

第8回学生対抗手作りバーチャルリアリティコンテスト

A部門企画

騎馬<sup>弐</sup> 武者<sup>弐</sup>  
報告書

奈良先端科学技術大学院大学 戦国チーム

2001年1月31日

# 1 企画概要

「騎馬戦」というと、運動会で一般に行われている人が馬の役目をする競技を想像しがちである。しかしながら、馬に乗り、弓矢を自在に操り、そして相手を討ち果たすことこそが騎馬戦の本来の姿である。

本企画では、馬を走らせると同時に並走している相手に対し弓矢を用いて攻撃するという騎馬と騎馬の戦いを、VR技術でよりスケールアップした形で再現することに挑戦する。VR技術を用いることで、より華やかで刺激的な世界にプレイヤーを誘うことができる。

具体的には、馬を模した乗り物にプレイヤーが乗り、前方および左側方のスクリーンを見ながら馬を前後に揺らすことで馬を走らせる。そして同時に横を向き、相手を妨害するための弓を放つ。また、両プレイヤーの間には、流鏝馬のように的が並んでおり、その的を射ることで相手を妨害する効果が発動すると同時に得点が入る。最終的に得点が多い方が勝者となる。

## 1.1 奇想天外さ

本企画では「もうひとつの戦国時代」の騎馬戦を想定しており、VRを用いることでしか実現できないあらゆる奇想天外な効果を利用することで世界を彩る。

例えば、放つとカオスの火を纏う矢や着弾するとカオスの花が生い茂る矢などを用いることで敵の撃破、邪魔が可能である。<sup>1</sup> これにより、ゲーム性、アート性という両面から、爽快さをプレイヤーにもたらすことができる。

## 1.2 後日談

奇想天外さについては結局最後まで表現できず、会場の設営をしながらも昼食時に「なあ、うちの企画、どこを奇想天外と言い張ろうか」と苦悶していたほどであった。しかし、当日審査にあたられた企画委員の方々に、奇想天外さについて言及された方はいらっしゃらなかったの、一同胸をなでおろすと同時に「テーマって何なんだ」と思った次第である。

---

<sup>1</sup> 実際にはごく一部しか実現しなかった...

## 2 システム構成

本企画全体のシステム構成は図 1 のようになる。

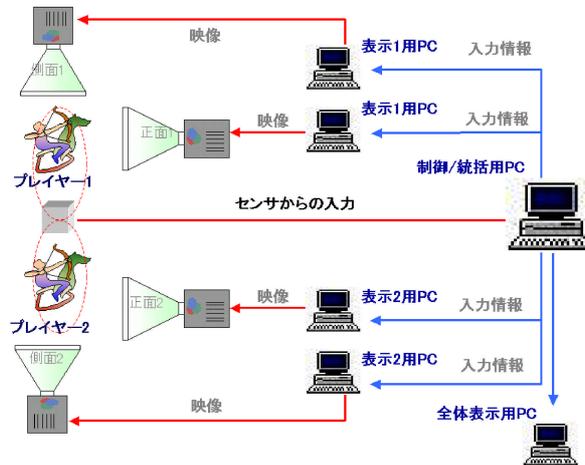


図 1: システム構成

また、ブース配置図は図 2 のようになる。

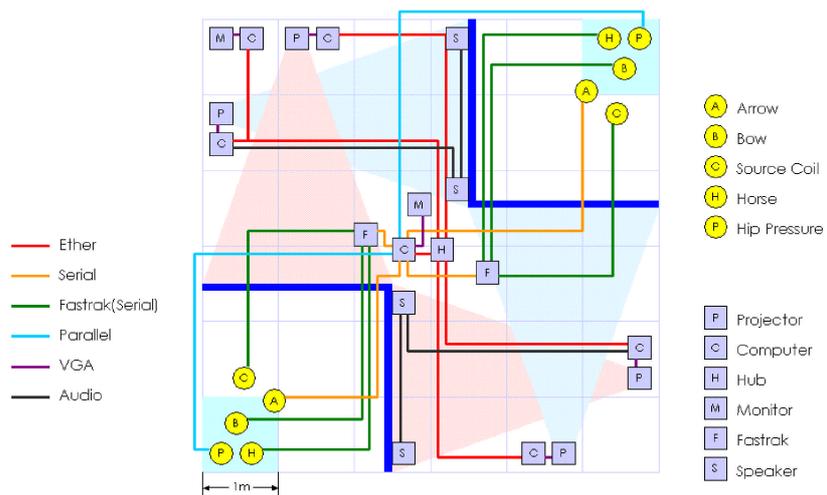


図 2: ブース配置

全体の流れは、

1. 各プレイヤーからの入力情報を取得する。
  - 馬の動き
  - 弓の位置と向き
  - 矢の発射情報
  - プレイヤーの重心位置
2. 全情報を統括 PC に集積する。
3. 一定の時間間隔 (30ms) で表示 PC に入力情報を送信する。
4. 各表示 PC では入力情報に基づいてゲームを進行させ、各スクリーンに応じた視点でシーンを描画する。
5. 生成された CG をプロジェクタで投影する。

となっている。

## 2.1 機材

### 2.1.1 馬

馬の本体にはいわゆる腰痛椅子 (図 3) を用いることで、馬特有の前後の揺れを再現した。馬全体の造形は素材をなるべく生かすことを前提とした。首は発泡スチロールを用い、首と胴体との接合部には蝶番とゴム板を用いたバネを挟むことで首の動きを作り出した (図 4)。馬本体の腰痛椅子は、台座となるスノコ (90cm × 90cm) と角材を用いて固定した。馬のたてがみにはパーティーグッズの一種を使用した。



図 3: 腰痛椅子



図 4: 馬

プレイヤーが座る部分には圧力センサを2枚の板で挟み込み、体重移動によって圧力センサに確実に尻圧がかかるようにした(図 5)。



図 5: 尻圧センサ

### 2.1.2 弓

弓はコードモールを用いて作成し、矢の先端に加速度センサを固定した(図 6)。矢が通る部分にパイプを用い、また矢の後端を弦に固定することで、矢が弓から外れないようにした。

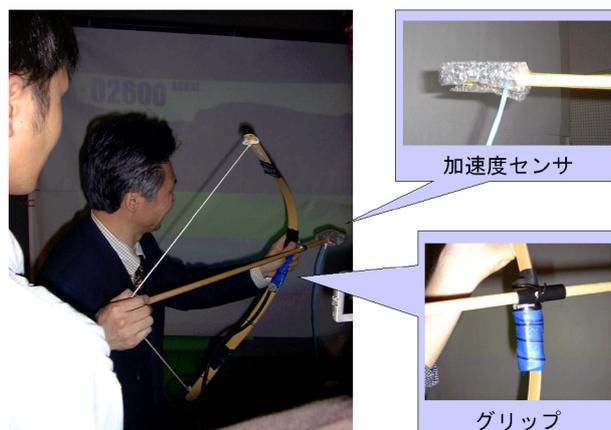


図 6: 弓矢

### 2.1.3 スクリーン

スクリーンの枠にはアルミ製のパイプを使用した(図 7)。スクリーンとしては障子紙(幅 90cm)を使用した。障子紙の使用は、模造紙、塩ビ板との比較し、さらにより戦国らしさを表現している素材であるとして決定された。スクリーンの固定には洗濯ばさみおよびメンディングテープを臨機応変に用いた。

L字型に限らず、角を持った形状のスクリーンを設置する場合には、角の部分をどう美しく固定するかが問題となる。本企画においては、ここでも洗濯ばさみを活用し、最低限の部位を固定することで角の不自然さを払拭した。



図 7: スクリーン

#### 2.1.4 ブース

各プレイヤーのブースには緑のマットをひき、草のイメージを演出した。

#### 2.1.5 装飾

当方は初参加であったため会場の雰囲気事前に把握出来なかったため、当日会場に入ってから装飾等を慌てて行うことになった。製作した装飾は以下の通りである。

松明 赤い電球 (10W) をガーデニングで使われているハンギングバスケットに入れた (図 8)。

槍 竹の先に、アルミホイルで作成した穂先を取り付け、壁に掛けた。

のぼり 障子紙と竹で作成した。



図 8: 松明

## 2.2 入力部

### 2.2.1 馬の動き

馬の動きは、馬首先端に設置した Fastrak (ポヒマス社製) のレシーバコイルの位置が時々刻々と取得される。この取得結果のうち前後方向変位の時系列データを取り、フーリエ変換を行うことで、周波数成分を取得する。各周波数成分に対して、過去の一定時間の成分を積分し、それが閾値を越えると一定時間加速度を発生する素子を考える。素子から発生する加速度の和が、各時刻での馬の加速度となる。このようにして、適切な周期で馬を揺らすと、加速度が発生する機構を実現する。

また、馬を後ろに引くことで、後ろ方向の加速度が生じて急ブレーキがかかるようになる。このブレーキングは、首の位置が床から一定以上離れたことを検出して後ろ向き加速度を発生することで実現する。

### 2.2.2 矢の発射

弓の位置と方向は Fastrak を用いて取得した。

矢は、試作段階では弓同様 Fastrak によって位置を検出し、弓と矢の相対距離によって発射を検出していたが、安定性に欠けるという問題を孕んでいた。

そこで加速度センサを用いて矢の加速度を検出し、大きな加速度を検出した場合には発射とする方式に変更した。加速度センサには秋月電子製のキット (PIC16F84 マイコン使用超小型加速度計ユニットキット) を使用したが、この加速度センサは 2G までしか計測ができずそれ以上の加速度を検知した場合にはエラーを一定時間返してくるため、発射時の大きな G がかった場合はエラーとなる。そこでエラーが返ってきた場合を発射とみなすようにしたところ、上下左右に弓を強く振った場合に発生するエラーでも矢が発射されることになってしまった。最終的にはエラー直前の値を判別に用いることで、矢の発射のみが検出できるようになった。

この結果、矢を放つ際の引き具合を仮想空間での矢の飛び具合に反映させることができないという不具合が生じた。しかし安定して矢を放つことができることでストレスが大きく軽減されるというメリットの方が大きいと判断した。

### 2.2.3 重心移動

尻圧検出に用いられる圧力センサは、圧力が加わると抵抗値が低下する仕掛けになっている。これをパラレルポートに直接接続することで電圧変化から各スイッチの ON/OFF 状態を判別し、表 1 に従ってプレイヤーの重心移動を検出した。

表 1: 重心の検出

| 左   | 右   | プレイヤーの重心 |
|-----|-----|----------|
| ON  | ON  | 中央       |
| OFF | ON  | 右        |
| ON  | OFF | 左        |
| OFF | OFF | 中央       |

## 2.3 ゲーム部

ゲーム部は 2 人対戦を前提とした。しかし、当日は相手が常にいるとは限らないため、1 人プレイも可能とした。ゲームのルールは以下の通りである。

- 100 秒間により多くの得点を獲得した方を勝利とする。
- 馬を前後に揺らすことにより前進、重心を左右にかけることにより左右に移動する。

- 得点はプレイヤーの中間にある的を矢で射抜くか、相手に直接矢をあてることで獲得する。的は大きさに応じて100から1000点、相手プレイヤーは500点である。<sup>2</sup>
- 的には木・火・水の属性がついており、それぞれ相手に妨害が生じる。

木 木が成長する。木にあたると停止するため、左右に移動してよける必要がある。

火 火の玉が降り注ぐ。爆風によって左右に飛ばされる。

水 前方から波が押し寄せせる。後ろに押し戻される。

図9にスクリーンショットを示す。また、実際にプレイしている様子を図10に示す。

1人プレイの際は「修行モード」と称し、ひたすらの的を射るゲームとした。またその間、プレイしていない方のスクリーンには、俯瞰視点と矢の視点による映像を提示した。

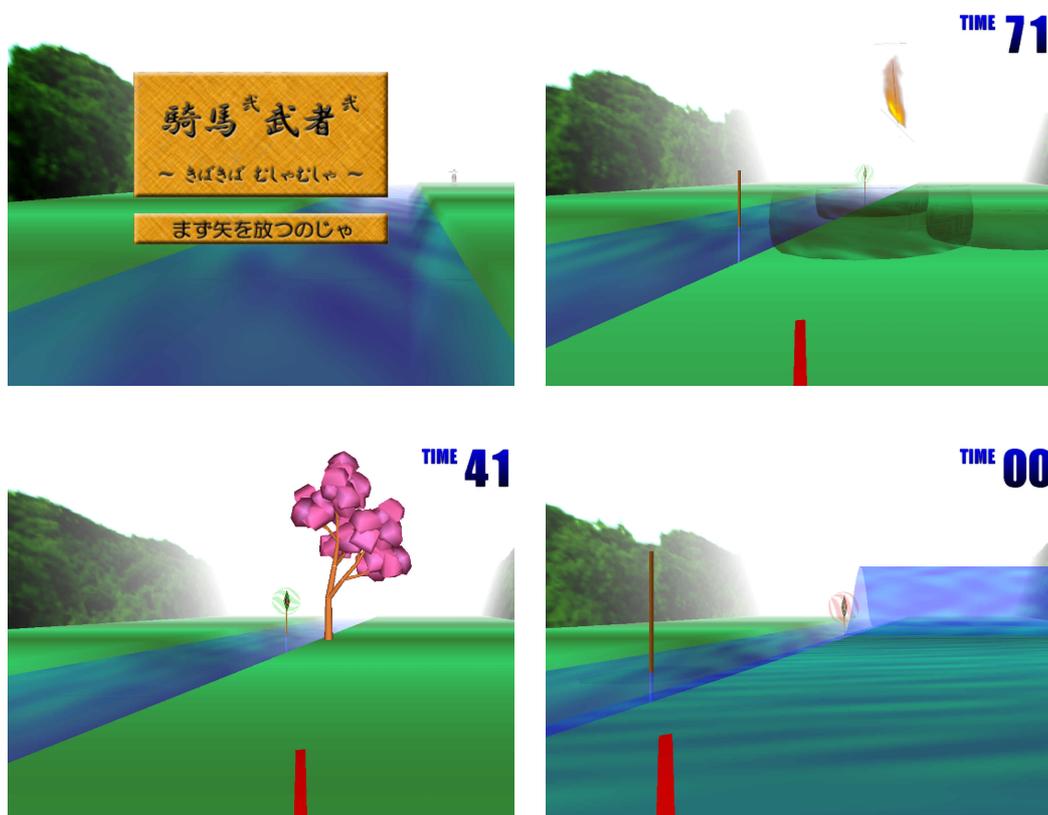


図9: スクリーンショット

<sup>2</sup> 初期の段階では、相手プレイヤーへの命中が2000点という高得点であり、ゲーム開始時の両者が静止している間とにかく相手を狙うというあまり好ましくない戦術が流行したため、会期中にかなり低くしたという経緯がある。

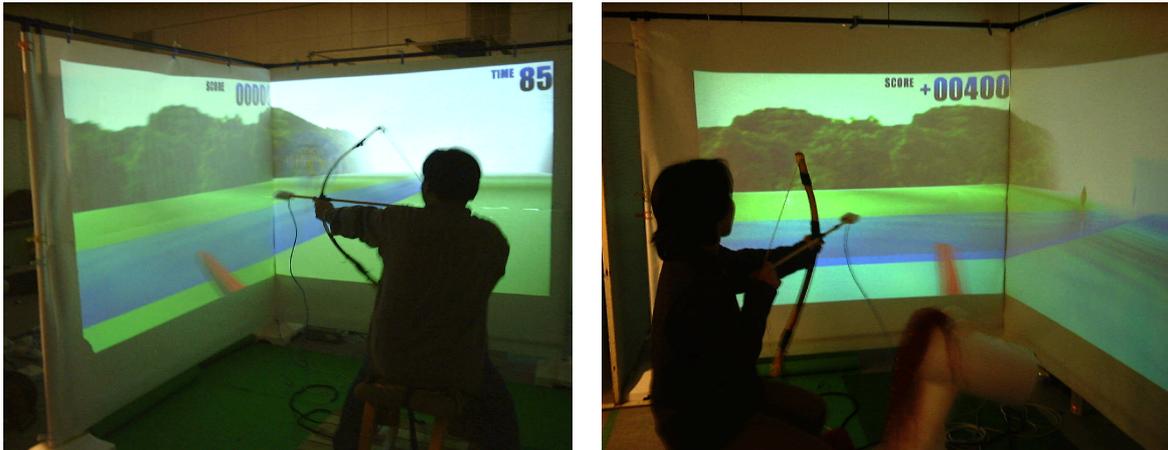


図 10: プレイ中の様子

### 2.3.1 木の進化

木は毎回パターンが替わるが、そのパターンの生成には遺伝的アルゴリズムを用いた。すなわち、

- ゲームの開始時に遺伝子のプールから各プレイヤーの木の遺伝子が選ばれる。
- 木の形状(枝の曲り具合や木の大きさなど)は遺伝子に基づいて決定される。
- ゲーム終了時には、勝者の遺伝子と、両プレイヤーの遺伝子を交配して生まれた新たな遺伝子が、遺伝子のプールに戻される。

これにより、勝者の持っていた遺伝子に則した木がより生まれやすくなっていくため、勝者がこの仮想世界に自分の足跡を残すことが可能となる。<sup>3</sup>

## 2.4 プログラム開発

### 2.4.1 開発環境

開発環境は以下の通りである。

- 統括 PC: Linux (Kernel 2.0.36 / Plamo 1.4)
- 表示 PC: Windows2000 / Microsoft Visual Studio 6.0 / OpenGL
- グラフィックカード: NVIDIA GeForce2MX 搭載カード

<sup>3</sup> しかしプログラムを終了すると全て消えてしまうのであった。諸行無常...

#### 2.4.2 モジュールの統合

統括 PC 内では各人のモジュールごとにプロセスを走らせ、プロセス間では共有メモリを用いることで情報をやりとりした。この構成をとることで各モジュールの保守が容易になった。

#### 2.4.3 モデリング

騎馬および武者は 3D Studio MAX (Autodesk 社製) を用いてモデリングされた (図 11)。モーションは TV の競馬中継の映像と重ねあわせながら設定することでよりリアルな動きを追及した。モデルは alias|wavefront 社標準の obj 形式で出力した。動きは VRML 形式の出力からキーフレームでの角度および変位パラメータを抽出した。

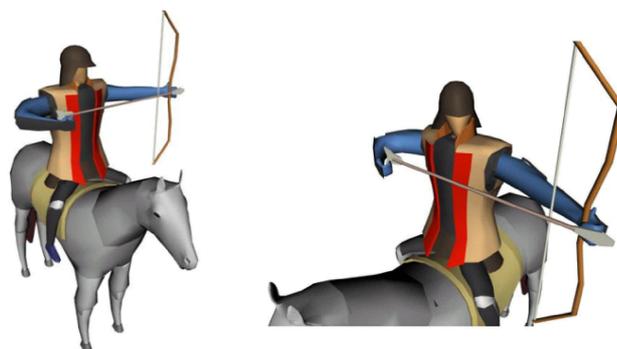


図 11: 騎馬武者モデル

#### 2.4.4 投影

投影時には、スクリーンとプレイヤーの位置関係を考慮して CG 作成時の投影パラメータを設定することにより、プレイヤー視点からは 2 つのスクリーンに映し出されたシーンが継目なく見えるようにした。

#### 2.4.5 鏡面世界

日本においては成人の 8 割が右利きであるため、弓矢を構える際には、左手で弓を、右手で矢を引き絞るのが一般的である。

川を狭んで対峙という仮想空間内での位置関係に従うと、プレイヤー 2 は逆に右手で弓を、左手で矢を引き絞ることになり、両プレイヤーのプレイ条件が対等でなくなってしまう。そこでプレイヤー 2 には、左右対象の映像を提示することにより、両プレイヤーとも右利きの方がプレイしやすい環境を構築した。<sup>4</sup>

<sup>4</sup> 左利きの方、ごめんなさい...

## 2.5 音楽

BGMは生ギターをシーケンサの演奏にあわせて録音したものを用了。効果音はMIDI音源SC-D70(ローランド社製)を用いて作成した。

## 3 機材一覧

主要機材は以下の通りである。

- PC 7台  
内訳: 統括1・表示4・全体表示1・予備1
- プロジェクタ 4台
- Fastrak (ポヒマス社) 2台  
レシーバコイル 4個
- 加速度センサ 2個
- 圧力センサ 4枚

## 4 準備期間の経過

6月 無理矢理4件の応募をした。

7月 一番大規模なのが通ってしまって嬉しい反面慌てた。

8月 低周波治療器を買ったり、馬を作りはじめたりと、まだまだ余裕のある日々だった。

9月 カオス・フラクタルの講義をした。事前合宿に向かって弓と馬とスタンドアロンのゲーム部を構築した。しかし事前合宿では結構みんなできていなかったのが拍子抜けであった。

10月 最終週に突貫的に仕事を行い、弓矢と馬とプログラムが形を成した。

11月 3日のオープンキャンパスの際に、企画委員の方々が視察にいらっした。一人プレイ版を公開した。

## 5 当日のタイムスケジュール

|          |       |                             |
|----------|-------|-----------------------------|
| 11/27(月) | 終日    | 梱包                          |
| 11/28(火) | 10:00 | レンタカー (バンタイプ) 借受け           |
|          | 11:00 | 車3台に積載                      |
|          | 昼     | 輸送                          |
|          | 17:00 | 会場に入り、枠組み立てとPCの配置           |
|          | 20:00 | 物品の不足が判明して退却 & 買物           |
| 11/29(水) | 午前    | スクリーン張り                     |
|          | 午後    | 各自作業                        |
|          | 夜     | 会場で仮眠して凍死寸前になる <sup>5</sup> |
| 11/30(木) | 終日    | 各自作業                        |
|          | 夜     | 装飾材買い出し                     |
| 12/1(金)  | 午前    | 装飾                          |
|          | 午後    | NHKの取材                      |
|          | 15:00 | プレゼンテーション                   |
| 12/2(土)  | 10:00 | 開場、しかしまだデバッグ中               |
|          | 終日    | 遊んでいただく                     |
|          | 夜     | 表彰式                         |
| 12/3(日)  | 終日    | 遊んでいただく                     |
|          | 16:00 | 片付け開始                       |
|          | 18:30 | 退却                          |
|          | 23:00 | 奈良帰着                        |

## 6 当日の反応

当日のお客さまの反応もいろいろであった。

先生方 中身がわかりやすい企画であったため、一通りプレイして「うん、わかった」と次のブースに行ってしまう... 悲しい。

御年配の方 矢を射ろうとして前につんのめる人が妙に多かった。

お子様方 さすがゲーム世代。大人が偶然にしか当てることのできないような小さい的を易々と射抜いていた。ニュータイプか。

## 7 やり残したこと

今回は初出場ということもあり、自分達の技術でどのようなことができどのようなことができないのか勝手がわからず、また特に電子工作および機械工作の技術が不足していたために、やり残したことがいくつかあった。

- 痛みスーツを作成すること。<sup>6</sup>
- カオスとフラクタルを取り込んで派手に演出すること。
- 東大を打倒すること。<sup>7</sup>
- 岐阜を観光すること。

以上は来年度以降の課題である。<sup>8</sup>

## 8 構成メンバ

戦国チームは奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科像情報処理学講座の有志で結成されたチームである。

### 8.1 主力

図 12 の左上から時計まわりに...

- 守随 辰也 ... モデリング、効果音
- 小塚 淳 ... リーダー、馬、カオス、(痛み)
- 井村 誠孝 ... ゲーム部
- 南 広一 ... 弓矢
- 田畑 慶人 ... 尻圧、(痛み)、その他隙間産業



図 12: 構成メンバ

<sup>6</sup> 当初の企画書には盛り込まれており、我々は「もしかしたらここが奇想天外だと評価されたのではないか」と怯えていた。

<sup>7</sup> 年甲斐もなく...

<sup>8</sup> かもしれない。

## 8.2 お助け

- 町田 淳昇 … BGM 作曲、演奏
- 村上 満佳子 … ゴム縫製

他、像情報処理学講座の方々から数々の助言をいただいた。

## 8.3 連絡先

奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 像情報処理学講座

〒630-0101 奈良県生駒市高山町 8916-5

Tel: 0743-72-5274 Fax: 0743-72-5279

e-mail: {jun-ko, koich-mi, masata-i, tatsu-s, yoshi-t}@is.aist-nara.ac.jp

## 9 おわりに

本稿を終わるにあたって、本企画を採用し発表の場を与えて下さった岸本委員長をはじめとする IVRC 実行委員会の方々、初めての参加で右も左もわからない我々に対し細やかな手配をしてくださった財団法人イメージ情報科学研究所の中村大一様、岐阜 VR 大賞を授与してくださった岐阜知事梶原拓様、学業に支障をきたすこと明々白々にもかかわらずこころよく我々を送り出して下さいました奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科の千原國宏教授、その他暖かい目で見守ってくださったすべての方々に感謝いたします。大変お世話になりました。ありがとうございました。