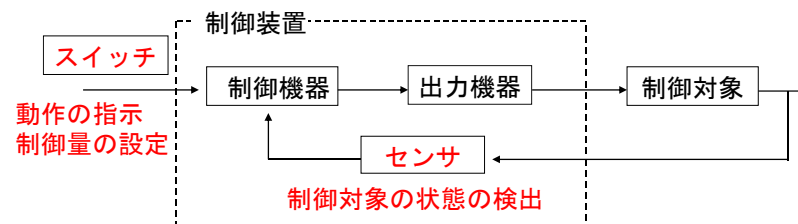


3. 入力機器

90

入力機器の働き

- 1) 制御対象の状態を検出する
各種センサ、計測器
位置の検出、温度の測定、距離の測定 . . .
- 2) 制御装置の動作を指示する
各種操作スイッチ
運転指示、停止指示、動作指示 . . .



91

2) 入力機器

入力機器として、各種センサ、計測器が使われる

センサ

検出用 二値信号を出力するもので、制御量がある値になったら、ON信号を出力する
光電センサ、近接センサ、フォトマイクロセンサなど

計測用 ある範囲の信号を出力するもので、計測対象の値に対応した信号を出力する
圧力センサ、流量センサ、温度センサなど

計測器

計測対象の値に対応した信号を出力する。
計測用センサよりも高度で精度の良い測定が可能。
オシロスコープ、スペクトラムアナライザ、デジタルテスタなど

92

入力機器の種類

機械制御で使われる入力機器として、以下のものがある

操作用スイッチ

押しボタンスイッチ、セレクトスイッチ、トグルスイッチ、
ロックスイッチ、非常停止スイッチ (b接点及び保持機能)

設定用スイッチ

ディップスイッチ、サムロータリースイッチ、

検出用スイッチ

リミットスイッチ、マイクロスイッチ、リードスイッチ

検出用センサ

光電センサ、フォトマイクロスイッチ、近接センサ

計測用センサ

温度センサ、流量センサ、圧力センサ、変位センサ

計測器

デジタルテスタ、デジタルオシロスコープ、周波数アナライザ、

93

制御装置の入力機器

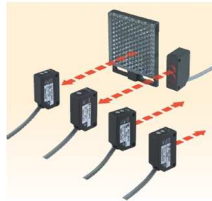
入力機器として使用されるスイッチ、センサなど



押しボタンスイッチ



トグルスイッチ



光電センサ



近接センサ

94

入力機器の種類

これらの機器からON/OFF信号や電圧信号などの2値信号や電圧・電流などの連続信号などが出力される

95

入力機器から出力される電気信号

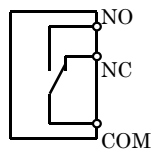
入力機器から出力される信号の仕様として以下のものがある。

二値信号（デジタル信号、ON/OFF信号、電圧信号）

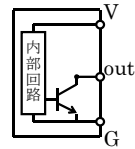
接点出力

オープンコレクタ出力

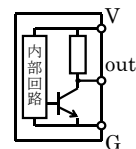
電圧出力（O.C. 出力をプルアップしたものが多い）



接点出力



O.C. 出力



電圧出力

連続信号

電流信号：DC4～20mA

電圧信号：DC1～5V、DC0～5V、DC-10～10V など

96

3.1 スイッチ

97

スイッチの概要

スイッチとは、

動作することにより、金属製の接点が接触するか離れるかで、電流の導通 (ON) / 遮断 (OFF) を行う部品。

接触する部分は機械式接点、もしくは単に接点と言われる

接点が閉じる (ON) ……電流は流れる (抵抗がほぼゼロ)

接点が開く (OFF) ……電流は流れない (抵抗がほぼ無限大)

利点：安価、容易、大電流・高電圧に耐えられる、絶縁抵抗が大きい

欠点：寿命が短い(10~100万回程度)、動作が遅い(5~10ms)、**チャタリング**を起こす

*チャタリング：接点が接触する瞬間もしくは離れる瞬間に非常に短い時間でON/OFFを繰り返す現象

98

スイッチの接点

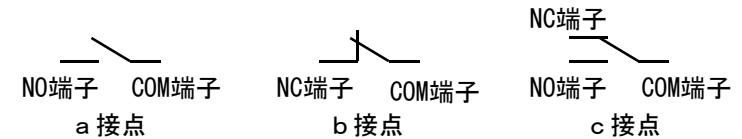
接点の種類として

a接点：動作すると接点が閉じる (電流が流れる)

b接点：動作すると接点が開く (電流が流れない)

c接点：二つの接点があり、動作すると接点の一方は開き、もう一方は閉じる

基本的に、a接点かb接点のどちらかで使う



接点の呼び方	SPST (Single Pole, Single Throw)	1 極単投
	SPDT (Single Pole, Double Throw)	1 極双投
	DPDT (Double Pole, Double Throw)	2 極双投
	4PDT (4 Pole, Double Throw)	4 極双投 など

99

スイッチの仕様

スイッチの仕様として以下のものがある

接点の種類…a接点、b接点、c接点

接点の数…1極、2極、3極…

接点の動作…モーメンタリ、オルタネート

許容電圧……かけることの出来る最大電圧

許容電流……流すことの出来る最大電流

動作速度……接点が切り替わるまでの時間

用途や流れる電流に応じて、最適なスイッチを選定する

100

スイッチに関する表現

[スイッチ]

「(スイッチを)操作する」、「(スイッチが)動作する」
……スイッチが動作している状態 (押す、倒れる等)
通常 (ノーマル) でない状態

「操作しない」、「復帰する」

……スイッチが動作していない状態、戻った状態
通常 (ノーマル) な状態

[接点]

「閉じる」……接点が接触している状態

「開く」……接点が接触していない状態

[電流]

「導通する」、「通電する」……電気が流れる状態

「遮断する」、「通電しない」……電気が流れない状態

[負荷]

「動作する」、「〇〇する」……負荷が働いている状態

「復帰する」、「〇〇しない」……負荷が働いていない状態

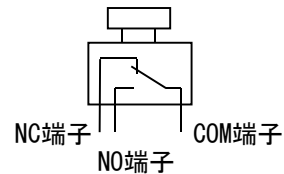
101

a) 操作スイッチ

装置の起動、動作切り替え、停止などを行うために、人間が操作することにより信号を出力する。

動作切り替え：自動/手動/原点復帰

動作指示：運転、停止、実行、終了、原点復帰
非常停止、リセット……



102

操作スイッチのアクチュエータ

スイッチの操作部（アクチュエータ）には様々な種類があり、必要に応じて適切な物を選ぶ。



103

押しボタンスイッチの色

押しボタンスイッチは、色と機能がある程度決められている

赤：停止、非常停止 赤を停止機能以外に使ってはいけない

黄：リセット、一時停止、原点復帰など

緑：始動、運転、寸動、歩進運転、サイクル運転など

黒：始動、運転、寸動、歩進運転、サイクル運転など

白：その他

これらの機能以外でも使用することはある。

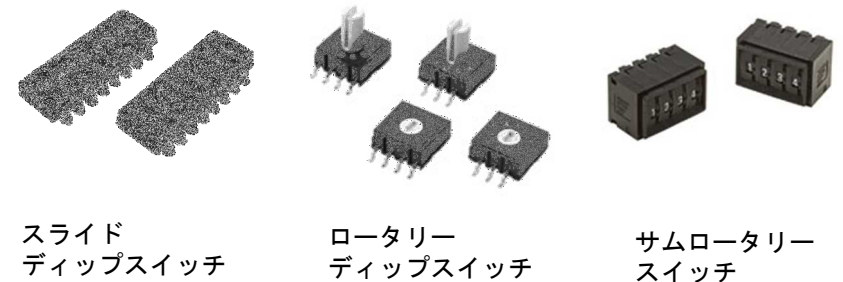
操作するとその色が点灯する照光式スイッチもある

104

b) 設定用スイッチ

装置の動作設定や数値の設定などを行うためのスイッチ

レバー式、回転式、数値設定式などがある



105

c) 検出用スイッチ

物体の位置や有無を検出するためのスイッチ

リミットスイッチ、マイクロスイッチ、リードスイッチなどがある

ここでは、検出センサとして分類することにする

106

3.2 センサ

107

センサ概要

制御対象の状態（制御量）を測定して電気信号に変換し、制御機器にその信号を送る

センサ内部に計測素子（トランスデューサ）があり、ここで制御量をさまざまな電気信号に変換した後、増幅回路、比較回路等を経て制御に適した出力信号に変換する。

電源が供給されると作動して、制御量に応じた電気信号を出力する。

制御量の変化に応じて連続した信号（アナログ信号）を出力する計測センサと、制御量がある設定値（閾値）に達したときに離散的な信号（ON/OFF信号）を出力する検出センサとに分けられる

108

センサ概要

入力機器として使われる各種センサ

計測用……計測対象（制御量）の値に対応した、ある範囲の連続した信号（アナログ信号）を出力する。
圧力センサ、流量センサ、温度センサ、変位センサなど

検出用……計測用センサの出力と設定値（閾値）とを比較回路を使って比較し、出力が閾値を超えたときに二値信号（ON/OFF信号、電圧H/L信号）を出力する。
光電センサ、近接センサ、リミットスイッチなど

シーケンス制御などのON/OFF制御では検出用センサが使われ、プロセス制御などの連続制御では計測用センサが使われる。

109

入力機器の種類

センサとして、以下のものがある

検出用センサ

二値信号 (ON/OFF信号) を出力

リミットスイッチ 接触式

物体がアクチュエータを操作することにより動作

光電センサ

透過型 物体が光を遮ることにより動作

反射型 物体が光を反射させ、反射光を受光することにより動作

近接センサ

高周波式 金属の検出

静電容量式 金属、樹脂などほぼすべての検出

計測用センサ

連続したアナログ信号を出力

温度センサ、圧力センサ、流量センサ、

110

a) 検出センサ

制御対象の状態を検出し、設定値を境界に二値信号 (ON/OFF信号、電圧H/L信号など) を出力する。「スイッチ」と呼ばれることもある。

物体の位置や有無を検出するセンサ、

リミットスイッチ、リードスイッチ、光電センサ、近接センサ、超音波センサなど

制御量が設定値に達したかどうかを検出するスイッチ

圧力スイッチ、温度スイッチなど

111

検出センサの出力仕様

検出用センサから出力される二値信号として

1) 接点出力

内蔵されているリレーなどの機械式接点を使った電流のON/OFF (流れる/流れない)

2) オープンコレクタ出力 (O.C.出力、トランジスタ出力)

内部回路のトランジスタを使った直流電流のON/OFF

3) 電圧出力

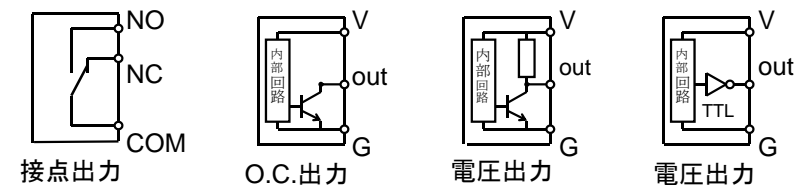
O.C.出力でプルアップ回路を組んだ電圧のH/L

または、内部回路で使われているICによる電圧のH/L

112

検出センサの出力仕様

検出センサから出力される電気信号の仕様



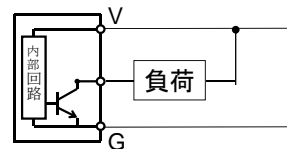
113

検出センサの出力仕様

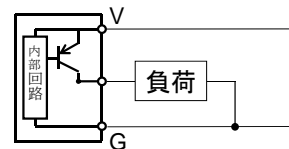
オープンコレクタ出力にはNPN型とPNP型がある。NPN型はシンク電流方式、PNP型はソース電流方式とも呼ばれる。日本やアメリカではNPN型が、ヨーロッパではPNP型が良く使われる。

NPN型：負荷の定格電圧がセンサの電源電圧と異なる場合でも駆動が可能。安全性が低い。

PNP型：負荷の定格電圧がセンサの電源電圧と同じでないと駆動ができない。安全性が高い。



NPN型O.C.出力



PNP型O.C.出力

114

① マイクロスイッチ

マイクロは物体が移動してアクチュエータを操作することにより、物体の位置や有無を検出する。接触式の検出スイッチ。出力信号として、接点出力。



アクチュエータとして、プランジャ型、レバー型、ローラ型などがある。



115

② リミットスイッチ

リミットスイッチは、強固な封入ケースにマイクロスイッチを内蔵したもの。基本的にマイクロスイッチと同じように用いる。

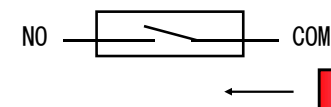


116

③ リードスイッチ

リードスイッチは、磁石で接点を動作させることによって位置を検出する。機械式接点のものが多く、オープンコレクタ出力のタイプもある。

ドアの開閉や空気圧シリンダの位置の検出に使われる。



117

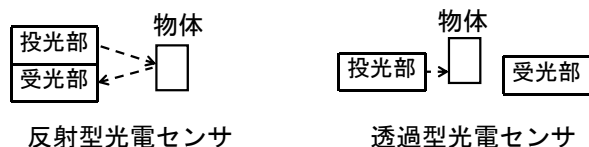
④光電センサ

光電センサは、投光部で投光した光を受光部で受光したか否かで、物体の位置や有無を検出する。非接触式検出センサ

発光部と受光部の位置関係で、
反射型光電センサと透過型光電センサに分けられる。

透過型光電センサ：発光部と受光部が向かい合っていて、透過光を受光する。

反射型光電センサ：発光部と受光部が横に並んでいて、反射光を受光する。



118

光電センサの活用

光電センサには光ファイバを使ったものもある。
小さな物体（2mm程度）の検出が可能

色による光の反射率の違いを使うと、色の判別もできる。
白・・・光を反射する
黒・・・光を反射しない

透明の物体の検出には、回帰反射型光電センサを使う

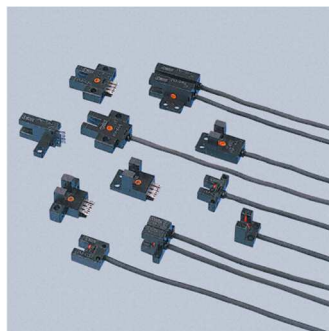


119

フォトマイクロセンサ

物体の位置検出に限定した光電センサ
リミットスイッチの代わりに使われる。

小型で安価。検出できる範囲は狭い（数ミリ）。



120

⑤近接センサ

近接センサは、透磁率や誘電率の変化を利用して物体の有無や位置を検出する。非接触式。
(物体がないときは空気の透磁率、誘電率を計測)

高周波型近接センサ：
透磁率の変化により動作。金属の検出。

静電容量型近接センサ：
誘電率の変化により動作。検出範囲は高周波型より狭い。
金属、樹脂、木材、紙など、ほぼ全ての物質の検出。



121

b) 計測センサ

変位、圧力、温度、光の強度など、計測対象（制御量）をアナログ信号（電圧や電流など）に変換して測定する。

変位センサ、液面センサ、圧力センサなどがあり、プロセス制御などで使われる。

各メーカーから様々な計測用センサが製品化されている。

圧力センサ	測定範囲：0~1 MPa 精度：±1 %
流量センサ	測定範囲：1~30 l/min 精度：±0.8 %
温度センサ	測定範囲：-50~200度
湿度センサ	測定範囲：0~100 % 精度：1.5 %
変位センサ	測定範囲：40~60 mm 分解能：1.5 μm

など

122

b) 計測センサ

出力信号として、アナログの電圧出力や電流出力がある。

1) 電流出力

計測対象の状態に対応した直流電流を出力

例えば DC4~20mA

2) 電圧出力

計測対象の状態に対応した直流電圧を出力

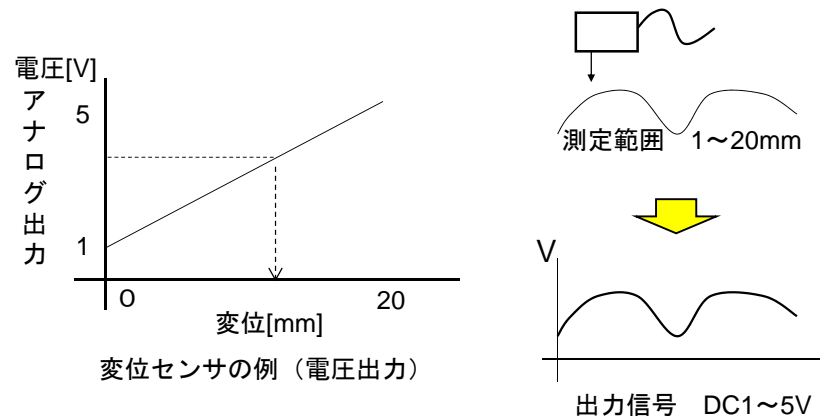
例えば DC0~5V、DC1~5V、DC-10~10V など

標準的な出力（例えば電圧出力）を持たないものもある。専用の変換器（アンプ）が必要なものもある。

123

計測センサのアナログ出力信号

測定対象とアナログ出力値との関係を調べておくことにより、アナログ信号を測定すれば測定対象の大きさを知ることができる。



124

計測センサのデジタル出力信号

1ビットもしくはnビットのデジタル信号で連続量を表すこともできる。一般的にはnビットの信号。

厳密には 2^n 段階のデジタル量であるが、nを大きくすることにより離散の幅（分解能）が小さくなり、アナログ量とみなすことができる。

・ nビットのデジタル信号

01011011 (例：8bit)

・ 1ビットのパルス信号

① デューティー比

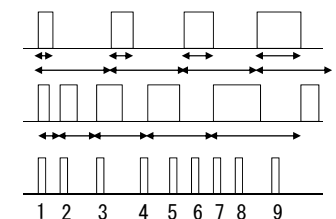
(ONからOFFまでの時間)

② 周波数（パルス間隔）

(ONから次のONまでの時間)

③ パルス数

(ONになった回数)



125

その他の計測センサ

1) ロータリーエンコーダ

角度を計測するためのセンサ。出力されたパルス信号で角度を計測。

電圧出力、0. C. 出力がある。

インクリメンタル型：ある基準点からの進み角を計測
 アブソリュート型：任意の角度を計測する



126

その他の計測センサ

a) インクリメンタル型ロータリーエンコーダ

1本、もしくは2本の線から、回転角に応じてON/OFF信号（パルス信号）が出力される。

パルス数を計数することにより、進んだ角度を計測することができる。

例えば、1回転当たり200パルスの信号が出力される場合、1パルス当たり $360/200=1.8 \text{ deg/pls}$ となり、計数値 $\times 1.8$ で進み角を求めることができる。

パルス信号 

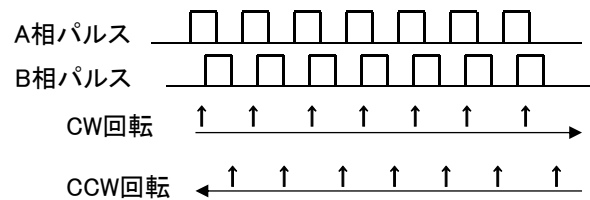
1パルス信号だと回転方向を検出することはできない

127

その他の計測センサ

2本の信号線を使い、位相が90degずれたパルス信号を出力し、B相が立ち上がった時のA相の信号を検出することにより、回転方向を知ることができる。

・・・2相インクリメンタル式ロータリーエンコーダ



原点復帰をして、その点での計数値を0にリセットすることにより、原点位置からの回転角を知ることができる。

128

その他の計測センサ

b) アブソリュート型ロータリーエンコーダ

n個のパルス信号が出力され、その信号のH/Lの組み合わせにより、ある範囲内の任意の角度を計測することができる

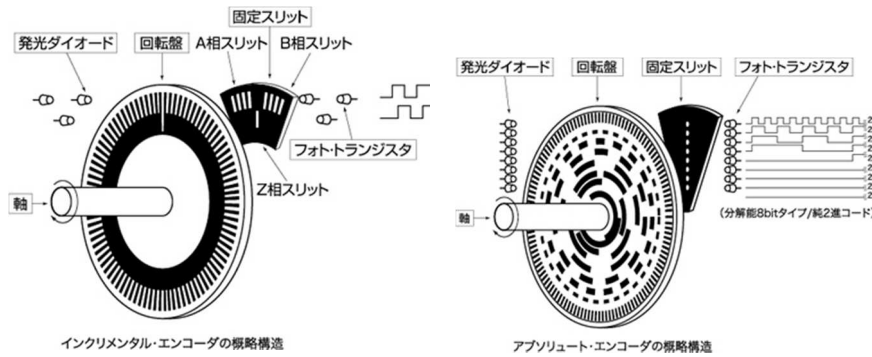
測定範囲0~360degで8本の信号線（8ビット）の場合、分解能は $360/255 \div 1.4 \text{ deg}$ となる

0deg	L L L L L L L L
1.4	L L L L L L L H
2.8	L L L L L L H L
	L L L L L L H H
⋮	
358.6	H H H H H H H H

129

その他の計測センサ

多摩川精機HPより



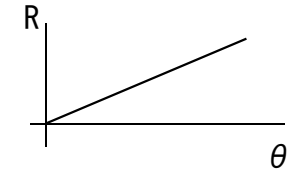
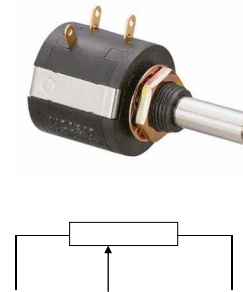
130

その他の計測センサ

2) ポテンショメータ

角度検出用の可変抵抗器。回転角によって抵抗値が変化する。シャフトの回転摩擦抵抗が小さい。

変位や速度の測定にも応用される。



131

3.3 計測器

計測器の概要

対象となる物理量（制御量）を測定し、その結果を電気信号で出力する。

対象となる物理量として

変位、角度、質量、力、温度、電圧、電流、波形・・・

出力する信号として、計測センサと同じように、連続した電圧信号、電流信号、離散的なデジタル信号、ほかには、コンピュータへデータを送信するためのデータ通信規格を使ったものがある。

132

133

計測器

2)



134

計測器のデジタル出力信号

1bitもしくはnbitのデジタル信号を出力する
一般的にはnbitの信号でアナログ量を表す。

厳密には 2^n 段階のデジタル量であるが、nを大きくすることにより離散の幅（分解能）が小さくなり、アナログ量とみなすことができる。

1ビットの信号でアナログ量を表す場合、信号の時間的長さ、信号の間隔、信号の数などでアナログ量を表す

計測器などでは文字列でアナログ量を表しこともある。7bitもしくは8ビットの信号で1文字を表し、複数の文字を並べたものを計測データとして制御量を表す。この計測データの送信・受信（デジタル通信）

135

計測器の出力信号

計測器などでは、計測量を文字データ（文字列）に置き換え、その文字列を汎用通信規格（デジタル通信）を使って、制御機器に送信するものもある。

送信する文字データとし、ASCIIコードなどが使われる。

例「LFRG3P0076CR」など

制御機器は送信された文字データを受信し、そこから必要なデータを取り出して数値に変換する

“LFRG3P0076CR”（文字） → “0076”（文字） → 76（数字）

汎用通信規格として、

RS-232C、RS-422、RS-485、USB、GP-IBなどが使われる

USBは厳密には通信規格ではないが、最近は通信規格としてみなされることも多い

136

計測器の出力信号

ASCIIコード表

		上位4ビット																
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	
下 位 4 ビ ット	0	NUL	DLE	SP	0	@	P	`	p				-	タ	ミ			
	1	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q				.	ア	チ	ム		
	2	STX	DC2	"	2	B	R	b	r				[	イ	ツ	メ		
	3	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s				]	ウ	テ	モ		
	4	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t				,	エ	ト	ヤ		
	5	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u				.	オ	ナ	ユ		
	6	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v				ラ	カ	ニ	ヨ		
	7	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w				ア	キ	ヌ	ラ		
	8	BS	CAN	(	8	H	X	h	x				イ	ク	ネ	リ		
	9	HT	EM	)	9	I	Y	i	y				ウ	ケ	ノ	ル		
	A	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z				エ	コ	ハ	レ		
	B	VT	ESC	+	;	K	[	k	{				オ	サ	ヒ	ロ		
	C	FF	FS	,	<	L	¥	l	|				ヤ	シ	フ	リ		
	D	OR	GS	-	=	M	]	m	}				ユ	ス	ヘ	ソ		
	E	SO	RS	.	>	N	^	n	~				ヨ	セ	ホ	テ		
	F	SI	US	/	?	O	_	o	DEL				ッ	ソ	マ	・		

137