

鶴岡工業高等専門学校

教育研究年次報告

第 1 号

ANNUAL REPORT ON EDUCATION AND RESEARCH
OF
NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY(KOSEN), TSURUOKA COLLEGE
No. 1

2 0 2 4

鶴岡工業高等専門学校

鶴岡工業高等専門学校教育研究年次報告 第1号
(2025年3月)

目 次

＜原著研究論文（査読なし）＞

石井 智子：中国・新疆ウイグル自治区の民族問題	1
-------------------------	---

＜研究ノート＞

田辺英一郎：動詞 <i>arrive</i> の意味について	9
--------------------------------	---

＜技術ノート＞

遠藤 大希、櫻庭 崇紘：AIを活用し高専ロボコンを題材とした設計提案	15
------------------------------------	----

＜教育・指導論文（査読なし）＞

森木 三穂：『結ひの古典』を用いた古典教育	1
-----------------------	---

ANNUAL REPORT ON EDUCATION AND RESEARCH
OF
NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY(KOSEN), TSURUOKA COLLEGE
No. 1
MARCH 2025

Contents

Tomoko ISHII

Racial Issues in Xinjiang Uyghur Autonomous Region, China	1
---	---

Eiichiro TANABE

Semantics of a verb <i>arrive</i>	9
-----------------------------------	---

Hiroki T ENDO, Takahiro SAKURABA

Design Proposal Using AI and the Subject of a KOSEN Robocon	15
---	----

Miho MORIKI

Classical literature education using "YUI no KOTEN"	1
---	---

中国・新疆ウイグル自治区の民族問題

石井 智子

Racial Issues in Xinjiang Uyghur Autonomous Region, China

Tomoko ISHII

(Received on Jan. 31, 2025)

Abstract

This paper deals with racial issues in Xinjiang Uyghur Autonomous Region, China. The reason I chose this topic is because of an editorial in the Asahi Shimbun entitled “The Repression of the Uyghurs, Violence that Deprives them of Culture and Dignity,” published on July 11, 2024. In dealing with these issues, I referred to high school textbooks on *World History* and *Modern and Contemporary History* and “China Yearbook 2023.” I have so far considered the tone of the Japanese mass media through newspapers and the contents of introductory books on the recent history of China. As a result, it is clear that the Xi Jinping administration represses the Uyghurs.

キーワード：中国，新疆ウイグル自治区，多民族国家，民族問題，漢民族，少数民族，ウイグル族，文化弾圧，習近平，歴史教育

はじめに

『朝日新聞』2024年7月11日付は社説欄に「ウイグル弾圧 文化と尊厳奪う暴挙だ」を掲げた。筆者がこれに注目したのは、日本の所謂三大新聞から新疆ウイグル自治区の問題が取り上げられなくなって久しい、という印象を持つからである。また、そのような状況のなかで、この社説は注目されるべきものと考えたからである。

以下、順次考察して行くことにする。

1. 問題の所在

冒頭に掲げた社説は①「イスラム教の礼拝所であるモスクが次々と取り壊され、空き地になる。そんな無残な光景が中国の新疆ウイグル自治区のあちこちで広がっているという。祈りの場の破壊は信仰の自由の侵害にほかならない。ただちに止めるよう中国当局に求める」という書き出しで始まる。

その後の論調は、各段落の書き出しをあげると、②「2020年に豪州の研究機関が衛星写真で分析した報告書によると、区都ウルムチで破壊または改造されたモスクは35%に上り、農村地域では8～9割に達したという」という具体例があげられる。以下、③「憲法はじめ中国の法令でも信仰の自由は認められている」、④「イスラム教に関しては、断食月ラマダン期間中の食堂の開店強制やスカーフ着用の禁止なども伝えられている」、⑤「新疆のウイグル族には1930年代、『東トルキスタン』として独立運動を起こした歴史がある」、⑥「ウルムチで騒乱が起きたのが15年前の7月5日だ」、⑦「共産党政権の対応は、民族間の溝を埋めるどころか、対立に乗じたウイ

グル族の統制に重点を置いたものだった」、⑧「国連人権高等弁務官事務所は22年、ウイグル族への『深刻な人権侵害』を報告」、⑨「政権のテコ入れもあり、新疆地区の経済は全体としては成長している」となり、中国政府の対応、中国に目を向ける世界の眼が中国をどのように見ているか、等々について理解することができる。この社説の結論は⑩「ほとんどのウイグル族は穏やかな日常を求めている。習政権は少数民族への向き合い方を根本的に改めなくてはならない」とある。

以上、社説の段落ごとに便宜的に①～⑩を付した。

本稿は上掲の社説を見取り図にしつつ、中国における少数民族問題について新疆ウイグル自治区を事例として考えていきたい。すなわち、①～④はイスラーム教に関わる問題、⑤～⑧、⑨～⑩は漢族とウイグル族の対立、漢族がウイグル族を統制するテーマである。

なお⑤「東トルキスタン共和国」について付言すると、これは1944年11月12日にその成立が宣言されたのであるが、「現在の中国では分離主義を思わせる『東トルキスタン共和国』の名称を用いることは回避され、イリ、アルタイ、タルバガダイの『三区革命』と呼ばれている」となる（中見立夫、浜田正美、小松久雄「革命と民族」『中央ユーラシア史』所収、山川出版社、2000年、378—379ページ）。

2. 教科書記述から

新疆ウイグル自治区については、高等学校の教科書に取り上げられている。まずそこを概観しておきたい。

(1) 『詳説 世界史』（山川出版社、2022（令和4）年3月29日文部科学省検定済、2024（令和6）年3月5日発行）

同書は大学受験において定評のある教科書である。同書には該当記述が2カ所ある。ひとつは第Ⅳ部「地球世界の課題」、第18章「冷戦体制の動揺」の「中ソ対立と文化大革命」という項にある。「毛沢東はソ連との競争を意識して、58年から急激な社会主義建設をめざす『大躍進』運動を開始し、人民公社の設立による農村の組織化を進めた。しかし、大規模集団化や専門技術の軽視の結果、農業生産の急減などにより、数千万の餓死者を出して、運動は失敗した。また翌59年、チベットで反中国運動が起こったが、中国政府によって鎮圧された」という記述である（336ページ）。

ここでは新疆ウイグル自治区には言及されていないが、「チベット」に註が付され、「中華人民共和国の成立後、チベット・新疆・内モンゴル・広西・寧夏には少数民族自治区が設けられていた」と書かれている。ここでは少数民族自治区設立の経緯の一端が記され、反中国運動に対しては中国政府が鎮圧したことが明らかになっている。

二つ目は第19章「冷戦の終結と今日の世界」に「今日の世界」という節があり、そこにある「東アジアの動向」という項である。そこでは「1990年代の中国は、ソ連と異なり、共産党を堅持したまま、経済の改革開放路線を進めた」、「97年の鄧小平死後も改革開放路線は継承され、中国は急速な経済成長を実現した。他方、国内のチベット自治区や新疆ウイグル自治区では、経済発展につれて漢族の流入が増加した結果、民族対立が激化し、政府の抑圧も強化された」とある（349—350ページ）。

この二つの記述は連続するものであり、それは中国政府とは漢族の立場に立つものであり、少数民族は抑圧されているということを伝えるものである、と理解できる。

(2) 『高等学校 歴史総合』（第一学習社、令和3年3月30日検定済、令和6年2月10日発行）

これは社会科教育学でそのあり方をめぐり議論された『歴史総合』の教科書である。(1)で山川出版社版を取り上げたので、ここでも山川出版社版の『歴史総合』を三種類取り上げて一瞥してみたが、「新疆ウイグル自治区」の語句すら出てきていないので、第一学習社版を取り上げることにした。

この第一学習社版は第1部「歴史の扉」、第2部「近現代の世界と日本」の2部構成となっている。分量的には第2部の記述に大部分のページがさかれ、第1章「近代化と私たち」、第2章「国際秩序の変化や大衆化と私たち」、第3章「グローバル化と私たち」の構成からなっている。

本稿の課題は第2章の巻末に「国際秩序の変化や大衆化と現代的な諸課題」と題して、「これまでの国際協調の

あり方にはどのような成果と課題があったのだろうか」という設問が当該ページの冒頭にゴシック体で活字のポイントも大きく掲げられている。ここでは「現代」と銘打ち「下の1から6の資料を見てみよう。現代の世界には、民族問題や紛争などのさまざまな問題が存在している。どのような問題があり、どのような解決策がとられているのだろうか」と問題提起がなされている。

その第一番目が「治安当局に抗議するウイグルの人々」と題して、その抗議状況を映し出すカラー写真を掲げ、「中国には、55の少数民族が住んでいるとされる。2009年、新疆ウイグル自治区のウルムチで大規模な反政府暴動がおこり、多くの犠牲者を出した。この背景には中国政府の少数民族に対する抑圧があるとみられている」と解説がなされている（170ページ）。

3. 学習の具体的展開

それでは、当該問題について生徒たちの理解をどのような展開で促していけばよいのであろうか。

(1) 中国における民族の概要

現在の中国、すなわち中華人民共和国は日本の約25倍の面積をもつ。その広大な国土に14億1178万人の人々が住んでいる。これは第7回全国人口センサス（2020年）が実施された際のものである（中国研究所編『中国年鑑 2023』明石書店、2023年、267ページ／以下、同書からの引用の場合はページ数のみを示すことにする）。なお『中国年鑑 2024』（明石書店、2024年）では「2024年1月17日、中国国家统计局は23年末の総人口が前年と比べ208万人減少し、14億967万人となったと発表した」ことを伝えている（同書251ページ）。

その大多数は漢民族と分類され、その他いわゆる少数民族は、トン（侗）族、カザフ（哈薩克）族、チベット（藏）族、ウイグル（維吾爾）族、イ（彝）族、モンゴル（蒙古）族等々、現在の中国当局の公式見解では55種に区別されている。また、これらの少数民族は総人口の7%未満に過ぎないが、その地域は国土の60%におよぶ。そして、ほとんどが国境近くに住むために国家統合上問題が多い。これは歴史的観点からすれば、かつての帝国の領土的遺産を継承しつつ成立したことに由来する。

(2) 新疆について

さて「新疆」という呼称はどこから来たものなのか。清朝全盛期の皇帝は、康熙帝・雍正帝・乾隆帝の三代を呼び、その乾隆帝の治世（在位1735—1795）に天山北路の地を根拠地にしていたジュンガル部を討滅、その支配下にあった南路の地をも平定したのであった。天山の南北はかつて西域と呼ばれ、今や新しく清朝の版図に加えられたことにより新疆と名付けられたのであった。なお天山北路の地を準部、南路の地を回部と呼ぶこともある。

話は遡る。ウイグル族はトルコ系であり、唐の圧迫により突厥が衰退すると、彼らはモンゴル高原を支配した。ウイグルは漢字で「回鶻」「回紇」と表記したことにより、今日まで中国ではウイグルまたはトルコのことを「回」と呼び、回教といえばウイグル族が信仰する宗教、すなわちイスラーム教のことを指したのであった。

なお「トルキスタン」という呼称は「トルコ人の土地」という意味である。

そして「新疆ウイグル自治区」の成立は1955年10月のことであり、漢族を除く13の少数民族が住む、ということになっている。自治区成立の経過について、ここでは詳細は割愛する。

(3) 少数民族について

① 概要

『中国年鑑 2023』の「少数民族」の章（平野聡氏執筆）は、「中国は、公式見解では56の民族からなる多民族国家である」という文言から始まり、「中国では人口の約9割を占める漢族の存在感が極めて大きく、国号の『中華』をはじめ、漢族が伝えてきた中国・漢字文明の価値観を主流とする。これに対し、55の少数民族が擁する価値観は多様であり、中国文明との連続性を強くもつ少数民族もあれば、チベット仏教・イスラーム教など中国文明から見れば『外』に由来する宗教・文明に長年依拠してきた少数民族も少なくない」という書き出しになるのである（295ページ）。

なお、米山俊直氏によれば中国における「民族」という言葉は、多義的な前提——言語、慣習、宗教、社会の発展段階などをふくめて、政治的に公認された地縁集団の単位と考えられる(米山俊直『新版 同時代の人類学』、日本放送出版協会、1994年、66—68ページ)。

② 民族識別

次に、平野氏は「中華民族とは何か」、「民族区域自治とは何か」という節に進む。前者においては「中華民族多元一体」論を用い、「中華文明の求心力・凝集力を核として、漢族と少数民族が古来平和的な往来をつくり上げ、帝国主義列強に対して漢族と少数民族が共に抵抗し、共に国家建設を進める中で、単一の民族意識に比肩し得る『中華民族』というアイデンティティを共有するに至ったとする」のである。後者においては『多元一体』の国家において少数民族も国家の主人公としての位置付けを与えるため、中国憲法第4条は56の民族を一律に平等と見なし、差別を禁じる。また中国は建国後、『中華民族』を具体的に構成する民族を『民族識別工作』によって確定し、彼らに『民族区域自治』という枠組みを提供してきたと説明するのである(295—296ページ)。

後者について付言すると、中華人民共和国建国(1949年)後の民族行政にとって不可欠の問題は、民族識別であった。つまり国家自らが社会内部にある民族集団のおおよその輪郭と数とを規定し(民族識別)、個人はそれに基づき母あるいは父の民族のいずれかを選択し、それを戸籍に登録するのであった。その結果、ある時点において少なくとも戸籍上は、その人物の民族的帰属はひとつに決定される(栗原悟「社会変動の中の少数民族——少数民族から見る伝統と近代——」『岩波講座 現代中国』第3巻所収、岩波書店、1989年、288—289ページ)。

③ 少数民族政策

平野氏は「少数民族の独自性の限界」の節を「しかし、民族区域自治の歴史は平坦ではない」と説き起こす。毛沢東時代は「党幹部は漢族が多く、少数民族地域の実情に疎いまま、政治闘争の中で少数民族を従わせ、民族問題を悪化させた」、「そこで80年代以後、中国の全体像と現地の実情を橋渡しし現代化を担う少数民族幹部を大量に養成し、彼らに現地の行政を任せることが目指され、少数民族言語・文化に配慮した教育が重視された」と説明する。然しながら「少数民族の特殊性に配慮し参加を促すという建前と、共産党・漢族の主導という現実の間には厳然とした乖離があり」、「しかも歴史的対立と、80年代から90年代を中心に展開された、少数民族の言語・文化的独自性に配慮した少数民族政策、ならびに急速な経済発展の下で広がる格差の問題が複合して、少数民族独自の民族・歴史・空間意識が強まった」、加えて「少数民族幹部の速やかな育成を目指して、少数民族には高考(大学受験)での加点などの配慮がなされた結果、漢族からの反発が年々高まった」という事態が現出するのであった(296ページ)。

その結果、「江沢民・胡錦濤政権は、いくら党・政府の主導で少数民族地域の生産力を発展させても、少数民族地域の不安定はやまないという疑念を強め、少数民族の抗議を『分裂主義』と処断し、言論の自由に対する制約を強めたが、開かれた意思疎通は阻害され、誤解がさらに蓄積された」のである(296ページ)。

習近平政権について、平野氏は『『恐怖主義・分裂主義・宗教極端主義』の『三悪』に対し、AI・IT技術を駆使して徹底的に弾圧し、社会管理を強めるという恐怖政治を現出させている』とまで言い切るのである。その表れが少数民族に漢語普通話の学習を求め、「宗教やあらゆる少数民族の文化を『中華民族』各民族の交流の範囲内で完結させる『中国化』を強い、外国・外来の影響を断ち切ろうとしている」と述べるのである。そして「さらなる経済発展を少数民族地域に及ぼし、上からの力で漢族と少数民族の間にかつてない『交往・交流・交融』をつくり出すことで、中国文明と『中国の特色ある社会主義』を軸とした『中華民族共同体意識の鑄牢(強固な確立)』を実現するとしている。新疆における弾圧と、少数民族人口の減少の一端は、このような文脈の結果である」と論じるのである(296ページ)。

ここで『中華人民共和国憲法』(1954年)を確認しておきたい。その第1章総綱、第3条に次のようにある。

中華人民共和国は統一した多民族国家である。各民族は、すべて平等である。いかなる民族に対する差別や圧迫を禁止し、各民族の団結を破壊する行為をも禁止する。各民族は、すべて自己の言語・文字を使用し発展させる自由をもち、すべて自己の風俗習慣を保持または改革する自由をもっている。各少数民族が集居する地方では、区域自治を実行する。各民族の自治地方は、すべて中華人民共和国の不可欠の一部である。(『新中国資料集成』第4巻、日本国際問題研究所、1970年)

この条文のポイントは「各民族固有の文化を尊重する」というところにある。これなくしては平等も同化も変わらなくなるからである。

(4) 日本のマスコミの論調

筆者が保管するここ数年の新聞の切り抜きから、漢族とウイグル族の衝突、習近平政権のウイグル族対策について垣間見ていきたい。但し、ここでは2019年発行のものを使うことにする。

① 『毎日新聞』2019年6月28日付

「追跡『ウルムチ暴動10年』」と題して「ウイグルの町 進む漢族化」の見出しが大きく打たれる。そのリード文には、

中国新疆ウイグル自治区で漢族とウイグル族が衝突し、197人（当局発表）が死亡した「ウルムチ暴動」から7月5日で10年を迎える。現地では中国当局のテロ対策が進み、ウイグル族側にはそれが圧力のように受け止められる。ウイグル族をめぐる問題は米国の関心事でもあり、主要20カ国・地域（G20）首脳会議（サミット）での米中首脳会談の焦点として浮上しつつある。

とある。その具体的様相は、「バザール様変わり」、「厳しい『テロ封じ』」、「本音を言えない」という小見出しで詳細に記された。またワシントン発として「米、人権で対中圧力も」の見出しのもとトランプ政権の動きが詳細に語られている。

② 『朝日新聞』2019年5月19日付

同紙は1面のトップ記事で、「新疆ウイグル自治区『再教育施設』ルポ」と題して「ウイグル族女性『私は中国人』」という大見出しが躍る。そのルポは「青天の昼過ぎ、その施設の門をくぐると、はためく中国国旗が目飛び込んできた。その奥の校舎の壁には、『厳格に指導する』のスローガンが見える」と始まる。4月に記者は中国政府の案内で、新疆ウイグル自治区カシュガル地区の疎勒県にある「職業技能教育訓練センター」を訪ねたのであった。

ここに収容されている一女性——記者は教科書を熱心にノートに書き写していた女性に声をかけたのであった——は、『党と政府に感謝している』と繰り返し、名前を聞くためメモ帳を渡すと、わざわざ漢字で『私は中国人です』と付け足した。そのやり取りを地元党幹部がじっと見ていた」と記すのであった。これが大見出しとなったのである。

このルポは2面にもつづき、そこでは『望んで来た』口そろえる入所者、「在外ウイグル族『宗教理由に弾圧』」という大見出しで記事が展開されている。ただその一隅に「中国側、過激思想の防止強調」という記事も掲載されている。

③ 『毎日新聞』2019年11月18日付

ここでは「中国新疆ウイグル自治区で多数のウイグル族らが『再教育施設』で強制収容されているとされる問題で、米紙ニューヨーク・タイムズ（電子版）は16日、収容所の家族に対する想定問答集や習近平国家主席（共産党総書記）による非公開演説の記録など24件で計403頁に上る内部文書を入手したと報じた。内部文書は中国がイスラム教徒のウイグル族らを危険視し、徹底的な思想教育に取り組んでいることを改めて示している」というリード文がついている。

その見出しはというと、「中国、ウイグル弾圧指示」、「習主席『容赦するな』」となっている。

④ 『朝日新聞』2019年12月28日付

「ウイグル族弾圧 声あげる米」と題して、「ウイグル族への人権弾圧問題をめぐり、米国が中国批判を強めている。底流にあるのは、ワシントン政界でロビー活動をするウイグル系米国人の存在や、世界各国に民主主義の価値観を広めることを目指す『人権外交』の考え方だ。一方、中国側もニューヨークの国連本部を舞台に反転攻

勢をかけている」と記す。

さらにキーワードとして「ウイグル族の大規模拘束問題」を掲げている。ここでは「米務省は3月、各国の人権状況をまとめた2018年版の報告書を発表し、中国当局については新疆ウイグル自治区内の収容所にウイグル族ら80万から200万人を拘束し、虐待や拷問、殺害をしていると指摘した。国連人種差別撤廃委員会も昨年8月、不当に拘束されたウイグル族の解放を中国政府に勧告した。中国側は『法律に基づく職業訓練施設であり、人権侵害はない』と主張。今年12月、自治区政府は『教育は全員修了した』とし、運営方針変更を表明した」とある。

アメリカや国連は中国のウイグル族弾圧を非難するものの、中国側はそれに反論、『教育は全員修了した』として運営方針変更を表明した」とするが、それは方針をどのように変更したのだろうか、それは闇の中にあるように見えてこない。

(5) 昨今の「中国史」の概説書より

それでは最近出版された中国史の概説書の記述はどうなっているだろうか。歴史学の概説書というものは、それまでの研究成果を網羅したものと理解することができる。

岡本隆司著『「中国」の形成——現代への展望——』〈シリーズ 中国の歴史⑤〉（岩波書店、2020年）では「習近平という現状」という節で本編を締めくくっている。そこでは、次の文章から説き起こしている。

その新疆は中華人民共和国が「解放」し、「中華民族」を構成する「少数民族」の「ウイグル族」の「自治区」となった。新たな「領土主権」の指定にほかならない。現在もそこで「職業訓練」という名の同化が進行中なのは、周知のとおりである。（189ページ）

岡本氏が新疆ウイグル自治区の職業訓練を「同化」と指摘しているが、筆者もかつて「新渡戸稲造の台湾認識」において、新渡戸が同化政策を激しく指弾したことを著した（『比較文化学の地平を拓く』所収、開文社出版、2014年）。

おわりに

本稿は中国・新疆ウイグル自治区の民族問題を取り上げたものである。その経緯は『朝日新聞』2024年7月11日付の社説「ウイグル弾圧 文化と尊厳奪う暴挙だ」であった。

その問題を扱う過程で、高校教科書「世界史」「歴史総合」を繙き、『中国年鑑 2023』を参照、新聞を通して日本のマスコミの論調、昨今の中国史の概説書の記述の状況を、と進めてきた。その結果、習近平政権によるウイグル族弾圧は自明のことと理解せざるをえない。

ただ、ここで「職業技能教育訓練センター」等の語句により、中国の新疆政策を「ジェノサイド」と断じてよいのかという問題がある。筒井清輝氏は「ジェノサイド条約は、アメリカや中国、ロシアも含めて、世界152カ国が批准しているのだが（2021年9月12日現在）、日本はいまだに署名すらしておらず、近年までこの問題が議題に上ることも少なかった」、「ジェノサイドが起っていると認定した場合に締約国が何らかの行動を取ることを義務付けるこの条約は他国の人権問題に介入することに慎重な日本とは親和性が低い条約であったかもしれない」という指摘を行っている（筒井清輝『人権と国家』、岩波書店、2022年、200ページ）。

岡本隆司氏は、前掲書の「おわりに——混迷の現代」において「そして二一世紀の現代。『多元一体』の『中華民族』も、『一つの中国』も、なお『夢』の段階であって、いまだ実現をみていない。台湾は大陸との距離をとり、新疆・チベット・内蒙古など『中国』内部に組み込まれた『自治区』では紛争を重ね、『中国』に『回帰』したはずの香港も、『一国両制』が機能不全に陥った現状である。なればこそ、政権はかえって『夢』の実現に固執してしまうのだろうか」と述べ、最後を「行く末の『夢』を語る前に、来し方の史実をあらためて見つめなおしたい」と締めくくるのであった（196ページ）。

ここで筆者は適格な歴史教育の必要性を再認識するのである。つまり、在外ウイグル人や欧米諸国の主張するジェノサイドなのか、一方中国側が反論する視点も存在する。ここをきちんと見極める見方を打ち出すことが「適

格な歴史教育なのであるが、現在の筆者にはまだ荷が重い。別稿を準備したいと考える。

参考文献

- 石井智子他『東アジア史概説[前近代編]』（世音社、2018年）
今谷明『中国の火薬庫——新疆ウイグル自治区の近代史——』（集英社、2000年）
宇野重昭他『岩波講座 現代中国』第3巻＜静かな社会変動＞（岩波書店、1989年）
江上波夫編『中央アジア史』＜世界各国史 16＞（山川出版社、1987年）
太田敬雄編『地域研究入門——多文化理解の基礎——』（開文社出版、1997年）
木下恵二『近代中国の新疆統治——多民族論の再編と帝国の遺産——』（慶応義塾大学出版会、2022年）
小松久雄編『中央ユーラシア史』所収、（山川出版社、2000年）
熊倉潤『新疆ウイグル自治区——中国共産党支配の70年——』（中央公論社、2022年）
小島普治他『岩波講座 現代中国』第4巻＜歴史と近代化＞（岩波書店、1989年）
権藤与志夫編『ウイグル——その人びとと文化——』（朝日新聞社、1991年）
佐々木信彰『多民族国家中国の基礎構造』（世界思想社、1988年）
中国研究所編『中国年鑑 2023』（明石書店、2023年）
中国研究所編『中国年鑑 2024』（明石書店、2024年）
筒井清輝『人権と国家——理念の力と国際政治の現実——』（岩波新書、2022年）
中屋昌子『信仰と越境のウイグル——『進歩』の共和国から復興のイスラム共同体へ——』（文理閣、2023年）
日本比較文化学会関東支部編『比較文化学の地平を拓く』（開文社出版、2014年）
野村浩一他編『もっと知りたい中国Ⅰ 政治・経済篇』（弘文堂、1991年）
野村浩一他編『もっと知りたい中国Ⅱ 社会・文化篇』（弘文堂、1991年）
橋本萬太郎編『漢民族と中国社会』＜民族の社会史 5＞（山川出版社、1988年）
ムカイダイス『ウイグル・ジェノサイド——在日ウイグル人が明かす 東トルキスタンの真実』（ハート出版、2021年）
山口修『新訂版 中国史を語る』（山川出版社、1995年）
米山俊直『新版 同時代の人類学』（日本放送協会、1994年）

動詞*arrive*の意味について

田辺 英一郎

Semantics of a verb *arrive*

Eiichiro TANABE

(Received on Jan. 31, 2025)

キーワード：語彙的意味、アスペクト強制、相動詞

1. はじめに

本稿は、英語動詞*arrive*の意味について考える。具体的には、この動詞に結果持続の意味へのアスペクト強制 (aspectual coercion) が適用されない理由を探る。アスペクト強制とは、副詞などの共起により、動詞の語彙的アスペクトが、共起する語句と意味的に整合するように別のタイプに変わることである (Jackendoff 1997など)。アスペクト強制には、完結的意味→持続的意味と、持続的意味→完結的意味の二通りの意味変化があるが、本稿が取り上げるのは前者である。以下、具体例を示す。本稿全体に通じることだが、出所が明示されていない例文は、全て作例である。

- (1) a. He opened/closed the door for an hour.
b. He came/went to the city for a week.

(a)は状態変化動詞、(b)は移動(位置変化)動詞の例である。語彙的意味では、*open/close*は結果状態への到達、*come/go*は結果位置(着点)への到達を表すと見るのが普通なので、どちらも完結的意味が基本である。しかし、これらに持続時間を表す副詞*for x time*が共起すると、動詞の意味とこの副詞の意味が整合するように、完結的意味が持続的な意味に変わる。

一方、*arrive*は、このような副詞が共起してもアスペクト強制が適用されない。

- (2) * The train arrived at the station for an hour.
cf. *電車が駅に1時間着いた。

電車が駅に着いてそこで1時間停車し、その後また発車するというのは、現実世界の出来事としては十分あり得る。現実世界の出来事として十分あり得ることを表すという点は、容認可能な(1a, b)と同じである。また、*come/go*については、内在的有方向動詞 (verbs of inherently directed motion) というクラスに属する点で*arrive*と共通している (Levin 1993など)。しかし、*arrive*を使った(2)は、言語表現としては容認し難い。本稿は、*arrive*がこのような振る舞いを示すのは、この動詞が一種の相動詞 (aspectual verb) であることに起因すると考える。

2. 先行研究の検討

本節では、本稿の扱う問題に関連する先行研究を検討する。Pustejovsky(1991)は、持続的意味へのアスペクト強制が適用される条件として可逆性(reversibility)を挙げている。可逆性とは、結果状態が元の状態に戻るかどうかのことであり、世界知識に基づく語用論的概念である。以下、具体例を示す。

- (3) a. * The glass shattered for a day.
- b. * The man died for a day.

世界知識から判断すると、砕けたガラスが元に戻ることも、死んだ人が生き返ることもあり得ない。ここでの*は、語用論的に容認不可能であることを表す。一方、いま前節でも触れたことだが、「何かがある場所に着いた後にそこにいる」という状態は、その何かが移動すれば元の状態(それがそこにはいない状態)に戻ると普通に考えることができる。よってarriveは、可逆性という条件を満たしていると言えるが、持続的意味へのアスペクト強制がなぜか適用されない。これは、arriveという動詞の意味の特殊性に起因するのではないかと本稿は見ている。

影山(1996)は、語彙概念構造(Lexical Conceptual Structure)を使い、述語関数の焦点という観点から完結的意味の動詞の持続的意味への変化の可否を説明している。影山は、Vendler(1967)などに従い、動詞を状態(state)、活動(activity)、到達(achievement)、達成(accomplishment)に分類し、arriveは到達動詞と見なしている。影山が提案する到達動詞の語彙概念構造は、BECOME [y BE AT-z]という形で表示される。これは「参与者yが状態zである/位置zにいる、という事態が生じる」という意味を表す。

こうしたことを踏まえ、以下の例を見られたい。

- (4) a. In the magic show, the young lady disappeared in a second.
- b. The young lady disappeared for some time and then reappeared. (ibid: 59)
- (5) a. The train arrived in an hour.
- b. * The train arrived for an hour. (ibid: 57)

BECOME [y BE AT-z]に基づいて説明すると、同じく到達動詞であるdisappearの場合、in a second、for some timeは、それぞれBECOME、BEを修飾する。これが可能なのは、BECOMEにもBEにも焦点を当てることができるからである。他方、到達動詞arriveはBECOMEに焦点が固定されているので、in an hourはBECOMEを修飾できるが、for an hourはBEを修飾できない。このため、arriveは持続的意味へのアスペクト強制が適用されない。両者の違いを示すために、arriveの意味はBECOME [y BE AT-z]という形で表示され、太字の部分はここに焦点が固定されていることを明示している。

影山(1996)は、語彙概念構造という意味分解表示を使って説明しているため、動詞の意味の中身に大きく踏み込んでいるという点で精緻な説明と言える。しかし、この説明には不十分なところもある。この説明では、arriveの意味表示のBECOMEに焦点が固定されている、という提案が特に大切なところだと本稿は見ている。よって、この提案が納得のいく恣意性のないものであるためには、arriveのBECOMEに焦点が固定されていることへの根拠を、時間副詞in x time、for x timeの共起の可否以外に示す必要がある。しかし、影山はこうした根拠に言及していない。これでは、精密な意味表示を用いているものの、言語事実につじつまを合わせているようにも思われる。ただし、すぐ後に述べることに関係があるが、BECOMEに焦点つまり意味の重点があるという指摘は、この動詞の意味を考える上で重要だと本稿は考える。

3. 本稿の試案

本節では、この問題への本稿の説明を試みる。まず参考にしたいのは、出水(2017)である。この論文は、arriveに持続的意味へのアスペクト強制が適用できないことには触れていないが、arriveの意味を詳細に分析している。

出水によると、*arrive*は、ある場所への移動という因果連鎖のうち、きわめて小さな終わりの部分のみがその語彙的意味になっている (ibid: 59、下線は筆者による)。この説明は、*arrive*は移動という出来事の終わりに意味の重点があることを示唆している。いま上で紹介したBECOME [y BE AT-z]のBECOMEは、移動動詞に当てはめると、移動が終わるという意味に相当する。よって、ここに焦点つまり意味の重点が固定されているという影山(1996)の提案は、根拠が十分ではないが、出水の説明と整合していると言える。

ここで着目したいのは、英英辞典に記述された*arrive*の定義である。以下、これを示す。

- (6) arrive : to get to a place, especially at the end of a journey (OALD⁸)
 : to reach a place, especially at the end of a journey (LDOCE⁵)
 : When a person or a vehicle arrives at a place, they come to it at the end of a journey. (COBUILD⁵)

下線は筆者によるものだが、いずれもthe end of a journey「移動の終わり」という記述を含んでいる。また、最初の二つは*especially*という副詞でこの部分が強調されている。よって、これらの定義からも、*arrive*は移動という出来事の終わりに意味の重点があると言える。本稿は、*arrive*の意味を出来事の終了が主で移動が従と捉え直し、次のような意味構造を提案する。

- (7) [x FINISH [MOVE] AT y]

移動の意味を MOVE で表すところは、影山(1996)を踏襲している。この表示は、「参与者 x が場所 y で移動を終える」という意味を表す。*arrive* を移動の意味を含む一種の相動詞と見なしているのがこの表示の特徴である。相動詞とは開始、継続、終了の意味を表す動詞をいうが、本稿に関係するのは開始と終了の意味の相動詞である。

この表示を使えば、着点を表す前置詞との共起関係が説明できる。*arrive* は、同じクラスに属し意味が類似する *come/go* と異なり、*to* ではなく *at/in/on* と共起することが広く知られている。

- (8) a. The train arrived at/*to the station.
 b. He arrived in/*to the city.
 c. The actor arrived on/*to the stage.

(7)では、FINISHがMOVEより構造的に上位にあるので、移動の意味より終了の意味が優先される。このため、*the station/the city/the stage*は、着点というより移動という出来事が終了した場所を表す。出来事が終了した場所を表すのなら、*to*ではなく*at/in/on*などの必ずしも移動を表さない前置詞が使われる、と考えるのが自然だろう。

*arrive*に持続的意味へのアスペクト強制が適用されないのは、この動詞が一種の相動詞であることに起因する、というのが本稿の提案である。ここで、*arrive*と意味が対照的でかつ同じく有方向移動動詞のクラスに属する、*depart*にも着目したい。*depart*は、*arrive*の反意語と見なされ (OALD⁸)、*arrive*と同じく移動を表すが持続的意味へのアスペクト強制が適用されない。

- (9) *The train departed from the station for a day.
 cf. *電車は1日駅から出発した。

この例は、「電車が駅を出発し、これが駅にいない状態が1日続き、また駅にいる状態になった」という意味を意図している。これは現実世界においてはあり得るので、上で述べたPustejovskyの可逆性条件を満たしているが、(9)は言語表現としては容認し難い。ここで、英英辞典によるこの動詞の定義を見てみよう。

- (10) depart : leave, especially in order to start a journey (OALD⁸)
 : to leave, especially when you are starting a journey (LDOCE⁵)
 : When something or someone departs from a place, they leave it and start a journey to another place. (COBUILD⁵)

下線は筆者によるものだが、いずれも*start(ing) a journey*「移動が始まる（こと）」という記述を含んでおり、さらに最初の二つはこの部分（を中心とする句／節）が*especially*という副詞によって強調されている。これらの定義は、*depart*は移動という出来事の開始に意味の重点があることを示唆すると言える。本稿は、*depart*の意味を出来事の開始が主で移動が従と捉え直す。ただし、*arrive*は着点を表す前置詞*to*と共起できないのに対し、反意語の*depart*は、場所を表す前置詞ではなくむしろ起点を表す前置詞と共起する。

- (11) The train departed from/*at the station.

この点も考慮し、次のような*depart*の意味構造を提案する。

- (12) [x START [MOVE FROM y]]

この表示では、FROM yという形でyが起点であることが既に組み込まれているので、場所を表す*at*などの前置詞が共起できないことが説明できるだろう。また、STARTがMOVEより構造的に上位にあるので、移動の意味より開始の意味がより重要であることが示されている。

繰り返しになるが、*arrive/depart*に移動の終了／開始後の状態の持続という意味へのアスペクト強制が適用できないのは、これらが一種の相動詞であることに起因する、というのが本稿の提案である。しかし、この提案がより説得力があり恣意的でないものにするためには、これに対する根拠を示す必要があるだろう。直感的には、終了／開始の意味を表す動詞が、終了／開始後の状態や動作の持続の意味を表せないことは、「当然」のことにも思われるが、本稿は次のように考える。まず、以下に相動詞そのものの例を示す。

- (13) a. * The man finished running/singing/dancing for an hour.
b. * The man started running/singing/dancing for an hour.

意図している意味は、それぞれ、「男性が走り／歌い／踊り終えて、その動作をしていない状態が1時間続いた」と「男性が走り／歌い／踊り始めて、その動作が1時間続いた」である。両者とも、現実世界ではあり得ることであるが、これらは言語表現としては容認できない。

本稿は、*arrive/depart*にアスペクト強制ができない理由は、(13a, b)が容認できない理由と基本的に同じではないか、と見ている。*finish/start*は、ある状態や動作が終了／開始することを表すので、時間軸に沿った事象の推移を明示するように表すと、それぞれ「 $e \rightarrow \neg e$ 」、「 $\neg e \rightarrow e$ 」となるだろう。この事象の切り替わりがまさに、相動詞*finish/start*の中核的な意味と本稿は考える。切り替わりは瞬時的に起こると解釈されるので、持続的意味とは整合せず、したがって、(13a, b)は容認できないと説明できるだろう。本稿は*arrive/depart*も一種の相動詞と見るので、これらも事象の切り替わりという中核的意味を含み、したがって持続的意味へのアスペクト強制が適用されない、と考えられる。

4. おわりに

以上をまとめると次のようになる。動詞*arrive*は、同じく有方向移動動詞である*come/go*などと異なり、持続的意味へのアスペクト強制が適用できない。これは、この動詞が（移動の終了を表す）一種の相動詞であることに起因する。反意語の*depart*も、（移動の開始を表す）一種の相動詞であり、同じくアスペクト強制が適用できないことはこれに起因する。終了／開始を表す相動詞は、それぞれ「 $e \rightarrow \neg e$ 」、「 $\neg e \rightarrow e$ 」という事象の切り替わりを表し、この事象の切り替わりが意味の中核をなす。切り替わりは瞬時的と解釈されるので、持続的意味と整合しない。*arrive*、*depart*も、一種の相動詞なので、中核的意味としてこうした切り替わりの意味を持ち、したがって持続的意味とは整合せず、この意味へのアスペクト強制が適用されない。

参考文献

著書・論文

- 出水和典 (2017) 「「着く」「到着する」と訳されないarrive」『立命館英米文学』第26号, 52-76. 立命館大学英米文学会.
- Jackendoff, Ray. (1997) *The Architecture of the Language Faculty*, MIT Press.
- 影山太郎 (1996) 『動詞意味論』くろしお出版.
- Levin, Beth. (1993) *English Verb Classes and Alternations: A Preliminary Investigation*, University of Chicago Press.
- Pustejovsky, James. (1991) “The Syntax of Event Structure,” In Beth Levin and Steven Pinker (eds.) *Lexical and Conceptual Semantics*, 47-81, Blackwell.
- 田辺英一郎 (2011) 「テリック動詞に結果持続の意味が成立する条件」『鶴岡工業高等専門学校研究紀要』第46号, 23-32.
- Vendler, Zeno. (1967) *Linguistics in Philosophy*, Cornell University Press.

辞書

- Collins COBUILD Advanced Learner's English Dictionary*, Fifth Edition (2006) HarperCollins Publishers. (COBUILD⁵)
- Longman Dictionary of Contemporary English*, Fifth edition, (2009) Longman. (LDOCE⁵)
- Oxford Advanced Learner's Dictionary*, Eighth edition (2010) Oxford University Press. (OALD⁸)

AIを活用し高専ロボコンを題材とした設計提案

遠藤 大希，櫻庭 崇紘

Design Proposal Using AI and the Subject of a KOSEN Robocon

Hiroki T ENDO, Takahiro SAKURABA

(Received on Jan. 31, 2025)

Abstract

In this technical note, we used ChatGPT to analyze the rules of the KOSEN Robot Contest (Robocon), conducted a case study, and subsequently examined the results. From a technical perspective, detailed analyses based on TRIZ and the automatic generation of well-reasoned design proposals were successfully demonstrated. On the other hand, attempts to obtain multiple responses in a single query resulted in issues such as hallucination and inconsistent reproducibility, leading to suboptimal outcomes. Consequently, it became evident that a step-by-step, dialogue-based approach is more effective. Moreover, since multiple rounds of iterative “wall-bouncing” discussions are required, we developed a teaching resource that leverages the benefits of discussion and teaching as advocated by the Learning Pyramid.

キーワード：生成AI，ChatGPT，TRIZ，高専ロボコン

1. はじめに

近年、大規模言語モデル (LLM) による各種生成機能を有した人工知能の社会での普及が著しい。その代表格で、今回取り上げるのは2015年にイーロン・マスク氏やサム・アルトマン氏が設立した米国の非営利法人OpenAI Inc が運営するChatGPTである。同社は『OpenAIの使命は、汎用人工知能 (AGI)、つまり経済的に最も価値のある仕事において人間を凌駕する高度に自律的なシステムが、全人類に利益をもたらすようにすること』と憲章¹⁾で論じている。同社はLLMを提供し、その使命のもと、産業や研究分野に大きな影響を与えている。代表的な製品には、ChatGPTシリーズ (4o, o1)、DALL·E (画像生成モデル)、Codex (コード生成モデル) などを提供している。

このAIの普及により社会の利便性が著しく向上し、構造変化が起きている。一方で、利用人口の増加に伴い、法令遵守やモラルの欠如といった課題も発生する。工学教育機関所属の教育者は、社会の発展に大きく帰依する機材については、安易に禁止するのではなく、正しい方法を次世代に教育することが使命と考える。

本稿の著者である遠藤・櫻庭の両名は高専教員である。遠藤は設計法教育について研究し、櫻庭はロボット技術研究部顧問として学生のロボット設計教育を推進していることから、今回ケース・スタディを実施し報告する。

本稿では第36回 アイデア対決・全国高等専門学校ロボットコンテスト2023 (高専ロボコン2023) の課題「もぎもぎ！フルーツGOラウンド」のルール²⁾をChatGPTに分析させ、以下の分析とケース・スタディを実施し、最終的にその結果について考察・コメントする。

- ① 高い汎用性を有するChatGPT-4oを用い、鶴岡高専ロボット技術研究部がロボット設計において実施した戦略方針について、発明的問題解決理論 (TRIZ) に基づき設計戦略方針を分析し、その結果を評価する。
- ② 高い推論能力を持つChatGPT-o1にルールを分析させ、設計戦略方針を提案させる。この提案に対しフィードバック (FB) を行い、最終的に生成された設計提案書の有効性を評価する。

2. TRIZによる鶴岡高専ロボット技術研究部の戦略方針の分析

2-1 TRIZ とは

TRIZ (発明的問題解決理論) は、旧ソビエト連邦でG. アルトシューラーにより開発された問題解決手法であり、技術的課題を体系的に解決する³⁾ことを目的とする。今回は矛盾マトリックスと発明原理に焦点を当てる。問題を「改善特性」「悪化特性」に分類し、図1に示す「39の矛盾マトリックス」を用いて適切な「40の発明原理」から解決策を導出する。例えば移動物体の重量が悪化特性、移動物体の長さが改善特性の場合は拡大図のように発明原理 8, 15, 29, 34 のいずれかを適用すればよい。

TRIZ の考え方を象徴する有名な寓話の存在だが、1960 年代米ソ間の宇宙開発競争において、無重力環境ではボールペンが使用できないという問題が発生した。この問題に対しアメリカは多額の予算を投じて無重力環境でも使用可能なボールペンを開発し、一方ソビエトは鉛筆を使用したとされている。この「ボールペンと鉛筆」は俗に言うホラ話とされているが、TRIZ の理論に則り寓話を評価した場合、合理的な解決策である。

この寓話における改善特性は「使いやすさ（無重力環境で自由に文字を書くこと）」、悪化特性は「製造の難しさ（無重力環境で使用可能なボールペンの製造）」である。この改善特性・悪化特性を矛盾マトリックスに当てはめると、適用すべき発明原理 2 (分離・抽出)、5 (組み合わせ)、12 (等位特性)、これらの選択肢が該当する。この鉛筆の利用は複雑なボールペンの機能を分離し、紙にこすれば無重力環境であれ字が書ける、2 分離、12 等位特性を適用していることがわかる。

また、ChatGPT シリーズでは TRIZ を用いた分析が可能となっている。これは、多くの技術者が ChatGPT を活用して TRIZ による分析を行った結果、AI がその手法を学習したことによると考えられる。

		悪化特性	
改善特性		1	2
		移動物体の重量	固定物体の重量
1	移動物体の重量	+	
2	固定物体の重量		+
3	移動物体の長さ	8, 15, 29, 34	
4	固定物体の長さ		38, 28, 40, 29

図1. 矛盾マトリックス

2-2 高専ロボコン 2023 鶴岡高専の戦略方針分析

高専ロボコン 2023 における鶴岡高専ロボット技術研究部の戦略方針について、櫻庭は過去の講演⁴⁾で以下のよう

- 目標戦略:** 勝利への最短ルートを目指し、特定の高得点フルーツ (ミックス×2、ぶどう×1) の獲得を優先
- 移動方針:** スピードの速いロボットで素早くセンターゾーンに入り高得点フルーツを獲得、周回ゾーンのフルーツは無視
- 障害突破:** 角材は勢いで突破、ロープは下の隙間を通過することで時間短縮
- 収穫方法:** 2.4m の長く必要十分な剛性を有するアームを使用し、高所のフルーツを収穫
- 構造設計:** 低重心・低車高で転倒防止とロープ対応を両立
- 機能の最適化:** 強力なモーターの搭載、必要最低限の機構に絞り軽量化
- リソース管理:** 装飾排除、CAD・3D プリントによる部活動時間外での設計作業や無人の自動加工で人的・時間的リソースの管理

これらの戦略方針はプロンプト (AI に与える指示・質問テキスト) としても利用するとともに、ロボコンルールブック²⁾を ChatGPT-4o に分析させ、以下の 2 つのアプローチを比較・評価する。

- 一括分析:** 全戦略方針を一括で入力し、包括的な分析結果を得る。
- 対話式分析:** 各戦略方針を逐一対話形式で入力し、それに基づく分析結果を得る。

2-2-1 一括分析

一括分析では矛盾マトリックスのアップロードと同時に、以下のプロンプトを入力し分析を試みた。

この表(矛盾マトリックス)とルール情報を基にロボコンの戦略方針をこれから伝えます。これを TRIZ の悪化特性・改善特性を分析し、最終的にどの発明原理が適用されているか分析して。また悪化・改善特性(番号)/対応する発明原理/実際に適用されている発明原理と番号/分析した理由を必ず明記した表で出力して

出力された結果を表 1-1 に記す。表 1-1 において、下線で示した箇所は参考文献の本来の矛盾マトリックスと異なる分析や、戦略方針と一致しない結果を示している。例を挙げると 1. 目標戦略方針の悪化特性が「固定物体の重量」となっている。ロボットは移動物体なので誤りであるし、その結果として後段の分析も誤っている。

一方、すべての分析が間違っているわけではない。戦略方針 3・7 など適用外の発明原理は誤っている場合もあるが、適用されるものに関しては妥当な分析を行っていることが確認される。

表 1-1. 一括分析表 (書式を除き原文)

戦略方針	悪化特性 (番号・名称)	改善特性 (番号・名称)	適用可能 発明原理	適用された 発明原理	分析理由
目標 戦略 方針	<u>2. 固定物体の重量</u>	9. 速度	<u>8, 10, 18, 37</u>	<u>10. 先取り作用</u>	速度向上のために軽量材料の使用と補助メカニズムの事前準備が実施された
移動 方針	5. 移動物体の面積	10. 力/トルク	15, <u>29, 34</u>	<u>34. 均質性</u>	機構の特定部分に対して高強度な材料を使用することで、力の最適化を実現
障害 突破	7. 移動物体の体積	21. 出力	<u>1, 35, 40</u>	35. 物体の物理的または化学的状態の変移	ロボットのサイズ調整により効率的な出力向上が可能に
収穫 方法	12. 形状	3. 移動物体の長さ	<u>14, 17, 30, 32</u>	<u>17. 一次元から多次元</u>	形状変更により、異なる課題に適応できる多機能構造を採用
構造 設計	<u>20. 固定物体のエネルギー消費</u>	22. エネルギー損失	<u>28, 31, 36</u>	<u>31. 多孔性の材料を使</u>	<u>エネルギー管理のために多機能システムを活用</u>
機能 の最 適化	19. 移動物体のエネルギー消費	9. 速度	<u>12, 18, 28, 31</u>	<u>12. 等位特性</u>	軽量化により、移動速度の向上を図る
リソ ース 管理	26. 物質の量	25. 時間の損失	35, 38, 18, 16	35. 物体の物理的または化学的状態の変移	時間短縮のために自動加工を活用し、人的リソースを最適化

2-2-2 対話式分析

対話式では以下のようなプロンプトで TRIZ の分析を実施した。また、2-2-1 同様に矛盾マトリックスの表を比較させている。

ロボットは手動操作により、制御されている前提で以下の手順で分析を行ってください

- 1: ロボコンの戦略方針を入力する
 - 2: 戦略方針について悪化特性と改善特性を分析し最も重要と考えるものを 1 個列挙する
 - 3: 分析した悪化特性と改善特性が交差する矛盾マトリックスの発明原理の番号を列挙する
 - 4: 列挙された発明原理の中から、適用されている発明原理の番号を表示する
 - 5: なぜその発明原理が適用されているのか説明する
 - 6: これを下記のような様式で記載して
- 悪化特性: 番号. 悪化特性の分析の結果
改善特性: 番号. 改善特性の分析の結果
表内の発明原理: TRIZ 矛盾マトリックスの桁の値
対応する TRIZ 発明原理: 番号
発明原理名 発明原理の意味説明
適用理由 なぜその発明原理が対応したのか 100 文字程度の説明

このように分析を指示した結果、1. 目標戦略方針では以下のような返答が得られた。

悪化特性: 1. 移動物体の重量 (高得点フルーツを運ぶことで重量が増加)
改善特性: 33. 操作のしやすさ (短時間で獲得するための操作性向上)
表内の発明原理: 25, 2, 13, 15
対応する TRIZ 発明原理: 25
発明原理: 25. セルフサービス
発明原理の意味説明
システムや装置を利用者自身が操作できるようにし、効率的な動作を可能にする手法。
適用理由
ロボットの操作モードを変更可能にし、状況に応じた最適なフルーツ獲得方法を実現する。

この結果は簡潔で的を射た分析である。その後、戦略方針 2~7 についても同様の分析を行った。しかし、中にはルール違反に該当する回答など、あまり的を射ない分析が含まれていた。そのため、該当する回答には FB を実施し、分析の修正を試みた。

表 1-2 では、すべての分析結果に加え、各戦略方針に対して実施した FB の回数も記載している。これにより、各戦略方針における分析結果の妥当性と、改善に必要なだったプロセスの詳細を比較できるようにしている。

2-3 TRIZ 分析の考察

今回の ChatGPT-4o を用いた分析を通じて、以下の点が確認された。

- ・一括分析では、適用可能な発明原理を誤るケースが見られた。
- ・対話形式での分析は、深掘りを行うことで妥当な分析結果を示した。

これらの結果から、ChatGPT-4o は同時並列処理には向いていない一方、対話形式で繰り返しやり取りを行うことで、分析の精度が向上する可能性が示唆される。

また、いずれの分析においても、戦略方針 1・2・4 では誤りや複数回の FB が求められた。これらの戦略方針に類似する問題について、ChatGPT-4o において TRIZ 利用者があまり分析を行わない分野である可能性がある。学習が十分でない分野であるため、適切な学習が行われず、誤った分析や複数回の FB が必要となったと考えられる。

表 1-2. 対話分析表（書式を除き原文）

戦略方針	悪化特性 (番号・名称)	改善特性 (番号・名称)	適用可能	適用された 発明原理	分析理由	FB 回数
目標 戦略 方針	1. 移動物体 の重量	33. 操作の しやすさ	25, 2, 13, 15	2. 分離・ 抽出	操作を単純化し、フルーツ獲得の動作精度を向上させることで、短時間での収穫が可能になる。	3
移動 方針	10. 力/トルク	9. 速度	13, 28, 15, 19	13. 逆（リ バース）	高速移動時の負荷を軽減するため、通常の加速・減速の考え方を逆転させ、ブレーキ制御を最適化することで、スムーズな動作を実現する。	2
障害 突破	10. 力/トルク	9. 速度	13, 28, 15, 19	13. 逆（リ バース）	障害物を突破する際の動作を逆転させ、勢いによる突破と低抵抗経路を組み合わせることで最適化する。	1
収穫 方法	3. 移動物体の長さ	14. 強度	1, 15, 8, 35	1. セグメン テーション（細分 化）	アームを分割構造にすることで、状況に応じた長さの調整や剛性の最適化が可能になり、収穫の安定性を向上させる。	2
構造 設計	3. 移動物体の長さ	14. 強度	1, 15, 8, 35	1. セグメン テーション（細分 化）	低重心設計を維持しながら、車体の一部をモジュール化することで、ローブ障害への対応能力を高めつつ転倒リスクを低減する。	1
機能 の最 適化	1. 移動物体の重量	21. 出力	8, 36, 38, 31	8. つりあい	強力なモーターの重量増加に対して、ロボットの全体設計を見直し、重心や配置を最適化することで、軽量化と高出力の両立を実現する。	1
リソ ース 管理	23. 材料の 損失	25. 時間の 損失	35, 28, 34, 4	28. 機械的 システムの 代替	従来の手作業ではなく、CAD や 3D プリンタによる自動化を活用することで、効率的な製造を実現する。	1

3. 設計提案書の作成

ChatGPT-o1はChatGPTにおいて推論学習に特化したモデルであり、画像解析などの汎用性を伴うタスクには不向きとされているが、問題の分析には優れている特徴をもつ。このChatGPT-o1に対して、2章同様にルールを入力し、問題点と解決策をどのように講じるか検証した。

著者らが列挙された問題点に対しFBと採点を行い、これに対しChatGPT-o1が返答、再度FBを行うというフローで対応した（図2参照）。以下は各行程で入力したプロンプトである。

①～②行程

こういうルールのロボットコンテストがある。勝負に臨む戦略方針と、ロボットを開発設計する戦略方針を6個程度箇条書きで提案して

→このプロンプトに対し、ChatGPT-o1は、付録表1における「要素・大項目」2-1から2-6の提案を返答した。素晴らしい提案です。いまの提案をエクセル形式で表示して

→ChatGPT-o1は直接エクセル形式での出力はできないため、コピー可能な表形式で出力された。

③～④行程

以下の点に留意してFBの指摘、それを踏まえての設計の再提案、FB指摘に対する回答を表で示して

1～4の数字は提案の採点結果である、1が最低で4が最高

4で採点されているものは良好なものなので改善の必要はない

付録表1は、②～⑤行程の結果を示したものであり、ChatGPT-o1がやり取りの過程を通じて行った分析内容を記録している。また、チャットによる対話を行うことで精度を上げることが可能であるが、ChatGPT-o1はオペレータの意図を完全に理解することはできない。このため、FBによりコメントした内容を、どのように理解したか出力させている。（付録表1「AIが理解した専門家のFBの内容」項目参照）

⑤～⑥行程

行程⑥では、TRIZのフレームワークに基づく分析を行った。TRIZは問題解決において、議論を収束させるのに適した手法であるため、このフレームワークを採用した。付録2は、①～⑥の過程を反映し、最終的にChatGPT-o1が出力した設計提案書、およびその設計提案書を基にChatGPT-4oの画像生成機能を用いて生成されたイメージ画を示している。また設計提案書はChatGPT-o1の作文能力（インデントや番号等の書式）を記録する目的も含め、できるだけ原文をそのまま掲載している。

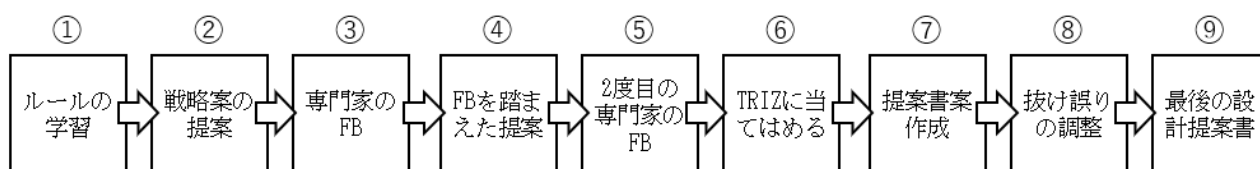


図2. 設計提案書作成のフロー

4. 考察・著者らのコメント

4-1 遠藤の考察とコメント

・技術的な観点

TRIZによる実際のロボットの分析と設計提案書のFBなどの一括分析では、文章の抜けや誤りの発生が多発する傾向が確認された。このことから、現行のChatGPTシリーズ、チャット形式による対話を通じて、情報を積み上げて書類を作ることで、設計企画立案の段階では十分に利用可能な精度の高い文章を生成することを確認することができた。

ChatGPTをはじめとしたAIが生成した文章の誤りは、ハルシネーションと呼ばれ、いわゆる「AIが嘘をつく」現象に該当する。学習していない事柄を問われた際に誤った情報を回答する^{5,6)}。2-2-2・2-2-3で生じた誤りはその典型的な例であると考え。近年では大規模データによる学習量の増加によってこの現象の発生頻度は減少傾向にあるが、プロンプトAIのオペレータはこの誤りの有無を常に確認し、必要に応じて修正することが求められる。

また、ハルシネーションに加えて、AIの特徴の一つである「再現性の不完全性」も指摘できる。たとえばAIに「1+1は？計算過程だけ示して」と単純問題を尋ねた場合であっても、図3に示すように回答が常に同一にはならない。このため、付録表1で示す「AIが理解した専門家FB（フィードバック）の内容」のように、入力したコメントと、一字一句一致する文章やそれに対する厳密に対応する返答は得られない場合が多い。

こうした問題を軽減するには、前述のようにチャット形式で対話を重ね、プロンプトの入力内容・出力結果を確認・修正することがオペレータに求められるものと考え。

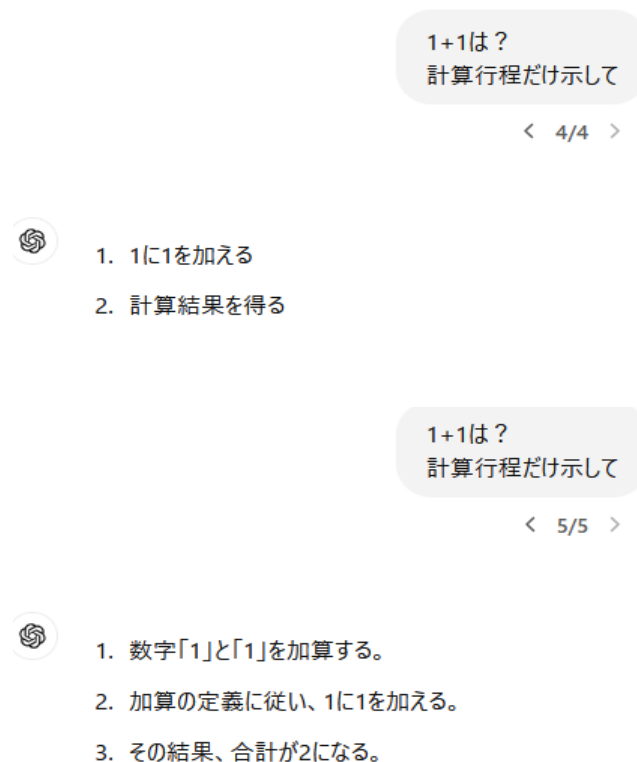


図 3. 同じ単純質問による LLM-AI の再現性に関する実験の結果

・教育的な観点

技術的知見が十分備わっていない学生にとって、対話形式のチャットを活用した壁打ちでの設計書制作作業は、「ディスカッションを行う」活動に該当し、巧みなプロンプトを作成する行為は「他者に教える」ことに類似しており、ラーニングピラミッドの理論⁷⁾に基づくと効果的な学習活動と位置づけられる。また、一定の時間を置いて反復的に壁打ち作業を行うことで、間隔反復による記憶定着効果^{8,9)}も期待できる。

近年、国内では宮国らによる探求学習計画の立案¹⁰⁾や、海外における英語学習¹¹⁾などにおいて、ChatGPTがこのような壁打ち学習のパートナーとして有用であることが報告・報道されている。

高専ロボコンは高専生の技術・知見などの向上を目的とした教育コンテンツである。このため、AIと壁打ち作業により設計の提案書を作成することで、工学の知見やAIオペレーションを身に着けるのに優れた教育題材であると考えられる。

4-2 櫻庭の考察とコメント

本考察は高専ロボコンに対する ChatGPT-o1を用いた設計提案に焦点を当てて記述する。

3章「設計提案書の作成」の結果から、AIによる設計提案は誤情報を含むという欠点を理解したうえで、参考資料として使用するのであれば非常に有用なツールとなり得ることが確認された。例として競技フィールド上に存在する段差障害を乗り越えるための「大径ホイール」や「クローラー」の使用、狭隘空間における方向転換のため「その場旋回機能」の実装が提案されており、これは2023年大会優勝校のロボットで採用された機構である。ただし、優勝校のロボットはその3機構を組み合わせた機体であるが、AIからは機構の組み合わせに関する提案はなされていないことに注意が必要である。また、ロボットにバンパーなどの保護材を装着し、相手ロボットとの接触時におけるダメージ軽減が提案され、競技用ロボットの製作で軽視されがちな安全性に対する注意喚起がなされている。

一方、ルールの理解が不十分な提案や明らかな愚案、内容が不明瞭な提案、自明であり論を俟たない提案も存在する。例として競技フィールド上に存在するロープ障害は避けて通れないルールであるが、「ロープが無いコースの選択」が提案されている。また、段差障害の高さが75mmであるのに対し「乗り越える

ために直径150mmのキャストを使用」という提案も現実的ではない。他にも、構造が想像できない機構や意図が理解できない機構が存在する。さらに、提案書では複数の機構が提示されているが、それぞれ個別の提案に留まっており、競技に対する全体的な戦略方針や組み合わせるべき機構、組み合わせるべきではない機構についての言及がなされていない。

これらを踏まえ、AIによる設計提案は有用な提案と不適切な提案が混在しており、その判断が使用者に委ねられるという点に注意が必要であると結論付けられる。本提案書は高専ロボコンのルール発表直後に出力し、戦略方針および設計検討における参考資料としての活用を想定しているため、提案内容の是非は主たる使用者である学生により判断される。ロボット設計の経験が豊かではない学生にはこの判断作業が負担であることや、判断を誤った場合に実現不可能なロボット製作に挑戦し続ける可能性が懸念される。しかし、いくつかの有用な提案も存在するため、教員や有識者等が適切に補助することで十分な効果をもたらすことが可能であると考えられる。また、提案文に加えてイメージ図なども出力可能であると迅速な提案内容の理解に繋がるため、文章と画像を同時に出力させ、それらの整合性を確認するなど、AIによる設計提案に関するさらなる調査が必要である。

5. 最後に

本稿執筆にあたり協力いただいた、鶴岡高専の学生、並びに年次報告発行にかかわる委員を含む教職員・高専機構各関係者に感謝の意を表す。

本稿は高専生をはじめとした機械設計者に対し発行された「AI利用マニュアル」の意味合いがある。機械設計に限らず、AIを使用して文章作成を行った場合、その責任は使用者であることを十分に留意する必要がある。本稿の付録2はAIが出力した設計提案書であるが、インデントや箇条書き番号、文字太さなどの書式が不統一な状態のまま、あえて修正せずに掲載している。これは、2025年1月末日時点でのAIの性能ではその作文能力が完璧ではないことを示す目的がある。本稿をマニュアルとして利用する場合はその点についても十分留意していただきたい。

今回はChatGPTを利用したが、日々AIの性能は進歩し、その種別も増え、中には自作のAIを活用する設計者も出てくることだろう。このため、実際に設計に利用した設計者・ロボコンリストにおかれては、次の研究のための重要な情報となるので、第一著者の遠藤(h.endo@tsuruoka-nct.ac.jp)にご連絡をいただきたい。

本稿はChatGPTにさまざまな学習を行わせる都合上、著作権の問題などが懸念された。今回執筆にあたり文化庁ガイドライン¹²⁾調査や一般社団法人著作権情報集中処理機構などへ問い合わせ、著作権法第30条第4項¹³⁾の規定する学術研究を目的とした非享受の分析に該当することを入念に確認し、個人情報漏洩防止に用いられる非学習モード「オプトアウト」に設定しケース・スタディを実施している。

今後多くの教育機関・官庁・民間企業でAIの利用に関し内規が定められることが予測される。本学においても今後AIに関する利用規則が制定することとなっている。本稿の読者諸氏におかれましては、各所属のルールに準拠し、生成AIによる設計提案をご利用いただきたい。

参考文献

- 1) OpenAI, OpenAI憲章, OpenAI Inc, [オンライン]. Available: https://openai.com/ja-JP/charter/?utm_source=chatgpt.com. [アクセス日: Jan. 19 2025]
- 2) NHKエンタープライズ, [オンライン]. Available: https://official-robocon.com/robocon_wp/wordpress/wp-content/uploads/2023/04/kosen_rule_230427.pdf.pdf. [アクセス日: Jan. 19 2025]
- 3) 産業能率大学CPM TRIZ研究会, TRIZの理論とその展開, 産能大出版部, 2003.
- 4) 櫻庭崇紘, 鶴岡高専のロボコン～全国大会への挑戦～, 鶴岡市, Sep. 18 2024.
- 5) 清水宏太, 授業資料, Accessnet_富山高専_生成AI実践授業_20250120, Access net, 富山高等専門学校, Jan. 20 2025.
- 6) 小山航平, 山里 飛鳥ブラックボックス大規模言語モデルにおけるHallucination検出手法の検討, 2024年度 人工知能学会全国大会 (第38回), 2024.
- 7) Wikipedia, ラーニングピラミッド, [オンライン]. Available: <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%A9%E3%83%BC%E3%83%8B%E3%83%B3%E3%82%B0%E3%83%94%E3%83%A9%E3%83%9F%E3%83%83%E3%83%89>. [アクセス日: Jan. 27 2025]
- 8) Wikipedia, 忘却曲線, [オンライン]. Available: <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%BF%98%E5%8D%B4%E6%9B%B2%E7%B7%9A>. [アクセス日: Jan. 27 2025]
- 9) 多根井重晴, 豊田 弘司, 大学生における反復学習に関する実践的研究, 奈良教育大学学術リポジトリ, 2019.
- 10) 宮国泰史, 加藤 司, 杉尾 幸司 探究活動の初期段階における人工知能活用の可能性, 琉球大学学術リポジトリ, 2024.
- 11) M De Simone, Federico Tiberti, Wuraola Mosuro Federico Manolio, Maria Barron, Eliot Dikoru, From chalkboards to chatbots: Transforming learning in Nigeria, one prompt at a time, World Bank Blogs, [オンライン]. Available: <https://blogs.worldbank.org/en/education/From-chalkboards-to-chatbots-Transforming-learning-in-Nigeria>. [アクセス日: Jan. 27 2025]
- 12) 文化庁, 令和5年度 著作権 セミナーAIと著作権, [オンライン]. Available: https://www.bunka.go.jp/seisaku/chosakuken/pdf/93903601_01.pdf. [アクセス日: Jan. 19 2025]
- 13) e-GOV 法令検索, 著作権法, 19 Jul 2024. [オンライン]. Available: <https://laws.egov.go.jp/law/345AC0000000048>. [アクセス日: Jan. 29 2025]

鶴岡工業高等専門学校教育研究年次報告 第1号

付録表1. AIの設計提案と、それに対するFBの履歴（書式・ページ数の関係上一部は編集している）

要素・大項目	提案名	概要	メリット	注意点	AIが理解した専門家のFBの内容	採点	再提案（設計面の改善案）	回答（提案者からの回答）	再提案・回答に対する横庭のコメント
2-1. 高得点フルーツ優先の収穫計画	シンプルアームによる収穫	ロボット上面に2輪程度のアームを取り付け、先端にフックやクランプを装備。上下・回転のみでシンプルに動かし、高得点フルーツも狙う想定	- モーター数を抑えられ、軽量化しやすい	- アーム可動範囲や初期位置を考慮しないとスタート時にロボット外へ大きく飛び出す恐れ	「高得点フルーツを本当に収穫できるのか不明」「モーター数が少ない理由が不明」「お助けアイテムの言及がない」	1	アーム単体で高所まで届く根拠が薄いので、**お助けアイテム（伸縮ポール等）**と併用する前提に変更する。	- モーター数削減は、従来の3軸アーム（上下・左右・伸縮など）と比べた場合の話である。	お助けアイテムと併用して高所まで届くようにするというのは妥当。というよりそれ以外の方法は存在しない。 「**」とは何を指しているか。 モーター数削減の根拠については承知した。
			- 目視操作のみで済む	- 高度なセンサー制御を省く代わりに操縦者の熟練が必要			モーター数が少ない比較対象を示す（例：3軸以上のアームとの比較で2軸に減らした）。	- 高得点フルーツを狙う場合は、 2周目以降に伸縮ポール等を装着して 高さを確保することを想定。	
	ショートアーム＋スライド機構	上下1軸のショートアームに、先端だけ伸縮するスライド棒を装着して高所フルーツを狙う。	- アーム全体を大きくせず重量・サイズ増を抑制	- スライド部分のガタつき防止やストッパー機構が不可欠	「なぜアーム本体を長くするより軽量なのか不明」「お助けアイテムの言及なし」「根元の上下1軸も伸縮になるのでは？」	2	「アーム全長を伸ばすより先端スライド部のみ延長した方が慣性や重量を軽減できる」根拠を具体例で示す（例：カーボンパイプ使用）。	- 基部は上下のみ、先端はスライドのみで済むため、 全長の大幅延長による剛性・重量問題を回避 できる。	理由について、承知した。 間違ったことは言っていない。 お助けアイテムとの併用が必要との認識は妥当。というよりそれ以外の方法は存在しない。 高得点フルーツの獲得と言うからには、2400mmの高さにあるミックスフルーツの獲得について言及してほしい。 「根元の上下1軸も伸縮になるのでは？」という指摘に無回答。
			- 先端だけ伸ばせるため制御が比較的シンプル	- 根元も含め、本当に軽量化できるか要検証			さらに高所を狙うには、 お助けアイテム併用 が前提とする案に改める。	- お助けアイテムを考慮しないと1800mm超のフルーツには届かないため、 最終的にポール等を組み合わせ て使用する。	
	収穫専用の簡易“ネットカップ”	アーム先端を網カップ状にして、ポールをすくい取る方式。ロープを切る危険が少なく、取りこぼしにも強い	- 強い把持力が不要で構造が単純	- ネットの大きさや素材により重量が増える可能性	「ロープ切断リスクとは？」 「ネット自体は重くならない」 「お助けアイテムの言及なし」	2	「ロープ切断リスクを減らす」という表現を削除し、 ポール破壊を防ぐ安全設計 を強調。	- ネットは軽量メッシュを用いれば問題ないが、 アーム剛性 を確保しないと高所で不安定になる。	文言変更については承知したが、アーム剛性の確保はこの案に限ったことではない。 「**」とは何を指しているか。 設計段階で最終的な到達高さを検証しない理由が不明。
			- ポールを傷つけないく安全	- 高所フルーツを取るにはある程度リーチが必要			高所を狙うには**別途高さを確保（アーム伸長やお助けアイテム）**が要することを明記する。	- お助けアイテムと組み合わせることを前提に、 最終的な到達高さを実験テストで検証 する予定。	
2-2. 障害物の突破安定性を重視した走行機構	大径ホイール×4輪駆動	直径150～200mm程度のホイールを4輪に装着し、左右2モーター＋チェーン駆動などで前後輪を連動。角材・ロープの乗り越えやすさを高める	- 4輪駆動で段差突破性アップ	- 車体が高くなる分、重心が上がりやすい	「4輪駆動と大径タイヤは良案」 「ロープを乗り越えるのは非現実的だが、車幅次第で可能性」「メリット・注意点は的確」	4	採点4のため大きな改善不要。 ただしロープたるみの実情を考慮し、 本当に踏破が可能か事前検証 を行う。	- ロープ突破に無理がある場合は コース取りを変えて回避 も検討。	コース取りを変えるとは？ どのコースもロープは存在し、避けて通れない。 一般的な内容であるが、間違ったことは言っていない。
			- モーター数を減らしつつ4輪化	- 大径ホイールやチェーン分の重量増を考慮				- 大径タイヤで角材を乗り越える点は引き続き有効と判断し、 重心対策 としてバッテリーを低位置に配置する予定。	
	後輪2輪駆動＋フロントキャスター	後輪だけをモーター駆動とし、前輪に大径キャスターを設置。最低限のモーター数で走行可能にし、段差でのつまづきを軽減	- コスト・配線・重量を抑えやすい	- キャスター径を大きくしないと段差で引っかかりやすい	「キャスター径が曖昧」「段差での引っ掛かり対策の具体例が欲しい」	3	キャスター径や位置を具体化し、 段差高さ＋α の大きめサイズを選定する。	- キャスター径を例： φ150mm 程度を目安とし、角材高さを十分越えられるよう試作・走行テストを実施予定。	地区大会では最初の段差の高さが75mmである。段差高さ＋αのサイズとするというのに、なぜ直径150mm(半径75mm)のキャスターを提案するのか不明。 キャスター半径は段差高さ以上でなければ乗り越えは物理的に不可能。 提案内容は的を得ているが、1回目のメリット・注意点も問題はなかった。
			- 制御がシンプル（左右差動なし）	- トルク不足だと障害物を越えづらい			必要に応じてキャスター周辺をスロープ状にする等の物理的対策を追加し、引っ掛かりを防ぐ。	- 後輪のモーター出力もトルク重視にし、段差での停止リスクを減らす。	
	簡易クローラー	ゴムベルトやチェーンにゴムパッドを貼り付け、段差やロープを乗り越える走破性を狙う	- 障害物に強く、安定して走行可能	- クローラー自作は難易度が高い	「クローラーサイズ感への言及が欲しい」「ロープ踏破は非現実的（車幅狭いなら別）」「採点1」	1	車幅やクローラー幅を明確化し、 ロープを回避可能な寸法 を設計する。ロープを完全に踏み越えるのが難しいなら、コース選択で避ける戦略を推奨。自作の工数が大きいので、時間や予算の制約があるチームには推奨度が低い。	- クローラー方式は大きかりなので、 十分な期間と工作技術 がないと厳しい。 （最初の角材エリアを超えないならロープを通らないが、そういう戦略か？） クローラーは時間と技術が必要というのは正しいが、挑戦を阻むほどのものかは疑問がある。	1つの戦略（バックアッププラン）としては良い。
			- ロープや段差乗り越えてもスリッパにくい	- 駆動部の重量増で30kg制限に注意				- 最終的にチーム状況によっては他の大径タイヤ案を優先し、クローラーは見送る可能性がある。	

遠藤・櫻庭：AIを活用し高専ロボコンを題材とした設計提案

付録表1. AIの設計提案と、それに対するFBの履歴（続き）

要素・大項目	提案名	概要	メリット	注意点	AIが理解した専門家のFBの内容	採点	再提案（設計面の改善案）	回答（提案者からの回答）	再提案・回答に対する櫻庭のコメント
2-3. センターゾーン活用&お助けアイテム	軽量伸縮ボール	アルミやカーボンパイプで1kg以下に抑え、2周目以降にロボット上部へ差し込み高所に対応	- 単純構造で拡張性が高い	- 動力無しでどう伸縮するか未記載	「動力を使わない伸縮方法の説明がない」「斜めに差すなら相手に当たる理由が不明」	2	ピン留め式やラチェット式など動力なしで段階的に伸ばせる方法を記述。 ロボット上部にまっすぐ差し込む設計とし、 先端が飛び出さないように固定を強化する。	- 斜めに差し込む想定はなく、 垂直に装着する 想定だったが説明不足だった。 - ピン式で伸縮段階を分け、 先端が他ロボットに干渉しない 長さを指す。	ピン留め式やラチェット式ならなぜ無動力化できるのか不明。 垂直に装着するのであれば、なおさら「先端が相手に当たる可能性」に言及している理由がわからない。 ロボットの最大サイズが定められているので、それを超えないようにすれば良いだけではないのか。 そもそも垂直に差し込むのに、長さ調整で相手にぶつからなくなる理由がわからない。
			- 装着・取り外しが容易	- 先端が相手ロボットに当たる可能性が不明					
	簡易リフト（ばね+ラチェット機構）	ばねの力でアームを上昇させ、好きな段階でラチェットを掛けて固定。電動アクチュエーターを使わないため軽量化を図る	- 電動部品不要で安全	- ばね反動が大きいと危険	「構造イメージできずコメント不可」「ばね反動で危険」「ラチェットが壊れると固定不能」	1	図解などで ばね+ラチェットの仕組み を明示し、過度な反動が出ない設計（ガイドレールや安全カバー）を追加。 2周目スタートゾーンでばねをセットする際の安全手順も示す。	- 本家は少しイメージが難しく、 実機試作を行って安全性を確認 予定。 - ピン式で伸縮段階を分け、 先端が他ロボットに干渉しない 長さを指す。	「ばね反動で危険」「ラチェットが壊れると固定不可」などとはコメントしていない。 試作する前に図で表してほしい。 ロボットの最大サイズが定められているので、それを超えないようにすれば良いだけではないのか。 そもそも垂直に差し込むのに、長さ調整で相手にぶつからなくなる理由がわからない。
			- 部品コストを抑えられる	- 壊れた場合に固定不能					
			- 予備部品はこの案に限らず必要	- 壊れた場合に固定不能					
	ロボット上部の“はしご”状拡張	小型の折りたたみはしごをスタートゾーンでロボットに装着。アームをその上に乗せる/はしご自体を伸ばして高さを獲得	- 視覚的に分かりやすく固定しやすい	- はしご素材が重いと重量超過	「お助けアイテムがはしごなのか？アームを分解・組立してるならルール違反？」	1	ルールで「お助けアイテム=1kg以内・分離禁止」など制約があるため、 はしごがロボットから完全に分離する形はNG の可能性。 ロボット上部に差し込み式で一体化を維持し、重量を1kg以内に抑える設計が必要。	- 現行ルールでは、 競技中の分解・組立は厳密に制限 される。 - はしご自体を超軽量化（アルミパイプ）し、ロボット本体に差し込むだけで「一時的に拡張」する形を模索。	質問の答えになっていない。 では「はしご」がお助けアイテムという理解で正しいと思われるが、はしごの上にアームを乗せるというのがいまだに不明。
			- 必要時のみ展開	- ルール上、ロボット分解・組立に抵触しないか要確認					
2-4. 相手チームの進路を見据えたルート取り	前方確認カメラor超音波センサー	カメラ映像やセンサー情報を操縦者が確認し、相手ロボットとの距離を測って衝突回避	- 相手との衝突リスク軽減	- カメラ遅延やセンサー誤作動の可能性	「不要」「目視で接触回避すべき」「効果が薄い」	1	本家は 費用対効果が低く 、混信や遅延のリスクを考慮すると導入メリットが小さい。 特に初心者チームなら、まずは目視操作に集中する方向へシフトする。	- 現状、 カメラや超音波は採用せず 、練習で操縦者が相手との位置関係を把握するノウハウを蓄える計画。 - 余力や予算があれば簡易カメラを装着する可能性はあるが、必須要素とは考えない。	提案変更について承知した。 妥当な修正がなされた。 提案変更について承知した。 妥当な修正がなされた。 この注意点は、こちらがコメントしたものである。
			- 操縦者が距離感を把握しやすい	- 導入コストやシステムが複雑化					
			- 操縦者目視でも十分対応可能	- 操縦者目視でも十分対応可能					
	“その場旋回”機能	左右独立モーター（戦車方式）で狭いスペースでもその場回転が可能。相手ロボットと並走している際に衝突回避しやすい	- コーナーでの操作性が高い	- 旋回時に車体がぶれる・横転リスク	「良案。一般的な内容で特に問題なし」	-	採点の記載なし（恐らく3相当） 今のところ専門家FBで大きな問題がないため、重心位置を低くして横転防止に気を配る程度で対応すればよい。	- 車体の重量バランスを下げ、左右同時逆転時の安定性を確保。 - 操作者の練習次第でスムーズに衝突回避が可能になる。	採点としては4相当。 重心バランスを下げるのは一般的な内容ではあるが、おかしなことは言っていない。 間違ったことは言っていない。
			- 2スティック操作で比較的小さい	- 操作ミスで無駄な動きが増える					
	コンパクト設計	フレームサイズを800×800mmよりやや小さめ（例：600×600mm）にして、相手とのすれ違い時のスペースを確保	- 衝突リスクが下がる	- アームやバッテリーを詰め込むとレイアウトが厳しくなる	「初期の案としては良い。一般的内容でおかしなところはない」	3	フレーム縮小化による 内部レイアウトの干渉 が課題となるため、主要部品の配置を先に検討する。 安全面やアーム可動域とトレードオフになるので、 無理に小型化しすぎない 落とし所を探る。	- まずは600×600mm程度で各部品をシミュレーション配置し、 バッテリーやアームの重心バランス を確かめる。 - それでも動作に問題があれば、ややサイズを大きくする予定。	良い提案である。 間違ったことは言っていない。
			- コーナーでの取り回しが楽	- 小さいほど重心が高くなりやすい					

鶴岡工業高等専門学校教育研究年次報告 第1号

付録表1. AIの設計提案と、それに対するFBの履歴 (続き)

要素・大項目	提案名	概要	メリット	注意点	AIが理解した専門家のFBの内容	採点	再提案（設計面の改善案）	回答（提案者からの回答）	再提案・回答に対する櫻庭のコメント
2-5. 迅速なリトライ対応とメンテナンス性	アルミフレームのモジュール構造	市販のアルミフレーム(30×30mm等)で本体を組み、アーム部・走行部などを分割して整備をしやすくする	- 組立・修理が簡単	- ボルトが多いと重量増	「初期の案として良い」「重量増のデメリットに言及がない」	4	採点4のため大きな改善不要。 重量増については穴あきLアンクル等を使い最小限の資材で組む方針を追加。	- フレーム切断面はキャップやヤスリで保護。 - 本番で頻繁に分解する時間はないが、事前整備や改造に有用なので現状維持する。	穴あきLアンクルの追加は、初期の案としては良い。 フレーム切断面の対応は良い助言である。
			- 追加改造しやすい	- フレーム角や切断面を保護しないと安全面に不安				間違ったことは言っていない。	
	上下段分離設計（駆動部と制御部）	下段にモーター・ギア類、上段にバッテリー・コントローラー・アームなどを配置。故障時にどちらかだけ外して交換しやすいとする	- 故障箇所を切り分けやすい	- 配線コネクタが増えて煩雑	「初期案としては良いが効果は薄い」「重心バランスが良くなる根拠が曖昧」	2	上下分離のメリットは配線整理や事前整備にあると割り切り、本番中の大掛かりな分解は想定しない。 重心はバッテリーを下段に配置するなど設計で補う必要あり。	- 大会本番での交換は時間が足りないことが多いため、主に練習・製作段階でのメンテナンス性向上が狙い。 - バッテリーや制御部を下段に寄せる計画を再検討し、重心を低く抑えるよう改良を進める。	配線整理や事前整備にメリットがある理由がわからない。 メンテナンス性が向上する理由がわからない。 この構造を採用したロボットの例があれば説得力が増す。
			- 重心バランスを考慮しやすい	- 重心が上がると不安定				ではモータやギアを上段にするのか？そうすると本末転倒では？	
				- 大会中に大がかりな分解は難しい				一般的な内容であるが、間違ったことは言っていない。	
	スナップ式バッテリーボックス・工具フリー	バッテリーをマジックテープやワンタッチリップで固定し、交換時に工具不要にする。衝撃で外れないよう複数箇所で留めてリトライ作業を短縮	- バッテリー交換が数十秒〜1分で可能	- 走行時の振動で外れるリスク	「初期案としては良い」「試合中のバッテリー交換は論外だがメンテ面で貢献」	1	試合中のバッテリー交換は想定しにくい、練習やテストでは有用。 振動対策を強化し、**二重固定（テープ+バンド）**などを採用してリスクを下げる。	- 工具が要らないことで素早く別バッテリーに切り替えられるのは練習時に大きな利点。 - 試合本番では交換の可能性は低いが、万が一のトラブルを考慮して導入。	間違ったことは言っていない。 振動対策の効果に疑問がある。 「**」とは何を指しているか。
			- メンテナンス性が向上	- 試合中にバッテリー交換する場面は少ない				間違ったことは言っていないが、「工夫」が必要か疑問。	
				- 瞬断防止の工夫が必要					
2-6. 安全かつアピール力のある設計・装飾	バンパー+角保護材	ロボット四隅をスポンジやゴム素材で覆い、衝突時のダメージを最小限に抑える。相手や観客への安全面も配慮	- 接触ダメージが減る	- スポンジやゴムを付ける分だけ外形寸法や重量を考慮	「良案。ロボット寸法を小さく作らなければならない点も指摘してほしい」「内容は問題なし」	4	採点4なので特に改善不要。ただし、バンパー込みでサイズ800×800mm以内に収める必要がある点をマニュアルに追記して意識させる。	- 衝突対策として有用なので、EVAスポンジ等の軽量素材を選択予定。 - 大会で破損した場合に備え、交換用の保護材を複数準備する。	EVA素材にこだわる理由がわからないが、それ以外は問題ない。 一般的な内容であるが、間違ったことは言っていない。
			- 相手にも迷惑をかけるにくい	- 競技中に外れない固定が必要					
	LEDやカラーパネルで“見える”演出	電源ON中に点灯するLEDテープやアクリルパネルでチームカラーを強調。審判・観客がON/OFFを認識しやすいようにする	- 競技ならではの派手さを演出	- LED配線のショート防止	「良案。アクリルパネルが重いのでは？チームカラーを強調する意味が曖昧」	4	採点4で大きな変更不要。ただしアクリルよりも軽量の樹脂板やフィルムを使い、余分な重量を抑えることよい。	- 赤/青カラー識別や電源ON確認に役立つので、細めのLEDテープを取り付ける方針。 - アクリルパネルは極力薄いものに変更し、イベント性と軽量化を両立させる。	「チームカラーを強調する意味が曖昧」とはコメントしていない。正しくは「アクリルパネルがチームカラーを強調する理由が不明」。フィルムは軽量で良い提案。 LEDテープは細めのものとの提案は良い。
			- チームカラーを目立たせられる	- アクリルパネルは重量増の恐れ				アクリルパネルにイベント性がある理由がわからない。	
				- 過度な装飾はサイズ・重量オーバーに注意					
	非常停止スイッチの強調	ロボット対角2箇所に赤い非常停止ボタンを大きく設置。どの方向からでも押しやすくし、安全対策をアピール	- 緊急時に瞬時停止が可能	- ガードを付けると押しにくいかも	「ルールで定められているので改めて言うほどでもない。ガードはむしろ付けない場合が多い」	3	競技規則で義務化されているので、過剰に装飾せず、押しやすい配置を最優先とする。 配線テストを入念に行い、非常停止が常に有効動作することを確認する程度で十分。	- 規則どおり対角配置を徹底し、大会の安全チェックをクリアできるよう配線を簡潔化。 - ガードは不要の可能性が高いため、誤操作よりも緊急時に押しやすい設計を優先。	提案変更について承知した。 妥当な修正がなされた。 提案変更について承知した。 妥当な修正がなされた。
			- 審判やメンバーが安心感を持てる	- 配線不備で非常停止が効かないと失格					

付録2. 高速走行と高所収穫を実現するロープ潜り型ロボット：TRIZによる設計提案

1. はじめに

- 競技時間：2 分 30 秒
- フィールドの主な障害：
 - 角材ゾーン：高さ 70～100 mm の角材
 - ロープゾーン：高さ 100～600 mm のたるみロープ
- 最大サイズ：800×800×高さ 1600 mm
- 重量制限：30 kg 以内（目標 28 kg 程度）
- 安全要件：非常停止スイッチ（対角 2 か所）、衝突時緩衝バンパー等

本提案書では、(1)問題点を多角的に列挙し、(2)TRIZ による問題解析を行い、(3)結論としての問題解決策をまとめ、(4)全体の設計の構想を示して（ロープを潜る方針の詳細・メリットデメリット含む）、(5) (6) (7) で最終的な設計のフローや仕様を提示します。

2. 問題点の列挙

- 2-1. 速度と安定走行； 高速(2.5 m/s)を目指したいが、衝突リスク・制御難度が増す
- 2-2. ロボット重量管理； 大容量バッテリーや強力モーターで 30 kg を超える恐れ
- 2-3. 高所フルーツ収穫； 1800 mm 超の位置を取るにはアームを大幅に伸ばす必要 → 重量・サイズ増
- 2-4. 角材ゾーン突破； 高さ 70～100 mm の角材を安定して乗り越える走行機構
- 2-5. ロープゾーン突破； 上をまたぐと絡みリスク大 → 潜るアプローチが有力だが、車体上部高さや形状に工夫が必要
- 2-6. 衝突リスクと安全； 高速走行・障害物突破で衝突時の破損リスク増 → バンパー・非常停止スイッチ必須
- 2-7. メンテナンスとリトライ対応； 競技中の故障時に短時間で交換修理できる構造が必要
- 2-8. 全体時間管理； 2 分 30 秒で複数周回&収穫を完遂するため動作を簡潔化

3. TRIZ による問題解析

ここでは、上記 8 項目の中で矛盾・関連性が強い要素をまとめ、TRIZ の矛盾マトリックスを用いた分析を示します。

- 3-1. 速度(問題 1) vs. 重量(問題 2)
 - 悪化特性：1. 移動物体の重量
 - 改善特性：9. 速度
 - 該当発明原理(例)
 - 2. 取り出し：必要時のみ装着するパーツを外部化する
- 28. 置換：鋼材→アルミ／カーボン置換で軽量化
- 13. 逆方向利用：重量を増やさず、衝撃はバンパー等で吸収
- 38. 強力なエネルギー：短時間(競技中)のみ大出力モーターで高速化
- 3-2. 高所収穫(問題 3) vs. 重量/サイズ(問題 2)
 - 悪化特性：1. 移動物体の重量
 - 改善特性：8. 移動物体の長さ
 - 該当発明原理(例)

28. 分割：アーム基部と先端スライドを分け、後付け／折り畳み可

15. 動的特性：必要時のみアーム長を伸ばし、普段は収納

28. 置換：アームをカーボンパイプで剛性を保ちつつ軽量化

• 3-3. 角材ゾーン(問題4)・ロープゾーン(問題5) vs. 車体形状

角材突破には大径ホイールや地上高確保

ロープ突破では「潜る」アプローチが絡みリスクを軽減

- ただし上部高さを抑え、滑らか構造でロープが引っかからないようにする

• 3-4. 安全(問題6)、メンテ(問題7)、時間(問題8)

安全：バンパー(EVA)・非常停止スイッチ(対角2か所)

メンテ：スナップ式バッテリー、モジュールフレーム

時間短縮：シンプル走行機構+後付けパーツで組み替え時間を最低限に

4. 問題解決の結論

高速化 + 軽量化

「取り出し」(2)：先端アームなどは後付けし、本体走行時は軽量

「置換」(28)：鋼材→アルミ/カーボン化

速度 2.5 m/s を狙いつつ総重量 28 kg 前後に収める

アーム後付けで高所収穫

- 「分割」(1)、動的特性(15) → アーム基部(上下+回転)だけ初期搭載し、先端伸縮(300 mm)は1周目後にピン留めで装着
- リーチ 2100 mm でS字フックを外す

角材ゾーン

- 大径タイヤ(150 mm) + 地上高 50 mm で 70~100 mm 角材を乗り越える
- サスペンションを過度に追加せず、重量増を防ぐ

ロープは潜る方針

- 車体上部を 600 mm 以下に抑え、ロープが当たっても滑るように滑らかなカバー or ネットテント構造
- 前縁にローラーやフラップを付け、絡みリスクをより低減

衝突安全・メンテ時間

- バンパー(EVA 10 mm)、非常停止スイッチ(対角2か所)
- スナップ式バッテリー固定・アルミフレームモジュール構造でリトライ時も作業短縮

5. 全体の設計の構想

5-1. ロープを「潜る」方針

概要：ロープの高さ(100~600 mm)を下からくぐる設計を取る。車体上部高さを 600 mm 以下に抑え、ロープが当たっても滑り上がるように上面を滑らか or ネットテント構造にする。

メリット：

1. ロープをまたぐ場合に比べ、絡み・巻き込みのリスクが低い
2. 車体上部が低背+曲面であれば、ロープが引っかかるトラブルを大幅に減らせる
3. 走行制御がシンプル(大きく車体を持ち上げたり、余分なサスペンションが不要)

デメリット：

4. 車体上部にアームやパーツを積む際、600 mm 以下に収納する必要があり設計制約が増える
5. 前縁部にローラーやフラップを付けたり、ネットの張り方を工夫しないと、ロープが僅かな突起に絡む恐れ

6. ネットテント構造の場合、内部空間が狭くなり、アーム可動と干渉しやすい → 開口部や折り畳み部を要検討

5-2. ワイヤ・ネットテント構造と中央アーム可動域

1. 左右ネット+中央開口：車体の左右上面にネットを湾曲させて張り、中央線上にアームが倒れ込む形で高さを抑える。
2. 収穫時はネットをファスナー等で部分開放し、アームを自由に動かすスペースを確保。
3. 前縁部対策：ロープが前面に当たった際、ローラーや弾性フラップで絡みを回避。ネットテント前縁を滑らかな曲面フレームにし、ロープがスライドしやすいようにする。
4. フルーツ運搬：ネット内に小ポケットを設置して、収穫後のボールを高速走行中も飛び出さないよう保持。もしくは中央部にカゴを配置し、ネットテントは衝突やロープ干渉からカゴを守る。

6. フロー：一周目 → アーム取付 → 二周目 → 収穫挙動 → フルーツ保管運搬

6-1. 一周目

- アーム先端を未装着 or 畳んで、車体上部 600 mm 以下。
- 角材ゾーン：大径ホイール(150 mm) + 地上高 50 mm で乗り越え。
- ロープゾーン：上面ネット・カバーで潜る。前縁ローラーなどで絡み防止。直線速度 2.5 m/s、カーブ 1.2 m/s。

6-2. スタートゾーンでアーム取付

- 1 周目終了後、伸縮アーム先端(300 mm)をピン留め(工具不要)で装着(取り出し(2)の発想)。
- 車体重量+1~1.5 kg 程度で合計 28 kg 前後を想定。

6-3. 二周目(フルーツ収穫ゾーンでの挙動)

- アーム基部を起こし、1800 mm + 300 mm = 2100 mm リーチで S 字フックからボールを外す。
- ネットテントは中央開口 or 側面ファスナーを開き、アームと干渉しないようにする。
- フルーツをカップ or クランプで保持し、ネット内ポケットや車体カゴへ収納。

6-4. フルーツ保管・運搬

- 高速走行で振動しても飛び出さないよう、ネットの目を小さく or カゴにフタをかぶせる。
- 最終的にスタートゾーンへ戻り、フルーツを指定場所に置くなどルールに沿って終了。

7. 提案する仕様

7-1. 走行部

- タイヤ径：150 mm (樹脂ホイール)
- 地上高：50 mm
- 目標速度：2.5 m/s (直線)、1.2 m/s (カーブ)
- 重量：フレーム+駆動 ≈ 25 kg + バンパー/アーム先端/ネット等 → 総計 28 kg

7-2. アーム・収穫機構

- 基部：上下 1 軸 + 回転 1 軸 (約 3 kg)
- 先端：伸縮 300 mm (1~1.5 kg) → 1 周目後に後付けピン留め
- S 字フック対応：カップ or クランプでネット(フルーツ)を軽く揺らし、外す

7-3. ロープ潜り

- 車体上部：600 mm 以下 + ネットテント構造 or 滑らかカバー
 - ロープが当たると曲面を滑り上がるようにし、絡みを回避
- 前縁ローラー or フラップ：絡み防止をさらに強化

- 中央アーム：折りたたんだ状態で高さを抑え、収穫時のみ開口展開

7-4. 角材ゾーン

- 大径ホイール + 地上高 50 mm → 70~100 mm 角材を乗り越え
- サスペンションの過度な導入を省き、重量増を回避

7-5. フルーツ保管・運搬

- ネットテント内ポケット、または中央カゴ
- 振動で飛び出さないよう、ネット目を小さく or カゴにフタを用意
- ネット上部にファスナー等で開閉できる仕組み

7-6. 安全・メンテ

- 非常停止スイッチ：対角2か所（高さ 1000~1200 mm）
- バンパー：EVA スポンジ 10 mm 厚（約 1.5 kg）
- スナップ式バッテリー：交換 30 秒以内
- アルミフレーム(30×30 mm)：モジュール構造で故障ユニット交換

結び

ロープを潜る方針とすることで、絡みリスクを減らし、走行制御を単純化できる一方で、車体上部の設計(高さ 600 mm 以下)や前縁対策(ローラー/フラップ)が必要となります。

- ・ メリット：上部装備の巻き込み・絡みが少なく、ロープゾーン通過時の安定度が高い。
- ・ デメリット：アームの大きさ・後付けパーツなど、車体高さに制約が生まれる。前縁形状にも細かな工夫が要る。

こうしたトレードオフを TRIZ の「取り出し」「分割」「置換」「逆方向利用」などの発明原理で補い、**高速走行 (2.5 m/s)・高所収穫(2100 mm リーチ)・軽量化(28 kg)・**安全性(バンパー、非常停止)****を両立する総合的なロボット設計を提案するものです。



付録図1. 文章をChatGPT-4oに読み込ませて生成されたロボットのイメージ

第五章 歴史を語る		91
史記	92	
四面楚歌（項羽本紀）	92	
項王自刎（項羽本紀）	94	
古事記	96	
神々の婚姻と国生み（上巻）	96	
大鏡	99	
雲林院の菩提講（序）	99	
南院の競射（太政大臣通長）	102	
徒然草 或人 司射る事を習ふに	104	
酒谷重子（後川版）	105	
平家物語	111	
祇園精舎（巻第二）	111	
知章最期（巻第九）	112	
壇ノ浦（巻第十一）	115	
能登殿最期（巻第十二）	118	
笈の小文 須磨・明石の旅	122	
第六章 パロディの世界		125
雨月物語	126	
浅茅が宿（巻之二）	126	
仁勢物語	131	
第一段	131	
第九段	132	
化物大江山	134	
傾城水滸伝	138	
立木の局 誤りて妖魔を逃がす（初編第一）	138	
衣手、戸隠山の鬼女を許す（初編第三）	143	
浦嶋が帰郷／八島の入水 猿蟹遠昔噺	146	
浦嶋太郎（後川版）	156	
図版出典／本文底本	157	
参考・引用文献	158	

(図1)『結ひの古典』の目次

1.	(注)	本稿において「古典」とは江戸時代以前の文学・文化・芸能を総括して意味する表現として用いる。
2.		森木三穂「古典のSTEAM化―「ものづくり」による学びの実践―」『未来を切り拓く古典教材 和本・くずし字でこんな授業ができる』(同志社大学古典教材開発研究センター) 山田和人・加藤直志・加藤弓枝・三宅宏幸編、令和五年三月二十六日、文学通信) 二七頁〜三二頁
		森木三穂「文理融合型の国語教育―「ものづくり」を活用した古典教育の方法―」『日本高専学会誌』二五巻三号 令和二年七月)
		森木三穂「STEAMで養う古典を「そうぞう」するちから」『国語教室』第一二二号 令和六年一〇月)
3.		高専古典教育研究会のメンバーは次の通り。なお、所属は執筆時のものである。
		・江口 啓子(豊田工業高等専門学校)
		・大坪 舞(佐世保工業高等専門学校)
		・荻田 みどり(舞鶴工業高等専門学校)
		・熊澤 美弓(鈴鹿工業高等専門学校)
		・玉田 沙織(豊田工業高等専門学校)
		・森 あかね(香川高等専門学校)
		・森木 三穂(鶴岡工業高等専門学校)

第一章	日本語の歴史	1
	表音文字と表意文字	2
	漢字について	2
	漢字の伝来	4
	日本語を漢字で表現する	5
	――万葉仮名・平仮名・片仮名	7
	いろは歌と五十音図	9
	くずし字	10
	明治以降の国語施策	10

第二章	韻文の世界	15
	国家と和歌	16
	古今和歌集仮名序	16
	古今和歌集	19
	古今和歌集	20
	古今和歌集	22
	和歌の才	23
	十訓抄(上巻)	23
	和泉式部日記	24
	夢よりもはかなき世の中	24
	沙石集(五巻末)	26
	歌ゆゑに命を失事	28
	新古今和歌集(巻二)	29
	忍ぶ恋	29
	漢籍の受容	29
	鶏鳴狗盗(十八史略 巻一)	29
	枕草子	31
	――頭弁の職にまゐりたまひて(第二〇段)	31
	知音(呂氏春秋 孝行篇)	33
	梧桐の日本琴	33
	江南の春(江南春絶句)	35
	残雪	35

第三章	歌から散文への展開	51
	伊勢物語	52
	初冠(初巻)	52
	西の対(第四巻)	54
	芥河(第六巻)	55
	東下り(第九巻)	57
	狩の使(第六十九巻)	59
	つひにゆく道(第二百十五巻)	61

第四章	物語からの発展	63
	源氏物語(側巻)	64
	光厳氏の誕生	64
	「長恨歌」楊貴妃との対比	66
	長恨歌(白居易集 卷二)	68
	源氏物語(巻巻)	70
	車争ひ	70
	兼上(謡曲)	73
	源氏物語(若菜上巻)	76
	女三の宮降嫁	76
	唐笛の綱	78
	枕草子 上に候ふ御猶ほ	81
	源氏物語(浮舟巻)	84
	右近の話・東国の悲劇	84
	大和物語 生田川	87

理解を深める効果があったことがわかった。つまり、謡曲「葵上」の般若の面と鬼女の視覚的な姿が、『源氏物語』の六条御息所のイメージを具体化し、怒りや憎しみといった感情に共感する手助けとして機能したのである。

このようなことから、原典だけにこだわるのではなく、関連する作品同士を比較検討でき、視覚資料があるという条件がそろった作品・場面を選出することにより、古典教育の方法の可能性はより広がる。従来の固定化された教科書掲載作品だけではなく、より幅広い古典を教材化する取り組みが必要ではないだろうか。

三．探求学習への展開

いくつかの古典作品を学習した前期期末には、古典の魅力を自ら発見することを目的に、作品調べのレポートを課題とした。従来の古典教育は文法学習中心で解説を一方的に聞くという形式が大半である。それは魅力の押し付けであり、魅力は自らが発見することによって価値として認識されようとする。そこで、『結ひの古典』に掲載されている作品の中から一つを選び、その作品について調査することを課した。調査項目と課題は次の通りである。

〈調査項目〉

- ・ 作品情報（ジャンル、作者、時代）
- ・ 派生、関連作品

〈課題〉

- ・ 調査項目を調べる
- ・ 作品の関連書籍を四冊調べる
- ・ 作品のあらすじをまとめる
- ・ 作品の関連書籍を一冊読み、おすすめの場面や表現を選び、まとめる
- ・ 調査を通しての感想をまとめる

『結ひの古典』に掲載されている作品、という制限の中で学生たちが選択した作品の傾向にはそれぞれ特徴があった。その結果は次の通りである。

〈調査対象作品ランキング〉（回答数 一六〇）

1. 『源氏物語』 四〇（二五．〇％）
2. 『平家物語』 三三（二〇．六％）
3. 『伊勢物語』 三〇（一八．七％）
4. 『酒吞童子』 一〇（六．二％）
5. 『和泉式部日記』『雨月物語』 七（四．三％）

前期期末に課した課題であるため、『結ひの古典』に掲載されている作品すべてを学習した段階ではなかったが、学生が調査対象として選ぶ作品には傾向があった。それは、聞いたことがあるかどうか、という点である。1～5の中で、『源氏物語』『伊勢物語』『和泉式部日記』は授業において取り上げ、学習済みの作品であった。それらを選択した学生の多くが、「授業内容で興味を持ち、授業で扱った場面以外の場面や話を読みたいと思った」という理由を述べている。また、『平家物語』は「中学校で学習したことがある」という点で親しみがあつたため選択したという意見が大半であつた。また、軍記物語というジャンルの魅力も大きな要因であつた。対立構造と話の展開がわかりやすい点が選択する理由の一つである。これまでの教科書や授業ではほとんど扱われない『酒吞童子』と『雨月物語』は、「ゲームやアニメを通して作品名は知っていたが作品そのものを調べてみたいと思った」という理由が多かった。このことから、従来の教科書では掲載されない作品でも現代文化への影響を考慮し、その教材性を検討することは、「社会と自分のつながり」を考えるためにも必要なことであると改めて認識させられた。

やはり古典文学という高いハードルを越えるには一足飛びでは難しく、いくつかのステップ・親しみを持つという段階を経ることが必要なのだろう。授業はそのステップであり、自らが自主的に魅力を見つける・探求に挑むには、学生の興味関心を喚起する学びの仕掛けが重要である。そして興味関心を掻き立てられた学生たちは自ら学び、魅力を見つける力がある。主体的に学ぶためのマインドセットに教員はどれだけの工夫を施せるか。その重要な視点が今回の実践から明らかになった。二〇二四年度は『結ひの古典』をベースにした古典教育を豊田高専、舞鶴高専でも行い、「古典×モノづくり」の実践と分析の対象を拡大した。次稿ではその具体的な実践を取り上げる。古典の面白さ、魅力を自ら発見した学生たちは、それを伝えるための手段として「モノづくり」を用いて、表現する。『結ひの古典』を用いた古典教育の実践はまだ始まったばかりである。

なり」や「ずらし」を重ね的に味わうことができる、ということである。それは当時から「わかる人にはわかる」という感覚でもあり、作者の仕掛けに気づく読者の楽しみであり、優越感でもあった。当時の人々の古典の教養は非常に高く、前提となる知識も豊富であつただろうことが様々な資料からうかがえる。これまでも授業の中で派生関連作品として紹介するために補助教材を準備し取り入れることをしてきたが、この『結ひの古典』ではそれの一つのテキスト内で補完し合うことを可能にした。古典文法や難易度を意識すると、時代の変遷とともに移り変わる言葉の変容や作品の特質、作品同士の関連を示す配列は非常に難しい。それは学習の先にある大学受験・入試対応を想定していることが大きな問題であるのだが、今回の『結ひの古典』は、高専の国語科教員だから作ることができたと言える。高等専門学校は一五歳から二〇歳までの学生が在籍し、どの高専でも高校生年齢に該当する一年生から三年生に古典の授業を行うことが大半だが、学習指導要領に沿う必要や大学受験・入試等を想定したスキルを学ぶ必要はないため、従来の古典教育や学習指導要領の枠にとられない、自由で多様性のある授業実践が可能である。そのような高専フィールドを生かした取り組みこそが従来の学びとは一線を画す、新しい古典教育の方法を生み出すのではないかという考えのもと、『結ひの古典』は作られている。

二．授業実践事例

『結ひの古典』の特徴である作品同士の「つながり」を意識した授業展開事例として、『源氏物語』を扱った授業を取り上げる。

『源氏物語』は紫式部によって平安時代中期に書かれた全五四帖にわたる長編物語であり、国文学最高峰の作品として知られている。従来の教科書では桐壺巻、若紫巻の掲載が多いが、『結ひの古典』は葵巻から車争いの場面を掲載した。この場面は光源氏の正妻・葵の上と光源氏の恋人・六条御息所のそれぞれの牛車が賀茂の新斎院の御祓の日の行列を見るために見物場所をめぐる争いが起こった、という内容である。この争いによって辱めを受けた六条御息所は恨みを強くし、物の怪となり葵の上を死に追いやる展開へとつながる非常に重要なシーンである。絵画化された作品も多い場面で、学生への視覚資料の提示もでき、二者の対立構造で話が進む点からも理解のしやすい

場面であると考える。

また、享受作品として謡曲「葵上」を取り上げた。謡曲「葵上」では舞台上に小袖が置いてあり、それが病の床に臥せる葵の上を表している。そこに恨みを抱く六条御息所が登場し、鬼女となり、後妻打ちをするなど、非常にわかりやすい攻撃性を示した舞で展開される作品である。原典を大事にしなからも新しい価値を創造する作品の事例としてふさわしいと考える。ちなみに能を見たことがある学生はとも少なく、仕舞や謡い、面や装束について知り、日本の伝統芸能を学ぶ機会にもなる。また、山形県鶴岡市には、国の重要無形民俗文化財である黒川能があり、「葵上」も黒川能上座にて上演されている。五流の能では前シテと同じ鬘のまま、般若の面をつけ、鬘を少し乱すという演出で鬼女を表現するが、黒川能は般若の面に黒頭のボサボサに乱れた鬘をつける。地域の伝統芸能とその歴史を学ぶこともでき、地域学習の一環としてもこの作品を取り上げた。

授業は鶴岡高専一年生四クラス（一六〇名）を対象に、二時間（九〇分×二時間）で実施した。授業展開は次の通りである。

〈一時間目〉

- ・『源氏物語』についての基礎知識（作品の特徴、時代背景）
- ・「桐壺巻」光源氏の誕生、長恨歌を読む

〈二時間目〉

- ・「葵巻」車争いを読む
- ・謡本「葵上」を読む
- ・謡曲「葵上」を鑑賞し、感想や特徴について話し合う

限られた時間の中で関連する作品同士を比べ読みすることで、それぞれの作品の特徴が明らかとなる。そして映像という視覚教材を使うことでよりその世界はイメージしやすくなり、興味関心の喚起へとつながる。古典学習の難しさの要因の一つにイメージのしにくさがあるが、そのハードルを越えるための補助として視覚資料は非常に有用である。授業後のアンケートには、「話の展開がわかりやすかった」「嫉妬の感情は共通なのだと感じた」「能は何を言っているかわからなかったけれど、解説を聞きながら動きを見ると感情がわかって面白かった」という感想が多く、『源氏物語』葵巻の理解のために謡曲を取り上げ、能の映像を見せたことが学生にとって印象に残り、

豊富な古典を有する国であり、私たちの生きる社会を構成する一部として古典は存在する。つまり、古典は私たちの土台でありアイデンティティを形成する要素である。国際化する社会の中で、自分たちの足元を見直し、自分たちの生きる社会を知ることによって、この社会の中でどのように生きるかを考え、生き抜く力を養うことにつながるだろう。つまり、古典教育のあり方を考えることは、「生きる力」を養うことを考えることなのである。先人たちの生きた証と感情、出来事に思いを馳せ、そこから私たちがどう生きるかを学ぶのが、古典教育の目的であると考ええる。

一―三 『結ひの古典』の特徴

稿者はこれまで古典と科学技術を融合する「古典文学×モノづくり」の取り組みの教育的効果を実践的に研究してきた。古典文学と科学技術の融合によって、古典の新しい読みや価値を見出せないか、という古典を再発見する取り組みである。(注2) その教育実践の中で学生の古典文学の面白さをとらえる視点に注目すると、文学研究者とは異なる着眼点であることが明らかになった。

例えば、様々な古典文学がゲームやアニメのベースになり、サブカルチャー化されることで無意識に、古典に触れる機会がある、という実情がある。自身の生活の中に自然と入り込んでいる古典文学の要素に作品を学ぶことで気づき、興味関心をもつきっかけができる。そのことから、中教審答申で指摘された「社会や自分との関わりを意識できない」という点は、このサブカルチャー化、享受の形態の検討によって解決できるのではないかと考える。また、古典文学を読み、「ここに書かれていることは実際に可能なのか」という視点に興味を持つ学生が多く、近代の科学技術や知識を活用した「実証・検証」によって、作品世界の虚構と現実を味わうという面白さに惹かれる事例も多くあった。また、絵巻や絵入り本などの視覚に訴える作品が持つ読み手を惹きつける力の強さも学生の取り組み状況を分析することで明らかになった。このような、文学研究者が考える古典の魅力と学生などの一般の人々が受け取る魅力や切り口は異なっており、その受け取り方、つまり享受の方法を見直すことが、研究と教育をつなぎ、古典の面白さや価値を社会に還元することができないのではないかと考える。そこで、現在の古典教育の課題に対する提案として編んだのが『結ひの古典』である。

『結ひの古典』は「つながり」をキーワードに、鶴岡高専、豊田高専、鈴鹿高専、舞鶴高専、香川高専、佐世保高専の六高専・七名の国語科教員で編んだ教科書である。この七名は全員が古典文学を専門としており、中古・中世・近世という幅広い時代を研究対象とすることができる。その中で、各自の専門性と知見を生かして共同研究を行ってきた。また、現在の古典教育のあり方について、令和三年度から継続して情報交換を行い、よりよい教育方法を模索してきた。そして、今後の研究・分析のベースとなるテキストとして『結ひの古典』を編み出したのである。(注3)

現行の教科書は古典作品が高校一年次の「言語文化」と二年次以降の「古典探究」に分断されて収録されている。また、作品配列は文法学習を意識したものであること、教材として採用される作品・場面も定番化したものがほとんどであることが新たな古典作品の開拓・教材性の検討を阻んでいる。この課題に対して、『結ひの古典』は定番教材を意識しつつも、作品同士のつながり、影響(享受)がわかりやすい作品を選出し、配列を検討したことが大きな特徴である(図1)。作品同士の関連の一例は次の通りである。

(古典作品) ― (享受・派生・関係作品)

・『伊勢物語』 ― 『仁勢物語』

・『源氏物語』 ― 『大和物語』 生田川

― 『枕草子』上に候ふ御猫は

― 謡曲『葵上』

― 『白氏文集』長恨歌

・『酒吞童子』 ― 『化物大江山』

・『浦嶋が帰郷 八島の入水 猿蟹遠昔噺』 ― 『平家物語』

― 『浦嶋太郎』

― 謡曲『道成寺』

古典享受は江戸時代からすでに行われている営みであり、『伊勢物語』のパロディ作品である『仁勢物語』や『源氏物語』のパロディ作品である『偽紫田舎源氏』など、平安時代に書かれた作品たち『伊勢物語』『源氏物語』が面白おかしくパロディ化され、民衆の間で読まれていた。古典享受の面白みの一つに「重層性」という要素がある。パロディ作品単体としての面白さだけでなく、そこに融合された作品の魅力に加え、元となった作品との「重

『結ひの古典』を用いた古典教育

森木 三穂

キーワード…古典教育、探求学習、享受

一・『結ひの古典』とは何か

一一 はじめに

『結ひの古典』（株式会社あるむ）とは、令和六年三月二五日に発行された高等専門学校の国語科教員七名（高専古典教育研究会）で編んだ、これからの古典教育のあり方を検討するためのテキストである。本稿では『結ひの古典』の制作意図およびそれを用いた古典教育の実践について報告する。

一二 古典教育の課題

平成二八年一二月の中教審答申において、「日本人として大切にしてきた言語文化を積極的に享受して社会や自分とのかかわりの中でそれらを生かしていくという観点が弱く、学習意欲が高まらないこと」が高等学校における古典学習の課題であると指摘された。また、実学的な立場からの「古典不要論」の噴出や教育現場における古典教育の見直しなど、昨今、古典を取り巻く環境は激変している。

稿者はこれまでに高等専門学校（以下、高専）において一年生を対象に古典に対する意識調査を継続して行ってきたが、どの入学年度の学生も古典に対して、「難しい」「よくわからなかった」「暗記はしたけれども理解はできなかった」という、否定的・拒否的な反応が多くみられた。それは、文法学習中心で、受験を意識した知識偏重型教育の弊害である強制的な知識の詰め込みの影響が大いにあると考える。また、平成二八年度に稿者が実施した山形県鶴岡市内の小・中学校の国語科教員を対象とした古典教育に関するアンケート調査によって、古典教育に割く時間が少ないことと教員の技量という二

つの課題が明らかになった。古典教育はある種の専門領域であるため、教師によって力量の差が出やすい。教師がその教育スキルを養うための研修等が充実しているとも言えず、その結果、必要最低限の知識をつけさせ、高校受験に対応し得るレベルでの学びに留まっており、興味関心を喚起する学びの仕掛けを行う余裕は教育現場には無いことが調査から判明した。これらのことから、小・中学校での古典教育の方法の見直しは今後の古典教育において非常に重要な課題であると認識している。

中教審答申を受けて、平成二九年告示の小学校学習指導要領では仮名の歴史を学ぶ単元が新たに加わり、伝統的な言語文化に「親しむ」ことがすべての学年で求められるようになった。令和四年度には高等学校新学習指導要領が施行され、令和五年度からは新しい科目編成と教科書による学習が始まった。その中では古典に親しみながら先人たちの残した文化遺産への理解を深めるように求められている。多くの人にとって古典に出会う場は学校教育である。そこで古典の面白さや魅力を感じられず、継承する人々が価値を見出さなければ古典は無価値なものとして淘汰され消えゆくだろう。令和五年度から高等学校で始まった「言語文化」は分断された古典と現代をつなぎ直すという、大きなシフトチェンジをしようとして作られた科目である。これまでの古典教育は文法学習を重視し、変わらぬ教材と授業スタイルが定番だった。その結果、古典嫌いを加速化し「古典不要論」を噴出させるに至ったと言っても過言ではない。古典は時代や国を越えた国際性と普遍性を学ぶことのできる財産である。その良さを生かすために、「いかにして古典を身近なものに感じ、自分事としてとらえられるか」という従来の学びとは一線を画す、興味関心を喚起する古典の価値の提示や学びの仕掛けが求められている。（注一）

私たちの生きる「今」は長い歴史の上に成り立っているが、近代化・技術の進歩が著しい社会の中で、その事実を意識することは少なくなってきたのではないだろうか。日本は一つの国家で日本語という言語によって紡がれた

図書広報室

室 長 菅 野 智 城 （創造工学科 基盤教育グループ）

図書広報室 図書委員会

委員長	菅 野 智 城	（創造工学科 基盤教育グループ）
委 員	櫻 庭 崇 紘	（創造工学科 電気・電子コース）
〃	森 永 隆 志	（創造工学科 化学・生物コース）
〃	笹 原 孝 紀	（総務課 図書情報係）

※本年次報告に掲載された論文等については、
全て執筆者が責任を負うものとする。

鶴岡工業高等専門学校教育研究年次報告 第 1 号

令和 7 年 3 月 発 行

編集兼発行者 鶴岡工業高等専門学校
山形県鶴岡市井岡字沢田104