

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年6月24日現在

機関番号：16201

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2012

課題番号：23650514

研究課題名（和文）平家物語を科学的に読む―「扇的」の定量的研究

研究課題名（英文）A Scientific Study of *the Tale of the Heike*-A Quantitative Study of "the Fan Target"

研究代表者

岩本直樹（IWAMOTO NAOKI）

香川大学・工学部・教授

研究者番号：20325327

研究成果の概要（和文）：本研究において日本古典文学の中でもっとも有名な作品の一つである平家物語を取り上げ、「扇的」の記述について自然科学的な視点から検証を行なった。具体的には暦の変換、太陽運動のシミュレーションによる扇的の日時の決定、江戸時代の弓の競技の記録のデータを解析することによって、扇的までの距離について、中世に使われていた「段」という距離の単位に関して2.7m, 11mという2説のうちのどちらが妥当であるかの決定、風波の影響の評価などを行った。

研究成果の概要（英文）：In the present research project, I examined the contents of *the Tale of the Heike*, which is one the most famous classic literatures in Japan, especially the description in "the Fan Target" from a scientific viewpoint. A conversion of the calendars, a simulation of the solar motion were carried out to determine the date and time of the shooting. There are two theories about the length of "a tan", which is the units of length in the medieval period: 2.7 m and 11 m. In order to determine which is more probable, the data of shooting competitions during the Edo Period was analyzed to calculate the target-hitting probability. The effects of wind and waves were also considered.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	1,800,000	540,000	2,340,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学

キーワード：科学と社会・文化、中世文学

## 1. 研究開始当初の背景

平家物語は日本古典文学の中でもっとも有名な作品の一つである。これは「物語」であるが、全くの創作の産物というわけではなく大部分が源平の合戦など相当史実に即したものとなっている。この場合、どこまでが事実、史実に基づいた記述で、どれだけが創作かということは特にこの作品を鑑賞するに

当たり、また一般的に文学作品の成立過程を調べるうえでも、非常に興味のある問題である。平家物語、「扇的」にある以下の2つの記述に注目する。

（1）「磯へ七八段ばかりになりしかば…」では、七、八段という距離で的に一発目の矢が命中したとあるが、それはどれほどの確率

で命中可能な距離なのか？中世使われた段という距離の単位は現在よく分かっていない。『中世では一段は九尺(二・七メートル)。従って「七八段」は二十メートル前後の距離。』(新日本古典文学大系、岩波書店、1993)とする校注もあれば『一段は六間(約11メートル)』(新編日本古典文学全集、小学館、1994)とするものもある。このように一段の長さについて主要文献間で4倍ほどの食い違いがあるのが現状である。

(2) 射た後、扇が海に落ちたとき「夕日のかかやきけるに」とあるから日はまだ沈んでいなかったことになる。しかしながら、そもそも、扇の的の舞台—那須与一が射た場所と伝えられる「駒立ての岩」など—は現在の高松市牟礼町であり屋島の東側にある。つまり、この場所から見ると、屋島の稜線は仰角10度ほどで西に位置している。そうすると、日は早く陰るはずである。旧暦の2月18日はグレゴリオ暦(いわゆる新暦)の3月末ごろにあたり、そのころの日は午後6時ごろである。したがって日は午後5時前後までには陰るはずであり、新編日本古典文学全集(小学館、1994)、新日本古典文学体系(岩波書店、1993)などの平家物語テキストの校注、徳富徳次郎著「平家物語全注釈」下巻(一)(角川書店、1967)他多数の文献に見られるように、弓を射たとされる時刻「酉の刻」を機械的に訳して『午後6時ごろ』としてしまうのは不正確であることになる。

このような簡単な考察からも分かるように平家物語の記述を科学的に吟味すれば、従来の解釈の問題点がいろいろ出てくることが予想される。しかしながら、平家物語に記述された個々の事項について科学的、定量的に検証を行うということは今までほとんどなされたことがなかったというのが現状である。

## 2. 研究の目的

そこで、平家物語の記述を科学的に吟味し、従来の解釈の問題点を順次指摘していき、妥当な解釈を試みる。

具体的には、源平の合戦での一つのクライマックスである那須与一「扇の的」の章を取り上げ、それが行われた季節(日付)、時刻、射程距離、命中率などに関して、現地調査、理論計算、シミュレーション等を通じて、文献にある記述の妥当性、整合性を定量的に吟味する。

## 3. 研究の方法

(1) 屋島の合戦は玉葉、吾妻鏡、平家物語(覚一本、延慶本、四分本などの諸本)、

源平盛衰記などに記述がある。専門家に助言を求め、これらの文献データの収集、比較を行い、従来ある解釈をまとめる。これらを通じて検証可能な問題設定を行う。また、史跡の位置(祈り岩、駒立ての岩)関係をはじめ様々な測定、データ収集を行う。

(2) 暦の変換——太陽暦への変換による日付の確定:

平家物語によれば「扇の的」は太陰太陽暦(旧暦)で1185年2月18日に行われたとある。これをまずユリウス暦(太陽暦)に変換し、次にグレゴリオ暦(太陽暦)に変換する。通常の暦日変換の文献[内田正男編著、日本暦日原典 第4版(雄山閣出版、1992)など]では1185年の「和暦」[太陰太陽暦(旧暦)]から「西暦」への変換はユリウス暦への変換が示されている。これをさらにグレゴリオ暦へ変換する。

(3) 太陽運動のシミュレーション: まず、地形図を基にした屋島稜線の仰角データ作りを行う。それには、国土地理院の2万5千分の1地形図を用いて南西から西の方角にかけて屋島の稜線の仰角のデータを作成する。那須与一が扇の的を射たと伝えられる地点(駒立ての岩)から見ると屋島は西側に仰角10度で迫る。3月下旬16:00、17:00、18:00(日没)などの太陽の方角を調べる。屋島にさえぎられて、日没1時間ほど前までに太陽は隠れるはずである。そうすると、平家物語の「夕日のかかやけり…」という記述と、時刻の従来の解釈「酉の刻=午後6時ごろ」は明らかに矛盾する。本研究で太陽運動のシミュレーションを行って太陽が隠れる時刻を求め、扇の的の時刻(の下限を)を推定する。これを使って、時刻に関する制限を求め、文献の記述との整合性を吟味する。

(4) 弓の競技の記録データの解析を行い、命中率に対する標準偏差を求める。この際使えるデータは、統計処理が可能なように試行の数が多いたことが要求される。たとえば10発10中といったデータは使えない。一段の長さの決定には、2つの説での扇の的までのそれぞれの距離で命中率を計算し比較する。

(5) 矢の飛行における風の影響: 扇の的を射たあと「白波のただよへる」という記述は「白波がかなり多くなる」という状況、つまり気象庁風力階級表の風力4に相当し具体的には風速5.5-7.9 m/sである。そのような風の影響下で弓矢の命中精度がどう変わるかを調べる。まず矢の速度と横風の速度が問題になる。そこで、矢の速度については実測を行うとともに、弓の弦の力の測定と矢の質量からも計算を行う。次に、矢の飛行を簡単

化し、矢を円柱とみなし、円柱に側方から風が当たるときにおよぼされる力を理論的に求める。風を非圧縮性流体とみなすと単純化しすぎになり、流体力学において d'Alembert の背理としてよく知られているように、風の抵抗が全くないことになってしまう。そこで、空気の圧縮、渦の発生を考慮して力を求める方法を考案する。さらに、例えばロケットのような円柱形の飛行体へおぼす、横風の影響などについて風洞実験あるいは有限要素法による数値シミュレーションによるデータがあると思われるので検索を行う。

(6) 波の影響：さらに、波高、風による船のゆれ(的の揺らぎ)の効果も吟味する。扇は「舟のせがいはさみ立てて」いたと記述されている。つまり、波による舟のゆれにしたがって、扇は舟の重心を支点として、棚状の枠の運動に伴って振動していたはずである。当時の舟の大きさ、形状を調べ、白波が立つ程度の波の効果を考察する。

#### 4. 研究成果

(1) 扇の的の日時の決定：平家物語に記述されている旧暦(太陰太陽暦)の2月18日はグレゴリオ暦(いわゆる新暦)の3月28日と同定された。この日付は春分の日近くすなわち日没は午後6時ごろとなる。太陽運動のシミュレーションの結果、屋島の東側では太陽は午後5時過ぎに隠れることがわかった。したがって、扇の的の時刻に関して多くの文学全集類の註釈に見られる記述「西の刻=午後6時」は不適當であることがわかった。

(2) 扇の的までの距離(中世の「段」という距離の単位)：三十三間堂の弓の競技(通し矢)の記録から的までの距離(120 m)における命中の標準偏差を計算した。この結果を使い、扇の的までの距離「七八段」において一段=2.7 m 説と一段=11 m 説を比べるとそれぞれ命中率 42%、3.6% を得た。したがって、一段=2.7 m 説のほうが妥當という結果を得た。

(3) 波の影響(波高、風による船のゆれ(的の揺らぎ)の効果)：瀬戸内海歴史民族資料館において当時の船に関する調査を行った。専門員による情報提供を受け材質、構造などの概略が把握できたが、当時の船は現存しないため、定量的な評価、計算には至らなかった。適当な数値を仮定した半定量的評価は可能であり、現在継続中である。

本研究の特徴は以下のように要約できる。

斬新性：本研究は今までになされたことがないアプローチで古典文学を解釈するという

点において独創性、意外性がある。文学研究者による理数科的手法を使ったこの種の研究は、特に平家物語に関してはほとんどなされなかったことがないと思われ、また理学研究者による文学的テーマの研究も皆無に近い。理数系手法による文学系題材の研究という本研究の試みは、現在研究分野そのものが存在しないという状況において新たな分野創造の可能性を持つ。今まで試みられたことのない定量的な議論に基づいた結論を出すため、平家物語の解釈に関して従来からの定説を覆す可能性は十分に期待され、事実いくつかの点においてそうだった。

学際性：この研究テーマは「文学」(日本文学、中世文学)を題材としながら、その背景は「歴史」(史学、日本史、中世史)であり、その研究手法は「自然科学」的であるので学際的である。さらに、自然科学のうちでも「物理学」、「天文学」、「暦学」、「気象学」、「海洋学」など数多くの分野にまたがる総合的な研究手段を必要とする。したがって得られた研究成果は文学へのインパクトのみならず、従来の研究対象の範囲を越えるという点において物理学などの理学へのインパクトも併せ持つことが期待される。

教育効果：国語、古典で広く取り上げられている題材であるため、定量的考察は文献解釈に関して新たな視点を提供する。さらに複数の自然科学分野の手法を使って考察するという点で研究成果は地元の小、中、高校、大学とさまざまな学校教育レベルで教育的でもある。また、いわゆる理科離れ対策は「理科の教材」を使ってなされることが多いが、本研究では題材に「文学」を採っているので「文科系」の生徒にも理科の手法を実際にどう使うかということを理解させ、興味を引き起こさせるのに役立つものと期待される。

#### 5. 主な発表論文等

すでに指摘したように、現在本研究が分類されるべき研究分野そのものが存在しないという状況にあるため、成果発表に適切な学会、論文誌等は存在しない。成果発表の手段について考慮中である。

「科学教育」という本研究費の分科・細目に従って、一般向け講演、高校での出前授業で本研究成果の発表を行った。

#### NHK-TV 番組出演：

本研究は一般人の興味を引く歴史的題材を扱い、その結論は一般人が理解できる明快なものであるため TV 局から取材、出演の依頼があった。

放送番組：「瀬戸内海 清盛 500 キロクルーズ」(全国放送)

放送内容：今に残る清盛や平氏ゆかりの地を訪ねる旅番組において、高松市庵治町舟隠し海岸におけるロケで「平家物語」に描かれている源平合戦の一つ「屋島の戦い」の「扇の的」で、那須与一が弓で的を射た確率計算(本研究)の説明を行った。

放送日時：

(1) NHK BS プレミアム 2012 年 9 月 29 日  
(土)19:00-21:00

(2) NHK BS プレミアム 2012 年 10 月 6 日  
(土)15:00-17:00 (1)の再放送

(3) NHK 総合 2012 年 10 月 11 日 (木)  
22:00-22:48 (1),(2)の短縮版

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

岩本直樹 (IWAMOTO NAOKI)

香川大学・工学部・教授

研究者番号：20325327