

茨城工業高等専門学校

研 究 彙 報

第 59 号

令和 6 年 5 月

RESEARCH REPORTS

OF

NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY(KOSEN),

IBARAKI COLLEGE

NO. 59

MAY 2024

茨城工業高等専門学校

茨城工業高等専門学校研究彙報 第59号

目 次

< 論 文 >

- 1 Expurgated labor in Typee- The “unvarnished truth” in “culpable omission”
.....大武 佑 (1)
- 2 海外の学校見学：連絡手段3例の比較分析
.....大津 麻紀子 (5)
- 3 高専留学生の漢字学習をめぐる考察 —「漢字理解」活動をとおして—
.....浜元 聡子 (8)
- 4 フラーレンの単座誘導体の数え上げ
.....蓬萊 尚幸 (19)

Expurgated labor in *Typee*- The “unvarnished truth” in “culpable omission”ⁱ

Yu OTAKE

Abstract: Herman Melville made his literary debut with *Typee: A Peep at Polynesian life*, which is both an autobiography based on Melville’s sailing experience in his youth and a travel book detailing the customs of a cannibal tribe called the Typees. This book exposes a deficiency that the narrator admits to being “a culpable omission” (9). I explore how the absence of labor among the “savages” and its presence among “the civilized” parallels the unconscious “loss” of a nineteenth century America that was expanding its frontiers west. Because of Melville’s reversal between barbarity and civilization, parts of *Typee* were expurgated in the American revised edition. In these parts, the narrator denounces the civilization that evangelizes pagans into simple “beasts of burden.” In describing the absence of labor, Melville criticizes the violence of civilization that turns men into brutes, and the invaded into the invaders.

1. Introduction

This paper stems from my broader dissertation project concerning several of Herman Melville’s works and their relation to the idea of trespassing across borders, or, invading others’ territories. Today, I focus on Melville’s first book, *Typee: A Peep at Polynesian Life* published in 1846 in Americaⁱⁱ. The narrator, Tommo, offers 34 chapters depicting the life and customs of the native Marquesas, the Typee. The concepts of loss and want characterize the narrative, while the narrator spends chapters explaining the historical events and his memories of the islands.

My inquiry addresses the concept of labor as represented in *Typee* to understand the reason Melville consciously presents the loss of information in his novel. By comprehending the peculiar meanings of labor and loss, I would like to present the possibility that Melville intended to tell the untold story of the violence of modern civilization.

2. Concepts of loss and omission

I would like to point out that his narrative is distinguished creatively by a want or loss in the content itself. Interestingly, Tommo, the novel’s protagonist and the narrator, admits to this flaw several times in the preface. The narrator asks his readers to “charitably pass over his shortcomings” (9) so that they are forced to labor for the missing (or untold) information without explanation or linearity of time. Therefore, first, I would like to focus on the concept of loss, which guides the readers and delineates the narrative framework.

Although Melville, through the narrator Tommo, emphasizes his peculiarities and unfamiliarity with the cannibal tribe, “his story could scarcely fail to interest those who are less familiar than the sailor with a life of adventure” (9)ⁱⁱⁱ. In the preface, Tommo tells the readers that he identifies with the obvious peculiarities and the customs of the barbarous community in his narrative, but “refrains in most cases from entering into explanations concerning their origin and purposes.” This means that he confesses at the beginning of his debut novel, that his narrative does not contain what should have been narrated. He

proclaims:

As writers of traveling among barbarous communities are generally very diffuse on these subjects, he deems it right to advert to what may be considered a culpable omission. No one can be more sensible than the author of his deficiencies in this and many other respects; but when the very peculiar circumstances in which he was placed are understood, he feels assured that all these omissions will be excused. (9)

Tommo admits that these omissions and deficiencies are “culpable,” but asks the reader to excuse him for such flaws.

Tommo enters the “barbarous community” because he was escaping the tyranny and lack of provisions on the whaling ship he had been serving on. He repeatedly bewails his sufferings aboard the ship, stating “weeks and weeks ago our fresh provisions were all exhausted [...] and there is nothing left us but salt-horse and sea-biscuit” (II) . He explains that his escape is not only from the lack of food, but also from the tyrannical customs of the ship. He complains that, “the sick had been inhumanly neglected; the provisions had been doled out in scanty allowance; and her cruizes were unreasonably protracted. The captain was the author of these abuses” (31). The crew were forced into servitude, suffering from a want of both the provisions and dignity needed to sustain a person’s body and mind healthily and humanely. It was such terrible conditions that Tommo leaves the ship. Loss leads him to labor to reach to the mountains in the strange island.

3. The force of labor

When something has been lost, counteraction occurs to fill the void. Next, I examine the missionaries’ activities as representative of the violence of industrial civilization seeking to complement the loss of their own communities.

The narrative identifies several kinds of labor: the protagonists’

journey through the island after escaping the whaling ship, Tommo's leg injury, his mental agony, the Typee's daily work, and the missionaries' actions. My inquiry begins with the assumption that the obvious incongruity between the latter and the rest is at stake. When Tommo criticizes the Christian missionaries who come to the Marquesas Islands to evangelize the people, he identifies their errands of Christianity as "labor"^{iv}.

The Oxford English Dictionary defines labor as "exertion of the faculties of the body or mind, esp. when painful or compulsory; bodily or mental toil." In addition, it means "physical exertion directed to the supply of the material wants of the community."^v

According to these definitions, labor is thus a physical and mental force, which aims to complement the needs both of an individual and of a community. Escaping the ship and entering the island is, for Tommo, both physical and mental labor for restoration. After deserting their ship, Tommo and Toby make their way to the mountains from the bay to avoid an encounter with the natives. Their trail is represented as physical labor. Tommo depicts their physical exertion and the external information around them obtained from the working of the senses in detail. His description seems extremely complete, focusing on finest details as follows:

On we toiled, the perspiration starting from our bodies in floods, our limbs torn and lacerated with splintered fragments of the broken canes, until we had proceeded perhaps as far as the middle of the brake, when suddenly it ceased raining, and the atmosphere around us became close and sultry beyond expression. The elasticity of the reeds, quickly recovering from the temporary pressure of our bodies, caused them to spring back to their original position; so that they closed in upon us as we advanced, and prevented the circulation of the little air which might otherwise have reached us. Besides this, their great height completely shut us out from the view of surrounding objects, and we were not certain but that we might have been going all the time in a wrong direction. (51-52)

Pushing their way through without any sense of which direction they are heading, they try to make progress through the bush using their physical strength. Tommo also labors mentally after the disappearance of Toby in the valley. Despite the kindness and respect from the natives, he is depressed at the loss of his comrade, and confesses that "my mind should still have been consumed by the most dismal forebodings, and have remained a prey to the profoundest melancholy"^{vi} (142). He has been suffering a psychosomatic leg wound, "which still remained unabated" since the journey through the mountains began. Through "the mysterious disease," whose "violence increased day by day" (142), Tommo unconsciously acknowledges that Western civilization is accompanied by violence on the island.

When Tommo is insisted tattooing on his face by the island's great artist he realizes the purpose of tattooing; a conversion to the Typees

and complete isolation from Western life, and no turning back. Bryant points out that the Taipis saw sudden appearance of Melville (and Tommo for the Typees) as "a serious threat to their autonomy" and try to convert them rather than kill them which may cause anger of their gods and the French and Americans.

A fact which I soon afterwards learned augmented my apprehension. The whole system of tattooing was, I found, connected with their *religion*; and it was evident, therefore, that they were resolved to make a *convert* of me. (256; italics Otake)

Here, the terms "religion" and "a convert" can be categorized in Western, or to be more accurate, "missionary rhetoric" (231). Tommo's revelation described as Western rhetoric is followed by his psychosomatic leg wound and thus he becomes disabled, he ironically plans to escape. In chapter 30, Tommo confesses his "desire to escape from the valley now revived with additional force", which means the danger of his "visage was ruined for ever" (256).

In Chapter 34 entitled "the escape", Tommo exercises sheer violence at one of the natives "with a true aim" (291) at the moment of his escape from the island. Exerting all his strength, he dashes the boat-hook and, it strikes just below the throat of the native^{vii}. His labor to return to Western civilization leads to a fearful shift in their relationship, from awkward but warm friendship to sheer hostility. According to John Bryant, "our hero's return to the violent civilization he has shunned is made in violence." (Bryant xxi)

The missionaries' invasion, their act of trespassing on Polynesian lands, is also represented as violent labor. They are peculiarly depicted as laborers in the story. Indicating the missionaries' actions, Tommo takes up the mechanical force of civilization that "shall have driven all peace and happiness from the valley". The "death-dealing engine" (150) forces the natives to labor and "gradually sweeping from the earth the lingering vestiges of Paganism" (230).

Tommo ironically describes Honolulu as "a community of disinterested merchants, and devoted self-exiled heralds of the Cross" (231). Tommo here makes an accusation that the information about the operations of these missionaries is only selectively published. He continues: "But when these philanthropists send us such glowing accounts of half of their labors, why does their modesty restrain them from publishing the other half of the good they have wrought?" (231) Offering this question, Melville openly expresses his doubts regarding the manipulated / expurgated information published about the missionaries.

Tommo presents the missionaries' campaign as labor that resulted from "the want of vital piety" (234), which has led to the corrupted conditions of Honolulu. Hershel Parker's remark on the conflict between Catholics and Protestant missionaries offers another perspective on the concept of loss. Parker points out that "Protestant missionaries in the Pacific knew that to tolerate Catholics was to risk

both loss of human souls and loss of political control” (Parker 238). Evangelism is grounded in not only religious zeal but also, and perhaps mainly, in hunger for political and economic power to control the rest of the world. Melville consciously uses labor to throw the violent force of Cristian missionary work into relief.

4. Conclusion

When a civilized society seeks to expand its hegemony, it produces strangers to inflict their own vices upon, their labor changes its vector, and the civilized people work to force their labor upon others. To conclude, I would like to further my argument that “labor” is the process of producing strangers within a community.

In this section, I will talk about how civilization labors to produce strangers to complement their need. Once arriving in the valley, Tommo finds that the natives enjoy the absence of labor; the Typee people live indolent but happy lives. For Tommo’s eyes, they had been given “spontaneous fruits of the earth” (231) without laboring for their daily supply. But Tommo foresees that the missionaries’ entry will force them to work, and the scenery of the islands will be forced to change.

Neat villas, trim gardens, shaven lawns, spires, and cupolas arise, while the poor savage soon finds himself *an interloper in the country of his fathers*, and that too on the very site of the hut where he was born. (231; italics Otake)

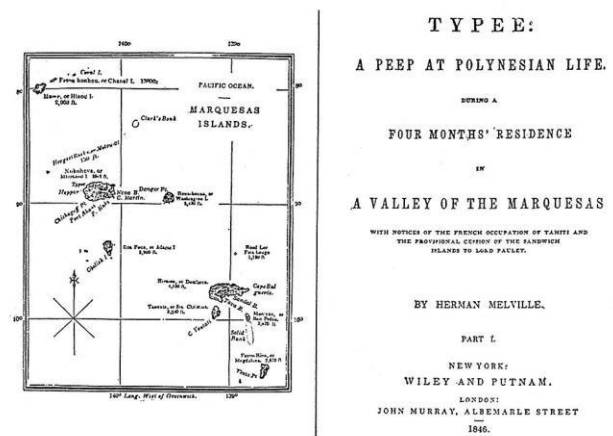
The invasion of the missionaries converted the natives into trespasser in their own lands. Tommo analyzes that the forced labor inflicted onto the natives by Western civilization eventually converted then into “beasts of burden” “harnessed to the vehicles of their spiritual instructors like so many dumb brutes” (231). Here, the narrator ironically criticizes the violence of missionaries who manipulated the natives for their own benefits. He assures that “if our evil passions must find vent, it is far better to expand them on strangers and aliens, than in the bosom of the community in which we dwell” (240).

Finally, to bring my discussion to a conclusion, I would like to refer to Tommo’s comment on “Truth”(241) on behalf of Melville. Tommo pointed out that a person sometimes varnishes himself to possess “a much greater knowledge of such matters than he actually possesses”(201) for his “natural desire to make himself of consequence in the eyes of the strangers”. Referring to the retired old South Sea

rovers, who “know just the sort of information wanted, and furnish it to any extent,” he explains how the truth can be manipulated when the contents are conveyed by language. Instead of varnishing himself, the narrator employs the omission of information to make the reader labor for the truth somewhere between the narrative “which will be sure to appear strange, or perhaps entirely incomprehensible, to the reader but they cannot appear more so to him than they did to the author at the time”(10).

In contrast to the existing South Sea narratives^{viii}, Melville, through the narrator, tries to tell his version of the truth without varnishing or fabrication. For him, “Truth, who loves to be centrally located, is again found between the two extremes” (205), and “horrible and fearful as the custom is, immeasurably as it is abhorred and condemned, still I assert that those who indulge in it are in other respects humane and virtuous.” In the preface, the narrator declares that “he has stated such matters just as they occurred, and leaves every one to form his own opinion concerning them; trusting that his anxious desire to speak the unvarnished truth will gain for him the confidence of his readers” (10).

Writing the truth unvarnished with loss and omissions inlaid, Melville lures the reader into complementing the loss presented to them, and he clandestinely lays charges against Western civilization and its destructive force on the Polynesian Islands. In using labor as a violent force exercised on the “savages,” he defined the process of labor that produces the best possible strangers to meet the needs of a civilized community. Furthermore, Melville’s novel exposes the evil and duplicity of the early stages of America’s global expansionism.



A map shown in the first English and American editions of *Typee*

ⁱ This paper is a revised and enlarged version of a paper given at a panel 4 “Atlantic Forms: Melville and Capitalism” in the session One at the 11th International Melville Society Conference held on June 27, 2017, at King’s College London.

ⁱⁱ *Typee* is said to be “Melville’s most unstable text” in a note on the text from *Typee A Peep at Polynesian Life* published by Penguin Classics. The note states that it has four different editions when it was first published in 1846 and

each of them sanctioned by the author.

ⁱⁱⁱ The numbers of pages are in the parenthesis after the quotation.

^{iv} “But when these philanthropists send us such glowing accounts of half of their labors, why does their modesty restrain them from publishing the other half of the good they have wrought?” (231)

^v labor / labour (n.)

-
1. a. Exertion of the faculties of the body or mind, esp. when painful or compulsory; bodily or mental toil
2. a. spec. in modern use: Physical exertion directed to the supply of the material wants of the community; the specific service rendered to production by the laborer and artisan. (*Oxford English Dictionary*, 2nd edition)

^{vi} Melancholy or “black bile” is one of the four chief fluids of the body (cardinal humour) that were thought to determine a person’s physical and mental qualities by the relative proportions in which they were present. In ancient and medieval physiology “black bile” was believed to be cold and dry and to cause melancholy and cowardice. (<https://www.merriamwebster.com/dictionary/black%20bile>). Tommo, held in a hot and humid South Sea island, depressed in a state of melancholy originated from cold and dry anger caused by the fear of conversion which is clearly a religious term of Western but the Typees does not practice any.

^{vii} “Even at the moment I felt horror at the act I was about to commit; but it was no time for pity or compunction, and with a true aim, and exerting all my strength, I dashed the boat-hook at him [an athletic islander named Mow-Mow]. It struck him just below the throat, and forced him downwards. I had no time to repeat my blow, but I saw him rise to the surface in the wake of the boat, and never shall I forget the *ferocious* expression of his countenance” (252; italics Otake).

^{viii} “In truth, so horrific and improbable are these accounts, that many sensible and well-informed people will not

believe that any cannibals exist; and place every book of voyage which purports to give any account of them, on the same shelf with Blue Beard and Jack the Giant-Killer; while others, implicitly crediting the most extravagant fictions, firmly believe that there are people in the world with tastes so depraved that they would infinitely prefer a single mouthful of material humanity to a good dinner of roast beef and plum pudding” (205).

Works Cited

Primary Sources

- Melville, Herman. “*Typee A Peep at Polynesian Life*” in *Herman Melville*. Library of America, 1984.
---. *Typee A Peep at Polynesian Life*. Penguin Classics, 1996.

Secondary Sources

- Gale, Robert L. *A Herman Melville Encyclopedia*. Greenwood Press, 1995.
Herbert, T. Walter Jr. *Marquesan Encounters: Melville and the Meaning of Civilization*. Harvard University Press, 1980.
James, C. L. R. *Mariners, Renegades & Castaways: The Story of Herman Melville and the World We Live In*. University Press of New England, 1953.
Leyda, Jay. *Melville Log: A Documentary Life of Herman Melville 1819-1891*. Vol. One, Gordian Press, 1969.
Parker, Hershel. *Herman Melville: A Biography Volume I, 1819-1851*. Johns Hopkins University Press, 1996.

海外の学校見学：連絡手段3例の比較分析

大津 麻紀子

Foreign School Visits: Compare and Analyze 3 Lines of Communication

Akiko Otsu

Abstract : Making first contact with potential research interests or partners is always confusing and nerve-wrecking. Those who conduct qualitative research such as site visits and/or on-site interviews will find this report resourceful. 3 lines of communication will be introduced with their pros and cons, including several episodes from the school visits in September 2023. Sample letters for site visits are provided in this report.

1. はじめに

研究テーマに基づきデータ収集を行う際、実験やアンケート調査などの量的調査だけでなく、観察調査や聞き取り調査などの質的調査が必要になる場合もある。そして研究課題が確定している場合もあれば、漠然とした問題意識を明確にするために観察調査を行うこともある。この実践報告では、観察調査の準備として海外の学校訪問の約束を取り付けるための連絡手段3例を紹介し、それぞれの長所と短所ならびに令和5年（2023年）9月に筆者が学校を訪問した際の実体験に基づいた留意点を挙げていく。

2. 3つの連絡手段

令和5年（2023年）9月2日～17日にかけて筆者はアメリカ・カリフォルニア州ロサンゼルス周辺の学校を4校訪問した。研究課題や問題意識を固めていく一方で、訪問校の選定や訪問依頼の電子メール発出は令和5年度初頭から始めた。今回の訪問は勤務先の夏季休業期間で予定したため、その時期はアメリカの新学期開始直後であった。現地訪問が終わり、帰国後に関係者とのメールのやり取りや現地でのフィールドノートをまとめていくうちに、今回の訪問準備で使用した連絡手段が3つに分類されることに気づいた。1つ目は「国内で訪問予定まで確定させておく（以下、国内準備）」2つ目は「海外（現地）についてから訪問予定の約束をとる（以下、現地準備）」そして3つ目は「友人・知人からの紹介（以下、紹介）で訪問予定の約束を取り付ける」である。それぞれについては後ほど長所・短所・留意点などを述べていくが、まずはこの3つの連絡手段を「訪問前に準備が終わり、安心して現地へ向けて出発できるか（安心度）」「現地で時間的な余裕があるか（時間的余裕）」「この連絡手段の方法を他者に勧めるか（おすすめ度）」の3つの観点から表にまとめた。各尺度は星の数で表しており、最も評価が高い場合の星の数は3つにしている。

表1 3つの連絡手段

	安心度	時間的余裕	おすすめ度
国内準備	☆☆☆	☆☆☆	☆☆
現地準備	☆	☆	☆
紹介	☆☆	☆☆	☆☆☆

2. 1 「国内準備」の説明

この連絡手段は今回紹介する3つの中で最も理想的なものである。日本に在る間に訪問に必要な準備が完了しているため、研究者が海外の訪問先に向けて日本を出発する際の安心度が最も高い。

長所：出発前に現地での訪問先や日程が確定しており、滞在先や現地での交通手段も手配済みである。現地到着後に追加で準備することはほとんどない。

短所：通常業務と並行して準備を進めるため、時間のやりくりが重要になる。また相手先の事情などで訪問予約を取り消されることや、緊急事態が発生した際の訪問日程の再調整ができない場合もある。

実体験のエピソード：日本での準備としては、まずweb検索で訪問予定先を絞りこみ、そこに掲載されていた担当者へメールを発出した（資料1）。このメールで訪問予定者である筆者の紹介や今回の訪問目的を簡潔に述べた上で、訪問にあたり相手先からの条件がある場合は、出来る限りそれに従う意思を示し、訪問実現への可能性を少しでも高くすることに努めた。その後担当者とのメールのやり取りが数度あったのち、学校区が指定するフォーマットに則った文書を作成した（資料2）。こちらの文書では、研究者が訪問先の学校や学校区にもたらす利益を明確にすることが求められていた。この文書を提出したのは訪問予定の2週間前であり、日本を出発した時には返答待ちの状態であった。最終的には現地到着後に「訪問を許可する上での学校区による書類審査の時間が足りない」という理由で訪問は実現しなかった。

2. 2 「現地準備」の説明

2つ目の連絡手段は、研究者にとって予期しないタイミングで日程や渡航費の都合が付き、しかし事前準備の時間が十分に取れなかった場合の「短期決戦型」である。

長所：現地到着後に訪問予約を取るため、他の連絡手段に比べ、出発前日本にいる間の通常の業務に支障をきたすことはない。

短所：訪問予定先からの訪問可否が判明する前に滞在日程が終了する場合がある。

実体験のエピソード：日本出発前に訪問を予定していた4校のうち1校から訪問不可の連絡を受けた。そこで滞在中の日程を見直し、新たに訪問先を追加することを決定した。教育関係者からの情報を元にweb検索で学校の公式ホームページにたどり着き、学校指定の「問い合わせフォーム」で学校訪問を申し込んだ。フォームは保護者対象の学校見学を目的としていたため、備考欄に研究者の自己紹介と訪問目的を記入した。この学校では、ウェブサイト管理者が問い合わせフォームを確認してから来訪者の対応をする広報担当者にメールを転送している。研究者の訪問ということで学内での調整が行われ、メールの返信に通常より時間がかかったことを聞かされた。最終的に今回の訪問では理事長に対応していただき、教育に関する情報交換を行うことができた。

2. 3 「紹介」の説明

3つ目は前述した「国内準備」と「現地準備」を合わせたもので、準備に最も時間がかかる。しかし、今回のアメリカ訪問4校のうち3校はこの連絡手段で訪問の約束を取り付けることができたため、他の研究者にとっても有益な方法であると言える。

長所：現地の関係者を通じて連絡をとるため、来訪者の身元が保障されており、受け入れ側に安心感を与える。また、来訪者に対しても協力的であることが多い。研究者にとっても、事前に訪問先の学校や訪問時に対応する人々の情報を把握しているため、情報収集を円滑に行うことができる。

短所：出発前から準備を進める必要があるため、通常業務と準備時間との兼ね合いが課題になる。現地の関係者と訪問先との関係性を考慮する必要がある場合も考慮する。

実体験エピソードその1：訪問先はマイノリティを対象とした医療系大学。筆者の大学院時代の友人Rがアメリカ人学生および留学生の学習支援スタッフであることから来訪を申し込んだ。Rには、訪問時にまずキャンパスツアーに参加することを勧められた。当日のツアー参加者は筆者1人で、実習に使われる救急病棟や産科の施設を見学し、授業やセミナーを廊下から見学した。その後Rのオフィスで学生の学習意欲などについての情報交換を行った。

実体験エピソードその2：カトリックの工業系男子高校で日本語の授業を見学した。今回のアメリカ滞在中に宿舎を提供してくれ

た友人Eが「(茨城高専と同じような)工業系の男子高校がある。そこでは日本語の授業もあるので訪問してみてもどうか」と勧めてくれた。その学校の教頭はEの長年の知り合いであり、訪問予定を申し込んだところ快く歓迎してくれた。教頭が日本語の授業担当教員に筆者からのメールを転送してくれたおかげで、日本にいる間に日程を調整し、見学内容を確定することができた。事前に準備はほとんど終わらせていたため、現地到着後は訪問時の留意点として学校への経路や駐車場の有無、駐車許可証について問い合わせをする程度で済んだ。

実体験エピソード3：今回の訪問準備で最も時間をかけたのがこのバイリンガル小学校だった。友人Eが以前メンターとして関わった人物がバイリンガル小学校の校長をしており、訪問に関して準備段階の初期に許可を得ることができた。ただし、アメリカは9月に新年度開始のため、日本での準備期間中は年度末から夏季休業と重なった。新年度の時間割が決まったのは日本を出発する直前の8月下旬、そして具体的に訪問する学年や担当教員を知らされたのは現地到着後だった。

現地で宿舎にしたアメリカの友人E宅に到着後、訪問日時の最終確認をする際にEから身分証明書の事前提示を提案された。筆者が数年前に取得し有効期限が残っているカリフォルニア州の運転免許証および現職の名刺の画像を送信した。学校到着時には校舎入り口で防犯カメラによる確認後入室を許可され、学校指定のシステムで氏名や生年月日を入力した。運転免許証の情報などは犯罪者データベースに照合されたと思われる。学校訪問時に取ったノートをもとめていた時に訪問した学級や担当教員名などいくつか不明点が出てきたため校長に問い合わせをしたところ、新年度の多忙な中にも関わらずすぐに返信をいただくことができた。

実体験エピソード番外編：現地到着後に1つの学校から訪問予約を取り消され、新たな訪問先を探していた時に、教育関係者を紹介してもらおうと、筆者が2000年から8年間在籍したクレアモント大学院教育学部に連絡を取った。現在の学部長は学生時代の知人であり、彼女から「来週学内で新入生のためのイベントがあるから、ネットワークを兼ねて卒業生として出席してみてもどうだろう。在籍する大学院生は現職の教員が多いので何かしら得るものはあるはず」と誘われた。そこで恩師や友人たちと再会し楽しい時を過ごした。その時のイベントで広報担当者の撮影した写真が翌週には学校のニューズレターに掲載された。旧交を深める中で交わされた雑談でも、日米のコロナ禍における遠隔授業の話など充実した情報交換を行うことができた。

3. まとめ

この実践報告では、海外の学校見学を予定する際の準備を3つ紹介した。それぞれの長所・短所を考慮したうえで活用していた

¹ クレアモント大学院教育学部は1限の授業が平日午後4時～7時、2限の授業が平日午後7時～10時で設定されており、小学校

から高校まで様々な教育機関の現職教職員が退勤後に通学できる環境だった。日本の専門職大学院のようなものと考えてよい。

だきたい。もし通常業務に支障ない範囲で日本にいる間に準備を終わらせたい場合には国内準備がおすすめである。現地準備は限られた時間で訪問先の選定から訪問までの全過程を現地で行う場合に有効である。筆者が最も有益性を感じたのは現地の関係者からの紹介で訪問の約束を取り付ける方法だった。今後研究を続けていく上でネットワークを広げるために、今後は国内外の学会での発表やワークショップ等への参加を考えている。

謝辞

今回の学校訪問実施にあたり、茨城工業高等専門学校50周年記念教育研究支援基金よりご支援いただいた。ここに厚く感謝申し上げます。

そして、現地関係者との連絡先として日程調整に尽力してくれただけでなく、滞在先の宿舎を探していた時に“Mi casa es su casa. Your home away from home.”と自宅を提供してくれたDr. Erin D. Andrade-Lopez、勤務先で温かく迎えてくれたDr. Rufina Cortezの両氏なくして今回の学校訪問は実現しなかった。彼女たちの惜しみない協力を感謝している。

資料1 訪問依頼文書のサンプル

Attn: (個人名), (役職名)
(学校名)
(住所)
(市), CA (郵便番号)

Dear (役職名) (個人名)

My name is Akiko Otsu, currently teaching English at National Institute of Technology, Ibaraki College in Japan. The school seeks more effective way to teach Math and Science using English to Japanese students. Through my data collection, I can contribute to refine our course materials.

If (学校名) Elementary allows me to visit, I would like to observe at least one of your science or math classes between Sep 5, 2023 and Sep 15, 2023. Please allow me to record the class using devices such as iPhone, iPad, or camcorder. If you have any confidentiality documents for me to sign, I am willing to cooperate.

If you have any question, please feel free to contact me via e-mail.

Sincerely yours,

Akiko Otsu, Ph.D.
Associate Professor, Department of Industrial Engineering
National Institute of Technology, Ibaraki College
866 Nakane, Hitachinaka, Ibaraki 312-8508 JAPAN
e-mail: [redacted] (on campus access)
[redacted] (off campus access)
phone: +81-[redacted]
mobile: +81-[redacted]
+1-[redacted]

資料2 学校区のリクエストに基づく文書サンプル

September 1, 2023

RE: Research Proposal of Dual Language Immersion at (地名) Unified School District

To Whom It May Concern;

My name is Akiko Otsu, currently teaching English at National Institute of Technology, Ibaraki College (NITIC) in Japan. For my academic credential, I obtained a Ph.D. in Education from Claremont Graduate University in 2008. I plan to conduct a research on Math and Science bilingual instruction between Tuesday, September 5 and Friday September 15, 2023.

The purpose of my research is to seek more effective way to teach Math and Science using English to Japanese students. Since both the teachers and students at NITIC are not native English speakers, I would like to observe how elementary school-age students get bilingual instruction to learn specific subjects.

My research will be conducted by class observation and brief interview with instructors. Through class observation, I pay attention how the contents of the subject and the classroom instruction are given in both Japanese and English. Through brief interview with instructors, the teaching tips of bilingual instruction will be clarified.

The results of my research will be shared with the President of NITIC and other faculty members at the regular campus meeting, for NITIC provides travel expenses. I am also expected to publish the results, including research tips such as how to make a initial contact, collect qualitative and/or quantitative data, and so on.

For those who are Japanese speakers, there is a textbook called "Fundamental Science in English", which was a product of English teachers at several campuses of National Institute of Technology. I used this as a part of my course material, and my students left a positive feedback. I can bring a copy for the program improvement in (地名) Unified School District.

If you have any question, please feel free to contact me via e-mail.

Sincerely yours,

Akiko Otsu, Ph.D.

Associate Professor, Department of Industrial Engineering
National Institute of Technology, Ibaraki College

高専留学生の漢字学習をめぐる考察 ―「漢字理解」活動をととして―

浜元聡子 増田寿枝（長岡高専） 河合 恒（富山高専）

An attempt to understand Kanji for foreign students of Ibaraki Kosen - Towards a creative learning of Kanji

HAMAMOTO, Satoko MASUDA, Toshie (Nagaoka Kosen) KAWAGO Hisashi (Toyama Kosen)

Abstract: This report describes the implementation of a more autonomous method of Kanji learning in Japanese language education. At Ibaraki College, Kanji learning activities were conducted in the summer study group for international students, with the aim of recognising Kanji as a familiar part of their daily life language, rather than mechanically understanding Kanji as a language of learning. The international students expressed their nicknames in kanji and created a mind map of the kanji they were interested in. This activity was also intended to learn about the interests and mindsets of them. For them, Kanji is not something that they should just conquer. This is a record of an activity conducted to reaffirm to teachers and students that it is something that enables a richer and broader life as an international student.

1. はじめに

本稿は、日本の国立工業高等専門学校（以下、高専）に留学中の外国人留学生の留学生の漢字学習への動機づけの一助となるような漢字理解を促す試みを実践した報告である。ここで漢字理解とは、自分の気持ちや考えを表現するための方法としての漢字の役割を、留學生が自律的に理解することとした。漢字の学習言語としてだけでなく、生活言語としての側面をポジティブに認識することで、漢字学習に対する困難さや難しくて覚えにくいなど、学習に対するネガティブな印象からの転換を図れると考えた。より自律的な日本語学習へつなげることを企図した試みの記録である。

2. 留學生と漢字学習

日本に留学する日本語学習者にとって、漢字学習は専門科目理解に直結するだけでなく、日常生活上の支障を軽減し、より豊かな生活世界を構築するためにも欠かすことができない要素である。努力して学習のために攻略すべきものとして位置づけることは、学習動機を高めることにつながる。学習言語とし

ての日本語習得が留学の成功は、高専留學生にとっては希望する企業等に就職したり大学編入や大学院進学を実現したりすることに直接的に寄与するものとなることも期待される。とはいえ、漢字学習は日本語学習における最大の難関である。その困難さについてはすでに多くの論考があるが、例えば加納（2017）や中村（2019）がその理由を詳細に分類し説明するように、①数の多さ、②複雑な字形、③読み方の多さ、④文脈による意味の違い、⑤多様な用法、などが挙げられる。漢字圏学習者よりも非漢字圏学習者のほうが困難の度合いが高いように思われるが、簡体字（中国）や繁体字（台湾）とも異なる日本で使われる漢字は中国語の読み方に基づく音読みのほかに訓読みがあり、漢字とひらがなと組み合わせて使われる。漢字圏学習者には漢字を見慣れているという利点はあるかもしれないが、実際に読んだり話したりとなると、決して非漢字圏学習者よりも優位であるわけではない。

現在、高専留學生の多くは東南アジア出身者である。固有文字を持つ文化を背景とする学生が多く、ひらがな・カタカナの習得は比較的早く正確であるが、読みや用法が複雑で字形も多い漢字学習にはみな困難を抱えている。日本語学習者の運用力の指標としてよく知られる日本語能力検定試験（以下、JLPT）

には N1 から N5 のレベルがあり、おおよそそのレベルで習得すべき漢字が分類されている。日本語学校や予備教育機関で一般的に使用される初級主教材となるテキストにおける初出漢字も、JLPT 受験を見据えながら N5 から順番に N3 レベルまでの漢字を網羅する。しかし、教科書本文や学習項目に合わせて出てくるその課の初出漢字のまとまりは、形も意味もばらばらな組み合わせであり、その課の学習項目や内容に関連付けができて覚えられればよいが、そう簡単ではない。主教材での初出漢字はその都度教えるものとして、漢字教科書は学生のニーズやレベルに合わせたものを別途選びつつ、さらに教員が独自の工夫を加えてより分かりやすいものを教材として作成し、漢字指導をする場合も多くある。

筆者らの属する高専とは、高度の工学知識や科学技術を専門的に学ぶ高等教育機関である。そのため、日本語学習歴が一年に満たない学生であっても、専門科目を学習する上で必要な漢字を導入する必要がある。一般的な日本語教科書では語彙例や例文として出てこないような数学・物理・化学における頻出語彙・重要語彙が理解できるよう、既存の漢字教科書の編集では省略される読み方や用法を使って教材や教案を作成すること

になる。つまり、JLPT で学習すべき漢字の標準的な読み方や用法の枠を超える漢字学習となる。

どうすれば少しでも留学生たちが直面する漢字学習の困難を軽減させることができるだろうか。茨城高専では、「漢字を構成する部品に注目し、同じ部品を持つ漢字をつなげることで、漢字の面白さを発見しながら効率よく覚えることを目指し」して編集された漢字教科書を使用してきた（『どんどんつながる漢字練習帳初級』 鈴木ら 2015:3）。同書は、偏や旁などの形による分類で進行するため視覚的にわかりやすく、漢字学習に伴う苦労を多少なりとも軽減するのに有効であると考えた。茨城高専では同書での学習順を優先させるため、主教材として使用した『みんなの日本語初級 I・II』で初出の漢字は、新出語彙として学習した。

本稿の試みは、より学習者自身に身近な生活言語として漢字を認識するアクティビティを通して、留学生が日本語学習の多面性を認識しながら生活言語としての日本語を新たに見出し、それが学習言語としての漢字習得の一助となることを目的とした。

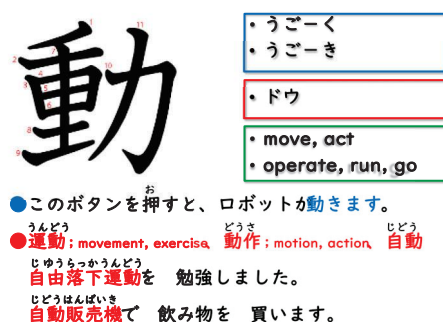
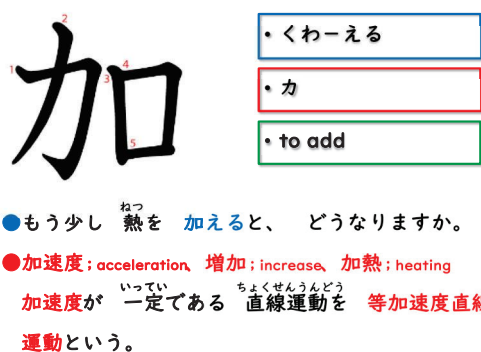
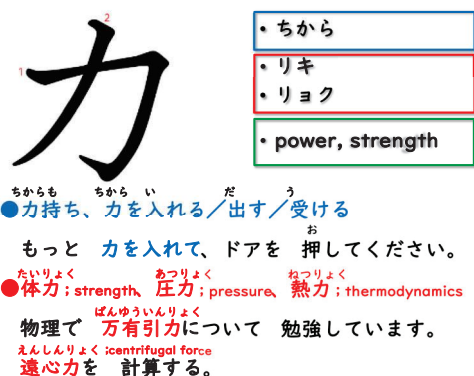


図1 高専留学生であることを意識して作成した語彙・例文の漢字教材例（作成：浜元）

3. 活動実践の背景

筆者のうち浜元は2020年4月まで、主として海外の四年制総合大学や大学に設置された日本留学のための予備教育機関で日本語教育に携わってきた。ネイティブ日本語教員とローカル日本語教員によるチームティーチングにより、日本語四技能を分担して授業を行うが、ほぼすべての場合で、ネイティブ教員が読解、作文、聴解、そして会話の授業を担当し、ローカル日本語教員は初級文法や漢字指導を担当していた。ローカル日本語教員は自身もかつては日本語学習者であったため、日本での上大学生活や日常生活で最低限必要な漢字を熟知しており、ネイティブ日本語教員よりも効率的な学習方法を経験的に獲得していることが多いというのがその理由であった。それでは日本国内で留学生に漢字を教えるネイティブ日本語教員にはどのような漢字教育の工夫ができるだろうか。

上の問いにヒントを与えるものとなったのが『留学生の見た

漢字の世界 漢字学習への創造的アプローチ』（林さと子ら、2017）（以下、『留学生の見た漢字の世界』）であった。本書は、日本の四年制大学（津田塾大学）に半年または一年間の交換留学生として来日した日本語学習者の漢字作文クラスで行われた学習活動の実践記録である。留学生たちが日本の日常生活の中で目に留めたり気になったりした漢字のあらゆる角度からの情報をマッピングし、その漢字から広がる意味の世界を身近に感じながら理解することを目指す自律学習として実施された。「それぞれが自分なりに漢字をとらえて、その漢字との関係を描く」（林ら：3）ことにより、向き合って攻略すべき存在である学習対象としての漢字を、日本で生活する自分の周囲に存在するものとしての漢字として意識することで、自律的あるいは自発的に漢字の意味を調べたり本を読んだり書いたりといった行動につながっていくことが期待されたのである。

4. 漢字理解活動実践の概要

『留学生の見た漢字の世界』での取り組みを援用し、筆者らは2022年と2023年の夏に、茨城高専、長岡高専、富山高専の三校合同の夏季留学生日本語学習合宿（以下、夏季日本語合宿）において漢字マップ作製課題を実施した。漢字マップ作製課題は、①自分のニックネームを漢字で表す、②好きな漢字・気になる漢字を選ぶ、のふたつとした。①⇒②の順に取り組むこととした。この課題の最重要ポイントは、「漢字を調べることはおもしろい」ということを発見してもらうこととしたため、自分のニックネームを漢字で考えることから始めれば、課題という枠を超えて楽しく取り組めると考えたからである。

一方で茨城高専内では、1年生から3年生までの日本語授業時に漢字理解のための活動として、上のふたつの課題を教室活動として実施した。茨城高専内で実施したものは、他の留学生が見られるようにしばらく教室内で保管し、その後、教員が回収した。

手順	：日本語Ⅰ～Ⅲの授業内で実施。コピー用紙に鉛筆で下書き後、画用紙にペン、クレヨン、クレパス、ジェルペンなど好きなものを使って清書。		
時間	：50分以内に完成させて提出。		
場所	：日本語授業の教室		
	1年生	2年生	3年生
2022	2名* ニックネーム	実施せず	実施せず
2023	2名 ニックネーム 好きな漢字・ 気になる漢字	2名* 好きな漢字・ 気になる漢字	5名 好きな漢字・ 気になる漢字

表1 茨城高専内で実施した漢字活動例

*2023年の2年生は2022年の1年生。

参加高専	1年生	2年生 *	3年生 **
茨城高専	1名 ***	なし	なし
長岡高専	2名	1名	1名
富山高専	3名	1名	1名

表2 夏季日本語合宿参加者

*2年生参加者は、2022年度の漢字活動にも参加。

**3年生参加者はいずれもタイ高専編入生（2023年4月）。

***茨城高専1年生のうち1名は課題提出後、タイへ帰省したため不参加。

事前課題にあたり、各高専の1年生日本語教科の担当教員に、筆者らが作成した説明スライドを使って作成方法等を説明してもらい、夏季日本語合宿のために準備したMicrosoft365のTeams内所定フォルダで回収した。

漢字活動は夏季日本語合宿開始宣言直後のアイスブレイク活動として実施した。この夏季日本語合宿は2018年度に受け入れが始まったタイ政府奨学金留学生（プリンセスチュラポー・サイエンスハイスクール、PCSHS）プログラム第6期生（2023年4月入学）のために企画されたものであったが、夏休みを日本で過ごす上級生4名（長岡・富山高専各2名）も参加した。PCSHSプログラムの特色は、タイ国内のプリンセスチュラポー・サイエンスハイスクールで中学を卒業した学生が、約半年間のタイ国内での日本語予備教育を経て1年生から高専に入学し、専攻科卒業まで計7年間を留学生として日本で学ぶプログラムである。

活動ではPPTで作成された学生のニックネームのスライドを順番に会場教室前方のスクリーンに映した（2022年度はオンライン開催であったため、Teams上で視聴）。学生たちは、漢字からその学生が誰かを考える。すぐにわかるものもあったが、来日後に新しく付けたニックネームを漢字にした学生の場合、マップに記された文字情報を見ながら「誰だ?」「誰?」と手がかりを探しながら推測する場面もあった。教員はファシリテーターとして1年生留学生とやりとりをしながら、ニックネームの意味やその漢字を選んだ理由などについての口頭説明をサポートした。

ニックネームの漢字紹介が一巡したあとで、自分の好きな漢字・気になる漢字を紹介した。学生は自分の作成した課題を説明しながら質問に答えたり、他の学生からの感想を聞いたりした。この活動全体の所要時間は約50分で、高専での標準的な1コマと同じ長さである。

5. 学生の課題例

次に、上で説明したPCSHS6期生夏季日本語合宿における漢字学習活動のために提出された課題のいくつかを簡単な説明を加えながら紹介したい。

学生が自分のニックネームを漢字で考える際、漢字の選び方には大きくふたつの傾向がある。ひとつはニックネームの音に合わせて漢字を考えたものと、もうひとつは意味に合わせた漢字を当てはめたものである。音に合わせる場合、日本語の音に

はないために、漢字で表現するのが難しい音もある。その場合の参考になるように、2023 年度の事前課題に際しては、前年の学生の事例を手本として紹介した。



図4 課題の説明スライド（浜元作成）

上図の例（図4）は、左（フォン）が「音から連想される漢字で表現（①）」、中央（ニコ）が「音に合わせた読み方がある漢字で表現（②）」、右（パット）が「工夫して音に合った読み方ができる漢字で表現（③）」したものである。日本語にはない音を含むニックネームであっても、左や右の例のように「ああ、なるほど！」と説明をされた人が思うような読み方でもよいと説明し、事前課題はできるだけ自由に取り組んでもらうようにした。



図5 学生作成例1（2023）

まず、ニックネームの音に合わせた読み方がある漢字を考えた事例（タイプ②）を紹介する（図5）。この学生のニックネームは「ダイヤモンド」で、2022 年の夏季日本語合宿時には、「^{ダイヤモンド}娜威彌文努」と表した。

この学生は2023 年の夏季日本語合宿にも先輩として参加し、

再度、課題に挑戦した。この時も音に合わせた読み方がある漢字を探し、「^{ダイヤモンド}妥慰保門土」と表した。「保」は人名では「やす」と読まれることから、「ダイヤモンド」に当てはめている。「妥」も「慰」も、留学生が学習する漢字には入っておらず、また高専留学生の教科でもおそらく出てこない漢字である。ニックネームの音に合わせた漢字を探したり、意味を考えたりして漢字表現を考えたり、日本人でも漢字の語呂合わせをして遊ぶことがあるのと同じで、楽しかったことだろう。

次の事例は、ニックネームの音から連想される言葉を漢字で表したものである（①、図6）。



図6 学生作成例2（2023）

この学生のニックネームは「カラット」といい、金の純度や宝石の質量単位を表す英語（carat/karat）と同じ音である。そのことから日本人のクラスメートと一緒に「宝石」考えたというエピソードがあった。英語で Diamond と書かれているのは、日本人がカラットという言葉から連想したことから付け加えられたようであった。

次の例は、「ケン」というニックネームの学生である（2023 年度入学、図7）。



図7 学生作成例3（2023）

初級で学習する漢字で「ケン」と読むものは、他に「見・犬・

県・建・検・研・験」などがある。この学生が「健」を選んだのは、日本人男性の名前によく使われていることを発見したからだろう。「健康」という漢字自体、留学生はまだ学習していなくとも、日々の学校生活の中でよく聞きする言葉として知っていた可能性が高いものである。「健」は漢字としてはN2レベルであるが、健康診断、保健室といった学校内での言葉として学生がよく聞きする漢字である。さらに、外国人として日本に居住し自治体に転入手続きしているので、「国民健康保険」にも加入している。自分の名前と読みが同じであれば、親近感のようなものがわき、未習漢字でもイメージとして覚えやすく、使いこなせるようになった例とみることができる。

次に紹介するのも、音に合わせた読みができる漢字を探したタイプ②の例である（図8）。



図8 学生作成例4（2023）

この学生は2023年4月にタイ高専から編入学した。近年、漢字の読みの一音節だけを使って特定の名前の音の一部として使われる例が日本人の名付けに散見される（優愛→ゆ・あ、愛結→あ・ゆ、陸空→り・く、など）。この学生の例もその用法を踏襲しているが、使われた漢字の意味が非常によく組み合わせられている。「愛」は、アニメやまんががよく目にする中級／N3程度の漢字であり、日本語学習者ではない外国人にも比較的よく知られている言葉のひとつである。他方、「縫う」は語彙としてはN3レベルに含まれるが、漢字としては教科書によっては上級／N1レベルの漢字として扱われている。糸偏と「逢う」を組み合わせた漢字で、漢字の成り立ち自体にも意味がある。漢字の難易度は別として、この学生はニックネームの音に合う漢字を探し、その漢字の意味をよく調べ、読みの区切りを工夫し

て、自分のニックネームを漢字で表した。「ヌーア」は北を意味するタイ語であり、この学生の母親が妊娠中、北の方を旅行したことからこのニックネームが付けられた。

次に、自分の好きな漢字を表した例を紹介する（図9）。

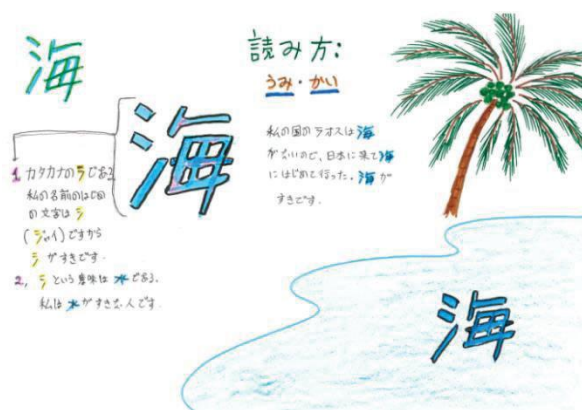


図9 学生作成例5（2023）

絵の中にも記されているとおり、この学生は東南アジアの内陸国であるラオスから日本に来て、初めて海を間近に見た。東京での一年間の予備教育期間を経て、高専3年に編入した。九州南部や沖縄を除くと、日本の沿岸部でココヤシが自然に生えるところはなさそうだが、海に憧れてきた学生にとっては、母国ラオスにもあるココヤシとともにある風景が見えたのだろう。「海」は、「氵」（さんずい）と「每」の組み合わせから成る漢字である。この学生のニックネームの最初の音は「ジ」であり、その音が「海」の偏である「氵」と似ていることから、この漢字を選んだ。

丁寧に描かれたココヤシの葉、青い水辺と白い砂浜は、典型的な南洋のイメージである。実際にはラオスでは、上座仏教の経典として使われてきたことから、ココヤシではなくオウギヤシ（パルミラヤシ *Borassus flabellifer*）の方が果実利用も含めてより広範囲に植生が確認され有用されている。この絵は、この学生の海が好きだという気持ちがよく伝わるものである。

またこの学生は、自分の好きなその漢字に自分の名前の一音であるカタカナの形との相似を発見した。日本人は工学の「工」や雪の下半分を「ヨ」を説明するときに、「カタカナのエミみたいな漢字」「カタカナのヨ」と言ったりする。覚えなければならないことを視覚的なイメージと関連付ける学習ストラテジーで

ある。初級学習者は漢字をひとつの図像としてとらえることが多いが、この学生は漢字を構成する部首を認識し、それが持つ意味も理解している。学生自身の口頭での説明からも、好きな漢字と自分の名前のカタカナ表記の一部が重なることの喜びがあった。

次に挙げる例は、2022 年度の夏季日本語合宿参加者で、機械工学を専攻する学生の課題である (図 10)。好きな漢字は、「止」である。

01 私の好きな漢字

02 止

03 意味
一所にいる Stay in one place
動かない・変化しない Doesn't move / change

04 読み方
と や
し よ

01 使用例

02 車が止まっている The car is stopped

03 通行止め Road Closed

04 立入禁止 Keep Out

01 旅行を中止する Cancel the trip

02 雨が止んだ The rain has stopped

03 ここで止す Stop here

01 好き理由

02 難 止

03 止

書きやすい 間違いにくい 読みやすい

図 10 学生作成例 6 (2023)

この学生の課題は、PowerPoint を使った約 40 秒程度のアニメーション風に作成されており、白黒の配色で簡潔に、伝えたい情報が視覚的に非常にわかりやすく配置されている。読みと使用例には、初級／N4・N5 レベルで学習する読み方がほぼ網羅されているが、使用例の最後に挙げられている「ここで止す」の読み方は、常用漢字表にない読み方 (表外読み) であり、日本語教育の中でも教えないものである。茨城、富山、長岡の三高専が主教材として使用する『みんなの日本語第 2 版 初級 I・II』において「止」は第 12 課が初出で、副教材『みんなの日本語第 2 版 初級 I・II 漢字練習帳』では 14 課が初出である。よく似た形の「正」は主教材では 35 課、副教材では 25 課がそれぞれ初出である。教科書提示順が「止」のほうが先であるため、「正」は選ばなかった。なお小学校では 1 年生で「正」を、2 年生で「止」を学習する。日本語の語感的には、「正しい」「正直」など「正」に対しポジティブな印象があり、「止」はこの学生が例に挙げているように、「禁止」「中止」のようなネガティブな印象がある。小さいときから漢字が身近にあり、読み方や用法、そして意味をすべて学習する日本人の場合、この漢字を「好きな漢字」に挙げる例はそう一般的ではないだろう。この学生はなぜ好きな漢字に「止」を選んだのだろうか。

学生は、この漢字が好きな理由を「読みやすい」「遠くから見てもはっきりとその漢字だとわかるから」説明している。つまり、漢字の意味をすべて理解した上で、この学生にとって「止」は漢字の視認性の高さが「好き」によりつながる優位性を持つものであった。この活動を実施したのは、高専入学後約 3 か月の時点であった。留学生にとっては字形のおもしろさや覚えやすさといった視覚的な印象が、漢字に対する理解や興味の糸口である可能性を示す事例である。

最後に紹介する例は、2023 年前期中間試験直後に実施した漢字活動の作品である (図 11)。この学生は 2 年に進級して最初の専門科目の試験でよい成績を取るために、「電気のことしか勉強しなかった」というほど力を振り絞って勉強した。

試験期間が終わり、たまたま遊びにきた 1 年生の日本語教室で、今の気持ちを漢字で表してみたらという教員の言葉を受け



図 11 学生作成例 7 (2023)

て、「電荷」を選んだ。まるで解答用紙のように整然と配置された言葉の説明に、試験が終わったからといってすぐに忘れてしまうことができないほど集中して勉強したこと、一所懸命にやり切ったという充実した心の持ちようがうかがえる。説明の日本語も、教室でプレゼンテーションをするようにわかりやすく端的な説明であった。留学生の生活に、ことほど左様に専門科目学習の労苦があるものかと、日本語教員が理解した場面であった。

6. 考察

以上のように、留学生の漢字理解活動として、夏季日本語合宿や授業中に実施した好きな漢字のマッピング作成の事例を見てきた。その時点までに日本語授業で学習した漢字を選んだり、音や意味に合った漢字を調べたりする作業を通して、留学生たちは漢字の多様な意味や音を再確認した。「自分のニックネームを漢字で表したり、好きな漢字についてのマッピングを作ったりすることで、覚えなければならない漢字学習ではない漢字との向き合い方を体験してもらいたい」という日本語教員の学習活動の意図や目的は、マッピングを見る限り、正しく学生によって理解されたと考えられる。この活動により、留学生たちは、その生活世界の中に溢れる漢字をより親密なものとしてとらえ、覚えなければならないからとか、テストで絶対に間違えてはいけない日々格闘すべき対象だからといった義務の対象とは異なる漢字の側面を意識できたことだろう。教員もまた、マッピング作成を通して、留学生の漢字学習とその理解のプロセスを理解でき、漢字のどのような要素に興味を覚えるの

か、その一端を見たと考えている。

事例研究としての数量は少ないながらも、ここで紹介しなかった学生の課題も並べつつ眺めて見ると、概ねよく調べて考えて伝え方を工夫している様子が見て取れた。と同時に、日本語教員が予想しなかった読み方の工夫（縫愛など）を見たり、その漢字が好きな理由（意味ではなく視認性の高さなど）の説明を知ると、教室での漢字学習の枠を飛び出すような創造性があったと言える。

関は、漢字のマッピング作成に関して、「可視化されたものは、頭の中のネットワークを表した創造的産物である」が、「完成形ではない」ではないと説明し、「新たな体験をすればそれがエピソード的な連想としてそのネットワークに加わり、常に書き換えられていく」と述べている（関 2017:91）。「連想」とは、ある事柄からそれと関連する別の事柄を思い浮かべることであるが、これを「推測」という言葉に置き換えれば、初見漢字を見たときにどうすべきかと教える日本語教員のストラテジー教育にうまく当てはまる。つまり、既習漢字の情報を援用し、同じ旁だから読み方はこうじゃないかとか、この偏はこういう意味に使うことが多いからこういう意味じゃないかなどといった判断＝推測を行うことである。これは第二言語習得理論において、学習ストラテジーのうちの補償ストラテジーと分類される学習方略のことである。

今回のマッピング作成を通して、留学生たちは、既習漢字を使ったのであれば、その読み方や意味の復習や再確認を行ったと見ることができる。また未習漢字を使ったのであれば、その漢字を探すための行為を通して、補償ストラテジーをより強化するための情報を習得したと考えることができる。漢字マッピング活動は自律的で内発的な漢字学習の動機づけとなり、漢字に対する興味と関心をより刺激する効果があると考えられる。

筆者のうち浜元は、別の留学生行事が終了したあとに、夏季日本語合宿参加者を含む留学生グループに、その行事の感想を漢字一字で表すように指示したことがあった。このとき、マッピング作成を経験した学生は、比較的短時間で自分の感想を表す漢字を選ぶことができた一方、作成の経験がない留学生は熟語ではなく漢字一字で自分の気持ちを表すことに苦慮していた。いずれも JLPT では N2 に合格していた学生たちであった。

夏季日本語合宿にはもうひとつ大事なタスクがあった。それは、自分の課題について他の学生に口頭で説明する（再話：再

び語る) ことであった。関は『留学生の見た漢字の世界』(2017: 90-91) で、教育における創造性の涵養の重要性について触れつつ、漢字学習における創造性を留学生が自分の描いたマップ(作品) について説明することを再文脈化することであると定義している。またこの場合の文脈について、「文章における文脈だけではなく、その漢字の使われる状況や環境などを含む広い意味での文脈」としている。漢字学習の場合で考えれば、日本語学習者が漢字の用法や意味を背景知識として認識し、その文脈にふさわしい漢字表現を選択するということであろう。他方、小河原・木谷(2020) は、日本語学習の「読解」技能に関して、読んで理解したことを自分の言葉で話す再話活動を実践している。一般に読解技能は、他者の言葉で書かれた内容を正しく理解したかどうか測られる。小河原らは「他者の発話、他者の言葉の伝達とそれについての議論」をめぐる学校教育に関するバフチンの理論を敷衍しながら、次のように提示する。再話とは、「他者によって語られた言葉を理解し、その言葉を自分の言説の中に適切に組み込み、他者の声を自分の声の一部として使いこなせるようになること」(小河原・木谷 2020:12-13) だとする。これを漢字学習の例に取り込むことに議論の飛躍があるかもしれないことを恐れずに言えば、漢字学習におけるメタ認知のプロセスを意識的に実践することで、暗記に終始しがちな漢字学習の枠を広げる取り組みになるのではないか。

ともすれば、留学生は漢字が苦手だ、漢字ができればなんとかなるという言葉で、漢字攻略こそが留学生の日本語力向上の唯一の解決策のように理解されがちである。それは決して間違いではないが、実際の日本語運用は、「漢字」「読み」「書き」「聞く」がばらばらで発揮されるものではない。それぞれの運用が相互に関連しながら日本語運用力が統合的に涵養され日本語運用力が習得され成長していく。高専留学生の漢字学習/漢字理解には、一元的な解決方法が存在するわけではなく、それが必要とされるわけでもない。多様な取り組みを通して、漢字のおもしろさがわかり、それが運用や理解につながる授業をする余地がまだまだあるのではないか。

高専留学生にとっては、誤解なく事実や結果を表すシンプルな日本語表現ができることが、日本語表現のアウトプットで最も重要な点である。曖昧さを含む日本語表現には正確であることや真実であることに説得力が伴わず、そのことが留学生の日本語理解の未熟さ、ひいては授業理解ができていないのではな

いかという本質的な評価につながりかねないからだ。

一方で、現況では高専留学生の日本語教育には、明確な学習目標や到達目標は設置されていない。JLPT は基礎的な日本語運用に関する知識や理解を測る指標となるものであるが、高専留学生の日本語運用力として必要な「書く」と「話す」能力は測られない。高専留学生の多くが高専卒業後に大学編入を進路として描いている現状を鑑みれば、森・坂田(2013) が指摘するように、留学生の送り出し機関としての意識をより自覚的に持ち、高専日本語教育の方向性や目標を明確に構築する必要がある。

残念ながら本稿は、上で述べた筆者らの考えを現実的なものとして構築することには直接的には寄与する内容を提示する次元には至っていない。しかし、漢字学習の視点から高専日本語教育の輪郭を明瞭にするひとつの挑戦として実践した結果から、次のことを結論として述べたい。留学生の漢字教育において、語彙を増やしたり意味を理解したりするためには、漢字ひとつひとつの意味を正確に理解し、読み方や用例を学習者自身が経験的に習得するための地道な学習経験を実践する機会や時間が必要であるということだ。しかしこれは、新しい漢字を覚えるたびに必要経験ではない。留学生自身が何らかの意味をそこに結び付けたり連想したり、自分だけの漢字の理解を見つけながら、記憶ストラテジーを駆使しながら「理解する」ように促すことが必要であると考え。日本語教育で学習する漢字と、教科科目で学習する漢字を関連付けて理解できるよう工夫を見いだす方策のひとつとして、漢字マッピングを位置づけている。

今回、筆者らが企画した夏季日本語合宿のように、楽しみながら日本語が勉強できるような機会を可能な限り設け、ひとつひとつの漢字に意味があることを理解できるように、さらに授業に工夫を重ねる必要があると考えている。持続的かつ留学生が興味を持って取り組めるような漢字学習のためのアクティビティを、どのように高専学習の中で構築し実施することができるか。本報告を新たな出発点とし、留学生の高専生活をより豊かにしつつ、留学生の日本語運用力の包括的な向上につながる高専留学生日本語教育の開発を目指し、さらに工夫を加えて実践を積み重ねていきたい。

(了)

謝辞： 本稿執筆に先立ち、2023 年夏季日本語合宿実施にあたり、主幹校としてさまざまな便宜供与をいただいた中村 奨長岡高専グローバル教育センター長（当時）と占部昌蔵現センター長、そして実施にあたって適切なるご助言とご支援をいただいた茨城高専グローバル教育センター長・加藤文武先生ならびに富山高専・岡根正樹国際教育センター長に深く感謝を申し上げます。

引用・参考文献：

小河原義朗・木谷直之『「再話」を取り入れた日本語授業 初中級からの読解 読んで理解したことが伝えられるようになるために』凡人社、2020.

加納千恵子「漢字圏学習者と非漢字圏学習者のための漢字学習と評価の方法：音声と表記を結びつける活動の試み」JSL 漢字学習研究会誌 9 (0):1-10, 2017.

鈴木英子・佐藤紀生・秀真知子・佐藤佳子『どんどんつながる漢字練習帳 初級』アルク、2015.

中村かおり「非漢字圏学習者の負担を軽減する漢字指導の試み」拓殖大学日本語教育研究 4:31-54、2019.

林さと子・関麻由美・齋藤伸子編『留学生の見た漢字の世界 漢字学習への創造的アプローチ』春風社、2017.

森勇樹・坂田浩「国立高等専門学校における日本語教育の現状と課題—阿南工業高等専門学校での取り組みを例に—」語文と教育 27:69-84、鳴門教育大学国語教育学会、2013.

フラーレンの単座誘導体の数え上げ

蓬萊 尚幸

Enumeration of Fullerene Monodentate Derivatives

Hisayuki HORAI

Abstract:

概要:

This paper reports an analysis of the symmetry of $(C_{60}-I_h)[5,6]$ Fullerene, so-called 'buchminsterfullerene' or 'fullerene' in short and the enumeration of monodentate derivatives of a fullerene such as heterofullerene, hydrofullerene, hydroxyfullerene and so on. A fullerene has I_h symmetry so that it has thirty-one axes of rotation and fifteen planes of reflection. It follows that a fullerene has the identity operation, fifty-nine rotation symmetry operations, fifteen reflection symmetry operations and forty-five rotoreflection symmetry operations. For each operation, we represent it as a permutation on positions of sixty carbon atoms, decompose the permutation to a set of cycles and have a cycle index. These operations form a permutation group as well as the identity operation and the rotation symmetry operations form a (sub)group. The former group corresponds to stereo isomers and the latter one corresponds to structural isomers. By Redfield-Pólya theorem, we have a generating function for each group. By means of the generating functions, we finally have the number of the structural and stereoisomers of fullerene monodentate derivatives.

1. はじめに

一般的に、化合物の持つ対称性が高ければ高いほど、その異性体を手作業で数え上げるのは難しい。本稿では、もっとも対称性が高い化合物の一つであるフラーレンについて異性体の数え上げを議論する。フラーレン(C_{60})は炭素原子のみからなるので、それ自体に異性体は存在しない。しかしながら、置換、付加、置換等の修飾を施した化合物(本稿ではフラーレン誘導体と呼ぶ)には多数の異性体が存在する。本稿では、対称性を扱うことに適した群論を用いることで、フラーレン誘導体の体系的かつ悉皆的な異性体の数え上げを議論する。

$(C_{60}-I_h)[5,6]$ Fullerene いわゆる「バックミンスターフラーレン」あるいは単に「フラーレン」は、高対称性分子であ

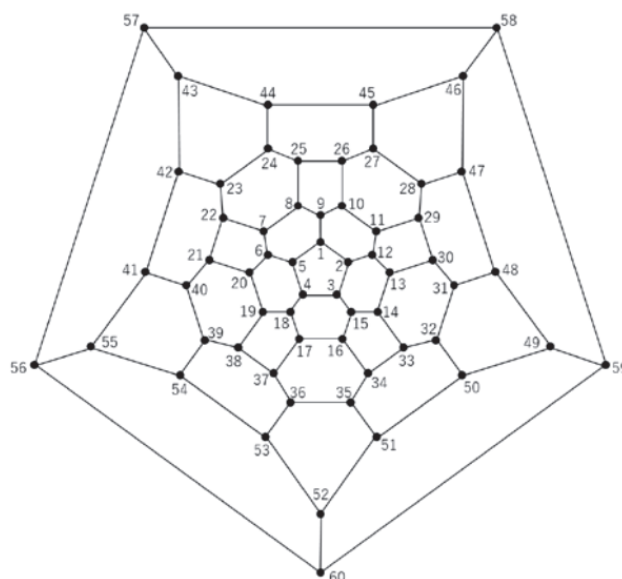


図1 フラーレンの炭素原子番号

り、切頂二十面体構造を持つ。図 1 に、フラレーンの標準的な炭素原子番号を付した切頂二十面体のシュレーゲル図を示す。本稿では、フラレーンの対称性の議論から始め、最終的にフラレーンに以下のような骨格炭素原子 1 個ずつに対する修飾を施したフラレーン誘導体の個数を数え上げる。炭素原子を他の原子に代置する。

- ・ 炭素原子を他の原子(窒素原子など)に代置する。
- ・ 炭素原子に他の原子や分子を付加する。
- ・ 完全水素化したのち単座置換基で置換する。

本稿では、一般的かつ単純に議論するために炭素原子のままである「無修飾」の状態も特殊な修飾と捉え、フラレーンの骨格炭素原子 60 個それぞれが修飾されているとみなす。これらの誘導体を単座誘導体と呼ぶ(無修飾も修飾の一種と捉えるのでフラレーン自体も含まれる)。さらに、ちょうど $N(\geq 1)$ 種類の修飾を用いる単座誘導体を N 種単座誘導体、 N 種類以下の修飾を用いる単座誘導体を N 種以下単座誘導体と呼ぶ。1 種単座誘導体および 1 種以下単座誘導体は 1 個である(無修飾ならばフラレーン、水素化ならばフララン、水酸基の付加ならばヘキサコンタヒドロキシフララン、など)。また、 N 種以下単座誘導体は $N-1$ 種以下単座誘導体を真に含む。

N 種以下単座誘導体の数え上げは、 N 種類の修飾を表す N 色を用いた切頂二十面体の頂点彩色の重複数え上げと等価である。

本稿における数え上げ方法の各ステップを以下に概説する：

1. 対称性を確定し、フラレーン(切頂二十面体)の対称操作を悉皆的に列挙する。
2. 各対称操作を置換で表現し、置換群を定義する。
3. 置換ごとに、巡回集合に分解し、巡回指数を得る。
4. 巡回指数を用いて数え上げのための生成関数を決定する。
5. 生成関数に含まれるダミー変数に異なる多項式を代入して様々な単座誘導体を数え上げる。

本方法は、群論におけるレッドフィールド・ポーヤ定理(ポーヤの計数定理) [1, 2] に基づく。この定理は、化学物質の数え上げ [8-12] 以外にも、多くの問題を解くために適用されてきた [3-7]。特に、[11] は、本方式の理論的背景お

よび証明付きの導出を含んでいる。

第 2 章では、フラレーン、すなわち、切頂二十面体の対称性について議論する。第 3 章では、フラレーンの炭素原子、すなわち、切頂二十面体の頂点に関する置換群を定義する。そこでは、まず、各対称操作を置換によって定義し、巡回集合に分解する。さらに、各置換について巡回集合から巡回指数を求める。第 4 章では、フラレーンの単座誘導体の構造異性体および立体異性体を数え上げるための生成関数を求める。最後に、第 5 章において、フラレーンの N 種以下単座誘導体と N 種単座誘導体の総数およびそれらのキラルペアとアキラル異性体の内訳を求め、さらに、1~3 種単座誘導体の各修飾を施した炭素原子数ごとの内訳を求める(「各修飾を施した炭素原子数ごとの内訳」の定義は第 5 章で与える)。

2. 対称性

フラレーンは I_h 対称性を持つので、以下のような 31 の回転対称軸と 15 個の鏡映対称面を持つ：

- ・ 5 回回転対称軸 6 個：それぞれ、対向する 5 員環(五角形)の中心を通る。
 - C_{5A} : 5 員環 1,2,3,4,5 に垂直。
 - C_{5B} : 5 員環 8,9,10,26,25 に垂直。
 - C_{5C} : 5 員環 11,12,13,30,29 に垂直。
 - C_{5D} : 5 員環 14,15,16,34,33 に垂直。
 - C_{5E} : 5 員環 17,18,19,38,37 に垂直。
 - C_{5F} : 5 員環 6,7,22,21,20 に垂直。
- ・ 3 回回転対称軸 10 個：それぞれ、対向する 6 員環(六角形)の中心を通る。
 - C_{3A} : 6 員環 1,5,6,7,8,9 に垂直。
 - C_{3B} : 6 員環 1,2,12,11,10,9 に垂直。
 - C_{3C} : 6 員環 2,3,15,14,13,12 に垂直。
 - C_{3D} : 6 員環 3,4,18,17,16,15 に垂直。
 - C_{3E} : 6 員環 4,5,6,20,19,18 に垂直。
 - C_{3F} : 6 員環 7,8,25,24,23,22 に垂直。
 - C_{3G} : 6 員環 10,11,29,28,27,26 に垂直。
 - C_{3H} : 6 員環 13,14,33,32,31,30 に垂直。
 - C_{3I} : 6 員環 16,17,37,36,35,34 に垂直。

- C_{3I} : 6 員環 19,20,21,40,39,38 に垂直。
- ・ 2 回回転対称軸 15 個 : それぞれ、対向する結合 (辺) 2 個の midpoint を通る。ただし、当該結合は隣接 6 員環間の結合のみである。
 - C_{2A} : 結合 1,9 と結合 52,60 に垂直。
 - C_{2B} : 結合 2,12 と結合 55,56 に垂直。
 - C_{2C} : 結合 3,15 と結合 43,57 に垂直。
 - C_{2D} : 結合 4,18 と結合 46,58 に垂直。
 - C_{2E} : 結合 5,6 と結合 49,59 に垂直。
 - C_{2F} : 結合 7,8 と結合 50,51 に垂直。
 - C_{2G} : 結合 10,11 と結合 53,54 に垂直。
 - C_{2H} : 結合 13,14 と結合 41,42 に垂直。
 - C_{2I} : 結合 16,17 と結合 44,45 に垂直。
 - C_{2J} : 結合 19,20 と結合 47,48 に垂直。
 - C_{2K} : 結合 24,25 と結合 34,35 に垂直。
 - C_{2L} : 結合 26,27 と結合 36,37 に垂直。
 - C_{2M} : 結合 28,29 と結合 38,39 に垂直。
 - C_{2N} : 結合 30,31 と結合 21,40 に垂直。
 - C_{2O} : 結合 32,33 と結合 22,23 に垂直。
- ・ 鏡映対称面 15 個 : それぞれ、対向する結合 (辺) 2 個を含む。ただし、当該結合は隣接 6 員環間の結合のみである。上記の 2 回回転対称軸も含む。
 - D_a : 結合 1,9 と結合 52,60 を含む。
 - D_b : 結合 2,12 と結合 55,56 を含む。
 - D_c : 結合 3,15 と結合 43,57 を含む。
 - D_d : 結合 4,18 と結合 46,58 を含む。
 - D_e : 結合 5,6 と結合 49,59 を含む。
 - D_f : 結合 7,8 と結合 50,51 を含む。
 - D_g : 結合 10,11 と結合 53,54 を含む。
 - D_h : 結合 13,14 と結合 41,42 を含む。
 - D_i : 結合 16,17 と結合 44,45 を含む。
 - D_j : 結合 19,20 と結合 47,48 を含む。
 - D_k : 結合 24,25 と結合 34,35 を含む。
 - D_l : 結合 26,27 と結合 36,37 を含む。
 - D_m : 結合 28,29 と結合 38,39 を含む。
 - D_n : 結合 30,31 と結合 21,40 を含む。
 - D_o : 結合 32,33 と結合 22,23 を含む。

2.1 対称操作

本節では、フラーレン (切頂二十面体) の対称操作すべてを列挙する。まず始めに、一般的かつ単純に議論するために、炭素原子の位置すべてを変更しないで保つような恒等操作 I を導入する。

次に、上記の回転対称軸と鏡映対称面に関する対称操作を列挙する。ここでは、ローマン体文字で表す回転対称軸と鏡映対称面から導出される対称操作をそれらに対応するイタリック体文字で表す : たとえば、 $C_{5A}, C_{3A}, C_{2A}, D_a$ から導出される対称操作を、それぞれ、 $C_{5A}, C_{3A}, C_{2A}, D_a$ と表す。

n 回回転軸 C_n について、その周りに最小角度 $2\pi/n$ だけ分子を回転する対称操作が存在する。さらに、その最小角度回転操作を繰り返し適用することで得られる対称操作が存在する。すなわち、各 C_n について $n-1$ 個の C_n が得られる。これら $n-1$ 個の C_n を最小角度回転操作の適用回数を添え字として加えて区別する : たとえば、 $C_{5A(1)}, C_{5A(2)}, \dots, C_{5A(4)}, C_{3A(1)}, C_{3A(2)}$ など。ただし、2 回回転軸 C_2 からは 180 度回転を表す $C_{2(1)}$ のみが導出されるので、この対称操作は単に C_2 と表す : たとえば、 C_{2A}, C_{2B} など。よって、 6×4 (5 回回転軸から) $+ 10 \times 2$ (3 回回転軸から) $+ 15$ (2 回回転軸から) $= 59$ 個の回転対称操作が得られる。

鏡映面 D_i について対称操作 1 個 D_i が存在する : たとえば、 D_a について D_a が得られる。よって、15 個の鏡映対称操作が得られる。

一般的に、3D オブジェクトは、回転対称操作と鏡映対称操作の合成操作とみなせる回映対称操作を持つ。ここで、フラーレン (切頂二十面体) について、そのような合成操作すべてを重複を避けながら悉皆的に調べると、以下の 45 個の回映対称操作が得られる :

- ・ $S_{5A(\alpha)\beta}$: 回転対称操作 $C_{5A(\alpha)}$ と鏡映対称操作 D_β の合成である回映対称操作。ただし、 $\alpha \in \{1,2,3,4\}, \beta \in \{a,b,c,d,e,k,l,m,n,o\}$ 。よって、このタイプの回映対称操作はちょうど $4 \times 10 = 40$ 個だけ存在する。
- ・ $S_{2\gamma f}$: 回転対称操作 $C_{2\gamma}$ と鏡映対称操作 D_f の合成である回映対称操作。ただし、 $\gamma \in \{K,L,M,N,O\}$ 。特に、 C_{2Of} はフラーレン (切頂二十面体) の中心に関する点対称操作である。一般的に、このような点対称操作を

反転操作と呼ぶ。

結果として、フラレーン（切頂二十面体）には 120 個の対称操作、すなわち、恒等操作 1 個と回転対称操作 59 個と鏡映対称操作 15 個と回映対称操作 45 個が存在する。

3. 置換群

前章で得られた任意の対称操作は、フラレーンの炭素原子番号に関する置換で表現できる。対称操作 α から生成される置換を π_α とする。たとえば、鏡映対称操作 D_a （2.1 節）から置換 π_{D_a} が生成される：

$$\pi_{D_a} =$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 & 10 & 11 & 12 & 13 \\ 9 & 10 & 26 & 25 & 8 & 7 & 6 & 5 & 1 & 2 & 12 & 11 & 13 \\ \\ 10 & 11 & 12 & 13 & 14 & 15 & 16 & 17 & 18 & 19 & 20 \\ 2 & 12 & 11 & 13 & 28 & 27 & 45 & 44 & 24 & 23 & 22 \\ \\ 21 & 22 & 23 & 24 & 25 & 26 & 27 & 28 & 29 & 30 & 31 \\ 21 & 20 & 19 & 18 & 4 & 3 & 15 & 14 & 13 & 30 & 31 \\ \\ 32 & 33 & 34 & 35 & 36 & 37 & 38 & 39 & 40 & 41 & 42 \\ 48 & 47 & 46 & 58 & 57 & 43 & 42 & 41 & 40 & 39 & 38 \\ \\ 43 & 44 & 45 & 46 & 47 & 48 & 49 & 50 & 51 & 52 & 53 \\ 37 & 17 & 16 & 34 & 33 & 32 & 50 & 49 & 59 & 60 & 56 \\ \\ 54 & 55 & 56 & 57 & 58 & 59 & 60 \\ 55 & 54 & 53 & 36 & 35 & 51 & 52 \end{pmatrix}$$

対称操作 120 個すべてから生成される置換の集合 $\mathbf{P}_{120}$ は置換群をなす。さらに、恒等操作 I と回転対称操作 59 個すべてから生成される置換の集合 $\mathbf{P}_{60}$ も置換群をなし、 $\mathbf{P}_{120}$ の部分群である。

$\mathbf{P}_{60}$ はすべての回転対称操作に関する置換群なので、 $\mathbf{P}_{60}$ で生成されるすべての配置は回転制約の下で数え上げられるフラレーン単座誘導体の立体異性体すべての集合と対応する。一方、 $\mathbf{P}_{120}$ はすべての対称操作に関する置換群なので、 $\mathbf{P}_{120}$ で生成されるすべての配置は回転制約と鏡映制約と回映制約の下で数え上げられるフラレーン単座誘導体の構造異性体すべての集合と対応する。

3.1 巡回分解と巡回指数

一般的に、置換は巡回の集合に分解できる。得られる巡回の集合を置換の巡回分解と呼ぶ。置換 π_α を分解して得られる巡回集合を σ_α と表す。

たとえば、置換 π_{D_a} （第 3 節）は巡回分解 $\sigma_{D_a} = \{(1\ 9), (2\ 10), (3\ 26), (4\ 25), (5\ 8), (6\ 7), (11\ 12), (13), (14\ 28), (15\ 27), (16\ 45), (17\ 44), (18\ 24), (19\ 23), (20\ 22), (21), (30), (31), (32\ 48), (33\ 47), (34\ 46), (35\ 58), (36\ 57), (37\ 43), (38\ 42), (39\ 41), (40), (49\ 50), (51\ 59), (52\ 60), (53\ 56), (54\ 55)\}$ に分解される。

巡回はその長さを用いてタイプ付けされる（分類される）。このタイプを記号 s_d と表す（ただし、 d は巡回の長さ）。たとえば、巡回 $(1\ 2\ 3\ 4\ 5), (1\ 9), (21)$ は、それぞれ、 s_5, s_2, s_1 とタイプ付けされる。このような記号 s_d をダミー変数と呼ぶ。

巡回分解は巡回の集合であり、各巡回はその長さ d を用いて s_d とタイプ付けされるので、巡回分解はその要素（巡回）のタイプの重複集合と見なすことができる。ここで、重複集合に m 種類のタイプ $s_{\lambda_1}, s_{\lambda_2}, \dots, s_{\lambda_m}$ が存在し、 s_{λ_i} の重複度を v_i とする。すると、重複集合は $s_{\lambda_1}^{v_1} s_{\lambda_2}^{v_2} \dots s_{\lambda_m}^{v_m}$ と表すことができる。この表現を置換の巡回指数と呼ぶ。

対称操作は、置換で表現され、巡回分解に変形され、巡回指数を生成する。たとえば、対称操作 D_a （2.1 節）は、置換 π_{D_a} （第 3 節）で表現され、巡回分解 σ_{D_a} に変形され、巡回指数 $s_1^4 s_2^{28}$ を生成する。表 1 に、フラレーンの対称操作 120 個すべての巡回分解と巡回指数を示す。

4. 生成関数

レッドフィールド・ポーヤの定理より、置換群 $\mathbf{P}$ における対称の彩色の数え上げのためのダミー変数 s_d を用いた生成関数 GF は、巡回指数を用いて以下のように与えられる（生成関数の導出については[11]を参照せよ）：

$$GF(\mathbf{P}; s_d) = \frac{1}{|\mathbf{P}|} \sum_{\pi \in \mathbf{P}} CI(\pi)$$

ただし、 $|\mathbf{P}|$ は $\mathbf{P}$ の要素（対称操作）の個数、 π は $\mathbf{P}$ のすべての要素、 $CI(\pi)$ は π から得られる巡回指数である。

フラレーン N 種以下単座誘導体の数え上げは、 I_h 対称性をもつ対称に関する置換群における N 色彩色とみなすことができる。よって、フラレーン N 種以下単座誘導体の数え上げ

について、以下のような $\mathbf{P}_{60}$ と $\mathbf{P}_{120}$ における生成関数を得る：

$$GF(\mathbf{P}_{60}; s_d) = \frac{1}{60}(s_1^{60} + 15s_2^{30} + 20s_3^{20} + 24s_5^{12})$$

$$GF(\mathbf{P}_{120}; s_d) = \frac{1}{120}(s_1^{60} + 15s_1^4s_2^{28} + 16s_2^{30} + 20s_3^{20} + 24s_5^{12} + 20s_6^{10} + 24s_{10}^6)$$

これらの生成関数の違いは、60個の鏡映対称操作と回映対称操作の存在と非存在に起因する。 $GF(\mathbf{P}_{60}; s_d)$ は鏡映対称操作と回映対称操作を含まず回転対称操作のみから構成されるので、数え上げにおいてそれらの対称操作は考慮されない。これは、キラル化合物の立体異性体のペアは同じものとして扱われないことを意味する。よって、 $GF(\mathbf{P}_{60}; s_d)$ はフラレーン N 種以下単座誘導体の立体異性体の数え上げに使用される。一方、 $GF(\mathbf{P}_{120}; s_d)$ は回転対称操作と同様に鏡映対称操作と回映対称操作も含む。すなわち、異性体の鏡像（つまりキラル）ペアが同じものとして扱われるので、フラレーン N 種以下単座誘導体の構造異性体の数え上げに使用される。

5. 単座誘導体の数え上げ

フラレーン N 種単座誘導体の修飾を $m_1, m_2, \dots, m_N$ として、それぞれに対応して重み $w_1, w_2, \dots, w_N$ を導入する。 $s_d = \Sigma w^d = w_1^d + w_2^d + \dots + w_N^d$ とすると、生成関数 $GF(\mathbf{P}; s_d) = GF(\mathbf{P}; \Sigma w^d)$ はフラレーン N 種以下単座誘導体の個数となる（ただし、 $\mathbf{P}$ は $\mathbf{P}_{60}$ または $\mathbf{P}_{120}$ ）。すなわち、 $\mathbf{P}_{60}$ を用いると立体異性体の個数、 $\mathbf{P}_{120}$ を用いると構造異性体の個数を求めることができる。

$s_d = \Sigma w^d$ は重み w_i の d 次斉次対称式であり、 $GF(\mathbf{P}; \Sigma w^d)$ に現れる $s_1^{60}, s_2^{30}, s_3^{20}, s_5^{12}, s_1^4s_2^{28}, s_6^{10}, s_{10}^6$ はすべて重み w_i の60次斉次項になる。よって、 $GF(\mathbf{P}; \Sigma w^d)$ は重み w_i の60次斉次対称式になる。 $GF(\mathbf{P}; \Sigma w^d)$ を展開して得られる項 $cw_1^{n_1}w_2^{n_2}\dots w_N^{n_N}$ （ただし、 c は係数； $0 \leq n_i \leq 60$ ($1 \leq i \leq N$)、 $\sum_{i=1}^N n_i = 60$)は、 n_i 個の炭素原子に m_i を施した（組成式が同じ）単座誘導体が c 個存在することを表している。すなわち、 $GF(\mathbf{P}; \Sigma w^d)$ の展開式は N 種単座誘導体の「各修飾を施した炭素原子数ごとの内訳」（これ以降、単に、「 N 種単座誘導

体の内訳」と呼ぶ）を表している。 $N = 2, 3$ について、それぞれ、5.3節と5.4節においてより詳細に議論する。

5.1 N 種以下単座誘導体の数え上げ

$w_1 = w_2 = \dots = w_N = 1$ を代入することで、 N 種以下単座誘導体の総数を生成関数 $GF(\mathbf{P}_{60}; s_d)$ と $GF(\mathbf{P}_{120}; s_d)$ から求めることができる。 N 種以下単座誘導体の立体異性体、構造異性体数、キラルペア数、アキラル異性体数を、それぞれ、 $\bar{a}_N, \bar{b}_N, \bar{c}_N, \bar{d}_N$ とする。 $s_d = \Sigma w^d = 1^d + 1^d + \dots + 1^d = N$ なので、

$$\bar{a}_N = GF(\mathbf{P}_{60}; s_d) = \frac{1}{60}(s_1^{60} + 15s_2^{30} + 20s_3^{20} + 24s_5^{12})$$

$$= \frac{1}{60}(N^{60} + 15N^{30} + 20N^{20} + 24N^{12})$$

$$\bar{b}_N = GF(\mathbf{P}_{120}; s_d) = \frac{1}{120}(s_1^{60} + 15s_1^4s_2^{28} + 16s_2^{30} + 20s_3^{20} + 24s_5^{12} + 20s_6^{10} + 24s_{10}^6)$$

$$= \frac{1}{120}(N^{60} + 15N^{32} + 16N^{30} + 20N^{20} + 24N^{12} + 20N^{10} + 24N^6)$$

$$\bar{c}_N = \bar{a}_N - \bar{b}_N$$

$$\bar{d}_N = \bar{b}_N - \bar{c}_N$$

フラレーンの骨格炭素原子は60個だが、修飾の種類数 N は60を越えても構わない。 $N > 60$ の場合、おのおの N 種以下単座誘導体において0~60種類の修飾が施される。表2に $1 \leq N \leq 61$ に対する $\bar{a}_N, \bar{b}_N, \bar{c}_N, \bar{d}_N$ を示す。

5.2 N 種単座誘導体の数え上げ

N 種単座誘導体の立体異性体、構造異性体数、キラルペア数、アキラル異性体数を、それぞれ、 a_N, b_N, c_N, d_N とする。

$N \geq 2$ について、 N 種単座誘導体は、 N 種以下単座異性体から N 個の1種単座誘導体、 $\binom{N}{2}$ 個の2種単座誘導体、 $\binom{N}{3}$ 個の3種単座誘導体、 $\dots$ 、 $\binom{N}{N-1}$ 個の $N-1$ 種単座誘導体を除いたものである。すなわち、以下の漸化式が成り立つ：

$$a_1 = \bar{a}_1 = 1, b_1 = \bar{b}_1 = 1$$

$$a_N = \bar{a}_N - \sum_{i=1}^{N-1} \binom{N}{i} a_i$$

$$b_N = \bar{b}_N - \sum_{i=1}^{N-1} \binom{N}{i} b_i$$

N 種以下単座誘導体と同様に、 $c_N = a_N - b_N$, $d_N = b_N - c_N$ である。

N 種以下単座誘導体と異なり、 N 種単座誘導体では $1 \leq N \leq 60$ である。表 3 に a_N, b_N, c_N, d_N を悉皆的に示す。

修飾種類数 N の増加に伴い、光学異性体数および構造異性体数は増加するが、 $N = 44$ を越えると減少に転じる。また、アキラルなものは $N = 23$ を越えると減少に転じ、 $N \geq 33$ ではすべてキラル分子である。

5.3 2 種単座誘導体の内訳

第 5 章の冒頭で、 N 種単座誘導体の内訳の求め方を与えた。5.3 節と 5.4 節では、その具体例として、2 種単座誘導体 ($N = 2$) の内訳と 3 種単座誘導体 ($N = 3$) の内訳を求める。

2 種単座誘導体 ($N = 2$) について、2 種類の修飾を m_1, m_2 とし、それぞれに対応する重みを w_1, w_2 とする。

$$GF(\mathbf{P}; s_d) = GF(\mathbf{P}; \Sigma w^d) = GF(\mathbf{P}; w_1^d + w_2^d)$$

前述のように $GF(\mathbf{P}; w_1^d + w_2^d)$ は w_1, w_2 の 60 次斉次対称式であり、 w_1^{60} と w_2^{60} は、それぞれ、60 個の炭素原子すべてが m_1 だけか m_2 だけが施された単座誘導体に対応する。展開式の $w_1^n w_2^{60-n}$ の係数を $\theta_{n,60-n}$ とすると ($0 \leq n \leq 60$)、60 個の炭素原子のうち、 n 個に m_1 が施され、残りの $60 - n$ 個に m_2 が施された 2 種以下単座誘導体の個数が $\theta_{n,60-n}$ となる。 m_1 と m_2 は交換可能なので、 $\theta_{n,60-n} = \theta_{60-n,n}$ である。 $n = 0, 60$ の場合、すべての炭素原子が m_1 または m_2 だけで修飾されているので、1 種単座誘導体となり、明らかに、その個数は 1 個である ($\theta_{0,60} = \theta_{60,0} = 1$)。 $1 \leq n \leq 59$ の場合、2 種単座誘導体となり、 $\sum_{i=1}^{59} \theta_{i,60-i}$ は 2 種単座誘導体の総数である。

炭素原子 n 個に m_1 を施し、残りの $60 - n$ 個に m_2 を施した 2 種単座誘導体の立体異性体、構造異性体数、キラルペア数、アキラル異性体数を、それぞれ、 $a_{n,60-n}, b_{n,60-n}, c_{n,60-n}, d_{n,60-n}$ とすると、 $a_{n,60-n}$ は $GF(\mathbf{P}_{60}; w_1^d + w_2^d)$ の $\theta_{n,60-n}$ であり、 $b_{n,60-n}$ は $GF(\mathbf{P}_{120}; w_1^d + w_2^d)$ の $\theta_{n,60-n}$ である。 N 種単座誘導体と同様に、 $c_{n,60-n} = a_{n,60-n} - b_{n,60-n}$, $d_{n,60-n} =$

$b_{n,60-n} - c_{n,60-n}$ である。表 4 に $a_{n,60-n}, b_{n,60-n}, c_{n,60-n}, d_{n,60-n}$ を悉皆的に示す。前述のように $\sum_{i=1}^{59} \theta_{i,60-i}$ は 2 種単座誘導体の総数なので、 $a_{n,60-n}, b_{n,60-n}, c_{n,60-n}, d_{n,60-n}$ の合計は a_2, b_2, c_2, d_2 と等しく、 $a_{n,60-n}, b_{n,60-n}, c_{n,60-n}, d_{n,60-n}$ は 2 種単座誘導体の内訳である。

たとえば、ジアザフラーレン ($C_{58}N_2$) の構造異性体は $b_{2,58} = 23$ 個存在する。そのうち $d_{2,58} = 9$ 個がアキラル分子であり、 $c_{2,58} = 14$ 個がキラル分子である。ジアザフラーレンの異性体は 1, p -ジアザフラーレンと名付けて区別される。"1- p " は窒素原子に代置された炭素原子 2 個の位置を示している (図 1 参照)。23 個の構造異性体は $p \in \{2, 3, 6, 7, 9, 13, 14, 15, 16, 23, 24, 31, 32, 33, 34, 35, 41, 49, 50, 52, 56, 57, 60\}$ を用いて表される。9 個のアキラル分子は $p \in \{2, 3, 7, 9, 24, 33, 41, 52, 60\}$ で表される。14 個のキラルペアは $(p_1, p_2) \in \{(6, 12), (13, 20), (14, 19), (15, 18), (16, 17), (23, 28), (31, 40), (32, 39), (34, 37), (35, 36), (49, 55), (50, 54), (56, 59), (57, 58)\}$ で表される。ここで、 p_1 は上記のように構造異性体を表すために用いられ、 p_2 はそれと対応する立体異性体を表す。たとえば、1,6-ジアザフラーレンと 1,12-ジアザフラーレンは互いに立体異性体である。

トリアザフラーレン ($C_{57}N_3$) の構造異性体は $b_{3,57} = 303$ 個存在する。そのうち $d_{3,57} = 29$ 個がアキラル分子であり、 $c_{3,57} = 274$ 個がキラル分子である。各キラル分子には立体異性体が存在するので、トリアザフラーレンには $29 + 274 \times 2 = 577 = a_{3,57}$ 個の光学異性体が存在する。

5.4 3 種単座誘導体の内訳

5.3 節において 2 種単座誘導体の内訳を求めた手法と同様に、3 種単座誘導体 ($N = 3$) の内訳を求める。

3 種類の修飾を m_1, m_2, m_3 とし、それぞれに対応する重みを w_1, w_2, w_3 とする。

$$GF(\mathbf{P}; s_d) = GF(\mathbf{P}; \Sigma w^d) = GF(\mathbf{P}; w_1^d + w_2^d + w_3^d)$$

$GF(\mathbf{P}; w_1^d + w_2^d + w_3^d)$ は w_1, w_2, w_3 の 60 次斉次対称式であり、その展開式の $w_1^n w_2^m w_3^l$ ($1 \leq n, m, l, n + m + l = 60$) の係数 ($\theta_{n,m,l}$ とする) は、60 個の炭素原子のうち、 n, m, l 個にそれぞれ m_1, m_2, m_3 を施した 3 座単座誘導体の内訳である。

$GF(\mathbf{P}; w_1^d + w_2^d + w_3^d)$ は w_1, w_2, w_3 の 60 次斉次対称式であ

るので、項 $cw_1^i w_2^j w_3^k$ と $c'w_1^{i'} w_2^{j'} w_3^{k'}$ について、 $\{i, j, k\}$ と $\{i', j', k'\}$ が多重集合として等しい場合、 $c = c'$ となる。

炭素原子 n, m, l 個にそれぞれ m_1, m_2, m_3 を施した 3 種単座誘導体の立体異性体、構造異性体数、キラルペア数、アキラル異性体数を、それぞれ、 $a_{n,m,l}, b_{n,m,l}, c_{n,m,l}, d_{n,m,l}$ とすると、 $a_{n,m,l}$ は $GF(\mathbf{P}_{60}; w_1^d + w_2^d + w_3^d)$ の $\theta_{n,m,l}$ であり、 $b_{n,m,l}$ は $GF(\mathbf{P}_{60}; w_1^d + w_2^d)$ の $\theta_{n,m,l}$ である。2 種単座誘導体の内訳と同様に、 $c_{n,m,l} = a_{n,m,l} - b_{n,m,l}, d_{n,m,l} = b_{n,m,l} - c_{n,m,l}$ である。表 5 に、 $a_{n,m,l}, b_{n,m,l}, c_{n,m,l}, d_{n,m,l}$ を多重集合 $\{n, m, l\}$ ごとに悉皆的に示す。 $\sum_{i,j,k \geq 1, i+j+k=60} \theta_{i,j,k}$ は 3 種単座誘導体の総数であり、 $a_{n,m,l}, b_{n,m,l}, c_{n,m,l}, d_{n,m,l}$ の合計は a_2, b_2, c_2, d_2 と等しく、 $a_{n,m,l}, b_{n,m,l}, c_{n,m,l}, d_{n,m,l}$ は 3 種単座誘導体の内訳である。

たとえば、アミノヒドロキシフララン ($C_{60}H_{58}NH_2OH$) の構造異性体は $b_{58,1,1} = 31$ 個存在する。そのうち $d_{58,2,2} = 3$ 個がアキラル分子であり、 $c_{58,2,2} = 28$ 個がキラル分子である。アミノヒドロキシフラランの構造異性体は 1-アミノ-*p*-ヒドロキシフラランと名付けて区別される。フララン ($C_{60}H_{60}$) に対して、アミノ基 ($-NH_2$) を 1 位に置換し、*p* ヒドロキシ基 ($-OH$) を置換することを意味している (図 1 参照)。31 個の構造異性体は $p \in \{2,3,6,7,8,9,13,14,15,16,21,22,23,24,25,31,32,33,34,35,41,42,43,44,49,50,51,52,56,57,60\}$ を用いて表される。3 個のアキラル分子は $p \in \{9,52,60\}$ で表される。28 個のキラルペアは $(p_1, p_2) \in \{(2,5), (3,4), (6,12), (7,11), (8,10), (13,20), (14,19), (15,18), (16,17), (22,29), (23,28), (24,27), (25,26), (31,40), (32,39), (33,38), (34,37), (35,36), (41,48), (42,47), (43,46), (44,45), (49,55), (50,54), (51,53), (56,59), (57,58)\}$ で表される。ここで、 p_1 は上記のように構造異性体を表すために用いられ、 p_2 はそれと対応する立体異性体を表す。たとえば、1-アミノ-2-ヒドロキシフラランと 1-アミノ-5-ヒドロキシフラランは互いに立体異性体である。

アミノジヒドロキシフララン ($C_{60}H_{57}NH_2(OH)_2$) の構造異性体は $b_{57,1,2} = 871$ 個存在する。そのうち $d_{57,1,2} = 31$ 個がアキラル分子であり、 $c_{57,1,2} = 840$ 個がキラル分子である。各キラル分子には立体異性体が存在するので、アミノジヒドロキシフラランには $31 + 840 \times 2 = 1711 = a_{57,1,2}$ 個の光学異性体が存在する。

もっとも異性体が多いのは $n = m = l = 20$ の場合、すなわち、3 種類の修飾 m_1, m_2, m_3 がそれぞれ 20 個の炭素原子を修飾している場合である。

6. おわりに

本稿では、フラレン単座誘導体の数え上げについて報告した。

回転対称軸 31 個と鏡映対称面 15 に基づき、恒等操作、回転対称操作 59 個、鏡映対称操作 15 個、回映対称操作 45 個からなる計 120 個の対称操作を求めた。各対称操作を置換を用いて表現すると、120 個の置換すべての集合 $\mathbf{P}_{120}$ は置換群をなし、恒等操作とすべての回転対称操作からなる集合 $\mathbf{P}_{60}$ も置換群をなし、 $\mathbf{P}_{120}$ の部分群である。次に、各対称操作を巡回の集合 (巡回分解) に分解し、その巡回分解から巡回指数を求めた後に、 $\mathbf{P}_{120}$ と $\mathbf{P}_{60}$ からそれぞれ対応する巡回指数を用いて生成関数 $GF(\mathbf{P}_{120}; s_d)$ と $GF(\mathbf{P}_{60}; s_d)$ を生成した。

最終的に、これらの生成関数を用いて、フラレンの N 種以下単座誘導体、 N 種単座誘導体、2 種単座誘導体の内訳、3 種単座誘導体の構造異性体、立体異性体、キラルペア、アキラル異性体の個数を求めた。

本稿では、フラレン単座誘導体の数え上げについて、骨格炭素原子 (の位置) に関する置換群を用いて議論した。そこでは、フラレンの骨格原子の修飾は、切頂十二面体の頂点の彩色に帰着した。将来的には、フラレンの隣接骨格炭素原子に跨って二座リガンドを付加して得られるフラレン二座誘導体の数え上げについて調査する予定である。そこでは、フラレンの骨格炭素原子間の結合に関する置換群を用いることで、二座リガンドの付加を切頂十二面体の辺の彩色に帰着させることができると予想される。

参考文献

- [1] G.Pólya, *Acta Math.*, **68**, 145 (1937).
- [2] J.H.Redfield, *Am.J.Math.*, **49**, 433 (1927).
- [3] C.L.Liu: *Introduction to Combinatorial Mathematics*, McGraw-Hill (1969).

- [4] F.Harary: Graph Theory, Addison-Wesley (1977).
- [5] F.Harary, E.M.Palmer: Graphical Enumeration, Academic Press (1973).
- [6] L.Lovász: Combinatorial Problems and Exercises, Akadémiai Kiadó (1979).
- [7] G.Pólya, R.E.Tarjan, D.R.Woods: Notes on Introductory Combinatorics, Birkhäuser (1983).
- [8] A.T.Balaban (ed.): Chemical Application of Graph Theory, Academic Press (1976).
- [9] N.Trinajstić: Chemical Graph Theory, Vol.II, CRC Press (1983).
- [10] J.Hinze (ed.): The Permutation Graph in Physics and Chemistry, LNC Vol.12, Springer-Verlag (1979).
- [11] S.Fujita: Symmetry and Combinatorial Enumeration in Chemistry, Springer-Verlag (1991)
- [12] G.Pólya, R.C.Read: Combinatorial Enumeration of Groups, Graphs, and Chemical Compounds, Springer-Verlag (1987)

表 1：巡回分解と巡回指数

π	巡回分解	$CI(\pi)$
I	(1)(2)(3)(4)(5)(6)(7)(8)(9)(10)(11)(12)(13)(14)(15)(16)(17)(18)(19)(20)(21)(22)(23)(24)(25)(26)(27)(28)(29)(30)(31)(32)(33)(34)(35)(36)(37)(38)(39)(40)(41)(42)(43)(44)(45)(46)(47)(48)(49)(50)(51)(52)(53)(54)(55)(56)(57)(58)(59)(60)	s_1^{60}
$C_{5A(1)}$	(1 2 3 4 5)(6 9 12 15 18)(7 10 13 16 19)(8 11 14 17 20)(21 25 29 33 37)(22 26 30 34 38)(23 27 31 35 39)(24 28 32 36 40)(41 44 47 50 53)(42 45 48 51 54)(43 46 49 52 55)(56 57 58 59 60)	s_5^{12}
$C_{5A(2)}$	(1 3 5 2 4)(6 12 18 9 15)(7 13 19 10 16)(8 14 20 11 17)(21 29 37 25 33)(22 30 38 26 34)(23 31 39 27 35)(24 32 40 28 36)(41 47 53 44 50)(42 48 54 45 51)(43 49 55 46 52)(56 58 60 57 59)	s_5^{12}
$C_{5A(3)}$	(1 4 2 5 3)(6 15 9 18 12)(7 16 10 19 13)(8 17 11 20 14)(21 33 25 37 29)(22 34 26 38 30)(23 35 27 39 31)(24 36 28 40 32)(41 50 44 53 47)(42 51 45 54 48)(43 52 46 55 49)(56 59 57 60 58)	s_5^{12}
$C_{5A(4)}$	(1 5 4 3 2)(6 18 15 12 9)(7 19 16 13 10)(8 20 17 14 11)(21 37 33 29 25)(22 38 34 30 26)(23 39 35 31 27)(24 40 36 32 28)(41 53 50 47 44)(42 54 51 48 45)(43 55 52 49 46)(56 60 59 58 57)	s_5^{12}
$C_{5B(1)}$	(1 7 24 27 11)(2 6 23 45 29)(3 20 42 46 30)(4 21 43 47 13)(5 22 44 28 12)(8 25 26 10 9)(14 18 40 57 48)(15 19 41 58 31)(16 38 55 59 32)(17 39 56 49 33)(34 37 54 60 50)(35 36 53 52 51)	s_5^{12}
$C_{5B(2)}$	(1 24 11 7 27)(2 23 29 6 45)(3 42 30 20 46)(4 43 13 21 47)(5 44 12 22 28)(8 26 9 25 10)(14 40 48 18 57)(15 41 31 19 58)(16 55 32 38 59)(17 56 33 39 49)(34 54 50 37 60)(35 53 51 36 52)	s_5^{12}
$C_{5B(3)}$	(1 27 7 11 24)(2 45 6 29 23)(3 46 20 30 42)(4 47 21 13 43)(5 28 22 12 44)(8 10 25 9 26)(14 57 18 48 40)(15 58 19 31 41)(16 59 38 32 55)(17 49 39 33 56)(34 60 37 50 54)(35 52 36 51 53)	s_5^{12}
$C_{5B(4)}$	(1 11 27 24 7)(2 29 45 23 6)(3 30 46 42 20)(4 13 47 43 21)(5 12 28 44 22)(8 9 10 26 25)(14 48 57 40 18)(15 31 58 41 19)(16 32 59 55 38)(17 33 49 56 39)(34 50 60 54 37)(35 51 52 53 36)	s_5^{12}
$C_{5C(1)}$	(1 26 47 32 15)(2 10 28 31 14)(3 9 27 48 33)(4 8 45 49 34)(5 25 46 50 16)(6 24 58 51 17)(7 44 59 35 18)(11 29 30 13 12)(19 22 43 60 36)(20 23 57 52 37)(21 42 56 53 38)(39 40 41 55 54)	s_5^{12}
$C_{5C(2)}$	(1 47 15 26 32)(2 28 14 10 31)(3 27 33 9 48)(4 45 34 8 49)(5 46 16 25 50)(6 58 17 24 51)(7 59 18 44 35)(11 30 12 29 13)(19 43 36 22 60)(20 57 37 23 52)(21 56 38 42 53)(39 41 54 40 55)	s_5^{12}

表 1：巡回分解と巡回指数（続き）

$C_{5C(3)}$	(1 32 26 15 47)(2 31 10 14 28)(3 48 9 33 27)(4 49 8 34 45)(5 50 25 16 46)(6 51 24 17 58)(7 35 44 18 59)(11 13 29 12 30)(19 60 22 36 43)(20 52 23 37 57)(21 53 42 38 56)(39 55 40 54 41)	s_5^{12}
$C_{5C(4)}$	(1 15 32 47 26)(2 14 31 28 10)(3 33 48 27 9)(4 34 49 45 8)(5 16 50 46 25)(6 17 51 58 24)(7 18 35 59 44)(11 12 13 30 29)(19 36 60 43 22)(20 37 52 57 23)(21 38 53 56 42)(39 54 55 41 40)	s_5^{12}
$C_{5D(1)}$	(1 29 49 53 19)(2 30 50 36 18)(3 13 32 35 17)(4 12 31 51 37)(5 11 48 52 38)(6 10 47 60 39)(7 26 46 56 40)(8 27 58 55 21)(9 28 59 54 20)(14 33 34 16 15)(22 25 45 57 41)(23 24 44 43 42)	s_5^{12}
$C_{5D(2)}$	(1 49 19 29 53)(2 50 18 30 36)(3 32 17 13 35)(4 31 37 12 51)(5 48 38 11 52)(6 47 39 10 60)(7 46 40 26 56)(8 58 21 27 55)(9 59 20 28 54)(14 34 15 33 16)(22 45 41 25 57)(23 44 42 24 43)	s_5^{12}
$C_{5D(3)}$	(1 53 29 19 49)(2 36 30 18 50)(3 35 13 17 32)(4 51 12 37 31)(5 52 11 38 48)(6 60 10 39 47)(7 56 26 40 46)(8 55 27 21 58)(9 54 28 20 59)(14 16 33 15 34)(22 57 25 41 45)(23 43 24 42 44)	s_5^{12}
$C_{5D(4)}$	(1 19 53 49 29)(2 18 36 50 30)(3 17 35 32 13)(4 37 51 31 12)(5 38 52 48 11)(6 39 60 47 10)(7 40 56 46 26)(8 21 55 58 27)(9 20 54 59 28)(14 15 16 34 33)(22 41 57 45 25)(23 42 43 44 24)	s_5^{12}
$C_{5E(1)}$	(1 14 51 55 22)(2 33 52 41 7)(3 34 53 40 6)(4 16 36 39 20)(5 15 35 54 21)(8 12 32 60 42)(9 13 50 56 23)(10 30 49 57 24)(11 31 59 43 25)(17 37 38 19 18)(26 29 48 58 44)(27 28 47 46 45)	s_5^{12}
$C_{5E(2)}$	(1 51 22 14 55)(2 52 7 33 41)(3 53 6 34 40)(4 36 20 16 39)(5 35 21 15 54)(8 32 42 12 60)(9 50 23 13 56)(10 49 24 30 57)(11 59 25 31 43)(17 38 18 37 19)(26 48 44 29 58)(27 47 45 28 46)	s_5^{12}
$C_{5E(3)}$	(1 55 14 22 51)(2 41 33 7 52)(3 40 34 6 53)(4 39 16 20 36)(5 54 15 21 35)(8 60 12 42 32)(9 56 13 23 50)(10 57 30 24 49)(11 43 31 25 59)(17 19 37 18 38)(26 58 29 44 48)(27 46 28 45 47)	s_5^{12}
$C_{5E(4)}$	(1 22 55 51 14)(2 7 41 52 33)(3 6 40 53 34)(4 20 39 36 16)(5 21 54 35 15)(8 42 60 32 12)(9 23 56 50 13)(10 24 57 49 30)(11 25 43 59 31)(17 18 19 38 37)(26 44 58 48 29)(27 45 46 47 28)	s_5^{12}
$C_{5F(1)}$	(1 18 39 42 25)(2 17 54 43 26)(3 37 55 44 10)(4 38 41 24 9)(5 19 40 23 8)(6 20 21 22 7)(11 15 36 56 45)(12 16 53 57 27)(13 34 52 58 28)(14 35 60 46 29)(30 33 51 59 47)(31 32 50 49 48)	s_5^{12}

表 1：巡回分解と巡回指数（続き）

$C_{5F(2)}$	(1 39 25 18 42)(2 54 26 17 43)(3 55 10 37 44)(4 41 9 38 24)(5 40 8 19 23)(6 21 7 20 22)(11 36 45 15 56)(12 53 27 16 57)(13 52 28 34 58)(14 60 29 35 46)(30 51 47 33 59)(31 50 48 32 49)	s_5^{12}
$C_{5F(3)}$	(1 42 18 25 39)(2 43 17 26 54)(3 44 37 10 55)(4 24 38 9 41)(5 23 19 8 40)(6 22 20 7 21)(11 56 15 45 36)(12 57 16 27 53)(13 58 34 28 52)(14 46 35 29 60)(30 59 33 47 51)(31 49 32 48 50)	s_5^{12}
$C_{5F(4)}$	(1 25 42 39 18)(2 26 43 54 17)(3 10 44 55 37)(4 9 24 41 38)(5 8 23 40 19)(6 7 22 21 20)(11 45 56 36 15)(12 27 57 53 16)(13 28 58 52 34)(14 29 46 60 35)(30 47 59 51 33)(31 48 49 50 32)	s_5^{12}
$C_{3A(1)}$	(1 6 8)(2 20 25)(3 21 26)(4 22 10)(5 7 9)(11 18 23)(12 19 24)(13 38 44)(14 39 45)(15 40 27)(16 41 28)(17 42 29)(30 37 43)(31 36 57)(32 53 58)(33 54 46)(34 55 47)(35 56 48)(49 51 60)(50 52 59)	s_3^{20}
$C_{3A(2)}$	(1 8 6)(2 25 20)(3 26 21)(4 10 22)(5 9 7)(11 23 18)(12 24 19)(13 44 38)(14 45 39)(15 27 40)(16 28 41)(17 29 42)(30 43 37)(31 57 36)(32 58 53)(33 46 54)(34 47 55)(35 48 56)(49 60 51)(50 59 52)	s_3^{20}
$C_{3B(1)}$	(1 10 12)(2 9 11)(3 8 29)(4 25 30)(5 26 13)(6 27 14)(7 28 15)(16 22 47)(17 23 48)(18 24 31)(19 44 32)(20 45 33)(21 46 34)(35 40 58)(36 41 59)(37 42 49)(38 43 50)(39 57 51)(52 54 56)(53 55 60)	s_3^{20}
$C_{3B(2)}$	(1 12 10)(2 11 9)(3 29 8)(4 30 25)(5 13 26)(6 14 27)(7 15 28)(16 47 22)(17 48 23)(18 31 24)(19 32 44)(20 33 45)(21 34 46)(35 58 40)(36 59 41)(37 49 42)(38 50 43)(39 51 57)(52 56 54)(53 60 55)	s_3^{20}
$C_{3C(1)}$	(1 30 16)(2 13 15)(3 12 14)(4 11 33)(5 29 34)(6 28 35)(7 47 36)(8 48 37)(9 31 17)(10 32 18)(19 26 50)(20 27 51)(21 45 52)(22 46 53)(23 58 54)(24 59 39)(25 49 38)(40 44 60)(41 43 56)(42 57 55)	s_3^{20}
$C_{3C(2)}$	(1 16 30)(2 15 13)(3 14 12)(4 33 11)(5 34 29)(6 35 28)(7 36 47)(8 37 48)(9 17 31)(10 18 32)(19 50 26)(20 51 27)(21 52 45)(22 53 46)(23 54 58)(24 39 59)(25 38 49)(40 60 44)(41 56 43)(42 55 57)	s_3^{20}
$C_{3D(1)}$	(1 33 38)(2 34 19)(3 16 18)(4 15 17)(5 14 37)(6 13 36)(7 30 53)(8 31 54)(9 32 39)(10 50 40)(11 51 21)(12 35 20)(22 29 52)(23 28 60)(24 47 56)(25 48 55)(26 49 41)(27 59 42)(43 45 58)(44 46 57)	s_3^{20}
$C_{3D(2)}$	(1 38 33)(2 19 34)(3 18 16)(4 17 15)(5 37 14)(6 36 13)(7 53 30)(8 54 31)(9 39 32)(10 40 50)(11 21 51)(12 20 35)(22 52 29)(23 60 28)(24 56 47)(25 55 48)(26 41 49)(27 42 59)(43 58 45)(44 57 46)	s_3^{20}
$C_{3E(1)}$	(1 17 21)(2 37 22)(3 38 7)(4 19 6)(5 18 20)(8 15 39)(9 16 40)(10 34 41)(11 35 42)(12 36 23)(13 53 24)(14 54 25)(26 33 55)(27 32 56)(28 50 57)(29 51 43)(30 52 44)(31 60 45)(46 48 59)(47 49 58)	s_3^{20}

表 1：巡回分解と巡回指数（続き）

$C_{3E(2)}$	(1 21 17)(2 22 37)(3 7 38)(4 6 19)(5 20 18)(8 39 15)(9 40 16)(10 41 34)(11 42 35)(12 23 36)(13 24 53)(14 25 54)(26 55 33)(27 56 32)(28 57 50)(29 43 51)(30 44 52)(31 45 60)(46 59 48)(47 58 49)	s_3^{20}
$C_{3F(1)}$	(1 40 45)(2 39 46)(3 54 47)(4 55 28)(5 41 27)(6 42 26)(7 23 25)(8 22 24)(9 21 44)(10 20 43)(11 19 57)(12 38 58)(13 37 59)(14 36 49)(15 53 48)(16 52 31)(17 60 30)(18 56 29)(32 34 51)(33 35 50)	s_3^{20}
$C_{3F(2)}$	(1 45 40)(2 46 39)(3 47 54)(4 28 55)(5 27 41)(6 26 42)(7 25 23)(8 24 22)(9 44 21)(10 43 20)(11 57 19)(12 58 38)(13 59 37)(14 49 36)(15 48 53)(16 31 52)(17 30 60)(18 29 56)(32 51 34)(33 50 35)	s_3^{20}
$C_{3G(1)}$	(1 44 31)(2 24 48)(3 23 49)(4 42 50)(5 43 32)(6 57 33)(7 58 14)(8 46 13)(9 45 30)(10 27 29)(11 26 28)(12 25 47)(15 22 59)(16 21 60)(17 40 52)(18 41 51)(19 55 35)(20 56 34)(36 38 54)(37 39 53)	s_3^{20}
$C_{3G(2)}$	(1 31 44)(2 48 24)(3 49 23)(4 50 42)(5 32 43)(6 33 57)(7 14 58)(8 13 46)(9 30 45)(10 29 27)(11 28 26)(12 47 25)(15 59 22)(16 60 21)(17 52 40)(18 51 41)(19 35 55)(20 34 56)(36 54 38)(37 53 39)	s_3^{20}
$C_{3H(1)}$	(1 46 36)(2 47 35)(3 28 51)(4 27 52)(5 45 53)(6 44 54)(7 43 39)(8 57 38)(9 58 37)(10 59 17)(11 49 16)(12 48 34)(13 31 33)(14 30 32)(15 29 50)(18 26 60)(19 25 56)(20 24 55)(21 23 41)(22 42 40)	s_3^{20}
$C_{3H(2)}$	(1 36 46)(2 35 47)(3 51 28)(4 52 27)(5 53 45)(6 54 44)(7 39 43)(8 38 57)(9 37 58)(10 17 59)(11 16 49)(12 34 48)(13 33 31)(14 32 30)(15 50 29)(18 60 26)(19 56 25)(20 55 24)(21 41 23)(22 40 42)	s_3^{20}
$C_{3I(1)}$	(1 48 41)(2 49 40)(3 50 39)(4 32 54)(5 31 55)(6 30 56)(7 29 57)(8 28 43)(9 47 42)(10 46 23)(11 58 22)(12 59 21)(13 60 20)(14 52 19)(15 51 38)(16 35 37)(17 34 36)(18 33 53)(24 26 45)(25 27 44)	s_3^{20}
$C_{3I(2)}$	(1 41 48)(2 40 49)(3 39 50)(4 54 32)(5 55 31)(6 56 30)(7 57 29)(8 43 28)(9 42 47)(10 23 46)(11 22 58)(12 21 59)(13 20 60)(14 19 52)(15 38 51)(16 37 35)(17 36 34)(18 53 33)(24 45 26)(25 44 27)	s_3^{20}
$C_{3J(1)}$	(1 35 43)(2 51 44)(3 52 24)(4 53 23)(5 36 42)(6 37 41)(7 17 55)(8 16 56)(9 34 57)(10 33 58)(11 32 46)(12 50 45)(13 49 27)(14 59 26)(15 60 25)(18 54 22)(19 39 21)(20 38 40)(28 30 48)(29 31 47)	s_3^{20}
$C_{3J(2)}$	(1 43 35)(2 44 51)(3 24 52)(4 23 53)(5 42 36)(6 41 37)(7 55 17)(8 56 16)(9 57 34)(10 58 33)(11 46 32)(12 45 50)(13 27 49)(14 26 59)(15 25 60)(18 22 54)(19 21 39)(20 40 38)(28 48 30)(29 47 31)	s_3^{20}
C_{2A}	(1 9)(2 8)(3 25)(4 26)(5 10)(6 11)(7 12)(13 22)(14 23)(15 24)(16 44)(17 45)(18 27)(19 28)(20 29)(21 30)(31 40)(32 41)(33 42)(34 43)(35 57)(36 58)(37 46)(38 47)(39 48)(49 54)(50 55)(51 56)(52 60)(53 59)	s_2^{30}

表 1：巡回分解と巡回指数（続き）

C_{2B}	(1 13)(2 12)(3 11)(4 29)(5 30)(6 31)(7 32)(8 33)(9 14)(10 15)(16 26)(17 27)(18 28)(19 47)(20 48)(21 49)(22 50)(23 51)(24 35)(25 34)(36 44)(37 45)(38 46)(39 58)(40 59)(41 60)(42 52)(43 53)(54 57)(55 56)	s_2^{30}
C_{2C}	(1 34)(2 16)(3 15)(4 14)(5 33)(6 32)(7 50)(8 51)(9 35)(10 36)(11 37)(12 17)(13 18)(19 30)(20 31)(21 48)(22 49)(23 59)(24 60)(25 52)(26 53)(27 54)(28 39)(29 38)(40 47)(41 46)(42 58)(43 57)(44 56)(45 55)	s_2^{30}
C_{2D}	(1 37)(2 38)(3 19)(4 18)(5 17)(6 16)(7 34)(8 35)(9 36)(10 53)(11 54)(12 39)(13 40)(14 21)(15 20)(22 33)(23 32)(24 50)(25 51)(26 52)(27 60)(28 56)(29 55)(30 41)(31 42)(43 48)(44 49)(45 59)(46 58)(47 57)	s_2^{30}
C_{2E}	(1 20)(2 21)(3 22)(4 7)(5 6)(8 18)(9 19)(10 38)(11 39)(12 40)(13 41)(14 42)(15 23)(16 24)(17 25)(26 37)(27 36)(28 53)(29 54)(30 55)(31 56)(32 57)(33 43)(34 44)(35 45)(46 51)(47 52)(48 60)(49 59)(50 58)	s_2^{30}
C_{2F}	(1 23)(2 42)(3 43)(4 44)(5 24)(6 25)(7 8)(9 22)(10 21)(11 40)(12 41)(13 55)(14 56)(15 57)(16 58)(17 46)(18 45)(19 27)(20 26)(28 38)(29 39)(30 54)(31 53)(32 52)(33 60)(34 59)(35 49)(36 48)(37 47)(50 51)	s_2^{30}
C_{2G}	(1 28)(2 27)(3 45)(4 46)(5 47)(6 48)(7 31)(8 30)(9 29)(10 11)(12 26)(13 25)(14 24)(15 44)(16 43)(17 57)(18 58)(19 59)(20 49)(21 50)(22 32)(23 33)(34 42)(35 41)(36 55)(37 56)(38 60)(39 52)(40 51)(53 54)	s_2^{30}
C_{2H}	(1 50)(2 32)(3 31)(4 48)(5 49)(6 59)(7 60)(8 52)(9 51)(10 35)(11 34)(12 33)(13 14)(15 30)(16 29)(17 28)(18 47)(19 46)(20 58)(21 57)(22 56)(23 55)(24 54)(25 53)(26 36)(27 37)(38 45)(39 44)(40 43)(41 42)	s_2^{30}
C_{2I}	(1 52)(2 53)(3 36)(4 35)(5 51)(6 50)(7 49)(8 59)(9 60)(10 56)(11 55)(12 54)(13 39)(14 38)(15 37)(16 17)(18 34)(19 33)(20 32)(21 31)(22 48)(23 47)(24 46)(25 58)(26 57)(27 43)(28 42)(29 41)(30 40)(44 45)	s_2^{30}
C_{2J}	(1 54)(2 55)(3 41)(4 40)(5 39)(6 38)(7 37)(8 36)(9 53)(10 52)(11 60)(12 56)(13 57)(14 43)(15 42)(16 23)(17 22)(18 21)(19 20)(24 34)(25 35)(26 51)(27 50)(28 49)(29 59)(30 58)(31 46)(32 45)(33 44)(47 48)	s_2^{30}
C_{2K}	(1 57)(2 56)(3 60)(4 59)(5 58)(6 46)(7 45)(8 44)(9 43)(10 42)(11 41)(12 55)(13 54)(14 53)(15 52)(16 51)(17 50)(18 49)(19 48)(20 47)(21 28)(22 27)(23 26)(24 25)(29 40)(30 39)(31 38)(32 37)(33 36)(34 35)	s_2^{30}
C_{2L}	(1 58)(2 57)(3 56)(4 60)(5 59)(6 49)(7 48)(8 47)(9 46)(10 45)(11 44)(12 43)(13 42)(14 41)(15 55)(16 54)(17 53)(18 52)(19 51)(20 50)(21 32)(22 31)(23 30)(24 29)(25 28)(26 27)(33 40)(34 39)(35 38)(36 37)	s_2^{30}
C_{2M}	(1 59)(2 58)(3 57)(4 56)(5 60)(6 52)(7 51)(8 50)(9 49)(10 48)(11 47)(12 46)(13 45)(14 44)(15 43)(16 42)(17 41)(18 55)(19 54)(20 53)(21 36)(22 35)(23 34)(24 33)(25 32)(26 31)(27 30)(28 29)(37 40)(38 39)	s_2^{30}

表 1：巡回分解と巡回指数（続き）

C_{2N}	(1 60)(2 59)(3 58)(4 57)(5 56)(6 55)(7 54)(8 53)(9 52)(10 51)(11 50)(12 49)(13 48)(14 47)(15 46)(16 45)(17 44)(18 43)(19 42)(20 41)(21 40)(22 39)(23 38)(24 37)(25 36)(26 35)(27 34)(28 33)(29 32)(30 31)	s_2^{30}
C_{2O}	(1 56)(2 60)(3 59)(4 58)(5 57)(6 43)(7 42)(8 41)(9 55)(10 54)(11 53)(12 52)(13 51)(14 50)(15 49)(16 48)(17 47)(18 46)(19 45)(20 44)(21 24)(22 23)(25 40)(26 39)(27 38)(28 37)(29 36)(30 35)(31 34)(32 33)	s_2^{30}
D_a	(1 9)(2 10)(3 26)(4 25)(5 8)(6 7)(11 12)(13 29)(14 28)(15 27)(16 45)(17 44)(18 24)(19 23)(20 22)(21 30)(31 32)(32 48)(33 47)(34 46)(35 58)(36 57)(37 43)(38 42)(39 41)(40 49 50)(51 59)(52 60)(53 56)(54 55)	$s_1^4 s_2^{28}$
D_b	(1 11)(2 12)(3 13)(4 30)(5 29)(6 28)(7 27)(8 26)(9 10)(14 15)(16 33)(17 32)(18 31)(19 48)(20 47)(21 46)(22 45)(23 44)(24 25)(34 35)(36 51)(37 50)(38 49)(39 59)(40 58)(41 57)(42 43)(52 53)(54 60)(55 56)	$s_1^4 s_2^{28}$
D_c	(1 33)(2 14)(3 15)(4 16)(5 34)(6 35)(7 51)(8 50)(9 32)(10 31)(11 30)(12 13)(17 18)(19 37)(20 36)(21 53)(22 52)(23 60)(24 59)(25 49)(26 48)(27 47)(28 29)(38 39)(40 54)(41 55)(42 56)(43 57)(44 58)(45 46)	$s_1^4 s_2^{28}$
D_d	(1 38)(2 37)(3 17)(4 18)(5 19)(6 20)(7 21)(8 40)(9 39)(10 54)(11 53)(12 36)(13 35)(14 34)(15 16)(22 23)(24 42)(25 41)(26 55)(27 56)(28 60)(29 52)(30 51)(31 50)(32 33)(43 44)(45 57)(46 58)(47 59)(48 49)	$s_1^4 s_2^{28}$
D_e	(1 7)(2 22)(3 21)(4 20)(5 6)(8 9)(10 25)(11 24)(12 23)(13 42)(14 41)(15 40)(16 39)(17 38)(18 19)(26 27)(28 45)(29 44)(30 43)(31 57)(32 56)(33 55)(34 54)(35 53)(36 37)(46 47)(48 58)(49 59)(50 60)(51 52)	$s_1^4 s_2^{28}$
D_f	(1 5)(2 4)(3 6 9)(7 8)(10 20)(11 19)(12 18)(13 17)(14 16)(15 21 26)(22 25)(23 24)(27 40)(28 39)(29 38)(30 37)(31 36)(32 35)(33 34)(41 45)(42 44)(43 46 55)(47 54)(48 53)(49 52)(50 51)(56 58)(57 59 60)	$s_1^4 s_2^{28}$
D_g	(1 2)(3 5)(4 6 15)(7 14)(8 13)(9 12)(10 11)(16 20)(17 19)(18 21 34)(22 33)(23 32)(24 31)(25 30)(26 29)(27 28)(35 40)(36 39)(37 38)(41 51)(42 50)(43 49)(44 48)(45 47)(46 52 55)(53 54)(56 60)(57 59)(58)	$s_1^4 s_2^{28}$
D_h	(1 4)(2 3)(5 6)(7 20)(8 19)(9 18)(10 17)(11 16)(12 15)(13 14)(21 22)(23 40)(24 39)(25 38)(26 37)(27 36)(28 35)(29 34)(30 33)(31 32)(41 42)(43 55)(44 54)(45 53)(46 52)(47 51)(48 50)(49 56 57)(58 60)(59)	$s_1^4 s_2^{28}$
D_i	(1)(2 5)(3 4)(6 12)(7 11)(8 10)(9)(13 20)(14 19)(15 18)(16 17)(21 30)(22 29)(23 28)(24 27)(25 26)(31 40)(32 39)(33 38)(34 37)(35 36)(41 48)(42 47)(43 46)(44 45)(49 55)(50 54)(51 53)(52 56 59)(57 58)(60)	$s_1^4 s_2^{28}$
D_j	(1 3)(2)(4 5)(6 18)(7 17)(8 16)(9 15)(10 14)(11 13)(12)(19 20)(21 38)(22 37)(23 36)(24 35)(25 34)(26 33)(27 32)(28 31)(29 30)(39 40)(41 54)(42 53)(43 52)(44 51)(45 50)(46 49)(47 48)(55 56)(57 60)(58 59)	$s_1^4 s_2^{28}$

表 1：巡回分解と巡回指数（続き）

D_k	(1 41)(2 55)(3 54)(4 39)(5 40)(6 21)(7 22)(8 23)(9 42)(10 43)(11 57)(12 56)(13 60)(14 52)(15 53)(16 36)(17 37)(18 38)(19)(20)(24 25)(26 44)(27 45)(28 46)(29 58)(30 59)(31 49)(32 50)(33 51)(34 35)(47)(48)	$s_1^4 s_2^{28}$
D_l	(1 48)(2 31)(3 32)(4 50)(5 49)(6 59)(7 58)(8 46)(9 47)(10 28)(11 29)(12 30)(13)(14)(15 33)(16 34)(17 35)(18 51)(19 52)(20 60)(21 56)(22 57)(23 43)(24 44)(25 45)(26 27)(36 37)(38 53)(39 54)(40 55)(41)(42)	$s_1^4 s_2^{28}$
D_m	(1 24)(2 44)(3 43)(4 42)(5 23)(6 22)(7)(8)(9 25)(10 26)(11 27)(12 45)(13 46)(14 58)(15 57)(16 56)(17 55)(18 41)(19 40)(20 21)(28 29)(30 47)(31 48)(32 49)(33 59)(34 60)(35 52)(36 53)(37 54)(38 39)(50)(51)	$s_1^4 s_2^{28}$
D_n	(1 52)(2 51)(3 35)(4 36)(5 53)(6 54)(7 55)(8 56)(9 60)(10 59)(11 49)(12 50)(13 32)(14 33)(15 34)(16)(17)(18 37)(19 38)(20 39)(21 40)(22 41)(23 42)(24 43)(25 57)(26 58)(27 46)(28 47)(29 48)(30 31)(44)(45)	$s_1^4 s_2^{28}$
D_o	(1 27)(2 28)(3 47)(4 46)(5 45)(6 44)(7 24)(8 25)(9 26)(10)(11)(12 29)(13 30)(14 31)(15 48)(16 49)(17 59)(18 58)(19 57)(20 43)(21 42)(22 23)(32 33)(34 50)(35 51)(36 52)(37 60)(38 56)(39 55)(40 41)(53)(54)	$s_1^4 s_2^{28}$
$S_{5A(1)a}$	(1 10 29 47 49 60 53 39 19 6)(2 26 30 46 50 56 36 40 18 7)(3 25 13 45 32 57 35 41 17 22)(4 8 12 27 31 58 51 55 37 21)(5 9 11 28 48 59 52 54 38 20)(14 44 33 43 34 42 16 23 15 24)	s_{10}^6
$S_{5A(1)b}$	(1 12 14 32 51 60 55 42 22 8)(2 13 33 50 52 56 41 23 7 9)(3 30 34 49 53 57 40 24 6 10)(4 29 16 48 36 58 39 44 20 26)(5 11 15 31 35 59 54 43 21 25)(17 47 37 46 38 45 19 27 18 28)	s_{10}^6
$S_{5A(1)c}$	(1 14 18 35 39 60 42 46 25 29)(2 15 17 36 54 56 43 45 26 11)(3 16 37 53 55 57 44 27 10 12)(4 34 38 52 41 58 24 28 9 13)(5 33 19 51 40 59 23 47 8 30)(6 32 20 50 21 49 22 48 7 31)	s_{10}^6
$S_{5A(1)d}$	(1 37 7 54 24 60 27 50 11 34)(2 17 6 39 23 56 45 49 29 33)(3 18 20 40 42 57 46 48 30 14)(4 19 21 41 43 58 47 31 13 15)(5 38 22 55 44 59 28 32 12 16)(8 53 25 52 26 51 10 35 9 36)	s_{10}^6
$S_{5A(1)e}$	(1 22 26 43 47 60 32 36 15 19)(2 21 10 42 28 56 31 53 14 38)(3 20 9 23 27 57 48 52 33 37)(4 6 8 24 45 58 49 51 34 17)(5 7 25 44 46 59 50 35 16 18)(11 41 29 55 30 54 13 39 12 40)	s_{10}^6
$S_{5A(1)k}$	(1 55 10 60 12 53)(2 54 9 56 11 52)(3 39 8 57 29 51)(4 40 25 58 30 35)(5 41 26 59 13 36)(6 42 27 49 14 37)(7 43 28 50 15 38)(16 19 22 44 47 32)(17 20 23 45 48 33)(18 21 24 46 31 34)	s_6^{10}
$S_{5A(1)l}$	(1 31 17 60 21 45)(2 32 37 56 22 27)(3 50 38 57 7 28)(4 49 19 58 6 47)(5 48 18 59 20 46)(8 29 15 51 39 43)(9 30 16 52 40 44)(10 13 34 53 41 24)(11 14 35 54 42 25)(12 33 36 55 23 26)	s_6^{10}

表 1：巡回分解と巡回指数（続き）

$S_{5A(1)r}$	(1 44 30 60 16 40)(2 43 13 56 15 41)(3 42 12 57 14 55)(4 23 11 58 33 54)(5 24 29 59 34 39)(6 25 28 49 35 38)(7 26 47 50 36 19)(8 27 48 51 37 20)(9 45 31 52 17 21)(10 46 32 53 18 22)	s_6^{10}
$S_{5A(1)r}$	(1 51 6 60 8 49)(2 35 20 56 25 48)(3 36 21 57 26 31)(4 53 22 58 10 32)(5 52 7 59 9 50)(11 33 18 54 23 46)(12 34 19 55 24 47)(13 16 38 41 44 28)(14 17 39 42 45 29)(15 37 40 43 27 30)	s_6^{10}
$S_{5A(1)a}$	(1 28 33 60 38 23)(2 47 34 56 19 24)(3 46 16 57 18 44)(4 45 15 58 17 43)(5 27 14 59 37 42)(6 26 13 49 36 41)(7 10 30 50 53 40)(8 11 31 51 54 21)(9 29 32 52 39 22)(12 48 35 55 20 25)	s_6^{10}
$S_{5A(2)a}$	(1 26 46 60 36 18)(2 25 47 56 35 19)(3 8 28 57 51 38)(4 9 27 58 52 37)(5 10 45 59 53 17)(6 11 44 49 54 16)(7 29 43 50 39 15)(12 24 48 55 34 20)(13 23 31 41 33 21)(14 22 30 42 32 40)	s_6^{10}
$S_{5A(2)b}$	(1 13 48 60 41 20)(2 30 49 56 40 6)(3 29 50 57 39 7)(4 11 32 58 54 22)(5 12 31 59 55 21)(8 15 28 51 43 38)(9 14 47 52 42 19)(10 33 46 53 23 18)(16 27 35 44 37 25)(17 26 34 45 36 24)	s_6^{10}
$S_{5A(2)c}$	(1 15 35 60 43 25)(2 16 51 56 44 8)(3 34 52 57 24 9)(4 33 53 58 23 10)(5 14 36 59 42 26)(6 13 37 49 41 27)(7 12 17 50 55 45)(11 18 32 54 46 22)(19 31 39 47 21 29)(20 30 38 48 40 28)	s_6^{10}
$S_{5A(2)d}$	(1 17 40 60 45 30)(2 18 39 56 46 29)(3 19 54 57 47 11)(4 38 55 58 28 12)(5 37 41 59 27 13)(6 36 42 49 26 14)(7 35 23 50 25 33)(8 34 22 51 24 32)(9 16 21 52 44 31)(10 15 20 53 43 48)	s_6^{10}
$S_{5A(2)e}$	(1 21 44 60 31 16)(2 20 24 56 48 34)(3 6 23 57 49 33)(4 7 42 58 50 14)(5 22 43 59 32 15)(8 41 46 51 13 18)(9 40 45 52 30 17)(10 39 27 53 29 37)(11 38 26 54 28 36)(12 19 25 55 47 35)	s_6^{10}
$S_{5A(2)k}$	(1 54 27 34 7 60 11 37 24 50)(2 39 45 33 6 56 29 17 23 49)(3 40 46 14 20 57 30 18 42 48)(4 41 47 15 21 58 13 19 43 31)(5 55 28 16 22 59 12 38 44 32)(8 52 10 36 25 51 9 53 26 35)	s_{10}^6
$S_{5A(2)l}$	(1 32 55 8 14 60 22 12 51 42)(2 50 41 9 33 56 7 13 52 23)(3 49 40 10 34 57 6 30 53 24)(4 48 39 26 16 58 20 29 36 44)(5 31 54 25 15 59 21 11 35 43)(17 46 19 28 37 45 18 47 38 27)	s_{10}^6
$S_{5A(2)r}$	(1 43 32 19 26 60 15 22 47 36)(2 42 31 38 10 56 14 21 28 53)(3 23 48 37 9 57 33 20 27 52)(4 24 49 17 8 58 34 6 45 51)(5 44 50 18 25 59 16 7 46 35)(11 55 13 40 29 54 12 41 30 39)	s_{10}^6
$S_{5A(2)r}$	(1 35 42 29 18 60 25 14 39 46)(2 36 43 11 17 56 26 15 54 45)(3 53 44 12 37 57 10 16 55 27)(4 52 24 13 38 58 9 34 41 28)(5 51 23 30 19 59 8 33 40 47)(6 50 22 31 20 49 7 32 21 48)	s_{10}^6

表 1：巡回分解と巡回指数（続き）

$S_{5A(2)d}$	(1 47 53 6 29 60 19 10 49 39)(2 46 36 7 30 56 18 26 50 40)(3 45 35 22 13 57 17 25 32 41)(4 27 51 21 12 58 37 8 31 55)(5 28 52 20 11 59 38 9 48 54)(14 43 16 24 33 42 15 44 34 23)	s_{10}^6
$S_{5A(3)a}$	(1 25 43 60 35 15)(2 8 44 56 51 16)(3 9 24 57 52 34)(4 10 23 58 53 33)(5 26 42 59 36 14)(6 27 41 49 37 13)(7 45 55 50 17 12)(11 22 46 54 32 18)(19 29 21 47 39 31)(20 28 40 48 38 30)	s_6^{10}
$S_{5A(3)b}$	(1 30 45 60 40 17)(2 29 46 56 39 18)(3 11 47 57 54 19)(4 12 28 58 55 38)(5 13 27 59 41 37)(6 14 26 49 42 36)(7 33 25 50 23 35)(8 32 24 51 22 34)(9 31 44 52 21 16)(10 48 43 53 20 15)	s_6^{10}
$S_{5A(3)c}$	(1 16 31 60 44 21)(2 34 48 56 24 20)(3 33 49 57 23 6)(4 14 50 58 42 7)(5 15 32 59 43 22)(8 18 13 51 46 41)(9 17 30 52 45 40)(10 37 29 53 27 39)(11 36 28 54 26 38)(12 35 47 55 25 19)	s_6^{10}
$S_{5A(3)d}$	(1 18 36 60 46 26)(2 19 35 56 47 25)(3 38 51 57 28 8)(4 37 52 58 27 9)(5 17 53 59 45 10)(6 16 54 49 44 11)(7 15 39 50 43 29)(12 20 34 55 48 24)(13 21 33 41 31 23)(14 40 32 42 30 22)	s_6^{10}
$S_{5A(3)e}$	(1 20 41 60 48 13)(2 6 40 56 49 30)(3 7 39 57 50 29)(4 22 54 58 32 11)(5 21 55 59 31 12)(8 38 43 51 28 15)(9 19 42 52 47 14)(10 18 23 53 46 33)(16 25 37 44 35 27)(17 24 36 45 34 26)	s_6^{10}
$S_{5A(3)k}$	(1 39 49 10 19 60 29 6 53 47)(2 40 50 26 18 56 30 7 36 46)(3 41 32 25 17 57 13 22 35 45)(4 55 31 8 37 58 12 21 51 27)(5 54 48 9 38 59 11 20 52 28)(14 23 34 44 15 42 33 24 16 43)	s_{10}^6
$S_{5A(3)l}$	(1 50 24 37 11 60 7 34 27 54)(2 49 23 17 29 56 6 33 45 39)(3 48 42 18 30 57 20 14 46 40)(4 31 43 19 13 58 21 15 47 41)(5 32 44 38 12 59 22 16 28 55)(8 35 26 53 9 51 25 36 10 52)	s_{10}^6
$S_{5A(3)n}$	(1 42 51 12 22 60 14 8 55 32)(2 23 52 13 7 56 33 9 41 50)(3 24 53 30 6 57 34 10 40 49)(4 44 36 29 20 58 16 26 39 48)(5 43 35 11 21 59 15 25 54 31)(17 27 38 47 18 45 37 28 19 46)	s_{10}^6
$S_{5A(3)\pi}$	(1 36 47 22 15 60 26 19 32 43)(2 53 28 21 14 56 10 38 31 42)(3 52 27 20 33 57 9 37 48 23)(4 51 45 6 34 58 8 17 49 24)(5 35 46 7 16 59 25 18 50 44)(11 39 30 41 12 54 29 40 13 55)	s_{10}^6
$S_{5A(3)\sigma}$	(1 46 39 14 25 60 18 29 42 35)(2 45 54 15 26 56 17 11 43 36)(3 27 55 16 10 57 37 12 44 53)(4 28 41 34 9 58 38 13 24 52)(5 47 40 33 8 59 19 30 23 51)(6 48 21 32 7 49 20 31 22 50)	s_{10}^6
$S_{5A(4)a}$	(1 8 22 42 55 60 51 32 14 12)(2 9 7 23 41 56 52 50 33 13)(3 10 6 24 40 57 53 49 34 30)(4 26 20 44 39 58 36 48 16 29)(5 25 21 43 54 59 35 31 15 11)(17 28 18 27 19 45 38 46 37 47)	s_{10}^6
$S_{5A(4)b}$	(1 29 25 46 42 60 39 35 18 14)(2 11 26 45 43 56 54 36 17 15)(3 12 10 27 44 57 55 53 37 16)(4 13 9 28 24 58 41 52 38 34)(5 30 8 47 23 59 40 51 19 33)(6 31 7 48 22 49 21 50 20 32)	s_{10}^6

表 1：巡回分解と巡回指数（続き）

$S_{5A(4)c}$	(1 34 11 50 27 60 24 54 7 37)(2 33 29 49 45 56 23 39 6 17)(3 14 30 48 46 57 42 40 20 18) (4 15 13 31 47 58 43 41 21 19)(5 16 12 32 28 59 44 55 22 38)(8 36 9 35 10 51 26 52 25 53)	s_{10}^6
$S_{5A(4)d}$	(1 19 15 36 32 60 47 43 26 22)(2 38 14 53 31 56 28 42 10 21)(3 37 33 52 48 57 27 23 9 20) (4 17 34 51 49 58 45 24 8 6)(5 18 16 35 50 59 46 44 25 7)(11 40 12 39 13 54 30 55 29 41)	s_{10}^6
$S_{5A(4)e}$	(1 6 19 39 53 60 49 47 29 10)(2 7 18 40 36 56 50 46 30 26)(3 22 17 41 35 57 32 45 13 25) (4 21 37 55 51 58 31 27 12 8)(5 20 38 54 52 59 48 28 11 9)(14 24 15 23 16 42 34 43 33 44)	s_{10}^6
$S_{5A(4)k}$	(1 40 16 60 30 44)(2 41 15 56 13 43)(3 55 14 57 12 42)(4 54 33 58 11 23)(5 39 34 59 29 24)(6 38 35 49 28 25)(7 19 36 50 47 26)(8 20 37 51 48 27)(9 21 17 52 31 45)(10 22 18 53 32 46)	s_6^{10}
$S_{5A(4)l}$	(1 49 8 60 6 51)(2 48 25 56 20 35)(3 31 26 57 21 36)(4 32 10 58 22 53)(5 50 9 59 7 52)(11 46 23 54 18 33)(12 47 24 55 19 34)(13 28 44 41 38 16)(14 29 45 42 39 17)(15 30 27 43 40 37)	s_6^{10}
$S_{5A(4)n}$	(1 23 38 60 33 28)(2 24 19 56 34 47)(3 44 18 57 16 46)(4 43 17 58 15 45)(5 42 37 59 14 27)(6 41 36 49 13 26)(7 40 53 50 30 10)(8 21 54 51 31 11)(9 22 39 52 32 29)(12 25 20 55 35 48)	s_6^{10}
$S_{5A(4)p}$	(1 53 12 60 10 55)(2 52 11 56 9 54)(3 51 29 57 8 39)(4 35 30 58 25 40)(5 36 13 59 26 41)(6 37 14 49 27 42)(7 38 15 50 28 43)(16 32 47 44 22 19)(17 33 48 45 23 20)(18 34 31 46 24 21)	s_6^{10}
$S_{5A(4)q}$	(1 45 21 60 17 31)(2 27 22 56 37 32)(3 28 7 57 38 50)(4 47 6 58 19 49)(5 46 20 59 18 48)(8 43 39 51 15 29)(9 44 40 52 16 30)(10 24 41 53 34 13)(11 25 42 54 35 14)(12 26 23 55 36 33)	s_6^{10}
S_{2Kf}	(1 57 5 56 4 60 3 59 2 58)(6 55 18 52 15 49 12 46 9 43)(7 41 19 53 16 50 13 47 10 44)(8 42 20 54 17 51 14 48 11 45)(21 39 37 35 33 31 29 27 25 23)(22 40 38 36 34 32 30 28 26 24)	s_{10}^6
S_{2Lf}	(1 59 4 57 2 60 5 58 3 56)(6 46 15 55 9 49 18 43 12 52)(7 47 16 41 10 50 19 44 13 53)(8 48 17 42 11 51 20 45 14 54)(21 27 33 39 25 31 37 23 29 35)(22 28 34 40 26 32 38 24 30 36)	s_{10}^6
S_{2Mf}	(1 56 3 58 5 60 2 57 4 59)(6 52 12 43 18 49 9 55 15 46)(7 53 13 44 19 50 10 41 16 47)(8 54 14 45 20 51 11 42 17 48)(21 35 29 23 37 31 25 39 33 27)(22 36 30 24 38 32 26 40 34 28)	s_{10}^6
S_{2Nf}	(1 58 2 59 3 60 4 56 5 57)(6 43 9 46 12 49 15 52 18 55)(7 44 10 47 13 50 16 53 19 41)(8 45 11 48 14 51 17 54 20 42)(21 23 25 27 29 31 33 35 37 39)(22 24 26 28 30 32 34 36 38 40)	s_{10}^6
S_{2Of}	(1 60)(2 56)(3 57)(4 58)(5 59)(6 49)(7 50)(8 51)(9 52)(10 53)(11 54)(12 55)(13 41)(14 42)(15 43)(16 44)(17 45)(18 46)(19 47)(20 48)(21 31)(22 32)(23 33)(24 34)(25 35)(26 36)(27 37)(28 38)(29 39)(30 40)	s_2^{30}

表 2: N 種以下単座誘導体の数え上げ($1 \leq N \leq 61$)

N	立体異性体($\bar{a}_N$)	構造異性体($\bar{b}_N$)	キラルペア($\bar{c}_N$)	アキラル異性体($\bar{d}_N$)
1	1	1	0	1
2	19215358678900736	9607679885269312	9607678793631424	1091637888
3	706519304 586988199183738259	353259652 293727442874919719	353259652 293260756308818540	466686566101179
4	22153799929748598 169960860333637632	11076899964874301 400431118585745408	11076899964874296 769529741747892224	4 630901376837853184
5	14456 028966473392453665 534687042333984375	7228 014483236696229750 911410649667971875	7228 014483236696223914 623276392666012500	5836 288134257001959375
6	814561299 678154291488767806 377392301451223040	407280649 839077145745380578 110103790290896704	407280649 839077145743387228 267288511160326336	1993349 842815279130570368
7	8467031012327 056088703142262372 040966699399765293	4233515506163 528044351709372473 136729199352546645	4233515506163 528044351432889898 904237500047218648	276482574 232491699305327997
8	25541592347764814 305972450761990163 265964583117914112	12770796173882407 152986235294831562 910069326555119616	12770796173882407 152986215467158600 355895256562794496	19827672962 554174069992325120
9	29 950171665240520173 552997169091206901 714533270195250933	14 975085832620260086 776499014109340639 714795580529118925	14 975085832620260086 776498154981866261 999737689666132008	859127474377 715057890862986917
10	16666 666666666666666666 666666916666666700 000000400000000000	8333 333333333333333333 333345966666666683 333333535000200000	8333 333333333333333333 333320950000000016 666666864999800000	250166666666666 666666670000400000
11	5074693 992356968326240821 589342341927884752 769607507402657999	2537346 996178484163120410 794935238584944857 348891281254728267	2537346 996178484163120410 794407103342939895 420716226147929732	528135242004961 928175055106798535
12	939125239 219446423163538563 266401019930770617 043362984419655680	469562619 609723211581769281 637475261749729496 450655349028179968	469562619 609723211581769281 628925758181041120 592707635391475712	8549503568688375 857947713636704256

表 2：N種以下単座誘導体の数え上げ($1 \leq N \leq 61$) (続き)

13	114406286212 411489636602220057 401782074528766004 517472824797180795	57203143106 205744818301110028 756260278533518505 754778755656509503	57203143106 205744818301110028 645521795995247498 762694069140671292	110738482538271006 992084686515838211
14	9761822134284 944211208870400549 270910445284930927 409946702278139904	4880911067142 472105604435200275 228591993954800423 171044987133791552	4880911067142 472105604435200274 042318451330130504 238901715144348352	1 186273542624669918 932143271989443200
15	612807811948883 692334949993335210 852916650143335587 879900378759765625	306403905974441 846167474996667610 821054791490140098 880173979338215625	306403905974441 846167474996667600 031861858653195488 999726399421550000	10 789192932836944609 880447579916665625
16	29447451079639738 826388291679048642 262765063894558926 134629334807216128	14723725539819869 413194145839524363 677755297029461694 930005838465597440	14723725539819869 413194145839524278 585009766865097231 204623496341618688	85 092745530164364463 725382342123978752
17	1 118881343335021382 478922599903238629 061112207919398916 042975234412261897	559440671667510691 239461299951619610 587784330066561568 172725126902116281	559440671667510691 239461299951619018 473327877852837347 870250107510145616	592 114456452213724220 302475019391970665
18	34 530196979522456145 967156487665588593 634156867908233686 170227062544375808	17 265098489761228072 983578243832796140 641352217438595755 695510270169154880	17 265098489761228072 983578243832792452 992804650469637930 474716792375220928	3687 648547566968957825 220793477793933952
19	885 247699416196363420 190230968677713617 131522602570857957 740895986554570795	442 623849708098181710 095115484338867210 292449061362801366 200091536253713039	442 623849708098181710 095115484338846406 839073541208056591 540804450300857756	20803 453375520154744774 659287085952855283
20	19215 358410114116266666 66666666666666935 102122666701619200 001638400000000000	9607 679205057058133333 333333333333387163 590109866684142933 334154240012800000	9607 679205057058133333 333333333333279771 512012800017476266 667484159987200000	107392 078097066666666666 666670080025600000

表 2：N種以下単座誘導体の数え上げ($1 \leq N \leq 61$) (続き)

21	358927	179463	179463	
	251764720312581522	625882360156290761	625882360156290761	
	166154446658279327	083077223329395518	083077223328883809	511709
	329227754169948350	183887203399049513	145340550770898836	038546652628150677
	144103203589024927	902244989279385723	241858214309639204	660386774969746519
22	5850723	2925361	2925361	
	833087523130957124	916543761565478562	916543761565478562	
	034282237807851904	017141118905059645	017141118902792258	2267386
	563574305765487253	674099833762626013	889474472002861239	784625361759764773
	452680495419858944	574465082049227584	878215413370631360	696249668678596224
23	84240107	42120053	42120053	
	167298087883017435	583649043941508717	583649043941508717	
	589280654595274715	794640327302339063	794640327292935651	9403412
	397487823251311131	965465388433668528	432022434817642603	533442953616025925
	350685107795452901	198824766934139997	151860340861312904	046964426072827093
24	1082737683	541368841	541368841	
	815149267746724980	907574633873362490	907574633873362490	
	613839528079164409	306919764057935751	306919764021228657	36707094
	491991533773792160	836367854819451027	655623678954341133	180744175865109894
	534919333445369856	470790390151643136	064128943293726720	406661446857916416
25	12538606408	6269303204	6269303204	
	771066751666523063	385533375833261531	385533375833261531	
	703953896732649446	851976948434094586	851976948298554859	135539727
	003430666678468696	796542597160926864	206888069517541831	589654527643385032
	796894073486328125	804840087939453125	992053985546875000	812786102392578125
26	131901467636	65950733818	65950733818	
	495026922104251151	247513461052125575	247513461052125575	
	945269916037573788	972634958256525644	972634957781048143	475477500
	355963848558662992	660720327339345461	695243521219317530	965476806120027931
	969568689202896896	995937599111159616	973631090091737280	022306509019422336
27	1269622467431	634811233715	6348112337155	
	106538988162128676	553269494081064338	532694940810643384	
	926029173748872030	463014587669844428	63014586079027602	1590816826
	811967342262954690	577710530211046702	234256812051907988	343453718159138713
	454263924602588071	190145362489904627	264118562112683444	926026800377221183

表 2 : N 種以下単座誘導体の数え上げ($1 \leq N \leq 61$) (続き)

28	11254614662764	5627307331382	5627307331382	5093706765 176979772313913331 307628150905872384
	220086983708837243	110043491854418621	110043491854418621	
	149175535316236117	574587770204971441	574587765111264676	
	962802457284730654	569891114799321993	392911342485408661	
	962547462005325824	135087806455599104	827459655549726720	
29	92412054072253	46206027036126	46206027036126	15657065445 669555842255478632 572614970978161099
	724111645535924730	862055822767962365	862055822767962365	
	536631033680133871	268315524668599658	268315509011534212	
	538457834764324631	604006838509901631	934450996254422999	
	308755027084079587	940684999031120343	368070028052959244	
30	706519304586936	353259652293468	353259652293468	46328936240 164269150000000000 000196830291600000
	725238240553350000	362619120276675000	362619120276674999	
	000000000051472783	000000023190204511	999999976861268271	
	023662366226146700	593965758113073350	429696608113073350	
	212576400000000000	106386615145800000	106189784854200000	
31	5053012582465337	2526506291232668	2526506291232668	132295276488 444177193188725756 408381555558667953
	112898511060013798	556449255530006899	556449255530006899	
	874356927639327414	437178529967301951	437178397672025463	
	942178841415003302	693178017301864529	249000824113138773	
	788734264140860785	598557909849764369	190176354291096416	
32	33950599605574768	16975299802787384	16975299802787384	365399196794 270828882272179611 895288466654625792
	104474094806822969	052237047403411484	052237047403411484	
	350857806917910860	675429086158553827	675428720759357033	
	687092733637344590	478960807954762101	208131925682582489	
	562731829942550528	229010148298588160	333721681643962368	
33	215122156228293051	107561078114146525	107561078114146525	978166242254 345173863505331094 545525678644095825
	291952927850448440	645976463925224220	645976463925224220	
	487588191862156611	243794585014199432	243793606847957178	
	399002225706055127	872088044605693110	526914181100362016	
	002697378192274577	774111528418185201	228585849774089376	
34	1			2542672342609 408240815820893138 937747776076808832
	289982361834342987	644991180917171493	644991180917171493	
	865434173032705695	932717086516352847	932717086516352847	
	815768143379422809	907885343025882709	907882800353540099	
	314197125488759018	361218970654826078	952978154833932939	
	015537970116927488	476642873096868160	538895097020059328	

表 2：N種以下単座誘導体の数え上げ($1 \leq N \leq 61$) (続き)

35	7	3	3	
	343978734453707268	671989367226853634	671989367226853634	
	080930304091897498	040465152045948749	040465152045948749	
	255279020046965318	127642724505989255	127636295540976063	6428965013191
	972898752328097472	045670622871174799	927228129456922672	118442493414252127
	533271607763671875	872245149137184375	661026458626487500	211218690510696875
36	39	19	19	
	810606656001832959	905303328000916479	905303328000916479	
	290034028635551347	645017014317775673	645017014317775673	
	157152676297711289	578584256091969166	578568420205742123	15835886227042
	206705484154361560	102143158107405400	104562326046956159	997580832060449240
	291489171944505344	580301882085855232	711187289858650112	869114592227205120
37	206	103	103	
	040309527916500086	020154763958250043	020154763958250043	
	479829131536328750	239914565768164375	239914565768164375	
	157760180820336453	078899118111750854	078861062708585598	38055403165256
	850019964062812980	999361723800225286	850658240262587693	148703483537637593
	273738466126463815	711399851787737683	562338614338726132	149061237449011551
38	1020	510	5103	
	621109560670922675	310554780335461337	10554780335461337	
	412033618254745416	706016809127372708	706016809127372708	
	400696526845840967	200392932312325176	200303594533515790	89337778809386
	679695203943322072	974520567989979576	705174635953342495	269345932036637080
	214974786147164160	294015794707476288	920958991439687872	373056803267788416
39	4849	2424	2424	
	814986510020767750	907493255010383875	907493255010383875	
	225067207121226845	112533603560613422	112533603560613422	
	398577292960337777	699391210839824061	699186082120513715	205128719310346
	936459838962901396	978317751717431413	958142087245469982	020175664471961430
	155028627729857309	457758467092388837	697270160637468472	760488306454920365
40	22153	11076	11076	
	799929748597881730	899964874298940865	899964874298940865	
	117671339076266666	058835669538133333	058835669538133333	
	666666954897042818	333564071357121983	333102883539920834	461187817201148
	378447317054259206	641481791860462936	736965525193796270	904516266666666666
	710886400000000000	690524160819200000	020362239180800000	670161921638400000

表 2：N種以下単座誘導体の数え上げ($1 \leq N \leq 61$) (続き)

41	97472	48736	48736	
	061828207397559962	030914103698779981	030914103698779981	
	777313831685222286	388656915842611143	388656915842611143	
	249414556773000034	125215450292153388	124199106480846646	1016343811306742
	959353339383761128	713170769566318592	246182569817442535	466988199748876056
	552411123531885573	623755668923366205	928655454608519368	695100214314846837
42	413814	206907	206907	
	947148981914258249	473574490957129124	473574490957129124	
	843587994017557634	921793997008778817	921793997008778817	
	043674505467304898	022936014954957538	020738490512347360	2197524442610177
	750428482326948205	009525770926279972	740902711400668232	268623059525611739
	073521721018130432	224322061907237696	849199659110892736	375122402796344960
43	1698071	849035	849035	
	935721562077322023	967860781038661011	967860781038661011	
	971642474480995240	985821237240497620	985821237240497620	
	132588835242654749	068627425739374428	063961409503280321	4666016236094107
	804100620283013134	498768073878304144	305332546404708989	193435527473595154
	048070426583725823	522858927324569115	525211499259156708	997647428065412407
44	6745425	3372712	3372712	
	324682406197298168	662341203098649084	662341203098649084	
	556470607879769976	278235303939884988	278235303939884988	
	834480815825130366	422109081011461487	412371734813668879	9737346197792607
	703949122408278321	171000648276279204	532948474131999116	638052174144280087
	725809217031372800	730118169075994624	995691047955378176	734427121120616448
45	25977632	12988816	12988816	
	948614056013867700	474307028006933850	474307028006933850	
	290013143291834313	145006571645917156	145006571645917156	
	915908963885843092	967948146116392724	947960817769450368	19987328346942355
	757611919371004377	291047177854051242	466564741516953135	824482436337098106
	291187797216796875	022221611289659375	268966185927137500	753255425362521875

表 2：N種以下単座誘導体の数え上げ($1 \leq N \leq 61$) (続き)

46	97122231	48561115	48561115	
	103563345390803408	551781672695401704	551781672695401704	
	620207951116697887	310103975558348943	310103975558348943	
	874811332966738628	957597432709942632	917213900256795996	40383532453146636
	923562665897443300	916529630376209081	007033035521234218	909496594854974862
	480827497835241472	680126364456916288	800701133378325184	879425231078591104
47	352955721	176477860	176477860	
	052287214982611335	526143607491305667	526143607491305667	
	937025447882773168	968512723941386584	968512723941386584	
	962273454729121562	521320857681926257	440952597047195305	80368260634730952
	956724998543656492	708711036008959694	248013962534696798	460697073474262896
	739027153381969129	376779546092991449	362247607288977680	014531938804013769
48	1248311559	624155779	624155779	
	518694440979520331	759347220489760165	759347220489760165	
	844393100316774139	922196550158387069	922196550158387069	
	008147506652612395	582894795938628670	425252710713983725	157642085224644945
	472962699472079692	436586852210676449	036375847261403242	400211004949273207
	300748852943650816	868071416398610432	432677436545040384	435393979853570048
49	4301436849	2150718424	2150718424	
	822487934131963623	911243967065981811	911243967065981811	
	552873060528185671	776436530264092835	776436530264092835	
	268452803986528212	786700696463249732	481752107523278480	304948588939971252
	942250372925006761	516491270851188626	425759102073818134	090732168777370492
	146860234169943961	652028846290276521	494831387879667440	157197458410609081
50	1445602896	7228014483	7228014483	
	647339245343270401	236696226716352005	236696226716352005	
	159922281901041666	799611409505208333	799611409505208333	
	666689949731032053	624495814243952433	042403683066368103	582092131177584330
	629875131054687597	269818623860677132	028933207194010465	240885416666666666
	656250000000000000	177734378125000000	478515621875000000	699218756250000000
51	47430676116	23715338058	23715338058	
	501413853680827701	250706926840413850	250706926840413850	
	587079780870807399	793539890435403700	793539890435403699	1
	700014263276708691	398494688467909694	301519574808798996	096975113659110698
	932160152908449111	981528617194618259	950631535713830852	030897081480787406
	519034694995779291	206635703591403231	312398991404376060	894236712187027171

表 2：N種以下単座誘導体の数え上げ($1 \leq N \leq 61$) (続き)

52	152072038527	76036019263	76036019263	2
	319178492721798409	659589246360899204	659589246360899204	
	612025485585686009	806012742792843005	806012742792843003	
	256759353651012072	649384318907783183	607375034743228889	
	810415613166690399	095566081045117684	714849532121572715	
	910236240956358656	451838910610952192	458397330345406464	
53	476871014512	23843550725	238435507256	3
	842867402264968368	642143370113248418	421433701132484184	
	496752841440893223	424837642072044661	248376420720446609	
	566720562470369273	366158757520674356	905132987263625705	
	033774762893163531	763681638747636507	396958124145527023	
	234986325820246639	565232467094765739	669753858725480900	
54	1463775045433	731887522716	731887522716	6
	328922336692011108	664461168346005554	664461168346005554	
	835375237059352975	417687618529676491	417687618529676484	
	624623825811057110	228330744953315945	396293080857741164	
	753191018159414558	754842456650564273	998348561508850285	
	529366933752225792	179234956292510528	350131977459715264	
55	4401595400970	2200797700485	2200797700485	12
	050314532635423370	025157266317711685	025157266317711685	
	506338768433118329	253169384216559170	253169384216559158	
	494666927654931129	892386675993527954	602280251661403175	
	532888439417111107	010182007434535140	522706431982575967	
	522741104345703125	245898022879878125	276843081465825000	
56	12975687270764	6487843635382	6487843635382	21
	406294215995176916	203147107997588458	203147107997588458	
	983430300010563970	491715150005281996	491715150005281974	
	717382502895532402	296645678577182935	420736824318349467	
	489622265858858925	104640880826433836	384981385032425088	
	654516683799265280	993094477692534784	661422206106730496	
57	37526675338722	18763337669361	18763337669361	38
	998803859548127704	499401929774063852	499401929774063852	
	486235976774070378	243117988387035208	243117988387035170	
	904026182738183426	723459240516246287	180566942221937139	
	765735221331111906	128944928214740962	636790293116370944	
	781155184225544013	235172736536591925	545982447688952088	

表 2 : N 種以下単座誘導体の数え上げ($1 \leq N \leq 61$) (続き)

58	106543844424792	53271922212396	53271922212396	67
	063832095093175116	031916047546587558	031916047546587558	
	740947200511881528	370473600255940798	370473600255940730	
	904802675063487104	073694509563119859	831108165500367244	
	242876783282279115	685932886524585766	556943896757693349	
	437609497151905792	016573569527625536	421035927624280256	
59	297145698759841	148572849379920	148572849379920	116
	718021155789644509	859010577894822254	859010577894822254	
	532375128195356744	766187564097678430	766187564097678314	
	712625297436221688	457191660043261830	255433637392959857	
	003354757793251975	789614038605594769	213740719187657205	
	596764501378339543	887813670107251395	708950831271088148	
60	814561299678154	407280649839077	407280649839077	198
	291488712537896243	145744356268948121	145744356268948121	
	397761014169600000	698880507084800099	698880507084799900	
	055268479930183339	512740396959442169	542528082970741170	
	596815948002100070	346772774001050035	250043174001050035	
	712934400000000000	457244169331200000	255690230668800000	
61	2196032940586323	1098016470293161	1098016470293161	337
	435536601540556081	717768300770278040	717768300770278040	
	458867129339615033	729433564669807685	729433564669807348	
	782460799867747272	730130485813863245	052330314053884026	
	303740769112065646	568848222386854299	734892546725211347	
	956131871286181939	509402299150797447	446729572135384492	
				677800171759979218
				833955675661642952
				062672727015412955

表 3: N 種単座誘導体の数え上げ

N	立体異性体(a_N)	構造異性体(b_N)	キラルペア(c_N)	アキラル異性体(d_N)
1	1	1	0	1
2	19215358678900734	9607679885269310	9607678793631424	1091637886
3	706519304 529342123147036054	353259652 264904403219111786	353259652 264437719927924268	466683291187518
4	22153797103671379 937300215672089008	11076898551835692 283167426397682400	11076898551835687 654132789274406608	4 629034637123275792
5	14455 918197480808903720 362611145714171450	7227 959098740404454766 750452686635748910	7227 959098740404448953 612158459078422540	5813 138294227557326370
6	814474563 836662435949888694 267149348960627124	407237281 918331217975923547 917673011849891868	407237281 918331217973965146 349476337110735256	1958401 568196674739156612
7	8461329386805 141921631149389427 820082805751482384	4230664693402 570960815706020476 569236382874124432	4230664693402 570960815443368951 250846422877357952	262651525 318389959996766480
8	25473878906573052 774226432849305311 126692169925424224	12736939453286526 387113225260302483 710602015267644192	12736939453286526 387113207589002827 416090154657780032	17671299656 294511860609864160
9	29 720602078805752902 711874855946705162 665454629660116000	14 860301039402876451 355937773205894475 908354075773494480	14 860301039402876451 355937082740810686 757100553886621520	690465083789 151253521886872960
10	16368 313305797243632345 939958951180475075 536206555540411200	8184 156652898621816172 969988118028453033 452893099996479840	8184 156652898621816172 969970833152022042 083313455543931360	17284876430991 369579644452548480
11	4893003 706896229753748828 459142399090651272 083082071320768000	2446501 853448114876874414 229719710882695779 953281809684411200	2446501 853448114876874414 229422688207955492 129800261636356800	297022674740287 823481548048054400
12	879322334 909779526559222314 208291673833428642 317407301336051200	439661167 454889763279611157 105987622007423628 329877156789987200	439661167 454889763279611157 102304051826005013 987530144546064000	3683570181418614 342347012243923200

表 3：N種単座誘導体の数え上げ（続き）

13	102588738948 811102321103512104 822299994447492742 271597136178310400	51294369474 405551160551756052 428261970881314765 219112862822028800	51294369474 405551160551756052 394038023566177977 052484273356281600	34223947315136788 166628589465747200
14	8243763958916 697049271383688714 622344352164235968 654287111204569600	4121881979458 348524635691844357 433711522815819373 733665551477171200	4121881979458 348524635691844357 188632829348416594 920621559727398400	245078693467402778 813043991749772800
15	477972715060103 758236924744427897 548529191608899140 108033520404480000	238986357530051 879118462372213949 465544597158864209 807653812803840000	238986357530051 879118462372213948 082984594450034930 300379707600640000	1 382560002708829279 507274105203200000
16	20751564399089228 723683686622559223 775554655584324788 353587143484211200	10375782199544614 361841843311279615 012223497654398865 535459669968793600	10375782199544614 361841843311279608 763331157929925922 818127473515417600	6 248892339724472942 717332196453376000
17	695245036490092475 933356819200137582 151105989596634860 060165398245376000	347622518245046237 966678409600068802 538232510199200049 252991690745856000	347622518245046237 966678409600068779 612873479397434810 807173707499520000	22 925359030801765238 445817983246336000
18	18 424649855949030393 550165736844132707 438538184290845756 240935364075520000	9 212324927974515196 775082868422066388 192300131222578926 257602534658048000	9 212324927974515196 775082868422066319 246238053068266829 983332829417472000	68 946062078154312096 274269705240576000
19	394 232876163457468151 103667124443252546 956849376156090916 489243745189888000	197 116438081728734075 551833562221626359 080520068368509840 732119159865344000	197 116438081728734075 551833562221626187 876329307787581075 757124585324544000	171 204190760580928764 974994574540800000
20	6929 158661564883051087 531405041302844229 870705971752663615 806031787556864000	3464 579330782441525543 765702520651422291 300354698186101688 430384470392832000	3464 579330782441525543 765702520651421938 570351273566561927 375647317164032000	352 730003424619539761 054737153228800000

表 3：N種単座誘導体の数え上げ（続き）

21	101511	50755	50755	
	000009512729889859	500004756364944929	500004756364944929	
	760172655546636540	880086327773318572	880086327773317968	604
	698531751759460786	641599626967150334	056932124792310451	584667502174839882
	058524054568960000	276534501212160000	781989553356800000	494544947855360000
22	1255010	627505	627505	
	116714442658101174	058357221329050587	058357221329050587	
	931797837621200386	465898918810600624	465898918810599762	862
	807810312481766192	683936974885405952	123873337596360240	560063637289045712
	265490084823040000	255959450746880000	009530634076160000	246428816670720000
23	13234636	6617318	6617318	
	825426463875277965	412713231937638982	412713231937638982	
	742417184442307106	871208592221154064	871208592221153041	1022
	538999006267194889	553670513013893017	985328493253301871	568342019760591146
	346614836264960000	798159292334080000	548455543930880000	249703748403200000
24	120143214	60071607	60071607	
	854458612363895895	427229306181947947	427229306181947947	
	231060358216898140	615530179108449571	615530179108448568	1003
	288543501986864688	672137805041768177	616405696945096510	055732108096671667
	877720298455040000	990418765905920000	887301532549120000	103117233356800000
25	946380045	473190022	473190022	
	735310506062240867	867655253031120433	867655253031120433	
	587353944495037621	793676972247519215	793676972247518406	808
	918231020676123693	074412027626734565	843818993049389128	230593034577345437
	461452800000000000	415504896000000000	045947904000000000	369556992000000000
26	6513493765	3256746882	3256746882	
	341650990607330539	670825495303665269	670825495303665269	
	129383883588654911	564691941794327720	564691941794327191	529
	779492106970643790	409382565409947897	370109541560695893	039273023849252003
	852420553932800000	402099227033600000	450321326899200000	951777900134400000
27	39405697396	19702848698	19702848698	
	319968649696836355	159984324848418177	159984324848418177	
	612782892261444789	806391446130722533	806391446130722256	276
	373161614640703845	042742711710141777	330418902930562068	712323808779579708
	586479402188800000	132728608358400000	453750793830400000	678977814528000000

表 3：N種単座誘導体の数え上げ（続き）

28	210658587581	105329293790	105329293790	112
	100161882605643032	550080941302821516	550080941302821516	
	954281938610592290	477140969305296201	477140969305296088	
	393549342370877272	627731657917461389	765817684453415883	
	936296795340800000	070696408678400000	865600386662400000	
29	999676902283	499838451141	499838451141	34
	006893830332421158	503446915166210579	503446915166210579	
	246888543281495353	123444271640747694	123444271640747659	
	510941338236719087	044020990914669574	466920347322049513	
	547353006080000000	461257678848000000	086095327232000000	
30	4227922297850	2113961148925	2113961148925	7
	332780101859745671	166390050929872835	166390050929872835	
	543864346816009197	771932173408004602	771932173408004594	
	270961892901424559	376874744542165596	894087148359258962	
	249079664640000000	615159578624000000	633920086016000000	
31	15991057863693	7995528931846	7995528931846	1
	003937225858191024	501968612929095512	501968612929095512	
	299087980819303431	149543990409651716	149543990409651715	
	325799681598776636	172715837358419533	153083844240357103	
	933551423488000000	165760610304000000	767790813184000000	
32	54249864519488	27124932259744	27124932259744	65782709233423382
	877970107032336344	438985053516168172	438985053516168172	
	151222252190416143	075611126095208071	075611126095208071	
	160758696727409255	613270702980416318	547487993746992936	
	405412417536000000	973608460288000000	431803957248000000	
33	165497208472724	82748604236362	82748604236362	0
	032794531540302060	016397265770151030	016397265770151030	
	762056182480254875	381028091240127437	381028091240127437	
	089156660643121345	544578330321560672	544578330321560672	
	937109155840000000	968554577920000000	968554577920000000	
34	454965148110824	227482574055412	227482574055412	0
	997393505798824550	498696752899412275	498696752899412275	
	041478168373198825	020739084186599412	020739084186599412	
	991937417629262577	995968708814631288	995968708814631288	
	678847836160000000	839423918080000000	839423918080000000	

表 3：N種単座誘導体の数え上げ（続き）

35	1129075510020553 026019354014625318 691751560131551774 552108147291325399 924998144000000000	564537755010276 513009677007312659 345875780065775887 276054073645662699 962499072000000000	564537755010276 513009677007312659 345875780065775887 276054073645662699 962499072000000000	0
36	2532986263165279 932782476525217868 189481444670159892 003832871829211560 322762014720000000	1266493131582639 966391238262608934 094740722335079946 001916435914605780 161381007360000000	1266493131582639 966391238262608934 094740722335079946 001916435914605780 161381007360000000	0
37	5142410943389078 426548174157728889 466041704490459239 110594671006580851 655416217600000000	2571205471694539 213274087078864444 733020852245229619 555297335503290425 827708108800000000	2571205471694539 213274087078864444 733020852245229619 555297335503290425 827708108800000000	0
38	9454505282347763 299834140091099095 239096396251958515 506672729845344835 727261696000000000	4727252641173881 649917070045549547 619548198125979257 753336364922672417 863630848000000000	4727252641173881 649917070045549547 619548198125979257 753336364922672417 863630848000000000	0
39	15747754652133522 937073554216781778 016130136444518940 300139934038349942 050573516800000000	7873877326066761 468536777108390889 008065068222259470 150069967019174971 025286758400000000	7873877326066761 468536777108390889 008065068222259470 150069967019174971 025286758400000000	0
40	23764571572454975 971607615926272663 580699610323888683 411899684772856713 665996390400000000	11882285786227487 985803807963136331 790349805161944341 705949842386428356 832998195200000000	11882285786227487 985803807963136331 790349805161944341 705949842386428356 832998195200000000	0
41	32482247388025344 751627084880633430 301796093840731969 345881363827570801 192730624000000000	16241123694012672 375813542440316715 150898046920365984 672940681913785400 596365312000000000	16241123694012672 375813542440316715 150898046920365984 672940681913785400 596365312000000000	0

表 3：N種単座誘導体の数え上げ（続き）

42	4018666326352838	20093333163176419	20093333163176419	0
	731602114213699983	365801057106849991	365801057106849991	
	880986411360459967	940493205680229983	940493205680229983	
	889275732962593854	944637866481296927	944637866481296927	
	210441216000000000	105220608000000000	105220608000000000	
43	44955567783175897	22477783891587948	22477783891587948	0
	692818050908225488	846409025454112744	846409025454112744	
	964235513346624636	482117756673312318	482117756673312318	
	927752730278549245	463876365139274622	463876365139274622	
	388652544000000000	694326272000000000	694326272000000000	
44	45405811427668503	22702905713834251	22702905713834251	0
	859171333066988985	929585666533494492	929585666533494492	
	671845324119543730	835922662059771865	835922662059771865	
	902391195886400815	451195597943200407	451195597943200407	
	398649856000000000	699324928000000000	699324928000000000	
45	41325754930107407	20662877465053703	20662877465053703	0
	991120175903899663	995560087951949831	995560087951949831	
	256140870033550618	628070435016775309	628070435016775309	
	034104343847675384	017052171923837692	017052171923837692	
	299520000000000000	149760000000000000	149760000000000000	
46	33809028166508924	16904514083254462	16904514083254462	0
	506117841868834530	253058920934417265	253058920934417265	
	816017762320632552	408008881160316276	408008881160316276	
	734855343284432810	367427671642216405	367427671642216405	
	404741120000000000	202370560000000000	202370560000000000	
47	24785484160192678	12392742080096339	12392742080096339	0
	604204771890013379	302102385945006689	302102385945006689	
	746986409264671550	873493204632335775	873493204632335775	
	074163126641886702	037081563320943351	037081563320943351	
	673592320000000000	336796160000000000	336796160000000000	
48	16219784353844483	8109892176922241	8109892176922241	0
	646158542343656567	823079271171828283	823079271171828283	
	011138993285102834	505569496642551417	505569496642551417	
	939501990347210040	469750995173605020	469750995173605020	
	142725120000000000	071362560000000000	071362560000000000	

表 3：N種単座誘導体の数え上げ（続き）

49	9430164405691540 962819090847958179 393717032493619835 236970024543110257 704960000000000000	4715082202845770 481409545423979089 696858516246809917 618485012271555128 852480000000000000	4715082202845770 481409545423979089 696858516246809917 618485012271555128 852480000000000000	0
50	4842685701227348 725658033309798906 078610704635801641 385700846127144637 562880000000000000	2421342850613674 362829016654899453 039305352317900820 692850423063572318 781440000000000000	2421342850613674 362829016654899453 039305352317900820 692850423063572318 781440000000000000	0
51	2180764051785245 423305182327977955 926933419865809432 662690906880777926 161203200000000000	1090382025892622 711652591163988977 963466709932904716 331345453440388963 080601600000000000	1090382025892622 711652591163988977 963466709932904716 331345453440388963 080601600000000000	0
52	853422620957587 496950514478480022 346391907383330395 554208722984954851 911270400000000000	426711310478793 748475257239240011 173195953691665197 777104361492477425 955635200000000000	426711310478793 748475257239240011 173195953691665197 777104361492477425 955635200000000000	0
53	286931182100939520 175595153280252647 737963876532527474 577118749815405019 1360000000000000	143465591050469760 087797576640126323 868981938266263737 288559374907702509 5680000000000000	143465591050469760 087797576640126323 868981938266263737 288559374907702509 5680000000000000	0
54	81659985906910 118655107249126670 068002226860958098 703144321027488050 315264000000000000	40829992953455 059327553624563335 034001113430479049 351572160513744025 157632000000000000	40829992953455 059327553624563335 034001113430479049 351572160513744025 157632000000000000	] 0
55	19287850696506 057170985848602301 740024669415781477 740333585266892183 961600000000000000	9643925348253 028585492924301150 870012334707890738 870166792633446091 980800000000000000	9643925348253 028585492924301150 870012334707890738 870166792633446091 980800000000000000	0

表 3 : N 種単座誘導体の数え上げ (続き)

56	3678990776781	1839495388390	1839495388390	0
	563001255670185162	781500627835092581	781500627835092581	
	646741161562894851	323370580781447425	323370580781447425	
	957890822415730719	978945411207865359	978945411207865359	
	326208000000000000	663104000000000000	663104000000000000	
57	544452588020	272226294010	272226294010	0
	560083877681349044	280041938840674522	280041938840674522	
	783760638221456349	391880319110728174	391880319110728174	
	974274226196801273	987137113098400636	987137113098400636	
	200640000000000000	600320000000000000	600320000000000000	
58	58651402218	29325701109	29325701109	0
	281326364170043756	140663182085021878	140663182085021878	
	748019767121424968	374009883560712484	374009883560712484	
	449060012055672651	224530006027836325	224530006027836325	
	776000000000000000	888000000000000000	888000000000000000	
59	4091151997	2045575998	2045575998	0
	097850154269201081	548925077134600540	548925077134600540	
	751487487204134864	875743743602067432	875743743602067432	
	794279259954228200	397139629977114100	397139629977114100	
	734720000000000000	367360000000000000	367360000000000000	
60	138683118	69341559	69341559	0
	545689835737939019	272844917868969509	272844917868969509	
	720389406345902876	860194703172951438	860194703172951438	
	772687432540821294	386343716270410647	386343716270410647	
	940160000000000000	470080000000000000	470080000000000000	

表 4：2 種単座誘導体の内訳

n	立体異性体 ($a_{n,60-n}$)	構造異性体 ($b_{n,60-n}$)	キラルペア ($c_{n,60-n}$)	アキラル異性体 ($d_{n,60-n}$)
1, 59	1	1	0	1
2, 58	37	23	14	9
3, 57	577	303	274	29
4, 56	8236	4190	4046	144
5, 55	91030	45718	45312	406
6, 54	835476	418470	417006	1464
7, 53	6436782	3220218	3216564	3654
8, 52	42650532	21330558	21319974	10584
9, 51	246386091	123204921	123181170	23751
10, 50	1256602779	628330629	628272150	58479
11, 49	5711668755	2855893755	2855775000	118755
12, 48	23322797475	11661527055	11661270420	256635
13, 47	86114390460	43057432740	43056957720	475020
14, 46	289098819780	144549869700	144548950080	919620
15, 45	886568158468	443284859624	443283298844	1560780
16, 44	2493474394140	1246738569480	1246735824660	2744820
17, 43	6453694644705	3226849468425	3226845176280	4292145
18, 42	15417163018725	7708584971055	7708578047670	6923385
19, 41	34080036632565	17040023323785	17040013308780	10015005
20, 40	69864082608210	34932048763560	34932033844650	14918910
21, 39	133074428781570	66537224405790	66537204375780	20030010
22, 38	235904682814710	117952355252550	117952327562160	27690390
23, 37	389755540347810	194877787472550	194877752875260	34597290
24, 36	600873146368170	300436595453640	300436550914530	44539110
25, 35	865257299572455	432628675734195	432628623838260	51895935
26, 34	1164769471671687	582384767014701	582384704656986	62357715
27, 33	1466746704458899	733373386161407	733373318297492	67863915
28, 32	1728665795116244	864332935668892	864332859447352	76221540
29, 31	1907493251046152	953746664302456	953746586743696	77558760
30	1971076398255692	985538239868528	985538158387164	81481364

表 5：3 種単座誘導体の内訳

多重集合 $\{n, m, l\}^*$	立体異性体 $(a_{n,m,l})$	構造異性体 $(b_{n,m,l})$	キラルペア $(c_{n,m,l})$	アキラル異性体 $(d_{n,m,l})$
{58,1,1}	59	31	28	3
{57,2,1}	1711	871	840	31
{56,3,1}	32509	16297	16212	85
{56,2,2}	48981	24635	24346	289
{55,4,1}	455126	227794	227332	462
{55,3,2}	910252	455560	454692	868
{54,5,1}	5006386	2503774	2502612	1162
{54,4,2}	12519010	6261710	6257300	4410
{54,3,3}	16688080	8345202	8342878	2324
{53,6,1}	45057474	22530942	22526532	4410
{53,5,2}	135172422	67592070	67580352	11718
{53,4,3}	225287370	112649922	112637448	12474
{52,7,1}	341149446	170579826	170569620	10206
{52,6,2}	1194050466	597046590	597003876	42714
{52,5,3}	2388046122	1194038370	1194007752	30618
{52,4,4}	2985098760	1492581510	1492517250	64260
{51,8,1}	2217471399	1108750851	1108720548	30303
{51,7,2}	8869885596	4434993576	4434892020	101556
{51,6,3}	20696400864	10348257762	10348143102	114660
{51,5,4}	31044599586	15522380874	15522218712	162162
{50,9,1}	12565671261	6282867981	6282803280	64701
{50,8,2}	56545698807	28272997233	28272701574	295659
{50,7,3}	150788055132	75394156968	75393898164	258804
{50,6,4}	263879452746	131940023670	131939429076	594594
{50,5,5}	316654915830	158327652018	158327263812	388206
{49,10,1}	62828356305	31414258005	31414098300	159705
{49,9,2}	314141781525	157071208125	157070573400	634725
{49,8,3}	942425344575	471213051075	471212293500	757575
{49,7,4}	1884850689150	942426020250	942424668900	1351350
{49,6,5}	2638790964810	1319396199030	1319394765780	1433250
{48,11,1}	279871768995	139936042155	139935726840	315315
{48,10,2}	1539295620135	769648590165	769647029970	1560195
{48,9,3}	5130982438035	2565492007305	2565490430730	1576575
{48,8,4}	11544712697700	5772358314450	5772354383250	3931200

表 5 : 3 種単座誘導体の内訳 (続き)

{48,7,5}	18471536753670	9235769953410	9235766800260	3153150
{48,6,6}	21550129191180	10775067223230	10775061967950	5255280
{47,12,1}	1119487075980	559743873780	559743202200	671580
{47,11,2}	6716922455880	3358462751280	3358459704600	3046680
{47,10,3}	24628715671560	12314359752240	12314355919320	3832920
{47,9,4}	61571789178900	30785898643500	30785890535400	8108100
{47,8,5}	110829220522020	55414614806460	55414605715560	9090900
{47,7,6}	147772294029360	73886152747680	73886141281680	11466000
{46,13,1}	4047376351620	2023688790060	2023687561560	1228500
{46,12,2}	26307949848180	13153978191900	13153971656280	6535620
{46,11,3}	105231785142120	52615896256560	5261588885560	7371000
{46,10,4}	289387419828780	144693719816100	144693700012680	19803420
{46,9,5}	578774818281660	289387418354580	289387399927080	18427500
{46,8,6}	868162245235740	434081139202620	434081106033120	33169500
{46,7,7}	992185402768560	496092713669280	496092689099280	24570000
{45,14,1}	13298522298180	6649262306220	6649259991960	2314260
{45,13,2}	93089656087260	46544833883100	46544822204160	11678940
{45,12,3}	403388509737300	201694262591820	201694247145480	15446340
{45,11,4}	1210165529134380	605082783215820	605082745918560	37297260
{45,10,5}	2662364164095900	1331182104087240	1331182060008660	44078580
{45,9,6}	4437273606877740	2218636836403620	2218636770474120	65929500
{45,8,7}	5705066065919220	2852533067808060	2852532998111160	69696900
{44,15,1}	39895566894540	19947785411700	19947781482840	3928860
{44,14,2}	299216763414900	149608392875100	149608370539800	22335300
{44,13,3}	1396344841308900	698172434405460	698172406903440	27502020
{44,12,4}	4538120775224400	2269060427169900	2269060348054500	79115400
{44,11,5}	10891489762209420	5445744922357740	5445744839851680	82506060
{44,10,6}	19967731312658220	9983865736009620	9983865576648600	159361020
{44,9,7}	28525330329596100	14262665233553100	14262665096043000	137510100
{44,8,8}	32090996723221800	16045498461447000	16045498261774800	199672200
{43,16,1}	109712808959985	54856407810105	54856401149880	6660225
{43,15,2}	877702471679880	438851254192560	438851217487320	36705240
{43,14,3}	4388512358399400	2194256204656560	2194256153742840	50913720
{43,13,4}	15359793254397900	7679896695577260	7679896558820640	136756620
{43,12,5}	39935462461434540	19967731315672140	19967731145762400	169909740
{43,11,6}	79870924922869080	39935462606479440	39935462316389640	290089800

表 5：3 種単座誘導体の内訳（続き）

{43,10,7}	1 25511453450222840			323242920
{43,9,8}	1 56889316812778550			383332950
{42,17,1}	277508869722315	138754440115335	138754429606980	10508355
{42,16,2}	2358825424830765	1179412744162455	1179412680668310	63494145
{42,15,3}	12580402094155800	6290201089111320	6290201005044480	84066840
{42,14,4}	47176507981557900	23588254119543300	23588253862014600	257528700
{42,13,5}	1 32094221987821940			294233940
{42,12,6}	2 86204147940924820	1 43102074273675380	1 43102073667249440	606425940
{42,11,7}	4 90635681669052920	2 45317841128760400	2 45317840540292520	588467880
{42,10,8}	6 74624062745622990	3 37312031829702930	3 37312030915920060	913782870
{42,9,9}	7 49582291439089250	3 74791146087337050	3 74791145351752200	735584850
{41,18,1}	647520696018735	323760356124975	323760339893760	16231215
{41,17,2}	5827686264168615	2913843180259935	2913843083908680	96351255
{41,16,3}	33023555496955485	16511777818410105	16511777678545380	139864725
{41,15,4}	1 32094221987821940			410269860
{41,14,5}	3 96282665963465820	1 98141333249029940	1 98141332714435880	534594060
{41,13,6}	9 24659553914753580	4 62329777465033940	4 62329776449719640	1015314300
{41,12,7}	17 17224885841685220	8 58612443515526700	8 58612442326158520	1189368180
{41,11,8}	25 75837328762527830	12 87918665186263110	12 87918663576264720	160998390
{41,10,9}	31482456240430895 70	15741228128700574 50	15741228111730321 20	1697025330
{40,19,1}	1397281501935165	698640762881985	698640739053180	23828805
{40,18,2}	13274174343496605	6637087247896875	6637087095599730	152297145
{40,17,3}	79645045610304405	39822522912381825	39822522697922580	214459245

表 5：3 種単座誘導体の内訳（続き）

{40,16,4}	3 38491444181800140	1 69245722439007830	1 69245721742792310	696215520
{40,15,5}	10 83172620300140700	54 1586310578988840	5 41586309721151860	857836980
{40,14,6}	27 07931551651700220	13 53965776764497820	13 53965774887202400	1877295420
{40,13,7}	54 15863101500699540	27 07931551751159580	27 07931549749539960	2001619620
{40,12,8}	88 00777541516000040	44 00388772411511880	44 00388769104488160	3307023720
{40,11,9}	117 34370053251515670	58 67185028126972550	58 67185025124543120	3002429430
{40,10,10}	129 07807060469504370	64 53903532223317770	64 53903528246186600	3977131170
{39,20,1}	2794563003870330	1397281518857070	1397281485013260	33843810
{39,19,2}	27945630038703300	13972815126408600	13972814912294700	214113900
{39,18,3}	1 76988990245301780	88494495284963040	88494494960338740	324624300
{39,17,4}	7 96450456103044050	3 98225228564359350	3 98225227538684700	1025674650
{39,16,5}	27 07931550750349770	13 53965776074498510	13 53965774675851260	1398647250
{39,15,6}	72 21150802001475360	36 10575402451186680	36 10575399550288680	2900898000
{39,14,7}	154 73894575716284400	77 36947289640122400	77 36947286076162000	3563960400
{39,13,8}	270 79315507503497700	135 39657756435079500	135 39657751068418200	5366661300
{39,12,9}	391 14566844172623300	195 57283425059732100	195 57283419112891200	5946840900
{39,11,10}	469 37480213006062680	234 68740109897082000	234 68740103108980680	6788101320
{38,21,1}	5189902721473470	2594951383874850	2594951337598620	46276230
{38,20,2}	54493978725696510	27246989518598850	27246989207097660	311501190
{38,19,3}	3 63293190503142900	1 81646595482952600	1 81646595020190300	462762300

表 5：3 種単座誘導体の内訳（続き）

{38,18,4}	17 25642655641054150	8 62821328613093850	8 62821327027960300	1585133550
{38,17,5}	62 12313557603743590	31 06156779843086970	31 06156777760656620	2082430350
{38,16,6}	176 01555082130649630	88 00777543474106190	88 00777538656543440	4817562750
{38,15,7}	402 32125896862339440	201 16062951207743520	201 16062945654595920	5553147600
{38,14,8}	754 35236061123638700	377 17618035420823500	377 17618025702815200	9718008300
{38,13,9}	1173 43700532515156700	586 71850271116582500	586 71850261398574200	9718008300
{38,12,10}	1525 46810698579156860	762 73405356121193220	762 73405342457963640	13663229580
{38,11,11}	1664 14702573385131320	832 07351292523370640	832 07351280861760680	11661609960
{37,22,1}	8964377427999630	4482188744421570	4482188683578060	60843510
{37,21,2}	98608151707995930	49304076057406170	49304075650589760	406816410
{37,20,3}	6 90257061955971510	3 45128531299501950	3 45128530656469560	643032390
{37,19,4}	34 51285309779857550	17 25642655972585350	17 25642653807272200	2165313150
{37,18,5}	131 14884177163458690	65 57442090123694770	65 57442087039763920	3083930850
{37,17,6}	393 44652531490376070	196 72326269190004410	196 72326262300371660	6889632750
{37,16,7}	955 51299005048056170	477 75649506953077710	477 75649498094978460	8858099250
{37,15,8}	1911 02598010096112340	955 51299012331382220	955 51298997764730120	14566652100
{37,14,9}	3185 04330016826853900	1592 52165016877832900	1592 52164999949021000	16928811900
{37,13,10}	4459 06062023557595460	2229 53031022526624820	2229 53031001030970640	21495654180
{37,12,11}	5269 79891482386249180	2634 89945752492122300	2634 89945729894126880	22597995420
{36,23,1}	14420954992868970	7210477535207310	7210477457661660	77545650

表 5：3 種単座誘導体の内訳（続き）

{36,22,2}	1 65840982677472830	82920491612532210	82920491064940620	547591590
{36,21,3}	12 16167204398952390	6 08083602625977270	6 08083601772975120	853002150
{36,20,4}	63 84877824519874680	31 92438913795341210	31 92438910724533470	3070807740
{36,19,5}	255 39511292370945870	127 69755648317978310	127 69755644052967560	4265010750
{36,18,6}	808 75119097266298350	404 37559553827713690	404 37559543438584660	10389129030
{36,17,7}	2079 64591952163416370	1039 82295982479224310	1039 82295969684192060	12795032250
{36,16,8}	4419 24757909050796380	2209 62378966336197190	2209 62378942714599190	23621598000
{36,15,9}	7856 44014041508591060	3928 22007033549327780	3928 22007007959263280	25590064500
{36,14,10}	11784 66021079385017980	5892 33010558707895380	5892 33010520677122600	38030772780
{36,13,11}	14998 65844988330093820	7499 32922512078092060	7499 32922476252001760	35826090300
{36,12,12}	16248 54665424007142580	8124 27332734234119840	8124 27332689773022740	44461097100
{35,24,1}	21631432489303455	10815716292073875	10815716197229580	94844295
{35,23,2}	2 59577189871641460	1 29788595268670520	1 29788594602970940	665699580
{35,22,3}	19 90091789015917860	9 95045895055550520	9 95045893960367340	1095183180
{35,21,4}	109 45504839587548230	54 72752421742555950	54 72752417844992280	3897563670
{35,20,5}	459 71120326267704150	229 85560166027497830	229 85560160240206320	5787291510
{35,19,6}	1532 37067754225675220	766 18533884002470360	766 18533870223204860	13779265500
{35,18,7}	4159 29183904326832740	2079 64591961415208920	2079 64591942911623820	18503585100
{35,17,8}	9358 40663784735373665	4679 20331908755170445	4679 20331875980203220	32774967225

表 5：3 種単座誘導体の内訳（続き）

{35,16,9}	17676 99031593389039145	8838 49515816625242885	8838 49515776763796260	39861446625
{35,15,10}	28283 18450549422465800	14141 59225302348502560	14141 59225247073963240	55274539320
{35,14,11}	38567 97887112848812680	19283 98943586896267760	19283 98943525952544920	60943722840
{35,13,12}	44995 97534964990281460	22497 98767516392133860	22497 98767448598147600	67793986260
{34,25,1}	30284005485024837	15142002798882141	15142002686142696	112739445
{34,24,2}	3 78550068952029975	1 89275034892077225	1 89275034059952750	832124475
{34,23,3}	30 28400548502483700	15 14200274927678520	15 14200273574805180	1352873340
{34,22,4}	174 13303156224598350	87 06651580662358050	87 06651575562240300	5100117750
{34,21,5}	766 18533877112837610	383 09266942276820490	383 09266934836017120	7440803370
{34,20,6}	2681 64868578457760910	1340 82434298736573650	1340 82434279721187260	19015386390
{34,19,7}	7661 85338771128376100	3830 92669397965527000	3830 92669373162849100	24802677900
{34,18,8}	18196 90179602836966425	9098 45089825482986175	9098 45089777353980250	48129005925
{34,17,9}	36393 80359162859786475	18196 90179609332905875	18196 90179553526880600	55806025275
{34,16,10}	61869 46610615394368745	30934 73305351367613675	30934 73305264026755070	87340858605
{34,15,11}	89991 95069929980562920	44995 97535009635101680	44995 97534920345461240	89289640440
{34,14,12}	112489 93837463852679300	56244 96918790389794700	56244 96918673462884600	116926910100
{34,13,13}	121143 01055674973834700	60571 50527889572540940	60571 50527785401293760	104171247180
{33,26,1}	39602161018878633	19801080573793029	19801080445085604	128707425
{33,25,2}	5 14828093245422229	2 57414047094248317	2 57414046151173912	943074405

表 5：3 種単座誘導体の内訳（続き）

{33,24,3}	42 90234110379022455	21 45117055995687735	21 45117054383334720	1612353015
{33,23,4}	257 41404662271111450	128 70702334147309470	128 70702328123801980	6023507490
{33,22,5}	1184 10461446447112670	592 05230727878084850	592 05230718569027820	9309057030
{33,21,6}	4341 71691970308095310	2170 85845996866423330	2170 85845973441671980	23424751350
{33,20,7}	13025 15075910918239370	6512 57537971856445630	6512 57537939061793740	32794651890
{33,19,8}	32562 87689777295598425	16281 43844919601934925	16281 43844857693663500	61908271425
{33,18,9}	68743 85122863184299555	34371 92561470912268115	34371 92561392272031440	78640236675
{33,17,10}	123738 93221153723274015	61869 46610635590835035	61869 46610518132438980	117458396055
{33,16,11}	191232 89523601208696205	95616 44761868368807365	95616 44761732839888840	135528918525
{33,15,12}	254977 19364801618649260	127488 59682483130593660	127488 59682318488055600	164642538060
{33,14,13}	294204 45420924936455700	147102 22710548805168540	147102 22710376131287160	172673881380
{32,27,1}	48402641245296107	24201320694022171	24201320551273936	142748235
{32,26,2}	6 53435657320476807	3 26717829209000061	3 26717828111476746	1097523315
{32,25,3}	56 63109025699644519	28 31554513777685787	28 31554511921958732	1855727055
{32,24,4}	353 94431413931144100	176 97215710616182650	176 97215703314961450	7301221200
{32,23,5}	1698 93270770989335570	849 46635391061848950	849 46635379927486620	11134362330
{32,22,6}	6512 57537968692583110	3256 28768999222529750	3256 28768969470053360	29752476390
{32,21,7}	20468 09405002871519010	10234 04702521848757110	10234 04702481022761900	40825995210
{32,20,8}	53728 74688168929761820	26864 37344125960154730	26864 37344042969607090	82990547640

表 5：3 種単座誘導体の内訳（続き）

{32,19,9}	119397 21529183417194225	59698 60764642741091125	59698 60764540676103100	102064988025
{32,18,10}	226854 70905521276717865	113427 35452844465504835	113427 35452676811213030	167654291805
{32,17,11}	371216 79663461169822045	185608 39831822443400245	185608 39831638726421800	183716978445
{32,16,12}	525890 46190012499987820	262945 23095132743651200	262945 23094879756336620	252987314580
{32,15,13}	647249 79926034860202540	323624 89963139908086900	323624 89962894952115640	244955971260
{32,14,14}	693481 92778019265729300	346740 96389154483878100	346740 96388864781851200	289702026900
{31,28,1}	55317304280338408	27658652216390744	27658652063947664	152443080
{31,27,2}	7 74442259924737712	3 87221130542722336	3 87221129382015376	1160706960
{31,26,3}	69 69980339322639408	34 84990170690979104	34 84990168631660304	2059318800
{31,25,4}	453 04872205597156152	226 52436106814249736	226 52436098782906416	8031343320
{31,24,5}	2265 24361027985780760	1132 62180520442302440	1132 62180507543478320	12898824120
{31,23,6}	9060 97444111943123040	4530 48722073007744320	4530 48722038935378720	34072365600
{31,22,7}	29771 77316367813118560	14885 88658208730711360	14885 88658159082407200	49648304160
{31,21,8}	81872 37620011486076040	40936 18810055269655160	40936 18809956216420880	99053234280
{31,20,9}	191035 54446693467510760	95517 77223412323059160	95517 77223281144451600	131178607560
{31,19,10}	382071 08893386935021520	191035 54446797874973920	191035 54446589060047600	208814926320
{31,18,11}	659940 97179486524128080	329970 48589869086442720	329970 48589617437685360	251648757360
{31,17,12}	989911 45769229786192120	494955 72884779535634120	494955 72884450250558000	329285076120
{31,16,13}	1294499 59852069720405080	647249 79926215565427240	647249 79925854154977840	361410449400

表 5：3 種単座誘導体の内訳（続き）

{31,15,14}	1479428 11259508251891520	739714 05629951467524480	739714 05629556784367040	394683157440
{30,29,1}	59132290782430712	29566145470111336	29566145312319376	157791960
{30,28,2}	8 57418216926936024	4 28709109093298632	4 28709107833637392	1259661240
{30,27,3}	80 02570019222905544	40 01285010715996492	40 01285008506909052	2209087440
{30,26,4}	540 17347633822290312	270 08673821432285976	270 08673812390004336	9042281640
{30,25,5}	2808 90207674702370360	1404 45103844530719360	1404 45103830171651000	14359068360
{30,24,6}	11703 75865328907256500	5851 87932684450862080	5851 87932644456394420	39994467660
{30,23,7}	40127 17252495748116320	20063 58626276592194880	20063 58626219155921440	57436273440
{30,22,8}	115365 62100978209688120	57682 81050550070041080	57682 81050428139647040	121930394040
{30,21,9}	282004 85135595126096600	141002 42567876537924280	141002 42567718588172320	157949751960
{30,20,10}	592210 18784866203767040	296105 09392568831585640	296105 09392297372181400	271459404240
{30,19,11}	1076745 79608635907787920	538372 89804475903645920	538372 89804160004142000	315899503920
{30,18,12}	1704847 51047200957727360	852423 75523828479777240	852423 75523372477950120	456001827120
{30,17,13}	2360558 09142009490150440	1180279 04571241669703160	1180279 04570767820447280	473849255880
{30,16,14}	2866391 96815546783350120	1433195 98408067683041000	1433195 98407479100309120	588582731880
{30,15,15}	3057484 76602983736102704	1528742 38301762639054712	1528742 38301221097047992	541542006720
{29,29,2}	8 86984361736460680	4 43492181490037640	4 43492180246423040	1243614600
{29,28,3}	85 74182163452453240	42 87091082869549720	42 87091080582903520	2286646200
{29,27,4}	600 19275144167172680	300 09637576717053640	300 09637567450119040	9266934600

表 5：3 種単座誘導体の内訳（続き）

{29,26,5}	3241 04085778502732472	1620 52042896973811736	1620 52042881528920736	15444891000
{29,25,6}	14044 51038373511840712	7022 25519208051148856	7022 25519165460691856	42590457000
{29,24,7}	50158 96565619685145400	25079 48282842089633000	25079 48282777595512400	64494120600
{29,23,8}	150476 89696859055436200	75238 44848497064014200	75238 44848361991422000	135072592200
{29,22,9}	384552 07003084252781400	192276 03501635216961000	192276 03501449035820400	186181140600
{29,21,10}	846014 55406785356119080	423007 27703549289254280	423007 27703236066864800	313222389480
{29,20,11}	1615118 69412953861681880	807559 34706673698752280	807559 34706280162929600	393535822680
{29,19,12}	2691864 49021589769469800	1345932 24511069288965000	1345932 24510520480504800	548808460200
{29,18,13}	3934263 48570015816917400	1967131 74285322469405400	1967131 74284693347512000	629121893400
{29,17,14}	5058338 76732877478893800	2529169 38366808754907000	2529169 38366068723986800	740030920200
{29,16,15}	5732783 93630594476079640	2866391 96815684463521320	2866391 96814910012558320	774450963000
{28,28,4}	621 62820689392966240	310 81410349550591720	310 81410339842374520	9708217200
{28,27,5}	3481 11795836169601544	1740 55897926088062472	1740 55897910081539072	16006523400
{28,26,6}	15665 03081283122381448	7832 51540664728527224	7832 51540618393854224	46334673000
{28,25,7}	58184 40016118834768664	29092 20008094098185032	29092 20008024736583632	69361601400
{28,24,8}	181826 25050437525969200	90913 12525295425807200	90913 12525142100162000	153325645200
{28,23,9}	484870 00134323623072200	242435 00067265853938200	242435 00067057769134000	208084804200
{28,22,10}	1115201 00309103134627160	557600 50154738113515240	557600 50154365021111920	373092403320

表 5：3 種単座誘導体の内訳（続き）

{28,21,11}	2230402 00617888666132120	1115201 00309173226350680	1115201 00308715439781440	457786569240
{28,20,12}	3903203 51081596301926560	1951601 75541143498726040	1951601 75540452803200520	690695525520
{28,19,13}	6004928 47817392562663400	3002464 23909077770139400	3002464 23908314792524000	762977615400
{28,18,14}	8149545 79181162958179400	4074772 89591077701373400	4074772 89590085256806000	992444567400
{28,17,15}	9779454 95016896459194680	4889727 47508938715207240	4889727 47507957743987440	980971219800
{28,16,16}	10390670 88455920385351160	5195335 44228519518371080	5195335 44227400866980080	1118651391000
{27,27,6}	16245 21713902127886472	8122 60856973997266236	8122 60856928130620236	45866646000
{27,26,7}	62660 12325051052827792	31330 06162561564492896	31330 06162489488334896	72076158000
{27,25,8}	203645 40056415921690324	101822 70028286753190612	101822 70028129168499712	157584690900
{27,24,9}	565681 66823377569488700	282840 83411801649455400	282840 83411575920033300	225729422100
{27,23,10}	1357636 00376106144602160	678818 00188252395639840	678818 00187853748962320	398646677520
{27,22,11}	2838693 46240949211440880	1419346 73120735259317280	1419346 73120213952123600	521307193680
{27,21,12}	5204271 34775073572783880	2602135 67387920952314080	2602135 67387152620469800	768331844280
{27,20,13}	8406899 86944349587728760	4203449 93472633918990840	4203449 93471715668737920	918250252920
{27,19,14}	12009856 95634785125326800	6004928 47817968142268000	6004928 47816816983058800	1151159209200
{27,18,15}	15212485 47804061184613120	7606242 73902659714199960	7606242 73901401470413160	1258243786800
{27,17,16}	17114046 16279568803590690	8557023 08140462046387970	8557023 08139106757202720	1355289185250
{26,26,8}	211477 91597118560404548	105738 95798642003974524	105738 95798476556430024	165447544500

表 5：3 種単座誘導体の内訳（続き）

{26,25,9}	610936 20169247765070972	305468 10084741006292236	305468 10084506758778736	234247513500
{26,24,10}	1527340 50423304681165380	763670 25211870829627100	763670 25211433851538280	436978088820
{26,23,11}	3332379 28195896900387120	1666189 64098229547209760	1666189 64097667353177360	562194032400
{26,22,12}	6387060 29042506262717880	3193530 14521695220302600	3193530 14520811042415280	884177887320
{26,21,13}	10808871 26071306612794120	5404435 63036168650926760	5404435 63035137961867360	1030689059400
{26,20,14}	16213306 89107542191581880	8106653 44554471161217000	8106653 44553071030364880	1400130852120
{26,19,15}	21617742 52142613225588240	10808871 26072042819265120	10808871 26070570406323120	1472412942000
{26,18,16}	25671069 24420081045874410	12835534 62210918951112830	12835534 62209162094761580	1756856351250
{26,17,17}	27181132 14091079864526390	13590566 07046368164543070	13590566 07044711699983320	1656464559750
{25,25,10}	1588434 12440044189191180	794217 06220238028212580	794217 06219806160978600	431867233980
{25,24,11}	3610077 55545554975419380	1805038 77773070935958420	1805038 77772484039460960	586896497460
{25,23,12}	7220155 11091109950838760	3610077 55546008989691000	3610077 55545100961147760	908028543240
{25,22,13}	12774120 58084271451483960	6387060 29042700475201800	6387060 29041570976282160	1129498919640
{25,21,14}	20073618 05560997995189080	10036809 02781247251080520	10036809 02779750744108560	1496506971960
{25,20,15}	28103065 27785397193275800	14051532 63893551257587040	14051532 63891845935688760	1705321898280
{25,19,16}	35128831 59731746491580890	17564415 79866852065757570	17564415 79864894425823320	1957639934250
{25,18,17}	39261635 31464893137649230	19630817 65733468891901390	19630817 65731424245747840	2044646153550
{24,24,12}	7520994 90720307634632650	3760497 45360633669799050	3760497 45359673964833600	959704965450

表 5：3 種単座誘導体の内訳（続き）

{24,23,13}	13884913 67482903751613000	6942456 83742038772303960	6942456 83740864979309040	1173792994920
{24,22,14}	22810929 60865458589176600	11405464 80433559808499800	11405464 80431898780676800	1661027823000
{24,21,15}	33456030 09268330025237880	16728015 04635087278543520	16728015 04633242746694360	1844531849160
{24,20,16}	43911039 49665629307111000	21955519 74833963135650260	21955519 74831666171460740	2296964189520
{24,19,17}	51660046 46664333075854250	25830023 23333319370332850	25830023 23331013705521400	2305664811450
{24,18,18}	54530049 04813402944017010	27265024 52407979980065030	27265024 52405422963951980	2557016113050
{23,23,14}	23802709 15684977859908000	11901354 57843305206484160	11901354 57841672653423840	1632553060320
{23,22,15}	36497487 37383632718525600	18248743 68692784501193920	18248743 68690848217331680	1936283862240
{23,21,16}	50184045 13902494987972700	25092022 56952422077946900	25092022 56950072910025800	2349167921100
{23,20,17}	61992055 75997199691025100	30996027 87999878836936260	30996027 87997320854088840	2557982847420
{23,19,18}	68880061 95552444101139000	34440030 97777585148005200	34440030 97774858953133800	2726194871400
{22,22,16}	52465138 09990004243027700	26232569 04996257383968660	26232569 04993746859059040	2510524909620
{22,21,17}	67896061 07044552042551300	33948030 53523607216430940	33948030 53520944826120360	2662390310580
{22,20,18}	79212071 24886572306489700	39606035 62444826163326460	39606035 62441746143163240	3080020163220
{22,19,19}	83381127 63037169175063000	41690563 81520063693259600	41690563 81517105481803400	2958211456200
{21,21,18}	82984074 64165563651904140	41492037 32084281233131340	41492037 32081282418772800	2998814358540
{21,20,19}	91719240 39340886092569300	45859620 19672006258024740	45859620 19668879834544560	3126423480180

表 5：3 種単座誘導体の内訳（続き）

{20,20,20}	96305202 41309318146409460	48152601 20656356274522560	48152601 20652961871886900	3394402635660
------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	---------------

- * $n > m > l$ （例：{57,2,1}）のとき、 $a_{n,m,l} = a_{n,l,m} = a_{m,n,l} = a_{m,l,n} = a_{l,n,m} = a_{l,m,n}$, $b_{n,m,l} = b_{n,l,m} = b_{m,n,l} = b_{m,l,n} = b_{l,n,m} = b_{l,m,n}$, $c_{n,m,l} = c_{n,l,m} = c_{m,n,l} = c_{m,l,n} = c_{l,n,m} = c_{l,m,n}$, $d_{n,m,l} = d_{n,l,m} = d_{m,n,l} = d_{m,l,n} = d_{l,n,m} = d_{l,m,n}$ 、各数列の 6 個ずつが等しい。
- $n > m = l$ （例：{58,1,1}）のとき、 $a_{n,m,m} = a_{m,n,m} = a_{m,m,n}$, $b_{n,m,m} = b_{m,n,m} = b_{m,m,n}$, $c_{n,m,m} = c_{m,n,m} = c_{m,m,n}$, $d_{n,m,m} = d_{m,n,m} = d_{m,m,n}$ 、各数列の 3 個ずつが等しい。
- $n = m > l$ （例：{29,29,2}）のとき、 $a_{n,n,l} = a_{n,l,n} = a_{l,n,n}$, $b_{n,n,l} = b_{n,l,n} = b_{l,n,n}$, $c_{n,n,l} = c_{n,l,n} = c_{l,n,n}$, $d_{n,n,l} = d_{n,l,n} = d_{l,n,n}$ 、各数列の 3 個ずつが等しい。
- $n = m = l$ （{20,20,20}のみ）のとき、 $a_{n,n,n}$, $b_{n,n,n}$, $c_{n,n,n}$, $d_{n,n,n}$ 、修飾 m_1, m_2, m_3 が骨格炭素原子ちょうど 20 個ずつに施された場合のみが当てはまる。

茨城工業高等専門学校 研究彙報校閲方針

1)校閲の目的

投稿原稿が、茨城工業高等専門学校研究彙報に掲載される原稿として、ふさわしいものであるかを判定するための資料を提供する校閲を行う。校閲に伴って見出された疑義や不明な事項について修正をお願いする。ただし、原稿の内容に対する責任は著者が負い、その価値は読者が判断する。

2) 校閲の方法

a)評価項目

校閲に当たり、投稿原稿のその分野における位置づけ、新しい観点の内容を含んでいるか、研究・技術成果の貢献度はあるか等について以下の項目で評価する。

①新規性

内容が公知、既発表または既知のことから容易には導き得るものでないこと。以下の項目に該当する場合は新規性があると評価する。

- ・ 主題、内容、手法に独創性がある。
- ・ 学界、社会に重要な問題を提起している。
- ・ 現象の解明に貢献している。
- ・ 教育・人材の育成に新たな貢献をしている。
- ・ 貴重な技術的検討、経験が提示されている。
- ・ 時宜を得た主題について総合的に整理し、新しい知見と見解を提示している。
- ・ その他

②有用性

内容が学問上、あるいは実用上何らかの意味で価値があること。以下の項目に該当する場合は有用性があると評価する。

- ・ 主題、内容が時宜を得て有用である、もしくは、有用な問題提起を行っている。
- ・ 研究・技術の成果の応用性、有用性、発展性がある。
- ・ 研究・技術の成果は有用な情報を与えている。
- ・ 当該分野での研究・技術の体系化を図り、将来の展望

を与えている。

- ・ 研究・技術の成果は実務に取り入れられる価値を持っている。
- ・ 今後の実験、調査、計画、設計、製造、品質管理等に取り入れる価値がある。
- ・ 問題の提起、試論またはそれに対する意見として有用である。
- ・ 実験、実測のデータで研究、開発、製造等の参考として寄与する。
- ・ 教育企画・人材育成上への取り組みに対する有用な成果を含んでいる。
- ・ その他

③論理性

内容が読者に理解できるように簡潔、明瞭、かつ、平易に記述されていること。以下の項目について評価する。

- ・ 全体の構成が適切である。
- ・ 目的と結果が明確である。
- ・ 既往の研究・技術との関連性は明確である。
- ・ 文章表現は適切である。
- ・ 図・表はわかりやすく作られている。
- ・ 全体的に冗長になっていない。
- ・ 図・表等の数が適切である。
- ・ その他

④信頼度

内容に重大な誤りがなく、また読者から見て信用のおけるものであること。信頼度の評価について、計算等の過程を逐一たどることはしないが、以下の項目について評価する。

- ・ 重要な文献が落ちなく引用され、公平に評価されている。
- ・ 従来からの技術や研究成果との比較や評価がなされ、適正な結論が導かれている。
- ・ 実験や解析、あるいは、計画や設計などの条件が明確に記述されている。
- ・ その他

b) 判定

a)での各項目の評価を参考にして、水準以上であれば登載「可」とし、掲載をすべきでない場合は「否」とする。なお、a)での各項の評価のうち 1 つでも問題がありと評価されても「否」とするものではない。多少の欠点があっても、学問や技術の発展に何らかの意味で、良い効果を及ぼす内容があるものは登載されるように配慮する。「否」とする場合は、下記の項目で該当するものが、校閲報告書に示される。

- 理論または考えのプロセスに客観的・本質的な誤りがある。
- 計算・データ整理に誤りがある。
- 都合のよいデータ・文献のみを利用して議論が進められ、公正でない記述により論文が構成されている。
- 修正を要する根本的な指摘事項をあまりにも多く含んでいる。
- 明らかに既発表とみなされる。
- 他人の研究・技術成果をあたかも本人の成果のごとく記述して論文の基本が構成されている。
- 通説が述べられているだけで新しい知見が全くない。
- 政策的な意図、あるいは宣伝の意図が極めて強い。
- 理論的または実証的な論文、あるいは事実に基づいた報告でなく、単なる主観が述べられているに過ぎない。
- 私的な興味による色彩が極めて強く、研究彙報に掲載するには問題が多い。
- 全く独断的記述であり、読者に益するとは考えられない。

c) 登載の条件

登載可否の判定は、別に設置する校閲委員会で選任された2名の校閲結果に基づいて行う。校閲委員会では、校閲結果をまとめた校閲報告書を作成して審議する。校閲員2名が「可」であれば、原則としてこの投稿原稿は登載可とする。その際、校閲員からの修正意見があれば、校閲委員会で検討の上、修正依頼を行う。修正意見に対して著者が十分な回答を行ったかどうかは、校閲委員会で判断する。

令和 6 年 5 月発行

編集・発行 茨城工業高等専門学校
総務課研究協力・地域連携係

〒312-8508 茨城県ひたちなか市中根 866

TEL 029-271-2952