

お客様各位

---

## カタログ等資料中の旧社名の扱いについて

---

2010年4月1日を以ってNECエレクトロニクス株式会社及び株式会社ルネサステクノロジが合併し、両社の全ての事業が当社に承継されております。従いまして、本資料中には旧社名での表記が残っておりますが、当社の資料として有効ですので、ご理解の程宜しくお願い申し上げます。

ルネサスエレクトロニクス ホームページ (<http://www.renesas.com>)

2010年4月1日

ルネサスエレクトロニクス株式会社

【発行】ルネサスエレクトロニクス株式会社 (<http://www.renesas.com>)

【問い合わせ先】 <http://japan.renesas.com/inquiry>

## ご注意書き

1. 本資料に記載されている内容は本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。当社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に当社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、当社ホームページなどを通じて公開される情報に常にご注意ください。
2. 本資料に記載された当社製品および技術情報の使用に関連し発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権の侵害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
3. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。
4. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器の設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。本資料に記載されている当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事用途の目的で使用しないでください。また、当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器に使用することができません。
6. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りが無いことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されていない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。なお、当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。  
標準水準： コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット  
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）  
特定水準： 航空機器、航空宇宙機器、海底中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム等
8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないようお客様の責任において冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
10. 当社製品の環境適合性等、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを固くお断りいたします。
12. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせその他お気付きの点等がございましたら当社営業窓口までご照会ください。

注 1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサスエレクトロニクス株式会社およびルネサスエレクトロニクス株式会社とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。

注 2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注 1 において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

# M16C/80グループ

## A-D変換の方法と精度

### 1. 要約

この資料はA-D変換の方法と精度について示します。

### 2. はじめに

この資料で説明する例は、M16C/80グループでの利用に適用されます。

### 3. 説明

#### 3.1 A-D変換の方法 (10ビットモード)

内容 (1) A-D変換器は、逐次比較レジスタの内容に従って内部で生成される比較電圧(Vref)と、アナログ入力端子から入力されるアナログ入力電圧(VIN)を比較し、その結果を逐次比較レジスタに反映することによって、VINをデジタル値に変換します(逐次比較変換方式)。トリガが発生すると、A-D変換器は以下の処理を行います。

##### 1. 逐次比較レジスタのビット9の確定

VrefとVINを比較します。このときの逐次比較レジスタの内容は、“10000000002”(初期値)です。

比較結果によって逐次比較レジスタのビット9は以下のように変化します。

Vref<VINならば、ビット9は“1”

Vref>VINならば、ビット9は“0”

##### 2. 逐次比較レジスタのビット8の確定

逐次比較レジスタのビット8を“1”にした後、VrefとVINを比較します。

比較結果によって逐次比較レジスタのビット8は以下のように変化します。

Vref<VINならば、ビット8は“1”

Vref>VINならば、ビット8は“0”

##### 3. 逐次比較レジスタのビット7~0の確定

上記2の動作をビット7~0に対して行います。

ビット0が確定すると、逐次比較レジスタの内容(変換結果)はA-Dレジスタに転送されます。

Vrefは最新の逐次比較レジスタの内容に従って生成されます。表1に逐次比較レジスタの内容とVrefの関係を示します。また、表2にA-D変換中の逐次比較レジスタとVrefの変化を、図1に理論的A-D変換特性を示します。

表1. 逐次比較レジスタの内容とVrefの関係

逐次比較レジスタの内容 : n	Vref (V)
0	0
1 ~ 1023	$\frac{V_{REF}}{1024} \times n - \frac{V_{REF}}{2048}$



### 3.2 A-D変換の方法 (8ビットモード)

内容 (1) 8ビットモード時、10ビット逐次比較レジスタの上位8ビットがA-D変換結果となります。このため、8ビットA-D変換器と比較すると、比較電圧が $3V_{REF} / 2048$ (表3の下線参照)異なり、図2に示す出力コードの変化点の差が生じます。

表3. 8ビットモードおよび8ビットA-D変換器の比較電圧

		8ビットモード	8ビットA-D変換器
比較電圧 $V_{ref}$	n=0	0	0
	n=1 ~ 255	$\frac{V_{REF}}{2^8} \times n - \frac{V_{REF}}{2^{10}} \times 0.5$	$\frac{V_{REF}}{2^8} \times n - \frac{V_{REF}}{2^8} \times 0.5$

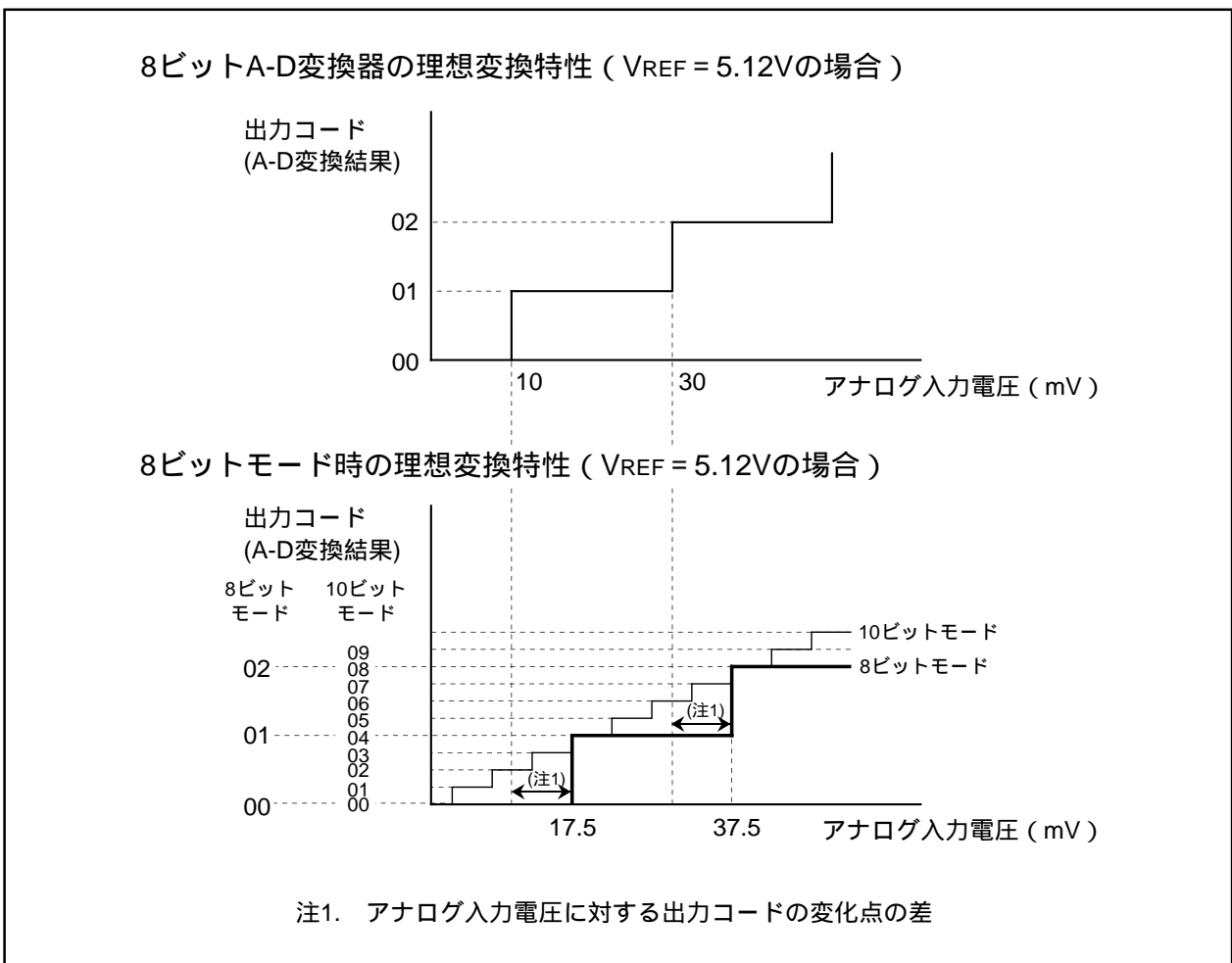


図2. 8ビットモードおよび8ビットA-D変換器の理想変換特性

表4. A-D変換中の逐次比較レジスタとVrefの変化(8ビットモード時)

	逐次比較レジスタの変化	Vrefの変化
A-D変換器停止状態	$\begin{matrix} & b9 & & & & & & & & & b0 \\ \hline & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{matrix}$	$\frac{V_{REF}}{2}$ [V]
1回目比較	$\begin{matrix} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{matrix}$	$\frac{V_{REF}}{2} - \frac{V_{REF}}{2048}$ [V]
↓		
2回目比較	$\begin{matrix} n9 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \uparrow & & & & & & & & & & \\ & \text{1回目の比較結果} & & & & & & & & & \end{matrix}$	$\frac{V_{REF}}{2} \pm \frac{V_{REF}}{4} - \frac{V_{REF}}{2048}$ [V] $\begin{cases} n9=1 \text{の場合} + \frac{V_{REF}}{4} \\ n9=0 \text{の場合} - \frac{V_{REF}}{4} \end{cases}$
↓		
3回目比較	$\begin{matrix} n9 & n8 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \uparrow & \uparrow & & & & & & & & & \\ & \text{2回目の比較結果} & & & & & & & & & \end{matrix}$	$\frac{V_{REF}}{2} \pm \frac{V_{REF}}{4} \pm \frac{V_{REF}}{8} - \frac{V_{REF}}{2048}$ [V] $\begin{cases} n8=1 \text{の場合} + \frac{V_{REF}}{8} \\ n8=0 \text{の場合} - \frac{V_{REF}}{8} \end{cases}$
↓	⋮	⋮
↓		
8回目比較	$\begin{matrix} n9 & n8 & n7 & n6 & n5 & n4 & n3 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{matrix}$	$\frac{V_{REF}}{2} \pm \frac{V_{REF}}{4} \pm \frac{V_{REF}}{8} \pm \dots \pm \frac{V_{REF}}{256} - \frac{V_{REF}}{2048}$ [V]
↓		
変換終了	$\begin{matrix} n9 & n8 & n7 & n6 & n5 & n4 & n3 & n2 & 0 & 0 & 0 \end{matrix}$ <p>このデータがA-Dレジスタのビット0～ビット7に入ります</p>	

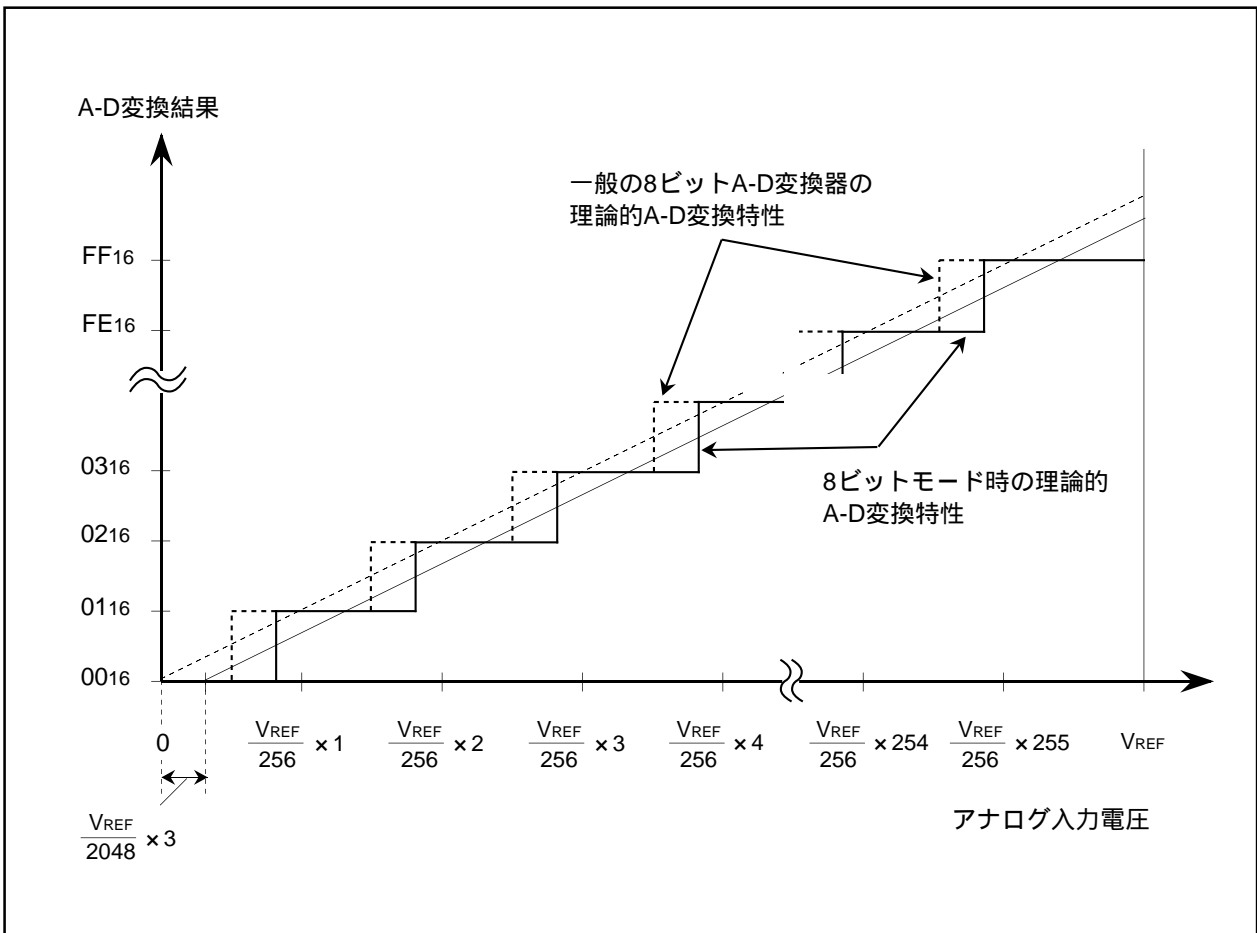


図3. 理論的A-D変換特性(8ビットモード時)

### 3.3 絶対精度と微分非直線性誤差

A-D変換の精度について、以下に説明します。

#### 3.3.1 絶対精度

理論的A-D変換特性における出力コードと、実際のA-D変換結果の差が絶対精度です。絶対精度測定時は、理論的A-D変換特性において同じ出力コードを期待できるアナログ入力電圧の幅(1LSB幅)の中点の電圧を、アナログ入力電圧として使用します。例えば分解能10ビット、基準電圧( $V_{REF}$ ) = 5.12Vの場合、1LSB幅は5mVで、アナログ入力電圧には0mV、5mV、10mV、15mV、20mV...を使用します。絶対精度 =  $\pm 3\text{LSB}$ とは、アナログ入力電圧が25mVの場合、理論的A-D変換特性では出力コード“005<sub>16</sub>”を期待できますが、実際のA-D変換結果は“002<sub>16</sub>” ~ “008<sub>16</sub>”になることを意味します。絶対精度にはゼロ誤差、フルスケール誤差を含みます。

$V_{REF}$  ~  $AV_{CC}$ 間のアナログ入力電圧に対する出力コードは、すべて“3FF<sub>16</sub>”となります。

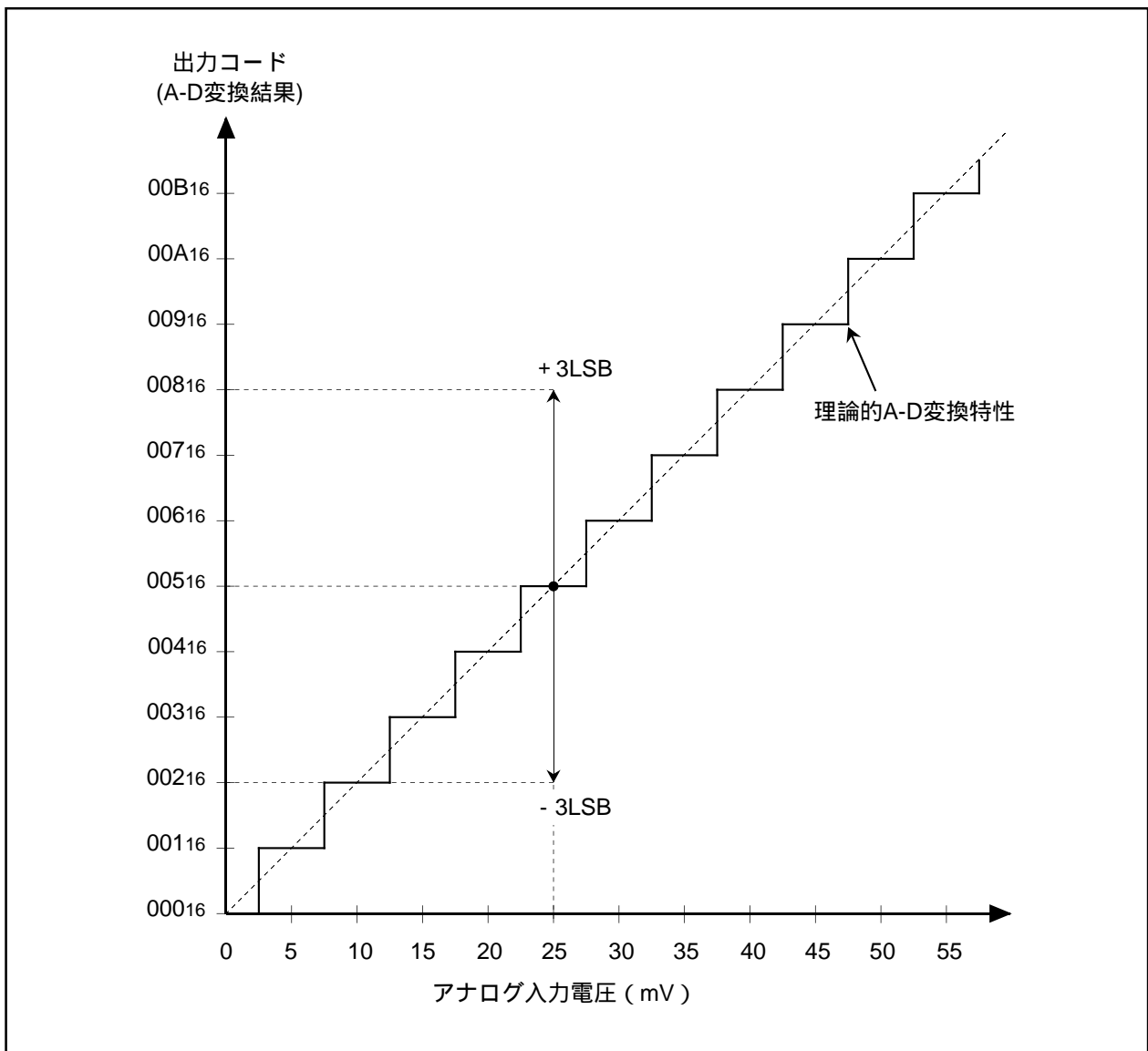


図4. 絶対精度(分解能10ビット時)

### 3.3.2 微分非直線性誤差

微分非直線性誤差は、理論的A-D変換特性における1LSB幅(同じ出力コードを期待できるアナログ入力電圧の幅)と、実測定される1LSB幅(同じコードを出力するアナログ入力電圧の幅)の差を示すものです。分解能10ビット、基準電圧( $V_{REF}$ ) = 5.12Vの場合、微分非直線性誤差 =  $\pm 1$ LSBならば、理論的A-D変換特性における1LSB幅は5mVですが、実測定される1LSB幅は0 ~ 10mVになることを意味します。

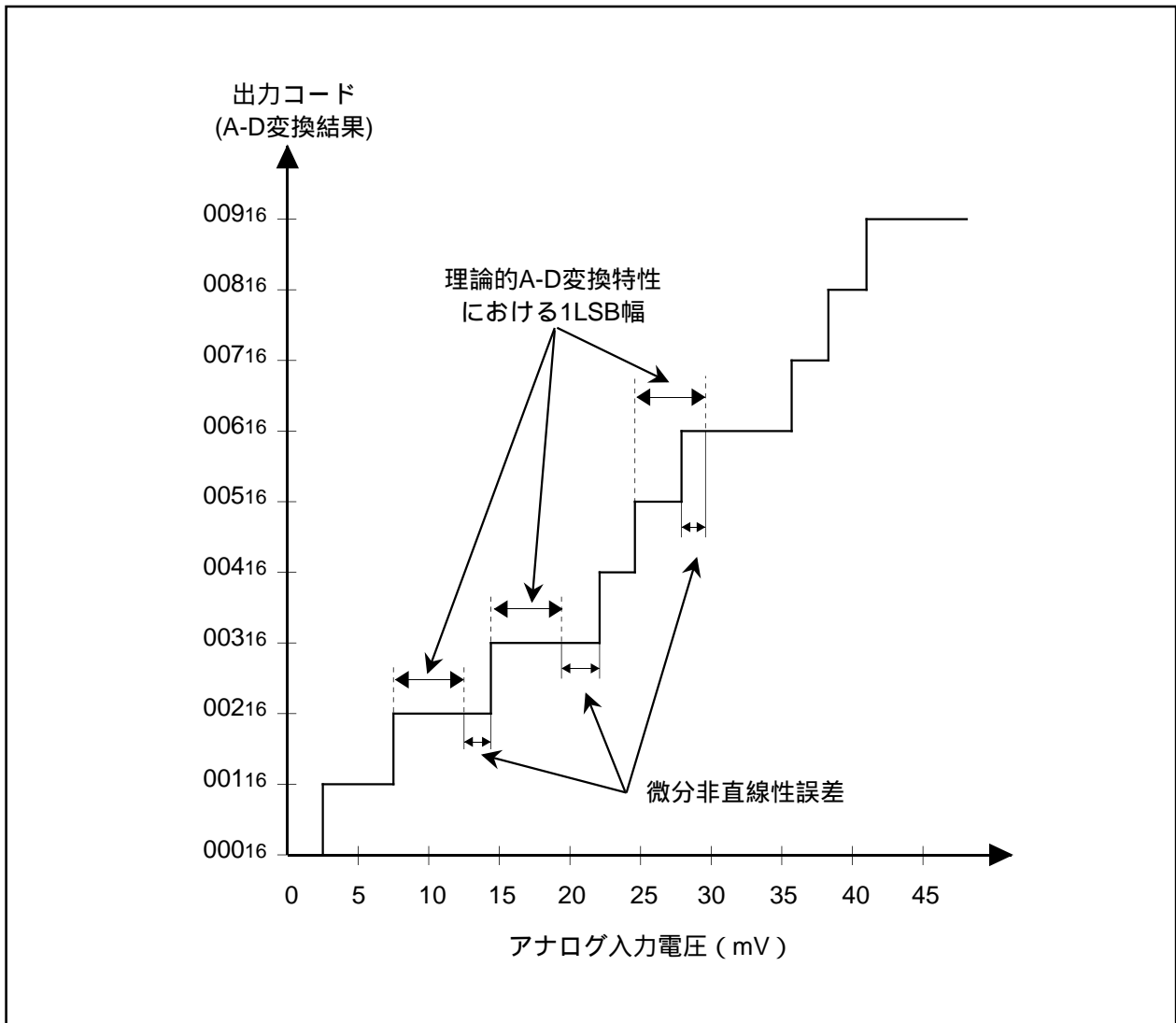


図5. 微分非直線性誤差(分解能10ビット時)





安全設計に関するお願い

- ・弊社は品質、信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品は故障が発生したり、誤動作する場合があります。弊社の半導体製品の故障又は誤動作によって結果として、人身事故火災事故、社会的損害などを生じさせないような安全性を考慮した冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計などの安全設計に十分ご留意ください。

本資料ご利用に際しての留意事項

- ・本資料は、お客様が用途に応じた適切なルネサス テクノロジ製品をご購入いただくための参考資料であり、本資料中に記載の技術情報についてルネサス テクノロジが所有する知的財産権その他の権利の実施、使用を許諾するものではありません。
- ・本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例の使用に起因する損害、第三者所有の権利に対する侵害に関し、ルネサス テクノロジは責任を負いません。
- ・本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他全ての情報は本資料発行時点のものであり、ルネサス テクノロジは、予告なしに、本資料に記載した製品または仕様を変更することがあります。ルネサス テクノロジ半導体製品のご購入に当たりましては、事前にルネサス テクノロジ、ルネサス販売または特約店へ最新の情報をご確認頂きますとともに、ルネサス テクノロジホームページ (<http://www.renesas.com>) などを通じて公開される情報に常にご注意ください。
- ・本資料に記載した情報は、正確を期すため、慎重に制作したのですが万一本資料の記述誤りに起因する損害がお客様に生じた場合には、ルネサス テクノロジはその責任を負いません。
- ・本資料に記載の製品データ、図、表に示す技術的な内容、プログラム及びアルゴリズムを流用する場合は、技術内容、プログラム、アルゴリズム単位で評価するだけでなく、システム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。ルネサス テクノロジは、適用可否に対する責任を負いません。
- ・本資料に記載された製品は、人命にかかわるような状況の下で使用される機器あるいはシステムに用いられることを目的として設計、製造されたものではありません。本資料に記載の製品を運輸、移動体用、医療用、航空宇宙用、原子力制御用、海底中継用機器あるいはシステムなど、特殊用途へのご利用をご検討の際には、ルネサス テクノロジ、ルネサス販売または特約店へご照会ください。
- ・本資料の転載、複製については、文書によるルネサス テクノロジの事前の承諾が必要です。
- ・本資料に関し詳細についてのお問い合わせ、その他お気づきの点がございましたらルネサス テクノロジ、ルネサス販売または特約店までご照会ください。