行政院國家科學委員會專題研究計畫 期末報告

非線性擾動下高維有界域半線性波方式爆炸解之穩定性研究(I)

計 畫 類 別 ：個別型
計 畫 編 號 ：NSC 100-2115-M-004-001-
執 行 期 間 ：100 年 08 月 01 日至 101 年 10 月 31 日
執 行 單 位 ：國立政治大學應用數學學系

計 畫 主 持 人：李明融
共 同 主 持 人：謝宗翰
計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：姚信宇
博士班研究生-兼任助理人員：李詠玄
博士班研究生-兼任助理人員：姜林宗叡
博士班研究生-兼任助理人員：李育佐

報 告 附 件 ：移地研究心得報告

公 開 資 訊 ：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2 年後可公開查詢

中 華 民 國 101 年 12 月 02 日

中 文 摘 要 ： 本研究處理 n- 維有界域上半線性波方程在非線性擾動下正解之穩定性

中文關鍵詞： 穩定性 半線性波方程 非線性擾動 爆破解

英 文 摘 要 ： In this research we treat the stability of positive solutions of some particular semi-linear wave equations under nonlinear perturbation in bounded domain near blow-up solutions in n-space dimension.

英文關鍵詞： stability, semi-linear wave equation, nonlinear perturbation, blow-up solutions

國科會專題研究計畫成果報告撰寫格式

101 年 8 月 22 日本會第 367 次學術會報修正通過

一、說明

國科會基於學術公開之立場，鼓勵一般專題研究計畫主持人發表其研究成果，但主持人對於研究成果之內容應負完全責任。計畫內容及研究成果如涉及專利或其他智慧財產權、違異現行醫藥衛生規範、影響公序良俗或政治社會安定等顧慮者，應事先通知國科會不宜將所繳交之成果報告蒐錄於學門成果報告彙編或公開查詢，以免造成無謂之困擾。另外，各學門在製作成果報告彙編時，將直接使用主持人提供的成果報告，因此主持人在繳交報告之前，應對內容詳細校對，以確定其正確性。

成果報告繳交之期限及種類（期中進度報告及期末報告），應依本會補助專題研究計畫作業要點及專題研究計畫經費核定清單之規定辦理。至報告內容之篇幅，期中進度報告以 4 至 10 頁為原則，並應忠實呈現截至繳交時之研究成果，期末報告不得少於 10 頁。

二、報告格式：依序為封面、目錄、中英文摘要及關鍵詞、報告內容、參考文獻、計畫成果自評、可供推廣之研發成果資料表、附錄。

(一)報告封面：請至本會網站（http：//www.nsc.gov.tw）線上製作（格式如附件一）。

(二)中、英文摘要及關鍵詞 (keywords)。

(三)報告內容：包括前言、研究目的、文獻探討、研究方法、結果與討論（含結論與建議）等。

(四)計畫成果自評部分：請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值(簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性)、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估，並請至本會網站線上製作（格式如附件二）。

(五)頁碼編寫：請對摘要及目錄部分用羅馬字 I 、II、 III……標在每頁下方中央；報告內容至附錄部分請以阿拉伯數字 1.2.3.……順序標在每頁下方中央。

(六)附表及附圖可列在文中或參考文獻之後，各表、圖請說明內容。

(七)可供推廣之研發成果資料表：

1.研究計畫所產生之研發成果，應至國科會科技研發成果資訊系統（STRIKE 系統，https://nscnt66.nsc.gov.tw/strike/）填列研發成果資料表（如附件三），循執行機構行政程序，由研發成果推廣單位（如技轉中心）線上繳交送出。

2.每項研發成果填寫一份。

(八)若該計畫已有論文發表者(須於論文致謝部分註明補助計畫編號)，得作為成果報告內容或附錄，並請註明發表刊物名稱、卷期及出版日期。若有與執行本計畫相關之著作、專利、技術報告、或學生畢業論文等，請在參考文獻內註明之。

(九)該計畫若列屬「國際合作研究計畫」，應將雙方互訪及合作研究情況、共同研究成果及是否持續雙方合作等，於報告中重點式敘明。

三、計畫中獲補助國外差旅費，出國進行移地研究、出席國際學術會議或因執行國際合作研究計畫至國外機構執行合作研究者，每次均須依規定分別撰寫出國心得報告（其中，出席國際學術會議者須另附發表之論文全文或摘要，但受邀專題演講或擔任會議主持人者不在此限），並至本會網站線上繳交電子檔，出國心得報告格式如附件四、五、六。

四、報告編排注意事項

(一)版面設定：A4 紙，即長 29.7 公分，寬 21 公分。

(二)格式：中文打字規格為每行繕打（行間不另留間距），英文打字規格為 Single Space。

(三)字體：以中英文撰寫均可。英文使用 Times New Roman Font，中文使用標楷體，字體大小以 12 號為主。

附件一

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 □期中進度報告 ■期末報告

（計畫名稱）非線性擾動下高維有界域半線性波方式爆炸解之穩定性研究(I)

Stability of slutions for semilinear wave equations in bounded domain under nonlinear perturbation near blow-up solutions in n-space dimension

計畫類別：■個別型計畫　□整合型計畫
計畫編號：NSC 100-2115-M-004-001
執行期間：　2011 年 8 月 1 日至 2012 年 10 月 31 日

執行機構及系所：國立政治大學應用數學學系

計畫主持人：李明融

共同主持人：謝宗翰
計畫參與人員：李詠玄 姚信宇 姜林宗叡

本計畫除繳交成果報告外，另含下列出國報告，共 _1_ 份：
■移地研究心得報告
□出席國際學術會議心得報告
□國際合作研究計畫國外研究報告

處理方式：除列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢
　　　　□涉及專利或其他智慧財產權，□一年■二年後可公開查詢

中　華　民　國　102 年　12　月　　日

附件二

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

■達成目標

□ 未達成目標（請說明，以 100 字為限）

　　□ 實驗失敗

　　□ 因故實驗中斷

　　□ 其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文：■已發表 □未發表之文稿 □撰寫中 □無

專利：□已獲得 □申請中 □無

技轉：□已技轉 □洽談中 □無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

兩篇文章已被 SCI 期刊所接受

附件三

國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期：___年__月__日

<table>
<tr><td>國科會補助計畫</td><td colspan="3">計畫名稱：
計畫主持人：
計畫編號：　　　　　　　　　　　　領域：</td></tr>
<tr><td rowspan="2">研發成果名稱</td><td colspan="3">（中文）</td></tr>
<tr><td colspan="3">（英文）</td></tr>
<tr><td>成果歸屬機構</td><td></td><td>發明人
(創作人)</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">技術說明</td><td colspan="3">（中文）
（200-500 字）</td></tr>
<tr><td colspan="3">（英文）</td></tr>
<tr><td>產業別</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>技術/產品應用範圍</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>技術移轉可行性及預期效益</td><td colspan="3"></td></tr>
</table>

註：本項研發成果若尚未申請專利，請勿揭露可申請專利之主要內容。

附件四

國科會補助專題研究計畫移地研究心得報告

日期：10 年 12 月 2 日

計畫編號	NSC 100-2115-M-004-001		
計畫名稱	非線性擾動下高維有界域半線性波方式爆炸解之穩定性研究(I) Stability of slutions for semilinear wave equations in bounded domain under nonlinear perturbation near blow-up solutions in n-space dimension		
出國人員姓名	李明融	服務機構及職稱	國立政治大學應用數學學系
出國時間	2012 年 7 月 31 日至 2012 年 8 月 8 日	出國地點	德國 圖賓根大學

一、移地研究過程

1. 七月三十一日(二) 晚間搭機(荷蘭航空) 至荷蘭阿姆斯特丹機場
2. 八月一日(三) 自阿姆斯特丹轉機到德國斯圖佳特機場 轉公車至圖賓根大學已下午三點 由於 G. Huisken 教授身負二職 只在週五於 Tübingen 大學數學系 因此 在八月二日與八月三日兩天可準備將討論資料
3. 八月二日(四) 準備資料並計算半線性波方程式爆破解之爆破集
4. 八月三日(五) 檢查八月二日之計算結果與 G. Huisken 教授討論半線性波方程式爆破解之爆破集獲其肯定 相約於八月六日(一)再會於 Tübingen 大學數學系
5. 八月四日(六) 準備資料並計算 Emden-Fowler 型之半線性波方程式解之存在性
6. 八月五日(日) 準備資料並計算 Emden-Fowler 型之半線性波方程式解之性質
7. 八月六日(一) 與 G. Huisken 教授討論 Emden-Fowler 型之半線性波方程式解之存在性與其可能性質

G. Huisken 教授表示此方程式解之存在性沒有問題但其解之性質 尚須仔細研究

8. 八月七日(二) 整理行理準備回臺

二、研究成果

1. 1-d 半線性波方程式爆破解之爆破集之測度
2. 2-d 半線性波方程式爆破解之爆破集之測度
3. 3-d 半線性波方程式爆破解之爆破集之測度
4. n-d 半線性波方程式爆破解之爆破集之測度

三、建議

經費太少 每次赴德訪吾師幾自備經費 此次六萬元臺幣僅半數經費　聊勝於無
若可與吾師多些時日討論　將有更多想法研究更有意義的問題　但經費過高
我無法支付　若經費可達十八萬元臺幣將臻完善

四、其他

我師 G. Huisken 平時很忙　此次願花兩天與我討論　實在是很難得 很幸運

Stability of positive solutions for some semi-linear wave equations under nonlinear perturbation near blow-up solutions in n-space dimension

$$u_{tt} - \Delta u - u^p + \lambda u^q = 0$$

Meng-Rong Li
Department of Mathematical Sciences National Chengchi University

Abstract In this research we treat the stability of positive solutions of some particular semi-linear wave equations under nonlinear perturbation in bounded domain near blow-up solutions in n-space dimension.

Keywords: stability, semi-linear wave equation, nonlinear perturbation, blow-up solutions

Introduction

Consider the initial value problem for the semi-linear wave equation of the type

$$u_{tt} - \Delta u - g(u) = 0 \quad in \ [0, T) \times R^n, \qquad (0.1)$$

$$u(0, \cdot) = u_0, \quad u_t(0, \cdot) = u_1, \qquad (0.2)$$

$n \geq 3$, where g: R→R is a real valued function, the initial data are given sufficiently smooth functions and △ is the Laplace operator.

The linear case $g(u) = m\, u$, where m is a constant, corresponds to the classical Klein Gordon equation in relativistic particle physics; the constant m is interpreted as the mass and is assumed to be nonnegative generally. To model also nonlinear phenomena like quantization, in the 1950s equations of (0.1) type with nonlinearities like $g(u)=mu+u^3$, $m \geq 0$; were proposed as models in relativistic quantum mechanics with local interaction. Solutions could be considered as real or complex valued functions. In the latter case it was assumed that the nonlinearity commutes with the phase; that is, $g(e^{i\varphi}u)=\varepsilon\, e^{i\varphi}g(u)$ for $\varphi\in R$ and that g(0)=0. In this case, g may be expressed g(u) = u f(|u|²), which gives the study of equation (0.1) [J]. In the non-coercive case it is easy to construct solutions of (0.1) with smooth initial data that blow up in finite time; for instance, for any α > 0 the function $u(t,x)=(1-t)^{-1/m}$ solves the equation

$$u_{tt} - \Delta u + \alpha(1+\alpha)\, u|u|^{2m} = 0, \quad m \in N$$

and blows up at t = 1. Modifying the initial data off { x: |x| ≤ 2 }, say, we even posses a singular solution with C^∞ –data having compact support.

In this study we deal with the stability of positive solutions for the semi-linear wave equation

$$u_{tt} - \Delta u - u^p + \lambda u^q = 0 \quad \text{in}\,[0,\mathrm{T}) \times \Omega,\ \ \Omega \subset \mathrm{R}^n \quad (1.1)$$

with boundary value null and initial values $u(0,\cdot) = u_0 \in H^2(\Omega) \cap H_0^1(\Omega),\ \ u_t(0,\cdot) = u_1 \in H_0^1(\Omega)$, where p, q belong to $(1,\infty)$ and Ω is a bounded domain in R^n.

We will use the following notations:

$$Du = (u_t, \nabla u), \quad \nabla u = \left(\frac{\partial u}{\partial x_1}, \cdots, \frac{\partial u}{\partial x_n} \right), \quad a(t) = \int_\Omega u(t,x)^2 \, dx,$$

$$E(t) = \int_\Omega \left(|Du|^2 - \frac{2}{p+1} u^{p+1} - \frac{2\lambda}{q+1} u^{q+1} \right)(t,x)\, dx.$$

For a Banach space X and $0 < T \leq \infty$ we set

$$C^k(0, T, X) = \text{Space of } C^k \text{- functions: } [0, T) \to X,$$

$$H1 := C^1(0, T, H_0^1(\Omega)) \cap C^2(0, T, L^2(\Omega)).$$

The existence result to the equation (1.1) is proved [Li 3] and the positive solution blows-up in finite time if $\lambda \leq 0$ [Li 2], this means that the positive solutions for the semi-linear wave equation

$$u_{tt} - \Delta u = u^p \quad \text{in } [0,T) \times \Omega, \quad \Omega \subset R^n \quad (1.2)$$

$$u(0, \cdot) = u_0 \in H^2(\Omega) \cap H_0^1(\Omega), \quad u_t(0, \cdot) = u_1 \in H_0^1(\Omega),$$

is stable under nonlinear perturbation λu^q providing $p > 1$, $q > 1$, $\lambda < 0$; but it is not clearly whether it is also true for any $p > 1$, $q > 1$, $\lambda > 0$? If so, we would want to estimate the blow-up time and the blow-up rate under such a situation.

It is also important to study the asymptotic behavior of the Solution u_λ ; the velocity and the rate of the approximation for λ approaches to zero.

Such questions are also not easy to answer even under the case for the ordinary differential equation

$$u'' = u^p + \lambda u^q, \quad (1.3)$$

$$u(0) = u_0, \; u'(0) = u_1, \; p > 1, \; q > 1, \; c > 0, \; \lambda > 0.$$

We have studied the blow-up behavior of the solution for problem (1.3) and got some estimates on blow-up time and blow-up rate [Li4] but it is difficult to find the real blow-up time (life-span). Further literature could be fund in [S], [R], [W1] and [W2].

In this study we will use our ideals in [Li 2], [Li 4], [Li5], [Li 7], [Li8], [LiLinShieh], [ShiehLi] and [SLLLW] dealing such problem (1.1) on our topics.

Definition and Fundamental Lemma

There are many definitions of the weak solutions of the initial-boundary problems of the wave equation, we use here as following.

Definition 2.1: For p > 1, $u \in H1$ is called a positive weakly solution of equation (1.1), if

$$\int_0^t \int_\Omega \left(u_t \varphi_t + \left(u^p + \lambda u^q\right) \varphi\right)(r,x)\,dx\,dr = \int_0^t \int_\Omega \nabla u \cdot \nabla \varphi(r,x)\,dx\,dr$$

for each $\varphi \in H1$ and $\int_0^t \int_\Omega (u\psi)(r,x)\,dx\,dr \geq 0$ for each positive $\psi \in C_0^\infty([0,T) \times \Omega)$.

Remark 2.2:

1) The definition 1.1 is resulted from the multiplying with φ to the equation (1.1) and integrating in Ω from 0 to t.

2) From the local Lipschitz functions $u^p + \lambda u^q$, p > 1, q > 1 the initial- boundary value problem (1.1) possesses exactly a solution in H1 [Li1].

We use the notations:

$$1/C_\Omega = \kappa_1 = \sup\left\{\|u\|_2 / \|\nabla u\|_2 : u \in H_0^1(\Omega)\right\},$$
$$\gamma_q = \sup\left\{\|u\|_q / \|\nabla u\|_2\right\} : u \in H_0^1(\Omega) \cap L^q(\Omega), \quad q > 1.$$

In this study we need the following lemmas

Lemma 2.3: Suppose that $u_\lambda \in H1$ is a weakly positive solution of with $E_\lambda(t) = E_\lambda(0) = 0$ *for p* > 1, $q > 1$, then for $a(0) > 0$ we have:

(i) $a(\,.\,) \in C^2[0, T)$.

(ii) $a'(t) > 0$ for all t $\in [0, T)$, provided $a'(0) > 0$.

(iii) $a'(t) > 0$ for all t in (0,T), if $a'(0) = 0$.

(iv) For $a'(0) < 0$, there exists a constant $t_0 > 0$ with $a'(t) > 0$ for all t > t_0 and $a'(t_0) = 0$.

Lemma 2.4: Suppose that u_λ is a positive weakly solution in H1 of equation (1.1) with u(0, .) = 0 = u(0,.) in $L^2(\Omega)$. For p > 1, q > 1, λ > 0, we have $u_\lambda \equiv 0$ in H1.

According to Lemma 2.4, we discuss the following theme

(3) $\quad E_\lambda(0) = 0, a(0) > 0 \ \ and \ \ a'(0) \geq 0 \ or \ a'(0) < 0.$

(4) $\quad E_\lambda(0) < 0, a(0) > 0 \ \ and \ \ a'(0) \geq 0 \ or \ a'(0) < 0.$

Estimates for the Life-Span

Estimates for the life-span of the solutions of (1.1) under null-energy

We study the case that $E_\lambda(0) = 0, p > 1, q > 1, \lambda > 0$ and divide it into two parts

(i) $a(0) > 0$, $a'(0) \geq 0$ and (ii) $a(0) > 0$, $a'(0) < 0$

Remark 3. 1) The local existence and uniqueness of solutions of equation (1.1) in H1 are known [Li 2].

2) For λ = 0, p > 1 and $E_\lambda(0) = 0$, the life-span of the positive solution $u_\lambda \in H1$ of equation (1.1) is bounded.

Estimates for the Life-Span of the Solutions of equation (1.1) Under Negativ-Energy

We use the following result and those argumentations of proof are not true for positive energy, so under positive energy we need another method to show the similar results.

Lemma 3: Suppose that $u_\lambda \in H1$ is a positive weakly solution of equation (1.1) with a (0) > 0 and Eλ *(0) < 0* for λ = 0. Then

(i) for $a'(0) \geq 0$, we have $a'(t) > 0$ for all t > 0.

(ii) for $a'(0) < 0$, there exists a constant $t_5 > 0$ with $a'(t) > 0$ for all t $> t_5$ and $a'(t_5) = 0$.

Stability of positive solutions of equation (1.1) near blow-up solutions under Negativ-Energy

In this study we use our ideals used in [Li2], [Li4],[Li5],[Li7], [Li8], [LiLinShieh], [ShiehLi] and [SLLLW] to deal such problem (1.1) on our topics under negative energy and obtain the following results:

Theorem 4.1: *Suppose that* $u_\lambda \in H1$ *is a weakly positive solution of (1.1) with* $E_\lambda(0) \leq 0$ *for p > 1, q > 1, then for* $a(0) > 0$ *we have*:

The equation (1.1) is stable for $\lambda \to 0^-$; this means that weakly positive solution u_λ of (SL) blows up in finite time for $\lambda \to 0^-$.

Theorem 4.2: Suppose that $u_\lambda \in H1$ is a weakly positive solution of (1.1) *with* $E_\lambda(0) \leq 0$ *for p > 1, q > 1, then for* $a(0) > 0$ *we have:*

The equation (1.1) is stable for p > q, $\lambda \to 0^+$ *; this means that weakly positive solution of (1.1) blows up in finite time for p> q,* $\lambda \to 0^+$.

Theorem 4.3: Suppose that $u_\lambda \in H1$ is a weakly positive solution of (1.1) *with* $E_\lambda(0) > 0$ *for p > 1, q = 1, then for* $a(0) > 0$ *we have:*

The equation (1.1) is unstable under suitable conditions; this means that weakly positive solution u_λ *of (1.1) exist for all t > 0 under suitable conditions*

Theorem 4.4: Suppose that $u_\lambda \in H1$ is a weakly positive solution of (1.1) *with* $E_\lambda(0) > 0$ *for 1 < p < q , then for* $a(0) > 0$ *we have:*

The equation (1.1) is unstable under suitable conditions; this means that weakly positive solution u_λ *of (1.1) exist for all t > 0 under suitable conditions.*

Remark: The decade rate of the difference of life-spans of and T_λ of u_λ, can not be estimated very well for λ; thus it will be a good topic on asymptotic behavior near the blow-up solutions.

Reference:

[J] Jörgens, K.: Das Anfangswertproblem im Gröβen fur eine Klasse nicht- linearer Wellengleichungen. M. Z.77. pp. 295-307 (1961)

[Li1] Meng-Rong Li: On the Semi-Linear Wave Equations (I). Taiwanese Journal of Math. Vol. 2, No. 3, pp. 329-345, Sept. 1998

[Li2] Meng-Rong Li: Estimates for the Life-Span of the Solutions of some Semilinear Wave Equations. Communications on Pure and Applied Analysis, vol.7, no. 2, pp.417-432. (2008).

[Li3] Meng-Rong Li: Nichtlineare Wellengleichungen 2. Ordnung auf beschränkten Gebieten. PhD-Dissertation Tübingen 1994.

[Li 4] Meng-Rong Li: Blow-up solutions to the nonlinear second order differential equation. Taiwanese Journal of Mathematics, vol.12, no.3, pp.599-622, June 2008.

[Li5] Renjun Duan, Meng-Rong Li; Tong Yang: Propagation of Singularities in the Solutions to the Boltzmann Equation near Equilibrium, Mathematical Models and Methods in Applied Sciences (M3AS), vol.18, no.7, pp.1093-1114.(2008)

[Li6] Meng-Rong Li, Brain Pai: Quenching problem in some semilinear wave equations. Acta math. scientia vol.28,no.3, pp.523-529, July 2008.

[Li7] Meng-Rong Li: Estimates for the life-span of the solutions of some semilinear wave equation □ u-u^{p}=0 in one space dimension. Communications on Pure and Applied Analysis, 2013 to appear.

[Li8] Meng-Rong Li; Chuen-Hsin Chang. Analysis on the Duration of Deep Earthquakes, Taiwanese Journal of Mathematics, Vol.12, No.7, Oct. 2008, pp.1667-1680.

[LiLinShieh] Meng-Rong Li; Y.J. Lin, T.H. Shieh. The flux mode of the movement of tumor cells and health cells using a system of nonlinear heat equations. Journal of Computational Biology 2011 January , ahead of print. 2011, Vol. 18, Issue 12, pp. 1831-1839, 2011/12.

[ShiehLi] T.H. Shieh; Meng-Rong Li. Numeric treatment of contact discontinuity with multi-gases Journal of computational and applied mathematics (Journal of Computational and Applied Mathematics, 2009 August pp.656-673

[SLLLW] T.H. Shieh, T.M. Liou, Meng-Rong Li, C.H. Liu, W.J. Wu. Analysis on numerical results for stage separation with different exhaust holes, International communications in heat and mass transfer,

2009 April pp.342-345.

[R] Racke R.: Lectures on nonlinear Evolution Equations: Initial value problems. Aspects of Math. Braunschweig Wiesbaden Vieweg(1992).

[S] Strauss W.A.: Nonlinear Wave Equations. A.M.S. Providence(1989). Dimensions. J. Differential Equations52.p.378-406(1984)

[W1] von Wahl W.: Klassische Lösungen nichtlinearer Wellengleichungen im Großen. M.Z . 112 p.241 -279 (1969).

[W2] von Wahl W.: Klassische Lösungen nichtlinearer gedämpfter Wellengleichungen im Großen. Manuscripta. Math.3. p7-33(1970).

附件五

國科會補助專題研究計畫出席國際學術會議心得報告

日期：___年___月___日

計畫編號	NSC — — — — —		
計畫名稱			
出國人員姓名		服務機構及職稱	
會議時間	年 月 日至 年 月 日	會議地點	
會議名稱	(中文) (英文)		
發表題目	(中文) (英文)		

一、參加會議經過

二、與會心得

三、發表論文全文或摘要

四、建議

五、攜回資料名稱及內容

六、其他

附件六

國科會補助專題研究計畫國際合作研究計畫國外研究報告

日期：___年___月___日

<table>
<tr><td>計畫編號</td><td colspan="3">NSC　　—　　　—　　—　　　—　　　—</td></tr>
<tr><td>計畫名稱</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>出國人員
姓名</td><td></td><td>服務機構
及職稱</td><td></td></tr>
<tr><td>出國時間</td><td>年　月　日至
年　月　日</td><td>出國地點</td><td></td></tr>
<tr><td>合作國家</td><td></td><td>外國合作計
畫主持人英
文姓名</td><td>(First Name) (Last Name)</td></tr>
<tr><td>外國合作
機構</td><td colspan="3"></td></tr>
</table>

註：1.若出國人員不只一位，應分列姓名。2.外國合作機構及主持人應寫全名。

一、國際合作研究過程（若不只一位研究人員出國，應敘明分工情況及個人角色）

二、研究成果

三、心得與建議

四、本項與國外合作研究之性質，屬：(可複選)

□分工收集研究資料
□交換分析實驗或調查結果
□共同執行理論建立模式並驗証
□共同執行歸納與比較分析
□元件或產品分工研發
□其他 (請填寫) _______

五、其他：(本項國合計畫若有下列各項情況，但不以為限，請分項敘述說明)

(一)除了我方派員前往研究，是否有國外研究人員來台參與研究? 若是，請補充來台人員姓名、期間及其活動重點。
(二)是否包括年輕研究人員(一般指博士生或博士後研究人員)之培育？
(三)雙方合作成果，是否有與國外共同產生之期刊或會議論文已/擬進行發表？論文名稱(若已有)為何？
(四)雙方是否已/將有申請共同專利或展開技術移轉之研發成果?若已進行，則擬申請專利之國家或期間為何？
(五)未來雙方是否有持續合作之規劃？

訪德國圖賓根(Tübingen)大學數學系

胡思根 G. Huisken 教授報告

1. 七月三十一日(二) 晚間搭機(荷蘭航空) 至荷蘭阿姆斯特丹機場
2. 八月一日(三) 自阿姆斯特丹轉機到德國斯圖佳特機場　轉公車至圖賓根大學已下午三點

由於 G. Huisken 教授身負二職 只在週五於 Tübingen 大學數學系 因此 在八月二日與八月三日兩天可準備將討論資料

3. 八月二日(四) 準備資料並計算半線性波方程式爆破解之爆破集
4. 八月三日(五) 檢查八月二日之計算結果　與 G. Huisken 教授討論半線性波方程式爆破解之爆破集　獲其肯定
相約於八月六日(一)再會於 Tübingen 大學數學系
5. 八月四日(六) 準備資料並計算 Emden-Fowler 型之半線性波方程式解之存在性
6. 八月五日(日) 準備資料並計算 Emden-Fowler 型之半線性波方程式解之性質
7. 八月六日(一) 與 G. Huisken 教授討論 Emden-Fowler 型之半線性波方程式解之存在性與其可能性質

   G. Huisken 教授表示此方程式解之存在性沒有問題但其解之性質　尚須仔細研究
8. 八月七日(二) 整理行理準備回臺

本次討論實屬難得　平時非常忙碌的 G. Huisken 教授能願意挪出這些時間與我討論　此行真的非常值得　非常感激他此次的討論

國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2012/10/09

國科會補助計畫	計畫名稱: 非線性擾動下高維有界域半線性波方式爆炸解之穩定性研究(I)
	計畫主持人: 李明融
	計畫編號: 100-2115-M-004-001- 學門領域: 偏微分方程

無研發成果推廣資料

100 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：李明融	計畫編號：100-2115-M-004-001-
計畫名稱：非線性擾動下高維有界域半線性波方式爆炸解之穩定性研究(I)	

成果項目			量化：實際已達成數（被接受或已發表）	量化：預期總達成數(含實際已達成數)	量化：本計畫實際貢獻百分比	單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）
國內	論文著作	期刊論文	0	0	0%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	0%		
		研討會論文	2	2	100%		
		專書	0	0	0%		
	專利	申請中件數	0	0	0%	件	
		已獲得件數	0	0	0%		
	技術移轉	件數	0	0	0%	件	
		權利金	0	0	0%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	0	0	0%	人次	
		博士生	0	0	0%		
		博士後研究員	0	0	0%		
		專任助理	0	0	0%		
國外	論文著作	期刊論文	2	3	50%	篇	Acta mathematica scenica, Mathematical and Computational Applications 目前各一篇被接受
		研究報告/技術報告	0	0	0%		
		研討會論文	0	0	0%		
		專書	0	0	0%	章/本	
	專利	申請中件數	0	0	0%	件	
		已獲得件數	0	0	0%		
	技術移轉	件數	0	0	0%	件	
		權利金	0	0	0%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	2	2	100%	人次	
		博士生	3	3	100%		
		博士後研究員	0	0	0%		
		專任助理	0	0	0%		

其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)	德國數學大師 G. Huisken 有意願再訪臺北中研院數學所及清華大學 理論數學中心

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科教處計畫加填項目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與（閱聽）人數	0	

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

■達成目標

□未達成目標（請說明，以 100 字為限）

□實驗失敗

□因故實驗中斷

□其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文：■已發表 □未發表之文稿 □撰寫中 □無

專利：□已獲得 □申請中 ■無

技轉：□已技轉 □洽談中 ■無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

對半線波方程式解之暴破集有進一步的理解