

精密測定02c

測定不確かさ (3) 合否判定基準

2022年6月24日

高増計測工学研究所

東京大学 名誉教授 高増潔

<https://www.takamasu-lab.org/>



利用上の注意

- このファイルの内容, 表現, 図 (高増潔が作成したもの : ©takamasu-lab) は自由に使ってください
 - 改変, コピーなどは自由です
 - 特に許可, コピーライトの表示などは不要です
- 引用している図については, 引用元の規則に従ってください
 - 講義での資料としては, 自由に使えると思います
 - wikipedia関係は, パブリックドメインになっているものは自由に使えます
 - フリー素材は, フリーです
 - それ以外は, 引用元の提示が必要になります
- もしも, お気づきの点, 間違い, 感想などがあれば, 以下にメールしてください. 対応するかは, 状況によります.
 - takamasu@pe.t.u-tokyo.ac.jp



測定不確かさと合否判定

古谷涼秋, 検査における合否判定の新基準, 測定計測展
2021精密測定機器, 座標測定セミナーを参考にしている

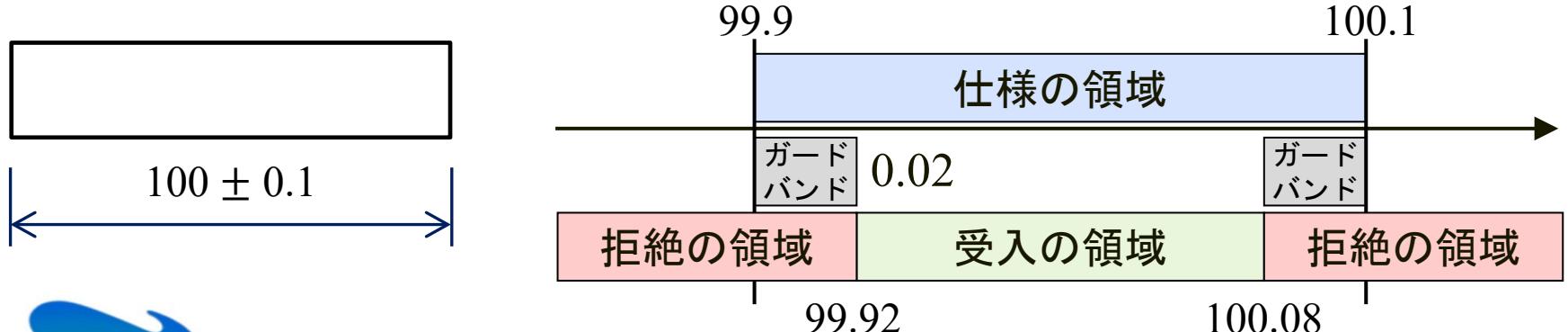


Takamasu Lab



受入の領域の決め方

- 産業界でなぜ測定不確かさが必要か
 - 製品の合否を決めるため→受入の領域を決める
 - $100 \text{ mm} \pm 0.1 \text{ mm}$ の製品の合否を決める場合
 - 99.9 mm から 100.1 mm が合格と測定不確かさを無視すると、**不合格品を合格にする危険がある**
 - ガードバンドが 0.02 mm ならば、 99.92 mm から 100.08 mm を合格とすれば、安全に合否を決められる
 - ガードバンドの大きさ $g \cdot u_c$ は、標準不確かさ u_c と適合確率（95 %）で決まるガードバンド係数 g （1.65～1.96）で定められる
 - 受入の領域は仕様の領域からガードバンドの分狭くなる



不確かさの位置づけ：産業における検討

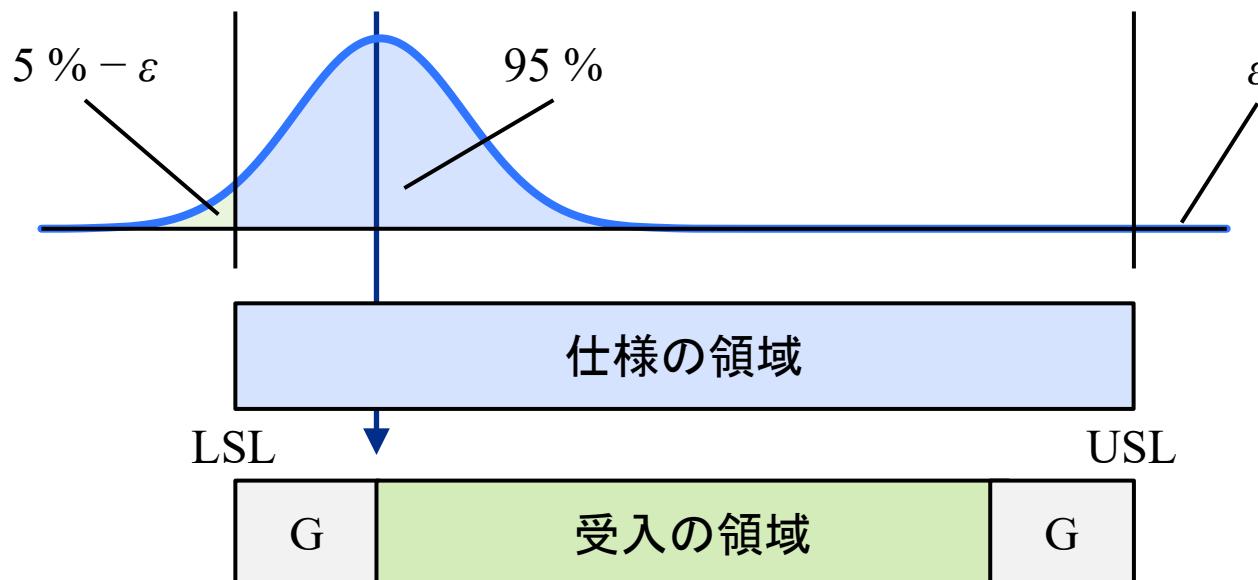
- 不確かさと産業の関係
 - 不確かさが公差に比べて十分小さい→**不確かさを考慮しなくてよい**
 - 不確かさを正しく推定する
 - 過小推定されると不合格部品を出荷することになる→**リスク**
 - 過大推定すると合格部品を不合格とすることになる→**経済的損失**
- 製品に対する対応
 - リスクが大きい製品、製品不良による損失が大きい場合
 - 例：事故が起こる、人の生死に關係する、その製品を標準として使用する
 - 測定不確かさによる合否判定を厳密に適用する
 - 測定不確かさと適合確率からガードバンドを決める：ガードバンドの決め方は、JIS B0641-1による
 - 大量生産する製品
 - 工程指數を考慮して経済性により不確かさを決める
 - 全体の利益を考慮して合否を決める：経済性を考慮した判定、JIS B0641-1附屬書JA1による



JIS B0641-1によるガードバンド

ガードバンドの決め方

- 適合確率以上が達成できる範囲を受入の領域とする
 - 適合確率限界は95 %（規定）とする（別の規定をしていいもよい）
→この説明では95 %で行う
 - 仕様の領域に対して、ちょうど95 %の適合確率となる位置（LSL側）を下図に示す→USLより大きくて不合格となる確率が少しある (ε)
 - この位置がガードバンドの位置となる



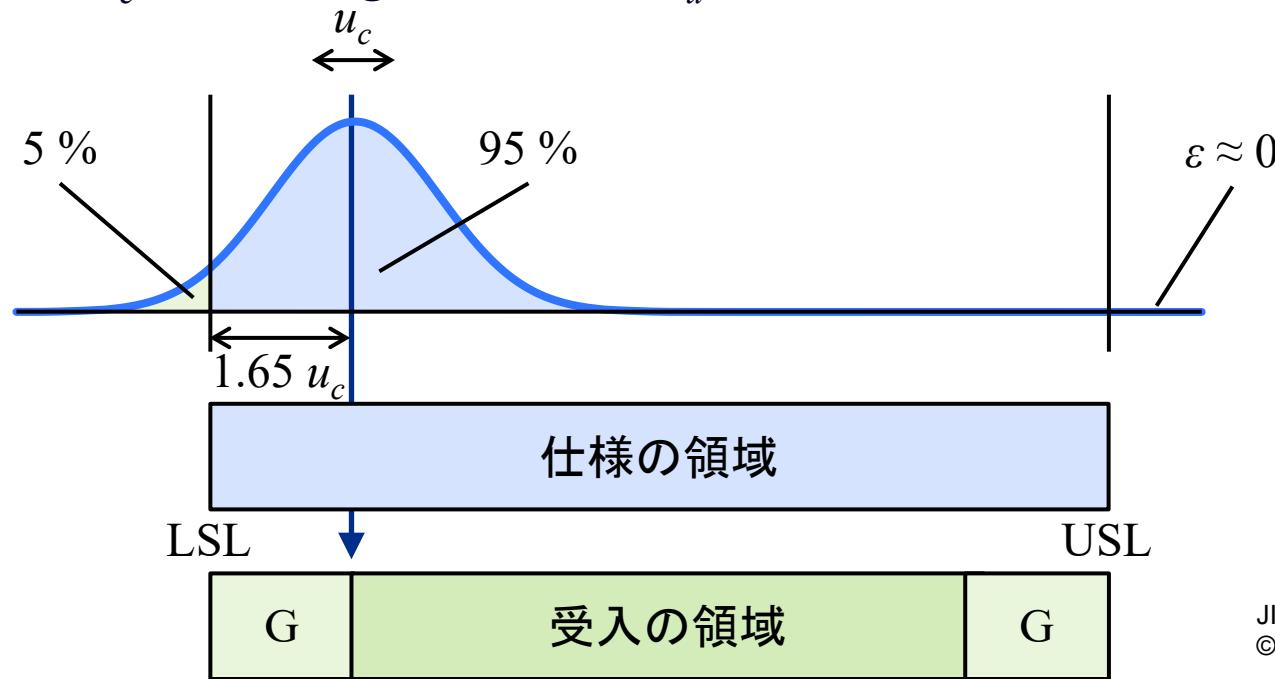
JIS B0641-1より高増作成©takamasu-lab



ガードバンドの大きさ：ガードバンド係数

■ ガードバンド係数 g

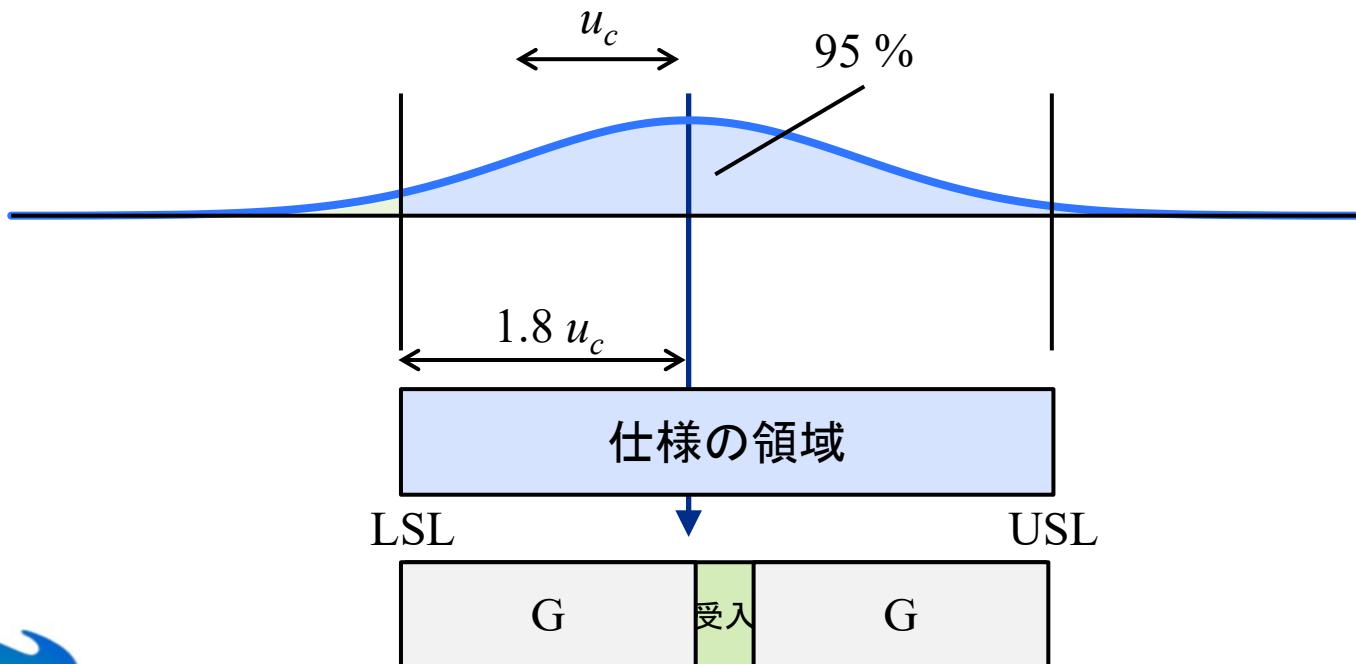
- 測定不確かさ（標準不確かさ u_c ）にガードバンド係数 g をかけた範囲をガードバンドとする
- ガードバンド係数は、 ε がなければ 1.65 となる（累積度数分布が 0.95 になる位置）→ 仕様の領域 ($T = \text{USL} - \text{LSL}$) に対して u_c が十分小さい場合（USL：上限仕様限界、LSL：下側仕様限界）
- $T_u = T / u_c$ によって g が決まる（ T_u は説明上、高増が定義した）



ガードバンド係数が大きい条件

■ ガードバンド係数 $g = 1.8$ の例

- $T_u = T / u_c = 4.0$ の場合 : $g = 1.8$ となる
- ガードバンドの範囲 ($1.8 u_c$) は大きくなり、受入の領域はとても小さくなる
- この条件では、ほとんどの製品が不合格となる
- 仕様の領域に対して、不確かさは十分小さい必要がある

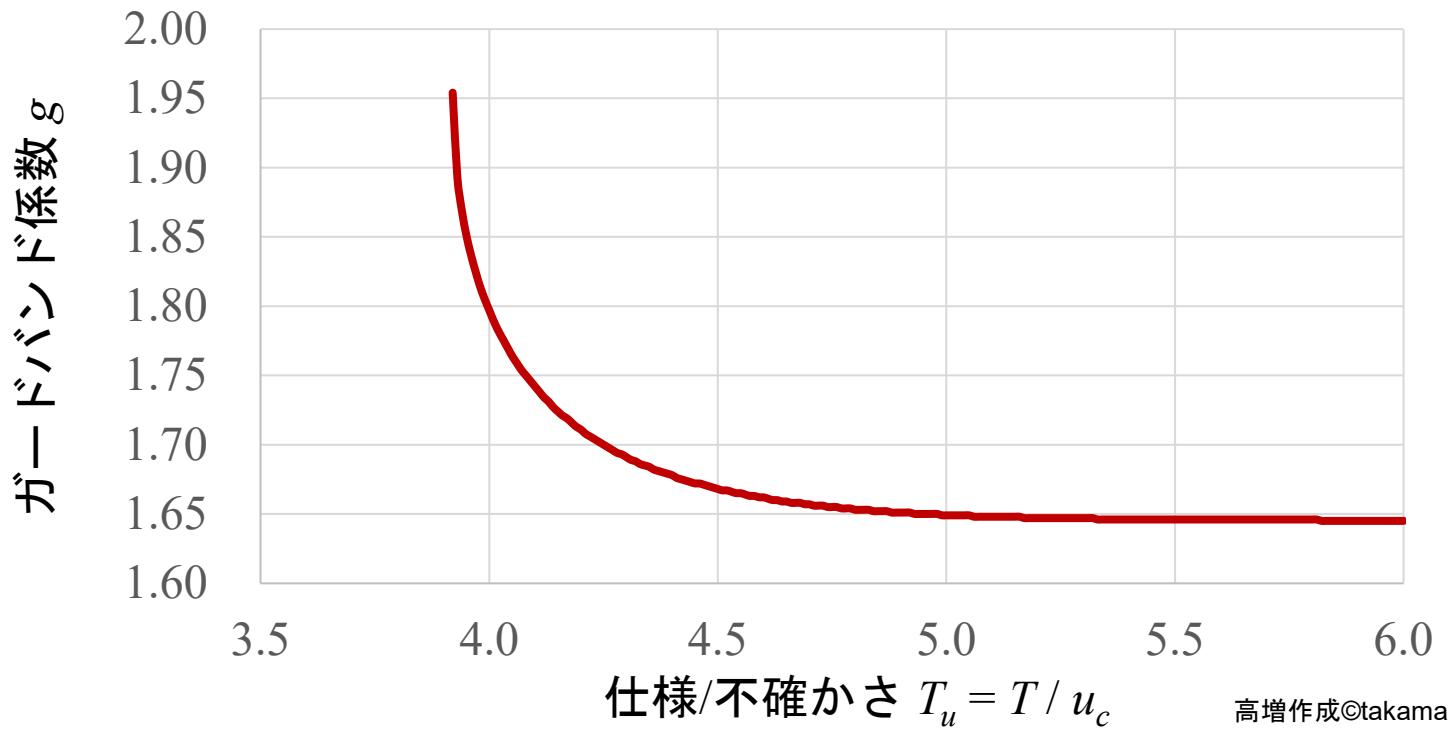


高増作画@takamasu-lab



仕様の領域、不確かさとガードバンド係数

- ガードバンド係数 g は、以下の条件で決まる
 - 適合確率（規定値）：95 %
 - 仕様の領域： T 、標準不確かさ： u_c
 - 図は、仕様と不確かさの比 $T_u = T / u_c$ と g の関係を示す
 - T_u が大きければ、 $g = 1.65$ となる
 - T_u が小さければ、 $T_u = 3.92$ で $g = 1.96 \rightarrow$ 受入の領域は0となる



まとめ：合否判定

- JIS B0641-1による合否判定
 - 受入の領域の端で、適合確率が95 %以上になる条件でガードバンドの大きさを決める方法
 - 適合確率95 %以上が必ず確保できる安全側の方法
 - この条件でのガードバンドの大きさ（ガードバンド係数 g ）は、 $T_u = T / u_c$ によって決まる
 - T_u が大きい場合（一般的にはこのようになる）は、 $g = 1.65$ となる
- 他の場合について
 - ここでの説明では、両側の受入の判定について示した→JIS B0641-1では、拒絶の領域、判定できない領域、片側の判定の場合などについて説明されている
 - 大量生産する製品の分布が分かっている場合について、経済性を考えた方法はJIS B0641-1の附属書JAに示されている
 - 測定機器、標準器を検査する場合の不確かさ（検査不確かさ）については、JIS B0641-5に示されている



メモ：新JISによるガードバンドの導入

- 旧JIS（JIS B0641-1:2001）から新JIS（JIS B0641-1:2020）への変更
 - 旧JISでは、拡張不確かさを利用して適合の領域を定義していた
 - 新JISでは、ガードバンド（ISO/IEC Guide 98-4の説明の方法）により受入の領域を定義した
 - 旧JISでは、包含係数に基づいた拡張不確かさで決めていた→リスクが低くなる安全側ではあるが、受入の領域を過剰に減らして経済的な損失があったが、新JISでは、適合確率に基づいてガードバンドの大きさを決めていて、合理的になっている

旧規格（JIS B0641-1:2001）	新規格（JIS B0641-1:2020）
標準不確かさ u_c	標準不確かさ u_c
拡張不確かさ $k \cdot u_c$	ガードバンド $g \cdot u_c$
包含係数 k $k = 1.96$	ガードバンド係数 g $g = 1.65 \sim 1.96$
包含確率 0.95	適合確率 0.95
適合の領域	受入の領域
不適合の領域	拒絶の領域

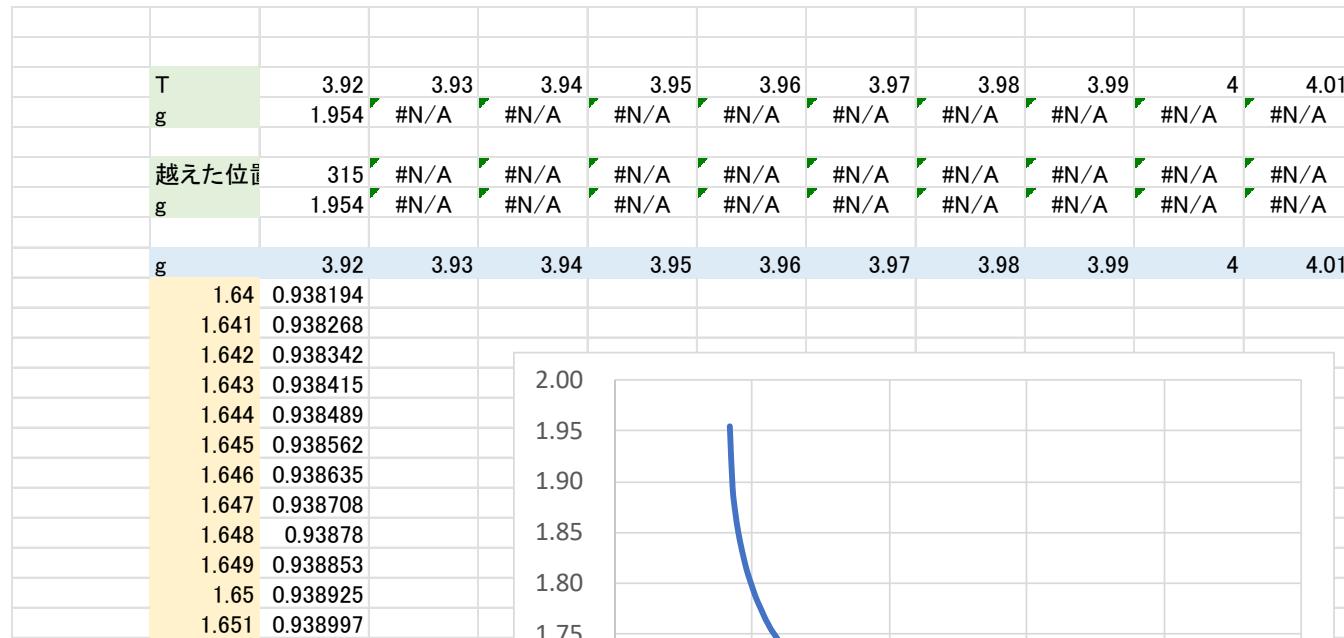


吉谷涼秋、検査における合否判定の新基準、測定計測展2021精密測定機器、座標測定セミナーより高増作成©takamasu-lab

メモ：ガードバンド係数の計算（1）

■ ガードバンド係数の計算方法

- 以下の計算では標準正規分布($u_c = 1$)を対象としているので、 T と T_u は同じになる
- 累積分布の2点での値の差が0.95以上となる場所で決定できる
- 標準正規分布の累積分布関数 F により、仕様/不確かさの比 T から、 $F(g) - F(g - T_u) \geq 0.95$ となる g がガードバンド係数となる
- これをexcelで求めるのは結構大変→プログラムを書いたほうがよい



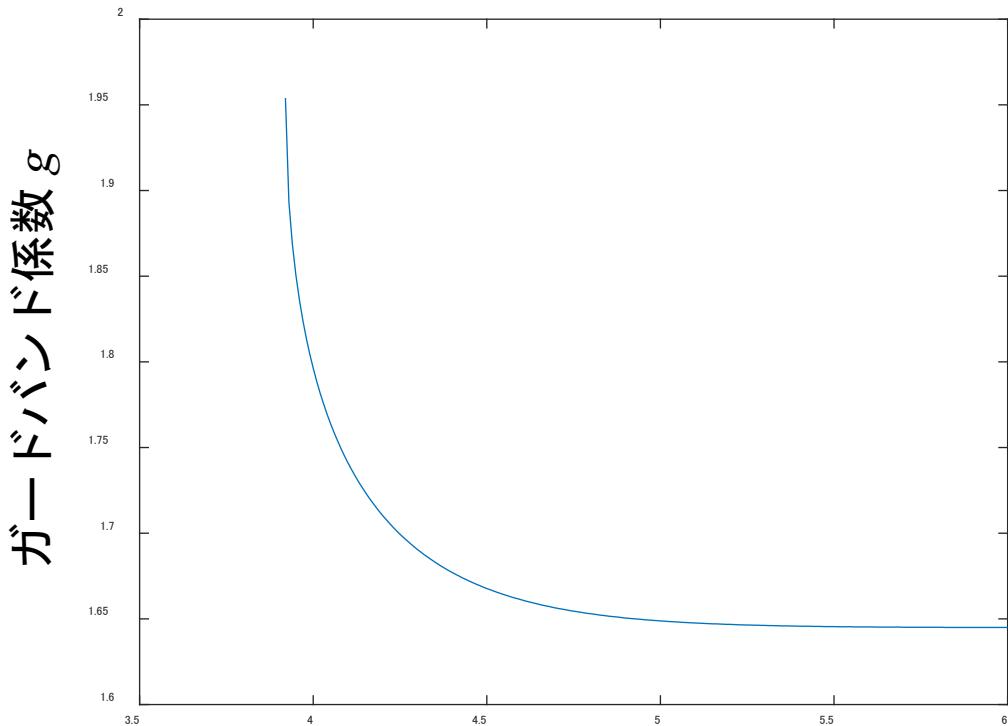
高増作成©takamasu-lab



メモ：ガードバンド係数の計算（2）

■ 同様の計算をmatlabで行った

- Excelより簡単に計算できた
- $T = 3.92 \rightarrow g = 1.9540$
- $T = 6.00 \rightarrow g = 1.6450$
- プログラム
 - ```
tt = 3.92:0.01:6.0;
ttd = zeros(length(tt), 2);
for ii = 1: length(tt)
 t = tt(ii);
 for g = 1.6:0.0001:2.0
 y1 = cdf("Normal", g, 0, 1);
 y2 = cdf("Normal", g-t, 0, 1);
 if y1 - y2 >= 0.95
 break;
 end
 end
 ttd(ii, :) = [t; g];
end
figure(1); plot(ttd(:,1),ttd(:,2));
```

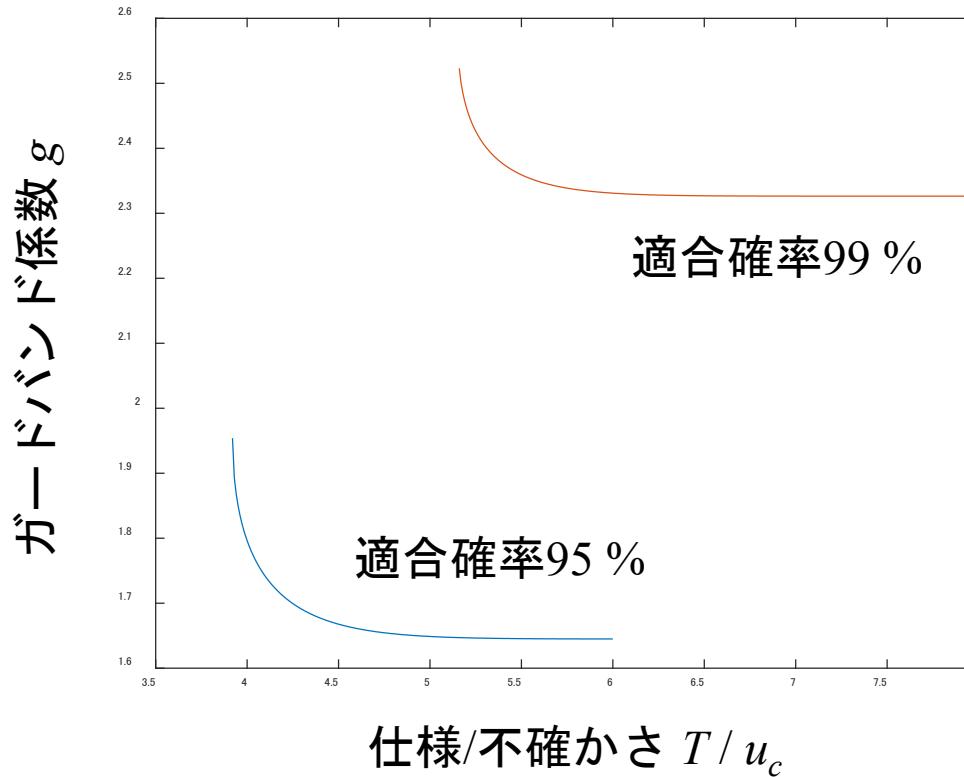


仕様/不確かさ  $T / u_c$



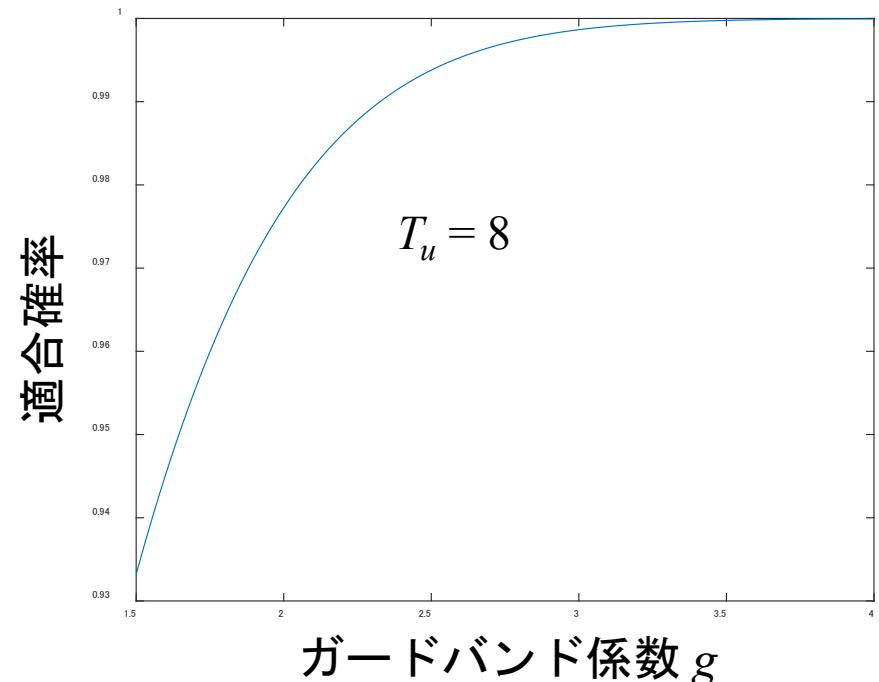
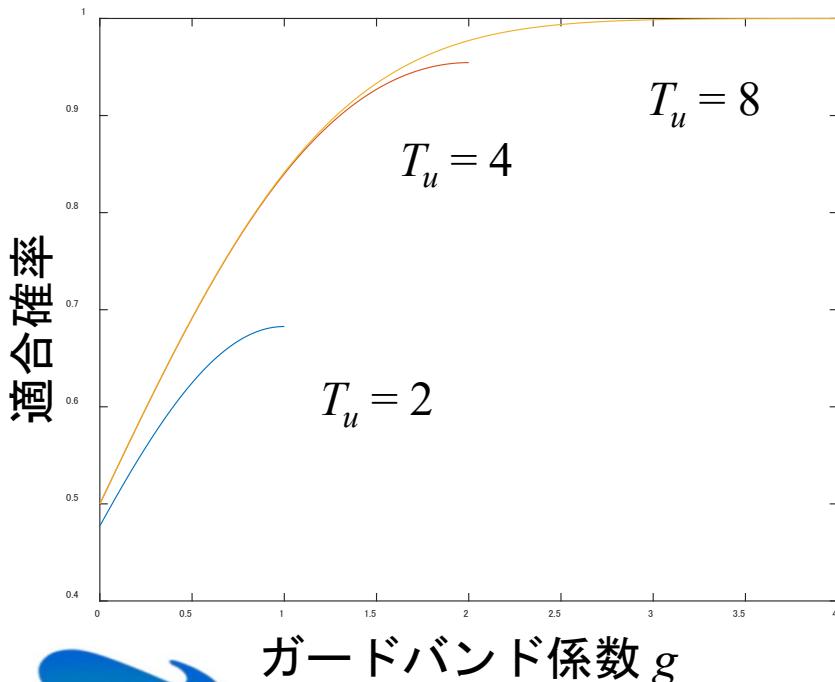
# メモ：適合確率99 %の場合

- 適合確率95 %と99 %の場合の比較を行った
  - 99 %の場合
    - $T$ は5.16より小さいと仕様を満足できない
    - $T$ が十分大きいと、ガードバンド係数は2.33となる



# メモ：ガードバンド係数と適合確率の関係

- ガードバンド係数を変化させた場合 ( $u_c = 1$ )
  - 左図：仕様/不確かさの比  $T_u$  が小さいと適合確率は高くならない
    - $T_u$  は 8 以上がよい → 仕様の範囲の 1/8 より小さい標準測定不確かさが望ましい
  - 右図： $T_u = 8$  の場合のガードバンド係数と適合確率の関係
    - 適合確率 0.95 →  $g = 1.65$ , 適合確率 0.99 →  $g = 2.34$
    - $g = 2 \rightarrow$  適合確率 0.977,  $g = 3 \rightarrow$  適合確率 0.99865,  $g = 4 \rightarrow$  適合確率 0.999936



# メモ作画：正規分布

## ■ 正規分布のグラフをExcelで作画

- やり方は「PowerPointで正弦波を書く方法」を参照
- 標準正規分布で、 $\pm 10$ の範囲を作画（横10 cm）
- 標準偏差は $\sigma$ が0.5 mmとなっている
- 中心は点数を増やし、外側は点数を減らしている

