



帝京大学総合博物館 館報

第5号

2021(令和3)年度

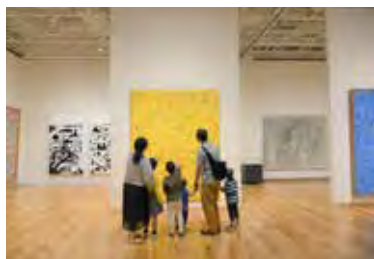
◆講座記録

- 帝京大学から宇宙へ - 学生が挑む超小型衛星開発 -河村 政昭 60
- 自ら癒して接ぎ合わせ - 植物の傷の癒合 -朝比奈雅志 76
- ロボットコンテスト世界大会への挑戦蓮田 裕一 92

◆研究ノート

- 日仏の産学官連携による相互補完的デジタル・ツイン・ミュージアムの構築と評価 -
リアル・ミュージアム（総合博物館）とバーチャル・ミュージアム（メタバース空間）
を融合させた「せとうち西国街道産学官連携プロジェクト展」を題材にして -
.....吉岡 孝昭 104

帝京大学総合博物館



帝京大学総合博物館 館報

第5号

2021（令和3）年度

帝京大学総合博物館 **TUM**
Teikyo University Museum

刊行に寄せて

2021年度における帝京大学総合博物館館（以下、本館）の活動についてまとめた『帝京大学総合博物館館報』第5号が刊行の運びとなりました。コロナ禍の先行きが見通せない2021年度にあっても、本館では様々な活動が積極的・意欲的に行われました。

企画展では「みんなでたのしむあーと『窓からはじまる探検！』と「- 帝京ことはじめ - SINCE 1931 帝京商業学校の物語」が開催されました。前者は“窓”“探検”をモチーフにした絵画を紹介し、親子で楽しみつつ鑑賞することを目的としたものです。後者は本学創基90年を記念し、帝京商業学校の歴史とその社会的役割、帝京商業学校生の青春群像に焦点を当てた展示です。ミニ企画展では「日本のアニメーション雑誌展」を開催し、各種の関係雑誌を通して世界的に高い評価を博す日本アニメの歴史を紹介しました。

本館は、八王子キャンパス各学部等の教育研究との密な連携を主要な活動の一つとしています。文学・経済・教育・外国語の各学部のゼミおよび附置研究所における教育研究活動の成果の展示、学芸員課程の学生の博物館実習の受け入れ、八王子各学部での導入教育であるライフデザイン演習・基礎演習との連携授業を例年通りに実施しました。また科学体験講座の開催や図画工作授業への協力など、社会教育機関としての活動も行いました。特に後者は、武蔵野市立第五小学校からの御依頼を受けてオンラインで実施したもので、同校5年生の86名が参加しました。このほか本館の3名の学芸員（堀越・甲田・橘田）も東京学芸大学「博物館実習Ⅰ」で講演を行い、外部の研究機関とのさらなる連携を射程に入れた活動を行っています。

表には出ない博物館の重要な職務の一つに、諸資料の収集・管理・調査があります。2021年度はOBの方々の御厚意で昆虫標本、帝京商業学校卒業アルバムを御寄贈頂きました。板橋本部秘書室からは帝京大学の歴史を伝える諸種の写真を、八王子キャンパス広報グループからは1970～90年代の入試案内用の写真の寄贈がありました。帝京関係の史・資料に関する情報をお持ちの方は、本館に御一報頂ければ幸いです。

本館の活動に関する情報発信では、Twitter, YouTube, Instagram を通じて本館の活動を社会に発信して2年目になります。国内外の関係機関からのアクセス数も順調に伸び、本館の国際化に弾みが付きつつあります。学生諸君が自ら企画・取材・原稿執筆をしているフリーマガジン『ミコタマ』も第2号・第3号を刊行し、丁寧な取材に裏付けられた内容と、巧みな記事は学内外で好評を博しています。また全国大学史資料協議会東日本部会研究会が、ハイブリッド方式によって本館で開催されて大きな反響を呼び、諸方面から本館への問い合わせなどの声を頂くことができました。

2021年度も本館は、上述のように、諸種の活動を通して研究機関・社会教育機関・生涯学習機関としての役目を着実かつ堅実に果たすことができました。これもひとえに本館に対する学内外の皆様の御理解と御協力の賜物と受け止めております。博物館という役目に加え、学内外に「開かれた」教育研究機関として、更なる充実を目指して参りたいと存じます。皆様の御指導と御鞭撻のほど宜しくお願い申し上げます。

帝京大学総合博物館館長 高橋裕史

目次

刊行に寄せて	3
I. 事業報告	7
1. 展覧会事業	8
(1) 帝京大学総合博物館企画展 みんなでのしむあーと「窓からはじまる探検！」	8
(2) 帝京大学総合博物館企画展 帝京大学創基 90 周年記念 - 帝京ことはじめ - SINCE 1931 帝京商業学校の物語	18
(3) その他展覧会	34
(4) 授業展示	34
(5) 常設展	37
2. 教育・公開事業	38
3. 資料管理・収集・調査事業	45
4. 施設・他機関連携事業等	46
5. 管理運営事業	49
II. 資料	51
1. 開館状況	52
2. 展覧会	52
3. 授業利用	55
4. 団体見学	56
5. 外部視察	56
6. 組織	57
7. 施設概要	58
III. 講座記録	59
■最新研究講座 理(コトワリ)と工(ワザ)の研究者たち	
第1回 帝京大学から宇宙へ - 学生が挑む超小型衛星開発 - … 河村 政昭 …	60
第3回 自ら癒して継ぎ合わず - 植物の傷の癒合 - … 朝比奈 雅志 …	76
第4回 ロボットコンテスト世界大会への挑戦 … 蓮田 裕一 …	92
IV. 研究ノート	103
■日仏の産学官連携による相互補完的デジタル・ツイン・ミュージアムの構築と評価 - リアル・ミュージアム(総合博物館)とバーチャル・ミュージアム(メタバース 空間)を融合させた「せとうち西国街道産学官連携プロジェクト展」を題材にして - … 吉岡 孝昭 …	104

I 事業報告
2021

1. 展覧会事業

(1) 企画展

帝京大学総合博物館企画展

みんなでたのしむあーと「窓からはじまる探検！」

① 実施概要

主催	帝京大学総合博物館
会期	2021年6月19日(土)～9月18日(土) ※休館日：日曜日・祝日(7月22日(木))は臨時開館日)
開館日数	77日
会場	帝京大学総合博物館企画展示室1、2、4
入館者数	7,671名
企画構成	橘田 梢(帝京大学総合博物館 学芸員)

② 概要

かつて帝京大学総合博物館の源流のひとつに“新しい時代にふさわしい美術コレクションや大学美術館を”との構想があった。本学では、その当時東京藝術大学学長の平山郁夫の協力を得て、同学卒業・修了制作のなかから優れた作品を選定し、収蔵しており、今日では130点を超えるコレクションとなっている。本展は、その中から、麻生隆悟氏の《窓》をメインに窓・探検をテーマに選んだ、15作家17作品を紹介した展覧会である。

麻生隆悟氏の《窓》には実にさまざまなモチーフが描かれており、その数は500以上にもぼる。人・動物・植物・食べ物・風景・史跡まで種類もさまざま、窓を通していろいろな世界をのぞいているようである。本学では、麻生氏の卒業制作・修了制作の両方を所蔵しており、本展にて初めて並べて展示することとした。

本展は、これまで博物館や美術館に足を運んだことがない方にも気軽に訪れていただけることを目的とした。会場では、展示案内リーフレット「窓からはじまる探検の書！」を配布し、家族で対話を楽しみながら鑑賞できるような工夫をした。会期中には、事前申込制のイベントを実施した。1つ目は、《窓》という作品をどんな年代の方でもより能動的に鑑賞できることを目指した「窓バッジ」をつくろう！である。2つ目は、親子で作品をじっくり観察し、対話しながらの鑑賞を楽しみ、そして他の参加者の見方にもふれられることを目指した「おやこでたのしむあーと」である。また、武蔵野市立第五小学校と博物館の企画展示室をオンラインで結んだ遠隔授業も行った。こちらの授業では実施後に実際に展覧会に足を運んでくれる児童がおり、遠隔での鑑賞会への一定の効果を実感することもできた。展覧会だけでなく地域に向けたイベントを開催することで、より地域の方々に博物館を認識していただき、活用いただけるような場所になることを目的とした。

③ 展示構成

展示室の中央に麻生隆悟氏の《窓》を2点並べて展示し、向かって左側の作品から順に鑑賞する順路として展覧会を構成した。窓からはじまり、部屋の中、そして街中、自然の中、空想の世界を探検し、また窓に戻るといった構成である。ただし、展示室内にはあえてそのような

順路表示はせず、展示構成の表示は展示案内リーフレット「窓からはじまる探検の書！」内のマップに表記するのみに留めた。ご来館された方がよりじっくり鑑賞してみたい、と思った作品から鑑賞できるような自由度が高く、また展示空間を大きくとることで回遊性も高めたいと思ったからである。また、企画展示室4のスペースには、他の来館者の鑑賞の軌跡にふれられるようなスペースも設けた。

④ 展示資料数 総出展件数 39 点

⑤ 関連事業

イ. 「窓バッジ」をつくろう！

日 時 6月19日(土)、6月26日(土)、7月10日(土)、8月7日(土)、8月14日(土)、
8月28日(土)、9月4日(土)、9月11日(土)、9月18日(土)
各日 10:00～12:00、14:00～16:00

会 場 帝京大学総合博物館企画展示室4

講 師 橘田 梢(帝京大学総合博物館 学芸員)

対 象 どなたでも

参加人数(総計) 55組146名

ロ. 「おやこでたのしむあーと」

日 時 7月24日(土)、8月21日(土) 各日 10:30～11:30、14:00～15:00

会 場 帝京大学総合博物館企画展示室1,2、帝京大学総合博物館セミナー室

講 師 橘田 梢(帝京大学総合博物館 学芸員)

対 象 小学生以下のこども及びその保護者

参加人数(総計) 11組38名

⑥ 印刷物

イ. チラシ	A4(両面カラー)	10,000部
ロ. ポスター	B2(片面カラー)	100部
ハ. 展示案内リーフレット	A3(両面カラー)	2,000部

⑦ 広報活動

タウンニュース社八王子編集室により取材が行われ、記事が本紙及びインターネット記事として掲載された。その他 展覧会情報が『広報たまちいき』『博物館研究』などの雑誌、インターネットメディアに合計48件掲載された。

イ. 帝京大学総合博物館 HP

展覧会ページの作成

ロ. Web サイト・アプリへの掲載

共同通信 PR Wire、ちらしミュージアム、インターネットミュージアム

ハ. チラシ等の送付

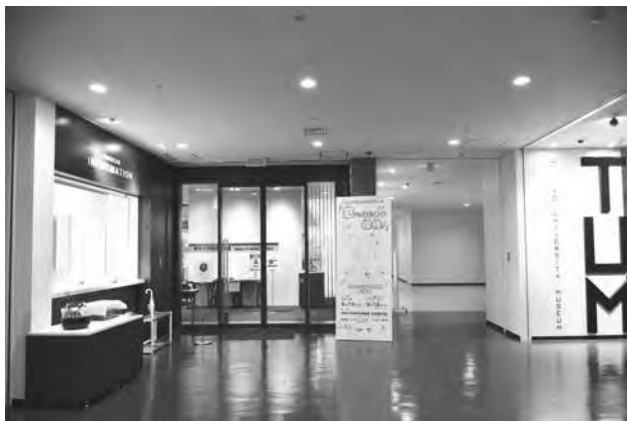
近隣自治体、近隣公共施設、近隣小中学校、近隣幼稚園・保育園、大学博物館、
大学史編纂担当部署、新聞社、出版社



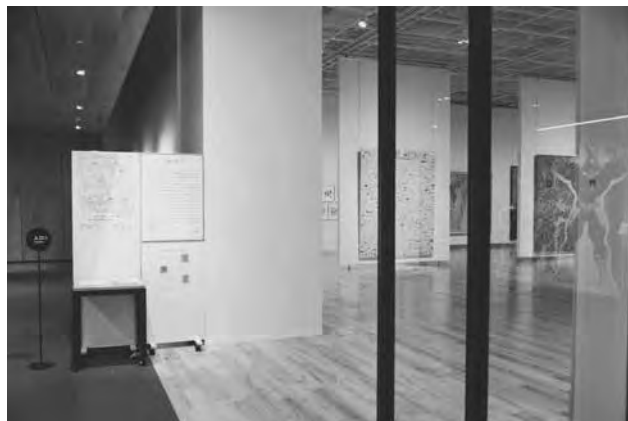
展覧会ポスター



展覧会開催チラシ



博物館入口



エントランス



ごあいさつ



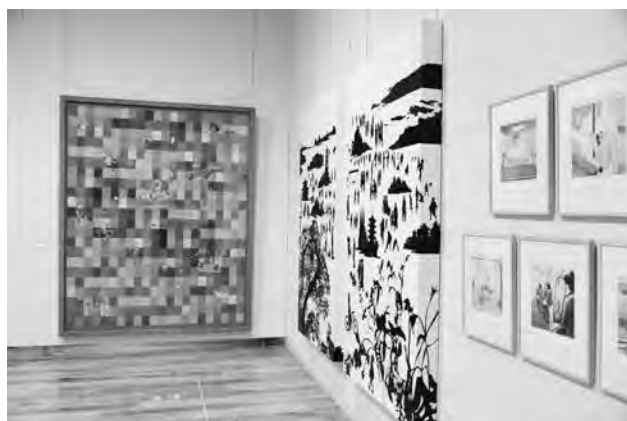
会場入口より



まどからはじまるたんけん！



へやのなかたんけん！



まちなかたんけん！ ①



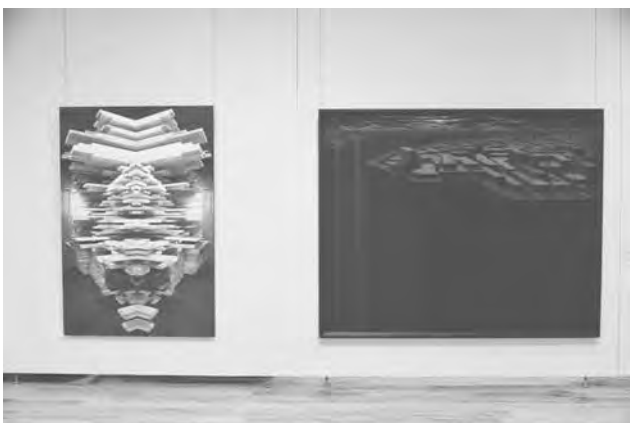
まちなかたんけん！ ②



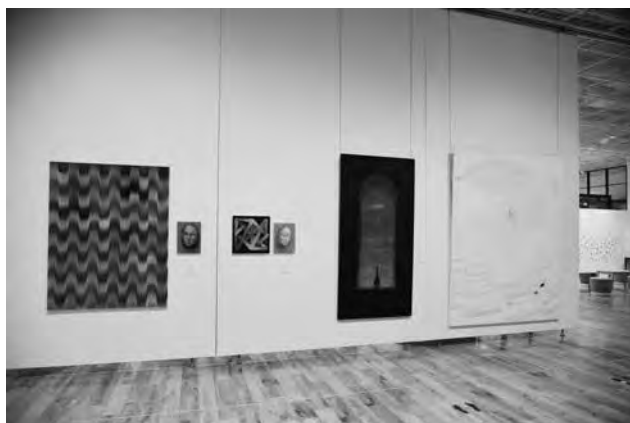
まちなかたんけん! ③



しぜんのなかたんけん!



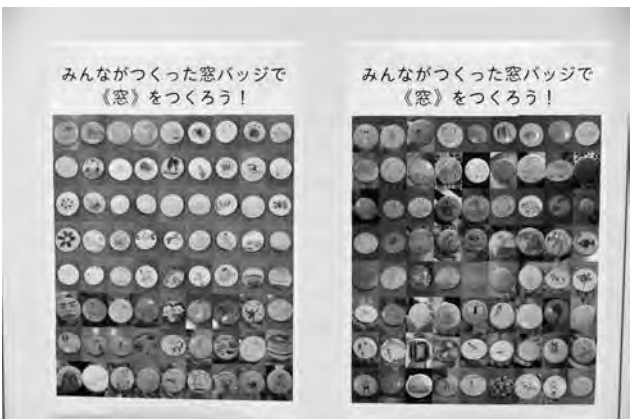
ふしぎなせかいたんけん!



ふしぎなせかいたんけん! そしてまどへ...



交流コーナー



みんながつくった窓バッジで《窓》をつくろう!



「窓バッジ」をつくろう!



おやこでののしむあーと



親子での鑑賞の様子



帝京大学幼稚園 見学 ①



帝京大学幼稚園 見学 ②



帝京大学幼稚園 見学 ③



学部 授業内見学

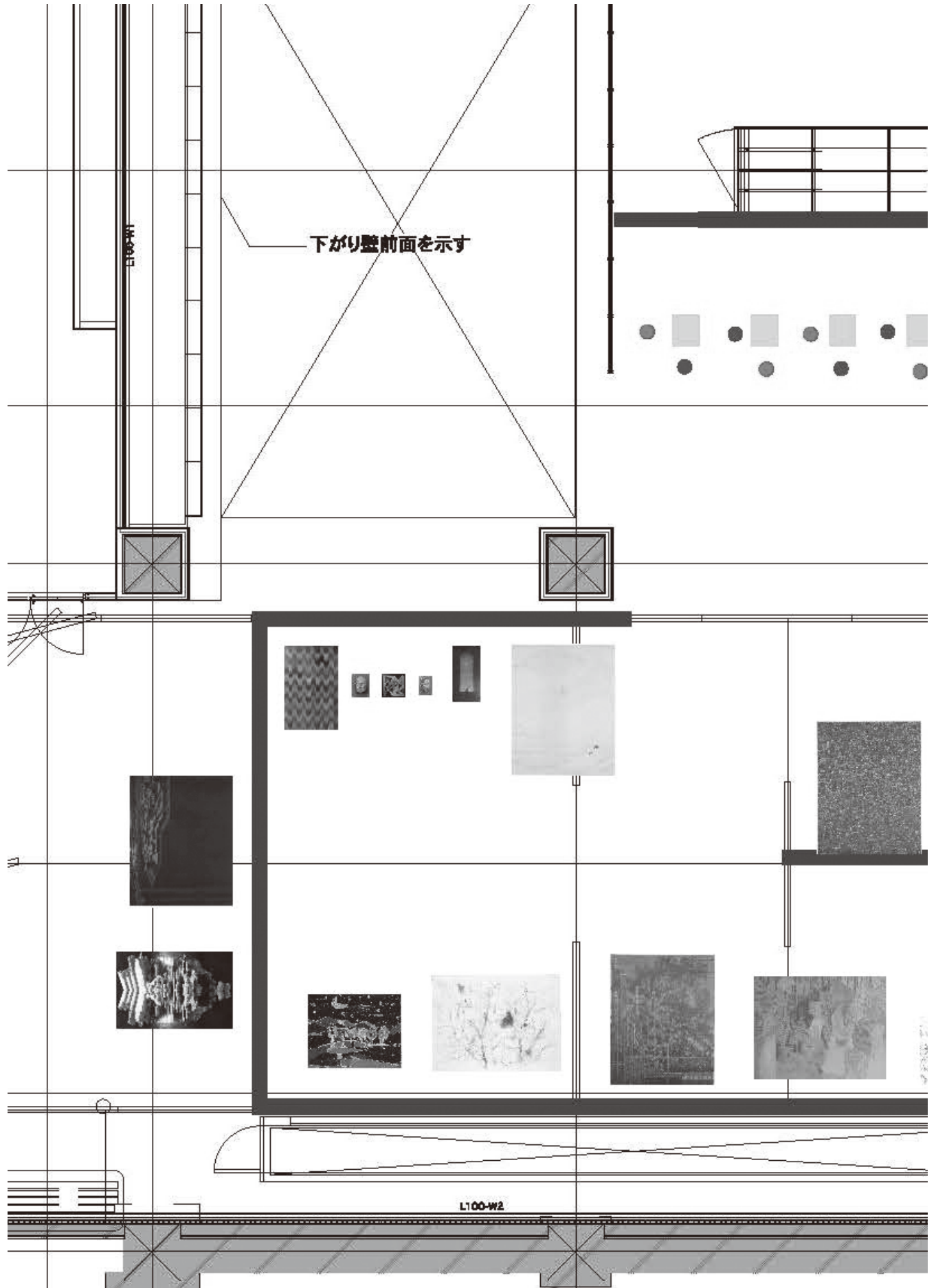


学部 授業内見学

帝京大学総合博物館企画展 みんなでたのしむあーと「窓からはじまる探検！」展示作品リスト

会期：2021年6月19日(土)～9月18日(土)

番号	作家名	作品名	制作年	素材・技法	点数
1	麻生 隆悟	窓	1999	青窓パネル、ジェッツ、アクリル	1
2	麻生 隆悟	窓	2001	パネル、アクリル	1
3	野依 幸治	いつもの朝に	2004	パネル、キャンバス、油彩、砂	1
4	鈴木 祐斗	透明の色	2019	紙本彩色	1
5	馬場 直通	The Entrance Of Memory	2001	パネル、ミラーシート、アクリル	1
6	峰尾 有紀	SV0	2003	木製パネル、アドミラ塗装	1
7	川目 七生	街角男女備忘録	2021	エッチング(原画)	20
8	川目 七生	街角男女備忘録(書籍)	2021	書籍	1
9	勝又 優	水壁	2021	紙本彩色	1
10	志田 展哉	1999 ← TRAVEL → 2000	2000	紙本彩色	1
11	熊谷 直人	森	2005	油彩、アクリル、綿布、パネル	1
12	大塚 綾子	風物詩	2004	油絵具、ガラスカラー、キャンバス	1
13	鈴木 萌恵子	それ	2020	油彩、パネル	1
14	笠原 宏隆	記憶の街	2001	紙本彩色	1
15	山ノ内 陽介	Untitled I	2021	キャンバス、油絵	2
16	山ノ内 陽介	Untitled II	2021	キャンバス、油絵	2
17	藪本 裕子	明瞳	2011	パネル、油彩	1
18	渡辺 明鈴香	f(landscape) = □	2006	綿布、油彩	1



みんなでのしむあーと「窓からはじまる探検！」竣工図

(2) 企画展

帝京大学総合博物館企画展 帝京大学創基 90 年記念

－ 帝京ことはじめ－ SINCE1931 帝京商業学校の物語

① 実施概要

主 催	帝京大学総合博物館
会 期	2021 年 10 月 6 日（水）～ 2022 年 4 月 30 日（土） ※休館日：日曜・祝日、10 月 9 日（土）、11 月 20 日（土）、12 月 11 日（土）、 12 月 29 日（水）～ 1 月 3 日（月）、1 月 15 日（土）、1 月 31 日（月）、 2 月 1 日（火）、2 月 21 日（月）、2 月 22 日（火）、3 月 5 日（土） ※臨時開館日：10 月 17 日（日）
開館日数	158 日
会 場	帝京大学総合博物館企画展示室
入館者数	10,318 名
企画構成	甲田篤郎（帝京大学総合博物館 学芸員）
協力機関	アジア歴史資料センター、国立公文書館、京王エージェンシー、京王資料館、京王電鉄、後藤安田記念東京都市研究所市政専門図書館、白根記念渋谷区郷土博物館・文学館、帝京中学校・高等学校、鉄道図書刊行会、東京都公文書館、日本大学企画広報部広報課（大学史）、東大和市立郷土博物館、防衛省防衛研究所、星薬科大学、明治大学史資料センター

② 概 要

1931 年の帝京商業学校創立から数えて本学創基 90 年の節目に、同校の学びのイメージを具体化し、立身出世に憧れ働きながら学んだ生徒たちの苦学、創立期や戦災のなかの教職員の苦難に、当事者たちがいかに立ち向かったのかを明らかにする展覧会である。それらから、新型コロナウイルス感染症対策のなかで大学生活を制限される現在において、学生・教職員がいかに学び続けるかの指針とすることを目的とした。

③ 展示構成

- 第 1 章 ことはじめの時代
帝京商業学校創立の背景にある時代・社会の動き、当時の若者たち憧れを紹介した。
- 第 2 章 ことはじめの風景
帝京商業学校模型（1/150）と公文書・写真から、学校の風景・創立者たちを紹介した。
- 第 3 章 ことはじめの教育
どのような若者が幡ヶ谷の地に集い、いかに学んでいたのか、教育内容を紹介した。
- 第 4 章 瓦礫からの再出発
空襲による校舎が全焼という廃校の危機を前に、生徒・教職員はいかに立ち向かい、なぜ幡ヶ谷から現在大学本部の置かれる板橋に移転することになったのかを紹介した。

④ 展示資料数 展示資料数 153 件、 展示写真数 188 件

⑤ 印刷物

イ. チラシ 10,000 部 (A4、4c/4c)
 ロ. ポスター 100 部 (B2、4c/0c)
 ハ. 展示図録 1,000 部 (A4、展開 A3、4c/4c 88 ページ)

⑥ 広報活動

イ. 駅貼りポスターの掲出

京王線高幡不動駅・聖蹟桜ヶ丘駅・多摩センター駅構内ポスター板各 1 か所で、
 2021 年 10 月 11 日(月)～12 月 5 日(日)の期間に、B2 企画展ポスターの掲出および
 A4 チラシの配布

ロ. 新聞広告の掲載

産経新聞 2021 年 10 月 29 日(金)

『asacoco』(多摩エリア朝日新聞折り込みの地域新聞) 2021 年 9 月 16 日(木)、10 月 7 日(木)

ハ. 帝京大学総合博物館 HP

展覧会ページの作成

ニ. Web サイト・アプリへの掲載

共同通信 PR Wire、チラシミュージアム、インターネットミュージアム

ホ. チラシ等の送付

近隣自治体、近隣公共施設、大学博物館、大学史編纂担当部署、新聞社、出版社



展覧会ポスター



展覧会開催チラシ



エントランス



第1章 ことはじめの時代 ①



第1章 ことはじめの時代 ②



第1章 ことはじめの時代 ③



第2章 ことはじめの風景 ①



第2章 ことはじめの風景 ②



第2章 ことはじめの風景 ③



第2章 ことはじめの風景 ④



第2章 ことはじめの風景 ⑤



第2章 ことはじめの風景 ⑥



第2章 ことはじめの風景 ⑦



第2章 ことはじめの風景 ⑧



第3章 ことはじめの教育 ①



第3章 ことはじめの教育 ②



第3章 ことはじめの教育 ③



第3章 ことはじめの教育 ④



第3章 ことはじめの教育 ⑤



第4章 瓦礫からの再出発 ①



第4章 瓦礫からの再出発 ②



校舎模型製作



全国大学史資料協議会 研究会 ①



博物館実習



全国大学史資料協議会 研究会 ②

帝京大学総合博物館企画展 - 帝京ことはじめ - SINCE1931 帝京商業学校の物語 展示資料リスト

会期：2021年10月6日（水）～2022年4月30日（土）

1. ことはじめの時代					
番号	タイトル	作者	年代	所蔵	
1	WEEKLY新宿帝国館		1932	帝京大学	
2	帝国館ニュース（浅草帝国館）	須田忠輝編集	1931	帝京大学	松竹の映画劇場であった帝国館の映画公開情報が載せられた冊子。帝国館は、かつて全国各地に劇場を構えていた。帝京商業学校が設立された1931年の5月には、「朗らかに泣け」や「十六夜清心」といった映画が公開されていた。
3	週報新宿松竹館		1933	帝京大学	新宿松竹館は、松竹株式会社による映画館。洋画ではなく、日本映画を中心に公開していた。このチラシでは、「港の日本娘」や「応援団長の恋」が近日封切りすることを予告している。
4	S.P. : Number II Part I	松竹バ社興行宣伝部	1931	帝京大学	松竹バ社興行社(バ社=パラマウント映画社)による映画館、S・Pチェーンのチラシ合本。
5	ヤパンモカル：オペラ館ニュース	金塚佐之助編集	1939	帝京大学	
6	喜楽館週報	友田敏次編集	1934	帝京大学	
7	新宿帝国館ニュース		1938,1940,1941	帝京大学	新宿帝国館は、吉本興業合名会社（現：吉本興行ホールディングス）の映画部傘下の劇場である。吉本は、東宝映画配給（現：東宝株式会社）と提携し、話題や人気の映画の他にも、所属する人気喜劇人の出演する映画を封切りした。
8	ムーラン・ルージュプログラム	越野賢二編集	1933～1935	帝京大学	ムーラン・ルージュ新宿座で公開されていたレビューのプログラム。1回の公演で4演目が披露され、そのうち一つはバラエティというのが基本的なスタイルであった。あとがきの「風車塔」と名付けられたコーナーには、次回予告や舞台の裏話だけでなく、演技部員たちの身長や体重について、近況状況などの情報も掲載された。
9	春夏用時刻表：東京大連	日本航空輸送株式会社	1934	帝京大学	羽田空港を拠点にしていた日本航空輸送株式会社の時刻表。料金、時刻表のほかにエアメールやカーサービスについても記載されている。当時の東京一大連間の所要時間は10時間以上で、片道151円の旅費を必要とした。
10	昭和六年満洲事変第十四師団記念写真帖	陸軍恤兵部	1933	帝京大学	1931年に発生した満洲事変において、上海方面、北満方面への作戦に参加した第十四師団の写真帳。団員たちの現地の様子や皇后陛下傷病兵御慰問の様子が収められている。
11	ナップ	橋浦泰雄編集, 中條百合子ほか著	1931	帝京大学	1930年9月に創刊された「全日本無産者芸術団体協議会」の機関誌で、プロレタリア文学作品の発表の場であった。小林多喜二や谷口善太郎、手塚英孝といった人物が寄稿している。「全日本無産者芸術団体協議会」の改組により1931年11月廃刊となるが、「日本プロレタリア文化連盟」の『プロレタリア文学』にその役割を引き継がれた。
12	アサヒグラフ	星野辰男編	1931	帝京大学	1923年に創刊された日本初の日刊写真新聞。関東大震災の影響で一時期休刊したのち、週刊の画報誌となる。2000年10月に休刊。1931年7月発行のこの号では満洲事変が特集され、現地における旧日本軍の様子がわかる。
13	FRONT 満洲国建設号（復刻版）	東方社	1943	帝京大学	1942年に創刊されたフォトグラフィック雑誌『FRONT』の満洲国建設号。第二次世界大戦中の日本のプロパガンダ報誌の役割を担った。日本語版のほかに中国語、英語、ロシア語、フランス語などに翻訳された外国語版がある。クローズアップやモンタージュといった技法が用いられた迫力のある写真が特徴的。
14	社交ダンスの踊り方	ビクター・シルベスター著, 宮崎昌久訳	1932	帝京大学	フォックス・トロットやチャールストン、タンゴなど、当時流行していたダンスの踊り方を記した指南書。1927年～1928年にかけて東京では、多数のダンスホールが営業を開始し、市井の娯楽としてダンスが広まっていた。
15	映画広告「空中世界一周」	ロバート・ハルトマン監督	1929	帝京大学	当時世界最大の大きさを誇った飛行船「グラフ・ツェペリン号」の世界一周を写した映画。21日をかけてなされたこの世界一周では、日本にも訪れ、5日間ほど霞ヶ浦に寄航した。
16	映画広告「大学は出たけれど」	小津安二郎監督	1929	帝京大学	1929年に公開された小津安二郎監督による映画。日本では第一次世界大戦以降、1923年関東大震災、1927年金融恐慌、1930年昭和恐慌と経済の不況が続いていたため、大学を卒業してはいたとしても就職をすることは困難を極めた。
17	キネマ旬報（復刻版）	佐藤洋編集	1931	帝京大学	日本で最も歴史のある映画雑誌。1917年に同人誌として創刊された。戦争の影響により1940年に一度終刊となるが、戦後の1946年に復刊し、現在まで刊行され続けている。2月発行の号にて発表されるキネマ旬報ベスト・テンは、日本で一番古くからある映画賞となっている。帝京商業学校が設立された1931年は、トーキー映画の『マダムと女房』が1位に輝いた。
18	1931年公開の映画ポスター		1931	帝京大学	世界的な不景気や都市生活を描いた小津安二郎監督「東京の合唱」や池田義信監督「街の浮浪者」、羽田空港が開港し航空機への関心が高まるなかで陸軍航空本部指導の下、製作された「大空軍」など、同年公開された映画にも1931年という時代が反映されている。
19	小学五年生	学習指導研究会責任編集	1937	帝京大学	小学館の5年生向け学年別学習雑誌。読者は毎月ついて来るユニークな付録や漫画、コラムなどを楽しみにしていた。1922年創刊、2010年休刊。1937年10月に発行されたこの号では、同年7月に発生した蘆溝橋事件について特集が組まれている。
20	小学六年生	相賀武夫編	1932	帝京大学	小学館の6年生向け学年別学習雑誌。「受験準備心得下敷き」が付録になるなど、中等学校受験準備雑誌としての内容が多い。1922年創刊、2010年休刊。
21	少年倶楽部（復刻版）	加藤謙一編集	1931	帝京大学	
22	漫画学校（『少年倶楽部』付録）	田河水泡, 島田啓三ほか著	1934	帝京大学	1934年新年号。人の表情やほめ絵などの描き方を漫画形式でおもしろく伝えている。『のらくろ』シリーズで人気を博した田河水泡も、写実画と漫画の違いや漫画図案の描き方を掲載している。
23	普通文官養成講義録	兒玉勳編集	1927	帝京大学	
24	最新自動車講義録	伊藤武編	1935	帝京大学	
25	海外発展講義録	大村清友編集	1917	帝京大学	
26	最新中学講義録	鶴岡一雄著	1936	帝京大学	
27	普通学講義録	關藤成緒編集	1889	帝京大学	
28	総合漢学講義録	遠藤隆吉編	1932	帝京大学	
29	講義録による勉学方法（復刻版）	大日本国民中学会編	1920	帝京大学	
30	大阪帝国大学アルバム		1942	帝京大学	大阪大学は、原点を1838年に緒方洪庵によって開かれた「適塾」に始まる。帝国大学としての設立は、帝京商業学校が設立されたのと同年の1931年。
31	絵葉書：東京科学博物館		1931	帝京大学	1931年11月2日に上野に開館した東京科学博物館（現：国立科学博物館）の記念絵葉書。写真にもある20cm屈折赤道儀は、日本で初めて作られた本格的な屈折望遠鏡で屋上の天文ドームに設置され、2005年までの間、天体観望公開や太陽黒点のスケッチ観測で活躍した。現在は、全景写真に写っている日本館の地下3階に展示されている。
32	しをり型学習博物館（『少年倶楽部』付録）	吉信秀治原案	1933	帝京大学	「羽田飛行場と旅客機」や「盛岡の馬市」、「富士山の火口」、「卵から鶏まで」など科学や歴史等の様々な分野の写真がしおり型のカードに印刷されている。裏面には、表の写真に対応した解説が書かれた。
33	科学画報	仲摩照久編集	1931	帝京大学	科学のみにとどまらず、工学や医学といった時代の先端を行く技術の情報を紹介する雑誌。1923年4月に創刊され、1961年休刊。1931年9月に発行されたこの号では、関東大震災から復興し、同年7月より仮公開を始めた東京科学博物館（現：国立科学博物館）が取り上げられている。
34	航空の驚異（『科学画報』臨時増刊）	仲摩照久編集	1932	帝京大学	滑翔機、気球、飛行船、飛行機、ヘリコプターと発展していく航空技術の歴史や高空飛行、高速飛行などの飛行について、旅客機、航空郵便、航空写真などの商業展開等がまとめられている。

35	図解教育	文化之日本社編	1931	帝京大学	日本および世界の地理、国勢について地図やグラフを用いて解説した雑誌。毎月の号を読み終えても保存し、地理研究用の資料として活用したり、拡大して大掛図を作成するなどの教授用資料としたりすることを推奨していた。
36	小学五六年の友：復習と受験	加藤知正編集	1919-1922,1924	帝京大学	
37	現代世界一	大阪毎日新聞	1931	帝京大学	1931年1月1日の大阪毎日新聞の付録で様々な世界一がわかる一枚。クライスラービルや飛行船R100号など当時の最新の科学技術から、ひげの長さの世界一といった記録まで、幅広い話題が掲載されている。
38	教育偉人からた	加藤謙一編集	1927	帝京大学	
2. ことはじめの風景					
番号	タイトル	作者	年代	所蔵	
39	帝京商業学校模型			帝京大学	
40	タイムレコーダー広告			帝京大学	国産のタイムレコーダーは、1931年に天野修一によって発明された。機械による字送りや電気による時刻印字ができるタイムレコーダーは、画期的な出欠管理ツールとして帝京商業学校にも導入された。
41	大日本職業別明細図之内東京府大久保町代々幡町千駄ヶ谷町戸塚町	木谷賢著	1925	帝京大学	1925年に東京交通社より発行された、帝京商業学校周辺の職業別明細図。個別の商店名や会社名が記載された、写真付きの商工案内図となっている。裏面には、各商店や会社の広告が掲載された。
42	大東京区分図三十五区之内渋谷区詳細図	植野録夫著	1941	帝京大学	1941年に地形社より発行された渋谷区の地図。幡ヶ谷本町二丁目には、L字型の帝京商業学校校舎が描かれている。空襲により焼け野原となってしまう前の街並みを知ることができる。
43	明治前期・昭和前期東京都市地図	清水清夫編集	1996	帝京大学	
44	初台幡ヶ谷間軌道位置変更工事平面図	京王電気軌道株式会社	1931	京王資料館	1931年に起案された「代々幡停留所附近八号国道改修二伴フ軌道位置変更工事方法書中一部変更認可申請ノ件」付属図。帝京商業学校最寄りの代々幡停留所（後：幡代駅）を確認できる。この工事により、電車の走る軌道がわずかに南に変更された。
45	京王電車沿線案内	京王電気軌道株式会社	1930年代前半	帝京大学	沿線の学校や、劇場や大浴場・ウォーターパークなどの遊戯施設からなる京王閣、桜の名所であった福田堤、関東三大不動に挙げられる高幡不動尊、多摩御陵、明治神宮などの名所を紹介した。関戸駅（現：聖蹟桜ヶ丘駅）や八幡前駅（現：東府中駅）など現在と異なる駅名も見られる。
46	京王電車沿線案内	京王電気軌道株式会社	1930年代前半	帝京大学	
47	鳥瞰図：京王電車沿線案内	京王電気軌道株式会社	1927	帝京大学	
48	鳥瞰図：京王電車沿線案内	京王電気軌道株式会社	1930年代後半	帝京大学	
49	自由と正義	尾中勝也ほか著	1951,1952,1955	帝京大学	1950年に創刊された日本弁護士連合会の機関誌。毎月発刊し、会員に送付されている。尾中勝也は、「弁護士典範の制定」や「法曹費語」、「法律進化論と穂積父子博士」といった記事を寄稿した。
50	東京市第八区衆議院議員選挙人名簿(下谷区分)納税者書抜	衆議院議員候補者高橋義信選挙事務所	1920	帝京大学	尾中勝也が区会議員を務めた下谷区の選挙人名簿。この名簿が記された1920年において選挙権を持っていたのは、3円以上の税金を納めている25歳以上の男性のみで、人口のわずか5.4%であった。
51	判例公論	尾中勝也著,安田寛治編集	1918	帝京大学	
52	行政法要覧	尾中勝也著,晋文学会編纂	1917	帝京大学	
53	民事訴訟法要覧	尾中勝也著,晋文学会編纂	1917	帝京大学	
54	商法要覧	尾中勝也著,晋文学会編纂	1921	帝京大学	1921年清水書店発行。合名会社、合資会社、株式会社、株式合資会社についての性質や、設立、解散、責任、罰則法をまとめている。尾中勝也は、法律・判例の解説から弁護士を目指す人に向けた問題集まで、法学分野において多く著作を残した。
55	法政経済試験問題類集	尾中勝也編集	1914	帝京大学	
56	明治大学学則一覽	富田清敏編集	1904	帝京大学	尾中勝也は明治大学に入学して法律を学び、弁護士となった。この学則は尾中勝也が在学中の1904年のもの。
57	東京市職員録	東京市役所人材課	1938	帝京大学	議員から臨時職員まで、東京市に勤めた職員が記録されている冊子。東京市会議員待遇であった尾中勝也と、在原区会議員を務めた沖永荘兵衛は、その名前が記載されている。付録に東京市行政機関の電話番号簿がある。
58	東亜商業学校入学案内			帝京大学	1924年に男子5年制の甲種商業学校として設立。戦後は、1948年の新学制施行により3年制高等学校となった。1975年に、校名を現在の「東亜学園高等学校」に改称している。沖永荘兵衛が、帝京商業学校設立前に勤務していた。
59	愛媛県立大洲中学校関係資料			帝京大学	1878年開校の尾中勝也と沖永荘兵衛が通学した旧制中学校。学校の北側には、国の重要文化財にも指定されている大洲城が、さらに、その奥には一級河川の弘川を望むことができる。
60	学園と指導精神	入交直重,岡嶋ハルエ編集	1935	帝京大学	
61	東洋女子歯科医学専門学校要覧			帝京大学	1917年に「明華女子歯科医学講習所」として開校。翌年、各種学校としての認可を受け、「明華女子歯科医学校」となる。東洋学園大学の前身。沖永キンが、1923年に明華女子歯科医学専門学校を卒業している。
62	会員写真帖		1936	帝京大学	東京弁護士会に所属する弁護士の写真がまとめられたアルバム。尾中勝也の姿が写る。
63	標準東京男子学校案内	春陽社編集部編纂	1937	帝京大学	1937年時点で東京府に存在していた学校が網羅された案内。大学、高等学校、専門学校、師範学校、中学校、夜間中学校、実業学校、技術学校、陸海軍学校などの所在や修業年限、入学資格、試験科目、募集人数、学費などを一覧することができる。帝京商業学校は、第8章実業学校にて紹介されている。
64	標準東京男子学校案内	春陽社編集部編纂	1941	帝京大学	
65	標準東京男子学校案内	春陽社編集部編纂	1943	帝京大学	
66	東京男女中等学校案内		1940,1941	帝京大学	
67	最新東京男子学校案内	芳進堂編集部編	1936,1937	帝京大学	
68	東京府中等学校入学考査問題と模範答案	光文堂編	1931	帝京大学	
69	東京府各学校入学考査問題及模範答案	芳進堂編集部編	1932	帝京大学	帝京商業学校ができた当時に受験生が使用していた試験問題集。実業学校では、国語科、算術科、作文科を中心に問題が出題された。学校によっては、地理科や理科、国史科を考査したり、口頭試問を行ったりすることもあった。
70	東京府中等学校入学試験問題と模範答案	芳進堂編集部編	1933	帝京大学	
71	財団法人帝京商業学校設立許可書	文部大臣 田中隆三	1931	帝京大学	財団法人帝京商業学校を設立するために尾中勝也が、1931年2月27日に文部大臣田中隆三宛に申請書を提出。同年5月8日に申請は認可され、その際に文部省から発行された許可証。
72	帝京商業学校設置認可書	文部大臣 田中隆三	1931	帝京大学	帝京商業学校を設置し、開校するために尾中勝也が、文部大臣田中隆三宛に申請書を提出。財団法人設立許可申請書と同じ1931年2月27日に提出され、同年5月8日に認可された際、文部省から発行された認可証。
3. ことはじめの教育					
番号	タイトル	作者	年代	所蔵	
73	成功：青少年受験と就職雑誌	鶴岡一雄編集	1933,1935	帝京大学	大日本通信中学校の発行する雑誌。雑誌の裏面には同機関から発行されている最新中学講義録の広告が記載されている。「今の世の中は実力次第」や「無学は男の恥」といった強烈な煽り文句が特徴的である。
74	受験と学生	小酒井五一郎編集	1928,1934	帝京大学	研究社より発行されていた受験雑誌。主に高等学校を受験する生徒たちが購読していた。入学試験問題や学校情報だけでなく、良い答案と悪い答案を比べて、どのような書き方をすればよいのか、注意点はなにかを解説するという受験のテクニックも特集されている。
75	受験年鑑	「受験と学生」編集部編	1931	帝京大学	

《 帝京商業展：展示資料リスト 》

76	目標帳記書			帝京大学	
77	八科の完成：中学校女学校実業学校	須佐研究会著	1931	帝京大学	
78	北海道樽太中等学校入学試験問題集	中村信以編纂	1938	帝京大学	
79	東京府中等学校入学試験問題模範解答：女子用	児童学習指導研究会編	1938	帝京大学	
80	東京府中等学校入学試験問題及び模範解答：女子	児童学習指導研究会編纂	1938	帝京大学	
81	中学校・高等女学校・実業学校新制度口頭試問の心得と受け方	浪速児童教育研究会編著	1940	帝京大学	
82	入学審査を基調とせる問題解答のまとめ 新式口頭試問	受験研究社編集部編	1939	帝京大学	
83	新制度による口頭試問と模範解答	三省堂編	1939	帝京大学	このころ中等学校の入学試験において口頭試問が重要視されるようになった。出題内容は教科の知識によるものから、一般常識的なものに変化している。
84	試験に必ず出る口頭試問と模範答へ方：各科の整理	日本教育連盟編集部編	1934	帝京大学	
85	受験と学習：六年生算術宝典	東京市算術研究会、学習指導研究会著	1938	帝京大学	
86	復習と受験：算術要点の精解	学習研究会著	1926	帝京大学	
87	復習と受験：国語読本の研究	小学教育研究会著	1927	帝京大学	
88	受験旬報	赤尾好夫編集	1934	帝京大学	1932年に旺文社より創刊された受験雑誌。1941年以降は「蜜雪時代」に改題され、現在も刊行を続けている。現代のように学習塾が主流でなかった当時は、この雑誌の会員となり、通信添削を利用した学生も少なくなかった。
89	進学指導	英語通信社編	1942	帝京大学	
90	中等学校入学試験：受験合格宝典	学習指導研究会責任編集	1938	帝京大学	
91	受験と学習	三共出版編	1934	帝京大学	三共出版社から1934年に創刊された雑誌。創刊号では昭和9年度東京府中等学校の入学試験問題集と東京府の中学校・女学校・実業学校の入学案内が特集されている。読者は模擬試験の答案を送付し、その成績上位者5名に「メダル」を贈呈した。
92	知識階級就職に関する資料		1939	帝京大学	1938年における学校卒業生の就職状況と会社・銀行定期採用状況の統計。帝京商業学校の属する甲種実業学校も知的階級に区分され、就職状況が載せられている。資料にある1925年以降の甲種実業学校の就職者数と就職比率は、1938年まで伸び続けている。甲種実業学校（商業）生の就職先で特に多い業種は、商業で48.1%、次いで工業が24.8%である。
93	模範中学講義録（内容見本）	宇野富夫編集	1942	帝京大学	大日本模範中学会より発行されていた中学講義録雑誌。様々な中学講義録雑誌が存在する中で、「一回で中学卒業の検定試験に合格す」や「僅か一年三ヶ月の自宅独学で、立派に中学卒業の資格が得られる！」など、「一番早く立身成功ができる」ことを売りにしていた。
94	東京府中等学校要覧	東京府知事官房調査課編	1934	帝京大学	
95	国民中学全科講義録	成田茂作者	1934	帝京大学	
96	正則中学講義録	河野正義編集	1937	帝京大学	大日本国民中学会より発行された講義録。本誌で学べば独学で中学卒業の学力が得られるとし、会員には毎月2冊の冊子が送られた。大日本国民中学会では、短期間で学力をつけたい人向けに、「正則」よりも半年早く卒業することのできる、「速成中学講義録」も刊行していた。
97	新国民	河野正義編集	1926	帝京大学	大日本国民中学会の発行する講義録の機関誌。主に試験案内や評論、講話などが載せられた。会員数は1914年時点で20万人を超え、学校に通う中学生全体の人数よりも多いた。
98	近世経済学教科書	黒川善一、谷口彌五郎共著	1924	帝京大学	
99	商工政策と財政	田中貢著	1930	帝京大学	「商事要項」の授業で用いられた教科書。序言において筆者は、政治も外交も社会問題もその基調は経済財政にあるとし、欧米先進国と東洋発展途上国の間にある日本が、経済発展のために学ぶべきと説いている。
100	実業学校図画教科書	図画教育研究会編著	1913	帝京大学	「図画」の授業で用いられた教科書。商業学校の図画では写生画だけでなく、デザインや商標制作の方法も学んだ。
101	内国商業実践習習(修)書	岡田市治著	1925	帝京大学	「実践」の授業で用いられた教科書。帝京商業学校では4年次の課程で、毎週2時間の授業が行われた。生徒たちはこの教科書をお手本として書き写すことで、様々な種類の書式の記し方を学んだ。
102	改訂中学校一般理科	平岩馨邦、岸谷貞治郎ほか共編	1941	帝京大学	「理科」の授業で用いられた教科書。1年時に理科全般にあたる「博物」について学び、2年時に「物理」や「化学」といった専門科目を学んだ。授業では、標本や模型、図が利用された。
103	新定理科教科書	根岸福彌、佐藤禮介共著	1929	帝京大学	
104	実業教育化学教科書	龜高德平著	1933	帝京大学	「理科」の授業で用いられた教科書。化学は2年時に授業が行われた。帝京商業学校ができた1931年は、第一次世界大戦以降の科学復興による理科教育ブームが起こされており、教科書以外にも実験用教科書や副読本が多く存在していた。
105	中学教科化学教科書	大幸勇吉著	1925	帝京大学	
106	最新生理衛生教科書	丘淺次郎著	1913	帝京大学	
107	最新実業物理学教科書	森總之助著	1924	帝京大学	
108	三訂中等植物教科書	三好學著	1925	帝京大学	
109	最新動物学教科書	丘淺次郎著	1925	帝京大学	
110	増訂内外商業史綱	樽山純一著	1926	帝京大学	「歴史」の授業で用いられた教科書。4年時に行われる「内外商業史」の課程で使用された。日本国内と海外の商業史について、上古から近世までが詳細にまとめられている。
111	増訂日本商業新史	松崎壽著	1925	帝京大学	
112	三訂銀行簿記教科書	吉田良三著	1933	帝京大学	「銀行簿記」の授業で用いられた教科書。帝京商業学校では3年次の課程で、毎週3時間の授業が行われた。生徒たちはこの教科書を用いて、銀行簿記の特徴である、現金を伴わずとも現金口座を経由させて記録する現金式仕訳と、その記録方法である伝票制度を学んだ。
113	商業簿記教科書	吉田良三著	1928	帝京大学	
114	改訂商業算術教科書	立花寛藏、塚本文治著	1926	帝京大学	
115	三訂商業簿記教科書	吉田良三著	1932	帝京大学	「商業簿記」の授業で用いられた教科書。著者の吉田良三は、簿記を学問として樹立した人物。帝京商業学校では2年次の課程で、毎週2時間の授業が行われた。生徒たちはこの教科書を用いて、複式簿記の基本知識と根本原理を学んだ。
116	珠算帳			帝京大学	
117	改訂実業新代数学教科書	長澤龜之助編纂	1921	帝京大学	「代数学」の授業で用いられた教科書。代数学とは数学の代わりに文字を用いて計算を行う数学の分野。この教科書は一次方程式から始まり、二次方程式までを扱っている。
118	実業教育代数学教科書	長澤龜之助編纂	1912	帝京大学	
119	ニュークラウンリーダズ単語熟語詳解（付慣用語難句詳解）	中等教育研究会編纂	1927	帝京大学	「英語」の授業で用いられていた教科書である『ニュークラウンリーダズ』の単語帳。教科書に対応し、各レッスンの新語、熟語、慣用語がまとめられている。
120	NEW FOUNTAIN READERS	吉岡源一郎著	1922	帝京大学	育英書院より発行された英語授業用の教科書。1、2年時の課程では基礎にあたる訳読や作文、会話を中心に英語を学んだ。3年時以降は、高度な文法や商業英語などを学習した。
121	NEW CROWN READERS	神田乃武著	1923	帝京大学	三省堂より発行されている英語授業用の教科書。この『NEW CROWN』シリーズは、中学校向けの教科書として現在まで続いている。内容を理解しやすくするように挿絵が多く掲載されており、中にはカラーページもみられる。
122	FIRST BOOK OF ENGLISH COMMERCIAL CORRESPONDENCE	松村吉則著、切田太郎編	1917	帝京大学	
123	新編書塾	日高秩父著	1922	帝京大学	「習字」の授業で用いられた教科書。習字科の目的とするところは、字面を正しく、美しく書くことである。本書ではお手本に名言や佳句、美文を用いることで精神修養と文学趣味の会得も目指した。
124	改修新編漢文読本	簡野道明編纂	1921	帝京大学	

125	商業学校作文教科書	泉屋清次郎,森富治郎共編	1912	帝京大学	
126	実業修身書：三学年制度用	巨理章三郎著	1931	帝京大学	
127	商業学校作文新教本	泉屋清次郎著	1929	帝京大学	商業学校の「作文」の授業で用いられた教科書。商用文や祝辞、広告文、交渉文などの書き方が記されている。初めに各文章の定義と文例を習い、次に示されたテーマでその文章を書くという内容で授業が進められた。
128	実業修身教科書	中島半次郎編	1926	帝京大学	「修身」の授業で用いられた教科書。児童の徳性を教育する修身は重要視され、科目の先頭に置かれた。時代によって内容が変化するが、帝京商業学校設立以前に発行されたこの教科書には、二宮尊徳や角倉了以の訓話が載せられた。
129	実業学校修身教科書	中島力造,中島半次郎共著	1922	帝京大学	
130	新言学法(復刻版)	島賢兵大夫	1911	帝京大学	
131	立身出世金言手帖(『少年倶楽部』1931年新年号付録)	加藤謙一編集	1931	帝京大学	「汝の全力を揮え」や「水の滴が石を凹ます」など、立身出世を目指した少年たちを激励する言葉が、いろは順にまとめられている。後半のページには自分の好きな金言を書き込むこともできた。
132	最新東京苦学案内	東京予備学校出版部編	1934	帝京大学	東京へ上京して学びたい苦学生に向けた書籍。東京で生活するにあたって月々どの程度の費用が必要であるのか、また、その費用を稼ぐための就職方法を紹介している。昼間部生には新聞配達員や書生をすすめ、夜間部生には官庁雇員・事務員や会社・銀行事務員として勤めることをすすめている。
133	東京の苦学生(復刻版)	出口鏡	1921	帝京大学	
134	世の中への道(小学生全集第84巻)	小学生全集編集部編	1929	帝京大学	「世の中へ出るにはどうしたらよいか」をテーマに、須澤君という少年を主軸とした物語。そのほか、病気で働けない父親の代わりに働きつつ学業に励む誠治君や親売りをして弟の学費を稼ぐ健吉君たちが、苦学し立身出世していく様子が著された一冊。中表紙には、当時の苦学生の職業として主流であり、誠治君も行ってた納豆売りの挿絵が描かれている。
135	青少年苦学成功策	海老原庄作著	1930	帝京大学	苦学を乗り越え出世するための奮起を促す一冊。「人が非常に多いこと」や「馴染みやすい人がほとんど」であることなどを理由に、成功するためには東京に上京するべきだとしている。上京してきた人に向けて、東京にある簡易宿泊所や公益職業紹介所、無料病院の所在地を紹介している。
136	就職の指導	青少年職業研究会編,中原隆三編集	1938	帝京大学	第1部では、1936~37年の大学、専門学校、実業学校の卒業生の就職率や採用率、平均初任給を業種別に知ることができる。帝京商業学校が位置した甲種商業学校は、大学にも引けを取らない就職率や採用率をあげていた。第2部は、銀行や商社、製作所への就職を目指す若者に向けた、各会社の問題集となっている。
137	青年立身法	柴山格太郎編	1939	帝京大学	成功するために、品性を陶冶し人格の修養を促した国民中学講義録の付録。目標とする理想の人格を掲げ、そこに向かって一歩いっば、道徳を積み重ねていくことで、人格修養の実現を目指した。
138	閨の偶像	海野幸徳著	1931	帝京大学	帝京商業学校の開校と同年に発行されたこの本のなかで、社会学者の海野幸徳は「社会的地位の分配は閨によってなされる。現代の特徴として、学校は社会的地位分配機関として重要な役割をなす…学校の選択によって人間一生の運命は決まる」と、社会的な地位や様々な特権が一部の学閥に独占されている問題を提起した。
139	出世美談玉宝集(『少年倶楽部』第23巻第1号付録)	池田宣政編	1936	帝京大学	山田流筆曲家で東京音楽学校(現:東京藝術大学)の教授を務めた今井慶松や、中央製紙や樺太工業を設立し大川財閥を築き上げた大川平三郎など、実在する人物の出世談を取り上げている。
140	帝国遊学大観	藤井與編	1932	帝京大学	大学、高等学校、専門学校、師範学校、実業学校、中学校など、日本全国にある中等学校以上の学校を網羅した一冊。各学校の学科や修業年限、入学資格、所在地などの情報がまとめられた。
141	絵葉書：三越関係	三越		帝京大学	1673年に三井高利が江戸本町1丁目にて始めた「越後屋」をルーツに持つ三越の絵葉書。本店である日本橋店の屋上庭園や1931年に開店した新宿店、商品の婚礼衣裳などが描かれている。
142	絵葉書：三越中野青年寮	三越	1930	帝京大学	
143	第六回卒業記念帝京商業学校 第二本科	帝京商業学校	1939	帝京大学	現在当館で所蔵する唯一の夜間部アルバム。
144	写真：東京大会を優勝するも全国中等学校野球大会中止の年	帝京商業学校野球部	1941	帝京大学	
145	写真：杉並方南グラウンド(後方：帝京中学校)	帝京商業学校野球部	1942年4月	帝京大学	
146	藤原澄雄旧蔵写真			帝京大学	
147	第一本科卒業記念帝京商業学校 昭和十五年	帝京商業学校	1940	帝京大学	
148	第二回卒業記念帝京商業学校 第一本科	帝京商業学校	1939	帝京大学	帝京商業学校の卒業アルバム。クラスメイトたちの姿やお世話になった先生方、華々しい活躍をした部活動、様々な地を訪れた修学旅行など、思い出の写真をアルバム編集委員がまとめた。
149	第六回卒業記念 帝京商業学校	帝京商業学校	1942	帝京大学	
4. 瓦礫からの再出発					
番号	タイトル	作者	年代	所蔵	
150	東京都区部焼失区域図(復刻版)	東京都編集	1953	帝京大学	1953年東京都により製作・配布された『東京都戦災誌』付属地図。2005年復刻版発行。
151	GHQ東京占領地図	福島靖郎編著	1987	帝京大学	大戦終了後に日本の占領を実施するためにアメリカが設置した連合国最高司令官総司令部(略称:GHQ)による地図。校舎を失った帝京商業学校は、現在、板橋キャンパスのある板橋区加賀へと移転した。
152	第5回卒業記念 帝京商業高等学校	帝京商業高等学校	1953	帝京大学	
153	財団法人帝京商業学校から学校法人帝京商業高等学校への組織変更認可書	東京都知事 安井誠一郎	1951	帝京大学	

帝京大学総合博物館企画展 - 帝京ことはじめ - SINCE1931 帝京商業学校の物語 展示写真リスト

会期：2021年10月6日（水）～2022年4月30日（土）

番号	写真名	年代	出典	所蔵者
表紙	算盤の授業		本部秘書室アルバム	帝京大学
裏表紙	帝京商業学校のシンボルだったシュロの木とアーチ通路	1939年	第六回卒業記念 帝京商業学校 第二本科 昭和十四年	帝京大学
2. ことはじめの風景				
P1	第二校舎の屋上から中庭を照らしたライト	1939年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 第二本科 昭和十四年	帝京大学
P2	校舎全景	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P3	正面玄関(1941年頃増築)	1941年頃*3	第六回卒業記念 帝京商業学校 昭和十七年	帝京大学
P4	正門とシュロの木	1939年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 第二本科 昭和十四年	帝京大学
P5	職員室	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P6	応接室		本部秘書室アルバム	帝京大学
P7	タイムレコーダー	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P8	普通教室	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P9	売店	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P10	雨天体操場		本部秘書室アルバム	帝京大学
P11	理化学器械教室		本部秘書室アルバム	帝京大学
P12	帝京商業学校のシンボルだったシュロの木とアーチ通路	1939年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 第二本科 昭和十四年	帝京大学
P13	第一校舎東の駐輪場	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P14	アーチ通路東側にあった受付	1939年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 第二本科 昭和十四年	帝京大学
P15	学ランに裸足姿の生徒が写る	1939年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 第二本科 昭和十四年	帝京大学
P16	増築中の第一校舎		本部秘書室アルバム	帝京大学
P17	異なるデザインの第一と第二校舎、後に第三校舎が建つ空き地にはまだ牛がいる	1934～1936年頃	本部秘書室アルバム	帝京大学
P18	第二校舎	1940年頃	第一本科 卒業記念 帝京商業学校 昭和十五年	帝京大学
P19	第三校舎建築前の入口から見た第二校舎		本部秘書室アルバム	帝京大学
P20	第二校舎に計画された商業模擬実践教室「生徒定員等変更二関スル件」	1934年	生徒定員等変更二関スル件	東京都公文書館
P21	アーチ通路から見た第二校舎	1939年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 第二本科 昭和十四年	帝京大学
P22	正面から見た第二校舎	1942年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 昭和十七年	帝京大学
P23	第三校舎建設の様子		本部秘書室アルバム	帝京大学
P24	第三校舎とトイレ・車庫 トイレの屋根には採光窓が見える 第四校舎はまだ建っていない	1939年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 第二本科 昭和十四年	帝京大学
P25	第三校舎の横に建てられたトイレと車庫	1939年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 第二本科 昭和十四年	帝京大学
P26	玉川上水新水路トンネルの先に見える第三校舎	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P27	南運動場から見た第三校舎 兵器庫はまだない	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P28	第三校舎の増築とともに南に移された正門	1939年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 第二本科 昭和十四年	帝京大学
P29	第三校舎の非常階段でポーズを取る学生たち	1942年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 昭和十七年	帝京大学
P30	南運動場側から見た第四校舎(右)奥には第一校舎のアーチ通路が見える	1940年頃	第一本科 卒業記念 帝京商業学校 昭和十五年	帝京大学
P31	複雑な形に連なった第四校舎の屋根が見える		本部秘書室アルバム	帝京大学
P32	アーチ通路から見た第四校舎	1940年頃	第一本科 卒業記念 帝京商業学校 昭和十五年	帝京大学
P33	第一校舎前の兵器庫	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P34	第四校舎建設のため第二校舎前に移動した兵器庫	1940年頃	第一本科 卒業記念 帝京商業学校 昭和十五年	帝京大学
P35	大勢の観客を集めて試合を行う相撲場 水引幕には帝京商業学校の校章が描かれていた		本部秘書室アルバム	帝京大学
P36	1941年頃の北運動場で執り行われた式典の様子 紅白横断幕と第一校舎のアーチ、相撲場の屋根が見える	1941年頃*3	第六回卒業記念 帝京商業学校 昭和十七年	帝京大学
P37	北運動場と第一校舎、手前には走り幅跳び用の砂場 中央奥には野球のバックネットが見える		本部秘書室アルバム	帝京大学
P38	朝礼が行われている北運動場		本部秘書室アルバム	帝京大学
P39	明治神宮裏参道	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P40	幡ヶ谷本町駅付近を走る京王電気軌道	1934年	京王資料館アルバム	京王電鉄
P41	玉川上水新水路と帝京商業学校の学生たち	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P42	淀橋町の瓦斯供給所	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P43	甲州街道初台前、東京工業試験所付近	1935年頃	渋谷の記憶III 写真で見る今と昔	白根記念渋谷区郷土博物館・文学館
P44	代々木八幡宮付近	1935～1945年頃	渋谷の記憶 写真で見る今と昔	白根記念渋谷区郷土博物館・文学館

* 第一校舎は、1941年10月8日に全焼し再建年月日不明のため、『第六回卒業記念 帝京商業学校 昭和十七年』出典の第一校舎が写る写真年代は、焼失前の1941年頃とした。

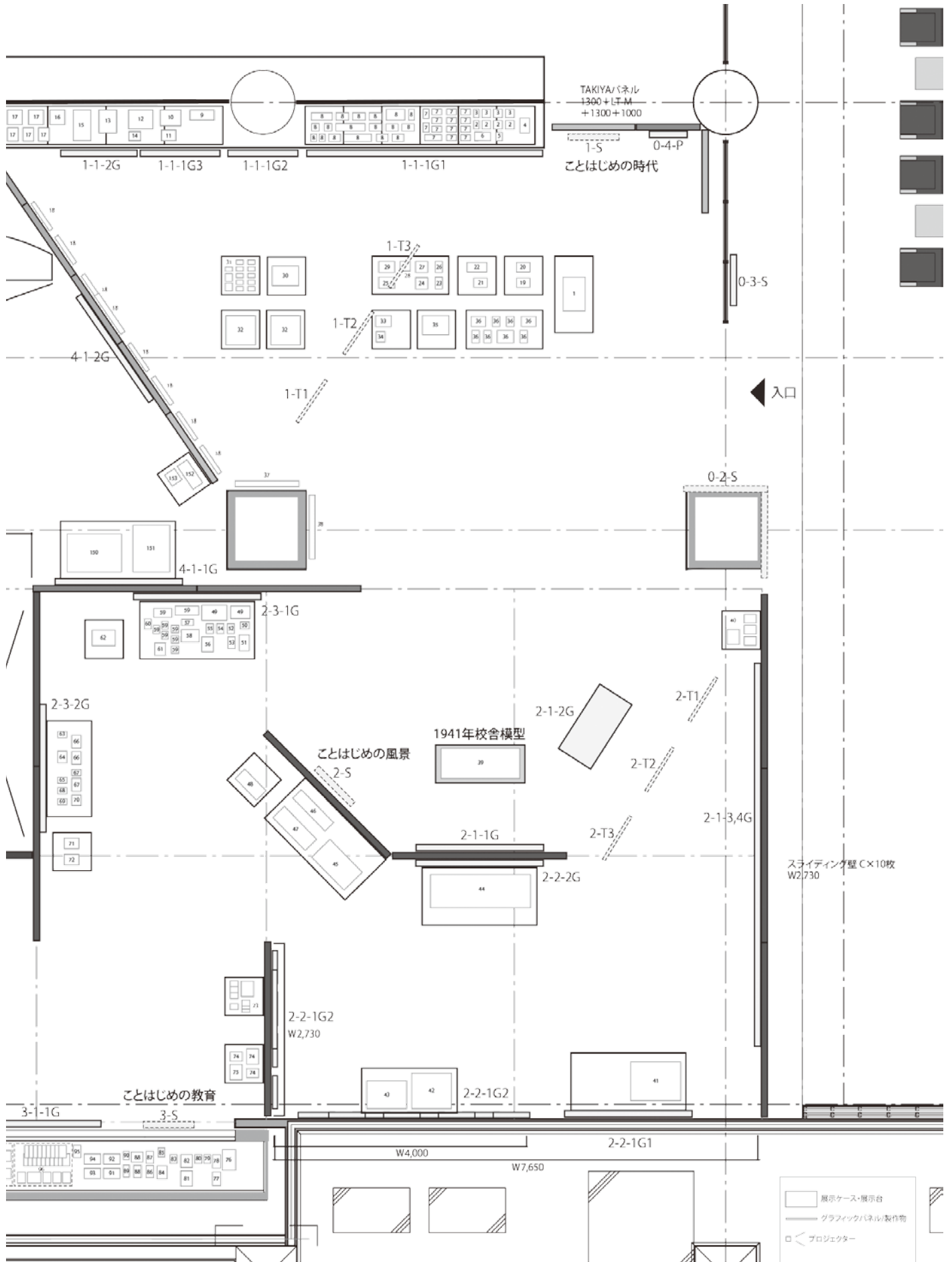
P45	昭和初期まで千駄ヶ谷にあった牧場「回陽舎乳牛場」		渋谷の記憶Ⅱ 写真で見る今と昔	白根記念渋谷区郷土博物館・文学館
P46	街道沿いを行進する帝京商業学校生	1942年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 昭和十七年	帝京大学
P47	渋谷駅前	1932年	渋谷の記憶Ⅱ 写真で見る今と昔	白根記念渋谷区郷土博物館・文学館
P48	玉電渋谷駅	1933年頃	渋谷の記憶Ⅳ 写真で見る今と昔	白根記念渋谷区郷土博物館・文学館
P49	宮益坂、1934年創業の東横百貨店が見える	1938年	渋谷の記憶Ⅱ 写真で見る今と昔	白根記念渋谷区郷土博物館・文学館
P50	道玄坂下	1935年頃	渋谷の記憶Ⅳ 写真で見る今と昔	白根記念渋谷区郷土博物館・文学館
P51	代々木上原町付近	1938年	渋谷の記憶 写真で見る今と昔	白根記念渋谷区郷土博物館・文学館
P52	玉川上水新水路から望む富士山	1939年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 第二本科 昭和十四年	帝京大学
P53	建設中の玉電ビル	1937年頃	渋谷の記憶 写真で見る今と昔	白根記念渋谷区郷土博物館・文学館
P54	新宿駅	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P55	幡ヶ谷から新宿駅までの定期乗車券	1938年	第六回卒業記念 帝京商業学校 第二本科 昭和十四年	帝京大学
P56	初台駅付近	1930年	京王資料館アルバム	京王電鉄
P57	京王電気軌道23形車内		京王資料館アルバム	京王電鉄
P58	京王線の幡代駅 1945年に廃止され、現在はバス停となっている	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P59	京王電気軌道23形		高松吉太郎 撮影	京王電鉄
P60	京王電気軌道110形		高松吉太郎 撮影	京王電鉄
P61	京王電気軌道125形		高松吉太郎 撮影	京王電鉄
P62	京王電気軌道150形		高松吉太郎 撮影	京王電鉄
P63	京王電気軌道200形・1形		高松吉太郎 撮影	京王電鉄
P64	京王電気軌道300形		高松吉太郎 撮影	京王電鉄
P65	尾中勝也	1939年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 第二本科 昭和十四年	帝京大学
P66	尾中勝也揮毫	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P67	紳士録・人事興信録から多くの役職を兼任していたことがわかる	1939年	人事興信録 第12版	国立国会図書館
P68	沖永荘兵衛	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P69	沖永荘兵衛揮毫	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P70	荏原区会議員選挙中の沖永荘兵衛		本部秘書室アルバム	帝京大学
P71	忠石弘治	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P72	忠石弘治揮毫	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P73	教鞭を執る忠石弘治	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P74	藤原澄雄	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P75	藤原澄雄揮毫	1939年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 第二本科 昭和十四年	帝京大学
P76	帝京第三高等学校校長時代の藤原澄雄			帝京第五高等学校
P77	沖永キン	1953年	第五回卒業記念 帝京商業高等学校	帝京大学
P78	財団法人帝京商業学校設立許可申請書	1931年	(帝京商業学校) 財団法人帝京商業学校設立許可	国立公文書館
P79	最新東京男子学校案内	1935年		国立国会図書館
P80	最新東京学校案内	1936年		国立国会図書館
P81	昭和九年度男子東京府中等学校入学試験問題及び模範解答	1934年		国立国会図書館
3. ことはじめの教育				
P82	第三校舎階段に並んだ1組第2分隊	1942年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 昭和十七年	帝京大学
P83	公民の授業 前田喜太夫先生の名講義	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P84	学帽置き場は黒板横	1942年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 昭和十七年	帝京大学
P85	帝京商業学校入学案内	1931年	総合博物館所蔵資料	帝京大学
P86	夜間部の時間割	1939年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 第二本科 昭和十四年	帝京大学
P87	年間の学校生活を支配する昼間部の時間割	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P88	男女東京遊学指針 苦学と就職の秘訣	1934年		国立国会図書館
P89	三越品川少年寮	1939年	曾職達蔵・中条精一郎建築事務所作品集	国立国会図書館
P90	校旗	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P91	1936年の帝京商業学校入学式 壇上に立つ新しい理事長沖永荘兵衛	1936年	本部秘書室アルバム	帝京大学
P92	整列する教員・学生一同		本部秘書室アルバム	帝京大学

《 帝京商業展：展示写真リスト 》

P93	試験	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P94	玉川上水新水路下を通る学校前のトンネル	1942年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 昭和十七年	帝京大学
P95	教科書は忘れても弁当は忘れない	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P96	算盤の授業		本部秘書室アルバム	帝京大学
P97	理科の授業	1940年頃	本部秘書室アルバム	帝京大学
P98	校庭の忠石弘治	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P99	英語の授業	1940年頃	第一本科 卒業記念 帝京商業学校 昭和十五年	帝京大学
P100	校庭の鉄棒に集合	1942年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 昭和十七年	帝京大学
P101	修身の授業	1940年頃	第一本科 卒業記念 帝京商業学校 昭和十五年	帝京大学
P102	外は雪、教室で火鉢を囲う	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P103	学生生活最後の冬休みは伊勢丹で実習	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P104	配達地域別に荷物を仕分ける	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P105	暴風で倒れた校庭の樹木を起こす勤務奉仕	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P106	祖师ヶ谷の放送協会にて1939年に実験放送を開始したばかりのテレビジョンを見学	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P107	祖师ヶ谷の大根畑で収穫	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P108	陸上競技部	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P109	柔道部	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P110	相撲部	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P111	珠算部	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P112	雨天体操場に整列しての卒業式		本部秘書室アルバム	帝京大学
P113	シュロの木の前で	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P114	第三校舎入口	1940年頃	第一本科 卒業記念 帝京商業学校 昭和十五年	帝京大学
P115	学校近くの通路	1942年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 昭和十七年	帝京大学
P116	文芸部	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P117	アルバム編集委員	1942年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 昭和十七年	帝京大学
P118	弁論部	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P119	全国中等学校駅伝競走に於ける帝京商業優勝のゴールインの刹那	1936年	本部秘書室アルバム	帝京大学
P120	学習院グラウンドにて 全関東中等学校陸上競技大会優勝記念	1937年	本部秘書室アルバム	帝京大学
P121	校庭バックネット前での卒業記念	1942年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 昭和十七年	帝京大学
P122	野球部員練習風景 井上選手の快投	1940年頃	第一本科 卒業記念 帝京商業学校 昭和十五年	帝京大学
P123	方南町における野球部猛練習	1942年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 昭和十七年	帝京大学
P124	関東中学校相撲大会 神宮外苑における優勝記念写真	1933年	本部秘書室アルバム	帝京大学
P125	相撲大会優勝・第3位記念写真		本部秘書室アルバム	帝京大学
P126	校内の相撲場で開かれた相撲大会		本部秘書室アルバム	帝京大学
P127	所狭しと並ぶ優勝旗	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P128	全国中等学校柔道争覇戦 優勝記念	1934年	本部秘書室アルバム	帝京大学
P129	全国中等学校柔道争覇戦 優勝記念柔道科集合写真		本部秘書室アルバム	帝京大学
P130	全国中等学校柔道争覇戦 優勝記念		本部秘書室アルバム	帝京大学
P131	柔道に励む者 柔道科	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P132	柔道科 練習風景	1942年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 昭和十七年	帝京大学
P133	剣道大会記念写真		本部秘書室アルバム	帝京大学
P134	剣道科 練習風景		本部秘書室アルバム	帝京大学
P135	剣道に練習する者 剣道科	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P136	弁論班 拓殖大学主催全関東中等学校弁論大会及び東京高等工学校主催全国中等学校雄弁大会 入賞記念	1936年	本部秘書室アルバム	帝京大学
P137	商業美術班	1942年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 昭和十七年	帝京大学
P138	珠算班	1942年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 昭和十七年	帝京大学
P139	文芸班	1942年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 昭和十七年	帝京大学
P140	応援班 応援賞手に集合写真	1942年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 昭和十七年	帝京大学
P141	帝京商業学校応援歌	1942年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 昭和十七年	帝京大学

P142	ブラスバンド部	1940年頃	第一本科 卒業記念 帝京商業学校 昭和十五年	帝京大学
P143	強羅	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P144	山中湖	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P145	屏風ヶ岩	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P146	精進湖パノラマ台	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P147	皆笑顔の集合写真		本部秘書室アルバム	帝京大学
P148	パノラマ台に立つ石弘治	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P149	御獄登山 集合写真	1939年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 第二本科 昭和十四年	帝京大学
P150	高山彦九郎正之像	1940年頃	第一本科 卒業記念 帝京商業学校 昭和十五年	帝京大学
P151	二見児玉神社 夫婦岩を背に	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P152	湖干狩りをした干湖にて		本部秘書室アルバム	帝京大学
P153	音羽の滝付近から見上げる清水寺	1940年頃	第一本科 卒業記念 帝京商業学校 昭和十五年	帝京大学
P154	伊勢神宮 宇治橋	1940年頃	第一本科 卒業記念 帝京商業学校 昭和十五年	帝京大学
P155	箱根神社	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P156	東照宮にて集合写真		本部秘書室アルバム	帝京大学
P157	あさめし	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P158	仙石橋	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P159	学校から甲州街道方面へ行進する生徒・教職員	1942年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 昭和十七年	帝京大学
P160	各個教練の様子	1939年	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P161	文明兵器の数々	1940年頃	第一本科 卒業記念 帝京商業学校 昭和十五年	帝京大学
P162	軍事教練での分列行進	1939年	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P163	配属符校の野中大佐と佐藤少尉	1940年頃	第一本科 卒業記念 帝京商業学校 昭和十五年	帝京大学
P164	富士山における軍事教練		本部秘書室アルバム	帝京大学
P165	富士岡荘の食堂に於いて	1942年頃	第六回卒業記念 帝京商業学校 昭和十七年	帝京大学
P166	陸軍の日産80型自動貨車の車列		本部秘書室アルバム	帝京大学
P167	査閲 戦闘教練 待機	1939年頃	第二回卒業記念 帝京商業学校 第一本科 昭和十四年	帝京大学
P168	査閲 待機する仮設敵	1940年頃	第一本科 卒業記念 帝京商業学校 昭和十五年	帝京大学
4. 瓦礫からの再出発				
P169	解体される帝京山脈	1958年頃 *1	校友会雑誌アルバム	帝京中学校・帝京高等学校
P170	旧陸軍工場の施設を利用した校舎		本部秘書室アルバム	帝京大学
P171	1945年5月25日の空襲を受ける渋谷駅東の市街地	1945年		アメリカ議会図書館
P172	空襲により焼失した帝京商業学校校舎		本部秘書室アルバム	帝京大学
P173	1945年1月6日陸軍撮影の空中写真を元に作成	1945年	地図・空中写真閲覧サービス 95D4-C1-3	国土地理院
P174	1947年7月24日アメリカ軍撮影の空中写真を元に作成	1947年	地図・空中写真閲覧サービス USA-M377-59	国土地理院
P175	星薬学専門学校		星薬科大学史写真集	星薬科大学
P176	1929年頃の第二延山小学校	1929年頃	二延 学校だより 平成25年度1月号	品川区立第二延山小学校
P177	下谷国民学校		本部秘書室アルバム	帝京大学
P178	現存する旧下谷小学校校舎	2021年	総合博物館 撮影	帝京大学
P179	1947年8月11日アメリカ軍撮影の空中写真	1947年	地図・空中写真閲覧サービス USA-M402-2-81	国土地理院
P180	大日記乙輯昭和9年を元に作成	1934年	大日記乙輯昭和9年	防衛研究所
P181	1947年移転当時の帝京学園	1947年 *2	校友会雑誌 第九号	帝京中学校・帝京高等学校
P182	帝京山脈を削る		校友会雑誌アルバム	帝京中学校・帝京高等学校
P183	1949年7月の板橋新校地	1949年 *3	校友会雑誌 第六号	帝京中学校・帝京高等学校
P184	バレーボールコート横にある平屋の旧陸軍施設		本部秘書室アルバム	帝京大学
P185	戦後、通路として使われた旧陸軍施設トンネル		校友会雑誌アルバム	帝京中学校・帝京高等学校
P186	解体中のトンネル		校友会雑誌アルバム	帝京中学校・帝京高等学校
P187	コンクリート2階建ての旧陸軍施設		校友会雑誌アルバム	帝京中学校・帝京高等学校
P188	相模部が使用した旧陸軍施設		校友会雑誌アルバム	帝京中学校・帝京高等学校

*1 年代は、安部成得編 1959『校友会雑誌』第十二号の写真解説より引用した。
 *2 年代は、佐藤八郎編 1963『校友会雑誌』創立二十周年記念号の写真解説より引用した。
 *3 年代は、帝京高等学校創立50周年記念誌編集委員会 1993『五十年のあゆみ』より引用した。



(3) その他展覧会

① 帝京大学総合博物館 ミニ企画展

「日本のアニメーション雑誌展」

会 期 2021年7月26日(月)～9月18日(土)
主 催 帝京大学総合博物館
協 力 萩原 由加里
(帝京大学文学部日本文化学科 講師)
会 場 帝京大学総合博物館ミュージアム
プラザ
入場者数 4,146名
概 要 日本のアニメーション雑誌(1970年代
～2020年代)を通して日本のアニメ
ーションの歴史を紹介。



ミニ企画展「日本のアニメーション雑誌展」

(4) 授業展示

① 博物館情報・メディア論課題制作ポスター展

会 期 2021年7月20日(火)～9月18日(土)
主 催 「博物館情報・メディア論」金井拓人
(帝京大学文化財研究所 助教)
担当クラス
会 場 帝京大学総合博物館ミュージアム
プラザ
入場者数 4,477名
概 要 「博物館情報・メディア論」で作成した、
帝京大学総合博物館のPRポスターを
展示した。

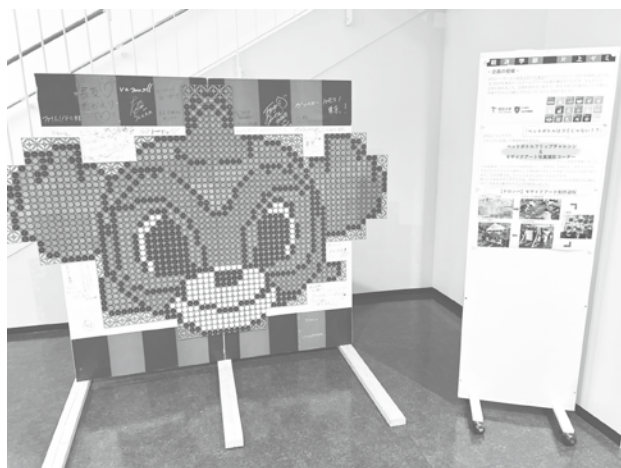


博物館情報・メディア論課題制作ポスター展

② 巨大ドロンパ (FC東京マスコット)

モザイクアート展示

会 期 2021年12月1日(水)～12月24日(金)
主 催 片上 千恵
(帝京大学経済学部経営学科 准教授)
担当ゼミ
会 場 帝京大学総合博物館エントランス
入場者数 1,679名
概 要 SDGsの意識を学内でも広げるべく、FC
東京ホームゲームにおいてブース展示
したエコキャップを使ったモザイクア
ートを展示した。



巨大ドロンパ (FC東京マスコット) モザイクアート展示

帝京大学総合博物館ミニ企画展「日本のアニメーション雑誌展」 展示資料リスト

会期：2021年7月26日(月)～9月18日(土)

番号	資料名	出版社	年代	数	所蔵先
1	アニメージュオリジナル animage ORIGINAL vol.1 08.AUG	徳間書店	2008	1	萩原由加里
2	アニメージュオリジナル animage ORIGINAL vol.2 08.DEC	徳間書店	2009	1	萩原由加里
3	アニメージュオリジナル animage ORIGINAL vol.3 09.APR	徳間書店	2009	1	萩原由加里
4	アニメージュオリジナル animage ORIGINAL vol.4 09.AUG	徳間書店	2009	1	萩原由加里
5	アニメディア NOV.11月号 1997 第17巻第11号	学術研究社	1997	1	萩原由加里
6	アニメディア JAN.2004 第24巻第1号	学術研究社	2004	1	萩原由加里
7	月刊アニメディア アニメディア 2008 第28巻第1号	学術研究社	2008	1	萩原由加里
8	月間アニメディア アニメディア 2009 第29巻第5号	学術研究社	2009	1	萩原由加里
9	オトナ ANIMEDIA アニメディア vol.1	学術研究社	2011	1	萩原由加里
10	オトナ ANIMEDIA アニメディア vol.2	学術研究社	2011	1	萩原由加里
11	オトナ ANIMEDIA アニメディア vol.3	学術研究社	2012	1	萩原由加里
12	オトナ ANIMEDIA アニメディア vol.5	学術研究社	2012	1	萩原由加里
13	オトナ ANIMEDIA アニメディア vol.6	学術研究社	2012	1	萩原由加里
14	オトナ ANIMEDIA アニメディア HYPER!	学術研究社	2013	1	萩原由加里
15	オトナ ANIMEDIA アニメディア HYPER! vol.3	学術研究社	2014	1	萩原由加里
16	アニメージュ 11月号 第19巻第11号	徳間書店	1996	1	萩原由加里
17	アニメージュ 1月号 第24巻第1号	徳間書店	2001	1	萩原由加里
18	アニメージュ 7月号 第39巻第7号	徳間書店	2016	1	萩原由加里
19	アニメージュ 9月号 第42巻第9号	徳間書店	2019	1	萩原由加里
20	マイアニメ 第6巻第5号	秋田書店	1986	1	萩原由加里
21	マイアニメ 第6巻第6号	秋田書店	1986	1	萩原由加里
22	マイアニメ 第6巻第7号	秋田書店	1986	1	萩原由加里
23	マイアニメ 第6巻第8号	秋田書店	1986	1	萩原由加里
24	FANTOCHE PHENAKISTIACOPE「驚き盤」VOL.1	ファントーシュ編集室	1975	1	萩原由加里
25	季刊ファントーシュ FANTOCHE vol.2	ファントーシュ編集室	1976	1	萩原由加里
26	季刊ファントーシュ FANTOCHE vol.3	ファントーシュ編集室	1976	1	萩原由加里
27	季刊ファントーシュ 第2巻第3号	ファントーシュ編集室	1977	1	萩原由加里
28	季刊ファントーシュ 第5号	ファントーシュ編集室	1977	1	萩原由加里
29	季刊ファントーシュ 第6号	ファントーシュ編集室	1977	1	萩原由加里
30	FANTOCHE 季刊ファントーシュ VOL.1	ファントーシュ編集室	1979	1	萩原由加里
31	FANTOCHE 季刊ファントーシュ VOL.2	ファントーシュ編集室	1979	1	萩原由加里
32	FANTOCHE 季刊ファントーシュ VOL.3	ファントーシュ編集室	1979	1	萩原由加里
33	FANTOCHE 季刊ファントーシュ VOL.4	ファントーシュ編集室	1980	1	萩原由加里
34	月間アニメーション創刊準備号 NO.0 DECEMBER 12月号 1979	ブロンズ社	1979	1	萩原由加里
35	月間アニメーション創刊号 NO.1 FEBRUARY 2月号 1980	ブロンズ社	1980	1	萩原由加里
36	月間アニメーション NO.2 MARCH 3月号 1980	ブロンズ社	1980	1	萩原由加里
37	月間アニメーション NO.7 AUGUST 8月号 1980	ブロンズ社	1980	1	萩原由加里
38	月刊 out 増刊 ランデヴー 第1巻第9号	みのり書房	1977	1	萩原由加里
39	月刊 out 増刊 ランデヴー 第2巻第2号	みのり書房	1978	1	萩原由加里
40	月刊 out 増刊 ランデヴー 第2巻第5号	みのり書房	1978	1	萩原由加里
41	月刊 out 増刊 ランデヴー 第2巻第9号	みのり書房	1978	1	萩原由加里
42	コミックボックス 105号	(株)ふゅーじゅんぷろだくと	1997	1	萩原由加里
43	コミックボックス 111号	(株)ふゅーじゅんぷろだくと	2002	1	萩原由加里
44	ジ・アニメ 第2巻第9号	近代映画社	1980	1	萩原由加里

③ アイドルとファン

- ファンはどのようにアイドルを応援してきたのか

会 期 2021年12月8日(水)～12月20日(月)
主 催 「メディアコンテンツ制作実習」
田島 悠来(帝京大学文学部社会学
科 講師)担当クラス
会 場 帝京大学総合博物館ミュージアム
プラザ入場者数 816名
概 要 社会学科2年生以上の学生が実習の
一環として、「アイドル」とファンの関
係性、その在り方の変容について研究
調査した。その結果を踏まえ、学生自
身でオリジナルの「アイドル」を企画・
制作するという実習成果を展示した。



アイドルとファン -
ファンはどのようにアイドルを応援してきたのか

④ 「差別と人権」

会 期 2022年1月17日(月)～2月12日(土)
主 催 「国際協力演習」西向 堅香子
(帝京大学外国語学部外国語学科 准教
授)担当クラス
会 場 帝京大学総合博物館ミュージアム
プラザ入場者数 926名
概 要 SDGsを紐解き、「幸せとはなにか」「ど
のように持続可能な社会を創っていけ
るか」について、3年生が研究した成
果を展示した。



「差別と人権」

⑤ 帝京大学ビジネスアイデアコンテスト 2021 決勝大会展示

会 期 2022年1月18日(火)
主 催 帝京大学冲永総合研究所・帝京大学先
端総合研究機構産学連携推進センター
共 催 帝京大学経済学部
協 力 帝京大学総合博物館
会 場 ソラティオスクエア小ホール
入場者数 350名
概 要 帝京大学ビジネスアイデアコンテ
スト 2021 決勝プレゼン大会において、
学生・卒業生 158 組の応募作品・写真
を会場壁面に展示した。



帝京大学ビジネスアイデアコンテスト 2021
決勝大会展示

⑥ 第1回 大櫃ゼミ 卒業制作・学習発表展覧会

会 期 2022年2月26日(土)～3月1日(火)
 主 催 「卒業研究」「教育学演習」
 大櫃 重剛(帝京大学教育学部初等教育学科 講師)担当クラス
 会 場 帝京大学総合博物館ミュージアム
 プラザ入場者数 221名
 概 要 小学校の図画工作科における「造形素材の研究」をテーマに活動する大櫃ゼミの展覧会。4年生の卒業制作および、3年生が教育学演習内で制作した作品を展示した。



第1回 大櫃ゼミ 卒業制作・学習発表展覧会

(5) 常設展

① 帝京大学のあゆみ

イ. 帝京 History

設置期間 通年で展示中

概 要 帝京大学の歴史を、原点の帝京商業学校(1931年創立)まで遡り紹介。

ロ. 帝京 Now

a. 宇宙研究チーム展示

設置期間 2022年3月19日(土)～

概 要 TeikyoSat-4を中心に宇宙研究チームの研究成果を紹介。

b. 強化指定クラブ

・ラグビー部展示

設置期間 2022年2月14日(月)～

概 要 帝京大学ラグビー部の優勝記念トロフィーなどを紹介。

・駅伝競走部展示

設置期間 2022年3月28日(月)～

概 要 帝京大学駅伝競走部の活躍を紹介。



宇宙研究チーム展示



ラグビー部展示



駅伝競走部展示

② 多摩の歴史と自然

イ. 多摩の小さな自然

設置期間 通年で展示

概要 帝京大学周辺の自然環境を紹介。

ロ. 発掘されたキャンパス内遺跡

設置期間 通年で展示

概要 帝京大学八王子キャンパス内の遺跡を紹介。

ハ. 江戸時代の大家村

設置期間 通年で展示

概要 帝京大学八王子キャンパス周辺の江戸時代の様子を紹介。



発掘されたキャンパス内遺跡

2. 教育・公開事業

(1) 教育活動

① 科学体験講座 ミュージアムサイエンスラボ

「大学でかんたん科学工作」

主催 帝京大学総合博物館

会場 帝京大学総合博物館、S011 教室

イ. アルソミトラの種模型グライダー

日時 2021年8月18日(水)

参加者 8名

ロ. レインボースコープ

日時 2021年8月19日(木)

参加者 9名

ハ. 浮沈子

日時 2021年8月20日(金)

参加者 11名

帝京大学総合博物館 科学体験講座

ミュージアムサイエンスラボ

夏休み後半期！
お子さんに知的体験を
させたいお父様、お母様、
また園に合います！

大学でかんたん
科学工作

8/18(水) 10:00~12:00 / 13:30~15:30
アルソミトラの種模型グライダー
空飛ぶ種不思議
東南アジアのジャングルに生えているアルソミトラの種は、空をグライダーのように飛行します。今回は、薄い発泡スチロールの板を使って模型を作り、みんなで飛ばして種の不思議を体験しましょう。

8/19(木) 10:00~12:00 / 13:30~15:30
レインボースコープ
光の不思議
光は色々な色の光からできています。普段は見られませんが、光を分けることのできる「分光シート」を使って分光現象をきれいな虹色に見えます。レインボースコープを使って光の不思議をみましょう。

8/20(金) 10:00~12:00 / 13:30~15:30
浮沈子(ふちんし)
圧力の不思議
「浮沈子(ふちんし)」は「浮力」と「圧力」の仕組みを利用した工作です。水を入れたペットボトルを握ると、中に浮かべた魚が浮いたり、沈んだりします。不思議な動きを体験しましょう。

会場：帝京大学総合博物館
(帝京大学八王子キャンパス ソラテラス2階33階)
参加方法：開催時間内に直接会場へお越しください
※工作の所要時間は30分程度です

参加費：無料

帝京大学総合博物館 TUM
Teikyo University Museum

東京都八王子市大塚359 TEL:042-678-3675
帝京大学八王子キャンパス ソラテラス2階33階
http://www.teikyo-u.ac.jp/iam/pu/teikyo_museum/

ミュージアムサイエンスラボ
「大学でかんたん科学工作」チラシ

② 小学校図画工作授業への協力

Google Meet を活用し、展示室と小学校をオンラインでつなぎ、鑑賞の授業を行った。

日 時 2021年9月3日(金)
9:40～11:35、13:45～14:30
(45分授業×3コマ)

対 象 武蔵野市立第五小学校 5年生
3クラス 86名

担 当 橘田 梢
(帝京大学総合博物館 学芸員)



小学校図画工作授業への協力 小学校とのオンライン鑑賞及び作品鑑賞ワークショップの様子



ミュージアムサイエンスラボ
アルソミトラの種模型グライダー①



ミュージアムサイエンスラボ
アルソミトラの種模型グライダー②



ミュージアムサイエンスラボ 浮沈子



ミュージアムサイエンスラボ レインボースコープ

(2) 授業連携

① 博物館実習の受入れ

実習の目的 展示計画立案から展示の設営までを実践を通じて修得する。 実習生 7名

■ 2021年度 帝京大学総合博物館 博物館実習 日程

実施日	午前の部	午後の部
8月24日(火)	9:30~9:50 開校式 10:00~12:00 ・帝京大学総合博物館の概要	13:00~14:20 施設見学 14:45~16:30 展示解説実習①
8月25日(水)	9:30~12:00 展示解説実習② ・発表	13:00~16:30 展示計画制作実習
8月26日(木)	9:30~11:15 教育プログラムの立案① ・教育プログラムの概要 ・プログラム体験	12:15~16:30 教育プログラムの立案② ・プログラム実施(幼稚園対応) ・教育プログラムの概要 ・プログラムの作成
9月28日(火)	9:30~12:00 展示作業の実際① ・会場の準備-1	13:00~16:30 展示作業の実際② ・会場の準備-2
9月29日(水)	9:30~12:00 展示作業の実際③ ・パネル等の設営	13:00~16:30 展示作業の実際④ ・実物資料の展示
9月30日(木)	9:30~12:00 展示作業の実際⑤ ・照明計画の作成 ・照明の設置	13:00~16:30 展示作業の実際⑥ ・作品の輸送・梱包
10月26日(火)	9:30~12:00 展示計画発表会①	13:00~16:00 展示計画発表会② 16:00~16:10 閉校式

※ 12:00 ~ 13:00 は昼休憩

※ 8/26(木)のみ幼稚園対応のため、11:15 ~ 12:15 が昼休憩



博物館実習①

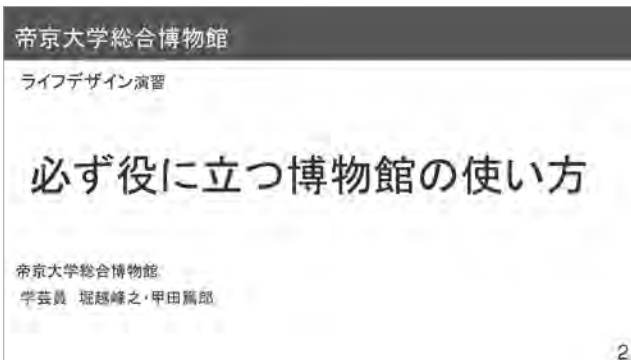


博物館実習②

②授業利用・授業の支援

ライフデザイン演習を中心に展示や大学博物館の社会的役割について解説をおこなった。

また、要望に応じて授業の支援を実施した。



「ライフデザイン演習」配付資料①



「ライフデザイン演習」配付資料②

③ 団体の対応

団体等の見学・視察の受入れをおこなった。



帝京大学幼稚園



オープンキャンパス

(3) 情報公開

① 広報活動

ホームページ、近隣公共施設、プレスリリース等にて情報発信を実施した。

② 広告掲載

理工学部のラボのなか！ーコトワリとワザの探究ー 紹介(2021年度分)	
京王線 駅貼りポスター	2021年4月1日～5月26日(高幡不動駅、聖蹟桜ヶ丘駅、多摩センター駅)
京王線 駅貼りポスター	2021年10月11日～12月5日(高幡不動駅、聖蹟桜ヶ丘駅、多摩センター駅)
asacoco [アサココ]	2021年9月16日
asacoco [アサココ]	2021年10月7日
産経新聞本紙	2022年1月3日

③ 報道機関による取材

イ. ウェブサイト

理工学部のラボのなか！－コトワリとワザの探究－ 紹介（2021年度分）	
チラシミュージアム	2021年4月1日～2021年5月29日
みんなでたのしむあーと「窓からはじまる探検！」紹介	
チラシミュージアム	2021年6月9日～2021年9月18日
Haruka Shinji	2021年6月19日
朝日新聞 DIGITAL	2021年8月4日
zakzak by 夕刊フジ	2021年8月4日
SANKEI DIGITAL	2021年8月4日
毎日新聞	2021年8月9日
SankeiBiz	－
IM アイエム internet museum	－
こくちーずプロ	－
展覧会・博物館・美術館・記念	2021年7月15日
タウンニュース 八王子	2021年7月31日
MY J:COM	2021年7月31日
エンタメポスト	2021年7月31日
レアリア	2021年8月1日
AGARA 紀伊民報	2021年8月4日
福井新聞	2021年8月4日
山形新聞	2021年8月4日
山梨日日新聞電子版	2021年8月4日
秋田魁新報	2021年8月4日
東京バーゲンマニア	2021年8月4日
FM FUKUOKA	2021年8月4日
福島民友新聞みんゆう net	2021年8月4日
茨城新聞クロスアイ	2021年8月4日
Rakuten infoseek News	2021年8月4日
J-CAST トレンド	2021年8月4日
RESPONSE	2021年8月4日
新潟日報	2021年8月4日
RBBTODAY	2021年8月4日
Jタウンネット	2021年8月4日
ZDNet Japan	2021年8月4日
CNET Japan	2021年8月4日
excite. ニュース	2021年8月4日
沖縄タイムス+	2021年8月4日
SankeiBiz	2021年8月4日
NEWS Collect	2021年8月5日
モデルプレス	2021年8月5日
じもにゅー東京	2021年8月5日
共同通信社	2021年8月11日
M3PRESS-FYI	2021年8月11日
OVO	2021年8月11日
YAHOO! JAPAN ニュース	2021年8月11日
めるも by GMO	2021年8月11日
BIGLOBE ニュース	2021年8月11日
47NEWS	2021年8月11日
b-dot	2021年8月11日
mixi	2021年8月11日

タウンニュース 多摩版	2021年8月26日
Picuki #進士遥 Instagram Posts	2021年8月26日
- 帝京ことはじめ - SINCE1931 帝京商業学校の物語 紹介	
チラシミュージアム	2021年10月6日～2022年4月30日
サンスポ SANSPO.COM	2022年2月25日
朝日新聞 Digital Magazine	2022年2月25日
毎日新聞	2022年2月25日
上毛新聞	2022年2月25日
信濃毎日新聞デジタル	2022年2月25日
新潟日報 デジタルプラス	2022年2月25日
秋田魁新報	2022年2月25日
茨城新聞 クロスアイ	2022年2月25日
高知新聞 plus	2022年2月25日
共同通信社	2022年2月25日
千葉日報	2022年2月25日
河北新報	2022年2月25日
沖縄タイムス プラス	2022年2月25日
Excite. ニュース	2022年2月25日
47NEWS 地方紙と共同通信のよんななニュース	2022年2月25日
AGARA 紀伊民報	2022年2月25日
アイエム internetmuseum	2022年2月25日
zakzak by 夕刊フジ	2022年2月25日
Esonse	2022年2月25日
モデルプレス	2022年2月25日
AFP BB News	2022年2月25日
ポータルフィールドニュース	2022年2月26日
PRWire	2022年2月26日
じもにゅー東京	2022年2月26日
福島民友新聞 みんなゆう Net	2022年2月28日

□. 雑誌・地域誌

理工学部のラボのなか！－コトワリとワザの探究－ 紹介（2021年度分）	
asacoco [アサココ] 208号	2021年4月15日
広報たまちいき 2021年4月号	2021年4月1日
博物館研究 令和3年5月号	2021年4月25日
東京人 2021年6月号	2021年6月3日
みんなでたのしむあーと「窓からはじまる探検！」紹介	
タウンニュース八王子版 No.239	2021年7月29日
広報たまちいき 2021年8月号	2021年8月1日
広報たまちいき 2021年9月号	2021年9月1日
博物館研究 令和3年7月号	2021年5月25日
博物館研究 令和3年8月号	2021年6月25日
博物館研究 令和3年9月号	2021年7月25日
- 帝京ことはじめ - SINCE1931 帝京商業学校の物語 紹介	
asacoco [アサココ] 217号	2021年9月16日
asacoco [アサココ] 218号	2021年10月7日
asacoco [アサココ] 231号	2022年4月21日
多摩の博物館さんぽ	2021年10月1日
広報たまちいき Vol.105	2022年2月1日

ハ. テレビ

帝京商業学校教員 前田喜太平 紹介（取材対応・出演）	
BS テレ東 特番「大正時代🕒スクープ 日本非常識ヒストリー」箱根駅伝珍事件	2021年12月25日

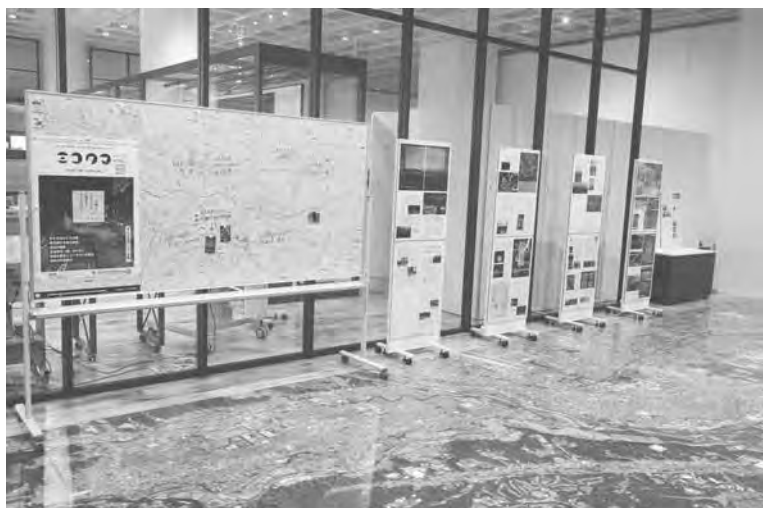
(4) 学生参加

① 多摩のヨコガオ発見プロジェクト

2020年度より始動した、帝京大学八王子キャンパス周辺の自然・歴史・文化・現在に関する知られざる魅力について帝京大学総合博物館が調査したことを基に広く社会に紹介するプロジェクトを、継続して実施した。

・フリーマガジン『ミコタマ』第2号、第3号の刊行 および展示

帝京大学総合博物館と本学学生が、多摩のヨコガオ発見プロジェクトの一環として、多摩の自然・歴史・文化・現在を記録し発信するフリーマガジン『ミコタマ』の第2号と第3号を刊行した。本誌は帝京大学総合博物館のバックアップのもと、本学学生が企画・取材・執筆・デザインを手がけた。また博物館の館内で関連展示を行った。



『ミコタマ』の展示



多摩のヨコガオ発見プロジェクト
メンバー募集チラシ



『ミコタマ』第2号



『ミコタマ』第3号

3. 資料管理・収集・調査事業

(1) 資料管理

① 博物館資料収蔵管理システムの運用

2017年度に導入した I.B.MUSEUM SaaS（早稲田システム開発株式会社）を活用して資料の整理を実施した。

(2) 収集

① 資料の寄贈

イ. 昆虫標本一式

寄贈者 太田 由紀夫

ロ. バスケットボール部スタジャン

寄贈者 林 雄一郎

ハ. 帝京商業高等学校卒業アルバム

寄贈者 永井 正雄

ニ. 帝京商業高等学校卒業記念品ほか 11点

寄贈者 林原 美津（永井 正雄）



寄贈された昆虫標本

② 学内から資料の受け入れ

イ. 本部秘書室所蔵写真

部 署 本部秘書室

概 要 帝京大学総合博物館開館時から借用していた帝京大学の歴史に関する写真資料

ロ. 八王子キャンパス広報グループ所蔵写真

部 署 八王子キャンパス広報グループ

概 要 1970年代～1990年代の大学入試案内に使用されていた写真



八王子キャンパス広報グループ所蔵写真

(3) 調査研究

① 2022年度企画展の調査

イ. 政岡憲三展関係調査

概 要 萩原 由加里（日本文化学科）が所蔵する政岡憲三関係資料を調査。

② コロナ禍での大学の記録撮影

概 要 コロナ禍の大学の記録を残すために写真を撮影し、デジタルデータで保管。

4. 施設・他機関連携事業等

(1) 講師派遣

① 東京学芸大学博物館実習 I

会 場 帝京大学総合博物館からライブ配信

概 要 東京学芸大学で博物館学芸員養成のための科目として開講されている「博物館実習 I」へ講師として派遣。

第1回

実施日 2021年5月11日(火)

派遣者 堀越 峰之(帝京大学総合博物館学芸員)

テーマ 帝京大学総合博物館の社会的役割と施設

第2回

実施日 2021年5月18日(火)

派遣者 甲田 篤郎(帝京大学総合博物館学芸員)

テーマ 展覧会ができるまで

第3回

実施日 2021年6月29日(火)

派遣者 橘田 梢(帝京大学総合博物館学芸員)

テーマ 大学博物館での教育活動

(2) 加入団体の運営への参加

① 全国大学史資料協議会東日本部会

就任役職 幹事(運営委員)

実施日 2020年5月～2022年5月

概 要 全国大学史資料協議会東日本部会の運営につき審議・執行する。

(3) 会場提供・講師派遣

① 全国大学史資料協議会東日本部会幹事会

会 場 帝京大学八王子キャンパス S011 教室

概 要 全国大学史資料協議会東日本部会の幹事会に運営委員として会場を提供した。

実施日 2022年3月10日(木)



全国大学史資料協議会東日本部会研究会

② 全国大学史資料協議会東日本部会研究会

- 会 場 帝京大学八王子キャンパス S011 教室、帝京大学総合博物館
 概 要 全国大学史資料協議会東日本部会第 127 回研究会へ運営委員として会場を提供し、講演・見学会に講師として派遣した。
 実施日 2022 年 3 月 10 日(木)
 派遣者 堀越 峰之(帝京大学総合博物館学芸員)
 甲田 篤郎(帝京大学総合博物館学芸員)

(4) 地域連携

① 武蔵野市立第五小学校「図画工作」

- 会 場 帝京大学総合博物館からライブ配信
 概 要 武蔵野市立第五小学校第 5 学年の図画工作科授業における鑑賞学習の授業へ講師として派遣。
 実施日 2021 年 9 月 3 日(金)
 派遣者 橘田 梢(帝京大学総合博物館学芸員)
 対象者 武蔵野市立第五小学校第 5 学年 3 クラス 計 86 名
 テーマ みんなでたのしみあーと「窓からはじまる探検！」のバーチャル鑑賞

② 八王子市立第二中学校「地域を知る学習」

- 会 場 帝京大学総合博物館
 概 要 「地域(八王子)について」をテーマに市内の様々なところへ校外学習へ赴く生徒の受入と質問への回答。
 実施日 2021 年 10 月 6 日(水)
 担当者 橘田 梢(帝京大学総合博物館学芸員)
 対象者 八王子市立第二中学校第 1 学年 生徒 6 名

③ 多摩市和田・東寺方コミュニティセンター運営協議会主催「地域探訪講座」

- 会 場 帝京大学八王子キャンパス S013 教室、帝京大学総合博物館
 概 要 多摩市立和田・東寺方コミュニティセンター主催企画の「地域探訪」の受け入れと展示解説。
 実施日 2021 年 12 月 15 日(水)
 担当者 甲田 篤郎(帝京大学総合博物館学芸員)



多摩市立和田・東寺方コミュニティセンター運営協議会主催「地域探訪講座」

(5) 雑誌掲載

① 東京都三多摩公立博物館協議会 会報 -ミュージアム多摩

掲載雑誌 東京都三多摩公立博物館協議会会報—ミュージアム多摩 No.43 (2022.3)
特集タイトル 博物館のウィズコロナ・アフターコロナ
報告タイトル 「コロナ禍の帝京大学総合博物館—人工衛星から絵画鑑賞・学校史まで—」
執筆者 甲田 篤郎 (帝京大学総合博物館学芸員)
概要 加入団体の東京都三多摩公立博物館協議会より依頼を受け執筆。

(6) 帝京大学先端総合研究機構

① 先端総研チーム研究への参加

イ. バイオイメージングチーム

代表研究者 榎元 廣文 (理工学部バイオサイエンス学科)

ロ. 宇宙科学研究チームへの参加

代表研究者 河村 政昭 (理工学部航空宇宙工学科)

② 先端総研インキュベーション助成金採択研究への参加

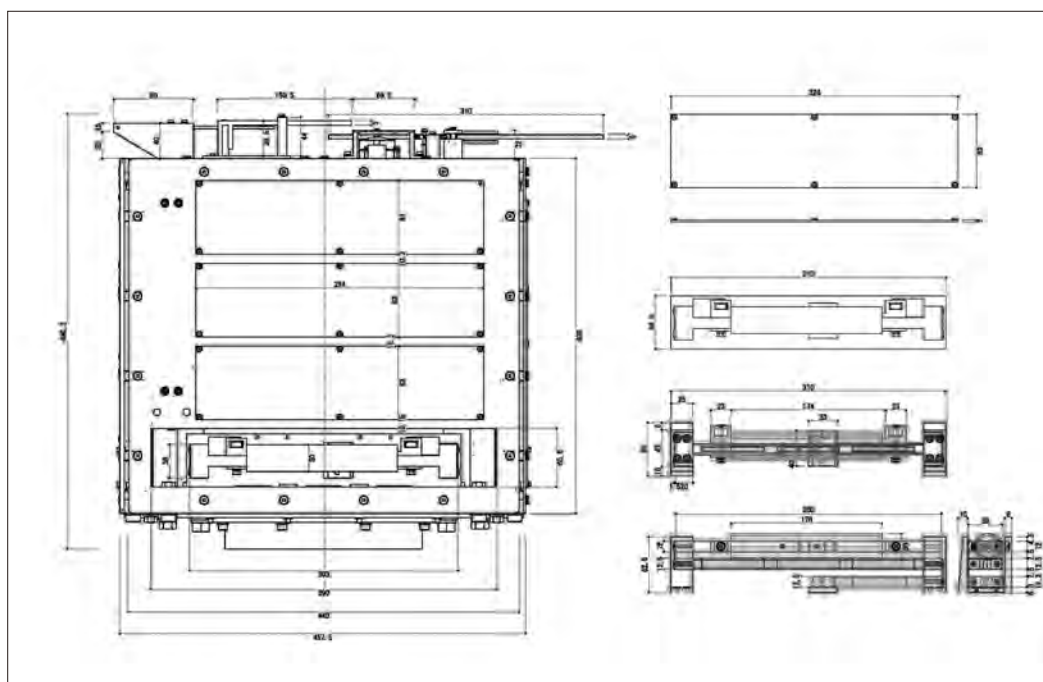
イ. 日本における納豆の起源の解明とその研究成果を追体験する教育プログラムの研究

代表研究者 山田 剛 (医真菌研究センター)

(7) 帝京大学メディアライブラリーセンター連携

① 共読ライブラリーへの協力

概要 メディアライブラリーセンター、ACT3 において黒板書架への展示協力。



宇宙科学研究チームが作成した超小型人工衛星 TeikyoSat-4 の展示・教育普及用模型図面

5. 管理運営事業

① 博物館運営委員会の開催

2021年7月19日(月)、総合博物館セミナー室にて対面とオンラインを併用して実施。

② ミュージアムアシスタントの雇用

業務補助を行ってもらうために、学芸員資格取得、又は学芸員資格課程を履修中の帝京大学在籍者を「ミュージアムアシスタント」として雇用了。

雇用者 計12名

2021年度 帝京大学総合博物館ミュージアムアシスタント募集案内

帝京大学総合博物館

応募締切 10/5 (火)

ミュージアムアシスタント募集

企画展準備(模型打合せ)

資料調査

本気で学芸員を目指すあなた
博物館の仕事をお手伝いする
アシスタントを募集します

イベントアシスタント

企画展準備(工作)

詳しくは裏面をご覧ください

帝京大学総合博物館 TUM
Teikyo University Museum

帝京大学総合博物館では、博物館の運営を補助していただくミュージアムアシスタントを募集します。学芸員の仕事を体験できるチャンスです。希望される方は下記募集要項を熟読の上、お申込みください。皆様のご応募をお待ちしております。

お仕事の一例

写真撮影補助 図録の校正 展示作業

募集要項 (熟読の上、お申込みください)

1. 職種	ミュージアムアシスタント
2. 勤務先	帝京大学総合博物館 (業務担当 学芸員グループ)
3. 採用年月日	2021年11月頃 【採用日については記載なし】
4. 勤務場所	帝京大学総合博物館
5. 業務内容	帝京大学総合博物館での業務の補助
6. 募集人員	若干名
7. 雇用期間	採用後～2022年3月31日(受給の可能性あり)
8. 勤務日・時間	① 勤務日 月曜日～土曜日のうち原則1～2日 (月4～8日程度) ② 勤務時間 (原則) ① 9:00～17:00(勤務) ③ 9:00～12:00 ④ 13:00～17:00 ※勤務日・勤務時間については応相談。新型コロナウイルス感染症対策を実施して勤務いたします。
9. 給与等	月給 1,020円 ※夜勤手当 ※長期休暇期間中については交通費を支給
10. 応募資格	以下の条件全てを満たす者(2021年9月30日現在) 1 帝京大学・帝京大学大学院に在籍する者 2 4年生については、帝京大学大学院に進学予定の者 3 学芸員資格取得者又は、学芸員課程を履修中の者
11. 応募書類	履歴書 ※履歴書及び実用印のメールアドレスを必ず記入してください。 ※応募いただいた履歴書等は一切返却いたしません。 ※履歴書等は今回の募集目的以外には使用せず。責任を持って提出いたします。
12. 選考方法	面接及び書類選考 ※書類選考を通過の上、対面者には面接日程を決定し、希望日程を希望する場合は、面接日程を希望してご連絡いたします。
13. 応募締切	2021年10月5日(火) 17:00必着 ※郵送又は、博物館窓口へ直接提出
14. 問い合わせ先	帝京大学総合博物館 ミュージアムアシスタント採用担当 042-678-3675 (お電話によるお問い合わせは、月曜日～金曜日9:00～17:00のみ)
15. 書類送付先	〒192-0395 東京都八王子市大塚350 帝京大学総合博物館 ミュージアムアシスタント採用担当

帝京大学総合博物館 TUM
Teikyo University Museum

ミュージアムアシスタント 募集チラシ



ミュージアムアシスタント

II 資料

1. 開館状況

(1) 開館期間 2021年4月1日(木)～2022年3月31日(木)

(2) 開館時間 9:00～17:00

(3) 休館日 日曜日、祝日、臨時休館日

(4) 月別開館日数(日)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
平日	21	18	22	21	21	20	21	20	20	18	15	22	239
土曜	4	5	4	5	4	4	4	3	3	3	4	3	46
日曜等	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
合計	25	23	26	26	25	24	26	23	23	21	19	25	286

(5) 月別入館者数(人)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
平日	1,492	1,670	1,901	1,779	1,841	1,127	1,370	1,272	1,460	882	783	1,141	16,718
土曜	284	173	178	253	203	125	246	149	319	97	174	488	2,689
日曜等	0	0	*605	*873	*1,195	*613	185	0	0	0	0	0	3,471
合計	1,776	1,843	2,684	2,905	3,239	1,865	1,801	1,421	1,779	979	957	1,629	22,878

※日曜日等の閉館日入館者数はオープンキャンパス見学者数。*で表示。

2. 展覧会

(1) 企画展

1			
帝京大学総合博物館企画展 帝京大学理工学部創設 30 周年記念 理工学部のラボのなか！－コトワリとワザの探究－			
主催	会期	開催日数	入場者数
帝京大学総合博物館 帝京大学理工学部	2020年10月3日(土) ～2021年5月29日(土)	179日 うち 2020年度 132日 2021年度 47日	11,225名 うち 2020年度 7,654名 2021年度 3,571名
関連イベント			
最新研究講座 理(コトワリ)と工(ワザ)の研究者たち (2021年度分)			
テーマ	講師	実施日	参加者数
自ら癒して継ぎ合わす - 植物の傷の癒合 -	朝比奈 雅志 (帝京大学理工学部 バイオサイ エンス学科 准教授)	2021年4月24日(土)	参加者 31名 視聴回数 19回 (ユニーク視聴者数 14人)
ロボットコンテスト 世界大会への挑戦	蓮田 裕一 (帝京大学理工学部 情報電子 工学科 教授)	2021年5月29日(土)	視聴回数 41回 (ユニーク視聴者数 24人)

2			
帝京大学総合博物館企画展 みんなでのしむあーと「窓からはじまる探検！」			
主 催	会 期	開 催 日 数	入 場 者 数
帝京大学総合博物館	2021年6月19日(土) ～9月18日(土)	77日	7,671名
関連イベント1			
「窓バッジ」をつくろう！			
講 師	実 施 日		参 加 者 数
橘田 梢 (帝京大学総合博物館 学芸員)	2021年6月19日(土)、6月26日(土)、 7月10日(土)、8月7日(土)、8月14日(土)、 8月28日(土)、9月4日(土)、9月11日(土)、 9月18日(土) 各日10:30～11:30、14:00～15:00		55組146名
関連イベント2			
「おやこでのしむあーと」			
講 師	実 施 日		参 加 者 数
橘田 梢 (帝京大学総合博物館 学芸員)	2021年7月24日(土)、8月21日(土) 各日10:30～11:30、14:00～15:00		小学生以下のこども 及びその保護者 11組38名
3			
帝京大学創基90周年記念 - 帝京ことはじめ - SINCE 1931 帝京商業学校のお話			
主 催	会 期	開 催 日 数	入 場 者 数
帝京大学総合博物館	2021年10月6日(水) ～2022年4月30日(土)	158日 うち2021年度133日 2022年度25日	10,318名 うち2021年度8,355名 2022年度1,963名

(2) その他展覧会

名 称	協 力	期 間	開館日数	入館者数
帝京大学総合博物館 ミニ企画展 「日本のアニメーション雑誌展」	萩原 由加里 (帝京大学文学部 日本文化学科 講師)	2021年7月26日(月) ～9月18日(土)	47日	4,146名

(3) 授業展示

名 称	主 催	期 間	開館日数	入館者数
博物館情報・メディア論 課題 制作ポスター展	「博物館情報・メディア論」 金井拓人 (帝京大学文化財研究 所 助教) 担当クラス	2021年7月20日(火) ～9月18日(土)	52日	4,477名

名 称	主 催	期 間	開館日数	入館者数
巨大ドロンパ (FC 東京マスコット) モザイクアート展示	帝京大学経済学部経営学科 片上 千恵 准教授 担当ゼミ	2021年12月1日(水) ～12月24日(金)	20日	1,679名
アイドルとファン - ファンはどのようにアイドルを応援してきたのか	「メディアコンテンツ制作実習」 田島 悠来 (帝京大学文学部 社会学科 講師) 担当クラス	2021年12月8日(水) ～12月20日(月)	10日	816名
「差別と人権」	「国際協力演習」 西向 堅香子 (帝京大学外国語学部外国語 学科 准教授) 担当クラス	2022年1月17日(月) ～2月12日(土)	21日	926名
帝京大学ビジネスアイデアコンテスト 2021 決勝大会展示	帝京大学冲永総合研究所・ 帝京大学先端総合研究機構 産学連携推進センター 共 催 帝京大学経済学部	2022年1月18日(火)	1日	48名
第1回大櫃ゼミ 卒業制作・学習発表展覧会	「卒業研究」「教育学演習」 大櫃 重剛 (帝京大学教育学部 初等教育学科 講師) 担当クラス	2022年2月26日(土) ～3月1日(火)	3日	221名

(4) 常設展

①帝京大学のあゆみ

名 称	概 要	期 間
帝京 History	帝京大学の歴史を帝京商業学校(1931年創立)まで遡り紹介	通年
帝京 Now	宇宙研究チーム展示	2022年3月19日(土)～
	強化指定クラブ展示	通年
	帝京大学ラグビー部の優勝記念トロフィーなどを紹介	2022年2月14日(月)～
	帝京大学駅伝競走部の活躍を紹介	2022年3月28日(月)～

②多摩の歴史と自然

名 称	協 力	期 間
多摩の小さな自然		通年
発掘されたキャンパス内遺跡	帝京大学文化財研究所	通年
江戸時代の大塚村	帝京大学文学部史学科 帝京大学メディアライブラリーセンター	通年

3. 授業利用

(1) 月別集計一覧(件)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
合計	8	28	15	11	0	1	8	9	8	2	0	0	90

学科別内訳	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
経済学科		2		5				1	1				9
国際経済学科	1	2		2					1	2			8
経営学科		2					1	2	1				6
観光経営学科	1	2	2	1			1	1					8
経済学部 共通		2											2
法律学科		2	1										3
政治学科		2											2
日本文化 学科		1	2				1		1				5
史学科	1	1	2	1		1	2	1	1				10
社会学科		3	2						1				6
心理学科													0
外国語 学科	1	3	1				2	1	1				9
教育文化 学科													0
初等教育 学科				1									1
教育学部 共通	1	1	1										3
スポーツ 医療学科		3	1					2					6
総合基礎・ 資格科目 ほか	3	2	3	1			1	1	1				12

4. 団体見学

(1) 月別集計一覧 (件)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
団体数	0	5	6	3	3	3	3	5	7	1	1	6	43

(2) 内訳

- 5月 帝京大学幼稚園 (3回)、帝京第三高等学校、学生チューター見学ツアー等
- 6月 帝京大学幼稚園 (3回)、ANA総合研究所、聖パウロ学園高校
留学生のためのミニ進学説明会&キャンパスツアー
- 7月 埼玉県東野高等学校、武蔵越生高等学校、帝京大学幼稚園
- 8月 藤村女子高等学校、帝京大学幼稚園、留学生向け大学説明会
- 9月 帝京大学幼稚園 (2回)、八王子市立由木中学校
- 10月 八王子市立第二中学校、立教大学、日外アソシエイツ(株)
- 11月 埼玉医科大学、高校教員対象説明会、広報主催キャンパス見学会
国際交流センター留学生見学会 (2回)
- 12月 帝京八王子高等学校、多摩市和田・東寺方コミュニティセンター運営協議会
広報主催キャンパス見学会、国際交流センター留学生見学会 (3回)、浦和学院高等学校
- 1月 帝京大学中学校・高等学校
- 2月 帝京大学幼稚園
- 3月 新入職員キャンパス見学会 (2回)、大学史資料協議会、東京大学・明星大学 (尾中敬先生)、
相洋高等学校、湘南学院高等学校

5. 外部視察

(1) 月別集計一覧 (件)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
団体数	0	2	1	1	0	0	2	3	4	0	1	1	15

(2) 内訳

- 5月 アース製薬、学校法人三華学園
- 6月 ANA成田エアポートサービス (株)
- 7月 メキシコ学院
- 10月 日野市文化スポーツ課、紀伊國屋書店
- 11月 中央大学、帝京平成大学、明治大学資料センター
- 12月 (株)クリエイティブネクサス、朝日管財、(株)CBK、紀伊國屋書店
- 2月 自由民権資料館 (町田市)
- 3月 日本放送協会

6. 組織 (2021年4月1日～2022年3月31日)

(1) 博物館スタッフ

①館長・副館長

役 職	氏 名	所 属 等
館 長	今村 啓爾	文学部史学科 教授
副 館 長	中山 京子	教育学部初等教育学科 教授

②専任職員 (帝京大学八王子キャンパス事務部学術情報グループ所属)

役 職	氏 名	所 属 等
グループリーダー	山下 智美	メディアライブラリーセンター兼務
チームリーダー	川北 友美	メディアライブラリーセンター兼務
係員 (学芸員)	堀越 峰之	
係員 (学芸員)	甲田 篤郎	
係員 (学芸員)	橘田 梢	

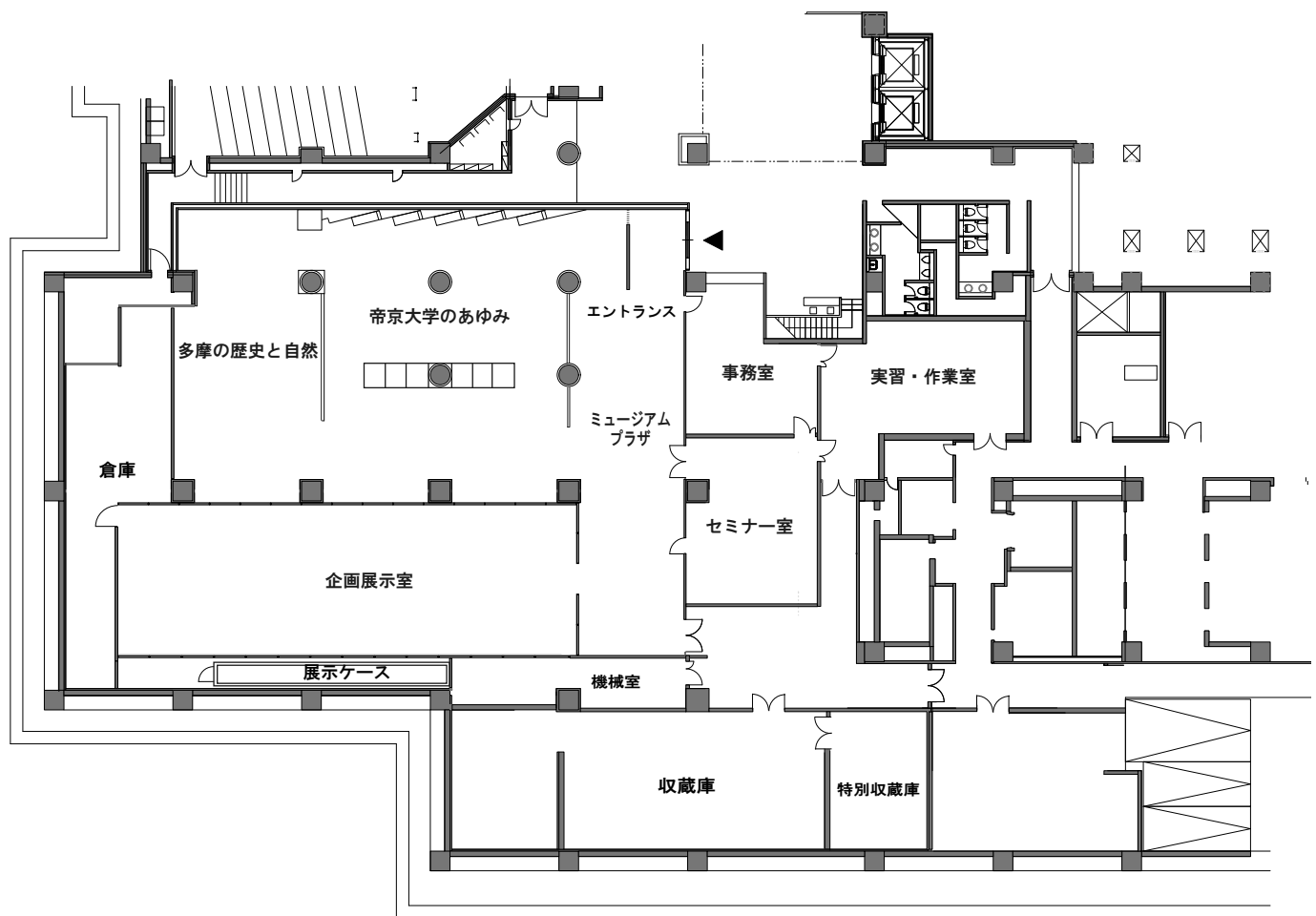
③非常勤職員

資 格	氏 名	勤 務 期 間
ミュージアムアシスタント	野田 凜	
ミュージアムアシスタント	松本 健吾	
ミュージアムアシスタント	山本 陸人	
ミュージアムアシスタント	金子 透也	
ミュージアムアシスタント	斎藤 裕哉	
ミュージアムアシスタント	加藤木 心音	2021年11月～
ミュージアムアシスタント	桑畑 勇希	2021年11月～
ミュージアムアシスタント	渡辺 桃子	2021年11月～
ミュージアムアシスタント	荒井 涼花	2021年11月～
ミュージアムアシスタント	荒川 篤	2021年11月～
ミュージアムアシスタント	牛間木 愁	2021年11月～
ミュージアムアシスタント	山崎 柚夏	2021年11月～
パートタイマー	石川 純子	
パートタイマー	鈴木 洋子	

(2) 博物館運営委員

氏 名	所 属 等
永井 リサ	経済学部経済学科 講師
天日 隆彦	法学部法律学科 教授
高久 舞	文学部日本文化学科 講師
岡部 昌幸	文学部史学科 教授
劔重 依子	外国語学部外国語学科 准教授
生島 美和	教育学部教育文化学科 准教授
蛭間 栄介	医療技術学部スポーツ医療学科 教授
萩原 治夫	医学部医学科解剖学講座 主任教授
厚味 厳一	薬学部薬学科 教授
平本 隆	理工学部航空宇宙工学科 学科長
嶺岸 勝文	福岡医療技術学部医療技術学科 教授

7. 施設概要



■ 帝京大学総合博物館の設備

所在地 東京都八王子市大塚359番地

敷地面積 1,430 m²

建築面積 1,430 m²

建物構造 帝京大学八王子キャンパス ソラティオスクエア（地上22階 地下2階）の地下1階

名称	面積
展示室	621 m ²
収蔵庫	220 m ²
事務室	56 m ²
セミナー室	67 m ²
倉庫	98 m ²
実習・作業室	85 m ²
供用部他	283 m ²
合計	1,430 m ²

Ⅲ 講座記録

■最新研究講座 理(コトワリ)と工(ワザ)の研究者たち

- 第1回 帝京大学から宇宙へ - 学生が挑む超小型衛星開発 -河村 政昭
- 第3回 自ら癒して継ぎ合わず - 植物の傷の癒合 -朝比奈 雅志
- 第4回 ロボットコンテスト世界大会への挑戦蓮田 裕一

最新研究講座 理（コトワリ）と工（ワザ）の研究者たち
第1回 帝京大学から宇宙へ - 学生が挑む超小型衛星開発 -

帝京大学理工学部准教授 河村 政昭

実施日 2020年10月24日（土）

於 帝京大学八王子キャンパス ソラティオスクエア 2階 S21 教室
YouTube「帝京大学総合博物館」チャンネルにてライブ配信

今日はこのような貴重な機会を頂きありがとうございます。また、私たちが開発している衛星をすばらしい形で展示していただき、とても感謝しております。八王子でお話しするのは初めてですが、多くの皆さんに聞いていただく機会を頂けてありがたいと思っています。できるだけ分かりやすく、それから、技術的な難しい話もしていきたいと思ひます。

では、「帝京大学から宇宙へ」、私と一緒に学生が超小型人工衛星開発に取り組んでいますので、その様子をお話ししていきたいと思ひます。

帝京大学から宇宙へという話になりますので、プロジェクトの背景と一連の年表のようなものを用意しています。

【表1】プロジェクトをスタートしたきっかけとしては、1番目に書いてありますが、宇宙開発活動は一般的に難しい、手が届かないと思われて、JAXAとか大きい電気屋さんの会社しかできないのではないかとというイメージをたくさんの方が持っていたらと思う。それを学生レベルでできるのではないかとという形で、Teikyo Sat プロジェクトを開始しました。

この活動を通してシステム工学を学ぶ。エンジニアを育てる。物づくりをする。それから、プロジェクト管理、会社に入って、重要な役割を担うことが多いと思ひます。最近では、企業の人事の方からは、プロジェクト管理ができる人材はないのかとか、全体を見渡せる学生が欲しいと言われることが多いので、実地経験を通して社会に貢献できる人材を輩出できればいいなというところから、本プロジェクトはスター

トしています。

プロジェクトの発足は2008年度です。ちょうど本学ラグビー部が連覇し始めた頃です。影が薄くこっそりと活動を続けて12年ほどになります。この後また説明しますが、最初は我々もよく分からなかったの、簡単なCan Sat キットというものを使って開発を始めていきました。

学生と一緒にやっていく中で、どうせなら1年生とか2年生の下級生も携わってもらおうということで、宇宙システム研究会というサークル活動を開始しました。現在はクラブ活動として、宇宙開発をやりたいという学生の会を設立して活動を続けています。

しばらくしまして2010年度、いろいろと準備を進めていたのですが、東日本大震災が発生しましたので、設置していたアンテナとか地上局が壊れたり、宇都宮も震度6弱ほどの地震が来ていましたので、そういった中で設備が壊れたりする経験もしながら開発を進めてきた経緯があります。

その後、2011年12月に、我々が作ってきた衛星を実際に打ち上げる機会、H-IIAロケット23号機に相乗りする機会をようやく得ることができました。ちょうど3年ほどかけて下準備をして、3年ほどかけて実際に衛星を打ち上げた。足かけ6年くらいで最初の衛星を打ち上げました。途中で太字で出てくる言葉につきましては後ほどお話をしたいと思ひます。STMというのが構造モデル、EMはエンジニアリング、FMはフライトモデルをイメージしていただければいいのかなど

帝京大学総合博物館企画展
理工学部創設30周年記念
理工学部のラボのなか！
—コトワリとワザの研究—

帝京大学から宇宙へ
—学生が挑む超小型衛星開発—

2020年10月24日（土）
帝京大学 理工学部 航空宇宙工学科
河村政昭

超小型人工衛星開発プロジェクト

TeikyoSatプロジェクト(1/2)

宇宙開発活動を通じた「システム工学」、「ものづくり」、「プロジェクト管理」などの実地経験を学生に得てもらうことを目的として発足

<p>【2008年度】</p> <ul style="list-style-type: none"> TeikyoSat 1号、2号(CanSatキット)による基礎実験 <p>【2009年度】</p> <ul style="list-style-type: none"> サークル「宇宙システム研究会」設立 微生物観測衛星TeikyoSat 3号の概念検討 <p>【2010年度】</p> <ul style="list-style-type: none"> 地上局設置(東日本大震災で被害) 第18回衛星設計コンテストで受賞 TeikyoSat 3号BBM製作・試験(フレッドボードモデル) <p>【2011年度】</p> <ul style="list-style-type: none"> H-IIAロケット23号機相乗り決定(12月) 	<p>【2012年度】</p> <ul style="list-style-type: none"> TeikyoSat-3 STM 製作・試験(構造・熱モデル) TeikyoSat-3 EM 製作・試験(エンジニアリングモデル) <p>【2013年度】</p> <ul style="list-style-type: none"> TeikyoSat-3 FM 製作・試験(フライトモデル) <p>・2014年2月28日(金) 種子島宇宙センターより打ち上げ成功</p> <p>【2014年度】</p> <ul style="list-style-type: none"> TeikyoSat-3 運用 ・2014年10月25日(金) 大気圏に再突入し消滅
--	--

【表1】



© 藤 空庵

【図1】

思います。

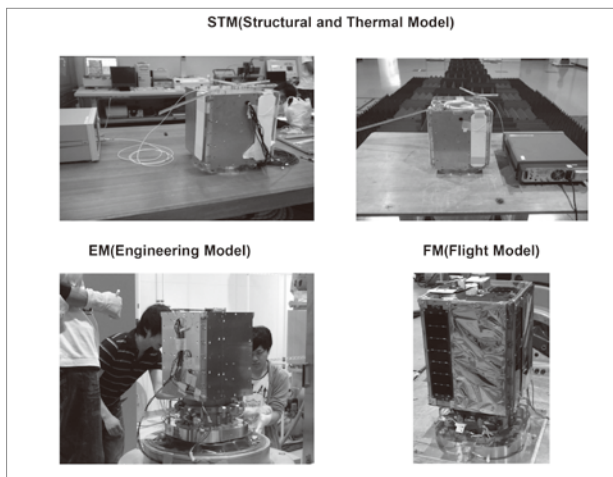
この衛星は2014年2月28日に種子島宇宙センターから打ち上げることができて、成功しました。半年ほどたってから、大気圏に再突入して消滅した経緯があります。

では、もう少し詳しくお話しします。Can Sat キットとはどういうものかという、まずはその辺に売っているものを購入して、衛星がどんな部品でできるかというところから調べて組み立てて、これは実際に宇宙に行くものではないので、卒業研究などでそれぞれの部品の役割などを確かめて、通信試験など、ジャイロセンサーが動くかどうか、そういった機能を確認するのがスタートとなっていました。【図1】

それから、先ほど申しましたように、東日本大震災で一度アンテナが壊れてしまったのですが、それを再度構築したアンテナです。【図2】

こちらは他団体さんのCan Sat キットですけれども、本学でも自分たちで電子部品を作りながら衛星開発の準備をしてきたというのが2009年、2010年の最初のスタートになります。このあたりの活動は、卒研の学生から1年生、2年生という下級生にも一緒にやらしてもらおうというプロジェクトになっています。

それから2012年度に打ち上げが決まって、そのうち残りの3年間をどう過ごすかという状況になったときに、先ほどお話ししましたSTMというモデルがあります。Structural & thermal model、構造熱モデルという箱を作って、この箱が宇宙に行くことができるか、どういう熱伝導があるかといったところを調べるためのモデルとなっています。【図3】



【図3】



© リーマン・サット・プロジェクト

【図2】

そのモデル、従来のSTM、2012年度に開発していて、後半にエンジニアリングモデルと呼ばれるものを開発します。これは宇宙に行く一歩手前のようなモデルとなっていて、実際に振動試験をして、ロケット打ち上げの際の加振に耐えられるかを徹底的に調べる。これはエンジニアリングといって、工学的な技術モデルとなっています。ですので、実際のロケットの打ち上げの負荷はかなりあるのですが、その1.5倍の負荷をかけて、それでも壊れないことをこのモデルで実証しています。厳しい試験に通って、それと同じ作り方をしたフライトモデル、実際に宇宙に行くモデルであれば、実際の打ち上げでも壊れないという論理で開発をしていく。これが宇宙開発の一通りの流れとなっています。このような形で衛星の開発を進めていって、種子島宇宙センターから打ち上げたという経緯があります。

【表2】2014年に打ち上げて、2014年度の後半に衛星はなくなってしまったのですが、一度きりで衛星開発を終わってしまうのは、学生の教育と技術を継承するという意味でいくと、どの団体、会社、企業もそうですが、後進を育てないといけないというのは大学も同じです。継続は大事だということで、前回のTeikyoSat-3の打ち上げの経験と成果を基にして、違うプロジェクトを立ち上げました。それを2015年から2019年までの5年間かけてやっていました。

5年間で衛星を2機開発するというプロジェクトですが、今、1機目の開発をしている状況で、今年5月下旬に、これまで5年間かけてやってきた新しいプロジェクトで開発して

超小型人工衛星開発プロジェクト	
TeikyoSatプロジェクト(2/2)	
<p>【2015年度】</p> <ul style="list-style-type: none"> TeikyoSat-3 報告書作成 平成27年度私立大学戦略的研究基盤形成支援事業に採択(5年間で2機開発) TeikyoSat-4 概念設計開始 TeikyoSat-4 STM 製作・試験 	<p>【2018年度】</p> <ul style="list-style-type: none"> TeikyoSat-4 EM 電子基板製作開始 TeikyoSat-4 EM ソフトウェア製作開始 TeikyoSat-4 EM 筐体完成 TeikyoSat-4 打ち上げ・運用準備 TeikyoSat-5 概念設計
<p>【2016年度】</p> <ul style="list-style-type: none"> TeikyoSat-4 STM 製作・試験 TeikyoSat-4 PDR TeikyoSat-4 EM 設計・製作開始 	<p>【2019年度】</p> <ul style="list-style-type: none"> TeikyoSat-4 EFM 製作開始 TeikyoSat-4 打ち上げ・運用(目標) TeikyoSat-5 概念設計 最終成果報告会(2020年3月) いつでも引き渡しができるように...
<p>【2017年度】</p> <ul style="list-style-type: none"> TeikyoSat-4 EM 製作・試験(失敗続き) TeikyoSat-4 設計確認会 TeikyoSat-5 概念設計開始 文部科学省へ中間報告 	<p>【2020年度】</p> <ul style="list-style-type: none"> JAXA革新的衛星技術実証3号機のテーマに選定!!! 2022年度打ち上げ予定!!!!

【表2】

いる衛星の打ち上げが決定しました。JAXA の革新的衛星技術実証衛星がありますが、その 3 号機のテーマに選定されて、2022 年度の打ち上げが予定されています。

まさしくその部品が、全てではないのですが、実際宇宙に行くいろいろな部品が今博物館に展示されています。それで、宇宙に行くものは、このまま半年間ここに置いておくことができないので、実は今日回収することになっています。大変申し訳ないのですが、回収までに「これが宇宙に行くんだ」と思って見ていただければありがたいと思います。

こういった中で 5 年間かけて衛星の開発をして、ようやく 2020 年、打ち上げが決まったのですが、それでも打ち上げは 2 年後の 2022 年度ですので、6 年ほどかけて次の衛星の打ち上げという形になります。

2014 年に衛星の打ち上げを経験した学生が 1 年生の時にこのプロジェクトがスタートしていますので、できれば打ち上げまで経験して卒業してほしかったというのがあります。残念ながら修士の学生でも、次の衛星の打ち上げを見ずに卒業していかなければいけなかったのが、少し心残りがありながら卒業していった学生がいっぱいいます。しかし、今回具体的に打ち上げが決まったことで、「おめでとうございます」という OB の声もたくさん頂き、支援をいただいている状況ですので、残りの 2 年間、打ち上げまで開発を進めていきたいと思っています。

革新的衛星技術実証プログラムとはということで、JAXA のホームページを抜粋させていただいたのですが、3 号機はこれまで 6 年かけて開発をして打ち上げたものです。その成果を生かして、後継機の開発をして打ち上げるということをやってきたのですが、今回我々が提案しているテーマはこちらです。【表3】「超小型人工衛星のマイクロ ISS 化実現へ向けた衛星バスシステムの軌道上実証」というテーマを提案して、それが採択され、2 年後の打ち上げをしていただけることになりました。

今日はまさしくマイクロ ISS というお話をしていきたいと思いますが、既に昨日 JAXA からあるプレスリリースがされました。ご存じの方はいらっしゃいますでしょうか。わりとメジャーなプレスリリースでしたが、13 年ぶりに宇宙飛行士を募集するというテーマが挙げられました。ISS というのは国際宇宙ステーションですが、国際宇宙ステーションには今、宇宙飛行士しか行けない状態です。そこから先、国際宇宙ステーションは地球の周りを回って、いろいろな実験をしています。それが、これもまたつい先週の話ですが、アルテミス計画というのはご存じでしょうか。月の周りにゲートウェイを作って、地球で国際宇宙ステーションがあれば、その月版がゲートウェイになります。月の周りを回っているゲートウェイという基地を起点に、月面に降りたり、そこから先の火星に行ったりというアルテミス計画というのがあります。それをアメリカの NASA 主導でやっていたのですが、日本政府からも合意を頂いて、JAXA も含めて中心にその計画をやっというものが、つい 10 月にニュースになって、恐らくそれを踏まえて、新しく宇宙飛行士を募集しようというのが、先週と今週にニュースになったというのがあります。行く行くは地球の周回から月、火星にという形で、宇宙開発活動がされている状況です。そういった中で有人宇宙活動は国際宇宙ステーションに限られている状況で、国際宇宙ステーションで宇宙飛行士がいろいろな実験をやっているのですが、いよいよ月、火星で有人宇宙活動をすることになります。

その場合、今ある地球の周りを回っている国際宇宙ステーションはどうなるのだろうと思われる方もいらっしゃると思います。それは民間が参入して、民間サービスとして国際宇宙ステーションを有効利用しようという流れになりつつあります。今は国が指導して、国際宇宙ステーションの運営は、ちょうど 2024 年ぐらいまでが目途とされているのですが、2025 年以降国際宇宙ステーションをどう運用するかというのは正式に決まっています。ですので、その間に

これから 4 年ほどかけて、国際宇宙ステーションを今後どう運営していくかは決まるとは思いますが、民間に委託されるのに先駆けて、超小型人工衛星でも国際宇宙ステーションでやっているような実験をできるのではないかと。そこに参入して技術を皆さんに提供したいというところがあるテーマになっています。ちょうどこれらの活動と帝京大学が宇宙開発活動をする中で、10 年をかけて自分たちの衛星の開発をしてきて、こういったテーマを認めていただいたということです。

今、採択された課題として課題番号 2 というのがあります。今回の JAXA のプログラムとしては 1 から 4 までありますが、私たちが提案したテーマで選定していただいたのは課題 2 となっていて、こちらは宇宙利用の拡大や新たなイノベーション創出が期待される技術、コンセプト

革新的衛星技術実プログラムとは

革新的衛星技術実証プログラム

宇宙基本計画で示された「宇宙システムの基幹的部品等の安定供給に向けた環境整備」の一環として、超小型衛星を活用した基幹的部品や新規要素技術の軌道上実証を適時かつ安価に実施することが目的 ※JAXA HP抜粋

募集課題	テーマ名称	所属機関 / 提案代表者	主な選定理由
②	超小型人工衛星のマイクロ ISS 化実現へ向けた衛星バスシステムの軌道上実証	帝京大学 河村 政昭	超小型人工衛星内で、宇宙環境を利用した実験を実施することを可能とするバスシステムの軌道上実証で、低コストに宇宙実験を可能とし、ポストISSという新しいコンセプトが評価できる。また、国内外から様々な利用による新たなイノベーションが期待できる。

- 募集課題①: 我が国の衛星関連機器・部品の価格競争力、性能、機能などを格段に向上する技術の実証
- 募集課題②: 宇宙利用の拡大や新たなイノベーション創出が期待される技術・コンセプトの実証
- 募集課題③: 新しい宇宙利用ビジネス構想により、国内外の宇宙利用市場を新たに創造する技術・コンセプトの実証
- 募集課題④: 挑戦的ミッション/システムの搭載を通じた政府衛星・政府関連衛星の短期開発・低コスト化と高度化を実現するためのフレキシブルな衛星開発手法や革新的なミッション/システム技術の実証

CanSatキットの購入から、ようやくここまで・・・、継続することが大事・・・だけど大変

【表3】

何故 私たちが 人工衛星を作ろうと思ったのか？

2008年当時

- 帝京大学で人工衛星を作る意義**
 - ・「小型」人工衛星なら学生でも作れる - ノゾブクリと宇宙工学の実践
各大学でも既に打ち上げている
 - ・学生が成功体験を味えるために - 卒業までに衛星打ち上げができる
 - ・航空宇宙工学科の存在意義 - 航空宇宙分野の人材の育成
- 宇都宮で人工衛星を作る意義**
 - ・地域との連携ができる - 栃木県は航空宇宙産業が盛ん
栃木県産の人工衛星が可能 !!
 - ・栃木県初の人工衛星ができる - 県民の宇宙意識の高揚
次世代人材への科学的リテラシー醸成

【表4】

トの実証というテーマで選定していただいています。

宇宙利用の拡大、つまり、有人でしかできなかった実験や研究を小型の衛星でやってしましましょう。それがマイクロISS化です。また、新たなイノベーション創出が期待できるのは、国際宇宙ステーションでは今、薬の実験、材料の実験、微小重力を利用した実験がいろいろとされていますので、それを小型の人工衛星ができれば、新たなイノベーションが期待できるという技術、コンセプトの実証をしていくのが本学のテーマとなっています。

Can Sat キットの購入が2008年でしたので、12年かけてようやく提案したテーマを採択していただいたというところまで来たというのが一つと、継続してきた結果、こういったお話を頂いたのだなというところで、継続することが大事だと実感しました。ただ、こういったテーマを提案するということは失敗ができない状況になりますので、大変だなというのが、5月に選定された時の感想でした。10年かけてようやくここまで来たのですが、これからはいよいよ大変になるなというのが今の実感です。

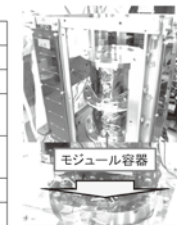
12年ほどのタイムスケジュールについてお話しさせていただきましたが、もう少し分かりやすくしたのが、このスライド【表4】になっています。

そもそもなぜ人工衛星を大学の学生が作り始めたかというのは、冒頭の話と少しかぶるところがありますが、大型の衛星は大きい会社でしか作れない。しかも5年、10年というスパンをかけて開発していきますので、さすがに学生ではなかなかできません。それで、まず小型の人工衛星だったら学生でもできるのではないかと。あとは既にいろいろな団体に打ち上げ実績がありまして、我々も教育とものづくりを兼ねてやってみようというところからスタートしています。また学生が成功体験を味わえないといけませんので、できれば4年あるいは修士の6年までに衛星を打ち上げて、成功体験を得てもらいたい。それから、本学には航空宇宙工学科がありますので、航空宇宙工学科の存在意義として、航空宇宙分野の人材を育成して、輩出したいというところがありました。航空宇宙ということで航空と宇宙があるのですが、今は残念ながら、航空分野が新型コロナの影響でかなりダメージを受け

TeikyoSat-3について

TeikyoSat-3の概要 最初の衛星としては背伸びし過ぎではないか??

衛星名称	TeikyoSat-3
サイズ	320 mm × 320 mm × 440 mm
質量	約 21 kg
ミッション	微小重力と宇宙放射線が粘菌に与える影響を小型衛星で観察
運用軌道	高度406km、傾斜角65° (放射線量最大20-30Gy/年)
ミッション期間	約1カ月
軌道上運用期間	約440日(予定) ⇒ 239日(実際)
姿勢制御	永久磁石による受動制御
通信	アマチュア無線 Transmitter(down link)437.450 MHz Receiver(uplink) 145 MHz帯



モジュール容器

出来る限り地上と同じ環境にする必要あり
①気圧: 1気圧
②温度: 12~25℃
③湿度: 50%程度

世界で初めて超小型衛星で生物実験を行いたい!

【図4】

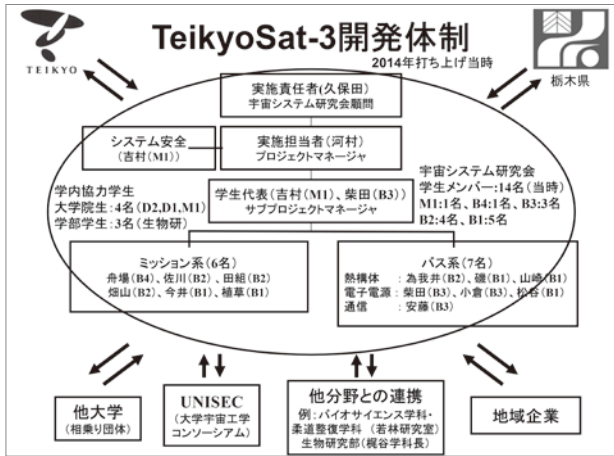
ている状況です。そういった状況も乗り越えられるような人材を輩出していただいたいと思っています。それから、理工学部は宇都宮にあります。栃木県は航空産業がとても盛んで、また自動車産業、光、医療といった産業が根指している環境にありましたので、そういった経験を生かして、栃木県産の衛星ができるのではなかろうかと、地域密着型の衛星が作れたらいいな、それで地元へ貢献する、人材を輩出することができればいいというのが、このプロジェクトの本当のスタートとなっています。

では、実際に打ち上げた衛星の簡単な概要だけお話しします。【図4】打ち上げた衛星はTeikyoSat-3という衛星で、30センチサイズ、20センチサイズ、20キロの衛星となっていました。ミッションは、世界初のもの、微小重力と、ISSでされているようなミッションをやりたいと思っていましたので、微小重力と宇宙放射線が細胞性粘菌と呼ばれる生物に与える影響を超小型衛星で観測してみたいというところからスタートしています。

このあたりはちょっと難しいですが、軌道高度は400キロ、国際宇宙ステーションとほぼ同じです。軌道傾斜角は65度で、国際宇宙ステーションと同じです。ミッション期間は、生物がこの衛星の中で生きていられる1カ月ぐらい、運用期間は1年程度を予定していました。姿勢制御としては、永久磁石による自動制御、通信はどなたでも受信ができるように、アマチュア無線帯を使っていました。

世界初でチャレンジする衛星の開発も大変だったのですが、この中にモジュール容器と呼ばれる容器、筒があります。この筒を地球上と同じ環境にして、その中に生物を入れて宇宙で観察するという実験にチャレンジしてみました。地球と同じ環境ですので、1気圧で温度が12℃から25℃、湿度は50%、我々人間にとってもちょうど最適な気温になるように容器を設計するところからチャレンジしました。

モチベーションは下の一文です。世界で初めて超小型人工衛星で生物実験を行うというミッションを掲げたのですが、当時は、最初に宇宙に行く衛星としては背伸びし過ぎではないかという叱咤激励をたくさん頂きました。ただ、学生と一緒にチャレンジすることに意義があるだろうと思って、頑



【図5】

張って開発を進めたという経緯があります。

学生と一緒に目指す宇宙開発ということで、打ち上げ当時の体制です。【図5】まず、責任者として、久保田先生という方がいらっしゃいました。その下にプロジェクトマネージャーとして私がいて、あとは出動する学生を指揮する立場の学生プロジェクトマネージャーがいます。学生代表が修士、M1の学生と、学部3年の学生がサブプロジェクトマネージャーを担当しています。あとは衛星のミッションするミッション系と呼ばれるものと、それをサポートするバスシステム、バス系というものがあります。バス系には熱、構造、電子部品、電源部品、通信、姿勢制御といったものを開発、それからミッション系という形で、こちらが当時の大学関係者の中の体制となっています。大学関係者を見ますと、サブプロジェクトマネージャーは修士、同じく学部3年、ミッションをやっている学生は4年生、2年生、2年生、2年生、1年生、1年生、バスシステムも2年生と1年生と1年生、3年生、1年生という形でやっていきました。要するに学部の学生が圧倒的に多いプロジェクトだと思っていただけではないと思います。

これには一長一短あります。1年生からでも本格的なプロジェクト、宇宙開発活動に参加できるという点と、逆に、大学の数学とか物理などを何も知らない1年生が本当のできるのだろうかということは確かにあります。それを、我々教員が指導しながら上級生が下級生を指導するという形で何とか乗り切ったというのが、前回の開発体制となっていました。

当然、宇宙システム研究会のクラブ活動だけではできないところがありますので、大学の関係者を初め、地元の栃木県の方にお世話になり、また他の団体、大学、地域の企業など、いろいろな方と連携し、アドバイスをいただきながら、打ち上げることができました。

これは学生が中心となって開発をしてきました。学部学生が1年生、2年生の頃は、企業の方とお話をしたり、一緒に設計したりする機会はなかなかないと思います。しかし、当時の打ち上げを実施した学生の話を見ると、学部学生の頃から企業の方とコミュニケーションを持って、企業がどうい

TeikyoSat-3意識改革

プロジェクトメンバーとサポートメンバーの選定

プロジェクトメンバー

: 打ち上げを本気で成功させたいと思っているメンバーが多い

サポートメンバー

: 難しいことはできないけどプロジェクトに参加したい

: 就活に役立つかもしれない

: なんかつかっこいい

意識の差が開発スケジュールの遅れに...

教員のプロマネとして指導しやすい体制に

【表5】

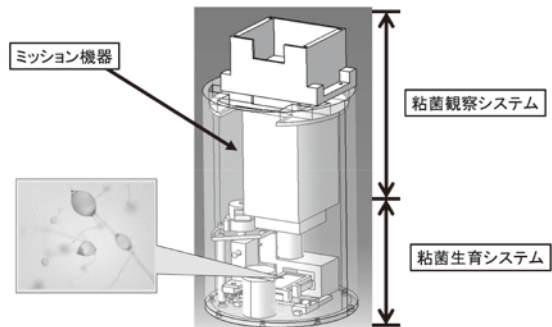
で、衛星開発以外、プロジェクト以外の経験も学生にたくさんしてもらうことができました。今は3号機の0Bが4号機の開発の世話をする体制が大学内でできつつあるので、4号機が終われば、5号機、6号機と継続して開発を進めたいというのが、私たち帝京大学の宇宙開発のテーマとなっています。

こちらは学生向けのスライドになっているような気がしますが、学部学生が多い中で、学生主体でプロジェクトをやっていると、打ち上げを本気で成功させたいと思ってくれるメンバーと、ちょっと難しいのではないかと気弱になっている学生、一生懸命やりたいけれども、バイトもやらなければいけないし、講義もあるし、それは大変じゃないかという学生がどうしてもいました。そういった学生をうまくまとめて、衛星の打ち上げを成功させるためにはどうしたらいいかと考えたのが、このスライドです。【表5】

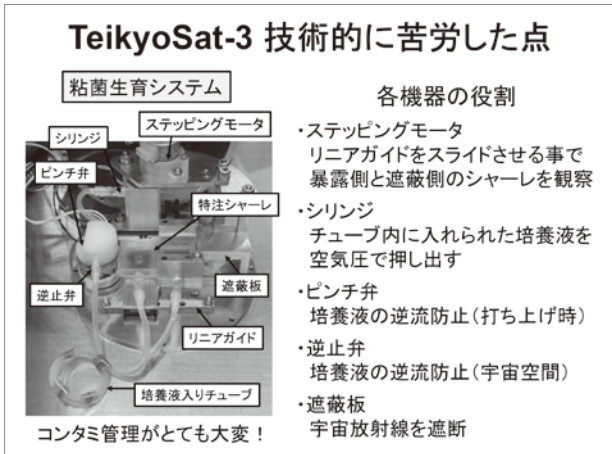
学生をプロジェクトメンバーとサポートメンバーの2つに分けて、プロジェクトメンバーが、プロジェクトの学生をどんどん引っ張ってくれるだろう、サポートメンバーがサポートしてくれるだろうという形でやっていった。最初に意識改革から始めて、打ち上げにたどり着いたという過去の裏話があります。ここで大事なのは、意識の差が開発スケジュールの遅れにつながるというのは、企業、会社で、社会人になっ

TeikyoSat-3 技術的に苦労した点

・微生物観察特有の問題



【図6】



【図7】

でもそうだと思います。いつまでに何をしないとイケないと思っ一懸命やる学生、それから、やらなければいけないと思ながらも、なかなかできない学生という形で、どんどん開発に差が出てきます。それがスケジュールの遅れになることがありましたので、意識改革からしてみたという経緯がありました。あとは教員がプロマネをしていましたので、教員としても学生を指導しやすい体制にしていきたいという目的の一つとして、意識改革を行いました。

ここから技術的な話を少しします。このような筒の中にシャーレがあって、ここに微生物を搭載し、観察するというミッションのシステムを組みました。【図6】粘菌を観察するシステムと粘菌を成育するシステム、それからミッション機器という3つに分けてやりました。

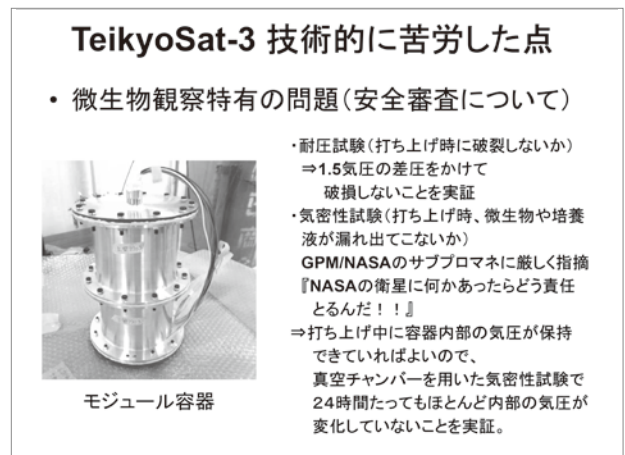
この中には細胞性粘菌、キイロタマホコリというものがいます。こちらは医学会でもモデル生物として扱われる生物です。ふだん生物のお世話をするような状況ではない工学系の我々でも扱えるのではないかとというところが一つあって、こういった生物を選定しています。

実際に苦労したところ。【図7】シャーレが真ん中にありますが、これは大体2センチ角のシャーレです。衛星自体は20センチと大きいですが、実際のミッションは、2センチほどの小さなシャーレの中に先ほどの生物が載っています。その生物を生きた状態で宇宙に打ち上げるのはとても大変なので、眠らせた状態で打ち上げました。冬眠のような形で宇宙に打ち上げて、まさしく宇宙に行って餌を上げます。餌があれば目覚めるという性質を持っているので、このシャーレの中に眠った状態で塊を入れて、宇宙に行って、培養液を押し与えて、宇宙で復活させるということをやりました。

こういったミッションをやってきたのですが、途中、衛星の概要のところでもお話ししましたように、超小型の衛星で生物の実験するのは国内でも当然初めてで、誰もやったことがないので、どうやっていこうかとまず技術的に苦労したところがあります。そして、今コロナウイルスが流行していますが、キイロタマホコリ株と呼ばれる細胞性粘菌も、外敵が入ってきたら弱くなって負けてしまうこともあります。こ



【図8】



【図9】

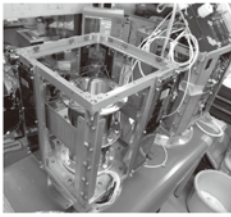
れをコンタミ管理といいます。コンタミ管理をする、他の菌が入らないようにするということでも相当苦労した衛星でした。とても大変でした。

余談になりますが、コンタミ管理をするために、徹底的に手指消毒をしたり、白衣を着たり、帽子をかぶったりして、システムの開発をしていったのですが、その経験が実は今生きています。新型コロナウイルスの対策で、当然クラスターが発生しないようにクラブ活動を続けていけないといけません。生物がコンタミしないようにする必要がありますので、まずは自分たちが手指消毒をして、白衣を着ます。コンタミ管理とクラブ活動の経験が生きているというのはあります。管理された中でミッションのモジュールを組み立てることになりますので、白衣を着て、ゴム手袋を着用して、全て70%エタノールで除菌した状態で、この中に手だけを入れて、よくニュースで見ると思いますが、ピペットを使ってやります。手だけを入れてやるコンタミ管理をしていましたので、その経験が今もプロジェクトの開発に生かされている。それから新型コロナウイルス対策の管理もできていると思います。【図8】

その他、技術的に苦労した点で、衛星の打ち上げの際の安全審査というものがあります。【図9】 どういうものかというと、衛星をロケットで打ち上げるときに、爆発したり壊れたりしたら、ロケット自体が壊れて駄目になってしまいます。

TeikyoSat-3 技術的に苦労した点

・微生物観察特有の問題(安全審査について)



TeikyoSat-3
1号機と2号機

- ・できる限り新鮮な微生物を搭載したい！
⇒FMIに対して、2回振動試験を実施。
安全審査用+引渡し直前用
- ・学術的に地上(重力下)の挙動と
微小重力環境下(軌道上)の挙動を比較
するためにFM2号機を準備。
- ・実は、1号機を引き渡した後に検証すべき
ことが出てきて、2号機で検証した結果を
安全審査フェーズⅢΔとして提出。

【図10】

また、真ん中に NASA の衛星があって、周りにちょこっと我々の衛星がありましたので、NASA の衛星に何かあったら大変ですね。そういったところを解決していくための安全審査があります。

特に、初めてこういった容器と細胞生物を打ち上げることになりましたので、NASA の担当の方も結構厳しく言ってきました。安全審査の会場でサブプロマネから言われた、「衛星をロケットで打ち上げているときに NASA の衛星に何かあったら、どう責任を取るんだ」という言葉は今でも耳に残っています。ただ、その経験が今の 4 号機、5 号機の開発に生きていると思うのですが、安全審査という開発以外の部分でも、ロケットに迷惑をかけない、他の衛星に迷惑をかけないということを裏で考えながら打ち上げをしている。この後の衛星もそういったことを考えながら打ち上げをしていかないといけない。学生を含めて、裏でこういう苦労しているのだと思っただけだったらいいかなと思います。

高校生などに話すときには、この衛星は家みたいなものと言っています。【図10】衛星の上にやぐらがあって、支柱があって、柱があって、上のやぐら、骨組みがあって、外側にパネルがあって、家の形をしている。中に筒があって、ここに人が住む空間がある、温度を管理している、湿度を管理しているという形で説明をしています。家に住んでいれば、当然電気が必要になります。衛星の場合は、太陽電池パネル、あとはバッテリーがあります。それでいろいろな電子部品を動かします。また、家に住んでいると、当然テレビ放送を見たり、携帯電話で電話するという通信が必要になりますので、この衛星にも通信の機器が載っていたり、アンテナが載っていたり、アンテナ上面に登載されているという形で開発しています。

ロケットの安全審査を分かりやすく説明すると、この家が打ち上げのときに壊れたら大変なのは、地震などで家が壊れると大変なのと同じだということです。衛星の下側からロケットの揺れが来ます。その揺れに対して衛星が壊れないようにきちんと設計されているかということを実証するのが安全審査だと思ってください。衛星が揺れても、ねじが外れたり、大事な機器が壊れたり、部品が飛んでいったりはしない

というのを実証していくのが安全審査です。まさしく地震が起きた後に家が壊れていないか、瓦が落ちていないかを確認するのと同じような作業をしなければいけないのです。

では、ここで動画を見ていただきたいと思います。学生も含めて一緒に開発して、安全審査のような審査もいろいろ経験して、衛星を JAXA に引き渡して、いざ打ち上げますという動画です。JAXA が公開している動画を一部編集させていただいた形で、クレジットは JAXA にあります。

〈動画再生〉【図11】

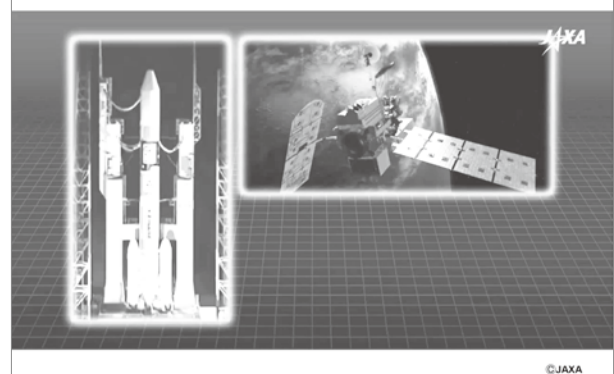
先ほど NASA の衛星だという話をしましたが、ロケットの先端に NASA の衛星があります。NASA の宇宙センターで開発されていた主衛星です。この主衛星はアメリカで開発され、アメリカでいろいろな検証をしています。日本の種子島の打ち上げなので、いずれそれを輸送しなければいけない。とても大きいですね。これが人で、5メートルサイズの衛星です。私たちが開発できるのはせいぜい 50センチぐらい、JAXA も共同開発していましたので、GPM という衛星が主衛星となっていました。

これを飛行機の状態にして日本に輸送するシーンです。日本のどこに運ぶかというと、北九州空港に到着して、ここから先は船で移動します。これは衛星専用のコンテナですが、本学の開発している衛星もコンテナがあって、まさしく博物館に展示してあるコンテナ、我々は透明な箱ですが、それを打ち上げの射場まで持っていきます。

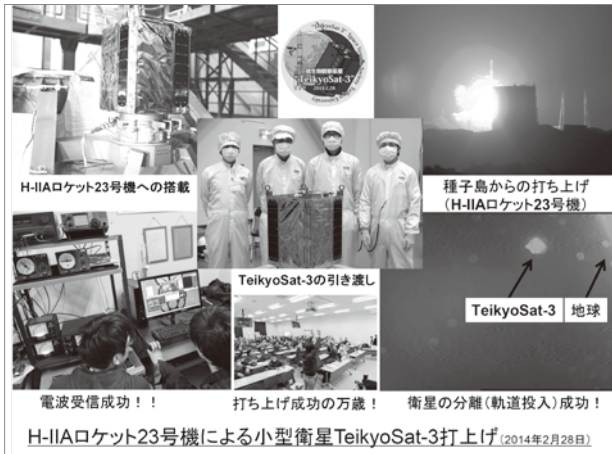
北九州空港から船で移動したものが、いよいよ種子島宇宙センターに搬入されているシーンです。特殊車両です。衛星が射場の、機体の公開シーンです。GPM 主衛星、JAXA 共同開発の衛星が到着しています。

点検の後、NASA のプロジェクトマネージャーと JAXA のプロジェクトマネージャーが挨拶をして、よろしくお願ひしますというシーンの傍らで、我々は、実際の射場に行けたわけではないですが、ロケットのフェアリングというところに衛星を搭載します。ここから上がフェアリングと呼ばれるところになっていまして、これが NASA の衛星です。ここがロケットに取り付けられます。このあたりに小さいのがありますよね。これが、大学ができるような 50センチサイズの衛星です。

打ち上げ時の感動をもう一度



【図11】



【図12】

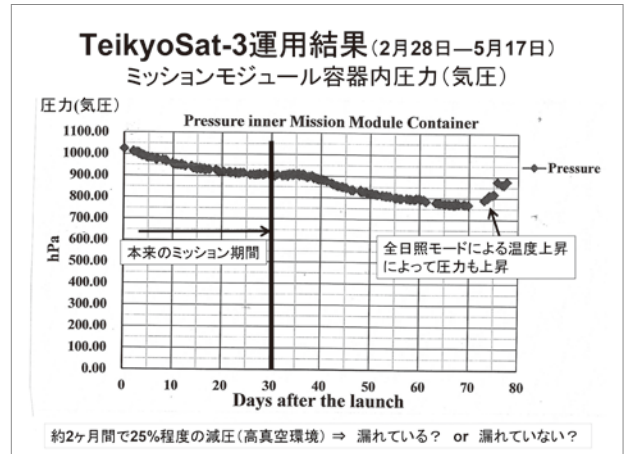
この視点だと本学の衛星はここです。一部に少しだけ映していただいています。こちらはきらきらのMLIという断熱材を張っています。それが若干目に入るという形で、大きさも比較していただけるかなど。我々が開発してから数年たってしまいましたが、衛星をロケットのフェアリングに搭載している状況です。先に周りの衛星を取り付けて、打ち上げをしているときに、周りに載っている我々の衛星が上に載っている衛星の邪魔をしたりしないというのが安全審査です。衛星の取り付けが終わったら、フェアリングをゆっくり上側から下ろして行って取り付ける作業があります。それが終わりましたら、打ち上げの射場にロケットを移動させます。

我々の衛星は、直接見られていないのですが、打ち上げは夜中の3時18分ぐらいでしたので、きれいですね。今6年前のことを思い出しても、やっぱりきれいだったなど。2月の打ち上げでしたが、14℃と気温もわりと高いですね。風も5メートル、打ち上げに向けて時間をカウントダウンしている状況です。

この時、我々は宇都宮キャンパスの教室のパブリックビューイングで、JAXAが公開してくれていた様子を見ていました。ロケットの打ち上げが成功するということ。ロケットの打ち上げの成功がないと、我々の衛星は宇宙に行けませんので、まずはロケットの打ち上げを頑張ってもらおうというところがあります。

私はこういうのが好きで、いろいろな衛星を載せたロケットの打ち上げを動画の配信などでよく見るのですが、やっぱりカウントダウンが一番緊張するし、わくわくします。ちょうどカウントダウンが始まって打ち上げる時には、夜中でしたが、パブリックビューイングに120人ほど来てくれました。メインエンジンがスタートして、打ち上げがされます。この後、私はこのシーンが好きで、海にロケットの光があふれているのがきれいです。夜の打ち上げは、夜中起きていなければいけないのは大変ですが、一番感動する打ち上げです。

打ち上げが終わると、衛星が再び日本上空に戻ってくるのに90分ほどかかります。このときには衛星が電波を出しているかを地上で確認しなければいけないので、打ち上げのシーンを皆さんと一緒にパブリックビューイングで見た後は、急いで管制室に戻って、電波が届くかどうかをチェック



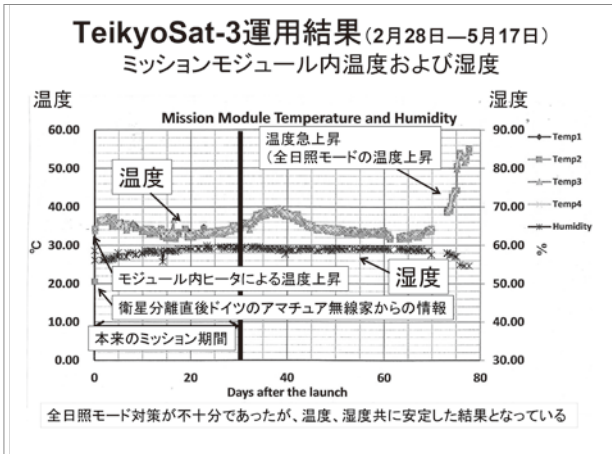
【図13】

クします。学生がチェックに行きました。

打ち上げは、先ほどカバーを上げましたが、フェアリングを開頭するというシーケンスがあります。ロケットの先端のフェアリングが開頭されたら、第1段階目の主衛星が発射されます。その後、こちらはCGで、宇宙の様子はNASAの主衛星が切り離されて、向こうで指令室が喜んでくれています。この後我々の衛星が切り離されてしまいます。最初にいたのですが、信州大学の衛星の切り離しの後は、香川大学の衛星が分離されています。この後、先ほどお話しした我々の衛星が分離しているのですが、きんぴかのMLIを載せますので、この後、断熱材が太陽光に当たって光るシーンも見られます。この他大阪府立大学、筑波大学、鹿児島大学、多摩美術大学、全部で7大学の7機の衛星が主衛星の周りにありました。この打ち上げの様子を見てもわかりますように、日本全国各地で小型の衛星を打ち上げて、技術的なこと、学生の教育、プロジェクト活動などをサポートするという目的で、衛星の開発が盛んに行われる時代になってきています。

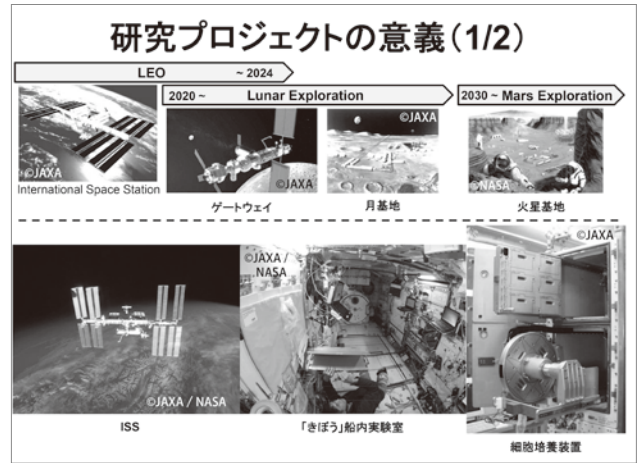
こういった形で衛星の打ち上げをした後には、運用しなければいけません。運用する前に、先ほどの点をまとめたものです。【図12】衛星を筑波で引き渡しました。これが学生のサブプロマネ2人です。M1の学生とD3の学生、今D3の学生が博士課程まで残って研究しながら衛星開発をしていますので、彼が技術を後輩に引き継ぐ形でやっています。彼は長野出身で、航空宇宙の勉強をしたくて帝京大学宇都宮キャンパスに入学してくれた学生です。衛星開発を通して、宇都宮の会社に就職してくれていますので、人材輩出という形でも彼らが貢献してくれた内容はとても大きなものがあります。衛星を搭載して打ち上げをして、電波を受信して、打ち上げに成功しました。ここはパブリックビューイングです。電波受信に成功したシーンがありました。このような経験を踏まえて今の開発が続いています。

成果です。【図13】衛星の真ん中に筒がありました。この筒は人が生きていくのと同じぐらいの気圧と温度と湿度がないといけないという話でしたが、それがどうだったかというところだけを今回ピックアップしています。気圧を見えます。打ち上げ時は0、横軸が打ち上げから何日たったかで、3カ月ほどたっています。最初は地球上と同じ1,000hPa



【図14】

ぐらいから、少しずつ漏れてはいるのですが、本来1カ月ほどのミッション期間を予定していましたので、原則 20hPa ~ 30hPa ぐらいまでの下げであれば気圧が漏れていた形にはなるのですが、粘菌の観察をするというミッションにおいては十分な気圧が維持できていたと思います。920hPa なので、



【図15】

この前の少し心配な台風ぐらいの気圧です。実際にこれぐらいの気圧の減少でしたが、この結果を踏まえて、今4号機の容器の開発を行っていて、それを打ち上げる予定としています。これが漏れているか、漏れていないかという議論は様々ありますが、この経験が次に生きていきます。

続けて温度です。【図14】横軸が同じく打ち上げから何日たったか、縦軸が、左側が温度、右側が湿度になっています。まず、湿度から行きます。湿度は大体 50% から 60% を維持できていますので、人が住むにも生物が住むにも快適な環境で湿度が維持できていたという結果が得られています。一方、温度は、打ち上げ直後は 20℃ ぐらいの状況でしたが、30℃ 以上の温度になってしまいました。これは後から不具合解析をして、何が起きたか、何が原因だったか、結果が分かっています。ヒーターを予想以上にたき過ぎて、制御するのが少し遅れてしまって、筒の中に熱い空気がこもった状況が維持されていました。ここから先、温度が上がっているのは、全日照モードというものがありまして、太陽がこちらにあるとします。地球があって、地球の陰に隠れないモードがあるのですが、このモードで常に太陽に当たっている状態だと、衛星が地球の周りを回っている間に太陽からの熱が常に

当たってきますので、温度が上がってしまうという状況があり得ます。その状況で温度が上がって、50℃ ぐらいになってしまった。これは生物、人にとって 36℃ は体温ぐらいなので、体温としてはちょうどいいのですが、我々が 36℃ で生活しようと思ったら、すごく大変ですね。猛暑日です。このあたりの経験から、どこをどう断熱すればいいか、宇宙からの熱の流れをどうするといった、今工夫して設計しているところです。

気圧と温度と湿度の条件がデータとして得られましたので、これらの経験を生かしたものが、次の衛星になっていきます。TeikyoSat-3 の成果と課題をざっとまとめたものがあります。【表6】世界で初めてのことにチャレンジした最先端の研究に携われる時代であり、地元貢献したい、地域密着型の衛星開発をや

TeikyoSat-3の後継機について

多目的宇宙環境利用実験衛星の開発

文部科学省 平成27年度
 私立大学戦略的研究基盤形成支援事業
採択 !!

再び栃木県産衛星の開発に挑戦
 期間: 5年間

【表7】

TeikyoSat-3の成果・課題

TeikyoSat-3の成果

- ・微生物観察衛星の設計製作にチャレンジしたこと
 ⇒ 他団体では得られない成果(テレメトリーデータ)が得られた (最先端の研究)
- ・栃木県初の小型人工衛星打ち上げにチャレンジしたこと
 ⇒ 栃木県内で設計製作して打ち上げた例がない (地域に根差した研究)

関係学生、関係教員、帝京大学...関係者一同のスキルアップ (大学の経営戦略)
 衛星の設計製作に関するノウハウの取得、栃木県内関係者の支援・理解

TeikyoSat-3の課題

- ・コマンドが通らなかったこと (最後までミッションが遂行できなかったこと)
 ⇒ FTA解析・事後解析により、ほぼ原因の特定ができています
 ⇒ 後継機で再チャレンジしてミッション成功を (わが国の科学技術の進展に寄与)
- ・栃木県内で行える試験設備・実験設備が少ない
 ⇒ 振動試験、電波暗室試験などは栃木県産業技術センターで可能
 ⇒ 真空環境試験を行える施設が全国的にない (研究施設・設備整備費の補助)

【表6】

研究プロジェクトの意義(2/2)

多目的宇宙環境利用実験衛星開発プロジェクト

ISSで行われている宇宙実験をもっと短期間でかつ手ごろな値段で出来るようにならないか？

『超小型人工衛星のマイクロISS化』の提案

実証内容



細胞性粘菌の観察
気液分離現象の観察

※キョウマツコリカの生活様式
出典：前掲書籍『ハワフル秘伝』東北大学出版会

特徴

- ・生命科学分野のミッションをTeikyoSat-4で実施
- ・BioSatellite
- ・宇宙科学技術分野のミッションをTeikyoSat-5で実施

ISSと同様のミッションが実施可能であることを実証
超小型人工衛星のマイクロISS化へと繋げていく

50cm, 50kgサイズ
Module Container
(容量:10ℓ)



外観 内観

特徴

- ・ミッションを実施するModule Container (ミッションシステム)の取り外しが自由可能
- ・その他バスシステムを固定化(モジュール化)

多種多様な宇宙環境利用実験を低コストでかつ効率よく実施できるようになる

システム系統図



Mission OBCから先のシステムの変更
Mission内容の変更
※OBC(On Board Computer)

将来的な宇宙実験施設の確保！

【図16】

りたいというところから、関係する学生、教員、大学一同、スキルアップにつなげることができました。一方で課題もありました。最後までミッションを遂行することができなかつたところがありました。それを課題として挙げて、再チャレンジすることで、科学技術の進展に貢献していきたいと考えます。

また、宇宙開発は頻繁にされていますが、実験施設、研究施設がなかなかないので、そういったものも本学で補助できるような形でできないかと文部科学省に申請したのがこのテーマとなっています。【表7】冒頭にお話しした前半の5年と後半の5年です。多目的宇宙環境利用実験衛星の開発というプロジェクトを文部科学省に申請して、採択していただきました。5年間かけて2015年度から2019年度まで衛星開発をしてきたものが、今年打ち上げの採択をされて、2022年まで準備して打ち上げの予定になっています。後継機のところを継続してやるのは大事だとお話ししましたが、こういう形で後につなげることができたのは本当によかったと思っています。学生にとってもこういう機会を継続してできるというのは必要だと言ってくれています。

これが冒頭にお話しした衛星の中身、ISSでしか実験がされていないものを将来的に火星に関してはゲートウェイ、月や火星で生かせないかというのが今のプロジェクトになっています。【図15】国際宇宙ステーションには人がいますが、人がやっている実験を小型の無人機でやれば効率もいいし、安くできるので、そういったところが我々のテーマです。地球の周りでは人しかできないものを小型の人工衛星でやってしまっ、そのノウハウを月の周回や火星の周回で生かせば、人が行く前から実験ができますし、そのノウハウを有人に生かすことができる、費用対効果がいいだろうという提案をしています。具体的な話はこういう形で書いているのですが、【図16】国際宇宙ステーションで行われている実験を短期間、かつ手頃、手頃とは幾らだというのはあると思いますが、こういった値段でできたらいいなという超小型人工衛星のマ

イクロ ISS 化を提案して、来年度以降、打ち上げで実証することを予定しております。

実証内容は、TeikyoSat-3では生物実験が観察できなかったところがありましたので、そこにもう一度チャレンジしていく。我々は生命科学分野のミッションをやりますので、TeikyoSat-4はパイオサテライトという位置づけをしています。ここでISSと同様のミッションを小型で、無人かつ自動という条件でやりたいと思っています。サイズは50センチサイズ、容量は10リットルで、前回の衛星よりも一回り大きくしています。一回り大きくしたことで、いろいろなことができるようになるのですが、その分大変になるところがあります。頑張っって打ち上げをしたいと思っています。こういった実験施設が将来的になくなってしまうと、微小重力を利用した実験、科学的な実験がで

きなくなるのではないかと心配されている研究者がたくさんいます。そういった方々ともコラボレーションして、衛星開発だけではなく、科学技術に貢献できるような研究開発にしていきたい、将来的な宇宙実験施設の確保を目指しているというのが、今、本学が開発している衛星の位置づけです。もちろんその背景に、学生の教育やプロジェクト経験、実地経験があった上で、表面にプロジェクトが走っていると思っただければと思います。

3号機の話から4号機へのつながりの話をして、どういう成果が得られたかということから、革新的衛星技術実証プログラムとは何ぞやということに戻ってくるのですが、超小型人工衛星のマイクロISS化を実現させたい。そのバスシステムの機能実証をしたいという提案になっています。宇宙利用の拡大につなげたい、材料実験、医学の実験、我々が提案しているのは、薬学や理学、医学、それから歯学の話もしています。月とか火星に行くというアルテミス計画の話は冒頭にしましたが、有人で人が宇宙に行く場合には、何カ月、あるいは何年というスパンで病院に行けない状況になります。そういった状況で考えられるのが、例えば、免疫力が弱くなる、虫歯になりやすくなるといったリスクです。重力と放射線の関係があったりと言われていています。宇宙で免疫力が弱くなるのはなぜかというサイエンスの部分も含めて、小型の衛星で先に月や火星に行って実証しておけば、後から人が行く場合にどういふ薬を投与していけばいいか、微小重力環境で人に薬が効くのかどうかということも考えられるようになるのではないかとというのが、プロジェクトの背景と将来的な構想としてあります。

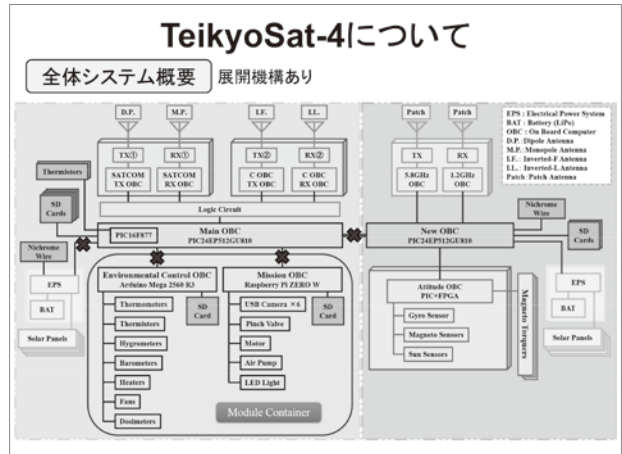
今の4号機の開発の苦労話を最後に少しして、話をまとめていきたいと思っています。こういった大がかりなプロジェクト、プログラム、将来的な構想を基に、現在進行形の衛星開発をしています。3号機の際は打ち上げの開発メンバーでしたが、3月17日時点での開発メンバー、文部科学省に最終報告をやった当時のメンバーがいます。ミッション系、熱、構体系、

TeikyoSat-4の概要

TeikyoSat-4	
H-IIAロケットでの打ち上げ ⇒ 現在イプシロンロケット用に変更中 軌道高度: 500 km, 軌道傾斜角: 98° を想定したバスシステム設計	
衛星名称	TeikyoSat-4
通称(募集予定)	MSEUS-1, SpaceBerry-1, うっぴい, とちまる, ミヤリ, 等々
サイズ	455 mm × 455 mm × 450 mm (構体系・熱制御系)
質量	約50 kg (構体系)
ミッション	1. 多目的宇宙環境利用実験衛星用バスシステムの軌道上実証 2. アマチュア無線高速通信帯の軌道上実証 3. 生命科学分野ミッションの軌道上実証 (ミッション系)
運用軌道	高度400km~600km, 太陽同期準回帰軌道 (姿勢制御系・軌道系) (放射線量最大30Gy程度/年)
ミッション期間	ミッション1,2 (3年~大気圏再突入まで), ミッション3 (約3ヶ月) (ミッション系)
軌道上滞在期間	約25年 (宇宙デブリにならないようにしよう!!) (姿勢制御系・軌道系)
姿勢制御	磁気トルカを用いた能動制御 (姿勢制御系・軌道系)
通信	アマチュア無線 Transmitter (down link) 437 MHz帯, 5.8GHz帯 Receiver (uplink) 145 MHz帯, 1.2 GHz帯 (通信系)

【表8】

通信、姿勢制御、電源プログラムを担当するバス系があります。ミッション系は粘菌の世話や気圧、温度、湿度の管理を担当していますが、生物を担当しますので、今は生物研究部がお手伝いをしてくれています。それから熱と、構体という衛星の家に相当する部分を作っているメンバー、通信を担当しているメンバー、姿勢制御系を担当しているメンバーが開発を



【図17】

一緒にやってくれています。4年生が卒業してしまったので、残りの4年生と3年生、2年生でやっている状況です。卒業生は打ち上げが見られずに残念でしたが、既に就職して、ちょうど1年目で、宇宙系、航空系の仕事に就職しました。こういう形で、冒頭にお話しした航空宇宙系の人材を育てるという意味では、プロジェクトとしては貢献できているのだろーと思えます。打ち上げをしないとイケないところできますと、彼らは、土日は仕事が休みなので、宇都宮のキャンパスに後輩の面倒を見に来てくれています。彼らは打ち上げまで経験できなかったという思いで卒業しましたが、今は宇都宮に来て、後輩を一生懸命指導し、支えて、開発を進めてくれています。

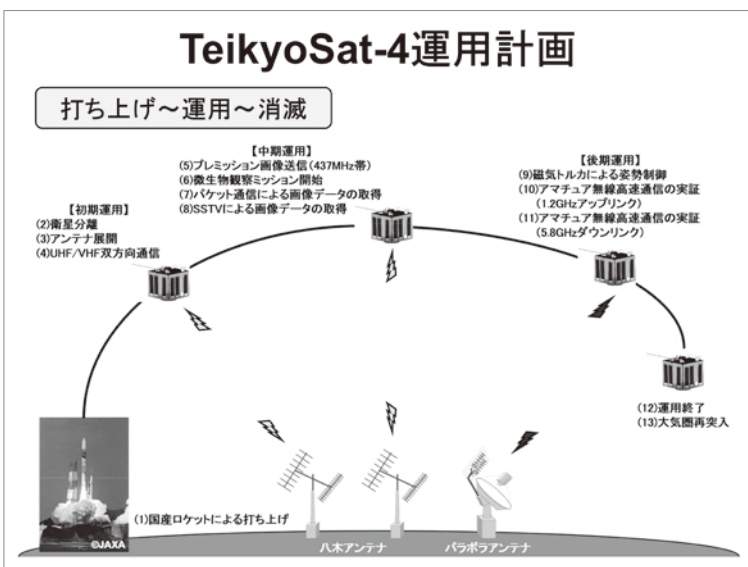
新入生の参加をお待ちしております。この状況(コロナ禍)で1年生の募集がなかなかかけられなかったため、3人ぐらいは来てくれますけれども、1年生がもっと来てくれたら、衛星の打ち上げに携われるというのは人生でそうそうないけれども、2年後に打ち上げが決まっている状況ですので、打ち上げの経験ができますというのをご紹介させていただきます。オンラインで聞いてくれている高校生、あるいは1年生、学生の皆さんに募集についてお話しします。コロナ感染症対策もしっかりしています。生物を扱いますので、手指消毒は今まで以上にしています。感染症対策もしながら開発を進めていますので、一緒にやってくれる人がいてくれたらいいなと思っています。また、学生だけではできないところがありますので、我々教員も含めて、大学関係者のサポートメンバー、学外のサポートメンバーもたくさんいます。地元栃木県の企業がほとんどですが、地元の企業の方々にもお手伝いしていただいで一緒にやっという体制はTeikyoSat-3と同じです。学内の協力体制、学外の協力体制を強化しながら、プロジェクトを進めています。

今開発している衛星の概要をざっとお話ししたいと思います。今はTeikyoSat-4という衛星で、通算4機目ですが、実際に宇宙に行くのは2機目になります。【表8、図17・18】衛星の名前はTeikyoSat-4です。通称はこれから、宇宙システ

サクセスクリテリア(工学系)

サクセスレベル	内容
Minimum Requirement	衛星(バスシステム)のJAXAへの引渡し成功 CW受信成功 UHF/VHF 双方向通信成功 モジュール容器内気圧管理成功 モジュール容器内温度管理成功
Minimum Success	カメラ画像取得成功(1200bps) 姿勢制御系ステータスデータ取得成功 カメラ画像取得成功(SSTV) カメラ画像取得成功(9600bps)
Full Success	姿勢制御成功 高速通信帯受信成功(1.2GHz) 高速通信帯送信成功(5.8GHz) 画像データ取得成功(5.8GHz) 動画データ取得成功(5.8GHz) 長期的バスシステムデータの取得成功 多目的宇宙環境利用実験衛星用バスシステムの軌道上実証成功

【表9】



【図18】

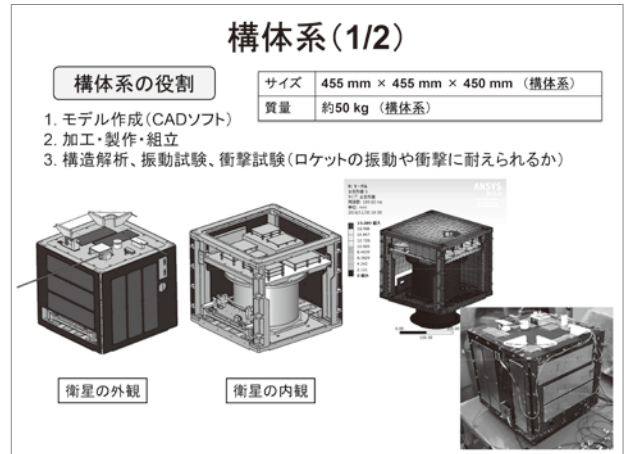
サクセスクライテリア(理学系)	
サクセスレベル	内容
Minimum Requirement	衛星(ミッションシステム)のJAXAへの引渡し成功 モジュール内ステータスデータ取得成功 モジュール内温度管理成功 モジュール内温度保持成功
Minimum Success	カメラ画像取得成功(初期状態) ミッション開始成功 カメラ画像取得成功(高倍率) カメラ画像取得成功(低倍率)
Full Success	カメラ画像取得成功(増殖期:アメーバの様子) カメラ画像取得成功(分化期:子実体形成の様子)
Extra Success	粘菌の微小重力環境下での影響確認成功 生命科学の解明へと繋がる画像データの取得成功

【表10】

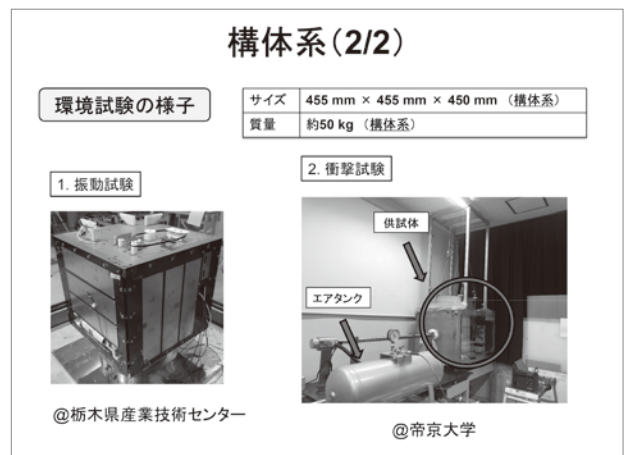
ム研究会のツイッターやブログで募集していく予定です。皆さんご存じの「はやぶさ」とか「あかつき」は、正式には別の名前があるのですが、通称を公募して決定されるのが通常ですね。それと同じような形で、我々の衛星もこれから通称を募集したいと思います。これは適当に私が書いたもので、真面目に行けば「エムセウス1」、宇宙があって、スカイベリーがいちごであるから、「スペースベリー」とか、宇都宮キャンパスのキャラクター「うってい」とか、栃木のキャラクター「とちまる」とか、宇都宮のキャラクター「ミヤリー」と適当に書いてありますが、皆さんから募集して、何とかという通称の衛星を何年度に打ち上げますということをやりたいと思っていますので、今日のこの機会を頂けて本当に良かったと思います。ミッションは、先ほども言いましたが、宇宙で実験ができるような衛星のシステムを検証していくところを書いていきます。3号機の経験を踏まえた形で衛星の開発をする予定です。

今回はアマチュア無線帯を使います。この中でアマチュア無線免許を持っている方はいらっしゃいますか。画面の向こうの方、いらっしゃいますか。アマチュア無線免許を持っていらっしゃったら通信をすることができますし、アマチュア無線の免許がなくても受信はできますので、ぜひ受信してほしい、衛星の声を聞いてほしいと思っています。博物館でも、受信の電波を宇宙から出してそれを受信の様子を展示してあると思いますが、まさしくそういう形で、打ち上げの後、運用していく予定です。その中で、最初は衛星がどこにいるかということ、声を聞くところから始めて、実際にミッションがスタートして、粘菌はどうなったか、気圧はどうなったかという画像やデータを取ります。後期になりますと、技術的にチャレンジしたいと思っていますところがあります。磁気トルカを使った姿勢制御、あるいはアマチュア無線帯の高速通信の実証を考えて、3年ほどで運用を終了したいと思っています。皆さん、アマチュア無線帯を使って、ぜひ衛星の声を聞いてみてください。

衛星はサクセス・クライテリアというものを必ず作ります。衛星を打ち上げて運用する中で、こういったサクセスレベルを設定したか、それを伝えるのがミッションなので、実現できたかを評価しないといけませんので、ただ打ち上げて終わ



【図19】



【図20】

りではいけません。工学的な技術実証としては、【表9】きちんと衛星を引き渡せました、温度を管理できました、湿度を管理できました、通信がきちんとできました、それから、最終的に長期的にISSと同じようなバスシステムを軌道上で実証することができましたというサクセス・クライテリアを用意していますので、打ち上げた後、私たちがどういうところまで達成できているかを楽しみに見ていただければと思います。理学系としては、【表10】細胞性粘菌、バイオサテライトとなっていますので、生物に対し画像が取得できたとか、粘菌が動いている様子を確認できたとか、それが微小重力の影響を受けて、学術的な解明につながるのではないかと、ここまで行けば、エクストラという形でサクセス・クライテリアを作っています。

それを実現するために、学生が実際にやっていることを紹介して終わりにしたいと思います。(動画再生)

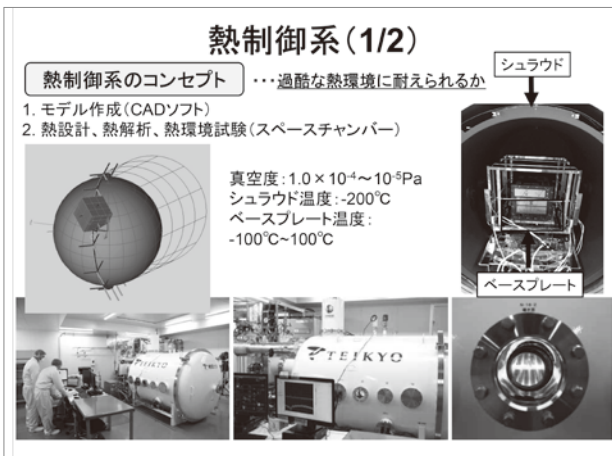
学生が実際にCATIAと呼ばれるCADモデルを使って、こういうものを組み立てて、ねじの管理からトルクの管理、ねじを何ニュートンメートルで締めなければいけないかというトルク管理をして、衛星の組み立てをしています。それが構体系です。【図19・20・21】衛星がロケットから分離されるときに衝撃が加わります。そのときに、衝撃で衛星が壊れないかどうかというのを衝撃試験といいますが、その衝撃試験も学生が中心でやっています。あとは地元の栃木県の産業



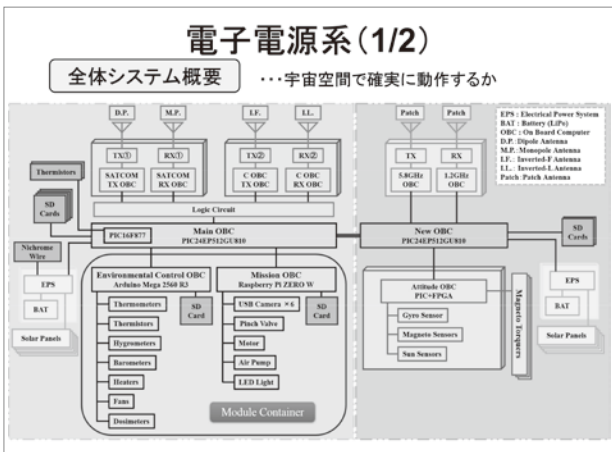
【図21】

技術センターで振動試験をやっていきます。これが主な構体系の仕事となっています。これは、音はないと思います。衛星があって、ここから下が、衛星がロケットにつながっていて分離するときの衝撃をここにバンと加えます。シューという音が一応聞こえましたね。一瞬です。シューという形で衝撃を加えて、衛星が壊れないだろうかという検証をして、学生が耳を塞いでいます。当時1年生でした。

熱系は、熱のモデルを作って、本学にあるスペースチャンパーを使って、宇宙と同じような真空環境や温度環境、プラ



【図22】

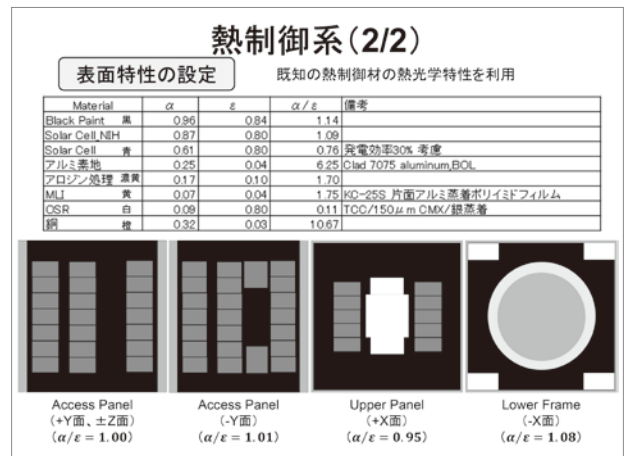


【図24】

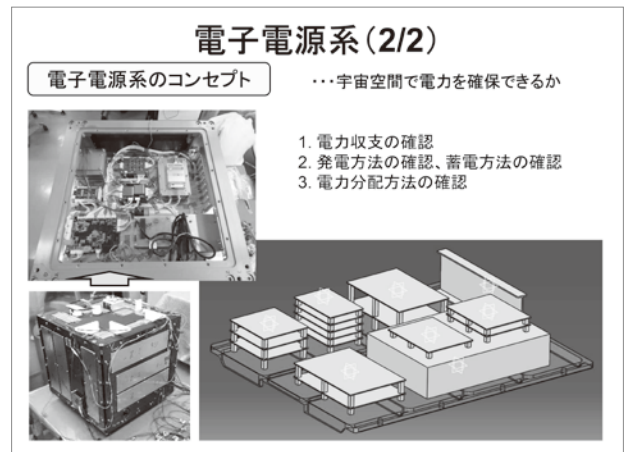
ス 100℃、マイナス 100℃、寒い・熱いを繰り返すと我々人間も風邪を引きますが、宇宙の衛星も寒い・熱いを繰り返すと風邪を引かないか、つまり衛星が壊れないかを地上で検証するというのを、熱制御系が実施しています。ここに学生がいます。【図22・23】

電気系、電子系は宇宙空間で確実に衛星が動くかというところ、通信のやり取りやプログラムを変えたりしているところだけ紹介しておきます。あとは電源、衛星は電源があります。太陽電池パネルやバッテリーがあります。バッテリーは家と同じで分電盤がありますので、そこから各機器に電源をうまく分配できるかどうかということも、学生が検証しています。【図24・25】

それから、通信系です。宇宙空間で確実に通信ができるか、3号機の経験も踏まえて、宇宙でロストしてしまわないように、通信系は冗長系を持たせています。人も同じです。2個携帯電話があればいいと思う場合もありますし、違う周波数系の携帯電話があればいいと思いますが、いろいろな周波数帯の通信ができる設計をしています。回線設計や通信ができるかどうかのテストを通信系の学生がやっています。アンテナの設計も宇宙と通信する上では大事になってきます。パッチアンテナ、高速通信用のアンテナも学生が手作りしてやって、性能を満たしているかどうかということも実証して、打ち上げまでに確実に宇宙で通信ができるかどうかとい



【図23】



【図25】

通信系(1/2)

通信系のコンセプト

…宇宙空間で確実に通信できるか

- アマチュア無線帯を利用した宇宙利用の裾野の拡大
 - ⇒ UHF / VHF通信帯で確実に送受信を行い、かつSSTVを利用することで多くのアマチュア無線家に興味を持ってもらうようにする。
 - ⇒ アマチュア無線高速通信帯の利用により、大容量の動画も楽しめるようにする。
 - ⇒ 多目的な宇宙環境利用実験を行うことが可能な通信システムの確立を図る。

File type and data volume for downlink	
File Type	Image Style [JRS]
RAW Image	Thumbnail 40
	Default Size 200
JPEG Image	Thumbnail 20
	Default Size 100

Time taken for downlink to a RAW default image	
Communication Way	Time
435MHz/AFSK/1200bps/FM	1 week
435MHz/GMSK/9600bps/FM	3 minutes
435MHz/SSTV/FM	2 minutes
5.8GHz/F5K/115.2kbps	1 minute

*SSTVとはSlow Scan Televisionの略称

【図26】

う事前検証を進めています。【図26・27】

姿勢制御系です。ミッションのサポートができるか。高速通信や粘菌の画像を地球に下ろしてくるときに、そのサポート的な役割を果たさないとはいけませんので、確実にサポートできるか。アンテナが地球と反対方向を向いていたら貴重なデータが取れませんので、確実にアンテナが地球に向くように制御してくれるものが姿勢制御系です。【図28・29】

姿勢制御用のアクチュエーター、磁気トルカというものがあります。地球上の周りには地球の磁場があります。その地球の磁場と干渉するような電磁石を作って、電磁石の磁力と

通信系(2/2)

衛星局アンテナ配置図

…宇宙空間で確実に通信できるか

【図27】

地球の磁力を干渉させて、うまく姿勢制御するという形です。磁気トルカも学生の手作りです。今日は学生の親御さんもしっかりと、この話を聞いていただいているということですので。ありがとうございます。これを作っていただきました。学生と一緒に他の実験施設に行って実証したデータです。一緒にデータを取ったという形です。

最後はミッション系です。【図30・31】 ミッション系の細胞性粘菌を同じように観察して、地球上と同じ空間で観察できるかというのも、冒頭にお話しした TeikyoSat-3 のミッションシステムと同じように、撮影システムや粘菌の制御シ

姿勢制御系(1/2)

姿勢制御系のコンセプト

…確実にミッションのサポートをできるか

- アマチュア無線帯を利用した宇宙利用の裾野の拡大
 - ⇒ 多くのアマチュア無線家に宇宙利用に興味を持ってもらうため UHF / VHF通信帯で確実に送受信を行い、かつ高速通信帯の利用もできるような通信系のサポートを行う。

センサ系
太陽+磁気+ジャイロ

- Sun Sensor x 9
- Magneto Sensor x 1
- Gyro Sensor x 1

演算処理基板
マイコン+FPGA

PIC
FPGA

アクチュエータ
1軸磁気トルカ

- X-Axis Magneto Torquer
- Y-Axis Magneto Torquer
- Z-Axis Magneto Torquer

【図28】

姿勢制御系(2/2)

アクチュエータの性能評価試験

…確実にミッションのサポートをできるか

コア材種類の比較(200mm, 1800巻)
⇒各コア材のベースとなる供試体

	供試体1	供試体4	供試体7	供試体10
コア材	Ni45	Ni78	Ni45	Ni78
焼きなまし	無	無	有	有
コア材の直径(mm)	8	8	8	8
コア材の長さ(mm)	200	200	200	200
巻数(巻)	1800	1800	1800	1800
線材の直径(mm)	0.4	0.4	0.4	0.4
コイルの巻径(mm)	100	100	100	100
巻き付け後トルカ付定	15.5	15.8	15.4	15.4
質量(g)	163.9	174.5	167.2	170.6
抵抗(Ω)	9.1	9.6	9.3	9.3

【図29】

ミッション系(1/4)

ミッション系のコンセプト

- 宇宙環境利用実験により生命科学分野に寄与
 - ⇒ 比較的取り扱いが容易な微生物(粘菌)の観察実験を行うことにより、微小重力が微生物の挙動にどのような影響を与えるか、超小型人工衛星内で観察できるシステムを確立する。

キイロタマホコリカビの地上顕微鏡写真
(前田健男・バワフル粘菌、東北大学出版会、2009)

できる限り地上と同じ環境を作らなければならない!
気圧:1気圧、温度:12~25℃、湿度50%程度

【図30】

ミッション系(2/4)

ミッションモジュールの概要

直径	300mm
全長	195mm

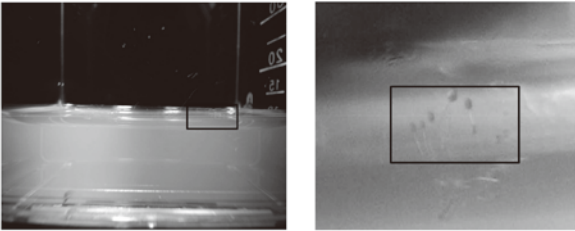
子実体カメラ シャーレ ファン取付けパネル
ピンチバルブ ポンプ シャーレ固定具 アメーバ撮像用カメラ(顕微鏡)

【図31】

ミッション系(3/4)

地上試験の様子(1/2)

本衛星で使用するカメラで撮像した画像(子実体)
撮像した画像はPCにてデジタルズームを行い確認を行う。



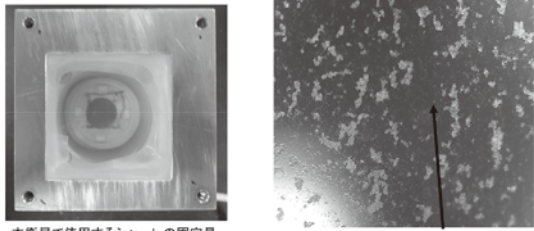
子実体

【図32】

ミッション系(4/4)

地上試験の様子(1/2)

本衛星で使用するカメラで撮像した画像(アメーバ)
アメーバの状態は顕微鏡にて倍率を200倍に設定して撮像を行う。



アメーバ

【図33】


産官学連携事業(1/2)

・宇宙開発の拠点形成 ・産学連携・産官学連携

産官学連携


(例1) 宇宙機用コンポーネントの開発

宇宙機用
コンポーネントの
製作



産業技術センターで
地上環境試験

**県内
企業**



TEIKYO
宇宙環境試験


3者で設計・製作・試験を繰り返し行いながら
宇宙機用のコンポーネントを開発

産学連携

(例2) 企業が製作したコンポーネントの試験

**県内
企業**

既製品、もしくは新規開発品
企業が開発済みの製品、もしくは新規開発品の
宇宙環境試験




TEIKYO
宇宙環境試験

高大連携

大大連携

(例3) 高等教育機関で提案された衛星などの
試作・試験

県内・県外高等
教育機関

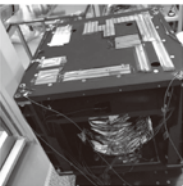


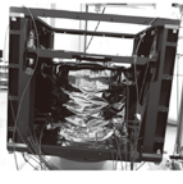
TEIKYO

宇宙機の設計・製作
ものづくりの経験

【図34】

産官学連携一覧(2/2)





1. 衛星筐体の設計・製作: 東都工業(株)
2. CFRPパネルの設計・製作: (株)テツカクリエート
3. CFRPパネル製作のサポート
:(株)SUBARU、ACM栃木(株)、JXTGエネルギー(株)
4. モジュール容器の設計・製作: (株)湯原製作所
5. MLIの設計・製作: 栃木カネカ(株)
6. OBC基板の設計・製作、高信頼性電源システムの開発
: 大日光・エンジニアリング(株)
7. COBCの設計・開発: (株)イー・アンド・エム
8. 磁気トルカ用コア材の製作: 栃木精工(株)
9. 宇宙用塗料の塗布
: 吉田産業(株)、日本パーカラライジング(株)
10. アマチュア無線帯UHF/VHF帯開発
: JARL栃木県支部
11. アマチュア無線高速通信帯の開発支援
: JAMSAT、東京電機大学、東京工業大学
12. 環境試験: 栃木県産業技術センター

【図35】

ステム、粘菌が入っているシャーレ、カメラを搭載して、こちらも学生が一生懸命カメラで撮影してくれています。これは実際に撮っている画像です。

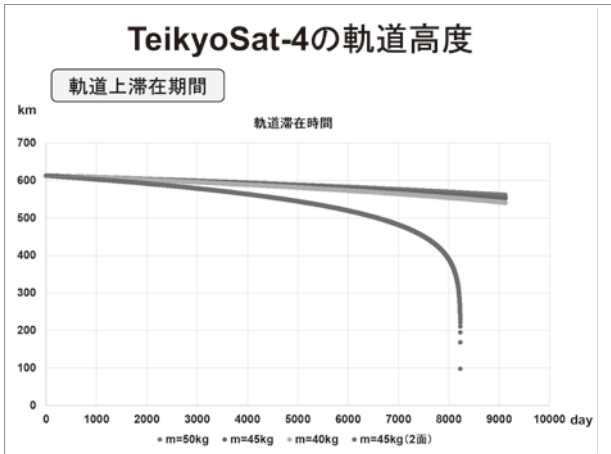
【図32】

寒天がありますが、この寒天の上で粘菌がどう動いているかを観察、子実体がどちらを向くかを観察するためのカメラで撮ったものです。まだ解像度がよくなかったので、打ち上げまでに解像度を上げたりして、いい写真が撮れるようにしていきたいと思っています。アメーバの写真も撮っています。

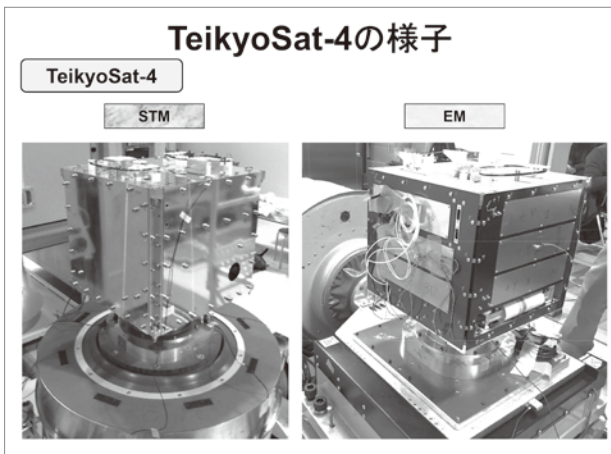
【図33】 これも同じように撮りたいと思っています。

このような中で、周りの企業がサポートしてくれています。学生が一生懸命頑張っているから、我々も一生懸命頑張りたい、やらせてもらいたいという企業が、県内・県外合わせてたくさんいらっしゃいます。こういった方々の協力をいただいて開発ができています。改めてこの場でお礼を言わせていただければと思います。

最後です。皆さんはよくお話を聞かれていると思いますが、本学はSDGs-Sustainable Development Goalsというものを掲げています。我々TeikyoSatプロジェクトがどのSDGsに貢献できているのだろうかと考えています。全部で17あるうち、「質の高い教育をみんなに」という目的には、我々は貢献できるのではなかろうかと思っています。今、衛星開発は学内の学生だけでやっているのですが、全国で先ほどお話ししました。実は全世界でされています。全世界に、



【図36】



【図37】

東南アジアからアフリカに衛星の開発を通して教育活動、質の高い教育ができるのではないかと活動を進めています。本学のこのプロジェクトもここに貢献できるのではないかと考えています。

あとはこの活動を通して、産業と技術革新の基礎を作るところに、地元の企業がたくさん協力していることを考えて、それが派生していけば、産業の基盤ができるのではないかと考えています。我々のプロジェクトとしては、こういったところもゴールにつなげていけるのではないかとということで、貢献していきたいと考えております。【図34・35】

以上で私からの発表は終わりです。このコロナの状況で何かと行動を制限されることがたくさんありますが、プロジェクトを成功させて、打ち上げを成功させたいと思っています。【図36・37】 コロナ禍における成功例をこれから作っていきたい、作れたらいいなと思っています。皆さんも打ち上げの成功を応援していただければと思います。今日はありがとうございました。

最新研究講座 理（コトワリ）と工（ワザ）の研究者たち
第3回 自ら癒して継ぎ合わす - 植物の傷の癒合 -

帝京大学理工学部准教授 朝比奈 雅志

実施日 2021年4月24日（土）

於 帝京大学八王子キャンパス ソラティオスクエア地下1階 S011 教室
YouTube「帝京大学総合博物館」チャンネルにてライブ配信

本日はこのような機会を頂き、またお忙しい中ご参加いただきまして、まことにありがとうございます。タイトルは、「自ら癒やして継ぎ合わす」ということで、植物の傷の癒合、「ユゴウ」と読みます。【図1】くっついて再生するという現象についてずっと研究しておりますので、その研究の紹介をさせていただければと思います。

今日お話しするのは植物の話です。まず、植物と動物は何が違うのかということをお話したいと思います。動物か植物かというのは、リンネという人が定めた最初の植物の分類、生物の分類と言われています。非常に簡単に言ってしまうと、動けない、物を食べないものを植物、そして動いて物を食べるものを動物と分けた。これが最初の生物の分類法だと言われています。

では、もし私たちヒトが太陽の光だけで、何も物を食べないで植物のように生活しようとする、1日にどのくらい葉っぱが必要なのでしょう。【表1】例えば、私たちが動くときに、量1枚分の葉っぱがあれば十分なのか、いや、5枚くらい必要だ、10枚だろう、いや、20枚だろう。これを計算すると大体出てくるのですけれども、皆さん、どのくらいが想像してみてください。実は、量10畳分くらいの葉っぱがないと、太陽の光だけでは生きていけないと言われています。ちょっと難しい計算式があります。ヒトは1日に2,000キロカロリーぐらい必要だと考えますと、植物は太陽の光を全部エネルギーに変えているわけではなく、5%ぐらいだと

言われています。それを計算していくと、私たちヒトが2,000キロカロリー分を太陽の光から得ようとする、量で10畳分ぐらいの葉っぱが必要だと考えることができます。これは高さが6メートル、幅3メートルぐらいのケヤキの葉っぱと同じぐらいということです。【表2】

もう一つ、私が所属しているキャンパスの裏にある古墳で写真を撮ってきたのですけれども、「ここに生えている植物は何ですか」と聞くと、これは木です。【図2】では、「この下に生えているのは何ですか」と言うと、草ですね。では、「木と草は何が違うのでしょうか」と改めて考えてみると、これは非常に難しい話なのです。

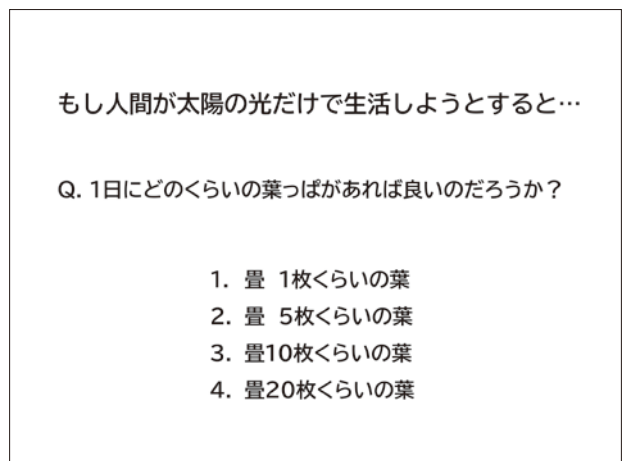
木と草の明確な分類はできません。例えば、植物科学的にはこうですよ、あるいは、園芸的にはこうですよ、一般的にはどうですよ、辞書的にはどうですよとは言えるのですが、明確な分類ができないのです。ただ、一般的に言われているのは、2年ぐらいで枯れてしまうものを草、それ以上生きていけるものを木と分類することが多いです。

では、なぜ木は何百年、何千年も生きられるのでしょうか。縄文杉とか、よく聞きますね。何百年、何千年のご神木です。木は何百年、何千年も生きられるのに、草は二、三年で枯れてしまう。もちろん雑草などは刈っても刈っても出てきますけれども、あれは一部が地面の中に少し残っている。そこから再生してくるのですが、なぜでしょうか。

これには諸説ありますが、木はほとんど死んでいるからと



【図1】



【表1】

歩く植物がないわけ

一日に受ける光合成有効放射エネルギー/m² = 約10 MJ
 固定される化学エネルギーは約5% = 約0.5 MJ
 人間が一日に必要なエネルギーは約2000 kcal = 約8 MJ

もし「ヒト」が光合成でエネルギーを得ようとするれば、
> 8 ÷ 0.5 = 16 m² の広さの葉(約10畳)が必要

高さ 6 m × 幅 3 m のケヤキの葉の面積 ≒ 10 m²

参考:「植物が地球をかえた!」(化学同人)

【表2】

考えることができます。例えば、草はほとんどが生きているのです。草の植物の体はほとんど生きています。ところが、木は、中のほうはほとんど死んでいる組織、器官で、その周りに、ちょっと生きている組織があって、また内側が死んで、外側に生きている組織ができてというようにして、ほとんど死んでいるからこそ、一見何百年、何千年も生きているように見えると考えることもできます。あくまでも諸説あるというのを一応お断りさせていただきます。

ここから少し研究の話を見せていただこうと思います。植物は非常に不思議な環境で生きています。植物というのは、体の一部は地面の中にいます。根っこです。そして、葉っぱや茎は地面の外、地上部にあります。地上部というのは光が当たったり、当たらなかったり、温度が変化したり、乾燥したり、雨が降ったり、いろいろなものがぶつかったり、そういう環境です。

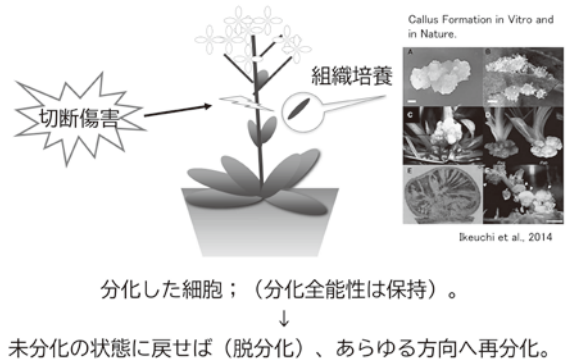
ところが、根っこはどのような環境かというと、光は当たらない、温度はある程度一定で、じめじめしていて、硬い場所で、地上部と全く違う環境に、同時に同じ個体、体を置いて生活しているのです。非常に不思議な生き物だと考えることもできます。そのために、地上部の情報を地下部に伝えて、地下部の情報を地上部に伝えるという相互作用が非常に大切になってきます。

これを行っているのは茎です。根っこは、地面の中からい



【図2】

植物の傷が治る仕組みの研究



【図3】

ろいろな水を上部に吸って、あるいは何か物を作ってそれを地上部に運び、地上部は光合成やいろいろな情報をまた根っこに伝えて、シンクロしながら生きているのです。この情報伝達が非常に重要になってきます。そのために茎という組織が非常に大切だと考えることができますね。茎というのは、体を支えると同時に、物を運ぶ非常に重要な部位として働いています。また、茎以外でも、植物というのは分化、つまり、形を変えていろいろな特別な機能を持つようになった細胞であっても、もう一回元の細胞に戻す。つまり、いろいろなことに分化できる状態に戻すことが可能になります。

動物だったら、iPS細胞、山中先生が見つけれられました分化全能性の細胞、皆さんもご存じかと思いますけれども、それと同じようなことが植物でも起きています。以前からできるということが分かっています。

これを少し説明してから、本題に入ろうと思います。例えば、生物というのはいろいろな組織がなくなったりすると、再生することが知られています。動物でも、例えば、両生類などは手の一部がなくなっても再生して、また手が出てくる。プラナリアという有名な生物がいますけれども、「切っても切ってもプラナリア」という言葉があるみたいに、どこを切っても再生することが知られています。

こういう現象が知られている一方で、植物というのは非常に未分化の細胞の塊を作ることも分かっています。それがカルスと言われていて、もともとは癒傷組織、傷が治る、傷の部分に出てくる未分化の細胞の塊のことをカルスとっていました。ここに様々なカルスの写真、切片的の図が載っていますが、ここにカルスというものができて、未分化な細胞ができることで、また新しい生物個体に生まれ変わる、再生することもできる特殊な能力を持っています。【図3】

ここから本題に入ります。今日のタイトルにもあります植物の再生の話に移っていきたいと思います。ここに幾つかイラストを載せております。【図4】ブドウからキュウリ、サクラ、リンゴ、ミカン、スイカ、トマト、共通点は何でしょうかと書いてあります。今日のタイトルでびんと来た方はいらっしゃると思うのですが、全部接ぎ木で栽培されているものです。

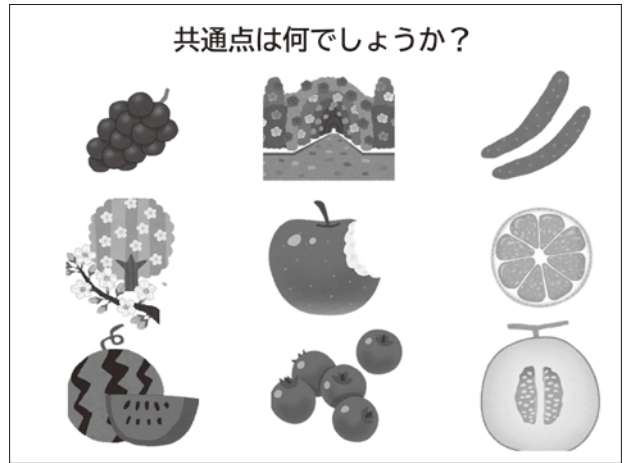
接ぎ木はいつから行われているのかというのをひもとく

と、諸説あるのですが、紀元前から行われていたことは間違いないです。2つ以上の植物を切って、くっつけて、一つの個体にして育てる。この技術自体は非常に古くからあって、ある説によると、文章が残っていない、記録が残っていないけれども、紀元前 3000 年ぐらいにはもう栽培技術としてされたのではないかと人もいれば、最も古い文書で見れば、紀元前 1000 年ぐらいなのではという説もあります。例えば、ユダヤ教やキリスト教のバイブルなどには、接ぎ木はやっていいとか、やっちは駄目とか、接ぎ木とはこういうものかということをはっきりと記されているという話もありますので、恐らく紀元前 1000 年近くからやられていたのではないかと考えております。

これはブドウの写真、ここでつながれています。【図5】ナシもここでつながれています。このように2つ以上の植物を切って、くっつける農業技術として使われています。語源は、英語では grafting といいます。ギリシャ語の grapheion、針、茎状突起、刻むという言葉に由来しているそうです。

2つ以上と申しましたのは、40種類の枝を一つの木に接いだ例があります。Tree of 40 Fruit project という名前です。1つの幹に幾つもの枝を接いでいく。最終的に40種類が接がれました。もともとは植物の先生ではなくて、芸術家や植物の保全などをやっている人が1つの木にいろいろな枝を接いで、そこから種を取っていけば、効率よくできるのではないかとこのところから始まったようで、今では20本近い木ができています。

接ぎ木はどういう目的で行われているかというと、新しい品種を作る、収穫時期の短縮、収穫量の増加などが目的として知られています。例えば、先ほどのナシなんかでいうと、「桃栗三年柿八年、梨の馬鹿目は十八年」というらしいのですけれども、種からだると十何年かかってしまうわけです。それをまいても、同じ味の実ができるかどうかは分からないということは、もし、おいしい枝さえあれば、それを接ぎ木で増やしていけば、クローン、全く同じ遺伝子を持った枝がたくさんできるので、効率がいいでしょうということで、接ぎ木が行われています。これはもともとの目的として非常に重宝されたのですが、その後、品質管理、例えば、先ほどのワイン用ブドウでいうと、この木は酸っぱいけれども、こっち



【図4】

は甘いというのでは困るので、同じ品質の実をなるべくたくさん取るという目的で使われている場合もあります。そして、1990年代に入る頃になりますと、病害虫抵抗性が非常に注目されるようになりました。モントリオール議定書で、土壌の燻煙剤、土壌の殺菌剤の使用がかなり制限されたため、土壌にいるいろいろな病気を軽減する目的で、抵抗性のある、病気、あるいは虫に強い台木、根っこを使うということで、その影響を減らすことに有効だとして、接ぎ木が使われるようになりました。あとは、矮化です。背が高くなってしまふ植物の場合は、なるべく低い背丈にして、倒れにくく、収穫がしやすいようにということで、植物の背丈のコントロールにも使われています。

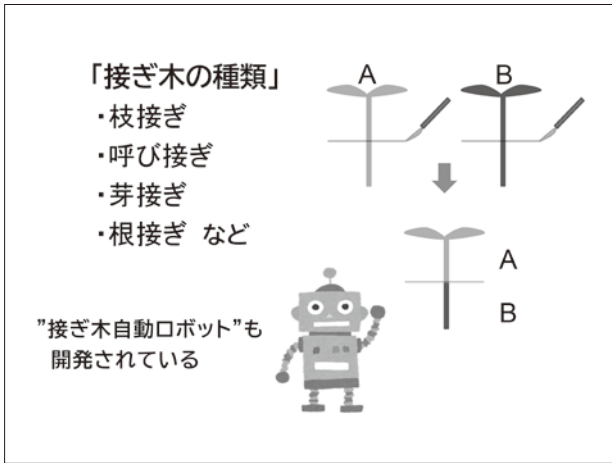
日本には、仏教の伝来とともに接ぎ木という技術が伝わったのではないかとされています。いつから日本で接ぎ木がされているのかというのは難しいのですが、最初の表現としては、平恒盛が記した歌に「ならの八重ぎくらを家のはなにつがんとて」とあり、「つがんとて」というのは、接ぎ木のことを表しているのではないかとされています。藤原定家の『明月記』には、接ぎ木の記述が見られるので、平安、鎌倉の時代にはもう盛んに行われていたでしょう。そして、室町時代になると、梅とか柑橘、このぐらいのときまでは果樹の記述が目立つようになるそうですが、安土桃山時代になると、接ぎ木職人という職業が出てくるようになって、庶民の間でも接ぎ木が行われるようになってきた。ソメイヨシノが江戸時代の末期あたりだと言われています。特に安土桃山時代になりますと、坂上頼泰という方が接ぎ木の技術を広めたということで、豊臣秀吉によって木接太夫という称号が与えられました。現代では宝塚市の名誉市民にも選ばれて、歴史に残る方として大変知られています。

接ぎ木の技術は、日本にとっては非常に大切な技術で、「戦後日本のイノベーション 100 選」にも選ばれて、高度経済成長期のイノベーションとして取り上げられています。コンビニエンスストア、電気炊飯器、電子レンジ、レトルト食品などと並んで、接ぎ木がイノベーションの一つとして選ばれています。そのぐらい重要な技術として認知されています。

接ぎ木にはどのような種類があるか。【図6】ここでは接ぎ木の種類について細かい説明はいたしません、基本的には、



【図5】



【図6】

違う植物に枝や芽、葉っぱを接ぐという技術です。これを非常に単純に表すと、2つの植物を切って、くっつける。片方は根っこ、片方は葉っぱを持ってきて1つにするわけです。

今や全自動接ぎ木マシンというものも開発されています。どういものか、農研機構のホームページに出ていましたので、紹介させていただきたいと思います。<動画視聴>

左側と右側にそれぞれ違う植物を置きます。ウリ科ですね。この場合はキュウリを上、カボチャを根っこに接ぐタイプの接ぎ木です。こんな感じで、台木や穂木の部分をロボットアームで切り取って、自動で接ぎ木を行ってくれるという装置だそうです。ヨーロッパなどではトマトとか、ウリ科などもほぼ接ぎ木されています。大量生産が必要ですので、日本だとまだまだ人間の手でやっている場所も多いようですが、均一化、効率化、大量生産を目的に、ロボットが活躍する場にだんだん移ってきているようです。1時間800本と、かなりの数の接ぎ木ができる。やはり日本だとどうしても地場野菜を小ロットで作ることが多いので、そこまで普及していないようですが、世界的にはかなり普及しているそうです。

では、接ぎ木はどうやって成立するのかということ、ここに書いてあるのは専門的な言葉になってしましますが、【表3】まず、切ると血が出てきたり、かさぶたができてきたりするのは人間と一緒に、傷口が開くと、その部分は死んでしましますが、傷を塞ごうとするようなものが出てきます。人間でいう

接ぎ木部で生じる一連のイベント	
1)	接ぎ木切断面の破壊された細胞により、傷口を薄く覆う死細胞層（壊死層：necrotic layer）が形成される。
2)	破断面に近接する細胞では細胞壁に沿ってゴルジ体が集積する。穂・台間には破壊細胞からのペクチン様浸出物の粘着力に由来すると思われる粘着力が生じる。
3)	穂・台双方での活発な細胞分裂の結果、接ぎ木境界面にカルスが形成される。このカルスには当初緩やかな老化の徴候が見られる。
4)	維管束連絡の前段階として、前形成層が出現する。
5)	維管束連絡が成立する。接ぎ木境界面はもはや識別できなくなり境界面付近のカルスに認められた老化徴候も消失する。

Moore and Walker (1981)、尾形 (2005)

【表3】

と、かさぶたのようなものが出てくるわけです。その後、先ほど出てきましたカルス、未分化な細胞が生まれてきます。それによって傷が埋まって、物のやり取り、導管、師管、水や養分を輸送する組織を再生するための前の組織ができてきて、維管束が出来上がることによって、物の輸送が再開して、また、切られて、離れてしまった茎なら茎がしっかりとくっつくようになるわけです。言葉では難しいので、これについてはまた後でお話しさせていただきたいと思います。

接ぎ木がうまくいかない理由はたくさんあります。【表4】切ってもその周りの細胞が増殖しない、あるいは切ったところに硬いバリアができてしまう。要は、かさぶたが起ってしまうことによって、それぞれの組織から維管束がうまく伸びて、つながってこない。これは最初の段階で、切って、くっついて、うまくくっつかないで、ポロっと取れてしまうというイメージです。維管束が連結しないとか、構造が大きく異なるというのは、一見くっついたように見えるけれども、実はその中は全然元に戻ってなくて、死んでしまうというパターンです。

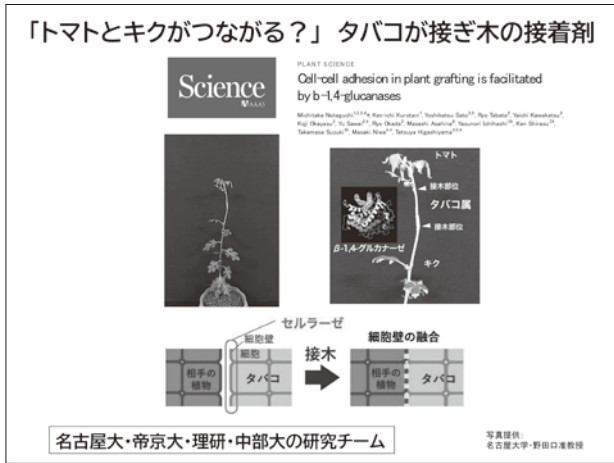
最後の台木または補木、台木は下のほうの植物です。穂木、上の植物が優先的に育ってしまう。くっついて再生して、いろいろなものが動くようになっているけれども、葉っぱばかりどんどん成長してしまっていて、根っこが大きくなって、支え切れなくなって、最終的に倒れてしまう。台負けというやつです。逆に根っこがどんどん大きくなるけれども、葉っぱが追いついてこないで、葉っぱが枯れてしまう。このように成長のスピードがおかしくなるのも、接ぎ木がうまくいかない理由で、最初からそもそもくっつかない。くっついたけれども、再生しない。再生したけれども、成長のスピードが違うということで、幾つかの理由があります。この最初のところがクリアができないと、接ぎ木は成功しないのですが、この仕組みはまだ完全には解明されていません。

ところが、つい最近非常に大きな発見がありました。今までだと同じ種類や似たような種類の植物しか接ぎ木ができなかった。これは恐らく形が似ているからではないかとか、いや、もしかしたら人間でいう免疫みたいなものが何かあるのではないだろうかとか、いろいろな説がありました。ところが、最近、タバコのある植物、吸うタバコの種類とはちょっと違

「接ぎ木が上手くいかない主な理由」
・ 切断面付近の細胞が増殖しない
・ 接着面に堅い“バリア”ができてしまう
・ 維管束が連結しない
・ 切断面の構造が大きく異なる
・ 台木または穂木が優先的に育ってしまう (台勝ち、台負け)

“接木不適合”の仕組みは、まだ完全には解明されていない
様々な植物と接ぎ木ができる植物種も見つかっている

【表4】



【図7】

うタバコの仲間が、何でもつなげてしまうということが分かりました。

例えば、これはトマトとキュウ리가つながると書いてありますが、キュウがいて、ここにトマトがあります。【図7】真ん中にタバコをサンドイッチしています。そうすると、キュウとトマトは全然違う植物なので、本来は接ぎ木できないはずですが、真ん中にタバコを挟んであげると、接ぎ木ができて成長できることが分かりました。タバコは切られると、相手の細胞壁を溶かすセルラーゼと呼ばれる酵素を盛んに分泌して、接着剤のような役割を持つ。これによって最初うまくつかないというのをクリアしているのではないかと分かりました。これは名古屋大学の野田口先生のグループと私たちのグループ、理化学研究所、中部大学の研究チームで昨年、有名な科学雑誌の『サイエンス』に発表させていただいたものです。

非常に面白くて、タバコを使うと、大豆につながったり、ブロッコリーにタバコがつながったり、カボチャにタバコがつながったり、麦にタバコがつながったり、ミカンの木にも、ブドウにもヤナギにもこの植物は接ぎ木ができるのです。ただ面白いだけですよと思われる方、実は違うのです。タバコを真ん中に使えば、ふだん接ぎ木ができないと思われていた植物同士を接ぎ木できるので、ものすごくス

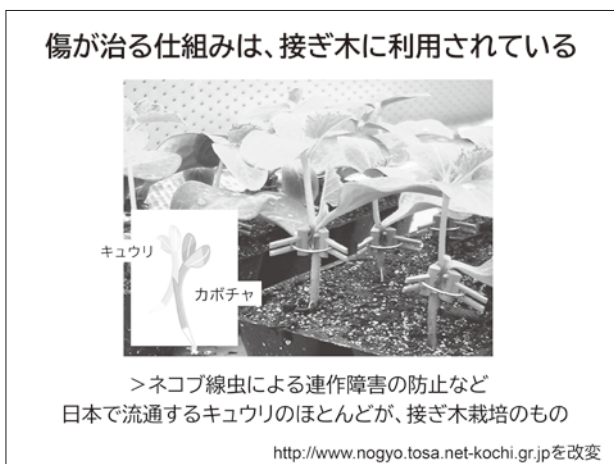
トレスに強い台木、根っこがあれば、ふだん農作物を育てられないような場所にも、中間にタバコを使うことで育てられるようになる。これによって、非常に自由な組合せの接ぎ木を可能にして、本来作物が育たない場所でも、植物、作物を育てられるようになる可能性も秘めています。今このような研究が進められています。

この記事に関しましては、昨年新聞記事にも取り上げていただきました。非常に分かりやすい記事になっております。もし興味がありましたら、図書館などで検索していただければ見つかると思いますので、ぜひご覧ください。

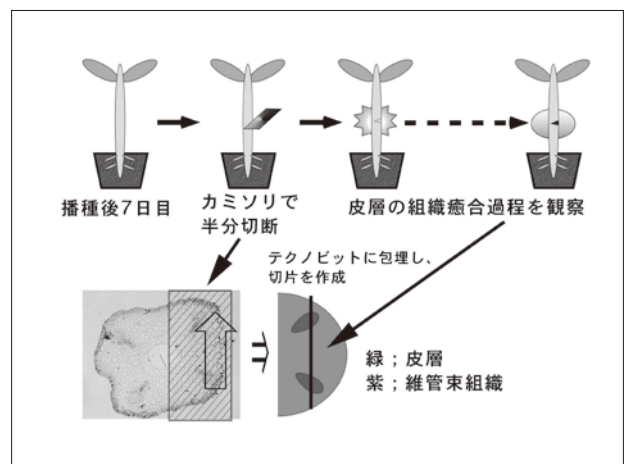
ここからは私自身が興味を持って研究していることについて少しお話ししたいと思います。接ぎ木というのは、そもそも植物の傷が治る仕組みを利用しています。これはキュウリとカボチャの接ぎ木のイメージと実際の写真です。【図8】カボチャが根っこ、キュウリが地上部にあります。日本だとネコブセンチュウというものの影響で、同じ土に何回もキュウリを育てることが難しいです。ところが、同じウリ科であっても、カボチャはネコブセンチュウに抵抗性があるので、カボチャの根っこにキュウリを接ぎます。日本ですとほぼ9割以上のキュウリはカボチャに接がれたものと言われています。

大学院の時代からキュウリとかトマトを材料にして、傷が治る仕組みを研究することで、接ぎ木のメカニズムを明らかにできないかと考えて、研究を進めてまいりました。どんな実験をやったかという、非常に簡単な実験です。先ほどのキュウリの芽生えを使って、かみそりで切り落とさないように半分ぐらい、スパッと傷をつけます。この傷をつけた場所がどんなふうに治っていくのかを顕微鏡で観察していくという実験です。【図9】

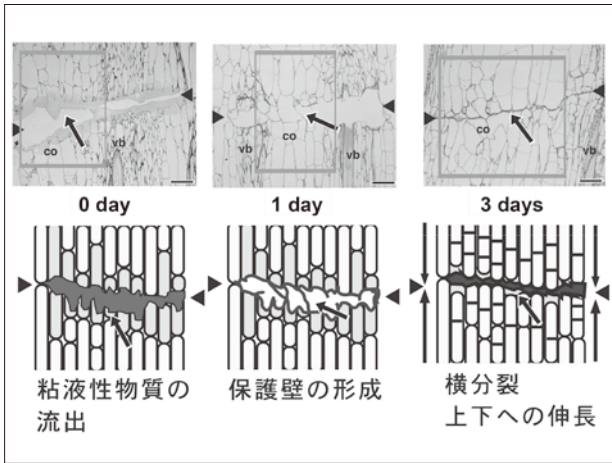
まず、これは切ったところです。【図10】下にイラストが描いてありますが、切ったすぐは何も起こらないのですが、粘着性のあるべたべたしたものが出てきます。その後1日ぐらいたつと、これが固まってきます。保護壁と書いてありますが、要は、かさぶたができます。これによって病原菌などが中に入ってきたり、中の水が乾燥したりしないようにしているのではないかと思います。3日ぐらいたつと、



【図8】



【図9】

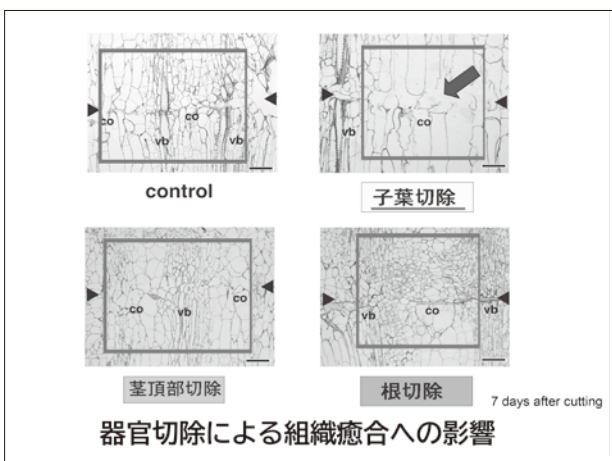


【図10】

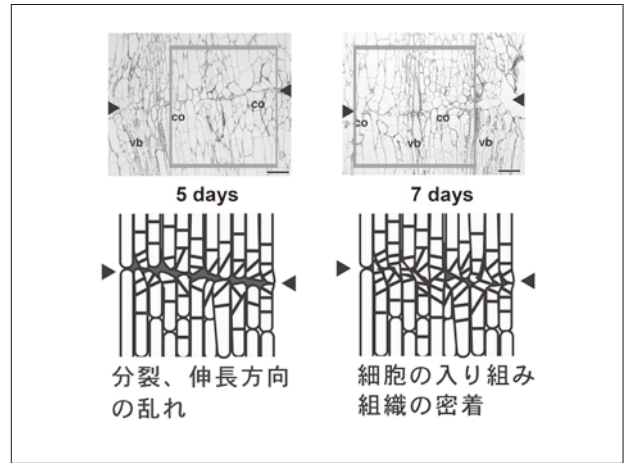
今度は細胞が分裂して、傷を埋めます。自然に空間がなくなってくるわけです。5日、7日たつと、今度は切った場所がただくつつくのではなくて、上下の手を組み合わせたような感じで、上の細胞と下の細胞が、がっちとかみ合って傷を埋めて、より強固なものにしていくという変化が見られました。【図11】 接ぎ木は7日ぐらいと言われているので、7日たつときれいに傷が治って、物の輸送も元に戻る。

これは7日間のできるイベントなので、この変化を早くしたり、起こらなくしたりする処理はないのかと考えて行っただのが、植物の世界では非常によくやる実験方法で、いろいろな場所を取ってみましょうと。【図12】 例えば、双葉を取ってきましょう、上の成長点を取ってしましましょう、あるいは根っこを取ってしまつて、水で育ててみましょう。これで何か変化が起こるかどうかを見ていく実験を行いました。実際、死んでしまうのではないかとたまたま聞かれますけれども、生きています。この後しばらくすると、残っていた場所からしっかり葉っぱが出てきたりするので、生きています。

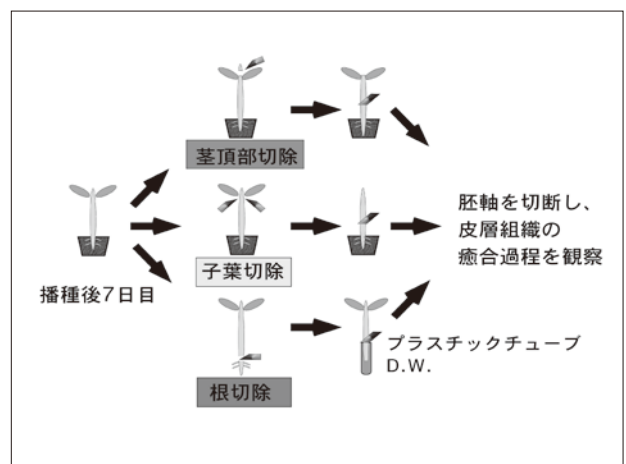
【図13】 上のように子葉を取ってしまうと、細胞の分裂はほとんど起こらなくなってしまうことが分かりました。一方で、下の2つ、平時の成長点や根っこを取ると、傷を治すように細胞がわあっと増えて、傷を埋めているという現象が見られたので、双葉が大切なのではないかとよくよく考えて



【図13】



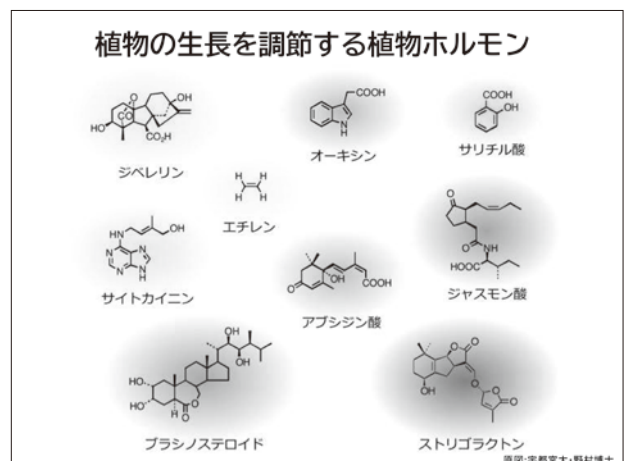
【図11】



【図12】

みると、接ぎ木のときにも、双葉は大切に残しておいたほうが成功率が高いと言われていました。

では、双葉は何をやっているのだろうかと考えたときに、植物ホルモンと呼ばれる成長をコントロールするような成分を作っているのではないかと考えました。ここに植物の成長ホルモンとして知られている代表的なものを挙げています。【図14】 この中でも特に注目したのが、ジベレリンとオーキシンです。



【図14】



25mプールに目薬を一滴落としたくらいの量を調べる。

【図15】

その前に植物ホルモンというのはどんなものかをお話したいと思います。植物ホルモンは、人間でも成長ホルモンとか聞いたことがあると思いますけれども、植物ホルモンも植物が自分で作って、自分の体の中のいろいろな変化を調整するものと言われています。これがその定義です。ただ、動物のホルモンのように、働く場所、作る場所がはっきりしていません。例えば、このホルモンは脳です、このホルモンは腎臓ですというのは、動物では一般的ですけれども、植物だと同じホルモンでも、この植物だと葉っぱで作っています、この植物だと根っこで作っています、根っこでも葉っぱでも作っていますと、いろいろあるのです。どうやって動いているのかも分かっていないという、非常に扱いづらい、研究しやすい面も持っています。でも、植物にとって非常に大切な成分です。

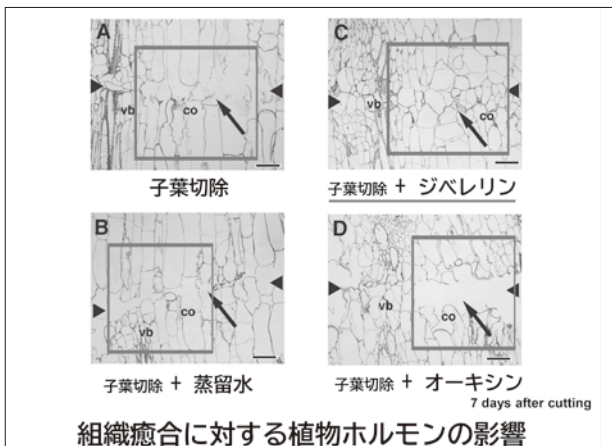
では、どのくらいあるかという、学校にある25メートルプールに目薬を1滴落としたくらいの濃さしかありません。【図15】プールに目薬を1滴落としてよくかき混ぜて、この中にはその成分が入っていますというくらいの濃度、濃さしか植物の中には存在しません。ですから、調べるときには非常に特殊な装置が必要です。

ものすごく少ない量で働くというのが植物ホルモンの特徴ですが、この研究で非常に面白いトピックスがあります。タケノコジベレリンというお話があります。今ちょうど竹林

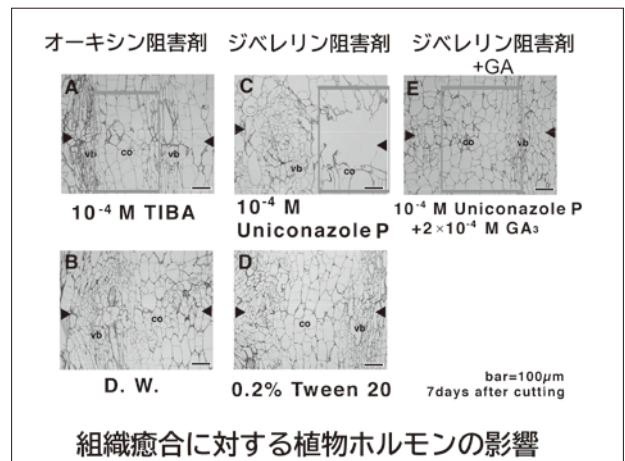
の中にタケノコが出てきていますが、一晩でもものすごく伸びますよね。伸びるということがジベレリンの作用の一つです。きっとタケノコにはたくさんのジベレリンが入っているだろうということで、当時東大の先生が、よし、タケノコから新しいジベレリンを探しましょうと、100万円ぐらいタケノコを買って、それをすり潰して、中からジベレリンを取ろうとしたそうです。ところが、どんな形か決めるには量が足りなかった。多分タケノコを煮た煮汁にはたくさん溶け出しているだろうと、よくジュースなどで濃縮果汁がありますが、静岡の缶詰工場に頼んで40トンを1トンまで煮詰めてもらって、それを東大までタンクローリーか何かで運んで、さらに東大で濃縮したそうです。40トンの煮汁がほんのこのくらいの量になっているので、先生はすごく緊張したそうです。塩の結晶みたいなものがよく出てくると思いますが、結晶にしないと実験がその先進まなかったそうなのですが、なかなか結晶にならなかったそうです。ものすごく少ない量なので、緊張して手が滑ったら、ちょっとこぼしたその刺激で、こぼれたところが結晶化したそうです。それを使ってうまく形を決めることができたというエピソードがあるそうです。そのくらいものすごく少ない量が入っているのですが、それが植物の成長にはちょうどいい、とても大切だということです。

実際どんなことをやったかという、先ほどのように、双葉を取ってしまった植物の切り口にいろいろな植物ホルモンを塗ってみました。【図16】そうしたら、双葉がないと細胞が増えてこないはずだったのに、これは水です、ジベレリンを塗ると細胞が増えてくる現象が見られたわけです。これはオーキシンでは起こらなかったのに、きっと双葉からジベレリンが出てきて、傷を塞ぐときに細胞を増やすという役割を持っているのではないかと考えたわけです。

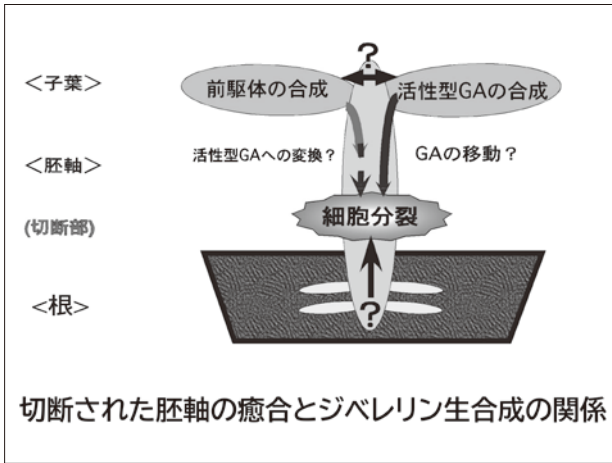
その後、今度は逆の実験をやりました。オーキシンやジベレリンが働かないようにする薬があるので、それを植物に塗ったわけです。【図17】オーキシンの阻害剤を塗ると、オーキシンは働かなくなりますけれども、ジベレリンは働くので、細胞は増えてくる。でも、ジベレリンの阻害剤を与えると、細胞の増えが抑えられる。ジベレリンを作らせないようにしておいて、それからもう一回ジベレリンを与えると、



【図16】



【図17】

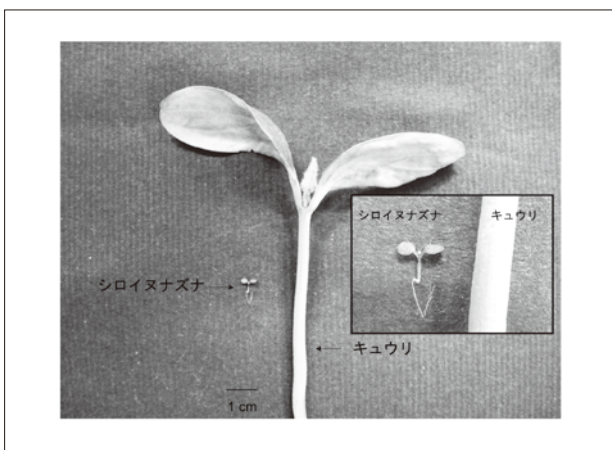


【図18】

細胞が増えるということで、双葉から来るジベレリンが傷を治すときに大切だということが分かったわけです。実際には根っこからも別の成分が来ていることも分かっています。【図18】ここまでは同じような実験をトマトでもやって、トマトでも同じだということが分かりました。

次に、ちょうど博士課程に行く頃、傷を治す遺伝子を見つけたいと思ったのです。それにはどうしたらいいかという、遺伝子を調べる必要が出てきます。でも当時はまだ遺伝子を調べる技術が今ほど一般的ではなかったので、モデル植物、モデル生物を使うのが一般的でした。ヒトゲノムというのを皆さんもお聞きになったかもしれませんが、ヒトの遺伝子情報の解読が終わったのが2000年ぐらいです。同じような時期に、植物の中でもこれをまず重点的にやりましょうというものの一つだったシロイヌナズナのゲノムが決定したのが2000年ぐらいです。これはアブラナ科の一年草です。ペンペン草の仲間だと思っていただければいいです。ペンペン草だとハート型の実が付きまますけれども、これはただの棒です。なぜかという、非常に扱いやすいのです。小さいし、種がたくさん取れるので非常に実験しやすいということで、シロイヌナズナを用いた遺伝子の実験がこの頃一般的に行われていました。

そこで、私もシロイヌナズナを使って同じような実験をやって、遺伝子を見つけようと思ったわけです。これがシ



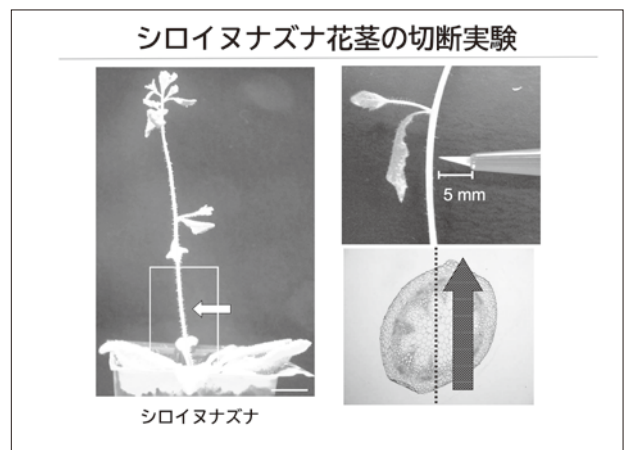
【図19】

ロイヌナズナの種と芽生えた双葉がついている状態です。

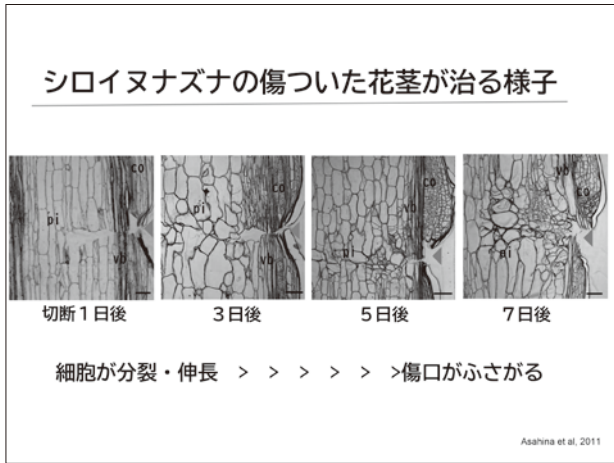
【図19】 さっきまで使っていたキュウリと比べてみるとこんなに違うわけです。今まではキュウリの茎を半分切って実験をやっていたのですが、シロイヌナズナは小さ過ぎて、それが難しいです。そこで、もう少し大きくしてから実験をすることにしました。シロイヌナズナはタンポポと同じでロゼット、地面にはいつくばる葉っぱをまず作って、花を咲かせるときに茎をびよんと伸ばして、花が咲きます。この茎を使って実験をすることにしました。

でも、この茎は直径が1ミリあるかないかぐらいなので、スパッと切らなければ駄目なのです。今までかみそりの刃を使っていましたが、それだと過ぎて、全部倒れてしまいます。もっとスパッと切れるメスが必要だということで、手術に使うレーザーメスを借りて、レーザーで打ったことがあります。今度レーザーだとパワーが強過ぎて、全部なくなってしまった。打った瞬間にピューンと全部なくなってしまったので、これも駄目だということで、いろいろ探した結果、ここに映っているのは動物の外科手術に使う特殊なナイフです。【図20】 これを取り寄せて実験に使うことにしました。1本3,000円ぐらいするものを輸入して使っています。しかもこれは切れ味が非常に重要で、20本ぐらい切るともう駄目です。普通に切れるのですが、植物にとっては切れが悪いみたいで、うまくくっつかない。ここではちょうど半分ぐらいに切っているように見えますが、実は半分では駄目で、半分行くか行かないか、イメージでいうと、5分の2とか7分の3ぐらいでスパッと切らないとうまくくっつかないことが分かってきました。

冗談で、シロイヌナズナを切ってくっつけることができる人は世界にまだ10人しかいないとよく言っているのですが、私の研究室でしかやっていないので、それは10人もいないという落ちがあるのですけれども、そのぐらい切るコツがあります。言葉は悪いですが、生かす殺さずというラインが非常に重要です。なぜかという、浅く切ると、植物は傷を治す必要がないのです。傷がついたけれども、別に生死に関わらないから治す必要はないわけです。深くスパッと切ってしまうと、今度はこら辺からまた別の芽が生えてきます。ですから、治したほうがいいか、治さないほうがいい



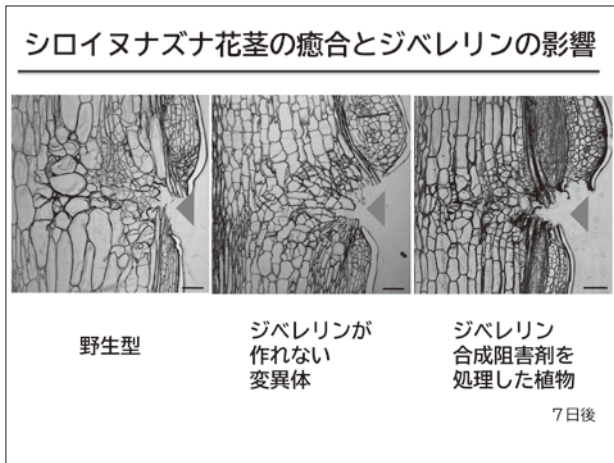
【図20】



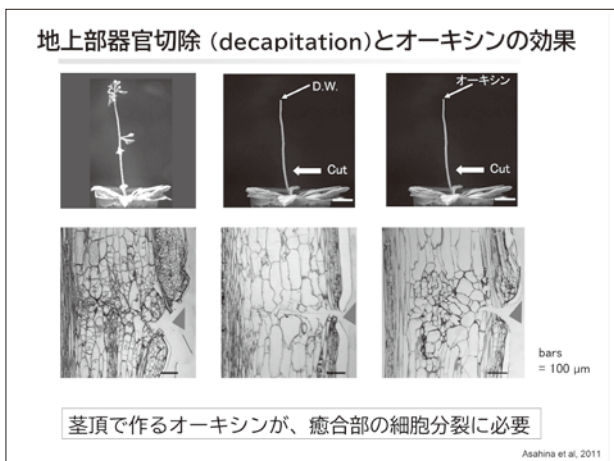
【図21】

かのぎりぎりのラインが実はあります。そこを見極めるのに半年ぐらいかかりました。6カ月ぐらい毎日ひたすら植物を育てては切って、育てては切るというのをずっとやっていたわけです。それでやっとうまく切れるようになりました。

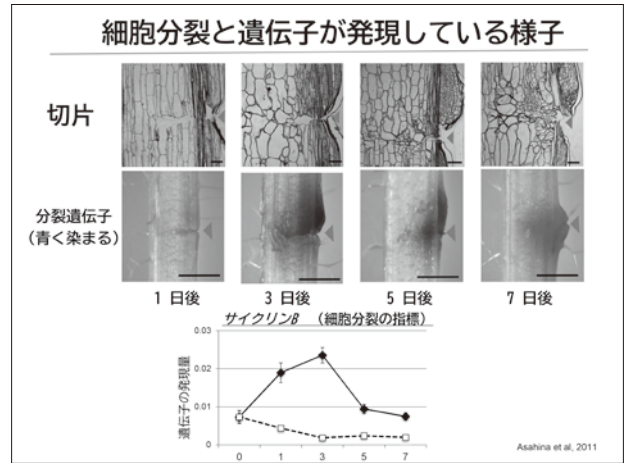
これはビデオですが、先ほどは外から映像を撮っていました。外からだあまり分からないので、これも顕微鏡で茎の中身を見てみました。そうすると、3日目ぐらいから細胞の形に変化が見られるようになってきて、5日、7日で分裂が盛んに行われて、傷が修復されることが分かりました。



【図23】



【図24】

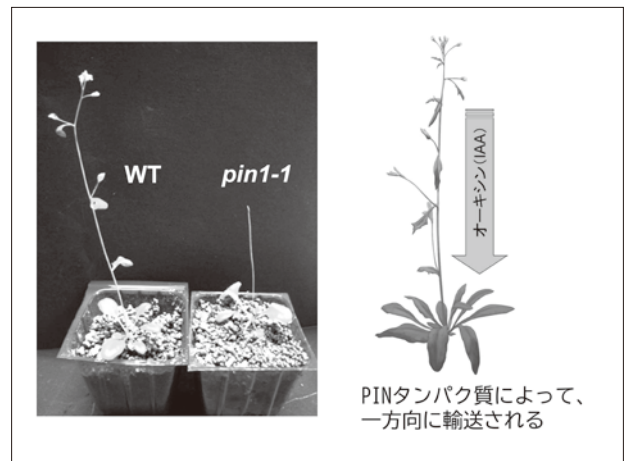


【図22】

【図21】 シロイヌナズナはいろいろな手法が使えて、細胞が盛んに分裂しているところを青く染める手法があります。

【図22】3日目にすごく染まっているのが分かると思います。3日で分裂するとき働く遺伝子が活発に動いて、7日ぐらいたつとほとんど動いていないということは、やはり3日目から5日目で細胞が盛んに分裂していることが分かりました。ちなみにこれを外から見ると、ちょうど歯を食いしばったような形でくっついていて、これが切った直後で、これが7日目です。中のほうで、ちょうど歯をくいしばっている感じに見えます。

最初はジベレリンだろうと思ったので、ジベレリンの阻害剤や、シロイヌナズナなどいろいろな突然変異体があるので、シロイヌナズナなどのジベレリンを作れない突然変異体を使って実験をしてみました。【図23】ところが、全く変化がなかったのです。ということはシロイヌナズナでは、ジベレリンは関係ないのかな。今までの話とちょっと違うなと思ったのです。植物も違うし、生育しているステージも違うので、もしかしたら違う植物ホルモンかもしれないということで、もう一回原点に立ち返って、いろいろな葉っぱとか、花びらを取り去るという実験をやりました。そこでまた同じようにいろいろな植物ホルモンを塗るという実験をしました。今度は、葉っぱや花芽を取ってしまっただけにすると、



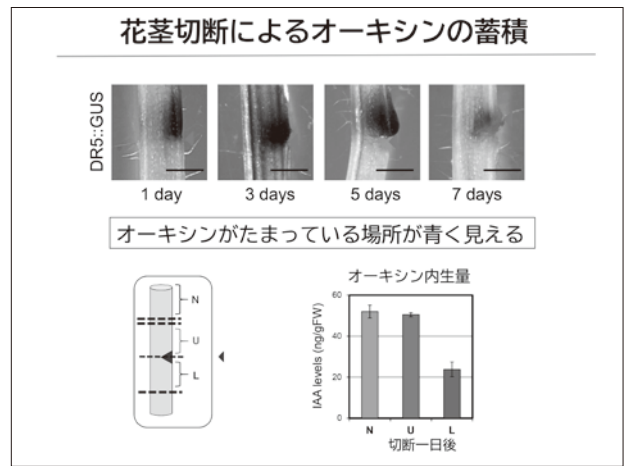
【図25】

細胞の分裂が弱くなって、そこにオーキシンを与えると、細胞の分裂が部分的に回復したので、この植物ではオーキシンかもしれないと思いました。【図24】

これは冗談ですけれども、これを見てちょっとぴんと来たのです。というのは、シロイヌナズナにはPINという名前の突然変異体があります。【図25】そのPINという変異体は、さっきの葉っぱとか花芽を取ったのとそっくりです。ただの棒しかありませんので、これは突然変異体でこういうふうにししか育ちません。葉っぱとか花芽がないけれども、このPINという変異体は、オーキシンを運ぶのに必要な遺伝子なのです。運ぶためにはPINが正常に働かないと、オーキシンが運ばれていかない。オーキシンは葉っぱとか花芽の形づくりに重要なので、何も取り入れなくて、棒みたいになってしまっていて、さっきの葉っぱとか花芽を取り去った植物とそっくりになってしまうのです。

ということはオーキシンかということ、オーキシンが本当に傷口にたまっているかどうかを調べました。【図26】これもオーキシンがたまっている場所が青く見える形質転換体を使っているのですが、傷をつけた場所、赤い三角で示したところが切ったところですが、傷の上に青がすごく強く染まっているので、この部分にオーキシンがたまっているのは間違いないだろう。実際に測ると傷の下よりも傷の上のほうにオーキシンがたまっていることもわかりました。では、同じようにオーキシンが働かないようにする薬剤や、さっきのオーキシンがうまく運ばなくて、PINのようになってしまうPIN変異体を使うと、細胞の分裂が弱くなります。それに対して、地上部の組織を取ってしまうと、同じように分裂が弱くなるのですけれども、そこにオーキシンを塗ってあげると、若干ではありますが、部分的に細胞が分裂するようになるということで、シロイヌナズナの茎の再生には上の組織で作られたオーキシンが大切でしょうということが分かったわけです。【図27】

それをさらに遺伝子のレベルで調べました。【図28】ここでやっと茎の傷を治す遺伝子の研究ができたわけです。いろいろ調べていくと、どうも2つの遺伝子が重要だと分かってきました。ANAC071とRAP2.6Lという名前の遺伝子が見つ

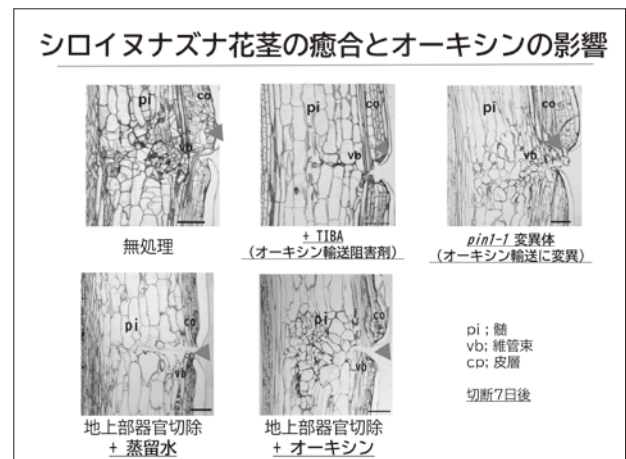


【図26】

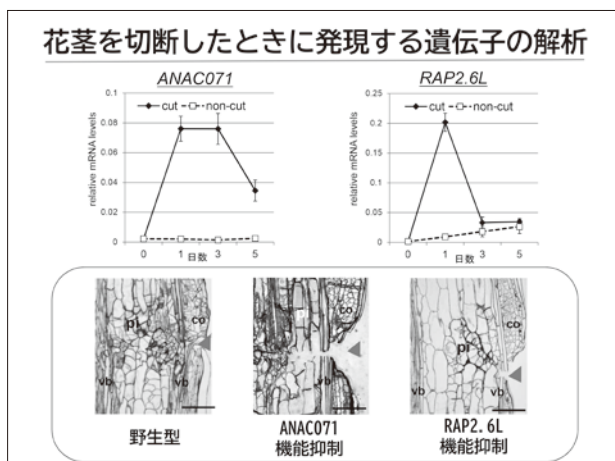
かりました。この点線は傷をつけていない部分です。傷をつけないと、ほとんど働かないのに対して、傷をつけると1日目から3日目にすごく働くようです。

では、それぞれの遺伝子が動かないような植物を使って実験をすると、ANACやRAPは、普通の植物に比べて切っても細胞の分裂が弱くなっていることがわかりました。これは働かないものです。さらに面白いことに、今度は傷の上と下で分けて測ってみたいかどうかといろいろ調べてみました。

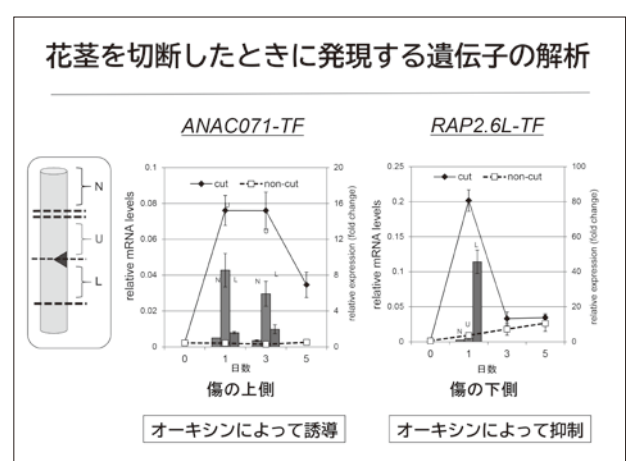
【図29】ANACは傷をつけると傷の周辺で働き始めるのです



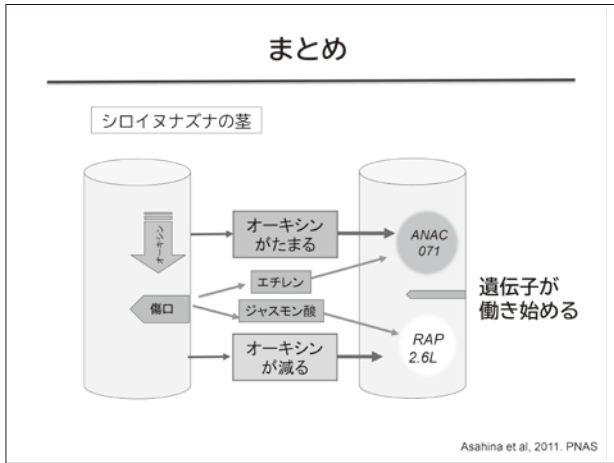
【図27】



【図28】

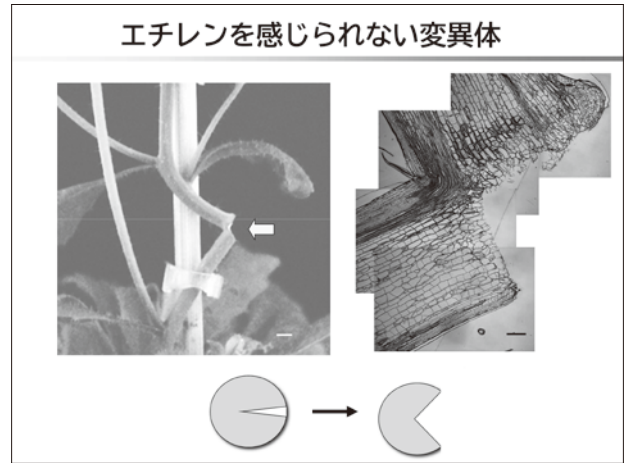


【図29】



【図30】

けれども、赤、青で示しているのは、赤は傷の上、青が傷の下です。これは傷の上だけです。RAP というほうは、青でしか働いていなかったの、傷の下だけです。これは傷の上、これは傷の下、なぜだろうと調べたら、実はこの遺伝子はオーキシシンがあると働き始める。RAP はその逆で、オーキシシンがあると働かないです。ですから、ふだんオーキシシンがあるところでは働いていないけれども、オーキシシンが減る傷の下で



【図31】

働き始めるのではないかとということが分かってきました。

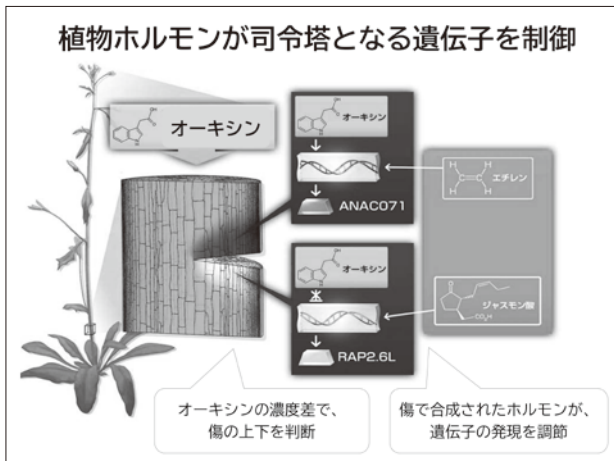
これを模式的に表すと、ふだんはシロイヌナズナの茎では、上から下に向かってオーキシシンが流れていきますが、傷がつくと、傷の上ではオーキシシンがたまって、傷の下では流れてこなくなるため、オーキシシンの量が減ってしまいます。そうすると、オーキシシンが働きを強めて、ANAC が傷の上で働き始めて、今までオーキシシンがブレーキをかけていたのに、そのブレーキが外れてしまうので働き始めるというのが、傷の下側で動く RAP というタイプのものでした。【図30】

この他にも傷がついたよという刺激が、エチレンとか、ジャスモン酸と呼ばれる植物ホルモンによって伝えられることで、それぞれの遺伝子も傷の情報を受け取って、遺伝子の働きがさらに活性化されることが、これまでの研究で分かってきたことです。実はこのエチレンが重要で、エチレンを感じられない突然変異体を使ってやると、傷を治すどころか勝手に広がってしまいます。【図31】つまり、傷がついたという情報も大切なのだということが分かりました。これは勝手に自分で広がっているのです。傷がついたことが分からないと、植物は治せないということが分かってきました。

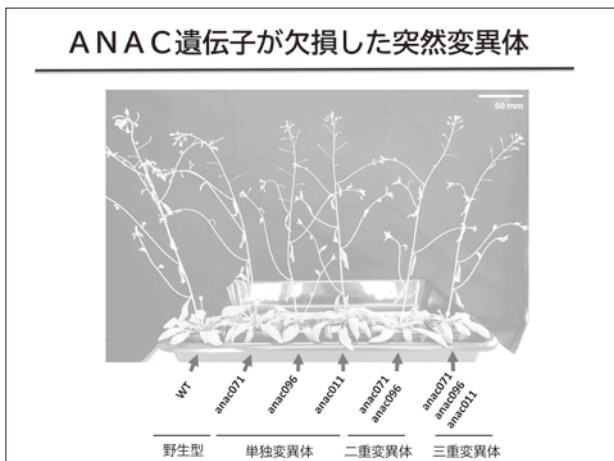
こちらはまとめの図です。【図32】先ほどモデルでご説明した部分ですが、さらに最近分かってきたこととして、先月報道発表したものですが、植物が持つ高い自己治療力、つまり、自ら治すという仕組みの一端を発見しました。

これは先ほどご説明させていただいた ANAC というタイプに注目した実験です。【図33】ANAC には似た兄弟が他に 2 ついました。ANAC 3 兄弟なわけです。それぞれしっかり調べましょうということで、それぞれの遺伝子が働かないものを 1 個ずつ作って、次に 2 つが同時に働かない植物を作って、さらに 3 つとも働かない植物を作っていきます。本来だったら、遺伝子がなくなるのは非常に大きな影響があると予想していたのですが、普通に育てていても、全く変わらないのです。この遺伝子は普通に育つには必要なかった。でも、傷をつけて茎のいろいろな細胞が変化することを調べると、実は大きな違いが見えてきたわけです。

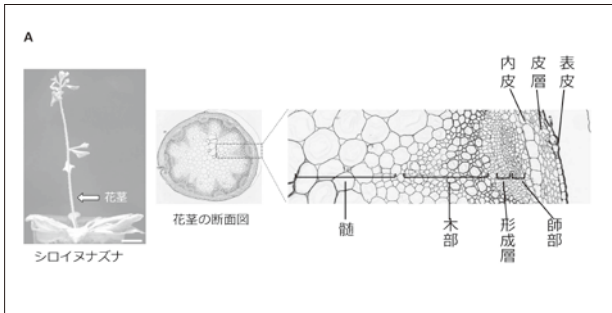
これは茎の断面図を表したものです。【図34】特に木部とか師部は物の輸送をやる導管とか師管があるところです。



【図32】



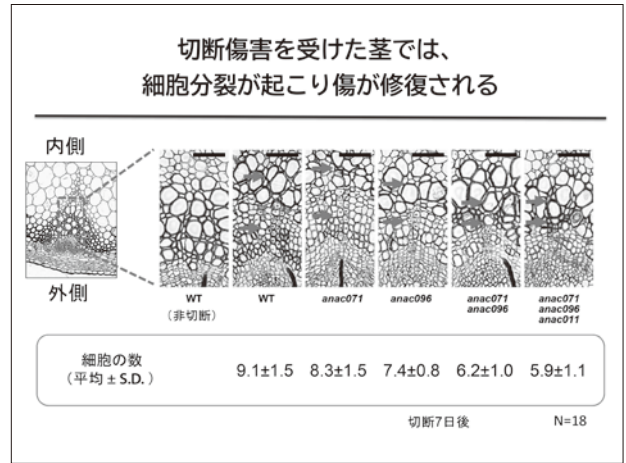
【図33】



【図34】

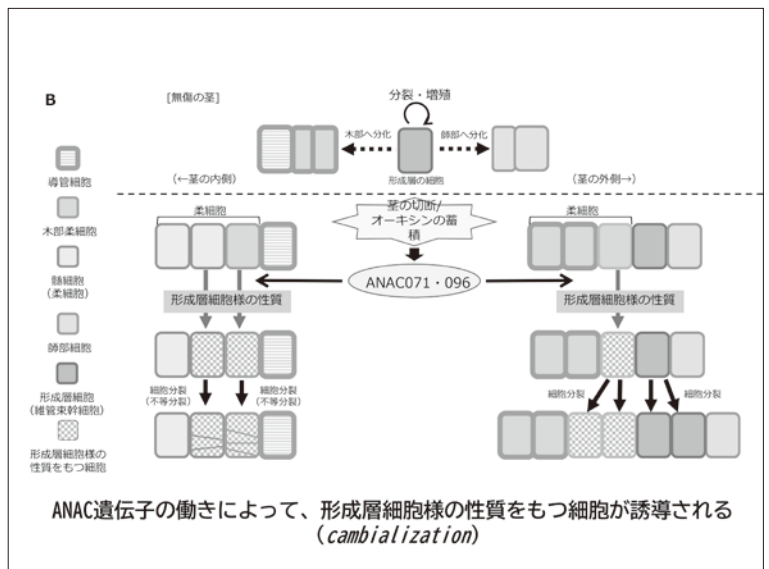
その間に形成層、ここが細胞を増殖させて、木部や師部の細胞を作る場所ですけれども、この間の細胞を数えてみました。そうすると、切っていないときには、大きな細胞と細かい細胞の間は何もないけれども、野生型、普通の植物で切ると、何と1週間で細胞が9個ほど増えていました。【図35】今まで傷を治します、細胞が増えますと言っていたのが、この間の細胞が増えていることが分かったのです。ちょうど形成層と書いてある部分の細胞が増えています。ANACの欠損体、働かない植物を見ていくと、その数がだんだん減ってきます。壊した遺伝子の数が増えていくと、だんだん減ってきます。このことから、これはどうも細胞を増やすのに必要な遺伝子で、皆さんにも資料をお配りしているかもしれませんが、無傷の細胞では形成層にある細胞が増えて、そこから導管や師管を作っていくのですが、どうもANACという遺伝子は、周りの細胞を細胞分裂するような状態に変化させる遺伝子だったのではないかと今のところ予想しています。なので、傷をつけてオーキシンがたまって、ANACという遺伝子が働くと、本来分裂する形成層という細胞以外の細胞を細胞が分裂できるように変化させて、それによって細胞をどんどん増やして、傷を修復していくのではないかと今のところ考えています。【図36】

繰り返しになりますが、【図37】茎を傷つけると、傷の周りでANACという遺伝子が働き始めて、この遺伝子が周りの細胞を細胞分裂できるように状態に変化させる。これによって傷が細胞で埋め尽くされて、離れてしまった組織などがもう一回くっついて、この細胞がまたさらに変化して導管、あるいは師管といわれる維管束の細胞を再生して、物のやり取りを回復させていると考えています。この遺伝子をうまく使ってあげれば、接ぎ木を効率よく行う、あるいは、植物が傷ついたりするとき、自然災害、人災とか天災などいろいろあります。そういうときに、その植物を治療するのに役立つのではないかと。あるいは最初から傷に強い植物を作ったり、バイオマスと言われているものは、ほぼ

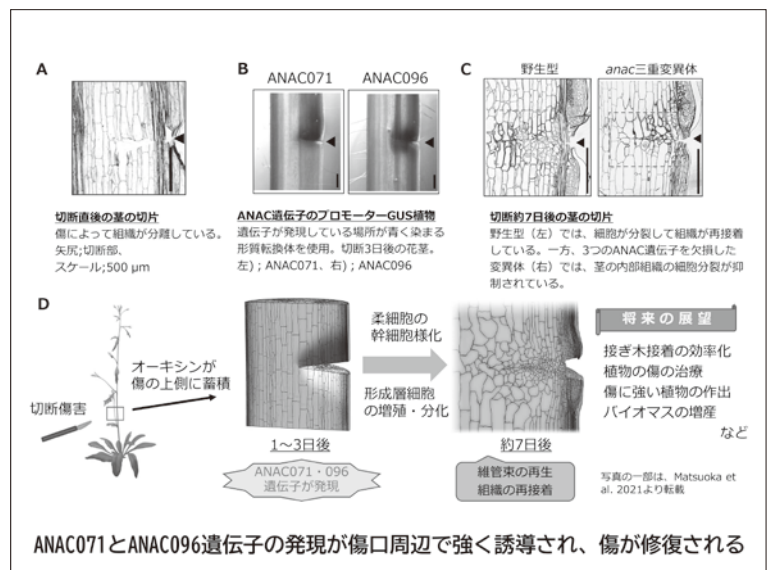


【図35】

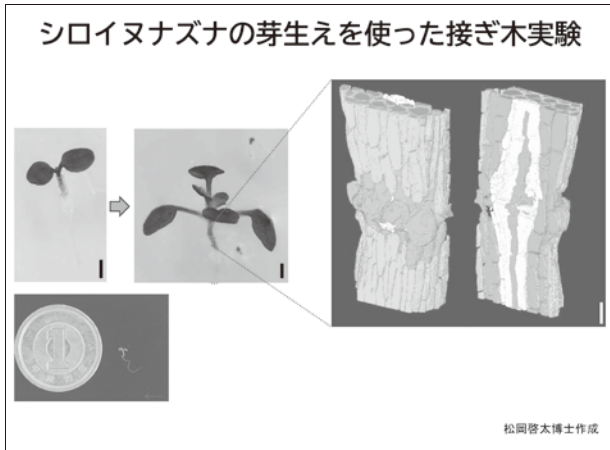
導管という組織に由来していると考えられていますので、バイオマスを増産させたりすることにも利用できるのではないかと考えています。



【図36】



【図37】

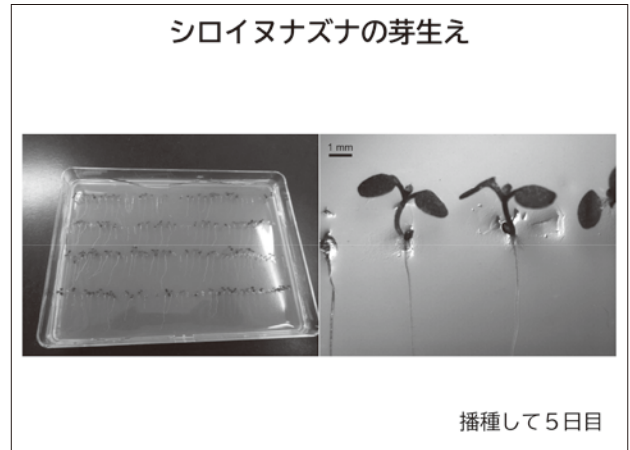


【図38】

今、原点に立ち返って、これをもう一度接ぎ木に使えないだろうか、今度はシロイヌナズナの接ぎ木実験をやってみようと考えました。ここにシロイヌナズナがあります。

【図38】これは1円玉です。大きさはこの程度です。地下茎でこの植物は実際に生えていますので、実物をご覧になっていただければと思いますが、この芽生えを使った接ぎ木実験を今やっています。

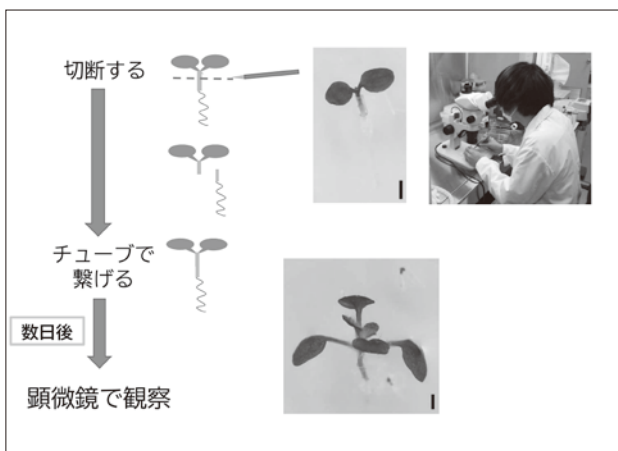
【図39】やり方としては、シロイヌナズナの芽生えを切ってくっつけるのですが、実際どのようにやっているかは、ピ



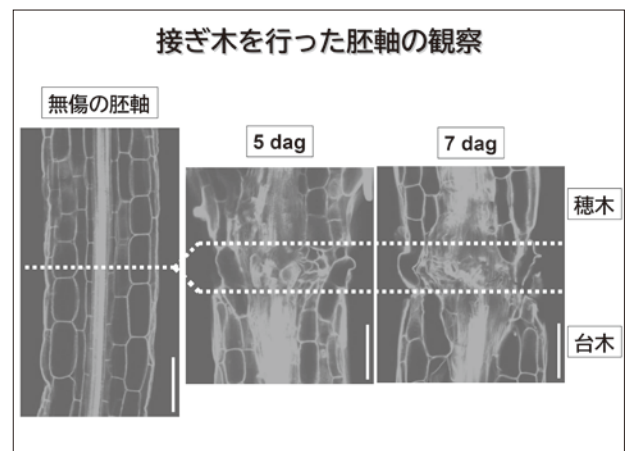
【図39】

デオでご覧いただいたほうが分かると思うので、そちらをご覧くださいと思います。(動画視聴)

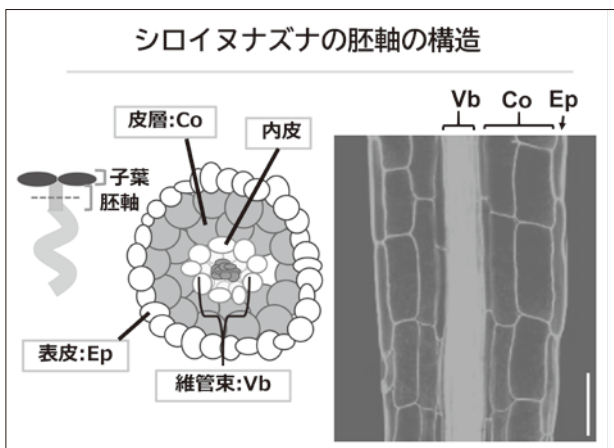
実体顕微鏡の下でやっています。【図40】このぐらい小さいです。こんな感じで、このチューブが0.1ミリ、髪の毛ぐらいです。それを適当にピンセットで接ぎ木しています。こういうことを研究しています。そのときにどういう細胞の変化が起こっているかを調べていて、こういう特殊な顕微鏡を使って、その部分の細胞の変化を、例えば、上の植物は赤、下の植物は黄色に見える処理をして、どの細胞がどこに入



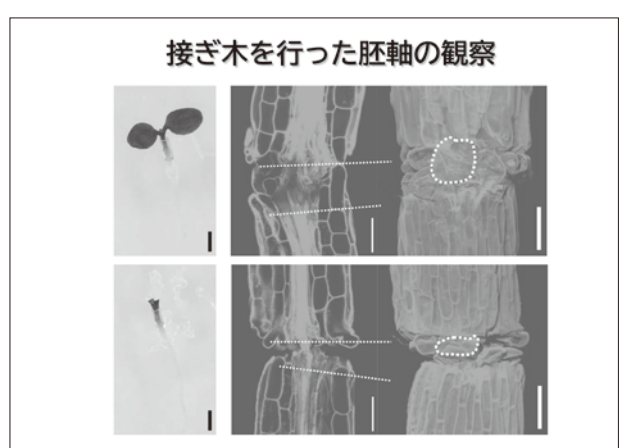
【図40】



【図42】



【図41】



【図43】

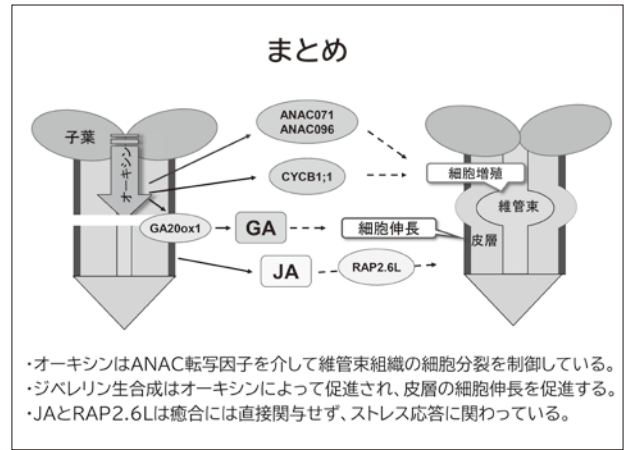
ているのか、ここの部分はどっちの植物の由来なのかを調べることが今進めています。

シロイヌナズナの胚軸は非常にシンプルな形をしていて、【図41】真ん中の太い部分が維管束と言われている部分です。こういうものを先ほどの特殊な顕微鏡で見ながら、傷をつけて、またくっつけて、接ぎ木をして、どの部分がどのように再生していくのか、あるいは双葉を取ってしまうとどのように変化するのか、そしてその部分はどんな遺伝子が関わっているのかを実験で確かめています。【図42・43】先ほど出てきた ANAC は、芽生えの胚軸にも非常に重要な役割を持っているということが分かりまして、これが科学雑誌の表紙を飾りました。

もう一個出てきた RAP にはどういう役割があるのか、傷をつけると、傷の周辺で上がってくる遺伝子でしたけれども、シロイヌナズナの胚軸の部分ではどういう役割を持っているかを研究しました。実際には RAP は直接的に傷を修復しているのではなくて、ストレスの応答、ストレスを感じたときの抵抗に関わっているのではないかということを見ました。こちらもまた別の雑誌の表紙に採用されました。

これは脇芽ですけれども、日を追って出てきたオーキシンの傷のほうに運ばれて行って、それによって ANAC という遺伝子が働いて、維管束の周辺の細胞を増やしていく。あるいは周りの細胞の伸長、大きくなるのにも関わっていて、維管束はたくさんの細胞を増やして、くっつける、周りの細胞は大きくして傷をカバーするという役割を担っているのではないかと。RAP は、ジャスモン酸という傷のホルモンによって促進されてくるのですけれども、直接的に細胞を分裂したりするのではなくて、ストレスの応答を調節している遺伝子なのではないかということを見つけています。【図44】

ここまでいろいろな接ぎ木の話をしてきましたが、最後に、今興味を持っていることをお話しさせてください。植物を切ったり、くっつけたりということをずっとやっていたのですけれども、これは人間の手術みたいだと思ったのです。でも、人間や動物は手術するときに麻酔を使う。これをヒトに例えると、麻酔なしで植物を切ったり、くっつけたりしているわけです。植物はなぜ麻酔が要らないのだろう。いや、そ



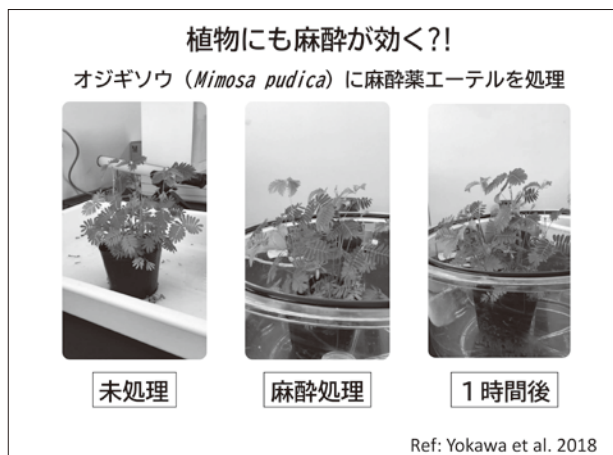
【図44】

もそも麻酔が効くのかなと、ふと疑問に思いました。調べてみると、植物の麻酔を研究している先生がいらっしゃって、その先生と今、共同研究をしています。

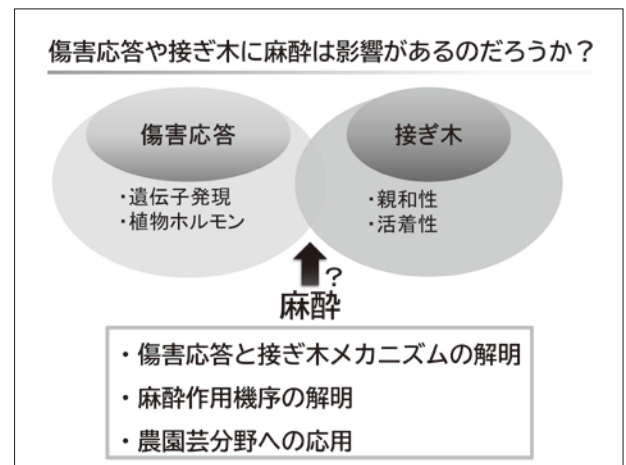
【図45】 オジギソウは触ると葉っぱがシュッと閉じて、しなりますよね。ところが、麻酔薬として使われたこともあるエーテルを処理すると、葉っぱを触っても閉じなくなってしまうのです。1時間ぐらいして、麻酔から覚ますとまた元に戻ります。これは全部同じ植物です。実は植物にも麻酔は効いて、しっかりと応答していることが分かったわけです。

ということは、今までは麻酔なしでずっと接ぎ木や傷の実験をいろいろやってきましたけれども、もしかしたら植物は痛みを感じていたかもしれない。その痛みを感じなくなったら、接ぎ木はどうなるのだろう、傷はどうなるのだろう。もしかしたら接ぎ木がうまくいくようになるかもしれない。いや、もしかしたら傷が必要だから、うまくいかななくなるかもしれない。どっちだろうと、非常に興味を持って実験を進めています。

【図46】 麻酔というのが傷害の変化や接ぎ木などに何らかの影響があるのかどうかということは今調べているところです。ヒトでも麻酔が効く仕組みは完全に解明されていないみたいですので、もしかしたら植物を使うことで、そういったことにも何か新しい知見が見つかるのではないかという期



【図45】



【図46】

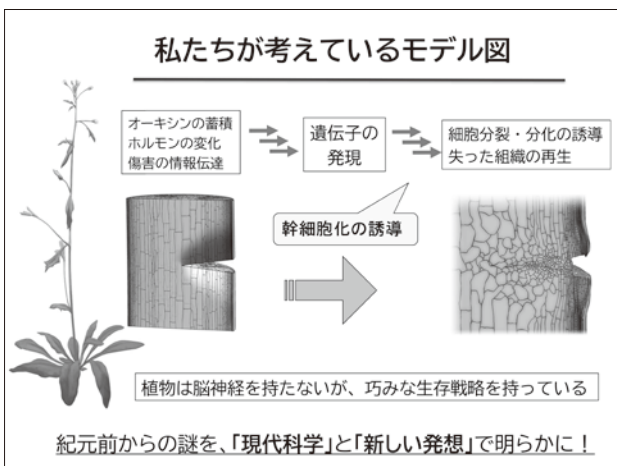


【図47】

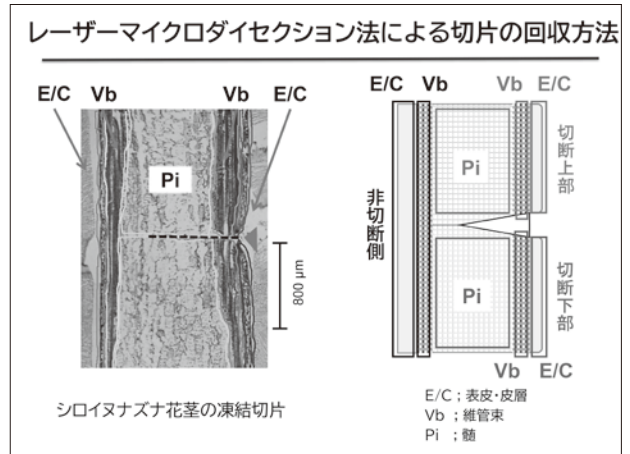
待もしています。

もう一つ、さっきのタケノコジベレリン、100万円分タケノコを買っても足りなかったとか、40トンの煮汁を煮詰めたという話をしましたが、今1細胞、2細胞でも細胞の中のホルモンが測れるようになってきています。どういうことをやっているかという、レーザーマイクロダイセクションという装置を使って、細胞レベルの実験を進めています。まさにここに書いてあるように、細胞の切片を顕微鏡で見ながら、この部分が欲しいと言ってやると、そこを切り取って、ポタッと落としてくれる装置です。【図47】実際にどんな感じでやるかという、顕微鏡の画像をペンでなぞります。そうすると、こちらでレーザーが出てきて、レーザーでビーツと切っているところです。これはまだつながっているのもう少しやると、スポンとなくなります。これは四角に切っていますけれども、実際に実験するときには、もっと細かく切っています。この部分とこの部分というのを細かく取って実験しています。

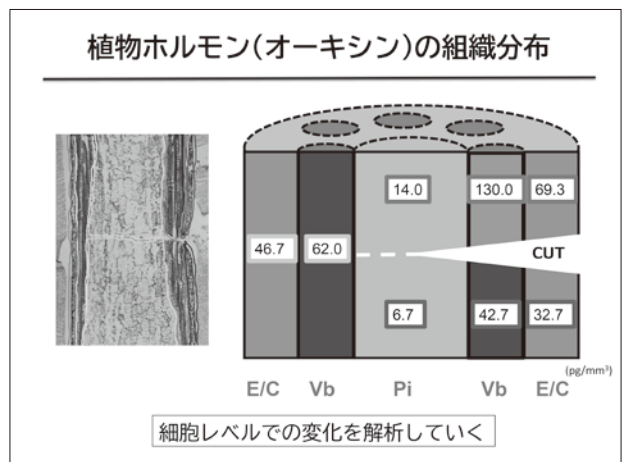
これはいろいろなものに使われていて、例えば、がんの細胞などもこうやって調べて、この部分だけにかんがあるかどうかを調べたりすることもできるそうです。こういう装置を使って、今はシロイヌナズナの茎の切片を作って、どの部分



【図50】



【図48】



【図49】

かとすごく細かく分けて、回収して、その部分の細胞にどのぐらい植物ホルモンが入っているかというのを調べたりしています。【図48・49】こういう細胞レベルでの変化を今後調べていきたいと思って、実験をやっているところです。1細胞から数細胞で植物ホルモンになると測れる装置が京大京大宇都宮キャンパスにありますので、それを使って実験を進めています。少ない量のサンプルから様々な植物ホルモンが測れることを、今非常に売りにしてしまっていて、国内外のいろいろな先生方と一緒に実験を進めているところです。

これが最後のスライドになります。【図50】私たちが今考えているのは、傷が治るときに植物ホルモンの変化や傷がついたという情報が、ある遺伝子の発現を調節して、これによって失った細胞を元に戻す、あるいは細胞の分裂を調整することで傷を治すという仕組み、植物には脳も神経もないですけども、巧みな生存戦略を持っています。つまり、自ら癒す力を持っているわけです。紀元前からのなぞを今の現代科学の力と、さらに学生を中心とした新しい発想で明らかにしていきたいと考えて研究を進めております。たくさんの方々のご支援とご協力によってこの研究を進めております。最初はシロイヌナズナの接ぎ木、こんなもの、できないと言って、1個やるのに1時間近くかかっているのではないかとい

う学生が、数カ月やると、もう何個も何個も簡単に接いでしまうのです。成功率が何割です、何割まで行きましたと言って、それを学会で発表するとみんな驚きます。何とか大学の先生とか、そんなにできるのというぐらいびっくりしていただいています。本当にみんな真面目に研究をやってくれて、日々感謝しています。こういう学生たちと一緒に研究できて、非常に幸せな環境を頂いていると思っています。

また、科研費や私学助成、あるいはこの4月から立ち上がりました先端総研の補助金など様々なものを頂いております。この場を借りて感謝申し上げます。とりとめもないというか、たどたどしい話で恐縮ですが、これで私の研究の紹介を終わらせていただきます。ご清聴、どうもありがとうございました。

最新研究講座 理（コトワリ）と工（ワザ）の研究者たち
第4回 ロボットコンテスト世界大会への挑戦

帝京大学理工学部教授 蓮田 裕一

実施日 2021年5月29日（土）

YouTube「帝京大学総合博物館」チャンネルにてライブ配信

※緊急事態宣言発令を受け対面講義は中止

本日は「最新研究講座」の最終回になります。私からは、「ロボットコンテスト世界大会への挑戦」と題して、学生の活躍についてお話しさせていただきます。

講演の内容は、ロボットコンテストの指導について、特に帝京大学理工学部のロボットサークル「ロボラボ」の学生の活躍、そして、小中高生と大学生を対象としたロボコンの開催を宇都宮キャンパスで行っておりますので、人材育成の場としてご紹介したいと思います。また、科学コンテストとしては、ロボコンだけではなく、発明工夫コンテスト等でも学生が頑張っておりますので、それらも時間の許す限りご紹介したいと思います。

宇都宮キャンパスでは、ロボット教育を通じた人材育成に取り組んでおり、WRO Japan 北関東大会を2015年から主催しております。今映っている画像は、まさに2015年、カタールのドーハでの開会式のシーンになります。

<動画視聴>【図1】2015年から、World Robot Olympiadの北関東大会公認予選会を、小中高生を対象に開催しています。今映っている動画では、WRO 地区予選として、小学生が夏休みに一生懸命取り組んだ成果を、私たちが開催しているこの大会で披露していただいています。ライトレース、非常に上手です。カラーセンサーを駆使してブロックを選別しています。毎年、小中高、大体50から60チームが集まり、参加者が200名を超えることが普通です。このようにレゴ社のマインドストームを用いた大会を続けております。これは中学生です。このような複雑なこともできるわけです。



【図1】

こちらの地図をご覧ください。【図2】今ご紹介しましたWorld Robot Olympiadですが、地図の中に赤いポイントがあります。これが世界中で参加されている国と地域を示しています。オリンピックですから、まさにロボットのオリンピックになるわけです。ロボット競技を通じた人材育成として、世界67の国・地域から、2万7,000チームが参加しまして、その代表が毎年11月に開催国に集まって試合をする流れになります。本来ならば去年はカナダのモントリオールで世界大会が開かれるところでしたが、残念ながら新型コロナウイルスの世界的な蔓延により中止になりました。日本でも、毎年高校生が600から700チーム、小学校・中学校合わせて1,000以上のチームが参加しています。大学生も30チームぐらいが参加しております。

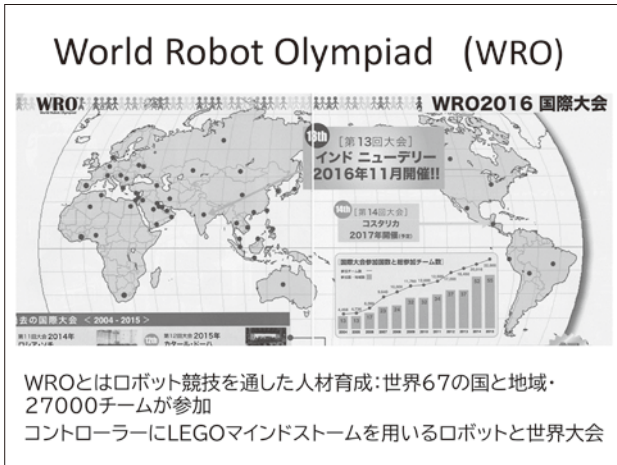
小中高に関しては、コントローラーとして、レゴのマインドストームを用いていることが一つ重要になります。【図3】レゴのマインドストームは、スライドの左下にロボットの一例が出ておりますが、インテリジェントブロックという四角い箱があります。そこにワンタッチでセンサーやモーターを接続することができます。例えば、私たちが大学生に指導しているように基板から回路を起こし、それをパソコン等に接続して、プログラミングをしてから動かすとなると、どうしても2カ月、場合によっては3カ月かかってしまいますが、これはワンタッチでできます。このレゴ社のマインドストームは世界中で購入できますから、そのキットが手に入れば、

理工学部のラボのなか！

ロボットコンテスト世界大会への挑戦



帝京大学 理工学部
情報電子工学科 教授 蓮田裕一



【図2】

基本的に誰でも参加できるという大きなメリットがございます。そこで67カ国、2万7,000チームという非常に多くのチームが参加できるわけです。この後ご紹介しますが、プログラムがビジュアルで非常に分かりやすく、例えば、モーターならモーターのアイコン、超音波センサーならそのアイコン、タッチセンサーなんかはアイコン画像の通りに当てはめることができます。スクラッチと似たところがあるビジュアルなプログラムですので、例えば、昨年2020年から小学校で必修化されましたプログラミングでも活躍しています。

子どもは2015年から帝京大学宇都宮キャンパスでサイエンスの授業などの出前授業を行っております。説明しながら30分くらいで、ぶつからない車を自分で作る体験ができます。今見ているスライドの中でも、右下にあるように、出前授業で一気に40人ぐらゐの受講者にマインドストームを用いた自律型のロボットの体験もやっておりますので、ぜひご覧いただければと思います。

このロボットキットは、実は大学でも使っております。多分どの大学でも使っているのではないのでしょうか。近くですと宇都宮大学、群馬大学、福島大学、茨城大学、新潟大学など、ほとんどの大学でこのロボットを用いて指導しています。



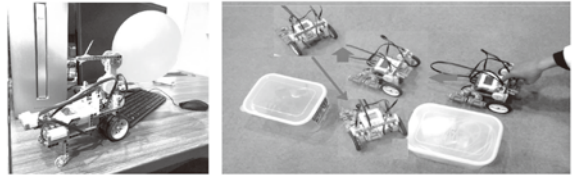
【図3】

LEGOマインドストームを用いたロボット

- ・インテリジェントブロックにセンサやモータをワンタッチで接続できる
- ・世界中どこでも購入できるキットがあればだれでも参加できる
- ・プログラムがビジュアルで分かりやすい → 小学生から利用できる
2020年プログラミング教育の必修
- ・出前授業で30分でぶつからない車を体験できます

大学のロボットの講義でも活用

- ・2022年から「エレクトロニクスコース」→
「ロボット・メカトロニクスコース」
- ・1年生:プロジェクト演習
- ・3年生:メカトロニクス
ロボット工学
- ・4年生:卒業研究でも活用



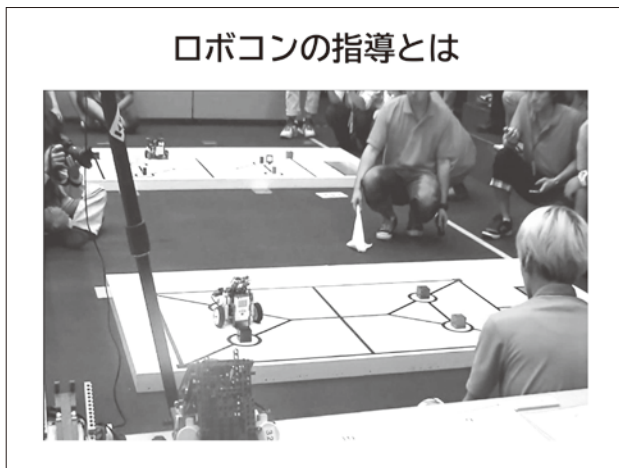
【図4】

私どもでも2022年から情報電子工学科のエレクトロニクスコースがロボットメカトロニクスと名前を変えまして、新たにバージョンアップするのですが、その前から、例えば、1年生のプロジェクト演習という授業で、レゴ・マインドストームを使いまして、生活に役に立つロボットを学生が自由に設計して作っております。

例えば、このスライドの左下にあるロボットがその一例です。【図4】四輪で動くロボットの後ろに、緑色の風船がついています。そこを目掛けてアームがあって、実は爪ようじがついています。生活を豊かにする役に立つロボットということで、この学生は、朝起きられないので時間になると起こしてくれるように、ロボットが近づいてきて、枕元で風船を割るシステムを製作しました。そんなことをしなくても起きられるのではないかと思います、いろいろなものを自由に作っております。

【図4】の右下の写真は、超音波センサーを多数使った自動パーキングできるロボットで、空いているところを探してとめることができます。また右上の画像は、帝京大学マスコットの「うってい」の内部を示していますが、そのロボットをブルートゥース通信で自由に動かさせますし、お話しもちょっとできます。そのようなロボットを学生は作ってくれます。また、3年生の時にも、メカトロニクス関係の授業やロボット工学で、自律型ロボットを活用しています。卒業研究でも、初学者の基礎基本として活用しています。

私は2014年まで栃木県の工業高校の教員でございました。授業の傍ら、先ほどご紹介したWROという世界的なロボコンの指導もしており、高校生の部で10回の世界大会の中、9回世界大会に出場することができました。それ以外にも、科学コンテストの指導もしておりました。今日は中学生、高校生の皆さんも聞いていらっしゃるということですので、高校生への指導のお話も少しさせていただきます。科学コンテストでは日本学生科学賞に応募していましたが、そのほとんどが生物関係の研究です。高校生とともに水生昆虫の研究を行い、コンテストに参加していました。1990年に生物部門で1位になり、その年、平成天皇へのご説明ということで、部長の生徒を連れて御所に参り、天皇陛下と美智子様にご研究成果



【図5】

をご説明させて頂いたことがございました。また、ロボコンは科学技術が集約されたものですが、それ以外にも高校生とともに近隣の企業と機械微細加工の共同研究をしております。研究成果がまとまると高校生に学会発表をしてもらいました。国際会議でも発表してもらったことがあります。

機械微細加工の研究をまとめ、高校教員の在職中に学位も取らせていただきました。縁があり、2015年4月に帝京大学理工学部情報電子工学科に着任し、6月にロボットサークル「ロボラボ」を作り、現在に至っています。

高校教員の時には韓国の浦項（ポハン）の世界大会で世界第2位の成績を収めることもできました。私が高校で行っていたロボコン指導の動画をご覧いただきたいと思います。<動画視聴>【図5】今、コース上にロボットが映っています。ロボットは赤い中空のブロックを抱えています。4つのブロックを拾います。すでに青のブロックが青ポールに入っていて、次に手前の赤のポールに抱えてきた赤ブロックを入れます。全部のブロックを拾い、それぞれの色のポールに入れてゴールに戻ります。1個ずつ取るマシンです。毎年1月に公開される国際大会のルールに従い、学生の指導が始まります。幾つかのタイプのロボットを作っているのです。これは4個を取るマシンです。今、ロボットが振り返って青ブロックを取り、次に黒ブロックを取ります。上手ですね。そして赤ブロックを取る。中央のラインに戻って、振り向いて赤のブロックをゴールに入れます。すばらしいライントレースです。次は黒ブロックです。本当に努力のたまものです。次、青ブロックを入れます。次に黄色ブロックを入れます。そして、最後はすべてのブロックを入れた後、ゴールインします。

今見てお気づきになったと思いますが、コースの四隅に置いてあるブロックがランダムに置かれています。スタートする前にどのブロックがあるかわかりません。ですから、今の動きのように、ポールを目指してロボットがコースを行ったり来たりすることがあります。私はそれが非常に不満でした。ロボコンの指導において、高校生や大学生に戦略的な解決法を検討し、提示することは指導者がやることだと思っています。地区大会で優勝はしものの、世界大会を前提にさらに時間を短縮することが私からの要望でした。

そこでコンテストの翌日から日本大会に向けて行ったことは、ブロックを拾う順番をロボット自身が決める方法。もう一つは、少し危険ですが、せっかく取ったブロックを一度排出することを高校生に提案しました。

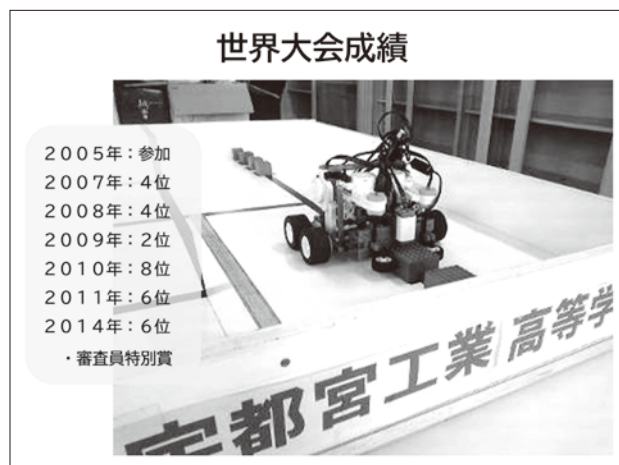
ご覧ください。これは、高校の実験室で試走しているのですが、手前にグレーで示したベースエリアがあり、そこにロボットが置いてあります。今動かそうとしています。コースの四隅に手前に黒と青のブロックがあります。4つのブロックをそれぞれの色のポールに入れて戻ってくるのですが、できることなら、最後のポールに入れるブロックとしては手前にある青と赤のブロックがいいわけですね。ですから、最初に赤か青のブロックを取ってほしいのです。

そこで例えば、スタート後、左側のブロックを取りたいなら、ロボットを置く場所をベースの左側にする。逆に黒のブロックを取りたいければ、ロボットをスタートエリアの右側に移動しておく。そしてスタートのスイッチを押すと、その途端に超音波センサーが壁までの距離を測って、都合の良い色のブロックに向かうだろう、そんなことを提案しました。

ご覧ください。ロボットが左側に行きました。振り返って黒ブロックを取りました。順調ですね。赤ブロックを取って次に黄色ブロックを取りました。振り返って黄色ブロックを入れても、このままだと次は赤ブロックを入れなければなりません。赤ブロックを入れた後、次は黒ブロックを、最後に青ブロックを入れて戻ります。このように、行ったり来たりすると時間がかかりますので、一度ブロックを捨ててしまったらどうかと言いました。一度出してから拾えばいいではないか。このような提案するのが私の仕事でした。それによって、117秒かかっていたのが29秒まで短縮できたわけです。

ロボコンの指導を20年近く行ってきましたが、宇都宮工業高校の時には部員数が多く、30チームできるほどでした。部員が60名を超え、一番多い野球部でも100名でしたから、1学年8クラスある学校とはいいいながら、非常に多かったのです。

世界大会の成績です。【図6】2005年からWROに参加して、2006年の日本大会で3位になった以外、日本大会では優勝・準優勝し、9回、世界大会に行くことができました。特に



【図6】

2014年は、高校の教員最後の年でもあり、感慨深い大会でもありました。ロシアのソチで6位、そして審査員特別賞をダブルで受賞することもできました。

今お示しているものは、高校生の方も見ているということなので、あえて入れたものです。【図7】当時の活動はロボコンだけではございませんでした。放課後ロボコン指導と、時間を取られる進路指導部長の任を務めながら、科学研究の一つとして、機械加工の研究も高校生に行ってもらっていました。30代後半ぐらいの方だと覚えているかもしれませんが、スライドの右側にあるのはスペースシャトル、エンデバー号です。エンデバーが宇宙空間で使う燃料電池の加工を企業と共同研究することになりました。要するに、超精密切断加工です。私が学位を取得した分野ですが、宇宙空間で太陽光から発電を行う燃料電池の加工を行いました。この加工は高校の教育施設を活用してわりとうまくいきました。

高校生にいつも話しているのですが、例えば、研究成果を日本機械学会等で学会発表してもらおうとき、さらにまとまったときには、スライドの左側にあるように、【図7】高校生による国際会議での論文発表を随時やっていただきました。科研費も結構当たったものですから、お金のことに困らずにうまくできたのです。そのうちに、高校生が論文発表した国際会議で、何と高校生が優秀論文を頂戴することにも発展したのがこの時期であります。

2022年9月の新聞記事です。日本機械学会での初めての学会発表になります。読み上げますと、日本機械学会関東支部ブロック、開催場所が帝京大学理工学部宇都宮キャンパスと書いてあります。この頃から帝京大学とは関係がありまして、初めて日本機械学会で発表させていただき便宜を図っていただいたのも帝京大学理工学部でありました。メンバーは本当にたくましく、よくやってくれました。最初、日本機械学会からは、発表するに当たっていろいろと聞かれたのですが、まずは高校生の論文を見てほしいと。論文を見ていただいた後で、高校生にも発表の場を与えていただけたわけです。

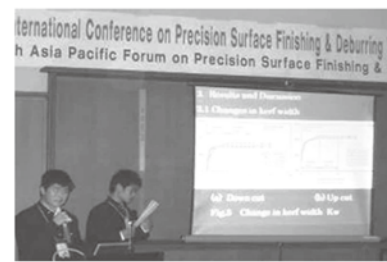
高校生の研究が順調に進み、新聞に掲載されているように、例えば、国際会議で論文発表しましたが、これは全てメーカーとの共同研究です。産学共同ですから普通は大学と結ぶものですが、高校に依頼されました。驚いたことに、海外の理工系大学から宇都宮工業高校に留学したいという希望が毎年五、六件来ました。例えば、ある国の〇〇大学の成績トップの大学院生から、Ustunomiya Technical highschoolで学びたいという申し出が来ました。このような間違いが起きるのは、工業高校が日本独自の学校種だからです。ほかの国では工業高校はないのです。ですから、留学の件は丁寧に説明してお断わりしました。

論文を読んだ世界中の企業から共同研究の話も来しました。一例として、イタリアの航空機メーカー、エアバスを作っている企業からです。そこの大きな工業団地から、非常に削りづらいものがあるのだが、共同開発にできないかと、イタリアの航空宇宙企業からも共同研究のお誘いを頂戴しました。

ちなみにこういった研究をしていた高校生は、就職する者、あるいは進学する者ともに非常にいい結果を示しました。私

ロボコンだけではない高校での科学研究

高校生が国際会議で最先端の機械加工を情報発信



スペースシャトルの燃料電池の加工に応用

【図7】

はクラスを持ったこともありましたが、38人のクラスの中で11人が進学して、あとは就職です。その進学者11人の中で9人がロボコンや機械加工の研究実績が評価され、国立大学に行くということも起きたわけであります。

今日は中学生、高校生の皆さんも見たいというので、高校のお話を交えてみましたが、そろそろ大学生のお話もしないといけませんね。大学では、スライドにありますように、【図8】myRIOというコントローラーと右側にあるLabVIEWというプログラムを使い、ロボットを動かしています。これも非常に分かりやすい、ビジュアルなプログラムです。先ほどまで示していた小中高生が用いているレゴのソフトウェアはLabVIEWから発展したものですから、非常に似ていますね。myRIO、LabVIEWの組合せは、音響とか振動の解析に有効な計測機器でもあります。【図9】に示すように企業ならば、車の振動解析、野外での騒音解析、あるいはNASAではロケットの推進試験に活用されています。何かあって問題点を探るときに、問題があった場所をすぐにビジュアル的に探し出せるため、非常に都合がいいプログラムだからです。

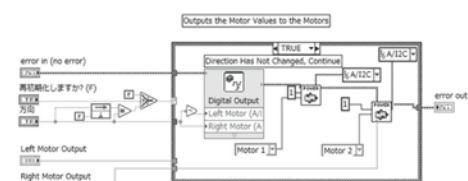
ロボコン世界大会の動画を少しご覧いただきたいと思います。<動画視聴>【図10】

大学生のロボットの制御

ロボットのコントローラーはNI社のmyRIOを使用し、動作の制御はLabVIEWというプログラムにより行う。

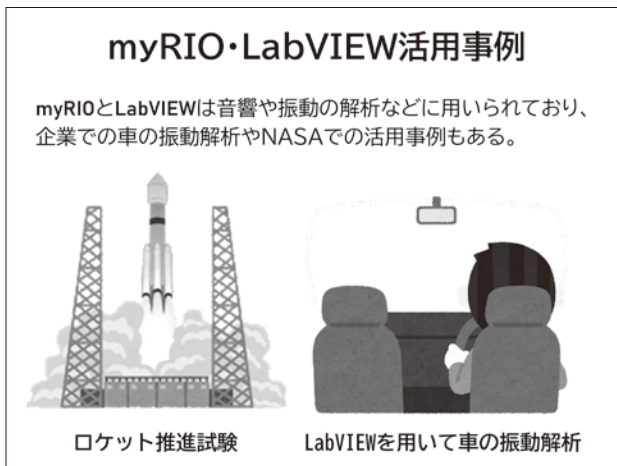


myRIO



LabVIEW(モータ動作プログラム例)

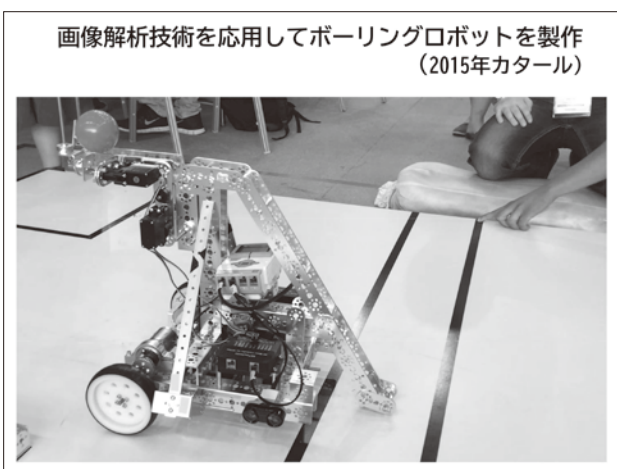
【図8】



【図9】



【図11】



【図10】

2015年に私が着任し、6月にサークルを作り、8月にWRO日本大会に参加しました。これは、ボーリングをするロボットです。ピリヤードのボールをセンサーが探し出します。ボールの位置まで前進して、車軸と同軸になったら、90度振り返って、サーボモーターを開く。そしてボールをピックアップします。順調ですね。ラック&ピニオンでボールを持ち上げて前進します。そして、ロボットは前面にあるカメラでピンの位置を探して投げます。ピンに向かってボールが転がり、ほとんどのピンが倒れました。

レーン端のピンが2つ残ってしまいました。これが普通です。なぜかという、ボールがピンとピンの間をすり抜けるくらい小さいからです。この残ったピンを倒してスペアにしないと、高得点が望めません。ロボットは一投目後のピンの残り具合を画像で解析します。これが高校生との違いです。レーンのXYの軸上のどこにピンが残っているかをカメラからの画像で見出すわけです。白色のピンの位置を解析しやすくするために、ピンの裏側には黒のボードが張ってあります。ボールを投げ終わった途端にピンの位置解析が始まります。ここで私たちが狙っているのは、ピンが2つ残っているなら、内側のピンに当てて、それをはじいて外側のピンを倒すことです。ミリ単位の制御技術を用いてもなかなかうまくいかな

いのが普通です。

ロボットが二投目の動作に移り、2つ目のボールを探しにいきました。ロボットはもう1度一投目の動作をすればよいわけです。前進してボールを持ち上げて、位置エネルギーを高めています。前進し、ファウルラインの手前に止まり、カメラで残ったピンの位置を確認して投げました。思ったとおり内側のピンを当てて見事スペア。いつもこのようにうまくはいかないのですが、カタルでは10位になることができました。世界大会に初めて参加した大学生が、よく頑張ってくれたと思います。

もう一つご紹介したいのは、WR02019日本大会で準優勝して、ハンガリー世界大会に行くことができたことです。

<動画視聴> 【図11】

3人の大学生チームがロボットを動かしています。ルールはコース内にランダムに置かれた5色のボックスを探し、ボックス上の小さなキューブブロックを交換することです。ロボットは狭いパーキングエリアを出発後、青いボックスをカメラで探します。そしてその青いボックスの上に乗っているブロックを取ります。今、青のボックスの上に4つのオレンジ色のキューブブロックが乗っていますね。ロボットは、青ボックスを動かさずに、4つのブロックのうち、壁から一番離れたブロックを取ります。オレンジ色のキューブブロックを確保しましたから、次にオレンジ色のボックスを探して移動し、オレンジ色のボックス上のキューブブロックと交換します。

ロボットが動き出し、青のボックスを探しています。そして一番遠くにあるオレンジ色のキューブブロックを取りました。次はオレンジ色のボックスを探しに行きます。見つけましたね。近づいていって、ボックスと垂直になるように機体を動かして、ボックス上に乗っている緑色のブロックを取って、オレンジ色ブロックと取り替えました。次に緑色ボックスを探し、ボックス上のブロックを取り替えました。うまくいきましたね。最後の赤のキューブブロックを抱えたまま、出発点であったパーキングエリアに戻り、完走しました。

ロボットは常に壁との距離を図りながら、なおかつ、左右のタイヤのモーターの回転角度の積算から現在地まで動いた



【図12】

距離を計算して戻れたのです。素晴らしい技術ですね。学生も手を握り合って喜んでいました。日頃の猛練習を経て、ハンガリーで6位になることができました。しかし、世界のレベルを痛感し、非常に複雑な心境でした。優勝・準優勝チームは50万円のセンサーを使用していましたが、我々ののは1万円の廉価版。オブジェクトの認識ができませんでした。

【図12】

世界から24チームがハンガリーに集合していましたが、初日の練習の段階で3チームが消えました。練習をされていて、うまくいかなかったのでしょうか。第1回戦に来ませんでした。1回戦終了後、さらに4チームが減りました。参加チームが日ごとに減っていることが分かるのは、実は大会中は会場内にいなければなりませんから、外で食事をするのができません。ランチが支給されるのですが、いなくなったチームの机の上にうず高くランチが残されていることからわかります。決勝戦は8チームに絞られ、世界大会で勝ち残る困難さを知りました。

優勝したのは台湾です。上位に入ったハンガリーもそうですが、距離画像を入手できる3D-LiDARセンサーを使っていました。前述したようにセンサーは1台50万円します。翌年は私たちも購入しました。今映っているマシンの真ん中に

小さく映っていますが、これが50万円する3D-LiDARです。光あるいはレーザーを出して、距離を画像として示すことができます。ご覧ください。【図13】まさにレーダーですね。真ん中の部分がロボットの中心になります。そして、緑色の部分が何も無い四角の部分は、そこにボックスがあることを示しています。ロボットが動きながら、どこにボックスがあるのかがミリ単位でわかります。

2020年、3D-LiDARを搭載して、日本大会に臨みました。3チーム参加しました。<動画視聴>【図14】

これは私の研究室の中での試走しているところです。ARC、Advanced Robotics Challengeは、ワンランク上のロボコンを意味していますが、大学生の部日本大会も2016年から帝京大学宇都宮キャンパスで開催しております。ロボットが3D-LiDARを駆使して青ボックスに向かい、キューブを回収します。本当に狭いところも、3D-LiDARを使い、正確に移動することができるのです。そして、5つのボックスの色、位置をマッピングできます。さらに、ボックス上のキューブブロックの位置、色も全て認知できるわけです。ロボットは青のボックスに一直線に移動し、キューブブロックを2本のアームで取ります。アームも学生が3Dプリンターで作りました。緑色のキューブブロックを取り、次は緑色のボックスに移動します。そして緑ボックス上にあるオレンジ色のブロックと交換します。2020年からはルールが変わり、2019年はボックス上のグレーのエリアに接していれば許されたのですが、今度はエリア内に正確に入れなければなりません。ご覧のように、グレーのエリアにオレンジ色のキューブブロックをぴったりと置いてこられました。

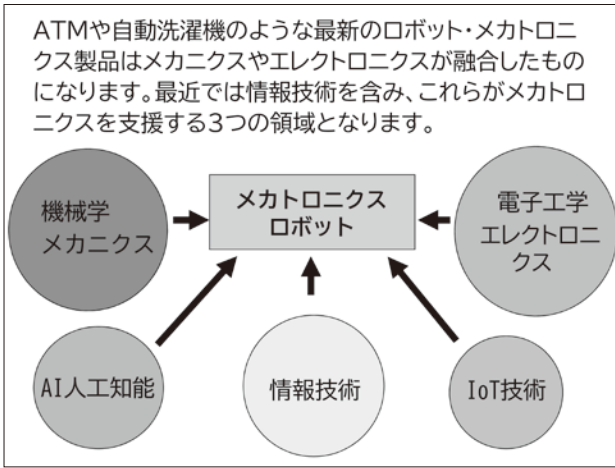
2020年は、コロナウイルスのため日本大会の開催が難しくなりました。例年なら二十数チーム集まるのですが、この年の参加数はなかなか伸びませんでした。帝京大学からのご支援も頂戴して、この年は2台、3D-LiDAR搭載のロボットができて、優勝・準優勝、3位を独占することができました。本来なら、カナダのモントリオール世界大会に行くはずでしたが、中止となり、残念ながらそれはかないませんでした。世界大会には行けませんでした。その後、学長先生から、沖永文化功労賞を頂戴することができました。



【図13】



【図14】



【図15】

ご説明しました自律型ロボットは、身の回りにもたくさんございます。【図15】例えば、ATM、あるいは自動洗濯機、自動改札機です。掃除機もそうです。これらの自律型ロボットは、メカトロニクスを活用したものになります。メカトロニクスというのは図に示したように、機械学「メカニクス」、電子工学「エレクトロニクス」が融合したものです。そこに、ソフトウェアを動かす情報技術、プログラミングが必要です。この3つがメカトロニクスを支援する大きな領域と言っていると思います。最近ですと、そこにAIやIoTの技術も駆使されています。

ロボコンについてお話しさせていただきましたが、私たちはそれ以外に、myRIO、LabVIEWを用いたロボットの開発も行っております。その一例が農業散布ロボットになります。【図16】農業人口の減少化、高齢化に対応する試みです。もうもうと農業が立ち込める田やビニールハウスの中で、人の手で農業散布をしています。報告によると、イチゴで収穫までに60回、キュウリで40回も農業散布をします。非常に健康によくなく、夏場ですと、熱中症で毎年何人もの方が命を落とされています。農業を魅力的なものにしたいと考え、myRIO、LabVIEWの組合せで農業散布の自動化、省力化に取り組みました。技術的には2015年のカタール世界大会のボー



【図16】



【図17】

リングロボットとあまり変わりません。

<動画視聴>【図17】

例えば、ロボットがカメラで1メートル以内の物体を検出し、そしてそれが緑色なら、農薬を散布します。動画では農薬ではなくて水を使用していますが、近くの物体が緑色ならモーターが動いて農薬を散布します。まず近くの物体とするのは、はるか遠くの芝生や畝に対しても農薬をまこうとするからです。近くのもの第1の分岐条件になります。そしてその中で緑色と規定していますから、例えば、農業従事者が緑色の服を来ていない限り、農薬を浴びることはありません。

実際に農業散布ロボットを動かしました。【図18】これは宇都宮キャンパスのバイオサイエンス学科の作田先生の大切な農作物のところをお借りして、農薬に似せた水を散布しています。このように人の歩く速さで確実に農薬を散布していくことができます。

これ以外にも、ロボット教育を通じた人材育成として、2016年から宇都宮キャンパスでロボット技術教育シンポジウムを開催しております。一例として画像が出ていますが【図19】、各界の方々から基調講演を頂戴し、特に近隣の工業高校あるいは普通高校のロボット指導をなさっている先生方に来ていただき、シンポジウムを行っております。指導上



【図18】

のお困りごとや指導例を発表してもらい、優秀な発表に対しては、写真のように優秀論文賞等を出させていただいています。ロボット開発だけでなく、人材育成もしております。

また、人材育成やロボット教育の試みは世界からも注目されており、海外でもロボット教室などの出前授業を行っております。一例として2018年にカンボジアで行ったロボット教室をご覧ください。【図20】JICAなどからご協力をいただき、ロボットに関心がある海外の学生に機会を与え、留学にもつながる広報活動もしております。

先ほど申し上げた人材育成としては、大学生の部の日本大会も2016年から宇都宮キャンパスで開いています。【図21】これは2号館に掲げられた垂れ幕です。このように、大学からも私たちをインスパイアしてくれる世界大会出場の垂れ幕も掲げていただいています。

このような人材育成活動や活躍を世界中に知っていただけるチャンスがありました。帝京大学のロボット技術として、2015年から2017年では日本大会で優勝、3連覇しました。2018、19年は2位になってしまいましたが、昨年2020年、3年ぶりに優勝しました。その間、世界大会では世界中の強豪を相手に、2015年のカタール大会で10位、2016年、インド・ニューデリー大会では13位となかなかメダルに届きませんでしたが、創設3年目、2017年には前学部長の波江野先生のお力を借りまして、コスタリカで、遂にメダルを取ることができました。そして2019年のハンガリー大会で6位に入ることもできました。夏のオリンピックのように100を超える国が参加するわけでありません。70カ国に満たない大会ですが、小学生であっても、大学生であっても、オレンジ色の日本代表のユニフォームを着てオリンピックに出る機会を与えていただきました。選手の励みにもなりますし、本当に感謝しながら活動を行っております。

さらに全国大会等で優秀な成果を取めたことに対して、地元の宇都宮市から宇都宮市民賞を、今年はロボットサークルと私の研究室がダブルで頂戴することができました。同一の学校がダブルで受賞するのは、宇都宮市始まって以来のことと聞いております。

それ以外にも理事長、学長先生からも多大なご支援を頂戴



【図20】



【図21】

してございまして、7年間で沖永荘一学術文化功労賞を4回、同じく文化奨励賞を5回、都合9回頂戴することにもなりました。本当に感謝感激で、学長、理事長先生からじきじきに卒業式での授与式とお褒めを頂戴し、学生が感激の声をあげることもありました。このような多大なご支援に感謝しながら活動に邁進したいと思っています。ロボコン世界大会での活躍の一部は八王子の博物館でも展示されていたと思います。残念ながら私は見られなかったのですが、ぜひ見られる機会を願っております。

大学での学びを生かした科学コンテストやロボコンもそうですが、それ以外にも、ロボットメカトロニクスを活用した「ものづくり」として、研究室では日本産業技術教育学会主催の大学生発明・工夫作品コンテストにも出品しております。

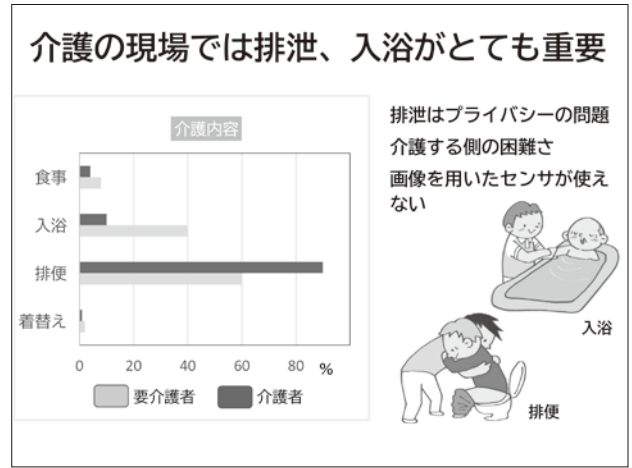
また、今年からは東北大学の研究開発センターが主催しております国際イノベーションコンテスト-iCAN21にも参加しております。【図22】この活動の母体となるのは情報電子工学科での授業です。エレクトロニクスやプログラミングの授業を発展させてコンテストに参加しています。画像では女の子が楽しそうに、にこにこ笑顔でロボットを作っています。また、右下はオシロスコープを使って脈流を測っています。授業での取り組みです。授業の中で、自由に物を作り、作品をプレゼンテーションすることを学生の皆さんに問いか



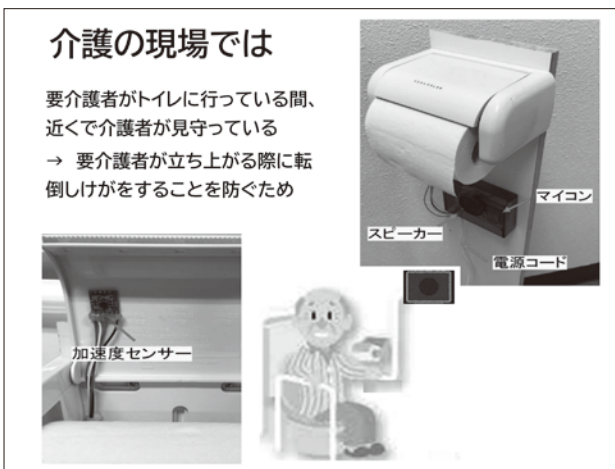
【図19】



【図22】

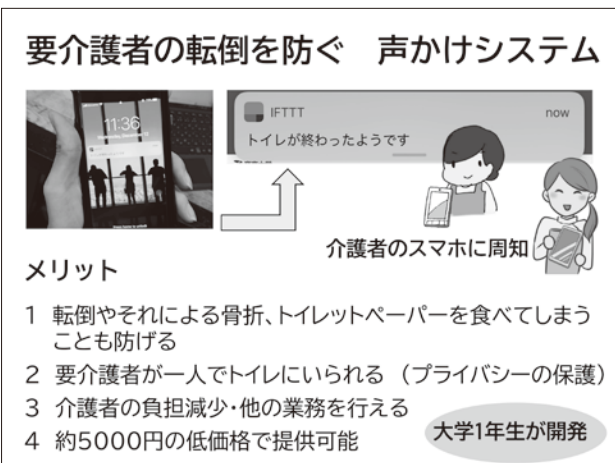


【図23】



【図24】

けています。作品を最後、授業の中で発表するのですが、まさに生活を豊かにする優秀な作品が多くありました。その一例が、介護ロボットの開発です。厚生労働省から委託されている介護ロボットの開発に私も参加することになり、それを授業で学生に話し、授業で学んだことを生かした作品に取り組みました。近くの介護施設、病院の許可を得て、病院と共同で介護ロボットを作り始めました。



【図25】

【図23】 病院や施設の方に何が大変かとお聞きすると、入浴と排便でした。特に排便に関しては、介護する側、介護される側、どちらも大変であるとの現状を得ました。プライバシーの問題がありますから、カメラ画像を用いたセンサーが使えないのが大きな問題点になります。いろいろ試しました。排便中を検出する方法や、いつ終わったかを知る方法を模索しました。なぜかという、例えば、介護の方が夜トイレに連れて行き、排便中ずっとトイレの近くで待っていなければなりません。【図24】 夜間に10分おきに付き添うことを知り、大変な重労働と知りました。もう一つは、高齢者や認知症の方が、トイレが終わったときに、一人で立ち上がろうとして転倒し、大腿骨を折ることが多発していることです。画像を用いずに、どの手段でトイレが終わったことを検出できるか。それが最重要課題でした。

臭気センサーで排便時のにおいをセンシングしてみる、あるいは、便座に圧力センサーをつけて、立ち上がる、あるいは前かがみになるときの体重移動はどうか。いろいろ試したのですが、結局突き詰めてみると、実はトイレトペーパーを引き出す動きが一番簡単で確実だと分かりました。そこで、加速度センサーを取り付けて、トイレトペーパーをちょっとでも引っ張ると、すぐにそれがマイコンに飛び、スピーカーから「誰々さん、おトイレ終わりましたか？ 今行きますから、座って待っていてください」という声かけシステムを完成しました。【図25】 同時に介護する方々のスマホやパソコンなどの端末に、図のように、「トイレが終わったようです」というメッセージが送られます。当然、スマホから話しかけることもできます。このアイデアによって、トイレでの転倒やけがをすることが防げるようになりました。さらに5,000円の低価格でできるし、介護者の方々はトイレ付近で待ち続けなくても良いですから、ほかの業務もできます。そしてこれを開発したのは大学1年生グループです。入学して僅か半年程度の学生が開発して、学会の発明工夫コンテストで最高賞の「学会長賞」を取ることができました。

このようなメカトロニクスを応用したアイデア製品がいろいろなところで使われています。例えば、線路に落ちないベビーカーを学生が開発することもできました。ベビーカーが



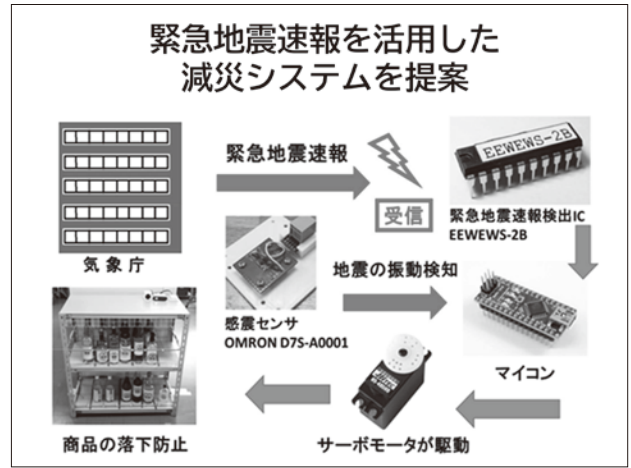
【図26】

線路に面する駅ホームの点字ブロックを探し出すと、自動的にお母さんに「線路の手前です。止まりましょう」と声かけをして、やんわりと止まるシステムを開発することができました。【図26】やんわりと止まるのは、急に止めてベビーカーがひっくり返らないようにするためです。これも入念に調べまして、お母様方は水筒、ミルク、哺乳瓶、着替えなどをベビーカーに下げますから、どうしても重心が高くなり、転倒しやすいからです。

今取り組んでいるのは、緊急地震速報の応用です。【図27】緊急地震速報を受信すると、いろいろなことができます。動画を見てください。2011年3月の東日本大震災のときに、東京のスーパーマーケットでは棚の商品が落下し、お店の中がめちゃくちゃになってしまいました。店員さんができることは、棚のものを押さえることだけです。では、どうしたら地震災害から商品を守るかというテーマで作ったのが、緊急地震速報を受信すると、自動的に棚のピンを保護するシステムです。最初に地震の到来を音声で知らせます。この動画のように、ピンの落下とピン同士がぶつかることも防げるように設計しました。2021年4月25日の国際イノベーションコンテスト日本大会で2位になりました。ちなみに1位は東北大でした。この後12月の世界大会でドイツに続き、世界第2位に輝いた作品です。



【図28】



【図27】

それ以外にも、手すり除菌ロボットを開発し、発明工夫コンテストに応募し、最高賞の学会賞を6連覇しました。【図28】コロナウイルスで世界的に非常にお困りになっているときです。病院スタッフを支援する手すり除菌ロボットを大急ぎで作りました。手すりにアルコールスプレーを噴霧しながら除菌することができます。市販されている除菌ロボットは噴水のようにエタノールを噴霧するのですが、それは火災発生やアルコールの気化により非常に危険です。そこで、このロボットはピンポイントで噴霧し、人が近づくと、音声で警報して止まることもできます。おまけに、病院内のどこを巡回しているのか、カメラからの情報から異常も知らせます。また、廊下をどのように走っているか、それも分かるわけですから、結構便利だと思います。

パンデミックな世界状況や人命にかかわることを解決するのは研究者の使命ですから、学生による研究成果の学会発表や、国際会議の講演なども行っています。毎年学生による学会発表が年に10報、国際会議が5報、そしてテレビやラジオにも五、六本出ております。早ければ大学2年生から国際会議で発表することができます。【図29】

私の研究の原点は水生昆虫です。【表1】大学1年生のときから始めた科学研究は水生昆虫の生態学研究です。もとも



【図29】

**科学分野の研究を始めたきっかけ
水生昆虫の生態研究とロボット**

・今までの研究のなかで、ロボットは苦手な分野

機械微細加工: 難加工材料の精密研削・燃料電池隔壁材のスライシング・磁気ヘッドの微細加工で学位
キャリア教育: 進路指導・人材育成
水生昆虫学: カゲロウの生態・生物学的水質判定
技術教育: 授業改善・プログラミング教育

・ロボットはアイデアが浮かびものづくりの楽しさがメイン。得意な分野？

【表1】

と専門は機械工学でしたから、例えば、磁気ヘッドの微細加工、燃料電池、携帯電話の発信機などをメーカーと共同で作っていました。そしてキャリア教育、技術教育も私の研究分野だと思います。ロボットはそれほど得意ではないのですが、学生と一緒にやっているのが好きなので活動しております。私の原点をお示しします。大学1年生の9月に、栃木県宇都宮市の鬼怒川にかかる橋の上で自動車19台の玉突き事故が起きました。原因は今まで情報のなかった虫であるオオシロカゲロウというカゲロウの一種が、夕方から橋の上の水銀灯に群がり、一晩で橋の上に大体3億匹、厚みにして約5センチ降り積もったからです。その体積した死骸にスリップした車が玉突き事故を起こしました。水生昆虫のカゲロウの大発生は海外でも起きています。文献によると、ミシシッピ川では40センチ、イリノイ州の川では、トラックさえ止めてしまうほどの60センチ以上虫が降り積もったことも示されていました。かなり日本とはスケールが違いますね。

私が工学部の機械工学に入学し半年経った時でした。難加工材をいかに効率よくきれいに削るかということが使命でした。カゲロウの研究で体験した、状況を数字で客観的に示すことや、研究の現状を論文から情報収集する。それが新しい知見なのか、これからどのように研究を進めるかという、研究の手法をカゲロウの大発生から学びました。

生きる力を身に着けるのが学び舎の使命

分野が機械工学や水生昆虫学のように大きく異なる分野に思えても、自然科学の研究の手法はさほど、変わりはない。対象物が超耐熱鋼やセラミックなのか、オオシロカゲロウ、あるいは自律型ロボットなのかは問題ではない。

どのように学び、問題を解釈し、解決していくかが重要。学生には生きる力を身に着けてほしいです。

【表2】

余談ではありますが、先ほど示した水生昆虫は、1920年代に新種記載されてからサンプリング記録もない希少種で、それがある日突然、大発生したのです。農学部の方でも大発生したカゲロウの名前も分かりません。独自に調べていくと、大発生中にもかかわらず河川のどこからも採取されません。私は農学部の後輩と近隣の川を徹底的に調べました。川岸や瀬の部分、カゲロウが生息するところにはいません。最後に残ったところは、深さで1メートル、流れがめっちゃめっちゃ速い川の川底のさらに下のみです。生命綱をつけて、スコップを持って、その後輩と川に潜りました。川底のさらに5センチ下に、つくだ煮になるほど大量にいました。貴重な体験をしたわけです。

私の話をまとめると、次のようになります。【表2】私からの大学生に対する要望でもあります。たとえ分野が違って、研究の手法は変わらないことです。機械工学だろうが、水生昆虫学、あるいは生態学であろうが、自然科学の研究手法に大きな相違はありません。そして対象物が何であろうが、きちんとした自然科学の学び方、解決の仕方を学べば大丈夫ではないかと考えています。大切なのは、問題をどのように解釈し、解決していくかが重要です。学生には専攻している学問分野に捕らわれず、ぜひ広い視野を持ち、生きる力を身につけてほしいと願います。

今、この講演中も私が顧問をしているロボットサークルが活動しております。カメラを切り替えて、活動の様子を見ていただきますので、よろしく願いいたします。<動画視聴>今、ロボットがパーキングエリアから出て、オブジェクトを順調に探しています。この動きを実現するために、学生は毎日活動してくれています。順調に動いていますね。もう一つ、カピバラ型ロボットをご覧ください。特に高校生に、科学技術を体験していただきたく作りました。このような可愛いロボットを操作することもできますので、オープンキャンパスに来ていただければと思います。宇都宮キャンパスの私の研究室でもいいですし、サイエンスキャンプでも操縦体験をしてくれるといいと思います。このカピバラ型ロボットはレゴのマインドストームで通信操縦できます。ブルートゥース通信で100メートルの範囲なら動かすことができます。結構評判が良いので、今回八王子の博物館でも5体お出ししました。残念ながら、私たちが一緒に行って体験することができませんでしたが、また、機会がありましたら、これらも体験してほしいと思います。

さて、私からの発表はこれで終わりになります。最後までお付き合いいただきまして、ありがとうございます。ご清聴ありがとうございます。

IV 研究ノート

日仏の産学官連携による相互補完的デジタル・ツイン・ミュージアムの構築と評価
- リアル・ミュージアム（総合博物館）とバーチャル・ミュージアム（メタバース
空間）を融合させた「せとうち西国街道産学官連携プロジェクト展」を題材にして -

..... 吉岡 孝昭

《 研究ノート 》

日仏の産学官連携による相互補完的デジタル・ツイン・ミュージアムの構築と評価
- リアル・ミュージアム（総合博物館）とバーチャル・ミュージアム（メタバース空間）
を融合させた「せとうち西国街道産学官連携プロジェクト展」を題材にして -

帝京大学経済学部国際経済学科 吉岡 孝昭¹⁾

1：はじめに：「せとうち西国街道を歩く」をテーマ
に西国街道の世界観を体験

帝京大学吉岡研究室（東京都八王子）では、2022年10月15日（土）から11月12日（土）まで帝京大学総合博物館にて「せとうち西国街道産学官連携プロジェクト展」をリアル展示とバーチャル展示（メタバース空間）によって開催した（図1、2）。

同展は、吉岡研究室（担当教官とゼミ学生）が、京都から西国（下関、九州まで）へ至る江戸時代



（図1）：リアル空間：帝京大学総合博物館展示

1) 本稿作成にあたり、リアル展示構築では、甲田篤郎、堀越峰之学芸員（帝京大学総合博物館）、バーチャル展示構築では総監督の（株）SYSTEM JOURNEY（和田直子社長）に多大なご指導を受け、在籍ゼミ生のほか、巻末に記した多くの関係者に支えられたものであることを記して、関係各位に絶大なる謝意を表したい。なお、含まれる誤謬の一切の責任が著者にあることはいうまでもない。

の重要な幹線道路であった「西国街道」について、広島・岡山・山口県の各自治体、企業のほか、フランスの大学等、日本と海外の産学官連携により、ゼミ研究成果（Web、活動実績等）を紹介した展示である。²⁾

この展示の意義は、新型コロナウイルス禍、大学生生活を制限される中において、如何にデジタル技術を活用し、せとうちの西国街道をテーマに産学官連携して教員・学生が学び続けるかを目指したことにある。

同企画展の展示は、以下のとおり5つの特徴を持たせた。すなわち、第一は、「せとうち西国街道」という空間に、過去、現在、未来という時系列空間を加えた、「時空間」展示の切り口である。これで、広島・岡山・山口県の各自治体、企業等の参画による「国内の道」を構築した。第二は、帝京大学が組み上げたリアル展示（帝京大学総合博物館）と、（株）SYSTEM JOURNEYの総監督の下、作り上げたバーチャル展示（帝京大学吉岡研究室バーチャル・ミュージアム：3D、VR、AR、Web、メタバース等）

2) 江戸時代から現代、未来の西国街道を、同時期間に、帝京大学総合博物館でリアルミュージアムを開催し、それと融合させたバーチャルミュージアムをメタバース空間上で開催。ここでは、せとうち西国街道を歩くというコンセプトで、瀬戸内エリアの西国街道沿いの歴史や名所、企業やアーティストなども紹介し、バーチャル会場、リアル会場内でセミナーやイベントも開催するなど、コロナ禍、学びを止めず、「地方から東京へ、そして世界へ」をコンセプトに、帝京大学が中心となって、日仏を中心とする産学官の活力を結び付けた展示を行った。



(図2)：バーチャル空間：バーチャル・ミュージアム展示会場

の融合という切り口である。これで、「世界につながる道」を構築した。第三は、産学官連携により、幅広い「知」の集積を目指すことであり、第四は、デジタル技術を通して、海外の大学（フランスのトゥーロン大学、フランス国立工芸院等）とコラボして、日本の「外」からの視点や、コロナ禍で大学生活を制限される中において、如何にして、デジタル技術を活用し、「教員・学生が学び続ける」かについての一つの答えの探求である。第五は、日仏の学生が、日本の伝統文化の継承やアニメ等、日本文化の重要性を再認識することである。

そこで、本稿では、コロナ禍等、如何なる事態に遭遇しても、「教員・学生が学び続ける」ための博物館展示のあり方に関する先行研究が必ずしも十分でないため、上記の5つの観点から博物館展

示の意義を再考察し、デジタル技術と産学官連携の重要性につき検証することにした。

2：「せとうち西国街道」江戸時代から現代まで時代を駆けめぐる展示構成

「せとうち西国街道」という空間と、その街道沿いの過去、現在、未来という時系列を重ね合わせた、「時空間」の切り口で、展示構成を行った。

2-1：「せとうち西国街道」の過去、現在、未来：広島のみちなか西国街道を楽しく学ぶ

広島城周辺の西国街道では、みちなか西国街道推進協議会の活動（図3）や、ひろしま西国街道ブランドの紹介、城下町広島へタイムスリップし



(図3)：みちなか西国街道推進協議会のバーチャル展示会場

て楽しく学べるコーナーを用意した。広島城所蔵の広島市指定重要有形文化財である「広島城下絵屏風」や、江戸時代から続く老舗が記載された広島市郷土資料館所蔵の「広島諸商仕入買物案内記並ニ名所しらべ」など、産学官連携の成果で、数々の貴重なお宝画像も見ることができ、フランスの大学の研究成果も紹介し、せとうち西国街道をテーマに日本文化・経済の価値を再発見するプロジェクトになった。

2-2:「せとうち西国街道」の過去

「過去 Zone」では、江戸時代を中心とした展示を行い、吉岡コレクションのほか、広島城、郷土資料館⁵⁾、有名コレクター（渡邊真氏⁶⁾）等の、秘蔵のコレクションを借用（図4、5）し、西国街道の歴史的価値を展示紹介した。これで、国内はもとより、バーチャル展示により、海外に日本文化の価値を発信することが可能となった。

2-3:「せとうち西国街道」の現在

「現在 Zone」では、リアル展示が、せとうち西国街道に関する現在の資料・写真に加え、学生が作成した西国街道の「今」の解説を、QRコードを通して楽しめる企画が大盛況であった。

バーチャル展示のコーナーでは、コロナ禍、移動を制限されていた欧米、アジアの方々を中心に、桜、祭り、文化、歴史など、日本の風景が至極で、是非訪れてみたいとのコメントが多数あり、大盛

3) 大正時代の広重と言われた吉田初三郎筆「広島県鳥瞰図」（実物）、「実地踏測中国新地図」、大正時代の「最新広島市街地図」等、吉岡孝昭教授所蔵の実物展示がなされた。

4) 広島城所蔵の広島市指定重要有形文化財である「広島城下絵屏風」のほか、広島の至宝である「寛永年間広島城下図」と、「芸州広島図」（所蔵：ともに広島城〈複製〉）を展示した。

5) 広島市郷土資料館所蔵の「広島諸商仕入買物案内記並ニ名所しらべ」を展示した。

6) 渡邊真氏所蔵の歌川広重の「六十余州名所図会」（美作、備前、備中）を借用し、複製展示した。



（図4）：広島城、広島市郷土資料館所蔵のお宝〈複製〉をリアル展示



（図5）：歌川広重に加え、大正の広重と言われた吉田初三郎作品等も展示

り上がりの企画展となった。まさに、この含意として、メタバース等のIT技術を活用することで、バーチャル・トラベル、観光PR等の役割を、同展示により果たせることも確認できた。

2-4:「せとうち西国街道」の未来

「未来 Zone」は、日仏の産学官連携展示の数々から、未来都市と歴史ある街並みが融合した、近未来の空間を演出した。特に、メタバース空間が醸し出す、アバターを活用したバーチャル展示では、その近未来観に多くの称賛を得ることができた。



(図6)：岡山・矢掛町の妖怪すねこすり

3：リアル展示（総合博物館）とバーチャル展示（バーチャル・ミュージアム）の融合

帝京大学が組み上げたリアル展示（総合博物館）と、(株)SYSTEM JOURNEYの総監督の下、作り上げたメタバース空間によるバーチャル展示（バーチャル・ミュージアム）の融合を実現することで、「世界につながる道」を構築した。

ここでは、リアル展示でも、フランスの学生によるAR、VR等の展示や、日本の学生制作によるQRコード解説体験、普段はARでしか現れない、渡邊真氏制作の、「ARすねこすり」(図6)⁷⁾が登場するなど、不断に繰り広げられるデジタル技術を利用したリアル展示も好評を博した。また、リアル展示では、石田信夫氏の「酒票」コレクションは、スペースの関係から展示枚数が限定されるのに対し、バーチャル展示を活用すると、その展示スペースが大幅に拡張でき、何倍も所蔵されている貴重なお宝「酒票」を展示可能となるなど、リアル展示とバーチャル展示は相反するものでなく、とも

7) 江戸時代、参勤交代で往来する諸大名の宿場町として繁栄した西国街道の矢掛宿。参勤交代で往来する大名や公家、幕府の役人などが宿泊した本陣と、その従者たちが宿泊した脇本陣の両方が国指定重要文化財として保存されているのは、全国でも『矢掛宿』だけである。その矢掛町のある岡山県小田郡では、犬の姿をした妖怪すねこすりが街道に現れる昔からの言い伝えがあり、それを再現したのが今回展示の人気キャラクターになった。



(図7)：6次産業化スイーツ・プロジェクト

に相互補完的に運用でき、内容の濃化を実現できることが確認できたのは大きな成果であった。

4：産学官連携による、幅広い「知」の集積

産学官連携により、幅広い「知」の集積を目指した。今回の展示そのものが、日仏を中心とする産学官連携の成果と言えよう。

それ以外にも、この展示をきっかけに、西国街道沿いの1～3次産業の企業の方々と、地域発のスイーツをテーマに取り組むコラボレーションプロジェクトも実施した。西国街道沿いで収穫される農産物（(株)尾道ファーム、(株)椿き家等）を用い、それをスイーツとして開発・販売（cafe bar NICO、喫茶さえき、手打ちそば山菜料理わらべ等）し、地域創生を目指すプロジェクトとなった。まさに、大学が、触媒となって、地方から東京へ、そして世界へと、農業の6次産業化の取り組み(図7)が行われたもので、産学官連携による博物館の可能性を拡大させたものと言えよう。

5：デジタル技術を活用し、コロナ禍、「教員・学生が学び続ける」ための一つの方向性

デジタル技術を通して、海外の大学（フランスのトゥーロン大学、フランス国立工芸院等）とコラボして、日本の「外」からの視点や、コロナ禍で大学生活を制限される現在において、如何にし



(図8)：構築されたバーチャル帝京大学吉岡研究室

て、デジタル技術を活用し、「教員・学生が学び続ける」かの指針となることを目指した。

具体的には、デジタル・ミュージアム会場から、バーチャル帝京大学吉岡研究室へ、ワープする機能を活用し、サイバー空間にて学び続ける環境を実現した。

そのためにも、構築されたバーチャル帝京大学吉岡研究室(図8)では、開催期間中、適宜、日本(東京都、岡山・広島・山口県等)、フランスを含め、国内外の研究報告や、研究・文化交流などが行われた。

新型コロナウイルス感染症対策の中で大学生活

を制限される中において、如何にしてIT技術を活用し、「せとうち西国街道」をテーマに産学官連携して教員・学生が学び続けるか、についての一つの成果とも言えよう。

6：日仏連携で見えた日本文化の重要性を再認識

日仏の学生が、日本の伝統文化の継承やアニメ等を通して、日本文化の重要性を再認識した企画展となった。

すなわち、フランスの学生がビデオメッセージ(図9)で、日本への憧れ(幼いころから日出ずる国日本に憧れていたこと等)を見聞きし、日本の学生が、改めて日本文化の価値を再認識するきっかけになったことは、大きな収穫であった。

また、展示品についてみると、せとうち西国街道沿いにある企業活動やアート作品の紹介が多数行われた。例えば、現代の西国街道沿いで鍛冶屋⁸⁾・アーティストとして活躍する岡本祐季氏(広島県廿日市市)の作品(図10)や、「酒票」



(図9)：フランスの学生のビデオメッセージ

8) 西国街道沿いでは、江戸時代、安芸と備後の一部を統治した浅野藩により、鑄鉄鑄物の産業は大きく成長した。今回の企画展示では、岡本祐季氏の代表作品(オリーブの木陰)等を展示した。



(図10)：鍛冶屋・アーティストとして活躍する岡本祐希氏



(図11)：石田信夫氏の「酒票」コレクション

(図11) と呼ばれる日本酒⁹⁾のラベルが持つ美しさに魅せられ、収集されている石田信夫氏のコレクションのほか、広島ブランドの広島漆芸¹⁰⁾、広島銅細工¹¹⁾などに、その歴史の一遍を、見て、感じることができ、瀬戸内醸造所の SETOUCHI を旅するワインにみられる、新しい日本の技術¹²⁾、三原市の提灯（三原やっさ祭り）、三原だるま、清酒など、日本文化の価値の重要性を再認識するきっかけになった。

7：おわりに

「せとうち西国街道産学官連携プロジェクト展」は、まさに、デジタル技術と産学官連携を活用した新しい博物館展示の試みの一つであったが、数

9) 西国街道沿いでは多くの日本酒の酒蔵が発展した。石田信夫氏のコレクションは、山口県から岡山県までの西国街道沿いの酒蔵のラベルデザインなどを通して、その歴史の一端を展示したものである。

10) 広島西国街道沿いで、古くから、仏壇製造をおこなう榎高山清が制作する広島漆器を展示した。天然素材使用の伝統的な手法は今も健在である。

11) 江戸時代初頭から広島にある、「銅蟲（どうちゅう）」と呼ばれる一枚の銅板を幾重にもたたいて制作する伝統工芸品。今回は、西井製作所制作分を展示した。

12) SETOUCHI を旅するワイン、SETOUCHI を旅するワインの瀬戸内醸造所。

多くの成果と可能性に関し、貴重な経験を手に入れたのも事実である。

リアル展示とバーチャル展示（メタバース空間）の融合で、「地方から東京へ¹³⁾、そして世界へ¹⁴⁾」がまさに現実のものとして起こることを確認できたほか、リアル展示では、スペースの関係から展示が限定されるのに対し、バーチャル展示を活用すると、その展示スペースが大幅に拡張でき内容の濃化を実現できるなど、目を見張る成果も得た。一方では、5G 環境の整っていない日本より海外での反響が大きかったのは、改めて、日本のデジタル環境の整備の遅れと、整備の必要性を痛感することにもなるなど、課題も見つかった。

いずれにしても、今次、リアル展示とバーチャル展示の融合というコンセプトが広く支持され、相互補完的デジタル・ツイン・ミュージアムが、国内外で多くの反響を得、盛況裡に、同企画展が、幕を閉じたことは、一つの成果である。

13) 広島県三原市出身の関東在住のリアル展示来場者から、「大好きな三原市を取り上げて頂き、有難い。地元にはバーチャル展示でみるように連絡する」との声を多数得た。

14) コロナ禍、来日できない数多くの日本ファンが、バーチャル展示会場に来場頂いた。バーチャル会場（メタバース、3D・VR等）では、欧米の方々を中心に、三原市の桜の風景が至極の風景で是非訪れてみたいと大盛り上がりとなった。

今後は、こうした知見を基に、様々な可能性を求め、博物館展示が、様々な時空間で進化していくことを願いつつ、産学官連携を軸にリアルとバーチャルの融合を利・活用した、新感覚の博物館展示を企画して参りたい。

■リアル展示 開催概要

イベント名：せとうち西国街道産学官連携プロジェクト展

会期：2022年10月15日（土）～11月12日（土）

会場：帝京大学総合博物館

開館時間：9:00～17:00（最終入館 16:30）

閉館日：日曜日、祝日

入館料：無料

主催：帝京大学経済学部国際経済学科 吉岡孝昭研究室

企画構成：吉岡孝昭（経済学部国際経済学科教授）

バーチャル会場総監督：（株）SYSTEM JOURNEY

協力：

岡山県矢掛町、広島県広島市、広島県広島市中区役所、広島県三原市、山口県山口市、広島城、広島市郷土資料館、三原市歴史民俗資料館、西国街道・本町地区まちづくり協議会、まちなか西国街道推進協議会、アクト中食株式会社、cafe bar NICO、喫茶さえき、株式会社尾道ファーム、株式会社 SYSTEM JOURNEY、株式会社田頭茶店、格式会社椿き家、株式会社西井製作所、合同会社平本商店、瀬戸内醸造所、手打ちそば山菜料理わらべ、矢掛放送株式会社、UNIVERSITÉ De TOULON、National Conservatory of Arts and Crafts

阿川真由氏、石田信夫氏、岡崎雅幸氏、岡本祐季氏、折笠廣司氏、Olivia Papini（オリビア・パピーニ）氏、栗原正樹氏、栗原正宗氏、眞田玄氏、高山正氏、高山尚也氏、武村達也氏、築島渉氏、平岩宏隆氏、平岩由紀雄氏、平本英司氏、藤ひさし氏、本田美和子氏、前野やよい氏、南島栄治氏、山縣紀子氏、山本一隆氏、和田直子氏、渡邊真氏

ゼミ生：

松元大喜氏、黒豆実桜菜氏、柏谷烈氏、佐藤豪氏、増田侑斗氏、井上陽公氏、藤井慎太郎氏、増島海音氏、的場加奈

芽氏、小堀陽世里氏、柳下愛優氏、西村あおい氏、大矢怜奈氏、渡部亮氏、針谷咲輝氏、小澤美夢氏

AI研究会：

中村魁氏、尾崎里帆氏

ポスター制作協力（吉岡教授担当ライフデザイン演習生）：

曾羅光輝氏、前原佑羽氏、小谷野友奨氏、飛田剣秀氏、栗原優翔氏、加藤春輝氏、松田旅人氏、TRAN THI LINH 氏、金澤匠氏、古井友樹氏、藤井尚人氏、下田凌嘉氏、南部海都氏、清水一輝氏、壺坂昇太郎氏、山本和樹氏、松平和樹氏、細野夏美氏、松尾優希氏、野口拓真氏、矢島大輔氏、平田翔洋氏、藤崎彩風氏、鈴木泰冬氏、矢沢浩輝氏、渡辺大祐氏、瀧澤巨輝氏、CAO SHASHA 氏、足立皓氏

参考文献：

・共同通信社（2022）「せとうち西国街道展 産学官連携プロジェクト展示 11/12 まで開催中

江戸時代から現代の西国街道をリアルとバーチャルで紹介！ 地方から東京へ、そして世界へ」共同ニュース、<https://kyodonewsprwire.jp/release/202210278870>、2023年2月10日アクセス。

・帝京大学（2022）「せとうち西国街道展 産学官連携プロジェクト展示 11/12 まで開催中

江戸時代から現代の西国街道をリアルとバーチャルで紹介！ 地方から東京へ、そして世界へ」https://www.teikyo-u.ac.jp/application/files/1016/6734/9832/news_20221102_01.pdf、2023年2月10日アクセス。

・帝京大学総合博物館（2022）「せとうち西国街道展 産学官連携プロジェクト展示」Web サイト、<https://teikyo.jp/museum/exhibition/2022yosiokazemi/>、2023年2月10日アクセス。

・帝京大学吉岡研究室（2022）「帝京大学経済学部吉岡研究室 HP」Web サイト、<https://yoshiokalab.com/>、2023年2月10日アクセス。

・文化庁（2023）「美術館・博物館情報リンク ～バーチャルミュージアム～」https://www.bunka.go.jp/koho_hodo_

oshirase/sonota_oshirase/20031301.html、2023年2月10日アクセス。

・吉岡孝昭研究室(2022)「せとうち西国街道 - 帝京大学吉岡研究室」Webサイト、<https://www.yoshioka-saigoku.website/>、2023年2月10日アクセス。

・Antonia Wilson (2020). 10 of the world's best virtual museum and art gallery tours, The guardian, Mon 23 Mar 2020 17.15 GMT, <https://www.theguardian.com/travel/2020/mar/23/10-of-the-worlds-best-virtual-museum-and-art-gallery-tours>, 2023年2月10日アクセス。

・J Paul Getty Museum, Los Angeles、Vatican Museums, Rome、Guggenheim, Bilbao、Natural History Museum, London、Rijksmuseum, Amsterdam、National Museum of Modern and Contemporary Art, South Korea、Musée d'Orsay, Paris、British Museum, London、MASP, São Paulo, Brazil、National Gallery, London, の各 Virtual Museum Webサイト, 2023年2月10日アクセス。

・東京国立近代美術館(東京), 国立西洋美術館(東京), 東京富士美術館(東京), 東京国立博物館(東京), 国立科学博物館(東京), 京都国立博物館(京都), 大原美術館(岡山)の各 Virtual Museum Webサイト, 2023年2月10日アクセス。

帝京大学総合博物館 館報 第5号
2021(令和3)年度

2023年3月30日発行

編集・発行者 帝京大学総合博物館
〒192-0395 東京都八王子市大塚359番地
電話 042-678-3675 FAX 042-690-8231
URL <http://www.teikyo.jp/museum/>
印刷 株式会社ムレコミュニケーションズ

