

I - 4

グラフィック出力に特化した点字プリンタの開発

I-4 グラフィック出力に特化した点字プリンタの改良

1 はじめに

触図を作成する方法としては、エンボス法によるもの（点図の形式）、立体コピーによるもの、サーモフォームによるものなど、いくつか存在する。このうち、エンボス法によるものは、点字用紙に点を打ち出して作成するものであり、点字教科書におけるように手作業で作成することもできるが、コンピュータ上でデータを作成し、プロット機能をもつ点字プリンタで出力して作成することもできる。

しかしながら、点字プリンタによる出力の場合、手作業によるものに比較して、点が線上にきれいに並ばなかったり、線上の点と点の間隔が一定にならないなどの不都合が指摘されている。特に、斜線や曲線を作成したい場合、その線上に点がきれいに並ばなかったり、その点間隔が一定にならない。これは、点字プリンタの出力の精度の問題が大きいと考えられる。現在、盲学校などで広く使われている点字プリンタ newESA721 や ESA721 Ver'95 で出力した場合も、このような問題点がある。（大内，2004）

そこで、国立特殊教育総合研究所（NISE）では、この ESA721 Ver'95 をもとにして、その開発・販売元である JTR と共同で、精度のよい点図を作成することができる、点字プリンタ “NISE Graphic” を開発した。Fig. 1 に、その外観を示す。

ここでは、その紹介と、その出力精度を ESA721 Ver'95 と比較した結果について報告する。

2 点字プリンタ “NISE Graphic” の概要と改良点

点字プリンタ出力で、上記のような問題が生じる原因としては、ピッチ（座標を指定できる最小の間隔）が、触図に求められる間隔に比べて大きいことと、実際に点を打っていくときに、紙に対して正確な位置に、点を打つピンが移動しないことが挙げら



Fig. 1 点字プリンタ “NISE Graphic” の外観

れる。後者については、ピンが取り付けられているヘッドや紙送りの移動の精度の問題であり、点字プリンタ ESA721 Ver'95 や、これを基にした “NISE Graphic” の場合は、横方向へのヘッドの移動の精度、縦方向への紙送りの精度の問題となる。

今回の “NISE Graphic” の開発においては、まず、ピッチを、縦横とも 0.05mm とすることを目標とした。この目標に向けて、ESA721 Ver'95 を改良し、実際のピッチは Table. 1 のようにすることができた。

Table. 1 点字プリンタのピッチ

	NISE Graphic	ESA721 Ver'95
横	0.05080mm	0.3454mm
縦	0.05003mm	0.3175mm

このように、“NISE Graphic” では、縦、横ともほぼ 0.05mm の単位で打ち出す点の位置を指定でき

る。ESA721 Ver'95と比較すると、約6分の1の間隔である。また、ESA721 Ver'95では、横と縦のピッチが異なるが、“NISE Graphic”では、ほぼ同じとすることができた。なお、ESA721 Ver'95で、縦と横のピッチが異なるのは、点字を打つことを優先して、その文字間や行間にピッチを合わせた結果であるが、今回の“NISE Graphic”では、点図を作成することを優先して、縦と横のピッチが等しい点図作成に特化したプリンタを開発することが目指された。

この2台のプリンタのピッチの間隔の違いは、水平や垂直の線を作成する場合は、問題にならなくても、斜線や曲線を作成する場合には、問題となってくる違いであると考えられる。例えば、点間隔各2mmで15度の傾きをもつ斜線を作成したい場合、三角関数によって縦横の座標を求め、2台のプリンタそれぞれで、それに対応するピッチで座標を指定すると、次のFig.2のようになる。

このように、“NISE Graphic”では、直線上に点が並び、点と点の間隔も一定になっているが、ESA721 Ver'95では、点が直線上に並ばず、点と点の間隔も一定になっていない。この場合、ピッチの指定は、小数点以下を切り捨てるということ指定

Table.2 モーターの改良

	NISE Graphic	ESA721 Ver'95
モーター	5相ステッピングモーター	2相ステッピングモーター
モーターの1回転の分解能	500パルス（実際はハーフピッチの1000パルス）	200パルス（実際はハーフピッチの400パルス）

Table.3 ユニッタ組み合わせの改良

		NISE Graphic	ESA721 Ver'95
紙送り	モーター側 歯数	26	40
	トラクタ側 歯数	33	40
	ベルト 歯数	154 or 155	154 or 155
ヘッド送り	モーター側 歯数	25	34
	プーリー側 歯数	34	34
	ベルト 歯数	419	419

しているため、ESA721 Ver'95ではその影響もあると言えるが、それでも、“NISE Graphic”では、十分な精度の指定ができていていると言える。

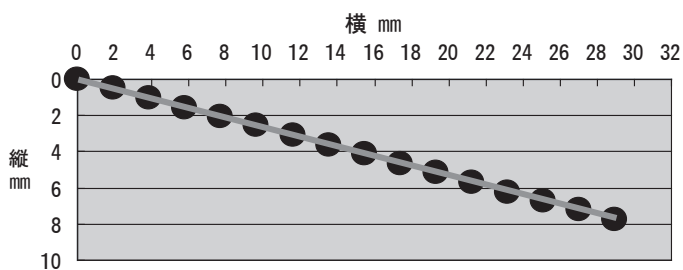
また、点を打つピンの移動の正確さについては、上記のピッチの目標値を実現するために、モーターおよびユニッタの組み合わせをTable.2およびTable.3のように改良した。

3 出力精度の比較

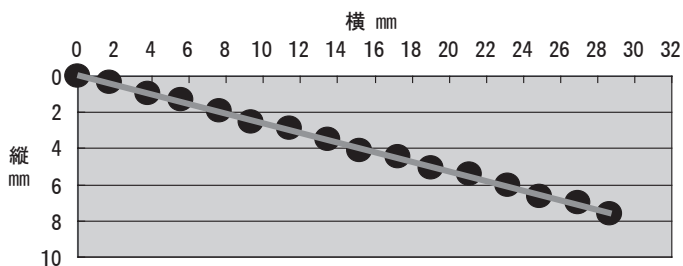
ここでは、水平線、垂直線、斜線、円といった、いくつかの基本的な図形要素を、“NISE Graphic”で、実際に出力して、ESA721 Ver'95と比較した結果について述べる。

出力用のプログラムは、全て、BASIC言語で作成した。また、打ち出す点は中点のみを用いた。なお、点の大きさは、ESA721 Ver'95では直径約1.5mmであり、“NISE Graphic”でも同じ大きさにする予定であるが、ピンの受け皿の問題などがあり、現状では約1.7mmとなっている。

まず、ピッチの精度をみるために、横座標は2mm間隔の一定にして140mmまで、縦座標を1ピッチ、2ピッチ、3ピッチ、4ピッチ、5ピッチずつずらして座標を指定して点を打ち、点が、想定され

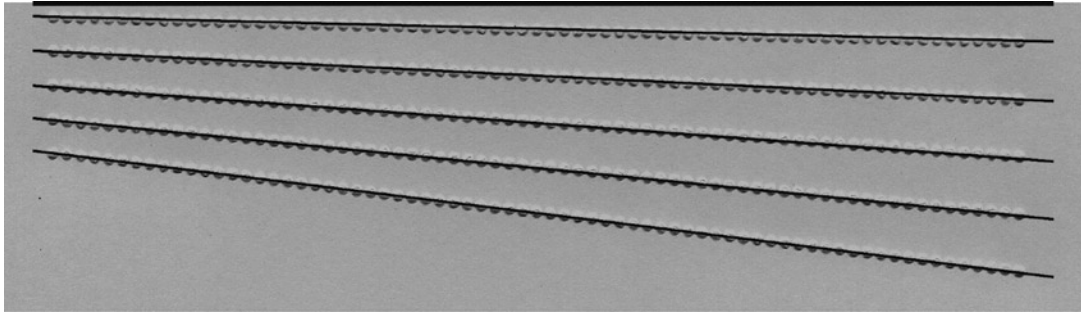


a. “NISE Graphic” の計算上の15度の線

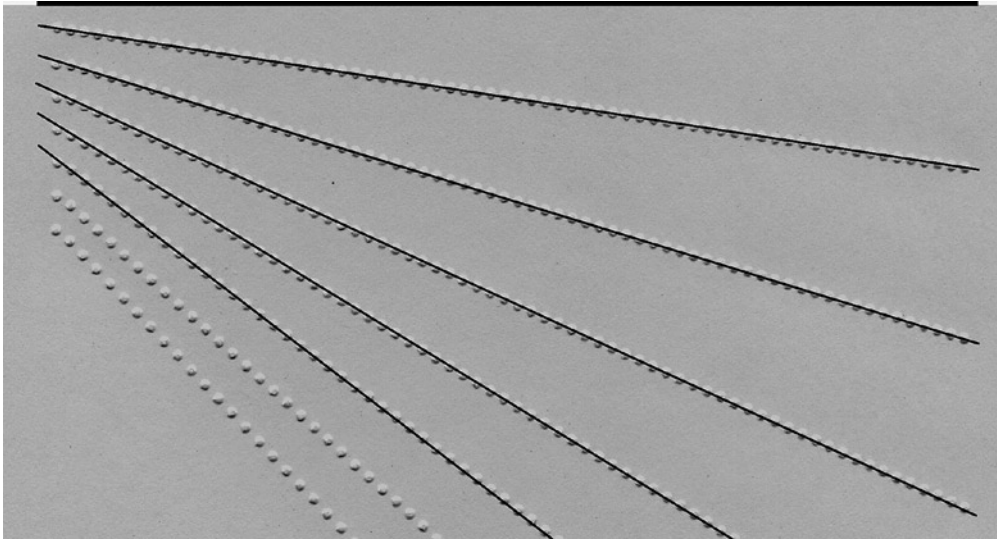


b. ESA721 Ver'95の計算上の15度の線

Fig.2 2台のプリンタにおける計算上の15度の線



a. “NISE Graphic” の結果



b. ESA721 Ver'95の結果（部分）

Fig.3 縦座標を1～5ピッチずつずらした出力の結果
（上の線は水平線。その次から、1～5ずつずらした結果。）

る直線上に並ぶかどうかをみた。同様に、縦座標を190mmまで、横座標のピッチをずらした場合についてもみてみた。

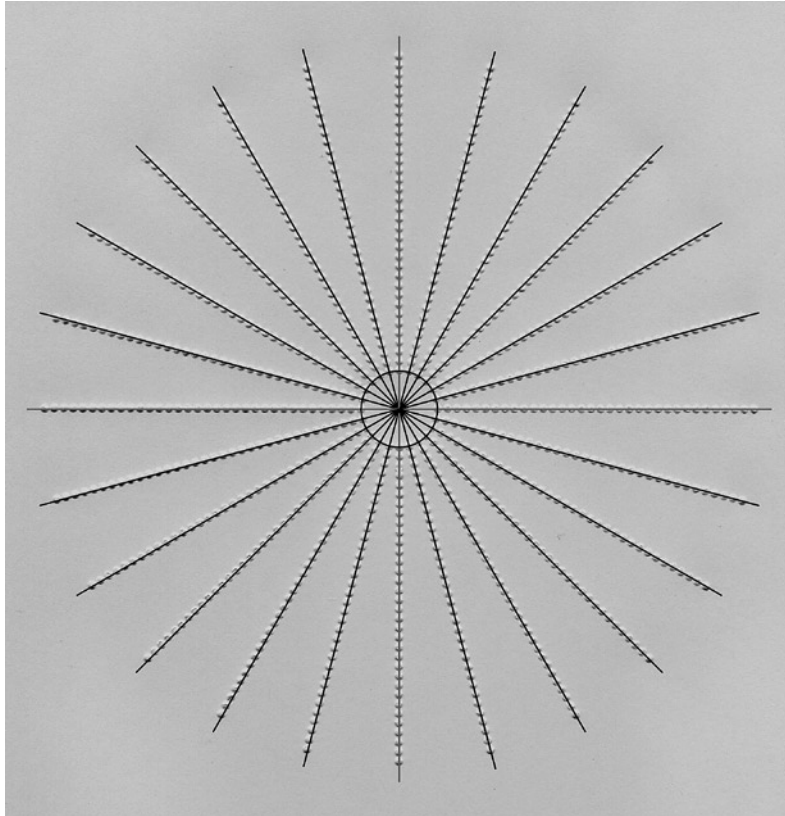
その結果は、各場合とも、点は想定される直線上に並んだ。Fig.3に、縦座標をずらした場合の結果を、想定される直線と共に示す。

ESA721 Ver'95でも、一部を除き、点は直線上に並んだが、“NISE Graphic”の場合との角度の違いが、精度の差を表していると言える。

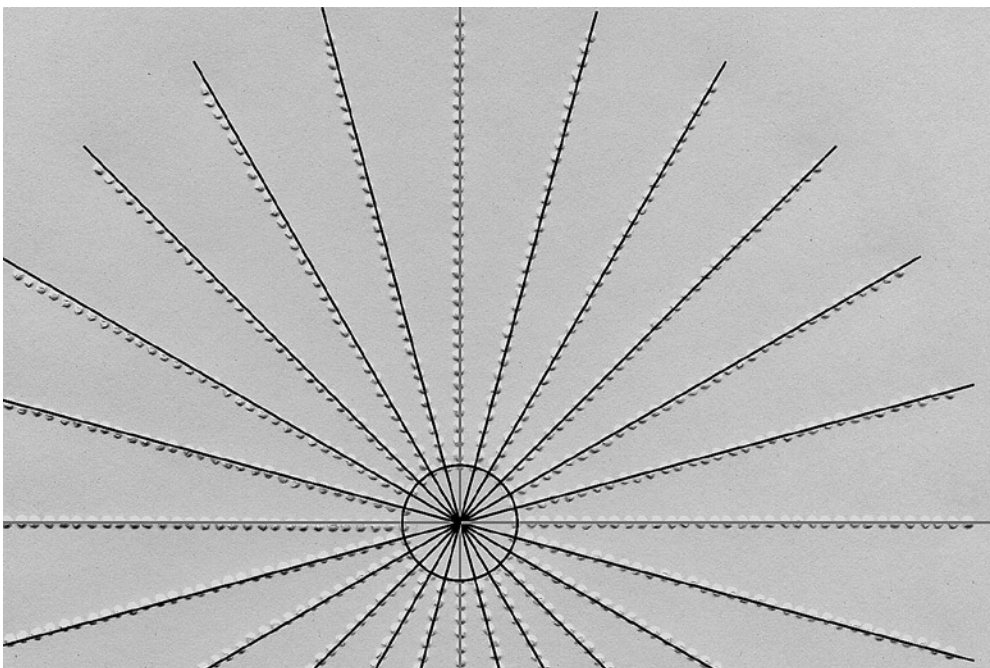
なお、この場合、1ピッチずらしたものがつくる角度が、2台のプリンタが正確に出力できる斜線の最小の角度と考えることができるが、実測した結果、“NISE Graphic”では、縦横座標とも約1度、ESA721 Ver'95では縦座標で約8度、横座標で約9度であった。

次に水平線、垂直線について、横140mm、縦190mmの範囲で、それぞれ、一定間隔で打ち出してみた。直線と直線の間隔は、点の縁同士の間隔が、2つのプリンタとも、3mmになるように設定した。また、直線は、各線を左から右あるいは上から下へと端点から端点を打つことを繰り返す設定であった。その結果は、“NISE Graphic”では水平線、垂直線とも想定される線上に点が並んでいたが、ESA721 Ver'95では、垂直線については、線の間隔が一定ではないという結果になった。これは、1本直線を打ってから縦方向に紙が送られる時に、誤差が生じているからではないかと考えられる。

次に、斜線を含む直線について、直径16mmの円周上から長さ60mmで、右方向への水平線（傾き0度の線）から、時計回りに15度ずつ傾いた線を放射状



a. "NISE Graphic" の結果

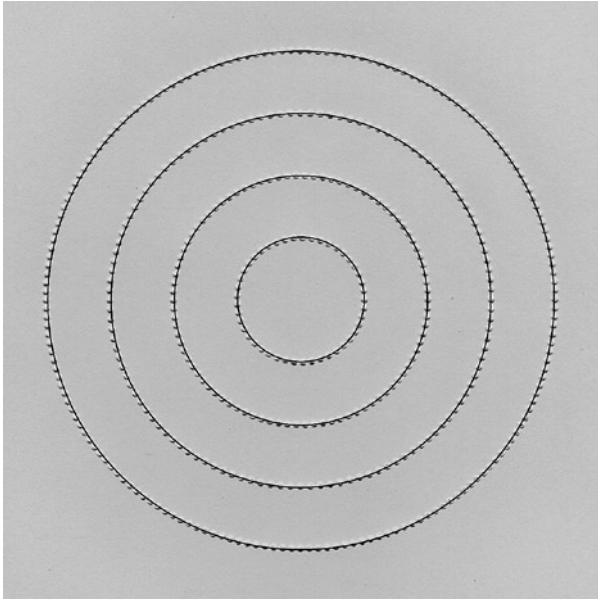


b. ESA721 Ver'95の結果 (部分)

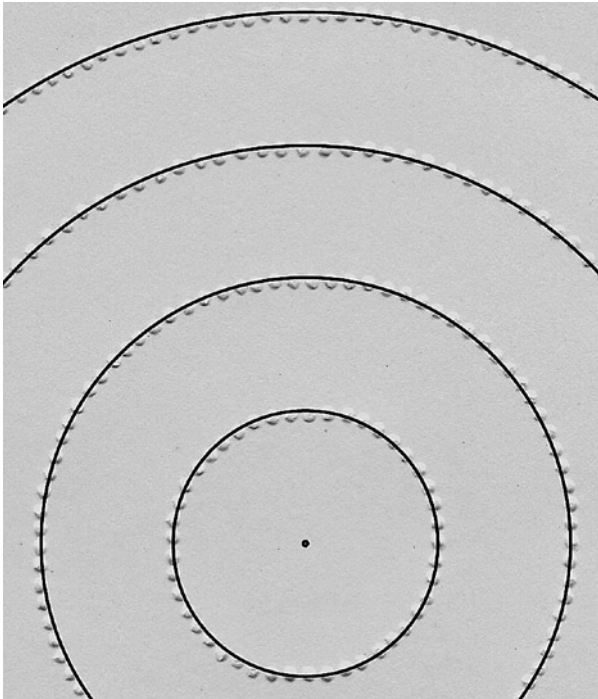
Fig.4 15度ずつ傾いた直線の出力結果

に打ち出し、各点が直線上に並んでいるかをみた。
 その結果を、想定される直線と共に、Fig.4に示す。
 このように、“NISE Graphic”では、想定され

る直線上に、点がきれいに並んだ。一方、ESA721
 Ver'95では、そのようになっていない。打ち出され
 た線の位置がずれている部分があると共に、点が直



a. “NISE Graphic” の結果



b. ESA721 Ver'95の結果（部分）

Fig.5 4つの大きさの円を同心円状に出力した結果

線上に並ばない部分が多く見られた。(注) また、下側の線の縦の座標が各線の打ち始めの部分でずれており、これも、縦方向での制御が不十分であることによるのではないかと考えられる。

さらに、曲線について、円を直径30mm、60mm、90mm、120mmで、同心円状に作成してみた。

その結果を想定される曲線と共に、Fig.5に示す。

このように、“NISE Graphic”では、想定される曲線上に点がきれいに並んだ。一方、ESA721 Ver'95では、点のずれが目立った。その一因は、やはり、縦方向の制御が不十分であることではないかと考えられる。

ここで、点の打ち出し方を、端点から端点ではなく、縦座標の上から下へと打つようにすれば、ESA721 Ver'95の点のずれの問題は改善されるかもしれないが、“NISE Graphic”では、そのような方法をとらず、端点から端点へと打っても、きれいな直線や円が作成されると言える。

また、ここでは、斜線や円は、前述のように三角関数によって縦横の座標を求め、対応するピッチの小数点以下を切り捨てるというやり方で指定しており、ESA721 Ver'95では、その影響があるかもしれないが、それでも、“NISE Graphic”では、十分な精度の指定ができていると言える。

注：この部分は、感覚代行シンポジウム発表論文では、「このように、“NISE Graphic”では、左側の線の位置が少しずれているが、その場合でも角度は正確であり、各直線で、各点はその直線上に並び、ずれはみられなかった。一方、ESA721 Ver'95では、そのようになっていない。左側での線の位置のずれと共に、点が直線上に並ばない部分が多く見られた。」となっている。これは、出力プログラムが、横と縦のピッチを、両方とも0.05mmとしていたためであった。出力プログラムを、横0.05080mm、縦0.05003mmという正確な値に修正して出力すると、ここに記述した結果が得られた。

4 おわりに

今回の“NISE Graphic”の出力結果の評価は、厳密な数値によるものではないが、ESA721 Ver'95との、いくつかの図形の出力結果の比較から、新しく開発された“NISE Graphic”では、ESA721 Ver'95と比較して、触図に求められる十分な精度で、きれいな図形を出力できることがおおよそ確認できたと考える。

ただし、現状では、“NISE Graphic”に対応した触図作成ソフトウェアは存在しない。EDELやDot Draw NISE（当研究所で開発中の「点図くん」の後継版）のようなソフトウェアが、この点字プリンタに対応するようになるなど、対応したソフトウェアの開発が期待される。

文 献

大内 進：点字教科書図版を見本とした点字プリンタ

出力点図作成とその評価. インターネットを活用した視覚障害教育用触覚図形教材の盲学校間相互利用に関する研究（平成13年度～平成15年度科学研究費補助金）（基盤研究（B）（2））研究成果報告書，独立行政法人国立特殊教育総合研究所，55-86，2004.

（金子 健・大内 進・岡本原正【有限会社JTR】）
（附記）

本稿は、第31回感覚代行シンポジウム発表論文集，2005，収集論文を一部修正したものである。