



Title	分散性伝送線路における弱非線形波の相互作用
Author(s)	吉永, 隆夫
Citation	大阪大学, 1982, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/33233
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名・(本籍)	吉 永 隆 夫
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	第 5 6 8 0 号
学位授与の日付	昭 和 57 年 3 月 25 日
学位授与の要件	基礎工学研究科 物理系専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学 位 論 文 題 目	分散性伝送線路における弱非線形波の相互作用
論文審査委員	(主査) 教 授 角 谷 典 彦 (副査) 教 授 今 市 憲 作 教 授 福 岡 秀 和

論 文 内 容 の 要 旨

非線形伝送線路は、それ自身の直接の応用ばかりでなく、他の分野の非線形現象を等価回路として表わし実験できるシミュレーション線路として有用である。本研究では、この点に注目して、非線形素子を含む集中素子で構成された分散性を示す伝送線路における弱非線形波の相互作用を調べることを目的としている。

まず分散の弱い場合として、線形のキャパシタを介して結合された 1 組の非線形 LC 線路からなる結合線路を考案し、それを伝播する弱非線形波が、2 層流体上の重力波同様、2 種類の Korteweg-de Vries (K-dV) 方程式で記述できることを理論的に示し、そのパルス解としての 2 つの異なるモードのソリトン (速いソリトンと遅いソリトン) の特性及び衝突に関する理論解析及び実験を行なった。その結果、速いモードのソリトンは通常の凸ソリトンであるのに対し、遅いモードのソリトンは凸ソリトンと凹ソリトンの 2 つの場合があることがわかった。さらに、この線路と 2 層流体モデルとの対応関係が得られた。また、衝突により生ずるソリトンの位相のずれについては、従来知られている単一モードのソリトンにおける結果とは異なる場合があることを示した。一方、ソリトンの存在しない場合の波の漸近的な挙動を調べるため、一次元非調和格子と等価な非線形 LC 線路に K-dV 方程式における非ソリトン条件に対応する負の方形パルスを入力した。その結果、ソリトンは生成されず、波は負の長い三角波とそれに続く振動波に分かれ、振幅を減衰させながら伝播する様子が観測された。負の三角波の形状、減衰率に関する実験結果及び線路の数値計算結果は、入力波の振幅の比較的大きい場合、K-dV 漸近理論でよく説明できることがわかった。

次に、分散の強い場合、分散関係が表面張力-重力波と同様な単一モード線路と、進行波モードと

後進波モードの2つの異なるモードからなる複モード線路の2種類の線路を考え、それらを用いて共鳴相互作用について調べた。理論解析において線路の離散的な特性を考慮することにより、線路の同一モード間及び異なるモード間で3波共鳴相互作用及び2倍高調波共鳴が可能であることを示し、得られた相互作用方程式が、これまで水波、プラズマ波、非線形光学等で得られた式と同形であることを明らかにした。実験は定常状態で行われ、両線路を用いて調べた3波共鳴相互作用では、共鳴条件を満たす3つの波の内2つの波を入力することにより、もう1つの波が他の2つの波とエネルギー交換を行いながら線路数と共に強く励起される様子が観測された。単一モード線路を用いて調べた2倍高調波共鳴では、共鳴条件を満たす2つの波の内の低い周波数の波を入力することにより、その2倍高調波が線路数と共に強く励起されエネルギーが一方的に移行する様子が観測された。そして、これらの実験での波の各フーリエ成分の線路数に対する変化は、線路に含まれる損失分を考慮した理論解析結果と定量的に一致することを確認した。

以上の理論解析及び実験により、線路の分散が弱い場合と強い場合における代表的な弱非線形波の相互作用が明らかにされた。

論文の審査結果の要旨

本論文は分散性伝送線路上の弱非線形波の相互作用を取扱ったものである。まず、二層流体上の重力波をシミュレートする線路として、各段が線形のキャパシタを介して結合された非線形LC梯子型線路を設計し、この線路を伝播する弱分散・弱非線形波が二種類の Korteweg-de Vries(K-dV) 方程式で支配されることを示し、二つの異なるモードのソリトンの特性およびその相互作用(衝突)を理論解析および実験により明らかにしている。これは従来の単一モードソリトンの結果を複モードの場合に拡張したものである。つぎに、一次元非調和格子中の波や、浅水重力波をシミュレートする線路を用いて、ソリトンが発生しない条件下での波の漸近的挙動を実験的に調べ、最近報告された Ablowitz-Segur の K-dV 漸近理論の妥当性とその限界を明らかにした。一方、分散が強い場合の例として二種類の線路(分散関係が表面張力-重力波のそれと同型のもの、及び進行波と後進波の複モードをもつもの)を考案し、三波相互作用及び二倍高調波共鳴を実験的に調べている。まず、両線路についてその離散的特性を考慮した解析により、従来、水波・プラズマ波等で得られているのと同型の相互作用方程式を導いている。実験との比較に際して、線路素子の損失を考慮した理論の拡張を行ない、かなりの精度で理論の実験的検証に成功している。

以上のように種々の特徴ある線路を考案し、いくつかの典型的な非線形波の相互作用を理論・実験の両面から明らかにしたことは、非線形波動の分野に少なからず寄与したものであり博士論文としての価値があるものと認める。