

旭川工業高等専門学校

研 究 報 文

第 47 号

JOURNAL

OF THE

ASAHIKAWA NATIONAL

COLLEGE OF TECHNOLOGY

NO.47

目 次 / CONTENTS

平成 22 年 2 月 / February, 2010

目 次

学術論文

電動車椅子制御装置の開発(第三報).....	土 田 義 之 1
	飛 澤 直 哉
	辻 本 陽 平

環境を考慮した新エネルギーに関する基礎的研究 エタノール 発酵技術を利用した北海道法バイオマス変換技術糖生成過程に ついて	土 田 義 之 16
	千 葉 誠
	井 本 智

大根収穫機の自動化に関する研究	大 柏 哲 治 23
	石 井 誠 士

マイクロ波照射による固体混合物からの Li-Mn 複合酸化物の生成機構	高 田 知 哉 43
	正 木 美 佳

Teaching English by Conducting an English Discussion Foun	Katsuaki SOGAWA 49
--	--------------------

調査報告

技術者倫理教育の取り組み報告(第三報) ―「リスク管理とトレードオフの実践教育」活動―.....	土 田 義 之 58
---	------------

発明のライフサイクルに応じた知的財産教育	土 田 義 之 73
----------------------------	------------

教職員研究業績目録	平成 20 年 11 月～平成 21 年 10 月..... 88
-----------------	-----------------------------------

CONTENTS

Papers

Development of electric wheelchair controller device(the third report).....	Yoshiyuki TSUCHIDA 1 Naoya TOBISAWA Yohhey TSUJIMOTO
Basic research on new environmentally friendly energy-Hokkaido biomass conversion technology using ethanol fermentation (the second report)	Yoshiyuki TSUCHIDA 16 Makoto CHIBA Satoshi IMOTO
A Study on Automatic Control of the Japanese White Radish Harvester	Tetsuji OKASHIWA 23 Seiji ISHII
Formation mechanism of Li-Mn mixed-metal oxide by microwave irradiation on solid mixtures	Tomoya TAKADA 43 Mika MASAKI
Teaching English by Conducting an English Discussion Forum	Katsuaki SOGAWA 49

Report

Approach report of engineer ethics education (the third report). -Risk management and trade-off evaluation.-	Yoshiyuki TSUCHIDA 58
Intellectual property education in view of the technology life cycle	Yoshiyuki TSUCHIDA 73

A list of other papers and lectures by the Faculties

of this college.(Nov.,2007~Oct.,2008)	88
---	----

電動車いす制御装置の開発（第三報）

土 田 義 之^{*}
飛 澤 直 哉^{**}
辻 本 陽 平^{***}

Development of electric wheelchair controller device(the third report)

Yoshiyuki TSUCHIDA
Naoya TOBISAWA
Yohhey TSUJIMOTO

Abstract

The nursing needs increase more as aging progresses in recent years rapidly. Self-support of physically handicapped and aged persons is required with systems that have human-machine interfaces, by voice-, image-, and motion control .

This paper report the development of wheelchair control systems in the following: 1) input method with motion-control systems, 2) human-machine function, 3) fail-safe function in emergency, and 4) motion-control system of intellectual and hierachical posture information.

1. はじめに

近年高齢化の急速な進行に伴い、介護ニーズが益々増大している。更に身障者や高齢化の人たちの社会的な自立を促すと共に、安心、安全、アシストに向けた音声制御、画像制御、運動制御の複合系なマンマシンインターフェイスを有する制御系システムを考慮する福祉機器用具の開発が求められている。¹⁾²⁾

しかし、現状の福祉機器は身障者や高齢者のほとんどが共通して扱えるものを視野において、研究・開発が進められている。しかし、ある一時点を静的に切り出せば共通の障害に対する機器用具の共通化が見出せるが、時間的な変化を考えれば必ずしも共通化することは個々の使用者に対して一致しない。

継時的な変化を考慮し、個々への要求を満たすところまで技術が配慮されていない。

よって、高齢者や障害者が社会進出を促すと共に、聴覚、視覚、運動能力等の低下の複合作用を考慮し、ヒューマンマンマシンコンピュータインターフェイスを使用して、誰もが簡単に操作できる操作性・安全性のある福祉機器の開発が重要な課題である。

特に北海道等での寒冷地においては、室内・室外における生活を総合的に捉えた複合系な、ヒューマンマンマシンコンピュータインターフェイスの基盤を整備する知的階層的運動制御デザインの配慮が必要である。更に冬期間での電動車いすの使用と運用を考慮するヒューマンマンマシンコンピュータインターフェイスの制御系を確立する必要がある。

本論文ではヒューマンマンマシンコンピュータインターフェイスを使用し、簡単に操作・使用できる今

* 電気情報工学科教授

(平成 21 年 11 月 7 日受理)

** 北海道大学大学院 大学院情報科学研究科

*** 北海道大学 工学部

後のユビキス・複合情報社会に向けた複合マンマシンインターフェイス制御系と知的階層的運動制御システムを確立する自立移動支援を目的とする電動車いす制御系開発の検証について報告する。

2. 電動車いすの開発

車いすは、高齢者や身体不自由など歩行困難となった際に利用する移動手段のための福祉機器用具で、病院や福祉施設その他多くの公共機関に常設されている。

しかし、高齢者や身障者が使用する環境になるまで実際に操作する機会が少ない。

本体の両側に自転車に似た車輪が1対ついており、足元にキャスターが1対ついているものが大部分である。介護者が介護しやすいように車いすの後方にグリップをつけ、手押し操作できるようにしたものがある。このグリップには坂道でコントロールしやすいようにブレーキがついているものが多い。

手動駆動車いすの操作者は後輪の外側にハンドリムを操作して移動するが、その操作には相応の筋力が必要で、操作に馴れるのに時間がかかり、操作を誤る等の問題が多々ある。

更に運動能力の減退が消極性を生むことがあり、高齢者にとっては高齢が障害とみなされることを嫌う。

2.1 電動車いす

電動車いすは身障法では、普通型、手動切替式A・B、電動三輪・四輪、リクライニング式に分類される。

道路交通上の歩行者扱いとするため、日本製のモデルは、JIS-T9203(電動車いす)で最高速度が時速6km/h以下と規定されており、多くの電動車いすでは4.5km/hと6km/hの2種類が設定されている。

自走用標準形電動車いすは、JIS-9203:2006で規定され、寸法、外観、機能、強度、耐久性等が規定されている。

操作方法は主に手指の操作によるジョイスティックを用いているが、障がいの度合いによっては顎で操作を行なうチンコントロールや足部で操作を行うこともある。

操作者が発進時や停止操作を行なうと、操作者の身体に慣性の法則により一度動かすと加速度が生じる。



図1 電動車いす

更に寒冷地等での電動車いすを操作する際に、雪道に対応することで電動車いすの構造の重量が増え、一度操作し動作すると加速度が更に生じてしまい、初期作動時の操作も難しいものになってしまう。

特に加速度の影響を大きく受けるのは重心の位置であり、操作者にとって腰から一番離れた頭部への衝撃である。

電動車いす制御系の動作量は、操作量と操作ゲインの差分の演算で決定される。しかし、慣れない、もしくは初めて電動車いすを操作した時は、ジョイスティック操作時の適切な操作量が分からず、急発進・急停止により使用者の体や頭部にかかる衝撃が大きい。

走行時に操作者の身体、特に頭部にかかる衝撃を緩和するために、使用者の姿勢を安定化させる運動制御技術及び安定制御の知的階層アルゴリズムの開発が必要である。

2.2 従来の問題点

1. 従来の電動車いすはこれまでは身体機能の補助として、主としてモータに電圧を ON-OFF することで動作し、制御など全く考慮していなかった。

現在、電動車いすの開発については、マイクロプロセッサ(CPU)を搭載して加速・減速制御が出来る電動化へと画一化する方向性が定められてきている。

しかし、電動車いす制御系の仕様については、操作者が操作することが可能なところは操作者に任せるよう、電動車いすの制御技術レベルを差別化せず、操作性の自律化を持たせ、知的階層的運動制御機能を有する総合的な自立操作支援方法を検討する必要がある。

2. 車いすは一般的には、非電動式と電動式がある。非電動式は手で車輪を操作し、使用者への負担が大きい。

電動式はバッテリーでモータを動作させ、ジョイスティックを使用する操作方法が一般的であり、操作についてより簡略化する要望が多い。

3. ジョイスティックは、操作する傾き方向と角度を基準座標との差分を検出することにより、操作量を演算し、差分量に応じてモータ駆動へ伝達している。

このようにジョイスティックは簡単な操作で使用が可能であり、自由に手指が動かせることを前提としている。

手指が不自由な操作者にも容易に操作が出来るマンマシンインターフェイスが要求されている。

操作量は CPU により、基準座標の設定量のゲインの変更を行う。

しかし、操作量のゲインはジョイスティック操作に依存しているため、手指の不自由な操作者には扱いが難しい。

4. ジョイスティックに代わるスイッチ式による操作では、スイッチの配置等は自由に変更可能である。

しかし操作の精度を高めるとスイッチの数と表示灯の数が増え、更にスイッチの数だけ手指を動かす必要があり、手指の不自由な操作者には操作が複雑になる。

5. 緊急停止時の操作については、通常操作者が緊急停止装置を操作することが出来なく、第三者が緊急停止させる使用方法になっている。

このため、多くの電動車いすは背面に緊急停止スイッチが取り付けられることが多く、介護者により停止させる構造になっている。

しかし、操作者が介護者以外では停止する操作方法が分からないことが多く、緊急時に停止操作する際

は、操作者とともに介護者にも危険が伴う。

2.3 研究課題

従来の問題点に対して、本論文は以下の電動車いす制御系の研究課題について検証する。

1. 誰もが簡単に操作できるヒューマンマンマシンコンピュータインターフェイス機能を備えた入力方法の開発
2. 操作者による最適な操作量の調整が可能な知的階層構成を形成する複合マンマシンコンピュータインターフェイスの開発
3. 介護者が緊急時に遠隔停止を行うことが出来るフェールセーフ機能を有する複合マンマシンコンピュータインターフェイス機能の開発
4. 電動車いす操作時の体や頭部の加速度変化に対応する知的階層的な姿勢情報の運動制御システムの開発

3. 電動車いす

3.1 入力方法の開発

図2は電動車いす2 システム概要図を示す。

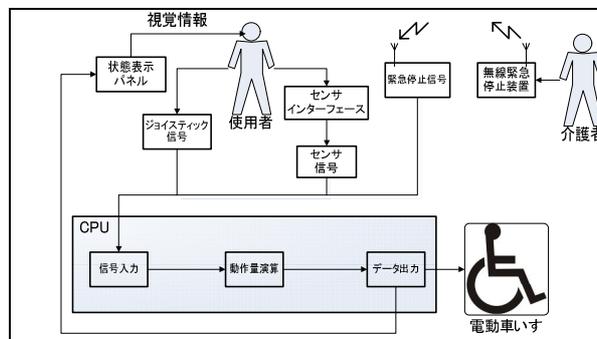


図2 システム概要図

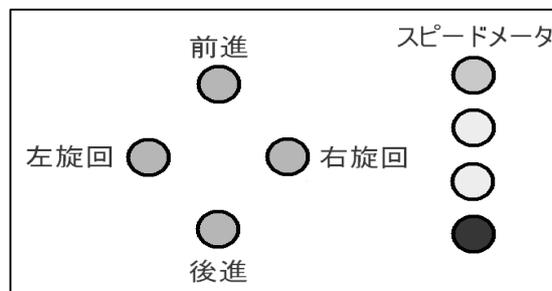


図3 制御システム状態表示パネル

図3は制御システム3 制御システム状態表示パネルを示す。

ジョイスティック信号と、センサインターフェース、センサ信号、CPU、無線緊急停止装置、緊急停止信号とから構成する。

操作者はジョイスティック操作とセンサ信号による操作から操作方法を選択し、状態表示パネルの表示に基づき、視覚的に操作を行う。

図2のシステム概要図のCPUは、操作信号から動作量を演算し電動車いすを制御する。

図4はジョイスティック操作の角度調整機能を示す。

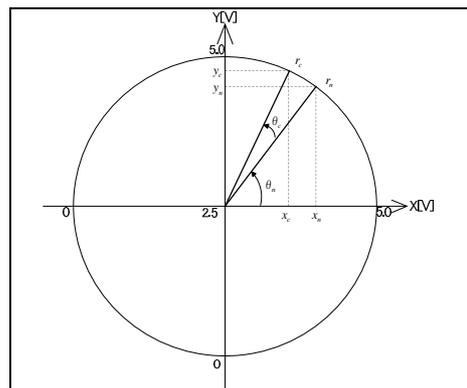


図4 ジョイスティック操作の角度調整

ジョイスティックからの操作信号の変換方法を示す。

角度調整用のポテンシオメータの電圧を検出し、角度調整パラメータとして取得する。角度調整後のジョイスティック操作信号を r_c とし、x方向成分を x_c 、y方向成分を y_c とする。ジョイスティックの操作角度を θ_n 、調整角度を θ_c とすると

$$\begin{cases} x_c = r_c \cos(\theta_n + \theta_c) \\ y_c = r_c \sin(\theta_n + \theta_c) \end{cases} \quad (1)$$

ジョイスティック操作信号の電圧を r_n 、ゲインを K_G とすると

$$r_c = r_n \times K_G \quad (2)$$

ここで、

$$\begin{cases} x_n = r_n \cos \theta_n \\ y_n = r_n \sin \theta_n \end{cases} \quad (3)$$

とすると、(1)式は

$$\begin{cases} x_c = K_G (x_n \cos \theta_c - y_n \sin \theta_c) \\ y_c = K_G (y_n \cos \theta_c + x_n \sin \theta_c) \end{cases} \quad (4)$$

従って、(4)式は角度調整後の動作量の x 方向成分、y 方向成分である。

ジョイスティック操作時の進行方向と速度を状態表示パネルに表示するジョイスティック操作表示機能を図5に示す。

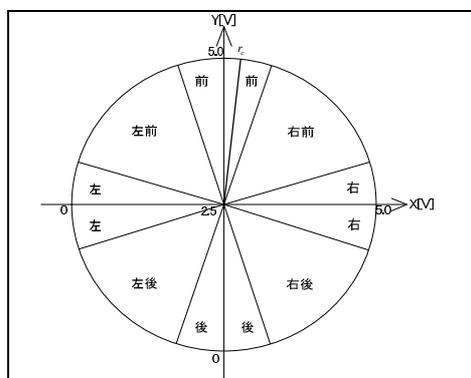


図5 ジョイスティック操作表示

図5は5 ジョイスティック操作表示を示す。

表示から (2)式を用いて表示する。方向は(4)式から x_c と y_c の出力比に応じてスピードメータの速度表示を表示する。

操作方法として操作者が望む動作に対応して、状態表示部に表示される LED の指示に従い、進行方向と速度を選択する事が出来る。

3.2 最適な操作系システムの開発

操作者が望む動作に対する最適な操作系システムを開発する。動作の検知にはモーション検知，呼気検知，角度検知のセンサ信号を使用する。

1. 加速度センサによるモーション検知

電動車いすの動作を使用者が望む全てのモーション操作を検知。

2. 空圧感知式センサによる呼気検知

電動車いすの動作を使用者の呼気圧を検知。

3. 傾斜センサによる角度検知

電動車いすの動作を使用者に合わせた初期設定からセンサを動作した角度の差分を検知。

本開発では、最適な操作系システムでは加速度センサによるモーション検知を行い、図6のセンサ信号の判別領域に基づいた操作条件とする。

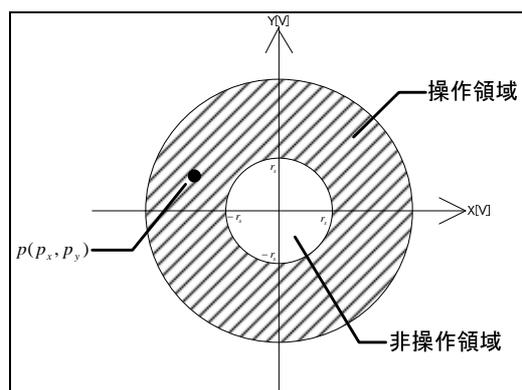


図6 センサ信号の判別領域

センサ信号閾値調整用のポテンシオメータの電圧を検出し、センサ信号反応閾値パラメータとして取得する。

センサ信号 $p(p_x, p_y)$ から p の大きさを $p^2 = p_x^2 + p_y^2$ と表し、センサ信号反応閾値の大きさを r_s^2 とする。 p^2 と r_s^2 を比較し、 $p^2 \geq r_s^2$ の場合には、操作領域として判別する。

センサ信号反応閾値 r_s を変化させることで、操作領域と、不感帯としての非操作領域の大きさを変更する。

又、センサと制御回路のインターフェースを共通化することで、センサ信号のパラメータ設定を行い、特定のセンサに限定することなく操作領域を調整することにより、使用可能なインターフェースとする。

図3の3 制御システム状態表示パネルに表示に従い、図7に示す電動車いす操作のフローチャートにより進行方向と速度をセンサ信号に基づいて決定する。

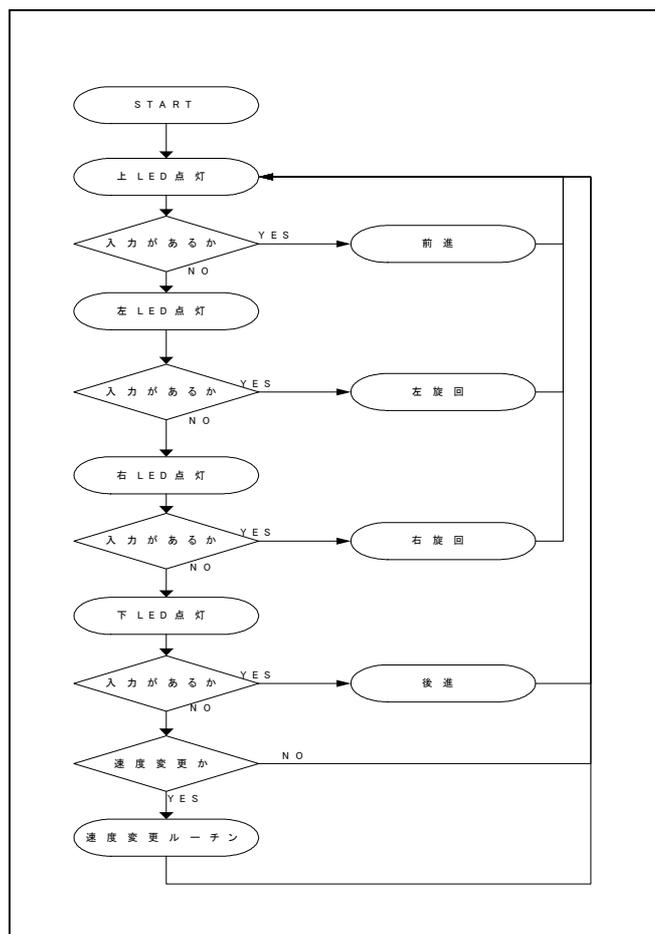


図7 電動車いす操作のフローチャート

3.3 緊急停止機能の開発

図8に緊急停止機能ブロック図を示す。緊急停止時に無線通信により緊急停止信号を送信し、緊急停止信号を受け、電動車いすを停止させ、介護者は電動車いすを遠隔停止する。

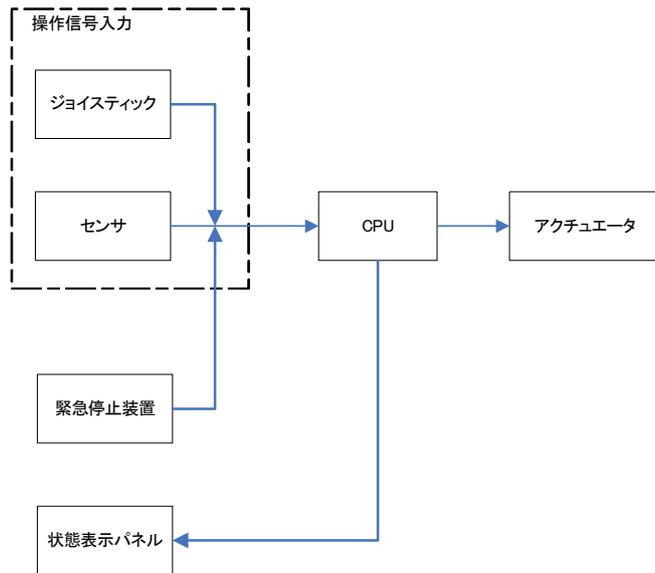


図8 緊急停止機能ブロック図

4. 姿勢制御系の開発

操作者が発進時や停止時に操作者の身体，特に頭部にかかる衝撃を緩和するために，姿勢制御を安定化させる姿勢制御系システムが必要である。

そのため，操作者の頭部及び電動車いす本体の加速度を測定し，解析を行う。

測定した頭部及び電動車いす本体からの加速度から得られる姿勢制御系システム図を図9に示す。

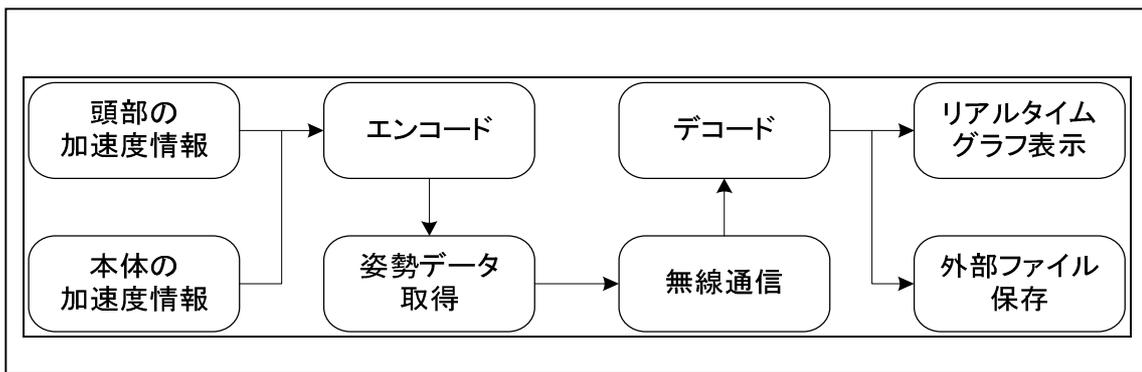


図9 姿勢制御系システム図

4.1 姿勢制御系ハードウェア

電動車いすに取り付ける姿勢制御系装置は，

- ① 2つの3軸加速度センサ
- ② マイコン

③無線通信機器

④電源ユニット

で構成され、PC側の装置は無線通信機器で構成される。

図10は頭部及び本体の加速度センサである。

(a)は被験者の頭部に、(b)は電動車いすの本体に取り付ける。

図11は電動車いす本体に取り付ける姿勢制御系回路基板である。



図10 頭部及び本体の加速度センサ



図11 姿勢制御系回路基板

4.2 姿勢データ取得システム

姿勢データ情報の取得は、操作者の頭部及び電動車いす本体に取り付けた3軸加速度センサからそれぞれのセンサのデータをマイコンのA/D変換機能で取り込む。

センサのデータを取り込むサンプリングレートは20Hz(50ms間に1回)である。

人間の反射神経は最大100msなので、20Hzは十分なサンプリング速度である。

センサのデータはケーブルやA/D変換でノイズが生じるので、ノイズ除去のために500ミリ秒間の移動平均をとる。

移動平均は指数加重移動平均を用い、式(5)に示す。

$$S_t = \frac{1}{10} \sum_{i=0}^9 p_{t-i} \quad (5)$$

S_t は移動平均値、 p_t は時間tのときのセンサデータである。 S_t を姿勢データとして定義する。

(1) データ変換

式(5)にセンサ信号から加速度にデータ変換する変換式を定義する。

$$a_t = k_G \left(\frac{S_t V_{\max}}{x_{\max}} - V_0 \right) \quad (6)$$

a_t は加速度の値, S_t はセンサデータ値, V_{\max} は電圧最大値, x_{\max} は A/D 変換最大値, V_0 はオフセット電圧である。

(2) リアルタイムグラフ表示

取得したデータは取得した時にデコードされ, タスクに応じてモデル化し, PC にグラフ表示する。表示は 3 種類の表示方法を用いる。

- ① 数値をそのまま表示
- ② 棒グラフに表示
- ③ 過去のデータが折れ線グラフに表示,

の 3 種類であり, さまざまな角度から姿勢データを確認する。

4.3 姿勢データ取得検証実験

(1) 被験者

被験者を表 1 に示す。

運動神経障がい, 脳性麻痺, 2 名の健常者 (表の表記は「なし」) の計 4 名である。被験者は全て男性で, 高齢者, 身障者と比較してより厳しい, 年齢は 19~32 歳, 身長は 157~178cm, 体重は 55~78kg のモデルとする。

表 1 被験者情報

	A	B	C	D
障がい区分	運動神経障 がい	脳性麻痺	健常者	健常者
性別	男	男	男	男
年齢[歳]	32	19	19	22
身長[cm]	178	157	167	170
体重[kg]	78	55	62	68

(2) 実験内容

被験者に加速度センサを取り付け,

- ① 300 秒間自由走行
- ② 頭部及び本体の加速度の初期値及び終了値を測定

加速度と電動車いすの向きの関係を図 12 に示す。

また, 被験者の加速度変化の大きさが視覚的に理解することができるように評価関数を下記に定義する。

$$E = average[\max(a_t : a_{t+10}) - \min(a_t : a_{t+10})] \quad (7)$$

式 (7) は 10 秒間の最大加速度差を平均したもので, 発進・停止の身体動作の安定は 10 秒以内に終了す

る。但し、10秒間の最大加速度差で被験者の不安定度がわかる。

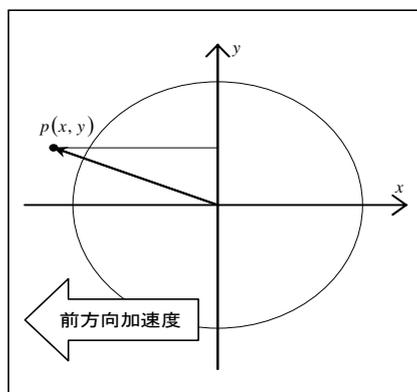


図 12 車いすと軸加速度の向き

(3) 実験結果

図 13 は被験者 4 名の頭部 X 軸の加速度を示す。

横軸は時間[秒]，縦軸は頭部 X 軸（前後方向）の加速度[m/s²]である。全取得データから電動車いすを停止するときの一部を示す。

図 13 から、1 秒から 2 秒の範囲で加速度の値が落ち込んでいる。これは電動車いすを停止させたので、被験者が前方向の安定した加速度を得た状態である。

【被験者 A】：1.0 秒から前方に加速度がかかり始め 1.5 秒でピークを迎え、2.2 秒で後方の加速度がピークに達し 2.5 秒で加速度が安定する。

加速度が不安定になる時間は 1.5 秒間，最大加速度差は 0.5G である。

【被験者 B】：被験者 A と同様に加速度が変化し，加速度が不安定になる時間は 2.5 秒間，最大化速度差は 1.0G で本実験の被験者中最大である。

【被験者 C】：被験者 A と同様に加速度が変化する。加速度が不安定になる時間が 0.8 秒と短く，最大化速度差が 0.4G と小さい。

【被験者 D】：被験者 C とほぼ同じで，加速度が不安定になる時間が 0.8 秒，最大化速度差が 0.3G で本実験の被験者中最小である。

以上から，被験者 C, D が，健常者に比べ被験者 A, B の身障者の頭部加速度変化が大きいことが分かる。

図 14 は被験者 4 名の頭部及び電動車いす本体の加速度変化の大きさを表す評価関数で，縦軸に加速度差[m/s²]を取る。

頭部の評価関数は，被験者 B が他の被験者より高く，次に被験者 A，被験者 C，被験者 D と続く。

本体の評価関数は被験者 B が最も高く，次に被験者 D，被験者 A，被験者 C と続く。

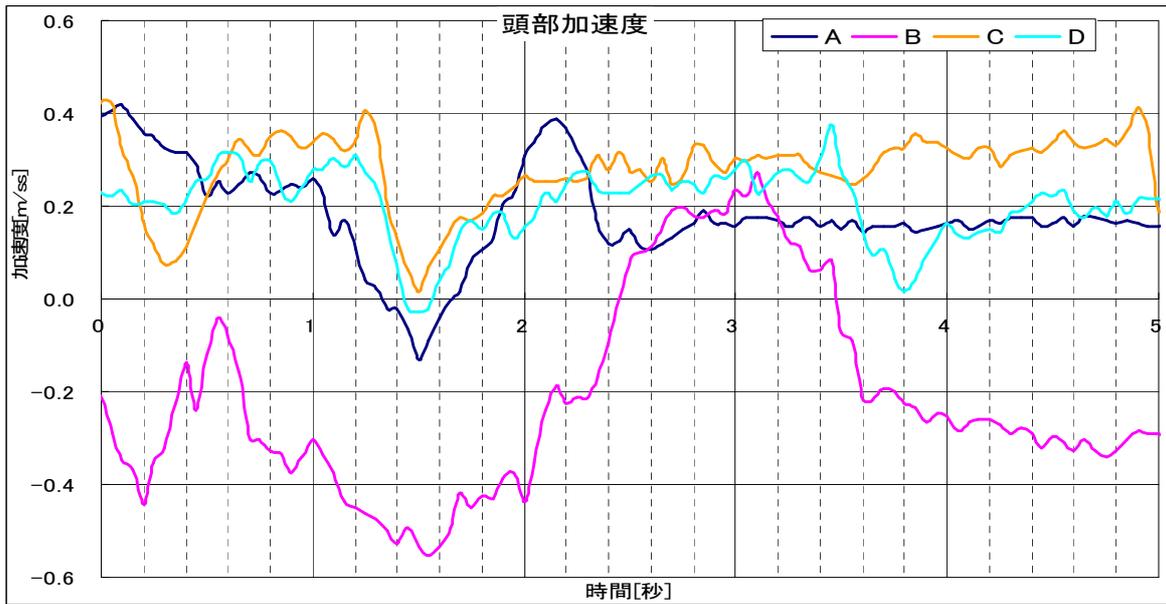


図 13 頭部の加速度

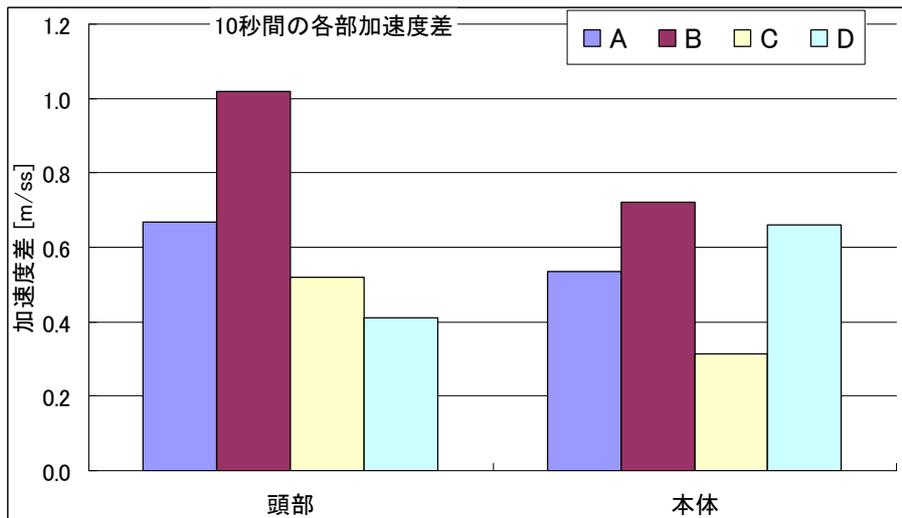


図 14 頭部の加速度の評価関数

(4) 考察と提唱

図 13 及び図 14 から、健常者と比較して身障者は自身で電動車いす操作時の姿勢を安定化させることが難しいことが判る。

これらの姿勢データから、安心、安全、アシストに向け、姿勢を安定化させる最適な速度制御方法及びアルゴリズムの研究が必要である。

5. まとめ

本論文は以下の電動車いす制御系の研究課題について、

- ① 単に操作できるヒューマンマンマシンコンピュータインターフェイス機能を有する運動制御系の入力方法
- ② 操作者による最適な操作量の調整が可能な知的階層構成を形成する複合マンマシンコンピュータインターフェイス
- ③ 緊急時に遠隔停止を行うことが出来る複合マンマシンコンピュータインターフェイス
- ④ 車いす操作時の加速度変化に対応する知的階層的な姿勢情報の運動制御システムを提案し、その機能の検証の実施

よって、本開発では、以下の成果が挙げられる。

- (1) 操作できるヒューマンマンマシンコンピュータインターフェイス機能検証は、ゲイン変更と角度調整機能により操作者の操作方向の調整が可能になった。

状態表示パネルにより操作量とゲインを計算した動作量の表示ができ、操作量とゲインから計算した動作量と方向を状態表示パネルに表示することが可能となった。

- (2) 操作者に最適な操作性の向上を狙いにした機能検証については、操作方法を選択可能に、状態表示パネルの指示に合わせ動作を行うことで操作領域を変更可能が確認できた。

又、操作領域と非操作領域の設定についても検証が出来た。

- (3) 緊急停止機能の向上の機能検証について、遠隔から電動車いすを停止する機能を備えることで、緊急停止機能の複合マンマシンコンピュータインターフェイスの検証が確認出来た。

- (4) 加速度変化に対応する知的階層的な姿勢情報の運動制御システムについては、健常者と比較して、高齢者や身障者自身で姿勢を安定化させることがタスク分析から難しいことが明らかになった。

今後は、姿勢情報のタスク分析より姿勢を安定化させる最適な速度制御方法及びアルゴリズムの研究が必要である。

今後の研究課題は、ユビキタス情報管理を考慮する経路移動検知システムの構築、センサ信号に基づいた意思判断を行うセンサのみの操作方法の研究、操作方法学習機能の研究、操作者の姿勢と操作情報から安全性を高める速度制御機能の研究、複合姿勢安定化システムの研究と検証を行なっていく。

6. おわりに

電動車いす制御システム装置の開発にあたり、小型でかつ安価、特定の車いすに限定することなく、障害者や高齢者のユーザであっても、誰でもが簡単に操作・使用することができるヒューマンインターフェイスと、安全性機能、フェールセーフ機能を有する電動車いす制御システム装置の研究・開発について報告した。

今後は、インターネット等の通信と高齢者や身障者人たちの社会環境と融合を図る複雑系社会ネットワークでの電動車椅子制御について更に開発を進めていく。

参 考 文 献

- 1) 飛澤直哉, 土田義之, 泉谷昌洋: 電動車いす制御システム装置の開発(第一報), 平成20年度電気・情報関係学会北海道支部電気学会: 0245(2008)
- 2) 飛澤直哉, 土田義之, 泉谷昌洋: 電動車いす制御システム装置の開発(第二報), 平成21年度電気学会全国大会: 4240(2009)

環境を考慮した新エネルギーに関する基礎的研究
エタノール発酵技術を利用した北海道法バイオマス変換技術
糖生成過程について（第二報）

土 田 義 之^{*}
千 葉 誠^{**}
井 本 智^{***}

Basic research on new environmentally friendly energy-Hokkaido biomass conversion
technology using ethanol fermentation .
(the second report)

Yoshiyuki TSUCHIDA
Makoto CHIBA
Satoshi IMOTO

Abstract

This thesis aims at raising current efficiency for the sulfuric acid concentration in electrolysis, using a multi cell system with anion exchange membrane.
It was observed that the multi cell system is useful for the separation acid from sugar.

1. はじめに

世界は、低炭素社会への移行の大きな転換点に差し掛かっている。洞爺湖サミットでは、2050年までに世界全体の温室効果ガスの排出量を少なくとも50%削減するという目標を気候変動枠組条約締約国で共有することを求めている。

2008年～2012年度の京都議定書の6%削減目標を達成するために、低炭素社会づくり行動計画を踏まえ、2020年から2030年や2050年を見据えて低炭素社会を実現するために、再生可能エネルギーを大量に導入する社会を実現する必要がある。

当面のエネルギー供給の見通しでは、2010年にわが国の一次エネルギーの1割を再生可能エネルギーによって供給することが定められている。

この目標を達成するために、環境負荷の軽減、石油代替エネルギー対策として新エネルギーの導入が進

* 電気情報工学科教授

(平成21年11月7日受理)

** 物質化学工学科准教授

*** 北海道電力(株)

められている。新エネルギーとして太陽光発電や風力、バイオマス等の再生可能エネルギーの利用拡大が必要である。

このうち太陽光発電や風力発電は出力が変動しやすく、多数の導入に際して様々な観点からの対策が必要となる。更に、ガスコージェネレーションシステムや燃料電池も徐々に広まりを見せている。

現在のシステムではこれらは化石燃料を使用することもあり、石油代替エネルギーとしては価値が低い。従って、石油を代替するエネルギー源として単純でエネルギー源として利用しやすい物質に変換するバイオマスが今後大きなエネルギーの需要として期待され、食料と競合のない木材からの石油と価格競争のあるバイオマスエタノール生産が求められている。

しかし、バイオマスとして使われるエネルギー源には固体が多く、非常に扱いにくい。石油代用として考えると、バイオマスを気体、若しくは液体に変換する技術が重要である。

バイオマス利用の一つとして、バイオエタノールが注目され、原料としてサトウキビなどの糖作物、米や小麦等のでん粉質を含む穀物が技術的に進んでいる。

でん粉系の原料では、原料の確保に要するコストと、食料と競合することからリグノセルロース系バイオマスを原料に用いる必要性が高くなってきた。しかし、リグノセルロース系バイオマス原料の場合、糖化技術が実用化の鍵の一つである。

2. 背景と目的

北海道ではバイオマス資源が豊富に得られ、将来の化石燃料を代替する液体燃料製造という観点から、身近にある山林での林地残材や適正なリサイクルが必要な建築廃材を原料とし、糖化→エタノール発酵の変換技術を確認することで、化石燃料の代替エネルギーのバイオエタノール等の製造が期待できる。

石油代替となるバイオエタノール等の原料生産技術である木材糖化のバイオマス変換技術の評価・検証を進めている。

先に平成 19 年度に単層化セルモデルの検証について報告した。^{1),2),3)}

本研究はアニオン交換膜を使用したイオン交換膜電気分解・透析装置について、更に電流効率を高めるために単層化セルモデルから多重化セルモデルに改修を図り、得られた糖・硫酸混合液を糖と硫酸に分離し、再利用するために電流効率を高め、高濃度硫酸を回収縮する方法の評価・検証を実施したので報告する。

3. バイオマスとは

3.1 バイオマスの分類

バイオマスの分類法について、発生源による分類を図 1 に示す。⁴⁾



図1 バイオマス資源の分類（発生源による分類）

バイオマスの種類は多岐にわたり、賦存量は膨大であり、「恒常的に一定量供給できる」エネルギー資源として候補になるのは、「有機性廃棄物」と「エネルギー作物」である。

「エネルギー作物」とはエネルギー製造を主目的に栽培される植物で、樹木などの木質系バイオマスや、サトウキビ、トウモロコシ、アブラナなどの草本系バイオマスを指す。現実的なのは「エネルギー作物」の都市ごみ、農林廃棄物などの有機性廃棄物であり、将来的にはバイオマスの資源として大きな役割を果たすと考えられる。

3.2 エタノール醗酵

エタノールに変換可能なバイオマスは、地球上に多量にある木材が挙げられる。

ほとんどの樹種の木材では、セルロースが 50%を占め、セルロースは β -グルコースが 10000 個~14000 個繋がっている。

木材を構成する糖類としてはセルロースのほかにヘミセルロースがある。

ヘミセルロースは単糖が長く繋がったもので、1つの分子を作る単糖も 100~300 個で、またセルロースのように規則的ではない。ヘミセルロースを構成する単糖には、マンノース、ガラクトース、グルコースなどの六炭糖、キシロース、アラビノースなどの五炭糖がある。

セルロース、ヘミセルロースの混合物を単糖に分解する方法として、酵素法、希硫酸法、濃硫酸法がある。^{1), 2), 3)}

糖化法の比較を表1に示す。

表1 糖化法の比較

	酵素法	希硫酸法	濃硫酸法
(1)処理条件	常温、常圧	高温、高圧	低温、高温処理
(2)薬品の使用	使用しない	硫酸	硫酸
(3)設備	通常設備	耐腐食性の設備	耐腐食性の設備
(4)処理時間	10~120 時間	短時間	60~100 分
(5)硫酸の再利用	—	再利用なし	再利用可能
(6)コスト	高コスト	高コスト	低コスト

表1より、糖化法の処理条件、処理時間、コスト等を比較すると濃硫酸法が最適である。

濃硫酸法による木材糖化には加水分解がある。

原料中のヘミセルロースを比較的緩和な条件で加水分解、抽出(前加水分解)ののち、濃硫酸の作用によ

る加水分解でセルロースを希硫酸に可溶のグルコース・ポリマーにまで主加水分解し、続いて希硫酸によってグルコースにまで後加水分解する。

これらの方法により、木材を糖化させることが一般的である。⁵⁾

濃硫酸法による加水分解は、3つの分解工程から成り立つ。

- ① 硫酸または蒸気・蒸煮によりヘミセルロースを分離分解する前加水分解
- ② 残渣バイオマスケーキを酸の濃縮および濃硫酸添加により短時間内で溶解・解重合する、濃硫酸による加水分解
- ③ 水添加により硫酸を希釈し、希硫酸加水分解により単糖グルコースを生成する後加水分解である。

4. 糖化試験

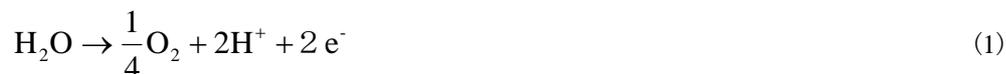
4.1 糖と硫酸の分離手法

木材を糖化し、エタノール発酵を行う。発酵バイオマス粉碎後、前加水分解工程にて希硫酸と常温にて混合してヘミセルロースを分離分解する。

しかし、現状ではその工程中に木材の糖化があるが、高コストで現実的な手法は見つかっていない。^{1), 2), 3)}

本研究は低コストを狙いに、木材を濃硫酸で加水分解した後、硫酸を回収し再利用することを前提に、下記に示すように硫酸中で水の電気分解が起こる反応を利用し、硫酸イオンを移動させ糖との分離を行う。

この時、陽極側での反応は、



となる。

また、陰極側の反応は、



である。

陽極側では H^+ 濃度が増大し、陰極側では H^+ 濃度が減少することになる。陽極側および陰極側はそれぞれアニオン透過膜で分離されているので、陽極側には HSO_4^- 、あるいは SO_4^{2-} イオンが中間層より移動し、陰極側から HSO_4^- 、あるいは SO_4^{2-} イオンが中間層に移動する。

即ち、電気分解により陽極側では硫酸の濃縮が起こり、陰極側では硫酸の希釈が起こると考えられる。

4.2 実験装置

本研究は図2に示す多重化セルの電気分解・透析の実験装置モデルで実施した。

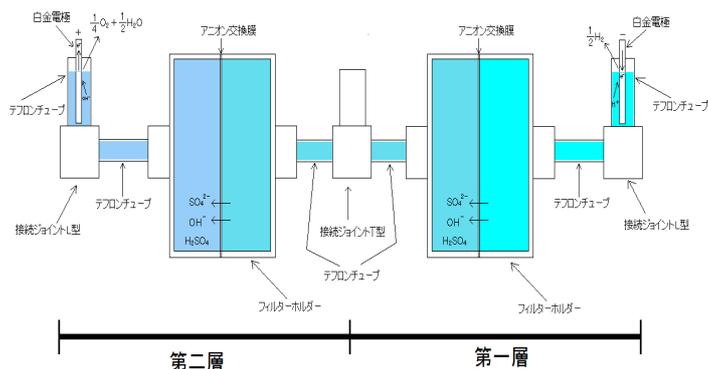


図2 多重化セルの実験装置モデル

4.3 糖と硫酸の分離

図2に示す多重化セルの電気分解・透析実験装置モデルを作成し、内部に硫酸を入れ電圧を印加する実験を行った。

表2に示す硫酸濃度、電圧、時間を組合せた5つの電気分解・透析実験パターンを実施。装置の両側から硫酸を8mlずつ注入し、硫酸濃度30%、40%、白金電極に直流電圧を印加して1時間、2時間の電気分解を行なった。電気量(今回は電流値)を測定し、その後に滴定試験を行い、正極側に硫酸が移動し、両極とも硫酸の濃縮を確認した。

表2 実験パターン

	硫酸濃度	電圧	時間
1	30%	10V	1時間
2	30%	10V	2時間
3	30%	15V	1時間
4	40%	10V	1時間
5	40%	15V	1時間

次に、実験装置両側の液を抽出し、図3に示したように陰極側より陽極側のほうが濃くなっている。したがって、陰極側より陽極側の硫酸濃度が高いと予想できる。

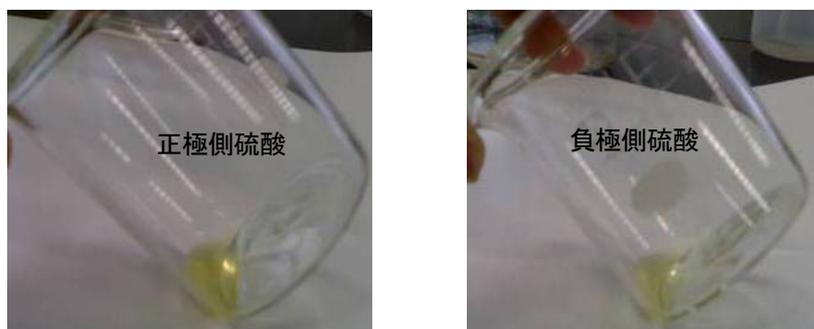


図3 通電終了後の硫酸（着色が見られる）

図4は、30%硫酸、電圧10V/時間を印加した実験から、該データを用いて算出した電気量(電流値) - 内

部抵抗値曲線を表したものである。

算出方法は電気量として電流を測定し、時間と電流値から電荷量を求め、電流値と印加電圧から内部抵抗値を算出し、算出したデータから電気量(電流値) - 内部抵抗値曲線を表した。³⁾

図4から読み取れる傾向として、時間の経過と共に電気量(電流値)の増加と共に内部抵抗値の減少が見られる。これは、硫酸の濃縮が進み、電導性が増加したためと考えられる。

図4で、ところどころで内部抵抗値が増に変化する状態が見られる。これは電気分解により、陽極槽側では酸素、陰極槽側では水素が発生し電極に気泡が付着したものと推測される。

内部抵抗値の増加は、電流効率を低下させる原因となることから付着の抑制を検討する必要がある。

内部抵抗値については、単一層の電気分解・透析装置^{1),2),3)}と比較して低くなる結果が得られた。

時間の経過と共に電気量(電流量)が増加し、濃度変化から硫酸の移動における電流効率を算出²⁾した結果電流効率は30%硫酸、10V/時間の実験では67.33%であった。

既報告^{1),2),3)}の単層化セルモデルの電気分解・透析装置の41.24%と比較すると、多重化セルにより25%向上した効果がみられ、多重化セルの有効性を検証することができた。

電流効率は濃度が薄いほど高いとの報告⁶⁾があるが、今回硫酸濃度は0.1~0.2mol/lで、高濃度であることを考慮して電流効率がかかなり良いといえる。

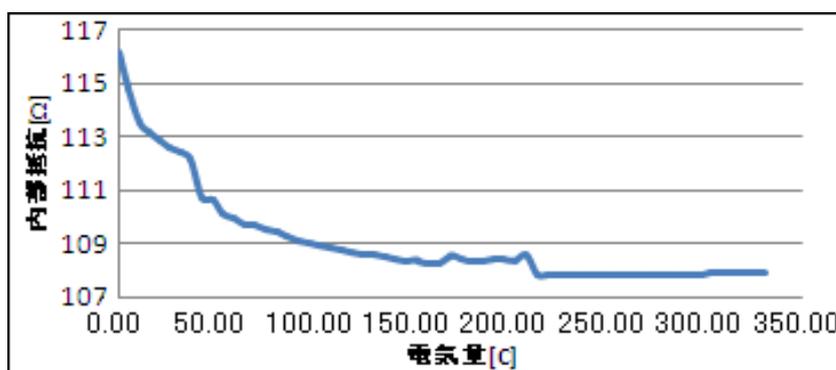


図4 電気量(電流量) - 内部抵抗曲線(30%, 10V, 1H)

5. まとめ

5.1 まとめ

本実験において下記が検証された。

- 1) 硫酸の移動の確認がとれ、濃硫酸法による糖化の分離手法の方向付けが確認できた。
- 2) 多重化セルによる電気分解・透析装置での実証を行い、単層化セルモデルと比較し、多重化の有効性の評価について確認することができた。
- 3) ジュール熱により硫酸が活性化し、濃縮が確認でき、硫酸回収の方向付けが出来た。

5.2 今後の課題

今後の課題は以下である。

- 1) 硫酸に糖を加えた影響の検討。
- 2) 装置のモデルの電流効率の測定と最適な硫酸濃度の検証。
- 3) 醗酵阻害を引き起こす木材の防腐剤等の保存料による影響の検証と硫酸、糖液、重金属の分離方法の検討。
- 4) 電気分解により発生する水素の活用計画。

参考文献

- 1) 土田義之, 千葉誠, 檜山亮, 山崎亨史, 関充晴: エタノール醗酵技術を利用した北海道法バイオマス変換技術の評価・検討, 第23回寒地技術シンポジウム:361-365(2007)
- 2) 土田義之, 千葉誠, 関充晴, 山崎亨史, 檜山亮: 木材糖化濃硫酸法における硫酸回収方法の検討(1)-イオン交換膜電気透析による硫酸の濃縮-, 日本エネルギー学会 第3回バイオマス科学会議: 227(2008)
- 3) 土田義之, 関充晴, 千葉誠: 環境を考慮した新エネルギーに関する基礎的研究, エタノール醗酵技術を利用した北海道バイオマス変換技術糖生成過程について, 旭川工業高等専門学校研究報文, 45: 28-43(2008)
- 4) Eiichi TANAKA, Tsutomu KUWATA: Wood Hydrolysis with Strong Sulfuric Acid IX Acid-recovery (5) Researches on the Electrophoretic Deacidification on Sulfuric Acid Utilizing Ion-exchange Membrane Manufactured in Japan
田中栄一, 桑田 勉: 濃硫酸法木材加水分解に関する研究 第9報 酸回収工程について(その五)国産イオン交換膜を用いた 電解脱硫酸に関する研究, 林業指導所研究報告:107-108(1959)
- 5) 横山伸也, 芋生憲司: バイオマスエネルギー, 森北出版:97-99(2009)
- 6) 唐牛勇, 松野武雄: 林業指導所研究報告, 15: (1959)

大根収穫機の自動化に関する研究

大 柏 哲 治^{*}
石 井 誠 士^{**}

A Study on Automatic Control of the Japanese White Radish Harvester

Tetsuji OKASHIWA

Seiji ISHII

Abstract

This study is on automatic control of the Japanese white radish harvester used in the KAMIKAWA area in HOKKAIDO. This harvester consists of two devices for pulling radish and for loading a container with many radish. These devices are handled by some operators. At present farmers need to reduce operators for saving the cost of the radish harvest. This paper will propose the way to control these devices automatically. By this way the radish harvester can be operated by one or two operators, and farmers can cut back the cost.

1. 研究目的

北海道上川地区の大根生産は上川町と士別市で行われている。作付面積は150haで国内でも上位に入る広さである。上川町の大規模な大根生産は上川町大根生産組合が行っている。作付け面積が広いため収穫には大根収穫機(図1, 図2)が用いられている。従来の収穫機は、折れやすく傷つきやすい大根を、1本ずつ人の手によりコンテナに収納したが、上川町大根生産組合と旭川市の石井鉄工場¹⁾が共同で、ゴムクローラキャリアを改造し、ゴムクローラキャリア上に運転席と、油圧シリンダで動作する大根引き抜き装置と、コンベアとフォークリフトで構成されるコンテナへの積み込み装置を搭載して、人力によらず、大根をコンテナに積み込み収納する作業を機械的に行う大根収穫機を開発した。油圧操作により、大根を運ぶコンベアと、コンテナを支えるフォークリフト双方を独立して動かすことができ、状況に応じて、操作者が適切な操作を自在に行うことができるため、大根に傷をつけず又折ることなくコンテナに収納することができる。この収穫機は、運転者がゴムクローラキャリアを運転しながら大根引き抜き装置の操作を行い、他に2名が積み込み装置の操作と、所定の大きさに達していない大根の廃棄等の補助作業を行っており、計3名が搭乗している。図1の石井鉄工場製JH90の大根収穫能力は、時速2km走行時に1時間当たり大型コンテナ8基、約6トンである。重労働を回避し人手不足を解消する画期的な収穫機である。

この収穫機開発の詳しい経緯は2章に解説してある。

現在、農業における担い手不足とコストダウンのため大根収穫機も更なる自動化による省力化が求めら

* 制御情報工学科准教授

(平成21年11月7日受理)

** 石井鉄工場



図1 大根収穫機前部（石井鉄工場製 JH90）

れている²⁾。本研究は、

- (1) 大根引き抜き装置の自動化
- (2) 大根積み込み装置の自動化

を行い、稲作用のコンバインと同じく運転者1名だけで引き抜きとコンテナへの積み込みを行う大根収穫機を開発することを目的としている。



図2 大根収穫機後部（石井鉄工場製 JH90）

2. 大根収穫機 JH90 の開発経緯と研究の背景

石井鉄工場製大根収穫機 JH90 の開発経緯を説明する。製品名は自動積み込み大根ハーベスタ JH90 である。

2.1 大根選果場の改善

大根の選果場ではコンテナから大根を人間の手で取り出し、コンベア上に乗せていく作業が通常であるが、石井鉄工場は上川町の大根選果場からの依頼を受け、**図 3** の大根受け入れ装置（コンテナ反転機）を開発した。これは大根を満載したコンテナ上部にふたをした後、油圧シリンダで 135 度反転させてからふたを徐々に開放していき、大根を少しずつベルトコンベアの上に直接落としていくものである。従来、大根は折れやすく、傷つきやすいのでこのように直接コンベア上に落下させることは行われていなかったため常識を覆すものであったが、この反転機により大根を直接コンベア上に落下させても折れることや傷つくことは無く、選果場における受け入れ作業をスムーズに行えるようになった。その結果、受け入れ作業で詰まることによる後部の大根洗浄、箱詰め作業者に余裕が有りすぎるといった状況が改善された。コンベア積載時に大根が折れず、傷つかないという事実が自動積み込みハーベスタの開発へとつながった。



図 3 大根受け入れ装置（コンテナ反転機）

2.2 自動積み込みハーベスター完成までの記録

2.2.1 第 1 の改造（大根の葉を掻き上げる装置の製作）

大根の葉を掻き上げる装置は、従来はベルトが横方向で 2 本しかも高さの調整に毎回運転席から畑に降りなければならなかった。大根の葉は朝は立っているが昼頃になるとだんだん垂れてくる。ベルトを縦・横 4 本高速回転とし更に運転席より高さの調整を出来るようにした。葉の掻き上げ、斜めの抜き取り部分、葉をカットする水平部分この一連の過程を特許申請している。繊細な大根を傷つけず抜き取るためには、運転手から挟むポイントが良く見えなければならない。自分で運転しながら装置を動かし、作業範囲を確認する日々が続いた。大根の葉が倒れないためには、高速で常に掻き上げていなければならない事が解ってきた。



図4 大根ハーベスタ

2.2.2 第2の改造（2基搭載ハーベスター・4トン/時間）

選果場の能力の方が優れていたもので収穫能力が追いついていなかった。ハーベスターの能力を上げるためにコンテナを1個から2個搭載を考案した。パワーが必要となり本体の機種を取り換えた。トラクター（図4）からキャリアダンプへ移行。作業員は2名から3名に増加した（図5）。



図5 2基搭載ハーベスタ

2.2.3 第3の改造（3基搭載ハーベスター・6トン/時間）

作業員4～5名、油圧ポンプ増加に伴い60PS程度のエンジンを搭載。燃料消費も倍増。これまでの経過により機械の大型化に伴い作業員も増加する事になった（図6）。日本の農業が担い手不足から、中国の研修生に頼る現状において、今日の状況は大変厳しいものがある。そこで、能力が有りなお作業員が少なくてすむ機械を求められた。世の中に無い、最新の機械の開発に着手した。

2.2.4 第4の改造（自動積み込みハーベスターの開発・5～6トン/時間）

3基と同じ能力で作業員は5人から2人に減少。平成18年の11月に構想を考え出し3月までの5か月間、

実験と設計の繰り返しが始まった。机に向い頭をひねつても何も浮かばない、納期は決まっている。

7月末まで4か月をきった。製作を始める。考えた動きをしてくれるのか、積み込むのにどれくらい時間が掛るか、油圧はスムーズに働くか、油圧温度が必要以上に上昇しないか。

7月末畑に送り出す。すぐに油圧トラブルで工場戻り。その後も工場戻りを繰り返す。ベルトコンベヤの支持部が変形・リフト回転部のシャフトにおける溶接の亀裂・油圧ポンプの破壊・改造クランクプーリーの損傷。9月10日を境に順調に働きだした(図7)。10か月が経っていた。



図6 3基搭載ハーベスタ



図7 (a) 自動積み込みハーベスタ後部



図7 (b) 後方右側面

2.3 研究の背景

大根収穫機の自動化の現状を調査したが、上記と同型の機械は農業機械メーカー数社で製造、販売されている^{3) 4) 5)}が、すべて搭乗する作業者が運転者を含め3名以上である。搭乗人数が運転者1名だけで、引き抜き、コンテナへの積み込みを行うものは無い。また、上記研究目的と同様な研究も見あたらない。

3. 研究内容

3.1 目的の達成方法

本研究は上記の2つの目的を達成しようとするものであるが、達成方法としては次の2点を考えた。

- (1) 大根引き抜き装置(図8)は、大根の地面からの生え方の違いにより、葉を把持する位置を運転者が目視で確認しながら油圧シリンダ(図9)を伸縮させ適正な位置にしていたが、WEBカメラと画像処理技術を用いて大根葉の把持位置を自動で確認し、適正な位置になるように油圧シリンダを伸縮させる。



図8 大根引き抜き装置

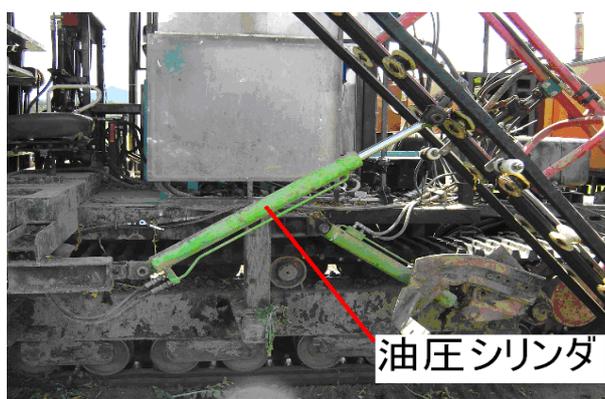


図9 大根引き抜き装置用油圧シリンダ

- (2) 大根積み込み装置(図10)は、操作者が油圧シリンダの手動バルブを操作し、コンベアとコンテナを傾けながら、コンベアの大根をコンテナに積込んでいる(図11)が、コンベア先端にセンサを取り付けコ

ンテナ内の大根の積載状態を計測しながらバルブを自動制御し、コンベアとコンテナを適正位置に傾け大根を自動で積み込む。



図 10 大根積み込み装置



図 11 コンテナ内の大根積載状況

3.2 研究の意義

本研究の意義は次の3点である。

- (1) 大根引き抜き装置において、画像処理技術を用いて把持位置を自動で適正に決定することは、これまで行われておらず、独創的である。この方法が完成すれば他の収穫機にも応用できる。
- (2) 大根積み込み装置において、コンベアにセンサを取り付け、コンテナ内の大根の積載状態を計測しながら自動で積み込むことは行われておらず、独創的な方法である。この方法が完成すれば他の農作物の積み込み作業にも応用できる。
- (3) 本研究は農業における担い手不足とコストダウンのための一手段を与えるものであり、北海道さらに日本の農業にとって重要なテーマであると考えられる。また地域企業と連携した研究を行うことで地域社会の発展に貢献することができる。

このように本研究で開発しようとする方法は大根引き抜き、積み込みにおいてユニークであり、開発成果を他の農作物に応用できる。また前述のように大根収穫機の搭乗者を現在の約3名から1名にすることができ、今後の農業経営に与える効果は大である。またこの研究は、旭川高専、石井鉄工場と上川町大根生産組合の協力により行われるものであり、実際の大根収穫機の収穫作業中のデータを取得し、作業者の

意見を聞きながら実用化に向けた改良を継続的に重ねていくことができるという優れた研究環境にある。

3.3 研究方法

3.3.1 大根引き抜き装置の開発

実験室において実機の小型モデルを製作中である(図12)。アームは大根引き抜き装置を模している。実機では大根引き抜き装置の先端に大根葉掻き上げ装置(3.4節を参照)が取り付けられているが、図の右端の四角い枠でそれを模している。油圧シリンダでアームを上下させる。実機では運転者が大根葉の位置を目視で確認しながら、適切に葉を把持する位置になるよう油圧シリンダを操作するが、本研究では油圧シリンダ操作を自動化することになる。アーム先端の大根葉掻き上げ装置に、WEBカメラ、WEBカメラの高さ検出用の位置センサを取り付けた。

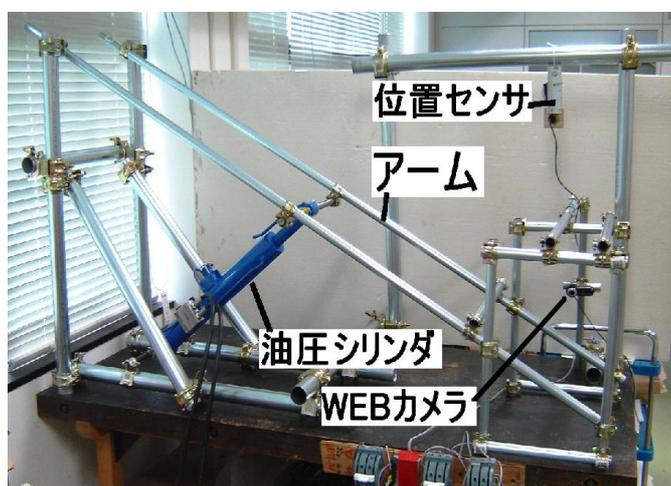


図12 大根引き抜き装置小型モデル

大根引き抜き装置が大根葉の適切な位置を把持するよう油圧シリンダを自動で伸縮させる方法は以下の通りである。

- ① 大根葉掻き上げ装置を模した四角い枠内に大根を通し、WEBカメラで大根を撮影する。
- ② 大根画像から画像処理により、大根と葉の部分の境界を検出する。
- ③ 境界が画像の高さの中心位置にある状態を基準位置とし、この位置で大根引き抜き装置は適切な葉の位置を把持すると仮定する。
- ④ 大根画像から得られた境界位置と基準位置の差を偏差とし、偏差を0に近づけるように位置センサでWEBカメラの高さを検出しながら油圧シリンダを伸縮させ、カメラ高さを変える。偏差が0に近づいたら油圧シリンダの伸縮を止める。カメラは大根引き抜き装置に固定しているので、この状態で大根引き抜き装置は適切な把持位置にあることになる。

この方法で、大根引き抜き装置は大根葉の適切な位置を把持することができる。WEBカメラの画像はPCに取り込み、Windows Vista上で画像処理を行う。画像処理は画像処理用ライブラリOpen CV⁶⁾を用いる。画像処理により得られた偏差は、制御用マイコンにシリアル通信で送り、このマイコンが偏差を0に近づ

けるようにカメラ高さを位置センサで検出しながら、油圧シリンダのソレノイドバルブを制御する。今後、この小型モデルを用いて上記の方法で動作実験を行い、結果が良好であれば、実機の大根引き抜き装置にカメラ、制御装置を取り付け、大根畑にて引き抜き実験を行う。図13は現在行われている、運転者の手動操作による実機での大根引き抜きの様子である。



図13 実機での大根引き抜きの様子

3.3.2 大根積み込み装置の開発

実験室において実機のコンベアとコンテナ搭載装置の小型モデルを製作中であり（図14），コンテナ、アームを電動油圧シリンダで動かす。小型モデルの動作が実機の大根積み込み装置と同じになるように製作している。各電動油圧シリンダにはシリンダの伸縮量検出用センサを取り付けている。またアーム上には図15の小型ベルトコンベア（石井鉄工場製）を取り付ける。このコンベアは電動モータにより回転する。コンベアの先端に落下する大根を検出するセンサを取り付けるが、センサとしては光電センサを用いる予定である。電動油圧シリンダ駆動用制御装置も製作中である。制御にはマイコンを用いる。この小型モデルを用いて、大根の模型をベルトコンベアからコンテナに自動で積載する実験を行う。

大根をコンテナに自動で積載する方法は以下の通りである。

- ① コンテナとコンベアを動かすシリンダの伸縮量を Point To Point ティーチングでマイコンに記憶する。
- ② ティーチングした伸縮量に従ってコンテナとコンベアを動かす。ただし、現在位置から次の位置へ動かすタイミングは、コンベアから落下する大根が積み重なって山状になり、コンベア先端のセンサが高くなった山の頂上を検出した時である。次の位置へ移動して再びセンサが新たな山の頂上を検出したら次の位置へ移動する。これを繰り返してコンテナ内全体に積み込む。このようにすると、大根の大きさの違いによる山のでき方の時間差に無関係にコンテナに積載することができる。
- ③ コンテナに積載が完了したら、コンベアを初期位置に戻し終了。
- ④ 大根を満載したコンテナを降ろし、空のコンテナを載せる作業は人が行う。
- ⑤ ②からの動作を繰り返す。

この方法で大根を自動的にコンテナに積載できる。ティーチングポイントは各電動油圧シリンダの伸縮量検出用センサの出力値を使用する。ティーチングのソフトウェアと、センサが山の頂上を検出した時にティーチングした経路にそってコンベアとコンテナを動かすソフトウェアは作成中である。

小型モデルは、電動油圧シリンダの油圧ポンプ用モータを FET を用いて制御しているが、実機は油圧シリンダを手動方向制御弁で動かしているため、実機の手動方向制御弁のレバーを模したものを製作し、このレバーにラジコンカー用のサーボを取り付けてサーボコントローラを用いて、小型モデルを上記①から⑤の方法で制御する実験も行う。結果が良好であれば、実機の大根積み込み装置にセンサ、制御装置を取り付け、大根畑にて積み込み実験を行う。

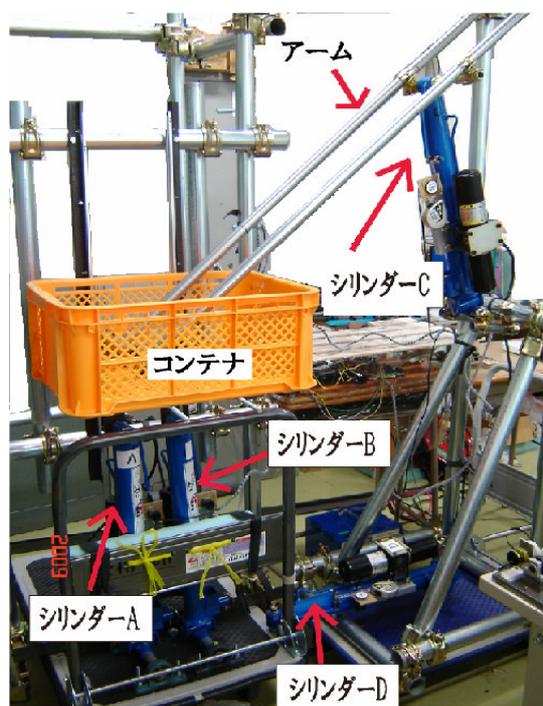


図 14 大根積み込み装置小型モデル



図 15 小型ベルトコンベア (石井鉄工場製)

図 14 の大根積み込み装置小型モデルのブロック図を図 16 にしめす。電動油圧シリンダ A と B で、コンテナの上昇、下降と回転を行う。シリンダ C でアームの回転を行い、シリンダ D でアームの水平移動を行う。各シリンダの伸縮量検出センサとしてロータリエンコーダを用いた。H8/3069F マイコンで DC モータ

ドライブ回路を駆動し電動油圧シリンダを動かす。

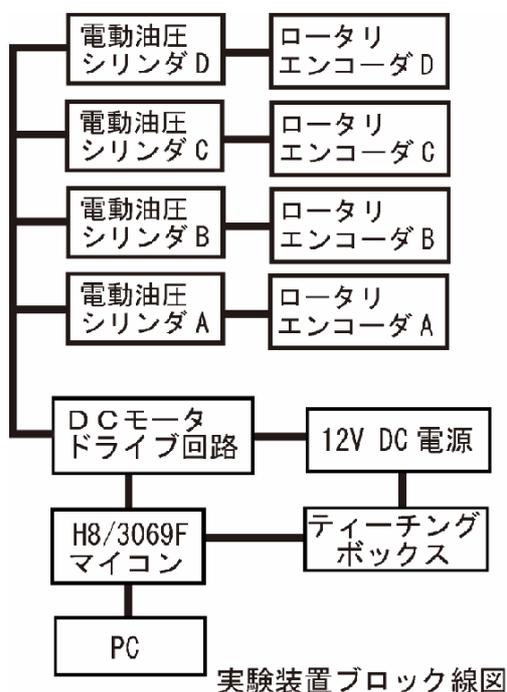


図 16 積み込み装置小型モデルブロック図

現在、小型モデルは製作途中であるが、2009年9月時点で以下のようなティーチングプレイバック方式で動作させることができる。

各シリンダの動作は、次の順序で行う。

- ① ティーチングボックスのトグルスイッチを ON-OFF することにより各シリンダを目的位置まで伸縮させる。
- ② 伸縮量をマイコンに記憶させる。
- ③ ①と②を繰り返し全ての動作経路でのシリンダの伸縮量をマイコンに記憶させる。
- ④ 記憶させた目的位置までの各シリンダの全ての伸縮量をティーチングボックス内のEEPROMにコピーする。これはマイコン電源がオフされると記憶データが消えてしまうため、EEPROMにコピーし何度も再生できるようにするためである。ここまでの手順は Point To Point ティーチングである。
- ⑤ 各シリンダの動作を再生するため、EEPROMから動作経路上の各点のシリンダの伸縮量を読み出す。
- ⑥ 読み出した伸縮量までシリンダを伸縮させる。
- ⑦ ⑤と⑥を繰り返すし、動作経路の最終点まで各シリンダが伸縮したら動作の再生終了である。

3.4 大根畑での収穫機による引き抜き作業

畑に生えている大根は葉が垂れ下がっていて大根の胚軸が見えにくい(図17)。実機の大根引き抜き装置では先端に葉を掻き上げて胚軸を運転者に見やすくするための、大根葉掻き上げ装置が取り付けられている(図18)。掻き上げ装置は左右のVベルトに大根葉掻き上げ用のゴム製突起を等間隔に多数取り付け

たもので，この突起に葉を引っ掛け掻き上げる仕組みであり，本論文の共同執筆者の石井誠士氏が開発したものである。



図 17 大根葉の様子



図 18 大根葉掻き上げ機（石井鉄工場製）

実機の運転席からは大根引き抜き装置と大根葉掻き上げ機は図 19 のように見える。



図 19 運転席から見た掻き上げ機と引き抜き装置

実際の大根の引き抜き作業の順序は次の通りである。

- ① 大根収穫機を生えている大根列に沿って進行させる（図 20）。
- ② 大根葉掻き上げ機で大根葉を掻き上げ、大根の胚軸を見えるようにする。
- ③ 運転者が地面からの胚軸の長さを確認し、適切な把持位置になるように手動切換弁を操作して油圧シリンダを伸縮させ、大根引き抜き装置を上下させる。
- ④ 引き抜き装置が大根葉と接触すると、引き抜き装置のベルトの間に葉が引き込まれ大根が地面から引き抜かれる（図 21）。
- ⑥ 大根葉が引き抜き装置のベルトの間に挟まれたまま移動し（図 22）、大根積み込み装置のコンベアまで運ばれる（図 23）。



図 20 大根列に沿って収穫機が進行



図 21 大根引き抜き装置で引き抜く



図 22 ベルトに挟まれ大根が上方に移動



図 23 積み込み装置のコンベアまで大根が移動

3.5 WEBカメラ取り付け位置の検討

大根引き抜き装置の自動化のためのデータ収集を上川町大根生産組合の大根畑で行った。引き抜き装置の自動化のための最重要点は、大根揺き上げ機で大根葉が揺き上げられた胚軸と大根葉の境界が、はっきりとWEBカメラに撮影されるかどうかである。そのためWEBカメラの取り付け位置が重要となる。今回、WEBカメラの取り付け位置を変えながら3回のデータ収集を行った。

3.5.1 第1回目のデータ収集 (2009年8月10日)

まず運転者から、大根が引き抜き装置によって抜かれる様子がどのように見えるのかを調べるため、WEBカメラを、運転者の目と引き抜き装置が大根を把持する位置を結ぶ直線上の近くで、運転者が引き抜き様子を見るのを妨げない位置に設置した(図24, 図19)。その時のカメラ取り付けの様子が図25である。大根収穫機の運転席の横に2名が搭乗して大根引き抜き中のカメラからの動画をPCに保存する作業を行った(図26)。得られた画像は図27である(カメラの取り付けの都合上、画像は横になっている)。引き抜かれていく途中の大根が3本写っている。1番下の小さい大根が引き抜き初めの大根であり、引き抜き装置で引き抜かれ上方に移動していく。これが運転者が見ている引き抜き様子である。



図24 WEBカメラ取り付け位置



図25 WEBカメラ取り付け



図 26 収穫機に搭乗しての画像取得作業



図 27 運転者が見る大根引き抜きの様子

3.5.2 第 2 回目のデータ収集 (2009 年 10 月 17 日)

2 回目は、大根引き抜き装置を自動制御し、適切な大根葉の把持位置に動かすために最も適当な位置として、WEB カメラを大根葉掻き上げ機の横に固定した。前から見た様子が図 28 であり、右から見た様子が図 29 である。図から分かるように掻き上げ機の下側に固定した。固定金具は石井鉄工場製である。掻き上げ機は引き抜き装置前方に固定されているので、WEB カメラも引き向き装置と共に上下する。仮に WEB カメラの画像の高さの中心に、大根の胚軸と葉の境界が来たときに、引き抜き装置が大根葉の適切な把持位置に来るとすると、引き抜き装置の制御方法は、油圧シリンダ(図 9)を伸縮し、引き抜き装置を上下させ、WEB カメラの画像の高さの中心に大根の胚軸と葉の境界が来るようにすることになる。図 30 は実機の掻き上げ機へ取り付けの様子である。カメラの振動防止のため青いビニールテープを巻いた。当初、この位置で大根の胚軸と掻き上げられた葉の境界がカメラではっきりと撮影できると予想したが、撮影結果は図 31 のように大根を上から見下ろす状態となり、掻き上げられた葉が胚軸を覆って境界が見えない。そのためカメラの取り付け位置を更に下げる必要があることが分かった。



図 28 カメラの取り付け (前)



図 29 カメラの取り付け (右)



図 30 実機へのカメラの取り付け

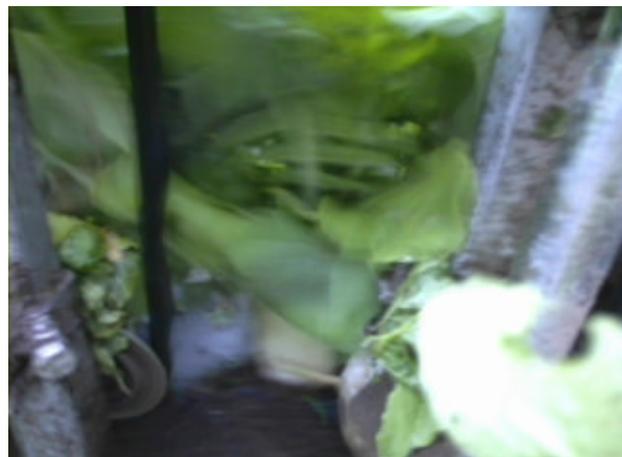


図 31 葉が掻き上げられている大根の画像

3.5.3 第3回目のデータ収集 (2009年10月24日)

3回目は、カメラ固定金具に電動シリンダを取り付け、ピストン先端にカメラを固定して、電動でピストンを上下することにより撮影位置の高さを変える。図 32 に固定金具に電動シリンダを取り付けた様子を示し、図 33 に電動シリンダのピストン先端にカメラを取り付けた様子を示す。製作は石井鉄工場である。電動シリンダは 12V バッテリーで動作させた。図 34 は実機の掻き上げ機への取り付けの様子である。使用した 12V バッテリーと方向切換スイッチを図 35 に示す。

バッテリー、スイッチ、PC は図 36 のように大根収穫機の運転席横に配置し、搭乗した学生が 1 人で PC に映し出される画像を見ながら、電動シリンダを伸縮させ撮影位置を上下させた (図 37)。電動シリンダを、

固定された位置から最大伸び量である 20cm 伸びばして撮影した画像が図 38 である。図 38 から分かるように電動シリンダを最大伸び量 20cm 伸ばして撮影した画像では大根の胚軸と葉の境界が識別できる。

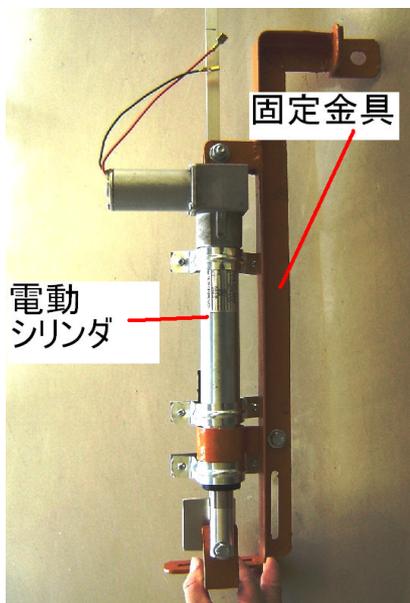


図 32 固定金具と電動シリンダ

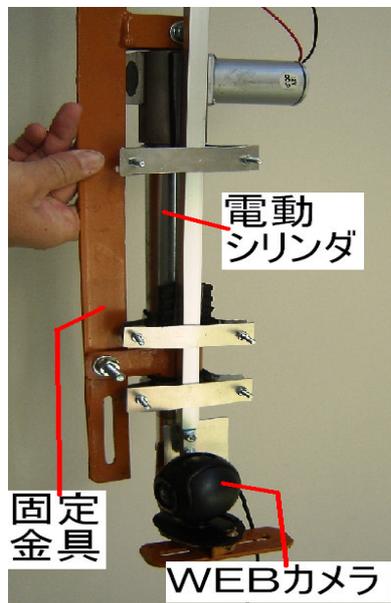


図 33 カメラを固定

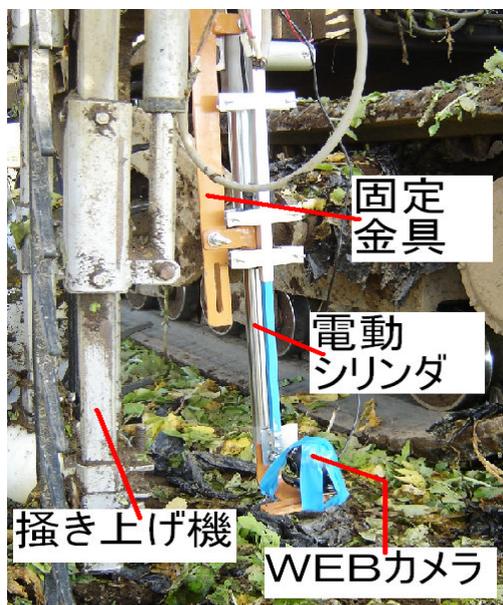


図 34 掻き上げ機への取り付け



図 35 バッテリーと切換スイッチ



図 36 運転席横に配置



図 37 学生による操作の様子



図 38 WEBカメラで撮影した画像

3.5.4 3回のデータ収集の結論

この3回のデータ収集による結論として、WEBカメラの最適な取り付け位置は、掻き上げ機に取り付けた電動シリンダを最大伸び量 20cm 伸ばした位置であることが分かった。今後、この位置で撮影される動画像を用いて画像処理を行い、大根の胚軸と葉の境界の位置を求め、引き抜き装置の制御を行う。

4. 大根積み込み装置小型モデルの旭川ものづくり博覧会への展示

旭川商工会議所創立 90 周年事業として、旭川市大雪アリーナで 9 月 11 日（金）から 13 日（日）まで行われた「旭川ものづくり博覧会」⁶⁾の石井鉄工場のブースに、大根積み込み装置小型モデル（図 14）を展示し、ティーチングプレイバック方式で小型モデルを動作させた。その様子を図 39、図 40 に示す。展示場では卒業研究学生である小川泰代君、三島結花君に小型モデルの操作と見学者への説明をしてもらった。博覧会は盛況であり見学者も多く、石井鉄工場のブースにも多数の見学者が訪れ大変好評であった。小川君と三島君も見学者への説明を通して卒業研究への意欲を高めたようである。



図 39 旭川ものづくり博覧会 NO.1



図 40 旭川ものづくり博覧会 NO.2

5. 今後の展開

今回は研究の途中経過を報告させていただいたが、石井鉄工場からの実験装置の提供・貸与、加工、組み立て、取り付け、上川町大根生産組合との共同実験の仲介など、十分な協力もあり、研究は順調に進んでおり、これから2-4年で大根収穫機の自動化を完成させ農業の発展に貢献したい。

謝 辞

大根畑での実験に快く協力して下さった上川町大根生産組合の皆様へ感謝いたします。実験装置製作、データ収集で大変良く頑張ってくれた制御情報工学科5年生三島結花さん、小川泰代さん、生産システム工学科1年長岡裕子さんに心から感謝致します。実験装置製作で貴重なアドバイスをいただいた実習工場の山内氏、川江氏、学生に機械加工の指導をしていただいた実習工場技術職員の皆様へ感謝いたします。

本研究は平成21年度校長裁量経費重点配分プロジェクトの研究促進費で行なわれたものであります。

参 考 文 献

- 1) 有限会社石井鉄工場 HP : <http://www8.plala.or.jp/iron-works/index.html>, 2009.10.25
- 2) メディアあさひかわ, 2009年2月号 : 132-134(2009)
- 3) オサダ農機株式会社商品一覧 HP : <http://www.osada-nouki.co.jp/products.html>, 2009.10.25
- 4) ヤンマー野菜収穫・調整機関連 HP : http://www.yanmar.co.jp/products/agri/nouki/intro/11_index_f.htm, 2009.10.25
- 5) 株式会社エフ・イー大根収穫機カタログ : 2009年8月
- 6) 旭川ものづくり博覧会実行委員会「旭川ものづくり博覧会」パンフレット, 2009年9月

マイクロ波照射による固体混合物からの Li-Mn 複合酸化物の生成機構

高田 知哉*

正木 美佳**

Formation mechanism of Li-Mn mixed-metal oxide by microwave irradiation on solid mixtures

Tomoya TAKADA

Mika MASAKI

Abstract

Formation condition of Li-Mn mixed-metal oxide by microwave irradiation on some solid mixtures has been examined. The mixtures consisted of $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ as Li source and MnO_2 , MnO or Mn_2O_3 as Mn source were employed as starting materials. The starting mixtures were irradiated with 2.45 GHz microwave. Temperature change of the samples during the irradiation was measured with radiation thermometer. Product analysis was carried out by X-ray diffraction measurements.

It was found that LiMn_2O_4 formed from the mixtures of $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ and MnO_2 or Mn_2O_3 , while the formation reaction did not occur in the case of the $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ and MnO . This difference in the reactivity is attributed to the microwave-induced spontaneous heating efficiency of manganese oxides. Formation mechanism of LiMn_2O_4 is discussed on the basis of the experimental results.

1. はじめに

複数の金属元素を含む酸化物である複合酸化物は、電子材料や磁気材料などとしてさまざまな目的に用いられている。複合酸化物のうち詳しく研究されているものの一つに、リチウム (Li) とマンガン (Mn) の複合酸化物がある。特に、携帯用電子機器に用いられる充電式電池の正極材料としての研究が広く行われており、希少金属であるコバルト (Co) の代替金属として Mn を利用するという観点から注目されている物質である。

Li-Mn 複合酸化物の製法としては、固相にて加熱する古典的な方法の他に、水熱合成法やエマルジョン法など種々の方法が研究されているが、その一つとしてマイクロ波照射による製法がある。マイクロ波合成法は、加熱対象物自体からの発熱により加熱を行なうため、古典的な外部加熱に比較して熱効率が高く、そのためエネルギーコストおよび処理時間の節約が期待できる方法である。

これまでに検討された Li-Mn 複合酸化物のマイクロ波合成法としては、以下のような例が挙げられる。

Yan らは、 $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ と MnO_2 を Li : Mn のモル比が 1 : 2 となるように調製した固体混合物にマイクロ波を照射した後、その混合物を加圧成型して再度マイクロ波照射を行い LiMn_2O_4 を得たことを報告している。¹⁾

Nakayama らは LiNO_3 と $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ を Li : Mn のモル比が 1 : 2 となるように調製した水溶液をつくり、

* 物質化学工学科准教授

(平成 21 年 11 月 7 日受理)

** 筑波大学大学院生命環境科学研究科生物資源科学専攻

その水溶液を加熱乾固させたものを原料としてマイクロ波照射し、 LiMn_2O_4 を得たことを報告している。²⁾ またこの著者らは、 $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ と Mn_2O_3 をLi:Mnのモル比が1:2となるように調製した固体混合物に対して、 CuO を熱媒体としてマイクロ波照射し LiMn_2O_4 を得たことも報告している。Fuらは、 LiNO_3 、 $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ および尿素の混合水溶液にマイクロ波照射し、その結果生じる自己着火反応によって LiMn_2O_4 を得たことを報告している。³⁾その他、Baoらによるゾルーゲル法とマイクロ波照射を組み合わせた方法の例などがある。⁴⁾

本研究では、より簡単な固相反応によるLi-Mn複合酸化物の生成機構に関するより詳細な知見を得るため、数種のMn酸化物(MnO_2 、 Mn_2O_3 および MnO)と $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ の反応によるLi-Mn複合酸化物の生成過程をX線回折測定(XRD)およびマイクロ波照射時の温度測定により観察し、原料の違いによる反応性の違いを調べた。実験の結果に基づき、固体混合物へのマイクロ波照射によるLi-Mn複合酸化物の生成機構について考察した。

2. 実験

2.1 試料の調製

原料として、酸化マンガン(IV)(MnO_2 、和光純薬工業(株)製、85.0%)、酸化マンガン(III)(Mn_2O_3 、和光純薬工業(株)製、99.0%)、酸化マンガン(II)(MnO 、純正化学(株)製、99.9%)および水酸化リチウム一水和物($\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ 、和光純薬工業(株)、98.0~102.0%)を用いた。 $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ とマンガン酸化物のうちの一つをモル比1:1で混合し、加圧成型により直径1cmの錠剤型に成型した。

2.2 マイクロ波照射時の温度測定

2.1に示した方法で調製した試料の錠剤を、セラミックス製の台に載せて電子レンジ(SHARP RE-BM24)に入れ、出力900W・周波数2.45GHzのマイクロ波を照射した。照射時間は5~120分とした。所定の時間毎にマイクロ波を切り、その後直ちに試料の温度測定を行なった。温度測定には放射温度計(HORIBA IT-540)を用いた。また、混合物ではなく各原料成分を錠剤成型した試料へのマイクロ波照射時の温度測定も行なった。

2.3 生成物の分析

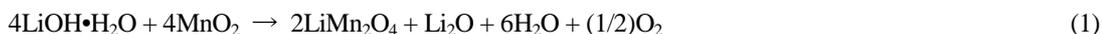
マイクロ波照射後の試料の結晶構造は、粉末XRD測定により確認した。XRD測定にはRIGAKU RAD-B X線回折装置を用いた。測定には $\text{CuK}\alpha$ 線を用い、管電流・電圧はそれぞれ20mA・40kVとした。測定されたXRDパターンからの生成物の同定は、JCPDSカードとの比較により行なった。⁵⁾

3. 結果

3.1 マイクロ波照射による各試料中の成分の変化

図1に、 $\text{MnO}_2+\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Mn}_2\text{O}_3+\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ および $\text{MnO}+\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ の各試料について測定された、マ

マイクロ波照射前後の XRD パターンを示す。MnO₂+LiOH・H₂O および Mn₂O₃+LiOH・H₂O の場合には、10 分間のマイクロ波照射後に LiMn₂O₄ が生成しはじめることがわかる。本研究では、LiMn₂O₄ の他に LiMnO₂ のような Li:Mn 比の異なる複合酸化物の生成もあり得ることを想定し原料の Li:Mn 比を 1:1 としたが、結果としては LiMn₂O₄ のみが生成物として得られる。この場合の反応は、次のようなものであると予想される：



ここで、Mn₂O₃ が関わる反応で消費される O₂ は、空気中の O₂ と考えている。

上記の変化に加えて、原料成分の回折線の強度が照射直後の早い段階で弱まるとともに、LiOH・H₂O の脱水により無水物の LiOH が生成することが明らかである。60～120 分間の照射後には、LiMn₂O₄ が主成分となる。回折線の強度が照射初期に弱まることは、結晶であった原料成分が無定形の構造へ変化することを意味する。本研究で用いた原料混合物から上記の反応式に従って LiMn₂O₄ が生成するとすれば、MnO₂ が関わる反応では Li₂O が生じるが、XRD パターンでは Li₂O は確認できない。このことは、Li₂O がそれ以上反応せず無定形のままであると考えれば説明可能である。

一方、MnO+LiOH・H₂O では、LiMn₂O₄ の生成は確認されない。MnO の回折線強度は、マイクロ波照射前後であまり変化がみられない。また、LiOH・H₂O からの脱水による LiOH の生成は確認されるが、それ以外には 120 分の照射後でも他の化学的変化はなく、LiOH と MnO の混合物のままである。

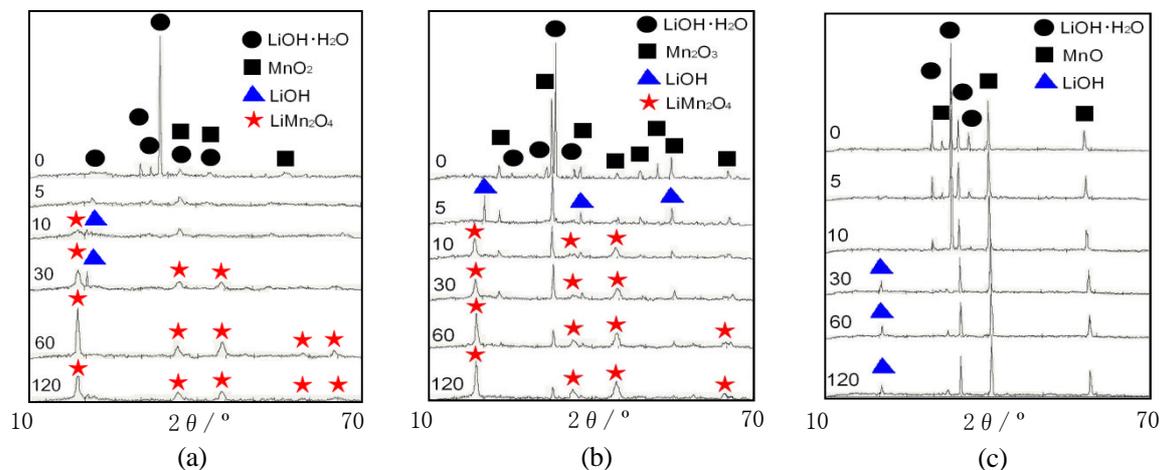


図1 マイクロ波照射による各試料の XRD パターンの変化：(a) MnO₂+LiOH・H₂O, (b) Mn₂O₃+LiOH・H₂O, (c) MnO+LiOH・H₂O. それぞれの XRD パターンの左側の数値はマイクロ波照射時間（単位：分）を示す。

3.2 マイクロ波照射による各試料の温度変化

図2に、各試料および原料成分へのマイクロ波照射時の温度変化を示す。MnO₂+LiOH・H₂O および Mn₂O₃+LiOH・H₂O では、約 250°C までの温度上昇が確認される。一方、MnO+LiOH・H₂O では、最高で 150°C 程度の温度上昇にとどまった。

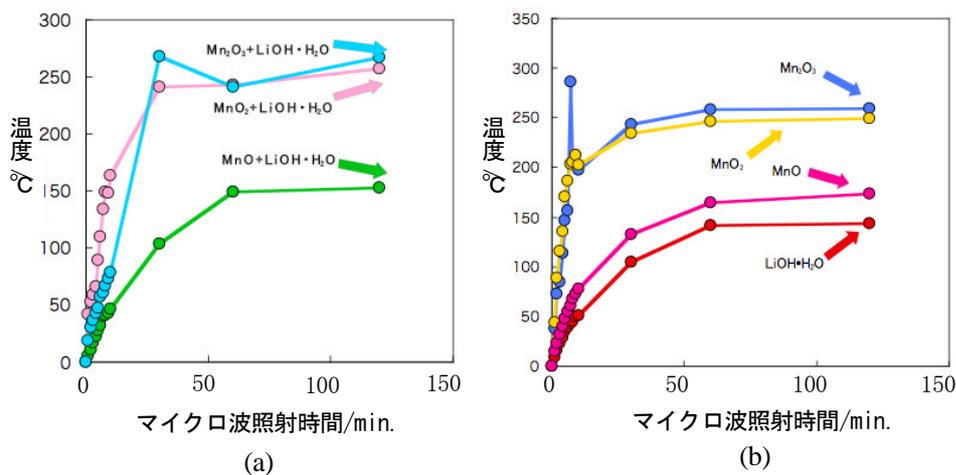


図2 マイクロ波照射による各試料および原料成分の温度変化：(a) 試料（原料混合物）、(b) 原料成分。

各原料成分単独での温度変化を比較してみると、MnO₂およびMn₂O₃ではやはり250°C程度までの温度上昇を示すのに対し、MnOおよびLiOH·H₂Oでは約150°Cまでである。

4. 考察

本研究での結果から、以下のことがわかった。

- MnO₂およびMn₂O₃を含む原料からはLiMn₂O₄が生成するが、MnOを含む原料からは生成しない。
- MnO₂およびMn₂O₃を含む原料はマイクロ波照射により高温に達するが、MnOを含む原料は比較的低温での温度上昇にとどまる。また、これらの温度変化は、各原料成分単独での温度上昇に対応している。

これらのことから、マイクロ波によるLiMn₂O₄の生成に際してはLiOH·H₂Oよりもマンガン酸化物の発熱の方が重要であり、MnO₂およびMn₂O₃はこの条件に適合することが明らかとなった。結果の項において、MnO₂およびMn₂O₃を含む原料ではマイクロ波照射直後の早い段階で原料成分に起因する回折線強度が弱まることを述べたが、この結果は原料成分がマイクロ波照射により非晶性の構造へ変化していることを示唆する。この構造が、LiMn₂O₄へと変化する反応性の高い構造であると考えられる。このことは、一般に最も安定な構造は結晶性の構造であり、非晶性へと変わった場合には化学ポテンシャルの高い状態となっていると考えることで説明できる。非晶性の構造への変化と温度上昇が並行して進行することで、LiMn₂O₄への変化が促進されると考えられる。これらのことから、LiMn₂O₄の生成にはマンガン酸化物の自己発熱と、それによる照射初期の構造変化が重要であると考えられる。図3に、本研究で提案する固体混合物へのマイクロ波照射によるLiMn₂O₄の生成機構のモデルを示した。

この変化の熱力学的な説明として、現時点では以下のような説明が考えられる。マイクロ波照射初期に非晶性の構造へと変わった状態のGibbs自由エネルギーをG₁[°]、その後のマイクロ波照射により結晶化した状態のGibbs自由エネルギーをG₂[°]とすると、これらの間の変化ΔG[°]は

$$\Delta G^{\circ} = G_2^{\circ} - G_1^{\circ} \quad (3)$$

と表せる。照射開始直後には、マイクロ波の吸収によりマンガンを含む成分が加熱されて無定形の構造となる段階がある。この間にはおそらく一時的な吸熱過程（マイクロ波の作用による加熱）での各成分自身の温度上昇による構造変化が起こっているものと考えられ、その結果として化学ポテンシャルの高い状態

となる。その後のマイクロ波照射では複合酸化物の結晶化が進行するが、この間には反応物の自己発熱と均一な結晶構造への変化が並行して進行する。この間の ΔG° は、上記の式より

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - (T_2 S_2^\circ - T_1 S_1^\circ) \quad (4)$$

となる。ここで、 ΔH° は反応熱 ($H_2^\circ - H_1^\circ$) であり、 T_2 および T_1 はそれぞれ結晶化した状態および非晶状態での温度である。自己発熱により反応が進行することから $T_2 > T_1$ であり、また非晶から結晶の状態へ至ることから $S_2^\circ < S_1^\circ$ であると考えられる。これらのことから、エントロピー項($T_2 S_2^\circ - T_1 S_1^\circ$)の正負は温度とエントロピーの大小の兼ね合いに依存すると考えられ、直ちに判断することは難しいが、このエントロピー項を補うのに十分な程度に発熱的 (エンタルピー項が負; $\Delta H^\circ < 0$) であれば ΔG° は負となり、自発的に反応が進行する。すなわち、この反応は、マイクロ波照射初期に起こる非晶化と、その後の結晶化に伴う熱的な安定化によって進行するものと考えられる。ただし、以上の反応過程の説明は現時点では推測であり、これまでに得られた実験結果では十分な説明は難しい。より詳細な反応過程について議論するには、熱分析によるマイクロ波照射時の反応物の熱的变化の追跡などが必要であろう。

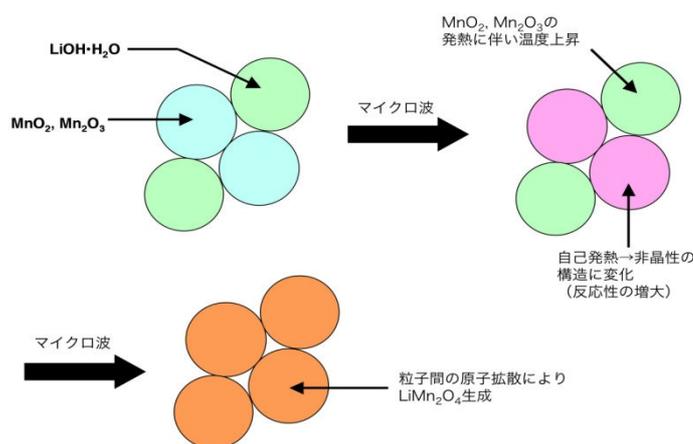


図3 LiMn_2O_4 の生成機構のモデル

5. 謝 辞

本研究は、財団法人北海道科学技術総合振興センター（ノーステック財団）の平成18年度基盤的研究開発育成事業若手研究補助金の助成を受けて行なわれた。ここに謝意を表す。なお、本研究の成果は第50回放射線化学討論会（平成19年10月、京都大学）にて発表済であることを付記する。

参 考 文 献

- 1) H. Yan, X. Huang, L. Chen: Microwave Synthesis of LiMn_2O_4 cathode material, *J. Power Source*, 81 - 82: 647 - 650 (1999)
- 2) M. Nakayama, K. Watanabe, H. Ikuta, Y. Uchimoto, M. Wakihara: Grain size control of LiMn_2O_4 cathode material using microwave synthesis method, *Solid State Ionics*, 164: 35 - 42 (2003)
- 3) Y. - P. Fu, C. - H. Lin, Y. - H. Su, J. - H. Jean, S. - H. Wu: Electrochemical properties of LiMn_2O_4 synthesized by the microwave-induced combustion method, *Ceram. Intern.*, 30: 1953 - 1959 (2004)
- 4) S. - J. Bao, Y. - Y. Liang, H. - L. Li: Synthesis and electrochemical properties of LiMn_2O_4 by microwave-assisted sol-gel method, *Mater. Lett.*, 59: 3761 - 3765 (2005)
- 5) JCPDS No. 7-222 (MnO_2), 7-230 (MnO), 24-508 (Mn_2O_3), 25-486 ($\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$), 32-564 (LiOH), 35-782 (LiMn_2O_4)

Teaching English by Conducting an English Discussion Forum

Katsuaki SOGAWA*

Abstract

English teaching methods must change according to the times and the needs of society. I present a five-week discussion forum with the aid of a native speaker with the goal of encouraging participants to discuss a range of topical issues.

This paper illustrates why and how the discussion was done by taking up the actual topic discussed with a background theory: cognitive apprenticeship. It explains how the principles of cognitive apprenticeship are embodied in the discussion with each component of discussion contents, and materials discussed. The discussion forum was examined by a questionnaire providing three questions for each of the principles of cognitive apprenticeship: content, methods, sequencing, and sociology.

In conclusion, to make discussion successful in cognitive apprenticeship environments, two things are particularly important to consider. The first is the discussion topic and the second is the role of the teacher. Without realistic topics, the principles of cognitive apprenticeship do not work effectively and discussion will not continue to flow. Speaking of the role of the teacher, the transition from the role of an instructor to a conductor is extremely important.

1. Introduction

A large number of native English speakers including 4,682 ALTs from 38 countries in 2009 (The JET Programme) have been making large contributions to the improvement of Japanese English education. However, we must seek together with native speakers what we can explore and how we should proceed toward English education in the twenty-first century. The more native speakers we have, the more teaching approaches there will be. The methods and the role of a teacher by which English is taught must be varied, depending on the learner and the environments where English is taught.

I present here one model focusing on the use of English with the aid of a native speaker: a 5-week discussion forum held every Thursday evenings in the fall of 2007 with the theoretical support of cognitive apprenticeship (Collins, 2006) which is designed to bring cognitive processes into the open, where students can observe, enact, and practice them.

2. Discussion Forum

The forum was organized for an Open School at Asahikawa National College of Technology. It was two hours in length with a five minute break in the middle. The goal of the forum was to encourage participants to discuss a range of topical issues in English, but I had two concerns before we started the forum.

- (1) How to get the participants to speak
- (2) How to get everyone to participate equally.

* 一般人文科教授

(平成 21 年 11 月 7 日受理)

The first concern is common in many English classes. The second is a problem in discussions everywhere, whether in participants' native language or not. Therefore, we elected to start off with some controlled exercises and slowly move into free discussion underlying the principles of cognitive apprenticeship environments. It is important to mention that throughout the controlled exercises we often launched into impromptu discussion when it seemed appropriate to do so. The role of the teacher is not teaching but conducting or guiding the forum. A teacher should be called a conductor.

2.1 Discussion Topics

- (1) Making Asahikawa a Better Place to Live
- (2) Global Warming
- (3) Food Safety
- (4) Japan Needs to Improve its English Education System
- (5) Tourism in Asahikawa

2.2 Participants

Nine people ranging in age from their thirties to sixties applied for the forum. All had an interest in learning English and all had previously studied English. However, a few participants had joined in the similar forums before, while others had experiences limited to discussing the types found in English textbooks – the weather, daily life, hobbies etc. It was, therefore, important to provide a relaxed atmosphere and encourage them to give their opinions by asking and welcoming questions in terms of scaffolding.

3. A Supporting Theory for a Discussion Forum

The world's economy has been shifting from an industrial economy to a knowledge based economy which requires education to be responsible for the greater diversity and increasing complexity. We must attempt to understand this change. One educational solution is the provision for optimal learning environments. The following views and studies on apprenticeship suggest clues to achieve this goal.

Mitsuo Ogawa, a master of building shrines who used to be an apprentice carpenter, said it was the hallmark of mastering skills beyond teaching for a master not to teach apprentices, but for apprentices to observe a task, to do it and to get advice only when they really get into a trouble. According to him, teaching limits learners' goal. Because when taught, they will not seek skills beyond what they have been taught (Yamada, 2008). He places a special emphasis on advantages of heuristic approaches.

Lave designed the teaching method, traditional apprenticeship based on the concepts of craft apprenticeship in West Africa (Lave, 1988). Her thought stems from the idea that "a person's intentions to learn are engaged and the meaning of learning is configured through the process of becoming a full participant in a sociocultural practice (Lave & Wenger, 1991)." Sawyer states in this respect that learning environments include not only schools and classrooms but also the many informal learning situations that have existed through history and continue to exist alongside formal

schooling (Sawyer, 2006). Collins updated the concepts of apprenticeship to make it relevant to modern subjects. The model of cognitive apprenticeship (Collins, 2006) is different from traditional classroom teaching; it includes giving students encouragement, advice, and tasks as well as the opportunity to observe and discover learning on their own. In Collin’s term, cognitive apprenticeship emphasizes generalizing knowledge so that it can be used in many different settings. It extends practice to diverse settings and articulates the common principles, so that students learn how to apply their skills in varied contexts. All these studies emphasize that learning must be heuristically conducted in a real-world practice and suggest wider flexibility in the management of English learning environments, and the transition of the role of a teacher from traditional classroom teaching.

Discussions match the principles of cognitive apprenticeship environments with respect to applying participants’ skills and knowledge in varied context. It is discussion concerning underlying cognitive apprenticeship that could provide a desirable learning environment which helps effectively obtain English communication skills by using English in many different settings. Under such a language environment, participants can have many opportunities to actually use English in different contexts while gaining a practical knowledge of current issues in which many people may be interested.

3.1 The Principles of Cognitive Apprenticeship

Cognitive apprenticeship is designed to bring cognitive processes into the open, where students can observe, enact, and practice them. It focuses on four dimensions that constitute any learning environment: content, method, sequencing, and sociology (see Table 1).

Table1. Principles for Designing Cognitive Apprenticeship Environments
(Collins, Hawkins, & Carver, 1991)

Content	Types of knowledge required for expertise
<i>Domain knowledge</i>	subject matter specific concepts, facts, and procedures
<i>Heuristic strategies</i>	generally applicable techniques for accomplishing tasks
<i>Control strategies</i>	general approaches for directing one’s solution process
<i>Learning strategies</i>	knowledge about how to learn new concepts, facts, and procedures
Methods	Ways to promote the development of expertise
<i>Modeling</i>	teacher performs a task so students can observe
<i>Coaching</i>	teacher observes and facilitates while students perform a task
<i>Scaffolding</i>	teacher provides supports to help student perform a task
<i>Articulation</i>	teacher encourages students to verbalize their knowledge and thinking
<i>Reflection</i>	teacher enables students to compare their performance with others
<i>Exploration</i>	teacher invites students to pose and solve their own problems
Sequencing	Keys to ordering learning activities
<i>Increasing complexity</i>	meaningful tasks gradually increasing in difficulty

<i>Increasing diversity</i>	practice in a variety of situations to emphasize broad application
<i>Global to local skills</i>	focus on conceptualizing the whole task before executing the parts
Sociology	Social characteristics of learning environments
<i>Situated learning</i>	students learn in the context of working on realistic tasks
<i>Community of practice</i>	communication about different ways to accomplish meaningful tasks
<i>Intrinsic motivation</i>	students set personal goals to seek skills and solutions
<i>Cooperation</i>	students work together to accomplish their goals

It is important to illustrate how the principles of cognitive apprenticeship environments are embodied in the discussion. I will explicate it by taking up the main constituents of the discussion.

4. Discussion Components with the Principles of Cognitive Apprenticeship Environments

The following is an outline of the second meeting, ‘Global Warming’ with brief explanations about why and how it was done in terms of the principles of cognitive apprenticeship and what happened in the forum. Note that each class had a slightly different format and the format was never followed exactly. Times were approximate.

(1) Speech – What can we do to prevent global warming? (10 minutes)

This part is derived from the principle of “content” in Table 1.

In all the meetings, participants were given a reading for the next week’s discussion. They were asked to read it and then each person was to start off the discussion with their thoughts about the reading (see appendix). Some questions were given at the end of the reading to help participants.

The reading and speech seemed to work well as participants had a chance to prepare themselves with new vocabulary and/or study material about the topic. All participants appeared to have gone over the reading. Some prepared actual written speeches.

(2) Sources of Energy (20 minutes)

This part comes from the principle of “sequencing” and “sociology”, especially from “increasing complexity”, “increasing diversity”, “community of practice”, and “cooperation” in Table 1.

After the speeches my partner, the conductor asked the participants what the sources for our energy were. He went around the class asking for ideas. Then participants were put into groups of about three each to come up with more ideas.

Small groups are a good way to warm up before a larger discussion with the entire group. With groups of three, there is a greater chance everyone will be able to participate. After the group discussion, participants were given a handout showing exactly what the sources of energy for Japan and the United States were (see appendix).

(3) Effects of Global Warming (15 minutes)

This part is deduced from the principle of domain knowledge in content.

In this phase of the discussion, the conductor asked participants what the effects (both positive and negative) of global warming were. This was an interesting discussion as some effects were negative for the world as a whole, but positive for Hokkaido.

(4) Kyoto Accord (15 minutes)

This part mainly comes from the “methods” and “sequencing”, which concern “modeling”, “coaching”, “scaffolding”, “articulation”, “reflection”, “exploration”, “increasing complexity”, and “increasing diversity”.

Here we had a brief discussion of the Kyoto Accord and what it meant for Japan and the world.

(5) What can we do as a nation, as a city and as individuals? (30 minutes)

This part is related to all the principles from both sides of the conductor and participants.

At this point all participants had gone over a reading before attending the meeting. During the meeting we listened to each participant’s comments. In the class we had discussed energy sources, the effects of global warming and the Kyoto Accord. Participants were now ready for a less controlled discussion about what we should do about global warming. My partner subdivided the topic into what we can do as a nation, as a city, and as individuals. Discussions were held in small groups and then we had whole class discussions. In some cases groups elected a spokesperson who related what their group had discussed. A discussion would then lead off from what the spokesperson said.

(6) Debate question (30 minutes)

Here, the “principle of sociology” plays an important role in terms of “situated learning”, “community of practice”, “motivation”, and “cooperation.”

The last section of this class was more of a debate than a discussion. Participants were asked to decide whether fossil fuels should be taxed (which would double the price) and the money used to subsidize renewable energy. We felt this was the most difficult part of the program for participants. Debate was new to just about everyone. Participants were unaccustomed to debate and lower level participants found it particularly hard to keep up with the higher level ones. In addition, I think some participants did not feel comfortable with confrontation. But they were happy working together in a group toward a goal, not working against someone.

5. Questionnaire

I provided three questions for each of the principles: “content”, “methods”, “sequencing”, and “sociology” as designed by Collins, Hawkins, and Carver, (1991) in Table 1.

I received six answers from those who had attended the final discussion forum.

5.1 Concerning the content principle

- (1) What was especially good in the discussion forum? (multiple answers)
- | | | | |
|--------------|---|---------------|---|
| (A) Lecturer | 6 | (B) Themes | 5 |
| (C) Contents | 6 | (D) Procedure | 6 |
- (2) Do you think the conductor had enough techniques to guide you for accomplishing tasks?
- | | | | |
|----------------------|---|---------------------------|---|
| (A) Yes, I think so. | 6 | (B) Yes, fairly well. | 0 |
| (C) No, not so much. | 0 | (D) No, I don't think so. | 0 |
- (3) Do you think the conductor had enough knowledge about the theme?
- | | | | |
|----------------------|---|---------------------------|---|
| (A) Yes, I think so. | 6 | (B) Yes, fairly well. | 0 |
| (C) No, not so much. | 0 | (D) No, I don't think so. | 0 |

5.2 Concerning the methods principle

- (1) Do you think that the conductor was good enough to encourage you to speak or give you enough questions to say your thinking?
- | | | | |
|----------------------|---|---------------------------|---|
| (A) Yes, I think so. | 6 | (B) Yes, fairly well. | 0 |
| (C) No, not so much. | 0 | (D) No, I don't think so. | 0 |
- (2) Did the conductor provide enough supports to perform a task?
- | | | | |
|----------------------|---|---------------------------|---|
| (A) Yes, I think so. | 6 | (B) Yes, fairly well. | 0 |
| (C) No, not so much. | 0 | (D) No, I don't think so. | 0 |
- (3) Did the conductor enable you to compare your performance with others?
- | | | | |
|----------------------|---|---------------------------|---|
| (A) Yes, I think so. | 6 | (B) Yes, fairly well. | 0 |
| (C) No, not so much. | 0 | (D) No, I don't think so. | 0 |

5.3 Concerning the sequencing principle

- (1) Do you think the materials for discussion topic was good enough to prepare for the forum and expand your opinions during the discussion?
- | | | | |
|----------------------|---|---------------------------|---|
| (A) Yes, I think so. | 5 | (B) Yes, fairly well. | 1 |
| (C) No, not so much. | 0 | (D) No, I don't think so. | 0 |
- (2) Did you find any insights about the discussion topic through the forum?
- | | | | |
|----------------------|---|---------------------------|---|
| (A) Yes, I think so. | 6 | (B) Yes, fairly well. | 0 |
| (C) No, not so much. | 0 | (D) No, I don't think so. | 0 |

- (3) Do you think the conductor gave an overview of the topic before the discussion?
- | | | | |
|----------------------|---|---------------------------|---|
| (A) Yes, I think so. | 6 | (B) Yes, fairly well. | 0 |
| (C) No, not so much. | 0 | (D) No, I don't think so. | 0 |

5.4 Concerning the sociology principle

- (1) Did discussion topics give you chances to practice making realistic conversations?
- | | | | |
|----------------------|---|---------------------------|---|
| (A) Yes, I think so. | 6 | (B) Yes, fairly well. | 0 |
| (C) No, not so much. | 0 | (D) No, I don't think so. | 0 |
- (2) Was dividing into smaller groups good for you to comfortably speak?
- | | | | |
|----------------------|---|---------------------------|---|
| (A) Yes, I think so. | 5 | (B) Yes, fairly well. | 1 |
| (C) No, not so much. | 0 | (D) No, I don't think so. | 0 |
- (3) Did you cooperate with other participants to solve the problem regarding the discussion topic?
- | | | | |
|----------------------|---|---------------------------|---|
| (A) Yes, I think so. | 6 | (B) Yes, fairly well. | 0 |
| (C) No, not so much. | 0 | (D) No, I don't think so. | 0 |

6. Discussion

According to the questionnaire, it was found that they learned the discussion topics in the context of working on realistic tasks and raised their intrinsic motivation, which were the key highlights of the forum. They practiced making realistic conversations not like those which were contrived through instructional ones.

The most notable thing was the large amount everyone learned. Perhaps we were lucky to have a group with so much to contribute, but we think all the participants came up with many interesting and valuable ideas. Connected to this, and equally as important, is the fact that we thought many participants forgot they were speaking English as they were focused on the topics. In most English classes, the topics are generally quite mundane. With topics that really matter, participants become more immersed in the topic.

They spoke freely without worrying too much about minor grammatical mistakes. In smaller groups, they spoke more freely comparing their performances among themselves and each group. They learned useful technical terms related to the topics through listening to other participants' ideas and reading the materials.

7. Conclusion

The goal was, to some extent, achieved from the results of the questionnaire based on the principles of cognitive apprenticeship environments. It is important to note however, that we had a small, motivated group. A larger group might have been more difficult. And even though the participants were motivated and had adequate language skills, the discussion needed constant moderating to ensure the discussion continued to flow.

To make the discussion successful in cognitive apprenticeship environments, two things are particularly important to consider. The first is the discussion topic and the second is the role of the teacher. Without realistic topics, the discussion gets boring due to the lack of authenticity and then the principles of cognitive apprenticeship do not work effectively. Speaking of the role of the teacher, the transition from the role of an instructor to that of a conductor is extremely important. That will contribute to wider flexibility in the management of language learning environments. In the discussion forum, we found the participants were actively engaged in tasks and were cooperating with each other, not working against someone.

References

- 1) The JET Programme - - Official Homepage of The Japan Exchange and Teaching Programme, Retrieved from <http://www.jetprogramme.org/e/introduction/index.htm>, 2009.10.25
- 2) Collins, A. Cognitive apprenticeship. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences*, 47-60, Cambridge University Press, (2006)
- 3) Collins, A., Hawkins, J., & Carver, S. M. (1991). In Collins, A. Cognitive apprenticeship, 50, orig., in B., Means, C. Chelemer & M. S. Knapp (Eds.), *Teaching advanced skills to students*, 216-243, San Francisco: Jossey-Bass, (2006)
- 4) Lave, J In Collins, A. (2006), Cognitive apprenticeship, 48, orig., *The culture of acquisition and the practice of understanding* (Report No. IRL88-0007). Palo Alto, CA: Institute for Research on Learning, (1988)
- 5) Lave, J., & Wenger, E *Situated learning: Legitimate peripheral participation*, 29, New York: Cambridge University Press, (1991). Sawyer, R. K. Conclusion: The schools of the future. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences*, 567-580, Cambridge University Press, (2006).
- 6) Yamada, T. *Nihon no chiriyoku*, [Knowledge power of Japan], *The Yomiuri Shimbun* (the front page), Tokyo: issued on July 23, 2008.

Appendix

The following is part of the reading material with a question handed at the previous discussion.

Question: What can be done to prevent global warming?

Source: *Global Warming*, Natural Resources Defense Council: <http://www.nrdc.org/globalwarming/f101.asp#1>, 2009.10.25

The date of the access: May 25, 2007.

Q: What causes global warming?

A: Carbon dioxide and other air pollution that is collecting in the atmosphere like a thickening blanket, trapping the sun's heat and causing the planet to warm up. Automobiles, the second largest source, create nearly 1.5 billion tons of CO₂ annually.

Here's the good news: technologies exist today to make cars that run cleaner and burn less gas, modernize power plants and generate electricity from nonpolluting sources, and cut our electricity use through energy efficiency. The challenge is to be sure these solutions are put to use.

Q: Is the earth really getting hotter?

A: Yes. Although local temperatures fluctuate naturally, over the past 50 years the average global temperature has increased at the fastest rate in recorded history. And experts think the trend is accelerating: the 10 hottest years on record have all occurred since 1990. Scientists say

that unless we curb global warming emissions, average U.S. temperatures could be 3 to 9 degrees higher by the end of the century.

Q: What country is the largest source of global warming pollution?

A: The United States. Though Americans make up just 4 percent of the world's population, we produce 25 percent of the carbon dioxide pollution from fossil-fuel burning—by far largest share of any country. In fact, the United States emits more carbon dioxide than China, India and Japan, combined. Clearly America ought to take a leadership role in solving the problem. And as the world's top developer of new technologies, we are well positioned to do so—we already have the know-how.

Below is part of the materials given during the discussion.

Sources: (1) Energy Information Administration, Official Energy Statistics from the U.S. Government.

<http://www.eia.doe.gov/oiaf/archive/aeo07/electricity.html>.

The date of the access: May 5, 2007.

(2) *Corporate Profile 2006*-Hokkaido Electric Power Co. Inc, p.5.

(1)

Figure 53. Annual electricity sales by sector, 1980-2030 (billion kilowatthours)

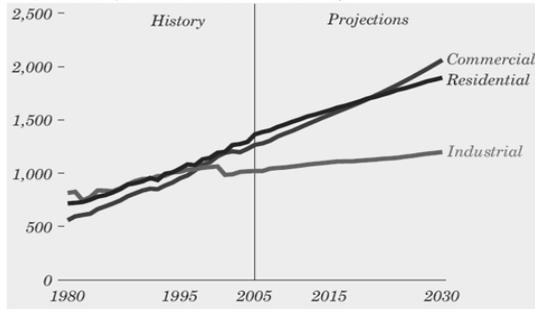
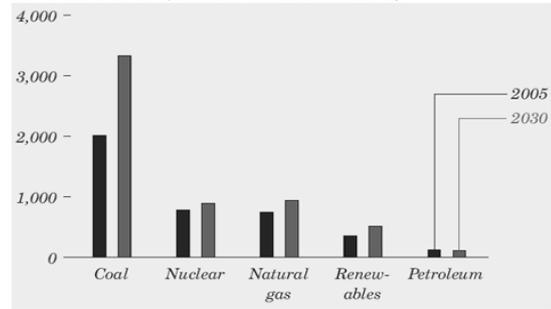
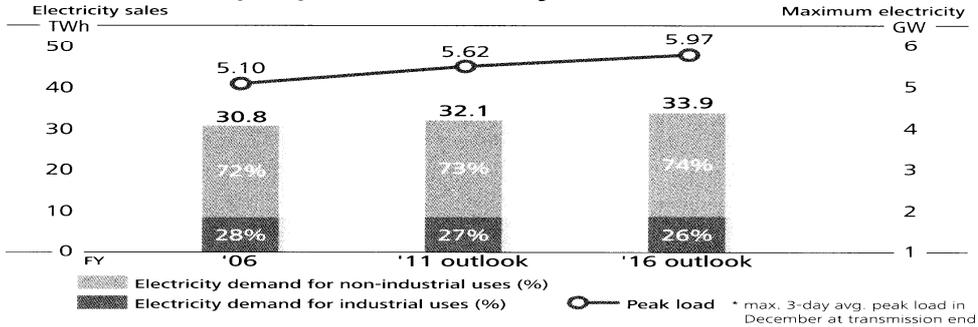


Figure 54. Electricity generation by fuel, 2005 and 2030 (billion kilowatthours)



(2)

Past results and prospects of electricity demand in Hokkaido



技術者倫理教育の取組み報告（第3報）

－「リスク管理とトレードオフの実践教育」活動－

土 田 義 之^{*}

Approach report of engineer ethics education (the third report). -Risk management and trade-off evaluation.-

Yoshiyuki TSUCHIDA

Abstract

This thesis executes risk management in a technological problem and reports on the result of the engineer ethics education in Asahikawa Technical College that maneuvers the trade-off.

1. はじめに

旭川高専では、JABEE で定められている技術者倫理の教育目標は、技術者はその社会的使命および職責を自覚し、品位を保持し、専門技術の向上に努め、技術的良心に基づいて行動し、業務に対して中立公正であり、秘密の保持、公正、自由な競争の維持に努めることが大事であると謳われている。

自国の文化と歴史を認識し、社会の諸問題に対する適切な判断を行ないうる資質を醸成し、地球的視点から多面的な諸問題に興味関心を持ち、理解し、専門分野の立場から技術者倫理の意識を持ち、自己の技術行為が及ぼす影響について理解できることを目標とする。

本論文は、旭川高専における技術者倫理教育の取組み、特に各々の社会問題の中でリスク管理に取組み、技術行為のトレードオフの判断をする等、実践演習を行った技術者倫理教育の成果を報告する。

(注)本論文でのリスク、トレードオフの定義は下記とする。

リスク：概念的には、①その事象が顕在化すると好ましくない影響が発生する、②その事象がいつ顕在化するかが明らかでない不確定性の発生があること、である。¹⁾

従って、被害規模と発生確率により好ましくない影響や明らかでない不確定性発生を評価することである。

トレードオフ：リスクでの好ましくない影響や明らかでない不確定性発生での被害規模と発生確率の相互比較により判断すること、である。²⁾

即ち、リスク防止するための努力が対抗リスクの増大を招くことであり、従って発生確率と被害規模とがトレードオフの関係にある。

* 電気情報工学科教授

(平成21年11月7日受理)

2. リスク管理教育の取組み

産業が変わった。日本の産業の製造の主軸が少品種大量生産から多品種少量生産へと移行し、技術空洞化の懸念をよそに製造拠点の海外移転が進んだ。その背景にICTの発展がある。経営も生産も研究も開発もICT抜きには考えられない。

そこに求められるのは、技術基盤の上に率先してこうした展開ができる高度な技術者の育成である。教育も変わり、学力や社会生活の状況が“多様な学生”を抱えることとなった。また、ICTを活用した高等教育の試みが進む中で、理科離れ、理工系離れが進み、製造業離れが進んでいる。

こうした中で、工学教育はどうあるべきか。増大しつつある分野固有の知識・技術から、学際的・先端的な知識・技術をどこまでどのように学ばせればいいのか。次代を担う人材に科学技術への興味を持たせ工学に興味をもたせるのに何ができ何をすべきか、技術者倫理教育の重要性が益々重要になってきた。

技術者倫理教育は技術者としての技術業務が社会全体に与える影響を把握することを主眼としている。社会規範や組織倫理から定まる行動規範を自らの良心に基づき、社会倫理を遵守する高い倫理観を持った法および倫理社会の社会規範を遵守するためのリスク管理、該各リスクのトレードオフの適正な判断を行なう教育を目指している。

技術者に要求される義務に関する規範、倫理綱領、更に技術者としての技術教育を進めるために、5つの社会的資本、即ち経済性管理、人的資源管理、情報管理、安全管理、社会環境管理の各責務を理解し、各々の社会資本の要因をリスクマネジメントと技術行為による相互比較の分析・判断を行ない、二律背反の要因のトレードオフの適正な判断を行なう素養を身につけるリスク管理教育を実践している。

このような日本の製造業が進めているリスク管理教育に呼応し、旭川高専では平成18年度から技術者としての技術者倫理教育の基本は、技術者としての行為のリスクの分析に重点を置き、新たな社会的資本の要因のリスク分析に基づいた視点から技術者教育を進めている。

技術者倫理教育の実践内容については、既報告の旭川高専研究報文第一報、第二報に報告している。^{3) 4)}

本論文は、技術者に備わべき技術行為でのリスクのトレードオフを身につける教育として、技術者倫理教育の中で、リスクバランスを考慮するPDCAサイクルの実践と成果の刈り取りについて検討している。

リスクの背景にある経済の発展と技術革新の相関による経済、人的、情報、安全、社会環境などの社会的資本を背景にし、色々なマトリックス的な角度から技術者教育を多面的に検討する。技術行為でのリスクのトレードオフを考え、プラスとマイナスの要因を判断し、その影響について技術者として検討することが出来る技術者倫理教育の取組み実績を平成18年度からの技術者倫理教育の実績に加味して、今後の教育の方向付けについて論述する。

3. 科学するリスク管理実践の技術者の心

平成19年度頃から増加しはじめたマンション耐震偽装、食品偽装、原子力等のデータ虚偽報告、特に平成21年度は顧客情報流出、食品偽装、原子力発電所データ改ざん等各種各様の技術者の倫理に基づく倫理観欠如による問題が多発している。

このような状況に鑑み、「社会に対する責任を自覚する技術者」、「技術問題に対するリスクの分析等を実

施し、トレードオフの判定を行なえる技術者」となるためには、技術者として如何にあるべきか、技術者の責務に関する規範を根幹にするリスクマネジメント、問題分析・解決法の検討、プロジェクトマネジメント等を理解できる技術者の育成を図る教育の醸成を実施してきた。

特に「公衆の安全が最も重視されるべき技術者倫理のバックグラウンドとして社会的資本（経済性、人的資源、情報、安全、社会環境）を整備する」には、これに携わる技術者と教育者は「社会的資本による個々の分析によるリスクを考慮できる高い倫理観の技術者の心を持った技術者と教育者」でなければならない。

4. リスク管理教育

4.1 リスク管理教育の概要

技術者倫理は、旭川高専専攻科1年次の前期必修として位置づけられている。

授業項目は技術者倫理教育の観点から各社会的資本での責務でのリスクとトレードオフを教育し、社会に対する技術者の責任と役割のケーススタディを実践する教育内容で構成し、全体で15コマの授業である。

表1にシラバスに提起している授業内容を示す。

表1 授業内容

(授業内容 講義：30時間，自学自習 60時間，総時間数 90時間)

授業項目	時間	内 容
1. 技術者倫理の概念	2	工学倫理について理解することができる。
2. 技術者倫理と技術倫理	2	技術者倫理が問われる事例学習を理解することができる。
3. 技術者の義務に関する規範	2	社会的資本を考慮する技術者倫理，リスクマネジメント，問題分析・解決法，プロジェクトマネジメント管理の責任と技術者としての役割を理解することができる。
4. 経済性管理でのリスクとトレードオフ	2	経済性管理に要求される技術者としてのリスクに関与する企画と計画を理解する。特に企画では技術者に要求される事業のリスクに関するフィージビリティスタディを学習する。
5. 人的資源管理でのリスクとトレードオフ	2	技術者として組織での構造と形態を認識し，人間関係，更に人の行動の内的・外的条件から考える行動科学的アプローチのリスクの重要性を学習する。
6. 情報管理でのリスクとトレードオフ	2	技術者としての情報管理のリスク，特に知的財産・産業財産権，不正競争，著作権，個人情報，セキュリティ管理について情報管理のリスクの面から情報管理の重要性を学習する。
7. 安全管理でのリスクとトレードオフ	2	安全衛生問題としてのリスク管理（社会的リスクや情報リスクをも含む）や，危機管理等に最適な分析・評価技術を用いるアセスメントを行ない，対策が検討できることを学習する。
8. 社会環境管理でのリスクとトレードオフ	2	技術者は公害・環境問題等を認識し，社会環境管理活動として要求されている事項とそれを実現する実践手段を学習する。

授業項目	時間	内 容
9. 国際規格・標準化でのリスクとトレードオフ	2	国際規格として、ISO9001, 10006, 14004, ISO/IEC17799, OHSAS18000 の概要と重要性について理解する。
10. 製造物責任	2	製造物責任法 (PL 法) について日本企業の外国における PL 訴訟事例を理解し、日米欧の PL 法比較を学び理解する。
11. 社会に対する技術者の責任と役割 (1) のケーススタディ	2	事例学習 (1) (建設分野における事例) からリスクとトレードオフの内容を理解する。
12. 社会に対する技術者の責任と役割 (2) のケーススタディ	2	事例学習 (2) (機械製造分野における事例) からリスクとトレードオフの内容を理解する。
13. 社会に対する技術者の責任と役割 (3) のケーススタディ	2	事例学習 (3) (化学分野における事例) から責任と技術者の役割とリスクとトレードオフの内容を理解する。
14. 社会に対する技術者の責任と役割 (4) のケーススタディ	2	事例学習 (4) (原子力分野における事例) からリスクとトレードオフの内容を理解する。
15. 総括	2	技術者倫理に求められる社会的資産の経済性管理, 人的資源管理, 情報管理, 安全管理, 社会環境管理, 国際規格を含めた技術全般に対するリスクとトレードオフを実践する総合判断と, 法及び倫理の社会規範の遵守に関する適正を総括に判定する試験を行う。
◆ 自学自習 ・課題によるレポート作成 (13 時間) ・予習・復習 (15 時間) ・定期試験対応 (2 時間)	60	技術者倫理に求められる経済性管理, 人的資源管理, 情報管理, 安全管理, 社会環境管理, 国際規格を含めた広範囲な技術全般の自学自習時間を総合して 30 時間と考えている。

4.2 リスク管理教育の講義の概要

技術者が社会に貢献する上で、社会的資本を考慮するリスク管理に基づいてトレードオフの判断を実施する技術力の醸成は不可欠である。

しかし、単に技術力だけで社会的責任を果たせるかということ、人材育成について高専で行う技術者倫理教育の範囲では、社会的環境に接する機会が少なく、技術者教育に必要な生の情報が少ない等の背景を加味すると簡単ではない。

よく言われるように技術力の基本は、「ものづくり」、「ことづくり」にある。そして技術者が係った「ものづくり」、「ことづくり」は、最終的には何らかの形で社会の用に供され、社会から評価を受け、社会貢献することになる。

一方で、このように「もの」、「こと」を介して間接的に社会と結びつかざるを得ない技術者の行為は、時には技術者として公衆を遠ざけてしまう誘因となってしまう。

その結果、技術に固有の倫理的ジレンマとなって技術者を悩ませ、更にリスクを考え、分析・解析を実施し、トレードオフの判断を行う事が常に求められている。このことから、教育者自らが常に技術者倫理を遵守し、継続・教育していかなければならない理由がここにある。

このような背景から、各社会的資本に基づいた技術者としてのリスクの責務を個々に理解し、リスクマネジメントとトレードオフの適正な判断を行なう技術者の素養を醸成する必要が求められる。

技術者倫理を醸成する教育の目的から、技術者として社会で遭遇する倫理的ジレンマとリスクマネジメントを学生に予め体験させることを計画した。

これらの問題にどのような手順で、どのような心構えで対応すればよいのか、演習課題を通して社会的資産を背景にしてリスクとリスクのトレードオフを習得できるのではないかとということで、実践的な技術者としての倫理学習とリスクマネジメントに焦点を当てた課題を準備した。

表2は平成21年、**表3**は平成20年、**表4**は平成19年、**表5**は平成18年に実施した演習課題のテーマである。

各演習課題は、倫理問題とリスク管理を考察する上で、社会的資本をベースに潜在的に考えられるリスクと該各々のリスクのトレードオフを進める基礎的な概念、理論を理解し、技術者が社会に対して技術的責任を認識出来ることを狙いとしている。

演習事例の分析に基づき、技術者が出会う倫理はリスクを加味したあらゆるジレンマを疑似体験し、倫理的問題解決のための手法、リスク分析の手法、トレードオフする手法等を理解し、具体的にトレードオフを分析する能力の醸成を図ることを目指している。

その結果が今後の技術者として進む方向に適用ができ、組織との連関の中で技術者倫理を考える視点を認識し、技術仕様や設計における社会との関係性について理解することである。

表2 平成21年度の演習課題

演習に使用した社会情報			
1	三菱UFJ証券，顧客情報流出	11	受精卵扱う不妊治療施設「二重点検せず」15%
2	発明対価5600万円に増額（ラベルライター）	12	クレーン落下，一人死亡，東京の工事現場
3	ブラウン管TV経年変化，発火事故105件	13	携帯などの「組み合わせソフト」，開発費の49%
4	ズワイガニ，実は紅ズワイガニ	14	通販，返品表示大きく
5	ズワイガニコロッケに別のカニ，排除命令	15	無届ホーム，6割が建築基準法違反
6	ホテルで18人ガス中毒化（山口CO中毒）	16	リコール消費者に伝わらず，公表後の事故3325件
7	不当廉売で注意，3654件	17	三菱UFJ証券社員，全顧客の情報148万人分流出
8	クレーン横転，工程と違う場所で作業	18	原発配管データ改ざん，
9	三菱UFJ証券流出，情報管理体制問われる	19	個人情報の載った備品競売
10	コメ・麦調査データ捏造		

表3 平成20年度の演習課題

演習に使用した社会情報			
1	中国産ウナギ, 国産と偽装	14	環境と企業経営, 環境分だけでコスト削減
2	ウナギ偽装で捜査, 産地虚偽表示容疑	15	環境と企業経営, 投資マネーは大企業
3	飛騨牛偽装	16	北海道開発局談合
4	ギョーザ事件再発防止策	17	製品不具合, 改正消安法
5	著作権制限, 年内に結論, 海賊版対策を強化	18	三菱UFJ銀行, ATM障害, プログラム確認手薄
6	小六転落死, 天窓に柵なし	19	駅エスカレータ急停止, 11人けが
7	企業とIT, 変わるオフィス, 労働時間を細かく把握	20	ジェットコースタ事故, 車軸金属疲労か
8	企業とIT, 変わるオフィス, 全社のノウハウ共有	21	ミートホープ社長, 実刑確定
9	企業とIT, 変わるオフィス, 漏洩防止, コスト急増	22	原発配管強度に計算ミス, 計算ソフト欠陥
10	札幌市で水処理談合疑惑	23	原発の耐震性, 各社問題なし, ばらつく安全の”のりしろ”
11	採決器具, 伝わらぬ怖さ, 使い回し全国で発覚	24	30代男性の労働, 2割が週60時間以上
12	鉄鋼大手, 捏造相次ぐ	25	不二家事件で痛感した「内部統制」の限界
13	環境と企業経営, 膨らむ対策費, 新たな課題		

表4 平成19年度の演習課題

演習に使用した社会情報			
1	大日本印刷, 個人情報863万件流出	13	最低賃金引き上げ, 厚労省と都道府県に要請
2	改正消費安全法5月施行	14	大規模災害・テロでも業務継続, 金融機関の備え点検
3	10社の原発, 不正報告	15	ジェットコースタ事故
4	北海道電力, 検知器不正改造	16	全日空でシステム障害
5	日本原燃再処理施設, 耐震設計で計算ミス	17	NEC, 裏金問題
6	パソコン電池, 発火事故	18	富士通子会社循環取引
7	エレベータ, ロープ破断で出火	19	松下, 電子レンジ, 冷蔵庫部品不具合, 発火のおそれ
8	オーチス, 約2年間さび放置	20	ネット上の違法, 有害情報, 海外サーバ経由 3割弱
9	NTT東日本, IPでネット障害	21	ミートホープ社, ミンチ偽装事件
10	ヤマハ発動機, 電動自転車22万台回収	22	温泉施設で爆発, 3人死亡
11	過労自殺, 最多の66人	23	日航, 半年で160件安全に係るトラブル
12	設備の償却年数, 簡素化	24	内部監査持つ大学1/3

表5 平成18年度の演習課題

演習に使用した社会情報			
1	アスベスト問題	13	大地震・テロに備え証券大手が危機対策強化
2	東京証券の情報処理のトラブル	14	ヤフーBB, 顧客情報流出
3	製油所, 相次ぐ火災事故	15	汚泥施設談合
4	JR尼崎脱線事故	16	有機リン系農薬慢性毒性の懸念
5	NTTデータ情報流出	17	シンドラー社エレベータ事故
6	終末期医療, 国立大病院調査	18	クローン胚研究指針案, 生命倫理に厳格条件
7	三井住友銀行の問題取引・業務停止命令	19	KDDI, 顧客情報流出
8	残留農薬規制の対応	20	愛媛県警捜査資料, 情報流出
9	マンション偽装問題	21	電力の脆弱性-首都圏大停電-
10	公共工事の談合問題	22	過度のコスト削減, 建築士26%受けた
11	JR東日本, トラブル多発	23	民間工事も「丸投げ」規制
12	ネット競売問題 (ネットオークション)	24	非製造業の生産性上昇, IT化などの効果

4.2 リスク管理を加味する技術者倫理教育の実践

技術者倫理教育の目指す学習方法は、自ら考え、リスク分析を行い、トレードオフの判断を行なう学習が狙いである。

各年度で新聞報道に取上げられた技術者倫理に関する最新の技術問題を取上げ、グループ討議を行い、リスク管理の分析とトレードオフの解析の判断を行なう演習を実施。

(1) 自ら考える技術者倫理教育

授業はややもすれば、学生が講義の話を聞くだけの座学で終わってしまうことが多い。技術者倫理は学生が自ら当事者になったつもりで自らを分析し、自らの考えをまとめた上で他の考えと比較しながら学んでいくという学習形式が望ましい。

進め方としては、以下とした。

- ① 毎回講義にふさわしい、その時点の最新の新聞報道記事等の事例の提示
- ② 事例の中で状況、登場人物の立場に自分自身を置き換え、社会的資本（経済性、人的資源、情報、安全、社会環境）に基づき、どう行動するか、リスクの問題は何か、トレードオフの検証の検討
- ③ 検証した結果について、問題点のリスク、リスク分析、社会資本に基づくトレードオフの検証をポートフォリオを使用してリスクについて整理をし、まとめレポートする

このような報道記事を使用する分析では、新聞記事は事故顛末という評論としてのまとめの報道になっており、事故発生した後の第三者的な議論になることが避けられない

しかし、技術者としてリスク分析の対応策を考察する際の困難や、自分の判断がどういう結果になるのかを予測する際の困難、様々な圧力の中で対応策の実行を決断する際、抜け落ちてしまう懸念がある。

技術者倫理として技術者が本当に学び、身につけなければならないのは、“未完結の状況の中で、このような困難をどう克服するか”である。

(2) 理解度を高める技術者倫理教育の工夫

技術者倫理教育を進めて行く上で、現実のリスク管理をより実体験し、技術者の目線でリスクを考える必要がある。

テキストは社会的資本（経済性、人的資源、情報、安全、社会環境）をリスク管理とともにまとめ、学生が社会に出て現実の倫理的ジレンマに遭遇した際に活用できるものとして「技術士制度における総合技術監理部門の技術体系」第2版 社団法人 日本技術士会発行、「組織の危機管理を考える」北海道技術士センター 青年技術士協議会 危機管理研究会発行、を使用した。

リスク管理からの技術者としてのトレードオフによる倫理的な判断は、“個人と組織、組織と社会の相互作用の中で発生するような価値の間のバランスをとること”と思われる。

技術者倫理的な価値を重視するかは個々によって異なる。

しかし倫理的な判断に必要なことは、自らの行動基準になっている「価値」を社会的資本に基づく他者の「価値」を比較しながら問いただし、再構築することである。

JABEEに基づく技術者倫理教育は、社会的資本に基づいてリスク分析を行ない、トレードオフの判断を行なうことにより、「自らの価値観とどれだけ向き合ったか」を評価基準とするのが技術者倫理教育の狙いである。

4.4 技術者倫理教育での演習の議事録

以上の教育目標から技術者倫理教育を行うにあたり、経済の発展と技術革新の相関により、社会的資本（経済性、人的資源、情報、安全、社会環境）を色々な角度から技術者倫理の問題としてリスク分析の判断材料とし、更にリスクを分析することでトレードオフを考慮する演習を実施。

平成20年度、21年度に実施した演習の検討テーマと演習での問題点を表6、7に示す。

表6 平成21年度の演習検討テーマ

	演習テーマ	問題点
1	三菱化学コンビナート火災	①設備の安全措置, ②安全管理面の問題, ③発火に対する安全措置, ④被害拡大を防止する安全措置
2	ズワイガニ品質表示問題について	①信頼性の損出を最小限に抑制するリスク, ②企業イメージ悪化抑制のリスクのトレードオフ
3	家電製品の経年変化による発火事故問題	①コスト削減と製品の安全性に直結する品質管理, ②経年変化を意識した安全性の確保
4	三菱UFJ流出	①情報漏えいの情報管理のリスク, ②被害者への対応, ③社内の責任能力と情報管理のリスク
5	出光興産タンク火災事故	①長周期地震等の安全管理の問題, ②被害状況報告の不備でのリスク, ③消火方法の知識不足のリスク
6	新作ゲームの著作権と流出問題	①寄与侵害と直接侵害のリスク, ②マジコン対策のプログラム管理のリスク問題
7	iPod燃焼事件	①故報告義務の理解不足によるリスク, リコールを認めない社内体制の問題, ②経済産業省の呼びかけの対応リスク問題

表7 平成20年度の演習検討テーマ

	演習テーマ	問題点
1	うなぎの産地偽装事件	①法令順守に対する意識, ②売り上げと在庫処理に対する法令順守の義務を犯すことのリスクのトレードオフ, ③食品の安全管理
2	大飯原子力発電所, 一次冷却管に生じたヒビ割れに関して	①品質管理(超音波探傷検査の精度)のリスク, ②経済性管理(定期点検の間隔)のトレードオフについて
3	東京都杉並区での小6男子天窓転落事故	①設計時の天窓の危険性の説明責任と教員の危険性に対するリスクの認識の欠如
4	細胞バンク事業におけるリスクマネジメント	①DNA管理等の情報管理のリスク, ②データベース管理での個人情報管理のリスクについて
5	三菱UFJ銀行のATM障害	①新システムのプログラム開発でのリスク, ②情報伝達方法の情報開示のリスク
6	こんにやくゼリーによる窒息事故	①危険意識徹底のリスク管理, ②注意表示等の情報管理, 品質管理のリスク問題
7	筑波市の回らない風車について	①設計時の環境調査の情報管理のリスク, ②コスト等の経済性管理のリスクについて

表6に示した平成21年度に実施した技術者倫理教育演習の代表2グループの議事録の抜粋を示す。

(1) 事例：ズワイガニ品質表示問題について

技術者倫理演習 議事録

テーマ：リスク管理とトレードオフ

事例：ズワイガニ品質表示問題について

発表日：平成21年9月29日（火）

生産システム専攻科 1年 佐藤，岸山，長岡

1. 概要

事件の概要を説明する。2009年6月15日、日本水産が販売していた冷凍カニコロッケ「ずわいがにコロッケ」が、原材料に高級なズワイガニではなく安価なベニズワイガニを使っていたことが事件の発端である。ベニズワイガニは近縁種で、漁獲量も多く、卸売価格もズワイガニは8分の1倍程度という。その後、調査が進むことによって他2社も自主的に報告した。

2. 経緯

2009年02月20日 日本水産が「優良誤認」のおそれがないか、自主的に公正取引委員会に問い合わせる。

2009年04月01日 景品表示法被疑事件として取り扱うと通知される。

2009年06月15日 日本水産が景品表示法違反（優良誤認）で排除命令を出される。

2009年06月16日 日本製粉と日本ハムが自主的に自社製品を調査し、農林水産省に報告。

2009年06月26日 農林水産省から、JAS法違反（不適正表示）で是正指示を受ける。

3. 問題背景のリスク分析

今回の事件の背景には、安価な「紅ずわいがに」を使い、高価な「ずわいがに」と表示することで、多額の利益を得ようとしていることが分かる。

生産者の利益と消費者への信頼を天秤にかけた時に、利益を取ったということである。右の図1を使いリスク分析を行った場合、Cと考えることができる。理由は以下のとおりである。

- ・対象商品の全てに「紅ずわいがに」が使われている。
- ・紅ずわいがに自体は安全な食品である。

以上のことから、人的被害が少ないころから自主的に発表したのではないかと思う。

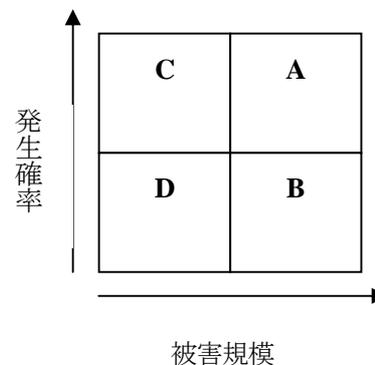


図1 リスク図

4. 評価

今回の事例でもっとも評価できることは、3社とも自主的に発表していることである。近年では隠蔽するよりも自社の膿は早めに出したほうが良いという考え方がある。

また、食品の安全には問題ないことから公にしやすい環境にあったとも言える。既に販売した商品は回収していない。そして自主的に発表することで自社の企業体質が優良であることを示そうとしている。また、他社が便乗して発表することでイメージの低下を分散させ、最小限におさえる効果もあると思われる。

5. まとめ

食品関係の事件は、我々にとって非常に身近なものであり、消費者たちに与える不安は非常に大きいものといえる。

不当表示に気付き、そして早期に消費者へ伝えた事で、信頼性の損失を最小限に抑えつつ、企業のイメージ悪化も抑えることが出来た、良い事例の一つである。

今後も、生産者は情報の公開を迅速に行い、消費者に事実を伝える事が重要である。

(2) 事例：三菱化学コンビナート火災

技術者倫理演習 議事録

テーマ：リスク管理とトレードオフ

事例：三菱化学コンビナート火災

発表日：平成21年9月29日（火）

応用化学専攻科 1年 小笠原，小野，本多

1. 事件概要

12月21日三菱化学コンビナートで火災が発生し、12時間後消火されたが、4人死亡。

2. 事故原因

- ・バルブの点検中、クエンチオイルの元栓が開いていたために漏れ出し、それが何らかの原因により発火。**図2**にバルブ周辺の概要を示す。
- ・発火原因は、静電気や機械による電気火花によるクエンチオイルの発火、又は高温部にふれたことにより発火したものだと推測される。
- ・しかし、正確な原因の特定には至っていない。

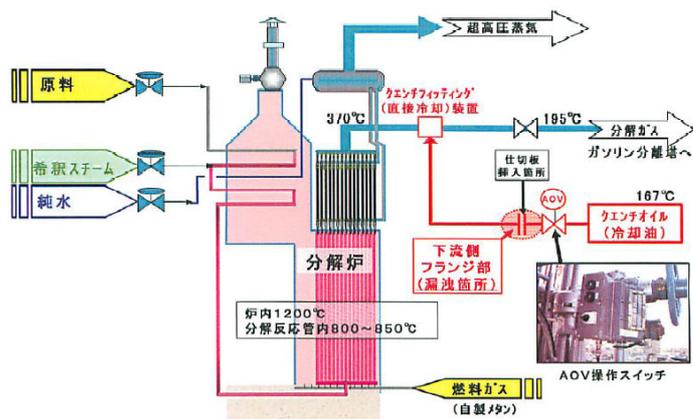


図2 出火原因のバルブ周辺の概要

(出典：三菱化学 (株)鹿島事業所火災事故 調査等委員会報告書⁵⁾)

3. 問題点

- ・ 出火元となったバルブの誤作動を回避するための安全対策を作業指示書などに記載していなかった。
- ・ メンテナンス作業中の安全対策を怠っていた可能性がある。
- ・ 現場のエチレンプラントでは、平成4年12月と16年12月にも火災が発生。

4. リスク図からの考察

- ・ この様な事故は、近年では2, 3年おきに起こっている。発生確率も高い。
- ・ リスク図から考えると、図3の様にリスク低減領域と呼ばれる。
- ・ よって、リスク低減対策をとる必要がある。

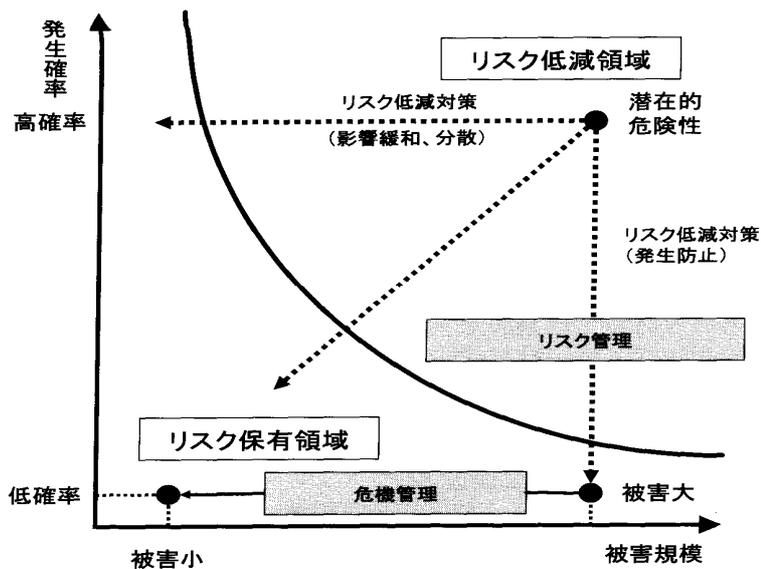


図3 リスク図の考え方

(出典：技術士制度における総合技術監理部門の技術体系 第2版 社団法人 日本技術士会⁶⁾)

5. 今後の対策

1) 設備の安全措置

- ・バルブの変更，操作方法の明瞭化。

2) 安全管理面の対策

- ・リスクの評価・把握，リスク管理の強化。
- ・相互連絡の徹底。
- ・工事安全確認手順の明瞭化。

3) 発火に対する安全措置

- ・電気火花，静電気，高温部熱面の対策。

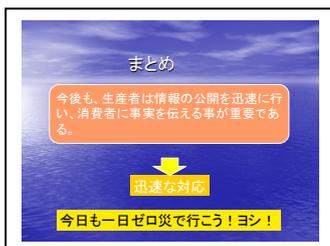
4) 被害拡大を防止する安全措置

- ・協力会社への放送設備設置。
- ・避難誘導の円滑化。

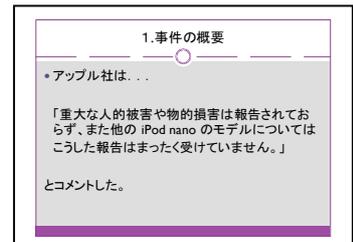
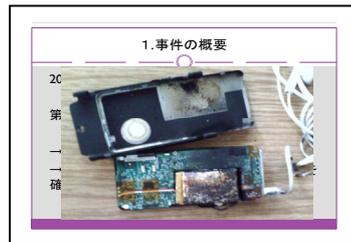
4.5 技術者倫理教育演習事例

平成21年度にリスクの分析を行ないトレードオフの検討を実施した技術者教育の3件の演習事例を紹介する。

(1) ズワイガニ品質表示問題について



(2) iPod 燃焼事件



1. 事件の概要

しかし...

17件の事故が起きていた。

そのうち14件は、経済産業省に内容が報告されていない。経産省は、全事故の報告を求めたが、未報告の事故にはケガ人が**2件**発生

2. 問題点

- 第一に挙げられるのは、事故報告義務に関する理解の不足である。
- 第二に、今回の問題が重大な人的被害や物的損害を起こす可能性があるにも関わらず、これを認めないというアップルの体制である。
- 第三は、経産省の呼びかけの不徹底さ。

3. 解決方法

- 企業を運営していく上で法知識を、現場の社員を含め十分に理解することである。
- 問題が大きなものであるという認識を持ち、消費者へHPやメディアでもって早急に情報を公開する。
- 報告義務等をガイドラインとして作成し、企業に周知・徹底させること。

4. 結論

事故への不適切な対応...

- 消費者の信頼を失うことになり、
- 社員のモチベーションの低下にも繋がる。

このような事態を招かないために**リスクマネジメント**が求められる。

5. 参考URL

- <http://www.apple.com/jp/>
- <http://www.afpbh.com/article/environment-science-it/2508744/3240951>
- <http://japanese.engadget.com/2008/03/12/ipod-spark/>

(3) 新作ゲームの著作権と流出問題

新作ゲームの著作権と流出問題

1P-02 池田 和男
1P-03 磯部 祐介
〇1P-12 別役 厚徳

緒言

7月9日に7月11日発売の『ドラゴンクエストⅩ』が流出

ネット上からゲームデータをダウンロードできる状態

マジコンで動作できるようになる

マジコンとは

ゲームソフトに搭載されたバックアップROM/メモリーチップを、専用のプログラムで書き換え、読み出し可能な状態にすることで、ゲーム本体を起動させることができる。

主な特徴

- ゲームソフトのコピー(バックアップ)及び起動
- 本体プログラムの起動
- 画像表示及び音声表示、音楽・動画の再生

出典 GIGAZINE

著作権

私的複製は法律上認められている

↓

許諾なき複製

↓

売買や無料配布

↓

違法

関係性

マジコンはバックアップROMの一部

⇒ 単にマジコン自体は違法性はない

↓

しかし、バックアップデータがインターネット上で野放しされている

↓

オリジナルと変わらないプレイ環境

↓

こうした行為が禁じられる

ゲーム制作会社からマジコンの流通制限を要望

寄与侵害

違法配布されているバックアップデータを入手する

⇒ **ここでマジコンを頒布するのは難しい**

直接侵害

バックアップデータを公衆に頒布する

⇒ **ここでの規制は可能**

問題点

- 流出したことに落ち度はないのか
- マジコン対策のプログラムをすれば十分だったのか

対策

- マジコン販売規制の強化
- 情報流出の防止
- みせしめの逮捕

結言

絶対

5. おわりに

演習から、学生の演習に対する掘り下げの程度に差はあるが、学生ひとりひとりが技術者としての社会的責任に対する意識の変化とリスクの捉え方、更にリスクを分析し、リスクのトレードオフする技術者と

しての心構えが確認できた。

技術者倫理の学習上での留意点として、法及び倫理社会の社会規範を遵守するための適正な判断を行い、技術者として要求される義務に関する規範、倫理要領、更に技術倫理の側面から必要とされるリスク管理としての経済性、人的資源、情報管理、安全管理、社会環境管理の責務とリスクのトレードオフの判断を行うリスクバランスを図ることが必要である。

このように新聞報道等の社会情報を題材に技術者倫理をグループ討議を行なうことで、情報社会におけるプロフェッショナルな技術者としてのプライドを身につけることが出来るものと確信する。

しかし、倫理観は現実の場面で自らの行動を選択する過程で訓練されるもので、今回の技術者倫理教育の演習が長く記憶にとどめ、実社会の中で実践していくことを願う。

最後に本演習を実践した専攻科の学生の高い倫理観と強い責任感を身につけた技術者として成長することを切に希望する。

参 考 文 献

- 1) 橋本俊昭：リスク学入門Ⅰ，岩波書店：165(2007)
- 2) (社)日本技術士会：技術士制度における総合技術監理部門の技術体系 第2版，社団法人 日本技術士会：134(2004)
- 3) 土田義之：技術者倫理教育の取組み報告，旭川工業高等専門学校研究報文，44：87-94(2007)
- 4) 土田義之：技術者倫理教育の取組み報告(第2報) 「情報社会における技術者倫理教育」演習取組み報告，旭川工業高等専門学校研究報文，45：65-74(2008)
- 5) 三菱化学(株)鹿島事業所火災事故調査等委員会：三菱化学(株)鹿島事業所火災事故 調査等委員会報告書，
<http://www.meti.go.jp/committee/materials/downloadfiles/g80410b05j.pdf>，(2009)
- 6) (社)日本技術士会：技術士制度における総合技術監理部門の技術体系 第2版，社団法人 日本技術士会：135(2004)
- 6) (社)日本技術士会：技術士制度における総合技術監理部門の技術体系 第2版，社団法人 日本技術士会：135(2004)

発明のライフサイクルに応じた知的財産教育

土 田 義 之^{*}

Intellectual property education in view of the technology life cycle

Yoshiyuki TSUCHIDA

Abstract

It is necessary and indispensable to use outside knowledge and the technology for developing open innovation.

This report describes an approach to the intellectual property education in view of the patent life cycle, research, invention, technology transfer, intellectual property establishment.

1. はじめに

近年、技術の高度化・複雑化や経済のグローバル化の進展等を背景に技術のイノベーション活動が教育・研究活動への取り巻く環境が急速に変化し、技術の多様化と専門性、更に研究成果のシーズの成果技術を使用する側のユーザニーズの多様化が進んでいる。

又、製品と技術のライフサイクルが短縮化傾向にある中、技術市場を取り巻く環境が大きく変化し、研究・教育の取組みが的確に対応していくことが求められている。

そのためには、様々な外部の知識情報、技術等のリソースを効果的に活用し、学内の研究・教育の各分野のシーズと組み合わせることにより、研究・教育の成果の中から知的財産の権利を成果として生み出すオープンイノベーションの取組みが特に重要になってきている。

このような研究・教育環境の背景から、現在いろいろな観点から知的財産に関する産学連携の取組みを進めている。

従来の自己の研究成果を単に開放することなく、自己の技術を競争相手が模倣する防止を目的とする知的財産管理を徹底し、当該技術を独占的に利用してきたクローズドイノベーションから、研究・教育の流動化を促進するための多様な知的財産資源を活用する出口管理を狙いとするオープンイノベーションの拡がりが進展してきている。

それと共に知的財産権自体の役割が大きく変化し、オープンイノベーションへの拡がり研究・教育の中に様々な影響を及ぼすようになってきた。

イノベーション活動を推進するには、研究・開発を一企業や学校で行なうには余りにも負担が大きく、

* 電気情報工学科教授

(平成 21 年 11 月 7 日受理)

かえって非効率になってしまう。

又、研究開発を進めて行く上で、自社・自校の研究テーマとは全く別に属すると考えられる技術を利用することが不可欠となってきた。

このような技術を自社・自校で研究・開発することが困難な分野を中心に分業型のコラボレーションを目指す研究・開発が求められている。

高度な技術をオープンイノベーションとして研究・開発に取り組んでいくために、自社・自校のシーズや技術資産に頼るのではなく、外部の知識・技術等の情報のリソースを適切に組み合わせ、技術シーズの技術移転を図り、外部の技術力を活用しつつ、研究・開発の効率性を向上させることが重要になってきている。

特に知的財産権については、政府が掲げている「知的財産立国」の実現に持続的な経済発展を達成するために、外部の知識・技術等を利用することが必要不可欠であり、知的財産権の利用の円滑化を確保するにオープンイノベーションな知的財産活動が重要である。

現在このような観点からいろいろな取組みが計画されている。

特に教育活動を推進することにおいては、発明のライフサイクルに合わせた教育方法の取組みが求められている。

高専機構の知的財産委員会の方針では、「創造力のある技術者の養成」と同時に「機構以外のものと連携する教育研究の推進」との活動の柱が加わった。社会の変化に対応できる技術者の養成は学校内だけではなく、産学連携の場で学生や教員が創造的技術の創出に触れる機会を増やし、創造技術を発明する素地を作っていくことを明記している。

高専での知的財産権の教育の推進は、研究・教育の高利化を図るためにも重要課題と位置づけられている。

これにより、高専の研究・教育成果を特許等の知的財産権として権利化・活用し、技術力向上のための発明の出願から特許権満了までの発明のライフサイクルに合わせた教育方法の取組みと、研究シーズの醸成、人材育成を進めて行く必要がある。

本論文は、このような背景から平成 21 年 9 月 27 日に旭川工業高等専門学校で開催された日本知財学会第 12 回知財教育研究会で、「発明のライフサイクルに応じた教育方法」のテーマで講演発表¹⁾した内容をもとに、旭川工業高等専門学校に於ける知的財産教育活動の取組みと教育指導について報告する。

2. 旭川工業高等専門学校の知的財産教育

2.1 ものづくり教育のPDCA

図1は旭川工業高等専門学校（以下、旭川高専と称す）のものづく教育のPDCAサイクルを示す。ものづくり教育は、知的実践的技術を導入し、地域連携による人材育成と地域密着型教育の実践を目指す。Planでは教務委員会、地域共同テクノセンター、自治体等で、Doでは学生・教職員、研究推進委員会、地域企業等、Checkでは学生、FD委員会、自治体、地域企業等で、Actionでは教務委員会、地域共同テクノセンター、自治体等で各々のものづくり実践教育を実施している。

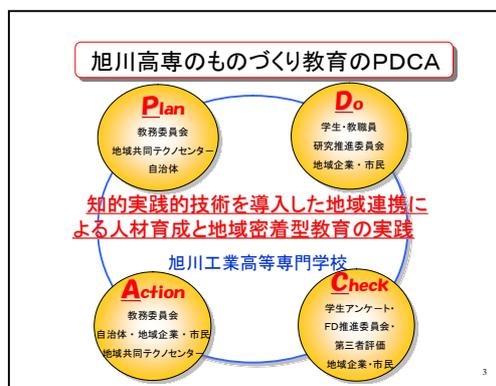


図1 ものづくり教育のPDCA

2.2 旭川高専の知的財産教育取組みの狙い

知的財産教育の取組みの狙いは、①高専の強みを生かした早期知的創造サイクル教育の推進、②イノベーションによる新たな価値創造を実感する知的創造教育の実践、③新たな創発・創造を形にする知的財産権教育の醸成、④地域企業との協働による実践体験的な知的創発・創出・創造教育の取り組みを狙いにし、学内活動と地域活動の産学協働（連携）のシナジー創出を図ることにある。

産学協働（連携）のシナジー効果から、多種・多様な知の融合の促進を図り、知的財産技術教育の基盤強化と知的創造情報の共有化、デザインマーケティング等の体験重視型の実践教育を実施する。

技術・工学と知的財産技術を融合するプラットフォームの構築、技術移転の仕組みづくりと共同開発・共同研究の連携の促進を進める知的創造教育プラットフォームの構築の取組みを進める。²⁾ 図2に知的財産教育の取組みの狙いを示す。

図3は、知的財産教育活動の実践として、知識・態度・技能・技術の三位一体の知財を重視する技術マインド醸成の教育プログラム開発の基本計画を示す。²⁾

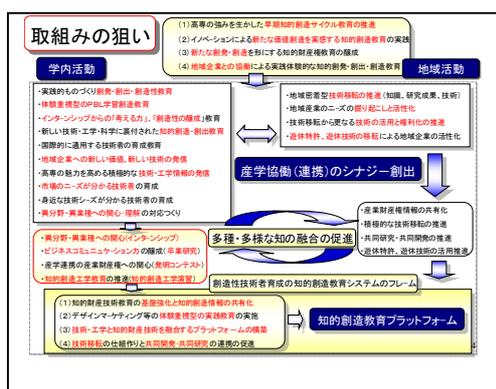


図2 取組みの狙い

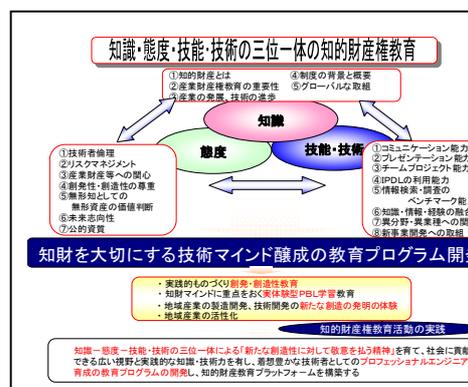


図3 知的財産教育活動の実践

図4は産学協働体制の下での知的創造教育プラットフォームの構築計画を示す。²⁾ 新技術・新製品を持続的に創造し、着想豊かな技術者としての人材育成を図る知的創造教育プラットフォームの構築を狙いとしている。



図4 知的創造教育プラットフォーム

2.3 現在の知的財産教育活動

図5、図6は、旭川高専の知財教育活動のテーマを示す。特に「ものづくり教育」を通して知的創造実践技術教育、インターンシップを通して産学連携を推進する技術の創造と実践の醸成を図る。

図7は本科1年から5年、専攻科での現代社会、地理、法学、産業財産権論、技術者倫理、卒業研究、インターンシップの教育活動内容である。図8は知的財産教育活動テーマに基づいた知財教育活動の成果を示す。

図9は教育課題のまとめ、図10は今後の教育活動での課題を示す。

技術のライフサイクルに応じた知的財産情報に如何に多く接することが出来るか、各ステップの技術課題と進歩性・新規性を見極める知的判断能力の育成の必要性を示す。

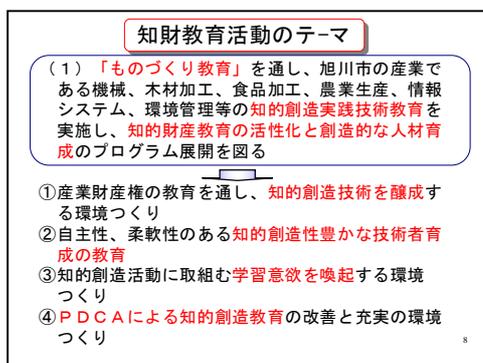


図5 教育活動テーマ (1)

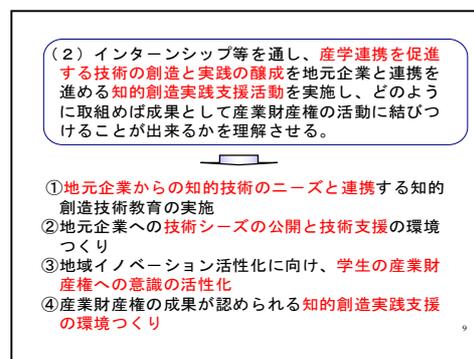


図6 教育活動テーマ (2)

教育内容

【授業】
現代社会：産業財産権（特に特許（実新）、商標権）の概要の理解
地理：国際理解教育の観点から、著作権等を含めた知的財産権の概要の理解
法学：標準テキストを用いて**知的財産権制度**の概要、商標権制度や産業財産権侵害、特許の財産的価値の理解
産業財産権論：標準テキストを用いた、**知的財産権制度の概要**の理解と商標権制度や産業財産権侵害、特許の財産的価値の理解
 ・IPDL検索の実習により技術課題の新規性と進歩性の要件、市場での技術評価の**ベンチマークの必要性**の理解
技術者倫理：「ものづくり」の知的創造の重要性を認識し、知的財産権制度の概要と**特許流通問題**、更に技術移転について**知的創造サイクルの仕組**とリスク管理、不正競争防止法の理解を深める
卒業研究（全員）：IPDLによる研究テーマの**新規性・進歩性**の演習
【インターンシップ】
 地元企業と一体となった知的創造実践技術支援活動とIPDL検索による特許情報調査の実践と特許提案活動

図7 教育内容

知財教育活動の成果

- ① 知的財産に対する、**技術の進歩性と新規性の関心**が深まった
- ② 「自己の権利保護」と「他者の権利の尊重」のバランス感覚の醸成が図られた（**コンプライアンス遵守意識の醸成**）
- ③ 「ものづくり教育」の**知的創造実践技術の醸成**が図られた
- ④ **卒研・製作活動**での、IPDL検索によるテーマの**新規性、進歩性の調査の意識づけ**

【今後の対応】

- ① 「ものづくり教育」での**知的創造実践技術の醸成**（PBL教育）
- ② 地元企業と一体となった「ものづくり」の**COOP教育推進**の知的創造実践技術の支援活動の推進（**創造工学演習の実践**）
- ③ 技術問題の解決での**特許情報調査・検索**と調査の必要性の理解

図8 知財教育活動の成果

教育課題のまとめ

- ① 知的創造技術に関する知識の習得は、いかに**多くの知的財産情報**に接することが出来るか。
- ② 前段として、技術課題の問題点の整理と、各問題点に対応する**新規性・進歩性**の見極める**知的判断能力の醸成**をどのように育成するか。

—

- ① 発明技術について幅広く**新規性と進歩性**の見極めが行なえる教員の能力の醸成
- ② 発明技術と従来技術とを比較する**技術能力育成**の教育機会設定の検討
- ③ 色々なケーススタディ情報を織り込んだ**知的財産活動研修**の実施

図9 教育課題のまとめ

今後の教育活動での課題

- ① **技術のライフサイクル**に応じた知的財産情報に如何に多く接することが出来るか。
- ② 各ステップでの**技術課題の整理**と、各問題点に対応する**新規性・進歩性**を見極める**知的判断能力**の育成。

具体的な対応

- ① **新規性・進歩性**の技術について、幅広く「**新規性**」と「**進歩性**」の**見極め**を行なう指導能力の醸成
- ② **従来技術と比較検証**する**教育環境**の機会設定
- ③ 色々なライフサイクルの**ステージ毎の実態に即したケーススタディ**の知的財産活動研修の実施

図10 今後の教育活動

2.4 今後の知的財産教育の提案

図11は提案に基づくカリキュラムでのテキスト等のプログラム改善を示す。²⁾

発明の特許提案から権利化までのライフサイクルに基づいた教育のプログラム改善の提案を示している。特に、技術の歴史・変遷、地域産業との情報交流を織込み、異分野の基礎技術習得と産学協働機会の設定による工学・ものづくり生産ビジネス工学とのシンジー効果の創出を図ることを狙いとする。

着想豊かな技術者としての人材育成の教育を進め、工学・ものづくり、生産ビジネス工学系の協働機会を増やしてシナジー効果の創出を高める必要がある。

技術問題に基づく具体的なプログラムの創造と、技術に直結した産業財産権活動の重要性を理解することが狙いである。

テキスト等のプログラム改善

- ① 色々な**技術問題での現実のケーススタディ**に対応し、知的所有権活動につなげられるよう、**多くの事例性プログラム**に展開すること。
- ② 特許裁判の判例等を用い、実際の**技術問題の事例**に基づく**具体的なプログラム**による指導。
- ③ 特許法等の法律的な概要ではなく、**技術に直結し、現実**に即した**技術に比重**をおいたプログラム教育内容の充実。（技術 > 法律）
 ・知的財産権での**技術管理**としての**知的財産の必要性**の理解
 ・暗黙知から有形知として形に残す**産業財産権活動**の重要性の理解
 ・**技術移転の必要性**、及びその**ルール**の指導プログラムの充実
- ④ 実際の特許提案、公開審査、公告審査、拒絶査定、公告等の**ライフサイクル**に基づく各ステップに応じた**実際の事例**の分かりやすいテキスト（資料）作成
- ⑤ **国際的なレベルでの知的財産保護**の充実（産業財産権をめぐる紛争や物権、及び債権債務関係の展開）

図11 プログラム改善

3. 旭川高専の発明のライフサイクルに応じた知財教育の取組み

3.1 発明のライフサイクルに応じた知財教育の取組み

学校教育での知財教育のライフサイクルについて、図12に知的財産活動の中での出願から権利化し権利満了になるまでの取組みを図式化した。

COOP教育, PBL教育, 創造工学教育を進めていく中で、①身近なところでの問題点の観察, ②問題点・失敗・不具合の原因, 解析の抽出, ③問題点・失敗・不具合の整理, ④発明の発掘, ⑤発明の知財教育の提案を進める。

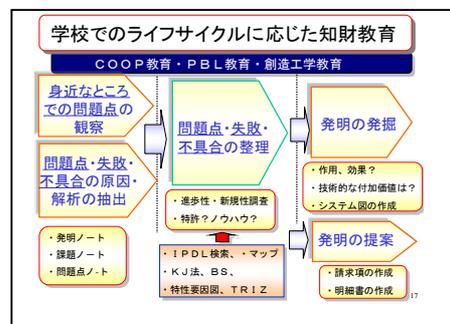


図12 知財教育のライフサイクル

3.2 特許出願のライフサイクル

特許出願のライフサイクルの考え方を図13に示す。出願のサイクルには色々な条件がある。特に研究開発（知的創造）において、常に問題点・不適合の抽出に心掛け、出願を積極的に進めていくことが重要である。また、技術移転にともなう活動が、イノベーションを進めるに、技術の出口管理の研究・開発を推進していく必要がある。

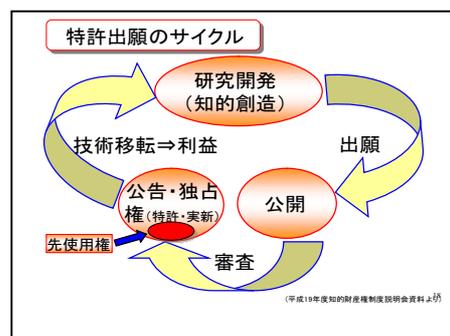


図13 特許出願のライフサイクル

4. ライフサイクルに応じた教育指導

4.1 なぜ、今知的財産教育が注目されているのか

このような知財教育の取組みの中で、図14は日本の特許政策について、1995年のプロパテント政策を示す。

1980年頃からプロパテント政策がスタートしたアメリカ合衆国に比較して、15年以上の遅れがある。

2003年には知的財産基本法が制定され、その後知的財産基本法が毎年継続して出されている。

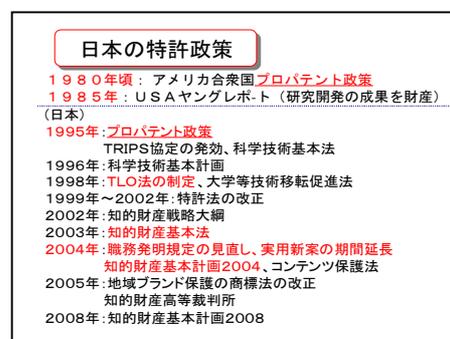


図14 日本の特許政策

図15は1991年からの技術力の国際競争力の経緯を示す。日本は、2002年は30位、2007年は24位である。³⁾

このような国際競争力を背景に、図16に技術のライフサイクルを示す。⁴⁾ 1970年代において1年未満のライフサイクルが1%台であったものが、2000年代には18.9%になり、技術のライフサイクルが短縮されてきていることが判る。

図16に示す技術のライフサイクルを見ると、技術（商品）が売れなくなった原因を見ると、代替品が現れた項目では1970年代が19%台であり、2000年代は16.3%とほとんど大きな変化はない。

このことは、基本的な技術には大きな変化がなく、基本特許等の技術課題がライフサイクルにかかわらず戦力技術になっていることが推察される。

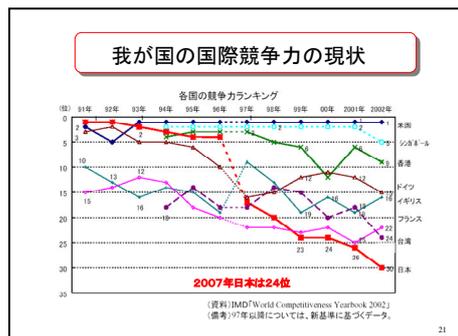


図15 国際競争力

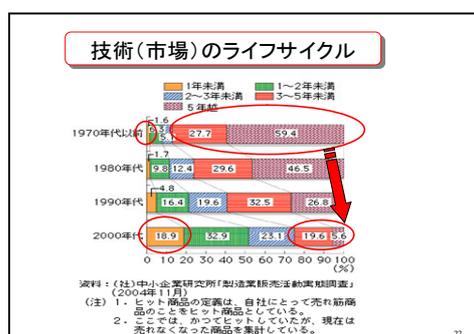


図16 技術のライフサイクル

4.2 知的財産に関するこれからの技術者の育成

知的財産に関するこれからの技術者に期待される能力については、研究開発から発明の出願から権利化、権利化から技術移転というパターンでの研究開発→権利取得→権利活用のサイクルの中で、技術者としての知的創造力の醸成が求められる。

図17は今後の人材に期待される知的創成能力として必要な期待される意識のパターンを示す。

図示する権利取得には、権利化のルールと権利化の意識、知的財産権の意識が必要である。

権利の活用には、ルールとして権利尊重意識、権利活用意識、知的財産権知識が求められる。

特に今後の権利活用において、権利活用での出口管理のウェイトが大きい。

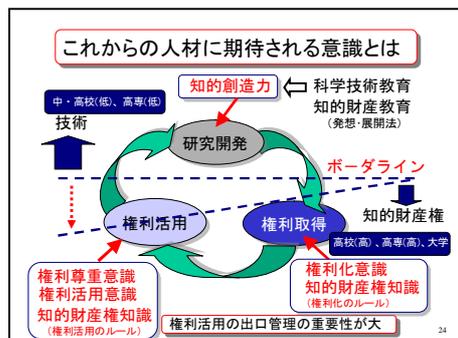


図17 期待される意識

4.3 知的財産権教育とは何か

知的財産権教育は知的財産権を身につける知的財産権マインドと、技術としての知的財産権制度知識から構成

される知的財産権教育の考え方を図18に示す。

知的財産権マインドは権利化意識、権利尊重意識、権利活用意識から構成される。

技術に重点をおく知的財産権制度知識は、権利取得のためのルール、権利活用のためのルール、技術移転、特許流通のためのルール、出口管理のためのルールから構成される。

図18に定義した知的財産権教育の考え方を元に、具体的に知的財産に関する技術者育成について図19にまとめた。

技術者育成については、発明のライフサイクルに応じる横断的な知識・情報・経験の習得のための教育と、企画力・組織能力、技術の目利きに長けた人材育成が重要である。

4.4 知的財産権教育からの権利化

研究・教育には暗黙知、個人知、埋設知、組織知、無形知ある。図20にそれらの各々の知を形式知、有形知と発明・特許、ノウハウの権利化の分類を示す。

図21は、図20の形式知や無形知を特許法上の明の種類を、「物の発明」、「方法の発明」、「物を生産する方法の発明」に分類する発明の種類を示す。

現状、研究・教育の分野では特に「方法の発明」、「物を生産する方法の発明」の意識が少ない。

図22は発明の種類として形式知、有形知の発明・特許、ノウハウについて知的財産権として発明にすべきか、ノウハウにすべきかの考え方を示す。

即ち、発明の出願から特許権満了の20年間のライフサイクルを考慮して、「誰でもが内容を把握できる」か否かを目安にして判断することが必要である。

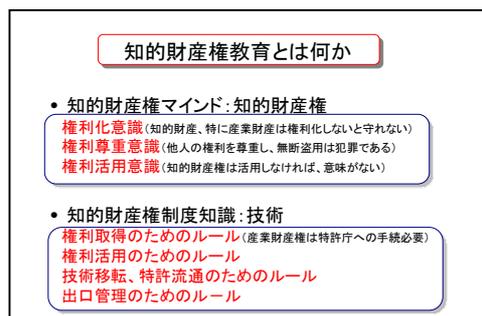


図18 知的財産教育とは

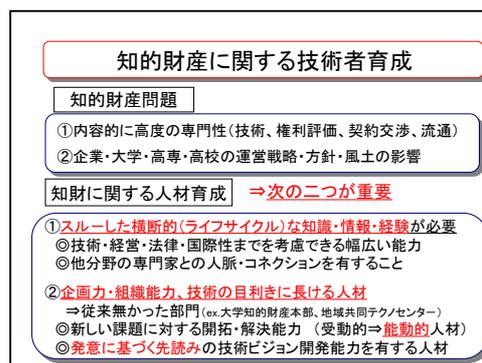


図19 知的財産に関する人材育成

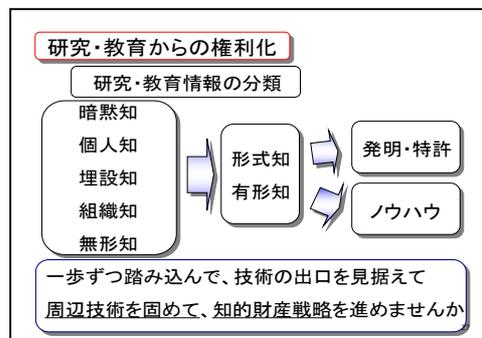


図20 研究・教育からの権利化

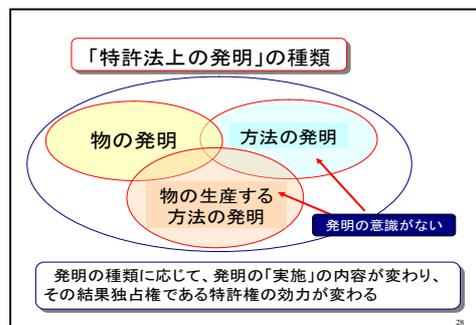


図21 発明の種類

図23に発明の評価として、発明のアイデア発掘・特許出願時から審査請求、拒絶査定、特許登録までの20年間のライフサイクルに応じた各ステージの発明の評価項目を示す。

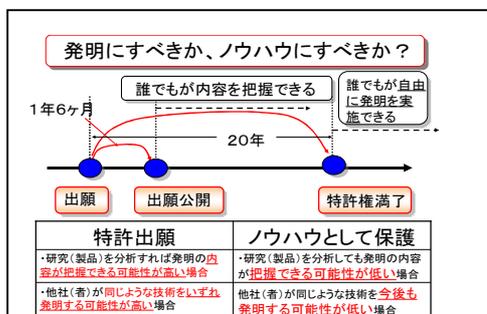


図 22 発明かノウハウか

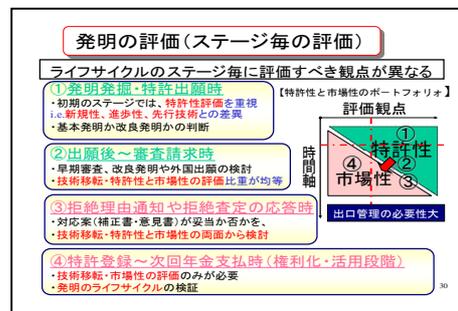


図 23 発明の評価

5. 知財教育演習

5.1 新規性について

特許を実現するには、発明の構成要素となっている各々の技術が、知的財産としての技術的な付加価値として、市場からの要求するレベルにあるかどうか、判断する必要がある。

特に新規の技術か、公知技術の組み合わせなのか等について、構成要素の技術レベル、技術の難易度の確認、市場で他の発明を排他する必要から、他の発明に対する牽制度、技術寿命の予測、品質・コスト等の営業効果について各々を重畳した検討が必要である。

このような観点から、知財教育で新規性を判断する演習を行なうには、客観的な新しさを持っている事が必要とされ、公知の技術と同一であるかどうか判断になる。

図24は新規性の演習(1)として、従来技術のプロペラエンジンを例に、提案発明にジェットエンジン、ロケットエンジンを有する飛行機を包含する推進エンジンを有する飛行機の提案発明と比較して新規性の演習課題を示す。

図25は新規性の判断の一例(新規性の演習(2))を示している。

技術的な付加価値を包含するか、更に細分化して新規性を検討するか、先願の発明との比較例を示したものである。



図24 新規性の演習 (1)

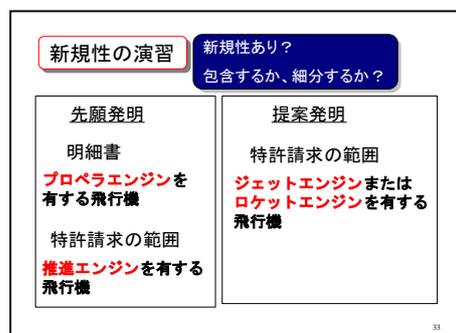


図25 新規性の演習 (2)

5.2 進歩性について

図26に進歩性の演習（1）を示す。鉛筆と消しゴムを組合せた「消しゴム付き鉛筆」の進歩性について、技術的に新たな付加価値を有する技術は何か、従来の機能とは別な角度から新しい技術を有する「消しゴム付き鉛筆」の進歩性を検討する演習である。

図27は、従来の機能とは別な角度から有利な技術的な付加価値を検討し、進歩性の演習を示す。

進歩性については、その発明の分野の普通のレベルの技術者が公知技術から容易に思いつくことが出来るか、従来技術と比較して有利な技術的な効果が抽出されるかどうか判断の材料になる。

更に、技術分野の関連性、技術課題の共通性、作用・機能の共通性により進歩性の判断のチェックにもなる。

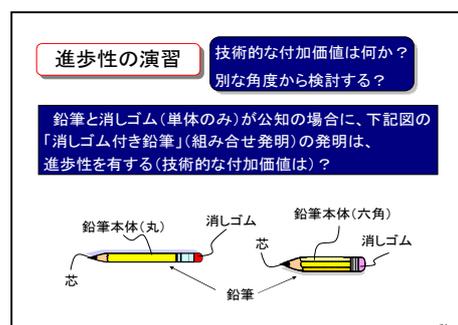


図26 進歩性の演習（1）

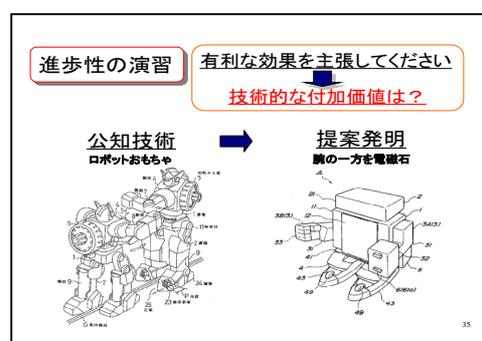


図27 進歩性の演習（2）

5.3 研究・教育からの権利化活動

研究・教育の中には発明の情報が多くある。図28に教育・研究フローからの発明の実現手段を示す。

研究・教育の中で、①実験の失敗は無いのか、②実験方法を変えていないか、異なった方法で実施していないか、③研究で得られた成果には必ず発明の技術内容の課題と問題点が含まれていないか等の情報が多く存在している。

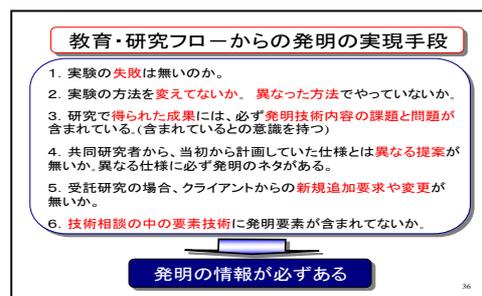


図28 発明の実現手段

図29は図28で示した問題・失敗から発明のネタとしてのアイデア創出の手法として発明へステップする整理法を示している。

問題・失敗の整理から特許電子図書館（以下IPDLと略す）検索を実施し、特性要因図等の手法を用いて技術のベンチマークを行う。

図30は問題・失敗からの問題解決策、失敗解決策をより広い概念で問題点の整理の手法を示す。

特に、問題解決策、失敗解決策が発明の特許出願時の構成要素になりうる可能性があり、より広い概念で整理を行う必要がある。

構成要素として、具体的に採用する発明の方法や物質、装置、システムがひとつであってもその機能の本質を把握し、常に広い概念で周辺の技術及び構成について調査・検討することが必要である。

5.4 技術のベンチマーク調査活動

技術の特許性のベンチマーク調査方法として、IPDL検索がある。図31はIPDL検索における公報テキスト検索の演習例を示す。

実際の特許出願事例をもとに、図29で整理した問題解決策、失敗解決策の構成要素をグループごとに、例題材料、装置、生成物に分類整理した、IPDL検索演習事例を示す。

図32は構成要素からの発明の新規性・進歩性を判断する際の特許情報検索演習例を示す。

本演習を実施する際には従来技術と本発明技術の構成要素の違いを明確にする必要がある。



図29 発明へのステップ

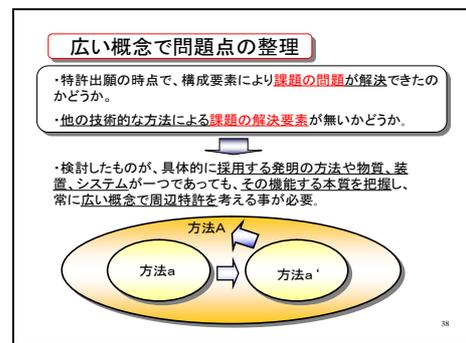


図30 問題点の整理

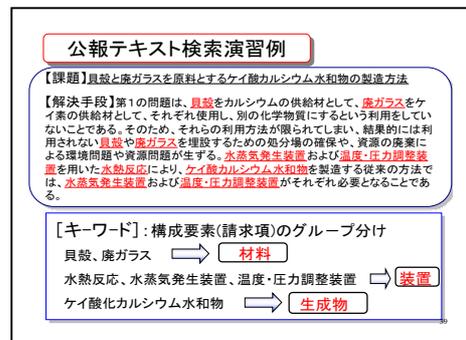


図31 公報テキスト検索

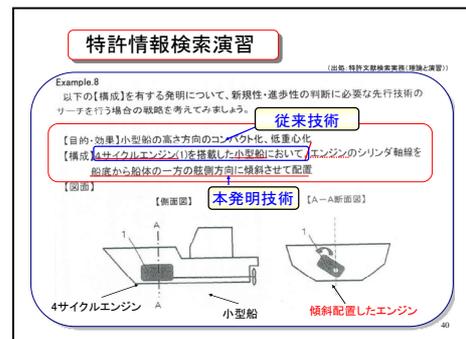


図32 特許情報検索演習例

図 33 は従来技術と本発明の特許情報検索時の模式図を示す。

特に図 30 の広い概念での問題点の整理から、より広い範囲での検索の模式図を設計する必要がある。広い概念での整理が不十分な場合は、期待する情報を得ることは不十分となり、広い概念の技術の調査が十分でない結果となる。

図 34 は IPDL 検索の演習の情報の特性要因図を用いたパテントマップの作成例を示す。

本要因図により特許情報の少ない技術分野が明確になり、その分野に新規性・進歩性の技術ネタが隠されていることを示している。

図 35 は平成 20 年度の卒研で、IPDL 検索を実施した例である。

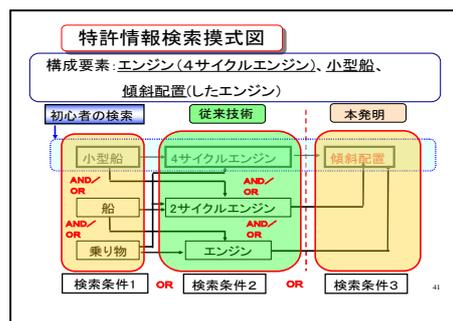


図 33 特許情報検索模式図

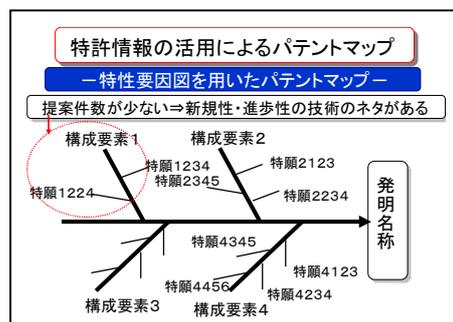


図 34 特性要因図

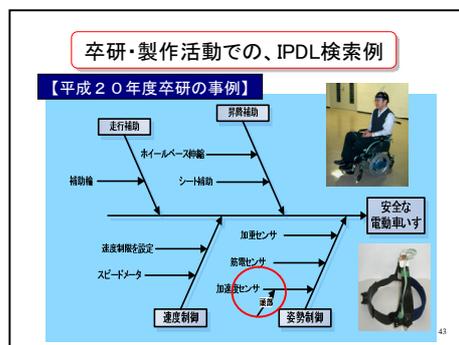


図 35 IPDL 検索実施例

5.5 演習課題事例

図 36 に演習課題例 (1) を示す。水力発電機能を有する水栓の事例である。その際の従来の問題点と該問題点を解決する手段の検討について図 37 に示す。

同様な演習課題事例 (2) として、図 38 に傘の収納装置の事例を示す。



図 36 演習課題事例 (1)

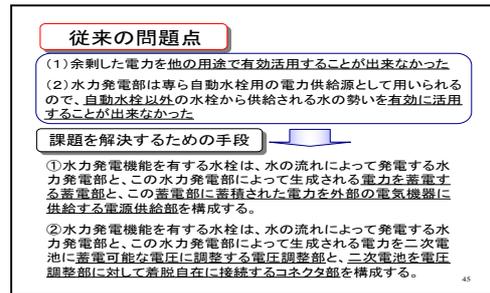


図 37 解決する手段の検討

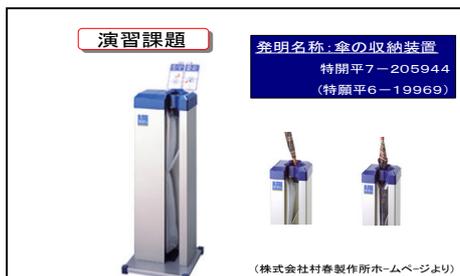


図 38 演習課題事例 (2)

5.6 請求項 (クレーム) の考え方

発明の構成要素である請求項は、特許権の権利範囲を意味し、発明の本質を表現する。

IPDL 検索から発明の実現手段を表現する請求項 (クレーム) の権利範囲の考え方を図 39 に示す。

特許権としての請求項の記載は、「特許請求の範囲」の記載に基づいて定められており、図 40 に示す上位概念→中間概念→下位概念の請求項の階層構成で、広い発明の権利範囲を考える必要がある。

図 41 は、図 40 に示した請求項の階層構成に基づいた請求項の書き方を示している。

特に、請求項の書き方は、従来技術はブラックボックスにし、本発明はホワイトボックスで記載することが必要である。

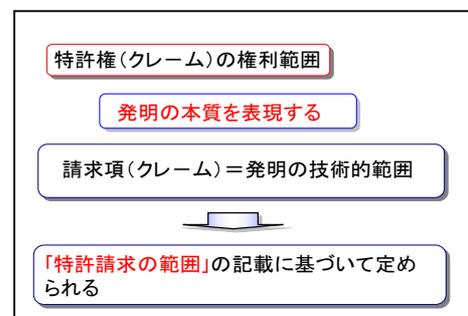


図 39 請求項の権利範囲

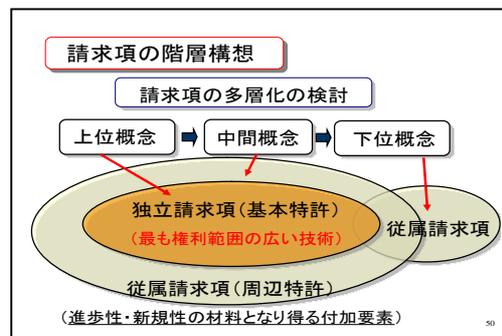


図 40 請求項の階層構成

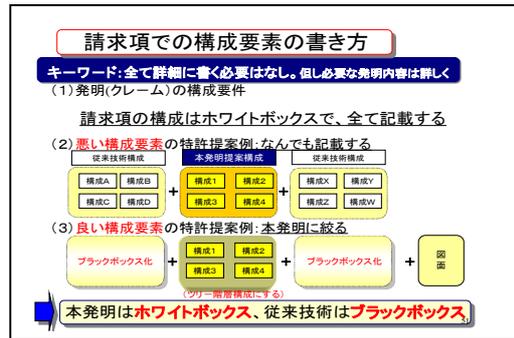


図 41 請求項の書き方

5.7 特許明細書の構成

図 42 は特許明細書の構成を示す。

明細書は発明が解決しようとする課題、課題を解決するための手段、発明の効果、発明を実施するための最良の形態、実施例のストーリーから構成している。

図 29 に示した問題・失敗から発明へのステップとして整理した問題点と問題点を裏返しにした解決策を、発明が解決しようとする課題と発明の効果に当てはめることで、特許明細書の構成とすることが出来る。

図 43 は、特許権の効力を決める明細書について示している。

特許請求範囲の解説としての位置付けを有するよう記載する必要がある。

図 44 は明細書作成のための準備する内容を示している。

明細書は特許出願の中核をなすもので、従来の技術、問題点、本発明の新規技術、応用例を簡潔にまとめる必要がある。

その際には、従来技術の問題点を抽出し、解決しようとする課題については、従来技術の問題点と対比して、1:1 で整理を行う必要がある。

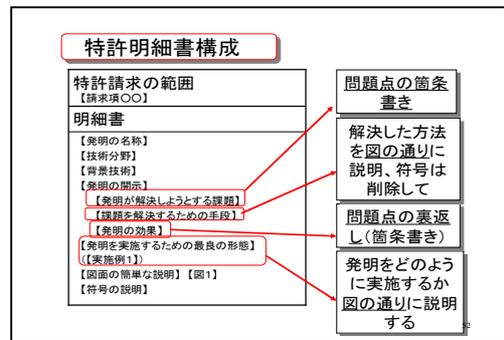


図 42 特許明細書の構成

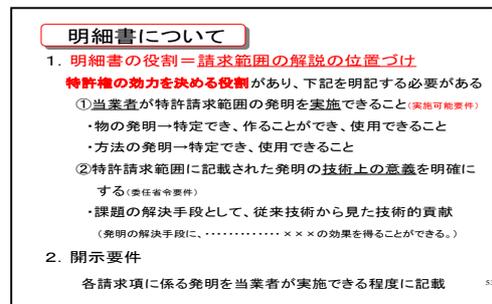


図 43 明細書について

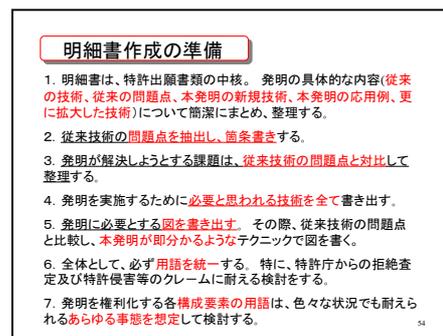


図 44 明細書作成の準備

6. おわりに

旭川工業高等専門学校における研究過程からの知的財産の発明の創出，技術移転，特許満了までの発明のライフサイクルに応じた取組みと教育指導についてまとめた。

高専の研究・教育成果を特許等の知的財産権として権利化・活用し，技術力向上のための発明のライフサイクルに合わせて技術資産の育成と人材育成を進め，研究過程からの発明の創出と技術移転，知的財産のあり方について今後とも取り組んでいく。

参 考 文 献

- 1) 土田義之，日本知財学会知財教育分科会「日本知財学会第12回知財教育研究会」基調講演資料(発明のライフサイクルに応じた教育方法):(2009)
- 2) 土田義之，谷口牧子:第6回全国高専テクノフォーラム「ものづくり教育での知的創造実践技術を推進する人材育成と地域連携による産学振興支援活動の環境づくり」: 75(2008)
- 3) 中小企業庁ホームページ 「ヒット商品のライフサイクルの短期化」,
<http://www.chusho.meti.go.jp/pamflet/hakusho/h17/hakusho/html/17211230.html> ,2009.9.19
- 4) 中小企業庁ホームページ 「ヒット商品が売れなくなった原因」,
<http://www.chusho.meti.go.jp/pamflet/hakusho/h17/hakusho/html/17211230.html> , 2009.9.19

教職員研究業績目録

平成 20 年 11 月～平成 21 年 10 月 (Nov.2008～Oct.2009)

この業績目録の論文は、本校教職員が上記期間中に他紙等へ発表した研究業績である。

*は本校教職員以外の共著者又は共同研究者である。

I 著 書

著者名：書名，総頁数，発行所（西暦発行年）

[校長]

- 1) 高橋英明，坂入正敏*，菊地竜也*，小山舜*：複合酸化物皮膜の形成によるアルミニウム電解コンデンサーの大容量化（キャパシタ便覧），丸善（2009）
-

[機械システム工学科]

- 1) 岡田昌樹：Edgecam 入門，230，工業調査会（2009）
 - 2) 岡田昌樹：Excel で解く機械設計計算，179，工業調査会（2009）
-

[一般人文科]

- 1) 根本聡：スウェーデンを知るための 60 章(村井誠人編著) 「ストックホルム・ダーラナ地方」 3-38，「鉄山の歴史」111-115，383，明石書店（2009）
- 2) 平野友彦：新旭川市史第 4 巻通史 4 第 7 編第 2 章第 2 節「基盤整備事業の進展」143-158，第 3 章「第七師団の動静と戦時体制への準備」159-250，第 8 編第 1 章第 5 節 3「基盤整備及び交通の状況」1161-1166，第 2 章「戦争の拡大と第七師団及び市民の動向」1167-1248，旭川市（2009）
- 3) 本荘忠大：『持つと持たぬと』に見るヘミングウェイの階級意識—隠蔽された男性性喪失の恐怖，アメリカ文学における階級—格差社会の本質を問う，371，著者担当部分は 227-243，英宝社（2009）

- 4) 明官秀隆：イラストでみる最新スポーツルール 2009, 384, 大修館書店(2009)
-

II 学術論文

著者名：論文題名, 雑誌名, 巻(号)：最初頁—最後頁(西暦発行年)

[校長]

- 1) A. Mozalev*, A. J. Smith*, S. Borodin*, A. Plihaika*, A. W. Hassel*, M. Sakairi*, and H. Takahashi : Growth of Multioxide Planar Film with the Nanoscale Inner Structure via Anodizing Al/Ta layers on Si, *Electrochim. Acta*, 54 : 935 (2009)
- 2) 西村和子*, 板谷浩丘*, 長原和宏*, 高橋英明, 阿相英孝*, 小野幸子*: ニオブアノード酸化皮膜の誘導特性に対する有機酸電解液へのアンモニア添加の効果, *表面技術*, 60 (3) : 195-201 (2009)
- 3) H. Jha*, T. Kikuchi*, M. Sakairi*, and H. Takahashi: Metallization of Oxide / Hydroxide Film of Aluminum -the Palladium Activation Techniques-, *表面技術*, 60(3) : 208 - 212 (2009)
- 4) 菊地竜也*, 上田晋吾*, 上田幹人*, 坂入正敏*, 高橋英明: ポリピロロール/金—二層構造を有する3次元マイクロアクチュエーターの作製: *表面技術*, 60 (5) : 335 - 341 (2009)
- 5) M. Sakairi*, H. Miyata*, T. Kikuchi* and H. Takahashi: Effect of potential, temperature, and fluoride ions on the repassivation kinetics of titanium in PBS with the photon rupture method, *Laser Chemistry*, Vol. 2009, Article ID 436065 : 1-8 (2009)
- 6) H. Jha*, T. Kikuchi*, M. Sakairi*, and H. Takahashi: Palladium Nanoparticle Seeded Electroless Metallization of Al/ Al₂O₃ Materials *Letters*, Vol.63, Issue 16 : 1451 -1454 (2009)
- 7) T. Kikuchi*, M. Sakairi*, and H. Takahashi: Growth of Porous Type Anodic Oxide Films At Micro-Areas on Aluminum Exposed by Laser Irradiation, *Electrochim. Acta*, 54 : 7018 – 7024 (2009)
- 8) H. Jha*, T. Kikuchi*, M. Sakairi*, H. Takahashi,: Metallic Micropatterns on Anodic Alumina: Laser-assisted Exposure of Trapped Seeds for Metallization, *ECS Trans*, 11(15) : 133 (2008)
- 9) T. Kikuchi*, S. Ueda*, Y. Akiyama*, and M. Ueda*, M. Sakairi* and H. Takahashi: Three-Dimensional

Micro-Actuator Fabrication by Aluminum Anodizing, Laser Irradiation, and Electrodeposition, *ECS Trans*, 11(15) : 29 (2008)

[機械システム工学科]

- 1) 江頭竜, 寺信行*, 高杉信秀*, 村椿良司* : 水中ウォータージェットのノズル上流側配管要素がキャビテーション壊食に及ぼす影響, 噴流工学, 25 (3) : 13-18 (2009)
 - 2) Naomichi Yokoi, Yoshihisa Aizu* : Methods for measuring refractive index and absorption coefficient of a moving particle using polarized-type phase-Doppler technique, *Measurement*, 42(9) : 1352-1362 (2009)
-

[電気情報工学科]

- 1) 土橋剛 : バルブ金属(Hf,Zr,Nb,Ta)2 層陽極酸化膜キャパシタの損失特性と拡散現象の検討, 電子情報通信学会論文誌 C, J92-C(6) : 225-228 (2009)
-

[制御情報工学科]

- 1) Akira Abe : Trajectory Planning for Residual Vibration Suppression of a Two-Link Rigid-Flexible Manipulator Considering Large Deformation, *Mechanism and Machine Theory*, 44(9) : 1627-1639 (2009)
 - 2) 阿部晶, 佐藤卓也* : 進化計算による劣駆動マニピュレータのニューロ制御(数値シミュレーションと実験による検証), 日本機械学会論文集 C 編, 75(756) : 2362-2364 (2009)
 - 3) Daigo Sameshima*, Takashi Nakamura*, Noritaka Horikawa, Hiroyuki Oguma* and Takeshi Endo* : The Effects of Fracture Origin Size on Fatigue Properties of Ductile Cast Iron with Small Chill Structures, *Journal of Solid Mechanics and Materials Engineering*, 3 (3) : 440-448(2009)
 - 4) 鮫島大湖*, 李成燮*, 堀川紀孝, 野口徹*, 中村孝* : 薄板試験片による球状黒鉛鋳鉄の引張特性評価, 鋳造工学, 81(2) : 63-69 (2009)
-

[物質化学工学科]

- 1) Keisuke Sugimoto, Yoshihiro Yamamoto*, Siswanto Antoni*, Miki Senda*, Daisuke Kasai*, Eiji Masai*, Masao Fukuda* and Toshiya Senda*: Crystallization and preliminary crystallographic analysis of gallate dioxygenase DesB from *Sphingobium* sp. SYK-6, *Acta Crystallographica Section F* : 1171-1174 (2009)
 - 2) Shigeaki Abe*. Tomoki Ishida*, Emi Yamatoya*, Daisuke Hayashi*, Tsukasa Akasaka*, Motohiro Uo*, Fumio Watari*, Tomoya Takada: Controlled calcification using Polyanionic Macromolecules with an Active Reaction Center Analogue of Carbonic Anhydrase, *Nano Biomedicine*, 1(1): 51 - 58 (2009)
 - 3) Shigeaki Abe*, Fumio Watari*, Tomoya Takada, Hiroto Tachikawa*: A DFT Study on the Interaction of Carbon Nano-Materials with Metal Ions, *Molecular Crystals and Liquid Crystals*, 505: 51 - 58 (2009)
 - 4) Tomoya Takada, Atsushi Furusaki, Yasuaki Tanaka*: Formaldehyde reduction with scallop shell powders fired at high temperatures: Identification of the effective ingredient, *Bio-Medical Materials and Engineering*, 19: 187-192 (2009)
 - 5) Tomoya Takada, Hiroto Tachikawa*: DFT and direct ab-initio MD study on hyperfine coupling constants of methyl radicals adsorbed on model surface of silica gel, *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, 311: 54 - 60 (2009)
 - 6) Yukari Numata, Kazumi Muromoto*, Hidemitsu Furukawa*, Jian Ping Gong*, Kenji Tajima*, and Masanobu Munekata*: Nonvolatile and shape-memoried bacterial cellulose gels swollen by poly(ethylene glycol), *Polymer Journal*, 41(7): 524-525 (2009)
-

[一般人文科]

- 1) 倉持しのぶ: 「都なしたり 旅にはあれども」—笠金村「神亀二年の難波宮行幸歌」についての考察一, *国語国文研究*, 136: 14-25 (2009)
 - 2) 鈴木智己: *Movivational Profiling* による英語力の伸びの経年分析, 論文集『高専教育』32: 207-212(2009)
 - 3) 明官秀隆: 走運動の基本指導と効果, *久留米工業高等専門学校紀要*, 24(1) : 41-44(2008)
-

[一般理数科]

- 1) 長岡耕一：1 年数学における单元ごとの理解度アンケートの実施とその分析，論文集「高専教育」，32：585-590(2009)
-

III 学会シンポジウム（講演論文）

発表者名：演題名，学会名，シンポジウム名，開催場所：最初頁—最後頁（西暦発行年）

[校長]

- 1) Y. Hara*, T. Kikuchi*, and H. Takahashi: Corrosion of Al-Sn-Bi Alloys in Alcohol at High Temperature, 5th International Symposium on Aluminum Surface Science and Technology, Leiden (Netherland) : (2009)
 - 2) Y. Hara*, T. Kikuchi*, and H. Takahashi: Effects of Sn on Alkoxide Reaction of Aluminum Alloys with Alcohol at High Temperature, 5th Kurt Schwabe Symposium in Electrochemistry, Erlangen (Germany) : (2009)
-

[機械システム工学科]

- 1) 石井悟, 澤田隆光*：間接仮想境界積分法の二次元非定常動弾性問題への適用，日本機械学会，M&M2009 材料力学カンファレンス，札幌コンベンションセンター”SORA”：308-310(2009)
- 2) 高杉信秀*，村椿良司*，寺信行*，江頭竜：ノズル上流側配管要素が水中ウォータージェットの壊食量に及ぼす影響，2008 年度ウォータージェット技術年次報告会，富山：1-6（2009）
- 3) 岡田昌樹：非円形歯車の自動設計システム，日本機械学会，2009 年度年次大会，岩手大学（盛岡市），Vol.4：87-88（2009）
- 4) 宮崎忠*，佐々木邦哲*，岡川啓悟*，岡田昌樹：アルミニウム薄板の電磁シーム圧接の変形シミュレーション（第 3 報），平成 21 年度塑性加工春季講演会講演論文集，京都大学（京都市）：177-188（2009）
- 5) 宮崎忠*，佐々木邦哲*，岡田昌樹：アルミニウム薄板の電磁シーム圧接の変形シミュレーション

- (第4報), 第60回塑性加工連合講演会講演論文集, 信州大学(長野市):143-144(2009)
- 6) 矢尾光*, 後藤孝行, 石川浩光*: 水門設計システム開発—扉体設計について—, 日本機械学会北海道学生会第38回学生員卒業研究発表講演会講演論文集, 北見工業大学:125-126(2009)
 - 7) 土井孝文*, 後藤孝行: 長尺アルミ角パイプ用CNC加工機の開発—制御システムについて—, 2009年度精密工学会春季大会第16回学生会員卒業研究発表講演会, 中央大学:CD-ROM(2009)
 - 8) 松岡俊佑, 市川周一*: 鍵埋め込み型AES暗号化回路のFPGAによる実装と評価, 電子情報通信学会2009年ソサエティ大会, 新潟大学: A-3-13(2009)
 - 9) 松岡俊佑, 川口秀樹*, ネオジウム磁石を用いた小型磁気浮上装置の電磁界解析による設計, 電磁界理論研究会, 旭川市民文化会館: 105-109(2009)
 - 10) 遊塚優二*, 鈴木剛*, 松岡俊佑, 川口秀樹*, 鏡慎*, 岩間将彦*, 尾本志展*: アスファルトマイクロ波加熱装置の楕円空洞形状設計のモード解析による検討, 電磁界理論研究会, 旭川市民文化会館: 121-126(2009)
 - 11) 横井直倫, 小池豪*, 平田達也*, 相津佳永*: バイオスペックル血流イメージングにおける血流評価値の改善, 日本光学会, 2008年度日本光学会年次学術講演会(Optics & Photonics Japan (2008)Post-Deadline 論文集, つくば国際会議場(つくば): 30-31(2008)
 - 12) 小池豪*, 平田達也*, 横井直倫, 相津佳永*: 近赤外バイオスペックルを利用した血流イメージングにおける波長依存性, 日本光学会, 2008年度日本光学会年次学術講演会(Optics & Photonics Japan 2008)講演予稿集, つくば国際会議場(つくば): 358-359(2008)
 - 13) 小池豪*, 平田達也*, 横井直倫, 相津佳永*: 近赤外バイオスペックルを利用した血流イメージングにおける血流評価特性, 日本機械学会バイオエンジニアリング部門, 第21回バイオエンジニアリング講演会講演論文集, 札幌コンベンションセンター(札幌): 495-496(2009)
 - 14) 平田達也*, 小池豪*, 横井直倫, 相津佳永*: 近赤外バイオスペックルを利用した皮下血液成分の相対濃度イメージング, 応用物理学会北海道支部, 第44回応用物理学会北海道支部/第5回日本光学会北海道支部合同学術講演会講演予稿集, 函館市勤労者総合福祉センター「サン・リフレ函館」(函館): 2(2009)
 - 15) 相津佳永*, 平田達也*, 小池豪*, 前田貴章*, 西館泉*, 横井直倫: 近赤外スペックルパターンからの皮下ヘモグロビン濃度変化解析, 日本電気学会, 光・量子デバイス研究会「フォトニッ

- ク・バイオメディシン最前線：ここまでのレーザ医学・生物学（IV）」，理化学研究所（和光）：67-70 (2009)
- 16) 平田達也*，小池豪*，前田貴章*，横井直倫，相津佳永*：近赤外スペckルパターンによる血流・血液濃度変化同時イメージング，計測自動制御学会，第41回計測自動制御学会北海道支部学術講演会論文集，北海道大学（札幌）：123-124 (2009)
- 17) 平田達也*，小池豪*，横井直倫，相津佳永*：2波長レーザーSpeckルによる血流と血液濃の同時イメージング，応用物理学会，第56回応用物理学関係連合講演会講演予稿集，筑波大学（つくば）：1058 (2009)
- 18) 横井直倫，小池豪*，平田達也*，相津佳永*：バイオSpeckル血流イメージングにおける画質改善，応用物理学会，第56回応用物理学関係連合講演会講演予稿集，筑波大学（つくば）：1059 (2009)
- 19) Y. Aizu*, T. Maeda*, I. Nishidate* and N. Yokoi : Experimental study on estimation parameters in bio-speckle blood flow imaging, Proceedings of the 4th Asian and Pacific-Rim Symposium on Biophotonics, Jeju Island, Korea : 194-195 (2009)
- 20) Y. Aizu*, T. Hirata*, T. Maeda*, I. Nishidate* and N. Yokoi : Simultaneous imaging of blood flow and hemoglobin concentration change in skin tissue using NIR speckle patterns, Proceedings of SPIE-OSA Biomedical Optics, SPIE vol. 7371 'Novel Optical Instrumentation for Biomedical Applications IV,' eds. C.D. Depeursinge and I.A. Vitkin, Munich, Germany, 73711D : 1-7 (2009)
- 21) N. Yokoi, Y. Aizu* : Improvement of image quality in bio-speckle blood flow imaging, Technical digest of the 8th Japan-Finland Joint Symposium on Optics in Engineering, Tokyo University of Science, Tokyo : 127-128 (2009)
- 22) Y. Aizu*, T. Hirata*, T. Maeda*, I. Nishidate* and N. Yokoi : Method for simultaneous imaging of blood flow and concentration change in skin tissue using bio-speckle patterns (Invited), Technical digest of the 8th Japan-Finland Joint Symposium on Optics in Engineering, Tokyo University of Science, Tokyo : 25-26 (2009)
- 23) T. Hirata*, K. Tani*, T. Maeda* I. Nishidate*, Y. Aizu* and N. Yokoi : Laser speckle imaging system for simultaneous analysis of blood flow and concentrations in human tissue, Technical digest of the 8th Japan-Finland Joint Symposium on Optics in Engineering, Tokyo University of Science, Tokyo : 129-130 (2009)
-

[電気情報工学科]

- 1) 上田瑛久*, 柏達也*, 川村武*, 田口健治*, 大島功三: FDTD 法を用いた円偏波のエッジ回折特性, 電子情報通信学会, 2009 年総合大会, 松山: C-1-31 (2009)
- 2) 柴山侑子*, 上田瑛久*, 柏達也*, 川村武*, 田口健治*, 大島功三: 交差点における 700MHz 帯 FDTD 電波伝搬シミュレーション, 電子情報通信学会, 2009 年総合大会, 松山: C-1-32 (2009)
- 3) 森下隆司*, 田口健治*, 柏達也*, 川村武*, 大島功三, 栗林裕*, 小松覚*: 自動車搭載アンテナにおける近傍界・遠方界境界に関する一検討, 電子情報通信学会, マイクロ波研究会, 旭川, MW2009-55: 137-142(2009)
- 4) 高橋望美*, 大島功三, 田口健治*, 柏達也*, 栗林裕*, 小松覚*: 市街地における円偏波の伝搬に関する一検討, 電子情報通信学会, マイクロ波研究会, 旭川, MW2009-56: 143-147(2009)
- 5) Jan-Dong. Tseng*, Tatsuya Kashiwa*, Kohzoh Ohshima, Pei-Chi. Wang*: High frequency bridge type capacitance tester design, Progress In Electromagnetics Research Symposium (PIERS), Moscow: 3A9(2009)
- 6) 柴山侑子*, 上田瑛久*, 柏達也*, 川村武*, 田口健治*, 大島功三: 歩道上の歩行者を考慮した交差点における 700MHz 帯 FDTD 電波伝搬解析, 電子情報通信学会, 2009 年ソサイエティ大会, 新潟: C-1-16(2009)
- 7) 宮井就平*, 大島功三, 柏達也*, 小川恭孝*: 遺伝的アルゴリズムを用いた到来方向推定の特性に関する一検討, 平成 21 年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 北見工業大学: 82(2009)
- 8) 上田瑛久*, 田口健治*, 柏達也*, 川村武*, 大島功三: FDTD 法を用いた PEC エッジ回折波の分布特性, 平成 21 年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 北見工業大学: 100(2009)
- 9) 松田大樹*, 田口健治*, 柏達也*, 川村武*, 大島功三: 自動車・自転車間の衝突事故防止を目的とした自転車の 700MHz 帯 FDTD 反射特性解析, 平成 21 年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 北見工業大学: 101(2009)
- 10) 森下隆司*, 田口健治*, 柏達也*, 川村武*, 大島功三: 700MHz 帯における自動車ルーフトップモノポールアンテナに対する近傍界・遠方界境界に関する一検討, 平成 21 年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 北見工業大学: 102(2009)

- 11) 柴山侑子*, 田口健治*, 柏達也*, 川村武*, 大島功三:歩行者を考慮した 700MHz 帯交差点 FDTD 電波伝搬シミュレーション, 平成 21 年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 北見工業大学:103(2009)
- 12) 柴山侑子*, 田口健治*, 柏達也*, 川村武*, 大島功三:交差点における 700MHz 帯 FDTD 電波伝搬解析平成 21 年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 北見工業大学:104(2009)
- 13) 太田耕平*, 田口健治*, 柏達也*, 川村武*, 大島功三: NEC-2 を用いた 700MHz 帯自動車ルーフトップモノポールアンテナに対する近傍界・遠方境界解析, 平成 21 年度電気・情報関係学会 北海道支部連合大会, 北見工業大学:105(2009)
- 14) 田中宏季*, 小山貴夫: SS 法による特定音源除去に関する一検討, 電子情報通信学会, 2008 年ソサイエティ大会, 新潟大学:110(2009)
- 15) 小林慎弥*, 小山貴夫: IP ネットワークと GPS を用いた情報収集システム構築に関する検討, 電気学会等, 平成 21 年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 北見工業大学:178(2009)
- 16) 笹岡久行, 山田太郎*: ACO を用いた RoboCup サッカーエージェントにおける行動獲得手法の評価, 情報処理学会, 情報処理学会第 71 回全国大会講演論文集, 立命館大学: CD-ROM(1D-5)(2009)
- 17) 笹岡久行, 山田太郎*: ACO を用いた RoboCup サッカーエージェントにおける行動獲得手法の提案, 日本ファジー学会, ECOMP 研究会論文集, 立命館大学: CD-ROM 5-8(2009)
- 18) 笹岡久行, 篁耕司, 井口傑: 旭川高専電気情報工学科における自学自習環境整備の取組について, 高等専門学校情報処理教育研究委員会, 高等専門学校情報処理教育研究発表会論文集第 29 号, 長野市生涯学習センター: 209-212(2009).
- 19) 笹岡久行, 廣永聖治*, 井口傑: 電気系科目における高専低学年用学習コンテンツ作成の試み, 教育システム情報学会, JSiSE2009 第 34 回全国大会公演論文集, 名古屋大学: 248-249(2009)
- 20) 新浜尚幸*, 山家卓也*, 篁耕司, 吉本健一: RF スパッタリングを用いた酸素無供給下での SrTiO₃ 薄膜の成長とアニール効果, 第 44 回応用物理学会北海道支部/第 5 回日本光学会北海道地区合同学術講演会講演予稿集, 函館: 70(2009)
- 21) 篁耕司, 杉本敬祐, 笹岡久行, 井口傑, 津田勝幸, 片山則昭: 課外教育活動充実のための自学自習支援の取り組み, 日本工学教育協会, 平成 21 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, 名古屋:

242-243(2009)

- 22) 篁耕司, 杉本敬祐, 笹岡久行, 井口傑, 津田勝幸 : 自学自習を促すための学習支援の取り組み, 平成21年度高専教育講演論文集, 豊田 : 93-94(2009)
- 23) 土田義之, 木本吏哉* : 寒冷地での未利用エネルギーの再生運用による環境負荷低減の研究, 土木学会, 第24回寒地技術シンポジウム, 札幌市教育文化会館 : 429-433(2008)
- 24) 飛澤直哉*, 土田義之, 泉谷昌洋* : 電動車いす制御技術の研究, 土木学会, 第24回寒地技術シンポジウム, 札幌市教育文化会館 : 539-543(2008)
- 25) 飛澤直哉*, 辻本陽平*, 土田義之, 泉谷昌洋* : 電動車椅子制御システム装置の研究・開発(第二報), 平成21年度電気学会全国大会, 北海道大学高等教育機能開発総合センター, 4-241 : 396(2009)
- 26) 土田義之, 千葉誠 : 木材糖化法(北海道バイオマス変換法)における硫酸回収の評価・検討, 第7回全国高専テクノフォーラム, 高松市アルファあなぶきホール : 41(2009)
- 27) 土田義之, 飛澤直哉*, 辻本陽平*, 泉谷昌洋* : 寒冷地での安心・安全な電動車いす制御技術システムの開発, 第7回全国高専テクノフォーラム, 高松市アルファあなぶきホール : 53(2009)
- 28) 土田義之 : 工学教育と社会科学教育の両立, 平成21年度高等専門学校・長岡技術科学大学教員交流研究集会(経営情報系), 長岡技術科学大学マルチメディアセンター : 11-20(2009)
- 29) 土田義之, 古川正志* : 複合系ヒューマンマシンコンピュータインターフェイスと知的階層的運動制御システムの電動車いす制御系の検証(第一報), 情報処理学会北海道支部, 情報処理北海道シンポジウム2009, 旭川市大雪クリスタルホール : 78-84(2009)

[制御情報工学科]

- 1) 阿部晶 : ニューラルネットワークを用いたフレキシブルマニピュレータの軌道生成, 計測自動制御学会, 第9回SI部門講演会論文集, 長良川国際会議場 : 1157-1158(2008)
- 2) 阿部晶 : ソフトコンピューティングを用いたフレキシブルマニピュレータの軌道計画, 北海道エージェントスケジューリングプロジェクト, 第8回複雑系マイクロシンポジウム講演論文集, 北見工業大学 : 23-24(2009)

- 3) 阿部晶:ニューラルネットワークを用いたフレキシブル直角座標ロボットマニピュレータの軌道計画, 日本機械学会, ロボティクス・メカトロニクス講演会'09 講演論文集, 福岡国際会議場: 2A1-F12 (2009)
- 4) 阿部晶:2次および3次の非線形性を有する連続体の非線形振動解析に対する解の精度について, 日本機械学会, Dynamics and Design Conference 2009 論文集, 北海道大学: CD-ROM (2009)
- 5) 別役厚則*, 佐竹利文, 林朗弘*, 原槇真也*, :局所運動学によるロボットアームの運動学計算システムの開発, 北海道エージェントスケジューリングプロジェクト, 複雑系マイクロシンポジウム, 北見工業大学: 21-22(2009)
- 6) 西本宇伸*, 林朗弘*, 原槇真也*, 佐竹利文:マルチエージェントモデルの概念を利用したマニピュレータの運動学計算, 精密工学会, 精密工学会春季学術講演会, 中央大学 Vol. 2009S (2009),H09(2009)
- 7) 久保稔*, 林朗弘*, 原槇真也*, 佐竹利文:分散一軸慣性系モデルによる動力学を考慮したマニピュレータの位置決め制御精密工学会, 精密工学会春季学術講演会, 中央大学, Vol. 2009S (2009), : H10(2009)
- 8) 別役厚則*, 佐竹利文, 林朗弘*, 原槇真也*:局所運動学によるロボットアームの運動学計算システムの開発, 精密工学会, 精密工学会春季学術講演会, 中央大学, Vol. 2009S (2009), H14 (2009)
- 9) 西本宇伸*, 林朗弘*, 原槇真也*, 佐竹利文:多様な動作状況に対応できる柔軟な運動学計算モデルの構成法, 精密工学会, 精密工学会秋季学術講演会, 神戸大学, Vol. 2009O (2009), N41(2009)
- 10) 久保稔*, 林朗弘*, 原槇真也*, 佐竹利文:状態空間解析に基づく一軸慣性系モデルによる機械システムの制御, 精密工学会, 精密工学会秋季学術講演会, 神戸大学, Vol. 2009O (2009), N42(2009)
- 11) 佐竹利文, 別役厚則*, 林朗弘*, 原槇真也*:局所運動学を用いた人型ロボット全体構造の運動学計算モデル, 日本機械学会, ロボティクス・メカトロニクス講演会 '09, 福岡国際会議場: 2A2-D13(2009)
- 12) 久保稔*, 林朗弘*, 原槇真也*, 佐竹利文:状態空間解析を用いた一軸慣性系エージェントによるマニピュレータ制御, 日本機械学会, ロボティクス・メカトロニクス講演会 '09 福岡国際会議場: 2A2-D15(2009)
- 13) 徳永誠*, 林朗弘*, 原槇真也*, 佐竹利文:状態空間解析を用いた一軸慣性系エージェントによ

るマニピュレータ制御, 日本機械学会, ロボティクス・メカトロニクス講演会 09, 福岡国際会議場 : 2A2-E01(2009)

- 14) 別役厚則*, 佐竹利文, 林朗弘* : 局所運動学によるヒューマノイドモデルの運動学計算精密工学会, 精密工学会北海道支部 50 周年記念学術講演会, 釧路工業高等専門学校 : 51-52(2009)
 - 15) 鮫島大湖*, 遠藤岳志*, 堀川紀孝, 小熊博幸*, 中村孝* : 鋳肌を有する薄肉球状黒鉛鋳鉄の疲労強度特性, 日本材料学会第 29 回疲労シンポジウム, 京都 : 45-48(2008)
 - 16) 堀川紀孝, 桃野正* : 薄肉球状黒鉛鋳鉄の組織および強度分布と鋳造シミュレーションの対応, 鋳造工学会第 154 回全国講演大会, 東京 : 7(2009)
 - 17) 堀川紀孝, 鮫島大湖*, 中村孝*, 小熊博幸* : 薄肉球状黒鉛鋳鉄の疲労強度特性に及ぼす鋳肌の効果, 日本機械学会材料力学カンファレンス, 札幌 : CD-ROM (2009)
 - 18) 堀川紀孝, 鮫島大湖*, 小熊博幸*, 中村孝* : 薄肉球状黒鉛鋳鉄の鋳肌プロファイルを用いた疲労強度評価鋳造工学会第 155 回全国講演大会, 長崎 : 101 (2009)
-

[物質化学工学科]

- 19) 太田茂樹*, 田口主*, 梅田哲, 津田勝幸 : 高吸水性ポリアスパラギン酸の合成とその給水および脱水特性, 第 43 回 (2008 年度) 高分子学会北海道支部研究発表会, 札幌 : 55 (2009)
- 20) 建部秀斗*, 田口主*, 梅田哲, 津田勝幸 : ポリアスパラギン酸ゲルの合成とリパーゼによる酵素的生分解性, 第 43 回 (2008 年度) 高分子学会北海道支部研究発表会, 札幌 : 56 (2009)
- 21) 小笠原謙宏*, 清野尚樹*, 笠井大輔*, 政井英司*, 福田雅夫*, 千田俊哉*, 杉本敬祐 : Extradiol 型二原子酸素添加酵素 DesB の酵素学的研究, 第 43 回高分子学会北海道支部研究発表会, 北海道大学 : 26(2009)
- 22) 橋本一輝*, 山口香織*, 笠井大輔*, 政井英司*, 福田雅夫*, 千田美紀*, 千田俊哉*, 杉本敬祐 : Type II に属する Extradiol 型二原子酸素添加酵素(DesZ)の結晶化条件の探索, 第 43 回高分子学会北海道支部研究発表会, 北海道大学 : 27(2009)
- 23) 阿部薫明*, 林大輔*, 大和谷恵美*, 石田智毅*, 赤坂司*, 宇尾基弘*, 亘理文夫*, 高田知哉 : 亜鉛-イミダゾール錯体を持つ酵素モデル化合物による石灰化反応の制御, 第 59 回錯体化学討

論会, 長崎大学 : 1PE-020 (2009)

- 24) 高田知哉, 阿部薫明*, 亘理文夫*, 田地川浩人* : マンガンとナノ・炭素材料との相互作用 DFT 法および MD 法によるアプローチ, 化学系学協会北海道支部 2009 年冬季研究発表会, 北海道大学 : 2P44 (2009)
- 25) 高田知哉, 真鍋智彦*, 村上雄也* : マイクロ波照射による Cu/Mn 沈殿からの CuMn_2O_4 生成機構, 化学系学協会北海道支部 2009 年冬季研究発表会, 北海道大学 : 2P45 (2009)
- 26) 高野淳*, 高田知哉 : 合成硫酸塩水和物の水中陰イオン捕集特性, 化学系学協会北海道支部 2009 年冬季研究発表会, 北海道大学 : 2P46 (2009)
- 27) 畑中恵*, 高田知哉 : UV 照射によるトリフェニルテトラゾリウム塩/PVA フィルムの着色特性, 化学系学協会北海道支部 2009 年冬季研究発表会, 北海道大学 : 2P47 (2009)
- 28) 林大輔*, 阿部薫明*, 石田智毅*, 大和谷恵美*, 赤坂司*, 宇尾基弘*, 亘理文夫*, 高田知哉 : 人工酵素モデルを用いた石灰化反応の制御, 第 21 回代用臓器・再生医学研究会総会, 札幌医科大学 : 1 (2009)
- 29) 玉井宏和*, 千葉誠 : 鉄表面の電極特性と応力の関連, 化学系学協会北海道支部 2009 年冬季研究発表会, 講演要旨集, 北海道大学 : 38(2009)
- 30) 野崎圭佑*, 田西一磨*, 千葉誠 : 弾性・塑性応力による銅めつき形態の変化, 化学系学協会北海道支部 2009 年冬季研究発表会, 講演要旨集, 北海道大学 : 39(2009)
- 31) 寄谷明香*, 富樫巖 : 灰色かび病菌に注目した施設園芸の環境微生物調査の試み, 化学系学協会北海道支部 2009 年冬季研究発表会, 講演要旨集, 札幌市 : 71(2009)
- 32) 富樫巖 : バイオロジカル・コントロールを用いた木製土木構造物の腐朽遅延技術の開発, 第 1 回北海道地区高専テクノ・イノベーションフォーラム, シーズ発表集, 札幌市 : 16(2009)
- 33) 富樫巖 : ビン内二次醗酵発泡酒における酵母の殺菌方法, 第 7 回全国高専テクノフォーラム, 講演集, 高松市 : 66(2009)
- 34) 石内禎伴*, 清水友紀*, 沼田ゆかり : 温度応答性バクテリアセルロースゲルの作製とその応用, 第 43 回高分子学会北海道支部研究発表会, 北海道大学 : 49 (2009)

- 35) 星つかさ*, 清水友紀*, 沼田ゆかり, 古川英光*, 龔劍萍*: 温度応答性バクテリアセルロースゲルの高強度化, 第 43 回高分子学会北海道支部研究発表会, 北海道大学: 16 (2009)
 - 36) 沼田ゆかり, 星つかさ*, 清水友紀*, 古川英光*, 龔劍萍*: DN ゲル化による機能性バクテリアセルロースゲルの高強度化, セルロース学会第 16 回年次大会, 北海道大学: 148 (2009)
 - 37) 廣瀬識子*, 東谷智章*, 竹内正美*, 宮越昭彦, 村上定瞭*: 亜・超臨界水を用いた工業排水処理技術の開発(1) -酸化モリブデン-酸化バナジウム系触媒の最適化-, 第 14 回高専シンポジウム in 高知, 高知市文化プラザ かるぽーと: 105 (2009)
 - 38) 富田次郎*, 東谷智章*, 竹内正美*, 宮越昭彦, 村上定瞭*: 亜・超臨界水を用いた工業排水処理技術の開発(2) -ゾルーゲル法による触媒調製と前処理条件の検討-, 第 14 回高専シンポジウム in 高知, 高知市文化プラザ かるぽーと: 106 (2009)
 - 39) 富田次郎*, 竹内正美*, 村上定瞭*, 宮越昭彦: 亜・超臨界水を用いた高濃度窒素含有工業排水処理技術の開発, 第 9 回環境技術学会, 大阪府立大学中百舌鳥キャンパス: 57-58 (2009)
-

[一般人文科]

- 1) 鈴木智己, 十河克彰: Successful learner にみる学習動機づけと意欲を高める指導、全国英語教育学会, 鳥取大学: 364-365(2009)
 - 2) 谷口牧子: 旭川高専における知財教育の試み-北海道のпатентデバイス消を目指して-, 日本知財学会第 10 回知財教育研究会, 日本弁理士会館: (2009)
 - 3) 谷口牧子: 法教育の観点からの知財教育, 日本知財学会第 7 回年次学術研究発表会, 東京工業大学大岡山キャンパス: (2009)
 - 4) 水野優子: *although* 節と *though* 節の比較: 談話機能の観点から, 日本英文学会北海道支部第 54 回大会, 北海道教育大学函館校: (2009)
 - 5) 山本道隆*, 三浦裕*, 明官秀隆: 大学生の経済的環境と自覚的健康について- (その 1) 身体的自覚症状-, 第 10 回日本スポーツ整復療法学会, 東京海洋大学: 129(2008)
 - 6) 山本道隆*, 三浦裕*, 明官秀隆: 大学生の経済的環境と自覚的健康について- (その 2) 行動的自覚症状-, 第 10 回日本スポーツ整復療法学会, 東京海洋大学: 130(2008)
-

[一般理数科]

- 1) 近藤真一：逆行列の計算方法の定着度について，日本数学教育学会，第91回全国算数・数学教育研究大会，京都：519(2009)
 - 2) 長岡耕一：ラプラス変換の「たたみこみ」の導入について，日本数学教育学会，高専・大学部会，第91回全国算数・数学教育研究大会総会特集号：520(2009)
-

IV その他（総説・解説・評論等含む）

[校長]

- 1) H. Takahashi, M. Sakairi*, and T. Kikuchi*: Micro- and Nano-Technologies Based on Anodizing of Aluminum -Combination of Laser irradiation with Electrochemical process -, *Electrochemistry*, 77 (1) : 30 - 43 (2009)
 - 2) 高橋英明, 坂入正敏*, 菊地竜也*, Jha Himendra*: アノード酸化とマイクロ・ナノテクノロジー, *表面技術*, 60 (3) : 143 - 150 (2009)
-

[機械システム工学科]

- 1) 横井直倫：2008年光学界の進展 1. 光物理, *光学*, 38(4) : 175-176(2009)
-

[電気情報工学科]

- 1) 笹岡久行：anct2009, RoboCup2009 シミュレーションリーグ, ポスターセッション発表, 大阪ドーム : (2009)
- 2) Hisayuki Sasaoka: Introduction to e-Learning Approach in Asahikawa-Kosen, Lectures for Counter Parts in Teacher Training Center, Izmir, Turkey: (2009).
- 3) 土田義之：特許請求項・明細書の書き方, 釧路高専産業財産権教育セミナー : (2009)

- 4) 土田義之：平成 20 年度産業財産権標準テキストの有効活用に関する実験協力校年次報告，平成 20 年度産業財産権標準テキスト実験協力校年次報告会(発明協会)，東京三会堂：(2009)
- 5) 土田義之：知的財産権の基礎知識と特許提案，平成 20 年度函館高専知的財産講習会：(2009)
- 6) 土田義之：育成事業 2 年間の活動経緯と自立化に向けて，平成 20 年度産学連携人材育成事業(産学人材育成パートナーシップ事業)，経済産業省委託事業報告会，旭川ロワジールホテル：(2009)
- 7) 土田義之：問題提起・解決から特許出願までの実際と応用事例紹介，平成 21 年度一ノ関高専知的財産講習会：(2009)
- 8) 土田義之：研究を進める上での知的財産管理と著作権管理について，釧路高専知的財産育セミナー：(2009)
- 9) 土田義之：平成 21 年度知的財産教育推進協力校中間指導報告，平成 21 年度知的財産教育校年中間報告会(発明協会)，発明会館：(2009)
- 10) 土田義之：特許出願から取得までの流れ，釧路高専知的財産権を融合した創造工学セミナー：(2009)
- 11) 土田義之：知的財産権導入教育，釧路高専知的財産権を融合した創造工学セミナー，釧路工業高等専門学校：(2009)
- 12) 土田義之：平成 20 年度産学連携人材育成事業，産学人材育成パートナーシップ事業，特殊な構造物のデザインや施工に対応できる人材育成プロジェクト成果報告書，(旭川商工会議所，旭川工業高等専門学校：1-84(2009)
- 13) 土田義之：産学人材育成支援プログラム 2009，「特殊な構造物のデザインや施工に対応できる人材育成プロジェクト」，北海道経済産業局 News Releas：22(2009)
- 14) 土田義之，千葉誠：木材糖化法(北海道バイオマス変換法)における硫酸回収の評価技術，高専発先端材料技術シーズ集，独立行政法人国立高等専門学校機構：24(2009)

[制御情報工学科]

- 1) 阿部晶：文献調査報告[Narakorn Srinil and Giuseppe Rega: Space-time numerical simulation and

validation of analytical predictions for nonlinear forced dynamics of suspended cables, *Journal of Sound and Vibration*, **315**(3), 394-413 (2008)], 日本機械学会機械力学・計測制御部門 第20回振動基礎研究会, 九州大学: 論文番号4 (2009)

- 2) 大柏哲治: 旭川ものづくり博覧会, 石井鉄工場のブースにおいて, 大根積み込み装置小型モデルを展示, 旭川大雪アリーナ: (2009)

[物質化学工学科]

- 1) 梅田哲: ポリアスパラギン酸をベースとする生分解性高吸水性ポリマーの開発, 第1回北海道地区テクノ・イノベーションフォーラム, 札幌: (2009)
- 2) 千葉誠: 勤続の電極特性と応力の関連について, 電気化学会北海道支部, 第26回ライラックセミナー・第15回若手研究者交流会, 小樽(2009)
- 3) 富樫巖: 気軽に読める「微生物の小話講座」(その6 抗菌剤に耐性を持つ微生物たち), ウッディエイジ 2009年6月号(No.670): 1-4(2009)
- 4) 沼田ゆかり: 機能性材料としてのバクテリアセルロース, 高分子学会北海道支部 24th Summer University in Hokkaido & 若手研究会, 洞爺サンパレス: 1-2 (2009)
- 5) 古崎睦, 田中洋一*, 新堀邦夫*, 本山秀明*, 津田勝幸, 高田知哉: ドームふじ深層掘削データ解析による高圧温暖氷掘削の研究(その一), 平成20年度極域気水圏・生物圏合同シンポジウム, 国立極地研究所: 134-135(2008)

[一般人文科]

- 1) 十河克彰: *The Opera Isn't Over Till the Fat Lady Sings* 「あの太った女性が歌うまでオペラは終わらない」, 啓林館 Keirin Web Station 『英語表現アラカルト』, <http://www.shinko-keirin.co.jp/koei/index.htm>: (2008)
- 2) 十河克彰: *Is not this THE carpenter's son* 「ナザレに大工は何人いたのか」, 啓林館 Keirin Web Station 『英語表現アラカルト』 <http://www.shinko-keirin.co.jp/koei/index.htm>, : (2008)

- 3) 十河克彰 : *Ritual* 「儀式」, 啓林館 Keirin Web Station 『英語表現アラカルト』
<http://www.shinko-keirin.co.jp/koei/index.htm> : (2008)
- 4) 十河克彰 : *If Winter comes, can Spring be far behind?* 「冬が来るなら, 春が遥かにあり得ようか」,
啓林館 Keirin Web Station 『英語表現アラカルト』 <http://www.shinko-keirin.co.jp/koei/index.htm> :
(2009)
- 5) 十河克彰 : *John Doe* 「ジョン・ドウ」, 啓林館 Keirin Web Station 『英語表現アラカルト』
<http://www.shinko-keirin.co.jp/koei/index.htm> : (2009)
- 6) 十河克彰 : *Breaking the Mold* 「新型」, 啓林館 Keirin Web Station 『英語表現アラカルト』
<http://www.shinko-keirin.co.jp/koei/index.htm> : (2009)
- 7) 十河克彰 : *The Final Nail in the Coffin* 「終焉の釘」, 啓林館 Keirin Web Station 『英語表現アラカルト』
<http://www.shinko-keirin.co.jp/koei/index.htm> : (2009)
- 8) 十河克彰 : *Going Cold Turkey Is the Best* 「冷たい七面鳥になるのが最善」, 啓林館 Keirin Web Station
『英語表現アラカルト』 <http://www.shinko-keirin.co.jp/koei/index.htm> : (2009)
- 9) 十河克彰 : *Two Holer* 「所変わればトイレも変わる」, 啓林館 Keirin Web Station 『英語表現アラカルト』
<http://www.shinko-keirin.co.jp/koei/index.htm> : (2009)
- 10) 十河克彰 : *Credit Titles* 「前付/クレジットタイトル」, 啓林館 Keirin Web Station 『英語表現アラカルト』
<http://www.shinko-keirin.co.jp/koei/index.htm> : (2009)
- 11) 十河克彰 : *Honor Your Father and Mother* 「汝の父母を敬え」, 啓林館 Keirin Web Station 『英語表現アラカルト』
<http://www.shinko-keirin.co.jp/koei/index.htm> : (2009)
- 12) 十河克彰 : *How Many Fingers Do You Have* 「指は何本ありますか」, 啓林館 Keirin Web Station 『英語表現アラカルト』
<http://www.shinko-keirin.co.jp/koei/index.htm> : (2009)
- 13) 根本聡 : バルト海での抗争と移動の歴史 (富田矩正著『バルト海の中世』校倉書房の書評),

週間読書人 2009 年 5 月 1 日号 : 4(2009)

- 14) 明官秀隆 : パークゴルフの運動効果—運動と寿命—, 富山県 PG 協会連合会主催, 射水市下村体育館 : (2008)
 - 15) 明官秀隆 : パークゴルフの運動効果—運動と寿命—, 熊本県 PG 協会連合会主催, 南阿蘇村役場会議室 : (2008)
 - 16) 明官秀隆 : パークゴルフの運動効果—運動と寿命—, たけおスポーツクラブ・武雄市 PG 協会主催, 武雄市文化会館 : (2008)
 - 17) 明官秀隆 : パークゴルフの運動効果—運動と寿命—, 糸満市 PG 協会主催, 糸満市観光農園 : (2008)
 - 18) 明官秀隆 : パークゴルフの運動効果—運動と寿命—, 南九州地区 PG 協会連合会主催, 都城市ラスパ高崎 : (2009)
 - 19) 明官秀隆 : パークゴルフの運動効果—運動と寿命—, 原鶴 PG 協会主催, 朝倉市役所会議室 : (2009)
 - 20) 明官秀隆 : PG のスポーツ科学 Vol.25 パークゴルフで認知症予防, IPGA ニュース, 78 号 : 15(2008)
 - 21) 明官秀隆 : PG のスポーツ科学 Vol.26 ロハス(LOHAS)とパークゴルフ, IPGA ニュース, 79 号 : 12(2009)
 - 22) 明官秀隆 : PG のスポーツ科学 Vol.27 パークゴルフで大腰筋を鍛える, IPGA ニュース, 80 号 : 12(2009)
 - 23) 明官秀隆 : PG のスポーツ科学 Vol.28 パークゴルフで血管の老化防止②, IPGA ニュース, 81 号 : 5(2009)
 - 24) 明官秀隆 : PG のスポーツ科学 Vol.29 パークゴルフで手を使って脳の老化防止を, IPGA ニュース, 82 号 : 9(2009)
 - 25) 明官秀隆 : PG のスポーツ科学 Vol.30 パークゴルフの運動効果を運動生理学的に研究, IPGA ニュース, 83 号 : 8-9(2009)
-

[一般理数科]

-
- 1) 長岡耕一：新学習指導要領にみる中学・高校数学における内容の変更について－「統計」を中心に－，数学共育会研究集録第13号：12-15(2009)
-

V 特許

出願者：出願名（西暦発行年）

[機械システム工学科]

- 1) 岡田昌樹：一对の非円形歯車の輪郭形状を生成する方法，プログラム及び装置(2008)
-

[電気情報工学科]

- 1) 土田義之，富樫巖：発泡性の酒類の製造方法，特願 2009-146072(2009)
-