による高周波Gain調整システム

## 1ポール、1ゼロのシステムかつ高周波Gain=0dBのシステム



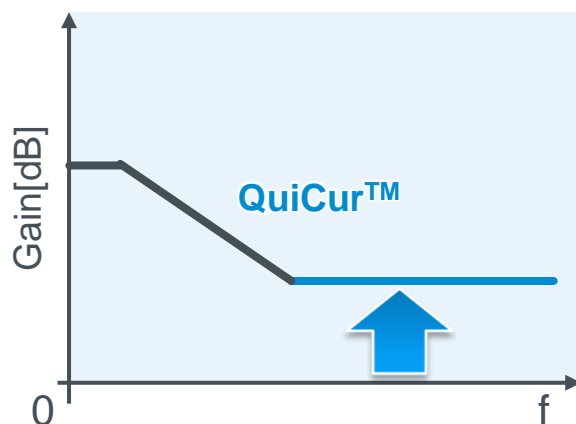
### 1ポール、1ゼロのシステム

高周波( $f_{pc}$ )まで、安定性を維持する

### 高周波Gain=0dBのシステム

低Gainにすることで、高周波( $f_{pc}$ )までGainを維持できる

## 電流駆動による高周波Gain調整システム



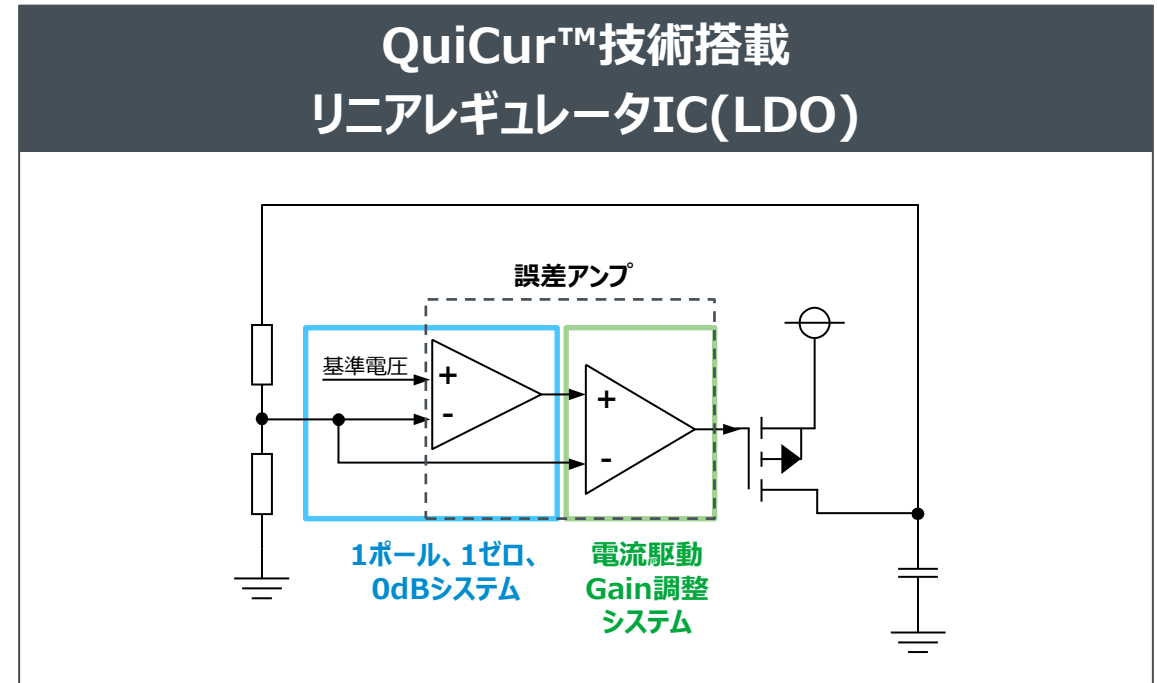
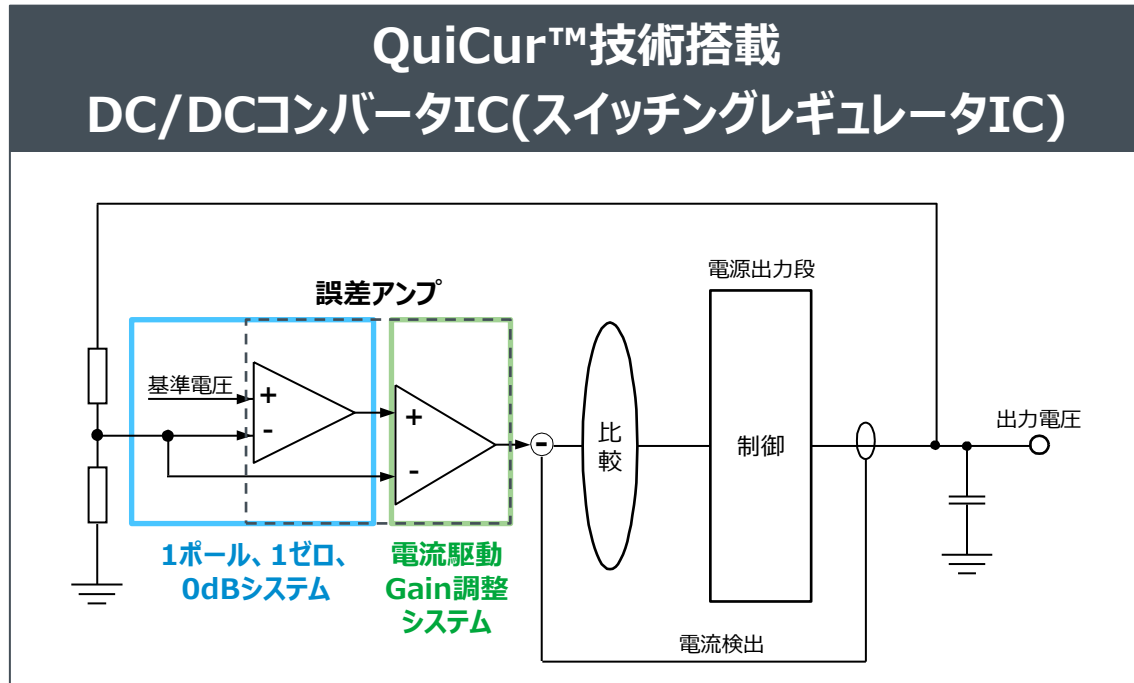
### 電流駆動によるGain調整

電流駆動により、高周波( $f_{pc}$ )までGainを維持できる

電流駆動によるGain調整システムが  
**QuiCur = Quick Current**  
 の由来

**QuiCur™は、2つのコア技術を高度に組み合わせることで実現**

## DC/DCコンバータICとリニアレギュレータICでの使い分け



誤差アンプ2つで  
両立する独立設計



~2段目アンプ: 1ポール、1ゼロアンプ、0dBシステム  
2段目アンプ~: 電流駆動Gain調整システム

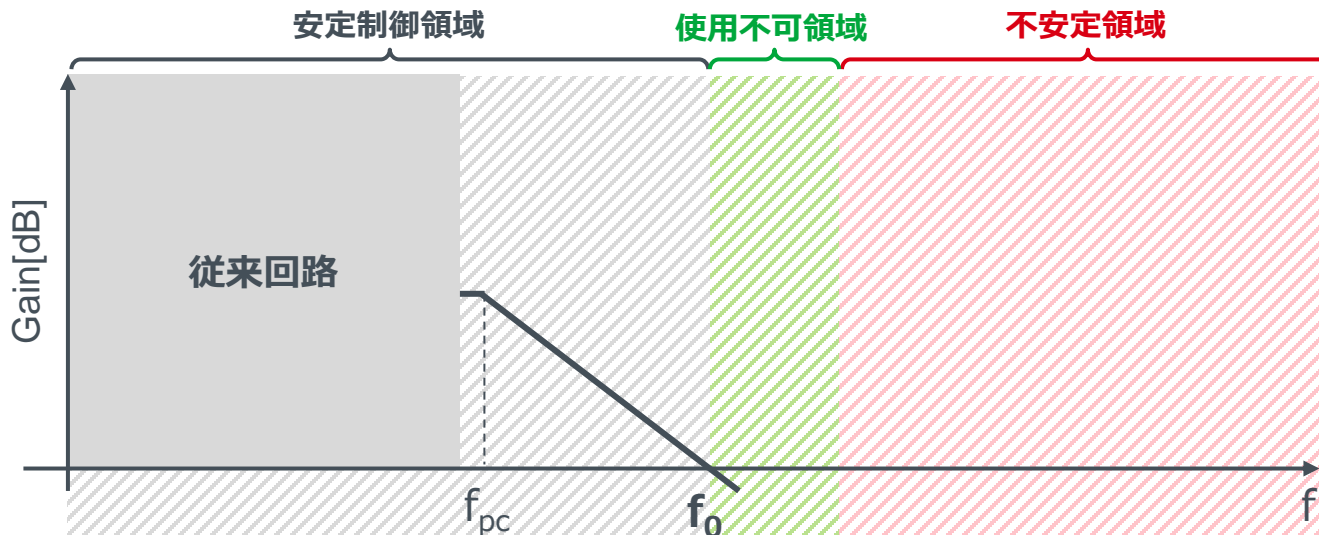
**QuiCur™は、DC/DCコンバータIC、リニアレギュレータICの製品を問わず適応でき、幅広く電源ICの応答性能を向上できる**



# 課題1 :

「不安定領域との境界線上までゼロクロス周波数 $f_0$ を伸ばせない」への対応

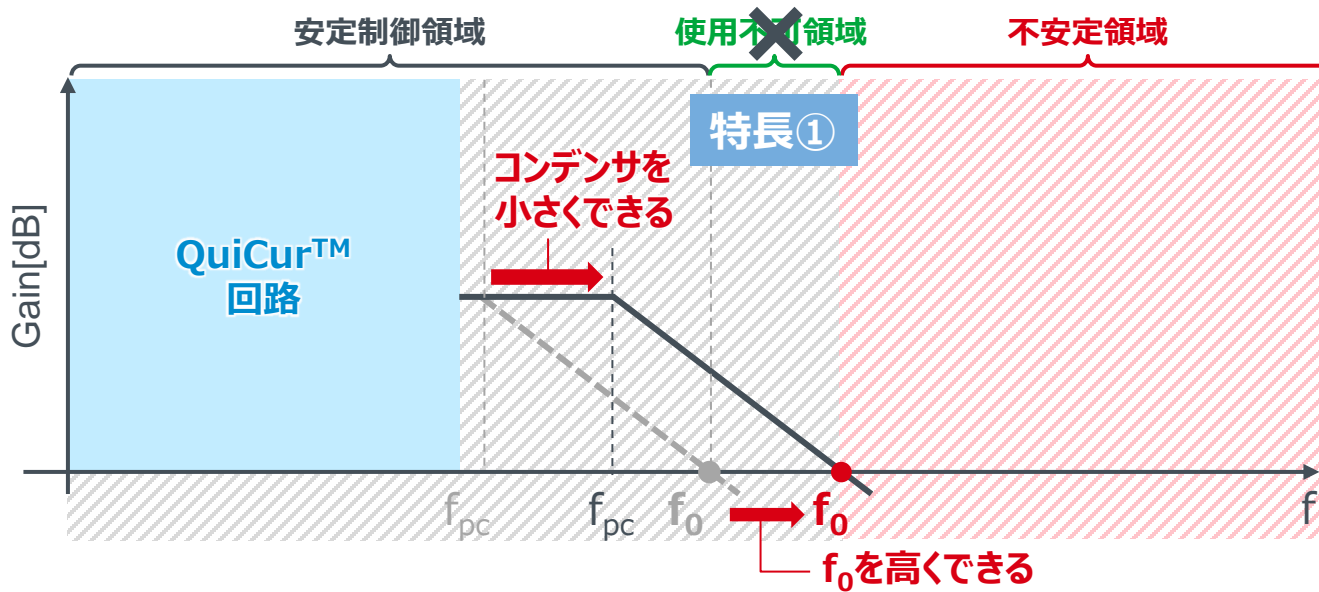
従来回路



## 課題

回路設計時に発生するポール等の影響により、使用不可領域が発生。不安定領域との境界線上までゼロクロス周波数 $f_0$ を伸ばせない

QuiCur™ 特長①

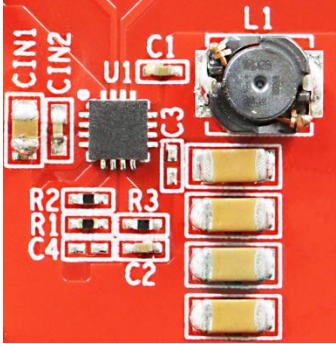
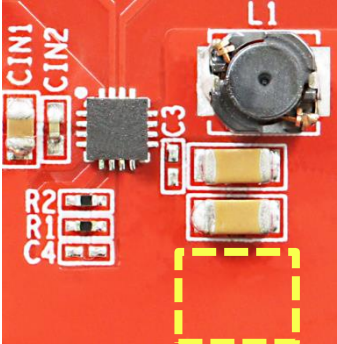
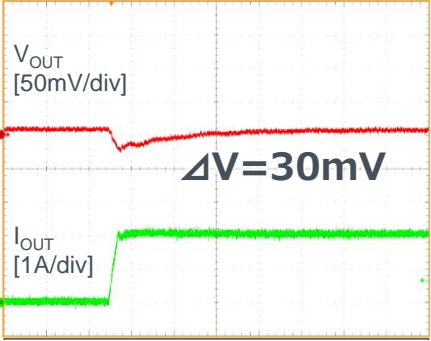
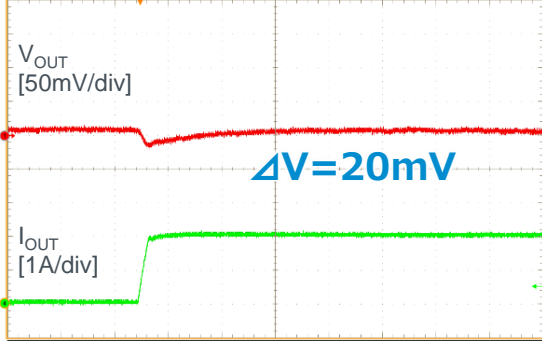


## 特長①

不安定領域前に使用不可領域が発生しない

## 効果

コンデンサ下限値を下げ、ゼロクロス周波数 $f_0$ を最大化できる

	ローム従来品	QuiCur™搭載 DC/DCコンバータIC(開発品)
出力コンデンサ容量	88 $\mu$ F(22 $\mu$ F $\times$ 4)	44 $\mu$ F(22 $\mu$ F $\times$ 2)
基板イメージ		
負荷応答波形 (0 $\rightarrow$ 2A)	 <p><math>\Delta V=30\text{mV}</math></p> <p><math>V_{\text{IN}}=5.0\text{V}</math>, <math>V_{\text{OUT}}=1.0\text{V}</math>, <math>I_{\text{OUT}}=0\text{A}\rightarrow 2\text{A}</math> (1A/<math>\mu</math>s)</p>	 <p><math>\Delta V=20\text{mV}</math></p> <p><math>V_{\text{IN}}=5.0\text{V}</math>, <math>V_{\text{OUT}}=1.0\text{V}</math>, <math>I_{\text{OUT}}=0\text{A}\rightarrow 2\text{A}</math> (1A/<math>\mu</math>s)</p>

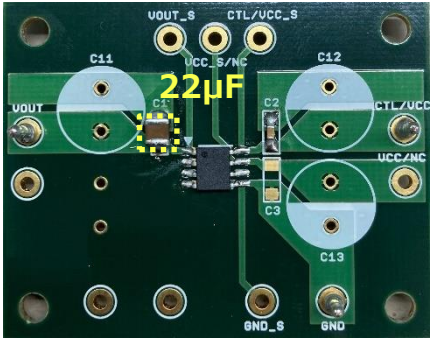
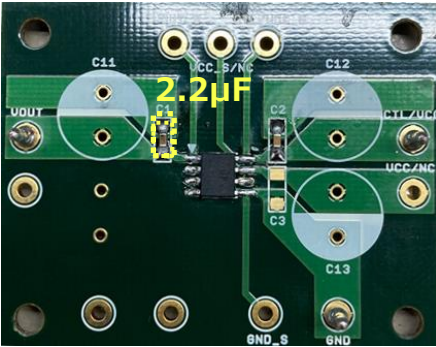
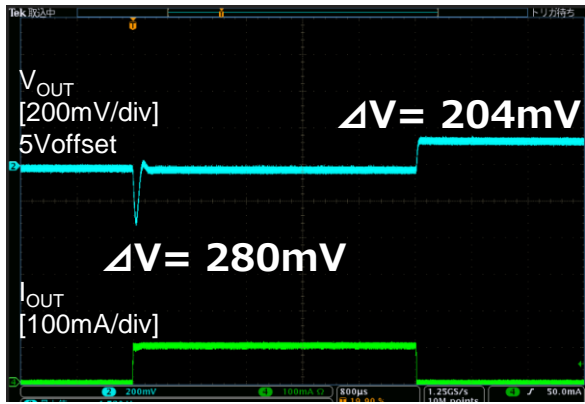
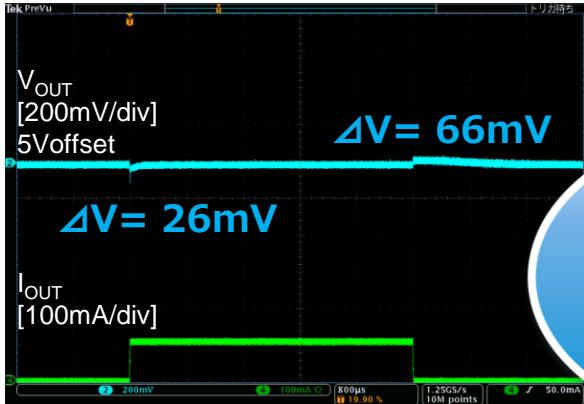
**QuiCur™により、出力コンデンサ容量の下限値を下げて、安定動作を実現できることを確認**

(補足) QuiCur™の効果：  
 同じ出力コンデンサ容量での出力電圧変動比較（DC/DCコンバータICの場合）

	ローム従来品	QuiCur™搭載 DC/DCコンバータIC(開発品)
出力コンデンサ容量	44μF(22μF×2)	44μF(22μF×2)
基板イメージ		
ゼロクロス周波数 $f_0$	100kHz	300kHz
負荷応答波形 (0 → 2A)	<p><math>V_{IN}=5.0V, V_{OUT}=1.0V, I_{OUT}=0A \rightarrow 2A (1A/\mu s)</math></p>	<p><math>V_{IN}=5.0V, V_{OUT}=1.0V, I_{OUT}=0A \rightarrow 2A (1A/\mu s)</math></p>

出力コンデンサ容量  
 同等で比較すると、  
 QuiCur™が圧倒的

**QuiCur™を用いることで、圧倒的な応答性を実現**

	ローム従来品	QuiCur™搭載 リニアレギュレータIC(開発品)
出力コンデンサ容量	22 $\mu$ F	2.2 $\mu$ F
基板イメージ		
負荷応答波形 (0→100mA)	 <p><math>\Delta V = 280\text{mV}</math> <math>\Delta V = 204\text{mV}</math></p> <p><math>V_{\text{OUT}} = 5.0\text{V}, I_{\text{OUT}} = 0\text{A} \rightarrow 100\text{mA} (100\text{mA}/\mu\text{s})</math></p>	 <p><math>\Delta V = 26\text{mV}</math> <math>\Delta V = 66\text{mV}</math></p> <p><math>V_{\text{OUT}} = 5.0\text{V}, I_{\text{OUT}} = 0\text{A} \rightarrow 100\text{mA} (100\text{mA}/\mu\text{s})</math></p>

出力コンデンサ容量  
**10倍**の従来品と  
比較しても  
QuiCur™のほうが  
応答性良い

**QuiCur™を用いることで、圧倒的な応答性を実現**

(補足) QuiCur™の効果：  
 同じ出力コンデンサ容量での出力電圧変動比較（リニアレギュレータICの場合）

	ローム従来品	QuiCur™搭載 リニアレギュレータIC(開発品)
出力コンデンサ容量	2.2 $\mu$ F	2.2 $\mu$ F
基板イメージ		
負荷応答波形 (0→100mA)	<p><math>\Delta V = 308\text{mV}</math>  <math>\Delta V = 660\text{mV}</math></p> <p><math>V_{\text{OUT}} = 5.0\text{V}, I_{\text{OUT}} = 0\text{A} \rightarrow 100\text{mA} (100\text{mA}/\mu\text{s})</math></p>	<p><math>\Delta V = 66\text{mV}</math>  <math>\Delta V = 26\text{mV}</math></p> <p><math>V_{\text{OUT}} = 5.0\text{V}, I_{\text{OUT}} = 0\text{A} \rightarrow 100\text{mA} (100\text{mA}/\mu\text{s})</math></p>

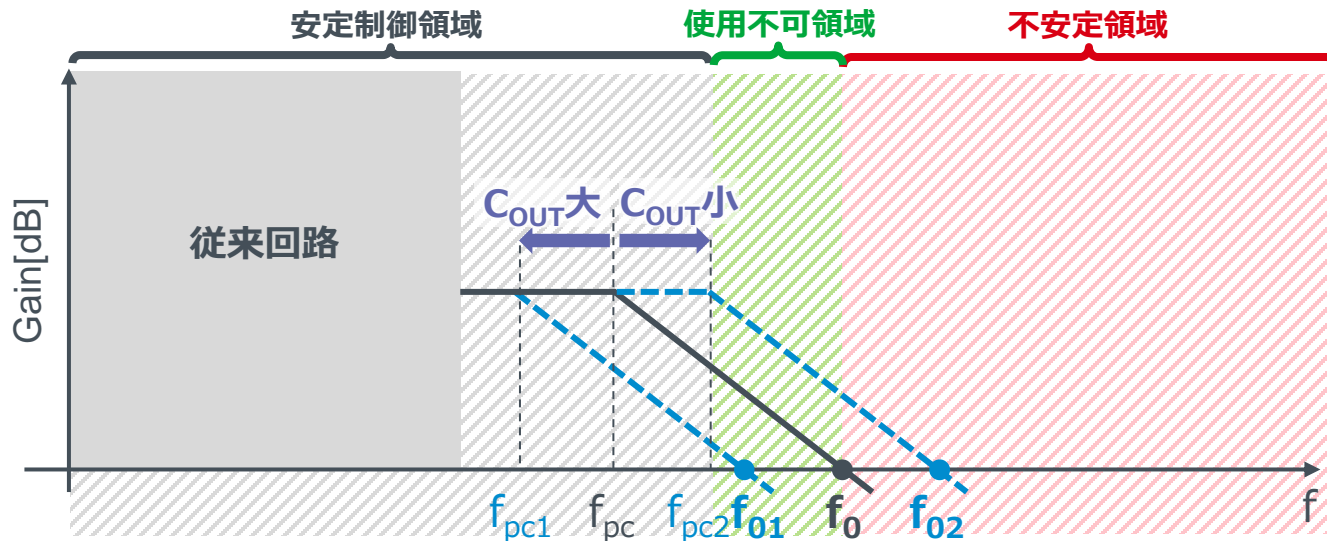
出力コンデンサ容量  
 同等で比較すると、  
 QuiCur™が圧倒的

**QuiCur™を用いることで、圧倒的な応答性を実現**

## 課題2 :

「出力コンデンサ容量によって、ゼロクロス周波数 $f_0$ が変化してしまう」への対応

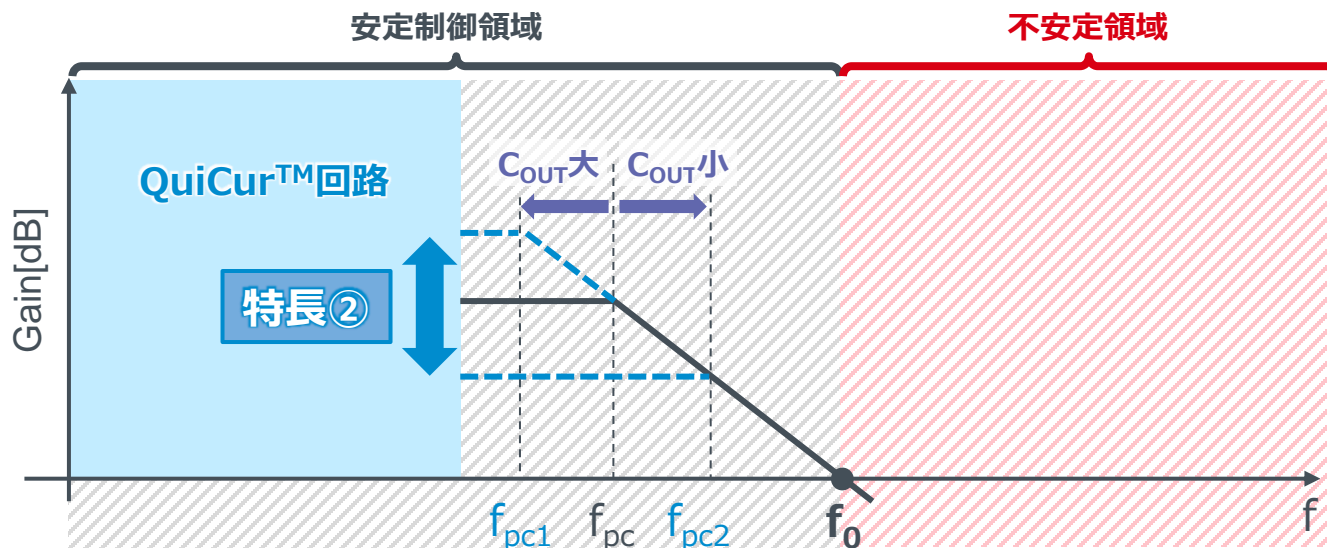
従来回路



### 課題

（課題1の使用不可領域発生に加え、）  
ゼロクロス周波数を極限まで追求しても、  
出力コンデンサ容量によって、  
ゼロクロス周波数 $f_0$ が変化してしまう

QuiCur™ 特長②

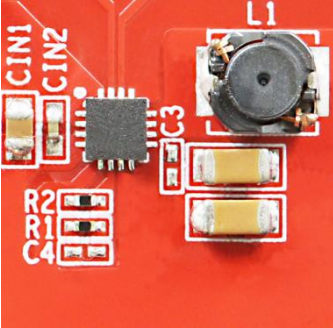
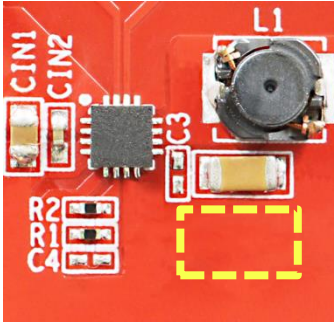
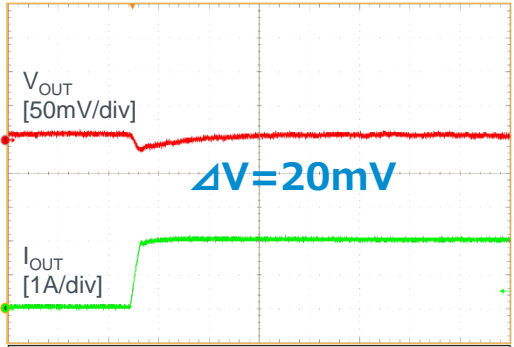
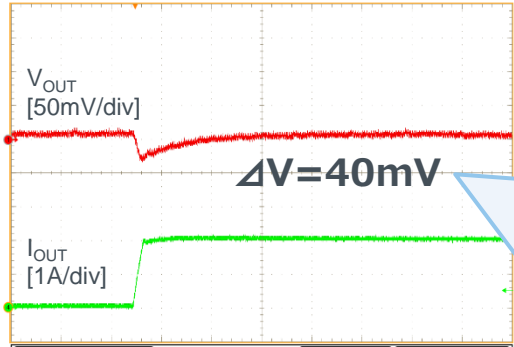


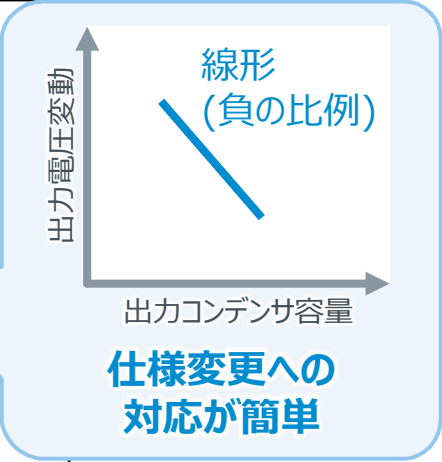
### 特長②

高周波Gainを調整可能

### 効果

出力コンデンサ容量に応じて、  
高周波Gainを調整することで、  
ゼロクロス周波数 $f_0$ を  
不安定領域の境界線上に設定可能

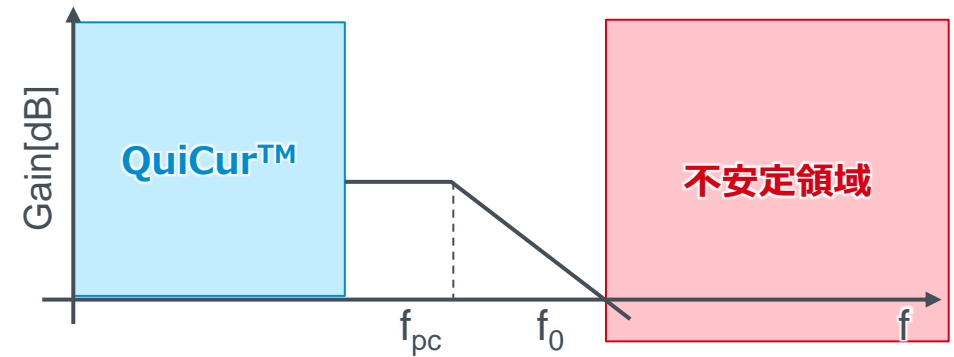
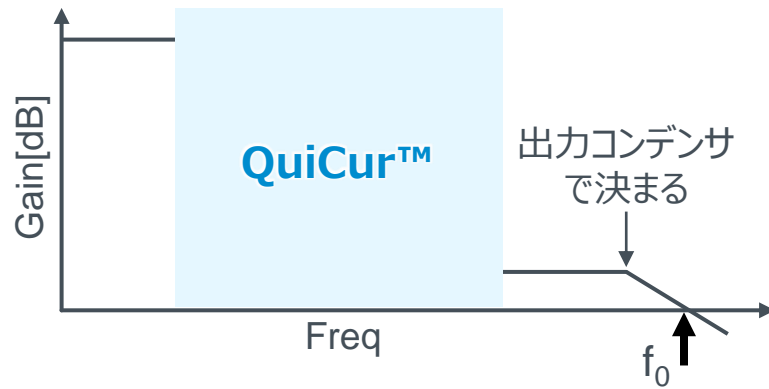
QuiCur™搭載DC/DCコンバータIC(開発品)		
MODE	電圧変動量優先	コンデンサ削減優先
出力コンデンサ容量	44 $\mu$ F(22 $\mu$ F $\times$ 2)	22 $\mu$ F(22 $\mu$ F $\times$ 1)
基板イメージ		
Gain設定	High	Low
ゼロクロス周波数 $f_0$	300kHz	300kHz (変わらない)
負荷応答波形 (0 $\rightarrow$ 2A)	 <p><math>\Delta V = 20\text{mV}</math></p> <p><math>V_{IN}=5.0\text{V}, V_{OUT}=1.0\text{V}, I_{OUT}=0\text{A} \rightarrow 2\text{A} (1\text{A}/\mu\text{s})</math></p>	 <p><math>\Delta V = 40\text{mV}</math></p> <p><math>V_{IN}=5.0\text{V}, V_{OUT}=1.0\text{V}, I_{OUT}=0\text{A} \rightarrow 2\text{A} (1\text{A}/\mu\text{s})</math></p>



**QuiCur™を用いることで、幅広い出力コンデンサ容量に簡単に対応できる**

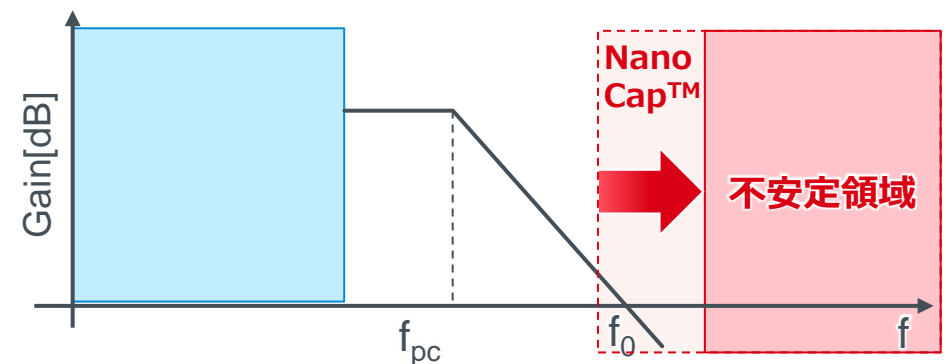
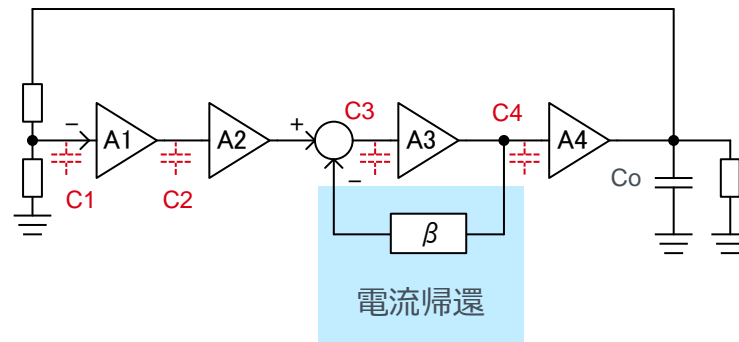
# (補足) QuiCur™とNano Cap™は何が違うのか？

高速負荷  
応答技術  
「QuiCur™」



高周波のGain調整により、  
不安定領域前まで帯域を攻める技術

超安定  
制御技術  
「Nano Cap™」



電流帰還により、  
安定領域をさらに高周波まで広げる技術

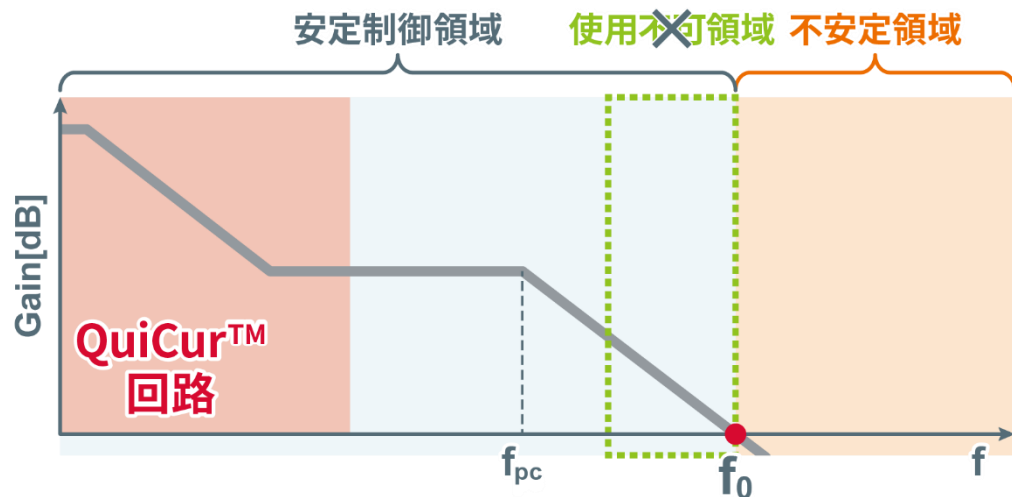
どちらの技術も応答性能を最大化する為には必要な技術



$f_0$ : ゼロクロス周波数、応答性能の指標  
 $f_{pc}$ : 出力コンデンサ $C_{OUT}$ で決まる変化点

## 高速負荷応答技術「QuiCur™」

使用不可領域をなくし、  
不安定領域の極限に  
ゼロクロス $f_0$ を設定することが可能



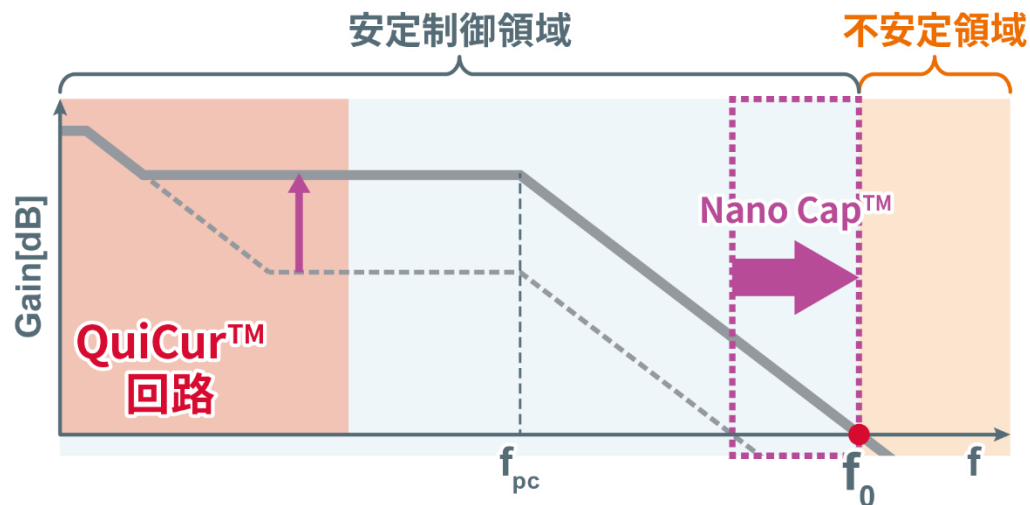
## 高速負荷応答技術「QuiCur™」

使用不可領域をなくし、  
不安定領域の極限に  
ゼロクロス $f_0$ を設定することが可能

+

## 超安定制御技術「Nano Cap™」

安定制御領域をさらなる  
高周波帯まで広げることが可能



**Nano Cap™で安定制御領域を広げたうえで、極限までの応答性能を実現**



- ・本資料に記載されている内容はロームの製品（以下「ローム製品」といいます）のご紹介を目的としています。
- ・ローム製品のご使用にあたりましては、別途最新の仕様書およびデータシートを必ずご確認ください。
- ・本資料に記載されております情報は、何ら保証なく提供されるものです。万が一、当該情報の誤りまたは使用に起因する損害がお客様または第三者に生じた場合においても、ロームは一切の責任を負うものではありません。
- ・本資料に記載されておりますローム製品に関する代表的動作および応用回路例は、一例を示したものであり、これらに関する第三者の知的財産権およびその他の権利について権利侵害がないことを保証するものではありません。
- ・上記技術情報の使用に起因して紛争が発生した場合、ロームはその責任を負うものではありません。
- ・ロームは、ロームまたは他社の知的財産権その他のあらゆる権利について明示的にも黙示的にも、その実施または利用を許諾するものではありません。
- ・本資料に記載されております製品および技術のうち、「外国為替及び外国貿易法」その他の輸出規制に該当する製品または技術を輸出する場合、または国外に提供する場合には、同法に基づく許可が必要です。
- ・本資料の記載内容は 2022年2月 現在のものであり、予告なく変更することがあります。