「自動制御工学」
第 4 刷用正誤表

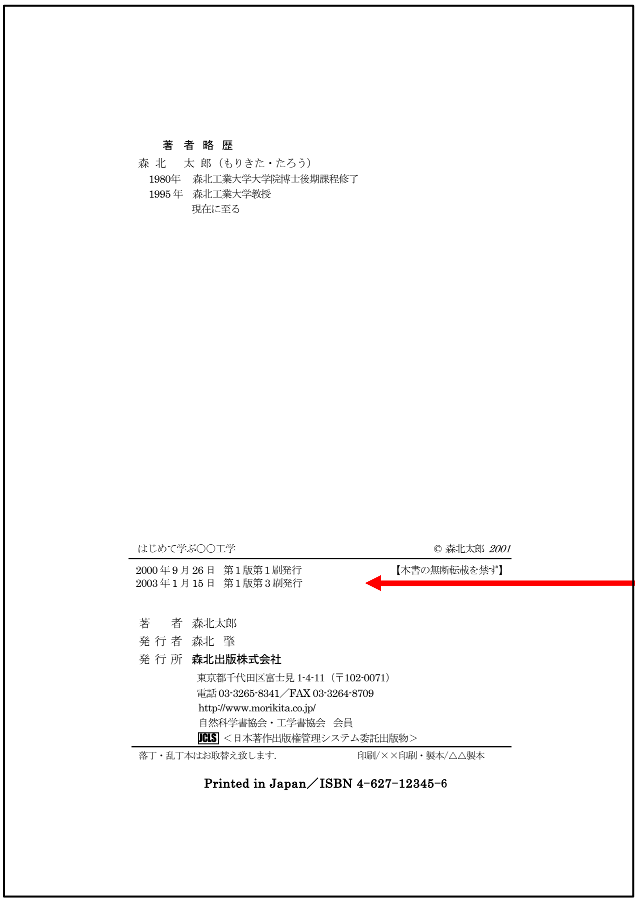
この度は森北出版発行の書籍をお買い求めいただき誠にありがとうございました.
標記の書籍に誤りのある箇所がございましたので訂正させていただきます.

※この正誤表は第 4 刷発行から第 5 刷発行までの間に確認できました誤りを掲載しています.

刷数の調べ方

本の一番後ろのページ, または後ろにある広告の前のページに著者略歴や発行年度などを記したページがございます. そのページに記載されている発行年度で一番下に記載されている最も新しい年度のものがお客様のお持ちの本の刷数となります.

[例]


著 者 略 歴
森 北　太 郎（もりきた・たろう）
1980年　森北工業大学大学院博士後期課程修了
1995 年　森北工業大学教授
現在に至る

はじめて学ぶ○○工学　© 森北太郎 *2001*
2000 年 9 月 26 日　第 1 版第 1 刷発行
2003 年 1 月 15 日　第 1 版第 3 刷発行
【本書の無断転載を禁ず】

著　　者　森北太郎
発 行 者　森北　肇
発 行 所　**森北出版株式会社**
東京都千代田区富士見 1-4-11（〒102-0071）
電話 03-3265-8341／FAX 03-3264-8709
http://www.morikita.co.jp/
自然科学書協会・工学書協会　会員
JCLS ＜日本著作出版権管理システム委託出版物＞
落丁・乱丁本はお取替え致します.　印刷/××印刷・製本/△△製本

Printed in Japan／ISBN 4-627-12345-6

刷数はこちらでご確認ください

［例題２．１］　図２．６に示す回路で，$e_i(t)$ を入力，$e_o(t)$ を出力として伝達関数を求めよ．

［解］　ここで，出力側に接続する回路のインピーダンスは極めて大で，出力側には電流は流れないものとする．したがって，R にも C にも同電流 $i(t)$ が流れることになり，次式が得られる．

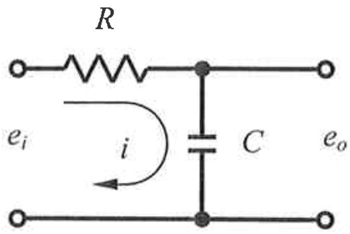


図２．６　一次遅れ回路

$$e_i(t) = Ri(t) + \frac{1}{C}\int i(t)dt$$

$$e_o(t) = \frac{1}{C}\int i(t)dt$$

初期値を０としてラプラス変換すると

$$E_i(s) = RI(s) + \frac{I(s)}{Cs} = \left(R + \frac{1}{Cs}\right)I(s)$$

$$E_o(s) = \frac{1}{Cs}I(s)$$

となり，伝達関数

$$G(s) = \frac{E_o(s)}{E_i(s)} = \frac{1}{RCs+1} = \frac{1}{Ts+1} \qquad (2.47)$$

が得られる．ただし，$T = RC$ である．

伝達関数 $1/(Ts+1)$ または $K/(Ts+1)$ は，分母が s の一次式であるので，このような形の伝達関数をもつ系を**一次遅れ系**（1 st-order lag system）あるいは単に**一次系**（1st-order system）という．

さて，この系の入力に単位インパルスを加えてみよう．**単位インパルス関数**（unit-impulse function）$\delta(t)$ は δ（デルタ）関数とも呼ばれ，次式で定義される関数である．

デルタ
δ

$$\left.\begin{aligned} &\delta(t) = \begin{cases} 0 & t \neq 0 \\ \infty & t = 0 \end{cases} \\ &\int_{-\infty}^{\infty} d(t)dt = 1 \end{aligned}\right\} \qquad (2.48)$$

この関数は，図２．７のように説明できる．すなわち，幅 a，高さ $1/a$ で面積１であるような長方形波を考える．幅 a を無限小に近づけると，$t=0$ において高

ように減衰のよく効いた応答を示し，安定度が十分であることがわかる．ただ，dの場合は適度の安定度であるが，eの場合は過度の安定度であって，整定時間が長くなる．このように，ナイキスト線図から安定度を判定でき，過渡応答も推定できる．系に適度の安定度をもたせるには，ナイキスト軌跡が $(-1+j)$ 点から適度に離れているようにすることである．

jのあとにゼロがつく
j0

ただ，この図のように，K の値を変えてその都度ステップ応答曲線を作ってみることは，煩わしく労力のかかることである．そこで，ナイキスト線図あるいはボード線図だけで適度の安定度を見出すことができれば都合がよい．

安定度を評価するためには，ナイキスト軌跡が $(-1+j0)$ 点からどれだけ離れているかを示す尺度を作ればよい．その尺度が，これから述べるゲイン余裕と位相余裕である．

図6．2は安定な系のナイキスト線図である．図のA点は $GH(j\omega)$ 軌跡が負の実軸と交わった点であり，この点のことを**位相交点**(phase crossover)という．この点は位相が$-180°$ になる点であり，この点における周波数 ω_{ph} を**位相交点周波数**(phase crossover frequency)という．

この図で，原点と位相交点間の距離を a とする．すなわち $a=\left|GH(j\omega_{ph})\right|$ であり，$1/a$ を**ゲイン余裕**(gain margin)と定義する．したがって，ゲイン余裕は位相交点のゲインを何倍にしたら安定限界である1に達するかを示す量であり，安定限界までの余裕を表していることになる．普通，ゲイン余裕はdBで表す場合が多い．すなわち，ゲイン余裕 g_m dBは

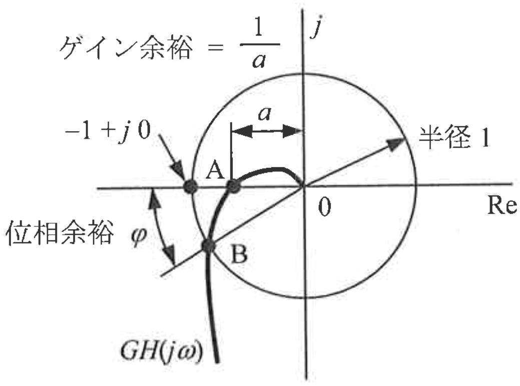


図6．2　ゲイン余裕と位相余裕

$$g_m = 20\log_{10}(1/a) = -20\log_{10} a = -20\log_{10}\left|GH(j\omega_{ph})\right|$$

となる．安定な場合，$a<1$ であるから g_m は正の値となる．

次に，図に示すように，原点を中心として半径 1 の円を描く．この円と $GH(j\omega)$ 軌跡との交点Bを**ゲイン交点**(gain crossover)という．ゲイン交点では，ゲイン $\left|GH(j\omega)\right|$ が1になる点であり，この点における周波数を**ゲイン交点周波