

第3章 ソリトンの励起

3-1. 周波数による波形変化

以後の実験において入力波はすべて半波長パルスであるが、これを連続正弦波にみなした周波数をもって入力周波数とする。

非線形LCはしご形回路において入力電圧およびバイアス電圧を固定し、入力周波数を変化させたときの伝搬波形を観測する。入力電圧を3[V]、バイアス電圧を1.5[V]とし、150段で観測した。入力パルス幅に対する波形変化の様子をFig. 3-1に示す。120[kHz]のときは分散性はあまり関与せず非線形効果だけがあらわれ波形はN波状になるが、周波数を上げるにともないいくつもの波に分裂し、2.4[MHz]では波が1つになっているのがわかる。

このことから、低周波領域においては分散効果が小さく、非線形効果のみによって入力パルスが歪んでいるといえる。このように、低周波領域で分散効果が小さいのは、低周波すなわち長波長領域においては位相速度と群速度が近似的に等しいためである。一方、周波数を上げると、いくつもの波の集合体（以後これを集合波と呼ぶ）となるのは、非線形効果と分散効果が、入力波に含まれる各周波数成分それぞれにおいて均衡したためである。さらに、周波数を上げたとき、集合波の中の波の数が減るのは、分散効果と均衡していた入力パルスに含まれる低周波成分がなくなるからだと考えられる。この集合波の中のそれぞれの波がソリトンとしての性質を備えているかどうかについて、次章で衝突実験を行い確認する。Fig. 3-1における6.5[MHz]の波形は非線形効果より分散効果の方が強くなり、分散波形が顕著に現れているものである。

3-2. 入力電圧による波形変化

次に、バイアス電圧および入力周波数を固定し、入力電圧のみを変化させたときの伝搬波形の推移を観測する。実験は、バイアス電圧を1.5[V]、入力周波数を1.5[MHz]とし、150段で観測した。このときの波形変化の推移をFig. 3-2に示す。入力電圧 $V_i=0.2$ [V]のときは振動的な分散波形で、 $V_i=1$ [V]のときに1個のソリトンとなり、 $V_i=4$ [V]では2つ目のソリトンが形成されているのがわかる。

分散波形が現れるのは、入力電圧が、非線形キャパシタンスの特性電圧 $F (V_0)$ に比べ十分小さく、非線形効果を無視することができるためである。また、複数のソリトンが形成されたのは、1個のソリトンを作るエネルギー以上の入力電圧を加えたためだと考えられる。