

ISSN 1881-722X

独立行政法人 国立高等専門学校機構

沖縄工業高等専門学校

紀 要

第 12 号

Bulletin
of
National Institute of Technology, Okinawa College
No. 12

March 2018

論 文 等

沖縄島中部、普天間川中上流域の水文地形と伝統的集落立地

與那覇寿美¹ 木村和雄²

*1 メディア情報工学科 *2 総合科学科

kimura@okinawa-ct.ac.jp

要旨

沖縄島中央部に位置する普天間川中上流域において、水文条件と密接に関わる地形、地質を記載し、それら地圏環境と伝統的な集落立地との関係を検討した。その結果、次のようなことが確かめられた。対象地域では、普天間川右岸側では支流が良く発達するのに対して、同左岸側は支流の発達が良くない。また河谷の斜面も、右岸側は概ね緩傾斜だが左岸側は急崖が連なる。このような非対称水系が発達した要因は、右岸側では島尻層群の泥岩が卓越し、左岸側は琉球層群の石灰岩に広く覆われることから、両者の透水性の差による差別浸蝕のためと考えられる。また普天間川は2箇所の変急点で上・中・下流部に画される。このうち現成の下刻が作用しているのは下流部のみで、上・中流部は前輪廻地形である。右岸に発達する支流の源頭は、谷頭凹地、風隙、顕著な湧泉の3種に区分できる。流域内で最も一般的な集落立地は、安谷屋・荻道・新垣など、石灰岩類を頂く丘陵中腹の湧泉帯に沿うものである。これに対して、谷底寄りの登又や平坦地が広い北上原は、風隙形成と関連する水量不足のためか、近年まで住居があまり集積してこなかった。一方、対象地域内で最大の集落である野嵩は、台地上のドリーネ底を水源として形成されたと見られる。

キーワード：非対称水系 差別浸蝕 透水層 不透水層 湧泉（カー、ガー、ヒージャー）

1 はじめに

沖縄島の特に中南部は、戦災やその後の開発によって環境改変が著しく、自然の営力は認識しにくい。そのためか、地圏環境に対する関心や理解は必ずしも高くないように見える。一方で、近年、話題となっているTV番組では、人為的に改変され切ったかのような都市中心部に地形・地質学的指標を見出し、初期の市街地開発においてはそれら地圏環境が巧みに活かされていたことにスポットを当てることで、人気を博している。そうしたものの見方は地理学や地球科学の基礎でもあり、またどのような地域にも通じる普遍性を持つ。そこで、本稿では、沖縄島の基礎的な地圏環境を理解するため、同島中央部を流れる普天間川の流域を対象に、その地形・地質的特徴について、人間の居住地形形成と密接に関わる水文的な視点から吟味する。なお各種地形の判読には主に1:25,000地形図、1:5,000国土基本図と空中写真を用い、既往の土地分類基本調査(沖縄県(1983))と現地調査によってこれを補足した。

2 対象地域の概観

普天間川は、中城村北上原付近を源流とする、全長約 8.3km、流域面積約 8.9km²の河川である。その本流は、上流域では北北東に流れ、北中城村安谷屋付近で向きを西に変え、北谷町北前から東シナ海に注ぐ。

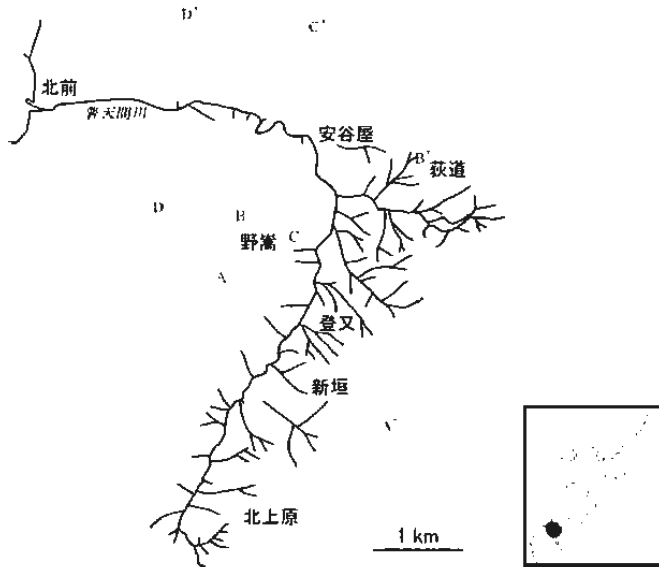


図1 普天間川の水系図と対象地域の位置 (昭和48年測量の1:25,000地形図「沖縄市南部」を基図に作成、測線A~Dは図3に対応)

普天間川流域の地質は、沖縄島中南部の他の地域と同様、上位の琉球層群の石灰岩類、その下位の島尻層群の泥岩類からなる (沖縄県 1983)。流域東部において、石灰岩層は太平洋側との分水界となる丘陵の頂部に点在している。谷底および谷壁斜面には広く泥岩層が露出している。これに対して、流域西部には、石灰岩層が分布し、比較的平坦な堆積面を広く残す。泥岩層は普天間川の河道に沿って露出している。

流域東部は丘陵性の地形で、頂部の標高は 160m 以上に達する。これに対して、流域西部は平坦な台地が分布し、標高は 100m 前後以下である。一般に普天間台地として知られる地形であり、沖縄県(1983)ではこの平坦面を高位段丘としている。普天間川流域には三段の明瞭な段丘が分布し、中・下流で、特によく発達している。本研究ではそれらの段丘面を便宜的にⅠ面、Ⅱ面、Ⅲ面とする (図2)。沖縄県(1983)による区分と対比すれば、Ⅰ面は中位段丘下位面、Ⅱ面は低位段丘に相当し、Ⅲ面は沖積低地の一部となっている。下流側の段丘面は米軍敷地に占有され人工改変が著しく現地調査もできない。また河口付近の海岸低地も大きく人工改変されており、自然の地圏環境と集落形成との関係は検証し難い。このため本稿では普天間川中・上流域を対象を絞って述べる。

3 普天間川流域の水文地形

3.1 普天間川の水系発達における特徴

普天間川は、上流側、特に本流の右岸に支流がよく発達しており、上流側左岸や下流側の水系は未発達である (図1)。この著しく非対称な水系は、流域の地質と調和的である。すなわち、支流の発達した上流側右岸は透水性の低い泥岩類が広く分布するのに対し、水系の未発達な下流部および上流側左岸は透水性の高い石灰岩類が露出する。また後述するように、流域内の斜面形も、泥岩の卓越する右岸は概ね傾斜が緩く、石灰岩を頂く左岸側は急崖が連

なるなど、著しく非対称である。このことから、普天間川中上流域では、右岸側が一般的な河蝕による地形形成が卓越するのに対して、左岸側は石灰岩の物性的特徴を反映した組織地形になっていると考えられる。

3.2 普天間川流域の河床縦断面

普天間川河床は、新垣付近および安谷屋付近にある二箇所の顕著な遷急点で画され(図2)、これを本稿では、それぞれ上流部・中流部・下流部と呼ぶ。北上原の源流から新垣付近に至る上流部の河床高度は約80m前後である。上流部の河床高度およびその勾配は、下流側の段丘Ⅰ面にほぼ収斂することから、普天間川上流域はⅠ面形成時の浸蝕基準面を継承する前輪廻地形と考えられる。新垣付近にある遷急点より下位を中流部とする。中流部は、標高70m付近から緩やかに高度を減じ、標高約40mの安谷屋付近まで続く。中流部の河床高度およびその勾配は、下流側の段丘Ⅱ面に収斂することから、普天間川中流域はⅡ面形成当時の前輪廻地形と考えられる。安谷屋付近の遷急点から河口までを下流部とする。下流部は、標高10m以下となり、現在の海面に収斂する。普天間川は、中流部と下流部の比高が30m以上あり、現在の海面を浸蝕基準面とする下刻作用は安谷屋付近にまでしか及んでいないことが分かる。

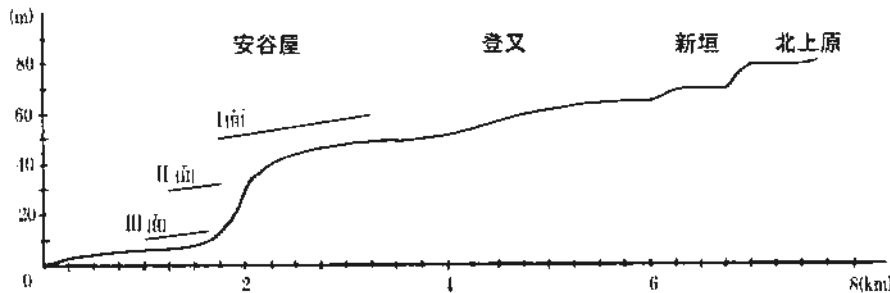


図2 普天間川の河床縦断面および段丘投影図 (昭和48年測量の1:25,000地形図「沖縄市南部」を基図に作成)

3.3 普天間川の河谷横断面

3.2で述べたように、普天間川流域は、明瞭な遷急点によって上流・中流・下流に分けられ、前二者は前輪廻地形である。このことは河谷の横断面にも反映される。A断面(図3A)は上流部の新垣付近のものである。上流部では谷底平野を伴わず、谷の横断面は非対称である。すなわち左岸は比較的急傾斜で標高100m前後の台地へと連なる。この台地面は河谷に対しては逆傾斜しており、普天間川の流域からは外れる。右岸は比較的傾斜が緩やかで、丘陵斜面へと連なっている。B断面(図3B)は野嵩付近から萩道付近に至るもので、中流部の典型である。河道の両側に標高50mほどの谷底平野を伴い、左岸には上述の台地、右岸には開析された段丘Ⅰ面が見られる。この谷底平野は、分布高度と下流への傾斜から見て、段丘Ⅱ面と同時面である可能性が高い。C断面(図3C)は、野嵩付近から石平(安谷屋の西方)に至るもので、中流部の下限に当たる。この断面では、谷底平野の標高は40mほどで極めて狭く、左岸には上述の台地、右岸には段丘Ⅰが、それぞれ開析された状態で分布する。D断面(図3D)は下流部にあたり、普天間川は峡谷となって、台地・段丘群を開析していることが分かる。

このように普天間川の河谷は、上流・中流・下流で形態を大きく異にする一方、全般的には、左岸が急傾斜で右岸は緩傾斜または段丘面を伴うような、非対称性を示す。これは3.1で述べた水系発達非対称性とも一致する。

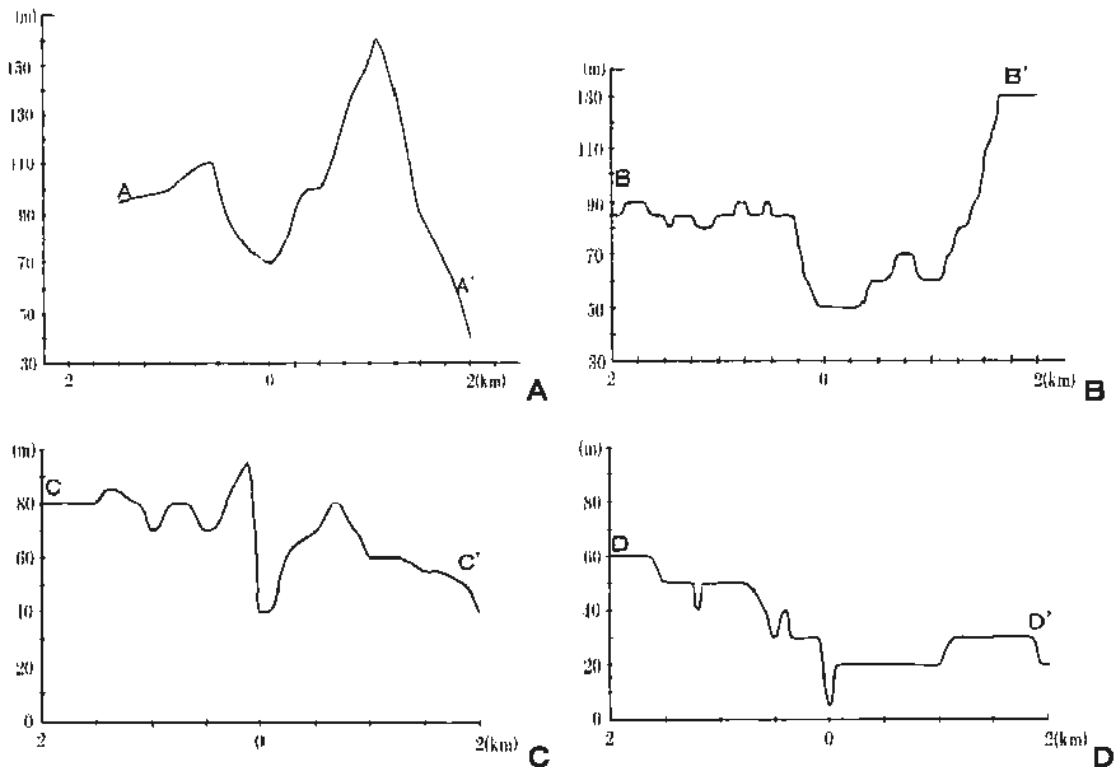


図3 普天間川河谷の主な横断面図 (昭和48年測量の1:25,000地形図「沖縄市南部」を基図に作成、各断面位置は図1参照)

3. 4 普天間川の流域における谷頭の特徴

普天間川中・上流域は、前述のように地形発達の段階がやや化石的で、なおかつ表層地質の水文的特性も目立つことから、その源頭部は一樣ではない。本稿では普天間川の集水域谷頭を、谷頭凹地、風隙、湧水の三つのタイプに区分して記述する (図4)。

一般的に、丘陵地を流れる河川の水路は、谷頭凹地と呼ばれる微地形を初成的な集水域として、その下流側から始まることが多い ((田村(1987))。普天間川もその例外ではないが、このような一般的な谷頭は、中・上流域の右岸に集中していることが分かる (図5 A)。これは、島尻層群の泥岩類からなる丘陵が分水界を形成している箇所と一致する。

一方、3.3で述べたように対象地域は前輪廻地形としての性格が強い。特に上流部の北上原では、谷幅の割には水流に乏しい支谷が多く、その源頭は風隙になっている (図4 G、5 A)。普天間川流域と太平洋 (中城湾) 側との分水界のうち、風隙の下位 (東側) は地すべり斜面になっている。このことから、普天間川中・上流域の右岸支谷分の多くは、現在より東側に広く発達していた丘陵が大規模な地すべりによって滑落する前に、その原型が形成されたはずである。そして、地すべりによって集水域を減じたことで、水流による諸作用が弱まり地形発達も遅くなった結果、前輪廻地形が保存されやすくなっていると考えられる。

もうひとつ普天間川流域で特徴的なのは、谷頭凹地を伴わない (または谷頭凹地より上位の) 丘陵斜面に湧泉があり、そこから水路が生じているものである (図4 S、5 A)。やはり普天間川右岸支流に見られるが、その分布は、丘陵頂部が石灰岩類に覆われる箇所に限られる。言うまでもなく、これらの水路源頭は、透水性の高い石灰岩類と不～難透水の泥岩類の不整合面に沿って出現する。

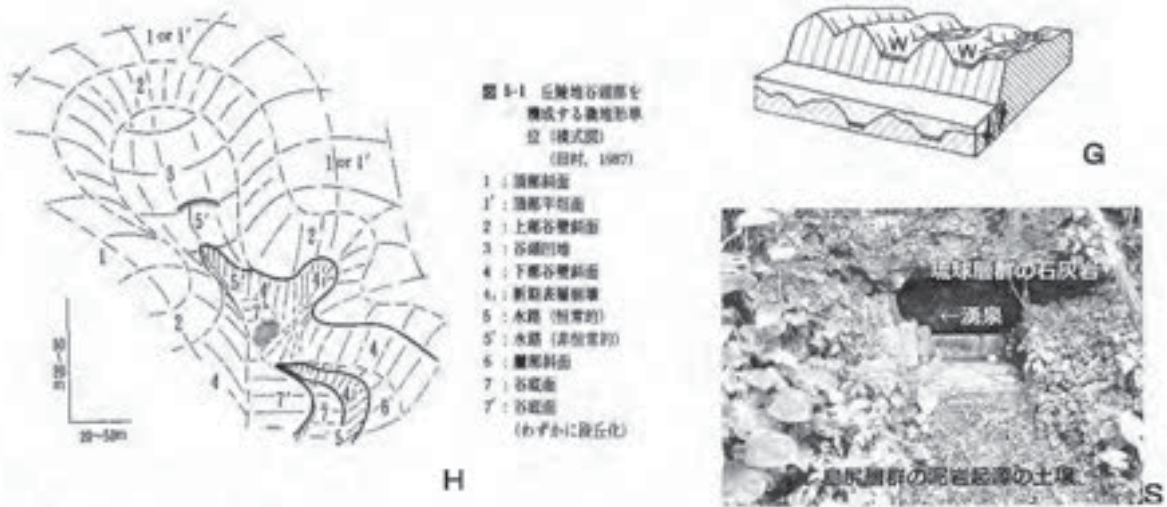


図 4 普天間川流域に見られる谷頭の類型 (H: 谷頭凹地型(田村 1987)、 G: 風隙型(この模式図(鈴木 2000))の風隙(W)は断層変位によるものだが、対象地域では地すべり変位によって風隙が形成されている)、 S: 湧泉型(石灰岩類と泥岩類の不整合面付近に発達し、古くから生活・祭祀用の水源 (カー・ガーあるいはヒージャー) として利用されてきたものが多い。写真は新垣のミージャガー)

4. 伝統的な集落立地と水文地形の関係

図 5 B は 1919 年測量の 1:25,000 地形図の一部であり、当時の沖縄島中部の地勢を読み取ることができる。現在では、市街地が連続するこの地域であるが、かつて住居の密集する箇所は極めて限られていたことが分かる。このうち普天間川中・上流域では、安谷屋、萩道 (隣接する大城も含む)、野嵩、新垣は集村の様相を呈し、他方、登又や北上原は散村であったことが読み取れる。

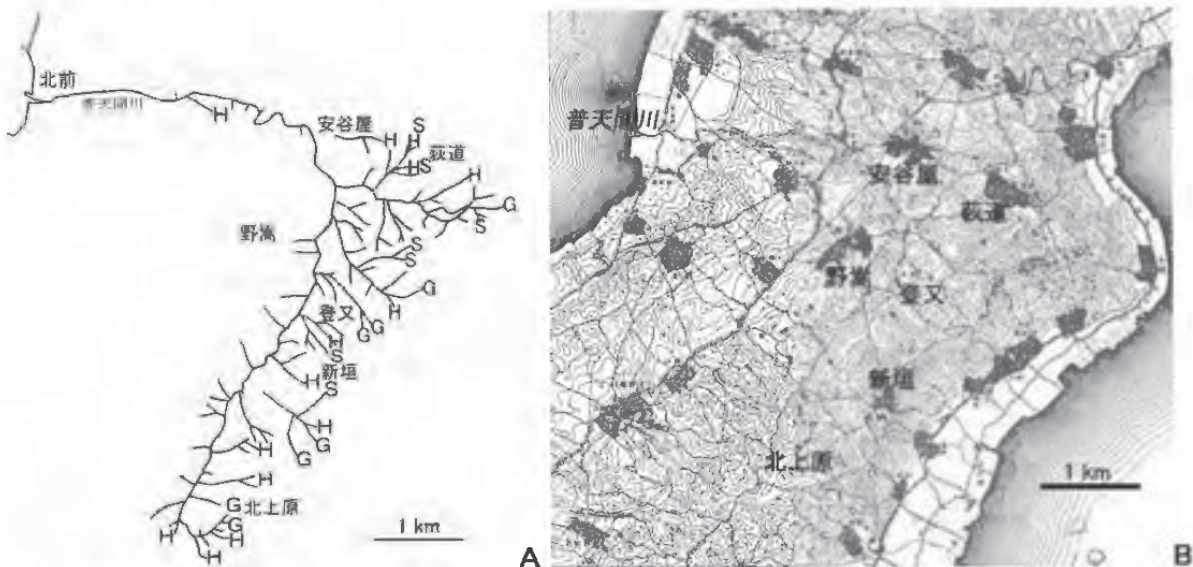


図 5 普天間川流域に見られる谷頭の類型(A)と沖縄島中部における伝統的集落の分布(B) (A: H は谷頭凹地型, G は風隙型, S は湧泉型の源頭をそれぞれ示す。B: 大正 11 年発行の 1:25,000 地形図「泡瀬」の一部を抜粋して編集、なお「泡瀬」図幅は現在の「沖縄市南部」図幅にほぼ相当する)

安谷屋、荻道と大城、新垣の各集落は、一般的に集落形成には不向きな丘陵斜面の中腹ないしは段丘崖に立地している。それにも関わらず古くから比較的規模の大きな集落が発達し得たのは、この地域特有の水文環境が大きく影響している。すなわち、図5・6Aが示すように、これらの集落は湧泉型の谷頭に沿って分布していることから、水資源利用の容易さが、集落の成立そのものを規定していると考えられる。これら湧泉は、伝統的にカー、ガーまたはヒージャーなどと呼ばれ、その一部は歴史的な文化財として保護され、また公園として整備されている事例もある(中城村教育委員会(2004)、北中城村HPなど)。

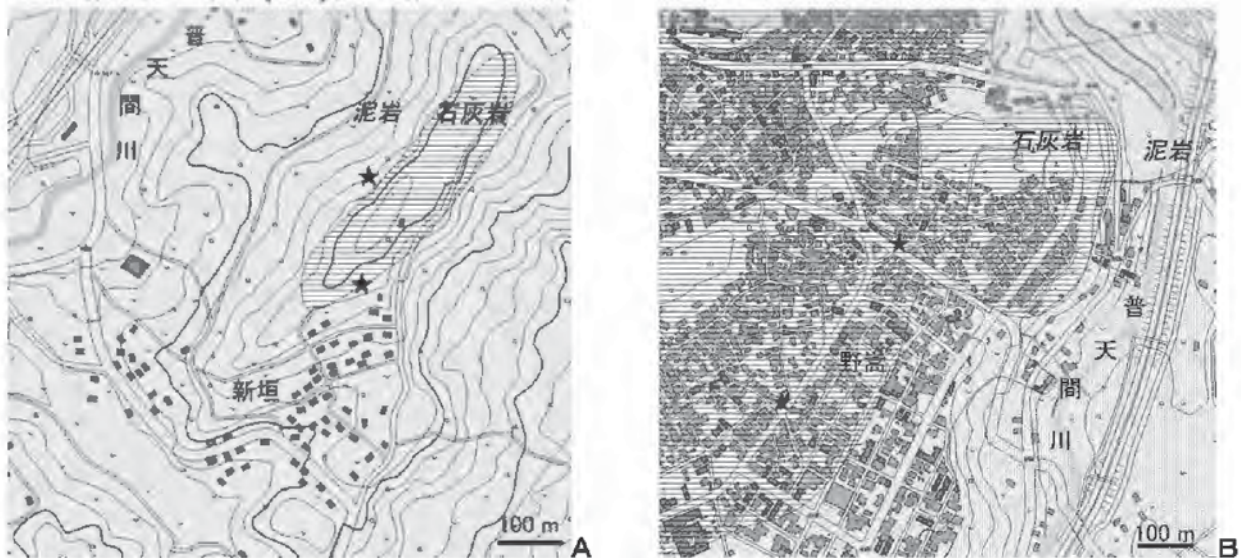


図6 普天間川流域における伝統的な集落立地と地形・地質・水文の類型(基図は沖縄県地図情報システムにより、等高線間隔は10mである。★は主な湧泉の位置を示す。Aは図4, 5に示した湧泉型の谷頭に沿って発達する集落である。ここに挙げた新垣のほか、安谷屋、荻道(大城)も同様の水文条件で成立している。Bは台地上の2つのドリーネの間隙に形成された野嵩である。ドリーネの基底付近に湧泉がある。)

これに対して登又や北上原は、狭いながらも谷底平野を有し、また特に普天間川右岸は丘陵地としては比較的緩傾斜であるにも関わらず、現在でもあまり住居は集積していない。近年になってようやく、元の地形を大幅に改変するかたちで新興住宅街が形成され始めている程度である。このことは、それら村落が属する流域が前輪廻的かつ谷頭に風障が多いこと(図5)に由来する水文環境によって説明できる。つまり、過去のある時点で発生した地すべりにより流域の一部を失った結果として、普天間川本流の中・上流部やその支谷は、谷地形の規模の割には集水能力が低い。丘陵地で一般的であるはずの谷頭山地の発達が破らなことから見ても、水流に乏しく、無能河川に近いことがわかる。したがって登又や北上原は、起伏の小ささを活かした耕作地として広く利用された一方で、生活用水確保の限界から、居住地として発展する余地があまりなかったと考えられる。また、見方を変えれば、平坦地に乏しい対象地域において、それら小起伏地は居住よりも食糧生産の場として優先的に利用されていたとも考えられる。

野嵩については石灰岩類からなる台地上にあり、普天間川に直結される谷地形や地表流からは外れる(図1, 5)。しかしながら、台地は全体に北へ傾斜しており、石灰岩類の地下を流れているであろう水脈は、少なくともその一部は普天間川河谷へ向かっていると推察されるので、流域内の集落として取り上げる(図6B)。野嵩は対象地域内では最大の集落で、現在では宜野湾市役所も立地する同市の中心的市街地になっている。その旧市街はメーヌカー、クシヌガーという、かつての公共湧泉を取り囲むように形成されている。この二つの泉は、石灰岩台地の表層に穿たれた長径約20m、深さ3~4mほどのドリーネの基底に湧き出している(図7)。このことから、2つのドリ

一ネは、先行していた地下水脈ないしは宙水の基底に向けて地表部分の石灰岩が崩落してできた、陥没ドリーネと推察される。一般に台地上は水利が悪く、水道普及以前の開発は遅れがちであった。しかし石灰岩類が広く分布する沖縄島中南部の場合、台地を構成する石灰岩の下位に泥岩が分布していれば、周囲の段丘崖に湧泉が生じるため、それに沿って集落が形成されている事例は少なくない(対象地域近辺では普天間、喜友名、大山など)。ところが野嵩のように、ドリーネの周囲に市街地が形成された事例は、あまり知られていない。水文地形と集落立地との関係を吟味するうえで、今後、改めて注目すべき対象かも知れない。



図7 野嵩のドリーネに築かれた公共の水場(クシヌガー)

5. まとめ

普天間川中上流域の地形を基礎水文的特徴から記載し、それらと伝統的な集落立地との関係を検討し、次のような結論を得た。

- ・普天間川水系は右岸の支流発達が良好なのに対して、左岸側は支流がほとんど発達していない。また河谷の断面形も右岸側が緩傾斜なのに対して、左岸側は急傾斜である。このような特徴は、右岸側では広く島尻層群の泥岩類が露出するのに対して、左岸側は主に琉球層群の石灰岩類からなるため、差別浸蝕によって生じたものである。
- ・普天間川流域は、本流上の2箇所の遷急点を境に、上流域・中流域・下流域に分けられる。現海面を基準とした下刻は下流域にしか及んでおらず、中流域はⅡ面形成時の、上流域はⅠ面形成時の、それぞれ浸蝕基準面に収斂する前輪廻地形としての性格が強い。
- ・普天間川流域の源頭部は、一般的な谷頭凹地型のほか、風隙型、湧泉型も見られる。谷頭凹地と風隙は、泥岩のみが分布する谷頭部に発達する。谷地形が風隙化する要因は、丘陵地が太平洋(中城湾)側に大きく滑落する地すべりによるもので、河谷の無能化や前輪廻地形の保全に寄与している。谷頭凹地を伴わない湧泉型は、泥岩層上位に柱状の石灰岩を頂く場合に形成される。
- ・普天間川流域では、丘陵斜面中腹では古くから比較的規模の大きな集落が発達してきたのに対して、谷底平野やそれに隣接する緩斜面では住居があまり集積していない。これは、前者が湧泉型谷頭の分布と重なり生活用水を獲得し易かったのに対して、後者は風隙型谷頭の多い前輪廻地形であるため河谷の規模の割には潤沢な生活用水を得にくかったからと考えられる。
- ・台地上にあって、流域内で最も規模が大きい集落の野嵩は、基底に湧泉のあるドリーネの周囲に形成されている。この種の集落立地形態は、従来、あまり知られておらず、その位置づけを今後吟味していく必要がある。

本研究は平成27年度沖縄高専「創造研究」の成果に、その後の補足調査結果を加筆したものである。

参考文献

沖縄県(1983) 1:50,000 土地分類基本調査

鈴木隆介(2000) 建設技術者のための地形図読図入門3, 古今書院, 386p

田村俊和(1987) 湿潤温帯丘陵地の地形と土壌, ペドロジスト 31, p135-146

中城村教育委員会(2004) 中城村の拝所, 28p

参考URL

沖縄県 地図情報システム <https://www.gis.pref.okinawa.jp/pref-okinawa/>

環境省 沖縄県の代表的湧水 <https://www.env.go.jp/water/yusui/result/sub4-2/PRE47-4-2.html>

北中城村 北中城村の文化財 <http://www.vill.kitanakagusuku.lg.jp/site/view/contview.jsp?cateid=6&id=115&page=1>

Hydro-geomorphology and settlement pattern in the drainage basin of Futenma River, Okinawa Island, Japan

YONAHA, Kotomi¹ and KIMURA, Kazuo²

*1 Department of Media Information Engineering *2 Department of Integrated Arts and Sciences

Abstract

Futenma river has a small drainage basin of 8.3 km long and 8.9 km² wide, which locates in the central part of Okinawa Island. The authors clarified relations between hydro-geomorphology and traditional settlement pattern in the Futenma river drain. Three levels of terraces and narrow valley floor have been developed along the Futenma river. Cross-sections of the valley show asymmetry that the left bank is steeper than that of the right one. Its drainage basin is covered with coral-limestone of the Ryukyu Group and siltstone of the Shimajiri Group. The limestone distributes on terrace or hill-top, and it behaves as permeable layer. The siltstone is widely exposed on valley floor to hill-slope, and it behaves as impermeable layer. The most of traditional settlements in the drainage formed along the geological boundary. The boundary between limestone and siltstone accrues spring that is locally called "khar", "ghar" or "hija". Adaniya, Ogidou, Ufugusuku and Arakaki villages have been formed on the south-faced hill-slopes. These slopes abound in springs due to the above-mentioned geological setting. Nodake village is the largest settlements in the drainage, which has been formed to surround two sink-holes on a terrace landform. Historical public wells of Nodake spout on the bottoms of the sink-holes that are 3 - 4 meters below ground surface. This shows that the depth of sink-holes is defined by the geologic boundary. Those hydro-geomorphic conditions have been developed to a large settlement. On the other hand, Noborimata and Kita-Uehara are dispersed settlements (houses are not built densely). They are located on homogeneous gentle slope of siltstone that is lack of obvious spring. As just described, the development and dimension of settlements depend on the hydro-geomorphic settings, especially the formation of "khar/ ghar/ hija".

keywords : asymmetric_drainage differential_erosion permeable_layer impermeable_layer spring (khar/ ghar/ hija)

比嘉松盛氏に聴く

—『戦場よ永遠に』（1960年）の撮影に参加して—

名嘉山リサ

総合科学科

はじめに

1960年に公開されたハリウッド映画『戦場よ永遠に』（アライド・アーチスト、フィル・カールソン監督）は、その大部分が沖縄で撮影された。「サイパンの笛吹き男」と呼ばれ、サイパン戦で1,000人も日本兵・民間人を無血で投降させたガイ・ガバルドンの半生を映画化した作品だが、ガバルドンが海兵隊入隊後、サイパン戦で活躍するまでの場面が、当時米国の占領下にあった沖縄をサイパンやハワイなどに見たてて撮影された。沖縄ではじめて「日米合作」のハリウッド映画のロケが行われたということで話題になり、在沖海兵隊が製作に全面協力したほか、日本の映画会社（歌舞伎座プロ）、地元の建設会社（國場組）、沖縄住民が多数エキストラやスタッフとして撮影に協力した。その中の一人が、監督の付き人として撮影に参加した比嘉松盛氏である。本インタビューでは、比嘉氏がカールソン監督の付き人になったいきさつや、撮影現場でのエピソードや印象などを語っていただき、一般的な資料からは知ることのできない情報を得ることを目的とした。インタビューは2015年7月23日に沖縄県浦添市で行われた。

キーワード：『戦場よ永遠に』、フィル・カールソン、戦争映画、沖縄ロケ、日米合作映画

—比嘉さんの生年を教えてください。

比嘉氏 昭和9年（1934年）生まれです。

—ご出身はどちらですか。

比嘉氏 出身は名護市の屋部です。戦前は名護町の一部で、戦後分村して屋部村になり、今はまた名護市の一部です。私は安和小学校を卒業しましたが、その時は初等科が6年、高等科が2年で8年制でした。戦時中は国民学校になり、戦後小学校になりました。7年生の時沖縄全島に小学校ができたので、中学校は屋部中（昭和23年開校）でしたが、すぐ中学2年生になりました。その頃から6, 3, 3制になりました。

—その後軍で働いたとお聞きしましたが。

比嘉氏 納富建築会社というところで少し働きました。北谷のほうのアメリカ軍のハウスで。民間の建物の建築に携わっていましたが、当時私はまだ 17 歳でした。それからその仕事は辞めて、父の手伝いで農業をしました。

—一軍で働くようになったのは、農業の手伝いをしたあとですか。

比嘉氏 はい、辺野古のキャンプ・シュワブの建設を請け負った会社で働きました。この会社は下請け会社でした。

—國場組の下請け会社だったのでしょか。

比嘉氏 はい。その後建築の仕事がなくなってきたので、アメリカの兵舎で電気工事などもやりました。キャンプ・シュワブにいたのは半年だったかな。キャンプ・シュワブから金武のキャンプ・ハンセンに移って、また建築関係の仕事をしました。

—その時お勤めになっていたのは國場組だったのでしょか。

比嘉氏 國場組の関連会社でした。

—その頃に『戦場よ永遠に』の撮影があったのでしょか。

比嘉氏 はい、映画撮影に関する募集があったので応募して、プロデューサーか誰かが面接をしました。応募したのは 5, 6 人いましたが、「比嘉さん、指名したよ、監督の付き人やってね」といわれてびっくりしました。「私は英語はあまり話せませんよ」と言ったのですが、「話せなくてもあなたは聞いて理解することができるでしょ」といわれました。英語は納富にいた関係で、基地内でハウスボーイもやっていたので。ハウスボーイ知っています？女の方はハウスメイド。その時私は 17 才ぐらいで、朝鮮戦争のころかな。それでちょっと英語ができて、アメリカ人と話ができただけです。

—その時、監督の付き人というのは比嘉さん以外にもいたのでしょか。

比嘉氏 いませんでした。私を指名した方は、映画会社の資材係、大道具部屋の係だといっていたと思います。自動小銃や拳銃などいろいろあって、大きなトラックが 2 台ありました。次第に私も係員として働くようになりました。

—この映画の撮影当時、比嘉さんはキャンプ・ハンセンの近くに住んでいたのですか。

比嘉氏 キャンプ・ハンセン内のキャンプに。

—基地の中に住んでいたのですか。

比嘉氏 はい。たくさん従業員がいました。1,000 名ほど。基地建設中だったから、基地の中で仕事をしていました。

—みなさん基地の中に泊まりこんで建築をしていたのですか。

比嘉氏 はい、ベトナム戦争当時だからね。

—撮影はどのような感じでしたか。

比嘉氏 撮影の時は静かでした。私は助監督のような方に、「比嘉君、あなたは付き人だから、絶対に監督から離れてはいけない。ちゃんとしなさいよ」といわれましたから、カールソン監督から絶対離れないようにしていました。その方はアメリカ人でしたが、日本語がとても上手でした。沖縄の人はあの人のように日本の言葉を使いきれていませんでした。撮影の時はカメラは 2 台取り付けていました。私は腰掛けを運んで、監督の後ろに付いていました。山の中での撮影だったから腰掛けを持ち歩いて、身の周りの世話をしました。4, 5 分のシーンを 1 日かかりで撮影したりしていました。映画とはそういうものなのかな。

—そうですね。フィル・カールソン監督はどのような印象の方でしたか。

比嘉氏 あの方は静かな感じでした。べらべらしゃべりはしなかったです。

—怖い、という感じはなかったですか。

比嘉氏 怖い感じはしなかったです。エキストラにも目を配って、演技指導などをしていました。しかし、俳優にはちょっときつい顔をして演技指導をしていたようでした。野戦用の腰掛けみたいのに座って、「比嘉君、ノート出して」っていうわけ。で、僕が本棚から出して、今度はこれを見ながら演技指導するという感じでした。

—このノートというのは脚本のことでしょうか。

比嘉氏 脚本じゃないかな。あまり詳しく書かれていないみたいだったけど。かばんからアイテムを出して渡すこともありました。

—監督のかばんも持ち歩いていたのですか。

比嘉氏 腰掛けにかばんを掛けてね。

—出してあげたんですね。何か撮影の時に困ったことなどはなかったですか。

比嘉氏 困ったことはありませんでした。

—監督さんやスタッフと沖縄の人との間で、コミュニケーションがうまく取れなかったことはなかったですか。

比嘉氏 そういうことはなかったと思います。静かな監督だったので。助監督には命令なんかしていたかもしれませんがね。まあ私は後ろについて、監督が動くように動けばよかったから。

—監督さんはどこに泊まっていたかご存知でしたか。

比嘉氏 知りませんでした。

—撮影が終わったらそこで終わり、どこに泊まっていたかは分からなかったのですね。

比嘉氏 撮影が終わったらすぐに姿を消していました。私も最後は腰掛を持ってトラックに載せて。自分の身の回りのものも。カールソン監督が忘れた本もあったりしました。これも大事に全部しまっ、また翌日出したり・・・監督の付き人っていうのは、気を使うね。

—そうなのですね。撮影は3週間ほどだったようですので、その間気を使って大変でしたね。付き人をやって、お手当はもらえたのですか。

比嘉氏 食事は無料でそこで食べて、給料は國場組が出したと思います。まあそういう意味での給料で、エキストラがもらったような特別な手当にはなかったと思います。しかし、撮影が終わった時点で、日本の映画会社の代表者みたいな人が、「比嘉君おいでおいで」って私を呼んで、「監督からプレゼントがあるよ」と言われて、洋服や靴などいろいろなものをもらいました。撮影の時2、3月ごろでしたが、半袖で長時間働いていたからだったのか・・・

—監督さんに気に入られたのですね。

比嘉氏 カールソン監督は早川雪州さんを尊敬していたと思います。「ミスター早川」と呼んで、打ち合わせしていました。早川雪洲はずっと年配だったと思うのですが、カールソンは若かったですよ。

—早川雪洲さんとはお話ししたりしましたか。

比嘉氏 休憩時間には話しました。自己紹介して、「早川雪洲さん、私、ファンです」と言ったのですが、なぜ？と聞いていました。早川雪洲さんの『戦場にかける橋』をよく観たんです。あの映画は3、4

年前の作品だったかな。私の青年時代でした。名護の映画館で観ました。早川雪洲さんに「いやあ、あの映画も素晴らしかったですよ。早川さん」と言ったら、「うん、ありがとう」と言っていました。早川雪洲は日本のおじいさん役もやっていましたが、戦争映画は詳しくかったです。あれ、マレー半島かどこかで撮影したのかな。いろいろ話をしました。早川雪洲は素晴らしい俳優です。僕はその時 25 歳ぐらいでした。

— 主役のジェフリー・ハンターともお話しされましたか。

比嘉氏 休憩時間に向こうから話しかけられました。あの方も映画で観ていました。戦後、沖縄にはまだ映画館もできていなかったの、青空劇場といって、きちんとした映画館ではなく、野外の劇場でしたが、そこで映画をよく観ました。

— では、ジェフリー・ハンターの映画もそこで観ていたのですか。

比嘉氏 カウボーイ映画。西部劇というのかな。ハンターは（『捜索者』で）ジョン・ウェインの相棒役でしょう。ジョン・ウェインも西部劇にピッタリの俳優で、ハンターは相棒役として馬に乗って。

— そういう話も、ジェフリー・ハンターと英語で話したのでしょうか。

比嘉氏 ジェフリーさん、How old are you? なんて言ったかな。「何歳ですか」ってきくと、33 歳。その当時私より 10 歳近く年上だったね。

— やはり大きかったですか。

比嘉氏 はい、ジェフリー・ハンターは結構大きかったです。ジョン・ウェインと並ぶと小さいかもね。

— 今回比嘉さんのことを知るきっかけになったのが、この写真でした。（図 1）映画の最後の場面で、ハンターにかわいがられる少年役の仲地清さん（現名桜大学名誉教授）と一緒に写っていますね。

比嘉氏 僕が清さんにも何歳かときいたら、清さんが、仲地ですと歳を僕に言ったんです。それが忘れられなくてね。清さんが、てきぱきと答えたものだから。

— 映画の中でもてきぱき話していますね。

比嘉氏 清と本名を使っていました。小走りで行って、ジェフリー・ハンターが「元気か、キヨシ」と聞くと、「はい、元気です」って。戦争映画で人を殺しあう場面ばかりだけど、この場面は平和な感じがしましたね。清さんの演技のおかげです。

— その場面も、生で見ていたのですよね。

比嘉氏 笑顔いっぱい「はい」と答えて、笑顔でジェフリー・ハンターのところに走って行って、手をつないで。それで映画が終わったんだけど、清さん、本当に立派な演技をしましたね。

— その時も、何回かリハーサルがあったのですか。

比嘉氏 何回かありました。あちこちで撮影をしました。清さんはアメリカの化粧係にメイキャップされて、「怪我」して。白い包帯と、赤い鮮血みたいな、血がでるのを頭にぐるーっと巻いたんですよ。それが印象に残っています。清さんは、小学校 3 年ぐらいかと思っていたので、可愛くてね。てきぱきとしていろいろ動きまわって活発な子でした。最近、今頃どうしてるかな、映画俳優にでもなっているかなと思って新聞に写真（図 1）を載せて、尋ね人の記事を出してもらったのですが、まさか名護の名桜大学の先生をしていたとは思わなかったです。

— そうですね。現場には比嘉さんのほかに、通訳とかそういった人もいたのでしょうか。例えば仲地さんに監督が言っていることを伝える人など。



図1 比嘉氏所蔵写真。前列左から3番目が仲地氏、図2 比嘉氏所蔵写真
その右隣が比嘉氏。

比嘉氏 通訳も2人いましたよ。助監督が言うことを伝えていたのではなかったかな。

—撮影が始まる前に、この映画の物語や内容などは知らされていなかったのでしょうか。

比嘉氏 内容は知らなかったです。でも、戦争映画ということはすぐわかりました。戦争を体験していますから。エキストラなどの大道具部屋、それから資材部屋、トラックにも資材がたくさん積んでありました。

—ではサイパンが舞台ということも知らされていなかったのですね。

比嘉氏 出来上がった映画を観て初めて知りました。親子が飛び降りて自殺する場面のサイパンの断崖などをみて。

—ではなぜ沖縄で撮られたかということも聞いてなかったのですね。

比嘉氏 知らなかったです。

—一軍が協力して、マリン兵（海兵隊員）が多数出演したようですが、兵隊さんなども見ましたか。

比嘉氏 はい、本当の兵隊でしたね。（写真を見ながら）このアメリカ人（図1左端）はカービン銃を持って現場にいました。この人はジェフリー・ハンターのボディガードだったと思います。この人などは話は絶対にしませんでした。マリンの兵隊だと思います。いつも映画俳優を見張っていました。いつも一緒。映画に俳優として出ていませんでしたもの。

—俳優さんみたいですがボディガードですか。

比嘉氏 （写真を見ながら）この日本の方から写真をもらいました。（図2）

—この方は映画会社の人ですか。

比嘉氏 代表者だと思います。この人は優しくかったです。この人が私に写真をあげたんですよ。「これ国際映画だから、比嘉君、大事にしてね」って。もっとくださいと言ったら、まだフィルムが出来上がっていないものもあると言っていました。カメラはこの方一人しか持っていなかったです。カメラマンではないけどいつも現場でわれわれと一緒にでした。この方が私と仲良くしてくれました。私は大事に保存する方法を知らなくて、いつもポケットに入れていました。55年も。（写真を見ながら）これ私ですよ（図3）。腰掛けもあるんですよ。この腰掛けね。鉄砲持っているのが私です（図4）。もう一人は沖縄



図3 比嘉氏所蔵写真。左側のサングラスの男性が比嘉氏。その隣にあるのが監督の椅子。中央は見学に来た軍人。司令官や上官もロケ見学に訪れた。



図4 比嘉氏所蔵写真。右奥が比嘉氏。

の人。これがヤマトの人。この人も資材係と一緒に、班長でした。飯も一緒にね。いばやーぐあー（威張っている人）。

—この人も、映画会社の人ですか。

比嘉氏 映画会社の人。映画会社の従業員だったと思います。食事はキャンプ・ハンセン内のメスホール（食堂）で朝7時だったので、6時半ごろに起きて、タクシーで行きました。

—では食事はキャンプ・ハンセンで取っていたのですか。

比嘉氏 朝はハンセンキャンプのメスホールでしたが、撮影中は現場にむこうが持ち込んでいました。アメリカ人も私たちがみんな並んで、自分で好きなものを食べられたんです。キャンプ・ハンセンの食堂から、コーヒーなど、いろいろ運ばれてきました。

—ロケ地には全部で何人ぐらいいたのですか。

比嘉氏 10名、20名ぐらいはいたと思います。配膳は自分でしていました。

—エキストラとは別で食べていたのですか。

比嘉氏 はい、別でした。エキストラは現場にはあまり来ませんでした。現場から離れたところで休憩させられて、撮影が始まる時に助監督に呼ばれてくるといった感じでした。

—ではこの沖縄の方も國場組関連会社の、同じ会社の人だったのですか。

比嘉氏 はい、一緒に働いていました。この方も僕といっしょに辞めました。この人の住所は本部ときいていましたが、それ以来見たこともないです。

—この映画は当時ごらんになりましたか。

比嘉氏 はい、那覇のグランドオリオンで観ました。金武の現場から通って2回観ました。

—2回も観たのですね。その時、どのような印象を持たれましたか。

比嘉氏 一番強烈に印象に残ったのは仲地清さんの演技でした。アメリカの海兵隊と日本の兵隊が戦争し合う場面は、撮影した時その場で見ていましたが、あまりむごいとは思いませんでした。映画を初めて観るひとはむごいと思うだろうけど、われわれは撮影現場の人だったものだから。日本の兵隊役は

脚絆を巻いて靴をはいていましたが、その中から線を通して血袋を胸につけて。防弾ガラスみたいなかっぱを着て、その上から服を着ていました。袋には、「鮮血」がたくさんありました。目の前で見たからもうむごいとは思いませんでした。

—火薬を使う場面もありましたね。

比嘉氏 はい。あれも線を通して、セメントや砂をかぶせて、その下のほうで爆発するわけ。この場面は監督も僕も 30~40 メートル離れてやりました。バーンと爆発する場面もありました。それから、ジェフリー・ハンターが岩に隠れて、兵隊がチェックする場面は、監督のそばで見えていました。防空壕から出て行く場面ですが、あれ、実際は防空壕の後ろ側はありませんでした。岩陰はあるんだが、防空壕はキャンプ・ハンセンの体育館のセットでした。そこに草木を植えて作っていました。

—その体育館のセットを作るのにも関わったのですか。

比嘉氏 いいえ、私は撮影の時だけ。あれはすでに作られていました。体育館の中にはいろいろセットされていました。

—撮影で、コザにも行ったと思うのですが、覚えていらっしゃるでしょうか。

比嘉氏 コザ、はい。あれはね、私1人、監督の付き人だったから中に入れました。あのバーの場面は映画では最初のほうだけど、撮影は最後でした。冗談を言いながら撮影していましたよ。あのマリン兵が遊ぶところは立派に造られていました。外国人のホステスもいました。

—あの方たちは本物でしょうか、あるいはエキストラでしょうか。

比嘉氏 エキストラだと思います。バー街にもたくさんいったけど、あの映画の場面ではやっぱりホステスじゃないと思います。

—その時も監督の椅子を持っていかれたのでしょうか。

比嘉氏 はい。私は監督の後ろについて、野戦用の腰掛を持っていきました。キャバレーの中にはちゃんとシートも作られて、いろいろありましたが、監督は絶対それには座らなかったです。僕が持ってきた腰掛に座って移動して撮影していました。

—センター街（現中央パークアベニュー）は普段もにぎわっていたのでしょうか。

比嘉氏 いつもにぎやかでしたよ。僕が 19、20 歳のときだったかな。あの辺で働いていましたが、いつもアメリカの兵隊でいっぱいでした。その当時、まだバーなんかのホステスは（奄美）大島の人が多かったです。大島は日本復帰前沖縄だったからね。

—金武と宜野座のロケで使われた土地で、たくさんの畑が焼かれて補償問題が起こっていたという新聞記事がありました。補償金は支払われなかったのでしょうか。

比嘉氏 払ったはずですよ。新聞は見なかったですが。金武のキャンプ・ハンセンの前に1つ農道があって、農家から直進して 50 メートル奥のほうで撮影が1週間もあったんです。この農家から 50 メートルか 100 メートルかの山林をアメリカの火炎方式の戦車を使って全部焼いて。この焼かれる撮影で兵隊エキストラは鉄砲を担いで、タオルを口にあてて上がってきました。だいぶ焼かれて、戦車も、焼いたあとまだ置かれていました。

—ほかに何か印象に残っていることなどありましたか。

比嘉氏 宜野座の海岸での撮影がありましたが、あの場面、南部の健児の塔を思い出しました。なぜかという、僕の義理の父が、むこうでの生き残りなのです。戦前、防衛隊に行って、今の那覇市立病院

から弾を担いで首里城に運んでいたそうです。それから首里城がアメリカの艦砲射撃でじゃんじゃんやられたので、そこから南部に撤退したわけです。牛島師団長の兵士も。義父は94、5歳で亡くなりましたが、当時42、3歳だったと思います。だから思い出しました。戦争当時私は国民学校3、4年で、13、4歳ぐらいでした。清さんが映画に出た年頃だと思います。だから清さんがかわいくて、清さん演じる少年が自分のことのように思えました。昭和19年10月10日は沖縄第1回目の空襲なんです。那覇は8割全滅しましたが、やんばる（北部）もあちこちやられました。その時に日本の兵隊が私の学校に200名ぐらい駐屯していました。私たちは一緒に壕掘りをしてお手伝いをしました。日本の兵隊の世話もやりました。3年生ぐらいだったからはっきり覚えています。朝学校に登校していくと、兵隊たちが竹やり訓練、竹やりですよ、をやっていました。アメリカのルーズベルト、志那の蒋介石、チャーチル、なんか作ってね。アメリカやっつけなさいってね。また翌日登校すると、山本五十六さんがガダルカナルで戦死した時で、それが学校の掲示板に書かれていました。もう一人司令官がいましたよ。古賀峯一さん。あれも掲示板に載っていた。私の学校（安和国民学校）に来た兵隊の司令官は、右藤大佐だったと思います。支那、中共から沖縄に来て、自分の配下を200名ぐらい連れて来ていました。日本の兵隊は随分若くて、だいたい20歳ぐらいだったと思います。兵隊さんたちは千葉県とか北海道の暁部隊だったと思います。私の親父のところに来て、芋がおいしいって、食べに来ていました。芋とおにぎりを交換していきました。

—その部隊は結構長い間村にいたのでしょうか。

比嘉氏 15日ぐらいいたかな。防空壕を一緒に掘ったから。でもある日、全員いなくなっていました。隊長の命令、本部からの命令ではなかったかな。水雷艇というのがあったのですが、それに乗って、名護から南部に行って襲撃して、玉砕したと聞きました。アメリカももう上陸しているから、読谷なんかやられて、それで亡くなったとも聞きました。

—この映画の撮影で、この日本兵のエキストラなどを見て戦争当時のことを思い出したということですか。

比嘉氏 思い出しましたね。

—戦争のことを思い出して、嫌になったりはしなかったのでしょうか。

比嘉氏 一番思い出すのは仲地清さんが活発だったことなので。清さんは、映画の主人公だなど思いました。ほんの少年だけど、休憩時間も、「はいはい」と、てきぱき答えていました。

—仲地さんに、ご自身の少年時代を重ねて思い出していたのですね。

比嘉氏 撮影場所を知って、撮影から20年後、まだ車を運転していたころ、撮影現場をあちこち回ってみたんですよ。更地になって撮影現場はほとんどなくなりましたが、金武の現場はそのままありました。あの焼かれたところも、『戦場よ永遠に』はもう忘れられない。ぼけておっても。

—いえ、当時のことをよく覚えていらっしゃるんですよ。まだ戦争の爪痕が残る中での戦争映画の撮影に対して、参加された地元の方々がどのように感じられたのかが気になっていましたが、やはり、戦争のことを思い出しつつも、映画は映画で、しかもハリウッド映画のロケというのは極めて珍しい体験として思い出に残っていらっしゃるんですね。貴重なお話をありがとうございました。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 (16K02319 研究代表者・志村三代子) の助成を受けたものです。比嘉氏をご紹介いただいた仲地清氏、インタビューに協力していただいた比嘉氏のご子息の比嘉渉氏に御礼申し上げます。

Abstract

An Interview with Mr. Matsumori Higa on Working as an Assistant to Director Phil Kerlson during the Filming of *Hell to Eternity* (1960) in Okinawa

Risa Nakayama

Integrated Arts and Sciences, National Institute of Technology, Okinawa College

Hell to Eternity (1960) is based on the real story of Guy Gabaldon, the Pied Piper of Saipan, who made about 1,000 Japanese soldiers and civilians surrender during the Battle of Saipan. The majority of the film—the scenes where Gabaldon decides to enlist in the Marines, goes to Hawaii for vacation, fights the Japanese Army, saves Japanese people in Saipan, etc.—were filmed in Okinawa which was under U.S. rule. It was the first Japan-U.S. coproduction Hollywood movie to be filmed there, and the U.S. Marine Corps as well as a number of Okinawan people cooperated in the filming as extras and staff members. Mr. Matsumori Higa, who was the assistant to Director Phil Kerlson, is one of the local people who participated in the filming of *Hell to Eternity*. This interview, conducted on July 23, 2015, reveals what it was like to work as an assistant to Director Kerlson and Mr. Higa's impression on the staff, the actors, etc. in relation to his memories of childhood and war.

サミュエル・H・キタムラ氏インタビュー —米国民政府制作映像や映画とのかかわりを中心に—

名嘉山リサ

総合科学科

はじめに

サミュエル・H・キタムラ氏は、1959年から1972年の沖縄の本土復帰まで、琉球列島米国民政府(USCAR)の広報局に勤務された。広報局の文化事業課(Cultural Affairs Division)に配属され、初めは先島(宮古・八重山)の琉米文化会館の担当官であったが、後に沖縄本島に転任、後年は文化事業課の役職と視聴覚課の課長を兼任し、視聴覚課制作のテレビ番組に出演することもあった。本インタビューでは、主に、米国の職員として民政府広報局の活動に携わったご経験を、キタムラ氏が出演したテレビ番組の映像素材を見ながら語っていただいた。インタビューは2016年9月13日にカリフォルニア州トーランスで行われた。

キーワード：琉球列島米国民政府(USCAR)、広報局、琉球放送(RBC)、沖縄テレビ(OTV)、琉米文化会館

—米国民政府にお勤めになる前のキタムラさんのバックグラウンド、沖縄とのかかわりについてお話しいただけますか。

私の伯父が比屋根安定という有名な沖縄出身の宗教学者でしたので、その関係で子どものときから、沖縄に対しては親近感がありました。1935年、私が小学生の頃にキリスト教の牧師だった父が那覇の教会に赴任することになり、6年間沖縄で過ごしました。天妃小学校卒業後、開南中学校に1年行った後、名古屋に移り、名古屋学院、愛知県立工業専門学校(現名古屋工業大学)を卒業して、1950年、生まれ故郷ハワイに帰国しました。少年時代の沖縄はとても懐かしいですね。沖縄の人もいい人ですし、教会の信者のなかにも立派な人がいたということで、子ども時代から沖縄に対しては良い印象を持っていました。戦後、昔の友達に再会して、お互いに生きていてよかったと喜び合いました。

—ハワイのお生まれと聞きましたが、ハワイに住まれていたのは、トータルでは、そんなに長くないのですか。

そうです。子どものときの8年ぐらいと、1950年から1958年までです。そのあいだ2年間、朝鮮戦争の時に召集令状の下、陸軍に就役しました。当時アメリカには除隊兵優遇措置、所謂、GI Billという優れた制度がありまして、2年間、国のために奉公すれば3年分の大学の学費を払ってくれたのです。私は、ちょうど丸2年陸軍で兵役に就いていましたから、3年間の大学の学費から生活費の一部まで、政府が支給してくれました。そのおかげで1953年からまた大学に戻って、1958年までの5年間にハワイ州立大学で学士号と修士号をもらいました。ハワイでは沖縄県人会の人達と親しくなりました。

—陸軍では、バイリンガルということを生かして、言語関係のことをされていたのでしょうか。

そうです。カリフォルニア州の太平洋岸にモントレイというところがあります。そこに当時、Army Language School、現在の国防総省外国語学校で1年程日本語を教えていました。そこでは中国語、朝鮮語、日本語、ベトナム語、ロシア語、スワヒリ語など、いろいろな言葉が教えられていました。1951年に、陸軍語学校から陸軍情報部(Military Intelligence Service, MIS)に転属となり、いわゆる進駐軍の一員として占領下の日本に戻りました。短期間でしたが、千葉と仙台に進駐し、翌年に退役のためハワイに戻り、除隊しました。それからハワイ大学に行ったわけです。

——ハワイで学位をとられたあと琉球大学に行かれたのですか。

そうです。琉球大学に行ったのは、安里源秀琉球大学学長が、アメリカ視察の帰りにハワイに寄った時にお会いしたのがきっかけです。あのときはアルバイトで日英両語新聞であるハワイタイムズの新聞記者をやっていました。そのとき、取材で安里先生にお会いした際、私はもうじき修士課程が終わるのですが、沖縄の方言を研究したいと話したら、では琉球大学の英語の講師をしながら、琉球方言を勉強したらいいのではないかとということで、急速、沖縄に行くことになりました。当時、私は沖縄方言と日本語の音韻論を研究中であり、沖縄出身の人がハワイで話す日本語には独特のアクセントがあることに興味をもち、沖縄方言の影響について修士論文をまとめていました。1958年9月に論文を書き上げてすぐ沖縄に行きました。アルバイトで琉球大学で英語の講師をしながら、琉球大学の最初の留学生として、琉球方言の講座を取りました。方言学がご専門の仲宗根政善教授の授業を受講して、先生がフィールドワークでいろいろな島に行くときに同行しました。学内の方言研究会にも所属しました。いい勉強になりました。

——フィールドワークで宮古に行かれたのですか。

宮古には、そのときは行きませんでした。ところが、私が琉球大学の第1回特別留学生として、琉球方言を研究しているということが地元の琉球新報に出ました。その記事を Stars and Stripes (星条旗新聞) という英字新聞が翻訳して同紙に掲載したのです。たまたま、その記事を民政府の人事部が見て、私に連絡があり、面接を受けることになりました。あのころ、ムカイダ博士が広報局琉米文化会館課長でして、私が琉球方言を勉強したいのであれば、丁度いい仕事があるので民政府で働いてみないかとのオファーがあったのです。その仕事とは宮古琉米文化会館と石垣琉米文化会館の担当官の職でした。私としては宮古方言に興味があったので民政府の仕事をしながら方言の研究も出来ると思い、これなら、渡りに船とばかり、担当官の仕事を引き受けることとなりました。結局宮古島に赴任したのは翌年の2月でした。本職は民政府の公務員ですけれども、週末は暇ですから、方言のフィールドワークの時間に恵まれました。その方言の研究は『国語学』という日本の学術誌に論文として載ることになりました。

——研究は土日に行ったのですね。

そうです。ですから、極めて不十分な研究でしたけれど、一応、論文は書きました。当時、国語学会(現日本語学会)が、たまたま、琉球方言を特集した雑誌を編集することとなり、私の論文も採用してくれました。¹今、考えたら冷や汗がでるような、貧弱な論文でしたけれど、一応、言語学をかじった者としては論文が権威ある学会誌に採用されたことはとても幸運でした。そこには、先ほど言いました仲宗根政善教授や外間守善教授、金田一春彦教授など錚々たる学者の論文が載っていました。

——宮古にいたのは1年間ですか。

1年だけです。その後、那覇に転任になりました。宮古の人にお世話になり親しくしていましたけど、1年でまた那覇へ戻りました。今度は那覇の民政府本部で働きました。琉球新報の記事がなければ、アメリカ政府にいません。ここにも座っていません。面白い縁です。新聞記事1つで人の運命が変わるのですね。そのせいで、結局、四十何年、国家公務員になってしまいました。

——民政府がなくなった後もいろいろなところを転々とされたのでしょうか。

そうです。神奈川県内の座間陸軍基地の渉外部長として勤務し、最終的には東京のアメリカ大使館国防武官室で日本語専門職として勤務しました。

——ご家庭ではずっと日本語ですか。

そうです、家内も日本育ちですし。

——お父さまが牧師さんだったということですが、あとを継いで牧師になろうと思ったことはありませんか。

なかったです。教会の牧師職は世襲制ではありませんし、父の苦勞を知っていましたから、後を継ぐ気はさらさらありませんでした。2年間の兵役の後、大学に戻り大学院時代に、たまたま、安里源秀琉大学長に会ったというのも、1つの縁というのでしょうか。私の場合は特に人との絆が人生の分岐点だったので。非常に幸運だと思います。伯母の夫が沖縄出身の学者であったことも1つの縁です。やっぱり、この世の定めではないですけど、人のご縁の深さに感謝しています。

—私は広報局の作った映像や文書を調べておりました、その中でたびたびキタムラさんのお名前や映像を拝見しました。復帰前に視聴覚課の課長だった時期があるようですね。

私は実質的には視聴覚課の課長をやったことはないのです。ただ、復帰が決まり民政府内の人員整理が始まりまして、それにとまなう兼務体制が敷かれました。そのため、タナベ新聞課長が一時期、視聴覚課長を兼ねたり、私がピンチヒッターで引き受けたこともありました。チャールズ・ダンさんが視聴覚課の課長だったのですが、沖縄はもう来年復帰するという段階で、アメリカのスタッフがどんどんリストラされまして、ダンさんもアメリカ本国に帰っていくわけです。そのときに、私が、それこそ二足のわらじを履かされて、もともと、文化会館担当だったのですが、それプラスアルファとして、視聴覚課も一応担当してくれと。だけど、ほとんど地元スタッフに細かいルーチンの仕事をまかせ、予算、人事関係、番組目的など根幹だけは米人チーフが引き受けた時代でした。つまり、沖縄のスタッフが番組を作って、私は課長代行者として書類にサインをするぐらいでした。

—現存する映像は、復帰が決まった後で保存の意識が高まったからなのか、復帰直前のものが多いです。

いわゆるログというか、民政府提供番組の1年間のダイアリーがあるのですか。

—そういうものがあればいいのですが見当たりません。

あったとしても、それは末端的なものですから、アメリカ国立公文書館に保管されないで処分されてしまったと思います。Civil Affairs Annual Report (民事報告書) に統計からいろいろなものが出たと思います。例えば、広報局視聴覚課としては、1970年に何本の民政府提供の映像を提供した、何本のラジオ番組を提供したと、そういうトータルの数字はあるけど、末端の、今週は何を放送したとか、来週は何を放送するだろうとか、そういう、デイリーログはあったと思いますけど、それはもう膨大ですから残っていないでしょう。私は1972年5月まで民政府にいて、それこそ最後の天守閣を守った残党組なのですが、今思うと、5月14日の夜中にランパート高等弁務官が、雨のなかを嘉手納基地から飛び立つ歴史的瞬間を私は屋良朝苗主席のそばで見っていました。その復帰に先駆けて、2年前の1970年ぐらいから、アメリカ国立公文書館から何人か係官が来たのです。膨大な資料の中から、何を公文書館に保存すべきか、どれとどれはアメリカに持って帰らなくていいという選別をしていました。グレーの箱がありますね。例の上に開く箱です。公文書館の公式な箱があるのです。

—そのときに、もう、そのグレーの箱に文書を入れていたのですか。

そうです。入れていました。私は、琉米文化会館関連の資料を担当官に見てもらって、これとこれは資料として残してよいと、これは個人的なノート、これらは新聞の切り抜きとか、そういうのは、膨大な量ですから廃棄処分の対象とされました。広報局関連資料の担当は1人で、公文書館の派遣要員として2年ぐらいいたのです。その間、多種多様の資料の取捨選択する作業はかなり専門性を必要とし、根気のいる仕事でした。私などは民政府側の生き証人みたいに選別作業を見る立場にいました。

—公文書館から誰かが来たというのはどこかで読んだような気がしますけれども、民政府で、その場でそういう箱に文書を入れた話は知りませんでした。

今でもありますよね。あれは、もう公文書館の1つのスタンダードな箱です。色はグレーのボール紙で、あれが何百、何千とありまして組み立てるのですが、台紙としてくるのです。彼がそれを組み立てて、それにいちいち、広報局の何番の、何年何月から何月までの資料だと記録するわけです。これらの資料が現在公文書館に保管されているのです。結局、復帰の2年程前から民政府資料の取捨選択作業が始まり、それと平行して職員のリストラも始まったのです。職種によっては、どんどん、アメリカに帰した

のです。城の明け渡しみたいなもので、赤穂城や大阪城を明け渡しのようなものです。最後まで残ったのは何人か知りませんが、私なんかはその1人ですけれど、最終的に残ったのは、本当に数少ない人員でした。私は、5月15日に、復帰と同時に、別の職場にかわったのです。あのときは、アメリカの軍人にベトナム語や韓国語や、いろいろな言葉を教えるアメリカ陸軍語学センター、Army Language Centerというのが瑞慶覧基地にありました。そこの所長として、5月から9月まで4カ月いて、9月に日本の米軍基地に転任になりました。ですから民政府内の最終状況とか復帰の過渡期を知っているわけです。私みたいに民政府の残党で生きている人間が少ないから化石人間です。あなたなんかは考古学者です。化石を探しにきたのですね。珍しいですね。(笑)

——沖縄でテレビ放送が始まった1960年頃から、民政府提供番組が週1回ずつ、沖縄テレビ(OTV)と琉球放送(RBC)で放映されていました。沖縄テレビでは『人・時・場所』という座談会形式の番組が放送されていましたが、そのような番組に司会のような形で出ているわけですか。
そうですね。沖縄の人とアメリカ人を集めて、司会役をやったという記憶は、あまりないです。確か、アメリカ側で日本語のできる人が誰かいないかといっていたのであって、私を取り仕切ったという意味ではないと思います。私は本来視聴覚課の者ではないけれども、日本語ができるということで弁務官布告や布令などの解説のためにOTVやRBCに行き、そこで原稿を読んだことはありますけど、直接、日常業務として視聴覚課の担当はやったことがないです。

——では、司会ではなく通訳のようなことをされていたのですか。
この番組のなかでは通訳はしていません。アメリカ人が英語でしゃべるわけではないですから、通訳はしなくてよかったのです。ただ、私が、いわゆるモニターではありませんが、一種のファシリテーターみたいに手伝うという感じです。だけど、アメリカの代表が来て、それを通訳するということは、1回か2回はあったかもしれません。民政府としては、アメリカ側の立場を沖縄の人に分かりやすく説明するのが番組の目的であって、ラジオ番組にしろ、映像番組にしろ、少しでも沖縄の人が、アメリカの政策を誤解しないように作っていました。例えば、高等弁務官布告や布令など、アメリカ政府の方針を打ち出したときに、それを解説する人が必要だったわけです。新聞の報道だけでは、とおろし一遍で終わってしまいますが、こういうラジオ番組やテレビ番組でアメリカの意図はこうであるという、沖縄の人の啓蒙といいますか、沖縄の人に少しでもアメリカの立場を理解してもらおうというのが、本来の目的だったわけです。そのためには、通訳を介しての二度手間より、直接日本語で解説するほうが効率的であったわけです。民政府としては、独自の文字媒体として、『今日の琉球』、『守礼の光』などの月刊誌による住民への広報手段は有していたものの、映像音声媒体は無く、民放マスコミを利用するほか、広報手段はなかったわけです。従って、広報局としてはテレビ番組に対する期待はかなり大きかったようです。

——先ほども申した通り、番組のまとまった記録はないようですが、たまに当時の沖縄の新聞に、番組のタイトルが載っていることはあります。
それと琉球新報や沖縄タイムスは、民政府番組の紹介みたいなものもありました。当時は沖縄タイムス、琉球新報は好意的にスペースを無料で出してくれました。

——OTVの番組『人・時・場所』が30分番組で、RBCの番組『テレビウィークリー』が15分番組ですけれども、OTVのほうに力を入れていたとか、そういうことはあったのでしょうか。
それは、おそらくRBCのほうの方がもっと自主番組が多かったのも、なかなか30分枠はもらえなかったと思うのです。あのころRBCは、日本のTBS(東京放送)との提携がありまして、OTVはフジ産経と提携がありました。確かOTVはRBCに遅れての発足であったため、資本面でも困難な時期であったかと思えます。

——一時期、ほかの資本を入れようとしていたことがあったようです。

たぶん、そうかもしれません。RBCのほうが番組の数など豊富であったように記憶しています。予算的に、民政府側がRBCには15分しか出せない、OTVには、30分出せるという、そういう予算の配慮はなかったと思います。

——ラジオは、結構、番組数が多いです。

予算的にもラジオ番組の方がテレビより安く制作できるのですから当然ラジオ番組数は多かったはず。ラジオ局としては、琉球放送、ラジオ沖縄のほか、極東放送もありました。

——当時、民政府の職員が地元の新聞を毎日チェックしていたと思いますけれども、テレビやラジオも同じようにやっていたのでしょうか。

それはしていません。視聴覚課の職員はそんな時間はなかったと思います。それだけのスタッフもいませんでした。テレビ番組やラジオ番組を四六時中モニターするだけの余裕はなかったです。そういうモニターする機関は東京のアメリカ大使館内のUSIS（アメリカ海外広報局）あたりがやっていたはず。あそこは東京の放送内容をモニターしていたと思いますが、沖縄の放送まではやっていなかったと思います。

——では、民政府が民放番組の内容に関して、指示をすることは全然なかったのですね。

全然ないです。そういう言論統制はあり得なかったと断言できます。そこまで民政府には力はないです。

——それでは、広報局制作番組の素材映像をいくつかみていただきたいと思います。

〔『人・時・場所—八重山にて録画』を観ながら〕八重山民政官府というのがありました。宮古島と八重山の石垣島にそれぞれ民政官府といって、民政府の出先機関が置かれていました。それぞれの機関に陸軍中佐が一人ずつ民政官府長として常駐し、高等弁務官や民政府長官に代わって、宮古なら宮古、八重山なら八重山の民政について地元自治体との接触を図っていました。例えば、台風で学校が被害を受けたときにその復旧や、橋が壊れたときの修理などの際、地元自治体からの資金援助の陳情受け付け窓口がこれら民政官府の役割でした。地元からの陳情を審議し優先順序に基づき、援助額が決められ、お金は高等弁務官資金という米国予算から支出していました。弁務官資金の用途は多岐に亘り、単に台風被害の復旧工事のみならず公民館の新築、上水道の新設、発電機の購入、護岸工事など民政への貢献度は大きく評価されていました。



図1 『人・時・場所—八重山にて録画』より



図2 『人・時・場所—八重山にて録画』より

——先ほど映っていた方は、その中佐なのですね。（図2）

その人は見覚えがあります。八重山民政官府長だった人です。私はあのころ琉米文化会館の担当で、年に何回か、宮古島から石垣島へ行ったりしました。琉米文化会館は5つありまして、石垣島、宮古島、那覇、石川、名護にあったわけです。最初は宮古島と八重山と両方の担当官になり、後に、那覇の民政

府本部へ移って、今度は5つの文化会館をムカイダ課長の下で担当するようになりました。なお、先ほど出てきた中佐は、台風被害の復旧（reconstruction）の話をしていましたね。



図3 『人・時・場所—沖縄のアメリカ人』より



図4 『人・時・場所—沖縄のアメリカ人』より、
キタムラ氏

——懐かしいですか。

そういう絵が出てくるとは、懐かしいです。〔『人・時・場所—沖縄のアメリカ人』を観ながら〕沖縄の三味線をやっているじゃないですか。アメリカの婦人がです。（図5）アメリカの将校夫人クラブというのがありまして、そこで沖縄文化の勉強会をして、アメリカ人のご婦人たちが習ったわけです。民政府特別番組のなかでは、こういうのを紹介していました。裏千家と書いていますね。裏千家のお茶の教室です。（図6）これは沖縄の人に、アメリカ人も日本の文化を勉強しているのですよということを示すためのデモンストレーションです。



図5 『人・時・場所—沖縄のアメリカ人』より



図6 『人・時・場所—沖縄のアメリカ人』より

——この番組を、当時直接観ることはなかったのですか。

先ほど言いましたように、司会ではないですけど、私が、直接、高等弁務官の布令や布告などの説明をするときは観ましたけど、毎週出ているのを、いちいち観る暇がなかったので、こういうのは観ていないです。こういう茶室など、どこで撮ったのか知りませんが、みんな、沖縄のスタッフがやってくれたわけです。

——視聴覚課の職員で撮影し、現像は、OTVなどで行ったと聞きました。

そうでしょう。OTVが放映していましたから。結局、民政府提供のラジオ、テレビ番組というのは、一方では、沖縄の方々に、アメリカの方針を分かりやすく説明する、また一方では、アメリカの人々は、あなた方の琉球文化、日本文化を一生懸命勉強しているのですということ、沖縄の人に見せることによって、お互いの融和感、親近感といいますか、そういうものを醸し出そうとしたのです。今でこそ、日本の文化紹介番組はNHK（海外向け放送）などが年中放送していますが、



図7『人・時・場所—アンガー高等弁務官離島視察』より、左端がキタムラ氏、その隣がアンガー高等弁務官



図8『人・時・場所—アンガー高等弁務官離島視察』より、左から2番目がアンガー高等弁務官、その右隣がサンキー氏

——当時としては珍しいのでしょうか。

当時、アメリカ政府の資金でOTVやRBCのメディアを使って沖縄の人にこれを見せたというのは、大きな意義があると思います。〔『人・時・場所—アンガー高等弁務官離島視察』を観ながら〕これはアンガー（Ferdinand Thomas Unger）弁務官ですね。（図7，8）音声はないですが、映像としては面白いんです。これは、ジョージ・サンキー通訳官です。（図8）沖縄出身の陸軍中佐でした。これも面白い映像ですね。こういう映像があるのですね。何か持ってきました。コカ・コーラを持ってきました。アンガーさんがしゃべっています。これは、公民館かどこかでアンガーさんをお迎えして、アメリカからなにかお土産をあげています。これは副主席です。

——高等弁務官が宮古に来たときに、このように案内や通訳みたいなことをされたのでしょうか。

通訳は、このサンキー中佐がおられたので、私は補助役でした。こういう映像は陸軍側と、民政府も撮っています。民政府のカメラマンが撮って、それを使うか、使わないかは別として、一応記録にとっていました。

——では高等弁務官が視察などに行く際は、大抵、民政府の職員が何人か、撮影のために同行していたのですか。

そうです。これはかつお節ですか。何でしょうか。アンガーさんです。ヘリコプターで帰っていったところ。これも民政府のクルーが撮ったものです。懐かしいですね。木を植えて記念植樹をしました。結局、民政府が映像にしたというのは、なにかのときに使えるからということでしょう。今、思い出しましたが、毎週、番組をつくるということは大変です。だから、こういうので、例えば、高等弁務官が何月何日座間味島に行ったというのを10分くらいにまとめて、OTVかRBCから放映したわけです。すると、沖縄のほかの島の人々が弁務官はこうやって方々に行っているということが分かるわけです。要するに、民政府の仕事ぶりをPRするのが目的の1つだったのです。それで、広報局の予算は、ちゃんと民政府の資料に出ますから、番組制作に年間何百万ドルを使っているということが分かります。そういうのは統計として分かりますけど、こういう末端資料としての映像というのは、なかなか見る機会はありませんでした。

——映像制作にかなりお金を使っていますね。

そうです。アメリカはあのころ、まだ財政的には緊縮予算ではありませんでしたから、ずいぶん、ぜいたくなことをしたわけです。〔『人・時・場所—賑わう琉米親善週間』を観ながら〕これは何ですか。メリーゴーラウンドと書かれています。(図9)



図9『人・時・場所—賑わう琉米親善週間』より



図10『人・時・場所—賑わう琉米親善週間』より

——米軍記念日のようです。(図10)

これはどこの基地か書いていないので分かりませんが、嘉手納か瑞慶覧です。Armed Forces Day というアメリカの軍隊の記念日があるのです。5月の終わりだったのでしょうか。その一環として、沖縄の子どもを乗せて、こういう遊びをやるプレイグラウンドを設けたわけです。米軍が施設を開放してイベントをやったわけです。それに、にわかづくりのメリーゴーラウンドなどをつくるわけです。沖縄の人を入れて、そこでブースをつくってハンバーガーを食べさせたり、軍楽隊の演奏やこういうマーチングバンドを見せたりして、琉米親善行事を行っていました。これは、第296軍楽隊です。今、バンドのマスコット犬が通ったでしょう。あれに軍楽隊の名前が出ていますね。軍楽隊の演奏は沖縄の聴衆から人気がありましたね。

——アイスクリームかなにかを食べています。(図11)

テントの下で美味しそうに食べています。あのころの相場でいえば、コーヒーを1杯5セントで、ハンバーガーが25セントでした。無料ではなかったのですが、場所によってはただで提供していた基地もあったようです。軍用犬のデモンストレーションを見せて、ちゃんと軍用犬を訓練している場面を見せています。(図12) あくまでも米琉親善の一環としてこういうものを行ったわけです。



図11『人・時・場所—賑わう琉米親善週間』より



図12『人・時・場所—賑わう琉米親善週間』より

—こういうのは陸軍と民政府が一緒に開催したのでしょうか。

このような基地解放のオープンハウスはあくまでも米軍側だけの主催です。ただ、民政府としては、基地でこういうことをやりますという宣伝案内は当時の『守礼の光』や『今日の琉球』という雑誌に載せたりしていました。これは何でしょう、沖縄物産ですか。これはまた面白いです。

—PX（米軍基地内売店）で沖縄物産が販売されていたようです。

そうです。沖縄のガラス細工製品を非常にアメリカ人は喜んだのですが、そういうのがPXの中にあったのです。アメリカの将校夫人会があって、沖縄伝統の読谷織や八重山上布、宮古上布など、沖縄の物産をPXの一角で店を設けて、そこで売って、そのお金をチャリティーに、いわゆる慈善基金のために募金したわけです。沖縄にとっては、沖縄の内需といいますか、一種の貿易みたいなものをやっていたのです。このようにオープンハウスには大勢来ていました。軍用船も開放して見学者を歓迎していました。

—琉米文化会館でも手芸品や手工芸品を年に何回か販売していたようですが、PXで行ったことと同じだったのでしょうか。

琉米文化会館が直接、お金をもうけることはできませんでしたが、慈善基金のためという大義名分があれば、文化会館を半日か1日、場所を提供して、地元の婦人クラブ、慈善団体などが、基金募集をしたことがあります。

—なるほど。

これも飛行機にU.S. Air Forceとありますね。これは輸送機ですが、輸送機の中を見せたりして、兵器の公開なども人気がありました。こういうことは今でも、本土の横田基地、厚木基地、横須賀基地、三沢基地、岩国基地なでもやっています。

—沖縄でもやっています。

それから、バンドが演奏会をやったり、ジャズ演奏会もありました。これは地元の人でしょうか。アメリカ人ではないみたいです。那覇琉米文化会館では沖縄交響楽団の創設に協力し、楽団の練習場所を提供したり、楽器の講習会を開いたりしていました。次は「全沖縄高校中校英語弁論会場」。英語弁論大会なども、民政府視聴覚課が取材していました。学生たちのスピーチを審査委員がいて審査するわけです。これはアメリカの将校夫人クラブの人たちとの会です。（図13）琉米親善の場面はたくさんありました。これは私です。ちゃんと映っていますね。（図14）



図13『人・時・場所—賑わう琉米親善週間』より



図14『人・時・場所—賑わう琉米親善週間』より
右奥がキタムラ氏

—このときは通訳をされていたのですか。

アメリカ人と沖縄の方たちとの交流がうまくいくように通訳をすることは度々ありました。

——〔『人・時・場所—第2兵站部隊について』を観ながら〕これは音声付きで、少し面白いです。当時第2兵站司令部（Second Logistical Command）というのが国道58号線に沿った港川のあたりにありました。その司令官の少将（Major General）です。（図15）こういう番組で、司令官自ら日本語で語り、沖縄人従業員に対するお礼の言葉を述べています。私は観ていなかったですけど、今初めて観ました。司令官は沖縄人従業員が勤勉であり技術力も高く、米軍側としては非常に助かっていると評価しています。これは沖縄の人たちにはうれしいことであり、われわれ沖縄の仲間が米軍の基地でいい仕事をしているということを、このような番組でよくわかるわけです。



図15『人・時・場所—第2兵站部隊について』より 図16『人・時・場所—第2兵站部隊について』より

——アメリカ人が日本語で全部言っていました、こういったのは、よくあるのですか。司令官の英文原稿を日本語に翻訳しそれをローマ字に変えて読む形式です。そういうケースはよくありました。そういうのは、普通、沖縄人スタッフが用意していました。これは、洗濯部の中でしょうね。米軍の制服にアイロンをかける作業の紹介です。これは事務所です。先ほどの第2兵站部の沖縄人従業員の勤務ぶりを紹介している場面ですね。（図16）

——座談会形式の番組の途中で使う、インサートフィルムが結構あります。IBMは当時使われていた電気タイプライターですね。「Tape Library」と書いてあります。これだけのTape Libraryが第2兵站部にあったことがわかります。本当にちゃんとしたTape Libraryを見せていますけど。これは第2兵站部隊の司令部があるところです。これが第2兵站部のロゴマークです。運送部（transportation）の建物も映しています。そういうふうにして、先ほども言いましたけど、民政府の番組はアメリカ軍の存在を沖縄の人によく知ってもらおうと同時に、沖縄従業員の仕事場がアメリカ軍によってこのように提供されている現場、つまり一種の軍需産業の実状を紹介しています。これは那覇軍港でしょう。沖縄の基地に対する依存度は、昔はもっと高かったのですが、沖縄の基地のもたらす軍需産業に依存する割合は次第に減ってきていると言えます。しかし、ご存じのように軍用基地代すなわち基地の使用料というものを今は日本政府が払っているわけで、それが相当な額になっています。私の知人が、那覇軍港の半分近くを所有する地主でした。彼の先祖が昔、鹿児島から来て、那覇港付近の土地を買っていたのです。沖縄戦が始まって、那覇港の一部が那覇軍港として接収されて、毎年何百万ドルと地代が入ってくることになりました。彼は、何も仕事をしなくても寝て暮らしていけるのは軍用地料のおかげだとよく言っていました。このような例は他にもたくさんあるといわれています。

——準備した映像はここまでです。映像はまだ入手していませんが、1970年に放送された番組で愛楽園を取り上げたものがあり、何かの手違いで映りたくなかった患者が映ってしまったというアクシデントがあったようですが、ご存知でしょうか。

1970年は私がまだ視聴覚課を担当していない時でしたから存じていません。国立ハンセン病療養所沖縄愛楽園は、住所は名護市にありますが、1938年創設当時は国頭郡屋我地島が住所でした。今は立派な橋ができていますが、当時は孤島なので沖縄本島との間は船で往復していました。私は、愛楽園の開園式に父に連れられて子どものときに行っているのです。子ども心にも印象に残っています。その愛楽園の建設基金募集にキリスト教の牧師や仏教の開教師がハンセン病患者の救済運動に大きく関わり、官家の秩父官家と三井財団が療養所の建設資金を出した経緯があります。三井財団や秩父官妃殿下の御下賜金というのですが、今でいう国のお金をもらって愛楽園をつくったのです。なお、宮古島には南静園（国立療養所宮古南静園）が後に作られて、沖縄にはハンセン病療養所が二ヶ所にあります。当時はらい病といいましたが、患者さんたちは不当な偏見、差別を受けていました。うちの教会の庭によく、患者さん達が来ていまして、母がおにぎりをつくって渡したりしていました。当時、キリスト教界の人々は、いわゆるホームレスになっていた患者さんを助けていました。どこも収容するところがない頃の話です。この1970年の番組のことは知りませんが、歴代の高等弁務官は夫人同伴で愛楽園や南静園を訪問し、患者さんと握手していました。アメリカでは、ハンセン病はうつらない、皮膚感染はしないという社会通念があったせいか、高等弁務官も奥さんも何らためらうこともなく握手したことに、患者さんも感激していた情景は私自身目の当たりにしています。

—話は変わりますが、今、日米合作映画についても調査をしております、その過程でキタムラさんが民政府にいたところに、沖縄でロケが計画されていた作品にかかわられたことがあったことがわかりました。例えば『太陽は撃てない』という作品です。

同じ映画だと思いますけれど、大映がつくろうとしたのです。その記録がよく残っていましたね。村山（三男）監督がその監督でした。

—脚本が残っていました。

そうですか。田宮二郎と京マチコの配役も決まっていました。

—監督やスタッフは脚本にありましたが、配役までは載っていなかったのが初めて知りました。

私は田宮二郎にも会っています。京マチ子には会えませんでした。大映の社長室まで行っています。そして、永田（雅一）大映社長にも会っています。結局ベトナム戦争が激化したので、アメリカ軍の協力が得られないということで、制作は中止になりましたが、村山監督にも会っています。この台本の原作は宮城嗣吉さんという琉球方言劇をやっていた沖映劇場の社長です。その宮城さんが戦争中の経験で、自分たちは壕の中に隠れていたけれども、沖縄出身の2世の軍人が、沖縄語、ウチナーグチで、出てこい、出てこいと言ったので、壕から出てきてアメリカ軍の捕虜になったけど命は助かったという実話です。私は、民政府の一種のメッセンジャーとして、休暇かなにかで日本へ行くときに、ついでに大映に行ってくれというので行きました。田宮二郎さんのアポイントメントは宮城嗣吉さんが全部アレンジしたのです。宮城さんはなぜ口が利くかといいますと、大映の永田社長と親しくて大映のフィルムを沖縄に配給してもらって自分の劇場で上映したのです。その宮城さんが、沖縄戦で自分が助かったことを映画にしようということで、大映に映画製作の話を持ち込んだわけです。

—宮城さんも一緒に大映まで行かれたのですか。

一緒に行きました。村山監督などと一緒に、すごく敏待されまして、鰻井かなにかを食べたことを覚えていています。原作を書いて、脚本もできて、監督も決まったし、撮影に取りかかる段階でしたが、あいにくその頃にベトナム戦争が激しくなり、米軍側の協力が得られず、結局、製作は幻に終わったのです。宮城さんが一番残念がっていました。

—やはり、あれは米軍の協力がないと撮れない映画ということだったのですね。

そうです。米軍の協力なしでは製作は難しかったです。あれは、復帰が決まる前でした。そのあと、ハリウッド映画の『グリーン・ベレー』という陸軍特殊部隊を描いた戦意昂扬映画のロケが沖縄でありました。その映画の主演に西部劇のスーパーヒーローだったジョン・ウェインが選ばれて、撮影の為沖縄に来ていました。その時、ジョン・ウェインが内外記者会見をやるというので、私が、たまたま通訳

を頼まれました。ジョン・ウェインと写っている写真を今でも持っています。彼は2メートル近い大男で握手したとき、彼の手がまるで野球のグローブみたいだったことが印象的です。

——沖縄にいたころ、映画館には行かれましたか。

映画館で思い出しましたが、宮城嗣吉さんが沖縄映画協会の会長だったお陰で私にパスをくれたのです。どこの映画館でもただで入れるパスがあったものですから、しょっちゅう観ていました。國映館というのが主に外国映画上映館でしたけれど、例えば『第三の男』とか『望郷 (Pépé le Moko)』など往年の名画が観られました。要するに、フランス映画、イタリア映画、ドイツ映画など、それも、一般上映ではなくて、朝だけです。つまり、一般受けしない、クラシック映画ファンしか興味のない、そういう人のために、日曜日の朝とかに2時間だけ國映館で上映するわけです。それには琉大の先生とか高校教師など、いわゆる沖縄のインテリが300人か500人ぐらい見にくるわけです。そこには一般のミーハーは来ないのです。沖縄の映画館は狭かったですが、ほかに娯楽機関がない時代ですし、沖縄の映画館の思い出は、宮城さんとの出会いとも重なって、いい思い出です。

——琉米文化会館でも映画の上映をやっていたと思いますけれども、USIS (アメリカ合衆国広報文化交流庁海外支局) からの映画は人気があったのでしょうか。

人気がありました。当時はまだテレビが普及していませんし、映画館だって、場所によってはそんなにたくさんあるわけではありません。だけど、琉米文化会館に行けば、USIS 提供のアメリカの生の文化が映像で見られるわけです。われわれは、映写会を文化会館の中でもやりましたし、雨の降らないときは公民館広場や校庭でも上映しました。琉米文化会館の主な行事の1つに、いわゆる outdoor movie showing というのがあり、その野外上映には何百と人が来るのです。離島にまで行って上映していました。

——そういう上映をするのは文化会館の職員ですか。

職員です。館員十何人のうち、映写担当者が3~4人いました。

——上映する映画を選定するのも、その職員ですか。

そうです。先ほども触れましたが、USIA (アメリカ合衆国広報文化交流庁) はアメリカ国務省の外局つまり付属機関であり、その海外支局が USIS であり、日本では東京のアメリカ大使館内にあります。本部の USIA が制作した数多くの映画は一冊のカタログに記載されており、琉米文化会館課はこのカタログの中から借用したい映画を選ぶのです。そうして送られてきた映画を各文化会館に配分する仕組みになっていました。結局フィルムは5つの文化会館で使い回されたのち、最終的には東京の USIS に返却されていました。ただ、時々 USIS から古くなったフィルムの無料供与があって、文化会館の所有物となったこともあります。

——東京から送られてきたフィルムを、沖縄の5つの文化会館に分けていたのですね。

はい。配分というより使い回しですね。また時には、文化会館職員からの特別リクエストで、人気のある有名なアメリカのオーケストラやオペラなどクラシック音楽の映画を USIS から取り寄せることもありました。このフィルムがあったら送ってくださいとか、ケネディー大統領の映像があったら送ってくださいとか、USIS とは臨機応変に調整を行っていました。

——そういうふうにリクエストをしたら、だいたい応えてくれたのですか。

そうです。USIA のフィルムカタログは分厚いもので、アメリカ文化を海外に紹介するのが本来の目的ですから、あらゆる分野のフィルムが網羅されていました。例えば、芸術だけでも音楽、絵画、建築、文学と言ったように多様性に富んだ選択肢がありました。ただ、たまには、人気のある映画とか万人受けのする映画などは順番待ちでフィルムの配給が遅れることもありました。たとえば、このフィルムは神戸のアメリカ文化センターに行っているから、神戸から戻ってきてから沖縄に渡しますとか、ポピュラーなフィルムは、そういう順番待ちということがありました。当時はほとんどが 16mm フィルムでし

て、BELL&HOWELLの映写機がよく使われていました。最近ではキヤノンとか日本製が多いですが、あの当時は16mmという、ほとんどBELL & HOWELLでしたね。

—その映写機も時々、新しいものに買い替えたりしましたか。

古くなったら、どんどん、次のものが来ました。運搬に便利な映写機ですが、米軍の野外用で非常に堅牢です。つまり、市販用とは違う、BELL & HOWELLが米軍特製用につくった、野外用の映写機でした。その払い下げがありましたので、それを各文化会館に配給しました。そして、今週はどここの公民館に行こう、来週はどこへと、移動上映をしたのです。琉米文化会館案内というガイドブックみたいなものを各文化会館でうまくつくって、展示会の案内や新しく入った蔵書案内や野外映写会のスケジュールなどを載せていました。それを毎月配るので、そのリストを見ながら、何月何日どここの公民館で映写会をやるとわかると、大勢集まります。日が暮れるのを待ってやるのです。雨が降ってきたら途中でやめて雨が止むのを待つこともありました。野球のナイターみたいなもので、USIS提供のフィルムは、ものすごく受けました。

—これは復帰まで、ずっとやっていたのですね。

そうです。復帰前の1971年も1972年もやっていました。当時、離島でもだいぶ、テレビが普及してきていましたが。

—USISとは別に、普通の日本の商業映画や図書に対して、何か規制をすることはあったのですか。ないです。要するに、沖縄の映画館に対してアメリカ政府は一切、規制はしていません。

—本などに対しても、全然しないのですか。

私たちは規制する権利はなかったです。当時すでに沖縄にも大型の書店が出来て、どんどん、日本から本が輸入されてきていますが、それに対して一切規制はなかったです。

—琉米文化会館に入れるものに対しては選定したのですよね。

琉米文化会館に納入する本は、ある程度、目を通しました。琉米文化会館の職員が、予算のなかから、こういう本を入れたいと、それに対して、一応目を通して、必ずしも民政府としては必要ないと思えば、この本はやめようということは、図書部の職員と話し合っ、彼らも分かっていますので、反米的なものは、もちろん論外ですし、何のわだかまりもないので、それほど規制したとか、規制しないというケースは無かったです。むしろ、予算の問題で、これは高いから買わないでおこうとか、これは来月に後回しにしようということはありませんでした。しかし、思想統制的なものは一切なかったです。

—琉米文化会館の案内で、シンシナティシンフォニーのコンサートが、結構、大々的に宣伝されていました。

この交響楽団は米軍の慰問団として沖縄に来たのです。USOという海外派遣慰問団体が有名芸能人とか音楽グループなどを海外米軍基地に派遣して将兵の慰問を行うのです。それが、ビング・クロスビー (Bing Crosby)とか有名なハリウッドの映画俳優であったり色々でした。日本も戦争中、日本軍が芸能人を動員して、海外の日本軍基地で歌謡ショーや、落語家や漫才の演芸会などで軍人たちを慰問したのです。それと同じようにUSOという半民半官の団体がアメリカにあって、それが米軍慰問団としてシンシナティオーケストラや、いろいろな芸能人を海外基地に送り込んだのです。その一環でシンシナティオーケストラは来たわけです。

—基地内の体育館で行われたようです。

そうです。あの時は瑞慶覧体育館が2,000人ぐらい入る大きさなので、何とか公演できました。ただし、体育館ですから音響効果も悪く、椅子も移動式で座り心地もよくない欠点がありましたが、なにしろ著名なオーケストラの演奏が生で聴けるというので沖縄のクラシック音楽ファンがわんさと来ましたね。画期的イベントでした。

—そういう文化イベントをテレビ番組で使う、あるいは宣伝することがありましたか。

それは、おそらく、視聴覚課が公演を撮ったかもしれませんが。それを OTV あたりで一部放映したかと思えます。

—そういうイベントはよく行われていたのですか。

このような大規模の音楽公演などは数多くは行われていません。米軍主催の行事に沖縄の聴衆も招かれると言った程度でしたから。USO ショーは 本来は米軍の慰問に来たのであって、沖縄の人のために来たのではないのです。ただ、民政府のお金で、オーケストラの指導者を招聘したことがあります。ホノルルシンフォニーのジョージ・バラティという有名な指揮者がいました。彼を民政府が招聘して、沖縄交響楽団の為に音楽講習会を開いたことがあります。それと、例えば、沖縄のガールスカウト、ボーイスカウトの育成に民政府は尽力しました。そのときにアメリカのボーイスカウト、ガールスカウトのリーダーを招聘して指導者養成講座や救急治療指導などを行なっています。スカウト活動の詳細が書かれたスカウトハンドブックも民政府のお金で英語から日本語に翻訳されました。この翻訳は本土に先駆けてやったのではないのでしょうか。

—ボーイスカウトは川平朝申さんも関わっています。

あのかたは沖縄ボーイスカウトの生みの親、功労者です。

—民政府の番組にも出てきます。

アメリカ政府が沖縄でやった功罪、いい点と悪い点とありますけど、私にいわせればいい点が多かったと思えます。例えば、沖縄の医学は本土に先駆けて、救急医療がすごく発達しました。それから、アメリカの医学、看護学の最先端を琉球大学の医学部や中部病院などがハワイ大学の医学部に学んだという点が、特筆大書されるべきだと思います。それ以前に、ハワイ大学の農学部へヘンリー・ナカソネという沖縄系の農学博士がいましたが、パイナップル、マンゴー、砂糖キビなどの品種改良や増産方法を普及するために彼を沖縄に招いて、農業試験場を中心にして指導を行いました。つまり、民政府は国民指導員や留学生を多数アメリカに送っただけでなく、アメリカからも各分野の専門家を招いて沖縄の産業振興、経済復興などを図ったのです。文化会館がそういう専門家や指導者の講演会の場所を提供していました。それこそ、ホノルルシンフォニー指揮者のジョージ・バラティさんなどが琉米文化会館で音楽講座を開き、琉大の音楽関係者や沖縄交響楽団のメンバーなどにオーケストラや合唱の指揮法、オペラの講義など有益な指導をされていました。那覇琉米文化会館では那覇混声合唱団の結成に尽力し、年末恒例のヘンデルのオラトリオ「メサイア」の演奏会を米軍側コーラスと共催できるほどに成長させました。今ではベートーベンの第九は珍しくなくなっていますが、当時はまだ第九はやっていませんでした。クリスマスのシーズンになると、琉米合同のオラトリオ「メサイア」を公演する際にはオーケストラは沖縄交響楽団がやっていましたが、沖縄にはまだいい独唱者がいなかったのも、テナー、バス、ソプラノ、アルト、みんなアメリカ人のプロ並みの歌手がやっていました。私ごとで恐縮ですが、家内がオルガン奏者だったのでオルガンの伴奏をして手伝っていました。

—そのような文化交流を文化事業課が率先して行い、視聴覚課がそれを宣伝していたのですね。ところで、キタムラさんが以前「揺れる沖縄の心」（『季刊沖縄』第9号、1998年）というエッセイで、「アメリカが善政を敷こうとしても沖縄の人の心は変えられなかったのでは」とコメントされていたのが印象に残りました。

それは復帰のことですね。つまり、復帰の心というのはアメリカ側ではどうしようもできなかったのです。今になって沖縄独立論というのが、またまた出ているでしょう。あのころ仲宗根源和という論客がいました。沖縄は大和に帰るべきではない、沖縄は独立すべきだという独立論を提唱していました。私にしてみれば、沖縄の人にとっては、薩摩にいじめられたり、明治政府に抑圧された歴史的認識があっても、独立する自力は欠けていました。ハワイでも一時期、ネーティブハワイアンが、アメリカ合衆国から独立しようという運動があったのですが、結局は夢物語で終わりました。同様に、沖縄独立論は心情的には理解できる一面もあるかもしれませんが、現実的には難しいのです。私がエッセイに書いたのは、沖縄の人の心の底には、やはり、本土に対する思いがあり、つまり、アメリカがいくら善政を敷

いたとしても、結局はそこにはなじまないのです。戦後、国際結婚で、軍人花嫁といってアメリカ軍人と結婚していった人が、あとでいろいろ苦勞していますけど、結局、どこかで、生まれ故郷も違うし、言葉も違うし、ものの考え方も違うし、カルチャーショックも多いし、そういう混在した流れのなかでは、国際結婚というのは、なかなか難しいとよくいわれます。沖縄の場合も、いくらアメリカが高等弁務官資金などでいろいろなお金を出したり、ガリオア資金で留学生を送ったりしても、やはり沖縄全体の心のなかでは大和のほうがいいという、その心情というのは簡単には抜けきれないと思います。私は、それを察して書いたのです。今でこそ、日の丸や君が代はどうでもいいという人が、沖縄にもいますが、屋良朝苗さんのようなある意味で国粹主義者みたいな、教育者としての代表的な人が、沖縄は日本に帰るべきだと強く主張してきたのも頷けます。ああいう屋良さんみたいな人を見ていると、私は、やはり、沖縄を日本に返すほうがナチュラルであると、自然であると思っていました。あれを、無理に返さないでいると、もっとコザ騒動みたいな反米運動が起きたと思うのです。だから、アメリカが善政を敷こうとしても、いくら、いい弁務官が来て、いいことをやろうとしても、限りがあるわけです。沖縄の人にとっては、なんだかんだといっても、やはり、日本に復帰したことは良かったはずですが、ただ残念なことには、沖縄には基地が多すぎて、その基地を本当は、本土復帰とともに減らすなり撤退すべきだったかもしれないけれども、あの当時は東西冷戦時代がまだ終わっておらず、アメリカ国防総省としては沖縄基地の戦略価値を見限るわけにはいかなかったのです。

——いろいろあると思いますけど、民政府で働いて、一番印象に残っていることは何でしょうか。

アメリカが沖縄を統治する代表機関が民政府でしょう。その一員として、沖縄のために何らかのことをしたいという、つまり、私はアメリカ人として、アメリカの公務員だけでも、心のなかでは半分沖縄人みたいな気持ちで、私のやること、なすことが、沖縄のためになるようなことを、いつも第一義に考えていたのです。アメリカと日本、沖縄という、いわば二つの祖国を持った日系二世の宿命みたいなものです。ここで思い出したのですが、私のハワイ大学の同窓生に國弘正雄という著名な同時通訳者がいましたが、彼は三木（武夫）外務大臣、のちの総理大臣の秘書をやり、後年、社会党の参議院議員にもなった男ですが、通訳をやる時の苦勞話をよく語っていました。通訳をする時、心が二分される気がする。日本語を英語に訳す際、つい余分な英語を付け加えて、日本語の余韻みたいな部分までも斟酌してしまうのだというのです。三木さんの通訳をする場合、三木さんの本音を、三木さんが言っていないけれども、三木さんの心を察して、つい、英語で余分な言葉を加える時がよくあったそうです。それを新聞記者から、國弘氏は批判されたことがあるのです。彼は三木さんの発言を通訳していないではないかと、三木さんの言葉ではなくて、彼は自分の言葉で三木さんの気持ちを伝えているということで、批判されたのです。私も彼と同じような心情で、二つの言語を操るとなると、どうしても言葉の裏にこもった本音というか真意みたいな部分までを付け加えて善意の橋渡しをやってしまうわけです。通訳者の務めは辞書的に正確でなければならないのですが、表面上言葉は縦のものが横になり横のものが縦になるだけでは収まらないのです。通訳を必要とする二者の間であって両者の理解を深めるために通訳者が余分な付度をすることは通訳道の邪道かもしれませんが100パーセントの理解を全うするという大義名分があるならば、許容範囲内で黙認できると思いたいのです。純粋に言語学的には違反だったかもしれませんが、英語にも日本語にも意識という言葉があるように、やはり、通訳、翻訳というのは単に字面どおりの dictionary translation とか literal translation と言われる直訳ではなくて、意識といいますか、allegory（寓諭）や metaphor（隠喩）など、いろいろな要素が加味されてこそ、初めて生きた言語になるのです。ですから、直訳というのは言葉の羅列に過ぎないと思います。ただ、字面を英語から日本語に、日本語から英語になおしたぐらいでは血が通っていないのです。國弘氏は優れた学術書もたくさん書いていますが、彼は血の通った言語を操る言葉の達人であったと敬服しています。単に直訳をするだけならば、今はやりの人工知能（artificial intelligence）、AIで済むのです。要するに人間というのは、完全に英語や日本語を操るといっても、結局、文化的な判断力や背景がないと完璧な翻訳や通訳はできないということなので、安易にAIに任せるわけにはいきません。

——アメリカ、日本、沖縄の文化に精通したキタムラさんならではのお仕事ぶりがよくわかりました。沖縄の心が揺れていただけでなく、キタムラさんの心も揺れていたのですね。長時間にわたり貴重なお話を聞かせていただき、大変ありがとうございました。

註

1 『国語学』第41輯（1960年8月30日発行）。『国語学』は創刊号（1948年）から国立国語研究所のデータベースで公開されている。キタムラ氏の論文は以下のサイトからダウンロードできる。
https://www.jpling.gr.jp/kikansi/k_soumoku/k_soumoku_041_060/.

謝辞

本研究は JSPS 科研費（17K02060, 16K02319）の助成を受けたものです。キタムラ氏をご紹介していただいたピクター・オーキム氏、横山學氏、古波蔵剛氏に御礼申し上げます。

Abstract

An Interview with Mr. Samuel H. Kitamura: How He Became Involved in the Production of TV Programs and Films at the Public Affairs Department of the United States Civil Administration of the Ryukyu Islands (USCAR)

Risa Nakayama

Integrated Arts and Sciences, National Institute of Technology, Okinawa College

Mr. Samuel H. Kitamura worked at the Public Affairs Department of the United States Civil Administration of the Ryukyu Islands (USCAR) from 1959 to 1972, the latter half of the US rule of Okinawa after WWII. He was at first the officer in charge of the Ryukyuan-American Cultural Center (the Information Center), Miyako and Yaeyama branches, and then transferred to the main office in Naha. He was simultaneously assigned to another post, the acting chief of the Audio-Visual Division of PAD when the USCAR's restructuring was taking place soon before the reversion. In this interview, conducted in Torrance, California on September 13, 2016, Mr. Kitamura, while watching the video images of the old TV programs, talked about how he became involved in Okinawa and USCAR and what it was like to work at USCAR using his language skills and bicultural background.

曲面上の測地線としての最速降下曲線

森田 正亮

総合科学科

要旨

粒子がポテンシャル中を運動するときに、ある二点間を最短時間で結ぶ「最速降下曲線」を曲面上の測地線と見なすことはできるか? という問題について考察する。共形平坦な計量を持つ2次元リーマン多様体での測地線と見なせることは直ちに分かるが、その多様体を3次元空間 \mathbf{R}^3 に埋め込むことができるかどうかは自明でない。そこで、回転面という条件の下で曲面を構成することを試み、ポテンシャルと構成された曲面の関係を明らかにする。また、極小曲面の場合に埋め込み可能であるための条件について議論する。

キーワード: 微分幾何, リーマン多様体, 曲面, 埋め込み

1 序論

一様な重力場中にある粒子が二点間を滑らかな曲線に沿って運動するときに、「かかる時間が最短となるのは、どのような経路をとるときか?」という問題は「最速降下問題」と呼ばれ、数学と物理が交差する有名な問題である。大学レベルの講義においては「変分法」の開発のきっかけとして紹介され、高校レベルの講義であれば、この問題の解答が「直線」ではなく「サイクロイド曲線」であるという点がよく取り上げられる。例えば、全国物理コンテスト「物理チャレンジ」において、変分法を知らなくても光の屈折に関するスネルの法則を連続的に考えることにより、最速降下曲線がサイクロイドとなることを導出できる、ということを題材とした出題がされている [1]。これは17世紀にヨハン・ベルヌーイが問題として提示した際、彼が予め用意していた解法の一つとして知られている。300年余りの歴史を持ち、問題としてはすでに古典的なものであるにも関わらず、未だに様々な一般化、例えば非一様な重力場の場合 [2, 3] や摩擦力・速度に比例する抵抗力が働く場合 [2] などとも試みられていて、根強い人気のある問題である。近年は最適制御の文脈で考察されることもある [4, 5]。

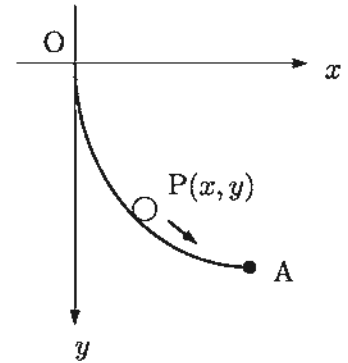
ところで、著者のような一般相対論を研究分野とする者にとって、最短時間の経路と聞くと「測地線」が自然に想起される。最速降下曲線は何らかの意味での測地線なのではないだろうか? という疑問が沸く。しかし、通常的最速降下問題において考えている力学はニュートン力学であって、一般相対論的な力学ではないから、一般相対論的な力学における粒子の測地線とは見なせないだろう。粒子が運動する時空が重力の影響で曲がっているわけではないし、粒子はある曲線上に拘束されているので、働く力は重力だけでもない。したがって、一般相対論における粒子が描く測地線(ローレンツ多様体上の時間的測地線)ということではなく、ある正定値計量を持つリーマン多様体における測地線として考察することになり、そ

れは一般相対論においては(同期化された基準系での)光的測地線に相当する。この後すぐに分かるように、最速降下曲線は、実は共形平坦な計量を持つ2次元リーマン多様体における測地線と見なすことができ、このことは微分幾何の教科書でも取り上げられている(文献[6], pp.192-195)。では、その2次元リーマン多様体は3次元空間 R^3 内のどのような曲面で表されるだろうか? これは一種の「等長的埋め込み」の問題、つまり「共形平坦な計量を持つ2次元リーマン多様体を R^3 に等長的に埋め込むことはできるか?」という問題である。一般に2次元リーマン多様体を R^3 に等長的に埋め込むことは、局所的には常に可能であることが知られている(文献[7], pp.119-120)。しかし、ここで考えたいのは全体を埋め込むことが可能かどうかということであり、この点についてナッシュの埋め込み定理によると、十分高い次元のユークリッド空間には等長的に埋め込み可能であるが(文献[7], p.121)、今の場合はこれに当てはまらないため、常に埋め込み可能とは限らない。では、どのような場合に埋め込み可能となるだろうか? また、埋め込み可能な場合、ポテンシャルと曲面の間にはどのような関係があるだろうか? この点を明らかにすることが本稿の目的である。

2 最速降下問題

まず、最速降下問題について説明する。図のように、原点 O から点 A までを単位質量の粒子が重力を受けながら行う運動を考える。重力は y 軸の正の方向に一律に働いていて、重力加速度の大きさを g とする。この g は場所によらない定数である。原点 O における粒子の速度をゼロとすると、エネルギー保存則より

$$U_O = \frac{1}{2}V^2 + U_P \quad (1) \quad \text{図1 重力場中の粒子の運動}$$



が成り立つ。ただし、 U_O と U_P はそれぞれ原点 O と経路上の点 $P(x, y)$ におけるポテンシャルを表し、 V は点 P における粒子の速さを表す。

一様な重力場においては $U_O - U_P = gy$ となるので、式(1)より $V = \sqrt{2gy}$ となる。点 (x, y) から点 $(x + dx, y + dy)$ に至る微小距離を $d\ell$ とすると、原点 O から点 A に至るまでにかかる時間は

$$T = \int_0^A \frac{d\ell}{V} = \int_0^A \sqrt{\frac{dx^2 + dy^2}{2gy}} = \int_0^A dx \sqrt{\frac{1 + y'^2}{2gy}} \quad \left(y' := \frac{dy}{dx}\right) \quad (2)$$

と表すことができる。この時間 T が最小となるのは、粒子がいかなる経路をとるときか、その経路 $y = y(x)$ を求めよ、というのが最速降下問題である。ここで、式(2)の最右辺における被積分(汎)関数を $L(x, y, y')$ とおくと、式(2)の T が最小となるための必要条件は、変分法の教えるところにより、オイラー・ラグランジュ方程式

$$\frac{\partial L}{\partial y} - \frac{d}{dx} \frac{\partial L}{\partial y'} = 0 \quad (3)$$

で与えられる。この式に $L = \sqrt{(1 + y'^2)/2gy}$ を代入して得られる微分方程式を積分すると、サイクロイドの式が現れ、最速降下曲線はサイクロイドとなることが導かれる。(例えば文献[8]を参照。)

一方, 式 (2) において

$$T = \int_0^A \sqrt{\frac{dx^2 + dy^2}{2gy}} =: \int_0^A ds \quad (4)$$

と考えると, この T を最小にする必要条件は計量

$$ds^2 = \frac{1}{2gy} (dx^2 + dy^2) \quad (5)$$

を持つ 2 次元リーマン多様体上の測地線方程式で与えられる, と考えることもできる. 本稿では従来の問題を少し一般化し, 原点 O での粒子の速度を最初からゼロとはせず V_0 とし, また非一様な重力場も扱えるようにポテンシャルについて $U_0 - U_P =: \Phi(x, y) > 0$ とする. このとき計量 (5) は

$$ds^2 = \frac{1}{V_0^2 + 2\Phi} (dx^2 + dy^2) \quad (6)$$

と一般化され, この計量に対する測地線方程式は, $E(x, y) := (V_0^2 + 2\Phi)^{-1}$ として

$$\frac{d^2x}{ds^2} + \frac{E_x}{2E} \left(\frac{dx}{ds}\right)^2 + \frac{E_y}{E} \frac{dx}{ds} \frac{dy}{ds} - \frac{E_x}{2E} \left(\frac{dy}{ds}\right)^2 = 0 \quad (7)$$

$$\frac{d^2y}{ds^2} - \frac{E_y}{2E} \left(\frac{dx}{ds}\right)^2 + \frac{E_x}{E} \frac{dx}{ds} \frac{dy}{ds} + \frac{E_y}{2E} \left(\frac{dy}{ds}\right)^2 = 0 \quad (8)$$

となる. 添字の x, y はそれぞれ x, y での偏微分を表す. ところで, この場合の対応するオイラー・ラグランジュ方程式は, 式 (3) で $L = \sqrt{E(1+y'^2)}$ とすることにより $2Ey'' = (E_y - E_x y') (1 + y'^2)$ となり, さらに

$$\frac{d}{dx} \left(\frac{E}{1+y'^2} \right) = E_x \quad (9)$$

とできるが, これは当然ながら測地線方程式から導くこともできる. 実際,

$$E^2 \left(\frac{dx}{ds}\right)^2 = \frac{E}{1+y'^2} \quad (10)$$

であることに注意すると, 式 (9) の両辺に dx/ds をかけた

$$\frac{d}{ds} \left[E^2 \left(\frac{dx}{ds}\right)^2 \right] = E_x \frac{dx}{ds} \quad (11)$$

は測地線方程式 (7) と実質的に同等であることが示される.

ここで, 従来の最速降下問題では $E = 1/(2gy)$ であるから, 式 (9) を積分することにより

$$y'^2 = \frac{\text{const}}{y} - 1 \quad (12)$$

という, サイクロイドを導く微分方程式が得られる. また, 他の例として $E = 1/y^2$ の場合は,

$$y'^2 = \frac{\text{const}}{y^2} - 1 \quad (13)$$

となり, これは円 (弧) を導くが, このことはポアンカレ計量 $ds^2 = (1/y^2)(dx^2 + dy^2)$ に対する測地線が円 (弧) となる, というよく知られた事実と符号する.

3 曲面の微分幾何の基礎

ここで、次節以降に用いる曲面の微分幾何に関する基本事項をまとめておく。この辺りのことについては微分幾何の入門的な教科書 [6, 9] が参考になる。この節での記述は基本的に教科書 [9] に従っている。 $(u, v) \in D \subset \mathbf{R}^2$ とし、写像 $p: D \rightarrow \mathbf{R}^3$ により曲面がパラメータ表示されているとする。この曲面に対する第一基本形式は

$$I = dp \cdot dp = E du^2 + 2F du dv + G dv^2, \quad (14)$$

ただし $E := \mathbf{p}_u \cdot \mathbf{p}_u$, $F := \mathbf{p}_u \cdot \mathbf{p}_v$, $G := \mathbf{p}_v \cdot \mathbf{p}_v$ (添字の u, v はそれぞれ偏微分 $\partial/\partial u, \partial/\partial v$ を表す), 第二基本形式は

$$II = -d\mathbf{p} \cdot d\mathbf{e} = L du^2 + 2M du dv + N dv^2, \quad (15)$$

ただし $\mathbf{e} := (\mathbf{p}_u \times \mathbf{p}_v)/|\mathbf{p}_u \times \mathbf{p}_v|$ は \mathbf{p}_u と \mathbf{p}_v がつくる接平面の単位法ベクトルで、

$$L := -\mathbf{p}_u \cdot \mathbf{e}_u = \mathbf{p}_{uu} \cdot \mathbf{e}, \quad M := -\mathbf{p}_u \cdot \mathbf{e}_v = -\mathbf{p}_v \cdot \mathbf{e}_u = \mathbf{p}_{uv} \cdot \mathbf{e}, \quad N := -\mathbf{p}_v \cdot \mathbf{e}_v = \mathbf{p}_{vv} \cdot \mathbf{e} \quad (16)$$

として与えられる。上の L, M, N の定義 (16) において各式の最後の等号は $\mathbf{p}_u \cdot \mathbf{e} = 0, \mathbf{p}_v \cdot \mathbf{e} = 0$ を偏微分した式から従う。以上の E, F, G, L, M, N を用いて、曲面のガウス曲率 K と平均曲率 H は

$$K = \frac{LN - M^2}{EG - F^2}, \quad H = \frac{EN + GL - 2FM}{2(EG - F^2)} \quad (17)$$

と表される。平均曲率 H が全ての点でゼロであるような曲面は「極小曲面」と呼ばれ、その性質が詳しく調べられている [10].

後の便利のため、第一基本形式 (14) で $E = G, F = 0$ とすると、

$$I = E (du^2 + dv^2) \quad (18)$$

となる。このような第一基本形式を持つ座標系 (u, v) は「等温座標系」と呼ばれている。曲面のガウス曲率 K は「ガウスの驚異の定理」により、 E, F, G のみで表すことができるが、特に等温座標系の場合は

$$K = -\frac{1}{2E} \left(\frac{\partial^2}{\partial u^2} + \frac{\partial^2}{\partial v^2} \right) \ln E \quad (19)$$

となり、また平均曲率は $H = (N + L)/2E$ と簡単になる。

次に、回転面について整理する。 \mathbf{R}^3 の (x, z) 平面上に曲線 $\{(x, z) \mid x = f(u) > 0, z = h(u)\}$ を考え、これを z 軸の周りに回転すると

$$\mathbf{p}(u, v) = (f(u) \cos v, f(u) \sin v, h(u)) \quad (20)$$

によって与えられる。「回転面」と呼ばれる曲面が得られる。この回転面に対し、第一および第二基本形式はそれぞれ

$$I = (f_u^2 + h_u^2) du^2 + f^2 dv^2, \quad II = \frac{f_u h_{uu} - f_{uu} h_u}{\sqrt{f_u^2 + h_u^2}} du^2 + \frac{f h_u}{\sqrt{f_u^2 + h_u^2}} dv^2 \quad (21)$$

となるが, ここでパラメータ u を $f_u^2 + h_u^2 = 1$ となるように選ぶと

$$I = du^2 + f^2 dv^2, \quad II = (f_u h_{uu} - f_{uu} h_u) du^2 + f h_u dv^2 \quad (22)$$

と簡単化でき, またガウス曲率と平均曲率はそれぞれ

$$K = \frac{h_u}{f} (f_u h_{uu} - f_{uu} h_u), \quad H = \frac{1}{2} \left(\frac{h_u}{f} + f_u h_{uu} - f_{uu} h_u \right) \quad (23)$$

となる. さらに, $f_u^2 + h_u^2 = 1$ とこれを微分して得られる式: $f_u f_{uu} + h_u h_{uu} = 0$ から

$$(f_u h_{uu} - f_{uu} h_u) h_u = -f_{uu} \quad (24)$$

とできるので,

$$K = -\frac{f_{uu}}{f}, \quad H = \frac{1}{2} \left(\frac{h_u}{f} - \frac{f_{uu}}{h_u} \right) \quad (25)$$

となる. この回転面において適当な座標変換 $\xi = \xi(u, v), \eta = \eta(u, v)$ を施すことにより, (ξ, η) が等温座標系となるように, つまり式 (22) の第一基本形式が

$$I = \mathcal{E} (d\xi^2 + d\eta^2) \quad (26)$$

となるようにするには, $d\xi = du/f, d\eta = dv$ となるような座標変換を考えればよく, このとき \mathcal{E} は $f(u)^2$ を ξ の関数として表したものと, なる. 微分演算子は

$$\frac{d}{du} = \frac{d\xi}{du} \frac{d}{d\xi} = \frac{1}{\sqrt{\mathcal{E}}} \frac{d}{d\xi}, \quad \frac{d^2}{du^2} = \frac{1}{\sqrt{\mathcal{E}}} \frac{d}{d\xi} \left(\frac{1}{\sqrt{\mathcal{E}}} \frac{d}{d\xi} \right) \quad (27)$$

のように変換されることに注意する.

4 回転面としての曲面の構成

我々の目的は式 (6) の計量を持つ \mathbf{R}^3 内の曲面を求めることであるので, 式 (6) の x, y を u, v と読み替えて, 式 (18) のような第一基本形式を持つ曲面を表す写像 p を構成することを考える. ただし, 式 (6) と比較して

$$E(u, v) = \frac{1}{V_0^2 + 2\Phi(u, v)} \quad (28)$$

である. V_0 は初速度を表す非負の定数, Φ は写像 $\Phi: D \rightarrow \mathbf{R}_+$ を表すとす. この曲面は第一基本形式だけでは決められず, 第二基本形式に関する何らかの仮定をする必要がある. ここでは, 第二基本形式に対する直接的な仮定をするのではなく, 前節で述べた回転面として曲面を構成することを考える. そして第一基本形式 (18) を回転面の等温座標系による第一基本形式 (26) と見なし, \mathcal{E} を式 (28) と同定する. このとき回転面の性質上, 式 (26) の \mathcal{E} は座標 ξ の方向にのみ依存性を持つことに注意する. \mathcal{E} はポテンシャル Φ と関係しているから, Φ についても同様となる. そのような場合に限定して問題を考える, ということである. 曲面の構成の手順は以下の通りである:

1. ポテンシャル Φ を ξ の関数として与える.

2. $\mathcal{E}(\xi) = (V_0^2 + 2\Phi(\xi))^{-1}$ として \mathcal{E} を決める.
3. $du = \sqrt{\mathcal{E}}d\xi$ によりパラメータ u を決める.
4. $\sqrt{\mathcal{E}(\xi)}$ を u の関数として表すことにより $f(u)$ を求める.
5. $h_u = \pm\sqrt{1-f_u^2}$ により $h(u)$ を求める.

最速降下問題の原形である, 一様な重力場で初速度ゼロの場合に, この手順を実行してみよう. $V_0 = 0$, $\Phi(\xi) = g\xi$ であるから $\mathcal{E}(\xi) = 1/(2g\xi)$ となる. パラメータ u は $u = \sqrt{2\xi/g}$ と定義されるので, $f(u) = 1/(gu)$ となる. 以上により, 構成される曲面のパラメータ表示は

$$p(u, v) = (\cos v/(gu), \sin v/(gu), h(u)); \quad h(u) = \pm \int \frac{\sqrt{g^2u^4 - 1}}{gu^2} du \quad (29)$$

となる. この曲面のガウス曲率と平均曲率は式 (25) により

$$K = -\frac{2}{u^2} = -\frac{g}{\xi}, \quad H = \pm \frac{g^2u^4 - 3}{u\sqrt{g^2u^4 - 1}} = \pm \sqrt{\frac{g}{2\xi}} \frac{4\xi^2 - 3}{\sqrt{4\xi^2 - 1}} \quad (30)$$

と計算される. この曲面の等温座標系 (ξ, η) での測地線が, サイクロイドを表す式の形で与えられるわけである.

次に, 上とは逆の問題, つまり回転面を表すパラメータ表示からポテンシャルを求めることを実行してみよう. 回転面の例としてよく取り上げられる懸垂面は以下のように表される:

$$p(u, v) = (\sqrt{u^2 + a^2} \cos v, \sqrt{u^2 + a^2} \sin v, a \sinh^{-1} u/a) \quad (31)$$

ただし, a は正の定数である. この曲面の第一および第二基本形式はそれぞれ

$$I = du^2 + (u^2 + a^2) dv^2, \quad II = -\frac{a}{u^2 + a^2} du^2 + a dv^2, \quad (32)$$

ガウス曲率は $K = -a^2/(u^2 + a^2)^2$ で, 平均曲率は $H = 0$, つまり極小曲面である. 等温座標系 (ξ, η) で表すには

$$\xi = \int \frac{du}{\sqrt{u^2 + a^2}} = \sinh^{-1} \frac{u}{a}, \quad \eta = v \quad (33)$$

とすればよく, このとき $u = a \sinh \xi$, $u^2 + a^2 = a^2 \cosh^2 \xi$ であるから,

$$I = a^2 \cosh^2 \xi (d\xi^2 + d\eta^2), \quad K = -\frac{1}{a^2 \cosh^4 \xi} \quad (34)$$

となる. ここで, 第一基本形式を式 (26) と比較すると $\mathcal{E}(\xi) = a^2 \cosh^2 \xi$ となるから, $V_0 = 0$ とすると, この曲面に対応するポテンシャルは

$$\Phi(\xi) = \frac{1}{2a^2 \cosh^2 \xi} \quad (35)$$

であることが分かる.

以上をまとめると, 次の定理が得られる:

定理 1. デカルト座標系 (ξ, η) において, 初速度 V_0 でポテンシャル $\Phi(\xi)$ 中を運動する粒子に対する最速降下問題は, 回転面

$$p(u, v) = (f(u) \cos v, f(u) \sin v, h(u)) \tag{36}$$

における測地線問題と同等である. ただし, パラメータ u, v は

$$u := \int \frac{d\xi}{\sqrt{V_0^2 + 2\Phi(\xi)}}, \quad v := \eta \tag{37}$$

で定義され, 関数 $f(u), h(u)$ は

$$f(u) := \frac{1}{\sqrt{V_0^2 + 2\Phi(\xi(u))}}, \quad h(u) := \pm \int \sqrt{1 - f_u^2} du \tag{38}$$

として与えられる.

5 極小曲面の場合の埋め込み可能性

平均曲率 H が全ての点でゼロである極小曲面は, その性質が詳しく調べられていて興味深い性質を持つため, \mathbf{R}^3 に極小曲面として埋め込み可能かどうかは検討する価値がある. この点について, 次の重要な定理がある (文献 [9], p.169):

定理 2. 負のガウス曲率 K を持つ 2次元単連結リーマン多様体 M に対して, 極小曲面 $p: M \rightarrow \mathbf{R}^3$ で $I = dp \cdot dp$ となるものが存在するための必要十分条件は $\tilde{I} := \sqrt{-K}I$ に対するガウス曲率がゼロとなることである.

この定理に照らして前節の例を見ると, 一様な重力場の場合は

$$I = \frac{1}{2g\xi} (d\xi^2 + d\eta^2), \quad \sqrt{-K} = \sqrt{g/\xi} \tag{39}$$

となって \tilde{I} に対するガウス曲率はゼロとはならないから, 極小曲面として埋め込むことはできないことになる. それに対して懸垂面の例では, 式 (34) から $\tilde{I} = a(d\xi^2 + d\eta^2)$ であり, これに対するガウス曲率はゼロであるから, 極小曲面として確かに埋め込める (実際に懸垂面は極小曲面であるが) ことが分かる. 一般に, ポテンシャル Φ を与えれば第一基本形式 I が決まり, これによってガウス曲率 K が計算できるので, この定理を使えば \mathbf{R}^3 に極小曲面として埋め込めるかどうかは直ちに判定できる. 実際, 第一基本形式が式 (18) となる等温座標系 (u, v) の場合, そのガウス曲率は式 (19) で求められるので, 上の定理 2 における I を式 (18) で与えると, 定理 2 が主張する必要十分条件は, $\tilde{I} = \sqrt{-KE}(du^2 + dv^2)$ に対するガウス曲率

$$\tilde{K} = -\frac{1}{2\sqrt{-KE}} \left(\frac{\partial^2}{\partial u^2} + \frac{\partial^2}{\partial v^2} \right) \ln(\sqrt{-KE}) \tag{40}$$

がゼロとなることとなる. このことから, 定理 2 は次のように言い換えられる:

定理 3. 第一基本形式 $I = E(du^2 + dv^2)$ を持ち, これから決まるガウス曲率 K が負であるような 2次元単連結リーマン多様体 M に対して, 極小曲面 $p: M \rightarrow \mathbf{R}^3$ で $I = dp \cdot dp$ となるものが存在するための必要十分条件は $\ln(\sqrt{-KE})$ が調和関数となることである.

6 結論と今後の課題

提示されて以来 300 年余りの歴史を持つ「最速降下問題」を考察する際に、従来「変分法」という解析学的なアプローチが中心であったのに対して、本稿では幾何学的なアプローチを試みた。具体的には、最速降下曲線を「2次元リーマン多様体上の測地線」と見なしたときに、この2次元リーマン多様体は3次元空間 R^3 内のどのような曲面として表されるか、またそれは可能か(等長的に埋め込むことが可能か)、について考察した。そして実際に回転面として表す場合の手順を示し、ポテンシャルと曲面の関係を二つの例とともに示した。また、極小曲面として表すことができるかどうかは場合によるが、その判定の仕方についても述べた。

本稿では、まず手始めとして回転面と極小曲面という、比較的簡単な場合で考察したが、回転面の場合はポテンシャルが座標変数のうちの一つにしか依らない形となるため、ポテンシャルの形として限定的すぎている。なぜなら、もう一つの座標の方向には一様なポテンシャルとなっているからである。ポテンシャルと曲面の曲率の関係をより明らかにするために、もう少し一般化して、例えば平均曲率一定面などという場合で考察したい。また、曲面の構成例を増やして可視化し、最速降下曲線との関係を示すのも興味深い。このようなアプローチによって、ある種の最適化問題を幾何学的にとらえることが可能になり、その理解の助けとなるところまで行けば、応用につながると思われる。

謝辞

この問題を考えるきっかけとなったのは知念直紹氏、および川満日向子氏との会話でした。両氏に感謝します。また、曲面の微分幾何に関して助言くださった緒方勇太氏に感謝します。

参考文献

- [1] 第10回全国物理コンテスト「物理チャレンジ2014」第2チャレンジ 理論問題 (2014).
- [2] A. S. Parnovsky, "Some Generalisations of Brachistochrone Problem", *Acta Physica Polonica A* **93** Supplement, S55–S64 (1998).
- [3] S. Gómez-Aíza, R. W. Gómez, V. Marquina, "A simplified approach to the brachistochrone problem", *European Journal of Physics* **27**, 1091–1096 (2006).
- [4] O. Jeremić, S. Salinić, A. Obradović, Z. Mitrović, "On the brachistochrone of a variable mass particle in general force fields", *Mathematical and Computer Modelling* **54**, 2900–2912 (2011).
- [5] O. Yu. Cherkasov and A. V. Zarodnyuk, "Brachistochrone Problem with Coulomb Friction and Viscous Drag: Qualitative Analysis", *IFAC-PapersOnLine* **48**, 1018–1023 (2015).
- [6] 梅原雅顕, 山田光太郎, 曲線と曲面 -微分幾何的アプローチ-, 裳華房 (2015).
- [7] 松本誠, 計量微分幾何学, 裳華房 (1975).
- [8] 柴田正和, 変分法と変分原理, 森北出版 (2017).
- [9] 小林昭七, 曲線と曲面の微分幾何, 裳華房 (1995).
- [10] R. Osserman, *A Survey of Minimal Surfaces*, Dover (2014).

Brachistochrone curve as a geodesic in a surface

Masaaki Morita

Department of Integrated Arts and Sciences

We consider whether a brachistochrone curve, which is known as a trajectory on which a particle in a potential travels in a shortest time between given two points, can be regarded as a geodesic in a surface. We immediately find that a brachistochrone curve is equivalent to a geodesic in a two-dimensional Riemannian manifold with a conformally flat metric, but it is non-trivial whether the manifold can be embedded in a three-dimensional Euclidean space. We attempt to constitute a surface of revolution that realizes the Riemannian manifold, and clarify the relation between the mechanical potential and the surface constituted. We also discuss the possibility that the Riemannian manifold is embedded as a minimal surface.

Key words: differential geometry, Riemannian manifold, surface, embedding

On the occurrence probabilities of third year branching pattern models of *Psychotria* species on Okinawa Island

Aki Zamami¹, Amelia Phua Jing Wen⁶, Ang Ruo Yu⁶, Ari Zukeran¹, Chian Hwey Miin⁶, Erni Syazwani Bte Maswan⁶, Hayato Nagasaki⁷, Hee Ker Ern⁶, Hiroshi Tanaka¹, Hiroshi Yamamoto³, Kei Hirayama⁵, *Keisuke Yoshii³, Kenta Watanabe⁴, Khairulhannan Bin Kamaruldzaman⁶, Kok Hui Jing Jeszaphyna⁶, Maki Zamami¹, Masahiro Watari^{8,9}, Muhammad Zul'Izzi Bin Ishak⁶, Nakama Haruka², Ng Qi Xuan Ann⁶, Ngai Wei Jie Jed⁶, Nurhanisah Binte Muhammad Suandi⁶, Oh Jia Hui⁶, Rin Minci¹, Rin Toyoshima¹, Risa Yoshii³, Ryuhei Tamayose¹, Shiori Shimabukuro¹, Tee Er-Wen Nigel⁶, Yudai Tokashiki¹

¹Department of Bioresources and Engineering, National Institute of Technology, Okinawa College, Japan

²Department of Media Information Engineering, National Institute of Technology, Okinawa College, Japan

³Department of Integrated Arts and Science, National Institute of Technology, Okinawa College, Japan

⁴Science and Technology Division, National Institute of Technology, Okinawa College, Japan

⁵Principal, National Institute of Technology, Matsue College, Japan

⁶School of Chemical and Life Science, Nanyang Polytechnic, Singapore

⁷Green River College, United States of America

⁸Malaysia Japan Higher Educational Program, Kuala Lumpur University, Malaysia

⁹College of Systems Engineering and Science Shibaura Institute of Technology, Japan

Abstract

In the present paper, we calculated the occurrence probabilities of the third year branching pattern models of two *Psychotria* species (*Psychotria rubra* and *Psychotria manillensis*) on Okinawa Island.¹As the results of our calculation, we found that some particular models had higher probabilities for *P. rubra*. On the other hand, the differences among the probabilities of the models for *P. manillensis* were small.

Key words: *Psychotria* species, branching pattern model, occurrence probabilities, Okinawa Island

1. Introduction

Here we briefly sketch the back ground of the introduction of the branching pattern models of *Psychotria* species.

1.1 Branching pattern models of *Psychotria* species

In this subsection, we recall fundamental features of branching patterns of *Psychotria* species.

¹ This research was done as a part of Bio Technology Camp 2015 which was held in National Institute of Technology, Okinawa College.

It is known that *Psychotria* species flower at usually apices of their shoots. After flowering, new branches are produced directly under the apices. Hamilton¹⁾ indicated that the three types Type 1, Type 2 and Type 3 occur as the branching patterns of *Psychotria* species. In Type 1, a new branch appears directly under the apex and grows preserving the direction of the original branch. On the other hand, in Type 2, two new branches appear and both of them grow with new directions (i.e., they do not preserve the original direction of the old branch). Also in Type 3, two new branches appear but one of them keeps the original direction and the other does not. These three types are referred as *fundamental branching patterns of Psychotria species*.

Watanabe²⁾ examined the branching patterns and the subsequent elongations of *P. rubra* and *P. manillensis* in Okinawa Island. His research was conducted at two mountains in Okinawa Island, Mt. Nago-dake (26.352N, 128.002E, 230m a.s.l.) for *P. rubra* and Katsuu-dake (26.372N, 27.562E, 320m a.s.l.) for *P. manillensis*. Watanabe concluded that Hamilton's classification of branching patterns of *Psychotria* species is applicable to two *Psychotria* species on Okinawa Island. He also found that the appearance rates of three branching patterns of two species were very different.

Based on Watanabe's research, Watanabe³⁾ introduced mathematical branching pattern models of *Psychotria* species. In the construction of the models, he focused on the branching patterns after flowering and excluded the other growth factors (e.g., elongations of branches, branching after injury etc.). Taking account of the fundamental features of branching patterns of *Psychotria* species, he supposed that the growth of *Psychotria* species always satisfies the following ideal conditions:

1. The germination always occurs. The sprout is described as one stem (see Fig. 1 below).
2. After the first flowering at the apex of the sprout, one of Type 1, Type 2 and Type 3 always occurs directly under the apex. We call plant bodies just after the first branching *the first branching pattern models of Psychotria species*.
3. Inductively, for $i \geq 2$, we always have the i th branching after the i th flowering. It also occurs directly under the latest apices of an $(i-1)$ th model. Here latest apices are defined to be the apices of shoots arose from the $(i-1)$ th branching. We also call plant bodies just after the i th branching *the i th branching pattern models of Psychotria species*.
4. Branches are never lost by abortion, injury and any other reasons.

The growth of *Psychotria* species in earlier stages is illustrated in Fig. 1. Note that the pictures in this figure only emphasize the number of shoots and whether new branches preserve the original directions or not. As mentioned above, the other factors of growth are all omitted. The first branching pattern models are easily determined as in Fig. 1. Taking account of all possible combinations of three fundamental branching patterns and latest apices of first branching pattern models, we can also obtain all second branching models (see [4] for detail).

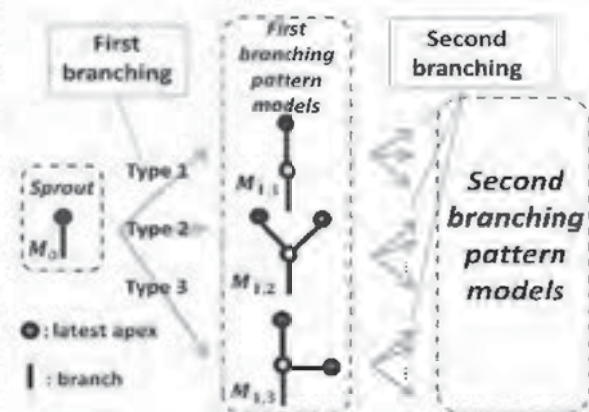


Fig. 1: The growth of *Psychotria* species

Fix a positive integer r . Let M be an r th branching pattern model of *Psychotria* species. If b_i is the number of Type i branching pattern occurrences in l th branching ($i = 1, 2, 3$ and $1 \leq l \leq r$), then we say the l th branching is given the vector $\vec{b} = (b_1, b_2, b_3)$. We call such a vector \vec{b} which gives a branching pattern as above a *branching vector*. Note that an r th branching pattern model is yielded by successive r branching pattern occurrences. Let M be an r th branching pattern model whose l th branching ($1 \leq l \leq r$) is given by \vec{b}_l . We identify M with the sequence of branching vectors $\vec{b}_1, \dots, \vec{b}_r$. In particular, we formally express the sprout M_0 by $\{\emptyset\}$ which consists of an empty set. The growth of M is illustrated by the following sequence:

$$\{\emptyset\} \xrightarrow{\vec{b}_1} \{\vec{b}_1\} \xrightarrow{\vec{b}_2} \dots \xrightarrow{\vec{b}_l} \{\vec{b}_1, \vec{b}_2, \dots, \vec{b}_l\} \xrightarrow{\vec{b}_{l+1}} \dots \xrightarrow{\vec{b}_r} \{\vec{b}_1, \vec{b}_2, \dots, \vec{b}_l, \vec{b}_{l+1}, \dots, \vec{b}_r\}$$

We call $M = \{\vec{b}_1, \vec{b}_2, \dots, \vec{b}_l, \vec{b}_{l+1}, \dots, \vec{b}_r\}$ an r th year vector model for *Psychotria* species.

1.2 First, second and third years vector models

In this subsection, we list the first, second and third year vector models of *Psychotria* species obtained by Watari⁴⁾. For the description of vector models, we use the following branching vectors:

$$\begin{aligned} \vec{b}_1 &:= (1,0,0), \vec{b}_2 := (0,1,0), \vec{b}_3 := (0,0,1), \vec{b}_4 := (2,0,0), \vec{b}_5 := (1,1,0), \vec{b}_6 := (1,0,1), \vec{b}_7 := (0,2,0), \vec{b}_8 := (0,1,1), \vec{b}_9 := (0,0,2), \\ \vec{b}_{10} &:= (3,0,0), \vec{b}_{11} := (2,1,0), \vec{b}_{12} := (2,0,1), \vec{b}_{13} := (1,2,0), \vec{b}_{14} := (1,1,1), \vec{b}_{15} := (1,0,2), \vec{b}_{16} := (0,3,0), \vec{b}_{17} := (0,2,1), \vec{b}_{18} := (0,1,2), \\ \vec{b}_{19} &:= (0,0,3), \vec{b}_{20} := (4,0,0), \vec{b}_{21} := (3,1,0), \vec{b}_{22} := (3,0,1), \vec{b}_{23} := (2,2,0), \vec{b}_{24} := (2,1,1), \vec{b}_{25} := (2,0,2), \vec{b}_{26} := (1,3,0), \\ \vec{b}_{27} &:= (1,2,1), \vec{b}_{28} := (1,1,2), \vec{b}_{29} := (1,0,3), \vec{b}_{30} := (0,4,0), \vec{b}_{31} := (0,3,1), \vec{b}_{32} := (0,2,2), \vec{b}_{33} := (0,1,3), \vec{b}_{34} := (0,0,4) \end{aligned}$$

With the above branching vectors, the first, second and third year vector models were described as follows³⁾:

- (1) The first year vector models are $M_{1,1} := \{\vec{b}_1\}$, $M_{1,2} := \{\vec{b}_2\}$ and $M_{1,3} := \{\vec{b}_3\}$.
- (2) The second year vector models are $M_{2,1} := \{\vec{b}_1, \vec{b}_1\}$, $M_{2,2} := \{\vec{b}_1, \vec{b}_2\}$, $M_{2,3} := \{\vec{b}_1, \vec{b}_3\}$, $M_{2,4} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_2\}$, $M_{2,5} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3\}$, $M_{2,6} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_5\}$, $M_{2,7} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_7\}$, $M_{2,8} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_8\}$, $M_{2,9} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_9\}$, $M_{2,10} := \{\vec{b}_3, \vec{b}_4\}$, $M_{2,11} := \{\vec{b}_3, \vec{b}_5\}$, $M_{2,12} := \{\vec{b}_3, \vec{b}_6\}$, $M_{2,13} := \{\vec{b}_3, \vec{b}_7\}$, $M_{2,14} := \{\vec{b}_3, \vec{b}_8\}$, $M_{2,15} := \{\vec{b}_3, \vec{b}_9\}$.
- (3) The third year vector models are $M_{3,1} := \{\vec{b}_1, \vec{b}_1, \vec{b}_1\}$, $M_{3,2} := \{\vec{b}_1, \vec{b}_1, \vec{b}_2\}$, $M_{3,3} := \{\vec{b}_1, \vec{b}_1, \vec{b}_3\}$, $M_{3,4} := \{\vec{b}_1, \vec{b}_2, \vec{b}_2\}$, $M_{3,5} := \{\vec{b}_1, \vec{b}_2, \vec{b}_3\}$, $M_{3,6} := \{\vec{b}_1, \vec{b}_2, \vec{b}_5\}$, $M_{3,7} := \{\vec{b}_1, \vec{b}_2, \vec{b}_7\}$, $M_{3,8} := \{\vec{b}_1, \vec{b}_2, \vec{b}_8\}$, $M_{3,9} := \{\vec{b}_1, \vec{b}_2, \vec{b}_9\}$, $M_{3,10} := \{\vec{b}_1, \vec{b}_3, \vec{b}_4\}$, $M_{3,11} := \{\vec{b}_1, \vec{b}_3, \vec{b}_5\}$, $M_{3,12} := \{\vec{b}_1, \vec{b}_3, \vec{b}_6\}$, $M_{3,13} := \{\vec{b}_1, \vec{b}_3, \vec{b}_7\}$, $M_{3,14} := \{\vec{b}_1, \vec{b}_3, \vec{b}_8\}$, $M_{3,15} := \{\vec{b}_1, \vec{b}_3, \vec{b}_9\}$, $M_{3,16} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_2, \vec{b}_4\}$, $M_{3,17} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_2, \vec{b}_5\}$, $M_{3,18} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_2, \vec{b}_6\}$, $M_{3,19} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_2, \vec{b}_7\}$, $M_{3,20} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_2, \vec{b}_8\}$, $M_{3,21} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_2, \vec{b}_9\}$, $M_{3,22} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{10}\}$, $M_{3,23} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{11}\}$, $M_{3,24} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{12}\}$, $M_{3,25} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{13}\}$, $M_{3,26} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{14}\}$, $M_{3,27} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{15}\}$, $M_{3,28} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{16}\}$, $M_{3,29} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{17}\}$, $M_{3,30} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{18}\}$, $M_{3,31} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{19}\}$, $M_{3,32} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{20}\}$, $M_{3,33} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{21}\}$, $M_{3,34} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{22}\}$, $M_{3,35} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{23}\}$, $M_{3,36} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{24}\}$, $M_{3,37} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{25}\}$, $M_{3,38} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{26}\}$, $M_{3,39} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{27}\}$, $M_{3,40} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{28}\}$, $M_{3,41} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{29}\}$, $M_{3,42} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{30}\}$, $M_{3,43} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{31}\}$, $M_{3,44} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{32}\}$, $M_{3,45} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{33}\}$, $M_{3,46} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{34}\}$, $M_{3,47} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{35}\}$, $M_{3,48} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{36}\}$, $M_{3,49} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{37}\}$, $M_{3,50} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{38}\}$, $M_{3,51} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{39}\}$, $M_{3,52} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{40}\}$, $M_{3,53} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{41}\}$, $M_{3,54} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{42}\}$, $M_{3,55} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{43}\}$, $M_{3,56} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{44}\}$, $M_{3,57} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{45}\}$, $M_{3,58} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{46}\}$, $M_{3,59} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{47}\}$, $M_{3,60} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{48}\}$, $M_{3,61} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{49}\}$, $M_{3,62} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{50}\}$, $M_{3,63} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{51}\}$, $M_{3,64} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{52}\}$, $M_{3,65} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{53}\}$, $M_{3,66} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{54}\}$, $M_{3,67} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{55}\}$, $M_{3,68} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{56}\}$, $M_{3,69} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{57}\}$, $M_{3,70} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{58}\}$, $M_{3,71} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{59}\}$, $M_{3,72} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{60}\}$, $M_{3,73} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{61}\}$, $M_{3,74} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{62}\}$, $M_{3,75} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{63}\}$, $M_{3,76} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{64}\}$, $M_{3,77} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{65}\}$, $M_{3,78} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{66}\}$, $M_{3,79} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{67}\}$, $M_{3,80} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{68}\}$, $M_{3,81} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{69}\}$, $M_{3,82} := \{\vec{b}_2, \vec{b}_3, \vec{b}_{70}\}$.

$$\begin{aligned}
 &M_{3,83} := \{\overline{b_2}, \overline{b_9}, \overline{b_{31}}\}, M_{3,84} := \{\overline{b_2}, \overline{b_9}, \overline{b_{32}}\}, M_{3,85} := \{\overline{b_2}, \overline{b_9}, \overline{b_{33}}\}, M_{3,86} := \{\overline{b_2}, \overline{b_9}, \overline{b_{34}}\}, M_{3,87} := \{\overline{b_3}, \overline{b_4}, \overline{b_4}\}, M_{3,88} := \{\overline{b_3}, \overline{b_4}, \overline{b_5}\}, \\
 &M_{3,89} := \{\overline{b_3}, \overline{b_4}, \overline{b_6}\}, M_{3,90} := \{\overline{b_3}, \overline{b_4}, \overline{b_7}\}, M_{3,91} := \{\overline{b_3}, \overline{b_4}, \overline{b_8}\}, M_{3,92} := \{\overline{b_3}, \overline{b_4}, \overline{b_9}\}, M_{3,93} := \{\overline{b_3}, \overline{b_5}, \overline{b_{10}}\}, M_{3,94} := \{\overline{b_3}, \overline{b_5}, \overline{b_{11}}\}, \\
 &M_{3,95} := \{\overline{b_3}, \overline{b_5}, \overline{b_{12}}\}, M_{3,96} := \{\overline{b_3}, \overline{b_5}, \overline{b_{13}}\}, M_{3,97} := \{\overline{b_3}, \overline{b_5}, \overline{b_{14}}\}, M_{3,98} := \{\overline{b_3}, \overline{b_5}, \overline{b_{15}}\}, M_{3,99} := \{\overline{b_3}, \overline{b_5}, \overline{b_{16}}\}, M_{3,100} := \{\overline{b_3}, \overline{b_5}, \overline{b_{17}}\}, \\
 &M_{3,101} := \{\overline{b_3}, \overline{b_5}, \overline{b_{18}}\}, M_{3,102} := \{\overline{b_3}, \overline{b_5}, \overline{b_{19}}\}, M_{3,103} := \{\overline{b_3}, \overline{b_6}, \overline{b_{10}}\}, M_{3,104} := \{\overline{b_3}, \overline{b_6}, \overline{b_{11}}\}, M_{3,105} := \{\overline{b_3}, \overline{b_6}, \overline{b_{12}}\}, M_{3,106} := \{\overline{b_3}, \overline{b_6}, \overline{b_{13}}\}, \\
 &M_{3,107} := \{\overline{b_3}, \overline{b_6}, \overline{b_{14}}\}, M_{3,108} := \{\overline{b_3}, \overline{b_6}, \overline{b_{15}}\}, M_{3,109} := \{\overline{b_3}, \overline{b_6}, \overline{b_{16}}\}, M_{3,110} := \{\overline{b_3}, \overline{b_6}, \overline{b_{17}}\}, M_{3,111} := \{\overline{b_3}, \overline{b_6}, \overline{b_{18}}\}, M_{3,112} := \{\overline{b_3}, \overline{b_6}, \overline{b_{19}}\}, \\
 &M_{3,113} := \{\overline{b_3}, \overline{b_7}, \overline{b_{20}}\}, M_{3,114} := \{\overline{b_3}, \overline{b_7}, \overline{b_{21}}\}, M_{3,115} := \{\overline{b_3}, \overline{b_7}, \overline{b_{22}}\}, M_{3,116} := \{\overline{b_3}, \overline{b_7}, \overline{b_{23}}\}, M_{3,117} := \{\overline{b_3}, \overline{b_7}, \overline{b_{24}}\}, M_{3,118} := \{\overline{b_3}, \overline{b_7}, \overline{b_{25}}\}, \\
 &M_{3,119} := \{\overline{b_3}, \overline{b_7}, \overline{b_{26}}\}, M_{3,120} := \{\overline{b_3}, \overline{b_7}, \overline{b_{27}}\}, M_{3,121} := \{\overline{b_3}, \overline{b_7}, \overline{b_{28}}\}, M_{3,122} := \{\overline{b_3}, \overline{b_7}, \overline{b_{29}}\}, M_{3,123} := \{\overline{b_3}, \overline{b_7}, \overline{b_{30}}\}, M_{3,124} := \{\overline{b_3}, \overline{b_7}, \overline{b_{31}}\}, \\
 &M_{3,125} := \{\overline{b_3}, \overline{b_7}, \overline{b_{32}}\}, M_{3,126} := \{\overline{b_3}, \overline{b_7}, \overline{b_{33}}\}, M_{3,127} := \{\overline{b_3}, \overline{b_7}, \overline{b_{34}}\}, M_{3,128} := \{\overline{b_3}, \overline{b_8}, \overline{b_{20}}\}, M_{3,129} := \{\overline{b_3}, \overline{b_8}, \overline{b_{21}}\}, M_{3,130} := \{\overline{b_3}, \overline{b_8}, \overline{b_{22}}\}, \\
 &M_{3,131} := \{\overline{b_3}, \overline{b_8}, \overline{b_{23}}\}, M_{3,132} := \{\overline{b_3}, \overline{b_8}, \overline{b_{24}}\}, M_{3,133} := \{\overline{b_3}, \overline{b_8}, \overline{b_{25}}\}, M_{3,134} := \{\overline{b_3}, \overline{b_8}, \overline{b_{26}}\}, M_{3,135} := \{\overline{b_3}, \overline{b_8}, \overline{b_{27}}\}, M_{3,136} := \{\overline{b_3}, \overline{b_8}, \overline{b_{28}}\}, \\
 &M_{3,137} := \{\overline{b_3}, \overline{b_8}, \overline{b_{29}}\}, M_{3,138} := \{\overline{b_3}, \overline{b_8}, \overline{b_{30}}\}, M_{3,139} := \{\overline{b_3}, \overline{b_8}, \overline{b_{31}}\}, M_{3,140} := \{\overline{b_3}, \overline{b_8}, \overline{b_{32}}\}, M_{3,141} := \{\overline{b_3}, \overline{b_8}, \overline{b_{33}}\}, M_{3,142} := \{\overline{b_3}, \overline{b_8}, \overline{b_{34}}\}, \\
 &M_{3,143} := \{\overline{b_3}, \overline{b_9}, \overline{b_{20}}\}, M_{3,144} := \{\overline{b_3}, \overline{b_9}, \overline{b_{21}}\}, M_{3,145} := \{\overline{b_3}, \overline{b_9}, \overline{b_{22}}\}, M_{3,146} := \{\overline{b_3}, \overline{b_9}, \overline{b_{23}}\}, M_{3,147} := \{\overline{b_3}, \overline{b_9}, \overline{b_{24}}\}, M_{3,148} := \{\overline{b_3}, \overline{b_9}, \overline{b_{25}}\}, \\
 &M_{3,149} := \{\overline{b_3}, \overline{b_9}, \overline{b_{26}}\}, M_{3,150} := \{\overline{b_3}, \overline{b_9}, \overline{b_{27}}\}, M_{3,151} := \{\overline{b_3}, \overline{b_9}, \overline{b_{28}}\}, M_{3,152} := \{\overline{b_3}, \overline{b_9}, \overline{b_{29}}\}, M_{3,153} := \{\overline{b_3}, \overline{b_9}, \overline{b_{30}}\}, M_{3,154} := \{\overline{b_3}, \overline{b_9}, \overline{b_{31}}\}, \\
 &M_{3,155} := \{\overline{b_3}, \overline{b_9}, \overline{b_{32}}\}, M_{3,156} := \{\overline{b_3}, \overline{b_9}, \overline{b_{33}}\}, M_{3,157} := \{\overline{b_3}, \overline{b_9}, \overline{b_{34}}\}.
 \end{aligned}$$

2 The occurrence probabilities of the vector models

In this section, we first recall the calculation method for the occurrence probabilities of our vector models for *Psychotria* species introduced by Watari⁴⁾. We also list the occurrence probabilities for the first and second year vector models which were already known. The occurrence probabilities for the third year vector models are finally calculated as the main result of this paper.

2.1 How to calculate the occurrence probabilities of vector models

Let p_i ($i=1,2,3$) be the occurrence probability of each fundamental branching vector of Type i . For a branching vector \vec{b} , we denote by $P(\vec{b})$ the occurrence probability of \vec{b} . For a vector model M , we also express its occurrence probability by $P(M)$. The probability $P(\vec{b})$ follows from the multinomial distribution.

Lemma 2.1 The occurrence probability $P(\vec{b})$ of a branching vector $\vec{b} = (b_1, b_2, b_3)$ is given by the following formula.

$$P(\vec{b}) = \frac{b!}{b_1!b_2!b_3!} p_1^{b_1} p_2^{b_2} p_3^{b_3} \text{ where } b = b_1 + b_2 + b_3$$

The proportions of the existence of the fundamental branching patterns of Types 1, 2 and 3 for *P. rubra* and *P. manillensis* on Okinawa Island were investigated by Watanabe²⁾. These proportions were regarded as the occurrence probabilities of fundamental branching vectors for each species, as in Table 1 below.

Table 1: The occurrence probabilities of the fundamental branching vectors of *Psychotria* species

Species	$P(\vec{b}_1)$	$P(\vec{b}_2)$	$P(\vec{b}_3)$
<i>P. rubra</i>	0.11	0.84	0.005
<i>P. manillensis</i>	0.27	0.4	0.33

The occurrence probabilities of branching vectors \vec{b}_i ($i=1,\dots,34$) follow from Lemma 2.1 and datum in Table 1.

Table 2: The occurrence probabilities of branching vectors of *Psychotria* species

	<i>P. rubra</i>	<i>P. manillensis</i>		<i>P. rubra</i>	<i>P. manillensis</i>		<i>P. rubra</i>	<i>P. manillensis</i>
$P(\vec{b}_1)$	0.11	0.27	$P(\vec{b}_2)$	0.84	0.4	$P(\vec{b}_3)$	0.005	0.33
$P(\vec{b}_4)$	0.0121	0.0729	$P(\vec{b}_5)$	0.1848	0.216	$P(\vec{b}_6)$	0.011	0.1782
$P(\vec{b}_7)$	0.7056	0.16	$P(\vec{b}_8)$	0.084	0.264	$P(\vec{b}_9)$	0.0025	0.1089
$P(\vec{b}_{10})$	0.001331	0.019683	$P(\vec{b}_{11})$	0.030492	0.08748	$P(\vec{b}_{12})$	0.001815	0.072171
$P(\vec{b}_{13})$	0.232848	0.1296	$P(\vec{b}_{14})$	0.02772	0.2138	$P(\vec{b}_{15})$	0.000825	0.0088209
$P(\vec{b}_{16})$	0.592704	0.064	$P(\vec{b}_{17})$	0.10584	0.1584	$P(\vec{b}_{18})$	0.0063	0.13068
$P(\vec{b}_{19})$	0.000125	0.035937	$P(\vec{b}_{20})$	0.00014641	0.00531441	$P(\vec{b}_{21})$	0.00447216	0.0314928
$P(\vec{b}_{22})$	0.0002662	0.02598156	$P(\vec{b}_{23})$	0.05122656	0.069984	$P(\vec{b}_{24})$	0.0060984	0.1154736
$P(\vec{b}_{25})$	0.0001815	0.4763286	$P(\vec{b}_{26})$	0.26078976	0.06912	$P(\vec{b}_{27})$	0.0465696	0.171072
$P(\vec{b}_{28})$	0.002772	0.1411344	$P(\vec{b}_{29})$	0.000055	0.03881196	$P(\vec{b}_{30})$	0.49787136	0.0256
$P(\vec{b}_{31})$	0.1185408	0.08448	$P(\vec{b}_{32})$	0.010584	0.104544	$P(\vec{b}_{33})$	0.00042	0.0574992
$P(\vec{b}_{34})$	0.00000625	0.01185921						

For $M = \{\vec{b}_1, \dots, \vec{b}_i, \dots, \vec{b}_j\}$, its occurrence probability $P(M)$ is also able to calculate by the following proposition:

Proposition 2.2 The occurrence probability $P(M)$ is given by $P(M) = P(\vec{b}_1) \times \dots \times P(\vec{b}_i) \times \dots \times P(\vec{b}_j)$.

By Proposition 2.2 with the probabilities in Table 2, the occurrence probabilities of first and second year vector models were calculated as in Table 3³⁾.

Table 3: The occurrence probabilities of the first and second year vector models of *Psychotria* species

	<i>P. rubra</i>	<i>P. manillensis</i>		<i>P. rubra</i>	<i>P. manillensis</i>		<i>P. rubra</i>	<i>P. manillensis</i>
$P(M_{1,1})$	0.11	0.27	$P(M_{1,2})$	0.84	0.4	$P(M_{1,3})$	0.05	0.33
$P(M_{2,1})$	0.0121	0.0729	$P(M_{2,2})$	0.0924	0.108	$P(M_{2,3})$	0.0055	0.0891
$P(M_{2,4})$	0.010164	0.02916	$P(M_{2,5})$	0.155232	0.0864	$P(M_{2,6})$	0.00924	0.07128
$P(M_{2,7})$	0.592704	0.064	$P(M_{2,8})$	0.07056	0.1056	$P(M_{2,9})$	0.0021	0.04356
$P(M_{2,10})$	0.000605	0.024057	$P(M_{2,11})$	0.00924	0.07128	$P(M_{2,12})$	0.00055	0.058806
$P(M_{2,15})$	0.03528	0.0528	$P(M_{2,14})$	0.0042	0.08712	$P(M_{2,15})$	0.000125	0.035937

2.2 The Occurrence probabilities of Third year Vector Models

In the same manner as above, the occurrence probabilities of the third year vector models for *P. rubra* and *P. manillensis* are calculated as in Tables 4 and 5.

Table 4: The occurrence probabilities of the third year vector models of *Psychotria* species

	<i>P. rubra</i>	<i>P. manillensis</i>		<i>P. rubra</i>	<i>P. manillensis</i>		<i>P. rubra</i>	<i>P. manillensis</i>
$P(M_{3,1})$	0.001331	0.019683	$P(M_{3,2})$	0.010164	0.02916	$P(M_{3,3})$	0.000605	0.024057
$P(M_{3,4})$	0.00111804	0.0078732	$P(M_{3,5})$	0.01707552	0.023328	$P(M_{3,6})$	0.0010164	0.0192456
$P(M_{3,7})$	0.06519744	0.01728	$P(M_{3,8})$	0.0077616	0.028512	$P(M_{3,9})$	0.000231	0.0117612
$P(M_{3,10})$	0.00006655	0.00649539	$P(M_{3,11})$	0.0010164	0.0192456	$P(M_{3,12})$	0.0000605	0.01587762
$P(M_{3,13})$	0.0038808	0.014256	$P(M_{3,14})$	0.000462	0.0235224	$P(M_{3,15})$	0.00001375	0.00970299
$P(M_{3,16})$	0.000122984	0.002125764	$P(M_{3,17})$	0.001878307	0.00629856	$P(M_{3,18})$	0.000111804	0.005196312
$P(M_{3,19})$	0.007171718	0.0046656	$P(M_{3,20})$	0.000853776	0.00769824	$P(M_{3,21})$	0.00002541	0.003175524
$P(M_{3,22})$	0.000206613	0.001700611	$P(M_{3,23})$	0.004733334	0.007558272	$P(M_{3,24})$	0.000281746	0.006235574
$P(M_{3,25})$	0.03614546	0.01119744	$P(M_{3,26})$	0.004303031	0.01847232	$P(M_{3,27})$	0.000128066	0.007621257
$P(M_{3,28})$	0.092006627	0.0055296	$P(M_{3,29})$	0.016429754	0.01368576	$P(M_{3,30})$	0.000977961	0.011290752
$P(M_{3,31})$	0.000019404	0.003104956	$P(M_{3,32})$	0.000012298	0.001403004	$P(M_{3,33})$	0.000281746	0.006235574
$P(M_{3,34})$	0.00001677	0.005144348	$P(M_{3,35})$	0.002151515	0.009237888	$P(M_{3,36})$	0.000256132	0.015239664
$P(M_{3,37})$	0.000007623	0.006287537	$P(M_{3,38})$	0.005476584	0.00456192	$P(M_{3,39})$	0.000977961	0.011290752
$P(M_{3,40})$	0.000058212	0.00931487	$P(M_{3,41})$	0.000001155	0.002561589	$P(M_{3,42})$	0.000086777	0.000340122
$P(M_{3,43})$	0.002650667	0.002015539	$P(M_{3,44})$	0.000157777	0.001662819	$P(M_{3,45})$	0.030362187	0.004478976
$P(M_{3,46})$	0.003614546	0.00739031	$P(M_{3,47})$	0.000107575	0.03048503	$P(M_{3,48})$	0.154571133	0.00442368
$P(M_{3,49})$	0.027601988	0.010948608	$P(M_{3,50})$	0.001642975	0.009046016	$P(M_{3,51})$	0.000032598	0.002483965
$P(M_{3,52})$	0.295090346	0.0016384	$P(M_{3,53})$	0.070259606	0.00540672	$P(M_{3,54})$	0.006273179	0.006690816
$P(M_{3,55})$	0.000248935	0.003679948	$P(M_{3,56})$	0.000003704	0.000758989	$P(M_{3,57})$	0.00001033	0.000561201
$P(M_{3,58})$	0.000315555	0.003325639	$P(M_{3,59})$	0.000018783	0.002743652	$P(M_{3,60})$	0.003614546	0.00739031
$P(M_{3,61})$	0.000430303	0.012194012	$P(M_{3,62})$	0.000012806	0.0503003	$P(M_{3,63})$	0.018401325	0.007299072
$P(M_{3,64})$	0.00328595	0.018065203	$P(M_{3,65})$	0.000195592	0.014903792	$P(M_{3,66})$	0.00000388	0.004098542
$P(M_{3,67})$	0.035129803	0.00270336	$P(M_{3,68})$	0.008364238	0.008921088	$P(M_{3,69})$	0.000746807	0.011039846
$P(M_{3,70})$	0.000029635	0.006071915	$P(M_{3,71})$	0.000000441	0.001252332	$P(M_{3,72})$	0.000000307	0.000231495
$P(M_{3,73})$	0.000009391	0.001371826	$P(M_{3,74})$	0.000000559	0.001131756	$P(M_{3,75})$	0.000107575	0.003048503
$P(M_{3,76})$	0.000012806	0.00503003	$P(M_{3,77})$	0.000000381	0.020748873	$P(M_{3,78})$	0.000547658	0.003010867
$P(M_{3,79})$	0.000097796	0.007451896	$P(M_{3,80})$	0.000005821	0.006147814	$P(M_{3,81})$	0.000000115	0.001690648
$P(M_{3,82})$	0.001045529	0.001115136	$P(M_{3,83})$	0.000248935	0.003679948	$P(M_{3,84})$	0.000022226	0.004553936
$P(M_{3,85})$	0.000000882	0.002504665	$P(M_{3,86})$	0.000000013	0.000516587	$P(M_{3,87})$	0.00000732	0.001753755
$P(M_{3,88})$	0.000111804	0.005196312	$P(M_{3,89})$	0.000006655	0.004286957	$P(M_{3,90})$	0.000426888	0.00384912
$P(M_{3,91})$	0.00005082	0.006351048	$P(M_{3,92})$	0.000001512	0.002619807	$P(M_{3,93})$	0.000012298	0.001403004
$P(M_{3,94})$	0.000281746	0.006235574	$P(M_{3,95})$	0.00001677	0.005144348	$P(M_{3,96})$	0.002151515	0.009237888
$P(M_{3,97})$	0.000256132	0.015239664	$P(M_{3,98})$	0.000007623	0.006287537	$P(M_{3,99})$	0.005476584	0.00456192
$P(M_{3,100})$	0.000977961	0.011290752	$P(M_{3,101})$	0.000058212	0.00931487	$P(M_{3,102})$	0.000001155	0.002561589

Table 5: The occurrence probabilities of the third year vector models of *Psychotria* species (continued)

	<i>P. rubra</i>	<i>P. manillensis</i>		<i>P. rubra</i>	<i>P. manillensis</i>		<i>P. rubra</i>	<i>P. manillensis</i>
$P(M_{3,105})$	0.000000732	0.001157478	$P(M_{3,104})$	0.00001677	0.005144348	$P(M_{3,101})$	0.000000998	0.004244087
$P(M_{3,106})$	0.000128066	0.007621257	$P(M_{3,107})$	0.000015246	0.012572722	$P(M_{3,108})$	0.000000453	0.005187218
$P(M_{3,109})$	0.000325987	0.003763584	$P(M_{3,116})$	0.000058212	0.00931487	$P(M_{3,111})$	0.000003465	0.007684768
$P(M_{3,112})$	0.000000068	0.002113311	$P(M_{3,117})$	0.000005165	0.0002806	$P(M_{3,114})$	0.000157777	0.001662819
$P(M_{3,113})$	0.000009391	0.001371826	$P(M_{3,118})$	0.001807273	0.003695155	$P(M_{3,117})$	0.000215151	0.006097006
$P(M_{3,118})$	0.000006403	0.02515015	$P(M_{3,119})$	0.009200662	0.003649536	$P(M_{3,126})$	0.001642975	0.009032601
$P(M_{3,121})$	0.000097796	0.007451896	$P(M_{3,122})$	0.00000194	0.002049271	$P(M_{3,123})$	0.017564901	0.00135168
$P(M_{3,124})$	0.004182119	0.004460544	$P(M_{3,125})$	0.000373403	0.005519923	$P(M_{3,128})$	0.000014817	0.003035957
$P(M_{3,127})$	0.00000022	0.000626166	$P(M_{3,128})$	0.000000614	0.000462991	$P(M_{3,129})$	0.000018783	0.0027433652
$P(M_{3,130})$	0.000001118	0.002263513	$P(M_{3,131})$	0.000215151	0.006097006	$P(M_{3,133})$	0.000025613	0.01006006
$P(M_{3,133})$	0.000000762	0.041497747	$P(M_{3,134})$	0.001095316	0.006021734	$P(M_{3,135})$	0.000195592	0.014903792
$P(M_{3,136})$	0.000011642	0.012295628	$P(M_{3,137})$	0.000000231	0.003381297	$P(M_{3,138})$	0.002091059	0.002230272
$P(M_{3,139})$	0.000497871	0.007359897	$P(M_{3,140})$	0.000044452	0.009107873	$P(M_{3,141})$	0.000001764	0.00500933
$P(M_{3,142})$	0.000000026	0.001033174	$P(M_{3,143})$	0.000000018	0.000190983	$P(M_{3,144})$	0.000000559	0.001131756
$P(M_{3,145})$	0.000000033	0.000933699	$P(M_{3,146})$	0.000006403	0.002515015	$P(M_{3,147})$	0.000000762	0.004149774
$P(M_{3,148})$	0.000000022	0.01711782	$P(M_{3,149})$	0.000032598	0.02483965	$P(M_{3,156})$	0.000005821	0.006147814
$P(M_{3,151})$	0.000000346	0.005071946	$P(M_{3,152})$	0.000000006	0.001394785	$P(M_{3,153})$	0.000062233	0.000919987
$P(M_{3,154})$	0.000014817	0.003035957	$P(M_{3,155})$	0.000001323	0.003756997	$P(M_{3,156})$	0.000000052	0.002066348
$P(M_{3,157})$	7.8125×10^{-18}	0.000426184						

3 Conclusions and a further problem

Fig. 2 shows the probabilities of the all models in Tables 4 and 5. For *Psychotria rubra*, some models have higher probabilities compared to others. On the other hand, the probability of each model for *P. manillensis* is lower. These differences may reflect survival strategies of two species. The next target of our research is the

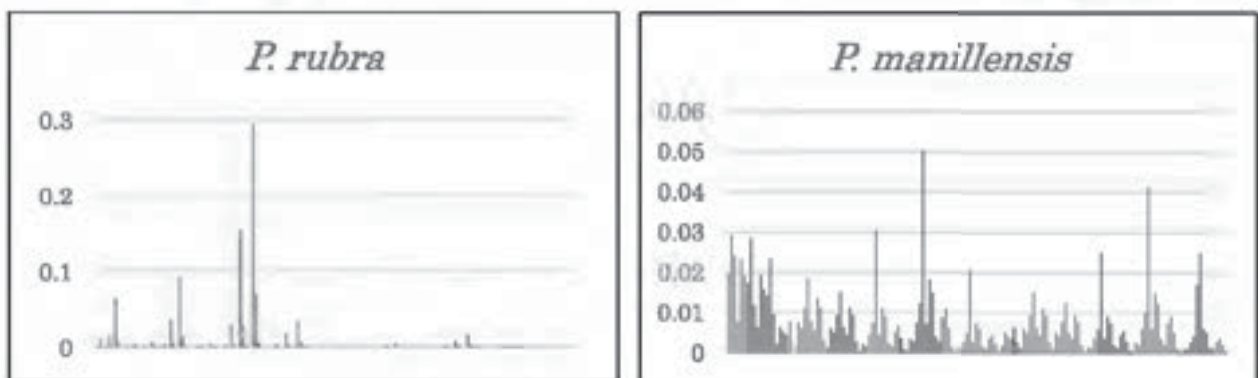


Fig. 2 : The occurrence probabilities of third year models

fourth year models. It is expected that their numbers are bigger than four thousands. Thus we are planning to use the computer program for the determination of them and the computation of their occurrence probabilities.

References

- 1) Hamilton-Clement, Architecture in neotropical *Psychotria* L. (Rubiaceae): dynamics of branching and its taxonomic significance, *American Journal of botany*, **72** (7), 1081-1088, (1985)
- 2) Kenta Watanabe, The branching patterns and architectures in two subtropical tree species (*Psychotria rubra* and *P. manillensis*) in the Ryukyu Islands, Japan, *Bulletin of National Institute of Technology, Okinawa College*, **8**, 53-61, (2014)
- 3) Masahiro Watari, The branching pattern models for two subtropical tree species (*Psychotria rubra* and *Psychotria manillensis*) in Okinawa Island, *Bulletin of National Institute of Technology, Okinawa College*, **9**, 21-28, (2015)
- 4) Masahiro Watari, Branching Pattern Modeling for *Psychotria* species and Their Deterministic Algorithm, *British Journal of Mathematics & Computer Science*, **13** (2), 1-17, (2016)

沖縄島に生育するボチョウジ属の3年目の分枝派生モデルの 生起確率について

座間味亜希¹, Amelia Phua Jing Wen⁶, Ang Ruo Yu⁶, 瑞慶覧安里¹, Chian Hwey Miin⁶, Erni Syazwani Bte Maswan⁶, 長崎隼⁷, Hee Ker Ern⁶, 田中博¹, 山本寛³, 平山けい⁵, *吉居啓輔³, 渡邊謙太⁴, Khairulhannan Bin Kamaruldzaman⁶, Kok Hui Jing Jeszaphyna⁶, 座間味真希¹, 渡利正弘^{8,9}, Muhammad Zul'Izzi Bin Ishak⁶, 仲間陽香², Ng Qi Xuan Ann⁶, Ngai Wei Jie Jed⁶, Nurhanisah Binte Muhammad Suandi⁶, Oh Jia Hui, 嶺井凜¹, 豊島凜¹, 吉井りさ³, 玉代勢隆平¹, 島袋汐里¹, Tee Er-Wen Nigel⁶, 渡嘉敷悠大¹

¹ 沖縄工業高等専門学校 生物資源工学科, ² 沖縄工業高等専門学校 メディア情報工学科

³ 沖縄工業高等専門学校 総合科学科, ⁴ 沖縄工業高等専門学校 技術室

⁵ 松江工業高等専門学校 校長, ⁶ School of Chemical and Life Science, Nanyang Polytechnic, Singapore

⁷ Green River College, United States of America, ⁸ Malaysia Japan Higher Educational Program, Kuala Lumpur University, Malaysia, ⁹ 芝浦工業大学 システム理工学部

本稿では沖縄島に生育するボチョウジ属2種(ボチョウジとナガミボチョウジ)に対しての3年目の分枝発生モデル157個の生起確率を計算した。その結果、ボチョウジは特定のモデルが高い確率を有していたのに対し、ナガミボチョウジはそれぞれのモデルの確率の差が小さいことがわかった。

キーワード: ボチョウジ属, 分枝発生モデル, 生起確率, 沖縄島

教育研究報告

沖縄高専1年生における新体力テストの推移と全国比較

～2012年度から2016年度において～

和多野 大

沖縄工業高等専門学校 総合科学科

要旨

沖縄高専において実施された2012年度から2016年度にかけての1年生(9期生～13期生)を対象とした新体力テストの結果をまとめ、年度間比較・全国平均との比較を行い、考察を加えた。長座体前屈や20mシャトルラン、50m走において年度間の差が確認され、ある程度の年度の特徴が示された。男子においては、9期生は短距離走より長距離走の能力が高かった。13期生は短距離走の能力が高かったものの、体の柔軟性が劣っていた。女子においては、9期生の総合的な運動能力の低さが感じられた。対照的に10期生は運動能力の高さが目立ち、当該5年間ではもっとも優れていた。全国平均との比較では、握力・上体起こし・20mシャトルランにおいて男女ともに5年連続で全国平均以下であり、その他の項目も全国平均より優れた結果はほとんど得られなかった。総じて男女ともに特に上半身の筋力と短距離長距離の走力が劣っていたが、男子は下肢瞬発力を測る立ち幅とびの成績が比較的良く、女子は立ち幅とびの他にも、敏捷性を測る反復横とび、柔軟性を測る長座体前屈で全国平均と同等かそれ以上のレベルであった年度が複数見られた。今後の課題として、総合的に全国平均以下である運動能力の向上が期待され、学生の日常における自発的な運動習慣の採択および継続が望まれた。そのためには、沖縄高専の既存のスポーツ施設の恒常的なメンテナンスの必要性と用具器具の充実の必要性が感じられた。

キーワード：新体力テスト・沖縄高専・年度間比較・全国平均との比較

1. 緒言

平成10年度に、文部科学省により昭和39年度から毎年行われてきていた「スポーツテスト」に代わる新たな新テスト案が試行され、平成11年度から「新体力テスト」として全国で実施されている。平成27年度より文部科学省スポーツ庁に調査が移管され、平成28年度実施の調査は、国民の体力・運動能力の現状を明らかにするとともに、体育・スポーツの指導と行政上の基礎資料を得ることを目的としている¹⁾。

高等専門学校においても新体力テストは全国的に毎年行われ、調査の結果や分析が報告されている²⁾³⁾⁴⁾。沖縄工業高等専門学校(以下「沖縄高専」とする)でも2012年度以降、1年生を対象に4～5月にかけて新体力テストの実施項目を含む測定が継続的に行われてきている。このデータは、「スポーツ実技」の授業を中心に個人の運動能力の把握や個別指導及び対応に活用されている。また学生に対しては、結果から自己の体力や運動レベルを絶対及び相対的に把握し、日常のスポーツ活動においてスポーツの楽しさや興味関心を高めるための資料として扱われている。

本報告では、沖縄高専において2012年度から2016年度の1年生(9期生～13期生)を対象として行われた測定調査から、新体力テストと共通する項目をピックアップし、その推移を比較した。また各年度において全国調査のデータとの比較も行った。沖縄高専へ入学したばかりの学生の体力レベルを把握し、今後のスポーツ実技の授業や課外活動指導に活用するための基礎資料を得ることを目的とした。

2. 方法

(1) 対象と測定項目

新体力テストの実施項目を含む内容の測定は、各年度とも「スポーツ実技Ⅰ」の授業時間内において、4月から5月にかけて実施した。対象者は沖縄高専1年生で、当該年度に16歳に達する学生であった。1年生であっても、過年度入学生および当該年度に16歳を超える年齢に達する学生は除外した。また諸処の事情により新体力テストのすべての項目を実施できなかった学生も対象から外すこととした。本報告における対象となった学生数は以下のとおりであった。

2012年度（9期生）：男子119名・女子42名

2013年度（10期生）：男子125名・女子31名

2014年度（11期生）：男子116名・女子40名

2015年度（12期生）：男子127名・女子35名

2016年度（13期生）：男子117名・女子36名

測定項目は、握力・上体起こし・長座体前屈・反復横とび・20m シャトルラン・50m 走・立ち幅とび・ハンドボール投げの8項目であった。測定は文部科学省が定める測定方法⁵⁾に基づいた。

(2) その他の測定項目

発育におけるデータとして、入学後1週間以内（各年度4月8日までに実施）に沖縄高専で行われる健康診断において測定・集計された身長と体重の値を使用した。

(3) 集計方法

各年度において、新体力テスト8項目および身長と体重を、男女別に平均値・標準偏差・最大値・最小値を算出した。8項目と身長・体重について、当該5年間における各年度間の差を分散分析を用いて比較した。文部科学省・スポーツ庁から毎年刊行される「体力・運動能力調査報告書⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾」の全国平均の数値との差は分析を行わず、単に数値を比較するだけにとどめた。

3. 結果

(1) 各年度における集計

2012年度（9期生）から2016年度（13期生）における新体力テスト8項目および身長・体重の測定結果の平均値と標準偏差、最大値と最小値、当該5年間における平均値の差は、表1～10のとおりであった。また表には、「体力・運動能力調査報告書」に記される全国平均の値、および本調査における平均値との差も併記した。

表1 沖縄高専1年生の年度別新体力テスト測定結果（握力）

性別	男子					女子				
	2012 (9期生)	2013 (10期生)	2014 (11期生)	2015 (12期生)	2016 (13期生)	2012 (9期生)	2013 (10期生)	2014 (11期生)	2015 (12期生)	2016 (13期生)
対象者数(人)	119	125	116	127	117	42	31	40	35	36
平均値(kg)	37.8	36.9	36.3	37.0	35.9	24.7	24.4	25.1	24.9	23.6
最高値(kg)	55	52	55	58	56	40	35	33	35	32
最低値(kg)	24	24	22	25	19	16	16	16	18	15
標準偏差	6.832	5.736	6.430	5.998	6.458	4.767	4.969	4.511	4.031	3.505
全国平均(kg)	38.57	38.68	39.05	37.87	38.50	25.64	25.67	25.85	25.58	26.07
平均差(kg)	▲0.77	▲1.78	▲2.75	▲0.87	▲2.60	▲0.94	▲1.27	▲0.75	▲0.68	▲2.47

表5 沖縄高専1年生の年度別新体カテスト測定結果(20m シャトルラン)

性別	男子					女子				
	2012 (9期生)	2013 (10期生)	2014 (11期生)	2015 (12期生)	2016 (13期生)	2012 (9期生)	2013 (10期生)	2014 (11期生)	2015 (12期生)	2016 (13期生)
対象者数(人)	119	125	116	127	117	42	31	40	35	36
平均値(回)	83.3	82.5	74.4	75.0	80.6	44.7	45.4	45.3	48.2	47.9
最高値(回)	131	150	133	131	128	83	70	85	84	84
最低値(回)	20	23	10	30	26	16	30	11	12	25
標準偏差	23.436	24.941	23.342	20.567	21.143	16.437	10.921	19.419	15.980	14.125
全国平均(回)	85.32	86.16	87.96	84.47	85.93	49.49	49.97	51.87	50.14	50.80
平均差(回)	▲2.02	▲3.66	▲13.56	▲9.47	▲5.33	▲4.79	▲4.57	▲6.57	▲1.94	▲2.90
平均値の差	*A *B	*C	*A *C	*B						

(*p<.05 英字は差が認められた年度と対応する)

表6 沖縄高専1年生の年度別新体カテスト測定結果(50m 走)

性別	男子					女子				
	2012 (9期生)	2013 (10期生)	2014 (11期生)	2015 (12期生)	2016 (13期生)	2012 (9期生)	2013 (10期生)	2014 (11期生)	2015 (12期生)	2016 (13期生)
対象者数(人)	119	125	116	127	117	42	31	40	35	36
平均値(秒)	7.73	7.63	7.66	7.71	7.49	9.64	8.83	9.26	9.07	8.95
最高値(秒)	6.7	6.7	6.8	6.5	6.6	8.1	8.0	7.9	7.9	8.0
最低値(秒)	10.0	10.4	9.3	9.4	10.6	11.6	9.5	11.9	13.2	12.0
標準偏差	0.563	0.593	0.530	0.539	0.593	0.780	0.457	0.873	0.963	0.789
全国平均(秒)	7.53	7.47	7.38	7.47	7.40	8.98	8.93	8.82	8.62	8.88
平均差(秒)	▲0.20	▲0.16	▲0.28	▲0.24	▲0.09	▲0.66	0.10	▲0.44	▲0.45	▲0.07
平均値の差	**A			*B	**A *B	***C *D **E	***C		*D	**E

(***p<.001 **p<.01 *p<.05 英字は差が認められた年度と対応する)

表7 沖縄高専1年生の年度別新体カテスト測定結果(立ち幅とび)

性別	男子					女子				
	2012 (9期生)	2013 (10期生)	2014 (11期生)	2015 (12期生)	2016 (13期生)	2012 (9期生)	2013 (10期生)	2014 (11期生)	2015 (12期生)	2016 (13期生)
対象者数(人)	119	125	116	127	117	42	31	40	35	36
平均値(cm)	219.6	219.4	213.3	219.0	215.1	167.1	180.5	164.5	166.7	176.6
最高値(cm)	270	265	260	280	280	208	220	215	208	210
最低値(cm)	140	140	152	151	90	100	145	110	52	100
標準偏差	20.846	22.570	22.012	22.151	27.192	21.891	17.365	21.736	33.157	22.710
全国平均(cm)	216.96	216.70	218.83	216.59	220.63	168.33	168.73	170.65	169.55	172.30
平均差(cm)	2.64	2.70	▲5.53	2.41	▲5.53	▲1.23	11.77	▲6.15	▲2.85	4.30
平均値の差							*A	*A		

(*p<.05 英字は差が認められた年度と対応する)

表8 沖縄高専1年生の年度別新体力テスト測定結果 (ハンドボール投げ)

性別	男子					女子				
	2012 (9期生)	2013 (10期生)	2014 (11期生)	2015 (12期生)	2016 (13期生)	2012 (9期生)	2013 (10期生)	2014 (11期生)	2015 (12期生)	2016 (13期生)
対象者数(人)	119	125	116	127	117	42	31	40	35	36
平均値(m)	23.3	22.6	22.5	21.5	26.2	12.4	13.5	13.6	13.3	14.2
最高値(m)	36	35	37	37	45	23	23	27	22	25
最低値(m)	9	9	13	9	13	7	7	6	6	5
標準偏差	5.471	5.681	5.378	5.218	6.922	4.064	3.876	4.183	4.635	5.193
全国平均(m)	24.71	24.70	24.85	24.22	24.81	14.05	14.28	14.40	13.80	14.35
平均差(m)	▲1.41	▲2.10	▲2.35	▲2.72	1.39	▲1.65	▲0.78	▲0.80	▲0.50	▲0.15

平均値の差 **A **B **C **D **A**B**C**D

(**p<.01 英字は差が認められた年度と対応する)

表9 沖縄高専1年生の年度別健康診断結果 (身長)

性別	男子					女子				
	2012 (9期生)	2013 (10期生)	2014 (11期生)	2015 (12期生)	2016 (13期生)	2012 (9期生)	2013 (10期生)	2014 (11期生)	2015 (12期生)	2016 (13期生)
対象者数(人)	119	125	116	127	117	42	31	40	35	36
平均値(cm)	166.77	167.49	166.44	167.78	167.35	155.81	156.03	156.53	156.87	155.57
最高値(cm)	182.9	185.3	185.0	180.4	183.6	167.4	169.0	165.1	175.2	169.5
最低値(cm)	149.2	148.8	152.6	154.6	155.5	143.4	145.6	144.9	141.1	139.2
標準偏差	6.528	5.945	5.671	5.307	5.897	6.121	5.201	4.839	6.806	5.518
全国平均(cm)	168.14	168.24	168.37	168.01	168.46	156.98	156.97	157.24	156.48	156.95
平均差(cm)	▲1.37	▲0.75	▲1.93	▲0.23	▲1.11	▲1.17	▲0.94	▲0.71	0.39	▲1.38

表10 沖縄高専1年生の年度別健康診断結果 (体重)

性別	男子					女子				
	2012 (9期生)	2013 (10期生)	2014 (11期生)	2015 (12期生)	2016 (13期生)	2012 (9期生)	2013 (10期生)	2014 (11期生)	2015 (12期生)	2016 (13期生)
対象者数(人)	119	125	116	127	117	42	31	40	35	36
平均値(kg)	56.34	56.79	56.68	58.96	56.25	49.65	48.37	51.50	49.88	50.55
最高値(kg)	110.0	92.6	85.6	92.4	101.2	63.0	60.6	70.6	77.0	70.3
最低値(kg)	39.0	41.2	38.8	39.2	40.2	37.2	36.2	37.6	33.7	36.1
標準偏差	11.442	8.671	9.340	8.775	10.101	5.775	5.871	7.036	8.854	7.504
全国平均(kg)	58.28	58.17	57.74	57.85	58.15	51.15	51.13	51.36	50.78	51.16
平均差(kg)	▲1.94	▲1.38	▲1.06	1.11	▲1.90	▲1.50	▲2.76	0.14	▲0.90	▲0.61

(2) 男子の測定の分析結果

男子では、長座体前屈 ($F(4,599)=3.025, p<.05$)・20m シャトルラン ($F(4,599)=4.089, p<.01$)・50m 走 ($F(4,599)=3.482, p<.01$)・ハンドボール投げ ($F(4,599)=11.609, p<.001$) で年度間に有意な差が認められた。

長座体前屈は、9期生および12期生は、13期生よりも優れており (ともに $p<.05$)、柔軟性が高いことが示された。

20m シャトルランは、9期生は11期生および12期生よりも優れており (ともに $p<.05$)、また10期生は11期生よりも優れており ($p<.05$)、有酸素性走力が高いことが示された。

50m 走は、13期生は9期生 ($p<.01$) および12期生 ($p<.05$) よりも優れており、無酸素性走力が高いことが示された。

ハンドボール投げは、13期生は9期生・10期生・11期生・12期生よりも優れており (すべて $p<.01$)、投力が高いことが示された。

その他の新体力テストの測定項目および身長と体重には、当該5年間における年度間の差は認められなかった。

また、ほとんどの年度および測定項目において、全国平均を下回っていた。

(3) 女子の測定の分析結果

女子では、長座体前屈 ($F(4,179)=3.111, p<.05$)・反復横とび ($F(4,179)=4.728, p<.01$)・50m 走 ($F(4,179)=5.815, p<.001$)・立ち幅とび ($F(4,179)=2.931, p<.05$) で年度間に有意な差が認められた。

長座体前屈は、11期生および13期生は9期生よりも優れており (ともに $p<.05$)、柔軟性が高いことが示された。

反復横とびは、10期生は9期生 ($p<.01$) および11期生 ($p<.05$) よりも優れており、敏捷性が高いことが示された。

50m 走は、10期生 ($p<.001$)・12期生 ($p<.05$) および13期生 ($p<.01$) は9期生よりも優れており、無酸素性走力が高いことが示された。

立ち幅とびは、10期生は11期生よりも優れており ($p<.05$)、下肢瞬発力が高いことが示された。

その他の新体力テストの測定項目および身長と体重には、当該5年間における年度間の差は認められなかった。

また、ほとんどの年度および測定項目において、全国平均を下回っていたが、長座体前屈と反復横とびは全国平均とほとんど差がなく、10期生および13期生の立ち幅とびは全国平均を大きく上回っていた。

4. 考察

(1) 年度間の比較における考察

当該5年間における1年生の新体力テストの結果から、ある程度の年度の特徴を垣間見ることができた。

男子においては、9期生は50m 走が遅いものの20m シャトルランが優れており、無酸素性 (瞬発性) の走力よりも有酸素性 (持久性) の走力に特化しているように思えた。10期生は突出した優劣の項目がなく、バランスの良さを感じた。11期生・12期生は有酸素性走力の低さが目立った。13期生は50m 走が速く無酸素性 (瞬発性) の走力が優れているものの、長座体前屈は劣っており、短距離走は速くても体の柔軟性に欠けているような印象であった。13期生は、特に男子においてハンドボール投げが他年度より優れていたが、これは2016年度にハンドボールを経年劣化したゴム製のものから人工皮革の新品に新調したことが影響していると思われる、以前の年度の記録と単純に比較し考察するのは適切ではないように思えた。

女子においては、9期生は長座体前屈と反復横とび・50m 走が他年度より劣っており、また有意な差はなかったものの上体起こしとハンドボール投げの平均値も最低であったことから、全体的に能力が低めな印象であった。10期生は反復横とび・50m 走・立ち幅とびが優れた結果であったほか、上体

起こしの平均値も最高を記録し、特に体幹と下肢の筋力を中心としたパワーと敏捷性に優れた印象であり、当該5年間では総合的に最も優れているように思われた。11期生は柔軟性が優れていたものの、跳躍・敏捷系の項目に苦手の傾向が見られ、他の年度とは異なる傾向であった。12期生は突出して優れた項目はなかったものの、総じて全国平均との差が少なく、バランスの良さを感じられた。13期生は長座体前屈・反復横とび・立ち幅とびが全国平均以上であり、体の柔軟性と跳躍力が比較的優れているように思われ、総合的には10期生に次ぐ運動能力を感じる事ができた。

(2) 全国平均との比較における考察

全国平均と比較すると、沖縄高専の平均値はほとんどの年度・項目で下回っていた。男子は、握力・上体起こし・長座体前屈・20mシャトルラン・50m走において5年間で一度も全国平均を上回っておらず、特に長座体前屈で測られる柔軟性と20mシャトルランで測られる有酸素性走力は大きく劣っていた。筋持久力も含め、沖縄高専1年生の全体的な運動能力は低いと言えるであろう。身長・体重も一様に全国平均を下回っており、発育の遅さが思われるが、1年生の毎年97%以上が沖縄県内の中学校出身であることを鑑みると、沖縄県の平均値も気になる場所である。平成25年度の沖縄県の報告¹⁾によると、男子は握力・立ち幅とび・ハンドボール投げ以外の5項目において沖縄県の15歳の平均記録は全国平均以下であり、女子はハンドボール投げ以外の7項目において、同様に全国平均以下であった。そのため、県内平均と比較すると沖縄高専1年生の運動能力は低い可能性がある。

男子は立ち幅とびだけは年度によって優れており、沖縄高専1年生唯一の得意項目であると言える。女子は握力・上体起こし・20mシャトルラン・ハンドボール投げの4項目が5年間を通し全国平均以下であり、上半身の筋力および全身持久力が低いと言える。反復横とびは全国平均と比較しても遜色なく、立ち幅とびも非常に優れていた年度が存在することから、下肢の筋力が求められる敏捷性やジャンプ力を要する短時間のスポーツ種目は比較的得意かもしれない。長座体前屈で測られる柔軟性も、10期生以降は全国平均との差が小さくなってきており、13期生ではわずか1cm足らずではあるが全国平均よりも優れていた。

沖縄高専は、沖縄県内において高校総体や選手権大会などで優れた成績を残せるスポーツ競技種目がほとんど存在せず、運動能力が低くスポーツは得意ではない学校といえるが、1年生入学直後の時期から全国平均を下回る新体力テストの結果が得られていることから、沖縄県内における沖縄高専学生の運動能力に対するイメージもやはり低いものであるのだろうと感じられた。総じて男女ともに、上半身の筋力と短距離長距離の走力が、特に劣っているように思われた。

沖縄高専における「スポーツ実技(必修)」の授業は1・2年生で通年2単位、3年生は半期1単位であり、授業のみで体力を養うのは至難の業と言えるため、入学後は年度を重ねるごとに運動能力が低下していき、全国平均との差も広がっているように思われた。

(3) 沖縄高専における今後の課題

沖縄高専では直近5年間において、1年生入学の時点で運動能力はすでに低く、総じて全国平均以下である。授業のみで運動能力を高めることは難しく、スポーツ系部活動の入部率および活動状況も年々低下・停滞傾向である現実を踏まえると、日常における自発的な運動習慣の採択および継続が望まれる。放課後におけるスポーツ施設の開放、器具用具の貸し出しなどといった校内スポーツ環境の整備、スポーツ実技の授業や新体力テストの結果を通じたスポーツ活動への動機づけ、学生会による校内スポーツイベントの充実など、スポーツ活動への参加を促す校内の雰囲気づくりが挙げられる。そのためには、校内に既存するスポーツ施設の恒常的なメンテナンスや、学生に貸し出せるスポーツ用品の確保とメンテナンスが必須であるが、現状十分に管理運営されているとは言い難い。

スポーツ系の部活動においても、効率のよいトレーニングや技術指導ができる指導者の充実が求められる。対外試合で優れた成績とまではいかなくとも、ある程度の結果が伴ってくることで、スポーツ系の部活動への参加や継続は促され、離脱要素の減少につながっていくと思われる。

運動能力の維持向上は健康にも直結するため、在学中に運動不足に陥ってしまう学生数を減らしていけるよう、自発的なスポーツ活動への環境整備と動機づけは今後進めていかねばならないであろう。

5. 参考・引用文献

- 1) スポーツ庁 平成 28 年度体力・運動能力調査報告書 2017, p.1
- 2) 蝦名謙一・鳴海寛・和田敬世・大室康平 文部科学省新体力テストからみた本校学生の体力 (第 8 報) -平成 24 年度第 3 学年男子学生の場合- 八戸工業高等専門学校紀要, 47, 2012, pp.101-106.
- 3) 長田朋樹 小山高専生の体力水準: 2015 年度新体力テスト報告 小山工業高等専門学校研究紀要, 48, 2015, pp.21-27
- 4) 門多嘉人・池原忠明 高等専門学校における低学年の発育・体力に関する調査 (第 2 報) 東京都立産業技術高等専門学校荒川キャンパスにおいて 東京都立産業技術高等専門学校研究紀要, 10, 2016, pp.69-76.
- 5) スポーツ庁 平成 28 年度体力・運動能力調査報告書 2017, pp.230-245.
- 6) スポーツ庁 平成 24 年度体力・運動能力調査報告書 2013, pp.55-59.
- 7) スポーツ庁 平成 25 年度体力・運動能力調査報告書 2014, pp.55-59.
- 8) スポーツ庁 平成 26 年度体力・運動能力調査報告書 2015, pp.55-59.
- 9) スポーツ庁 平成 27 年度体力・運動能力調査報告書 2016, pp.55-59.
- 10) スポーツ庁 平成 28 年度体力・運動能力調査報告書 2017, pp.57-61.

参考URL (2017 年 11 月 10 日確認)

11) 沖縄県教育委員会 体力・運動能力 平成 25 年度

<http://www.pref.okinawa.jp/edu/hoken/jujitsu/takumashii/documents/h25zuhyou.pdf#search=%27>

国 際 会 議 発 表

アルミ細線の線爆に伴う水中衝撃波を用いた 食品加工の実用的装置の開発

*下嶋賢¹, 比嘉修¹, 比嘉吉一¹, 嶽本あゆみ¹, 安田淳²,
井山裕文³, 渡邊敏晃⁴, 伊東繁¹

¹沖縄高専 ²OS デザイン(株) ³熊本高専 ⁴水産大学

概要

これまで、沖縄工業高等専門学校にて、著者らが水中衝撃波を用いた食品加工装置を開発してきた。すでに装置は試作され、いくつかの実験結果を得ている。衝撃波は、媒質中の音速よりも早い速度で伝ばし、急速に減衰する。波面後方で、圧力・温度・密度の上昇する圧縮波である[1]。その圧力を以降、衝撃波の圧力と呼ぶ。衝撃波の圧力が高ければ高いほど、その加工効果は高い。そこで本報告では、細線の線爆に伴うテルミット反応を用いた衝撃波発生メカニズムを実現する加工装置の設計、製作を行うことを目的としている。製作した装置によっていくつかの食品を加工した結果を示し、製作した加工装置の問題点を明らかにする。

キーワード：水中衝撃波，食品加工装置，細線の線爆

1. 緒言

これまで、国立沖縄工業高等専門学校では、学科を横断した研究チームによって、水中衝撃波を用いた食品加工装置の開発を行ってきた。その加工は加工対象である食品に衝撃波が透過することで発生するスポーリング現象[2]によって行われ、非加熱で殺菌、製粉、乳化、軟化、搾汁などの向上効果が実験的に検証されてきた[3-9]。これまで実験的に衝撃波の圧力が高ければ高いほど、その食品の粉砕効率は高いことが分かっている[10]。衝撃波を発生させる電気エネルギーを決める電圧およびコンデンサ容量を増加させることで、容易に衝撃波における圧力波の圧力を向上させることができるが、電気回路を構成する各種電子機器の耐電圧を見直さなければならない。そこで、衝撃波の発生方法に着目した。これまで電極にわずかな隙間を設け、その隙間に電気エネルギーをギャップスイッチによって瞬間的に印加し（以降、この衝撃波の発生方法をギャップ放電と呼ぶ）電気崩落を発生させることで、衝撃波を発生させていた。一方、電極に細線を用い高電圧を印加することによるテルミット反応

を用いた衝撃波の発生方法（以降、この衝撃波の発生方法をワイヤ放電と呼ぶ）が知られている[11].
 そこで、開発ずみの可視化用の圧力容器を用いて、ギャップ放電とワイヤ放電によって発生される衝撃波による圧力を光学観測によって計測し、約 10 倍の向上効果を確認している[10].
 そこで、本報告では、ワイヤ放電による食品加工装置の実用化のため、安定して加工が可能な装置の設計、製作を行う。製作した装置を用いていくつかの食品を加工し、その加工の可能性を定性的に検証する。衝撃波による加工実験を繰り返し、将来の実用化に向けた装置の問題点を明らかにすることを目的とする。

2. 水中衝撃波を用いた食品加工装置の加工方法

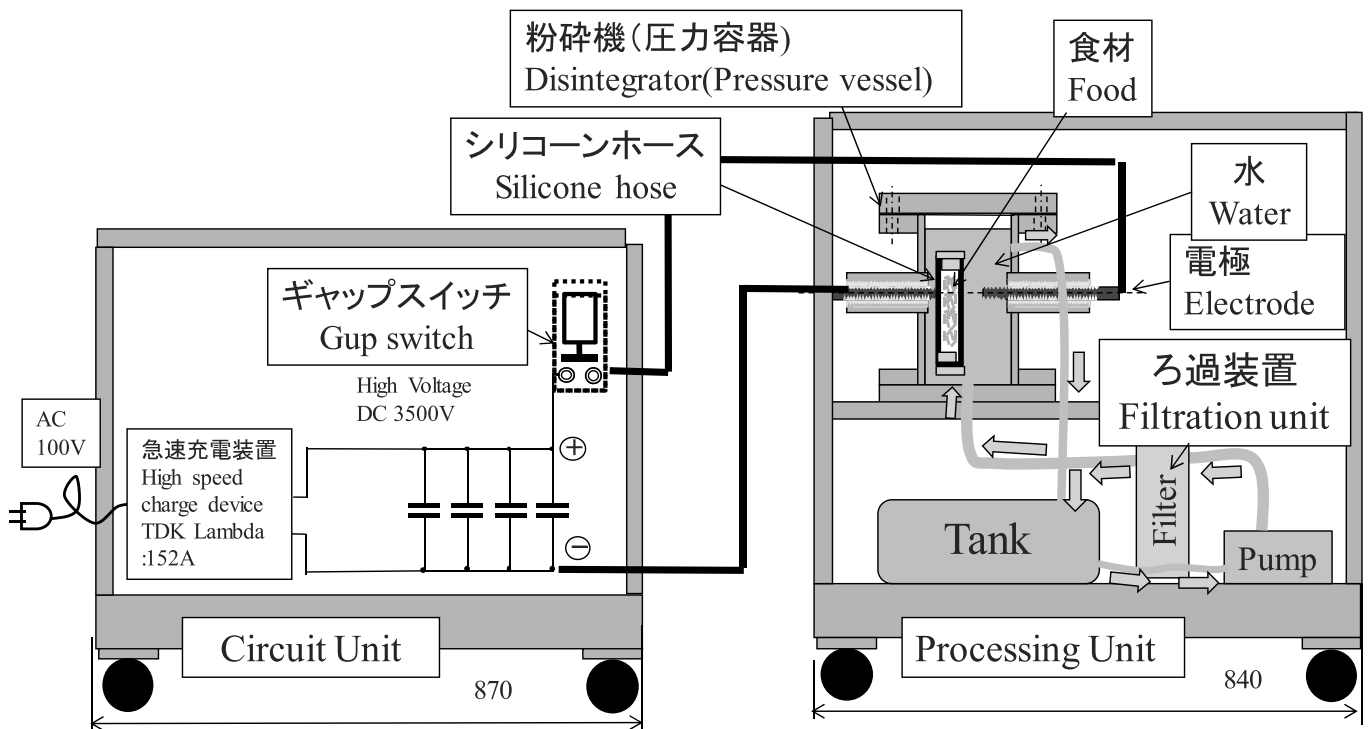


図 1 水中衝撃波の発生装置

図 1 は、水中衝撃波を用いた食品加工装置の概要を示している。本装置は、電源ユニットと加工ユニットから構成されている。電源ユニットには、急速充電装置である 152A および、並列に 4 つ接続されたコンデンサ、エアシリンダによって駆動されるギャップスイッチ、各種スイッチを制御するシーケンサーなどが搭載されている。加工ユニットには、衝撃波によって加工する圧力容器、容器内部の水を循環・ろ過するための供給装置が搭載されている。

表1は、衝撃波を発生させるための電気エネルギーを示している。

Table1 Parameter of erector device

Voltage	3.5 KV
Capacitance	800 μF

衝撃波を発生させるための電気エネルギーは、約 5KJ となっており、本報告では、ギャップ放電、ワイヤ放電ともに、この条件は変更しないものとする。

食品を加工するための圧力容器は、衝撃波による高い圧力に十分耐えられるよう耐圧設計されている。水道配管規格のステンレス円筒材料とオープンフランジが溶接されていて、上下の開口部は、フランジがボルト締結によって締結され、Oリングによって内部の水が外部へ漏水しないようになっている。容器中心部には、衝撃波を発生させるための電極が絶縁材によって固定されている。電極は導電性の高い銅によって製作されている。粉砕対象の食品は、シリコーンホースおよびステンレス製の栓のコンテナによって封入され、圧力容器内で衝撃波によって水に接することなく粉砕される。シリコーンの密度は水に近いので、スポーリング現象による破壊は起こりにくく、約1万回の加工に耐えられることが実験的に確認できている[9,12].

3. アルミ細線の線爆による衝撃発生用圧力容器の設計と製作

ワイヤ放電による衝撃波発生方法を用いた加工装置を設計した。設計に伴い、ワイヤ放電を用いるために圧力容器に要求される仕様は以下の通りとなっている。

- ・ 衝撃波による高い圧力下にて、安定してワイヤが供給できること。
- ・ ワイヤと容器が絶縁されていること。
- ・ 一定回数の衝撃波発生が可能であること。

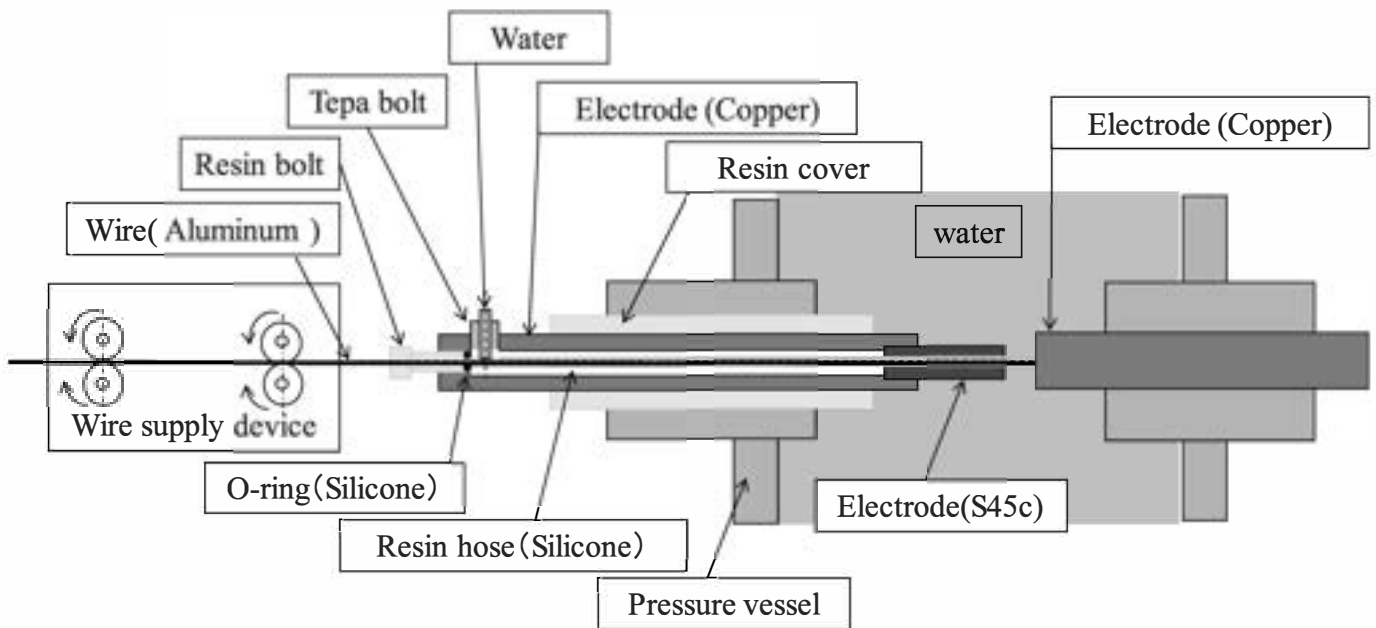


Fig.2 Cross section of wire supply device

図 2 は、著者らが試作したワイヤ放電による衝撃波を用いた食品加工装置のためのワイヤ供給部分の構造を示している。使用したワイヤは、コストの安い溶接用のアルミワイヤを選定した。安定して衝撃波を発生させる条件として、実験的にワイヤの直径を $\phi 1 \text{ mm}$ 、ワイヤの長さ（電極間距離）を 8 mm とした。圧力容器本体と、電極を絶縁するための樹脂のカバーは、M30 の全ねじで締結されており、シールテープによって防水した。同様に、銅電極と樹脂カバーは、M20 の全ねじで同様に締結されている。ワイヤの接点が常に電極先端部となるよう、電極中心部は樹脂製のパイプによって電極（銅）と絶縁されており、先端部は、鉄鋼製の電極が銅電極と締結されており、ワイヤと接している。衝撃波をワイヤ放電によって発生させる際、鉄鋼製の電極とアルミ製のワイヤが高温によって溶着する。この溶着は、電極中心部をワイヤ送り方向から水を流す事で解決した。ワイヤの供給は、溶接用のワイヤ供給装置をそのまま流用した。

5. 製作した圧力容器による加工結果および考察



Fig.3 Picture of crashing of coffee

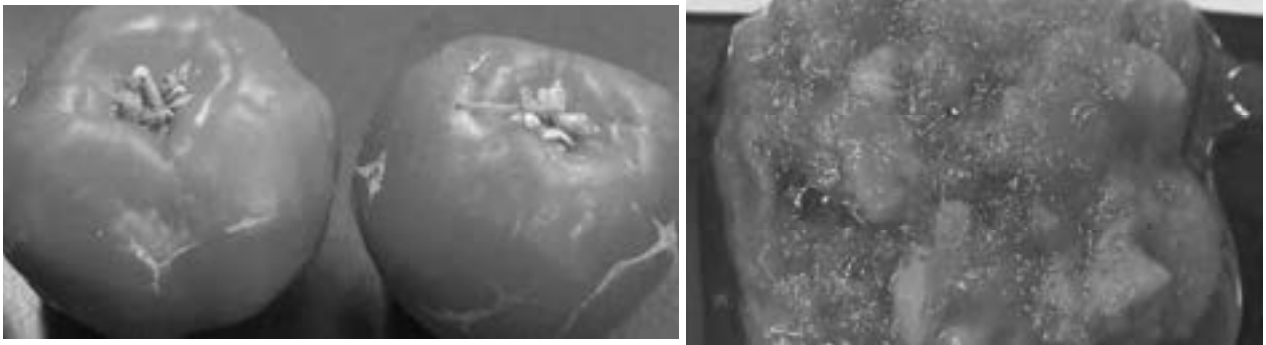


Fig.4 Picture of crashing of acerola

図 3,4 は、試作したワイヤ放電に伴う衝撃波によって加工された食品(コーヒーとアセロラ)を示している。画像の左側は加工前、右側は加工後の食品を示している。画像により衝撃波によって破壊され、コーヒー豆は粉状になっており、アセロラは、おろし金で擦りおろした後のように、完全にペースト状になっていることが分かる。



Fig.5 Picture of electrode (S45C)

図 5 は、本装置によって衝撃波を 100 回発生させた後の S45C 製の電極部（プラス側の電極）の画像を示している。画像よりアルミ細線の外周に沿って電極が溶融していることが分かる。溶融が進行することで、ワイヤへの電気エネルギーの供給が不安定になる。現在の装置では、一定数の衝撃波の発生の後、電極部の交換が必要となり、本装置の実用化への今後の課題となる。

6. 結論

これまで、ギャップ放電によって衝撃波を発生させる装置で様々な食品の加工を行い、米粉製造装置に代表される実用化を見据えた装置開発を行ってきた。より硬い食材や、より高い加工効果を得るため、衝撃波の圧力の向上を図るため、電圧やコンデンサ容量の増加に頼らない細線の線爆による衝撃波の発生装置を試作した。その結果、いくつかの食材を加工することができることを示した。しかしながら、一定回数の衝撃波を発生させる事で電極の溶融が見られた。本装置では、定期的なメンテナンスが必要となるため、今後の実用化への課題があることが明らかとなった。

文 献

- [1] Cassi A. Sweet, Kevin L. Schulte, John D. Simon, Myles A. Steiner, Nikhil Jain, David L. Young, Aaron J. Ptak, and Corinne E. Packard, Controlled exfoliation of (100) GaAs-based devices by spalling fracture, *Appl. Phys. Lett.* 108, 011906 (2016)
- [2] 高山和喜 編, 衝撃波ハンドブック, Springer Verlag(1995)
- [3] 嶽本あゆみ, “米粉中に含まれる細菌類の瞬間的高圧殺菌について,” 合同技術研究会報告, pp.114-115, 2012
- [4] K.Naha, K.Shimajima, Y.Miyafuji, K.Higa, O.Hig, R.Matsubara, T.Matsui, S.Tanaka, S.Itoh, “Development of Rice-Powder Manufacturing System using The Momentary High Pressure,” *YSR-6*, pp,36-39, 2011
- [5] 比嘉 修, 安田 淳, 下嶋 賢, 比嘉 吉一, 伊東 繁, 食品加工のための水中衝撃波生成技術, 日本食品工学会 第18回(2017年度)年次大会 2017年8月9日
- [6] 伊東 繁, 比嘉 修, 安田 淳, 藏屋 英介, 下嶋 賢, 比嘉 吉一, 水中衝撃波を用いた各種食品加工装置, 日本食品工学会 第18回(2017年度)年次大会 2017年8月9日
- [7] Ken Shimojima, Osamu Higa, Yoshikazu Higa, Hirofumi Iyama, Atsushi Yasuda and Shigeru Itoh, Experimental Study for the Optimal Conditions for the Softening of Pork Using Underwater Shock Wave, Fifth International Symposium on Explosion, Shock Wave and High-strain-rate Phenomena 25-28 September 2016, Beijing, China, p.55-56, ID033
- [8] Atsushi Yasuda, Osamu Higa, Yoshikazu Higa, Ken Shimojima, Kazuyuki Hokamoto, and Shigeru Itoh, Application of Underwater Shock Waves for Food Processing Devices, Fifth International Symposium on Explosion, Shock Wave and High-strain-rate Phenomena 25-28 September 2016, Beijing, China, p184, ID110
- [9] Ken SHIMOJIMA, Osamu HIGA, Yoshikazu HIGA, Ayumi TAKEMOTO, Hirofumi IYAMA, Atsushi YASUDA, Toshiaki WATANABE and Shigeru ITOH, Production of Rice Powder Milling Flour Device and Characterization by Numerical Simulation, ASME 2016 Pressure Vessels & Piping Division Conference PVP2016 PVP2016-63588 Aug. 2016
- [10] O. Higa, A. Yasuda, Y. Higa, K. Shimojima, K. Hokamoto, S. Itoh, Optical Observation of Shockwave Propagation Induced by an Underwater Wire Explosion, *Int. Jnl. of Multiphysics*, Volume 10, Number 4, 2016
- [11] 大塚誠彦, “衝撃大電流により発生した水中衝撃波の制御とその応用に関する問題研究”, 熊本大学, 博士論文, pp.9-10, 2007
- [12] 下嶋賢, 比嘉修, 比嘉勝也, 比嘉吉一, 嶽本あゆみ, 安田淳, 山戸 陸也, 中澤 稔, 井山裕文, 渡邊敏晃, 伊東繁, 瞬間的高圧処理を用いた米粉の製粉装置の開発-第1報 連続運転装置の開発と米粉の成分分析-, 日本食品工学会, Vol.16, No.4, pp.297-302(2015)

謝 辞

本研究は、熊本大学パルスパワー科学研究所より研究支援を受け、当該施設を用いた実験結果を用いて実施された。ここに記して謝意を表します。

Development of practicable device by aluminum wire explosion for food processing using underwater shock wave

Ken Shimojima^{1†}, Osamu Higa¹, Yoshikazu Higa¹, Ayumi Takemoto¹,
Atsushi Yasuda², Hirofumi Iyama³, Toshiaki Watanabe⁴, Shigeru Itoh¹

¹ National Institute of Technology, Okinawa College, ² OS Design Co.,

³ National Institute of Technology, Kumamoto College,

⁴ National Fisheries University

The National Institute of Technology, Okinawa College (OkNCT) has developed a food processing machine that generates underwater shock waves. The machine can be used for sterilization, milling, tenderness, and extraction among others. The higher the pressure of the shock wave, the higher the processing effect can be expected.

In this research, we will prototype a processing equipment using wire explosion phenomena without improvement of electronic equipment. The following specifications are required for pressure containers for food processing using wire explosion. 1. Stable supply under high pressure is possible. 2. Wire and container are insulated. 3. Possibility of generation of stable shock waves over a certain number of times. In this report, the pressure vessel for food processing with a wire feed mechanism was prototyped. Several food products were crushed by this machine. The processing result is shown. The problems of this machine in continuous processing become obvious.

Study on a Metal Smelting Process using Microwave Irradiation

Satoshi Fujii^{1,2}, Takumi Gushiken², Shuntaro Tsubaki¹, Eichi Suzuki¹, and Yuji Wada¹

¹Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology

²Department of Information and Communication System Engineering, National Institute of Technology, Okinawa College

Abstract

High-Sc-content ScAlN thin films have attracted significant attention because of their strong piezoelectricity. ScAlN's piezoelectric response suggests that a ScAlN thin film on a hard substrate should be a suitable surface acoustic wave (SAW) wideband filter substrate for next-generation wireless communication systems. However, it is often difficult to use ScAlN thin films in MEMS devices, including acoustic devices, because of the extremely high price of Sc metal due to the difficulty of the metal smelting process. For the first time, we have studied a process for smelting Sc metal using microwave irradiation. The microwave irradiation process has potential as a Sc metal smelting process.

Keywords—ScAlN thin film, SAW, microwave irradiation

I. INTRODUCTION

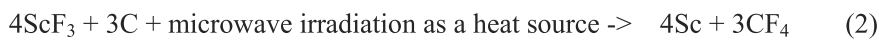
High-Sc-content ScAlN thin films have attracted significant attention because of their strong piezoelectricity. Akiyama et al. found that the piezoelectricity of ScAlN thin films increases monotonically with increasing Sc concentration, r . The material's piezoelectricity reaches a maximum at $r = 43$ at%, at which point the piezoelectric coefficient, d_{33} , is five times that of pure AlN [1]. Hashimoto et al. reported that a surface acoustic wave (SAW) resonator based on the ScAlN/6H-SiC structure exhibited resonance Q , anti-resonance Q , and K_2 values of 340, 240, and 4.5%, respectively, at 3.8 GHz [2]. These values suggest that a ScAlN thin film on a hard substrate should be a suitable SAW wideband filter substrate for next-generation wireless communication systems.

However, it is often difficult to use ScAlN thin films in MEMS devices, including acoustic devices, because of the extremely high price of Sc metal. The high price of Sc metal is due to the difficulty of the metal smelting process. Several researchers have reported Sc smelting processes [3,4]. M. Hata et al. demonstrated that Al-Sc alloy can be directly produced via a calciothermic reduction using CaCl_2 flux and Al as a collector metal [3]. It is difficult to execute this process using molten salt at high temperatures of around 1100 K. On the other hand, we

have previously successfully obtained small amounts of magnesium metal using microwave irradiation. This process had a high yield of 71%, and consumed half the energy of the conventional process, which is known as the Pidgeon process [5]. In this report, we describe the application of this process to the smelting of Sc metal using microwave irradiation, and report the results.

II. Experimental

In this work, we consider two chemical reactions, which can be expressed as follows:



In this process, the starting material, Sc_2O_3 , is converted into an Al-Sc metal alloy. For safety, we employed CaH_2 instead of Ca metal. Fig. 1 shows the experimental setup which consists of a microwave generator using a PLL oscillator and power amplifier module, plunger, waveguide cavity with TE103 mode, rotary pump, quartz glass tube, infrared temperature measurement system, alumina crucible located in the TE103 cavity, and sample in the crucible. For the chemical reaction presented in Eq. (1), the scandium oxide (Sc_2O_3) powder (average particle size: less than 10 μm), the calcium hydride (average particle size: 100-500 μm) and the aluminum powder (average particle size: 100-300 μm) were mixed and packed in the alumina crucible to form a sample. The total weight of the mixture was 0.46 g and the molar ratio of $\text{Sc}_2\text{O}_3:\text{CaH}_2:\text{Al}$ was 0.15:0.96:0.27. For the process described by Eq. (1), microwave power of 177 W was applied at the maximum magnetic field of a TE103 applicator under low vacuum of 10 pa and a crucible temperature of 780°C. For Eq. (2) of the chemical reaction, scandium fluoride powder (average particle size: less than 10 μm), and carbon particles (average particle size: 50 μm) were mixed and packed in the alumina crucible to form a sample. The total weight of the mixture was 0.68 g and the molar ratio of $\text{ScF}_3:\text{C}$ was 1:3. Fig. 2 shows SEM images of the powders. For the process described by Eq. (2), microwave power of 100 W was applied at the maximum magnetic field of a TE103 applicator under low vacuum of 10 pa and a crucible temperature of 880°C. After the reaction was performed, X-ray diffraction measurements of these samples were carried out to identify Al-Sc metal alloy in the sample related to Eq. (1) and Sc metal in the sample related to Eq. (2).

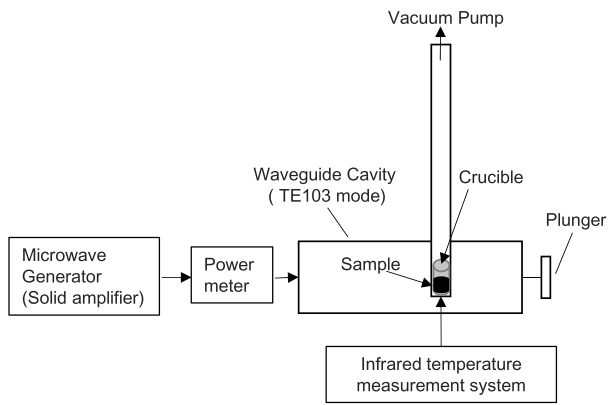


Fig. 1. Experimental setup for microwave metal

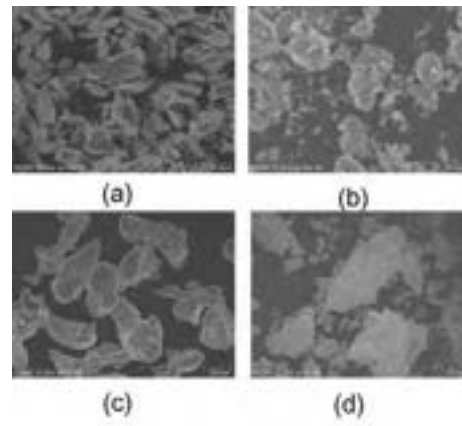


Fig. 2. SEM images which show particle morphology : (a) Sc₂O₃ , (b) ScF₃, (c) Al, (d) CaH₂,

Fig. 3 shows the temperature of the crucible as measured using an infrared sensor and the microwave power as a function of time for the chemical reaction described by Eq. (1). In this process, the temperature exceeded 700°C within 10 min, and the crucible was kept at over 750°C for 30 min. It was assumed that the sample temperature was over 1000°C when the crucible temperature was maintained close to 800°C. Fig. 4 shows the temperature of the crucible as measured using an infrared sensor and the microwave power as a function of time for the chemical reaction described by Eq. (2). The temperature of the crucible reached 880°C within 15 min and was maintained at 880°C for 15 min. In this case as well, it was assumed that the sample temperature was over 1000°C when the

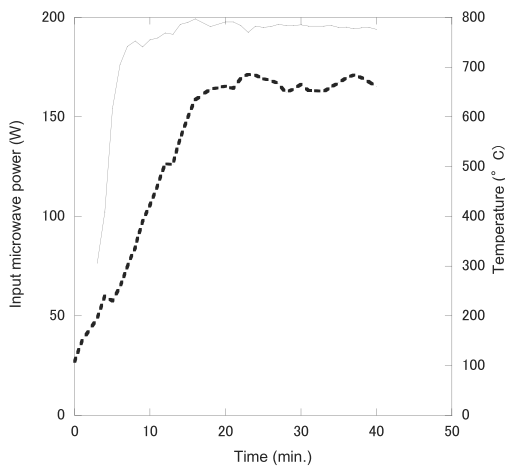


Fig. 3. The temperature of the crucible and microwave power as a function of time for the chemical reaction described by Eq. (1). (a) the red line represents the crucible temperature, (b) the black dotted line represents the microwave power.

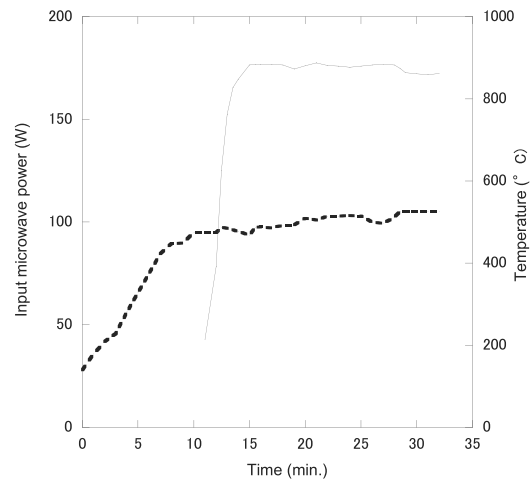


Fig. 4. The crucible temperature and microwave power as a function of time for the process described by Eq. (2); (a) the red line represents the crucible temperature, (b) the black dotted line represents the microwave power.

crucible temperature was maintained close to 800°C. It was difficult to separate the products from the residues after the chemical reaction represented by Eq. (1). Fig. 5 shows the results of the XRD measurement of the mixture of residues and products of this reaction. There are some strong peaks related to calcium and some weak peaks related to aluminum. It is difficult to identify a shift of the aluminum peak, which represents the production of the Al-Sc alloy. After the chemical reaction represented by Eq. (2), a thin film with metallic luster was obtained on the glass tube. Fig. 6 shows the results of the XRD measurement of the thin film on the glass tube. Some peaks can be seen in this figure, even though their intensity is small. According to the JPCD card, the peak at 31 degrees comes from Sc (101). This was the first example of obtaining Sc metal from smelting of Sc metal using microwave irradiation. At the moment, we cannot confirm that the thin film was scandium, using only XRD measurements. However, it appears that the microwave irradiation process has potential as a scandium metal smelting process.

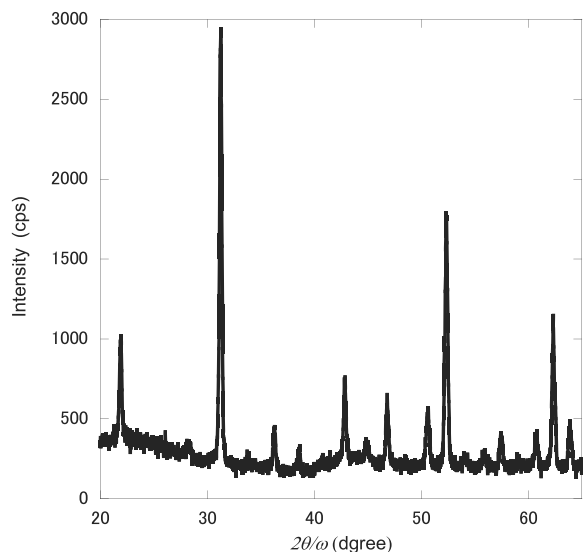


Fig. 5. Result of XRD measurement of the sample produced by the chemical reaction described in Eq. (1).

REFERENCES

[1] M. Akiyama, T. Kamohara, K. Kano, A. Teshigahara, Y. Takeuchi, and N. Kawahara, "Enhancement of piezoelectric response in scandium aluminum nitride alloy thin films," *Adv. Mater.*, vol. 21, no.5, 2009, pp. 593-596

[2] K. Hashimoto, S. Sato, A. Teshighara, T. Nakamura, and K. Kano, "High-performance surface acoustic wave resonators in the 1 to 3 GHz range using a ScAlN/6H-SiC structure," *IEEE Trans. Ultrason., Ferroelect. Freq. Contr.*, vol. 60, no. 3, 2013, pp. 637-642.

[3] Bohumil Hajek, Pavel Karen, and Vlatiil Brozek, "Studies on Hydrolyzable Carbides: The Carbothermal Reduction of Scandium Oxide Sc₂O₃," *Monatshefte fur Chemie* 117, 1986, pp. 1271-1278.

[4] M. Harata, T. Nakamura, H. Ykushiji, T. H. Okabe, "Production of Scandium and Al-Sc Alloy by Metallothermic Reduction," *Mineral Processing and Extractive Metallurgy IMM Transactions section C* 117(2), 2008, pp. 95-99.

[5] Y.Wada, S. Fujii, E. Suzuki, M. M. Maitani, S. Tsubaki, S. Chonan, M. Fukui, N. Inazu, "Smelting magnesium metal using a microwave Pidgeon method," *Sci. Rep.* 2017, 7, 46512, DOI:10.1038/srep46512

IV. CONCLUSION

For the first time, we applied a microwave irradiation process to smelting of Sc metal, and tried to perform two chemical reactions. The chemical reaction between carbon particles and scandium fluoride under microwave irradiation has potential as a Sc metal smelting process.

Acknowledgements

This study was supported in part by a Grant-in-Aid for Scientific Research (S) 25249113

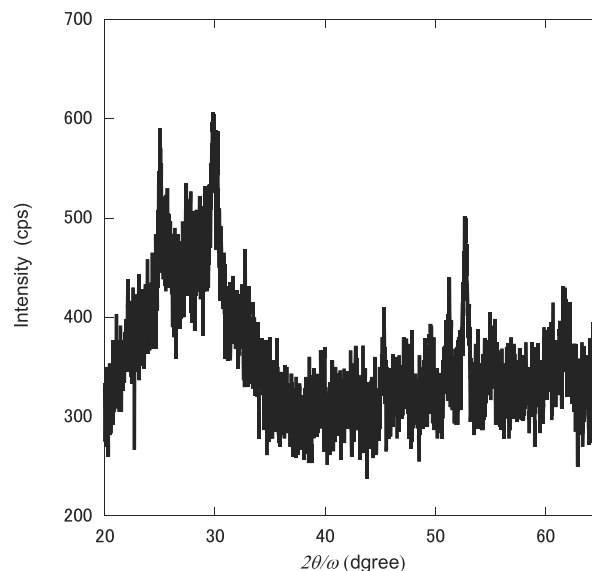


Fig. 6. Result of XRD measurement of the thin film on the glass tube after the chemical reaction described by Eq. (2)

Preliminary Assessment for Inshore Fishing UAV (ISFUAV)

Mbaitiga Zacharie

Department of Media Information Engineering, National Institute of Technology, Okinawa College

The development and entry into service of unmanned air vehicle system has a long, drawn-out history. Unfortunately, the vision of engineers and scientist is seldom matched that of administrators, regulators or financiers. The availability of UAV systems has also often depend upon maturation of the requisite technology. UAV systems are now being operated by several military forces and currently, to a more limited extent, by civilian organizations. These latter, however may eventually expand to exceed, in number and diversity, those of the military [1]. UAV are now use in many domains to perform tasks that may cause risk to human live or in the surveillance of the suicide site to prevent young people in depression to commit suicide. They are also used to collect information to support decision making during crises, in monitoring disasters site for assisting rescue team during the rescue operation and the list goes on. Given the capability of UAV to perform many civilian tasks to contribute to the sustainable society, this paper assesses what is need to move the UAV to the fishing industry in or der to develop the Inshore Fishing Unmanned Aerial vehicle (ISFUAV). The assessment consists of how to combine real fishing material, their weight as oppose to the ISFUAV, the system capable of carrying those fishing materials to the fishing area into the sea and depth zone fishing.

Key word: UAV; Fishing drone; Seashore; Fishing, Fishing zone

Proceedings of the 5th IIAE Intl. Conference on Industrial Application Engineering, pp: 364-369, March 27-31, 2017

Development of Inshore Fishing UAV at Sea Based on Preliminary Assessment Result

Mbaitiga Zacharie

Department of Media Information Engineering, National Institute of Technology, Okinawa College

This paper initiates and describes the development of an inshore fishing UAV at the seashore, where the UAV can communicate with its controller by sending all the information during its flight in real time to the base station. The operation distance of the UAV from the seashore to the fishing point will be between 500 m to 1km. The navigation method is under investigation, which is to guide the UAV from the seashore to fishing points along a predefined path planning by avoiding sudden obstacles it may face.

Keywords: UAV; Drone; Assessment; Navigation

Proceedings of the 4th Intl. Conference on Life Science and Engineering, pp: 75-85, Vietnam, Anoi June 20-22, 2017

MAXIMAL BONNET-TYPE SURFACES AND SINGULARITIES

JOSEPH CHO¹, YUTA OGATA², KEISUKE TERAMOTO¹

¹KOBE UNIVERSITY,
²NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY, OKINAWA COLLEGE

ABSTRACT. Minimal surfaces with planar curvature lines in \mathbb{R}^3 have been studied since the late 19th century. On the other hand, the classification of maximal surfaces with planar curvature lines in the 3-dimensional Lorentz space $\mathbb{R}^{2,1}$ has only recently been given in [11]. In this paper, we investigate which types of singularities on maximal surfaces with planar curvature lines, especially on maximal Bonnet-type surfaces.

1. INTRODUCTION (THE CASE OF \mathbb{R}^3)

First we introduce some classical results about minimal surfaces with planar curvature lines in \mathbb{R}^3 as follows:

Fact 1.1 ([2, 6]). *A minimal surface in Euclidean space \mathbb{R}^3 with planar curvature lines must be a piece of one, and only one, of*

*“Plane”, “Catenoid”,
 “Enneper surface” or “Bonnet minimal surface”*

up to isometries and homotheties of \mathbb{R}^3 .

Fact 1.2 ([1, 15, 16]). *There exists a continuous deformation consisting exactly of the minimal surfaces with planar curvature lines.*

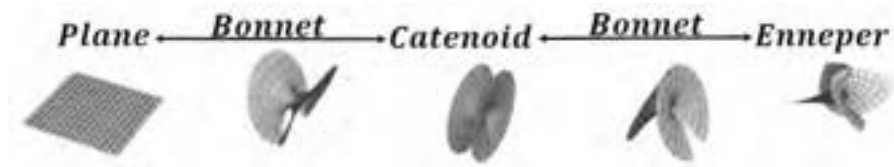


FIGURE 1. a continuous deformation of the minimal surfaces with planar curvature lines

2. MAXIMAL SURFACES WITH PLANAR CURVATURE LINES

We consider spacelike constant mean curvature zero surfaces with some singularities in Lorentz space $\mathbb{R}^{2,1}$, called maxfaces:

Fact 2.1 ([9], [17]). *Let Σ be a simply-connected domain in \mathbb{C} with the usual complex coordinate $z = u + iv$, and let $g(z)$ be a meromorphic function and $\omega(z)dz$ be a holomorphic 1-form such that $g^2\omega$ is holomorphic, $(1 + |g|^2)^2|\omega|^2 \neq 0$. Then*

$$f(z) = \operatorname{Re} \left[\int (-2g, 1 + g^2, i(1 - g^2))\omega dz \right]$$

gives a maxface in $\mathbb{R}^{2,1}$, and the metric becomes

$$ds^2 = (1 - |g|^2)^2|\omega|^2 dzd\bar{z}.$$

Moreover, any maxfaces are locally obtained in this manner.

We call the pair $(g, \omega dz)$ the *Weierstrass data*. We introduce the classification result of maximal surfaces with planar curvature lines in [4], [11] :

Theorem 1 ([4], [11]). *A maximal surface with planar curvature lines must be a piece of one, and only one of*

Key words and phrases. Maximal surface, planar curvature lines, singularity theory.

- spacelike plane (P) $(0, 1 dz)$,
- maximal Enneper-type surface (E) $(z, 1 dz)$,
- maximal catenoid with lightlike-axis (C_L) $\left(\frac{(1-z)}{(1+z)}, -\frac{(1+z)^2}{2} dz\right)$, or one member of its associated family,
- maximal catenoid with timelike-axis (C_T) $(e^z, e^{-z} dz)$,
- maximal catenoid with spacelike-axis (C_S) $\left(\frac{(1-e^z)}{(1+e^z)}, (-1 - \cosh z) dz\right)$ or,
- maximal Bonnet-type surface $\left\{ \left(-e^z + t, -\frac{e^{-z}}{2} dz\right), t > 0 \right\}$. (B_S : $t > 1$, B_L : $t = 1$, B_T : $0 < t < 1$.)

up to isometries and homotheties of $\mathbb{R}^{2,1}$.



FIGURE 2. P, E, C_L (left to right)



FIGURE 3. C_T, C_S, B_S (left to right)

In [4], we also get the following theorem about a continuous deformation like Fact 1.2.

Theorem 2 ([4]). *There exists a continuous deformation consisting exactly of the maximal surfaces with planar curvature lines.*

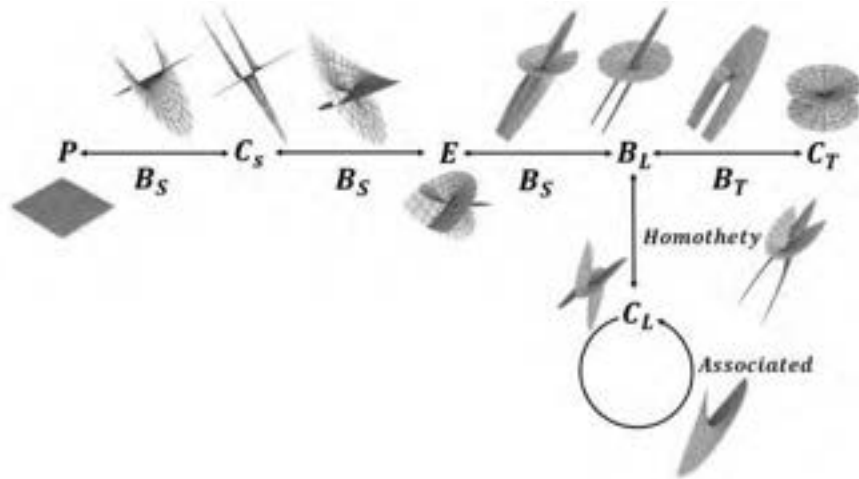


FIGURE 4. a continuous deformation of the maximal surfaces with planar curvature lines

As above, we already have some results about the classification and the existence of a continuous deformation of maximal surfaces with planar curvature lines. However, we have the following question related to the singularities of them.

Question: How about the singularities that appear on these surfaces? The types of singularities of “maximal catenoids” and “maximal Enneper-type surfaces” are well-known by [7], [17], [10]. Thus, now we should study the types of singularities of maximal Bonnet-type surfaces.

3. MAIN RESULT (ABOUT SINGULARITIES)

Here we introduce the criteria for singularities, given in the previous works [7] and [17].

Fact 3.1 ([7] and [17]). *Let $f : \Sigma \rightarrow \mathbb{R}^{2,1}$ be a maxface constructed from the Weierstrass data $(g, \omega dz)$, where Σ is a simply-connected domain, and let p be a singular point of f (i.e. $|g| = 1$ at p).*

- (1) f : cuspidal edge (CE) at $p \iff \operatorname{Re}[\varphi] \neq 0$ and $\operatorname{Im}[\varphi] \neq 0$ at p .
- (2) f : swallowtail (SW) at $p \iff \operatorname{Re}[\varphi] \neq 0, \operatorname{Im}[\varphi] = 0$ and $\operatorname{Re}[\phi] \neq 0$ at p .
- (3) f : cuspidal cross cap (CCR) at $p \iff \operatorname{Re}[\varphi] = 0, \operatorname{Im}[\varphi] \neq 0$ and $\operatorname{Im}[\phi] \neq 0$ at p .

Here, the functions φ and ϕ are defined by

$$\varphi := \frac{g_z}{g^2\omega}, \quad \phi := \frac{g}{g_z} \left(\frac{g_z}{g^2\omega} \right)_z.$$



FIGURE 5. cuspidal edge, swallowtail, cuspidal cross cap (left to right)

We also introduce new criteria given in [14]:

Theorem 3 ([14]). *Let $f : \Sigma \rightarrow \mathbb{R}^{2,1}$ be a maxface constructed from the Weierstrass data $(g, \omega dz)$, where Σ is a simply-connected domain of the complex plane (\mathbb{C}, z) , and let p be a singular point of f .*

- (1) f : cuspidal butterfly at $p \iff \operatorname{Re}[\varphi] \neq 0, \operatorname{Im}[\varphi] = 0, \operatorname{Re}[\phi] = 0$ and $\operatorname{Im}[\Phi] \neq 0$ at p .
- (2) f : cuspidal S_1^- singularity at $p \iff \operatorname{Re}[\varphi] = 0, \operatorname{Im}[\varphi] \neq 0, \operatorname{Im}[\phi] = 0$ and $\operatorname{Re}[\Phi] \neq 0$ at p .

Here, the functions φ, ϕ and Φ are defined by

$$\varphi := \frac{g_z}{g^2\omega}, \quad \phi := \frac{g}{g_z} \left(\frac{g_z}{g^2\omega} \right)_z, \quad \Phi := \frac{g}{g_z} \left\{ \frac{g}{g_z} \left(\frac{g_z}{g^2\omega} \right)_z \right\}_z.$$



FIGURE 6. cuspidal butterfly, cuspidal S_1^- (left to right)

Now we consider maximal Bonnet-type surfaces by using the Weierstrass data

$$g(z) = -e^z + t, \omega(z)dz = -\frac{e^{-z}}{2}dz$$

for a constant $t > 0$. We assume that the domain is $\{u \in \mathbb{R}, v \in (0, 2\pi)\}$ because maximal Bonnet-type surfaces are periodic surfaces in v -direction. Then, applying the criteria in the above, we get the following main result:

Theorem 4 ([4]). *Let $f^t(u, v)$ be a maximal Bonnet-type surface with the Weierstrass data given by $(-e^z + t, -\frac{e^{-z}}{2}dz)$. The images of a single portion of f^t around singular points are locally diffeomorphic to CE except at the following number of points.*

	# of SW	# of CCR	# of cuspidal S_1^-
$B_T: 0 < t < \frac{1}{\sqrt{2}}$	2	0	0
$B_T: t = \frac{1}{\sqrt{2}}$	2	0	2
$B_T: \frac{1}{\sqrt{2}} < t < 1$	2	4	0
$B_L: t = 1$	1	2	0
$B_S: 1 < t$	4	4	0



FIGURE 7. $0 < t < \frac{1}{\sqrt{2}}$

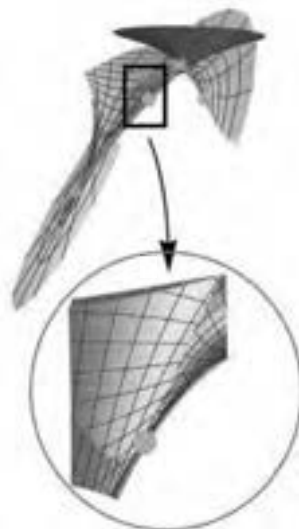


FIGURE 8. $t = \frac{1}{\sqrt{2}}$

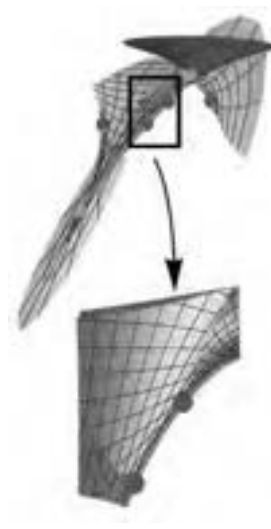


FIGURE 9. $\frac{1}{\sqrt{2}} < t < 1$

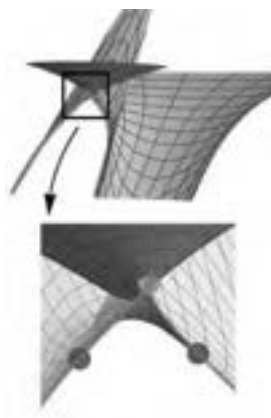


FIGURE 10. $t = 1$

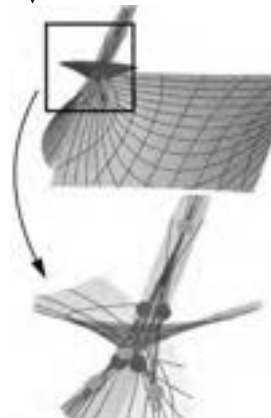


FIGURE 11. $1 < t$

Acknowledgements. The second author was supported by the Grant-in-Aid for JSPS Research Activity start-up No.17H07321, and by the support program for the international conference presentation, National

Institute of Technology, Okinawa College. The third author was supported by the Grant-in-Aid for JSPS Research Fellows, No.17J02151. The authors appreciate the organizers of “The Third Japanese-Spanish workshop on Differential Geometry” an opportunity to give a poster presentation in this workshop.

REFERENCES

- [1] W. Barthel, R. Volkmer, and I. Haubitz, *Thomsenche Minimalflächen - analytisch und anschaulich*, Resultate Math. **3**(2), 129-154 (1980).
- [2] O. Bonnet, *Observations sur les surfaces minima*, C. R. Acad. Sci. Paris **41**, 1057-1068 (1855).
- [3] J. Cho and Y. Ogata, *Deformation of minimal surfaces with planar curvature lines*, J. Geom., **108**, no. 2, 463-479 (2017).
- [4] J. Cho, Y. Ogata, *Deformation and singularities of maximal surfaces with planar curvature lines*, submitted.
- [5] L. P. Eisenhart, *A Treatise on Differential Geometry on Curves and Surfaces*, Ginn and Company, Boston, (1909).
- [6] A. Enneper, *Untersuchungen über die Flächen mit planen und sphärischen Krümmungslinien*. Abh. Königl. Ges. Wissensch. Göttingen **23** (1878) and **24** (1880).
- [7] S. Fujimori, K. Saji, M. Umehara, and K. Yamada, *Singularities of maximal surfaces*, Math. Z., **259**, no. 4, 827-848 (2008).
- [8] T. Imaizumi, *Maximal surfaces with conelike singularities of finite type*, Kobe J. Math. **18**, no. 1, 51-60 (2001).
- [9] O. Kobayashi, *Maximal surfaces in the 3-dimensional Minkowski space \mathbb{L}^3* , Tokyo J. Math., 6(2):297-309 (1983).
- [10] O. Kobayashi, *Maximal surfaces with coneline singularities*, J. Math. Soc. Japan **36**. no. 4, 609-617 (1984).
- [11] M. L. Leite, *Surfaces with planar lines of curvature and orthogonal systems of cycles*, J. Math. Anal. Appl., 421(2):1254-1273 (2015).
- [12] F. Manhart, *Bonnet-Thomsen surfaces in Minkowski geometry*, J. Geom. **106**, no. 1, 47-61 (2015).
- [13] J. C. C. Nitsche, *Lectures on minimal surfaces*, Cambridge University Press., vol. 1, (1989).
- [14] Y. Ogata and K. Teramoto, *Duality between cuspidal butterflies and cuspidal S_1^- singularities on maxfaces*, submitted.
- [15] H. Schaal, *Die Ennepersche Minimalfläche als Grenzfall der Minimalfläche von G. Thomsen*, Arch. Math. (Basel) **24** (1973), 320-322.
- [16] G. Thomsen, *Über affine Geometrie XXXIX*, Abh. Math. Sem. Univ. Hamburg **2** (1923), no. 1, 71-73.
- [17] M. Umehara and K. Yamada, *Maximal surfaces with singularities in Minkowski space*, Hokkaido Math. J. **35** (1), 13-40 (2006).
- [18] R. Walter, *Explicit examples of the H-problem of Heinz Hopf*, Geom. Dedicata **23**, 187-213 (1987).

¹DEPARTMENT OF MATHEMATICS, FACULTY OF SCIENCE, KOBE UNIVERSITY,
ROKKODAI-CHO 1-1, NADA-KU, KOBE-SHI, HYOGO-KEN, 657-8501, JAPAN

²DEPARTMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY,
OKINAWA COLLEGE, 905, HENOKO, NAGO, OKINAWA 905-2171, JAPAN

E-mail address: joseph.cho@stu.kobe-u.ac.jp

E-mail address: y.ogata@okinawa-ct.ac.jp

E-mail address: teramoto@math.kobe-u.ac.jp

抄 録

【査読付論文】

3次元熱間曲げ焼入れの成形可能範囲
— 3次元熱間曲げ焼入れ技術の開発 第2報 —

Forming Characteristics in Three-dimensional Hot Bending and Direct Quench Process

— **Development of Three-Dimensional Hot Bending and Direct Quench Technology 2nd Report** —

窪田 紘明, 富澤 淳, 岡田 信宏, 山本 憲司, 浜 孝之, 宅田 裕彦

A three-dimensional hot bending and direct quench (3DQ) process which enables automotive parts to be hollow tubular structures with ultra-high-tensile strength and three-dimensional complex shape has been developed. The 3DQ process is a tube bending process using induction heater, cooling device and robot. In this report, a formable range in 3DQ was investigated. Main results are as follows: (1) When the width of the heating area is large, the stress ratio of tube during deformation is almost constant irrespective of the bending radius, yielding notable change in cross-section height. On the other hand, when the width of the heating area is narrow, the stress ratio approaches 0.5 (plane strain) with decreasing the bending radius, reducing the change in cross-section height. (2) A wrinkling limit strain is almost proportional to $(t/L_p)^2$ for rectangular tube and $(t/D)^2$ for circular tube, where t , L_p , and D , are the thickness, the length of plane in inner side of bending, and the diameter of tube, respectively. (3) A localization of high temperature area increases the wrinkling limit strain. The localization is effective only when the heating area is narrow. (4) A twist forming with small cross-section shape change is possible in 3DQ.

日本塑性加工学会誌, 第 57 巻第 668 号(2016), pp879-885

【査読付論文】

Experimental Study and Computational Simulation for Shock Characteristics Estimation of Okinawa's Soils "Jahgaru"

¹Yoshikazu HIGA, ²Hirofumi IYAMA, ¹Ken SHIMOJIMA, ²Masatoshi NISHI and ³Shigeru ITOH,

- 1 Dept. Mech. Sys. Engng., Nat. Inst. Tech., Okinawa College
- 2 Dept. Mech. Intell. Sys. Engng., Nat. Inst. Tech., Kumamoto College
- 3 Emeritus Prof., Kumamoto Univ. & Nat. Inst. Tech., Okinawa College

To clarify the shock characteristics of Okinawa's unique soils "Jahgaru" that is widely distributed in southern part of Okinawa Main Island, an experimental investigation of dynamics properties such as shockwave propagation, pressure and particle velocity have been performed using impedance matching method. Therefore, we have also obtained the Hugoniot date of "Jahgaru". And then, to reveal a validity of the material characteristics, a computational model for the experimental procedure using ALE simulation have been developed. A comparison between numerical results and experimental ones, the capability of proposed method through the numerical simulations have been confirmed.

The International Journal of Multiphysics, Vol.11, No.3 (2017), pp.245-253.

【査読付論文】

Numerical Simulation of Explosive Forming Using Detonating Fuse

¹Hirofumi IYAMA, ²Yoshikazu HIGA, ¹Masatoshi NISHI and ³Shigeru ITOH,

- 1 Dept. Mech. Intell. Sys. Engng., Nat. Inst. Tech., Kumamoto College
- 2 Dept. Mech. Sys. Engng., Nat. Inst. Tech., Okinawa College
- 3 Emeritus Prof., Kumamoto Univ. & Nat. Inst. Tech., Okinawa College

The explosive forming is a characteristic method. An underwater shock wave is generated by underwater explosion of an explosive. A metal plate is affected high strain rate by the shock loading and is formed along a metal die. Although this method has the advantage of mirroring the shape of the die, a free forming was used in this paper. An expensive metal die is not necessary for this free forming. It is possible that a metal plate is formed with simple supporting parts. However, the forming shape is depending on the shock pressure distribution act on the metal plate. This pressure distribution is able to change by the shape of explosive, a mass of explosive and a shape of pressure vessel.

On the other hand, we need the pressure vessel for food processing by the underwater shock wave. Therefore, we propose making the pressure vessel by this explosive forming. One design suggestion of pressure vessel made of stainless steel was considered. However, we cannot decide suitable conditions, the mass of the explosive and the distance between the explosive and the metal plate to make the pressure vessel. In order to decide these conditions, we have tried the numerical simulation on this explosive forming. The basic simulation method was ALE (Arbitrary Lagrangian Eulerian) method including with Mie-Grüneisen EOS (equation of state), JWL EOS, Johnson-Cook constitutive equation for a material model. In this paper, the underwater pressure contours to clear the propagations of the underwater shock wave, forming processes and deformation velocity of the metal plate is shown and it will be discussed about those results.

The International Journal of Multiphysics, Vol.11, No.3 (2017), pp.233-244.

【査読付論文】

Optical Examination of Shockwave Propagation Induced by an Underwater Wire Explosion

¹Osamu HIGA, ²Atsushi YASUDA, ¹Yoshikazu HIGA, ¹Ken SHIMOJIMA,
²Kazuyuki HOKAMOTO and ¹Shigeru ITOH,

- 1 Nat. Inst. Tech., Okinawa College
- 2 Inst. Pulsed Power Sci., Kumamoto Univ.

We have been investigating underwater-explosion-induced shockwave-propagation phenomena for use in a robust food-processing system. This system comprises a high-voltage capacitor bank with gap switch, water tank, and wire explosive. We carried-out optical observation of the shockwave generated by a wire explosion using electrical discharge in the water tank. Simultaneously, we measured the shock pressure and investigated the effects of various electrical characteristics upon the shockwave-propagation phenomena. To obtain various strengths of the underwater shockwave, 0.6-, 1.0-, and 1.4-mm-wide wires made from 1.0-mm-thick aluminum plates were used at various voltages. As an example, a shockwave having a propagation velocity of 1,600 m/s was observed using the explosion of the 1.0-mm-wide aluminum wire. We found that the strength of the shockwave could be well-controlled by the discharge voltage and wire size.

The International Journal of Multiphysics, Vol.10, No.4 (2016), pp.343-353.

【国際会議発表 (査読付)】

A Consideration of Underwater Shock Wave Behavior at Interface for Various Acoustic Impedance Materials using the Computational Prediction

¹Yoshikazu HIGA, ²Hirofumi IYAMA, ¹Ken SHIMOJIMA, ¹Osamu HIGA,
¹Ayumi TAKEMOTO and ³Shigeru ITOH

- 1 *Nat. Inst. Tech., Okinawa College*
- 2 *Dept. Mech. Intell. Sys. Engng., Nat. Inst. Tech., Kumamoto College*
- 3 *Emeritus Prof., Kumamoto Univ. & Nat. Inst. Tech., Okinawa College*

Recently, the methodology and technology of food treatment using underwater shock wave has been attracting attentions as a novel processing. The shock wave targeted in our research is a pulse wave of a momentary and high-pressure power. The pulse wave propagates in a medium such as water, air and food faster than the speed of sound. The shock wave induced by the underwater electrical wire explosion can generate the momentary extremely high pressure power, and also achieve no-heating/no-destruction associated with a flavor and nutritive value as process in microsecond timescale. Therefore, it is very expected as a novel food processing technology. An example of pre-processing meat and vegetable, food sterilization, oil extraction and the rice powder manufacturing system have been experimentally reported in the past. Regarding the development of the corresponding food processing equipment, suitable devices must be designed to satisfy various conditions. Their design is extremely difficult, however, to investigate experimentally because there are so many parameters to consider in ensuring suitable food processing, and the shock wave propagation phenomenon ends in a very short time. Thus, it is very helpful for a computational simulation to be performed to investigate shock wave propagation in the proposed food processing vessel. Therefore, in this paper, to reveal shock wave propagation characteristics in foods, computational models of the food, the surrounding water, and the high pressure source were developed using the commercial finite element software. By conducting a series of numerical simulations, the pressure distribution in various foods associated with their acoustic impedances has been discussed.

Insights in Nutrition and Metabolism, Vol.1, Issue 3, Proceedings of 15th World Congress on Advances in Nutrition, Food Science & Technology (Nutrition World 2017), (2017.09), p.26, Edinburgh, Scotland

【国際会議発表（査読付）】

Design and Production of Food Processing Machine using Under Water Shock Wave for Practical Application

¹Ken SHIMOJIMA, ¹Osamu HIGA, ¹Yoshikazu HIGA, ¹Ayumi TAKEMOTO, ²Hirofumi IYAMA,
³Atsushi YASUDA, ⁴Shigeru TANAKA, ⁴Ren FUKAMI, ^{1,4}Shigeru ITOH and ⁵Toshiaki WATANABE

- 1 Nat. Inst. Tech., Okinawa College
2 Nat. Inst. Tech., Kumamoto College
3 Osaka Sanitary, Co., Japan
4 Inst. Pulsed Power Sci., Kumamoto Univ.
5 Nat. Fisheries Univ.

A food processing machine that generates underwater shock waves has been developed at OkNCT. The processing method using a spalling phenomenon, it is different from the conventional processing method. The processing effects are improvement of extractability, softening, and sterilization without heating. In this report, the following contents are reported: The processing mechanism of the spalling phenomenon by underwater shock wave and the optical observation of shock wave. The processing method of this device, result that some food was processed experimentally by this device. The summary of consecutive driving devices for practical use when a shock wave goes through the plant, it is divided into a reflection and transmission wave in the interface of the difference of the density. Tension power occurs in this interface. Then, the food is crashed by this phenomenon. Figure 1 shows a food processing machine for test crashing using underwater shock wave. This device consists of a power supply, a processing unit. The pressure vessel in the processing unit, this inside is filled with water and electrode of two sets are installed in center of vessel. Electric energy charged in a condenser is supplied to an electrode by a gap switch, and a shock wave occurs with electric collapse. The food is covered by a silicone hose, and it is crushed in the atmosphere. Results such as the milling flour of rice and the coffee, softening of a meat and a carrot and an apple, the sterilization of a powder are introduced. Developed consecutive operation processing device on which practical use was possible.

Insights in Nutrition and Metabolism, Vol.1, Issue 3, Proceedings of 15th World Congress on Advances in Nutrition, Food Science & Technology (Nutrition World 2017), (2017.09), p.25, Edinburgh, Scotlan

【査読付論文】

Rising Ryukyus? Ulterior Motives for the Production of *Rising Ryukyus* (1953)

名嘉山リサ

総合科学科

戦後の米国による沖縄統治時代に、米国民政府（USCAR）はメディアを利用した情報教育、広報活動の一環として、ニュース映画、ドキュメンタリー映画、テレビ番組などを制作し、統治政策を沖縄住民にアピールした。『起ちあがる琉球』（1953年）は、米国民政府と琉球政府が共同で制作した「郷土紹介映画」や「移民促進映画」などと称されてきたが、他の民政府制作映像と違い、海外の沖縄の人々を対象に作られた作品で、当時民政府と琉球政府が推進していたボリビア移民政策と深く関わっている。本稿では民政府の計画移民の資料や沖縄の新聞報道などから移民政策や本作制作の背景を明らかにし、その意図や思惑が映画テキストへ与えた影響や関係性を探る。

International Journal of Okinawan Studies, No.7, pp.37-55, 2016

Educating the Okinawan Public through Film: The Specific Use of CIE Films and Newsreels during the Early Phase of the U.S. Occupation of Okinawa

名嘉山リサ

総合科学科

In 1948, three years after the establishment of the U.S. Military Government of the Ryukyu Islands, the Civil Information & Education Section of SCAP and the Reorientation Branch of the Department of the Army began to send educational films to Okinawa to reorient the public to understand democracy and the American way of living. Just as a number of educational documentary films called CIE films were screened all over Japan under the Allied occupation, the same kind of CIE films were shown all over Okinawa, though the films Okinawa received were fewer and not exactly the same. Besides, after the military government was officially replaced by the U. S. Civil Administration of the Ryukyu Islands in 1950, USCAR started to produce its original newsreels and documentary films for the Okinawan public while still showing CIE films. Focusing on the early years of the U.S. occupation of Okinawa from 1948 to 1955, the paper explains the ways the U.S. Military Government / USCAR tried to reorient Okinawan people using CIE films and locally-made newsreels and the specificity of the information program in Okinawa.

Visiting Scholar Roundtable, Issues in US-Japan Relations, The Elliot School of International Affairs, George Washington University, Feb. 24, 2017

ハリウッド初沖縄ロケ映画『戦場よ永遠に』 — 「海兵隊協力映画」、「米日琉合作映画」として

名嘉山リサ

総合科学科

1960年に公開された『戦場よ永遠に』はサイパン戦を扱った作品の一つで、多くの日本人の命を救い勲章を与えられた米海兵隊員、ガイ・ガバルドンという実在の人物の体験談をもとに作られた。本発表では、サイパンに見たてられた沖縄で、海兵隊や沖縄住民の協力によって実現した本作を「海兵隊協力映画」「米日琉合作映画」と位置づけ、その製作過程を追う。戦争映画・戦闘映画製作におけるハリウッドと軍隊の協力体制、外国ロケにおけるロケ地住民などの協力の実態と、製作や一般公開後の余波などを通して、一本の戦争映画とその製作過程から垣間見える戦争、軍隊、占領等の重層性を探る。

沖縄映画研究会第1回研究発表会、2017年9月9日、てんぶす那覇

業 績 一 覽

著書・掲載論文等

I. 機械システム工学科

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
伊東 繁, 比嘉 修, 安川 洋, 蔵原 英介, 下嶋 賢, 比嘉 吉一	水中衝撃波を用いた各種食品加工装置	日本食品工学会 第18回(2017年度)年次大会
比嘉 修, 安川 洋, 下嶋 賢, 比嘉 吉一, 伊東 繁	食品加工のための水中衝撃波生成技術	日本食品工学会 第18回(2017年度)年次大会
平安山 涼, 比嘉 吉一, 下嶋 賢	水中細線爆発に関する放電特性の数値シミュレーション	日本機械学会 九州学生会 第48回学生員卒業研究発表講演会
Ryo HENZAN, Yoshikazu HIGA, Osamu HIGA, Ken SHIMOJIMA and Shigeru ITOH	Numerical Simulation of Electrical Discharge Characteristics Induced by Underwater Wire Explosion	Materials Science Forum Vol.910, pp.72-77
Atsushi YASUDA, Osamu HIGA, Eisuke KURAYA, Yoshikazu HIGA, Ken SHIMOJIMA, Kazuyuki HOKAMOTO and Shigeru ITOH	Using Underwater Shockwaves for the Development of Processing Devices for Plant Materials	Materials Science Forum Vol.910, pp.169-175
Ken SHIMOJIMA, Osamu HIGA, Yoshikazu HIGA, Ayumi TAKEMOTO, Hirofumi IYAMA, Atsushi YASUDA, Toshiaki WATANABE, Shigeru TANAKA, Ran FUKAMI, Matej VESEJAK, Zoran REN and Shigeru ITOH	Experimental Verification of the Softening of the Pork Using Underwater Shock Waves Generated by Wire Electrical Discharges	Materials Science Forum Vol.910, pp.176-179
Yoshikazu HIGA, Hirofumi IYAMA, Ken SHIMOJIMA, Masatoshi NISHI and Shigeru ITOH	Experimental Study and Computational Simulation for Shock Characteristics Estimation of Okinawa's Soils "Jahgaru"	The International Journal of Multiphysics Vol.11, no3, pp245-253
尾関 竜太郎, 鈴木剛, 澤井圭, 武村史朗, 川端邦明, 山城秀之, 小笠原敬	水中観測センサネットワークにおける観測情報閲覧機能の検討	計測自動制御学会第17回システムインテグレーション部門講演会2016講演論文集, 札幌, 2016, 12月, 1G3_1(DVD)
小池健司, 高橋悟, 川端邦明, 鈴木剛, 武村史朗	定点モニタリングのための海中動画像補正手法	計測自動制御学会第17回システムインテグレーション部門講演会2016講演論文集, 札幌, 2016, 12月, 1G3_4(DVD)
坂上憲光, 三好晃治, 武村史朗, 木野仁	パラレルワイヤ駆動システムを用いた水中高速エンドエフェクタの提案	計測自動制御学会第17回システムインテグレーション部門講演会2016講演論文集, 札幌, 2016, 12月, 1G3_6(DVD)
池田航平, 鈴木剛, 山城秀之, 澤井圭, 武村史朗, 川端邦明	海中観測センサネットワークノードのための付着藻類除去用ワイパ機能の検討	計測自動制御学会第17回システムインテグレーション部門講演会2016講演論文集, 札幌, 2016, 12月, 1G4_2(DVD)
上間英樹, 玉城佳奈, 武村史朗	水中可視光通信技術を用いた水中環境計測の検討	計測自動制御学会第17回システムインテグレーション部門講演会2016講演論文集, 札幌, 2016, 12月, 1G4_5(DVD)
相良慎一, 武村史朗	操縦が容易な双腕水中ロボット用マスタースレーブ型操作器の開発	計測自動制御学会第17回システムインテグレーション部門講演会2016講演論文集, 札幌, 2016, 12月, 1G4_8(DVD)
三好晃治, 栗原康裕, 秦安史, 坂上憲光, 武村史朗	北方系ヒトデ類の海中駆除方法の検討	平成29年度日本水産学会春季大会, 117, 3月, 2017
田場凌, 平山慶太, 武村史朗, タンスリヤボンシリオン, 川端邦明, 相良慎一, 小笠原敬	水中ロボットのためのレーザービームを利用した高度維持システムの基礎実験	日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会2017講演論文集, 福島, 2017, 5月, 2A2-E10(DVD)
平山慶太, 田場凌, 武村史朗, 川端邦明, 相良慎一, 小笠原敬	曳航型水中ロボットの尾翼の検証実験	日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会2017講演論文集, 福島, 2017, 5月, 2A2-E11(DVD)
峠本穂博, 砂本滉太, 相良慎一, 武村史朗	2台の可動カメラを用いたUVMS用位置姿勢計測システムの開発—自然特徴点の追跡—	日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会2017講演論文集, 福島, 2017, 5月, 2P1-E11(DVD)
植松 宮良, 富澤 嶋田, 水村	3次元熱間曲げ焼入れにおける丸管の寸法精度に及ぼす加熱幅の影響	平成29年度塑性加工春季講演会 (H29年6月)

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
吉田, 富澤, 植松	自動車車体における部材の接合構造	特許5939365 (2016/5/27国内登録)
富澤, 嶋田, 井上, 桑山	曲げ加工製品の製造方法及び製造装置	特許6159748 (2017/6/16国内登録)
富澤, 桑山, 井上, 岡久, 木下, 巢山	曲げ部材の製造方法及び製造装置	特許6180597 (2017/8/16国内登録)
比嘉修, 安田淳, 下嶋賢, 比嘉吉一, 伊東繁	食品加工のための水中衝撃波生成技術	日本食品工学会 第18回(2017年度)年次大会, P-3, (2017.08), 吹田市・関西大学
伊東繁, 比嘉修, 安田淳, 蔵屋英介, 下嶋賢, 比嘉吉一	水中衝撃波を用いた各種食品加工装置	日本食品工学会 第18回(2017年度)年次大会, 4-2P-3, (2017.08), 吹田市・関西大学
上原 彰太郎, 比嘉吉一, 井山 裕文	島尻マージの動特性評価と数値シミュレーション	日本機械学会 九州学生会 第48回学生員卒業研究発表講演会, No.178-2, 633, (2017.03), 西原町・琉球大学
平安山 涼, 比嘉吉一, 下嶋賢	水中細線爆発に関する放電特性の数値シミュレーション	日本機械学会 九州学生会 第48回学生員卒業研究発表講演会, No.178-2, 632, (2017.03), 西原町・琉球大学
平田 礼奈, 比嘉吉一	骨充填材の生体反応場のモデル化と数値シミュレーション	日本機械学会 九州学生会 第48回学生員卒業研究発表講演会, No.178-2, 243, (2017.03), 西原町・琉球大学
上原久弥, 比嘉吉一	SEM/EBSD法による金属結晶格子欠陥場の可視化	日本機械学会 九州学生会 第48回学生員卒業研究発表講演会, No.178-2, 123, (2017.03), 西原町・琉球大学
K. MASAKI and H. SOYAMA	FATIGUE PROPERTY IMPROVEMENT OF TYPE 316L STEEL BY CAVITATION SHOTLESS PEENING	The Twelfth International Conference on Flow Dynamics (ICFD2015), OS14 International Workshop on Cavitation Peening and Related Phenomena, Proc. of 1st International Workshop on Cavitation Peening and Related Phenomena, p.37-38, 2015.10.27-29, Sendai, Japan.
K. MASAKI, N. ISOMURA, H. YAMAMOTO and N. HISAMORI	A BASIC STUDY ON BENDING FRACTURE BEHAVIOR OF Acropora intermedia, 13th International Coral Reef Symposium (13th ICRS)	Proc. of 13th International Coral Reef Symposium, No.236, 2016.6.19-24, Hawaii, USA.
T. SANO, T. EIMURA, R. KASHIWABARA, T. MATSUDA, A. HIROSE, S. TSUTSUMI, K. ARAKAWA, K. MASAKI and Y. SANO	FEMTOSECOND LASER PEENING OF 2024 ALUMINUM ALLOY WITHOUT SACRIFICIAL OVERLAY UNDER ATMOSPHERIC CONDITIONS, SLPC2016	The Second Smart Laser Processing Conference, 2016.5.17-19 Pacifico Yokohama, Yokohama, Japan
T. SANO, T. EIMURA, A. HIROSE, S. TSUTSUMI, M. MIZUTANI, Y. KAWAHITO, S. KATAYAMA, K. ARAKAWA, A. SHIRO, T. SHOBU, K. MASAKI and Y. SANO	FEMTOSECOND LASER PEENING FOR IMPROVEMENT OF FATIGUE PROPERTIES OF LASER WELDED 2024 ALUMINUM ALLOY, ICRS-10	10th International Conference on Residual Stress, 2016.7.3-7, Sydney, Australia
T. SANO, T. EIMURA, A. HIROSE, S. TSUTSUMI, M. MIZUTANI, Y. KAWAHITO, S. KATAYAMA, K. ARAKAWA, A. SHIRO, T. SHOBU, K. MASAKI and Y. SANO,	FEMTOSECOND LASER PEENING FOR IMPROVEMENT OF FATIGUE PROPERTIES OF LASER WELDED 2024 ALUMINUM ALLOY	IIW2016 International Conference, C-IV
T. KAWASHIMA, T. SANO, A. HIROSE, S. TSUTSUMI and K. MASAKI	FEMTOSECOND LASER-PEENING OF 7075-T73 ALUMINUM ALLOY	PRICM9:9th Pacific Rim International Conference on Advanced Materials and Processing, 2016.8.1-5, Kyoto, Japan
T. EIMURA, T. SANO, A. HIROSE, S. TSUTSUMI, K. MASAKI, K. ARAKAWA and Y. SANO	IMPROVEMENT OF FATIGUE PROPERTIES OF 2024-T3 ALUMINUM ALLOY USING FEMTOSECOND LASER-PEENING	PRICM9:9th Pacific Rim International Conference on Advanced Materials and Processing, 2016.8.1-5, Kyoto, Japan
T. EIMURA, T. SANO, A. HIROSE, S. TSUTSUMI, M. MIZUTANI, Y. KAWAHITO, S. KATAYAMA, K. ARAKAWA, A. SHIRO, T. SHOBU, K. MASAKI and Y. SANO	IMPROVEMENT OF FATIGUE PROPERTIES OF LASER-WELDED 2024-T3 ALUMINUM ALLOY USING FEMTOSECOND LASER PEENING	Materials Science & Technology 2016 (MS&T 2016) Joining of Advanced and Specialty Materials (JASM XVIII), 2016.10.23-27, Salt Palace Convention Center, Salt Lake City, USA

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
K. MASAKI, Y. SANO and T. SANO	EFFECTS OF LASER PEENING ON PLANE BENDING FATIGUE PROPERTIES OF DISSIMILAR FRICTION STIR WELDED ALUMINUM JOINTS	Proc. of The 6th International Conference on Laser Peening and Related Phenomena, 2016.11.6-11 South AFRICA
T. NAKAMURA, A. UENO, T. MATSUMURA, K. MASAKI, H. OGUMA, H. AKEBONO, T. KAKIUCHI, S. KIKUCHI, Y. NAKAMURA, T. NISHIDA, T. OGAWA, N. OGUMA, T. SAKAI, Y. SHIMAMURA, K. SHIOZAWA and Y. UEMATSU	DATA ACQUISITION FOR VERY HIGH CYCLE FATIGUE OF NON-FERROUS METALLIC MATERIALS BASED ON THE COLLABORATIVE RESEARCH IN JSMS - 1st report: outline of round-robin experiments on aluminum die casting, beta titanium, and extruded magnesium alloys -	Proc. of The 7th International Conference on Very High Cycle Fatigue, #140, 2017.7.3-5, Dresden GERMANY
A. UENO, T. MATSUMURA, K. MASAKI, T. OGAWA, K. SHIOZAWA, Y. NAKAMURA and T. NISHIDA	DATA ACQUISITION FOR VERY HIGH CYCLE FATIGUE OF NON-FERROUS METALLIC MATERIALS BASED ON THE COLLABORATIVE RESEARCH IN JSMS - 2nd report: effects of loading type, test environment, surface treatment and casting defects on VHCF properties of ADC12 aluminum die-casting alloy -	Proc. of The 7th International Conference on Very High Cycle Fatigue, #163, 2017.7.3-5, Dresden GERMANY
H. OGUMA, T. NAKAMURA, A. UENO, T. MATSUMURA, K. MASAKI, H. AKEBONO, N. OGUMA, T. KAKIUCHI, Y. SHIMAMURA and Y. NAKAMURA	DATA ACQUISITION FOR VERY HIGH CYCLE FATIGUE OF NON-FERROUS METALLIC MATERIALS BASED ON THE COLLABORATIVE RESEARCH IN JSMS - 3rd report: Effects of loading type and test frequency on VHCF properties of beta Ti22V4Al alloy -	Proc. of The 7th International Conference on Very High Cycle Fatigue, #143, 2017.7.3-5, Dresden GERMANY
K. MASAKI, T. MATSUMURA, H. AKEBONO, T. KAKIUCHI, Y. NAKAMURA, H. OGUMA, T. NAKAMURA, A. UENO, N. OGUMA, Y. SHIMAMURA and Y. UEMATSU	DATA ACQUISITION FOR VERY HIGH CYCLE FATIGUE OF NON-FERROUS METALLIC MATERIALS BASED ON THE COLLABORATIVE RESEARCH IN JSMS - 4th report: basic research of VHCF properties of extruded magnesium alloy under rotary bending loading -	Proc. of The 7th International Conference on Very High Cycle Fatigue, #146, 2017.7.3-5, Dresden GERMANY
K. MASAKI, N. HISAMORI, Y. KOBAYASHI, D. GOWA,	FATIGUE FRACTURE MECHANISM OF ZIRCONIA SHOT PEENED Ti-6Al-4V ALLOY	Proc. of the 13th International Conference on Shot Peening (ICSP13) #18, 2017.9.21, Montreal, CANADA
Y. KOBAYASHI, K. MASAKI	SHOT PEENING EFFECT ON PIECES MANUFACTURED BY 3D PRINTER	Proc. of the 13th International Conference on Shot Peening (ICSP13) #65, 2017.9.21, Montréal, CANADA
宇山聖奈, 久森紀之, 山本広美, 政本清孝, 磯村尚子	造礁サンゴとリン酸カルシウムとの人工複合骨の創製と評価	日本金属学会 2015年春期大会, No.329, 東京大学, 2015.3.24
政本清孝, 奥那國優希, 久森紀之, 小林祐次, 後和大輔	ジルコニアショットピーニング処理したTi-6Al-4V合金の高サイクル疲労特性	日本材料学会 第64期学術講演会 講演論文集, 講演No. 713, 山形大学, 2015.5.22-24
山本広美, 政本清孝, 富永昇, 磯村尚子	枝状モドリシの群体形に及ぼす水流の影響について	沖縄生物学会 第52回大会, ポスター P15, 沖縄国際大学, 2015.5.30
政本清孝, 佐野雄二, 梶原聖太郎	放射光ラミノグラフィによる異材FSW継手材の接合組織および疲労き裂の可視化	溶接学会全国大会 平成27年度秋季大会, 講演番号241, 講演概要集p.184-186, 北海道科学大学, 2015.9.2-4
政本清孝, 岡田匡平	AC4CH鋳造アルミニウム合金の超高サイクル疲労特性	日本機械学会 2015年度 年次大会講演論文集
政本清孝, 佐野雄二, 佐野智一	A2024-T3の平面曲げ疲労特性におよぼすレーザーピーニング処理の影響	日本材料学会 第17回破壊シンポジウム講演論文集, pp.69-73, 京都テルサ, 2015.10
木村聖光, 政本清孝	アルミニウム合金A6061およびA2024のFSW継手材の平面曲げ疲労特性評価	日本機械学会 材料力学部門カンファレンス (M&M'15) 講演論文集, CD-ROM 講演 No.GS0212-239, pp.1-4, 慶応大学, 2015.11

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
山本広美, 宇山聖奈, 渡邊伶, 上村拓也, 磯村尚子, 政本清孝, 久森紀之	μCTを用いたミドリイシ放射個体の計測の試み	日本サンゴ礁学会 第18回大会, ポスターP11, 講演要旨集演p.56, 慶応大学三田, 2015.11
宇山聖奈, 久森紀之, 山本広美, 磯村尚子, 政本清孝	造礁サンゴ由来人工骨の創製と生体活性骨機能の評価	日本サンゴ礁学会 第18回大会, ポスターP73, 講演要旨集演p.118, 慶応大学三田, 2015.11 (若手優秀ポスター賞)
宇山聖奈, 久森紀之, 山本広美, 政本清孝, 磯村尚子	造礁サンゴ由来人工骨の創製と生体活性骨機能の検討	バイオミネラルイゼーション研究会 第10回バイオミネラルイゼーションワークショップ, ポスターP32, 東京大学理学部1号館小柴ホール, 2015.12.6
政本清孝, 磯村尚子, 山本広美, 久森紀之	トゲスギミドリイシの折損挙動に関する基礎的研究	日本機械学会九州支部 第69期総会講演会, 講演番号C-19, 講演論文集p.115-116, 熊本大学, 2016.3
政本清孝, 佐野雄二	FSW接合材の平面曲げ疲労特性調査と放射光ラミノグラフィの援用	日本材料学会疲労部門委員会 第324回疲労部門委員会 講演資料, pp.19-26, 広島 2016.3
政本清孝, 比嘉良鳳	展伸マグネシウム合金の回転曲げ超高サイクル疲労特性	日本材料学会 第65期学術講演会 講演論文集, 講演No. 323, 富山大学, 2016.5.28-29
川嶋光将, 佐野智一, 廣瀬明夫, 堤成一郎, 政本清孝, 堀久司	摩擦攪拌接合継手への適用を目指したアルミニウム合金7075のフェムト秒レーザーピーニング	一般社団法人レーザ加工学会 第85回レーザ加工学会講演会, P11, 大阪大学, 2016.6.9 (優秀ポスター賞受賞)
詠村高之, 佐野智一, 廣瀬明夫, 川人洋介, 片山聖二, 堤成一郎, 政本清孝, 佐野雄二	アルミニウム合金A2024のレーザ溶接部の機械的特性に及ぼすフェムト秒レーザーピーニングの影響	一般社団法人レーザ加工学会 第85回レーザ加工学会講演会, P11, 大阪大学, 2016.6.9
川嶋光, 佐野智一, 廣瀬明夫, 堤成一郎, 政本清孝, 堀久司	摩擦攪拌接合継手への適用を目指したアルミニウム合金7075のフェムト秒レーザーピーニング	溶接学会全国大会 平成28年度秋季大会, 講演番号134, 伊香保温泉 HOTEL 天坊, 2016.9.16 (優秀研究発表賞)
詠村高之, 松田朋己, 佐野智一, 廣瀬明夫, 堤成一郎, 菟浦敬久, 城鮎美, 荒河一渡, 政本清孝, 佐野雄二	フェムト秒レーザーピーニングによる2024アルミニウム合金の疲労特性向上	溶接学会全国大会 平成28年度秋季大会, 講演番号135, 伊香保温泉 HOTEL 天坊, 2016.9.16
山田航太郎, 政本清孝	Al/Mg異材FSW継手の作成とその機械的特性の評価	平成28年度 高専一長岡技科大 (機械創造工学専攻) 技学セミナー 予稿集, K15, 長岡技科大, 2016.8.10
比嘉良鳳, 政本清孝	回転曲げ試験によるマグネシウム合金の疲労特性	平成28年度 高専一長岡技科大 (機械創造工学専攻) 技学セミナー 予稿集, K16, 長岡技科大, 2016.8.10
政本清孝, 川満慎	アルミニウムダイカスト合金ADC12の高サイクル疲労特性におよぼす鋳造欠陥の影響	日本機械学会 2016年度 年次大会講演論文集, No.16-1, CD-ROM, G0300203, 九州大学, 2016.9
政本清孝, 佐野雄二, 佐野智一	フェムト秒レーザーピーニング処理によるA2024 共材FSW 継手の平面曲げ疲労特性改善	日本機械学会 材料力学部門カンファレンス (M&M'16) 講演論文集, CD-ROM講演 No.OS02-16, pp.1-4, 神戸大学, 2016.10
山田航太郎, 政本清孝	難燃性マグネシウム合金のFSW 継手の疲労特性調査	(社)日本機械学会九州学生会第48回卒業研究発表講演会 講演論文集 (No.178-2) No.132 2017.3.3
政本清孝, 上里優貴, 磯村尚子, 山本広美, 久森紀之	枝サンゴ骨格の折損挙動調査—四点曲げ強度特性の評価—	日本材料試験技術協会 第271回 材料試験技術シンポジウム, 島津製作所, 東京 2017.4
政本清孝, 木村聖光, 佐野雄二, 佐野智一	A2024/A6061異材FSW継手材の疲労特性におよぼすレーザーピーニングの影響	日本材料学会 第66期学術講演会 講演論文集, 講演No. 522, 名城大学, 2016.5.26-28
政本清孝, 佐野雄二, 佐野智一	レーザーピーニング処理によるA2024 共材FSW継手の平面曲げ疲労特性改善	日本機械学会 2017年度 年次大会講演論文集, No.17-1, CD-ROM, G0300402, 埼玉大学, 2017.9
政本清孝, 佐野雄二, 佐野智一	A2024共材FSW継手の平面曲げ疲労特性におよぼすフェムト秒/ナノ秒レーザーピーニング処理の影響	日本機械学会M&M2017材料力学カンファレンス講演論文集, OS0511, 北海道大学, 2017.10

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
政木清孝	超高サイクル疲労特性と影響因子—マグネシウム合金について—	日本材料学会疲労部門委員会 第332回疲労部門委員会 講演資料, pp.58-74, 京都 2017.10
政木清孝, 磯村尚子, 山本広美, 久森紀之	トゲスギミドリイシ骨格の折損強度と硬さとの相関性	日本材料学会九州支部 第5回 中国・九州支部合同研究会, 講演番号 A17, 講演論文集 p.37-38, 沖縄青年会館 2017.11.25
伊波研人, 政木清孝, 津村卓也	FSP を応用したMg 合金板材の成形加工性向上に関する基礎的検討	日本材料学会九州支部 第5回 中国・九州支部合同研究会, 講演番号 B12, 講演論文集 p.63-64 沖縄青年会館 2017.11.25 (優秀講演発表賞)

II. 情報通信システム工学科

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
前大光雅, 兼城千波	Ge/Si pn接合ダイオードのアニールによる電気特性の評価	平成29年度電子情報通信学会九州支部学生講演会予稿集, C-III,C-12 (2017)
内嶺佑太, 兼城千波	GeO ₂ /SiO ₂ 界面を有するMOSFETプロセスの検討	平成29年度応用電子情報通信学会支部学生講演会予稿集, C-III,C-13 (2017)
金城優生, 兼城千波	スパッタガス圧と膜厚に依存したマイクロスプリングブロープの曲げ応力解析	平成29年度電子情報通信学会九州支部学生講演会予稿集, C-III,C-13 (2017)
Yuta Uchimine and Chinami Kaneshiro	MOSFET Characteristics with Ge Gate Control Layer for Industry Equipment Application	6th International Symposium on Technology for Sustainability, no.41(industry / oral) (pp.1-6) (2016)
金城優生, 岸本亨太, 仲間成吾, 兼城千波	マイクロスプリングブロープの作製と曲げ応力効果	平成28年電気学会九州支部沖縄支所講演会 OKI-2016-02 pp.1-4 (2016)
前大光雅, 兼城千波	Ge/Si pn接合 ダイオードの特性評価	平成28年電気学会九州支部沖縄支所講演会 OKI-2016-03 pp.1-4 (2016)
酒井大成, 兼城千波	周期構造を有するSAWトランスバーサルフィルタ特性	平成28年電気学会九州支部沖縄支所講演会 OKI-2016-04 pp.1-4 (2016)
上原大夢, 比嘉勝也, 兼城千波	電子放出源としての多孔質Siの可能性の検討	平成28年電気学会九州支部沖縄支所講演会 OKI-2016-39 pp.1-2 (2016)
S. Tsubaki, A. Onda, T. Ueda, M. Hiraoka, S. Fujii, Y. Wada	Microwave-Assisted Hydrothermal Processing of Seaweed Biomass	Hydrothermal Processing in Biorefineries - Production of Bioethanol and High Added-Value Compounds of Second and Third Generation Biomass -, Springer, pp. 443-460, May. 2017
S. Fujii, S. Tsubaki, N. Inazu, E. Suzuki, and Y. Wada,	Smelting of Scandium by Microwave Irradiation	Materials, 10(10), 1138, 2017; doi:10.3390/ma10101138
N. Haneishi, S. Tsubaki, M. M. Maitani, E. Suzuki, S. Fujii, Y. Wada	Electromagnetic and Heat-Transfer Simulation of the Catalytic Dehydrogenation of Ethylbenzene under Microwave Irradiation	Industrial and Engineering Chemistry Research, Vol. 56, No.27, pp. 7685-7692, 2017
H. Yokawa, H. Mutou, S. Tsubaki, N. Haneishi, T. Fuji, N. Asano, K. Kashimura, T. Mitani, S. Fujii, N. Shinohara, Y. Wada,	Water Vaporization from Deposited Sand by Microwave Cavity Resonator	Journal of Civil & Environmental Engineering, Vol. 7, 4, pp.1-6, 2017
Y. Wada, S. Fujii, E. Suzuki, M. M. Maitani, S. Tsubaki, S. Chonan, M. Fukui, N. Inazu	Smelting Magnesium Metal using a Microwave Pidgeon Method	Scientific Reports 7, Article number 46512, 2017
S. Fujii, M. Negawa, H. Kamehama, H. Toonoe, Y. Shiba	Fabrication of SAW resonators on single-crystal diamonds using Minimal-Fab process	IEEE International Ultrasonic Symposium, Washington D.C., USA, 2017
S. Fujii, S. Tsubaki, E. Suzuki, Y. Wada	Study on chemical reaction under microwave irradiation	(Invited) Materials Congress on 2017, Italy, Rome

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
S. Tsubaki, S. Hayakawa, M. Maitani, S. Fujii, E. Suzuki, T. Ueda, J. Zhang, A. Bond, Y. Wada	Enhancement of water oxidation over Ru-polyoxometalate catalysts under pulsed microwaves	8th International Conference on Green and Sustainable Chemistry Conference, Jul. 2017
S. Tsubaki, N. Haneishi, E. Abe, M. M. Maitani, S. Fujii, E. Suzuki, Y. Wada	Microwave-enhanced fixed-bed flow reactions: Fundamental mechanism to applications	16th Korea-Japan Symposium on Catalysis & 3rd International Symposium of Institute for Catalysis, May. 2017
S. Fujii, M. Negawa, H. Kamehama, H. Toonoe, Y. Shiba	Study on fabrication process of SAW resonators using Minimal-Fab	OIST Diamond Workshop 2017, Okinawa, 2017
S. Fujii, K. Hiranaka, K. Motoki, S. Miyagi, S. Tanifuji, T. Suriyon, Z. Mbatiga, N. Yoshikawa, K. Kinoshita, K. Arimoto	Integration of drones' communication into an ITS network	ICIBMS 2017, Okinawa, Japan
藤井知, 和田雄二, 前田雅彦	超省エネ型マイクロ波マグネシウム製錬技術	アルトピア, vol.8, No.8, Aug., pp.9-16, 2017
和田雄二, 藤井知	マイクロ波を用いた物質創生技術	電子情報通信学会誌創立100周年記念特集号, Vol.100 No.11, pp. 1285-1289, 2017
藤井知, 具志堅匠, 椿俊太郎, 鈴木榮一, 和田雄二,	マイクロ波照射の高温還元プロセスにおけるシミュレーション	日本鉄鋼協会第173回春季講演大会, 2017年3月
藤井知, 有本和民, 山内直樹, 木下研作, 吉川憲昭,	ドローンを用いたITS融合ネットワークの構築	情報処理学会研究報告ユビキタスコンピューティングシステム研究会, 2017年3月
椿俊太郎, 阿部 恵里子, 羽石 直人, 米谷 真人, 鈴木 榮一, 藤井 知, 和田 雄二	マイクロ波照射を用いた金属酸化物触媒によるメタン転換反応	日本化学会 第97春季年会, 2017年3月
阿部恵里子, 羽石直人, 椿俊太郎, 米谷真人, 鈴木榮一, 藤井知, 和田雄二	金属酸化物触媒のマイクロ波加熱特性およびメタン酸化カップリング反応への応用	第119回触媒討論会, 2017年3月
早川翔悟, 椿俊太郎, 上田忠治, 藤井知, 米谷真人, 鈴木榮一, 和田雄二	ポリオキシメタレート担持電極による水の酸化反応へのマイクロ波効果	第119回触媒討論会, 2017年3月
松久将之, 岸本史直, 川村慎一郎, 藤井知, 椿俊太郎, 米谷真人, 鈴木榮一, 和田雄二	マイクロ波照射による α -Fe ₂ O ₃ 電極上での水の酸化電流の増大	第119回触媒討論会, 2017年3月
羽石直人, 椿俊太郎, 米谷真人, 鈴木榮一, 藤井知, 和田雄二	マイクロ波照射下気固不均一系反応における固体粒子電磁場分布および温度分布のシミュレーション解析	日本化学会第97春季年, 2017年3月
山本将大, 羽石直人, 椿俊太郎, 米谷真人, 鈴木榮一, 藤井知, 和田雄二	マイクロ波 in situ 熱重量分析を用いた酸化銀の還元反応におけるマイクロ波の照射効果の観測	第119回触媒討論会, 2017年3月
根川雅也, 藤井知, 吉川憲昭, 谷藤正一, タンスリヤボンスリオン	ドローンを用いたITS融合ネットワークの構築	電子情報通信学会総合大会, 2017年3月
亀濱博紀, 藤井知, 遠江栄希	ミニマルファブプロセスによるダイヤモンドSAWデバイスの作製	第78回応用物理学会秋季学術講演会, 2017年8月
平仲航大, 宮城靖一郎, 藤井知, パイティガザカリ, タンスリヤボンスリオン, 谷藤正一, 有本和民, 吉川憲昭	ドローンを用いたITS融合ネットワークの構築	第70回電気・情報関係学会九州支部連合大会, 2017年9月
根川雅也, 亀濱博紀, 藤井知, 遠江栄希	ミニマルファブプロセスによるダイヤモンドSAWデバイスの作製	第70回電気・情報関係学会九州支部連合大会, 2017年9月
前藤遼, 藤井知, 椿俊太郎, 和田雄二	マイクロ波照射の高温還元プロセスにおけるシミュレーション	第70回電気・情報関係学会九州支部連合大会, 2017年9月

氏名	課題	雑誌、講演会、または発行所等
前蔵遼, 藤井知, 椿俊太郎, 和田雄二	高温還元プロセスにおけるシミュレーション	第11回日本電磁波エネルギー応用学会シンポジウム, 2017年11月
藤井知, 鈴木榮一, 稲津直美, 椿俊太郎, 前田雅彦, 和田雄二	マイクロ波ビジョン法によるマグネシウムの還元	第11回日本電磁波エネルギー応用学会シンポジウム, 2017年11月
尾風仁, 山田親稔, 市川周一	GPUを用いた画面分割とスクリーンマッピングによるレイトレーシング法の高速度化の検討	平成28年度高専連携教育研究プロジェクト進捗状況報告会 2016年12月
松田祐希, 山田親稔, 市川周一	アノマリ型IDSの高速度化に関する研究	平成28年度高専連携教育研究プロジェクト進捗状況報告会 2016年12月
神谷潤, 山田親稔, 宮城桂, 長田康敬, 市川周一	画質評価を考慮したBilateral Filterのパラメータ推定に関する検討	平成28年度 電気学会九州支部沖縄支所講演会 2016年12月
大嶺沢仁, 山田親稔, 宮城桂, 長田康敬, 市川周一	攻撃タスクに対する難読化耐性の一考察	平成28年度 電気学会九州支部沖縄支所講演会 2016年12月
尾風仁, 山田親稔, 宮城桂	GPUを用いたレイトレーシング法の高速度化の検討	平成28年度(第7回)電気学会九州支部高専研究講演会 2017年3月
新里智樹, 山田親稔, 宮城桂	莓収穫向け非対称双腕ロボットの自動制御システムの開発	電気学会次世代産業システム研究会, IIS-17-026 2017年3月
与座章宙, 山田親稔, 宮城桂, 市川周一	テンプレートマッチングにおける探索アルゴリズムの検討	電気学会次世代産業システム研究会, IIS-17-023 2017年3月
松田祐希, 山田親稔, 宮城桂, 市川周一	アノマリ型IDSにおける距離計算部のHW化	電気学会次世代産業システム研究会, IIS-17-022 2017年3月
神谷潤, 山田親稔, 宮城桂, 市川周一	Bilateral Filterのパラメータ推定に対する画質評価の研究	電気学会次世代産業システム研究会, IIS-17-021 2017年3月
尾風仁, 山田親稔, 宮城桂, 市川周一	画面分割とスクリーンマッピングによるレイトレーシング法の高速度化の検討	電気学会次世代産業システム研究会, IIS-17-020 2017年3月
大嶺沢仁, 山田親稔, 宮城桂, 市川周一	情報量を用いた難読化耐性の一考察	電気学会次世代産業システム研究会, IIS-17-019 2017年3月
荻堂盛也, 山田親稔, 宮城桂, 市川周一	再構成型デバイスを用いたプロセッサの耐故障化手法に関する検討	電気学会次世代産業システム研究会, IIS-17-018 2017年3月
真喜志泰希, 市川周一, 藤枝直輝, 山田親稔	分布間距離を用いたBilateral Filterの準最適パラメータ探索	電気学会論文誌D 137(7) 576-582 2017年7月
大田有夏, 山田親稔, 宮城桂, 池松真也	電気伝導度測定によるマウスの体組成予測について	平成29年度電気・情報関係学会九州支部連合大会 2017年9月
松田祐希, 山田親稔, 宮城桂, 谷藤止一, 市川周一	水中通信のための映像送受信システムの提案	平成29年度電気・情報関係学会九州支部連合大会 2017年9月
与座章宙, 山田親稔, 宮城桂, 市川周一	医用画像向け画像処理フィルタのHW/SW協調設計	平成29年度電気・情報関係学会九州支部連合大会 2017年9月
尾風仁, 山田親稔, 宮城桂, 市川周一	GPUを用いた並列化によるレイトレーシング高速度化の検討	平成29年度電気・情報関係学会九州支部連合大会 2017年9月

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
平得武斗, 山田親稔, 宮城 桂, 市川周一	イチゴ収穫向けロボットのための果実認識手法の検討	電気学会次世代産業システム研究会, IIS-17-105 2017年9月
大嶺沢仁, 山田親稔, 宮城 桂, 市川周一	エントロピーを用いた難読化手法改善の一考察	電気学会次世代産業システム研究会, IIS-17-106 2017年9月
荻堂盛也, 山田親稔, 宮城 桂, 市川周一	再構成型デバイスを用いたプロセッサの耐故障アーキテクチャに関する検討	電気学会次世代産業システム研究会, IIS-17-107 2017年9月
Seiya Ogido, Chikatoshi Yamada, Kei Miyagi and Shuichi Ichikawa	A Study of a Fault-tolerant System Using Dynamic Partial Reconfiguration	The 8th International Workshop on Advances in Networking and Computing, 151, 2017年11月
Takuto Omine, Chikatoshi Yamada, Kei Miyagi and Shuichi Ichikawa	Program Obfuscation Method using Entropy	The 6th International Workshop on Networking, Computing, Systems, and Software, 166, 2017年11月
Jin Okaze, Chikatoshi Yamada, Kei Miyagi and Shuichi Ichikawa	Acceleration Techniques for Ray Tracing based on Parallel Methods	The 6th International Workshop on Networking, Computing, Systems, and Software, 165, 2017年11月

III. メディア情報工学科

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
上山季美香, 佐藤尚	競争状況における他者の情報に基づく協調的状態の創発	第12回沖縄複雑系研究会, 沖縄, 2017.2
麓有喜, 佐藤尚	異なる概念を獲得可能なエージェント間での暗示的フィードバックに基づくコミュニケーション成功率の向上	第12回沖縄複雑系研究会, 沖縄, 2017.2
佐藤尚, 上山季美香	主体価値の間接的共有による協調的状態の創発	電子情報通信学会ニューロコンピューティング(NC)研究会, 信学技報, vol.117, no. 109, NC2017-5, pp.9-14, 沖縄, 2017.6
麓有喜, 佐藤尚	暗示的フィードバックに基づくコミュニケーション成功率の向上	電子情報通信学会ニューロコンピューティング(NC)研究会, 信学技報, vol.117, no. 109, NC2017-5, pp.1-8, 沖縄, 2017.6
真嗣暁, 佐藤尚	思春期における環境選択の計算論的モデルの提案	2017年度第2回領域会議 国際ワークショップ & 若手・女性研究者の会「学校・思春期ポスターセッション」, 東京, 2017.8
Akira Masumi, Takashi Sato	Impacts of state representations in reinforcement learning model on a probabilistic reversal task	第27回日本神経回路学会全国大会 (JNNS2017), 北九州, 2017.9
植竹蓮, 佐藤尚	異所的および同所的種分化型GAの性能比較	第13回沖縄複雑系研究会, 沖縄, 2017.9
覚正義樹, 佐藤尚	動的環境適応型強化学習における環境認識機構の改良	第13回沖縄複雑系研究会, 沖縄, 2017.9
平良雅人, 佐藤尚	信号機と自動車の双方に強化学習マルチエージェントを用いた交通流制御	第13回沖縄複雑系研究会, 沖縄, 2017.9
平敷美空, 佐藤尚	発話解釈における話題推測の役割	第13回沖縄複雑系研究会, 沖縄, 2017.9
森脇拓人, 佐藤尚	学習による取き行動の獲得	第13回沖縄複雑系研究会, 沖縄, 2017.9
Akira Masumi, Takashi Sato	Analyzing superiorities of utilizing state representations in a probabilistic reversal learning task	International Conference on Intelligent Informatics and BioMedical Sciences (ICIBMS 2017), Okinawa, 2017.11
Takashi Sato	Emergence of robust cooperative states by iterative internalizations of opponents' personalized values in minority game	International Conference on Intelligent Informatics and BioMedical Sciences (ICIBMS 2017), Okinawa, 2017.11
佐藤尚	複雑系入門 ～ルールダイナミクスとミクロマクロ・ループの観点から	九州大学西井研究室主催研究集会「データサイエンスの発展と実社会への応用 ～Development of Data Science and its applications to real world～」, 沖縄, 2017.12

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
Akira Masumi, <u>Takashi Sato</u>	Analyzing the advantages of utilizing state representations in a probabilistic reversal learning task	Journal of Information and Communication Engineering (JICE), Vol.3(5), pp.142-147, 2017.12 (JICEに掲載するための論文として ICIBMS2017で発表した論文が審査を経て選出され、更にJICEの出版元である Applied Science and Computer Science Publicationsより"Best of the Best Paper Award"を受賞した)
Takashi Sato	Emergence of robust cooperative states by iterative internalizations of opponents' personalized values in minority game	Journal of Information and Communication Engineering (JICE), Vol.3(5), pp.157-166, 2017.12 (JICEに掲載するための論文として ICIBMS2017で発表した論文が審査を経て選出され、更にJICEの出版元である Applied Science and Computer Science Publicationsより"Excellent Paper Award"を受賞した)
<u>Mbaitiga Zacharie</u> and Honda kyuhei	"Development of Inshore Fishing UAV at Sea Based on Preliminary Assessment Result	Proceedings of the 4th International Conference on Life Science and Engineering, pp: 75-85, Vietnam, Anoi June 20-22, 2017
<u>Mbaitiga Zacharie</u> and Honda kyuhei	A Preliminary Assessment for Inshore Fishing UAV (ISFUAV)	Proceedings of the 5th IIAE International Conference on Industrial Application Engineering, pp: 364-369, March27-31, 2017
Mbaitiga Zacharie	Multi Color Recognition based on Mini-Max Color Threshold	Journal of Bioinformatics and Neurosciences, Applied Science and Computer Science Publication, 1(1), 55-61 (2015)
Tamaki Yuki and <u>Mbaitiga Zacharie</u>	The Impact Assessment of the boll holding in Robot Socce	Proceedings of the workshop on IBEJ Innovative Industrial System, March 13, 2014
Mbaitiga Zacharie	Advanced Logistics Belief Neural Network Algorithm for Robot Arm Control	Journal of computer Science, 8(6), 965-970 (2012)
Mbaitiga Zacharie	The Implementation of GeoGebra as Technology based Mathematics Learning	Proceedings of the Research Community of Computer Algebra System, RIMS, Kyoto University, July 4-6, 2012, Japan
Mbaitiga Zacharie	What does Mathematical Proof Mean for College Students?	Proceedings of the 6th International Symposium on Advances in Technology Education, September 19-21, 2012, Kitakyushu, Japan.
Mbaitiga Zacharie	Fusion of ART-1 and Advanced Logistic Belief Neural Network for Object Grasping Robot Arm	Proceedings of the 5th International Congress on Image and Signal Processing and the 5th International Conference on Bio-Medical Engineering and Informatics, October 16-18, 2012, China
Mbaitiga Zacharie	GPS and Discrete Kalman Filter for Indoor Robot Navigation	Journal of World Academy of Science, Engineering and Technology, 60, 255-261 (2011)
Mbaitiga Zacharie	Sensor Fusion Based Discrete Kalman Filter for Outdoor Robot Navigation	Journal of World Academy of Science, Engineering and Technology, 80, 349-353 (2011)
Mbaitiga Zacharie	Proof of Analytic Extension Theorem for Zeta Function using Abel Transformation and Euler Product	Journal of Mathematics and Statistics, 6 (3): 294-299 (2010)
Mbaitiga Zacharie	Adaptive Fuzzy Knowledge Based Controller for Autonomous Robot Motion Control	Journal of Computer Science, 6 (10): 1019-1026 (2010)
Mbaitiga Zacharie	Human Detection Security Guard Robot using Gaussian Distribution Histogram"	Proceedings of the 7th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence, November 24-27, 2010, Busan, Kore
Mbaitiga Zacharie	Security Guard Robot Detecting Human using Gaussian Distribution Histogram Method	Journal of Computer Science, 6 (10): 1115-1121 (2010)
Mbaitiga Zacharie	Why College or University Students Hate Proofs in Mathematics	Journal of Mathematics and Statistics, 5 (1): 32-41 (2009)

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
Mbaitiga Zacharie	Intelligent OkiKoSenPBXi Security Patrol Robot via Network and Map-Based Route Planning	Journal of Computer Science, 5 (1): 79-85, 2009, Science Publications, New York, USA.
Mbaitiga Zacharie	Proof of Bernhard Riemann's Functional Equation using Gamma Function	Journal of Mathematics and Statistics, 4 (3): 181-185 (2008)
Mbaitiga Zacharie	Self-Generation ART-1 Neural Network with Gradient-Descent Method Aid for Latin Alphabet Recognition	Journal of Computer Science, 4(8):631-637(2008)
Mbaitiga Zacharie	Adaptive Resonance Theory (ART-1) Neural Network Based Horizontal and Vertical Classification of 0-8 Digits Recognition	Journal of Computer Science, 3 (11): 869-873 (2007)
M.Sugisaka and M. Zacharie	Design of PID Fuzzy Controller for Electric Vehicle Brake Control System Based on Parallel Structure of PI Fuzzy and PD Fuzzy	IEEE Transactions on Industry Applications, 125(3):245- 252(2005)
M.Sugisaka and M. Zacharie	"Design of PID Fuzzy Controller for Electric Vehicle Brake control System Based on parallel Structure of PI Fuzzy and PD Fuzzy	Proceedings of the 23rd Society of Instrument and Control Engineers, Kyushu Branch Annual Conference, December 4 - 5,2004, Japan.
M.Sugisaka and M. Zacharie	Speed Control of a Stepping Motor of the Electric Vehicle Based on Speed Parameters Estimation via PWM Inverter	proceedings of the 9th International Symposium on Artificial Life and Robotics, January 28- 30, 2004, Japan
M.Sugisaka and M. Zacharie	Network Communication for Electric Vehicle Navigation	Proceedings of the 7th International Symposium on Artificial Life and Robotics, January 16- 18, 2002, Japan.
M.Sugisaka and M. Zacharie	Road Center Localization using Image Processing for Electric Vehicle Navigation	Proceedings of the International Robot Soccer Association 2002FIRA World Congress, May, 2002, Seoul, Korea.

IV. 生物資源工学科

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
池松真也, 牧田昌士, 多田一風太, 坪田庄真, 八部雄太, 西川靖俊, 門松健治	Evaluation of a sustained release carrier containing an anticancer drug which is generated by electrospinning	第75回日本薬学会学術総会 PROGRAM pp.255
Shinya Ikematsu, Makoto Miyagi, Ipputa Tada	Evaluating immune related function and characteristic analysis of the Okinawan lactic acid bacteria	CBI学会2016年大会 CBI Annual Meeting 2016 -Poster List- pp.3 P3-10
Shinya Ikematsu (招待講演)	Functionality and possibility of the lactic acid bacterium which was found in Okinawa	Joint Workshop of second JST-SICORP Workshop, リザンシーパークホテル谷茶ベイ及び沖縄科学技術大学院大学 (OIST) シーサイドハウス, 2016年12月7日
Shinya Ikematsu, Ipputa Tada, Yasuma Nagasaki	Analysis of Lipids Produced by Microalgae Isolated from the Area around Okinawa, Japan	Applied Environmental Materials Science for Sustainability, Chapter 10, pp223-234, 2016, IGI GLOBAL
Ipputa Tada, Seikoh Saitoh, Hiroaki Aoyama, Naoya Shinzato, Norikuni Yamamoto, Masanori Arita, Shinya Ikematsu	Genome Sequence of <i>Lactobacillus paracasei</i> Strain LC-Ikematsu, Isolated from a Pineapple in Okinawa, Japan	Genome Announcements, Volume 5, Issue 5, e01583-16 (2 February 2017)
木村碧樹, 城間博紹, 池松真也	ジャボチカバ葉抽出物中アポトーシス誘導物質の探索	第46回日本心臓血管作動物質学会年会, 一般演題P-6, 2017年2月10日, 琉球大学医学部臨床講義棟
内田太郎, 多和田夏美, 大城華奈恵, 安次富寛斗, 千葉俊明, 池松真也	臨床用高密度大量培養方法の開発	再生医療, vol.16, Suppl, pp300, 2017.2 ISSN 1347-7919
多和田夏美, 内田太郎, 村田大紀, 藤木誠, 安次富寛斗, 大城華奈恵, 池松真也, 三角一浩, 千葉俊明	Bio 3D Printer を用いた脊髄様構造体の作製	再生医療, vol.16, Suppl, pp399, 2017.2 ISSN 1347-7919
木村碧樹, 多田一風太, 服部暉, 宮城誠, 池松真也	島おから由来GABA高産生乳酸菌の単離とゲノム解析	日本農芸化学学会大会2017年度大会(京都) (2017年3月18日) 大会プログラム集pp59

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
八部雄太, 多田一風太, 牧田昌士, 坪田庄真, 岸田聡, 西川靖俊, 門松健治, 池松真也	エレクトロスピンニングを用いた抗がん剤を含有する新規徐放性担体の機能の検討	日本農芸化学会大会2017年度大会 (京都) (2017年3月18日) 大会プログラム集pp64
又吉巴菜 (顧問: 池松真也)	沖縄の伝統食材“ずいき”を利用したプレバイオティクスサプリメントの開発	ジュニア農芸化学会2017「高校生による研究発表会」(2017年3月18日) 大会プログラム集pp127
Ipputa Tada, Seikoh Saitoh, Hiroaki Aoyama, Naoya Shinzato, Konomi Morita, Norikuni Yamamoto, Shinya Ikematsu	Functional genomics of the <i>Lactobacillus paracasei</i> strain LC-Ikematsu isolated from the Okinawan natural environment	沖縄工業高等専門学校紀要, 第11号: p1-8, 2017 ISSN: 1881-722X
池松 真也	腸内細菌と治療 (1) 腸内細菌に対する食物の影響	臨床消化器内科 2017 Vol.32 No10 pp1383-1388 (2017年8月20日発行) ISSN 0911-601X
古厥智之, 春日貴章, 大川水緒, 山城知佳, 瀧島和則, 吉川千里, 安里真夢, 田村隆弘, 佐藤貴哉, 兼松秀行, 池松真也	オープニングイベント終了後ワークショップ「これが高専生の実力だ!」	平成29年度 全国高専フォーラム パンフレット, pp1-2, 長岡市シティーホールプラザ「アオーレ長岡」, 2017年8月21日
S. Ikematsu, Y. Yabe, A. Hattori, I. Tada, A. Kimura, M. Miyagi, H. Tanaka, M. Nakamura	An isolation and genome analysis of the GABA high production lactic acid bacterium from “okara”	12 th International Symposium on Lactic Acid Bacteria, Abstract Book, B053, pp58, 2017
A. Kimura, M. Orita, N. Okuda, Y. Yabe, S. Oshiro, S. Ikematsu	Functional analysis of LAB from Okinawa using the database and probiotic application	12 th International Symposium on Lactic Acid Bacteria, Abstract Book, B056, pp60, 2017
Hiroyuki Kono, Nobuhiro Kondo, katsuki Hirabayashi, Makoto Ogata, Kazuhide Totani, Shinya Ikematsu, Mitsumasa Osada	NMR spectroscopic structural characterization of a water-soluble β -(1 \rightarrow 3, 1 \rightarrow 6)-glucan from <i>Aureobasidium pullulans</i>	Carbohydrate Polymers 174(2017)876-886, ELSEVIER
Hiroyuki Kono, Nobuhiro Kondo, katsuki Hirabayashi, Makoto Ogata, Kazuhide Totani, Shinya Ikematsu, Mitsumasa Osada	Two-dimensional NMR data of a water-soluble β -(1 \rightarrow 3, 1 \rightarrow 6)-glucan from <i>Aureobasidium pullulans</i> and schizophyllan from <i>schizophyllum commune</i>	Data in Brief, ARTICLE IN PRESS
伊東昌彦, 多加喜未可, 東啓子, 岡松滋美, 仲宗根豊一	エリ蚕シルクパウダーの機能性評価	Nippon Silk Gakkaishi 25, 27-34 (2017) (査読有り)
伊東昌彦, 仲宗根豊一	ヤマムギ科に属する蛾の幼虫糸腺抽出液の製造方法およびその抽出液を用いた無細胞タンパク質合成方法	特開2017-131169、2017年8月3日公開
伊東昌彦, 富名腰敏, 岡田英二, 飯塚哲也	カイコ幼虫中部糸腺抽出液の製造方法およびその抽出液を用いた無細胞タンパク質合成方法	特開2017-108697、2017年6月22日公開
伊東昌彦, 深水愛理沙	カイコ幼虫中部糸腺からのセリシンMの製造方法	特願2017-119311、2017年6月19日出願
普天間樹, 伊東昌彦, 蔵屋英介	桑茶の製造方法	特許6096549号、2017年3月15日発行
稲垣まり子, 佐々木瑞樹, 玉田靖, 深水愛理沙, 伊東昌彦	細胞凍結保存におけるシルクセリシンの影響	平成29年度日本繊維学会大会講演要旨集 IP261(2017年6月)
長岡純治, 大山真裕, 土岐教子, 三上敬仁, 谷尾博子, 辻本恵太, 伊東昌彦	カイコ糸腺抽出液を利用した転写・翻訳共役型無細胞系タンパク質合成反応液ならびに合成促進DNA配列の検討	平成29年度蚕糸・昆虫機能利用学術講演会 日本蚕糸学会第87講演回大会要旨集P.56 (2017年3月)
Taira, J., Sonamoto, M., Uehara, M	Dual Biological Functions of a Cytoprotective Effect and Apoptosis Induction by Bioavailable Marine Carotenoid Fucoxanthinol through Modulation of the Nrf2 Activation in RAW264.7 Macrophage Cells	<i>Marin. Drugs</i> 2017, 15, 305;doi:10.3390/md15100305 (査読有り)
平良淳哉, 萩貴之	酸化ストレス応答因子Nrf2活性化剤	特願2017-160622

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
平良淳誠	酸化ストレス応答因子Nrf2活性化剤	特願2017-157272
奥平ちづか, 渡邊雄介, 宮里春奈, 天久奈菜, 平良淳誠, 萩貴之, 市場俊雄	Nrf2活性を指標にした有用亜熱帯植物の網羅的探索: ボタンボウフウ (<i>Peucedanum japonicum</i>) による高Nrf2活性	日本薬学会第137回年会, 2017年, 3月, 仙台市
宮里春奈, 渡邊雄介, 平良淳誠	ソフトコーラル (<i>Simularia</i> sp.) のパーオキシセスキテルペノイド代謝物から産生する過酸化水素による大腸癌細胞のアポトーシス誘導とNrf2シグナル活性	日本薬学会第137回年会, 2017年, 3月, 仙台市
天久奈菜, 宮里春奈, 平良淳誠	カンショ葉とその含有成分のカフェオイルキナ酸によるヒト大腸癌細胞HCT116のNrf2-AREシグナル活性抑制	日本薬学会第137回年会, 2017年, 3月, 仙台市
平良淳誠	沖縄産生物資源の機能的物質 - 酸化ストレス軽減による疾患予防効果への期待 -	超異分野学会琉球フォーラム2017年, 9月, 那覇市
平良淳誠	沖縄産ソフトコーラルの二次代謝物による抗炎症作用及びヒト大腸癌細胞致死作用機構	比嘉辰雄先生メモリアルシンポジウム, (琉球大学) 2016年, 那覇市
宮里春奈, 平良淳誠	ソフトコーラル (<i>Simularia</i> sp.) のパーオキシセスキテルペノイド代謝物から産生する過酸化水素による大腸癌細胞のアポトーシス誘導とNrf2シグナル活性	第19回 日本サンゴ礁学会, 2016年, 12月, 那覇市
渡邊雄介, 宮里春奈, 平良淳誠	ソフトコーラル (<i>Cespitularia</i> sp.) の二次代謝物アルシオノライドの大腸癌細胞における抗腫瘍活性とNrf2-AREシグナル応答	第19回 日本サンゴ礁学会, 2016年, 12月, 那覇市
H. Tanaka, K. Chinen, C. Uehara, M. Minei, M. Minei.	Screening of extracts prepared from Okinawan natural resources for neuraminidase inhibitory activity.	日本農芸化学会2017年度大会, 2J30a08, 2017年3月, 京都
S. Ikematsu, Y. Yabe, A. Hattori, I. Tada, A. Kimura, M. Miyagi, H. Tanaka, M. Nakamura.	An isolation and genome analysis of the GABA high production lactic acid bacterium from 'okara'.	The 12th International Symposium on Lactic Acid Bacteria, B053, August 2017, The Netherlands.
屋比久鈴美, 屋良一綺, 田中 博 (顧問)	ナガウニの初期発生の観察実験	第2回高専生サミット on KOSEN Science and Technology, 2017年9月, 沖縄
V. 総合科学科		
氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
網谷厚子, 新里牧, 宮良長吾, 又吉優衣	「電子情報システムの活用を促進する講習会の在り方についてーレポート・卒業研究・卒業論文作成におけるー」	「沖縄工業高等専門学校紀要」第11号, 2017年3月刊
網谷厚子	「沖縄の詩はなぜ輝くか」	「琉球新報」の「詩の時評」2016年9月
網谷厚子	「沖縄で詩を書くということ」	「琉球新報」の「詩の時評」2016年12月
網谷厚子	「若い風, 吹かせよう」	「琉球新報」の「詩の時評」2017年3月
網谷厚子	「詩の自律性とは」	「琉球新報」の「詩の時評」2017年6月
網谷厚子	「文学の成熟とは何か」	「琉球新報」の「詩の時評」2017年9月
網谷厚子	「世界は〈発見〉して広がる」	名護市立中央図書館「としょかん通信」275・2017年「8月号
Yoshie Iijima	The Implementation of CLIL by Content Instructors at Tertiary Education	JALT PanSIG 2016 Conference, Meio University, Nago, Okinawa, 20-23 May 2016.
飯島淑江	内容言語統合型学習法 (CLIL) に基づく専門科目授業ーパイロット授業から見えてきた効果と課題ー	全国高等専門学校英語教育学会第40回研究大会, 国立オリンピック記念青少年総合センター, 東京, 2016年9月3日.

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
Yoshie Iijima	Implementing CLIL in Japanese Tertiary Education: Possible Effects and Issues	The 37th Annual Thailand TESOL International Conference, The Ambassador Hotel, Bangkok, Thailand, 20-21 January 2017.
Yoshie Iijima	An Investigation on Implementing CLIL in Japanese Tertiary Education: Possible effects and Issues	19th International Conference and Workshop on TEFL & Applied Linguistics, Ming Chuan University, Taipei, Taiwan, 10-11 March 2017.
Yoshie Iijima	An Investigation on Implementing CLIL in Japanese Tertiary Education: Possible effects and Issues	The Proceedings of 2017 International Conference and Workshop on TEFL & Applied Linguistics, pp.158-170, March 2017.
飯島淑江	高等専門教育におけるCLIL実施の検証—3種のパイロット授業を通して—	沖縄工業高等専門学校紀要, 11, pp. 9-24, 2017年3月.
飯島淑江	内容言語統合型学習法 (CLIL) に基づく専門科目授業—パイロット授業から見えてきた効果と課題—	全国高等専門学校英語教育学会研究論集, 36, pp. 39-47, 2017年3月.
Yoshie Iijima	The Effect of a Cross-curricular CLIL for Japanese Tertiary Education	JALT PanSIG 2017 Conference, Akita International University, Akita, Akita, 19-21 May 2017.
Yoshie Iijima	The Effectiveness of a "Twin" Course at Tertiary Level Education: Findings from a Pilot Cross-Curricular CLIL Course for Engineering Students	2017 Inaugural International Conference: Cross-curricular Language Learning Increasing motivation, confidence and attainment, Sheffield Hallam University, Sheffield, UK, 30 June -1 July 2017.
Yoshie Iijima	The Innovation for Language Education in a Globalizing World: An Investigation on the Effect of Content and Language Integrated Learning (CLIL) for Japanese Students at Tertiary Level	15th International Conference on New Directions in the Humanities, Imperial College London, London, UK, 5-7 July 2017.
飯島淑江	内容言語統合型学習法(CLIL)に基づく「双子授業」の実践: 科目横断型授業が工学教育に与えるシナジー効果について	全国高等専門学校英語教育学会第41回研究大会, 京都府中小企業会館, 京都, 2017年9月3日.
Yoshie Iijima, Hiroshi Tanaka, Shoichi Tanifuji, Makoa Carman, Makoto Ikeda	The Innovation in Language Education for Engineering Students in a Globalising World: the Effect of Cross-Curricular Language Teaching Based on Content and Language Integrated Learning (CLIL)	The 11th International Symposium on Advances in Technology Education 2017, Nanyang Polytechnic, Singapore, 19-22 September 2017.
Yoshie Iijima	The Effect of a Cross-Curricular CLIL Course	JALT 2017 International Conference, Tsukuba International Congress Center, Tsukuba, Ibaragi, 17-20 November 2017.
中村啓子、飯島淑江	コーパスに基づくESPコースブックの語彙調査	Lingua, 28, pp.117-124.
Y. Ogata	The DPW method for constant mean curvature surfaces in 3-dimensional Lorentzian spaceforms, with application to Smyth type surfaces	Hokkaido J. Math., vol. 46, No. 3, pp315-350 (2017)
Y. Ogata, M. Yasumoto	Construction of discrete constant mean curvature surfaces in Riemannian spaceforms and applications	Diff. Geom. Appl., 54, Part A, pp264-281, (2017)
Y. Ogata	Singularities of maximal Bonnet-type surfaces in Lorentz space	数理解析研究所講究録 ISSN 1880-2818, pp59-67, (2017)
Y. Ogata	Maximal Bonnet-type surfaces and singularities	The third Japanese-Spanish workshop on differential geometry (ICMAT in Spain)(2017)
名嘉山リサ	「琉球列島米国民政府 (USCAR) 制作フィルム」の現状について」	『越境広場』 第0号、2015年

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
名嘉山リサ	「1970年前後のUSCAR制作テレビ番組—『人・時・場所』と『テレビ・ウィークリー』の制作背景とテレビメディアを使った広報外交—」	『沖縄工業高等専門学校紀要』 第10号、2016年
Risa Nakayama	Rising Ryukyus? Ulterior Motives for the Production of <i>Rising Ryukyus</i> (1953)	<i>International Journal of Okinawan Studies</i> No.7 2016
Risa Nakayama	Educating the Okinawan Public through Film: The Specific Use of CIE Films and Newsreels during the Early Phase of the U.S. Occupation of Okinawa	Visiting Scholar Roundtable, Issues in US-Japan Relations, The Elliot School of International Affairs, George Washington University, Feb. 24, 2017
名嘉山リサ	ハリウッド初沖縄ロケ映画『戦場よ永遠に』—「海兵隊協力映画」、「米日琉合作映画」として	沖縄映画研究会第11回研究発表会、2017年9月9日、てんぷす那覇
志村三代子、名嘉山リサ	ハリウッド女優・高美衣子に聞く—『サヨナラ』（1957年）に主演して—	『都留文科大学研究紀要』 第86集、2017年
名嘉山リサ	米占領初期沖縄におけるフィルムの利用—CIE映画や琉球ニュースを中心に	沖縄映画研究会第21回研究発表会、2017年12月3日、沖縄県立美術館講座室
志村三代子、名嘉山リサ	仲地清氏に聞く—『戦場よ永遠に』（1960年）に出演して—	『都留文科大学研究紀要』 第87集、2018年3月 掲載予定
名嘉山リサ	「海兵隊協力映画」、「米日琉合作映画」、「宣伝映画」としての『戦場よ永遠に』（一九六〇年）	『沖縄文化研究』 45号、2018年3月 掲載予定

VI. 技術室

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
山城 光, 福富 健仁, 泉川 達哉, 屋良 朝康	水および炭化水素系作動媒体による小型焼却炉の排熱回収および熱動力変換量の数値予測	日本機械学会論文集, Vol.83, No.845, pp.1-11, (2017.01)
屋良 朝康	小型蒸気タービンの発電特性	総合技術研究会 2017 東京大学プログラム・要旨集, 60, (2017.03)
Watanabe K, Kato H, Kuraya E, Sugawara T.	Pollination and reproduction of <i>Psychotria homalosperma</i> , an endangered distylous tree endemic to the oceanic Bonin (Ogasawara) Islands, Japan	Plant Species Biology 33(1) 16-27. doi: 10.1111/1442-1984.12183
Eisuke Kuraya, Rui Yamashiro, Akiko Touyama, Shina Nakada, Kenta Watanabe, Akira Iguchi, Shigeru Itoh	Aroma Profile and Antioxidant Activity of Essential Oil from <i>Alpinia zerumbet</i>	Natural Product Communications 12(8) 1321-1325.
渡邊 謙太	島の植物にみる二型花柱性を中心とした性表現の多様化	植物学会シンポジウム第49回 片岡奨励賞受賞講演 (すかつとランド九頭竜 福井) 2017年12月2日
渡邊 謙太	小笠原諸島と琉球列島に生育する二型花柱性植物とその繁殖	三学会合同沖縄例会 沖縄植物学会共催 (日本生態学会九州支部・日本動物学会九州支部・九州沖縄植物学会) 琉球大学 2017年11月18日
萩原 弘貴, 渡邊謙太, 蔵屋 英介, 神保 宇嗣, 菅原 敬	ボロボロノキ2集団における花の二型性と送粉様式の比較	日本植物学会 (第81回大会) 東京理科大学 野田キャンパス 2017年9月9日
渡邊謙太, 川満日向子, 西田琉弥, 井口亮	琉球列島産ボチョウジ属植物3種の発芽特性: 上胚軸種子休眠は沖縄でも見られるか	沖縄植物学会第54回大会 (琉球大学) 2017年5月20日
渡邊謙太・Adam WILLIAMS・Steve PERLMAN・Wendy KISHIDA・David LORENCE	ハワイ産ボチョウジ属における雌雄異株性の進化	日本植物分類学会大16回大会 (京都大学) 2017年3月
菅原敬, 星野佑介, 渡邊謙太, 蔵屋英介, 戸谷美南, 田中鮎美, 高相徳志郎	特異な二型花柱性を示す, 夜咲きハテルマギリの送粉	日本植物分類学会大16回大会 (京都大学) 2017年3月
渡邊 謙太	フラとハワイの植物	文化講演会 宜野座がらまんホール 2017年1月29日

沖縄工業高等専門学校紀要発行規程

	平成18年8月31日
	規程第7号
改正	平成19年3月29日
	規程第1号
	平成22年2月17日
	規程第1号
	平成24年1月25日
	規程第3号
	平成25年3月19日
	規程第4号
	平成26年4月16日
	規程第7号
	平成28年2月17日
	規程第1号
	平成29年3月15日
	規程第3号

(目的)

第1条 沖縄工業高等専門学校（以下「本校」という。）の教育・研究活動の活性化を図るとともに、本校教職員等の研究成果及び教育研究活動状況を広く公表するため、沖縄工業高等専門学校紀要（以下「紀要」という。）を発行するものとする。

(誌名等)

第2条 紀要の名称は、「沖縄工業高等専門学校紀要第〇号（Bulletin of National Institute of Technology, Okinawa College No. 〇）」とする。

2 この規程において紀要とは、この規程に基づき編集発行されたもので、印刷物又は電子的方法により記録されたものをいう。

(審査・編集)

第3条 紀要の投稿原稿審査、編集、発行等に関する事項は、沖縄工業高等専門学校図書館運営委員会（以下「委員会」という。）において審議決定する。

(掲載事項)

第4条 紀要の掲載事項は、次の各号に掲げるものとする。

- (1) 研究論文、総説、教育研究報告又は資料（以下「論文等」という。）
- (2) 紀要以外に発表した論文等の抄録等（学会等での活動状況を含む。）
- (3) その他委員会での審議を経て、校長が特に認めた事項

(投稿者)

第5条 紀要に投稿できる者は、次の各号に掲げる者とする。

- (1) 本校の教職員
- (2) 委員会での審議を経て、校長が特に認めた者

2 共著の場合は、前項の投稿者1名を含めばよいものとする。

(発行)

第6条 紀要は、原則として年1回発行するものとする。

(事務)

第7条 紀要に関する事務は、総務課において処理する。

(雑則)

第8条 この規程に定めるもののほか、紀要の編集及び原稿の執筆に関し必要な事項は、別に定める。

附 則

この規程は、平成18年8月31日から施行し、平成18年4月1日から適用する。

附 則 (平19. 3. 29規程第1号)

この規程は、平成19年3月29日から施行する。

附 則 (平22. 2. 17規程第1号)

この規程は、平成22年4月1日から施行する。

附 則 (平24. 1. 25規程第3号)

この規程は、平成24年4月1日から施行する。

附 則 (平25. 3. 19規程第4号)

この規程は、平成25年4月1日から施行する。

附 則 (平26. 4. 16規程第7号)

この規程は、平成26年4月16日から施行し、平成26年4月1日から適用する。

附 則 (平28. 2. 17規程第1号)

この規程は、平成28年2月17日から施行する。

附 則 (平29. 3. 15規程第3号)

この規程は、平成29年4月1日から施行する。

沖縄工業高等専門学校紀要投稿編集要領

(平成18年 8月31日制定)
 平成19年 3月22日改正
 平成19年10月23日改正
 平成22年 2月17日改正
 平成24年 1月25日改正
 平成25年 3月19日改正
 平成28年 2月17日改正

第1節 総則

(趣旨)

第1条 この要領は、沖縄工業高等専門学校紀要発行規程（平成18年規程第7号。以下「発行規程」という。）第8条の規定に基づき沖縄工業高等専門学校（以下「本校」という。）が発行する紀要（以下「紀要」という。）の投稿、編集等に関し必要な事項を定めるものとする。

(投稿論文等の種類及び内容)

第2条 紀要に掲載する研究論文等（以下「論文等」という。）は、発行規程第5条に定める者が主となり執筆したもので、未発表のものとする。

2 論文等の種類及び内容（抄録等を含む。）は、発行規程第4条に規定する区分とし、その内容は次の各号のとおりとする。また、掲載書式等については付録のとおりとする。

- (1) 研究論文 独創的であり、新しいデータ・結論或いは事実を含むもの
- (2) 総説 それぞれの研究領域における自己の研究成果も交えて考察を加え、体系的に整理したもの
- (3) 教育研究報告 内容面に独創性がある教育研究の報告
- (4) 資料 実験・開発・調査等で価値ある結論・データの記載があるもの。翻訳・注釈・解説・紹介・翻刻・文献目録等を含む。
- (5) 抄録等 本校教職員が行った学会報告、発表論文、特許等の紹介
- (6) その他 学位論文紹介、沖縄工業高等専門学校図書委員会（以下「委員会」という。）の審議を経て校長が特に認めた事項

3 論文等においては、次の各号に則ったものとする。

- (1) 人を対象とする研究報告等は、ヘルシンキ宣言(1964年6月第18回WMA総会採択)の精神に則ったものでなくてはならない。
- (2) 実験動物を用いた研究報告等は、各施設の実験動物指針に則って行われたものとする。
- (3) 個人情報の記載の含まれる論文等については、プライバシーに十分配慮したものであること。

第2節 研究論文等

(頁数)

第3条 論文等のページ数は、図、表及び写真等を含み、刷り上がり1件につき、8ページ以内とする。ただし、人文社会系の研究論文及び総説にあつては16ページ以内とする。

(論文等の構成)

第4条 紀要に掲載する論文等の構成は、原則として、題名(タイトル)、執筆者名(著者名)、執筆者の所属機関、要旨(要約)、キーワード、緒言、本文、謝辞、引用文献とする。

2 論文等の原著が和文の場合は英文、原著が英文の場合は和文の題名、執筆者名、執筆者の

所属機関、要旨を、当該論文等の末尾に記入するものとする。

3 英語以外の外国語（独語、仏語など）を使用する場合は、英文の場合に準ずるものとする。

（原稿の書式・版組）

第5条 紀要の原稿は、原則として、A4版用紙を縦置きとし、ワープロによる和文又は英文の横書き1段組みとし、その書式は次のとおりとする。ただし、紀要の原稿が縦書き和文の場合は縦書き2段組みとする。

(1) 使用フォント

原稿の使用フォントは、和文の場合はMS明朝、英文の場合はTimes New Romanを原則とするが、記号等についてはこれら以外のフォントを使用してもよいものとする。

(2) 余白

上35mm、下25mm、左20mm、右20mmとする。

（題名及び執筆者名）

第6条 題名及び執筆者名は、次のとおりとする。

(1) 題名

- ・題名の活字は14ポイントとし、位置は中央とする。
- ・後2行あける。

(2) 執筆者名

- ・執筆者名は10.5ポイントとし、位置は中央とする。
- ・執筆者が複数の場合は、コンマ（,）（和文にあっては全角）で区切る。
- ・主執筆者の左肩には*印（和文にあっては全角上付きの*印）を付す。
- ・後1行あける。

(3) 執筆者の所属機関

- ・所属機関は10.5ポイントとし、位置は中央とする。
- ・本校の執筆者にあっては所属名を記す。ただし、非常勤講師については本校における身分を記す。
- ・執筆者が複数の所属機関にまたがるときは、機関名・部署名（その執筆者の所属する組織の最小単位）まで記入し、左肩に執筆者名に対応した上付き数字^{1 2 3}…（和文にあっては全角）を付す。
- ・主執筆者については、所属機関とともにメールアドレスを付す。ただし、メールアドレスの記載を希望しない場合は、記載しなくてもよいものとする。
- ・後2行あける。

（要旨等）

第7条 英文要旨は300語以内、和文要旨は1,000字以内の10.5ポイント、左詰め、1段組みとし、図・表等を取り入れないものとする。ただし、分野が漢文学や国文学等の英文になじまない場合は和文要旨のみとし、英文要旨は省略することができる。

2 要旨に引き続き、5語以内のキーワードを記入する。

（本文等）

第8条 本文の活字は10.5ポイントとし、本文には読者が理解しやすいように章節小見出しを付け、1段組みとする。

2 緒言、実験材料、実験方法、結果、考察、謝辞などの見出しの活字は、10.5ポイント、太字とし、前後1行あける。ただし、各専門分野の慣例その他の例により、これらの項目を統合又は省略し、順序を変更し、或いは別の項目をたてても差し支えないものとする。

3 前項に定める各項目をさらに区分けし、小見出しを付ける場合は、ポイント・システム（例

: 1.1.....、1.2.....) により10.5ポイント、太字とし、前1行あける。数字は和文にあつては全角とする。

(図、表及び写真等)

第9条 図、表及び写真等は、全て電子化し、執筆者において次のとおり原稿中にレイアウトするものとする。

- (1) 表のタイトルの活字は、10.5ポイントとし、「表1」、「Table 1」等と表示し、続いてタイトルを明記する。表中の文字は、原則としてMS明朝10.5ポイントとする。
- (2) 図及び写真の下には、10.5ポイントで「図1」、「Fig. 1」、「写真1」、「Plate 1」等と表示し、続いてタイトルを明記する。さらに説明文を10.5ポイントとしてこれに続ける。
- (3) 他の刊行物から図、表及び写真等を引用するときには、タイトルに続けて出典を明記するものとする。
- (4) 図、表及び写真等の大きさは、原則として最大1ページ以内とする。

(引用文献)

第10条 引用文献については、本文中の該当箇所に肩付き文字^(1), 2, 3), 3-5)又は[1], [2,3], [3-5]等の記述で示すものとする。ただし、各専門分野の慣例その他により、本文中の該当箇所の後に(著者、発行年)の形式で示すものについてはその例によるものとする。また、同一発行年に複数あるときは(〇〇、1998a)のようにアルファベットを付す。

2 引用文献の記載は、次のとおりとする。

- (1) 雑誌掲載論文の場合は、番号の次に、著者名、題名、雑誌名、巻号、頁(最初と終わり)、(発行年)、ピリオドの順で記載する。
- (2) 図書の場合は、筆者名、書名、発行所、引用頁、(発行年)、ピリオドの順で記載する。
- (3) 論文の省略法は、所属する学会で定められた命名法に従う。引用文献は、原則として、上記の項目・順番で記入することとするが、著者の所属する学会の慣行に従ってもよいものとする。ただし、同一の論文等内では書式を統一するものとする。

(執筆上の注意)

第11条 執筆上、特に注意すべき内容は次のとおりとする。

- (1) 文体は、口語文章体とする。
- (2) 用語以外は、できる限り「常用漢字」を用い、仮名は「現代仮名遣い」とする。
- (3) 数字、ローマ字、ギリシャ文字・ドイツ文字等は、大文字、小文字、上つき及び下つき等の別を、明瞭に記載する。
- (4) 句点(。)、ピリオド(.)、読点(、)、コンマ(,)、中点(・)及びコロン(:)等の句読点は全角を用いる。
- (5) 同一の論文等内では書式を統一するものとする。

(提出書類等)

第12条 投稿に際しては、次に掲げる書類を別に定める投稿期限までに担当係に提出するものとする。

- (1) A4用紙に、投稿年月日、論文等の種別、論文等の表題(和文、欧文とも)、執筆者名、所属機関(和文)、原稿枚数、(あれば)備考を記した投稿書(書式任意) 1部
- (2) 原稿をプリントアウトしたもの 1部
- (3) データファイル(CD、e-mail添付データ等) 1点

(投稿論文等の査読)

第13条 投稿論文等は、査読を行い、委員会の責任において原稿の採択、掲載順序、形式を

整えるための加除訂正等を行うものとする。

- 2 投稿された研究論文等の査読は、原則として委員会の定めた査読者（本校教員）が行うものとするが、必要に応じ学外者に査読を依頼することができるものとする。
- 3 査読者は、投稿原稿の形式の不備等についてチェックし、委員会を通じ投稿者に改稿又は再提出を求めることができるものとする。
- 4 投稿者が前項の査読により修正等を指示されたときは、投稿者は所定の期日までに改めて前条第2号及び第3号に関わる書類等を提出しなければならない。

（校正）

第14条 執筆者による校正は2校までとし、原則として校正時の原稿の追加及び書き直し等は認めない。

第3節 抄録等

（抄録）

第15条 抄録は、紀要発行年度又はその前年度に（印刷物として）発表（発表予定を含む。）された論文若しくは学会等での口頭発表、或いは既に発表された論文又は口頭発表の抄録で、以前の号の紀要に掲載されていない5年以内に発表されたものとする。

（原稿の書式・版組）

第16条 原稿は、A4版用紙を縦置き（刷り上がり0.5ページ）とし、原則として200字以内の和文又は英文の横書きとし、書式は第5条第1項第1号及び第2号に準ずるものとする。ただし、図、表及び写真等の挿入は認めない。

（題名及び執筆者名）

第17条 題名及び執筆者名は、第6条各号の規定に準ずるものとする。

（掲載誌名）

第18条 抄録本文の後1行をあげ掲載誌名（学会名）、巻号、掲載ページ、発表（出版）年を記載する。

（提出書類等）

第19条 抄録の投稿期限、提出書類、査読及び執筆上の注意については、第2節研究論文等に準ずるものとする。

（校正）

第20条 執筆者による校正は1校までとし、原則として校正時の原稿の追加及び書き等は認めない。

第4節 雑則

（原稿の責任）

第21条 紀要に掲載された論文等の内容については、著者がその責任を負う。

- 2 他の著作物から図表等を引用する場合には、原著者及び発行者の許可を得るのも著者の責任において行うものとする。

（著作権）

第22条 紀要に掲載される全て論文等の著作権（電子的形態による利用も含めた包括的な著作権も含む。ただし、著作者人格権は除く。）は、本校に帰属する。ただし、著者自身が自著の論文等を複製、翻訳などの形で利用することは差し支えない。

(雑則)

第23条 この要領に定めるもののほか、紀要の投稿、編集等に関し必要な事項は、委員会において定めるものとする。

附 則

この要領は、平成18年8月31日から施行し、平成18年4月1日から適用する。

附 則 (平19. 3. 22)

この要領は、平成19年3月22日から施行する。

附 則 (平19. 10. 23)

この要領は、平成19年10月23日から施行する。

附 則 (平22. 2. 17)

この要領は、平成22年4月1日から施行する。

附 則 (平24. 1. 25)

この要領は、平成24年4月1日から施行する。

附 則 (平25. 3. 19)

この要領は、平成25年4月1日から施行する。

附 則 (平28. 2. 17)

この要領は、平成28年2月17日から施行する。

【付録】

<表紙（記載例）>

独立行政法人 国立高等専門学校機構

沖縄工業高等専門学校

紀 要

第 1 号

Bulletin
of
National Institute of Technology, Okinawa College
No. 1

〇〇〇〇 2006

<目次 (記載例) >

沖縄工業高等専門学校紀要 第 1 号 2006

目 次
CONTENT

研究論文

執筆者名	邦文タイトル	.....	1
Syamei SIPPITSU	Eibunaitoru		
〇〇 〇〇	〇〇〇〇〇〇	.....	13
〇〇〇 〇〇			
〇 〇〇〇			

総説

〇〇〇 〇〇	×××××	.....	〇
〇〇 〇〇〇	××××	.....	〇
〇〇 〇〇			

教育研究報告

〇〇 〇〇	××××××	〇
-------	--------	-------	---

資料

〇〇〇 〇〇〇	××××	.....	〇
〇〇 〇〇	××××	.....	〇

研究活動一覧 (年度)	〇
----------	-----	-------	---

<研究論文 (記載例) >

《横書き》

題名 : MS明朝(14pt)太字

沖縄県に産出する植物の新規生理活性物質の構造

(2行あける 10.5pt)

執筆者名 : MS明朝(10.5pt)

*主執筆者沖縄高専¹, 共著者A², 共著者B¹, 共著者C³

(1行あける)

所属機関 : MS明朝(10.5pt)

¹生物資源工学科, ²〇〇大学〇〇学部〇〇学科, ³〇〇製作所〇〇研究部

(xxxxx@okinawa-ct.ac.jp)

メールアドレス : 記述を希望しない場合はなくてもよい

(2行あける)

要旨 : MS明朝(10.5pt)和文 1000字以内

要旨

MS明朝(10.5pt)太字

新規な生理活性物質が、沖縄県産の植物 Okinawa ryukyuum の熱水抽出物から単離された。質量分析法および核磁気共鳴法により推定された構造は本植物の治癒活性を明確に説明するものであった。しかしながら、この活性を十分に発揮するには、より長い夏季休暇が必要であった。

キーワード : 夏季休暇

5語以内

(1行あける)

緒言

見出 : MS明朝(10.5pt)太字

(1行あける)

緒言 : MS明朝 (10.5pt)

沖縄県においてはさまざまな植物資源が.....

(1行あける)

実験材料

章節小見出し : MS明朝(10.5pt)太字

(1行あける)

本文 (MS明朝 10.5ポイント).....

(1行あける)

小見出しを付ける場合は*イント・システム (1.1...、1.2...) MS明朝(10.5pt)太字

1.1 小見出し

表

表中の文字は原則MS明朝
10.5ポイント

表1タイトル, 出典〇〇

MS明朝 (10.5pt)

写真

写真1タイトル

MS明朝 (10.5pt)

(1行あける)

実験方法

(1行あける)

引用文献

.....〇〇〇〇¹⁾.....

(1行あける)

結果

(1行あける)

.....

(1行あける)

考察

(1行あける)

.....

(1行あける)

謝辞

(1行あける)

.....

(1行あける)

引用文献

(1行あける)

1) 雑誌掲載論文の場合

1) 著者名、題目、雑誌名、巻号、頁 (最初と終わり)、(発行年).

2) 著者名、書名、発行所、引用頁、(発行年).

2) 図書の場合

(2行あける)

英文題名 : Times New Roman 14pt 太字

Structure of a novel bioactive substance extracted from the plants harvested in Okinawa

(1行あける)

英文執筆者名 : Times New Roman 10.5pt

*Name of Author A¹, Name of Author B², Name of Author C³

(1行あける)

英文所属機関 : Times New Roman 10.5pt

¹ Department of Bioresources Engineering, ² Department of XX, XX University, ³ Research Laboratory, YY Engineering

(2行あける)

英文要旨 : Times New Roman 10.5pt

A novel bioactive substance was isolated from the hot water extract of the plant *Okinawa Ryukyuum*. The structure deduced from the results from mass spectra and NMR spectra well explains the healing activity of this plant. However, further long summer vacation was required to exert the full activity.

(国文学等, 英文によりがたい場合は省略してもよい。)

Key Word : Summer vacation

<抄録 (記載例) >

題名 : MS明朝(14pt)太字

沖縄県に産出する植物の新規生理活性物質の構造

(2行あける 10.5pt)

執筆者名 : MS明朝(10.5pt)

*主執筆者沖縄高専¹, 共著者A², 共著者B¹, 共著者C³

(1行あける)

所属機関 : MS明朝(10.5pt)

¹生物資源工学科, ²〇〇大学〇〇学部〇〇学科, ³〇〇製作所〇〇研究部

(xxxxx@okinawa-ct.ac.jp)

メールアドレス : 記述を希望しない場合はなくてもよい

(2行あける)

本文 A4版用紙を縦置き(刷り上がり0.5ページ)とし、原則として200字以内の和文又は英文の横書きとし、書式はMS明朝10.5ポイント。図、表及び写真等の挿入は認めない。

(1行あける)

掲載誌名(学会名)、巻号、掲載ページ、発表(出版)年

沖縄工業高等専門学校紀要

第12号

2018年3月 日 印刷

2018年3月 日 発行

編集・発行 沖縄工業高等専門学校
〒905-2192
沖縄県名護市字辺野古905番地
電話(0980)55-4037

印刷所 (有)アイドマ印刷
〒902-0073
沖縄県那覇市字上間244番地 3F
電話(098)833-1122