

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 12 日現在

機関番号：13101

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25560073

研究課題名(和文) 米国技術者の創造的活動への予測と意思決定の口述記録と創造教育論の新展開

研究課題名(英文) Interviews of prediction and decision making by American engineers aiming innovative activities, and renovation of creativity education

研究代表者

松原 幸治 (Matsubara, Koji)

新潟大学・自然科学系・教授

研究者番号：20283004

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、米国の先端技術に関する学術情報を調査し、関係者からインタビューを行なうことで、創造性の萌芽を促した社会的要因を考察し、創造教育を新展開するための資料とするため実施した。米国先端技術を調査した上で、米国開催のUAVと産学連携に関する国際会議に出席し、UAV研究拠点化を進める大学を訪問して、それぞれの関係者に直接話を伺った。これらを通して、米国での先端技術に関する取り組みにおいて産業活性化と国防からの要請が顕著であることを見出した。さらに新潟大学において地域産業活性化に繋がるジェットエンジン開発を題材とした教育を施行し、学生の自主的学習において有意義であることを確認した。

研究成果の概要(英文)：This study investigated innovative technology in the United States. Interviews were made for the related researchers and engineers. It was examined what social factor came to trigger the innovation in US. This examination was made to compile the information for development of creativity education program. The study was made by investigation of innovative technology in US, participation in conferences and visit to an institution. These suggested that the important issues for the nation, such as, environmental problems, energy problems and safety concern acted as motive force to induce the innovative technology. In Niigata University, creativity education based on compact jet engine development was tested to students in collaboration with company people. This revealed that the education based on innovative technology development tends to enhance the enthusiasm of students and is suitable for creativity education.

研究分野：熱工学、創造教育

キーワード：創造教育 米国先端技術 口述調査

1. 研究開始当初の背景

最近のアジア諸国の経済的な進展により、日本の産業界はこれまでより厳しい競争に晒されることになった。今後は、日本の技術者はより創造的な製品の創出が求められると考えられるため、大学の工学教育においても、より高い創造性を涵養する教育プログラムを開発する必要がある。

日本の技術は、戦後、分野によっては世界の一流になったが、今でも、多くの創造的な製品が米国から生み出されている。このことから、米国の創造的活動を支える社会的要因を通常の調査と口述記録によって調査し、研究資料としてまとめて、それを日本で創造教育を実施するために利用することを着想した。

2. 研究の目的

本研究では、次の三つを目的として掲げて調査を実施する。

- 1) 米国での先端技術、特に、UAV(無人航空機)と再生可能エネルギーについて研究動向を調査する。
- 2) 米国開催の学会への参加と、米国研究機関の訪問によって、先端技術に関わる技術者および研究者から創造的活動に関して口述調査を行なう。
- 3) 日本において地域産業活性化の取り組みと連携した教育を試行し、その効果を検討する。

以上を通して、米国の創造的活動を促した社会的要因を明らかにし、日本での創造教育に活かすことを試みる。

3. 研究の方法

平成 25 年度は、米国での学会と技術動向を調査した。最近の進展が著しい UAV(無人航空機)と再生可能エネルギーの二つの分野に関して、どのような技術が研究開発されており、どのように研究拠点化が進んでいるのかについて日本から調査した。この調査は、研究情報収集だけでなく、平成 26 年度に訪問する学会と研究機関を選定するためでもある。

平成 26 年度は、再生可能エネルギー技術については日本からの調査を継続して行い、UAV と産学連携については現地調査を行なった。UAV については、5 月にフロリダ州オーランドで開催された AUVSI2014 に参加し、研究情報の収集と参加者からのインタビューを行なった。さらに UAV 研究開発拠点化を進めるテキサス A&M 大学を訪問し同大学の取り組みに関して話を伺った。産学連携については、2 月にニューオーリンズで開催された AUTM Annual Meeting に参加し、関係者に話を伺った。

さらに平成 26 年度は、大学工学部での創造教育に関する新しい取り組みとして、地域産業活性化を念頭に置いた産官学連携超小型ジェットエンジン開発を題材とした教育

を試行し、学生への効果を検討した。

4. 研究成果

4.1 米国先進技術調査(UAV)

平成 25 年度は、米国での UAV(無人航空機)に関する研究開発の動向を調査した。大学の取り組みとしては、カーネギーメロン大学、フロリダ大学、アラスカ大学フェアバンクス校、テキサス A&M 大学コーパスクリスティ校において先進的な UAV 研究が実施されていることや、International Aerial Robotics Competition という大学間競技会が行なわれているという情報を得た。

企業の情報としては、米国では多くの UAV 製造メーカーが設立されていた。例として、Aero Vironment(国防)、Insitu Inc.(国防)、3D Robotics(農業、建設、調査)、Matternet(輸送)、Airware(オートパイロットシステム)といった企業があり、国防以外の利用も考えられている。また米国では UAV 専門の国際会議 AUVSI が毎年行なわれており、企業情報収集の場として有効である。

行政に関しては、米国では UAV の産業化の動向を後押しするため、次の六つの州が FAA からテストサイトとして認定を受けた。(括弧は申請機関)

ニューヨーク州(ニューヨークグリフィス国際空港)

アラスカ州(アラスカ大学)

ネバダ州(ネバダ州)

ノースダコタ州(ノースダコタ商務部)

テキサス州(テキサス A&M 大学)

バージニア州(バージニア工科大学)

したがって、UAV 産業化を進める機運が高まっていることが伺える。これらの六つのテストサイトの申請機関にはアラスカ大学とテキサス A&M 大学が入っており、大学が新技術の産業化に積極的に関与している。アラスカ大学は、1917 年にアラスカ農鋸専門学校として設立され、現在は約 10000 人の学生が学部と大学院に在籍している。北極圏の生物や地球物理の研究において評価を得ている。UAV による資源探査、海洋生物調査、氷河調査等を行なっている。テキサス A&M 大学は、5 万人以上の学生が在籍する大規模な大学である。航空宇宙分野や調査研究において評価を得ている。アラスカとテキサスに共通する特徴として、広い面積を持っており、航空機の利用頻度が高いことがある。このように、UAV 産業化を目指す機運の背景に、地域的な必然性が一つの要因となっている。

4.2 AUVSI2014

平成 25 年度の調査から、平成 26 年度 5 月にフロリダ州オーランドで開催された AUVSI が情報収集に有効と判断されたので参加した。この会議は、5 月 12 日(月)~15 日(木)の 4 日間開催され、基調講演、一般講演および企業展示が行なわれた。研究代表者は、12 日~14 日の 3 日間参加し、3 日目の午後、研究拠点調査のため次項で述べる別の訪問先

に移動した。

AUVSI の最初の印象として、企業と大学関係者だけでなく、防衛関係者が多く出席していた。基調講演は、防衛関係者と政治家によるものが含まれていた。これらのことから、企業、大学、行政の各関係者が連携して UAV の産業化を推し進めていること、UAV の産業化と防衛は互いに深く関与しており、線引きすることが容易でないことが伺われた。政治家の基調講演において、前項に記述した FAA 認定によるテストサイトが話題として取り上げられており、UAV の産業化が中心的な話題の一つであった。

前述の通り AUVSI には多数の防衛関係者が参加しており、防衛関係者と人目で分かる制服姿の人達が、基調講演や一般講演においても、目立っていた (Fig. 1)。日本でも、航空機原動機シンポジウムでは防衛関係者の参加が目立っているが、防衛分野と学術研究の境界がある程度意識されており、大変重要な問題であるという認識が強い。それに対して、米国の場合は両者の境界が曖昧であり、あまり大きな意味を持っていないようである。



Fig. 1 AUVSI2014 における基調講演

この会議の最大の見所は、企業展示であった (Fig. 2)。世界中から 100 社を超える出展があり、その多くが米国企業であった。印象的だったこととして、UAV あるいは関連技術を出展した米国企業には大企業も含まれるが、多くは中小企業だったこと、ほとんどの企業が国防製品を作っていることであった。このような状況の中、防衛製品を展示している直ぐ近くで、学生達が自分達の UAV を実演している様子が見られた。先にも述べたとおり、このことから、米国では防衛問題は非日常的な問題ではなく、学術研究との間に線引きする意識が希薄であると思われる。

企業展示の中で印象的だった企業として、GRIFFON (アラバマ州)、BLOCK TECHNOLOGY (アリゾナ州)、UASUSA UTC (コロラド州)、Aerospace Systems (オレゴン州) (以上は米国企業)、SenseFly (フランス)、Parrot (フランス)、Danielson Aircraft Systems (フランス)、SILICON SENSING (日本) が上げられる。ヨーロッパ系企業は主として民生品を

作っている。いっぽう米国企業のほとんどは国防製品を作っているが、民生品の開発にも関心を持っており、国防分野から民生品への展開が一つの流れになっている。



Fig. 2 AUVSI2014 における企業展示会

4.3 テキサス A&M 大学

平成 26 年の 5 月 15 日にはテキサス A&M 大学コーパスクリスティ校を訪問した。同校は、前述の通り、テキサス州がテストサイトとして認定された際の申請機関であり、UAV の産業化を促す研究拠点化を進めている。申請内容は、ネット上でも公開されており、テキサス州に広域の UAV 飛行試験経路を設定することを目指しており、UAV 産業化促進のためコマンド・アンド・コントロールセンターを設立した。同校はメキシコ湾に面しており、当初より海洋調査や海洋土木工学への取り組みに熱心であったが、これらの分野にも UAV を導入する狙いがある。

このように米国における UAV 研究拠点化を進める機関の一つを訪問することができたことは幸運であった。この日は、UAV 研究に関する意見交換を行なった他、産学連携の取り組みとの関わりや、その中でのあるべき姿などについても話しを伺うことができた。先進的な UAV 研究に携わる研究者達から直接考えを聞くことができて有意義であった。

4.4 米国再生可能エネルギー技術

米国では、再生可能エネルギーに関する先端技術が開発され、企業による先鋭的な取り組みも目立っている。本研究では、太陽熱とバイオマスに関して行政や企業の取り組みを調査した。

オバマ大統領が掲げる New Energy for America 計画では、2025 年までに再生可能エネルギー由来の電力割合を 25% とすることが発表された (NEDO 再生可能エネルギー白書)。これは、大気浄化法 (Clean Air Act) および Renewable Portfolio Standard (再生可能エネルギー利用義務制度) によるエネルギー政策をさらに推し進めるものである。米国エネルギー省エネルギー部による長期予想レポート、Annual Energy Outlook (AEO) 2014 によると、2040 年には既存の石炭・原子力発電所が閉鎖されるにあたり、天然ガス

および再生可能発電量がシェアを伸ばすことが予想されている。また今後、風力、太陽、そしてその他の再生可能電力生産量の総量が従来の水力発電量を超えると予想されている。このように米国では再生可能エネルギーの利用を積極的に進めており、近年、Abengoa Bioenergy US Holdings や Archer Daniels Midland (ADM) といったバイオ燃料企業によるプロジェクトが進められている。

このように米国では再生可能エネルギーに関して積極的な取り組みが展開しているが、特に太陽熱利用に関して先進的な実用システムが導入されている。カリフォルニア州に建設された Ivanpah 太陽熱発電所は、1号機が2014年から運転を開始した (Fig. 3)。計画では、1~3号機の発電容量は126MW、133MW、133MWであり、全体が完成すると392MWの世界最大の太陽熱発電所となる。世界的には、現在は太陽光発電の方が主流となっており、日本でも導入が進んでいる。しかしながら、太陽光発電では電気を安価に蓄えることが困難なため、太陽光の変動や、日によって太陽が出ないといった問題のため常時役立てることは容易でない。それに対して、太陽熱発電では、安価な蓄熱を導入することで24時間発電が可能となる。このため、今後、再生可能エネルギーをより一層普及させるためには、太陽光と太陽熱を併用することが重要であると考えられている。米国では水蒸気タービンによる太陽熱発電が既に実用化しているが、これをさらにガスタービン (高温空気タービン) にしようとする動きがある。現在でも既に先端的な再生可能エネルギー技術を展開しているが、これをさらに進化させようとする試みである。



Fig. 3 Ivanpah 太陽熱発電所

4.5 AUTM2015

以上のような米国での先端技術の取り組みにおいて産学連携が重要な役割を果たしていることが、現地で行なったインタビューから示唆された。このため平成27年2月にはニューオーリンズ開催のAUTM2015に参加して調査を行なった。この調査は、研究協力者 (小浦方格) を中心として行なった。AUTMとは、Association of University Technology Managers であり、「全米大学技術移転者協会」などと訳される。「技術移転」の直接的な意味は原語には含まれず、むしろ、大学における知的資産をいかに「マネージ」するかとい

うのが本来の趣旨である。参加者全体の平均年齢は総じて低く、女性の割合が高いことが印象的であった。

講演セッションから得られた情報として、研究成果を特許化して売る、またはライセンスすることによる金銭的利益の確保、増益と言った視点はほとんど無く、むしろ早期に知財化することで適切なパートナー企業を見つけ、共同研究に進めることが重要との認識であった。特許化は企業にとって重要なポイントであり、権利が確立されていない成果に対して企業は手を出しにくい。即ち、ビジネス面での排他的な研究開発を企業は望んでいる。Fig. 4に講演セッションの写真を添付する。

もう一つの興味深い情報として、「共同」と「競争」を明確に分離して考える必要性を参加者が認識していることであった。共同できる研究初期には、相互の信頼に基づいて情報を共有しつつ、競争段階では参画機関がそれぞれの独自研究で競争することが意識されている。

このような会議において研究協力者は積極的に参加者からインタビューを行い、米国において先端的産学連携を推進する当事者から個別の案件について独自の工夫等を行うことができた。



Fig. 4 AUTM2015での講演セッション

4.6 産学連携ジェットエンジン開発

これらのような米国技術に関する日本からの調査と口述調査から分かったこととして、米国では、環境問題、エネルギー問題および国防問題等の国家としての重要課題を背景として、先鋭的な有用物をエンジニア達が自らの手で作り上げようとする気風が行き渡っていることであった。

新潟大学では、2011年から産官学協力による小型ジェットエンジンの開発を行なっている。この取り組みは先進的な技術の開発を地域的に協力して進めることで、地域の産業の活性化に役立てようとするものである。研究代表者の研究室では、この取り組みをさらに教育に発展させようとしており、本研究課題の期間中に学生の実習として連携企業における装置の試験等を行なって教育への展開を検討した。

それによると、先ず、学生の主体的な取り組みが非常に顕著なことが印象的であった。先進的な有用物を作り上げようとする取り組みは、工学部の学生にとって魅力的であり、教育効果が高いと思われた。学生は、自主的に主体性を持って行動し、与えられた課題の中で自らを高めようとする感覚が高められるようであった。いっぽう、注意が必要なこととして、学生の主体的な取り組みは大変良いことであるが、教員としては、学生の安全や、他の授業科目の受講とのバランスが適切な範囲に保たれていることに目配りする必要がある。また課題として、産学の関係が教育基盤として必要となるため、居幾を実施するための前提として大学と産業界が良好な関係を保つことが重要である。このように注意すべき事柄あるいは課題もあったが、総じて、先進的な有用物の開発を教育に取り入れることは有効であると考えられた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 2 件)

- (1) 本間武志, 池浦正人, 松原幸治, 松平雄策, 蒸発管付き燃焼器内火炎の可視化実験, 日本機械学会北陸信越支部第 52 期総会講演会講演論文集(柏崎), 0801(2 頁), (2015 年 3 月 7 日)
- (2) 佐藤元, 本間武志, 松原幸治, 川崎一正, 松平雄策, 岩田拓也, 小式澤広之, 阿部和幸, 小型ターボジェットエンジンの性能測定と熱力学的解析, 日本機械学会北陸信越支部第 51 期総会講演会講演論文集(富山), 1312(2 頁), (2014 年 3 月 8 日)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：

番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等
超小型ジェットエンジンとその要素技術の研究
<http://mu-koba.eng.niigata-u.ac.jp/aboutus.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松原 幸治 (MATSUBARA KOJI)
新潟大学・自然科学系・教授
研究者番号：20283004

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：