

呉工業高等専門学校

研 究 報 告

第23巻 第1号 (通巻第40号)

昭和62年8月 (1987)

目 次

1. 日本の対満投資と後藤新平の満州経営案	寺 本 康 俊	1
2. 日本の対満政策の一環としての日本綿業の満州 進出について	寺 本 康 俊	11
3. 数学教育の目的としての創造力の育成について	左 古 悦 雄	21
4. A Study of Acid Rain as a Teaching Material	Tatsuo TANABE	29
5. 4世代スキームにおけるクオーク混合行列の Rosen 流導出 ..	林 武 美	39
6. 四球試験における二硫化ベンジルの摩擦特性に及ぼす影響 ..	灘 野 宏 正 河 野 正 来	47
7. 形状変化をもつ接触表面の摩擦変形時における挙動	野 原 稔	53
8. ディーゼル機関の燃料噴射特性	河 口 勇 治	59
9. 調光によるハロゲン電球の色温度変化の一補償法	原 田 一 彦	69
10. 呉高専 FACOM S-3300 システムの概要	綿 井 伸 爾	73
11. グロー放電陰極領域における電子エネルギー分布の ドリュベスティン法による測定	山 崎 勉	81
12. グロー放電陰極降下部での電子のモンテカルロ シミュレーション	山 崎 勉	91
13. 春秋正義訳註 (三)	枅 本 紘 二	105
昭和61年度本校教官による他誌発表論文一覧表		149

日本の対満投資と後藤新平の満州経営案

(一般科目) 寺 本 康 俊

Japan's Investment in Manchuria and Sinpei Goto's proposal for a Japanese Manchurian Policy

Yasutoshi TERAMOTO

In the aftermath of the Russo-Japanese War Japan's investment in Manchuria rapidly increased. Japan's investment steadily increased notwithstanding the challenge of the American "Dollar Diplomacy" and the immigration of Japanese to Manchuria increased, too. The president of the South Manchurian Railway Company, Shinpei Goto thought that Japan should establish control over Manchuria by increasing the immigration of Japanese to that area and to be prepared for the expiration of the term of the lease on this territory. A much disputed question was how to effectively distribute power between the consul, the governor-general and the president of the South Manchurian Railway Company.

This paper discusses Japan's investment in Manchuria and Shinpei Goto's proposal for a Japanese Manchurian policy.

1. はじめに

中国、とりわけ満州に対する日本の投資は日露戦争後に急激に増加する。

それは、アメリカ資本による日本の対満政策に対する積極的な「ドル外交」の挑戦を受けながらも、着実に増えて行った。またそれに対応して在満日本人も急激に増加して行く。

当時満鉄総裁に就任した後藤新平は、満州に植民政策を進めることによって日本の支配権を確立し、将来の満州還付期限の到来に備えようと考えていた。

また如何に領事、関東都督、満鉄総裁の三者の権限を調整するかも大きな問題であった。

本論では、日露戦争後に於ける日本の満州に対する投資と後藤新平による満州経営案について考察する。

2. 日本の対満投資

日露戦争後に於ける中国への投資については、特に日米間で軋轢が激しくなる。特にアメリカは、鉄道王ハリマン (Edward. H. Hariman) による南満州鉄道の経営参加の提案、奉天領事ストレート (Willard Straight) による新民屯から法庫門を経て瑗瑯に至る鉄道や 2000 万ドルの満州銀行の設立案、更に 1909 年 (明治 42 年) 3 月「ドル外交」で知られるタフト政権の発足により一層積極化し、ハリマンによる新たな鉄道買収計画、国務長官ノックス (Philander. C. Knox) による満州諸鉄道中立化案が提案されるが、しかしこれが却って日露両国を結束させることになり、1910 年 (同 43 年) に第 2 回日露協商を結び、朝鮮、満州、蒙古に関する勢力範囲を確認する。

アメリカによる「ドル外交」の攻勢は、日本の指導者層に深刻な危機感を与えたが、日本側はかねてからの大陸発展政策を断念せず、むしろそれを英仏露との協調によって維持して行こうとしたため、結果的にアメリカの対満政策は失敗する。⁽¹⁾

中国に対する諸外国の投資は、次の通りである。⁽²⁾(単位、100 万米ドル、割合、%)

	1902 年		1914 年		1931 年	
	投資額	割合	投資額	割合	投資額	割合
イギリス	260.3	33.0	607.5	37.7	1,189.2	36.7
日本	1.0	0.1	219.6	13.6	1,136.9	35.1
ロシア	246.5	31.3	269.3	16.7	273.2	8.4
アメリカ	19.7	2.5	49.3	3.1	196.8	6.1
フランス	91.1	11.6	171.4	10.7	192.4	5.9
ドイツ	164.3	20.9	263.6	16.4	87.0	2.7
合 計 (その他含む)	787.9	100.0	1,610.3	100.0	3,242.5	100.0

日本の投資の伸びが最も顕著であり、1902 年(同 35 年)には全体の 0.1%と数えるに足らなかったが、1914 年(大正 3 年)には 14%近くに達し、1931 年(昭和 6 年)には殆んどイギリスに急迫している。

次に直接事業投資について見る。⁽³⁾(単位、100 万米ドル、割合、%)

	1902 年		1914 年		1931 年	
	投資額	割合	投資額	割合	投資額	割合
イギリス	150.0	29.8	400.0	36.9	963.4	38.9
日本	1.0	0.2	210.0	19.4	912.8	36.9
ロシア	220.1	43.7	236.5	21.8	273.2	11.1
アメリカ	17.5	3.5	42.0	3.9	155.1	6.3
フランス	29.6	5.9	60.0	5.5	95.0	3.8
ドイツ	85.0	16.9	136.0	12.5	75.0	3.0
合 計 (その他含む)	503.2	100.0	1,084.5	100.0	2,474.5	100.0

上記の直接事業投資の内、満州に対する日本の直接事業投資の割合は、1914 年が 68.9%、1931 年が 62.9%であり、同時期の上海のそれよりも各々 4 倍、3 倍であった。⁽⁴⁾

しかし日本の対中投資は、純然たる経済的目的というよりは政治的軍事的必要によるものが多かった。⁽⁵⁾

3. 在中日本人の人口数の推移

中国に於ける日本人の人口数の推移は次の通りである。

まず、太平洋問題調査会日本理事会の委員会及び中国海関による統計による。⁽⁶⁾

	1900 年	1901 年	1902 年	1903 年	1904 年	1905 年	1906 年	1907 年	1910 年	1913 年	1914 年
日本委員会 の数字*	—	4,739	5,306	8,904	8,908	16,175	27,891	32,956	76,678	107,732	—
中国海関 の数字											
商社	212	289	317	361	650	729	739	1,416	1,601	1,269	955
人口	2,900	4,170	5,020	5,287	9,139	16,910	15,548	45,610	65,434	80,219	84,948
* 在中 日本人 数に 対する 割合(%)	17.1	21.8	26.4	25.9	33.5	44.4	40.2	65.2	46.1	48.9	51.5

* 香港及びマカオを含む ** 韓国人及び香港、マカオを除く。商社の数字は人口数に比べ確かでない。例えば大連に於ける商社は含まない。

その内、満州に於いては1901年には在中日本人の人口の僅か2%が満州にいたが、1911年には68%、1913年末には80%が満州にいた。⁽⁷⁾

次に、南満州鉄道株式会社の調査による関東州内及び鉄道付属地内在住（軍人を除く）に限定した日本人の人口数を見る。⁽⁸⁾

	1907年	1908年	1909年	1910年	1911年	1912年	1913年	1914年	1915年	1916年
戸数	11,776	19,499	22,547	23,890	25,253	26,622	28,175	27,889	28,817	30,551
人口	39,328	58,921	68,557	75,634	81,761	87,690	93,890	95,746	100,656	107,246

上海の日本人は事業家及び銀行家が多かったのに比べ、南満州に於ける日本人は官吏及び南満州鉄道株式会社の使用人であった。⁽⁹⁾

4. 後藤新平の満州経営策

日露戦争後に於ける日本の満州に対する政策の上での植民政策の必要性を、満鉄設立に関与することになる児玉源太郎と後藤新平が主張していた。

初代満鉄総裁に就任することになる後藤新平が明治39年8月22日⁽¹⁰⁾に起草した「満州鉄道総裁就職の情由を叙し山縣元帥西園寺首相林外相三閣下の回覧に供し並に所見を外相に質す書」の中で、軍職のまま満州鉄道調査委員長その後鉄道会社創立委員長に就任した児玉源太郎が次の様に述べていたことが、記されている。

「日露の衝争は恐らくは満州の一戦を以て其局を了すべきに非ず第二の戦争果して何れの年を以て来るべきか勝算我に在るときは先んじて以て人を制すべく勝算未だ立たずんば持重して以て機を待つべく仮会再戦して勝を得ざるも我は猶ほ善後の余地を留むべく要するに我は満州に於て常に主を以て客を制し佚を以て勞を待つる地歩を占めざるべからず此を為す所以の要件一に鉄道経営の巧拙如何に在りとは此も亦君が持説なりしに非ずや其然るを得る所以の計は第一鉄道の経営第二炭硯開発第三移民第四牧畜諸農工業の施設にして就中移民を以て其要務となさざるべからず今日韓国の宗主権を皮相するもの徒らに之を戦勝若は外交の結果に帰すれども其実は此の如き簡単急成の功に非ず宗主権の獲得は旧来我国民韓地移入の上に於て列国の優先を占め口舌を以て争ふ能はざるの事実を存したるに由れるなり而も此は移して以て満州問題の解釈に供すべし制度規矩の細に至りては抑々後なり今鉄道の経営に因りて十年を出でざるに五十万の国民を満州に移入することを得ば露国倔強と雖も漫に我と戦端を啓くことを得ず和戦緩急の制命は居然として我手中に落ちん仮令ひ露国一戦して我を破るも我猶巻土回復の素地を失はざるなり…我若し満州に於て五十万の移民と数百万の畜産とを有せんか戦機若し我に利ならば進みて敵国を侵略するの準備となすべく亦若し我に不利ならば嚴然不動和を持して以て機会を俟つに足るべし是れ満韓経営大局の主張なりと是れ亦君が持論に非ずや…予は深く君の所説に賛同し…予をして物議に抗して満州鉄道創立委員長とならしめしが如きは聊か自ら所信ありしが為めなりと云ふと雖も而も或は君の見予を駆りて此地に立たしめたるものあるなり」⁽¹¹⁾

即ち児玉によれば、韓国に対する支配権を確立したのは軍事、外交上の結果だけではなく、日本国民を植民したからであり、それが「口舌を以て争う能はざるの事実」をもたらしたのであり、従って今後満州に対して50万人を植民すればロシアと言えども軽々には日本と再戦出来なくなるであろうという考えであった。

しかもこの満韓経営論は、上記の中で「是れ亦君が持論に非ずや…予は深く君の所説に賛同し」と述べているように「児玉の言を藉りて開陳せる伯（後藤一筆者）の多年の経論」⁽¹²⁾であったのであり、いわば後藤と児玉との2人の合作による立案であった。

後藤は、児玉の死後満鉄総裁就任を受諾した時、西園寺首相に対して、将来の南満州の租借期

限及び満鉄の経営期限が到来した場合、如何なる政策をとるのか問い質したことを回顧している。

つまり「児玉大将頓に薨去の後実に心機の一転にてやることになって、西園寺候に逢って期限が来れば満鉄は返へすのですか返へさぬのですかと訊ね又返へすと云ふ問題が起らぬと云ふことが保証出来ますか、起った時にどうするか案がありますか等将来の質問を種々提出したが其答は一々此に述ぶるの要はありますまい、之は諸君の御推測に任せます。」⁽¹³⁾の様に、将来満鉄の経営期限(1939年)が満了となれば、日本政府として返還する意思があるのかどうか、またその対策があるのかどうかを、尋ねている。

また後藤は続いて、「そこで資金は外資に依るの外はないといふ事に決定し満州に思い切って借金をしてあすこに五十万から百万の人を移住せしめねばならぬ、必ずや他日満州還付の事起ることを忘れてはならぬ、之を拒くには速かに五十万以上の移民をして往かなければならぬ、就ては其成功の手段の第一は土地の永借若くは賃借を自由にさせることをしなければならぬ、是れはどうしようと心配したのですが、此点は今に困難を生じて居るのであります、已に私の在職中長春停車場の土地を買収するにも非常な困難が起り支那官憲が干渉して売買譲渡を許さぬと申す次第でありました。

要するに満州に資本の注入と人を移入することは何よりの急要である、土地の借入買入さへ自由に出来る事になれば資本も人も入るる方策は立つと考へられるるのであります。」⁽¹⁴⁾と、南満州の租借期限(1923年)のことを考慮して、50万から100万人の国民を移入させることによって、韓国と同様に日本の支配権を樹立することを提唱し、そのためには資本の導入、土地の取得が必要であることを指摘している。

後藤は、その後も同趣旨の提言を繰り返えし、40年初頭、後藤が政府の所見を質した「大陸政策の根本に関する覚書」の中では、「一国ガ他国ニ鉄道ヲ所有スルハ、単ニ経済上ノ目的に止マルニアラスシテ、多クハ植民政策ノ発展ヲ企図スルニアル以上ハ、之ヲ遂行スルニ於テ、陸海軍ノ後援及外交上ノ幫助ヲ必要トシ、且今ヤ列国其目的其企図ニ於テ競争ヲ試ミツツアルコトヲ知ラザルベカラズ。…此等ノ政策ヲ称シテ殖民の高等政策ト名ツク。…

一、政府ハ満州移民ニ関シ如何ナル所見ヲ有スルカ。少クモ此数年間ニ五十万以上ノ移民ヲ見ルノ策ヲ講セサルヘカラサルニ非スヤ。

一、租借其地ノ年限無事経過シタル後ニ於テ、条約面ノ如ク、我政府ハ南満州ヲ清国ニ還付スルノ意ナルカ。将タ何等予メ之ニ対スルノ策ヲ講シ、既ニ決定スルモノアルヤ。漸次其政策ノ実行ヲ講シツツアルカ。」⁽¹⁵⁾

41年6月16日起案の後藤による西園寺首相への覚書の中でも、「成功ヲ内外ニ全クセント欲セハ、早晚対露若クハ対清ノ一戦ヲ賭スルニ非スンハ、或ハ其基礎ヲ固クスルヲ得サルヤモ知ルヘカラス。爾来窃ニ趨勢ヲ察シ、不幸ニシテ自ラ愚見ノ中レルニ驚キツツアリ。現代朝野ノ物情此辺ノ予料ニ疎ナルハ、私カニ歎息ニ堪ヘサル所ナリ。対清関係ノ如キ、今日ノ状態ニ在リテハ、勢ノ窮ル所決ヲ干戈ニ問フノ或ハ避ケ難クシテ、我ニ取りテハ寧ロ再戦ヲ急ニスルノ利ナルカヲ疑ハシムルニ至レリ。之ガ予策トシテハ、先ツ列強ノ同情ヲ我ニ集ムルノ急務タルハ識者ヲ待チテ知ルヘキニアラス。…政府ハ此等ノ對外策ニ付テ如何ニ努力シツツアルカ。又其反響如何。或ハ根本ヨリ卑見ト相容レサル所アリ、一切万事雲烟過眼視シテ、時間ノ遷移ニ委スルヲ利トセラルルカ。庶幾ハクハ深遠ナル廟謨ヲ聞クヲ得ン…南満州ニ入ルヘキ我殖民ハ、今後十年間ヲ期シテ少クトモ五十万人、若シ得ヘクハ百万人以上タラシメントス。…年月ノ邁ムト共ニ人衆ヲ移シ得ハ、満州ハ事実上帝國ノ領土トナリ、後年還付ノ場合ニ於テモ、我ノ利益ハ確定不動ナルノミナラス、或ハ終ニ實際還付シ得ヘカラサル事情モ生シ来ルヘシ。政府ハ之ニ関シテ如何ナル計画ヲ有セラルルヤ。将タ根本ヨリ此手段ヲ否定セラルルヤ如何。的確ナル開示ヲ請ハントス。」⁽¹⁶⁾と述べている。

即ち後藤は、ある国が外国に於いて鉄道を所有するのは経済上の目的のみではなく、多くは植民政策の発展を企図するためであり、また陸海軍及び外交上の援助を必要とすると述べ、これを「殖民的高等政策」と名付ける。

また重ねて政府に対して満州移民の件及び満州還付の期限が到来した場合如何なる政策をとるのか問い質している。

大正3年6月5日の幸俱樂部に於ける後藤の講演によると、「帝国の満州に於ける特殊の使命」について、「抑々植民の事業は健全なる国家の政治的發展であると云ふことは茲に申述べる迄もない、従って進取的活動の国民に必要である、斯ふ云ふことになって居ります、それ故に先日申しました通り世界の氣運と共に日本帝国もそれに伴ふて往くことになりましたのが即ち台灣、朝鮮、樺太、満州の植民事業であります…大陸に進入したために日本将来の禍源であると云ふやうな恨みを貽すことはないか？…我帝国は南満州に於ける特殊の使命を持って居ると申して宜しいのであります…之を要するに植民事業の最終の目的はと言ひますれば何れの国も博愛にあると申しますけれども同時に自国の利益を図らざるものはないのであります、我満州も其部分であります、此租借地の面積は五千八百七十四万八千三百十五坪と今算ぜられて居ります、而して日本人の往つて居る者は軍隊を除きまして七万人と註せられて居るのであります、現在の所では欺様になりますが、最初の吾人の計画にては急に百万の人を移したいと云ふ考を持ち少くも農商業に従事する者と鉄道を運転する者と石炭山を掘る者と五十万人位は移植したい考であつた」⁽¹⁷⁾

即ち後藤によれば、植民事業は「健全なる国家の政治的發展」であり、しかも「進取的活動の国民」に必要なものであるとし、そして日本の場合南満州に対して「特殊の使命」を有し、農商業、鉄道及び石炭事業のために少なくとも50万人出来れば100万人を移植したいという考を持っていたのである。

次に、満州に於ける鉄道路事業について、後藤が画策し兎玉が立案したものが、「満州経営策梗概」である。

「戦後満州経営唯一ノ要訣ハ、陽ニ鉄道経営ノ仮面ヲ装ヒ、陰ニ百般ノ施設ヲ実行スルニアリ。是ノ要訣ニ随ヒ、租借地内ノ統治機関ト、獲得セシ鉄道ノ経営機関トハ、全然之ヲ別個ノモノトシ、鉄道ノ経営機関ハ、鉄道以外毫モ政治及軍事ニ関係セサル如ク仮装セサルヘカラス…。

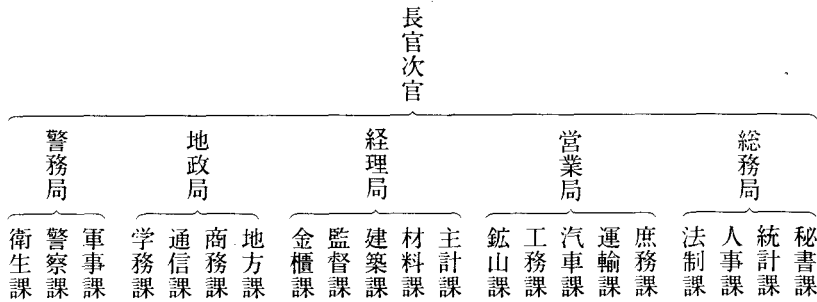
鉄道ノ経営機関トシテ、別ニ満州鉄道庁ヲ起シ、政府直轄ノ機関トシ、鉄道ノ営業、線路ノ守備、鉱山ノ採掘、移民ノ奨励、地方ノ警察、農工ノ改良、露国及清国トノ交渉事件並ニ軍事的諜報勤務ヲ整理セシメ、兼テ平時鉄道隊技術教育ノ一部ヲ担任セシムヘシ。

然レトモ我ニ獲得セシ鉄道ハ、長春ヨリ大連ニ至ル幹線及数多ノ支線ヨリ成リ、其一部ハ遼東総督ノ管轄地内ヲ通走スルヲ以テ、動モスレハ総督府ト鉄道庁トノ間ニ、意思ノ衝突ヲ来タスコトナシトセス。之ヲ予防セントセハ、鉄道庁長官ハ須ラク都督ノ兼任ト為スヘシ。鉄道守備隊ハ、遼東総督ノ令下ニアル軍隊ヨリ派遣シ、守備ノ任務ニ関シテハ、鉄道庁長官ノ指揮ヲ受ケシムヘシ。」⁽¹⁸⁾

即ち後藤は、満州経営を表面上は「鉄道経営ノ仮面」を装いながらも、實際は「百般ノ施設」を実行するものとし、また鉄道の経営機関たる「満州鉄道庁」は「鉄道以外毫モ政治及軍事ニ関係セサル如ク仮装」するものの、実は鉄道路事業はもとより鉱山、移民、警察、農工業、露国や清国との交渉、軍事的諜報活動をも担当させることを考えていた。⁽¹⁹⁾

更に総督府と鉄道庁との間で権限争い等の対立が生じることに備え、鉄道庁長官は都督の兼任とすることを述べている。

後藤の考えた満州鉄道庁の編成は下図の通りである。⁽²⁰⁾



つまりこの鉄道庁なる構想が南満州鉄道株式会社となるのである。

この満鉄経営の構想の中には、1600年に創設されたイギリスの東インド会社に着想を得ていた。

即ち、日露戦争中に、後藤がかつてイギリス東インド会社がイギリスによるインド貿易のみならずその植民地化に大きな貢献をしたことに着目し、日本も満鉄を中心に満州に於ける戦後経営を進めることを考え、陸軍奏任通訳の上田恭輔⁽²¹⁾にイギリス東インド会社について調査させていた⁽²²⁾

後藤は、大正3年6月5日の幸倶楽部の講演に於いて、「兎に角南満経営は租借地に都督府と云ふ全権の政府の出店を置くに拘らず主体は南満鉄道会社でなければならぬと云ふことになったのであります、之を主体にせなければならぬと云ふことに極まった訳は、先づ其当時の総理大臣西園寺侯も其他の人も文装的武備と云ふ私の意見を容れられたからであります。

そこで文装的武備とは一寸言ってみると文事的施設を以て他の侵略に備へ一旦緩急あれば武断的行動を助くるの便を併せて講じ置く事であります、例え病院を置くそれを戦時のときは軍団病院に使ふ、又鉄道の吏員は軍事に差支のないやうにするために武官の人で鉄道会社に命令を奉じて常に鉄道内部の設備に留意し有事の日に差支無き様仕組み置くことになって居りましたが、段々それが壊れて営業一方に傾き遂に今日の状態になったのであります、その文装的武備と云ふことが何処までも最も必要であります」⁽²³⁾

「植民政策のことは、詰り文装的武備で、王道の旗を以て覇術を行ふ、斯ういふことが当世紀の植民事業であると云ふことは免れぬので、それに対しては如何なる施設が必要であるかと云ふことは、帝国の植民政策の関係から起るのであります」⁽²⁴⁾

当時、対外的には依然としてロシアの勢力があり、満州は本来中国の領土であり利権回収運動が盛んであり、将来に備えて既得権を確保しておくことが必要であった。

従って、後藤はそのために「文事的施設を以て他の侵略に備へ一旦緩急あれば武断的行動を助くる」という文武的武備、換言すれば「王道の旗を以て覇術を行う」という考えを持っていたのである。

次に、後藤が児玉が死亡するまで満鉄総裁に就任しようとしなかった理由について考える。

後藤は、児玉死去する前日の39年7月22日に台湾から帰京し、西園寺首相と会見して、その際満鉄総裁就任を勧められた際、「某仍りて満州鉄道経営の全局が何人の監督に属し其統理の中心点を那邊に求められるべきやを進問せしに首相閣下の告げられし所に曰く監督権は関東都督に在るも中央政府の責任者は外務大臣たるべしと某以為へらく満州経営は国の重事なり其政策上宜し

く先づ根拠を一定し専責の寄すべき所を明かにして而る後之が経営を言ふべし今政府の立意平緩なること此の如く別に構按を費やさるる所なきものに似たり是れ不肖材力の独り能く堪ふべき所に非ざるなり」⁽²⁵⁾

「蓋シ男ノ容易ニ就任ヲ肯セサリシ所以ノモノハ満州経営ノ中心ハ鉄道ナラサルヘカラス然ルニ其経営ノ大任ニ当ルヘキ会社統理ノ中心点明カナラス、一方ニ関東都督ノ監督ヲ受クルト共ニ他方ニ於テハ外務大臣ノ指揮ニ俟タサルヘカラサルカ如キハ到底満鉄総裁トシテ殖民地経営ノ大任ヲ全フスル能ハス」。⁽²⁶⁾

つまり、後藤としては、満州経営の中心を鉄道におく以上、満鉄総裁に権限を集中するべきにも拘わらず、一方で関東都督による監督、他方で外務大臣による指揮を受けることになれば、第一に責任の所在が曖昧になり、第二に後藤の嫌った中央の干渉の危険が生じることを慮ったのである。⁽²⁷⁾

実際、同年7月31日公布の関東都督府官制（勅令196号）によれば、「第二条、都督ハ関東州ヲ統轄シ並南満州ニ於ケル鉄道線路ノ保護及取締ノ事ヲ掌ル

都督ハ南満州鉄道株式会社ノ業務ヲ監督ス

第四条、都督ハ部下軍隊ヲ統率シ外務大臣ノ監督ヲ承ケ諸般ノ政務ヲ統理ス」⁽²⁸⁾と規定されており、満鉄総裁は関東都督及び外務大臣の双方の監督を受けることになっていた。

従って、後藤が満鉄総裁就任を受諾するに際しては、「満鉄総裁ハ関東都督ノ下ニ立ツト同時ニ都督府顧問トシテ外務大臣監督ノ下ニ立チ都督府行政ノ一切ヲ興リ聴クヘシ」⁽²⁹⁾との条件を付け、満鉄総裁が都督府顧問として都督府行政一切に参与することで受諾したのである。

その辺の事情は『原敬日記』にある。

同年8月11日、後藤が原内相を訪問しているが、原は、その翌日8月12日その時の様子を「昨日後藤新平台湾に帰任するとて来訪、本人満州鉄道総裁を承諾する事に関し、山縣元帥の邸にて満州都督大島大将と会見し、満州経営に付顧問として都督の政策に参与する事を主張したる由にして、其要は満州鉄道経営を主として都督行政を従として施設する事に山縣並に大島の同意を得、夫れより寺内陸相と大島とに書面を提出して西園寺首相にも大島より内示せし趣即ち武文官の容喙を許さずして十分に経営に任ずる事に決定せりと物語れり…満州経営は鉄道を除きては之を成功する事能はざるに因る、夫れにしても山縣始め武人等之に同意したるは已むを得ざる行掛りによるとは云へ武人政治は是れにて一頓座を来したるものなり」⁽³⁰⁾と記している。

即ち、後藤は山縣有朋元帥邸で大島義昌関東都督と会見し、満州経営に「武文官の容喙」を許さず、都督の政策に顧問として参与することを主張して、山縣と大島の同意を得ていた。

原も、満鉄が満州経営の中心になるべきことを繰り返し述べ、この点で後藤と同感であった。⁽³¹⁾

後藤が軍部の干渉を排除しようとしたことについて、上田恭輔は「後藤伯が満州に行かれた時は、日露戦争の直ぐ後でありましたから、軍人全盛の時代であったのであります。そうして大連などでは軍部で僅か二軒しか家を満鉄に引き渡しては呉れなかったやうな虐待振りであります。しかも此の間にあって、堂々と軍部とたたかへられたのであります。心中によほど確信がなくて出来なかつたと思ひます。」⁽³²⁾と述べている。

また当時都督府に勤務していた松岡洋右は、「伯が総裁に就任されたころは日露戦争の直後であった。軍人横暴の勢ひも起こつたほどで、大連でも到る処に陸軍用地海軍用地といふ標が立てられてある有様で、この大勢力の間に満鉄が割り込むといふことは実に至難なことであつた。」⁽³³⁾と述べている。

即ち日露戦争後の戦勝後という軍人全盛の時代に於いて軍部に対抗して満州経営を進めることを考慮しなくてはならなかつたのである。

このことについて、後藤は、大正3年6月5日幸俱樂部での講演の中で「満州に於ける三頭政

治即ち領事と南満州鉄道会社と都督府と斯う云ふものに分れて其統一を欠くこと、それが従って又陸軍と海軍と都督府と一致せぬために遂に五頭政治になりまして統一を欠くと云ふことに対しても何等其統策なく等閑に付せられて居って、余程困難なる事情でありました、是れが即ち其当時、児玉総督と私との間に数時間の議論を闘はしたことになるのであります、…多頭政治で統一を欠くと云ふことと兄弟牆に閱げども外其侮を禦ぐべき場所に於て帝国の威信を完うすると云ふことは余程困難のことであるから、是れは多頭に分れてはいかぬと云ふことが一つの問題でありました、又児玉大将は私に其統一融和を図れと云ふ注文であった…

是れより先きまだ講和談判の始まらんとするときの場合でありました、また前線に於ては休戦の条約も出来ないときであります、当時私が台湾の民政長官在職中で児玉総督に面議の為に満州に往ったことがあります、其際此土地を取ったならば鉄道を中心として経営策を建てなければならぬと云ふことの意見を児玉総督に話したことがある故に総督は之を思ひ出され君があの時あの意見を主張し居ったのだから是非総督の任にあたれと云はれました、…所が其翌朝総督の急症を聴いて駆け付けて見ますと最早事切れになって居られて寺内閣下と同時に門を入れて始めて総督の遺骸に接した訳であります、そこで心機一転して俗に謂ふたら弔ひ合戦と云ふか単に児玉総督の霊に奉ずるためにやらう、斯う云う決心で之に従事することになりました⁽³⁴⁾と述べ、満州に於ける領事、満鉄、都督府という三頭政治、或いは陸軍と海軍を加えた五頭政治の弊害を解決すること、就中満鉄を中心とした経営を行うという決意をもって、またそういう児玉の遺志を実現するために満鉄総裁に就任したのであった。

41年6月16日起案の西園寺首相への覚書の中でも、満州経営に対する中央機関の不備と欠陥を指摘している。

「一、南満州鉄道会社ニ対スル中央官庁ノ監督多頭ニ分レ、名義上外務大臣ニ属スレトモ実務上ニハ大蔵通信両大臣ノ主管ニ属スルコト多ク、各省異見動タモスレバ権限出入ノ消極的争議ニ涉リ会社ノ迷惑ヲ生スル事少ナカラス。…其实例屢指スルニ堪ヘタリ。

一、内閣ニ満州政策ヲ専管スル機関ヲ欠クカ為ニ、各省利害ヲ争ヒ、社業ノ発展進捗ヲ図ルヘキ好機モ往々ニシテ逸失セラル。社債、新奉線、新法線、諸問題ノ如キ其实例ナリ。

一、政府各官僚ハ常ニ内地的眼孔ヲ以テ満州ヲ視、守成ノ拘見ヲ以テ創業ノ実局ヲ律セント欲ス。其不可ヲ論争スレバ以テ総裁ノ剛情トナシ、窃カニ他ニ牽制手段を講セントスルノ状アリ。」⁽³⁵⁾

この様な多頭政治の弊害を厳しく追求している背景として、後藤は、児玉が台湾統治に成功した原因に首相や内閣閣僚の頭脳を「拓殖」したことを挙げ、満州統治についても首相や本国政治家が干渉しないように納得させることが肝要であることを述べている。

即ち、大正3年5月20日の幸倶楽部に於ける講演に於いて、「中央の制肘を防ぎたる事、有らゆる植民地の失敗に徴して明かなことであるから、無用なる中央干渉又本国干渉を防ぐこと必要である、此目的を達するには、内閣首相始め本国政治家の頭脳を拓殖することの力を要す…本当の児玉総督の値打と云ふものは何であるか、台湾を拓ひたのではない、そんな事はそっち除けで、総理大臣初め内閣の頭脳を拓殖して居ったのである、是が即ち台湾統治に成功した所以であります。」⁽³⁶⁾

しかし満鉄総裁が関東都督府顧問として都督の政策に関与することについては、林董外相が、強く反対し、『原敬日記』によると、39年8月13日、「西園寺首相より面会を申来りしにより来訪せしに、今朝林外相来訪にて、満州鉄道総裁に後藤新平を挙ぐる事と満州都督府に顧問を置く事に関し反対を主張し、後藤を挙げたる事情は稍々了解したる如くなるも、顧問の事に関しては絶対に反対を主張し、之を武人跋扈の結果なりとて首相の説に殆んど耳を假さざる情況なりし」⁽³⁷⁾という状況であり、遂に林は辞職を申し出ている。

それに対して西園寺首相は、林外相を病氣保養という理由で8月30日から9月18日まで休職

させ、その間自らが外相を臨時に兼任している。⁽³⁸⁾(その後、林は復職)

さて、外国では満鉄を如何に見ていたか。

在横浜アメリカ総領事ミラー (Henry B. Miller) によると、「満鉄の設立は東洋の貿易、通商を支配しようとする日本の意図を示威する確固たる傾向を示すものであり、そしてまもなくアメリカの権益は満州に於ける貿易上の優越をめぐって日本国民全体というライバルに相対することになるであろう」⁽³⁹⁾と、予想していた。

一方、在北京アメリカ代理公使フレッチャー (Henry P. Fletcher) は、「何故中国は南満州の鉄道組織の経営について発言権を確保する機会を逸するのか、また何故中国はその地域に於ける日本の支配が今後益々強化されることがわからないのか、自分には説明しかねる」⁽⁴⁰⁾と、述べていた。

5. おわりに

先ず、日本の中国に対する投資は日露戦争後に急激に増加し、その内就中満州に対する直接事業投資額は 68.9% (1914 年) を占めるに至っている。

また在中日人数も日露戦争後に急増し、その内満州に在住する日本人数は 68% (1911 年)、80% (1913 年) を占めていた。

次に、初代満鉄総裁に就任した後藤新平は、外国で鉄道を所有するのは単なる経済上の目的にとどまらず「植民政策」のためであると考えていた。

そのためには満州に少なくとも 50 万人、出来得れば 100 万人の植民が必要であり、しかも将来の満州の清国への還付期限が到来した際、満州に対して植民政策を講じていれば還付の必要がなくなることも考えており、この点に関する西園寺内閣の所見を問い質している。

また後藤によると、日本は満州に対して「特殊の使命」を持ち、満鉄は「陽ニ鉄道経営ノ仮面ヲ装ヒ、陰ニ百般ノ施設ヲ実行スル」ものであるとし、満州に対する経営は「一旦緩急あれば武断的行動を助くる」ような態勢をとった「文装的武備」によって行うべきであると考えていた。

更に、後藤は満鉄総裁に就任する際、西園寺首相に対して満鉄総裁の地位、権限について言及し、現状では関東都督と外務大臣の双方の監督、指揮を受けることになっており、これでは満州経営を充分に行い得ないと述べ、結局、満鉄総裁を都督府顧問として特に都督府行政の一切に参与するという条件で総裁就任に受諾したのであった。

即ち三頭政治、五頭政治と言われる政治状況の中で、努めて中央や軍人の干渉を避け、満州経営に専念出来るようにするという考えに基づいていた。

しかし、現実には満鉄が広汎で強い権限を持つようになると、満州は領事、関東都督、満鉄総裁という形の「三頭政治」に陥らざるを得ないのであった。

註 (1) 増田弘『日米関係史概説―ベリ―からカーターまで―』(南窓社、1977 年)、55 頁。

A. Whitney Griswold, *The Far Eastern Policy of the United States* (1938), N.Y., Harcourt Brace, pp.133-175.

(2) C. F. Remer, *Foreign Investments in China* (1933), N. Y., The Macmillan Company, p.76.

リーマーは、日本の投資の項目として、(1)事業投資、より正確には直接事業投資―日本の会社、商社又は個人の中国に於ける財産及び資産、(2)日本の中国政府に対する借款、及び中国政府又は政府設立物の債務の所有、を挙げている。(Ibid., p.409)

(3) Ibid., p.99.

(4) Ibid., pp.472-473

(5) 藤原彰『体系日本歴史 (第 6 巻)、日本帝国主義』(日本評論社、昭和 43 年)、13 頁。

(6) Remer, *op. cit.*, p.421

(7) *Ibid.*, p.421.

(8) 南満州鉄道株式会社編『南満州鉄道株式会社十年史』(原書房, 1919年, 1974年復刻), 949頁。

(9) Remer, *op. cit.*, pp.426—427, 471.

(10) この書状は, 8月24日に山縣元帥, 8月26日に寺内陸相, 8月28日に西園寺首相に送付されている。

(11) 後藤新平『日本植民政策一斑』(拓殖新報社, 大正10年), 47—65頁。

前掲『南満州鉄道株式会社十年史』, 110—111頁。

鶴見祐輔『後藤新平(第二巻)』(勤草書房, 1965年), 669—670頁。

(12) 鶴見, 前掲書, 671頁。

前掲『南満州鉄道株式会社十年史』, 671頁。

(13) 後藤, 前掲書, 92頁。

(14) 同上, 92頁。

(15) 鶴見, 前掲書, 910—912頁。

(16) 同上, 1054—1055頁。

後藤は, 「嚴島夜話」に見られる大東亜主義及び新田大陸対峙論の主張に於いても当時異彩を放っていた。(同上, 955—957頁)

(17) 後藤, 前掲書, 38—40頁。

(18) 鶴見, 前掲書, 649—652頁。

(19) ボーツマス条約第7条によれば, 「日本国及露西亜国ハ満州ニ於ケル各自ノ鉄道ヲ全ク商工業ノ目的ニ限り経営シ決シテ軍略ノ目的ヲ以テ之ヲ経営セサルコトヲ約ス」とあり, 満州に於ける鉄道は商工業上の目的に限定して, 軍事上の目的には使用しないことと規定されていた。

外務省編『日本外交年表並主要文書(上巻)』(原書房, 昭和40年), 246頁。

原覚天『満鉄調査部とアジア』(世界書院, 1986年), 18—19頁。

(20) 鶴見, 前掲書, 652頁。

(21) 原田勝正『満鉄』(岩波書店, 1981年), 39頁。

(22) 鶴見, 前掲書, 649—650頁。

(23) 後藤, 前掲書, 45—46頁。

(24) 鶴見, 前掲書, 814—815頁。

(25) 後藤, 前掲書, 49頁。

(26) 前掲『南満州鉄道株式会社十年史』, 104頁。

(27) 安藤彦太郎『満鉄—日本帝国主義と中国』(御茶の水書房, 1965年), 33頁。

(28) 大山梓『日露戦争の軍政史録』(芙蓉書房, 昭和48年), 284—285頁。

(29) 前掲『南満州鉄道株式会社十年史』, 104—105頁。

後藤, 前掲書, 48頁。

(30) 原奎一郎編『原敬日記(第二巻続編)』(乾元社, 昭和26年), 366—367頁。(明治39年8月12日), 安藤, 前掲書, 33頁。

(31) 前掲『原敬日記(第二巻続編)』, 393, 395頁。(明治39年10月28日, 10月30日)

(32) 鶴見, 前掲書, 819頁。

(33) 同上, 819頁。

(34) 後藤, 前掲書, 42—44頁。

(35) 鶴見, 前掲書, 1050頁。

(36) 後藤, 前掲書, 25頁。

(37) 前掲『原敬日記(第二巻続編)』, 367頁(明治39年8月13日)

(38) 同上, 371頁。(8月30日)

安藤彦太郎氏によれば, 満鉄総裁が関東都督府顧問を兼ねて行政に干渉するという事は, 後藤自身の言葉によると「破格非例ノ措置」であり, これが格式と慣例を重んずる官庁とりわけ外務省の強硬な反対を招いた, と述べている。

しかし後藤にしてみれば, それさえも充分ではなかった。それは関東都督が親任官待遇を受けることになっていたのに対して, 満鉄総裁が親任官ではなかったからである。

(安藤, 前掲書, 33—34頁。)

(39) Charles Vevier, *The United States and China 1906—1913*. (1955), New Brunswick New Jersey, Rutgers UP, p.40.

(40) *Ibid.*, p.40

日本の対満政策の一環としての日本綿業の満州進出について

(一般科目) 寺 本 康 俊

The Advance of the Japanese Cotton Industry into the Manchurian Market as a part of Japan's Manchurian Policy

Yasutoshi TERAMOTO

In the aftermath of the Russo-Japanese War Japan drove out foreign capital from the Manchurian market. In particular, the Japanese cotton industry made rapid incursions into the Manchurian market. South Manchuria was under the Japanese military administration from May of 1904 to September of 1906 and therefore the commerce of Western countries was badly affected. Even after the abolition of Japan's military administration Japanese commerce in Manchuria was carried out under very favorable conditions and established commercial supremacy. Western countries made strong protests against Japan's advance into Manchuria from the spring of 1906.

This paper discusses the advance of the Japanese cotton industry into the Manchurian market as a part of Japan's policy toward Manchuria.

1. はじめに

日露戦争後に於いて、日本は満州市場から欧米資本を駆逐し、特に綿業が活発に満州に進出した。

明治 37 年 5 月から 39 年 9 月にかけて南満州は日本の軍政下に置かれており、欧米諸国の通商活動は非常に不利な状況の下にあった。軍政廃止後も日本の満州に於ける通商活動は非常に有利に行われ満州市場で優位を占める。

そのため 39 年春頃より欧米諸国から抗議や問い合わせが相次いだ。

本論では、日露戦争後に於ける日本の対満政策の中で、急激に増加した日本綿業の満州進出について考察する。

2. 日本綿業の満州進出

日本軍政は日露戦争中の 37 年 5 月から開始されたが、日露戦争後に於いても日本軍政下で欧米諸国の貿易が制限されていることについて欧米諸国から激しい抗議、問い合わせがなされた。

これに対して日本政府は、当時の筆頭元老伊藤博文のリードによって 39 年 5 月 22 日の満州問題協議会を開催し、軍政を廃止し、関東総督府を平時組織の関東都督に改組することになったのである。⁽¹⁾

しかし軍政は廃止されたものの、満州から欧米諸国の資本、商品を駆逐して日本に有利な市場にすることが日露戦争後に於ける日本の目標であった。

即ち、ミラード (Thomas. F. Millard) によれば、(日露戦争後の) 講和は、極東問題を解決するどころか、戦争前と同様に未解決の状態におき、更に新しく強力な要素が加わったのである。⁽²⁾

以下、日本綿業の発展について考える。

38年12月27日付の『東京日々新聞』は、「綿布と満州」と題して、「日清新協約成立し満州主要都市十六ヶ所は通商の爲め開放せられたり此等都市に於て最も多額の需要ある商品は綿織物類にして其他邦より輸入せらるる種類は生金巾、白無地金巾、白形付絞付金巾、色無地金巾、色形付絞付金巾、日本製金巾、天笠布、雲斎布、畦木綿、被単布、更紗類、形付斜絞布、緋金巾、綿綾呉組、無地形付、綿鍛子、天鷲絨、綿天鷲絨、綿紗類、手巾、浴布、綿フランク、雑綿布類、綿絲等にして其輸入総額は千九百〇二年には一億二千七百五十四万五千三百九両、千九百〇三年には一億二千八百六十二万四両の多きに達し年々増加の傾向なり、斯くの如く綿布需用の著しく増進せるは由来満州は北方に僻在し交通不便なりしを以て未開なる清国の中にも一層文明の空氣に接触せず風俗質朴粗野なりしより綿布の如きも土布と称して上海付近及び山東省等にて製造する毛織木綿を需用し来りたり然るに露国を始め諸外国の此の地に着眼するや直隸省及び山東省等より移住及び出稼するもの年を逐ふて多きを加ふるに至り漸次富源を開拓せられ労働者益々多く従つて購買力を増し爲めに従来の土布の外に機械織綿布毛織綿布も盛んに輸入せらるる事となり而も今後に於ける満州は鉄道、鉱山其他の利源開発となり従つて労働者の数も増加し益々其購買力を強むるに至るべし故に我邦の綿布製造家は此際宜しく此に注目し此機を利用し同地方へ綿布売込の計策を廻らすべし而して我製品の勢力は従来甚だ微少にして同地にて最も多くの需用せらるる雲斎布に就きて其輸入国別を示せば左の如し…斯の如く我邦は常に下位にありて米国第一位にして英国第二位に在り就中殆んど米国の独占的地位を占めしは元来満州は冬季間の割合に長く且つ氣候至て寒冷なれば厚地のもの最も実用に適し且つ能く土民の嗜好に適したる結果なり英国製印度製は薄地のもの多きを以て之に対抗すると能はざるなり我製品に至つては概して織方不整にして光沢を欠き繊維甚だ不揃なれば信用至つて薄く加ふるに品物の一定せざる是亦一の欠点なり米国品の如きは仮令年月を経過するも同一の商標を以てするに日本製は僅に一二月前後の注文に対しても全く別商標の品を以てするが如きを常とす此等は我邦綿布製造家及び其販売者の大に注意すべき所にして今や開放となりし十六都市に於ける折角の好市場を得たるを機とし他国品を圧倒して我独占市場たらしむるの画策を立てざるべからざるなり」⁽³⁾と述べている。

即ち日露戦争後満州に於ける鉄道、鉱山等の資源開発、それに伴う人口増加に着眼して、開放された16都市を中心に満州を日本の独占市場にすべきであると指摘している。また米国品が第一位を占めているのは、満州特有の氣候つまり冬季が長く寒冷な地域であることが有利に作用し、米国品の厚地で実用的な綿布が満州の住民に適しているのであった。これに対して、日本品は織方が不整で光沢を欠き、繊維が不揃いであり、しかも商品が一定しないという状況であった。

当時の雲斎布と粗布の満州に於ける輸入国別を示すと次の通りである。⁽⁴⁾(単位、海関両)

雲斎布

	1902年	1903年
英 国	501,280	228,317
印 度	46,519	91,939
和 蘭	69,421	268,147
米 国	1,741,103	5,331,056
日 本	11,620	373,545

被単布 (粗布)

	1902年	1903年
英 国	1,996,535	1,371,948
印 度	182,109	21,518
和 蘭	13,187	26,312
米 国	15,130,808	9,681,134
日 本	288,668	819,731

元来アメリカが日露戦争に於いて日本を援助したのは、ロシアが満州市場を独占していたこと

への反感からであった。

それで結局日露戦争が日本の勝利のうちに終結すると、満州市場の開放に対する欧米諸国特に英米両国の商人の要求は一段と激しくなったのは当然の成り行きであった。

明治30年代前半の日本は日清戦争後第二次恐慌下にあったが、⁽⁵⁾37,8年の日露戦争によって軍需品の需要が増加し一種のブームを現出したものの、それも束の間で戦後は不景気が襲来し、製糸相場は66~7円見当を往来している状況であった。⁽⁶⁾

国内の多数の紡織機によって生産された綿布は不況を極めた当時の国内では到底消化出来ず、韓国以外にも新たな市場として満州に販路を見出さねばならなかった。

そこで三井物産会社の藤野亀之助が外務省、大蔵省を奔走して、大阪紡績、三重紡績、岡山紡績、金巾製織、天満織物の5社を組員として、満州一帯を区域とする日本綿布輸出組合を39年2月に結成したのである。

日本綿布輸出組合は、三井物産会社が総代理店となって大連、營口、遼陽、長春、ハルビンに支店や出張所を設置した。

5月には大阪紡績の山辺丈夫、三重紡績の斎藤恒之、伊藤栄治郎、三井物産の藤野亀之助等が満韓地方を視察し、その地域の清国商人に新組合設立の趣旨を説明し、販売についての協力を求めている。

特に満州ではアメリカの綿布が輸入総額の約七割を占めていたので、これを駆逐するには並々ならぬ努力を必要とした。⁽⁷⁾

日本からの満州への輸出に際しては、阪谷芳郎蔵相の指導の下に日銀の協力により、横浜正金銀行が39年春期より43年1月に至る間、満州向商品に限定して従来年利6~7分であったものを4分5厘（一手に500万円以上の輸出をする者には更に5厘の割引をして年利4分とする）の割合で荷為替割引をして、満州向けの日本綿糸、綿布輸出に大きな利便を与えた。⁽⁸⁾

また三井物産が最初2年間は無手数料で、その後は100分の1に該当する手数料で販売を一手に引き受けていた。

この時日本綿布輸出組合は、阪谷蔵相並びに山縣伊三郎逓信大臣に対して、前記の4分5厘という金融上の措置の他に、向こう1年間鉄道運賃を無賃又は現行の半額にすること、船賃を半額にするという運輸上の特別扱いを要望し、通相も陸軍省及び日本郵船、大阪商船に命令することになっている。⁽⁹⁾

そして満州で販路を開拓するに際しては、①清国人は商標に対する信念が強いので商標を一定にしてその信用を得ること、②品位（品質）の一定、③数量を多くして市場に於いて勢力を得ること、④三井物産会社を一手の販売会社として、品質検査を委託、共通の商標を貼付し、一ヶ年に少なくとも1万2000俵（約120万円）を如何に損失があろうとも義務として輸出すべきこと、を申し合わせている。⁽¹⁰⁾

この結果、関東都督府民生部発行の『満州に於ける棉布及棉絲』（大正4年）によると、「大連、牛莊、安東ノ三海港ヲ經由シテ満蒙各地ニ輸入スル主要棉絲布ハ粗布、『ドリル』、金巾、『ジーンズ』、日本大尺布及支那大尺布ノ種類ナリトス而シテ是等ノ生産地ハ主ニ米国、英国及日本ニシテ就中現今最モ優勢ナルハ日本品ナリトス

満州ニ於ケル最古ノ開港タル牛莊ハ開港後已ニ五十有餘年ヲ経過シタリ以前満蒙各地ニ輸入セラレシ外国産棉布ハ何レモ牛莊ヲ経過セサルモノナク而シテ十数年前ノ棉布ハ総額ノ九割迄ハ米国品ニシテ英国之ニ亜キ本邦品ノ如キハ寥寥数フルニ足ラサルノ状態ニアリキ然レトモ日露戦役後我商工業家ノ覚醒ハ日本産業上ノ進歩ヲ促進シ就中織布業ノ急劇ナル発達ハ日本内地ノ生産過剰トナリ満州ニ販路ノ拡張トナリ盛ニ輸出ヲ試ミタル結果米国品ノ輸入減ト反対ニ破竹ノ勢ヲ以テ優勝ナル地歩ヲ満蒙各地ニ扶植シ殊ニ最近ニ至リテ全然彼我其地位ヲ転到シ細地物ヲ除キテハ

殆ト日本品ノ独占ト云フモ過言に非ラサルニ至レリ」⁽¹¹⁾という状況であった。

太地広巾棉布（粗布及『ドリル』）について

「従来日本棉布ノ主ナル輸出仕向先ハ上海ニシテ其他ハ僅ニ天津、香港等ニ過キサリシカ日本機台数明治三十六年末五千台内外ナリシモノ戦後一躍九千台ノ多数ニ上リ製品過剰トナリ各紡績会社間ニ販路拡張策協議セラレ日露戦後各紡績委員ノ満州視察ノ結果満州ニ輸出ヲ試ムルコトニ決議シ…日本棉布満州輸出組合ヲ組織シ明治三十九年二月ヨリ三井物産会社当初無手数料ヲ以テ之カ一手販売ノ任ニ当リ当時満州ニ於テ最モ売行多カリシ米国粗布ノ模造品十四封度粗布ヲ一定商標ノ下ニ売シ愈々同年四月ヨリ之ヲ実行ニ著手セリ爾後幾多ノ曲折波瀾アリシモ地ノ理ト価格ノ低廉ナルトニヨリ販路拡張ヲ実現シ明治四十四年ニアリテハ全ク英米棉布ト其位地ヲ転倒シ総輸入額ニ対スル英米品ノ四割ナルニ日本品ハ六割ヲ算スルニ到レリ」

太地小幅棉布（大尺布）について

「明治三十八年豊田式小幅製織機ノ発明ニヨリ内地及朝鮮ノ小幅手織木棉全部之ニヨリタルモ尚製品過剰ヲ来シ他ニ販路ヲ求メサルヘカラサルニ至レリ一方当時満州ニ於ケル小幅木棉ノ需要ハ一箇年十二三万俵以上ノ多数ニテ主トシテ上海方面ヨリ全部輸入サレオルヲ以テ之カ販路ヲ獲得スルコト日本小幅木棉ニトリ重要ナリシ…当初ト異ナリ生産工賃割安トナリタルヲ以テ急転直下南満ニ於ケル支那土布ヲ駆逐シ遂ニ一年五六万俵ノ輸出ヲナシ得ルニ至レリ」

細地棉布について

「前述ノ如ク太地木棉ハ順次輸出増加ノ機運ニ向ヒシカ細地棉布ニ至リテハ熟練ナル技術ヲ要スルヲ以テ盛ニ外国ヨリ輸入ヲ仰キ居リシカ逐々技術ヲ進歩シ職工モ養成シ来リシ折柄明治四十四年八月日本関税ノ改正ハ恰モ保護政策トナリ税率一躍四倍強トナリシヲ以テ各会社トモ急ニ機械ヲ増加シ盛ニ製織セラレタルヲ以テ輸入ヲ防遏スルノミニ止ラス反テ生産過剰トナリ遂ニ細地棉布ノ販路ヲ他ニ求ムルノ機運ニ到達セリ茲ニ於テ満州向トシテ生金巾、『ジーンズ』等兩三年来輸入開始サレ長足ノ進歩ヲ見ルニ至レリ」。⁽¹²⁾

これを要約すれば、「満州に於ケル日本棉糸布ハ太地棉布ニ於テ成功シ細地棉布ハ今や相当ノ基礎ヲ樹ツルニ至リ」という状況であった。

つまり、日露戦争後に於いて織機台数の増加、豊田式製織機の発明等により日本綿布生産量が急増し、国内市場では賄い切れず、日本綿布輸出組合によって「地ノ理」と「価格ノ低廉」を生かしながら新市場たる満州に輸出功勢をかけた結果、遂に英米両国の商品を抜き日本が満州への綿布輸出量に関して首位に立ったのである。⁽¹³⁾

次に各主要綿布の競争状況を見る。

粗布（sheeting）

「粗布ハ満州輸入棉布中ノ太宗ニシテ現時其主ナル輸入国ハ日本第一位ニシテ総額ノ八割以上ヲ占メ米国其他ハ二割ニ過キサリナリ

日本粗布ニシテ…過去数年間ニ大敵タル米国品ヲ市場ヨリ駆逐セルモ米国品ハ今尚軽目物タルハ封度物ニ於テ往年ノ勢力範囲ヲ支持シ居ルヲ以テ本邦紡績業者モ昨今之カ模造品ヲ製織シ順次外国品ヲ駆逐シツツアリ…

輸入状況 本品ハ従来米国品ノ独占ニ係リ明治三十四年（千九百〇一年）ニアリテハ総輸入額ノ九割ハ九分マテハ米国品ニシテ爾後日英品ノ輸入多少増加ヲ見タレトモ米国品ハ依然九割五六分ヲ占メ居タリ然ルニ日露戦役後『トラスト』販売法ニヨリ満州ニ於ケル販路ヲ開拓シ遂ニ明治四十年安東及大連ニ海関ヲ開設セラルルニ際シ従来行ハレタル見越輸入品ヲ除クモ猶米国品ノ三十二万余反ニ対シ日本品十一万余反ノ輸入ヲ示スニ至リ其後漸次増加シテ四十三年ニ至リテハ日米ノ位地転倒シテ日本品ハ五割八分ニ厘強米国品ハ二割九分八厘強トナレリ」

雲斎布（ドリル drill）

『ドリル』ハ粗布ニ次キ需要大ナル棉布ニシテ最初ハ米国ヨリ輸入シ四十二年頃マテハ輸入総額ノ半額以上ヲ占メタリ而シテ日本品ハ之ニ次キテ輸入セラレ…日本品ハ逐年米国品ヲ圧倒シテ大正三年ニ至リテハ輸入総額ノ四分ノ三ヲ占メ残り四分ノ一カ米、支ノ輸入ニ係リ英国品ノ如キハ殆ト数フルニ足ラサルニ至レリ

輸入状況 本品モ前述ノ如ク当初米国品ノ独占ニシテ即三十四年ニ於テハ総輸入額五十四万九千反ニ対シ米国品ハ五十四万六千余反ニシテ殆ト全額ナリシカ四十三年ニ至リテハ主客転倒シテ米国品ハ日本品ノ約半額ニ減少セリ爾来益々日本品ノ勢力加ハリ

ジーンズ (Jeans)

「需要者ノ生活程度漸次向上スルト共ニ棉絲布ニ対スル嗜好モ大ニ変遷シ粗悪品ヨリモ寧ロ精巧品ノ歡迎セラルル傾向アルコトハ既ニ述ヘタル所ナルカ殊ニ著シキハ『ドリル』ト『ジーンズ』トニ対スル需要ノ増減ニシテ『ドリル』ハ之ト同種ニシテ遙ニ精巧ナル『ジーンズ』ノ為メニ逐年其販路ヲ蚕食セラルル傾向ヲ有ス

輸入状況 本品ハ殆ト英国品ニシテ約八割ヲ占メ本邦品ノ如キモ近時長足ノ進歩ヲナシタリト雖モ末タ遠ク英国品ニ及ハス尚米国品ノ如キハ殆ト計上スルノ数額ナラス」

金巾 (shirting)

「粗布ニ比シ原絲細小ニシテ地質薄キモノナリ之ニ漂白セルモノト然ラサルモノト二種アリテ其漂白セサル生金巾ハ重ニ英、米、日本ヨリ輸入シ漂白シタルモノハ殆ト英国品ノ独占ニシテ全輸入額ノ約八割五分ヲ占メ其勢力隆々タリ

(イ)生金巾

本品ノ満州ニ於ケル輸入額ハ明治三十六年(千九百〇三年)ニ於テ英国品ノ九万五千三百余反ニ垂キ米国品三万八千四百余反ノ輸入ヲ見本邦品ハ五千四百余反ニ過キサリキ然ルニ四十四年頃ニハ日本内地ニ於ケル紡績技術モ漸ク進歩シ盛ニ輸出ヲ試ミタル結果本邦品ハ俄然頭角ヲ顯ハシ其後日本品ノ輸入ハ長足ノ進歩ヲナシタリト雖モ尚粗布ノ著シク米国品ヲ凌駕セシニ比スレハ未タ英米品ニ圧服セラレツアルモ近来東洋紡績会社ノ如キ銳意ノ力改良ト発展トニ努力シ今や軍人印(十二封度物)ヲ以テ英米品ニ対抗シツツアレハ前途甚タ有望ナリト云フヘシ」⁽¹⁴⁾

更に綿糸について見る。

「元来支那ニ輸入セラルル棉絲ハ殆ト英国、印度及日本ノ三国品ニ限ラレタルモノノ如ク而シテ満州ノ如キ生活程度ノ低ク且冷寒ノ地ニアリテハ各種棉織物ハ凡テ堅靱ナル実用向ノ需要多キヲ以テ原料棉絲モ勢ヒ太番手タル十番手乃至十六番手ノ需要多シ英国絲ハ精細ナル三十二番手以上ノモノ多ク厚地ノ織布ニ不適當ナルノミナラス価格モ亦不廉ナルヲ以テ需要極メテ甚シ之ニ反シ印度絲ハ十番手、十二番手、十四番手等ノ粗大ニシテ且價格低廉ナルモノヲ輸入スルヲ以テ頗ル地方支那人ノ嗜好ニ適シ銷路多大ナリ又日本絲ハ主トシテ十六番手ヲ輸入シ印度絲ノ十番手ト対峙セシカ近来東洋紡績会社ハ十番手絲ニ赤鷹ナル商標ヲ附シテ印度絲ニ対抗シテ満州ニ輸出セシカ未タ一年有余ノ年月ナルニモ拘ハラス成績良好ナルヲ以テ数年ナラスシテ印度絲ヲ市場ヨリ駆逐スルニ至ルヘシ」⁽¹⁵⁾

機械綿布の最も有力な市場としての朝鮮及び満州にはイギリス及びアメリカの綿布が強固な地盤を持っており、これを排して進出することは容易な業ではなかった。

しかるに増設された織機と稼働を確保するためには輸出の展開は不可欠の条件であり、それが保証されない限り綿業構造の高度化の意義が失われることとなる。ここに対清国及び対朝鮮輸出強行の動因があった。

元来、中国の機械綿布市場は18世紀以来イギリスの独占市場であった。

そこへアメリカ綿布が進出し、1890年(明治23年)頃からアメリカ綿布の進出は急増して1905年(同38年)には清国の綿布総輸入額のうち35.5%を占め、イギリスの49.2%に迫るにいたっ

(16)
た。

但し、粗布と雲斎布については、既に1898、1899年に於ける牛荘（営口）での輸入量ではアメリカ商品が独占的状況を示している。⁽¹⁷⁾

アメリカ綿布は、①南部紡績に於ける低賃金②清国市場向商品輸送運賃の低廉③アメリカに於ける自動織機の普及④紡績・織布両行程が一貫的に行われたこと⑤イギリス綿布の細番手高級品であるのに対し、中番手以下の製品でリング機を活用して高能率を発揮し得たこと⑥ドリル（雲斎布）、シーチング（粗布）等の厚地物は気候寒冷で文化程度も遅れた満州の需要に適合していたこと、等の理由から満州市場に急速に進出したのである。⁽¹⁸⁾

日本綿布は、アメリカ綿布よりも一層厚手であった。従ってその進出の方向もアメリカ製品の主市場たる満州に向けられアメリカ綿布と競争的地位に立った。

日本綿布は、アメリカ綿布に比較して、①満州という寒冷地に適している太番手の糸、厚地の布であること、②低賃金、③近距離、④アメリカ製ノースロップ機に劣らぬ性能を持つといわれた豊田式自動織機が1905年（同38年）に完成され、漸次改良普及していたこと、等の理由により、急速に満州市場に進出したのである。⁽¹⁹⁾

しかも日露戦争後の満州に於ける日本軍政下で日本商品は有利な状況にあり、アメリカ商人の反発を一層強めた。

列国の抗議によって40年秋に税関が設置される以前は、関東州の大連への輸入は無税で行われ、日露戦争で獲得した南満州鉄道によって満州各地に低運賃で輸送されたのである。⁽²⁰⁾

3. 統計から見た日本綿業の満州進出状況

以上の様に日本綿業は日露戦争後急速に満州市場に進出し、遂にイギリス、アメリカ商品を凌駕するに至ったが、それを統計上から見ると次の通りである。⁽²¹⁾（単位、反）

銘 柄	国 名	1896 年	1900 年	1904 年	1905 年	1906 年	1907 年	1908 年	
		牛 荘						牛 荘	大 連
生 金 巾 (shirting)	アメリカ	—	—	85,385	79,216	35,380	3,590	63,390	1,216
	イギリス	79,103	62,548	63,857	100,730	72,400	32,332	67,253	6,502
	日 本	—	—	1,500	8,000	580	—	1,800	172,640
粗 布 (sheeting)	アメリカ	376,105	426,113	1,140,620	2,252,165	336,951	282,060	515,603	74,281
	イギリス	27,352	2,792	6,004	10,905	1,350	3,520	15,650	3,033
	日 本	1,402	1,496	2,260	60,266	2,440	98,940	151,400	30,834
雲 斎 布 (drill)	アメリカ	246,993	116,525	442,291	974,557	77,102	130,540	194,570	4,791
	イギリス	9,990	—	7,870	2,115	165	3,075	1,840	634
	日 本	360	—	3,950	11,862	30	9,200	52,200	15,426

		1910 年				1912 年			
安 東	合 計	牛 荘	大 連	安 東	合 計	牛 荘	大 連	安 東	合 計
8,898	73,504	137,005	5,513	6,473	148,991	145,655	5,986	9,121	160,762
13,111	86,866	85,850	3,604	7,589	97,043	113,226	9,169	20,198	142,593
—	174,440	14,501	8,358	—	22,859	25,463	—	2,874	28,337
66,211	656,095	325,590	6,871	42,502	374,963	282,702	49,570	44,447	376,719
—	18,683	11,350	4,833	2,380	18,563	720	7,169	2,460	10,349
7,890	190,124	244,544	420,270	60,310	725,124	200,540	625,178	64,883	890,601
15,734	215,095	170,718	3,062	9,987	183,767	125,347	3,913	8,567	137,827
4,410	6,884	1,862	4,797	1,475	8,134	1,387	1,879	240	3,506
2,765	70,391	149,509	129,339	4,440	283,288	66,270	124,833	9,941	201,044

1913 年				1914 年			
牛 荘	大 連	安 東	合 計	牛 荘	大 連	安 東	合 計
167,395	3,970	6,470	177,835	56,350	1,161	2,590	60,101
80,726	17,771	12,336	111,133	51,637	13,226	9,150	74,013
20,900	48,830	5,496	75,226	17,870	17,133	33,636	68,639
225,280	38,728	34,041	298,049	147,235	14,889	23,363	185,487
4,290	17,675	740	22,705	4,321	23,040	2,640	30,001
124,840	543,109	1,277,964	1,945,913	228,900	125,167	2,826,136	3,180,203
72,670	5,807	3,915	82,392	51,233	1,845	5,415	58,493
1,829	2,062	90	3,981	755	2,371	150	3,276
80,075	224,608	69,205	373,888	143,770	75,153	215,432	434,355

即ち、原糸が細く薄地でしかも熟練を必要とする生金巾については、日露戦争前後はイギリスが独占的地位にあり、アメリカがこれに次ぎ、日本はとるに足らない量であったが、大正期に入ると日本は英米両国に比肩出来るものになっている。

粗布と雲斎布は、太地広巾綿布で満州に於ける需要が最も多い商品であり、従来アメリカ商品が既述の様な理由で他国を圧倒していた。

しかし、1906 年（同 39 年）から 1907 年（同 40 年）にかけて安東、大連が開放され、海関が設置されると、各国とも満州への輸出量が増加しているが、とりわけ日本は 1906 年（同 39 年）2 月に於ける日本綿布輸出組合の結成を機に著しい伸びを示し、1910 年（同 43 年）以後は日本商品が米国商品を凌ぎ、圧倒的地位を占めるに至ったのである。

牛荘駐在米国領事ウィリアムスは、42 年秋本国政府に次の様に報告している。

「米国綿布の失勢。満州に輸出せらるる米綿国製品は今より五年前に於ては総輸出額の九割を占め。英国に次ぎ。日本は辛ふじて第三位を占めたりしが。其後綿布輸入は日英両国の製品次第に増加するに反し。米国品は頓に勢を失ひたり。然かも満州に於ける綿布の需要は同地方の急激なる経済的發展に伴ふて漸次増進し。今や日本の如きは大连を経由して盛に輸出を企てつつあり。実に満州に於ける米国綿布の勢力失墜は由々敷大事なりと云はざるべからず。

日本綿布の好況。之れに反し。日本の綿布は甚しき勢力を以て輸入せられ。現に昨年上半期中に輸入せられたる日本綿布は。牛荘のみにても百十九万三千六百碼に達せり。抑々満州に始めて日本綿布の輸入せられしは漸く五ヶ年前のことにして。千九百七年には総額僅々三万碼に過ぎざりしもの。二年後の昨年には前記の如く巨額に上りしなり。大连に関しては報告不完全の爲め正

確なる材料を得るに由なきも。日本綿布が続々輸入せられつつあるは仲買人の商業報告に徴して明なり」。⁽²²⁾

また当時の『ニューヨーク・タイムス』紙も、「アメリカから満州への輸入の割合は、一九〇五年から一九〇九年までの間に六〇%から三五%に低下した。然るに日本の貿易は同じ割合だけ高まった」。⁽²³⁾と報じていた。

4. おわりに

日露戦争がその後に於ける日本の政治・外交史の上で大きな分岐点となったことについては、異論のないところである。

本論では、その時期の日本の対満政策の一環として、日本綿業の満州進出について考察した。

日本綿業の満州進出が積極的になる大きな契機になったのは、明治39年2月の政府、日銀、横浜正金銀行、三井物産、等の協力による日本綿布輸出組合の設立であった。

そして日本綿業が欧米諸国に比較して優勢になった理由としては、①地理的な近接、②低賃金、③日本商社の直接販売方法、④高性能豊田式自動織機の発明、⑤日本が生産する太番手の綿糸、厚地の綿布が、満州特有の冬季が長くて寒冷な気候に適したこと。⑥日本政府の指導により、鉄道、船舶の運賃が低く抑えられたこと、⑦同様に日本政府の指導により、金融上の便宜が日本綿布輸出組合に与えられたこと、⑧満州が列国に完全に開放され、税関が設置される迄は、日本商品が無税扱いされ、欧米諸国の商品に比べ有利に扱われていたこと、等が挙げられ得るのである。

註(1)拙稿「日露戦争後の対満政策をめぐる外務省と陸軍の対立」(『政治経済史学』政治経済史学会、第237号、1986年1月)、及び拙稿「満州占領地軍政への清国官民の抗議と日本の対応」(『政治経済史学』同学会、第241号、1986年5月)。

(2) Thomas. F. Millard, *The New Far East* (N. Y. 1906), pp.1-2.

(3) 『東京日々新聞』明治38年12月27日。

(4) 同上。

(5) 高村直助『近代日本綿業と中国』(東京大学出版会、1982年)、57頁。

(6) 東洋紡績70年史編纂委員会『東洋紡績70年史』(東洋紡績株式会社、昭和28年)、116及び122頁。

同書によると、日清戦争後の第2次恐慌の主要原因は、明治30年10月の金本位制実施による為替相場の変動と33年の団匪事件による対支輸出の半減、等であった。

(7) 同上、122-124頁。

日本綿布輸出組合の規約第2条によると、「本組合は共同一致し。組合員の製織する棉布を満州方面に販路を開拓するを以て目的とす」としている。松尾音次郎『我国商工業之現在及将来』(北文館、大正3年)、174頁、及び美濃部亮吉『カルテル・トラスト・コンツェルン(下)』経済学全集第47巻下、(改造社、昭和6年)、58頁。

一方、韓国市場に対しては、39年3月に大阪紡績、三重紡績、金巾製織によって三栄綿布組合が設立されている。(松尾、前掲書、195-202頁、及び前掲『東洋紡績70年史』119-122頁。)

(8) 『時事新報』明治39年5月30日及び31日。

関東都府民生部庶務課『満州に於ける棉布及棉糸』(大正4年)、66-67頁。

三瓶孝子『日本綿業発達史』(慶應書房、昭和22年)、156-157頁。

United States Department of State, *Foreign Relations of the United States*, (Washington Government Printing Office), 1906 part1, pp.193-194. (以下、FRと略称)

(9) 『時事新報』明治39年5月30日。

松尾、前掲書、185頁。

(10) 『時事新報』明治39年5月30日。

FR, 1907 part1, pp.192-193.

(11) 前掲『満州に於ける棉布及棉糸』58-59頁。

(12) 同上、62-66頁。

⑬価格の低廉性については、高村直助氏は次の様に述べておられる。

「粗布の生産に際して、アメリカでは一人八台持ち（自動織機では二〇台持ち）なのに日本では一人二台持ちであって、労働生産性はアメリカが日本の三・五倍である。

これに対して日本の賃金はアメリカの実に七分の一にすぎないので、一生産単位当たりの労賃コストは日本がアメリカの十度半分（自動織機との比較では約四分の三）で済んだ。

このような低賃金による低価格を武器に、品質の低さにもかかわらずアメリカ綿布から市場を奪った。アメリカ商務省のオーダーは、日本の有利な点として、生産コストおよび国家的バックアップのほかに、商社のあり方をも指摘している。

三井物産などの日本の商社は、安い手数料で地方市場まで入り込んで直接販売を行なったのに対し、英米商社は上海で買弁を介して中国商人と取引し、中国商人が各地に商品を販売する。

中間に多数の商人が介在するため、アメリカの工場から中国各地の小売商に届く間の流通コストは運輸コストを除いても八・五～一七%にも上る。

また日本の商社は中国商人に信用売りをしたり、あるいは代りに大豆や豆粕を買ってやるので受けがよいのに対して、英米商社は現金決済に固執するので不利である」（高村、前掲書、62—63頁。）

⑭前掲『満州に於ける棉布及棉絲』67—86頁。

⑮同上、94—95頁。

安東港に於ける輸入の急増については、大正2年に安東関税の3分の1減税及び日鮮満の三鉄道直通連絡割引運賃を実施したことによる。（同上、61及び97頁。）

⑯開国百年記念文化事業会編『日米文化交渉史—第2巻通商産業編』（洋々社、昭和29年）、344頁。

⑰波多野善大「日露戦争後における国際関係の動因—日米関係を中心とする—」（『国際政治—日本外交史研究—明治時代』日本国際政治学会、1957年）。

⑱前掲『日米文化交渉史—第2巻通商産業編』344—345頁。

満州に於ける気候の寒冷性については、『東京日々新聞』の明治38年12月27日付の記事によると、「殆んど米国の特古的地位を占めしは元来満州は冬期間の割合に長く且つ氣候至て寒冷なれば厚地のもの最も実用に適し且つ能く土民の嗜好に適したる結果なり」と指摘している。

⑲前掲『日米文化交渉史—第2巻通商産業編』345頁。

⑳高村、前掲書、61頁。

㉑1896年から1910年までの統計については、

L. Lawton, *The Empires of the Far East*, (London, 1912), vol II, pp.1265—1267 を参照。

1912年から1914年までの統計については、

前掲『満州に於ける棉布及棉絲』72—73, 76—77, 90—91頁を参照。

㉒松尾、前掲書、180—181頁。

三瓶、前掲書、158—159頁。

㉓ヴェ・アヴァリン著、ロシア問題研究所訳『列強対満工作史—帝国主義と満州—』（原書房、1973年）、167頁。

E. M. ジューコフ監修、ジューコフ他著、江口朴郎、野原四郎日本版監修、相田重夫、田中陽児、米川哲夫訳『樞東国際政治史 1840—1949（上巻）』（平凡社、昭和32年）、245頁。

数学教育の目的としての創造力の育成について*

(一般科目) 左 古 悦 雄

On the Fostering of Creativity as the Purpose of Mathematics Education

Etsuo SAKO

The purposes of mathematics education have often been discussed. In particular, mathematical thinking has been the subject of many studies. In many of these studies the fostering of mathematical thinking itself is treated as the purpose of mathematics education. Perhaps it is not the purpose, but merely a step.

In this paper we discuss the fostering of creativity as the purpose of mathematics education and the relation between the fostering of creativity and the fostering of mathematical thinking.

§ 1. はじめに

数学教育の目的についてはさまざまな人により、さまざまな角度から検討が加えられている。筆者もたとえば美意識の育成等について論じてきた。⁽¹⁾特に数学的な考え方の育成については数多くの研究がある。しかし数学的な考え方をどのように生かしていくかを考える観点が不十分に思える。すなわち目的をしっかり考えることをしないで、方法を論じていた感がある。

数学的な考え方を身につけてその先どうするかとか、何のために数学的な考え方を身につけるのかを考えて、筆者は創造性の育成がその一つであると指摘した。⁽²⁾

本稿では、この数学教育の目的としての創造力の育成についてもう少し詳しく論じてみたい。

ここで考えている数学教育とは、理学・工学関係等への数学の内容を必要とする方面への進路を保障するためだけのものではなく、あくまでも人間性陶冶の立場に立ったものであるといえる。もちろん数学教育には大きく分けると内容を伝えるというものと、人間性陶冶という二つの立場があることに異存はない。極論すれば、前者は数学屋を作るためのもの、後者は人間を育てるものといえるであろう。一般の数学教育を論じるとき、まず後者に重点をおいて論ずることは自然である。

§ 2. 数学教育で残したいもの

数学教育・学校数学で何が残るかという問題に関して、2, 3の文献を引用してみよう。

平林氏はある女子短大1年生に対して次のようなテストを試みられた。⁽³⁾

- 1) $x^2 + x + 1 = 0$ を解け。
- 2) $\frac{d}{dx} x$ は $x = 1$ のときいくらか。その図形 (グラフ) についての意味をいえ。
- 3) $\int_0^1 x dx$ はいくらか。その図形 (グラフ) についての意味をいえ。
- 4) ピタゴラス (三平方) の定理をいえ。
- 5) 有理数・無理数とはどんな数か。

正答率として、1) 58%, 2) 2% (前半のみは14%), 3) 8% (前半のみは35%), 4) 71%, 5) 0%という数字をあげておられる。⁽³⁾

さらに解答を検討された結果として

1. 技術的なものはまだよいが、概念的なものは苦手である。しかし一般に概念的なものが永く保持されることからみて、僅かに保持されている技術的なものも今後それほど持続するとは思われない。
2. 語いの乏しさ、用語法の不正確さが目立つ。たとえばピタゴラスの定理も文章では述べられない。直角三角形をかいて $a^2+b^2=c^2$ とかいているものもかなりいた。また5)などでは「ルートがついている」とか「開ききれない」とかいった偶発的な性質は並べることはできても「定義」を問われていることがわかっていない。
3. 知識がしっかりと構造化されていないのでちょうど夢の中でそうであるように無関係なもののがいつのまにか結びついてしまっている。たとえば無理数が虚数と結びついて「存在することのできない数」になったり、微分のグラフ上の意味が「限りなく0に近づくこと」になったりする。

という検討を加えられている。⁽⁴⁾

さらに石田・岩崎両氏も「学校数学で残るもの」と題して教育学部小学校教員養成課程2年次生(数学教室に所属するものは除く)に対して次のようなテストを行い検討を加えられておられる。⁽⁵⁾⁽⁶⁾

1. 200の約数はいくつあるか。
2. $\frac{1}{2}, \frac{1}{\sqrt{2}}, 1, \sqrt{2}, \dots$ の初項, 公比, および一般項をかけ。
3. 六進法の数で1331は、六進法で何の3乗か。
4. $2x^2+xy-y^2+3y-2$ を因数分解せよ。
5. $x^2-2mx+9=0$ の2つの実数解が1以上になるようなmの範囲を求めよ。
6. 2点A(3, 2), B(33, -43)を結ぶ線分ABを7:5:3に分ける2つの点の座標を求めよ。
7. 正五角形ABCDEにおいて、対角線AC, ADをひいたとき、 $\angle BAC$ の大きさはいくらか。
8. 底面の半径6cm, 母線の長さ10cmの円すいがある。この円すいの体積と側面を開いたときの中心角を求めよ。
9. 立方体の面を5色の絵の具でぬりわけると何とおりの方法があるか。ただし隣り合った面はちがった色とし、向きは問題にしない。
10. A, B, C, がじゃんけんをした。このときの事象の総数およびAだけが勝つ確率を求めよ。
11. 8%の食塩水と5%の食塩水を混ぜて7%の食塩水600gをつくりたい。それぞれ何gずつ混ぜ合わせればよいか。
12. A, Bが酒場でビールを飲んでいる。12時を過ぎたのもうビールは買えない。A, Bはそれぞれ5本, 3本のビールを持っていた。そこへ友人のCが来たが、ビールは買えないので8本のビールを等分に飲むことにした。飲みおえてCは80セントをテーブルにおいたが、AとBは80セントをどのように分ければよいか。

この中で問題を4つのグループに分けられている。⁽⁷⁾

- A ほとんどの被験者が手をつけそのうち過半数が正解した問題
- B ほとんどの被験者が手をつけそのうち過半数が誤答した問題
- C ほとんどの被験者が手をつけたとはいいがたいが手をつけた過半数が正解した問題
- D ほとんどの被験者が手をつけたとはいいがたいが手をつけた過半数が誤答した問題

A には、問題番号 1, 4, 7, 10, 11, 12

Bには、問題番号 5, 6, 8

Cには、問題番号 2, 3

Dには、問題番号 9

という次第であるが、そのうち A は「学校数学で残るもの」、B は「学校数学で残らぬもの」というカテゴリーを与えられておられる。⁽⁷⁾

その中味をみると、A はごく基本的であるが、またはいわゆる常識的な問題とみることができよう。B は受験勉強などでやった記憶があるというところであろうか。C は受験のための勉強にはいっていなかったということであると推測できるし、D などはかつて考えたこともない問題だとみることができるであろう。

また「学校数学で残らぬもの」は実は「学校数学で質的に残るもの」に表裏する関係になろう⁽⁷⁾ということではあるが、その質的に残るというのはいわゆる数学的な考え方ということになるのであろうか。

ここにあげたテストは高校を卒業してまもない時期の学生を対象にしたもので一般人を対象にしたものではない。

平林氏の学校数学の大部分はそのままの形では、一般の人々には本来的に残らないものなのかも知れない⁽⁸⁾という指摘が正しいことは十分に想像できる。

数学の内容はいづれ頭から消えさってしまうものであって、また残したいものはほとんどないといってよからう。すなわち普通の社会生活において、たとえば方程式の理論などは必要のないことであるし、考えられる必要なものとしては、いわゆる読み書きソロバンのソロバンということであろうということは現実の生活を考えてみればわかることである。

普通教育における数学教育の根本的な研究課題である。どんなものがどんな形で残るかということ⁽⁸⁾は、いわゆる数学教育の目標であり現在までのところでは数学の内容を除くということになればいわゆる数学的な考え方に代表されると考えられる。

目的論としては長田新氏の主張されてきた人間性の陶冶を教育の最大目標におき、数学教育に関してもその中に位置づけられる目的論を展開していく⁽⁹⁾ことも考えられるし、小倉金之助氏のように科学的精神は人間が真に人間として生きんが為に是非とも必要な精神であり、そういう意味でこの精神を養成することが人間の創造、人間の形成につながる⁽¹⁰⁾という考えもあり、両氏の互いに理想とする人間像は異なっていたけれども数学という文化財を人間形成のための陶冶財として位置づけこうした観点からの数学教育の目的を論じる⁽¹¹⁾道があるけれども、ここではそれらに含まれた形での数学的な考え方を具体的に考えてみたい。

すなわち数学的な考え方を身につけることが最終目標ではなく、ある目的の手段であるという立場に立って論じてみたい。

数学的な考え方とはいかなるものかを考えるとき、今日の意味として以下の分類を引用する。⁽¹²⁾

A. 数学的な考え方を生みだす背景となる考え方

A-1. 自主的に行動しようとする考え方

A-2. 合理的に行動しようとする考え方

A-3. 真理に基づいて行動しようとする考え方

A-4. 内容を明確にし、これを簡潔に表現しようとする考え方

.....

B. 思考のすすめ方、方法に関わる数学的な考え方

B-1. 思考の対象に対する面

・抽象化する考え

・記号化する考え

・理想化する考え

・単純化する考え

- ・形式化する考え

B-2. 数学の構成, 推論方法に関わる面

- ・公理的考え方 ・帰納的考え方
- ・類推的考え方 ・演えきの考え方
- ・拡張的考え方

C. 数学の内容と関わる数学的な考え方

C-1. とらえ方に関わる面

- ・数, 量, 形に着目してとらえる考え
- ・集合, 関数, 確率……に着目してとらえる考え
.....

C-2. 処理に関わる面

- ・方程式, 不等式, ……で処理する考え
- ・集合, 関数, ……で処理する考え
.....

たとえばAの数学的な考え方を生み出す背景となる考え方をふまえてそれを何に生かしたいのかということ, 何のためにそのようなものを身につけることが必要であるかを考えることが問題となってくる。

B, Cはより数学的内容に近く, 数学の内容と深く関わっているわけであり, そのような考え方を社会生活, 実生活においてどのように生かしていくか, 何のために抽象化し, 単純化し, 形式化していくのかを考えると昔にも指摘したように⁽¹³⁾ 自分のものを創り上げていく力を養うというのが筆者の考えである。

教育にはそれぞれ目的があり, 残したいものがある。数学教育における大きなそれは数学的な考え方の育成であるが, その考え方を養って次に何をしたいのか, 何に向けていきたいのか, せんじつめればそれはまさに創造力の育成であるといっても過言ではない。

「数理思想の開発」も「数学的な考え方の育成」も実践段階においてはともに成功をおさめることができず同じような批判をあげている⁽¹⁴⁾のは, それらが実は最終的な目的ではなく「創造力の育成」の手段であるとの認識が欠けていたためとも考えられる。

§3. 創造力の育成

何をもって人類・社会の進歩・発展と呼ぶかは非常に難しい問題である。しかし新しいものを創り出すということは進歩・発展の1つであると考えてさしつかえないと考える。

子供が親の通ってきた道をまったくそのままくりかえし, 何の変化もないというのであれば人類の歴史からみて進歩・発展というものは感じられない。同じようにみえてもそこかしこに改良がみられるのであれば進歩・発展といってもさしつかえないであろうし, その改良こそが創造といいかえられるものであろう。

過去の遺産を継承し, それをかみくだいて自分のものとし, さらに自分自身の発想でことにあたっていくというのが望まれることなのである。

新しいものを創り出すということは, 現実に見えるものを創り出すことだけではない。それは新しいものの見方という場合もありうる。

数学教育で何を残したいかを考えてみても, §2でみてきたように極論すれば数学的な内容には何もないといってよいであろう。最終的にはまさに数学を通して生き方を教えたいというのが理想であるし, それを長田新氏, 小倉金之助氏は主張していたと考えられる。

数学の内容がわかったところでしょせんは受験に役に立つくらいしかないわけである。数学に

おける考え方が実生活においてどこでどのように適用できるかを考えるときその一つとして、数学を通してものを創り出す力をつけるということが以下の理由から考えられる。

社会の要求を考えてみても獨創性ということに意味が大きい。たとえばそのたぐいの出版物を考えてみても最初は昭和40年代に各種の創造技法が数多く発表され、創造性うんぬんがさげられた。⁽¹⁵⁾ まさに数学的な考え方についての研究が盛んであった時期と一致している。⁽¹⁶⁾ さらに近年ますます多くなっている。⁽¹⁷⁾

ひとつには原料に乏しく、加工に頼らざるを得ないという我が国産業界の特異性もある。たとえば企業が工学系の学生に対する要求にそれは顕著に現われている。⁽¹⁸⁾ もちろん数学の内容、基礎をしっかりとっておくことも十分に大切であるが、あわせて創造力をつけるという点が真に要求されているのである。

それらのことから考えて「創造力の育成」が必要であることは避けるべくもない。しかし現実の受けとめ方はかならずしもそうではない。

東京都内の国・公・私立高校の保護者約800名を対象にした「数学教育によって養成されると思う能力・態度の調査」において

(ア) 数学教育でなければ養成できないと思うもの

1. いろいろの計算が早く正しくできる
2. 量の測定や比較ができる
3. 表やグラフを作成・利用ができる
4. いろいろな数値（確率・統計等）を読んで、将来が予想しやすくなる
5. 統計の数を見て、現状の認識が容易にできる
6. コンピューターに早くなれて使えるようになる

(イ) 数学教育でほとんど期待できないと思われるもの。あるいは、数学教育が妨げになると思われるもの

7. その状況を解決するのに、一番よい方策を選ぶ
8. 創造的能力を養う [傍線筆者]
9. 言語の正確な使用の習慣がつく（論理的な思考・言語表現ができる）
10. 規則を守るようになる（集団において定められたルールに従う）
11. ふつう認められていることについても批判的態度をもつ（習慣や情性に流されないで、理性的な判断ができる）

という結果がでている。⁽¹⁹⁾

おどろくべきことに創造的能力を養うことは、数学教育ではほとんど期待できないか、あるいは数学教育が妨げになると思われているのである。

数学的な考え方というのはいわば一つの技能である。したがって最終的な目的となるものではない。それをを用いてどうするか、その技能が何の役に立つかの目的を考える必要がある。

石田氏の数学的な考え方の今日的意味として挙挙げたBのB-2は創造性に関わるものであると指摘した。⁽²⁰⁾ すなわち、発見法の類型的分析として

- (A) 帰納によるもの
- (B) 演えきによるもの
- (C) 発想によるもの

としてまとめられ、(C)のなかで例示として

- (C1) 類推によるもの
- (C2) 普遍化によるもの
- (C3) 極限化によるもの

(C4) システム化によるもの

が挙げられている⁽²¹⁾ように数学的な考え方の育成には当然のことながら発見法の獲得ということが含まれている。

新しいものを創造しようと思えばAの自主的に行動しようとする考え方とか合理的に行動しようとする考え方とか、真理に基づいて行動しようとする考え方、内容を明確にしこれを簡潔に表現しようとする考え方が当然必要となる。

℃よりはB、BよりはAの方が高いレベルにあり、Cの考え方の育成を通してBの考え方が、C、Bの考え方の育成を通してAの考え方が育成されるという構造⁽²²⁾はむしろCの考え方の育成を通してBの考え方を、Bの考え方にAの考え方を加味して創造するという行動への原動力としたと考えるのが妥当である。

以上のように数学的な考え方の育成を通して、一つには創造力の育成をめざしたいということになるが、それでは創造力をつけるには実際の授業において何に気をつけ、どのように展開してゆけばよいのであろうか。

指導例

3点A(x_1, y_1), B(x_2, y_2), C(x_3, y_3)についてAB, ACを2隣辺とする平行四辺形の面積を求める問題に対して、ある学生は、公式は $\vec{AB}=(a_x, a_y)$, $\vec{AC}=(b_x, b_y)$ のとき $S = \begin{vmatrix} a_x & a_y \\ b_x & b_y \end{vmatrix}$ の絶対値であったのに、 $\begin{vmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \end{vmatrix}$ として解いた。

説明を求めると彼は「この種類の問題をこの方法で何回かやったが、それで答えが求まった。」と述べた。そこでそれを証明させてみた。

まさにこのようなことが大切であり創造性への第一歩となるものである。すなわち解答が普通のものとは異なるときすぐにダメだというのではなくそれを生かしてやる。あたりまえのことであるがこれが創造力の育成に一役買うことになる。

その他の具体的な指導例は他に譲ることにするが、この例から考えても(23)における意味の経験的証明と形式的証明についての経験的証明という用法は不適当であると考ええる。

いくつかの事例に対してやってみて成りたっていたというのは経験的証明ではなく、経験的試行・予想であり証明ではない、さきほどの指導例でいえば予想(仮説)に証明(形式的証明)をつけるという一つのパターンを会得させることになる。このパターンは他の面においても生かせるパターンであろう。

いくつかの事例でそれが成り立っていると感じられても証明されないのでは数学的には意味がない。仮説をたてて証明するというパターンが大切なわけである。それが創造力の一つということになる。

数学的帰納法による証明は経験的証明と形式的証明の両面を備えたものであるから高等学校数学の教材としては重要⁽²⁴⁾なのではなく、仮説をたてて証明するというパターンをまのあたりに見せられる教材であるから重要なのである。すなわち現存の対象を調べて一般化する、具体を抽象していくというパターンを学ぶ意味で重要となっているのである。

$\sqrt{2}$ が無理数であることの証明を背理法で行い、背理法の紹介というのが普通の展開であるが、実際に卒業して何年かたって $\sqrt{2}$ が無理数であるという証明ができることが必要なのではなく、背理法がごく自然に受け入れられ、そのような考え方ができるようになることが必要なのである。

ただ背理法を会得するためには、たとえば $\sqrt{2}$ が無理数である証明がわからなければならないし、理解する必要があるのである。結論を否定して矛盾ができれば結論が正しいことになるであろうと

いう概念的な説明では生徒が理解できないことは経験的に明らかである。

算術と数学の区別が筆者にも完全にできていないわけではあるが、(算)術は新しいものを創り出す必要のないものであり、数学はそうではない。新しいものを創り出す精神を育成することこそ数学教育の目的の一つであると考ええる。

たしかに今日の数学教育があまりにも「学」に傾斜しすぎて「術」の精神を見忘れていることはすぐに直感されることではある⁽²⁵⁾が、術を軽視するわけでは毛頭ないし、するつもりもないけれども、現在のようなカリキュラムでは術以外にも目的はあるはずであり、さきにも述べたが実際数学の内容を忘れて社会生活に困ることはないし、現在のような社会生活の要求に答えようとするならばこの創造力の育成を忘れてはならない。

何を主とした数学教育をしたらよいかということに関して

- (i) 数学を生み出させる力を育てる(創造、創案の力)
- (ii) 数学を使える力を養う(利用、応用の力)
- (iii) 数学の考えをもち、必要に応じてものごとを数学的に処理する力を発揮できるようにする

単純にいえば(i)は数学者向け、(ii)は主として理工系向け、(iii)は一般教養人向け、ということになる⁽²⁶⁾との見方があるが、これまでの観点から考えたとき、実際は、一般教養人向けに数学の考えをもち、必要に応じてものごとを数学的に処理する力を発揮できるようにするのはもちろん、自分の関わる分野において、もし数学が使えるのであればそれを利用でき、応用できる力を養うというのが本当の目的であると考えられ、そのために数学の内容自体を学ぶことが当然必要となってくるわけである。

§ 4. おわりに

数学の内容のほとんどは残したいものではなく、創造性をつちかうことが目的の一つであると考えるが、その目的を達成するために数学においてはその内容が不可欠なのである。

現在のような高度化した知識体系の中では過去の知識体系をうのみにして、そのうえで新しいものを創り出すこともいたしかたのないことではあるが、せめて基礎的な高校数学までであれば定義のみから自分がすべて再構成できるような、自分の力で創造し直せるような余地を残しておきたい。

筆者が以前ある高校に勤めたとき、当時いわゆる文科系の数学Ⅲを担当した。受験には必要のない数学Ⅲであったので生徒の興味はうすく指導が難しかった。そのときのテストとして定義を問題にのせておき、それだけをもとに考え、答えられるような問題を作ったことがある。

もちろんその単元においても適、不適があるが、これまでにみてきた観点から考えるときそのようなテストも本来あるべき姿ではないかと考える。定義を与えてそれをもとに組み立てさせるテストをして、それまでの数学教育を評価するという考え方もありうるわけである。

知識のみを与えるのではなく、新しい概念を定義してそのうえで成りたつことを考えていく、新しいものを創り出していく、このようなことが大切であると考ええる。

ものを創り出せない人間を否定するのではなく、結果的には何も創り出せなくても、創り出そうと努力しない人間を否定するのである。数学教育を通してものの創り出せる人間を育てたい。それが数学教育の大きな目的の一つであると考ええる。

そのような考え方をもって授業に臨めば、おのずと指導法なり、話のもっていき方が変わってくるはずである。指導例をいろいろ考えてみるとわかるけれども創造力の育成は時間のかかるものである。また受験本位等の社会事情により難しいということもある。しかし最初からあきらめるのではなく常に頭においておく必要がある。

もちろん創造力をつけることだけが数学的な考え方を養成するための十分条件ではない。数学的な考え方を養成するための条件はほかにもあるかもしれない。しかし社会の要請から考えて目的の一つに考えられてしかるべきであり、大きな目的になりうるものである。

現在のカリキュラムはそれぞれに意味があるわけであるが、創造力の育成のためにはこのままで十分なのか、必要最少限なのか、何が最短距離であるかは今後の研究課題である。

引用・参考文献

- (1) 拙稿：「数学教育における美意識についての一考察」『呉工業高等専門学校研究報告』第20巻第2号，1985，P.P.33—38
- (2) 拙稿：「数学教育における教科書と公式についての一考察」『呉工業高等専門学校研究報告』第22巻第2号，1987，P.P.21—28
- (3) 平林一栄：「数学教育で残るもの」『数学教育学研究紀要』第7号，1981，P.P.77—80
- (4) 前掲(3)，P 77
- (5) 石田裕・岩崎秀樹：「学校数学で残るもの（Ⅰ）——数学教育の意義に関する一考察——」『数学教育学研究紀要』第9号，1983，P.P.24—29
- (6) 岩崎秀樹：「学校数学で残るもの（Ⅱ）——算数指導の意義に関する一考察——」『数学教育学研究紀要』第10号，1984，P.P.22—27
- (7) 前掲(5)，P 27
- (8) 前掲(3)，P 80
- (9) 石田忠男：「算数・数学教育の目的について（Ⅲ）——形式陶冶論争を中心として——」『数学教育学研究紀要』第7号，1981，P 57
- (10) 前掲(9) P 58
- (11) 前掲(9)，P 59
- (12) 石田忠男：「算数・数学教育の目的について（Ⅱ）——数理思想の開発と数学的な考え方の育成——」『数学教育学研究紀要』第6号，1980，P.P.12—13
- (13) 前掲(2)，P.P. 7—10
- (14) 前掲(12)，P 12
- (15) 高橋誠：「〈書評〉「雑誌の創造性特集号」を論ずる」『創造と企業 創造性研究3』日本創造学会編，1985，P 304
- (16) 前掲(12)，P 12
- (17) 前掲(15)，P 304
- (18) 加藤義典：「産業界が皆さんに望むこと」『呉高专特別講演レジメ』，1984
- (19) 仲田紀夫：『数学科教育法』明治図書，1984，P.P.44—45
- (20) 前掲(2)，P 8
- (21) 伊藤俊太郎：「科学における創造性」『創造の理論と方法』共立出版，1983，P.P.76—81
- (22) 前掲(12)，P 13
- (23) 小山正孝：「数学教育における直感の意義について（4）——数学的帰納法による証明と直観——」『数学教育学研究紀要』第11号，1985，P.P.18—22
- (24) 前掲(23)，P 20
- (25) 平林一栄：「数学教育における「学」と「術」の理念」『数学教育学研究紀要』第7号，1981，P 83
- (26) 前掲(19)，P 180

A Study of Acid Rain as A Teaching Material

Tatsuo TANABE

The graduates from colleges of technology are required more competency of practical English by various kinds of jobs than those from other schools or colleges. The teachers of English at colleges of technology have long been searching for ways of how to urge on the students the necessity of practical English. From the point of view of the characteristic of colleges of technology, it is useful to adopt ESP (English for Specific Purposes) to teaching materials as much as possible.

In this paper I would like to consider acid rain as English teaching materials referring to several articles about acid rain which has come to be world-wide problem of environmental pollution. I believe that this problem is one of the most efficient teaching materials because this problem stimulates the needs for students to learn English.

1

One of the most important facts to learn foreign languages is the motivation. In this point of view it is not proper for students to learn foreign words by heart unreasonably or without any motivation, because today we have a lot of foreign languages, especially English, in our daily life.

As for computers, for example, even young people of low teen have surprisingly known lots of English terms of computers. The same is true of music, automobiles and many other special categories. Seeing those examples, we will find that there are some common facts, one of which is, as I have already mentioned, a motivation or an interest. We must keep this in mind in teaching English at colleges of technology.

It is needless to say that there is no difference in English between at colleges of technology and at high schools. In reality, however, the Japanese high school students are usually studying harder than those at colleges of technology. For most of high school students have the entrance examination for colleges and universities. And to those examinations English is indispensable. The high school students who will study at universities or colleges have to take those examinations. So their ardor for English seems to be rather more than that of our college students. That's why the graduates from colleges of technology are said to be poor at English. But once they are at work in business, factories, or other engineering institutes, they are required the ability of speaking, writing, understanding English more than those from other schools. This is the most important problem in teaching English at colleges of technology. We, the English teachers at these colleges of technology, have been trying to solve this problem: how can we turn the students' unwillingness to study English to studying English with motivation to do it? There may be, of course, many methods to solve this problem. For example, to use L.L. system, or audio-visual system, to read a lot of textbooks which interest students in English and so on. But through

these methods, there is one common fact to be remarked. That is the teaching material which results in causing motivation for students to learn English, or the teaching material that students are likely to take interests in. Such is easy to say but difficult to carry out!

In this paper I am going to report how much the students learned ESP in their junior high school days before coming to our college. There are six series of English textbooks authorized by the Ministry of Education in Japan now. They are as follows:

Hatori, Hakuai, et al, *New Everyday English 1*, 1985

Hatori, Hakuai, et al, *New Everyday English 2*, 1985

Hatori, Hakuai, et al, *New Everyday English 3*, 1985

Published by Chukyo Shuppan Co., Ltd., Tokyo, Japan.

Ohta, Akira, et al, *New Horizon English Course Revised Edition 1*, 1985.

Ohta, Akira, et al, *New Horizon English Course Revised Edition 2*, 1985.

Ohta, Akira, et al, *New Horizon English Course Revised Edition 3*, 1985.

Published by Tokyo Shoseki Co., Ltd., Tokyo, Japan.

Sato, Takashi, et al, *New Prince English Course 1*, 1984.

Sato, Takashi, et al, *New Prince English Course 2*, 1984.

Sato, Takashi, et al, *New Prince English Course 3*, 1984.

Published by Kairyudo Co., Ltd., Tokyo, Japan.

Nakamura, Takashi, et al, *The New Crown English Series Revised Edition 1*, 1985.

Nakamura, Takashi, et al, *The New Crown English Series Revised Edition 2*, 1985.

Nakamura, Takashi, et al, *The New Crown English Series Revised Edition 3*, 1985.

Published by Sanseido Co., Ltd., Tokyo, Japan.

Nakajima, Fumio, et al, *Total English Revised Edition 1*, 1984.

Nakajima, Fumio, et al, *Total English Revised Edition 2*, 1984.

Nakajima, Fumio, et al, *Total English Revised Edition 3*, 1984.

Published by Shubun Shuppan Co., Ltd., Tokyo, Japan.

Among these textbooks, three of them refer to the current ESP in regard to public nuisance. The summary of each of them is as the followings:

(1) *New Everyday English 3*, Lesson 1

The introduction of the two fastest trains in the world, the Shinkansen trains in Japan and the TGV trains in France. In the case of the Shinkansen train this lesson tries to point out 'noise' as public nuisance, as follows:

"The Shinkansen trains run the fastest of all the trains in Japan. They run very fast near my house. The noise is very, very loud. There is a high fence along the railroad, but it does not stop the noise. We cannot open the window."

(p.12)

Moreover, at the dialog section in the same lesson, the jumbo jet, the fastest vehicle to travel on, is on the theme. But it also takes up the noise from jets as public nuisance. It reads as follows:

Naomi : I live near the airport, you know. The noise is just terrible. I can't study.
I can't even think.
Bob : Oh, poor you!

(p.13)

(2) *The new Crown English Series Revised Edition 2, Lesson 2*

This lesson is divided into four parts. The first and the second parts take up oil. And oil is regarded as the limited natural resource and bad fuel for human health. The third and the fourth parts introduce other non-polluting energy such as solar energy, and hydraulic energy.

(3) *New Horizon English Course Revised Edition 2, Lesson 9*

This lesson is also divided into four sections. The first and the third sections reports the lakes in the Adirondack Mountains in New York, U.S.A., Which are actually suffering from acid rain. Moreover, in the third section how acid rain falls onto the earth is explained as follows:

Mr. Green : You see there are a lot of lakes in the Adirondacks. But we are no fish
in some of them today and birds don't come to look for fish.
Student C : Why are there no fish, Mr. Green?
Mr. Green : Because acid rain killed them.
Student D : What's acid rain?
Mr. Green : Well, gases from factories and cars go up into the sky and stay there.
Then the wind carries them away. Later they come down with the rain
in other places. That's acid rain.

(p.48)

The third and the fourth sections tell that acid rain can be seen not only in the U.S.A. but also in Canada and Sweden, and that the solution of this rain is not found yet.

Among these textbooks, "Acid Rain" in *New Horizon English Course Revised Edition 2* has been unfamiliar to our pupils' daily life. In teaching English at colleges of technology it is necessary and at the same time the very instructive that such theme should be adopted as the teaching materials.

Acid rain is new to us in Japan. We have seen few books about this problem. How this problem has come to be pointed out in the Western world is one of the subjects in teaching English in our college. As *New Horizon English Course Revised Edition 2* says, acid rain has become a big pollution problem in America and Europe. Unfortunately, not all of us have been aware of its disastrous effects in Japan. And as I mentioned before, we can hardly find out books or papers discussing this problem. I think it very instructive to research this new problem further by reading the data about such new problem

from abroad, of course. Acid rain is not only the problem abroad but in Japan it will soon become a serious problem.

There is an interesting résumé about acid rain which was reported by Mr. Hiroyasu Saito, at the meeting of Japan Society of Civil Engineers in 1986. In the report he said that sulphuric oxides, a by-product of exhaust gases from coal-burning power plants and factory smoke-stacks and nitrogen oxides which are emitted from motor vehicles are transformed into sulphuric acid or nitric acid when they are mixed with clouds or rain in the atmosphere. Through this process, acid rain comes down onto the grounds as damp pollutant. And Mr. Saito also assumed that the annual amount of sulphuric oxides emitted in China is about 1.8 million tons. It is about twenty times as much as that of Japan. China, with the motto of "To catch and overtake Japan in every field", has planned to increase its industrial production three or four times as much as now. But it seems that China cannot afford to deal with the prevention of public pollution because of its high cost. As the result sulphuric oxides emitted by China for the next ten or more years will have been surprisingly increased as much as from 5.4 - 7.2 million tons. Every spring a great amount of "yellow dust" (Kousa) is blown to Japan by westerly. It is natural that the acidity of rain should increase in Japan. In future we will have found that our trees in mountains will be dead like Schwaltbalt in West Germany.

With regard to this, I have quoted several articles about acid rain in the world from these scientific magazines.

- (1) *New Scientist*, published by New Science Publications,
London, U.K.
- (2) *Science Digest*, Published by The Hearst Corporation,
New York, U.S.A. (discontinued issuing in 1986)

A. Acid rain in Germany and its vicinity

It has become clear that the forests in the highland of Germany have been increasingly dying these five years or so. The need to search for its cause is toward the damage which resulted from the summer drought attacking since 1983. Among the scientists who are engaged in this investigation, professor Bernhart Ulrich of the University of Göttingen, a soil biologist, has awoken the world concern about acid rain, referring to these phenomenon as "Waldsterben."

He argued that decades of accumulation of sulphur and acid from polluted rain in the forest soils of central Europe was destroying the soils and with them the tree roots — especially their ability to take up nutrients such as calcium and magnesium. He suggested that aluminum liberated from soils by acid rain was poisoning trees in much the same way as it is now known to poison fish.

(*New Scientist* 25 September 1986, p.24)

Professor Bernhard Ulrich also insists that more than half of German forests have been suffering from air pollution. He illustrates the actual circumstances of the Acher Mountains as follows:

Ulrich darted into the snow to point at the roots of fallen tree. "The roots should go down to one metre, but look, they are all concentrated in the top 20 centimetres." The finer roots looked woody and deformed. They could not penetrate the acid, he said. All along the ridge the devastation was the same. The owners of a nearby hotel, the Hans Kuhnenburg, built a platform above the trees so that visitors could see the view. "Six years ago, the trees were growing so well that they obscured the view and had to be cut back. Today those trees are dead," said Ulrich.

More than two-thirds of the forest soils of northern Germany have been acidified down to at least a metre, the level found by Ulrich in the Hans Mountains. "The whole root zone is acid, no new forest soils are fit now only to become acid bogs.

(New Scientist 4 December 1986, p.41)

Of course there are possibly other causes to give air pollutions. Emission of exhaust gases by autovehicles is proved to be one of the biggest causes, so that West Germany has begun to consider the restriction of speed and exhaust gas regulation.

The tendency to "Waldsterben" has come to be more serious in Switzerland. According to the investigation reported by the Swiss Federal Office of Forestry, as much as 36 per cent of the trees in Switzerland has already been damaged and dying.

In Switzerland in winter trees in the forests have close connection with avalanches. It is, as it were, fateful that while the trees play an important role in preventing avalanches, they are easy to be affected by the air pollution. Thus, the damage by avalanche has greatly increased these years. In other words, the influence by the air pollution has been no doubt spreading over the Swiss Alps. In addition, since the industry of Switzerland depends mainly on sightseeing, the more the sightseeing tourists visit here on cars or other vehicles, the larger the amount of exhaust gases will be. As already mentioned, the exhaust gases connect very closely with air contamination. In this point of view, Switzerland will be increasingly worried about the destruction of the forests by polluted air.

Such problems of air pollution and dying forests are not the mere phenomenon in certain parts of Europe but serious destructive actions by means of emitting toxic smoke.

B. Acid rain in the Northern Europe

According to *New Scientist 25 September 1986*, CEEB (Central Electric Generating Board), Britain, recently admitted the appeal that the Norwegian scientists have consistently kept these twenty years. They insisted that acid rain influencing all over Scandinavia must be caused by CEEB. As the result, CEEB promised to offer £600 million for the purpose of controlling the emission of acid gases for ten years from now. The pollution damage in Scandinavia began with the death of great numbers of fish in the Lake Districts. It can easily be prospected that the amount of SO_3 will remarkably rise if British power stations burn more fossil fuel. The smoke from the chimneys of them may be blown away to Scotland and Scandinavian countries. So it is no wonder that such pollution should happen to these areas. But CEEB does not agree to all of these insinuations. CEEB has been contradicting the claims

with showing the report of its own studying. The decisive reason, however, that CEEB is possibly the chief cause of the damage of those areas comes from the growing acidity of the rain in the said areas.

Ivan Rosenquist, one of the Norwegian scientists who blames Britain for acidity, persists that the abandonment of old hill farms and new conifer plantations gives more polluting influence than acid rain. And further he says, "Acid rain is a minor factor. The influence of changes in land use is totally overwhelming." (*New Scientist* 25 September 1986, p.23). His opinion surprises all of the Scandinavians, of course, but it is getting less remarked now. Instead of his opinion, some other problems has occurred. One of them is acidation of the soil in the southern Norway. A group of Scandinavian scientists report that the acidity of forest soil at 70 centimetres down now is ten times as much as that of sixty years ago. Still more new discovery is that sulphur and hydrogen ion which are contained in acid rain play an important role in acidification and have a great influence on living things in rivers and lakes. On the basis of these facts, some scientists believe that acid and sulphur have been accumulated for more than 150 years and that a quarter of them have been blown from Britain. This assumption proved to be true in the experiment by an American scientist, Dick Wright, and his Norwegian scientist group.

They began the experiment by watering "an unpolluted area in the north of Norway with sulphuric acid to mimic current levels of acid fallout in the south of the country." (*New Scientist* 25 September 1986, p.24) and the result is as follows:

They found that acidity of runoff immediately doubled, but more than 80 per cent of the sulphate they added was retained in the soil. At a second site in a polluted area, Wright erected a vast transparent roof above a small river catchment and intercepted the acid rain. He sprayed the land instead with deacidified water. Following this, the acidity of the runoff fell, but sulphate continued to pour from the soil. Wright says the soils are still "bleeding old sulphate. We have to know how long this takes."

(*ibid.*)

C. Acid rain in Spain

Asturia is located between the Bay of Biscay on the north and more than 2,500 metre-high mountains to the south. The main industry there is agriculture, especially dairy farming. The capital of this district is Oviedo where there remains a lot of well-known ancient stone architectures, such as the Church of San Tirso which was built in the 9th century, and Gothic cathedral of San Salvador dating from 14th and 15th centuries. On the other hand, this peaceful greenfield district has main industrial cities as well as a cultural city like Oviedo. Gijón (population of 260,000) and Avilés (population of 90,000) are the main industrial cities that supply most of the iron products in Spain. The department of petrology of the University of Oviedo has been studying on the influence how the air pollutant from these industrial cities affect on the stone buildings in Oviedo. According to the report, these buildings have been suffering from the same damage that City Hall in Schenectady, New York, Parthenon in Athens, Cologne Cathedral in Venice are suffering from. And yet the deterioration of each of those architectures is thought to be caused by air pollution. They got worse year after year. Besides, the department has reported its study about their main cause and mechanism of its cause like this:

The rocks most prone to damage from pollution are limestone and marble; sandstone held together by a calcareous cement is equally susceptible. Local quarries supplied limestones to build Oviedo cathedral. The building's exterior, which accounts for about 37 per cent of the total volume of rock in its fabric, consists of *Piedra de piedramuelle* and Upper Cretaceous limestone that is composed dominantly of calcite (calcium carbonate). *Piedra de Laspra* accounts for about 60 per cent of the main part of the building, including most of the interior. This is a Tertiary limestone that contains calcite and up to 90 per cent dolomite, a calcium-magnesium carbonate. The remaining 3 per cent of the building consists of another Upper Cretaceous limestone, *Piedra de Tiñana*. It appears in reconstruction work carried out in 1943 to repair damage sustained during the Spanish civil war. The calcium carbonate (CaCO_3) in these rocks dissolves in acid rain and reacts with sulphur dioxides in the air to form gypsum.

All rainfall, whether polluted or not, is acidic due to carbon dioxide in the atmosphere dissolving in the water to form carbonic acid, H_2CO_3 . Carbonic acid dissolves calcium carbonate to form a solution of calcium bicarbonate — $\text{Ca}(\text{HCO}_3)$.

(*New Scientist* 18 September 1986, p.61)

It has been solved that acid rain comes mainly from the smoke emitted from chimneys of the factories in the vicinity. And lately other new fact about the cause of deterioration has been cleared up. In the case of Oviedo Abbey, bacteria such as *Thiobacillus* cause SO_2 to acidify the surface of the stone wall. On the other hand, one of the report says that the same damage as that of urban districts happens sometimes in a city like Oviedo, where we can usually expect no air pollution caused by factories or power stations.

The next we can suppose to be the cause of air pollution is the local climate condition. Sulphuric acid in the air may mix with not only rain but also fog and fall down on the ground or on the surface of the stone architectures just like acid rain. As the temperature falls down, the stone with water may freeze enough to destroy the stone architectures. Moreover, the stone materials have some destructive factors like the case of the deterioration of León Cathedral.

Another type of cycle is to blame for the damage to León Cathedral. This is one of Spain's most important, and one of its most seriously damaged, Gothic monuments. Most of the deterioration seems to be related to the materials used in construction, rather than pollution. The bulk of the materials in León Cathedral are local calcareous rocks such as marlstones, limestones and dolomites. But rocks from the area of León, unlike those from near Oviedo, contain various amounts of clay that swells when it gets wet. The mechanical effect of the expansion is greatest when the clay swells and shrinks in response to changes in the weather. The damage is concentrated where the rocks are most porous or where they are the least homogeneous. Expanding clay develops cavities in the softer parts of individual blocks which undermines the fabric of more durable materials.

(*New Scientist* 18 September 1986, p.62)

D. Acid rain in Britain

It is often said that the exhaust gases from factories in England in 1950 have influenced on the trees in the Pennines Mountains. Furthermore, they have been spreading as far as Scotland to acidify

the water of the lakes there.

The first sign of lake turning acid may be the appearance of trout with deformed tails. The deformity is caused by the fish's caudal rays, which make up the tail fin, clumping together to create a rounded end rather than the distinct splayed tail. The phenomenon was first spotted in 1871 in a loch on Islay, off the west coast of Scotland. A decade later, tailless trout turned up in Loch Enoch in the Galloway hills of Southwest Scotland.

(New Scientist 11 December 1986, p.26)

In Loch Enoch we can see no fish because of acid water. It is known that in Lock Fleet there lived tailless trout in 1940s. There is also a case that tailless trout were discovered in the Loch Narroch in 1972. Some suggested that these facts were due to toxic aluminum in soil but today it comes to be clear that it is because contamination from factories in the middle Scotland and the northwest England has a great influence upon these lakes.

E. Acid rain in U.S.A.

Besides the case of Adirondack Mountains that acid rain affects the lakes in the mountains, acid rain was given a considerable amount of damage on forests. While investigating dying trees they discovered that this damage comes from two causes: SOX (Sulphuric Oxides) which is contained in the smoke from coal-burning power plants and factories, and NOX (Nitrogen Oxides) which comes from exhaust gases from vehicles and fertilizers of farm lands. These two kinds of oxidations cause damage in a different way.

SOX emissions in the United States still outstrip those of NOX. But according to estimates from the Environmental Protection Agency, emissions of NOX will increase about 27 percent in the next 15 years; SOX emissions will rise only 10 percent, with the two about equal by the turn of the century. The primary source of NOX will be that old standby, the internal-combustion engine.

NOX has traditionally been considered a smaller threat to the environment because it is quickly precipitated out of the atmosphere. SOX, which is oxidized much more slowly, travels hundreds or thousands of miles before falling out as acid rain, often on sensitive wilderness regions far from its origin. But researchers are realizing that although NOX may not travel far from its source, it is carried widely by cars and trucks.

(Science Digest November 1985, p.32)

With regard to deterioration of forests, NOX has caused more damage than SOX, which makes the problem of acid rain much more complex.

I have illustrated several facts of damage by acid rain. In these cases, we will find that even such an unfamiliar word to us as acid rain contains a very serious problem in itself. It is our own problem, because Japan has been an industrialized country for the past 100 years, so we must be more careful in contamination in every field than any other country.

We should pay a great attention when we choose teaching materials, of course. I believe teaching materials should satisfy the following at least three terms:

- 1: To attract the students.
- 2: To treat of up-to-date and international topics in a wide range, such as engineering, economics, science, culture, our living environment, and so on.
- 3: To adopt such problems that the students can think them as their own.

Taking those terms into consideration, the acid rain problems will meet most of what is required in the English teaching materials. That is to say, firstly, they stimulate the students curiosity to know what acid rain is. Secondly, they give a chance to compare with our usual rain. Thirdly, they allow the students to consider what attitude they should take toward the problem of public nuisance such as acid rain. Fourthly, they include a lot of technical terms, particularly in the chemical field, which is essential to the students at colleges of technology.

A List of References

- (1) Hatori, Hakuai, et al, *New Everyday English 1*, Chukyo Shuppan Co., Ltd., Tokyo, 1985.
- (2) Hatori, Hakuai, et al, *New Everyday English 2*, Chukyo Shuppan Co., Ltd., Tokyo, 1985.
- (3) Hatori, Hakuai, et al, *New Everyday English 3*, Chukyo Shuppan Co., Ltd., Tokyo, 1985.
- (4) Ohta, Akira, et al, *New Horizon English Course Revised Edition 1*, Tokyo Shoseki Co., Ltd., 1985.
- (5) Ohta, Akira, et al, *New Horizon English Course Revised Edition 2*, Tokyo Shoseki Co., Ltd., 1985.
- (6) Ohta, Akira, et al, *New Horizon English Course Revised Edition 3*, Tokyo Shoseki Co., Ltd., 1985.
- (7) Sato, Takashi, et al, *New Prince English Course 1*, Kairyudo Co., Ltd., Tokyo, 1984.
- (8) Sato, Takashi, et al, *New Prince English Course 2*, Kairyudo Co., Ltd., Tokyo, 1984.
- (9) Sato, Takashi, et al, *New Prince English Course 3*, Kairyudo Co., Ltd., Tokyo, 1984.
- (10) Nakamura, Takashi, et al, *The New Crown English Series Revised Edition 1*, Sanseido Co., Ltd., Tokyo, 1985.
- (11) Nakamura, Takashi, et al, *The New Crown English Series Revised Edition 2*, Sanseido Co., Ltd., Tokyo, 1985.
- (12) Nakamura, Takashi, et al, *The New Crown English Series Revised Edition 3*, Sanseido Co., Ltd., Tokyo, 1985.
- (13) Nakajima, Fumio, et al, *Total English Revised Edition 1*, Shubun Shuppan Co., Ltd., Tokyo, 1984.
- (14) Nakajima, Fumio, et al, *Total English Revised Edition 2*, Shubun Shuppan Co., Ltd., Tokyo, 1984.
- (15) Nakajima, Fumio, et al, *Total English Revised Edition 3*, Shubun Shuppan Co., Ltd., Tokyo, 1984.
- (16) The Hearst Corporation, *Science Digest*, The Hearst Corporation, New York, U.S.A., November 1985.
- (17) New Science Publications, *New Scientist 2 January 1986*, New Science Publications, London, U.K.
- (18) New Science Publications, *New Scientist 18 September 1986*, New Science Publications, London, U.K.
- (19) New Science Publications, *New Scientist 25 September 1986*, New Science Publications, London, U.K.
- (20) New Science Publications, *New Scientist 4 December 1986*, New Science Publications, London, U.K.
- (21) New Science Publications, *New Scientist 11 December 1986*, New Science Publications, London, U.K.
- (22) 齊藤宏保, 野尻陽一, 御子柴光春共著 「コンクリート構造物の安全性と設計耐用年の考え方」 昭和61年度 土木学会全国大会の研究討論会資料 社団法人土木学会コンクリート委員会企画 1986. 11.

4世代スキームにおけるクォーク混合行列の Rosen 流導出

(機械工学科) 林 武 美

Rosen Type Derivation of Quark Mixing Matrix in Four-Generation Scheme

Takemi HAYASHI

The quark mixing matrix in the four-generation scheme is derived from the quark mass hierarchy. Following the method used by Rosen, the extended Wolfenstein form is derived from the phenomenological quark mass matrices.

§ 1 はじめに

ボトム・クォーク (b) の寿命と, b のアップ・クォーク (u) とチャーム・クォーク (c) への崩壊巾の実験値に基いて, Wolfenstein¹⁾ は小林・益川²⁾ のクォーク混合行列 (以下KM行列と略記する) を Cabibbo 角に対応するパラメーター, $\lambda \equiv \sin \theta_c \approx 0.23$, の巾によってその要素をパラメトライズする簡明で便利な経験式を示した。これは, 実部について λ^3 のオーダーまで, 虚部について λ^5 のオーダーまでユニタリー条件をみたす次の形に与えられている。

$$V^{(3)} = \begin{pmatrix} 1 - \frac{1}{2}\lambda^2 & \lambda & A\lambda^3(\rho - i\eta + i\frac{1}{2}\eta\lambda^2) \\ -\lambda & 1 - \frac{1}{2}\lambda^2 - i\eta A^2\lambda^4 & A\lambda^2(1 + i\eta\lambda^2) \\ A\lambda^3(1 - \rho - i\eta) & -A\lambda^2 & 1 \end{pmatrix}. \quad (1)$$

ここで, 実数パラメーター A, ρ, η は, 最近の実験値³⁾ により, $A = 0.85 \pm 0.15$, $\rho^2 + \eta^2 < 0.68$, である。

KM 行列がクォークの質量行列から導かれるということは一般的に信じられていることであるが, Rosen⁴⁾ は, 実際にこれを, λ の巾比で与えられるクォークの質量階層構造 (質量ヒエラルキー) から導いて見せた。Rosen の方法の出発点は, アップ側クォーク (u, c, t) とダウン側クォーク (d, s, b) の質量比に対して次の関係 (質量ヒエラルキー) を仮定することである。

$$\begin{aligned} m_u : m_c : m_t &\simeq \lambda^6 : \lambda^2 : 1, \\ m_d : m_s : m_b &\simeq \lambda^4 : \lambda^2 : 1. \end{aligned} \quad (2)$$

この関係は, 例えば Gasser と Leutwyler⁵⁾ によるクォーク質量のダイナミカル理論のレビューにおいて裏付けが示されているが, ここで現在まだ未確定なトップクォーク (t) の質量については, Rosen は $30 \sim 40$ GeV と仮定している。上記の比に基いて Rosen は, アップ側クォークの組とダウン側クォークの組の質量が, とともに最も重いクォーク (t と b) のみが相対的に大きな質量をもち, 他のクォークの質量はゼロになっているような“裸の”質量行列から, アップ及びダウン

両種のクォークに対して共通な λ の 1 次の摂動によって各組の中央のメンバー (c と s) の質量を生じ、更に、より小さく且つアップとダウンで異なる第 2 の摂動によって最も軽いクォーク (u と d) の質量を生ずる、と推論した。

Rosen は、先ず第 1 の摂動項までをとり入れた質量行列の固有値と固有ベクトルを見出し、次にこれらの固有ベクトルを基底とする新しい座標系で第 2 の摂動項行列の一般形を、質量ヒエラルキー(2)を生ずるように与えた。従って第 2 の摂動項はアップとダウンのクォークに対して異なる形をとることになる。最後に固有ベクトルの全体の組をもとの座標系に回転によって戻すことにより、KM 行列が得られる。これが KM 行列の Rosen 流の導出である。

我々はこの論文で、現在話題になっている第 4 世代のクォークが存在する場合の、拡張された KM 行列の具体例を、Wolfenstein 形パラメトリゼーションを用いて、Rosen の方法の拡張により導くことを試みたい。我々の出発点は Rosen と同じく、ただし 4 世代に拡張された、クォークの質量ヒエラルキーであり、4 行 4 列の KM 行列を導く過程も基本的に Rosen の方法に従うが、4 行 4 列の行列の固有値問題を解くことは極めて複雑さを伴うので、近似的に解を求めることを試みる。

§ 2 4 世代に対するクォーク混合行列の導出

Barger et al.⁽⁶⁾ に従って第 4 世代のクォーク 2 重項を (a, v) と記そう。ここに a と v は各々電荷 $Q=2/3$ 及び $-1/3$ をもつ重いクォークである。(以下、電荷は全て電子電荷の大きさ e を単位として測られる。) 我々はクォークの質量ヒエラルキーを次のように拡張する。

$$\begin{aligned} m_u : m_c : m_t : m_a &\simeq \lambda^{6-k} : \lambda^{2+k} : \lambda^k : 1, \\ m_d : m_s : m_b : m_v &\simeq \lambda^{4+k} : \lambda^{2+k} : \lambda^k : 1. \end{aligned} \quad (3)$$

ここで k は一般に正整数と仮定するが、以下我々は妥当性があり且つ最も簡単なケースとして $k=2$ の場合を考える。クォークの、弱い相互作用のフレーバー固有状態を荷電 Q によって 2 組 ($Q=2/3$ と $Q=-1/3$) の 4 重子 $(q_1, q_2, q_3, q_4)_Q$ に分けると、 $(q_1, q_2, q_3, q_4)_Q$ を基底とする表現において、ラグランジアン⁽⁷⁾の質量項は、エルミート質量行列

$$\widehat{M} = m_Q(M_0 + \lambda M_1 + \lambda^2 M_2 + \lambda^3 M_{3(Q)}) \quad (4)$$

を用いて、

$$-L_M = (q_1, q_2, q_3, q_4) \widehat{M} \begin{pmatrix} q_1 \\ q_2 \\ q_3 \\ q_4 \end{pmatrix}_Q \quad (5)$$

と書ける。ここで q_i は i 番目の世代に属するクォークであり、 m_Q は電荷 Q をもつアップ又はダウンのクォーク 4 重子の質量のスケールを与える量で、 $Q=2/3$ 及び $-1/3$ に従って各々 a -クォーク及び v -クォークの質量に対応する。Rosen と類似に、非摂動行列 M_0 と 1 次の摂動 λM_1 を次のように与える。

$$M_0 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad \lambda M_1 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & a\lambda \\ 0 & 0 & a^*\lambda & 0 \end{pmatrix}, \quad O(|a|) \sim 1. \quad (6)$$

1 次の摂動までの段階で、 $\det(M_0 + \lambda M_1 - \eta I^{(4)}) = 0$, ($I^{(4)}: 4 \times 4$ の単位行列), を解くことにより、 $M_0 + \lambda M_1$ の固有値 η_i 及び $M_0 + \lambda M_1$ を対角化するユニタリー行列 U が λ^2 のオーダーまでで

次のように求まる。

$$U^*(M_0 + \lambda M_1)U \equiv M_{(1)} = \begin{pmatrix} \eta_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \eta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \eta_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \eta_4 \end{pmatrix}, \quad \eta_1 = \eta_2 = 0, \quad \eta_3 = -(a_0\lambda)^2, \quad \eta_4 = 1 + (a_0\lambda)^2, \quad (7a)$$

$$U = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 - \frac{1}{2}(a_0\lambda)^2 & a\lambda \\ 0 & 0 & -a^*\lambda & 1 - \frac{1}{2}(a_0\lambda)^2 \end{pmatrix}, \quad a_0 \equiv |a|. \quad (7b)$$

さて、 $k=2$ の場合の質量ヒエラルキー(3)のうち、最後の摂動で得られる最も軽いクォーク (u と d) の質量以外の部分を与えるように2次の摂動をきめよう。これはダウン・クォークに関して Rosen の与えた2次の摂動形を応用することにより、次の形を選ぶことによって達成される。

$$U^*(\lambda^2 M_2)U \equiv M_2' = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & q\lambda^3 & p\lambda^2 \\ 0 & q^*\lambda^3 & 0 & r\lambda^2 \\ 0 & p^*\lambda^2 & r^*\lambda^2 & 0 \end{pmatrix}. \quad (8)$$

ここで、 p, q, r は各れもオーダー1の大きさをもつ係数である。(8)式の M_2' は3世代の場合と異なり Q の値に依らずアップとダウンに共通のものとしてとられることに注意しよう。 $M_{(1)} + M_2'$ の固有値問題は3世代までの場合と本質的に同じで、固有値 η_i は λ^4 のオーダーまでで

$$V^*(M_{(1)} + M_2')V \equiv M_{(2)}' = \begin{pmatrix} \eta_1' & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \eta_2' & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \eta_3' & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \eta_4' \end{pmatrix}, \quad (9a)$$

$$\begin{aligned} \eta_1' &= 0, \quad \eta_2' = \left(-\frac{q_0^2}{a_0^2} - p_0^2\right)\lambda^4, \quad \eta_3' = -(a_0\lambda)^2 - \left(-\frac{q_0^2}{a_0^2} + r_0^2\right)\lambda^4, \\ \eta_4' &= 1 + (a_0\lambda)^2 + (r_0^2 + p_0^2)\lambda^4 \end{aligned} \quad (9b)$$

となる。対角化行列 V は λ^2 までで次式で与えられる。 $(q_0 \equiv |q|, \text{etc.})$ 。以下も同様である。

$$V = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 - \frac{1}{2}(q_0\lambda/a_0^2)^2 & -q\lambda/a_0^2 & p\lambda^2 \\ 0 & q^*\lambda/a_0^2 & 1 - \frac{1}{2}(q_0\lambda/a_0^2)^2 & r\lambda^2 \\ 0 & -p^*\lambda^2 & -r^*\lambda^2 & 1 \end{pmatrix}. \quad (10)$$

我々の最も重要な課題は、一番軽いクォークを含めた全体の質量ヒエラルキー(3)をみたとすうに3次の摂動を決定することである。

これまでの議論の単純な拡張として考えれば、次のように選ぶのが最も簡単に思われよう。

$$(UV)^*(\lambda^3 M_{3(Q=2/3)})UV = \begin{pmatrix} 0 & s\lambda^6 & t\lambda^5 & 0 \\ s^*\lambda^6 & 0 & u\lambda^5 & 0 \\ t^*\lambda^5 & u^*\lambda^5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad (11)$$

$$(UV)^*(\lambda^3 M_{3(Q=-1/3)})UV = \begin{pmatrix} 0 & m\lambda^5 & \ell\lambda^4 & 0 \\ m^*\lambda^5 & 0 & n\lambda^4 & 0 \\ \ell^*\lambda^4 & n^*\lambda^4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}. \quad (12)$$

この場合、計算は省略するが結果のみを示すと、確かに全体の質量行列 \widehat{M} の固有値に対し $k=2$ の場合の質量ヒエラルキー(3)がみたされていることが容易に分る。しかしながら、4次元に拡張された KM 行列として導かれるものは、各要素を λ の最低次だけ (対角要素は λ の2次まで) をとって記すと次の形になる。

$$\tilde{V}_{KM}^{(4)} = \begin{pmatrix} 1 - \frac{1}{2} \left(\frac{m_0 \lambda}{q_0^2/a_0^2 - p_0^2} \right)^2, & \frac{m\lambda}{q_0^2/a_0^2 - p_0^2}, & -\ell\lambda^2/a_0^2, & tw\lambda^{3+M}/a_0^2 \\ -\frac{m^*\lambda}{q_0^2/a_0^2 - p_0^2}, & 1 - \frac{1}{2} \left(\frac{m_0 \lambda}{q_0^2/a_0^2 - p_0^2} \right)^2, & -n\lambda^2/a_0^2, & uw\lambda^{3+M}/a_0^2 \\ \ell^*\lambda^2/a_0^2, & n^*\lambda^2/a_0^2, & 1, & w\lambda^M \\ \ell^*y\lambda^{2+N}/a_0^2, & n^*y\lambda^{2+N}/a_0^2, & y\lambda^N, & 1 \end{pmatrix}. \quad (13)$$

ここで M, N は任意の自然数, w, y は任意の1のオーダーの大きさをもつ数である。

しかるに、これまでの実験事実から第3世代までの部分に対して Wolfenstein パラメトリゼーションを λ の巾において正しいとみなせば、 $l=0$ を要し、その場合例えば $\tilde{V}_{4,1}^{(4)}$ に対しては λ の高次の項をとらねばならず、 $\tilde{V}_{4,1}^{(4)} \sim O(\lambda^{7+2N})$ となることが示される。このようにして得られた $\tilde{V}_{KM}^{(4)}$ は、第4行と第4列に関する対称性の点でやや不自然な好ましくない形をしている。

そこで次に(11), (12)の形によらない別の解を求めてみよう。3次の摂動に対する次のような一般的な形から出発する。

$$(UV)^*(\lambda^3 M_{3(Q)})UV \equiv M_{3(Q)}'' = \begin{pmatrix} 0 & a' & b' & c' \\ a'^* & 0 & d' & f' \\ b'^* & d'^* & 0 & g' \\ c'^* & f'^* & g'^* & 0 \end{pmatrix}. \quad (14)$$

固有値方程式は

$$\det(M_{(2)}' + M_{3(Q)}'' - \eta I^{(4)}) = \begin{vmatrix} \eta_1' - \eta & a' & b' & c' \\ a'^* & \eta_2' - \eta & d' & f' \\ b'^* & d'^* & \eta_3' - \eta & g' \\ c'^* & f'^* & g'^* & \eta_4' - \eta \end{vmatrix} = 0 \quad (15)$$

であるが、この厳密解を論ずるのは複雑で困難であるので、以下のようにして近似解を求め論ずる。即ち、上記の固有値方程式(15)は、最初に仮定した質量ヒエラルキーから、次の方程式と近似的に一致すべきである。($O(|\alpha|) \sim 1$, $O(|\beta|, |\gamma|, |\delta|) \lesssim 1$ とする。)

$$(\eta - \eta_1' - \alpha\lambda^r)(\eta - \eta_2' - \beta\lambda^r)(\eta - \eta_3' - \gamma\lambda^r)(\eta - \eta_4' - \delta\lambda^r) = 0, \\ r = \begin{cases} 8 & (Q = 2/3), \\ 6 & (Q = -1/3). \end{cases} \quad (16)$$

この条件から、 η の各巾の係数の比較によって Q の各々の値に対して各々4個ずつの関係式を得る。 $Q = 2/3$ 即ちアップ・クォーク (u, c, t, a) に対して、それらは λ^8 のオーダーまでで次のように与えられる。

$$\alpha + \beta + \gamma + \delta = 0, \quad (17a)$$

$$\begin{aligned}
& [(\beta+\gamma+\delta)\eta'_1+(\gamma+\delta+\alpha)\eta'_2+(\delta+\alpha+\beta)\eta'_3+(\alpha+\beta+\gamma)\eta'_4]\lambda^8 \\
& \cong -(a_0^2+b_0^2+c_0^2+d_0^2+f_0^2+g_0^2), \\
& \text{etc.}
\end{aligned} \tag{17b}$$

ここに具体的に示された以外の残りの 2 式は付録に示されている。これらの関係から、 η'_i の具体的な値 (9b) を考慮して、 $M''_{3(2/3)}$ の要素に関して次の諸条件が導かれる。

$$(1) \quad c'_0, d'_0, f'_0, g'_0 \sim O(\lambda^k), \quad (k \geq 4),$$

ここで $\delta \neq 0$ である限り $c'_0 \sim g'_0$ のうち少くとも 1 つは $O(\lambda^4)$ でなければならない。

$$(2) \quad a'_0 \sim O(\lambda^k), \quad (k \geq 6); \quad b'_0 \sim O(\lambda^m), \quad (m \geq 5),$$

但し, “ $a'_0 \sim O(\lambda^k), (k > 6)$ 且つ $b'_0 \sim O(\lambda^m), (m > 5)$ ” は除外される。

$$(3) \quad \alpha + \gamma \cong 0 \text{ ならば, } d'_0 \sim O(\lambda^m), (m \geq 5); \quad \alpha + \gamma \neq 0 \text{ ならば, } d'_0 \sim O(\lambda^4).$$

これらの条件から、第 3 の摂動として、 λ の 6 次以下で λ の巾の小さいものからとると、次のような形が見出される。(ただし λ の巾のみ記す。)

$$\begin{pmatrix} 0 & \lambda^6 & \lambda^5 & \lambda^4 \\ \lambda^6 & 0 & \lambda^4 & \lambda^4 \\ \lambda^5 & \lambda^4 & 0 & \lambda^4 \\ \lambda^4 & \lambda^4 & \lambda^4 & 0 \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} 0 & \lambda^6 & \lambda^5 & \lambda^4 \\ \lambda^6 & 0 & \lambda^5 & \lambda^4 \\ \lambda^5 & \lambda^5 & 0 & \lambda^4 \\ \lambda^4 & \lambda^4 & \lambda^4 & 0 \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} 0 & \lambda^6 & \lambda^5 & \lambda^5 \\ \lambda^6 & 0 & \lambda^4 & \lambda^4 \\ \lambda^5 & \lambda^4 & 0 & \lambda^4 \\ \lambda^5 & \lambda^4 & \lambda^4 & 0 \end{pmatrix}. \tag{18}$$

$Q = -1/3$ のダウン・クォークに対しても、同様な議論が展開され、その結果としてダウン・クォークに対する第 3 の摂動の形としては、(18) 式で λ の巾を全て 1 ずつ減らしたものが得られる。

ここで得られた各 3 種類の第 3 摂動の形全てについて計算を行なった結果は、拡張された KM 行列として最も好ましい形を導くのは、Rosen の与えた 3 次元の場合の第 2 摂動の 4 次元への最も素直な拡張とみなされる次の場合である。

$$M''_{3(2/3)} = \begin{pmatrix} 0 & s\lambda^6 & t\lambda^5 & u\lambda^4 \\ s^*\lambda^6 & 0 & v\lambda^5 & w\lambda^4 \\ t^*\lambda^5 & v^*\lambda^5 & 0 & y\lambda^4 \\ u^*\lambda^4 & w^*\lambda^4 & y^*\lambda^4 & 0 \end{pmatrix}, \tag{19}$$

$$M''_{3(-1/3)} = \begin{pmatrix} 0 & s'\lambda^5 & t'\lambda^4 & u'\lambda^3 \\ s'^*\lambda^5 & 0 & v'\lambda^4 & w'\lambda^3 \\ t'^*\lambda^4 & v'^*\lambda^4 & 0 & y'\lambda^3 \\ u'^*\lambda^3 & w'^*\lambda^3 & y'^*\lambda^3 & 0 \end{pmatrix}. \tag{20}$$

ここで、パラメーター (s, t, u, v, w, y) 及び (s', t', u', v', w', y') は全てオーダー 1 である。(但し、これらの中には 0 の値をもつものが含まれることが可能である。) $M''_{(2)} + M''_{3(Q)}$ の固有値問題の解は、次のように求められる。まず $Q=2/3$ に対して、固有値は

$$W_{(2/3)}^\dagger (M''_{(2)} + M''_{3(2/3)}) W_{(2/3)} = \begin{pmatrix} \xi_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \xi_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \xi_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \xi_4 \end{pmatrix}, \tag{21a}$$

$$\xi_1 = \left(-\frac{s_0^2}{A} + \frac{t_0^2}{a_0^2} - u_0^2 \right) \lambda^8,$$

$$\xi_2 = A\lambda^4 - (u_0^2 + w_0^2 + y_0^2) \lambda^8,$$

$$\xi_3 = -a_0^2 \lambda^2 - B\lambda^4 + \left(\frac{s_0^2}{A} - \frac{t_0^2}{a_0^2} + u_0^2 \right) \lambda^8,$$

$$\xi_4 = 1 + a_0^2 \lambda^2 + (B - A) \lambda^4 + (u_0^2 + w_0^2 + y_0^2) \lambda^8, \tag{21b}$$

$$A \equiv q_0^2/a_0^2 - p_0^2, \quad B \equiv q_0^2/a_0^2 + r_0^2,$$

対角化行列は

$$W_{(2/3)} = \begin{pmatrix} 1 & s\lambda^2/A & -t\lambda^3/a_0^2 & u\lambda^4 \\ -s^*\lambda^2/A & 1 & -v\lambda^3/a_0^2 & w\lambda^4 \\ t^*\lambda^3/a_0^2 & v^*\lambda^3/a_0^2 & 1 & y\lambda^4 \\ -u^*\lambda^4 & C_1\lambda^4 & C_2\lambda^4 & 1 \end{pmatrix}, \quad (22)$$

$$C_1 = -[a_0^2 s_0^2 + A a_0^2 (u_0^2 + w_0^2 + y_0^2) + A v_0^2]/A a_0^2 w,$$

$$C_2 = [(s_0^2/A + u_0^2) a_0^2 + v_0^2]/a_0^2 y.$$

$Q = -1/3$ に対しては,

$$W_{(-1/3)}^\dagger (M_{(2)}'' + M_{3(-1/3)}'') W_{(-1/3)} = \begin{pmatrix} \sigma_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \sigma_4 \end{pmatrix}, \quad (23a)$$

$$\sigma_1 = \left(-\frac{s_0'^2}{A} + \frac{t_0'^2}{a_0^2} - u_0'^2 \right) \lambda^6,$$

$$\sigma_2 = A \lambda^4 - (u_0'^2 + w_0'^2 + y_0'^2) \lambda^6,$$

$$\sigma_3 = -a_0^2 \lambda^2 - B \lambda^4 + \left(\frac{s_0'^2}{A} - \frac{t_0'^2}{a_0^2} + u_0'^2 \right) \lambda^6,$$

$$\sigma_4 = 1 + a_0^2 \lambda^2 + (B - A) \lambda^4 + (u_0'^2 + w_0'^2 + y_0'^2) \lambda^6 \quad (23b)$$

及び

$$W_{(-1/3)} = \begin{pmatrix} 1 - \left(\frac{s_0'}{A} \right)^2 \lambda^2 & \frac{s_0'}{A} \lambda & -\frac{t_0'}{a_0^2} \lambda^2 & u' \lambda^3 \\ -\frac{s_0'^*}{A} \lambda & 1 - \left(\frac{s_0'}{A} \right)^2 \lambda^2 & -\frac{v_0'}{a_0^2} \lambda^2 & w' \lambda^3 \\ \frac{t_0'^*}{a_0^2} \lambda^2 & \frac{v_0'^*}{a_0^2} \lambda^2 & 1 & y' \lambda^3 \\ -u'^* \lambda^3 & C_1' \lambda^3 & C_2' \lambda^3 & 1 \end{pmatrix}, \quad (24)$$

$$C_i \equiv C_i \Big|_{(s, u, v, w, y) \rightarrow (s', u', v', w', y')}$$

である。

式(22)と(24)において、パラメーター s, s' etc. を適当に選ぶことにより、 $C_1 = -w^*, C_2 = -y^*, C_1' = -w'^*, C_2' = -y'^*$ ととることが出来ることに注意しよう。

今や、拡張されたKM行列は容易に求めることが出来る。質量固有状態 $X'(Q) \equiv (q_1', q_2', q_3', q_4')_Q$ と弱い相互作用のフレーバー固有状態 $X(Q) \equiv (q_1, q_2, q_3, q_4)_Q$ は

$$X'(Q) = (UVW_{(Q)})^\dagger X(Q) \quad (25)$$

によって結ばれているから、弱い相互作用のクォーク・カレント

$$\begin{aligned} J_\mu &= \overline{X}(2/3) \gamma_\mu (1 + \gamma_5) V_{KM}^{(4)} X'(-1/3) \\ &= \overline{X}(2/3) \gamma_\mu (1 + \gamma_5) X(-1/3) \end{aligned} \quad (26)$$

によって示されるクォーク混合行列、即ち4次元のKM行列 $V_{KM}^{(4)}$ は、次式によって与えられる。

$$\begin{aligned} V_{KM}^{(4)} &= (UVW_{(2/3)})^\dagger (UVW_{(-1/3)}) \\ &= (W_{(2/3)})^\dagger W_{(-1/3)}. \end{aligned} \quad (27)$$

式(22)と(24)により、我々は4世代が存在する場合に拡張されたクォーク混合行列として最終的に次の形を得る。

$$V_{\text{KM}}^{(4)} = V_0^{(4)} + V_1^{(4)}, \quad (28a)$$

$$V_0^{(4)} \equiv \begin{pmatrix} 1 - \left(\frac{s'_0}{A}\right)^2 \lambda^2 & \frac{s'}{A} \lambda & -\frac{t'}{a_0^2} \lambda^2 & u' \lambda^3 \\ -\frac{s'^*}{A} \lambda & 1 - \left(\frac{s'_0}{A}\right)^2 \lambda^2 & -\frac{v'}{a_0^2} \lambda^2 & w' \lambda^3 \\ \frac{t'^*}{a_0^2} \lambda^2 & \frac{v'^*}{a_0^2} \lambda^2 & 1 & y' \lambda^3 \\ -u'^* \lambda^3 & C_1' \lambda^3 & C_2' \lambda^3 & 1 \end{pmatrix}, \quad (28b)$$

$$V_1^{(4)} \equiv \begin{pmatrix} \frac{(ss')^*}{A^2} \lambda^3 + O(\lambda^5), & -\frac{s^*}{A} \lambda^2 + O(\lambda^4), & \frac{t^*}{a_0^2} \lambda^3 + O(\lambda^4), & -u^* \lambda^4 + O(\lambda^5) \\ \frac{s}{A} \lambda^2 + O(\lambda^4), & \frac{ss'}{A^2} \lambda^3 + O(\lambda^5), & \frac{v^*}{a_0^2} \lambda^3 + O(\lambda^4), & C_1 \lambda^4 + O(\lambda^5) \\ -\frac{t}{a_0^2} \lambda^3 + O(\lambda^4), & -\frac{v}{a_0^2} \lambda^3 + O(\lambda^4), & \frac{tt' + vv'}{a_0^4} \lambda^5 + O(\lambda^7), & C_2 \lambda^4 + O(\lambda^6) \\ u \lambda^4 + O(\lambda^5), & w \lambda^4 + O(\lambda^5), & y \lambda^4 + O(\lambda^6), & (uu' + ww' + yy') \lambda^7 \end{pmatrix}. \quad (28c)$$

各行列要素において λ の最低巾まで (対角要素は λ の 2 次まで) で示された 4 次元 KM 行列 $V_0^{(4)}$ は, UV の積で変換された基底においてダウン・クォークの質量行列を対角化する行列 $W_{(-1/3)}$ に等しい。我々の $V_{\text{KM}}^{(4)}$ が λ^3 のオーダーまでにおいて 3 世代までの Wolfenstein 形(1) を含むには, $t' = s = v = 0$ ととる必要がある。

§ 3 ま と め

我々の得た $V_{\text{KM}}^{(4)}$ は, 対称性において美しい形をもつという点で, 先に示した(13)式の $\tilde{V}_{\text{KM}}^{(4)}$ よりも, 3 世代標準モデルでの Wolfenstein 形 KM 行列の 4 世代への拡張として, より妥当な解とみなせるであろう。ここで得られた解は, 第 4 列の λ の巾のパターンとして, 著者らが第 4 世代クォークの CP の破れへの影響の研究⁷⁾の際に考慮した幾つかの代表的パターンの中に, その一つとして含まれている。そこで考慮された他のパターンが, $k=2$ の場合の質量ヒエラルキー(3)から Rosen 流導出で得られる可能な解になっているかどうかは慎重な検討を要し, 課題として残されている。 $k=2$ 以外の値に対して調べることも必要である。

我々の得た行列は, 異なる理論的観点から他の人々の提案している 4 次元行列と λ の巾において必ずしも一致しないが, 例えば Harari と Leurer⁸⁾ が提案しているように世代間の距離に比例する巾で混合が小さくなる, 即ち, 彼等のパラメトリゼーションを λ の巾にあてはめれば第 4 列 (第 4 行も同様) は上から $(\lambda^3, \lambda^2, \lambda, 1)$ となる, とする形とは全く異なっている。第 4 世代が存在するとすれば, 第 4 世代のクォークが直接関与する実験によつての混合行列の要素の確定が重要であるが, とりあえず第 3 世代までの部分の行列要素がより精密に実験的に確定されることが拡張された KM 行列を決定する上でも重要であり, 実験の進展が期待される。

最後に, いろいろ議論して頂いた若泉誠一氏, 谷本盛光氏, 名島隆一氏に感謝します。

付 録

(17) 式で省略された2つの条件式：

$$\begin{aligned}
& -[(\eta'_2\eta'_3 + \eta'_3\eta'_4 + \eta'_4\eta'_2)\alpha + (\eta'_1\eta'_3 + \eta'_3\eta'_4 + \eta'_4\eta'_1)\beta + (\eta'_1\eta'_2 + \eta'_2\eta'_4 + \eta'_4\eta'_1)\gamma \\
& + (\eta'_1\eta'_2 + \eta'_2\eta'_3 + \eta'_3\eta'_1)\delta]\lambda^8 \cong (d_0'^2 + f_0'^2 + g_0'^2)\eta'_1 + (b_0'^2 + c_0'^2 + g_0'^2)\eta'_2 \\
& + (a_0'^2 + c_0'^2 + f_0'^2)\eta'_3 + (a_0'^2 + b_0'^2 + d_0'^2)\eta'_4 - 2\text{Re}\{d'f'^*g' + b'c'^*g' + a'c'^*f' + a'b'^*d'\},
\end{aligned} \tag{A1}$$

$$\begin{aligned}
& (\alpha\eta'_2\eta'_3\eta'_4 + \beta\eta'_3\eta'_4\eta'_1 + \gamma\eta'_4\eta'_1\eta'_2 + \delta\eta'_1\eta'_2\eta'_3)\lambda^8 \\
& \cong -(a_0'^2\eta'_3\eta'_4 + b_0'^2\eta'_2\eta'_4 + c_0'^2\eta'_2\eta'_3 + d_0'^2\eta'_1\eta'_4 + f_0'^2\eta'_1\eta'_3 + g_0'^2\eta'_1\eta'_2) \\
& + 2\text{Re}\{d'f'^*g'\eta'_1 + b'c'^*g'\eta'_2 + a'c'^*f'\eta'_3 + a'b'^*d'\eta'_4 \\
& - (a'b'^*f'g'^* + a'c'^*d'g' + b'c'^*d'f')\} + a_0^2g_0^2 + b_0^2f_0^2 + c_0^2d_0^2.
\end{aligned} \tag{A2}$$

参考文献

- 1) L. Wolfenstein, Phys. Rev. Lett. 51 (1983), 1945.
- 2) M. Kobayashi and T. Maskawa, Prog. Theor. Phys. 49 (1973), 152.
- 3) Review of Particle Properties, Phys. Lett. 170B (1986), 74.
- 4) S. P. Rosen, Phys. Rev. D31 (1985), 208.
- 5) J. Gasser and H. Leutwyler, Phys. Rep. 87 (1982), 77.
- 6) V. Barger, H. Baer, K. Hagiwara and R.J.N. Phillips, Phys. Rev. D30 (1984), 947.
- 7) T. Hayashi, M. Tanimoto and S. Wakaizumi, Prog. Theor. Phys. 75 (1986), 353.
- 8) H. Harari and M. Leurer, Phys. Lett. 181B (1986), 123.

四球試験における二硫化ベンジルの摩擦特性に及ぼす影響

(機械工学科) 灘 野 宏 正

(機械工学科) 河 野 正 来

Effect of Dibenzyl Disulfide on Frictional Characteristics in Four Ball Tests

Hiromasa NADANO
Masaki KOHNO

To clarify the lubrication mechanism of dibenzyl disulfide additive, experiments were carried out with four ball test rigs. The experimental results are summarized as follows:

1. As the reaction between the rubbing surfaces and the dibenzyl disulfide admixed in the lubricating oil was accelerated at $100 \pm 4^\circ\text{C}$ oil temperature from that at $20 \pm 2^\circ\text{C}$, the wear debris was smoothed, and the diameter of the wear debris increased with increasing content of the disulfide in the oil.
2. The friction coefficient at $100 \pm 4^\circ\text{C}$ was smaller than that at $20 \pm 2^\circ\text{C}$, and the friction coefficient increased with increasing content of the disulfide.
3. The critical load for seizure of the ball at $20 \pm 2^\circ\text{C}$ could not be varied due to the disulfide additives. However, at $100 \pm 4^\circ\text{C}$, the critical load for seizure with increasing content of the disulfide was higher.

1. 緒言

歯車の耐スコーリング性能向上や軸受の負荷能力向上のために、種々の極圧添加剤を混入した潤滑油が使用されている。これら極圧添加剤がしゅう動金属表面で反応して生成された極圧膜の潤滑機構および雰囲気的作用力に与える影響については、四球試験機および二円筒試験機などによりかなり明らかにされている。著者の一人は既にりん酸トリエチルを添加剤とした場合の混合油の耐焼付き機構について、四球試験機を使用して明らかにした。しかしながら、りん化合物は生産廃棄物公害などの問題があるため、りん系添加剤の使用は近年著しく減少した。

本研究では、いおう系添加剤の一種である二硫化ベンジルの鉱油に添加した場合の潤滑油について、四球試験機を使用して、添加剤の添加濃度の違いによる摩擦特性、焼付き強さおよび摩擦面の表面性状の変化を検討し、焼付き強さに及ぼす最適な添加濃度を明らかにした。

2. 実験方法

実験に使用した曾田式四球試験機の略図を図1に示す。運転中における摩擦力の変動は、潤滑油容器の一端に板ばねG(厚さ0.3 mm, 幅10 mm)を接触させて、その変位をひずみ計Hを用いて検出し、ペン書きレコーダIに電圧-時間曲線として記録した。なお、ペン書きレコーダの周波数特性は0~20 Hzである。潤滑油の温度は容器のまわりに装着した環状ヒーターCを自動温度調

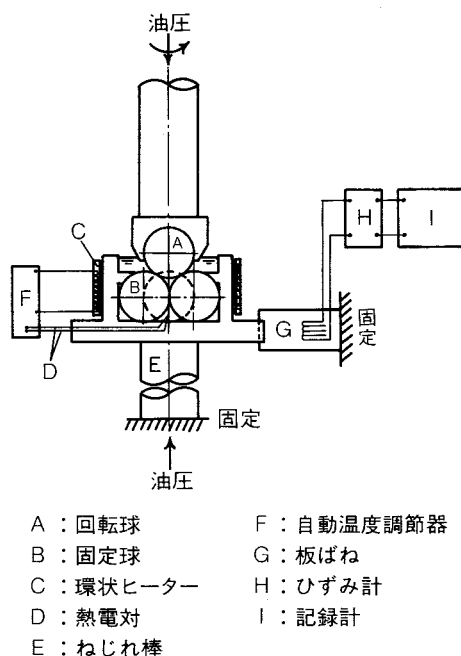


図1 曾田式四球試験機の概略図

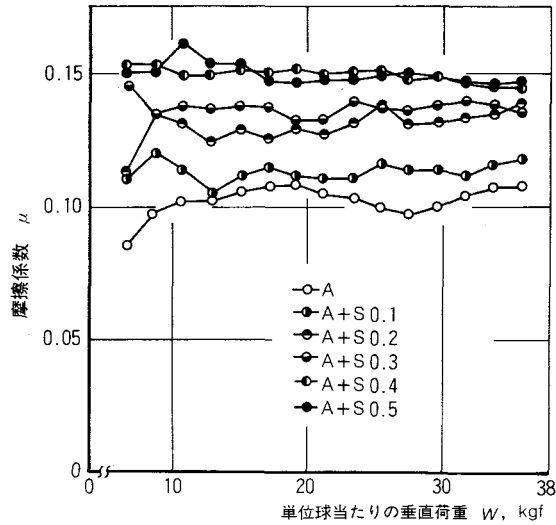
節器Fにより所定の温度に制御した。なお、油温の測定は3個の固定球Bで囲まれた空間のほぼ中央に設置した熱電対Dにより行った。

試験条件としては、すべり速度 $V=17.3 \text{ cm/s}$ (300 rpm), 負荷過程は単位球当たりの垂直荷重 W を約 6.7 kgf から約 2 kgf ずつ 30 s ごとに段階的に上昇させた。この場合、最初の 10 s を荷重上昇区間、残りの 20 s を荷重一定区間とした。基油としては 140 タービン油 (無添加剤) を使用し、これに二硫化ベンジル ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{S}$)₂ の添加剤を全いおう含有量が全量中の 0.1, 0.2, , 0.5 % になるように添加溶解したものを試油として使用し、回転球Aの約 $1/3$ がつかる油浴潤滑の状態で行った。なお、基油 (140 タービン油) のいおう含有量は 0.02 重量%未満であり、添加剤を混合した試油のいおう濃度にはこれを含まない。基油の場合の粘度は 20°C で 200 cSt , 100°C で 9 cSt であり、添加剤の添加濃度の増加に伴って粘度はわずかに減少する。

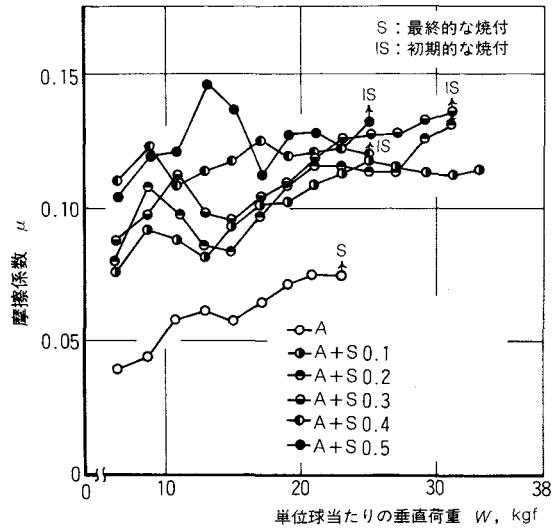
試験球としては、 900°C で焼入れ後、 170°C で焼きもどした市販品を使用した。試験球の直径は 19.05 mm で、材質は SUJ2 の上級鋼球で、最大あらさは約 $0.12 \mu\text{m}$ である。

3. 実験結果および考察

3. 1 摩擦係数 図2は $V=17.3 \text{ cm/s}$, 試油の温度が $20 \pm 2^\circ\text{C}$ の場合におけるいおう添加濃度に伴う摩擦係数と荷重の関係を示す。A 油は基油, A+S 0.1 油は基油に二硫化ベンジルを全いおう含有量が全量中の 0.1% になるように添加溶解した試油を示す。摩擦係数の変化は本実験の範囲内では、各試油とも荷重の大きさには無関係でほぼ一定値を示す。また添加濃度の上昇に伴って摩擦係数は増加する。これらの傾向は焼付き直前の荷重段階まで同様である。


図2 油温 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ における摩擦係数と荷重の関係

同様に、図3は $V=17.3\text{ cm/s}$ 、試油の温度が $100 \pm 4^\circ\text{C}$ の場合の摩擦係数と荷重の関係を示す。図3中、記号ISは初期的な焼付きの発生を表しており、運転の継続が可能な状態を示す。一方、記号Sは最終的な焼付きの発生を表し、運転が不能の状態を示す。最終的な焼付きはISの発生した荷重段階より2～3倍大きな荷重で発生し、しかも、いおうの添加濃度の違いによりその位置はかなり異なる。


図3 油温 $100 \pm 4^\circ\text{C}$ における摩擦係数と荷重の関係

油温が $100 \pm 4^\circ\text{C}$ の場合には、 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ の場合と同様に基油の場合の摩擦係数が最も小さく、いおうの添加濃度の上昇に伴って摩擦係数の増加が認められる。この現象は後述の摩耗こん直径といおう添加濃度の関係からも明らかなように、いおう添加濃度の増加に伴って接触面と試油に添加された極圧添加剤との反応が促進され、接触面上に生成された極圧被膜をせん断するに要する力が増大したものと推定される。また油温が $20 \pm 2^\circ\text{C}$ の場合と比して、 $100 \pm 4^\circ\text{C}$ の場合の摩擦係数は各試油ともかなり小さく現れた。これは油温が低温の場合と比して、高温の場合には接触面と添加剤の反応が著しく促進されるため、接触面上にはなじみ性の良好な極圧被膜が生成されたものと推定できる。

3. 2 摩耗こん 図4は $V=17.3\text{ cm/s}$ 、試油の温度が $20 \pm 2^\circ\text{C}$ の場合における固定球の摩耗こん直径 d と単位球当たりの垂直荷重 W の関係を示す。摩耗こんの測定は $V=17.3\text{ cm/s}$ のもとで、 $W=6.7\text{ kgf}$ 加えて30s間運転した後、荷重を除去し、3個の固定球の摩耗こん直径の平均値（すべり方向に直角方向）を求めた。つぎに、 $W=12.6\text{ kgf}$ の場合には、固定球、回転球および潤滑油をあらたに取り換えて $W=6.7\text{ kgf}$ を加え、2 kgf 間隔に荷重段階をとり、各荷重段階の運転時間を30sとし、 $W=12.6\text{ kgf}$ まで上昇させて30s運転した後、摩耗こん直径を測定した。

摩耗こん直径は荷重の上昇に伴って増大する。またいおう添加濃度の増大に伴って摩耗こん直径の増大が認められるが、この荷重範囲内ではヘルツの接触円直径よりも若干小さく現れる。これは、単位球当たりの垂直荷重が比較的低いために、接触面が運転終了後、弾性回復したものと考えられる。

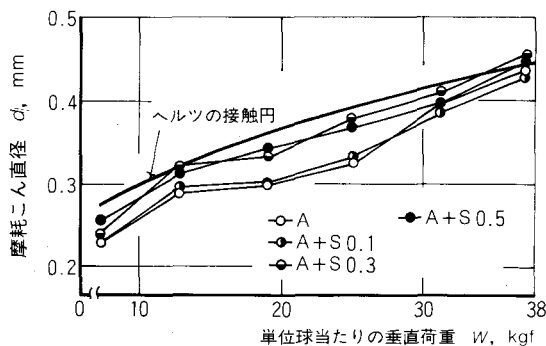


図4 油温 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ における摩耗こん直径と荷重の関係

図5は試油の温度が $100 \pm 4^\circ\text{C}$ の場合における摩耗こん直径と荷重の関係を示す。油温が $100 \pm 4^\circ\text{C}$ の場合では、 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ の場合と比較して摩耗こん直径はかなり大きく、しかも、いおう添加濃度の増大に伴って摩耗が促進され、摩耗こんはしだいに大きくなる。これは、潤滑油に添加されたいおうと金属表面との反応が高温において著しく促進されたものと考えられる。いおう添加濃度が0.4%を超えると、接触面の摩耗が一段と促進されるため、添加濃度の適切な選択が重要となる。

図6は油温が $100 \pm 4^\circ\text{C}$ の場合、単位球当たりの垂直荷重が 37.5 kgf の場合における基油の場合とA+S 0.3油の場合の固定球に生じた摩耗こんの顕微鏡写真を示す。基油の場合には、摩耗こんは小さく、すべり方向に沿って粒状のきずが多数認められ、表面はかなり荒れている。一方、A+S 0.3油の場合では、摩耗こんはかなり大きく、すべり方向に沿った線状のきずが数条認められるが、表面はきわめて滑らかな様相を呈する。

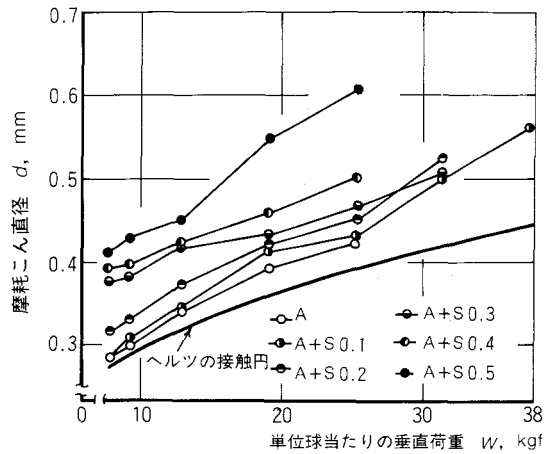
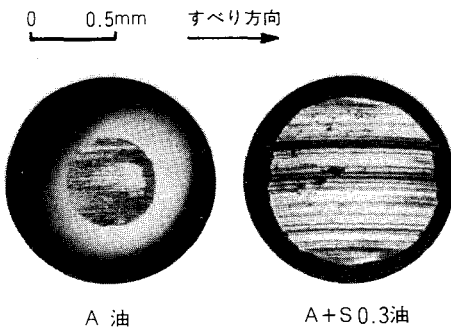
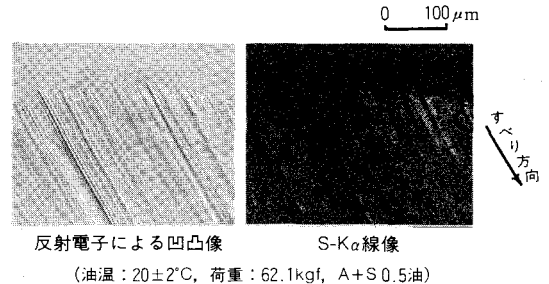

図5 油温 $100 \pm 4^\circ\text{C}$ における摩耗こん直径と荷重の関係

図6 油温 $100 \pm 4^\circ\text{C}$ ，単位球当たりの垂直荷重 37.5kgf における固定球の摩耗こん


図7 XMAによる固定球の摩耗こん観察

一例として、図7に油温が $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 、A+S 0.5 油の場合の固定球に生じた摩耗こんのXMAによる反射電子像および特性X線像を示す。摩耗こん表面の凹凸というの分布はよく一致しており、しゅう動面は二硫化ベンジルと反応し、いおう化合物被膜を形成しているものと考えらる。

3.3 焼付き限界荷重 図8は油温が $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 、 $100 \pm 4^\circ\text{C}$ の場合における各試油の焼付き限界荷重を示す。矢印は摩擦力が大きくなり、ペン書きレコーダの測定域を超えたため、試験機を停止したことを示しており、この荷重では焼付きは発生しない。

油温が $20 \pm 2^\circ\text{C}$ の場合は、各試油とも最終的な焼付き限界荷重を示す。焼付き限界荷重は基油(A 油)の場合が最も大きく、いおうの添加濃度の増大に伴って僅かに低下しており、いおう添加剤の効果は認められない。一方、油温が $100 \pm 4^\circ\text{C}$ の場合では、基油の場合の最終的な焼付き限

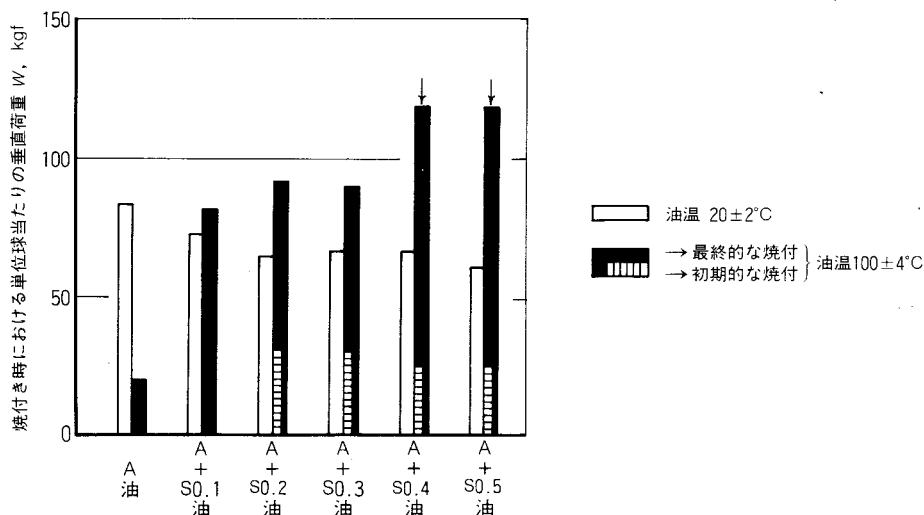


図8 焼付き限界荷重 (矢印：焼付きを発生しない)

界荷重は試油の粘度の低下によりきわめて低い。また、いおう添加濃度が増すにつれて最終的な焼付き限界荷重は増大しており、接触面に生成された化合物被膜により焼付き限界荷重は増大したものと考えられる。いおう添加濃度が0.2%を超えた試油の場合、比較的低い荷重において摩擦力の変動が著しく現れ、摩擦係数が一時的に増大する初期的な焼付きの現象が現れるが、その後、摩擦力の変動は定常状態となり、最終的な焼付きが発生するまでこの状態が持続する。これは、摩擦面上の一部分に軽微な焼付きが発生するが、極圧被膜の生成により摩擦面が保護され、焼付きが摩擦面全域に拡大しないものと考えられる。なお、初期的な焼付き限界荷重はいおう添加濃度に関係で、約25 kgfである。

4. 結言

曾田式四球試験機を使用して、二硫化ベンジルを添加した場合の摩耗こんの観察および摩擦力の測定結果より、つぎのような結論が得られた。

(1) 油温が100±4℃の場合の摩擦係数は20±2℃の場合のそれと比較してかなり小さく、いおう添加濃度の増大に伴って摩擦係数は増大する。

(2) 油温が100±4℃の場合の摩耗こんの大きさは20±2℃の場合のそれと比較してきわめて大きく、いおう添加濃度の増大に伴って摩耗こんの大きさは増大する。これは、油温が高温の場合には試油中の極圧添加剤と接触面との反応が促進され、接触面のなじみ性が向上したものと考えられる。

(3) 油温が20±2℃の場合には、焼付き限界荷重はいおう添加により低下しており、いおう添加剤の効果は認められない。しかしながら、100±4℃の場合では、いおう添加による接触面なじみ性が著しく向上し、添加濃度の増大に伴って、焼付き限界荷重は著しく上昇する。

参考文献

- (1) 灘野・寺内、潤滑、29巻、7号(昭和59年)、522。

形状変化をもつ接触表面の摩擦変形時における挙動

(機械工学科) 野 原 稔

Analysis of Deformation Process on the Contact Zone of Roller with Wavy Surface

Minoru NOHARA

We attempted to obtain the deformation near the contact zone of roller by changing the friction force, the modulus of longitudinal elasticity, the specific sliding and the profile of wavy surface.

The finite element technique was employed in determining the deformation of wavy surface.

§ 1. 緒言

動力伝達用歯車などの機械要素においては、近年、機構の高速高性能化に伴い表面硬化鋼が多く使用される傾向にある。これら表面硬化鋼の面圧強さに関する問題は重要な問題の一つである。

本研究においては、接触面の形状および材質さらに接触面上に作用する摩擦力およびすべり率を変化させることにより、接触面の変形状態を調べた。解析においては、想定した接触面のモデルによる理論解析は困難であるため、有限要素法^{1,2)}を使用した。

§ 2. ハードウェアの構成とその使用方法

図1は計算に使用したハードウェアの構成図を示している。本体は日本電気製のPC-9801 Vmで処理手順の時間削減のため、RAM ボードを装着している。計算の実行にはPC-FORTRAN³⁾を使用しているが、配列およびDATA文等の使用に制約があるため、プログラムをDATA作成用プログラムと実際に計算を行なう実行プログラムの二つに分割した。

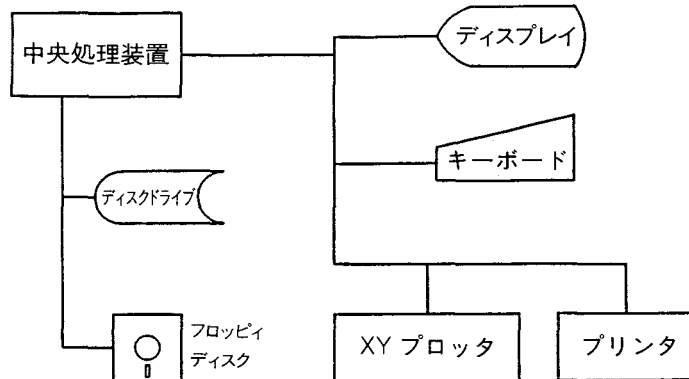


図1 計算に使用したハードウェアの構成

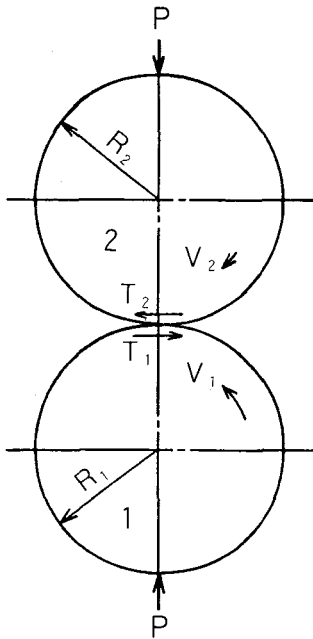


図2 解析モデルの接触状態

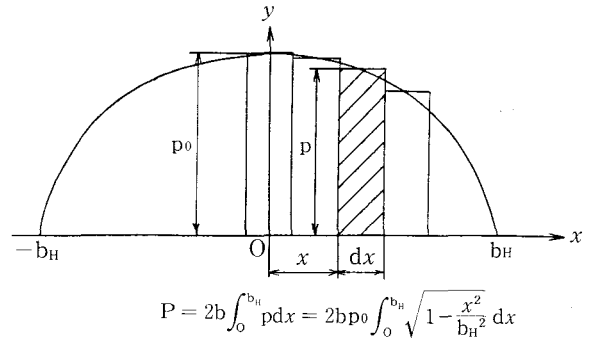


図3 ヘルツの接触圧力の分布状態

§ 3. 解析対称物の寸法決定とその境界条件

本研究においては、図2に示すようなローラ幅 $b=6\text{ mm}$ 、同筒半径 $R=19.5\text{ mm}$ で垂直荷重 P を受けているローラを解析対象に選んだ。解析対象域は横方向の長さをおよそヘルツの接触幅、縦方向の長さをヘルツの接触幅のおよそ $1/2$ 倍とした。接触面上におけるヘルツの圧力分布は図3に示すような楕円分布となり、この楕円分布した圧力を分割し接触面の節点に作用させた。

図2において、ローラ1の回転速度を v_1 、ローラ2の回転速度を v_2 とし $v_1 > v_2$ であるとすれば、ローラ1、2の間にはすべり速度が発生する。いま、すべりの起こらない付着域が接触面の前方に発生すると考えると、^{4,5)} 接触面の摩擦力 T'_1 とは逆向きの付着にともなう摩擦力 T'_1 が付着

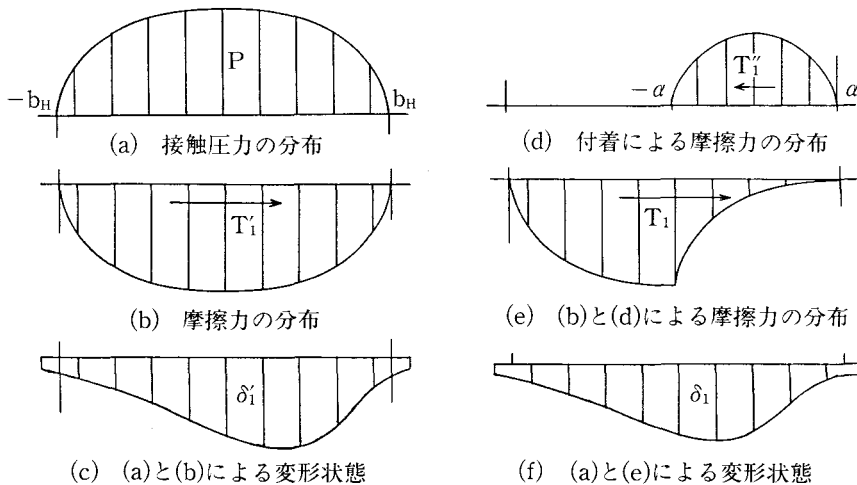
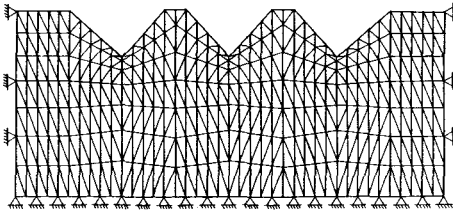


図4 接触圧力および摩擦力が作用した場合の変形状態

領域に発生することになる。図4-aはヘルツの理論にもとづく接触幅 $2b_H$ の圧力分布を、図4-bは接触域での摩擦力 T'_i の分布を示す。図4-cは図4-aと図4-bによる接触面の変形状態を示している。図4-dは付着による接触幅を $2a$ とすると、その領域に作用する摩擦力 T'_i の分布状態を示している。図4-b、図4-dに示すような摩擦力を加算すると、接触面上には $T_i = T'_i + T''_i$ の摩擦力が働き、その分布状態は図4-eに示すようになる。したがって、図4-aに示す圧力分布と図4-eに示す摩擦力の合成により、接触面の変形状態は図4-fに示すようになると考えられる。



§ 4. 解析領域の要素分割

解析領域の要素分割は線形三角形要素を用いて分割を行なった。線形三角形要素は二次元要素の中で最も単純なものであり、これによる領域分割は最も細かい分割とすることができる。分割には自動分割法を用いて行ない、要素の番号付けおよび座標値の読取り違いをなくするようにした。図5は解析領域を自動分割法を使用して分割した分割例を示す。

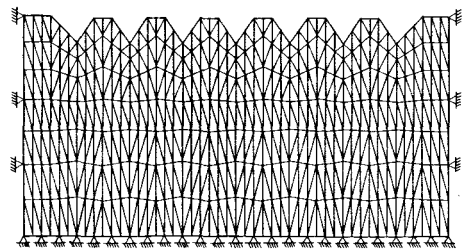
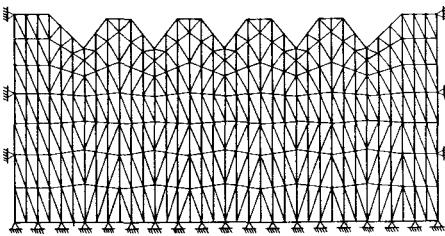


図5 接触面付近の要素分割

§ 5. 解析結果および考察

5-1 異なった表面形状を有する接触面において、接触面の最上部のみに接触圧力を受けた場合の変形状態

図6は、接触面上の形状が異なった場合において、接触面の最上部のみに接触圧力が作用した

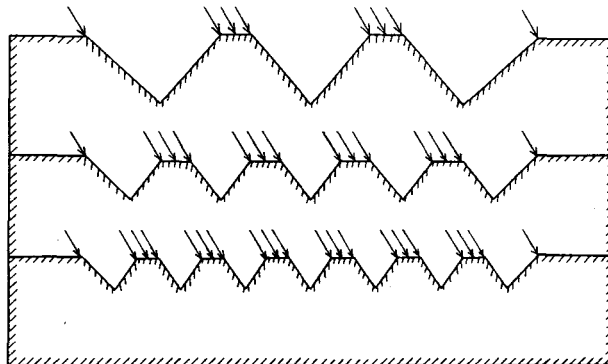


図6 接触圧力の作用状態

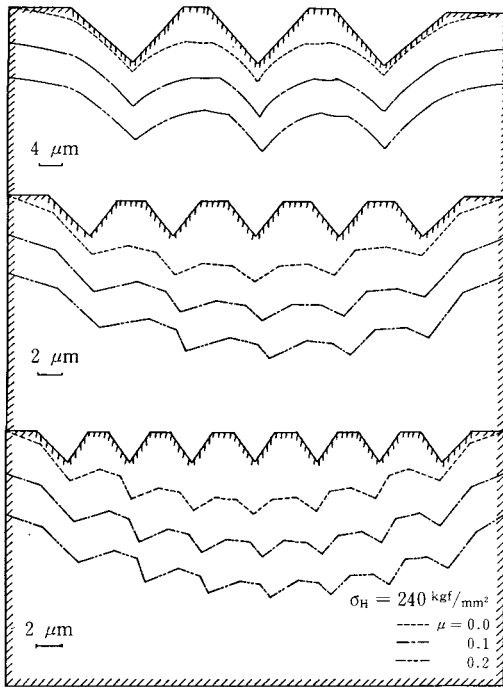
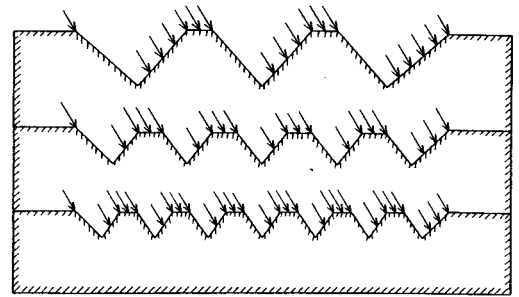
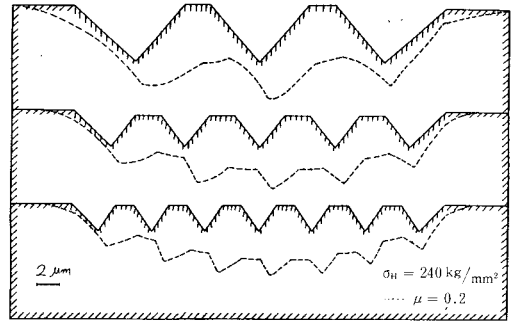


図7 表面形状の異なる場合の変形状態



(a) 接触圧力の作用状態



(b) 表面形状の異なる場合の変形状態

図8 接触圧力の作用状態と接触面の変形状態

状態を示している。図7は、このときの接触面の変形状態を現したものである。図に示すように、接触圧力 $\sigma_H = 240 \text{ kgf/mm}^2$ で一定とし、摩擦係数 μ を 0.0, 0.1 および 0.2 と変化させた場合の摩擦係数の変化による接触面の変形状態は、摩擦係数が大きくなるにしたがって、摩擦力の作用する方向に変形して行くことがわかる。しかしながら、接触面の形状変化による接触面の変形状態に大きな変化は見られない。

5-2 接触面の側面にも接触圧力を受けた場合の変形状態

図8-bは、図8-aに示すように、接触面の最上部のみでなくその側面にも接触圧力が作用した場合の接触圧力 $\sigma_H = 240 \text{ kgf/mm}^2$ 、摩擦係数 $\mu = 0.2$ の条件における接触面の変形状態を示す。同一な接触圧力において、接触面の形状変化が大きい場合を接触面の形状変化の小さい場合と比較すると、形状変化の大きい場合は、側面に作用する接触圧力が大きくなるため、その形状は接触圧力が作用する方向に大きく変形を受けていることがわかる。

5-3 接触面上に縦弾性係数の異なる層を持つ場合の変形状態

図9は、接触圧力 $\sigma_H = 240 \text{ kgf/mm}^2$ 、摩擦係数 $\mu = 0.2$ の条件において、縦弾性係数 $E = 2.1 \times 10^4 \text{ kgf/mm}^2$ からなる接触面と縦弾性係数が下層部 $E = 2.1 \times 10^4 \text{ kgf/mm}^2$ および上層部 $E' = 1.25 \times 10^4 \text{ kgf/mm}^2$ からなる接触面を有する場合における変形状態を示している。図においてわかるように、2種類の縦弾性係数よりなる接触面の変形量は、1種類の縦弾性係数からなる接触面の変形量より大きい。このことは、縦弾性係数の小さい上層部の変形が大きいためと考えられる。

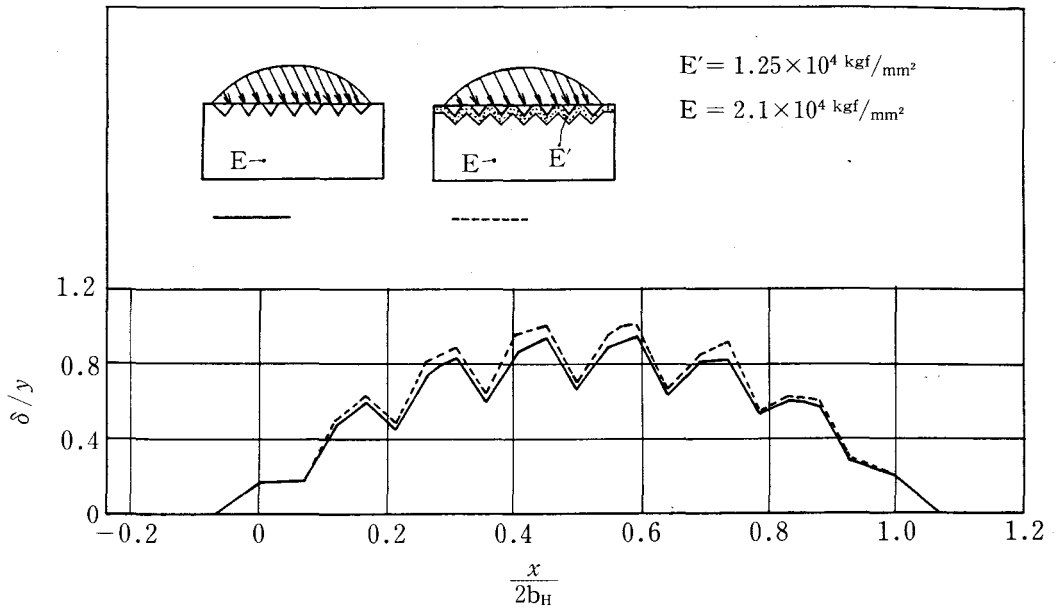


図9 接触面上に縦弾性係数の異なる層を持つ場合の変形量

5-4 すべり率を考慮した場合の接触面の変形量

図10は接触面の形状変化をなくし、完全な平面として解析した場合で、接触圧力 $\sigma_H = 240 \text{ kgf/mm}^2$ 、摩擦係数 $\mu = 0.2$ の条件で、すべり率 $\sigma_1 = 0.2$ および 0.8 とした場合の摩擦力の違いによる接触面の変形状態を示したものである。すべり率 σ_1 を 0.8 と増加した場合、付着域が大きくなるため摩擦力は減少している。このため、すべり率が大きくなると接触面における変形量は小さくなるのがわかる。

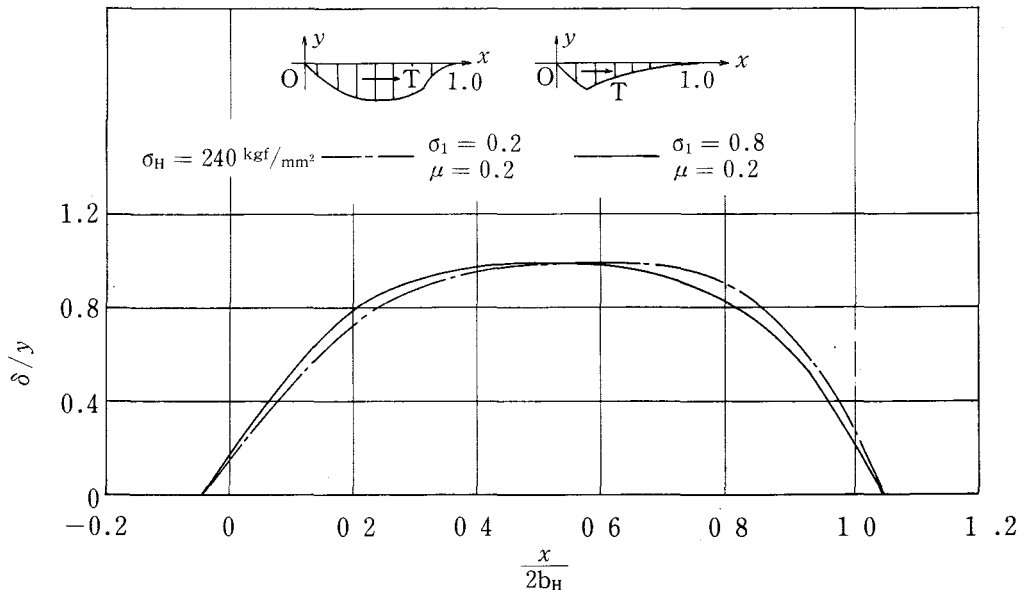


図10 すべり率の変化に対する接触面の変形状態

§ 6. 結言

有限要素法を使用し、表面形状の異なる接触面に対して摩擦係数およびすべり率を変化させ、接触面の変形状態を調べた結果次のようなことがわかった。

1. 摩擦係数が大きくなるにしたがって接触面の変形状態は摩擦力の働く方向にしたいに大きくなる。
2. 縦弾性係数の異なる二つの物体が接合され、縦弾性係数の小さい方の物体が接触面となっている場合、単一の縦弾性係数より形成されている物体より接触面の変形量は大きくなる。
3. 接触面の最上部のみに接触圧力を受ける場合、接触面の形状変化による接触面の変形状態に大きな差は見られない。しかしながら、接触面の最上部のみでなくその側面にも接触圧力を受ける場合、接触部の形状変化の大きい場合ほどその変形状態は異なる。
4. 接触域のはじめに付着域を考慮し、接触面に作用する摩擦力を変化させ接触面の変形量を求めた結果、すべり率が大きくなるにしたがって付着域が増加し、接触面の変形状態が異なることがわかった。

参考文献

1. 三本木茂夫・吉村信敏, 有限要素法による構造解析プログラム, (昭45), 93, 培風館
2. Zinkiewicz, O. C., The Finite Element Method, MacGraw-Hill, (1967).
3. 日本語 PC-FORTRAN ユーザーズマニュアル, (昭60), 日本電気.
4. J.ホーリング著, 松永正久訳, トライボロジ, (昭59), 180, 近代科学社.
5. Jonson, K. L., Contact mechanics, Cambridge University Press, (1985).
6. L. J. Segerland 著, 川井忠彦他3名訳, 応用有限要素法解析, (昭53), 丸善.

ディーゼル機関の燃料噴射特性

(機械工学科) 河 口 勇 治

Fuel Injection Characteristics of Diesel Engine

Yuji KAWAGUCHI

For the analysis of the combustion phenomena of Diesel engine, it is necessary to clarify the fuel injection characteristics.

In a series of our experiments, varying the operative conditions of fuel injection equipments, such as the fuel injection quantity, the rotating speed of cam shaft and the opening pressure of fuel injection valve, we have measured the needle valve lift, the fuel injection rate and the fuel pressure in an injection pipe, and consequently have clarified the injection timing characteristics and the occurrence area of abnormal injection.

1. 緒言

ディーゼル機関の燃料噴射系の役割は燃焼に最適な混合気を燃焼室内に生成することであり、燃焼室にサイクルごとに一定の燃料を供給することが必要である。この燃料噴射の特性は、燃料の着火おくれおよび燃焼に大きな影響を及ぼし、機関の出力、騒音、排気ガス濃度などの機関の性能を決定する重要な要因となり、ディーゼル機関の燃焼を考える場合、燃料噴射特性を明らかにしておかなければならない。

ここでは、ディーゼル機関の燃料噴射装置を使い、燃料噴射量（コントロールラックの変位）、噴射ポンプのカム軸回転数、燃料噴射弁の開弁圧力等の噴射装置の運転条件を変えて実験を行い、噴射弁のニードル弁揚程、燃料噴射率、噴射管内圧力を測定した。それをもとに、燃料噴射時期、異常噴射発生領域等を求めたので、その結果について報告する。

2. 実験装置

実験装置の概略を図1に示す。カム軸③は変速機④を通してモーター⑤によって駆動される。カム軸は噴射ポンプ②を駆動し、燃料は噴射管⑥を通して噴射弁⑨より噴射率計⑪へ噴射される。ノズルのニードル弁揚程は、豆ランプとフォトランジスタを使用した光切断式ニードル弁揚程検出器⑦で測定し、噴射率はボッシュ式噴射率計で測定した。噴射管内の圧力は抵抗線ひずみゲージ⑧を噴射管に貼って測定した。カム軸の回転角度はスリットのある円板をカム軸に取り付け、それと電磁ピックアップ⑩によりパルスを発生させ測定した。①は燃料ビューレット（25 cm³）で、ストップウォッチによって消費時間を測定することにより噴射量を知ることができる。

噴射装置の詳細を図2に示す。カム軸の回転に対するプランジャの揚程、速度の変化を図3に示す。ただし、カム軸角度はプランジャの上昇開始を0°とする。実験では20°～40°の間で燃料噴射が行なわれた。燃料にはA重油を用いた。

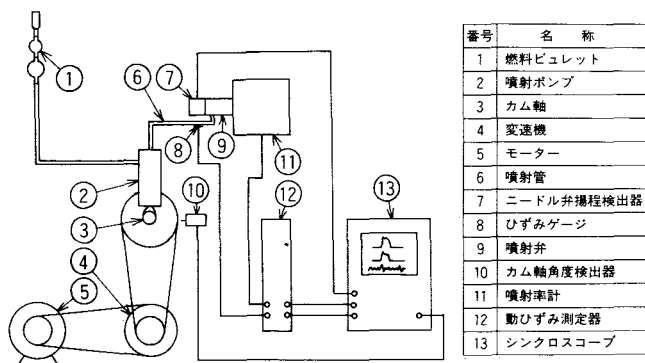


図1 実験装置

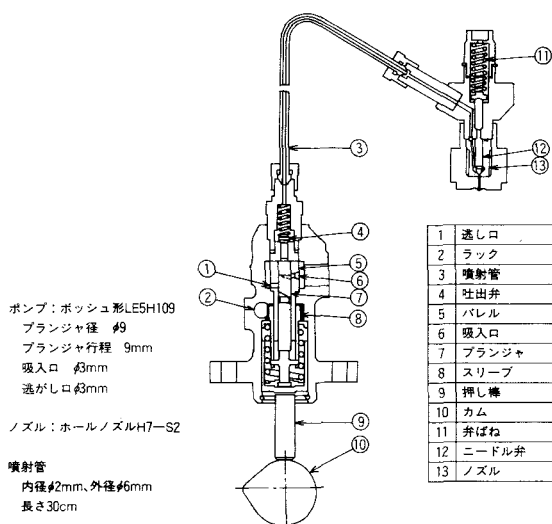


図2 噴射装置

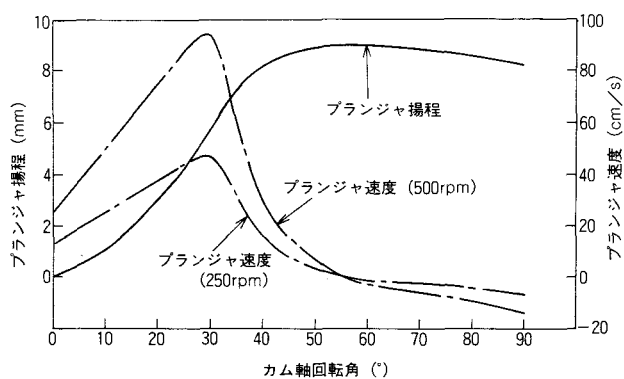


図3 プランジャ揚程, プランジャ速度

ニードル弁揚程測定装置を図4に示す。(a)は検出部でニードル弁に $\phi 2.6\text{ mm}$ の指示棒を取り付けており、指示棒の動きは豆ランプからフォトトランジスタに入光する光量に影響を与え、この光量の変化をフォトトランジスタによって検出するようになっている。(b)は配線図で、フォトトランジスタの抵抗値の変化を電圧信号に直して、シンクロスコープ上に表わすようにしている。

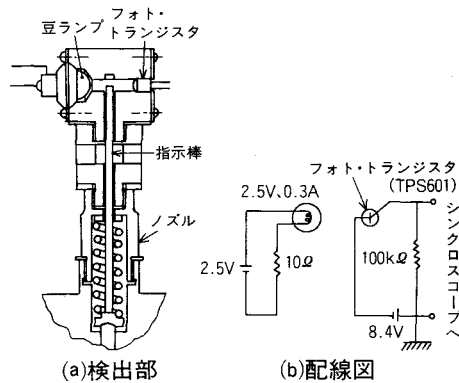


図4 ニードル弁揚程測定装置

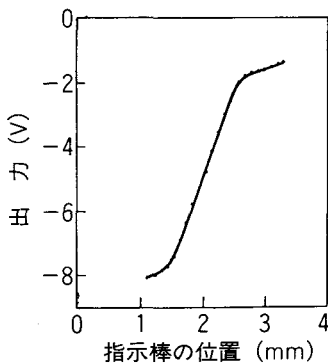


図5 ニードル弁揚程較正線図

図5はニードル弁揚程測定装置の較正曲線である。図に示すように、光軸の中央部では、ニードル弁揚程と出力電圧には直線関係があり、測定は中央部で行なう。

噴射率の測定にはボッシュ式噴射率計を用いた。あらかじめ燃料を満たした細いパイプ中に噴射ノズルから燃料を噴射すれば、噴射率 dq/dt (cm^3/s) は、(1)式によって表わされ、テストパイプ内の圧力を測定すれば噴射率が求まる。測定に使用したボッシュ式噴射率計を図6に示す。テストパイプには内径 $\phi 6\text{ mm}$ 、長さ 7.53 m の鋼管を使用し、その一部を削って抵抗線ひずみゲージを貼ってテストパイプ内の圧力を測定した。また、テストパイプ内の背圧はすべて $15\text{ kgf}/\text{cm}^2$ とした。

$$\frac{dq}{dt} = \frac{f_t}{a \cdot \rho} \cdot p \quad (\text{cm}^3/\text{s}) \quad \cdots (1)$$

f_t : テストパイプの断面積 (cm^2)

a : 油の音速 (cm/s)

ρ : 油の密度 ($\text{kgf} \cdot \text{s}^2/\text{cm}^4$)

p : テストパイプ内の圧力上昇 (kgf/cm^2)

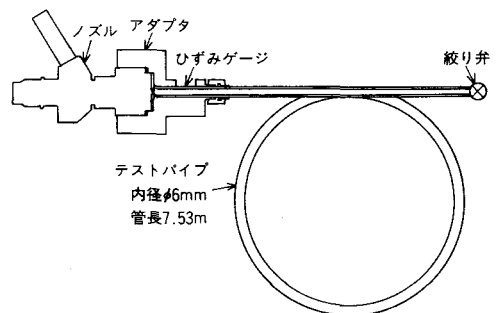


図6 ボッシュ式噴射率計

3. 実験結果および考察

前記の実験装置によって、カム軸回転数、噴射量(ラックの変位)、開弁圧力を表1のように変えて実験を行い、ニードル弁揚程、噴射率、噴射管内圧力を測定した。

表1 実験条件

カム軸回転数 n (rpm)	250、300、350、400、450、500
ラックの変位 R (mm)	6、7、7.5、8、8.5、9.5、10.5、11
開弁圧力 P_0 (kgf/cm ²)	100、150、200、250

3. 1 噴射率波形について

回転数 $n=500$ rpm, 開弁圧力 $p_0=200$ kgf/cm², ラックの変位を $R=7.5, 9.5, 11$ mm と変えた時のニードル弁揚程と噴射率の測定例を図7(a)に示す。(b)はこれらを重ね合わせたものである。 $R=7.5$ mm では不斉噴射を起こしており、サイクルごとの噴射率波形がちがっている。 $R=9.5, 11$ mm では正常噴射であり、ニードル弁はストoppaに当たっている。噴射率波形の面積は1サイクル当りの噴射量を表わしており、ラックの変位を大きくして噴射量を増せば当然のことながら大きくなっている。噴射時期は噴射量が増すほど噴射開始時期は早くなり、噴射終了時期は遅くなっている。これはプランジャの傾斜切欠きの形状によるものである。噴射始めの噴射率波形の形状はいずれの場合もよく似ている。噴射率の最高値および平均噴射率は、噴射量が増すほど少しずつ大きくなっている。

回転数 $n=500$ rpm, ラックの変位 $R=8.5$ mm で開弁圧力を $p_0=100, 200, 250$ kgf/cm² と変えた時の噴射率の測定例を図8(a)に示す。(b)は重ね合わせたものである。開弁圧力が高くなるほど噴射開始時期は遅くなり、噴射終了時期は早くなる。従って噴射期間は短くなる。

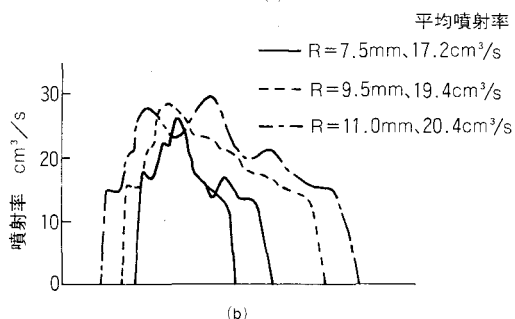
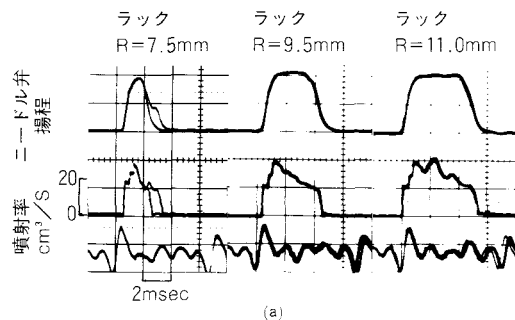


図7 噴射率波形
($n=500$ rpm, $P_0=200$ kgf/cm²)

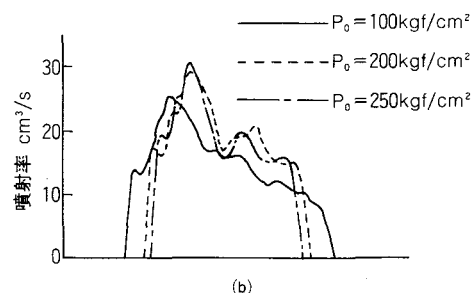
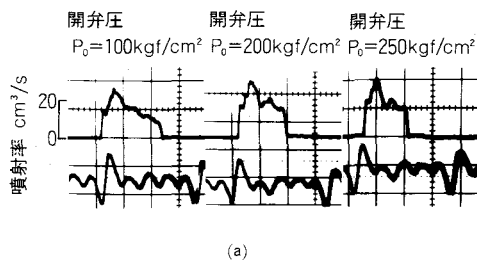


図8 噴射率波形
($n=500$ rpm, $R=8.5$ mm)

3. 2 燃料噴射時期

図9は開弁圧力 $p_0 = 200 \text{ kgf/cm}^2$ において、回転数をパラメータとしてラックの変位と噴射時期との関係を調べた結果である。また、図には幾何学的な吸入口閉じ終り時期、逃し口開き始め時期を示した。これからわかるように $R = 8.8 \text{ mm}$ 以下では、ポンプの有効行程がない。つまり、吸入口あるいは逃し口のどちらかが開いている状態であるから、静的に考えると噴射は行なわれないはずであるが、実際には噴射される。ボッシュ式噴射ポンプでは、吸入口が完全に閉じる前に油の絞り作用によってバレル内の圧力は上昇する。また、逃し口が開き始めても通路面積が小さい内は、燃料の吐出が続けられ、噴射量は有効行程容積より多くなろうとする傾向があるためである。

噴射開始時期 θ_0 は、ラックの変位が大きくなるほど早くなることがわかる。これは、ラックの変位が大きくなるとプランジャが吸入口を閉じる時期が早くなるプランジャ形状をしているからである。また、 θ_0 の曲線は吸入口の閉じ終りの曲線とよく似ている。 θ_0 は回転数の影響をあまり受けない。プランジャが吸入口を閉じてから実際に噴射が始まるまでの噴射遅れは、燃料の圧縮、圧力波の進行、吐出弁やニードル弁の動きなどに要する時間で高回転になるほど大きくなると考えられるが、噴射管が短いことから θ_0 に回転数の影響が出なかったと思われる。

噴射終了時期 θ_e は、ラックの変位が大きくなると遅くなることがわかる。これはラックの変位が大きくなるとプランジャが逃し口を開き始める時期が遅くなるためであるが、 θ_e の曲線は逃し口の開き始めの曲線の傾きより少し大きくなっている。

次に回転数について見てみると、回転数が高くなると θ_e は遅くなることがわかる。逃し口が開き始めてから噴射が終るまでの期間 θ_T は、

① 逃し口が開き始めてからバレル内の圧力が開弁圧力まで下がるための遅れ θ_1

② 閉弁圧力まで下った圧力がノズル側に伝わるのに要する遅れ θ_2

③ ニードル弁が動き始めてから噴射が終るまでの遅れ θ_3

の合計と考えられる。 θ_2 は(2)式によって表わされる。 θ_3 はニードル弁の慣性力によるもので、ニ-

$$\theta_2 = 6n \cdot \frac{L}{a} \cdots (2)$$

ここで n : 回転数 (rpm), a : 油の音速 (m/s)

L : プランジャ室からノズルまでの距離 (m)

ドル弁揚程、噴射率波形から求められる。開弁圧力 $p_0 = 200 \text{ kgf/cm}^2$ 、ラックの変位 $R = 8.5, 9.5, 11 \text{ mm}$ の場合の噴射終了時期と回転数の関係を図10(a)に示す。この図には噴射終了時期と逃し口の開き始めの時期が示してあり、逃し口の開き始めを基準にとると θ_T が求まる。 θ_T を $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ に分けて考えると(b)のようになる。 θ_1 は逃し口の絞り作用によるものであるもので、回転数に比例するものと考えられるが、バレル内の圧力を測定していないので直接には求められない。そこで、 θ_1 を(3)式のように

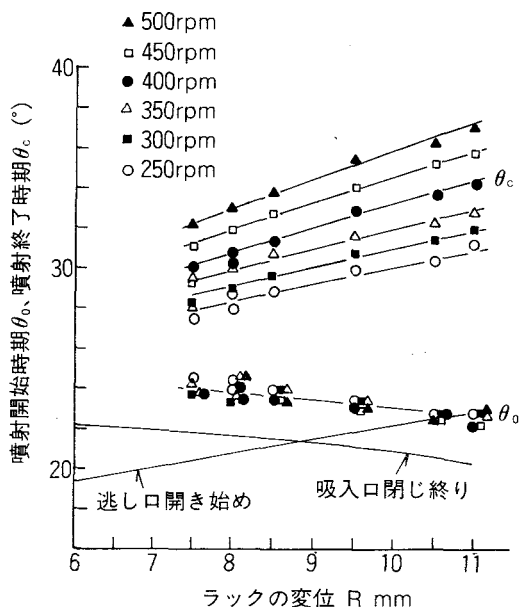
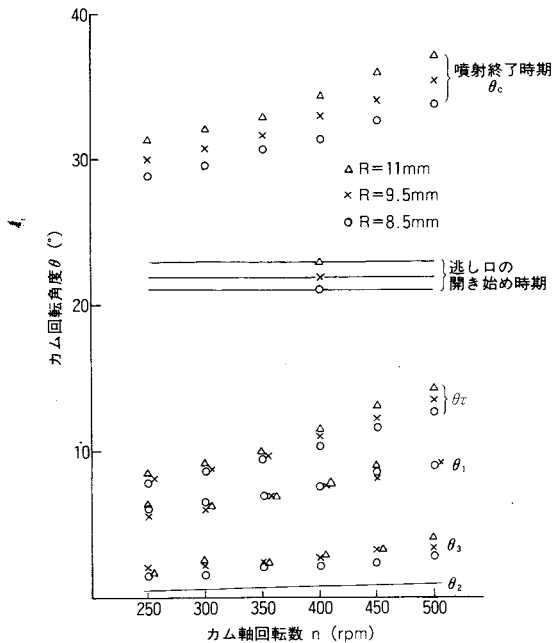


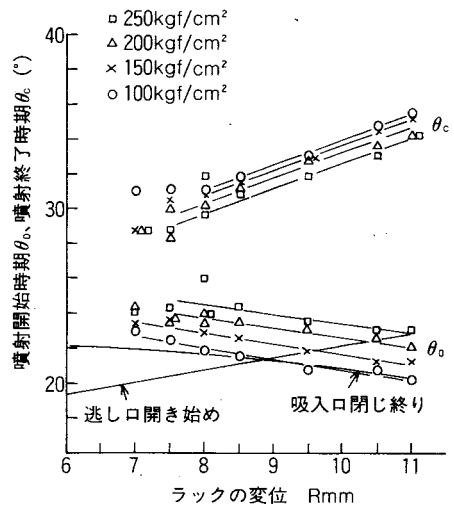
図9 ラックの変位と噴射時期の関係
($P_0 = 200 \text{ kgf/cm}^2$)

図10 噴射終了時期 ($P_0=200\text{kgf/cm}^2$)

$$\theta_1 = \theta_\tau - \theta_2 - \theta_3 \cdots (3)$$

求めた。図のように、 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 のいずれもが回転数の増加と共に大きくなるので、回転数が高くなると θ_τ は大きくなる。

図11は回転数 $n=400\text{rpm}$ において、開弁圧力をパラメータとしてラックの変位と噴射時期との関係を調べた結果である。 θ_c は開弁圧力が大きくなるほど遅くなる。例えばラックの変位 $R=11\text{mm}$ において、 $p_0=200\text{kgf/cm}^2$ は 100kgf/cm^2 より 2° 位遅くなっている。これは開弁圧力が高くなれば、噴射管内の圧力上昇に時間が多くなるためである。また、 θ_c は開弁圧力が大きくなると早くなる。

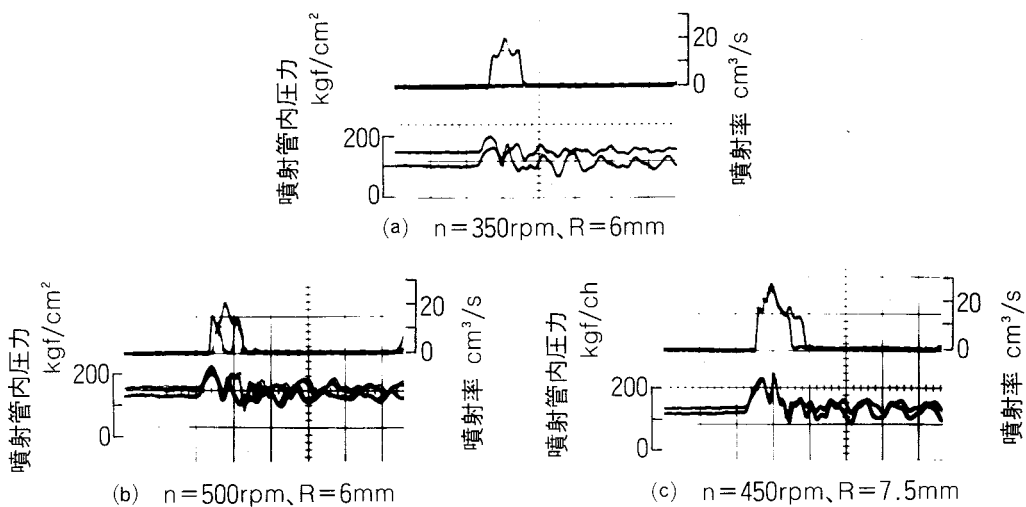
図11 ラックの変位と噴射時期の関係 ($n=400\text{rpm}$)

3.3 異常噴射領域

噴射量や回転数が低い場合、サイクルごとに噴射量が変動する異常噴射が起こる。図12にその例を示す。ここではこれらを間欠噴射、不同噴射、不斉噴射に分類する。間欠噴射とは(a)のように噴射しないサイクルがあるものである。これは1回のプランジャの圧縮によって開弁圧力以上の圧力が得られず、数回の圧縮によって始めて開弁圧力以上となり噴射するという状態である。(a)のものは2回に1回の割合で噴射が行なわれ、噴射管内の残留圧力の値は2種類ある。不同噴射とは(b)のように噴射率波形の形が不規則に変化する状態で、各噴射率波形に応じた残留圧力の値が存在する。不斉噴射とは(c)のように2種類の噴射が周期的に交互に繰り返される状態を言う。⁽¹⁾

噴射管への燃料の出入りを考える。⁽¹⁾ある残留圧力 P_{R1} から吐出し始めポンプから噴射管へ Q_{P1} の燃料が送り込まれ、ノズルから Q_{N1} の燃料が噴射され残留圧力が P_{R2} になったとすれば、

$$\frac{V}{E} P_{R1} + Q_{P1} - Q_{N1} = \frac{V}{E} P_{R2} \cdots (4)$$


 図12 異常噴射の波形 ($P_0=200\text{kgf/cm}^2$)

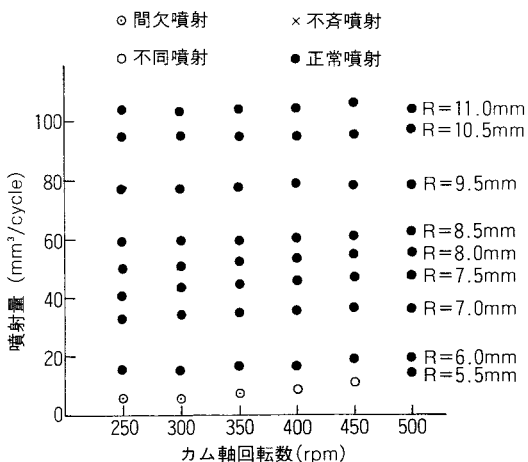
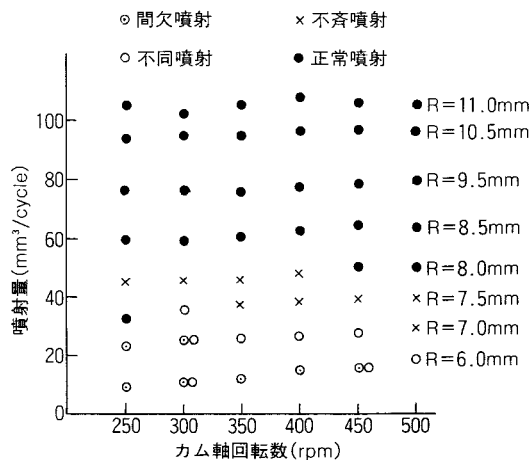
$$\left. \begin{array}{l} \text{正常噴射のとき} \quad P_{R1}=P_{R2}, \quad Q_{P1}=Q_{N1} \\ \text{異常噴射のとき} \quad P_{R1} \neq P_{R2}, \quad Q_{P1} \neq Q_{N1} \end{array} \right\} \dots\dots(5)$$

ここで、 V ：噴射管内の容積 $=4.15\text{ cm}^3$ ， E ：燃料の体積弾性率 $=2.0 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$ となる。異常噴射の場合，さらに次の噴射を考えると

$$\frac{V}{E} P_{R2} + Q_{P2} - Q_{N2} = \frac{V}{E} P_{R3} \dots\dots(4')$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{不斉噴射のとき} \quad P_{R1}=P_{R3}, \quad Q_{P1} - Q_{N1} = Q_{N2} - Q_{P2} \\ \text{不同噴射のとき} \quad P_{R1} \neq P_{R3}, \quad Q_{P1} - Q_{N1} \neq Q_{N2} - Q_{P2} \end{array} \right\} \dots\dots(6)$$

となる。


 図13 異常噴射の発生領域 ($P_0=100\text{kgf/cm}^2$)

 図14 異常噴射の発生領域 ($P_0=200\text{kgf/cm}^2$)

開弁圧力 $p_0 = 100, 200, 250 \text{ kgf/cm}^2$ における異常噴射の発生状況を図13~15に示す。これらの図はラックの変位をパラメータに噴射量とカム軸回転数の関係として表示したものである。また、 $\odot\odot$ と示してあるのは間欠噴射と不同噴射が同時に生じていることを示している。

これらの図より、間欠噴射は噴射量が少ない時に発生することがわかる。開弁圧力と開弁圧力のちがいがから、ニードル弁は開いたら少なくともある量まで噴射しないと弁が閉じない。言い換え

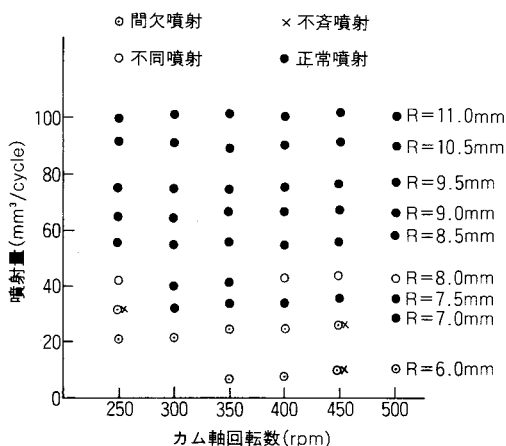


図15 異常噴射の発生領域 ($P_0 = 250 \text{ kgf/cm}^2$)

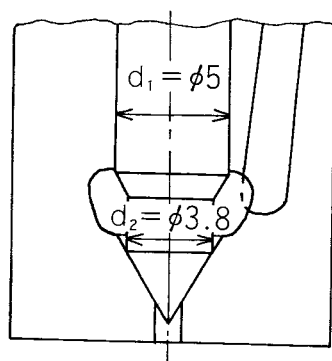


図16 噴射ノズル形状

れば、最小噴射量だけたまらないと噴射が起こらないということである。ニードル弁の記号を図16のようにし、開弁圧力を p_0 とすると最小噴射量⁽²⁾ ΔV_{\min} は(7)式で表わされる。したがって、サイクル当りの噴射量が(7)式で計算される最小噴射量

$$\Delta V_{\min} = \frac{V}{E} \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 \cdot p_0 \cdots \cdots (7)$$

以下になると間欠噴射は発生すると考えられる。開弁圧力が高くなると間欠噴射の発生領域は広がる。 $p_0 = 100, 200, 250 \text{ kgf/cm}^2$ として ΔV_{\min} を(7)式で計算してみると、それぞれ $12 \text{ mm}^3, 24 \text{ mm}^3, 30 \text{ mm}^3$ となり、これらの数値は実験結果とよく一致している。回転数が高くなると間欠噴射は生じにくくなる。吸入口、逃し口の絞り作用は回転数が高くなると大きくなるため、ラックの変位が一定でも回転数が増せば噴射量が増加するために間欠噴射は発生しにくくなると思われる。

図13~15より、不斉噴射は開弁圧力 p_0 が 200 kgf/cm^2 のとき多く発生し、間欠噴射領域と正常噴射領域の間に発生領域が存在することがわかる。

$p_0 = 250 \text{ kgf/cm}^2$ では、 200 kgf/cm^2 のときよりも発生領域は狭くなった。図12(c)の不斉噴射の場合について燃料の出入りを(4)、(4)'式で計算してみる。図より $p_{R1} = 122 \text{ kgf/cm}^2$ 、噴射量の測定値は $Q_{N1} = 29.3 \text{ mm}^3$ 、 $Q_{N2} = 43.8 \text{ mm}^3$ 、これらの値を(4)、(4)'式に入れると $Q_{P1} = 33 \text{ mm}^3$ 、 $Q_{P2} = 40.1 \text{ mm}^3$ となる。これらの関係を表わしたものが図17で

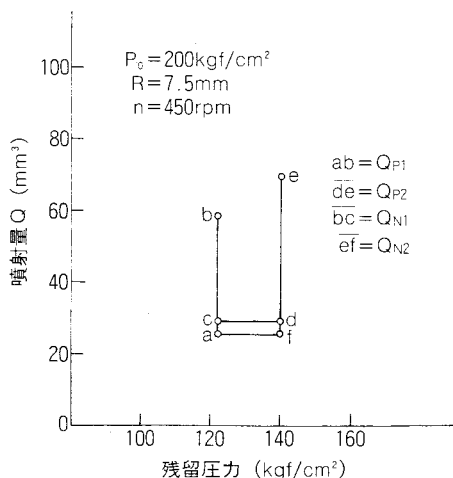


図17 不斉噴射時の残留圧力と噴射量

ある。図 17 を使って不斉噴射の機構を考えてみる。始め噴射管内の圧力は、残留圧力 p_{R1} (a 点) の状態であったが、燃料 Q_{P1} が供給され、管内圧力は上昇し、ノズルから燃料 Q_{N1} が噴射される。しかし、 $Q_{P1} > Q_{N1}$ のため残留圧力は p_{R2} (d 点) に上昇する。つぎにこの状態から燃料 Q_{P2} が供給され、ノズルから燃料 Q_{N2} が噴射される。ここでは、 $Q_{P2} < Q_{N2}$ であるから残留圧力はもとの p_{R2} に戻り、状態は a 点に戻る。これを繰り返しているのが不斉噴射である。

4. 結言

ディーゼル機関の燃料噴射装置によってカム軸回転数、噴射量、開弁圧力を変化させて実験を行ない、噴射率、噴射時期、異常噴射発生領域などの噴射特性を調べた。その結果をまとめると次の通りである。

- (1)幾何学的な有効行程のないラックの変位でも絞り作用によって燃料は噴射される。
- (2)ラックの変位、開弁圧力が一定ならば、回転数が高いほど噴射終了時期は遅くなる。噴射開始時期は回転数の影響をあまり受けない。したがって、回転数が高くなるほどカム軸角度で表わした噴射期間は長くなる。
- (3)回転数、ラックの変位が一定ならば、開弁圧力が高くなるほど噴射開始時期が遅くなり、噴射終了時期が早くなる。つまり、噴射期間が短くなる。
- (4)間欠噴射は噴射量が最小噴射量より少ないときに起こる。また、開弁圧力が高いほど、回転数が低いほど発生しやすい。
- (5)不斉噴射は間欠噴射発生領域と正常噴射領域の間の領域で発生する。

参考文献

- (1)藤平, 日本機械学会論文集, 28—187, (昭 37—5), 609
- (2)長尾, 内燃機関講義上巻, (昭 45), 268, 養賢堂

調光によるハロゲン電球の色温度変化の一補償法

(電気工学科) 原 田 一 彦

A Compensation Method of a Change of Color Temperature of a Tungsten Halogen Lamp by Dimming

Kazuhiko HARADA

Color temperature of a tungsten halogen lamp changes and the way to use a filter in order to correct it has been already reported. This time, as an easier way, a fluorescent lamp is used as a supplement light source.

As the result of an experiment, a lamp for cultivating plants is the most suitable, and the change of color temperature, 700K, can make small to about 180K. Not producing an evel effect on the property of CdS cell, this fluorescent lamp is characteristic of keeping the illumination intensity constant in the region of 1.5m to 4.5m.

§ 1. 諸言

写真やビデオ撮影にハロゲン電球の使用が普及している。これは、一般の白熱電球に比較して、容積が 1/200 と極めて小さいこと、寿命が 2 倍と長く、しかも光束が一定に保たれることなどがその理由である。したがって、移動用、他の機器と併用する場合および照度を一定に保ちたい場合の光源としては、とても便利である。1984 年のフォトキナで、ビデオカメラ用として 300 W ハロゲン電球を使用して、光源やカメラから被写体までの距離が変動しても一定照度が得られる調光装置のついた照明器具が発表され、¹⁾すでに市販品もでている。しかし、この場合、色温度の変化は補償されていない。ハロゲン電球の調光による色温度の変化については、前回に発表した²⁾が、今回は、補助光源として蛍光ランプを併用することにより、市販のビデオカメラ用ハロゲン電球の色温度の変化を補償する方法について考察したので報告する。

§ 2. 色温度の補償法

白熱電球の発光原理より、電圧を変化させての電球の調光には、色温度が変わってくる。すなわち、減光すれば、フィラメント温度と色温度は低下する。この場合、色温度の低下を補償するのに次のような方法が考えられる。

- (1) ランプの前に青色のフィルターを使用する。
- (2) 色温度の違うランプを 2 灯使用する。
- (3) 補助ランプを併用する。
- (4) 小容量のランプを数個使用する。

(1) については、前回発表した²⁾が、調光と共にフィルターを前後させる機構が困難で、また、フィルターを電球に接近させた場合のフィルターの耐熱性を考慮しなければならない。(2)の方法は、被写体が近距離のときは色温度の高いランプを主として使用することになるが、減光すれば色温度が低下するので、補償できる範囲がかなり制限され、照度を一定にすることも困難であ

り、また、2個のランプをコントロールする回路も複雑となる。(4)は、色温度は一定に保たれるが、照度が段階的に変化し、点滅の方法に問題を生ずる。

今回、採用したのは(3)の方法で、補助ランプはハロゲンランプの色温度(3,000 K)よりも高い色温度で、光束も少ないものが必要である。

§ 3. 実験と考察

実験に使用したビデオ用光源は市販されているもので、300 W ハロゲンランプ2個をそれぞれ独立した反射笠に取付けたものである。1個のランプは点滅のみで、もう1個のランプは、トライアックとCdSセルを使用した調光回路で被写体との距離に応じて照度が一定になるよう、自動的に調光ができるようになっている。

実験は暗室で実施し、被写体にはマネキンを採用した。

図1は、調光装置のあるハロゲンランプだけを点灯した特性で、図2は、2灯共点灯して使用したときの特性である。これからわかるように、2灯点灯した場合は、1灯が定格電圧の100 Vで点灯されているので、色温度は一定の3,000 Kに保たれている。したがって、色温度を補償しなければならないのは、図1の1灯だけで調光するときで、約700 Kの色温度の差がある。

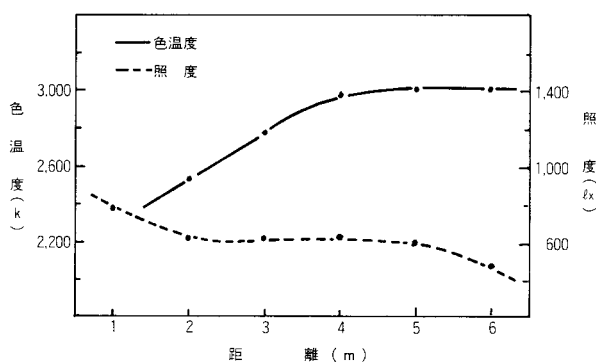


図1 調光用ハロゲンランプ1灯による色温度および照度と距離の関係

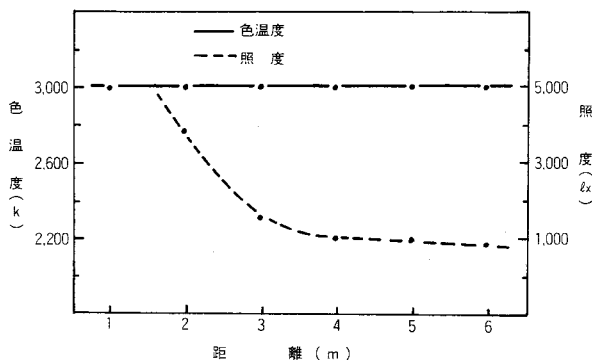


図2 ハロゲンランプを2灯点灯(1灯のみ調光)した場合の色温度および照度と距離の関係

補償用の補助光源としては、前述のようにハロゲンランプよりも色温度が高く、光束が少なく、しかも、被写体からの反射光を検出する CdS セルの特性に影響を与えないものでなければならぬ。これらの条件を考慮して、蛍光ランプを使用することにした。蛍光ランプは種類が多いので、最適のものを選ぶため次の 9 種類のランプを用意した。

- (1) 昼光色
- (2) 白色
- (3) 天然昼光色
- (4) 天然白色
- (5) 天然温白色
- (6) 純天然昼光色
- (7) 純天然白色
- (8) 色評価用純正色
- (9) 植物栽培用

これらの 20 W ランプは、光束不足のため良い結果が得られず、したがって、実際の測定には 40 W ランプを使用した。

色温度の良い昼光色系統のランプは、色温度の補償はかなりでき、700 K の変動の幅を 250 K~300 K の幅にすることができた。しかし、照度変動する傾向がでた。これは、CdS セルの波長特性の影響と考えられる。色温度の低い白色系統ランプは、照度を一定に保つことには影響を及ぼさないが、色温度の補償の幅が 350 K~400 K と大きく不十分であった。色評価用純正色ランプは、色温度が約 250 K の幅にまで補償ができ、照度もかなり一定で良好な特性を示した。

今回の実験で使用したランプでは、植物栽培用ランプによる特性が最も良い結果となった。このランプは図 3 に示すように、赤色光 (600~700 nm) と青色光 (400~500 nm) および近赤外光 (700~800 nm) の放射を多くしたものである³⁾。ことに、近赤外光の放射は白色ランプの約 10 倍である。図 4 は、このランプを補助光とした場合の特性で、色温度が高いからその変動の補償は約 180 K である。また、照度は 1.5 m から 4.5 m の範囲でほぼ一定であり、CdS セルに悪影響を与えていない。この結果は、かなり満足のできるものである。

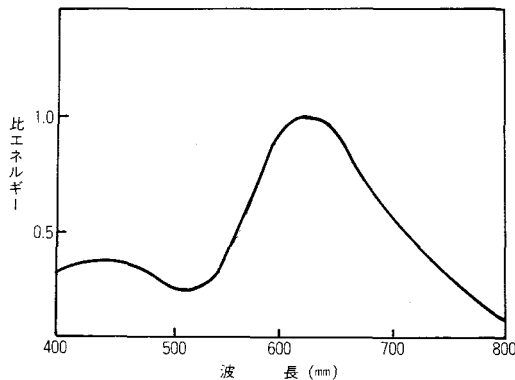


図3 植物栽培用蛍光ランプの分光エネルギー分布曲線

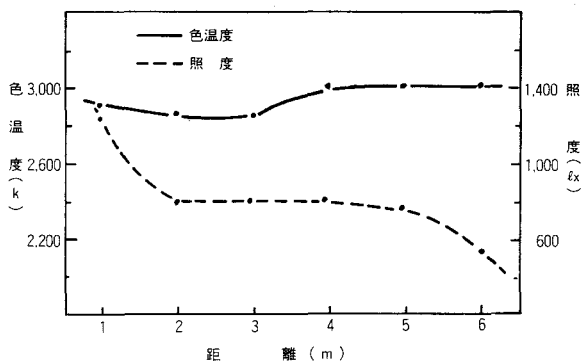


図4 調光用ハロゲンランプ1灯に蛍光ランプを補助光とした場合の色温度および照度と距離の関係

§ 4. 結言

調光によるビデオカメラ用ハロゲンランプの色温度の変化を補償するのに、植物栽培用蛍光ランプを補助光源として併用すれば、かなりの好成績が得られることがわかった。しかし、実用面では問題があり、色温度の高い小形軽量の光源を検討しなければならない。また、これらのランプを併用した状態での撮影結果の吟味も必要である。

最後に、卒業研究として測定に協力していただいた本校19期生田中宏行、門世弘志両君に厚く感謝する。

参考文献

- 1) 倉石 馥：照明学会誌 VOL. 69-8 (昭60) 393
- 2) 原田一彦：呉高専研究報告 VOL. 21-2 (昭61) 27
- 3) NEC ビタルックスランプ資料 No. D41-1

呉高専 FACOM S-3300 システムの概要

(電気工学科) 綿 井 伸 爾

The Outline of FACOM S-3300 System of the Kure National College of Technology

Shinji WATAI

The outline of FACOM S-3300 system is described in this paper. The features of this system are:

- (1) High processing speed by virtue of a 32-bit CPU and a hardware floating-point arithmetic unit;
- (2) Color graphic input/output devices consist of a 21-inch graphic display, a hard-copy printer, a X-Y plotter and a tablet;
- (3) A convenient environment for FORTRAN programming;
- (4) Useful application program packages for CAD and AI.

§ 1 はじめに

5年越しの設置計画が実現し、昭和60年度設備費でカラー・グラフィック・システムとして32ビット・スーパーミニコンピュータ FACOM S-3300 システムが導入された。

昭和61年3月システム搬入を終え、システム調整、システム要員教育を経て試用を開始した。同年6月より、教官研究ならびに電気工学科5年生の卒業研究用として本格的運用を行なっている。

本システムを理解しより有効に利用するために、機種選定の経緯、システムの構成、性能等の概略を述べ参考に供したい。

§ 2 機種選定の経緯

昭和60年度予算でカラー・グラフィック・システムの導入が実現することになり、機種選定委員会が設置され選定を開始した。システムが満足すべき基本的性能として、下記の項目を設定した。

- (1) CPU (データ幅: 32ビット, 処理速度: 1 MIPS 程度)
- (2) 主記憶 (容量: 4 MB 以上, エラー訂正機能: あり)
- (3) 補助記憶装置
 - 磁気ディスク装置 (容量: ユーザー・エリア 80 MB 以上)
 - 磁気テープ装置 (バックアップ用)
 - フロッピーディスク装置 (データ交換用)
- (4) 入力装置
 - グラフィック・タブレット (読取面積: A3 判)

(5) 出力装置

カラー・グラフィック・ディスプレイ

(分解能: 1280×1024 ドット 表示色: 8色以上)

カラーXYプロッタ (作図面積: A3判以上)

プリンタ (漢字, グラフィック・パターン出力可能)

(6) 端末装置 (3台以上)

(7) ソフトウェア

言語 (FORTRAN77, LISP, PASCAL, PROLOG, C, ASSEMBLER)

ユーティリティ (スクリーン・エディタ, シンボリック・デバッグ, XYプロッタ・サポート, 図形処理, 日本語処理)

アプリケーション (科学技術計算, CAD)

また, 次のような基本方針のもとで選定を行なうことにした。

(1) できるだけ多くのメーカーから, マニュアル類を含む詳細な資料の提出を求めて検討する。

(2) 各社提案のシステムについて性能テストを実施し, 比較検討する。

(3) 最終候補を2~3社に絞り, さらに詳細に検討する。

1次候補として, 外国メーカ3社を含む8社を決定し選定を行なった。その中から基本的性能をほぼ満足していた日本電気, 三菱電気, 富士通の3社提案のシステムを最終候補として選んだ。この3社のシステムについては, 実機の見学, 各社システムエンジニアとの意見交換等を行ない比較検討を行なった。その結果, ハードウェアおよびソフトウェアの両方を考慮した総合的性能で優れていた富士通提案のFACOM S-3300システムを選定した。

6年前にカラーグラフィック・システムとして計画したときは, グラフィック機能を重視したエンジニアリング・ワークステーションを想定していた。計画が実現し機種選定を開始すると, かなりの数の端末を接続した科学技術計算用システムとしての性格が強くなり, グラフィック機能についてはやや不十分なシステムとなった。しかしながら, 本校の電子計算機室のシステムが昭和49年に設置されたFACOM 230-28Sであり, 他には16ビット・パーソナルコンピュータしかない現状ではやむを得ないことと思う。既設のシステムでは実行不可能であった大規模な科学技術計算を本システムで実行できるので, より多数のユーザーに有効に利用して頂けるものと考えている。

§3 ハードウェア^{(1), (2)}

図1に本システムの構成を示す。なお, 図1は昭和61年度にシステムの拡張を行ない増設したものを含んでいる。

本体装置

ハードウェア高速演算機構HSPを持ち, データ形式はバイトから4倍長語(128ビット)までである。主記憶は, 多重仮想記憶方式により16MB×256の論理アドレス空間を有している。物理アドレス空間は16MBであるが, 現在7MBを実装している。

磁気ディスク装置

記憶容量256MB, データ転送速度2.46MB/SのF6415Rを4台設置している。総記憶容量は1GBとなる。

磁気テープ装置

記録密度1600RPI, データ転送速度160KB/S(高速)および20KB/S(通常)のF6480Aである。主としてシステム・バックアップ用に使用する。

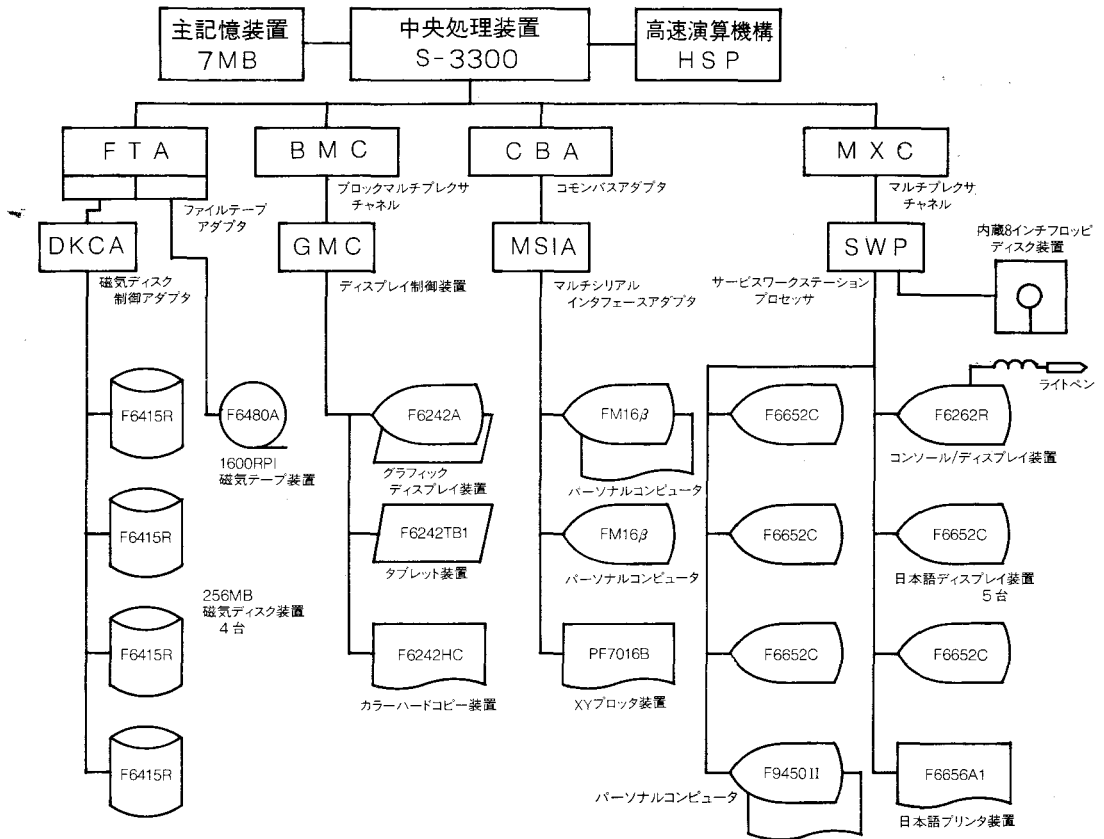


図1 システム構成

フロッピーディスク装置

データ交換用として、8インチ・フロッピーディスク装置1台を本体に内蔵している。

端末装置

コンソール用に F6262R を1台、日本語端末として F6652C を5台設置している。他に、パーソナル・コンピュータ F9450 II を1台、FM16β を2台接続している。後に述べるグラフィック・ディスプレイ装置も日本語端末としての機能を持っているので、使用可能な端末数は10台となる。

プリンタ装置

印字速度 100 行/分のシャトルラインドット方式のビジネス・グラフィック・プリンタ F6656A1 である。印字速度が遅い点など、システム全体の性能のバランスから見て多少問題がある。将来は、日本語ラインプリンタあるいはレーザ・プリンタなどの設置が望まれる。

グラフィック・ディスプレイ装置

20 インチ・カラーCRT を使用した F6242A である。解像度 1024×800 ドット、図形定義空間は 4096×4096 である。図形表示機能としては、ベクトル表示、円・円弧・扇形表示、ドットパターン表示、マーカ表示、グリッド表示、面塗り表示などの基本的性能を有している。図形操作機能としては、ラバーバンディング、ドラッキングなどが可能である。

表示色は256色中の16色となっているが、メーカー側がこの機能についてソフトウェアのサポートをしていないので、現在のところ8色しか表示できない。この点に関しては、早急な改善が望まれる。

タブレット

読取有効面積 384×384 mm, 分解能 0.1 mmの絶対座標電磁誘導方式の F6242TB1 である。

カラー・ハードコピー

3色の熱転写リボンを使用するカラー・プリンタ F6242HC である。A4判相当の7色カラー・ハードコピーを約1分(印字密度20%のとき)で出力することができる。

XYプロッタ装置

作図速度 400 mm/S (最大), 分解能 0.1 mm, ペン数 10 本の A3 判プロッタ PF7016B である。ロール紙の使用も可能である。

§ 4. ソフトウェア⁽³⁾

図2に本システムのソフトウェア構成図を示す。

OVIS/S

256MBの磁気ディスク装置2台を必要とし、ミニコンピュータ用としては比較的大規模なOSであるが、機能は充実している。処理機能としては、インタラクティブ処理、バッチ処理、リアルタイム処理、トランザクション処理がある。本システムでは、トランザクション処理は使用しない。

プログラミング言語

本システムの主力言語は、リアルタイム処理向きに拡張し、日本語処理機能、データ・ベース機能を有した FORTRAN77 である。科学技術計算ライブラリ SSL II, 会話型デバッガ TESTFORT77, フルスクリーン・デバッガ DOCK/FORTRAN77 などプログラミング環境も充実している。

その他、PL/I, PASCAL, UTILISP も使用可能である。

図形処理

FORTRAN77, PL/I などで使用できる図形処理用サブルーチン・パッケージ T-GSP および FORTRAN77 用 XY プロッタ・サポート・サブルーチン・パッケージ GPS がある。

CAD

2次元および3次元作図機能を持つ本格的な会話型 CAD システム ICAD/SDS3-3D がある。

人工知能支援ツール

エキスパートシステム構築支援ツール ESHELL がある。ESHELL は UTILISP のもとで動作し、プロダクション型およびフレーム型両方の知識表現が可能である。

§ 5 処理速度

本システムを使用する際の処理速度の参考として、本校電子計算機室の FACOM 230-28S の処理速度⁽⁴⁾との比較を表1に示す。処理速度測定プログラムは、文献4のものを FACOM S-3300 用に1部手直しして使用した。使用した FORTRAN77 は、コンパイル時の最適化オプションがレベル0からレベル3までであるが、デフォルト値のレベル1を使用し、インタラクティブ処理で実行した。従って、表1は FACOM S-3300 の最適化された処理速度ではないが、コンパイルおよび実行時のオプションを全てデフォルト値とした通常の処理速度と解釈して頂きたい。

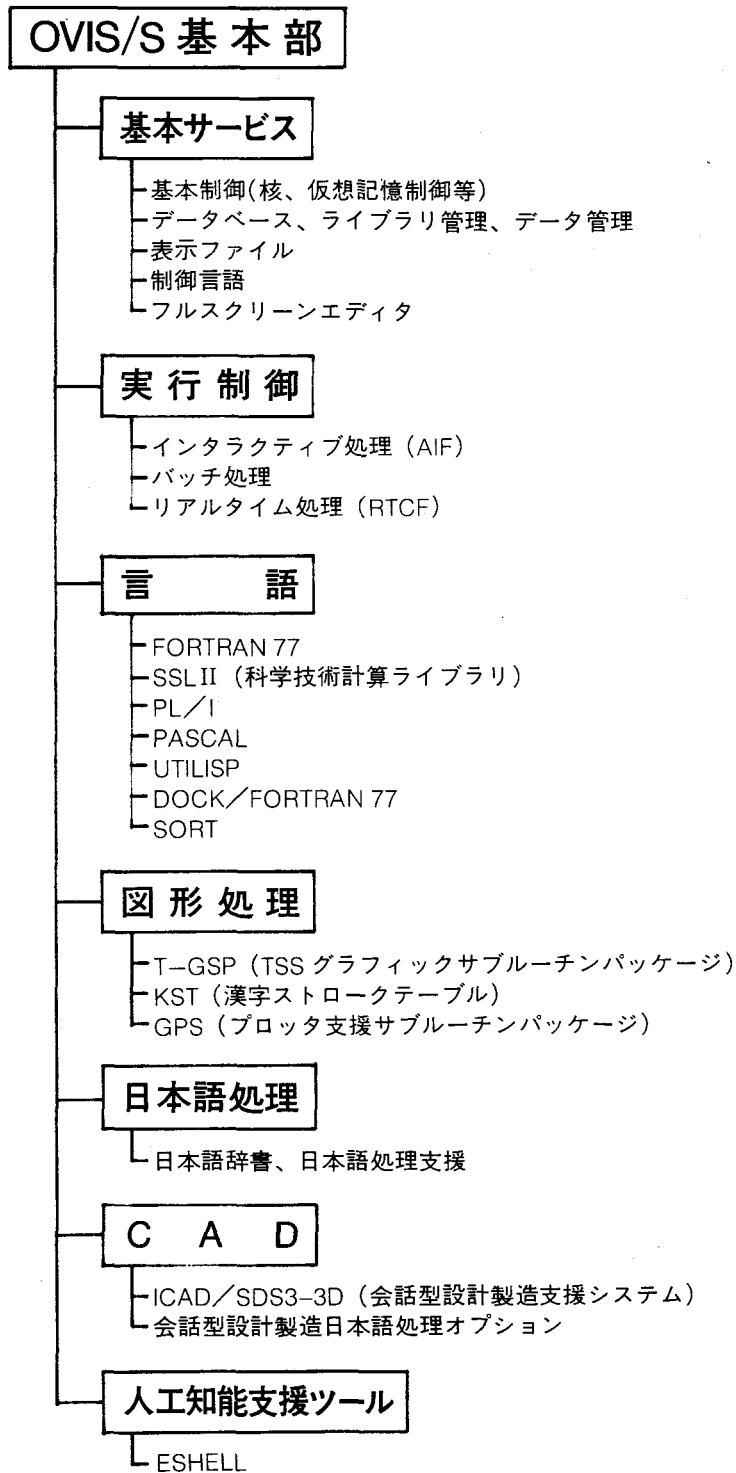


図2 ソフトウェア構成図

表1 演算処理速度の比較

演 算	[A]FACOM 230-28S	[B]FACOM S-3300	A/B
K=5	10.0(μ S)	1.71(μ S)	5.85
X=5.0	12.0	2.65	4.53
DX=5.0	24.0	4.35	5.52
J=K	10.0	2.65	3.77
J=X	606.0	6.14	98.7
J=DX	648.0	8.03	80.7
Y=K	553.0	5.48	101.
Y=X	12.0	2.64	4.55
Y=DX	16.0	2.55	6.27
DT=K	562.0	7.85	71.6
DT=X	24.0	5.39	4.45
DT=DX	18.0	4.91	3.67
N=6+4	12.0	3.31	3.63
N=6-4	14.0	3.87	3.62
N=6 \times 4	62.0	2.83	21.9
N=6/4	58.0	2.45	23.7
N=6 \times 4	678.0	7.82	86.7
X=10.0+2.0	26.0	3.61	7.20
X=10.0-2.0	28.0	4.15	6.75
X=10.0 \times 2.0	68.0	3.61	18.8
X=10.0/2.0	108.0	4.44	24.3
X=10.0 \times 2	590.0	4.34	136.
X=10.0 \times 2.0	5100.0	4.46	1144.
Y=EXP(X)	3200.0	40.70	78.6
Y=ALOG(X)	2400.0	50.00	48.0
Y=ALOG10(X)	2500.0	52.40	47.7
Y=SQRT(X)	2400.0	28.70	83.6
Y=ATAN(X)	2400.0	34.00	70.6
Y=SIN(X)	2400.0	39.20	61.2

§6 むすび

呉高専 FACOM S-3300 システムの概要を述べた。教官研究および学生の卒業研究において、本システムを使用するソフトウェアの開発が活発に行なわれており、今後本システムがますます有効に利用されるものと期待している。

最後に、本システム導入のために御尽力頂いた本校の西校長、前電気工学科主任の原田教授、前事務部長の鈴木氏、実戸会計課長を始めとする会計課の諸氏に感謝致します。また、導入後のシステムの拡張に御配慮頂いた脇所電気工学科主任教授、機種選定の過程で御協力頂いた電気工学科鈴木教官に感謝致します。

文献

- (1) 富士通：S-3300/S-3500 ハードウェア解説書，(昭 58—9)
- (2) 富士通：FACOM 6240 グラフィックディスプレイサブシステム解説書，(昭 59—9)
- (3) 富士通：OVIS/S 基本ソフトウェア解説書，(昭 60—3)
- (4) 村上：呉高専 FACOM 230-28S システム，呉高専研究報告，11， 2， pp.57-60 (昭 51—3)

グロー放電陰極領域における電子エネルギー分布の ドリュベステイン法による測定

(電気工学科) 山 崎 勉

Measurement of Electron Energy Distribution Functions in the Cathode Region of a Glow Discharge by Druyvesteyn's Method

Tsutomu YAMAZAKI

The cathode fall region of a glow discharge is the most important region in order to construct the theory of the excitation mechanism of the low pressure discharge. In this paper, experimental results of the electron energy distribution functions about the cathode fall region of a cold cathode discharge in argon are reported.

Measurement are carried out by single probe using Druyvesteyn's method in the center of the discharge tube, 100 mm long, composed of a cylindrical rod-cathode, 26mm in diameter and a coaxial hollow-anode, 66mm in inner diameter. Obtained energy distribution functions as a function of gas pressure, 10 to 50 Pa, at constant discharge current of 5 mA, showed almost the same property of the electron swarm developing in the cathode layer as that measured in the non-equilibrium region in Xe gas using the electron energy analyzer.

§ 1 まえがき

グロー放電では陽光柱と負グローの発光が著しい。従来、陽光柱は放電灯や気体レーザーに利用されてきた。一方負グローについては陽光柱と異なった性質をもっており、近年その事を利用したホローカソードレーザの開発やプラズマプロセッシング等への応用が実用されるようになってきた。この場合、負グロー単独のみではなく陰極から陰極暗部を含めた陰極降下領域全般の利用といった方が正しい。というのはこの領域は陰極面から連続して陰極近傍の狭い範囲に存在し、各部はお互い密接に関係しているからである。

また、陰極降下領域がグロー放電に不可欠の領域であることは古くから知られている。つまり、放電電圧の大部分がこの領域で費やされ、放電維持に必要な各種の重要な過程が進行していると考えられるからである。さて、前述のような負グローの応用研究の進展や新しい実験技法・計算機の発展により、放電励起機構やその素過程の解明および放電維持機構の研究がさかんになってきた。その結果、最近では多くの陰極降下領域を対象とする理論や実験結果が報告⁽⁹⁾されるに至っている。

陰極降下領域は陰極前面の陰極暗部とそれにつづく負グローに大別される。陰極暗部には大きな電界が存在し、それにより放電へのエネルギーが電子を介して与えられると同時に放電維持に必要な電子正イオンの源泉となっている。そして負グローにおいては外からの入力は減少するが

なお大きなエネルギーをもった電子が多くあり、さかんに電離し電子正イオン対の増加が続き、放電維持に必要な電子正イオンの増倍に寄与する。この領域での電子や正イオンの振舞を理解することは放電励起機構の考察に重要と考えられる。その一方法として陰極暗部から負グローに至るまでの電子エネルギー分布の観測が挙げられる。

グロー放電陰極降下領域での電子エネルギー分布の測定はいくつか報告されている。Borodin 氏ら⁽¹⁾は陽光柱と負グローにおける相違をドリュベスティン法で示した。Suhre 氏ら⁽²⁾は陰極暗部から負グローへ入射してくる電子群を陰極降下電圧相当のエネルギーをもつ電子ビームとして扱い、負グロー内の電子エネルギー分布を計算し、低エネルギー部での測定結果と比較した。また、Gill 氏ら⁽³⁾はホローカソードにおける電子ビーム特性を明らかにしたが、その観測には静電反発形のエネルギー分析器を使用した。真壁氏ら⁽⁴⁾は同様な方法により平行平板電極・低気圧放電中で陰極直後の電子エネルギー分布の観測を行った。

さて、以前⁽⁵⁾にドリュベスティン法により陽光柱プラズマを対象に電子エネルギー分布の測定法について検討を行った。その測定系を利用し、今回陰極近くでの測定を試みたのでその結果について報告する。測定系は一部変更を加え、雑音の減少に努めいくらかの成果も得られた。

§ 2 理論と方法⁽⁵⁾

プラズマ中におかれた平面探針に流入する電流を I_p 空間電位を基準とした探針電圧を V とする時電子エネルギー分布関数 $F(V)$ は次式で表わされる。⁽⁶⁾

$$F(V) = \frac{4m}{q^2 S} \sqrt{V} \frac{d^2 I_p}{dV^2} \quad \text{ただし} \quad \int_0^\infty F(V) \sqrt{V} dV = Ne$$

ここで m は電子の静止質量、 q 素電荷 S は探針の面積、また N_e は電子密度である。ただし探針面の法線と電界方向が直交している。以上より電子エネルギー分布関数は単探針電流の二次微係数を測定することにより得られる。

二次微係数の測定は前回と同様に変調交流法を用いた。⁽⁷⁾ その測定系統の構成を図1に示す。前回に比べ雑音の減少を考え一部変更を行っている。陽極を参照電極とし、探針を測定系の基準電位とした。交流信号の検出には探針と直列に接続した 5Ω 抵抗の一端から $1\mu F$ のコンデンサで直流分を除き、広帯域増幅器に導入することによって行っている。これらの抵抗、コンデンサはシールドしたケース内に納め各機器間は可能な限り同軸ケーブルまたはシールド線を用いて接続した。陽極と探針の間には直流バイアス電圧供給用に安定化直流電源 ($0 \sim 70\text{ V}$) とその掃引用に三角波 (0.01 Hz , $\pm 37\text{ V}$) 用増幅器を用い、これらと直列に電子電流計を接続することにより単探針特性が得られる。電子エネルギー分布の測定には、以上の回路に直列に変調交流電圧を加え、変調信号の第2高調波を検出することにより行なわれる。その後の信号処理は前回⁽⁵⁾と同様である。

探針は直径 0.5 mm のタングステン線をガラスで絶縁した円形平面のものを使用した。探針面は陰極に対し垂直なものと平行なものの二種類を用意した。

放電に使用した電極配置、形状を図2に示す。直径 26 mm 長さ 100 mm のステンレス製 (SUS304) の円筒を陰極とし、その底面は厚さ 3 mm のフェノール樹脂で支え、放電面は円筒側面で冷陰極放電となる。そして、それと同軸に内直径約 66 mm 、長さ 110 mm のステンレス鋼管の内面を陽極として用いた。円筒の中心軸に垂直な方向から探針を挿入するために内直径 18 mm の管が一對接続されている。これにより放電の中心付近で、軸に垂直な方向に探針を移動させ陰極から陽極までの 19 mm の間隔任意の位置での測定が可能となる。

放電は $15\text{ K}\Omega$ 程度の安定化抵抗を介して倍電圧整流した直流電源を用いて行った。気体はアルゴン (99.99%) を用い、冷陰極放電のため放電電流は小さく 5 mA を中心に 20 mA 程度までであった。そして、陰極降下領域の測定を対象とするため、気体圧力は放電電圧との関係から $0.07 \sim$

0.40 Torr [10~50 Pa] とした。

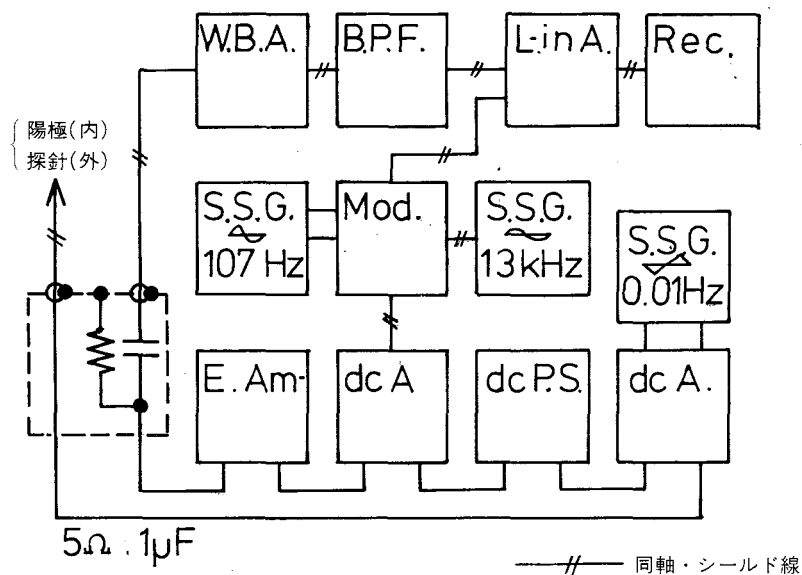


図1 単探針および二次微係数測定系の構成

W.B.A. 広帯域増幅器、B.P.F. 帯域フィルタ、L.in A. ロックインアンプ、Rec. ペンレコーダ
S.S.G. 標準信号発生器、Mod. 振幅変調回路、dc A. 直流増幅器、dc P.S. 直流安定化電源・E.A.m. 電子式電流計、破線部はシールドしてある。

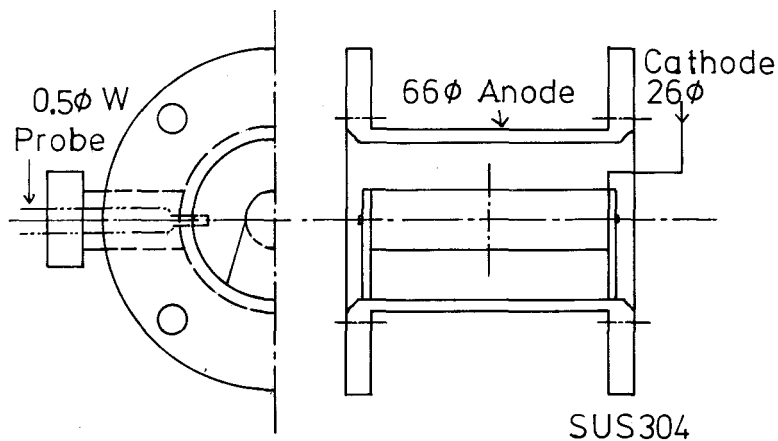


図2 放電管の構造

§ 3 実験結果とその検討

冷陰極放電であり、放電電流が小さいため放電維持電圧は高いものとなった。放電電流 5 mA 一定の場合の放電維持電圧を気圧との関係を図 3 に示す。放電は異常グローの領域にあり、放電空間は陰極降下領域で占められていると考えられる。鉄陰極でアルゴン中の正規グロー放電に対し、正規陰極電流密度 $160 \mu\text{A}/\text{cm}^2/\text{Torr}^2$ 、陰極降下の厚さは $pd = 0.33 \text{ Torr cm}$ である。⁽⁸⁾ ただし気圧 $p(\text{Torr})$ および厚さ $d(\text{cm})$ である。この値は本実験で使用した陰極で表わすと、放電電流 $13.1 \text{ p}^2 \text{ mA}$ 、陰極降下部の厚さ $0.33/\text{pcm}$ となる。例えば、 $p = 0.17$ の時 $d = 19.4 \text{ mm}$ 、放電電流 0.377 mA となり、本実験では異常グロー放電の状態にある事がわかる。なお異常グロー放電では陰極降下の厚みや放電維持電圧は正規グローの時の値より大きくなる。放電のようすは軸方向より観察したところ、低気圧では放電空間全体が暗青色に発光し、気圧の増加とともにその発光部が陰極近くに集中するようになっていった。実験の範囲内では陽光柱は認められなかった。

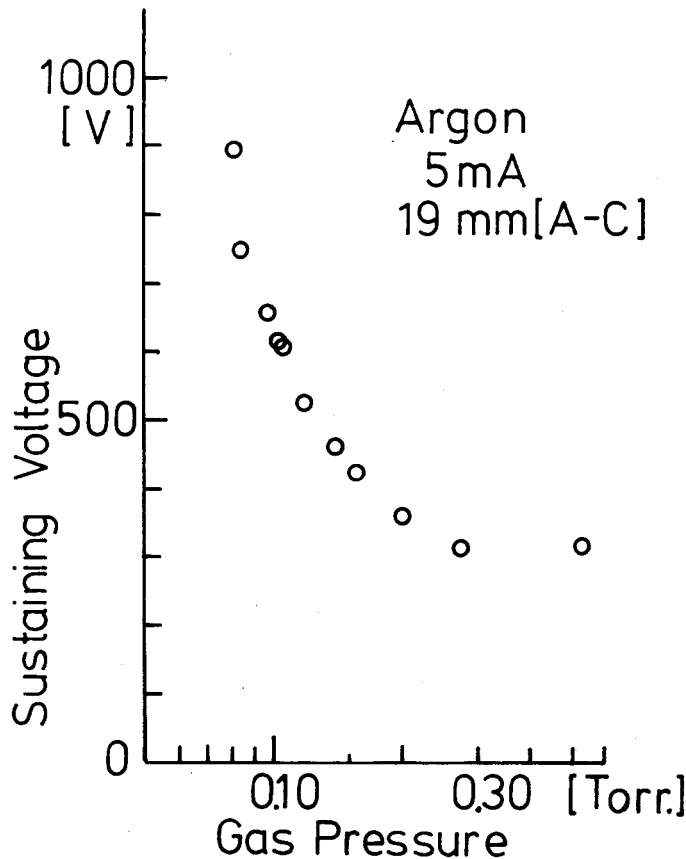


図3 放電電流 5 mA 一定のときの放電維持電圧と気圧の関係 (1 Torr は 133 Pa) 電極は円筒側面 (陰極直径 26 mm 陽極 66 mm)

さて、陰極降下部の電位分布の厳密な測定には空間電位測定のための特殊なプローブ⁽⁸⁾が必要であるので、ここでは単探針を用いて浮遊電位の分布の測定を行った。その結果を図 4 に示す。探針による擾乱が大きく空間ひずみの影響は無視できないが、空間電位の分布を考える参考には

なる。電位分布は放電電流 5 mA の条件で、放電電圧の値に対する百分率で表わした。陽極電位を基準にして探針と陽極間の距離と探針電流零 $I_p = 0$ のときの陽極探針間の電圧を測定した。電位の変化は陽極付近ではゆるやかで、陰極に近づくに従い急激な電位変化となっている。気圧が低くなると、陽極に近い位置から電位分布の急激な変化が始まるようになる。また、図には示していないが放電電流の増加により電位分布は陰極側で大きな変化を示す電位分布になる。以上の結果から陽極側より数 mm 探針を挿入すれば陰極降下領域の諸量の測定が可能となることがわかる。

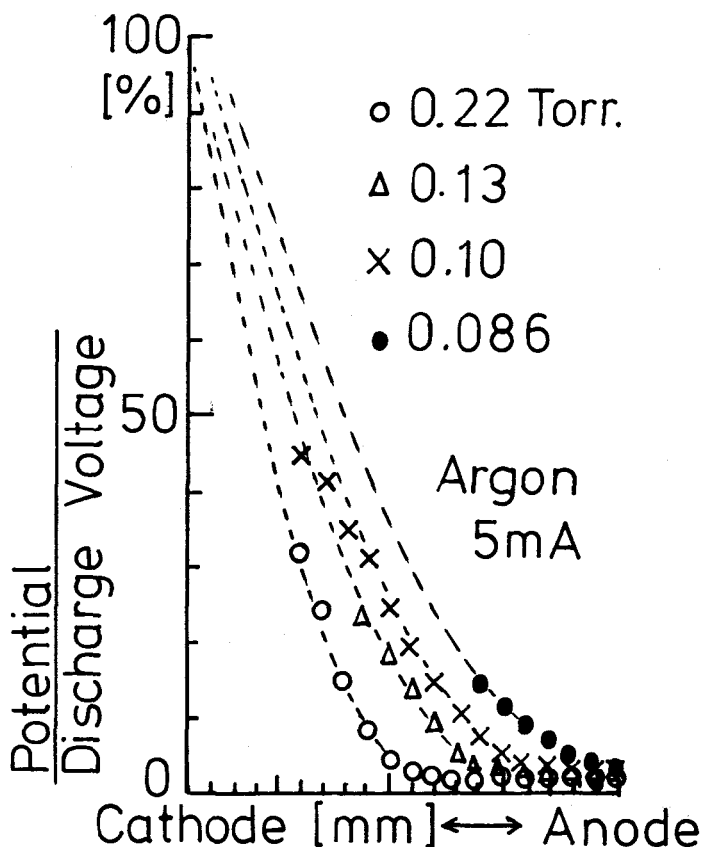


図4 陽極を基準とした浮遊電位の分布
破線は推定曲線

はじめに探針面が電界に対し平行な場合と垂直な場合について比較を行った。しかしその差は測定誤差・雑音の範囲内でほとんど認められなかった。一例を図5に示す。そこで、以下の実験では探針面と電界が垂直な状態の探針を利用した。なお、測定を行った放電条件では陽光柱プラズマに比べ比較的雑音が少なかった。これは電極配置、特に陽極、によるものと思われる。

探針を陰極に対し陽極と同じ距離とした場合の測定結果を図6に示す。放電電流 5 mA で気圧を変化させた時の二次微係数の値をそのまま示してある。各曲線とも同一目盛（感度）で表わしている。測定は直流バイアス電圧を調整し浮遊電位とし、その前後 ± 37 V でバイアス電圧を掃引して行った。気圧が高い場合には、陽光柱における測定結果と類似した曲線が得られている。⁽⁵⁾ エネルギーを消耗しつくした低エネルギー電子（アルゴン第一励起電圧 11.5 eV 以下）と 20 eV 付

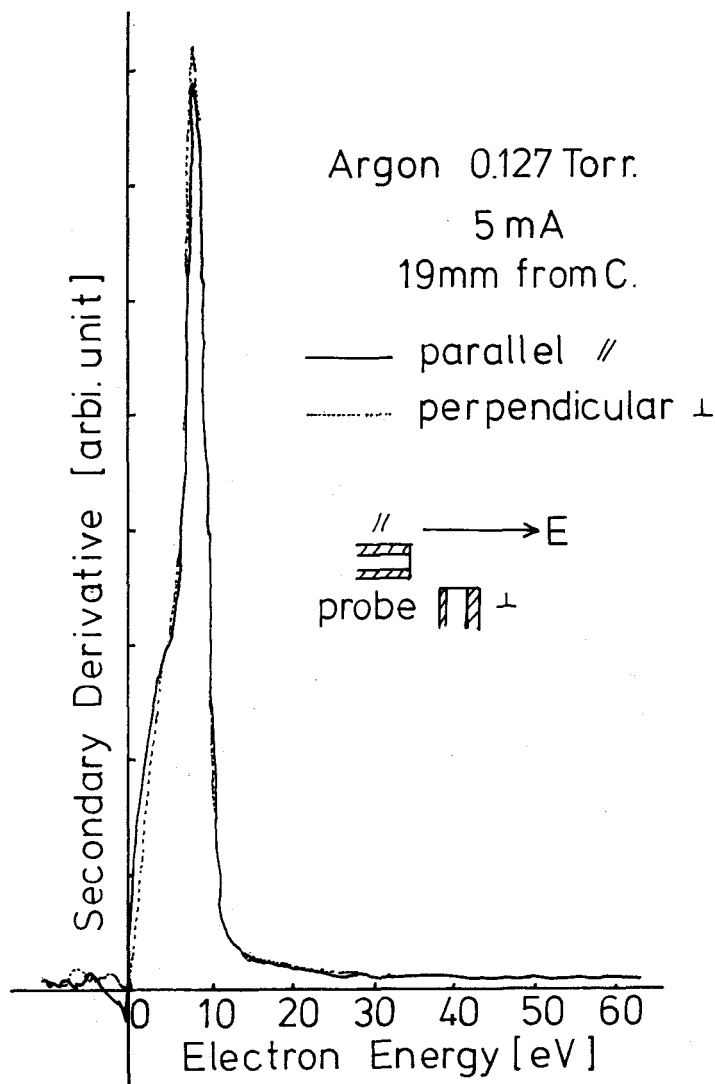


図5 探針面と電界の方向が垂直(\perp)な場合
と平行($//$)な場合の二次微係数

近を中心に中速の電子群で構成されているようである。⁽¹⁾ 気圧の低下とともに、低エネルギー電子の減少と中速電子群の増加が著しくなっている。(各曲線とも実線部分)ところで測定時には気圧の低下とともに空間電位と仮定した二次微係数が座標軸と交叉する部分が不明確になりついには正の値のままとなってきた。そこで、この図では低気圧時において雑音が急増したところを空間電位と考え、それより高い探針電位部分は破線で示した。また図中右から左方向にバイアス電圧の掃引を行っているが、破線で示した領域では探針電流が相当多く流れ、放電の陽極としての機能をもつに至ったものと考えられる。なお図中の矢印は浮遊電位である。

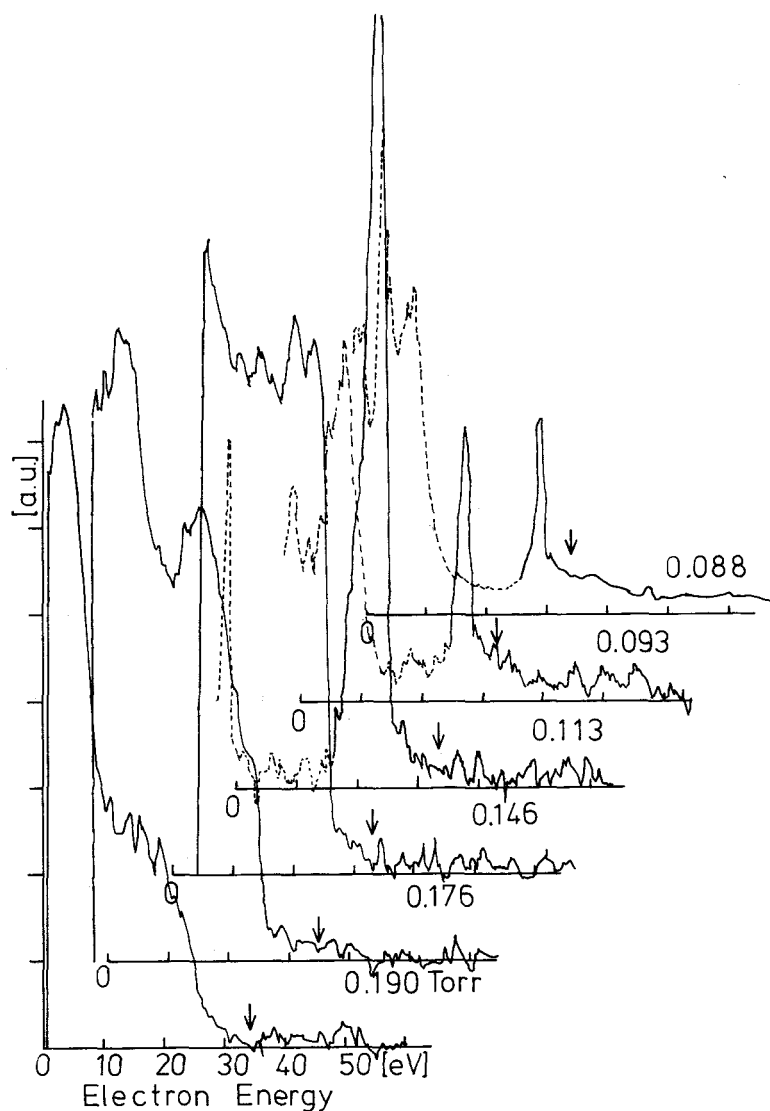


図6 陽極位置においた探針による二次微係数の測定結果。気圧を変化させた時、同一感度で表示してある。

次に探針を陰極側に 10 mm 近よせた (陰極より 9 mm 付近) 場合の測定結果を図 7 に示す。陽極近くに探針をおいた場合と同様の結果が得られている。ただし、探針のバイアス電圧は図 6 の場合と同じように低い値である点に注意が必要である。本来空間電位は図 4 で示したように陽極に対し相当大的な電圧となるはずであるが、図 6, 7 共にほぼ数 V の電圧であった。これは、二次微係数信号検出系を接続するとバイアス電圧が小さくなりこのような結果となった。放電電源及び測定系は別々の絶縁変圧器で浮遊させているため、二次微係数測定系の接続により放電電位分布が変化した事が考えられる。浮遊電位の状態から測定系を接続すると大きなイオン電流が流れるのがみられた。また、浮遊電位付近での測定結果には二次微係数の信号は全く現われなかつ

た。これは、探針の電位がプラズマ空間電位より低くなったことを示している。なお、変調信号は搬送波 13 kHz, 無変調時 160 mV_{PP} で変調度 0.4, 変調周波数 107 Hz である。

図 6, 7 とともに陰極直後の電子スオームの形成過程をエネルギー分析器で観測した結果⁽⁴⁾とよく合っている。本測定は換算電界強度が各図とも変化しているため直接の比較はできないが、定性的には一致している。すなわち、気圧の低い場合の結果が陰極に最も近い位置での電子エネルギー分布を与える。陰極暗部で加速されたビーム状のエネルギー分布が見られる。気圧の増加は陰極からの距離の増加に対応し暗部から負グローに近づくに従い電界も弱くなり、非弾性衝突による低速電子が盛んにつくられるようになる。陰極より十分離れた所では陽光柱プラズマの場合と同様の低エネルギー電子に満ちた分布となる。

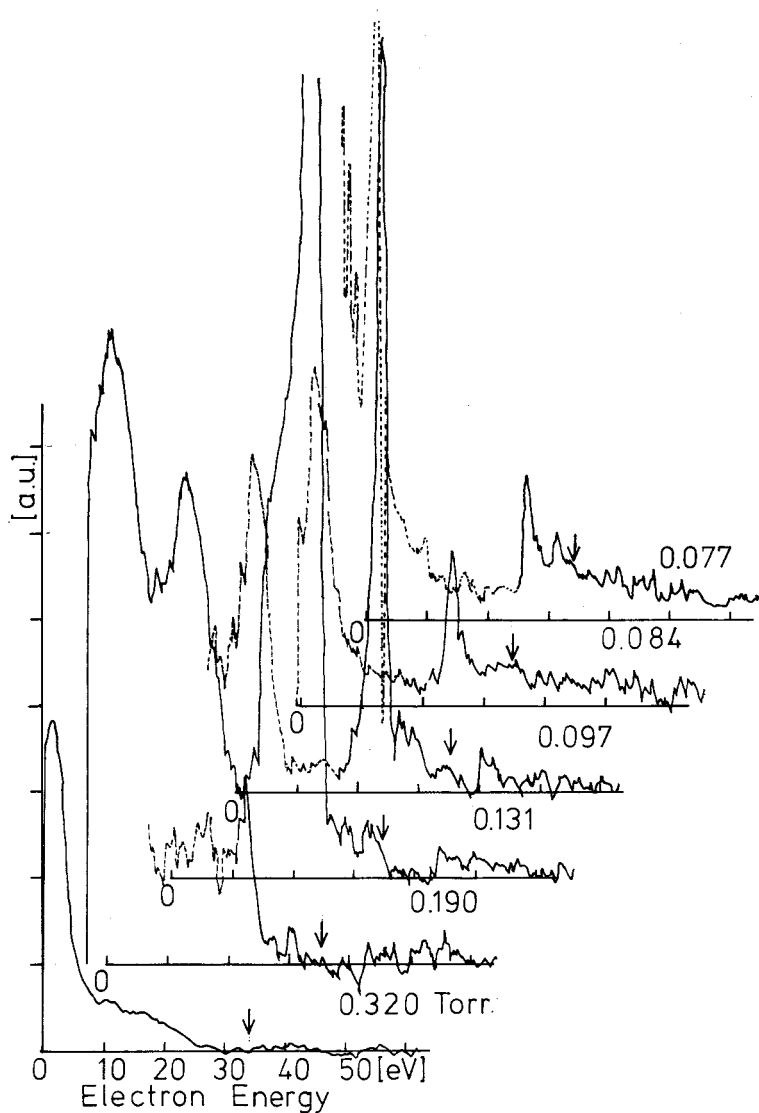


図7 陰極から 9 mm の位置での二次微係数の測定結果気圧の変化に対し、同一感度で表示してある (図 6 と同じ)

同一放電条件で探針の位置が異なる場合にはそのエネルギー分布の形状の大きな変化は検出されなかった。測定例を図8に示す。0.190 Torrの場合、探針が陽極位置の場合と陰極側へ10 mm 近寄せた場合の結果である。0.138 Torrの場合には探針位置が陽極と同じ位置よりそこから陰極側へ5, 15, 近寄せた場合の結果である。陰極に近い方が電子エネルギー分布が全般に小さくなり陽極に近づくに従い曲線で囲まれた面積が増すがその形は変化しないようである。浮遊電位の測定から考えると著しいエネルギー分布の形状変化が現われてもよいと考えられるが、探針の挿入により放電空間の電位分布が変化したのかもしれない。また電子スオームの観測にはもっと陰極に近い位置での測定が必要であるのかもしれない。

以上は今回得られた測定結果である。陰極降下領域における陰極からの距離による電子エネルギー分布の変化のようすは観測できたように思う。それは探針を固定して気圧を変化させた場合の測定による。しかし、探針の位置変化によるエネルギー分布の変化は観測されなかった。また、これに関連して測定系の陽極に対する電位の変化は探針が陰極降下領域内に挿入されたためであるのかもしれない。すなわち探針と陰極との間で放電空間が構成され、探針が陽極の役割を果たしたのかもしれない。詳しい理論解析は今後の課題である。

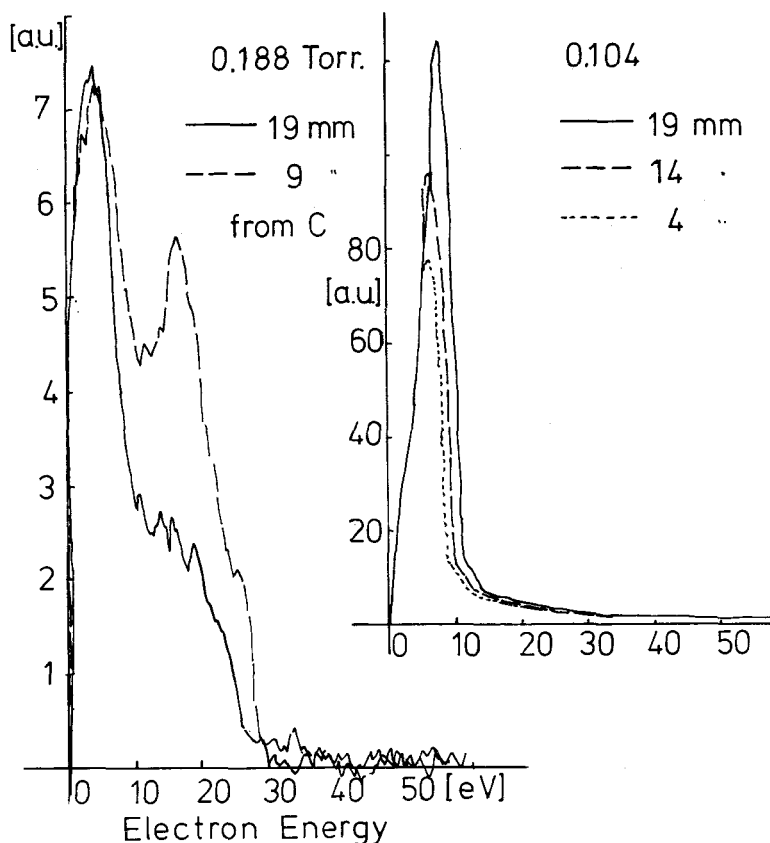


図8 探針位置を変化した時、二次微係数の測定結果分布の形の大きな変化は見られない。

§ 4 まとめ

グロー放電陰極降下領域での電子の振舞の理解は放電維持機構の解明に大きな役割を果たしている。そこで陰極降下領域において電子エネルギー分布が陰極から陽極に向うにつれどのように変化してゆくかを観測することを試みた。測定は探針を用いたドリュベスティン法で行った。陰極降下部に探針を挿入するため、放電電極は円筒陰極と同軸の円筒中空陽極とし、軸に垂直な方向に探針を移動できるような構成とした。気体はアルゴンを用い、放電電流 5 mA, 気体圧力 10~50 バスカルであった。

探針位置を固定して同一放電電流の下で、陰極から放出された電子群が陽極方向に移動するにつれその電子エネルギー分布が変化してゆく様子を観測することができた。この結果は最近エネルギー分析器を用いて行なわれた測定結果と定性的に一致している。一方、気圧、放電電流一定で探針位置を変化した時得られたエネルギー分布は比較的わずかな差しか現われなかった。これは探針位置の選定、探針による放電への擾乱、探針と放電電極間の放電空間構造の変化の影響が考えられ、今後解析し改善する必要がある。

同軸円筒形の放電は陽光柱に比べ非常に静かであったため二次微係数測定のための変調交流信号を小さくできた。また測定系を構成する各機器間の接続に同軸ケーブル等を用い雑音対策を行った結果、測定系統の精度の向上を得ることができた。

参考文献

- (1) U. S. Bordin, Yu. M. Kagan: Sov. Phys. Tech. Phys. 11(1966) 131
- (2) D. R. Suhre, J. T. Verdeyen: J. Appl. Phys. 47(1976) 4484
- (3) P. Gill, C. Webb: J. Phys D10(1977) 299
- (4) 麻生, 木下, 須藤, 森上, 下山, 真壁, 森: 電気学会全国大会 (S59 年) 99
- (5) 山崎: 呉高専研究報告 22(1) (1986)・71
- (6) 奥田孝美: 「気体プラズマ現象」(S50)・コロナ社
- (7) 畑中, 前田, 宗像, 星山, 西辻: 電気学会論文誌 A101・56-47・(S56)・372
- (8) 電気学会: 「放電ハンドブック」(S53)・110
- (9) 田所, 根本, 藤井: 電気学会全国大会 (S61)・220, 放電研究会資料・ED-86-60 (S 61)
 Tran. Ngoc. An, E. Marade, P. C. Johnson: J. Phys D 10 (1977) 2317
 M. Ohuchi, T. Kubota: J. Phys D 16(1983)1705
 A. P. Mezentssev, A. S. Mustataev: V. L. Fedorov: Sov. Phys. Tech. Phys 30 (3) (1985) 322
 (昭和 62 年 4 月 15 日受付)

グロー放電陰極降下部での電子の モンテカルロシミュレーション

(電気工学科)

山 崎

勉

Monte Carlo Simulation of Electrons in the Cathode Fall Region of the Glow Discharge

Tsutomu YAMAZAKI

The Monte Carlo simulation technique were used to study the behavior of electrons in the cathode fall region of a glow discharge in argon. For simplicity, the potential distribution was assumed to be linear in the cathode dark and the negative glow respectively. And the electron scattering processes of any kind of collisions, elastic, excitation and ionization, was supposed to be isotropic. As a function of the distance from the cathode, the electron energy distribution functions, the ionization coefficient and the electron multiplication factor were calculated for two cases of the cathode geometries, a plane disk cathode and a cylindrical hollow cathode.

Despite the coarse approximation of the potential distribution, qualitatively good results describing the development of the electron swarm in the cathode fall region were obtained. And it was found that the electron energy distribution functions in the hollow cathode were occupied by more high energy electrons compared with those in the plane disk cathode.

§ 1 まえがき

低気圧放電においては外力の影響が大きく速度分布関数がマクスウェル分布と大きく異なるため、流体論的取扱いは不十分な場合がある。そこで、このような非平衡状態に対応する速度分布関数をまず求め、それを用いた運動論的扱いが最近では行なわれている。

グロー放電の陰極近傍においては急激な電位分布の変化があり空間的不均一性が著しく、特に陰極暗部では高い電界強度となっている。このような条件下では著しく非平衡で運動論的扱いが行なわれる。その方法としてボルツマン方程式による解析とモンテカルロシミュレーションによる方法が挙げられる。ボルツマン方程式による解析は平衡状態からのずれが小さい場合近似的な関数解や数値解を得る事が容易で便利である。しかし、二次的な過程の考慮の必要性、空間的な不均一性の考慮の必要性、考慮する素過程の種類の増加等により、その適用はしだいに困難な問題が現われてくる。

さて、放電物理分野でのモンテカルロ法の適用は比較的新しく Itoh 氏ら⁽¹⁾ によるもの以来、計算機の普及とともに増加の傾向にある⁽²⁾。その特徴は放電に関係する粒子の個々の運動を詳細に計算し、その結果得られる状態の統計量を求め利用するもので、多数の粒子の飛行を観測する必要

がある。統計誤差を抑制するには十分多数の粒子を扱う必要があり、一方で精度よい軌道計算を要する場合もあり、計算処理時間が長くなる。しかし、粒子個々の運動と実際の放電現象に関係する素過程を中心にシミュレーションが構成され、現象全体の把握が容易であり各素過程や境界層の影響を調べるには非常に有用と考えられる。

最近グロー放電陰極付近に関するモンテカルロ法の適用が多く試みられている。大内氏ら⁽³⁾は後方散乱効果を考慮しヘリウムグロー放電陰極降下領域の電子の挙動を調べ、田所氏ら⁽⁴⁾は放電機構の解明の一方法として電子とイオンの両者を考慮している。また、炭酸ガスレーザの安定化に利用されている磁界の効果を直交電磁界のもとでの電子のモンテカルロシミュレーション(MCS)により検討している。⁽⁵⁾ところで、以前⁽⁶⁾に円筒形中空陰極内の負グロー内の電子エネルギー分布の形について報告した。その中で、負グローへの入射電子のエネルギー分布の形についてピーム特性を仮定したが、この点についての検討を行うにも MCS が最適であるように思う。

このような状況で今回、陰極降下領域を対象に MCS を試みたのでその結果について報告する。ただしここでは長時間の専用利用が容易なパーソナルコンピュータ(8ビット)を用いて計算した。そしてグロー放電陰極降下領域の電位分布を直線近似した簡単なモデルを用い、平板陰極と円筒中空陰極の場合についてその電子エネルギー分布を中心に比較検討した。気体はアルゴンを用いた。

§2 シミュレーションの方法⁽²⁾

グロー放電陰極降下領域における電子の挙動について考える。電子は陰極降下領域に存在する電界により加速されエネルギーを得る。ある時刻に気体分子と衝突しエネルギーの一部を失い散乱されてゆく。衝突の有無やその種類および散乱方向等は確率事象として一様乱数を用いて決定する。簡単のため次の仮定をした。衝突は基底状態にある分子と電子の衝突のみを考え、弾性衝突および非弾性衝突とも等方散乱する。非弾性衝突は励起と電離を考え、励起衝突は第一励起エネルギーを損失エネルギーとした全励起断面積を用いた。電離による一次電子と二次電子のエネルギー配分は一様乱数により決定する。

円筒放電管を考える。陰極から陽極方向に x 軸正方向とする直交座標系を用いる。電子の質量 m 、電荷を $(-e)$ とし、ある時刻において位置 (x, y, z) 、速度 (v_x, v_y, v_z) の電子は一様電界中で加速され τ 秒後には次のようになる。ただし (E_x, E_y, E_z) は電界である。

$$\begin{aligned} v_x' &= v_x - \frac{e}{m} E_x \tau & v_y' &= v_y - \frac{e}{m} E_y \tau & v_z' &= v_z - \frac{e}{m} E_z \tau \\ x' &= x + v_x \tau - \frac{e}{m} E_x \frac{\tau^2}{2} & y' &= y + v_y \tau - \frac{e}{m} E_y \frac{\tau^2}{2} & z' &= z + v_z \tau - \frac{e}{m} E_z \frac{\tau^2}{2} \end{aligned}$$

また、電子エネルギーについては、

$$u' = \frac{m}{2e} (v_x'^2 + v_y'^2 + v_z'^2)$$

となる。微小時間 τ の飛行の後、次の微小飛行に出発する前に衝突の有無を決定する。衝突がない場合には飛行を続ける。衝突の判定は次のように行なう。ある時刻の電子の速度を v 、その速度に対する全衝突周波数を ν とする時、時間軸上の刻み τ を次式により決定する。

$$\nu \tau = N_g Q_t(v) v \tau = P \quad \text{または} \quad \tau = P / N_g Q_t(v) v$$

ここで、 N_g は気体分子密度、 $Q_t(v)$ は全衝突断面積である。また、 P は衝突確率で今回の計算では $P=0.1$ 一定とした。次に $[0,1]$ の擬似一様乱数 ξ を発生させ ξ と P の大小関係により衝突の有無を判定する。衝突は、 $\xi \leq P$ の場合とした。 $\xi \geq P$ で衝突しない場合には、新しい位置を求め次に速度を求め再び衝突の判定を行う。

衝突した場合には衝突の種類を擬似一様乱数を用い判定する。弾性衝突の衝突断面積を Q_{el} 、励起衝突を Q_{ex} および電離のそれを Q_i とすると、全衝突断面積は $Q_t = Q_{el} + Q_{ex} + Q_i$ である。そこで乱数 ξ に対しその大小関係により衝突の種類を決定する。

$$\begin{aligned} 0 \leq \xi \leq Q_{el}/Q_t & \quad \text{弾性衝突} \\ Q_{el}/Q_t \leq \xi \leq (Q_{el} + Q_{ex})/Q_t & \quad \text{励起} \\ (Q_{el} + Q_{ex})/Q_t \leq \xi \leq 1 & \quad \text{電離} \end{aligned}$$

衝突後電子は入射時もっていたエネルギー $u = mv^2/2e$ の一部を失い散乱されてゆく。弾性衝突の場合電子の失うエネルギー δu は次式で表わされる。

$$\delta u = \frac{2m}{M}(1 - \cos\omega)u$$

ここで、 M は気体分子の質量、 ω は散乱の偏向角である。励起衝突の場合には励起準位に無関係に第一励起電圧相当のエネルギーを失うものとした。電離では入射一次電子は電離エネルギーを失い、残った運動エネルギーを二次電子との間で再配分して散乱されてゆく。配分の割合は一様乱数により ξ : $(1 - \xi)$ で決定した。

衝突後の散乱方向は等方散乱を仮定したので次のように簡単になる。散乱後の電子エネルギー u に対応する電子の速さ $v = \sqrt{2eu/m}$ とする。速度ベクトルが x 軸となす角を θ 、 y 軸となす角を ϕ とする。散乱方向は入射方向に依存しないので、乱数 ξ_1 、 ξ_2 によりその方向を決定する。すなわち衝突後の速度成分は次のようになる。

$$\begin{aligned} \cos\theta &= 2\xi_1 - 1 & \cos\phi &= 2\xi_2 - 1 \\ v_x &= v\cos\theta & v_y &= v\sin\theta\cos\phi & v_z &= v\sin\theta\sin\phi \end{aligned}$$

気体の種類によっては非等方散乱の影響の無視できない場合もある。実際その効果を考慮してアルゴンについてモンテカルロシミュレーションを行った例もある。⁽⁷⁾ しかし、ここでは簡単のため、ボルツマン方程式解析でよく用いられている等方散乱を仮定した。

ところで、弾性衝突における損失エネルギーの計算には散乱の偏向角 ω が必要であった。これは衝突前の速度 (v'_x , v'_y , v'_z) と散乱後の速度より次のように求められる。

$$\begin{aligned} \cos\theta' &= v'_x / v' & v' &= \sqrt{v_x'^2 + v_y'^2 + v_z'^2} \\ \cos\phi' &= v'_y / \sqrt{v_y'^2 + v_z'^2} \end{aligned}$$

$$\text{以上より} \quad \cos\omega = \cos\theta \cdot \cos\theta' + \sin\theta \cdot \sin\theta' \cdot \cos(\phi - \phi')$$

以上の方法により電子の飛行を逐次調べてゆき、必要な数量を計数・記録してゆく。電子の運動する領域は放電管や電極により制限され、その境界を設定し境界の性質も規定する必要がある。

円筒形の放電空間を考える。中心軸の方向を x 軸の方向とし $0 \leq x \leq L$ の範囲を考える。また、放電管の径方向については、その半径を R とし、 $y^2 + z^2 \leq R^2$ が放電空間とする。そして、この領域より外側に達した電子はその面で完全に吸収され、それ以後、その電子は追跡しないものとした。電子放出源である陰極は円板状 ($x=0$) の場合と中空陰極 (円筒側面) の2つについて考えた。計算はアルゴン気体圧力 1 Torr (133 パスカル) とした。陰極から放出電子の電子エネルギー分布は平均 8 eV の一様分布を仮定し、擬似一様乱数により個々の電子のエネルギーを決定した。次に電位分布について考える。まず、円形平板陰極の場合について説明する。

陰極は $x=0$ の位置に半径 R の円形面とし、その任意の点から電子が放出される。さて、アルゴン中、鉄を陰極とした場合の放電条件は正規陰極降下電圧 165 V 正規陰極電流密度 $160 \mu A/cm^2$ / Torr⁽⁸⁾ で、正規陰極降下の厚さ d_n と気圧 p との関係が $pd_n = 0.33$ Torr \cdot cm であるという報告がある。実際には冷陰極放電は正規グロー放電の場合より異常グローの状態の場合が多いので、これを考慮して電位分布は次のように設定した。まず x 方向の電位分布を二本の線分で近似し、次式のように表わした。

$$V(x) = \begin{cases} 210 x/d & 0 \leq x \leq d = 3 \text{ mm} \\ 210 + 0.5(x-d) & x \geq d \end{cases}$$

陰極暗部 ($x=d$ まで) での電圧降下を 210 V とし、その後の負グローでは 0.5 V/mm の電界強度となるものと仮定した。その結果、陰極暗部内での電界強度は 70 V/mm 一定となる。次に径方向の電位分布についても考え、同様な折れ線近似した電位分布とした。径方向に中心からの距離 $r = \sqrt{y^2 + z^2}$ として

$$V(r) = \begin{cases} a_1 \frac{d}{R} + a_0 \left(1 - \frac{r}{R_0}\right) & 0 \leq r \leq R_0 = 7 \text{ mm} \\ a_1 \left(1 - \frac{r}{R}\right) & R_0 \leq r \leq R = 10 \text{ mm} \end{cases}$$

ただし $a_0 = 3.5 \text{ V}$, $a_1 = 16 \text{ V}$, $R_0 = 7 \text{ mm}$, $R = 10 \text{ mm}$ である。管壁から陰極暗部厚さと同じ距離のところまでは電離電圧程度以下の電圧降下を、その後の中心までは 0.5 V/mm 程度の電界の存在を仮定した。これにより径方向への電子消滅 (損失) が抑制され、軸上から管壁までの間の全電圧降下は 8.3 V となった。また x 方向の領域は陰極面から陰極降下部の暗部の厚みの 3 倍程度の領域を対象とし $x = 11 \text{ mm}$ までの電子の飛行を追跡した。

円筒中空陰極の場合。陰極面は円筒内側面 ($y^2 + z^2 = R^2$) で、陰極より放出される電子は陰極面上の線分: $0 < x < 10 \text{ mm}$ の範囲内の任意の x , $y = 8 \text{ mm}$, $z = 6 \text{ mm}$ 上から出発するものとした。陰極降下部においては、平板の場合と同様の電位分布を考え、陰極面より陰極暗部の厚さ $d = 3 \text{ mm}$ までで 210 V, その後中心軸上までの負グローで 3.5 V の電圧降下を生じる。陰極の半径 R は平板の場合と同じ $R = 10 \text{ mm}$ とし電位分布は次式で表わされる。

$$V(r) = \begin{cases} a_1 \frac{d}{R} + a_0 \left(1 - \frac{r}{R-d}\right) & 0 \leq r \leq R-d = 7 \text{ mm} \\ a_1 \left(1 - \frac{r}{R}\right) & R-d \leq r \leq R = 10 \text{ mm} \end{cases}$$

ただし, $a_0 = 3.5 \text{ V}$, $a_1 = 700 \text{ V}$, $r = \sqrt{y^2 + z^2}$, $R = 10 \text{ mm}$, $d = 3 \text{ mm}$ 。さらに軸方向への電子流を与えるため x 軸負の方向に一樣電界 0.5 V/mm を考慮した。飛行の対象となる x 方向の領域は平板同様 $x = 11 \text{ mm}$ 以下の範囲である。

以上により放電空間における電子の飛行を追跡することができる。そこで多数の電子を陰極より放出させ、時刻刻み毎に位置、速度、エネルギー等を逐次計算しつつ、適当な方法を用いて電子群の状態を現実の放電パラメータに対応した統計量として求めてゆく⁽²⁾。ここでは、陰極面から 1 mm 毎に 0.1 mm の幅の領域を考え、この領域に滞在する電子のサンプリングを行った。すなわち、サンプリングを行った領域は平板陰極の場合は幅 0.1 mm の円盤状で、中空陰極の場合には厚さ 0.1 mm の円筒形の領域となる。各領域での電子エネルギー分布は 1 eV の刻み幅で度数分布を求め、その平均エネルギー、サンプルされた電子数等を求めた。また 1 mm 毎の領域で生じた電離衝突の数についても計数した。これにより、陰極からの距離により電子エネルギー分布がどのように変化してくるかが観測できる。なお、実際のシミュレーションは陰極より電子を一つずつ放出させ、サンプリング領域に入った場合にそれを記録してゆくものとした。電子の速度によりサンプリング領域への滞在の状況はいくぶん異なっていることと、時間刻みの終点でサンプル領域内にある電子のみが計数される事になる。

さて、計算に利用したアルゴンの衝突断面積は次の近似式を利用した。⁽⁹⁾ 弾性衝突 Q_{el} , 全励起衝突断面積 Q_{ex} , 電離断面積 Q_i は電子エネルギー u の関数として表わした。単位は \AA^2 である。

$$\begin{aligned}
 Q_{e1}(u) &= \begin{cases} 1.41u & 0 \leq u \leq 11.5 \\ 284/(u+6) & u \geq 11.5 \end{cases} \\
 Q_{ex}(u) &= \begin{cases} 0 & u \leq 11.5 \\ \frac{10.91}{u} \ln(1 + 0.003421(u-u_1) + 0.001921(u-u_1)^2) & u > u_1 = 11.5 \end{cases} \\
 Q_i(u) &= \begin{cases} 0 & u \leq u_i = 15.76 \\ \frac{141}{u} \ln(1 + 0.001(u-15.9)u) & u \geq u_i \end{cases}
 \end{aligned}$$

ここで u_1 , u_i はそれぞれ第一励起および電離エネルギーである。図1に励起、電離の各衝突断面積と全衝突断面積 $Q_t(u)$ を示す。

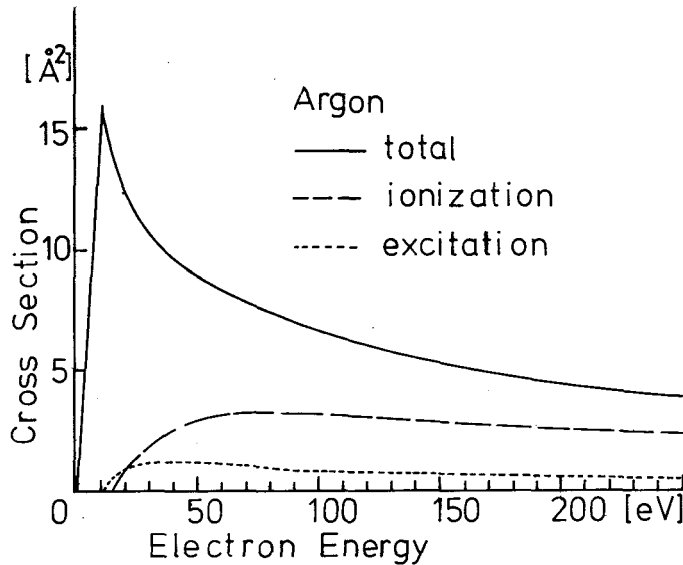


図1 衝突断面積の電子エネルギー依存性、全励起断面積(点線) 電離断面積(破線)および全衝突断面積(実線)

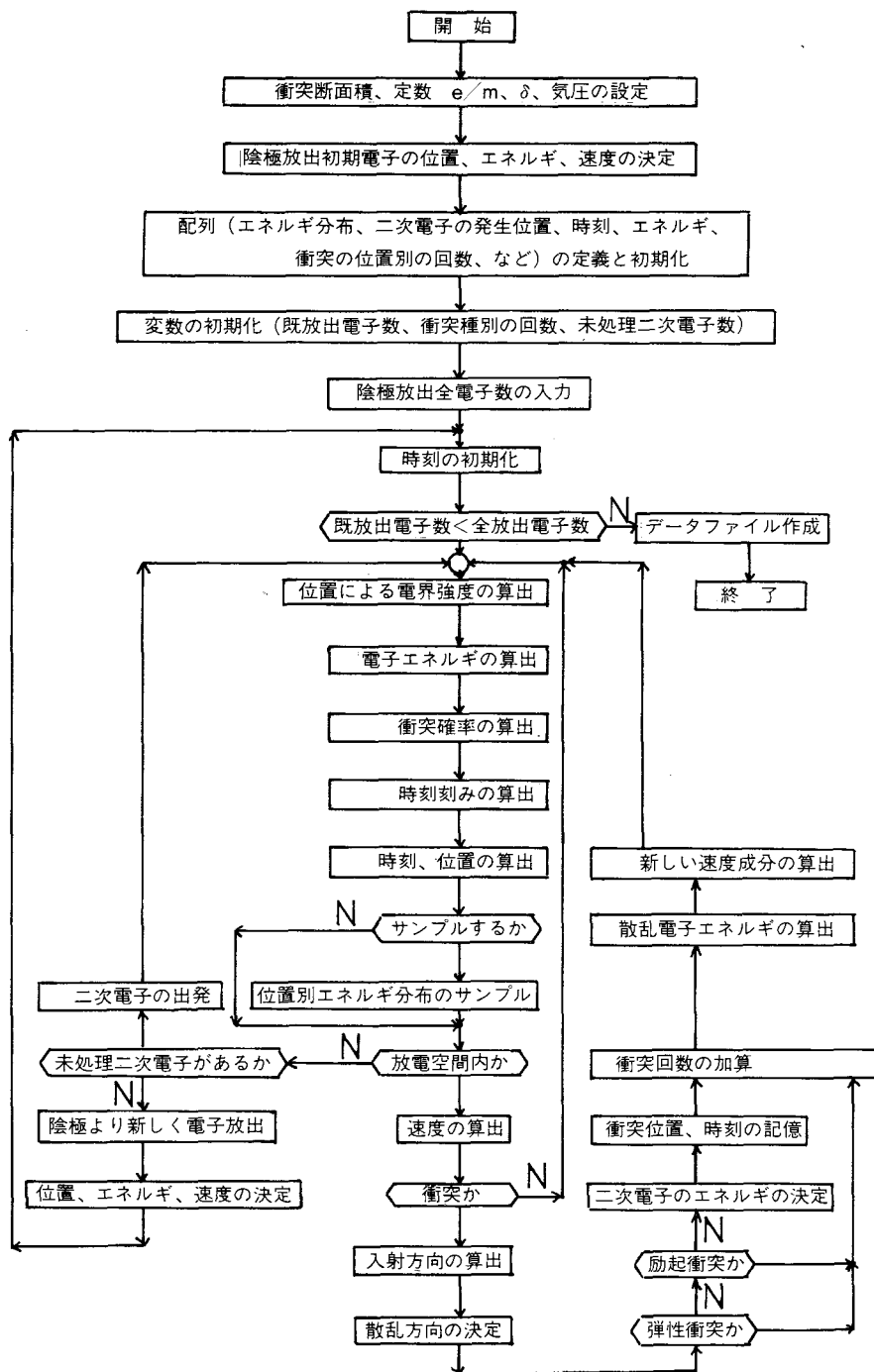
§ 3 シミュレーション結果とその検討

計算はパーソナルコンピュータ (ソードM23 mark III) を用い、使用した言語は BASIC である。計算機の精度は6桁であった。計算の流れを図2に示す。

擬似一様乱数は計算機付属のものを利用した(RND)。有意水準0.1において、 $[0,1]$ の一様分布を10等分して各問題の確率が0.10であるとしてその検定を試みたところ、同一の乱数係列を用いる場合にはあまりよくなかった。そこで、何度かの乱数係列の変更を行うこと(RANDOMIZE)により良い結果が得られ、まずまずの一樣性をもった擬似乱数であると考えられる。実際の計算では乱数係列の変更を衝突の後に行ってこの一樣性の確保に努めた。

無衝突の条件下での電子の飛行を追跡すると、平均数 eV の誤差を生じ電子のエネルギーは大きくなった。この原因は電界強度の変化する境界部を通過する時に生じる計算処理方法に起因するものと計算精度によるものがある。前者は1つの飛行の時間刻み幅においてその始点の電界強度をその境界を通過した後もそのまま適用しているために生じ2～3 eV程度の場合があった。後者は

十進六桁の精度で有効最下位数を四捨五入しているため生じる誤差である。電子の最大エネルギーは、電界により加速され 215 V 近くであり、それに対する誤差の割合は 2 % 以下である。



無衝突の条件で陰極より 300 個の電子を放出させた時、各位置における電子エネルギー分布の変化を図 3 に示す。中空陰極の場合で、陰極側から中心軸に向かって 10, 9, 8, …と変化してゆく。陰極放出電子のエネルギー分布 (10) は平均 8.38 eV で陰極降下部を 1 mm 近く移動すると約 70 eV のエネルギーを得た電子が一群となって存在する (9)。初期分布の形がほぼ保存されていることがわかる。これは中心付近に達した場合にも同様である。実際の電子軌道は陰極面を中心方向に向って出発し、陰極降下部で加速された後低電界域をドリフトして再び陰極降下部に突入し、今度は減速された後陰極に吸収されている電子が 8 割近くで、直進運動をしている。負グロー部に入ってから、その分布の中心は不変で (7 以降) ある。参考のため、各領域でのサンプル電子数と平均エネルギーを表示した。分布に拡がりが見えるのは、サンプル回数が電子により異なるためである。平板陰極の場合については省略する。

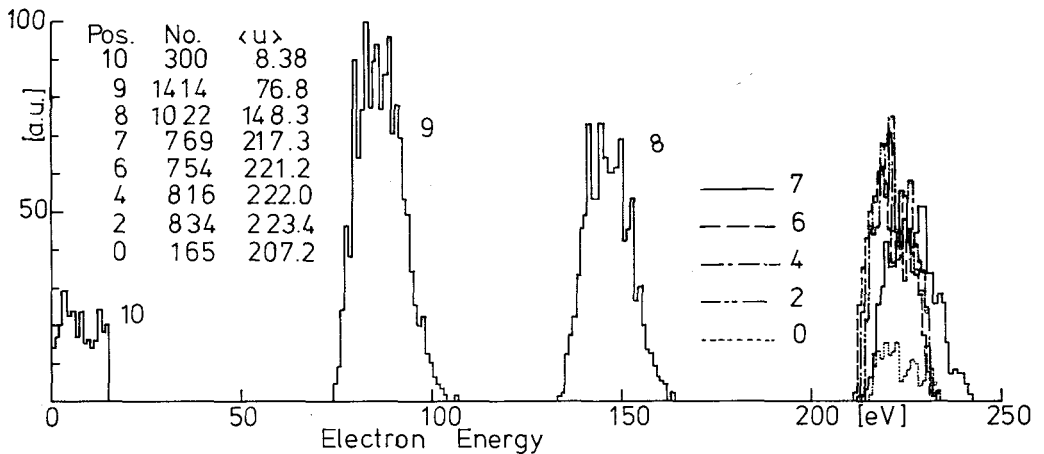


図3 無衝突条件下での電子の加速のようす、円筒中空陰極の場合、中心軸からの距離で示してあり、10が陰極面に相当する。

平板陰極の場合の電子エネルギー分布のシミュレーション結果を図 4 に示す。陰極からの放出電子数は 300 個とし、電離により発生した二次電子を含め全部で 3327 個の電子が放電空間を飛行した。この時計算に要した時間は約 1000 時間であった。図中縦軸はエネルギーの刻み幅内の各エネルギー値をもつ電子の度数をサンプリングした領域内の全電子数で割って規格化して表示してある。

陰極直前から 0.1 mm までの領域では非弾性衝突が生じる確率は低い。陰極より放出された電子のエネルギー分布は 0~16 eV までの値をもつ一様分布で、陰極面上任意の点から出発している。この間の加速は最大 7 eV でありこの領域に存在する電子の平均エネルギーは 11.5 eV 付近となる事が考えられる。実際のシミュレーション結果でもそのようになり、その分布は平均値のまわりに鋭い分布となっている。ここで気付くのは、2 eV 以下の電子がみられないことと平均より大きなエネルギーの電子が高エネルギー側に拡がっていることである。前者は時間刻みのとり方に関係している。すなわち、2 eV 以下の電子は時間刻み幅の間に 0.1 mm 以上移動するため、この領域では観測されなかった。一方、後者については径方向の電位分布を考慮しているため、中心軸方向に移動し、電子はエネルギーを得るためである。

陰極より離れるに従い、強電界中（陰極暗部内）では電子は加速されそのエネルギー分布は高エネルギー側に拡がってゆく。分布の形は最大値の減少と高エネルギー電子の増加がみられる。

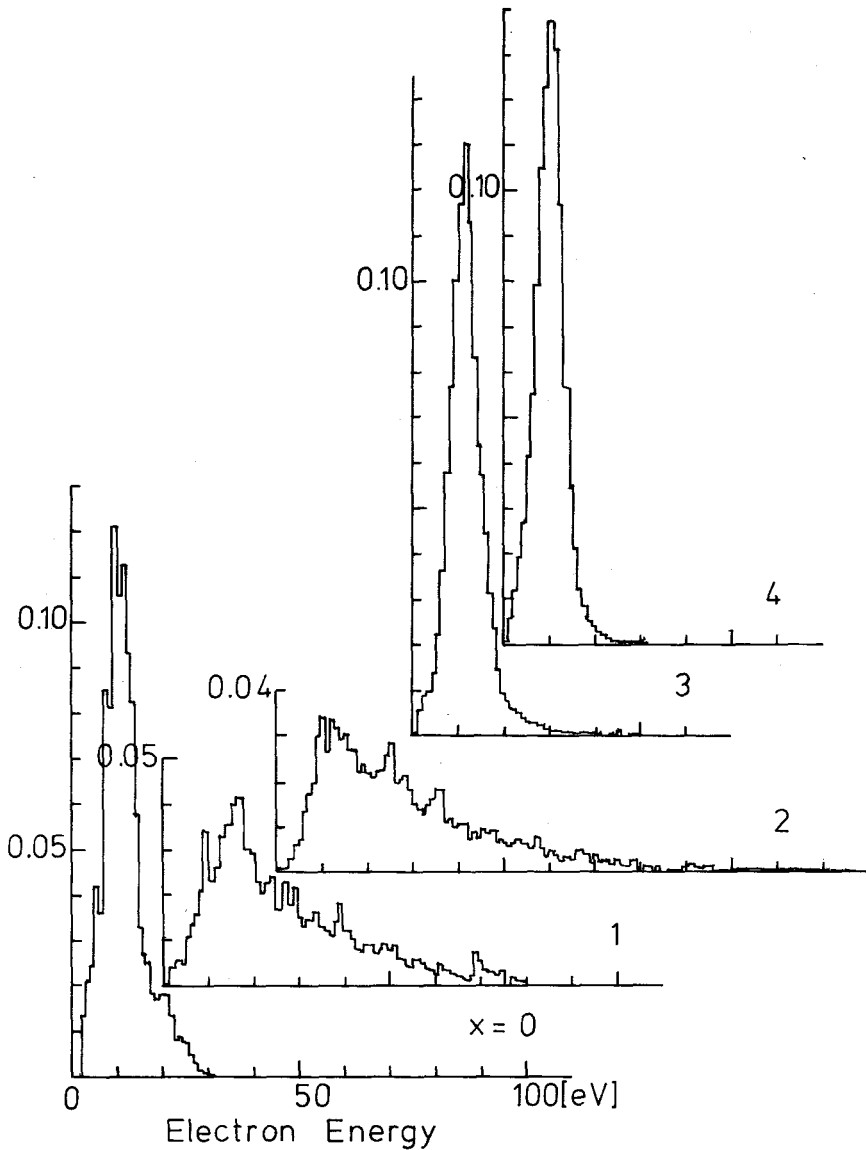


図4 a 平面陰極の場合の陰極暗部 ($x = 0, 1, 2$) から負グロー ($x \geq 3$) における電子エネルギー分布

また、非弾性衝突によるエネルギーの損失が増加する結果平均エネルギーはあまり増加しない。陰極から離れるにつれ増加してきた電離や励起衝突は電界の弱い領域（負グロー）に入る付近で最大となる。その結果高エネルギー電子は非弾性衝突により急激に失われ、代って電離電圧以下の低エネルギー電子が増加する。それよりなお陰極から遠ざかると励起電圧以下のエネルギーを持った電子はますます減少し、分布の形は鋭く 10 eV 付近に最大をもつ形になる。その後の形はほとんど不変であるが、負グローに入ってからエネルギー分布の最大確率エネルギーについて詳しくみると、陰極から離れるにつれ、わずかながら低エネルギー側に移ってきている。⁽¹⁰⁾

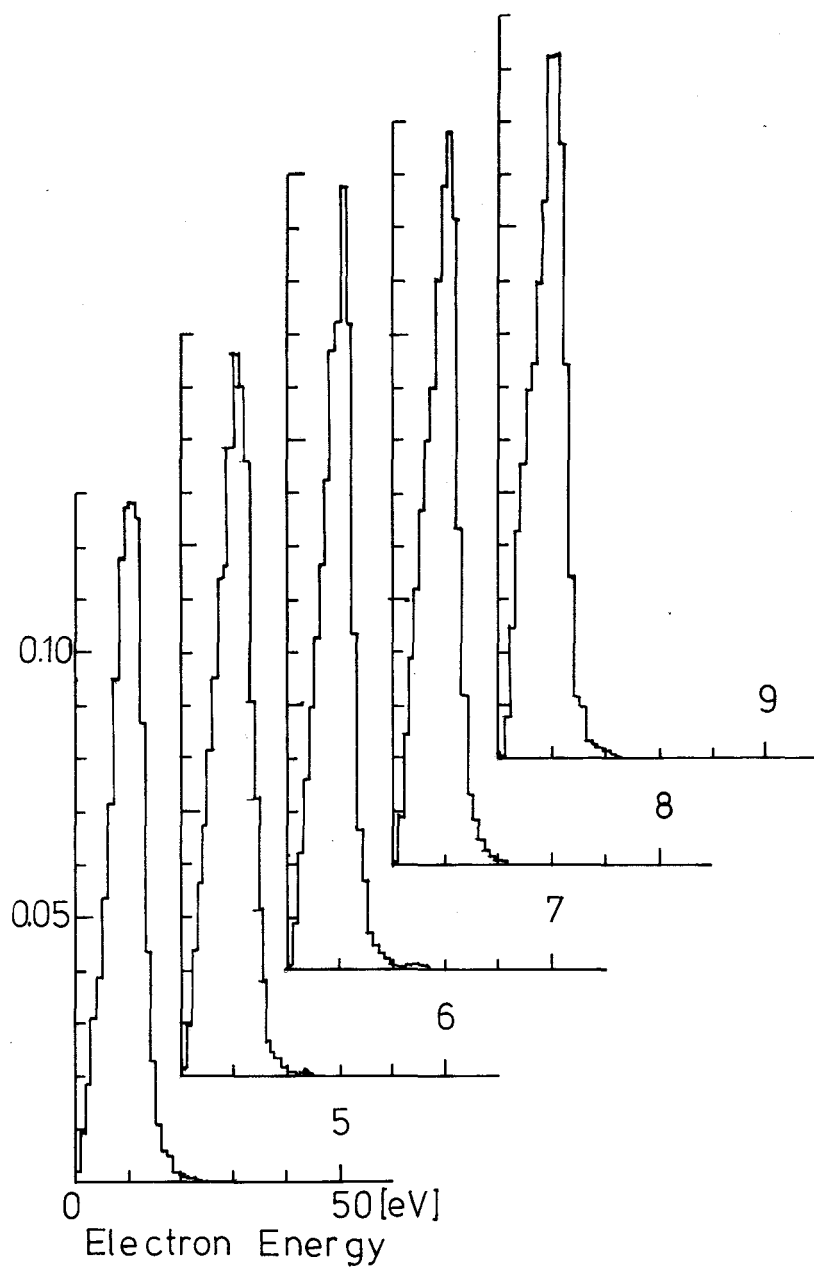


図4 b 陰極より離れた負グロー内での電子エネルギー分布

次に円筒中空陰極の場合の結果を図5に示す。陰極より放出される電子のエネルギー分布は平均8 eV の一様分布で300個の電子が放出された。サンプリング位置は平板陰極の場合と異なり、陰極直前のものは表示していない。電界の大きさに対する電子エネルギー分布の形の変化はほぼ同様である。しかし、中空陰極の場合高エネルギー電子の割合がどの位置においても相当数あり平均エネルギーも大きい。また最大確率エネルギーもこれに対応した変化をしている。

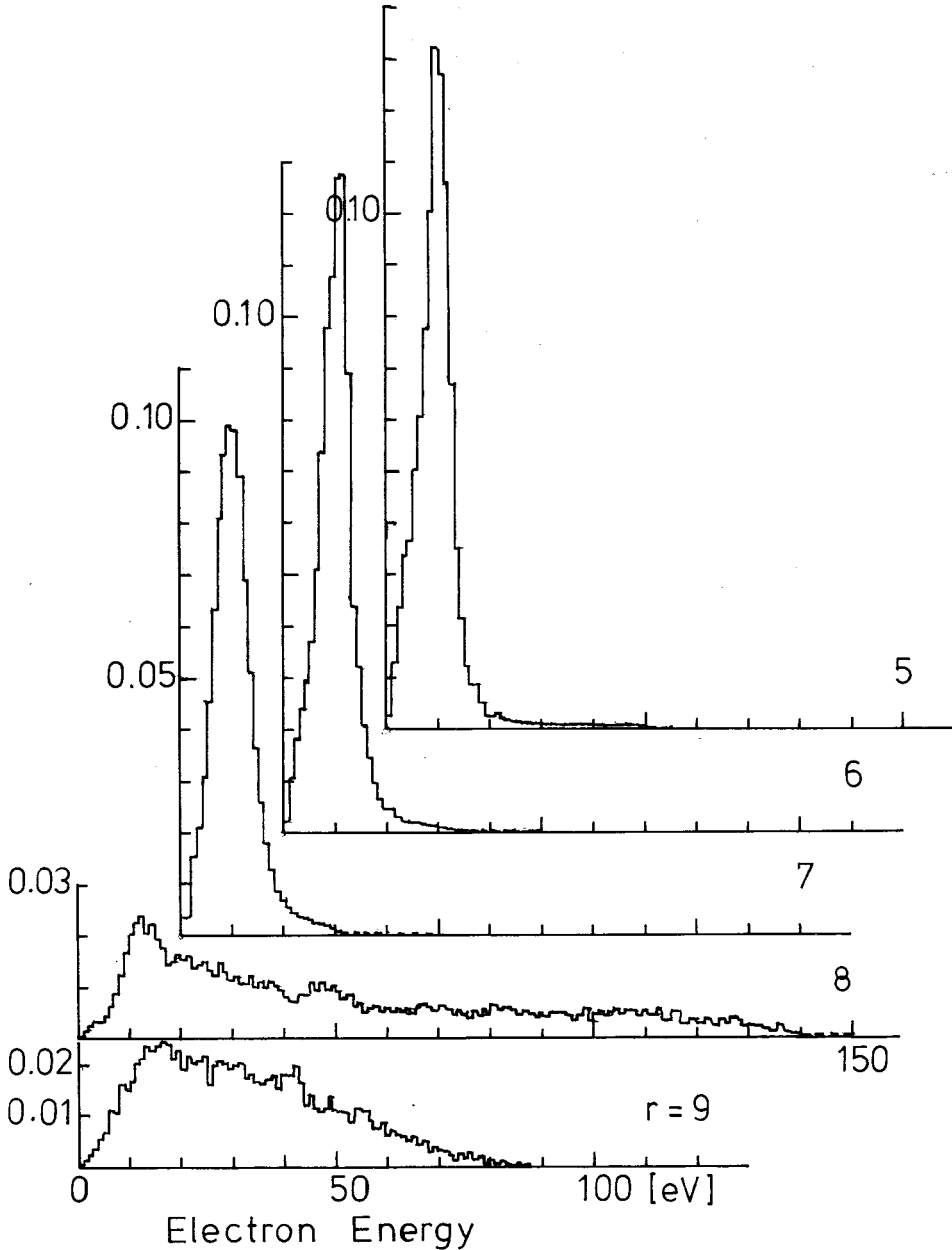


図5 a 中空陰極の場合、陰極中心の軸からの距離 r による電子エネルギー分布のようす。陰極暗部 ($r = 9, 8, 7$) から、負グローに至る。

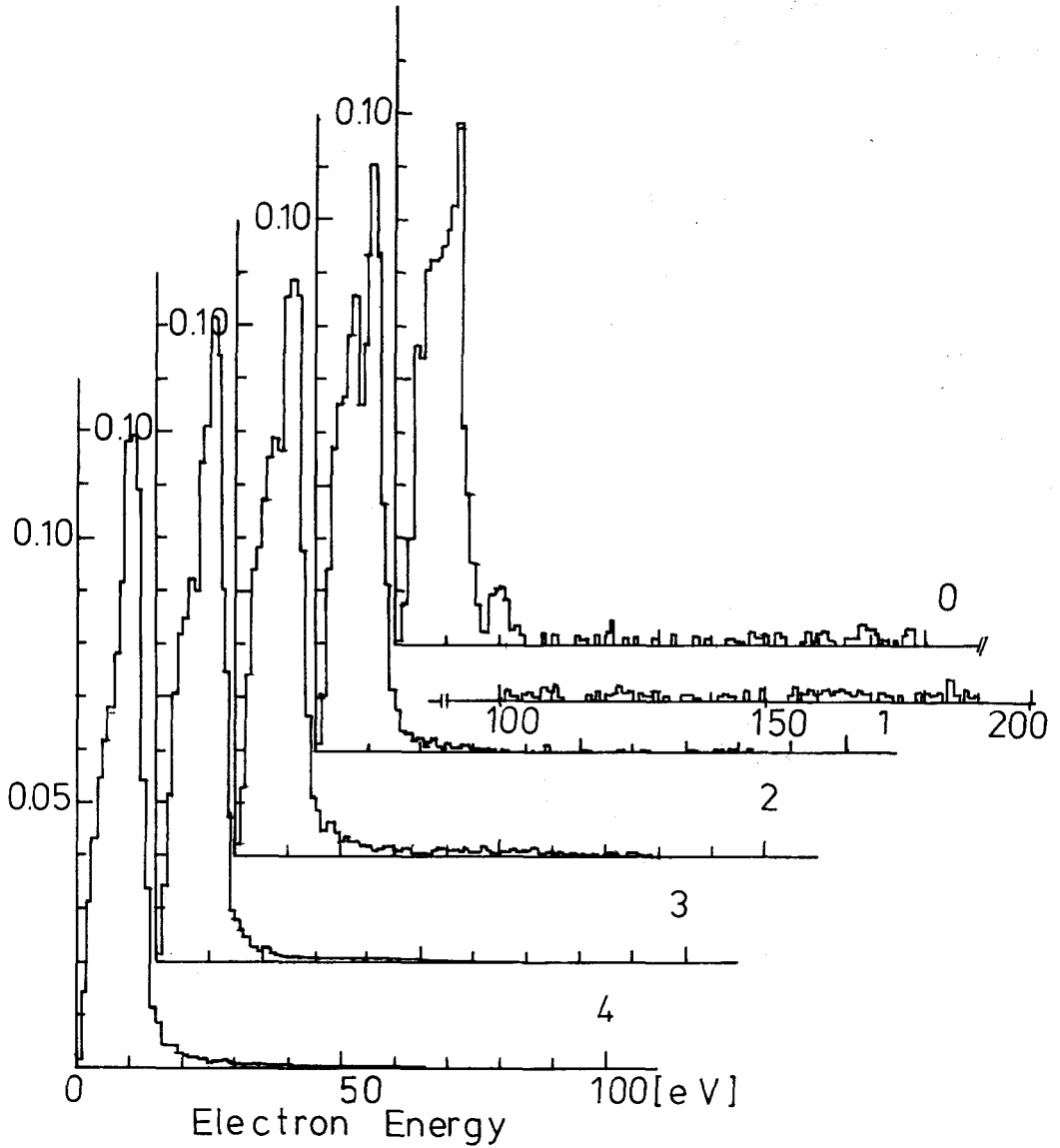


図5 b 中空陰極中心付近（負グロー）の電子エネルギー分布

陰極面付近から放電の中心軸に達するまでに、平均エネルギーは一度減少した後再び軸上で大きくなっている。また、全域で高エネルギー電子の存在が確認できる。これより、中空陰極内に高速電子が存在し、陰極暗部間を往復運動している事が推定できる。⁽¹¹⁾ これは次の事からも考えられる。そこで、対象とした全空間における衝突回数等について陰極形状をもとに比較した結果を表1に示す。同一の体積内に同数の電子が入射したが、全衝突数は中空陰極の場合が平板の場合の約7倍になっている。また一つの電子による電離二次電子の数でも中空陰極の場合1.75倍多

く、最大66個の二次電子を生じ、平板の場合の18に比べ3.7倍近くになっている。これは中空陰極上における効率よい電離が可能な事を示している。

表1 各衝突回数と全衝突数に対する比率

	円形平板陰極		円筒中空陰極	
全衝突数	1.1976×10^6	100%	8.38718×10^6	100%
弾性衝突	1.18386×10^6	98.85	8.29192×10^6	98.86
励起 "	1.0717×10^4	0.895	4.266×10^3	0.509
電離 "	3.027×10^3	0.235	5.260×10^3	0.628
最大二次電子数	18 (平均 10.1)		66 (17.5)	
計算時間(時間)	1008		1240	

以前に陰極暗部から負グローに入射する電子のエネルギー分布は陰極降下電圧相当のエネルギーをもつビーム電子であるとした⁽⁶⁾。しかしこの結果では高エネルギー電子が多くなっている事は認められるが、ビーム状の分布は現われていない。ヘリウムを用いて行なわれた中空陰極中心軸付近の電子エネルギー分布の観測結果⁽¹⁰⁾にはビーム成分が現れている。本計算において、中心軸付近のエネルギー分布をみるとそのサンプル数が少ないせいか、高エネルギー部では不連続な分布となっている。実験と比較するにはサンプル数を増す必要があると思われる。またヘリウムに対する大内氏らの結果⁽³⁾と比較すると、彼らの結果に現われていたビーム成分が本計算では全く現われていない。これを考えると、気体の種類による影響によることも考えられる、また等方散乱の仮定による可能性も考えられ、これらについては今後の課題である。

次に電子増倍；電離係数；平均エネルギーの陰極からの距離との関係を図6に示す。電離係数は暗部内で増加し、負グローとの境界で最大値をもっている。中空陰極の方が平板に比べ約2倍近くになっている。これは電子増倍についても同様である。電離係数の位置による変化のようすは、大内氏⁽³⁾らの結果と定性的には一致がみられ、平均エネルギーについても同様である。

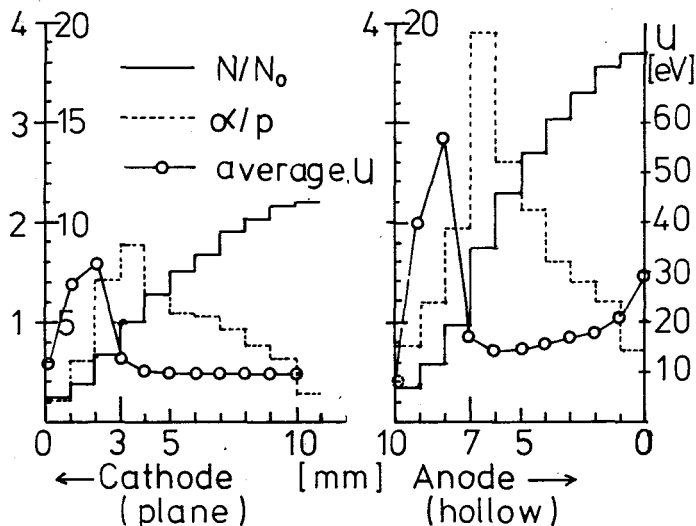


図6 電子増倍率 (N/N_0 , $N_0=300$), 電離係数 (α/P) および平均エネルギーの陰極からの距離による変化陰極は平面 ($x=0$), 中空 ($r=0$) である。

電離係数が励起係数にほぼ比例すると考えれば、それが最大となる陰極からの位置はまた放電発光強度の最大となる位置であると考えられる。これは中空陰極の場合に観測されている。また、電離係数、平均エネルギーともに最大値の位置から陰極から離れる方向に急激に減少している。これは電位分布の近似法が悪いために生じたと考えられる。電界の分布については、古くは Little 氏ら⁽¹²⁾により、陰極から直線的に減少し負グローではほぼ零になることが知られており、またポワソン式より数値計算を行ない Ward 氏ら⁽¹³⁾によりその分布がよい近似を与えることが確かめられた。この結果、電位分布は放物状での近似がよいと考えられるが、この場合には位置による電界強度分布があるため、電子の飛行中の速度位置の計算に工夫を要する。ここでは簡単のため折れ線近似としているので、電界強度の急変する境界部分で平均エネルギー等に急激な変化が現われたものと考えられる。また位置列のサンプリングを細かくすればより詳しい検討も可能となると思われる。

以上の結果は陰極降下部を陰極暗部と負グローで一定電界と仮定し、陰極から放出された電子の挙動をモンテカルロシミュレーションにより電子エネルギー分布を求めたものである。電位分布の粗い近似の割には、陰極降下部における電子の振舞をうまく再現する事ができた。特に平板電極と円筒中空陰極の場合による電子エネルギー分布の相違を明らかにすることができた。

しかし、より詳しいシミュレーションには正イオンの運動を考慮し電子とイオンのつくる空間電位分布からポワソン式より電界分布を求め、その電位分布から電子エネルギー分布等を解析する必要がある。そのような試みが最近行なわれ始めている。⁽⁴⁾

なお、ここで計算に用いたプログラムは非常に原始的なものであり改善の余地は十分ある。また、計算機も旧式のため適当な機種を用いると計算時間、精度とも向上させる事ができる。これにより、より細かく分割した位置分解またはエネルギー分解能をもったサンプリングも可能となるものと考えられる。

§ 4 まとめ

アルゴングロー放電の陰極降下部の電子の挙動をモンテカルロシミュレーションにより検討した。簡単のため電位分布を暗部と負グローでそれぞれ直線近似し、衝突はすべて等方散乱を仮定した。陰極から等間隔に一定の幅の領域に滞在する電子をサンプリングし、そのエネルギー分布を求めた。また、電離係数や電子増倍のようすを陰極からの距離による変化として調べた。シミュレーションは円形平板陰極と円筒中空陰極の場合について行ない、両者における陰極降下部の特徴について比較検討した。

電位分布の近似が著しいにもかかわらず、定性的にはよい結果が得られた。計算処理能力の制限のため、陰極より放出された電子数は 300 個で、計算はパーソナルコンピュータで行ったので計算時間・精度の点で不安もあったが、思ったよりよい結果が得られた。すなわち陰極から陰極暗部内の強電界で加速され、高エネルギー電子の増加、そして電離による電子増倍が行なわれ、負グローとの境界で急激な非弾性衝突の増加、またそれによる電子エネルギー分布における高エネルギー部の減少と低エネルギー部の急増のようすが明らかになった。

また、平板陰極に対し中空陰極では電離係数の増加による効率のよい電離の可能性を確かめることができた。これに関連して高エネルギー電子が豊富に存在する電子エネルギー分布が確認された、平板電極の場合と大きく異なる事が明らかになった。

参考文献

- (1) T. Ithoh, T. Musha: J. Phys. Soc. Japan•15(1960)•1675
- (2) 電気学会技術報告：II 部—140「気体放電シミュレーション」(S 57.12)

- (3) 大内, 窪田: 電気学会プラズマ研究会資料 EP-81-8 (S56), J. Phys. D-16(1983) 1705
- (4) 田所, 根本, 藤井, 電気学会放電研究会 ED-86-60(S61)
- (5) R. Razdan, C. E. Capjack, H. J. J. Seguin; J. Appl. Phys. 57(11) (1985) 4954
- (6) 山崎: 呉高専研究報告 20 (2) (1985) 85
- (7) 真壁, 後藤, 森: 電気学会論文誌 A 48-A32(S48)229
- (8) 電気学会「放電ハンドブック」(S53) 110
- (9) R. Lagushenko, J. Maya; J. Appl. Phys. 55(9) (1984) 3293
- (10) P. Gill, C. Webb; J. Phys. D10(1977) 299
- (11) 藤井: 応用物理 50 (1981) 1073
- (12) P. F. Little, A. v. Engel; Proc. Roy. Soc. London A224(1954)209
- (13) A. L. Ward; J. Appl. Phys. 33(9) (1962) 2789

(昭和62年4月15日受付)

〔傳〕以章物也

〔注〕章所執之物、別貴賤

〔傳〕女贄不過榛・栗・棗・脩、以告虔也

〔注〕榛小栗、脩脯、虔敬也、皆取其名以示敬

〔疏〕注榛小、示敬

正義に曰はく、①「曲禮」に云ふ、「婦人の贄は、榘・榛・脯・脩・棗・栗なり」と。鄭玄云ふ、「婦人は外事無し。見ゆるに羞物を以てするなり。榘・榛は木の名。榘は枳なり。實有り。今の邳邴の東にて之を食ふ。榛の實は栗に似て小なり」と。鄭（玄）又「周禮」の「腊人」に注して云ふ、「薄析を脯と曰ふ。之を捶きて薑桂を施すを鍛脩と曰ふ」と。然らば則ち脩・脯は大いに同じ。故に脩を以て脯と爲すなり。「虔は敬なり」とは、④「釋詁」の文なり。皆其の名を取りて以て敬を示すは、先儒以爲らく、栗は其の戰栗を取るなり、棗は其の早起を取るなり、脩はその自脩を取るなり。唯榛に説無し。蓋し榛の聲、虔に近きを以て、其の事を虔むに取るなり。

① 「曲禮」 『礼記』曲礼下に「婦人之贄、榘・榛・脯・

脩・棗・栗」とあり、鄭玄注に「婦人無外事、見以羞物也、

榘・榛・木名、榘枳榘也、有実、今邳邴之東食之、榛実似栗

而小」とある。

② 鄭玄 注①参照。

③ 鄭玄 『周礼』天官・腊人に「腊人、掌乾肉、凡田獸之

脯・腊・臘胖之事」とあり、鄭玄注に「大物解肆乾之、謂之

乾肉、若今涼州鳥翅矣、薄析曰脯、捶之而施薑桂曰鍛脩、腊

小物全乾」とある。

④ 「釋詁」 『爾雅』釈詁下に「儼・恪・祗・翼・謹・恭・

欽・寅・懃、敬也」とある。

〔傳〕今男女同贄、是無別也、男女之別、國之大節也、而由夫人亂、

無乃不可乎、晉士爲又與群公子謀、使殺游氏之二子

〔注〕游氏二子、亦桓・莊之族

〔傳〕士爲告晉侯曰、可矣、不過二年、君必無患

（未完）

（昭和六十二年四月十五日受付）

とある。

- ② 「典命」 『周礼』春官・典命に「凡諸侯之適子、誓於天子、撰其君則下其君之礼一等、未誓則以皮帛繼子男、公之孤四命、以皮帛眡小国之君」とある。

- ③ 哀(公) 七年傳 哀公七年伝に「対曰、禹合諸侯於塗山、執玉帛者万国、今其存者、無數十焉、唯大不字小、小不事大也」とある。

- ④ 鄭玄 注①参照。

- ⑤ 「周禮」 注①参照。

- ⑥ 「礼記」曲礼下に「八摯、天子鬯、諸侯圭、卿羔、大夫鴈、士雉、庶人之摯匹、童子委摯而退」とあり、鄭玄注に「摯之言至也」とある。

- ⑦ 「典瑞」の注 『周礼』春官の序官「典瑞、中士二人、府二人、史二人、胥一人、徒十人」の鄭玄注に「瑞節信也、典瑞若今符璽郎」とあり、又「典瑞」の職「掌玉瑞玉器之藏」の鄭玄注に「人執以見曰瑞、礼神曰器、瑞符信也」とある。

- ⑧ 禮 『周礼』考工記・玉人に「天子執冒、四寸、以朝諸侯」とあり、鄭玄注に「名玉曰冒者、言德能覆蓋天下也」とある。『白虎通德論』文質に「合符信者、謂天子璫以朝諸侯、諸侯執圭以覲天子、璫之為言冒也、上有所覆、下有所冒、故覲礼曰、侯氏執圭升堂、尚書大伝曰、天子執璫以朝諸侯、又曰、諸侯執所受圭与璧朝于天子」とある。

〔傳〕 小者禽鳥

〔注〕 卿執羔、大夫執鴈、士執雉

〔疏〕 注卿執、執雉

正義に曰はく、①『周禮』大宗伯の職の文なり。鄭玄云ふ、②「羔は其の群して其の類を失はざるを取る。鴈は其の時を候ひて行ふを取る。雉は其の介を守りて死して其の節を失はざるを取る。鵲は其の飛遷せざるを取る。雞は其の時を守りて動くを取る」と。③「典禮」に曰はく、「羔・鴈を飾る者は績を以てす」と。言ふところは、天子の臣は、羔・鴈を飾るに布を以てして又之を畫き、諸侯の臣は、飾るに布を以てして之を畫かず、雉より以下は飾無し。

- ① 「周禮」大宗伯 『周礼』春官・大宗伯に「以禽作六摯、以等諸臣、孤執皮帛、卿執羔、大夫執雁、士執雉、庶人執鵲、工商執雞」とあり、鄭玄注に「皮帛者、束帛而表以皮為之、飾皮虎豹皮、帛如今璧色繪也、羔小羊、取其群而不失其類、鴈取其候時而行、雉取其守介而死、不失其節、鵲取其不飛遷、雞取其守時而動、曲礼曰、飾羔・鴈者以績、謂衣之以布、而又画之者、自雉以下、執之無飾、士相見礼、卿大夫飾摯以布、不言績、此諸侯之臣与天子之臣異也、然則天子之孤、飾摯以虎皮、公之孤、飾摯以豹皮、与此孤卿大夫士之摯、皆以爵、不以命数、凡摯無庭実」とある。

- ② 鄭玄 注①参照。

- ③ 「曲禮」 『礼記』曲礼上に「執禽者左首、飾羔鴈者以績、受珠玉者以掬、受弓劍者以袂、飾玉爵者弗揮」とあり、鄭玄注に「績画文也、諸侯大夫以布、天子大夫以画」とある。

す者は、禮に孤は皮帛を執れば則ち諸侯の臣に帛を執る者有り。大夫帛を執るは、唯上を僭ふのみ。其れ帛は猶是れ男子の執る所、婦人帛を執れば則ち全く常の事に非ず。御孫は、唯婦人は宜しく幣を執るべからざるを諫む。丘明、「諫」の爲に「傳」を發す。故に唯常に非ざるを擧ぐるなり。『左傳』に諸「諫」を爲すは、或ひは「諫めて曰はく」と言ひ、或ひは諫むと言はず。意は載辭に在れば、則ち例と爲さざるなり。

① 「士相見禮」

『儀禮』士相見礼に「下大夫相見以鴈、飾之以布、維之以索、如執雉、上大夫相見以羔、飾之以布、四維之結于面、左頭如纁執之、如士相見之礼、始見于君、執摯至下、容彌蹙」とあり、鄭玄注に「下謂君所也、蹙猶促也、恭整貌也、其為恭、士大夫一也」とある。

② 鄭玄 注①参照。

〔傳〕御孫曰、男贄大者玉帛

〔注〕公・侯・伯・子・男執玉、諸侯世子・附庸孤卿執帛

〔疏〕注公侯一執帛

正義に曰はく、『周禮』大宗伯の職に云ふ、「公は桓圭を執る。侯は信圭を執る。伯は躬圭を執る。子は穀璧を執る。男は蒲璧を執る」と。是れ公・侯・伯・子・男は皆玉を執るなり。②「典命」の職に曰はく、「凡そ諸侯の適子、天子に誓ふは、其の君を攝すれば則ち其の君より下すこと一等。未だ誓はざれば則ち皮帛を以て子

男に繼ぐ。公の孤は四命、皮帛を以て小國の君に祗らふ」と。是れ諸侯の世子と孤卿とは帛を執るなり。附庸には則ち文無しと雖も、而も一國の主と爲りて來れば、則ち之を謂ひて「朝」と爲す。未だ爵命有らざれば、合に圭を執るべからず、明らかに世子と同じく帛を執るなり。且つ哀（公）七年傳に稱す、「禹、諸侯を塗山に合せしとき、玉帛を執る者萬國」と。附庸は是れ國なれば、明らかに帛を執る者は附庸なり。鄭玄の『周禮』の注に云ふ、「皮帛は、帛を束ねて表に皮を以てし、之が飾と爲す。皮は、虎豹の皮。帛は、今の璧色の繒のごときなり」と。『周禮』の「玉を以て六瑞と作す」「禽を以て六摯と作す」は、則ち瑞・贄に異有り。而るに此の「傳」に玉帛同じく贄と言ふは、鄭玄の「曲禮」の注に云ふ、「摯の言たる至なり」と。當に之を執りて人に見し、以て至誠を表すを謂ふべきなり。⑦「典瑞」の注に云ふ、「瑞は節信なり」と。禮に天子、冒を執りて以て諸侯に見え、諸侯、圭璧を執りて以て天子に朝す、と。天子、冒を以てし、之を冒ひて以て信を爲す。故に瑞を以て名と爲す。皮帛以下、此の信を合する事無きが故に、贄を以て名と爲す。其の實皆以て至誠を表すが故に、「傳」に通じて贄を以て之を言ふ。凡そ贄は皆爵を以てし、命數を以てせざるなり。

（四）

① 「周禮」大宗伯

『周禮』春官・大宗伯に「以玉作六瑞、

以等邦國、王執鎮圭、公執桓圭、侯執信圭、伯執躬圭、子執穀璧、男執蒲璧、以禽作六摯、以等諸臣、孤執皮帛、卿執羔、大夫執雁、士執雉、庶人執鵠、工商執雞」とあり、鄭玄注に「皮帛者、束帛而表以皮為之飾、皮虎豹皮、帛如今璧色繒也」

〔傳〕二十四年、春、刻其桷、皆非禮也

〔注〕并非丹楹、故言皆

〔疏〕注并非丹楹故言皆

正義に曰はく、①『穀梁傳』に曰はく、「禮に楹は、天子・諸侯は黝聖す。大夫は蒼なり。士は黹なり。楹を丹にするは、禮に非ざるなり」と。注に云ふ、「黝聖は黑色、黹は黃色」と。③又曰はく、「禮に天子の桷は、之を斲り之を髹き、密石を加ふ。諸侯の桷は、之を斲り之を髹く。大夫は之を斲る。士は本を斲る。桷に刻むは、正に非ざるなり」と。④「密石を加ふ」の注に云ふ、「細石を以て之を磨く」と。⑤『晉語』に云ふ、「天子の室は、其の椽を斲りて之を髹き、密石を加ふ。諸侯は之を髹き、大夫は之を斲り、士は之を首す」と。言ふこと小異なりと雖も、要するに正禮に楹は丹にせず、桷は刻まざるを知る。故に〔傳〕に「皆禮に非ざるなり」と云ふ。

①『穀梁傳』 『穀梁伝』 莊公二十三年に「礼天子・諸侯

黝聖、大夫蒼、士黹、丹楹、非礼也」とあり、范甯集解に「黝聖黑色也、黹黄色」とある。

② 注に云ふ 注①参照

③ 又曰はく 『穀梁伝』 莊公二十四年に「礼天子之桷、斲之、加密石焉、諸侯之桷斲之、大夫斲之、士斲木、刻桷、非正也、刻桓宮桷、丹桓宮楹、斥言桓宮、以惡莊也」

とあり、范甯集解に「以細石磨之」とある。

④ 注 注③参照

⑤『晉語』 『国語』 晉語八に「天子之室、斲其椽而髹之、加密石焉、諸侯髹之、大夫斲之、士首之、備其物、義也、從其等、礼也」とある。

〔傳〕御孫諫曰、臣聞之、儉德之共也、侈惡之大也

〔注〕御孫魯大夫

〔傳〕先君有共德、而君納諸大惡、無乃不可乎

〔注〕以不丹楹刻桷爲共

〔傳〕秋、哀姜至、公使宗婦覲用幣、非禮也

〔注〕傳不言大夫、唯舉非常

〔疏〕注傳不 非常

正義に曰はく、①「士相見禮」に云ふ、「下大夫の相見ゆるには麋を以てす。上大夫の相見ゆるには羔を以てす。士相見ゆるの禮のごとくす。始めて君に見ゆるには、摯を執る」と。②鄭玄云ふ、「士大夫は一なり」と。彼の禮の文のごとく、大夫始めて君に見ゆるに羔・麋を用ふれば、始めて夫人に見ゆるにも亦當に然るべし。然らば則ち大夫幣を用ふるは亦常に非ずして、大夫を以て常と爲

① 『公羊』 『公羊伝』 莊公二十四年に「曹羈者何、曹大夫也、曹無大夫、此何以書、賢也、何賢乎曹羈、戎將侵曹、曹羈諫曰、戎衆以無義、君請勿自敵也、曹伯曰、不可、三諫不從、遂去之、故君子以為得君臣之義也」とある。

② 鄭の忽 桓公十一年経に「突歸于鄭、鄭忽出奔衛」とあり、杜預注に「忽昭公也、莊公既葬、不称爵者、鄭人賤之、以名赴」とある。

〔經〕 赤歸于曹

〔注〕 無傳、赤曹僖公也、蓋爲戎所納、故曰歸

〔疏〕 注赤曹、曰歸

正義に曰はく、①『史記』の「曹世家」と「年表」とに皆云ふ、「僖公、名は夷」と。②三家の「經」「傳」に五有りて皆「赤」と言ふ。杜（預）、鄭の突の之に類するを以て、赤は是れ曹の君なるを知るが故に、赤を以て僖公と爲す。書するに舛誤有れば、何ぞ必ず『史記』を是として、杜（預）の説を非とせんや。③傳例に曰はく、「諸侯之を納るるを歸と曰ふ」と。戎、曹を侵して赤、歸るを以ての故に、（杜預注に）「蓋し戎の納るる所と爲る」と云ふなり。④賈逵以爲へらく、「羈は是れ曹の君、赤は是れ戎の外孫なり。故に戎、曹を侵し、羈を逐ひて赤を立つ」と。亦意を以て之を言ふも、據る所無きなり。

① 『史記』 『史記』管蔡世家の末に付されている曹叔振鐸の世家に「三十一年、莊公卒、子釐公夷立、釐公九年卒、子昭公班立」とあり、「十二諸侯年表」に「曹釐公夷元年」とある。

② 三家の「經」「傳」

公羊	經		傳
	左氏	經	
穀梁	公羊	赤歸于曹	なし
穀梁	公羊	赤歸于曹郭公	赤者何、曹無赤者、蓋郭也、郭公者何、失地之君也
穀梁	公羊	赤歸于曹郭公	赤蓋郭公也、何爲名、礼諸侯無外歸之義、外歸、非正也

③ 傳例 成公十八年伝に「凡去其国、国逆而立之曰入、復其位曰復歸、諸侯納之曰歸、以惡入曰復入」とある。

④ 賈逵 『春秋左氏伝解詁』 本疏引。

〔經〕 郭公

〔注〕 無傳、蓋經闕誤也、自曹羈以下、公羊・穀梁之説既不了、又不可通之於左氏、故不采用

〔疏〕 注蓋經、采用

正義に曰はく、①『公羊』『穀梁』並びに「赤歸于曹郭公——赤、曹に歸る。郭公なり」を以て、文を連ねて句と爲し、郭公、名は赤、國を失ひて曹に歸る、と言ふ。是れ説了らかならずと爲すが故に、采用せざるなり。

① 四〇頁下段の注②参照。

〔經〕戊寅、大夫宗婦覲用幣

〔注〕宗婦同姓大夫之婦、禮小君至、大夫執贄以見、明臣子之道、

莊公欲奢夸夫人、故使大夫宗婦同贄俱見

〔疏〕注宗婦一俱見

正義に曰はく、^①襄（公）二年「齊姜を葬る」の「傳」に稱す、
「齊侯、諸姜・宗婦をして來りて葬を送らしむ」と。「諸姜」とは
是れ同姓の女なれば、「宗婦」は是れ同姓の大夫の婦なるを知るな
り。（杜預注の）「禮に小君至れば、大夫贄を執りて以て見ゆ。臣
子の道を明らかにす」は、禮に亦此の文無し。^②「士相見禮」に稱
す、「大夫始めて君に見ゆるには、贄を執る」と。夫人の尊は君と
同じ。臣始めて臣と爲りて、君に見ゆるの禮有れば、明らかに小
君初めて至るも亦當に禮有りて以て見ゆべきなり。且つ「傳」は、
唯婦の贄は宜しく幣を用ふべからざるを譏り、之に覲ゆるを非と
爲すと言はざれば、其の禮の當に然るべきを知るなり。大夫は當
に羔・鴈を用ふべく、幣を用ふるも亦非禮と爲すなり。莊公、夫
人に奢夸せんと欲するが故に、男女をして贄を同じくせしむ。其
の男女別無きを惡み、且つ失禮爲るを譏儻るが故に、之を書す。

① 襄（公）二年 襄公二年經に「五月庚寅、夫人姜氏薨……

己丑、葬我小君齊姜」とあり、「伝」に「且姜氏君之妣、詩

曰、為酒為醴、烝畀祖妣、以洽百礼、降福孔偕、齊侯使諸姜、

宗婦來送葬」とある。

② 「士相見禮」 『儀礼』士相見礼に「始見于君、執贄、

至下、容彌蹙」とある。

〔經〕大水

〔注〕無傳

〔經〕冬、戎侵曹

〔注〕無傳

〔經〕曹羈出奔陳

〔注〕無傳、羈蓋曹世子也、先君既葬、而不稱爵者、微弱不能自定、

曹人以名赴

〔疏〕注羈蓋一名赴

正義に曰はく、此の事、『左氏』『穀梁』並びに「傳」無し。^①『公
羊』に以へらく、曹の羈は曹の大夫爲り、三たび諫めども従はず
して出奔す、と。杜（預）、此の「經」に「曹の羈、陳に出奔す。
赤、曹に歸る」と書するは、^②「鄭の忽、衛に出奔す。突、鄭に歸る」
と其の文相類するを以ての故に、彼に附して之が説と爲し、「蓋し」
と稱して疑辭を爲す。微弱にして自ら定むること能はず、曹人名
を以て赴ぐるも亦鄭の忽の出奔のごとし。

桷、非正也、夫人所以崇宗廟也、取非礼与非正、而加之於宗廟、以飾夫人、非正也、刻桓宮桷、丹桓宮楹、斥言桓宮、以惡莊也」とある。

〔經〕葬曹莊公

〔注〕無傳

〔經〕夏、公如齊逆女

〔注〕無傳、親逆、禮也

〔疏〕注親逆禮也

正義に曰はく、『公羊傳』に曰はく、「何を以て書するや。親ら迎ふるは、禮なり」と。親ら逆ふるは、是れ正禮なり。故有りて卿をして逆へしむるを得るも亦譏り無きなり。

①『公羊傳』

『公羊伝』莊公二十四年に「何以書、親迎、礼也」とある。

〔經〕秋、公至自齊

〔注〕無傳

〔經〕八月丁丑、夫人姜氏入

〔注〕哀姜也、公羊傳以爲姜氏要公、不與公俱入、蓋以孟任故、丁丑入、而明日乃朝廟

〔疏〕注哀姜、朝廟

正義に曰はく、『公羊傳』に曰はく、「其の入ると言ふは何ぞ。難ければなり。其の難きこと奈何。夫人は入らしむべからず。公と約する所有りて、然る後に入る」と。唯「要する所有り」と言ひて、何事を要するかを知らざるが故に、（杜預注に）「蓋し孟任の故を以てなり」と云ふなり。明日の戊寅、大夫の宗婦覲ゆるに幣を用ふ。夫人若し未だ廟に朝せざれば、臣の覲禮を受けることを得ず。明日に乃ち廟に朝し、既に朝して乃ち大夫の宗婦に見ゆるを知る。杜（預）、「廟に朝す」と言ふは、「覲ゆるに幣を用ふ」の爲に發するなり。「入る」と書して「至る」と書せざるは、『釋例』に曰はく、「莊公、割臂の盟を顧みて、孟任を崇寵す。故に位に即くこと二十三年にして乃ち元妃を娶る。楹を丹にして桷に刻み、身自ら幣を納ると雖も、而も孟任の嫌有るが故に、姜氏と俱に反りて入ることを異にす。『經』に『至る』の禮を以て書せざる所以なり」と。

①『公羊傳』

『公羊伝』莊公二十四年に「其言入何、難也、其言日何、難也、其難奈何、夫人不僕、不可使入、与公有所約、然後入」とある。

②『釋例』

『春秋釈例』内外君臣逆女例第十に見える。

③割臂の盟

莊公三十二年伝に「初公築台臨党氏、見孟任從之、閔、而以夫人言、許之、割臂盟公、生子般焉」とある。

〔注〕從王事

〔傳〕王有巡守

〔注〕省四方

〔傳〕以大習之

〔注〕大習會朝之禮

〔傳〕非是君不舉矣、君舉必書

〔注〕書於策

〔傳〕書而不法、後嗣何觀、晉桓・莊之族偏

〔注〕桓叔・莊伯之子孫強盛、逼迫公室

〔傳〕獻公患之、士蒍曰、去富子、則群公子可謀也已

〔注〕士蒍晉大夫、富子二族富強者

〔傳〕公曰、爾試其事、士蒍與群公子謀、譖富子而去之

〔注〕以罪狀誣之、同族惡其富強、故士蒍得因而間之、用其所親爲

譖則似信、離其骨肉則黨弱、群公子終所以見滅

〔傳〕秋、丹桓宮之楹

〔經〕二十有四年、春、王正月、刻桓宮楹

〔注〕刻鏤也、桷椽也、將逆夫人、故爲盛飾

〔疏〕二十四年注刻鏤一盛飾

正義に曰はく、「釋器」は云ふ、「金之を鏤と謂ふ。木之を刻と謂ふ」と。木に刻み、金に鏤むは、其の事相類するが故に、刻を以て鏤と爲すなり。桷之を椽と謂へば、椽は即ち椽なり。〔穀梁傳〕に曰はく、「桷に刻むは、正に非ざるなり。夫人は宗廟を崇ぶ所以なり。非禮と非正とを取りて之を宗廟に加へ、以て夫人を飾るは正に非ざるなり。桓宮の桷に刻み、桓宮の楹を丹にするは、桓宮を斥し言ひて以て莊を惡むなり」と。是れ楹を丹にし、桷に刻むと言ふは、皆將に夫人を逆へんとするが爲の故に、盛飾を爲す。

(三七)

① 「釋器」 「爾雅」釈器第六に「金謂之鏤、木謂之刻、

骨謂之切、象謂之磋、玉謂之琢、石謂之磨」とある。

② 桷 「爾雅」釈宮第五に「桷謂之椽」とあり、郭璞注に「屋椽」とある。

③ 「穀梁傳」 「穀梁伝」莊公二十四年に「礼天子之桷斲之磐之、加密石焉、諸侯之桷斲之磐之、大夫斲之、士斲木刻

であることは、杜預注には見えないが、『春秋釈例』土地名第四十四の一の魯地の項に「比蒲、闕」とある。

⑤ 『穀梁傳』 『穀梁伝』 莊公二十三年に「微国之君、未爵命者、其不言来、於外也、朝於廟、正也、於外、非正也」とある。

⑥ 定（公）十年傳 定公十年伝に「齊侯将享公、孔丘謂梁丘扈曰、齊魯之故、吾子何不聞焉、事既成矣、而又享之、是勤執事也、且犧象不出門、嘉樂不野合、饗而既具、是弃礼也」とある。

〔經〕 秋、丹桓宮楹

〔注〕 桓公廟也、楹柱也

〔經〕 冬、十有一月、曹伯射姑卒

〔注〕 無傳、未同盟、而赴以名

〔經〕 十有二月甲寅、公會齊侯盟于扈

〔注〕 無傳、扈鄭地、在滎陽縣西北

〔傳〕 二十三年、夏、公如齊觀社、非禮也、曹劌諫曰、不可、夫禮所以整民也、故會以訓上下之則、制財用之節

〔注〕 貢賦多少

〔傳〕 朝以正班爵之義、帥長幼之序、征伐以討其不然

〔注〕 不然不用命

〔疏〕 夫禮、不然

正義に曰はく、夫れ禮は、天下の民を整理する所以なり。民とは、眚庶、貴賤の者を謂ふ、皆是れなり。諸侯會聚して謀る所は、皆是れ王室を尊び、臣の禮を脩む。故に會して以て上下の則を訓へ、諸侯、天子に事ふるを以て、下に在りては其の君に事ふるを訓ふるなり。會に於いて必ず諸國に號令して貢賦の多少を出だすは、即ち財用の節度を制するなり。禮に小國をして大國に朝せしむるは、是れ朝して以て班爵の等義を正すなり。爵同じきは則ち小國下に在るは、是れ長幼の次序に帥ふなり。諸侯の序は爵を以てし、年を以てせず。此に「長幼」と言ふは、國の大小を謂ふなり。① 沈氏云ふ、「爵同じき者は、年の長幼に據る。故に『長幼の序に帥ふ』と言ふ。朝せず、會せざれば、則ち之を征討す。故に『征伐して以て其の不然を討ず』と言ふ」と。

① 沈氏 沈文阿『春秋左氏伝義略』 本疏引。

〔傳〕 諸侯有王

と多し。此れ乃ち楚の初めて興るとき、未だ周の典禮・告命の辭に閑れずして、自づから同異を生ず。楚の武王熊達、始めて江漢の間に居るも、然れども猶未だ自ら列國に同じくすること能はず。故に「荆、蔡の師を敗る」「荆人、來聘す」と稱す。其の居る所の稱に従ひて其の君臣を摠ふ」と。是れ楚の始めて通じて、未だ其の禮を成さざるの意を言ふ。(杜預注に)「君臣、辭を同じくす」と言ふは、此に「荆人、來聘す」と云ふは、是れ臣、來るなり。僖(公)二十一年に「楚人、宜申をして來りて捷を獻ぜしむ」と。「使」を言へば、則ち是れ君なり。而して「經」に亦「楚人」と書するは、是れ君臣辭を同じくするなり。

① 『釋例』 『春秋釋例』會盟朝聘例第二に見える。

② 莊公十年經に「秋、九月、荆敗蔡師于莘、以蔡侯獻武婦」とある。

③ 僖(公)二十一年 僖公二十一年經に「楚人使宜申來獻捷」とある。

〔經〕 公及齊侯遇于穀

〔注〕 無傳

〔經〕 蕭叔朝公

〔注〕 無傳、蕭附庸國、叔名、就穀朝公、故不言來、凡在外朝、則禮不得具、嘉禮不野合

〔疏〕 注蕭附一野合

正義に曰はく、爵無くして「朝す」と稱するは、是れ附庸の國なるを知るなり。① 邾の儀父には之を貴びて乃ち字を書す。此に貴ぶ所無ければ、叔は名爲るを知るなり。② 『公羊傳』に曰はく、「其れ公に朝すと言ふは、何ぞ。公、外に在ればなり」と。文、「穀に遇ふ」に連ぬるは、是れ穀に就きて公に朝するなり。穀は是れ齊の地なるが故に、「來り」と言はざるなり。③ 定(公)十四年に「比蒲に大蒐す。邾子、來りて公に會す」と。④ 比蒲は魯の地なるが故に、「來り」と言ふなり。⑤ 『穀梁傳』に曰はく、「廟に朝するは、正なり。外に於いてするは、正に非ざるなり」と。是れ外に在りて朝を行へば、則ち禮具はるを得ざるを言ふ。⑥ 定(公)十年傳に「嘉樂は野合せず」と稱すれば、嘉禮も亦野合せざるを知る。嘉禮は善禮を謂ふにて、五禮の嘉に非ざるなり。「朝」は、五禮に於いては賓に屬す。

(三五)

① 邾の儀父 隱公元年經に「三月及邾儀父盟于蔑」とあり、

杜預注に「附庸之君未王命、例稱名、能自於大國、繼好息民、故書字以貴之也、名例在莊五年」とある。

② 『公羊傳』 『公羊傳』莊公二十三年に「其言朝公何、公在外也」とある。

③ 定(公)十四年 定公十四年經に「大蒐于比蒲、邾子來會公」とある。

④ 比蒲(昭11經・伝、定13經、定14經にも見える)が魯の地

③ 二十五年に「陳の女叔來聘するは、之を嘉す。故に名いはず」と。此に嘉すべきこと無くして亦「叔」と稱するは、杜（預）の意は、叔を名と爲すなり。字と爲すは、以て知るべきこと無きが故に、明言せず。

① 『穀梁傳』 『穀梁伝』 莊公二十三年に「其不言使、何也、天子之内臣也、不正外交、故不与使也」とある。

② 虞叔 桓公十年伝に「初虞叔有玉、虞公求旃」とあり、杜預注に「虞叔虞公之弟」とある。

③ 二十五年 莊公二十五年経「春、陳侯使女叔來聘」の杜預注に「女叔陳卿、女氏、叔字」とある。又「伝」の「陳女叔來聘、始結陳好、嘉之、故不名」の杜預注に「卿以字為嘉、則称名其常也」とある。

〔經〕 夏、公如齊觀社

〔注〕 齊因祭社蒐軍實、故公往觀之

〔疏〕 注齊因一觀之

正義に曰はく、①「魯語」に此の事を説きて云ふ、「夫れ齊は大公の法を棄てて、民を社に觀る」と。②孔晁云ふ、「民を社に聚めて、戎器を觀るなり」と。③襄（公）二十四年傳に稱す、「楚子、遠啓彊をして齊に如かしむ。齊、社して軍實を蒐め、客をして之を觀せしむ」と。此も亦然るを知るが故に、公往きて之を觀る。④『釋例』に曰はく、「凡そ公出でて、朝・聘・奔・喪・會・葬するには、皆

但如くことを書いて其の事を言はず。此れ『春秋』の常なり」と。然らば則ち喪・葬は常の事なるが故に書せず。社を觀ることは常に非ざるが故に特に書す。

① 「魯語」 『國語』 魯語上に「莊公如齊觀社、曹劌諫曰、

不可、夫礼所以正民也、……夫齊棄太公之法而觀民於社、君為是拳、而往觀之、非故業也、何以訓民」とある。

② 孔晁 『春秋外伝國語孔氏注』 本疏引。『玉函山房輯佚書』に佚文が収められている。

③ 襄（公）二十四年傳 襄公二十四年伝に「齊侯既伐晉而懼、將欲見楚子、楚子使遠啓彊如齊聘、且請期、齊人社蒐軍實、使客觀之」とある。

④ 『釋例』 『春秋釈例』 公行至例第二十三に見える。

（三四）

〔經〕 公至自齊

〔注〕 無傳

〔經〕 荆人來聘

〔注〕 無傳、不書荆子使某來聘、君臣同辭者、蓋楚之始通、未成其禮

〔疏〕 注不書一其禮

正義に曰はく、①『釋例』に曰はく、「楚の君臣、最も混錯するこ

る者は之を載せず。君子の人は當に其の忠の善き者・知の遠き者を記すべし。他皆此れに放へ」と。

① 沈氏 沈文阿『春秋左氏経伝義略』 本疏引。

② 世家 『史記』田敬仲完世家に「文子卒、生桓子無宇、

田桓子無宇有力、事齊莊公、甚有寵、無宇卒、生武子開与釐子乞、田釐子乞事齊景公為大夫……四年、田乞卒、子常代立、是為田成子」とある。

③ 哀公十四年経に「齊人弑其君壬于舒州」とある。成子より威王に至るまでは、『史記』田敬仲完世家に詳しい。

④ 「世家」 『史記』田敬仲完世家に「完卒、諡為敬仲、仲生釋孟夷、敬仲如齊、以陳字為田氏」とある。

⑤ 「曲禮」 『礼記』曲礼上に「龜為卜、筮為筮、卜筮者、先聖王之所以使民信時日、敬鬼神、畏法令者也、所以使民決嫌疑、定猶与者也」とある。

⑥ 「洪範」 『尚書』周書・洪範に「汝則有大疑、謀及乃心、謀及卿士、謀及庶人、謀及卜筮、汝則從、龜從、筮從、卿士從、庶民從、是之謂大同」とある。

⑦ 昭公十二年伝に、南蒯が反乱を起こそうとして筮に大吉を得たが、子服惠伯は、忠の心であれば可であるが、そうでなければ必ず敗れる。そもそも易というものは危険なことを占つてはいけませんと諫めたことが見える。

⑧ 臧會 昭公二十五年伝に「臧会窃其宝龜僕句、以卜為信与僭、僭吉」とある。

⑨ 昭公十二年伝に「南蒯枚筮之、遇坤☷之比☵」とある。

⑩ 劉炫 『春秋述義』 本疏引。

〔經〕二十有三年、春、公至自齊

〔注〕無傳

〔經〕祭叔來聘

〔注〕無傳、穀梁以祭叔為祭公來聘魯、天子内臣不得外交、故不言使、不與其得使聘

〔疏〕二十三年注穀梁「使聘

正義に曰はく、諸の聘を言ふは、皆某侯、某をして來聘せしむ、と言ふ。此に「使——せしむ」と言はず、「左氏」に「傳」無きが故に、「穀梁」を取りて説を爲す。『穀梁傳』に云ふ、「其れ使を言はざるは何ぞや。天子の内臣なればなり。其の外交を正とせざるが故に、使を與さざるなり」と。然らば則ち内臣は外交するを得ざるを言へば、必ず是れ畿内の國なり。畿内の國は祭爲るに非ざるのみ。（穀梁）「傳」に、祭公の爲に來聘すと言はざるも、杜（預）、「祭公の爲に來聘す」と言ふは、但祭叔は「祭」に連ねて文を爲せば、必ず是れ祭人なり。虞叔は是れ虞公の弟なれば、此の祭叔は或ひは是れ祭公の弟ならん。故に以爲へらく、祭公の爲に來聘す、と。天子の内臣は諸侯に外交するを得ざるが故に、（杜預注に）「使を言はず、其の聘せしむるを得ざるを與さざるなり」と。魯其の聘を受け、其の禮を行ふが故に、聘を書するのみ。

協於卜、故傳備言其終始、卜筮者、聖人所以定猶豫、決疑似、因生義教者也、尚書洪範、通龜筮以同卿士之數、南蒯卜亂而遇元吉、惠伯荅以忠信則可、臧會卜僭、遂獲其應、丘明故舉諸縣驗於行事者、以示來世、而君子志其善者遠者、他皆放此

〔疏〕注成子、放此

正義に曰はく、沈氏云ふ、^①「世家に、桓子、武子啓及び僖子乞を生む。乞卒し、子常之に代はる。是れを田成子と爲す、と。是れ敬仲に於いて七世爲り。」（杜預注に）八世と言ふは、其の相代はりて位に在るに據りて、八世と爲すなり。^②成子、簡公を弑して齊の政を専らにす。是れ之と與に大なること莫きなり。成子、襄子磐を生む。磐、莊子白を生む。白、大公和を生む。和、齊の康公を海上に遷し、和立ちて齊侯と爲る。和の孫の威王、王と稱す。四世にして秦、之を滅ぼす。『傳』を作りし時、完の子孫已に盛んなるが故に、『傳』備に其の終始を言ふなり」と。^③「世家」に云ふ、「敬仲の齊に如くや、陳の字を以て田氏と爲す」と。『左傳』に終始「陳」と稱すれば、「田」は必ず敬仲の改むる所に非ず。未だ何れの時に改むるかを知らざるのみ。『左傳』の初めより此に至りて始めて卜筮有るが故に、（杜預）、此に於いて通じて之を説く。^④「曲禮」に曰はく、「卜筮は、先聖王の、民をして嫌疑を決し、猶與を定めしむる所以のものなり」と。是れ先王立つることの本意なり。（杜預注の）「因りて義教を生ず」とは、人に教ふるに義を行ふを以てするを謂ふ。善を行へば則ち徳は卜に協ひ、惡を行へば則ち吉に遇へども反つて凶なり。必ず義を行ふを以て乃ち卜すべきなり。^⑤「洪範」に曰はく、「汝則ち大疑有る、謀るに乃の心に及ぼし、

謀るに卿士に及ぼし、謀るに庶人に及ぼし、謀るに卜筮に及ぼす」と。謀るに卿士に及ぼし、而して卜筮を以て之を同じくす。是れ龜筮に通じて以て卿士の數に同じくするなり。^⑥南蒯、亂を爲すことを卜し、不信なるときは則ち不可なり、と。臧會、僭を爲さんことを卜し、不信なるは乃ち遂に吉なり、と。二事相反するが故に、特に之を引く。卜筮は人の行ひに應ずるを言ふなり。^⑦南蒯は昭（公）十一年に在り、臧會は昭（公）二十五年に在り。^⑧南蒯「筮」して「卜」と言ふは、卜・筮通じて言ふのみ。杜（預）、「洪範」を引くは、龜筮は未だ必ずしも神靈ならざるを明らかにせんと欲するが故に、「以て卿士の數に同じくす」と云ふ。龜筮の見るる所纔かに卿士と同じきを言ふのみ。又南蒯を引くは、吉凶は行に由りて卜筮に由らざるを明らかにし、人をして徳行を脩めしめんと欲し、純ら卜筮を信すべからざるなり。又臧會を引くは、吉凶も亦卜筮に由りて専ら行に在るべからず、人をして龜筮を敬せしめんと欲するなり。故に丘明、行事に驗ある者を舉縣して以て來世に示すは、徳行を脩め、龜筮を敬ふなり。「行事に驗ある者」と言ふは、南蒯は則ち行に驗ありて龜筮に驗あらず、臧會は則ち行に驗あらずして龜筮に驗あり。（杜預注に）「君子、其の善き者、速き者を志す」と言ふ「善き者」とは、人を勧めて徳行を脩め、龜筮を敬するを謂ふ、是れなり。「速き者」とは、其の大綱を擧げ、人を勧めて善を爲すを謂ふ。長久遠道にして、時に臨んで應に驗すべきこと有るに非ず。此れ速き者は即ち上の善き者なり。其の事を指して之を善と謂ひ、其の教へを指して之を遠と謂ふ。^⑨劉炫云ふ、「春秋の時を計るに、卜筮多し。丘明の載す所は唯二十許の事のみ。其の行事に縣かり驗のある者を擧げ、其の驗あらず

〔疏〕 注變而一必衰

正義に曰はく、(觀卦の)六四爻變じて九四と爲れば、二と共に(否卦の第二爻から第四爻までの互體)艮の象と爲る。艮を山と爲すが故に、山嶽の國に興らんことを知る。姜姓は大岳の後なれば、其れ將に姜に育せんとするを知る。地の高き者は、山より過ぐるは莫し。『詩』に云ふ、「崧高なるは雖れ嶽。駿いなること天に極る」と。其の大きいなること能く天に至るを言ふが故に、山嶽は則ち天に配するなり。且つ(否卦は)乾は上に在り、艮は下に在るも亦是れ山嶽、天に配するの象なり。此の人の子孫、大嶽の後に養はれ、官尊く位貴く、大嶽の權を得れば、則ち其の功德は天に配すること有り。然れども天地の其の功は天に配すれば、今縦ひ大嶽の權を得れども唯諸侯なるのみ。「天に配す」と言ふは、其の功の大なるを以ての故に甚だしく之を言ふ。物能く兩つながら大なるは莫く、此れ興ることの兆有るが故に、(杜預注に)「陳必ず衰ふ」と名づくるなり。

① 『詩』 『毛詩』大雅・蕩之什・崧高に「崧高維嶽、駿

極于天、嶽降神、生甫及申」とあり、毛伝に「崧高貌、山大而高曰崧、嶽四嶽也……駿大、極至也……」とある。

〔傳〕 及陳之初亡也

〔注〕 ① 昭八年、楚滅陳

① 昭公八年経に「冬、十月壬午、楚師滅陳」とある。

〔傳〕 陳桓子始大於齊

〔注〕 桓子敬仲五世孫、陳無宇

〔疏〕 注桓子一無宇

正義に曰はく、『史記』田完世家に「完卒す。諡を敬仲と爲す。仲、釋孟夷を生む。夷、滑孟莊を生む。莊、文子須無を生む。文子、桓子無宇を生む」と。是れ敬仲の五世孫と爲すなり。

① 『史記』 『史記』田敬仲完世家に「完卒、諡為敬仲、

仲生釋孟夷、敬仲之如齊、以陳字為田氏、田釋孟夷生滑孟莊、田滑孟莊生文子須無、田文子事齊莊公、晋大夫欒逞作乱於晋、来奔齊、齊莊公厚客之、晏嬰与田文子諫、莊公弗聽、文子卒、生桓子無宇、田桓子無宇有力、事齊莊公、甚有寵」とある。(三)

〔傳〕 其後亡也

〔注〕 ① 哀十七年、楚復滅陳

① 哀公十七年伝に「秋、七月己卯、楚公孫朝帥師滅陳」とある。

〔傳〕 成子得政

〔注〕 成子陳常也、敬仲八世孫、陳完有禮於齊、子孫世不忘德、德

在るの言に非ず、其の人、他に之を有するを觀る。故に其の子孫に在るを知るなり。

〔傳〕風行而著於土

〔疏〕風行而著於土

正義に曰はく、服虔云ふ、「巽は坤の上に在り。故に土に著くと爲すなり。」②一に曰はく、巽を風と爲し、復木と爲す、と。風木を吹けば實は落去し、更に他の土に生じて長じ育す。是れ異國に在りと爲す」と。

① 服虔 『春秋左氏伝解詁』 本疏引。

② 一に曰はく 『周易』説卦伝に「巽為木、為風、為長女、為繩直、為工、為百、為長、為高、為進退、為不果、為臭……」とある。

〔傳〕故曰其在異國乎、若在異國、必姜姓也、姜大嶽之後也

〔注〕姜姓之先爲堯四嶽

〔疏〕注姜姓、四嶽

正義に曰はく、「周語」に稱す、「堯、禹に命じて水を治めしめ、其の從孫四嶽、之を佐く。四嶽に國を胙し、命じて侯伯と爲し、姓を賜ひて姜と曰ひ、氏を有呂と曰ふ」と。賈逵云ふ、「其は共工なり。從孫とは、同姓にして未だ嗣がざるの孫なり。四岳は官名、

大岳なり。四岳の祭りを主る」と。然らば則ち其の嶽の祀りを主るを以て之を尊ぶが故に、「大」と稱するなり。

① 「周語」 『國語』周語下に「昔共工棄此道也、虞于湛

樂、淫失其身、欲壅防百川、墮高堙庫、以害天下、皇天弗福、庶民弗助、禍亂並興、共工用滅、其在有虞、有崇伯鯀、播其淫心、稱遂共工之過、堯用殛之于羽山、其後伯禹念前之非度、釐改制量、象物天地、比類百則、儀之于民、而度之于群生、共之從孫四嶽佐之、高高下下、疏川導滯、鍾水豐物、封崇九山、決汨九川、陂鄣九沢、豐殖九藪、汨越九原、宅居九隴、合通四海、……祚四嶽國、命為侯伯、賜姓曰姜、氏曰有呂、謂其能為股肱心膂、以養物豐民人也」とある。

② 賈逵 『國語解詁』 本疏引。注①の「周語」下に引く韋昭注に「賈侍中云、共工諸侯、炎帝後、姜姓也、顓頊氏衰、共工氏侵陵諸侯、与高辛氏争而王也」とある。又、襄公十四年伝「曰來姜戎氏、昔秦人迫逐乃祖吾離于瓜州」の正義に「賈逵云、共其工也、從孫同姓未嗣之孫、四嶽官名、大嶽也、主四嶽之祭焉、姜炎帝之姓、其後變易、至於四嶽、帝復賜之祖姓、以紹炎帝之後、是四嶽為姜姓也」とある。

〔傳〕山嶽則配天、物莫能兩大、陳衰、此其昌乎

〔注〕變而象艮、故知當興於大嶽之後、得大嶽之權、則有配天之大功、故知陳必衰

① 「觀禮」 『儀礼』 觀礼に見える。

② 殿本に「彼天之照」を「被天之照」に作る。

③ 『易』説卦 『周易』説卦伝に「艮為山、為徑路、為小

石、為門闕、為果蓏、為闢寺、為指、為狗、為鼠、為黔喙之屬、其於木也為堅多節」「乾為天、為圓、為君、為父、為玉、

為金、為寒、為冰、為大赤、為良馬、為老馬、為瘠馬、為駱

馬、為木果」「坤為地、為母、為布、為釜、為吝嗇、為均、為

子母牛、為大輿、為文、為衆、為柄、其於地也為黑」とある。

④ 「觀禮」 『儀礼』 觀礼に「侯氏坐取圭、升致命、王受

之玉、侯氏降階、東北面再拜稽首、擯者、延之曰升、升成拜、乃出、四享皆束帛加璧、庭實唯國所有」とあり、鄭玄注に「四

當為三、古書作三・四、或皆積画、此篇又多四字、字相似、

由此誤也、大行人職曰、諸侯廟中將幣、皆三享、其礼差、又

無取於四也、初享或用馬、或用虎豹之皮、其次享三牲・魚腊・

簋豆之實、龜也、金也、丹漆・絲纁・竹箭也、其余無常貨、

此地物、非一國所能有、唯所有分為三享、皆以璧帛致之」とある。

⑤ 鄭玄 注④参照。

⑥ 大行人職 『周礼』秋官・大行人に「諸侯之礼執信圭七

寸、……廟中將幣三享、諸伯執躬圭、其他皆如諸侯之礼、諸子執穀璧五寸、……廟中將幣三享、……諸男執蒲璧、其他皆

如諸子之礼」とある。

⑦ 「禮器」 『礼記』礼器に「大饗其王事与、三牲・魚腊、

四海九州之美味也、簋豆之薦、四時之和氣也、内金示和也、

束帛加璧、尊德也、龜為前列、先知也、金次之、見情也、丹漆・絲纁・竹箭、与衆共財也、其余無常貨、各以其國之所有、則致遠物也」とある。

⑧ 「郊特性」 『礼記』郊特性に「旅幣無方、所以別土地

之宜而節遠邇之期也、龜為前列、先知也、以鐘次之、以和居參之也、虎豹之皮、示服猛也、束帛加璧、往德也」とある。

⑨ 鄭玄の「觀礼」の注 注④参照。

⑩ 「觀禮」 『儀礼』 觀礼に「侯氏升致命、王撫玉、侯氏

降自西階東面、授宰幣西階前、再拜稽首、以馬出授人、九馬隨之」とあり、鄭玄注に「王不受玉、撫之而已、輕財也、以

馬出、隨侯氏出、授玉人、於外也、王不使人受馬者、至于享、王之尊益君、侯氏之卑益臣」とある。

⑪ 又 注⑩参照。

⑫ 「釋詁」 『爾雅』釈詁上に「矢・雉・引・延・薦・劉・

繹・尸・旅、陳也」とある。

〔傳〕 猶有觀焉、故曰其在後乎

〔注〕 因觀文以傳占、故言猶有觀、非在己之言、故知在子孫

〔疏〕 注因觀、子孫

正義に曰はく、卦を觀と名づくるを以ての故に、觀の文に因りて以て占を傳ふるなり。觀とは、他を視るの辭なり。此の王に賓たるの事、若し筮を爲す者身自ら當に有すべき所なれば、則ち應に他を觀るべからず。此の卦の「猶觀ること有り」の觀は、己に

に「山則材之所生」に作る。

② 殿本に「彼天照」を「被天照」に作る。

〔傳〕庭實旅百、奉之以玉帛、天地之美具焉、故曰利用賓于王

〔注〕艮爲門庭、乾爲金玉、坤爲布帛、諸侯朝王、陳贄幣之象、旅

陳也、百言物備

〔疏〕庭實――于王

正義に曰はく、^①「覲禮」に、侯氏、圭を執りて王に見え、王は圭を受く。禮成りて乃ち出づ。又入りて享禮を行ひ、國の有する所を獻ず、と。此れ享禮を行ふを説くなり。旅は陳ぬるなり。庭の實たす所は陳ねて百品有り。物備はるを言ふなり。「之を奉ずるに玉帛を以てす」とは、玉帛を執りて享禮を致すを謂ふ。^②天の照を被りて地の材を有し、天子之に土田を賜ひて國君は國の有する所を獻じ、天地の美備具はる。王に朝するの儀畢く足る。故に「王たるに賓たるに用ふるに利し」と曰ふ。

〔疏〕注艮爲――物備

正義に曰はく、^③「易」説卦にては、艮を門闕と爲し、乾を金玉と爲し、坤を布帛と爲す。杜（預）、門内に庭有りて「傳」に「庭實」と言ふを以ての故に、改めて「坤を門庭と爲す」と言ふのみ。杜（預）、「諸侯、王に朝し、贄幣を陳ぬるの象なり」と言ふは、之を陳ねて以て享禮を行ふを謂ふなり。^④「覲禮」に、侯氏既に王に見えて乃ち云ふ、「四享には皆、束帛に璧を加へ、庭實は唯國の有す

る所をもてす」と。鄭玄云ふ、「四は當に三と爲すべし。大行人の職に曰はく、諸侯は廟中に幣を將ひ、皆三享す、と。其の禮に差ありて、又四を取ることに無きなり。初享に或ひは馬を用ひ、或ひは虎豹の皮を用ふ。其の次享は三牲・魚腊・籩豆の實、龜なり、金なり、丹漆・絲纁・竹箭なり。其餘は常の貨無し。此の物は一國の能く有する所に非ず。唯國の有する所を分けて三享を爲す。皆璧帛を以て之を致す」と。^⑤「禮器」に云ふ、「大饗は其れ王事か。三牲・魚腊は、四海九州の美味なり。籩豆の薦は、四時の和氣なり。金を納るるは、和を示すなり。束帛に璧を加ふるは、德を尊ぶなり。龜を前列と爲すは、知を先にするなり。金之に次ぐは、情を見すなり。丹漆・絲纁・竹箭は、衆と財を共にするなり。其餘、常貨無し。各其の國の有する所を以てす。則ち遠物を致すなり」と。^⑥「郊特牲」に曰はく、「旅幣は方無し。土地の宜しきを別ちて遠邇の期を節する所以なり。龜を前列と爲すは、知を先にするなり。鍾を以て之に次ぐは、知を以て之を居き參ふるなり。虎豹の皮は、猛を服するを示すなり。束帛に璧を加ふるは、德に往くなり」と。^⑦鄭玄の「覲禮」の注に言ふ所は、彼より出づるなり。杜（預）、「贄幣」と言ふは、即ち鄭（玄）の所謂ゆる璧帛なり。此れ之を奉ずるに玉帛を以てし、執りて以て庭實を致すのみ。其の玉帛は王に入れざるなり。^⑧「覲禮」にては、侯氏、享を致し、玉を執りて命を致す。王之を撫でるのみにして、之を受けざるなり、と。又「侯氏、降りて宰に幣を授く」と曰ふは、是れ庭實の幣にして、皆庭に之を受く。唯馬は之を門外に受くるのみ。「旅は陳なり」とは、^⑨「釋詁」の文なり。百とは、其の物備はるを言ふなり。

とある。

〔傳〕光遠而自他有耀者也

〔疏〕光遠――耀者也

正義に曰はく、『易』に「國の光を觀る」と稱するが故に、其の光の義を解す。光は此の處に在りて遠く他物を照らし、他物の上に從ひて明耀すること有る者を言ふなり。光は能く遠く他物を照らして明るくすること有るを謂ふが故に、下（本年傳）に「之を照らすに天光を以てす」と云ふ、是れなり。

① 『易』 『周易』觀の卦に「六四、觀國之光、利用賓于王」とある。

〔傳〕坤土也、巽風也、乾天也、風爲天、於土上山也

〔注〕巽變爲乾、故曰風爲天、自二至四、有艮象、艮爲山

〔疏〕於土上山也

正義に曰はく、（觀の卦の）六四爻の位は坤の上に在り、坤は土地と爲す。山は是れ地の高き者にして、土の上に居る。是れ土上の山と爲すなり。①又巽變じて乾と爲り、六四變じて九四と爲る。二從り四に至りて、互體に艮の象有り。艮を山と爲すが故に、「山」と言ふなり。

① 殿本に「又巽變爲坤」を「又巽變爲乾」に作る。

觀の卦において六四の爻（二）は下体の坤（三）の上にあり、上体の巽（二）において六四の爻が九四（一）に変じて乾（三）となる。

〔傳〕有山之材、而照之以天光、於是乎居土上

〔注〕山則材之所生、上有乾、下有坤、故言居土上、照之以天光

〔傳〕故曰觀國之光、利用賓于王

〔注〕四爲諸侯、變而之乾、有國朝王之象

〔疏〕有山――于王

正義に曰はく、①山は則ち材の生ずる所にして此の人に山の材有るは、其の必ず大いに富むるを言ふなり。上天は明を以て下に臨み、之を照らすに天光を以てするは、天子臨みて之を照らすを言ふなり。是に於いてか又土上居りて既に富む。而して天に照らされて又復居りて土地を有つ。是れ國君の象と爲すなり。易位にては四を諸侯と爲す。變じて乾と爲る。乾を天子と爲す。是れ國を有ち王に朝するの象なり。故に「國の光を觀る。王に賓たるに用ふるに利し」と曰ふ。

① 殿本に「山則材之所注」を「山則材之所生」に作る。杜預注

二句は、『周易』の文なり。此に先づ「此に在らずして、其れ異國に在らん」と云ひ、後に「此の其の身に非ずして、其の子孫に在らん」と云ふは、下に在りて結を覆す所以なり。先づ「其れ後に在らんか」と云ひ、後に「異國に在らん」と云ふは、其れ異國の下に在りて更に異國は是れ大嶽姜姓なるを演說せんと欲するなり。其の言稍多く、且つ須らく以て末を結ぶべし。故に（本年傳の）「其れ後に在らんか」を上に進めて、先づ之を解するなり。（本年傳の）「庭實百を旅ぬ」以下は、方に「王に賓たるに用ふるに利し」を解すれば、則ち上句の「故曰觀國」の下に未だ「賓王」の句を須ひず。而るに再び「王に賓たるに用ふるに利し」と言ふは、蓋し「國の光を觀る」とは即ち是れ王に朝するの事なるを以て直ちに「光を觀る」を言へば、文足らざるを以ての故に、「王たるに賓す」を連言す。但未だ「王たるに賓す」の義を解せざるが故に、下に於いて更に重ねて之を解す。「傳」に「詩」の斷章を引きて稱すれば、則ち『易』を引きて事を論ずるの『易』は、未だ必ずしも本のごとくならず。此に「國の光を觀る」と言ふは、筮を爲す所の者、他人に國の光榮有るを觀るを謂ふなり。此れ國を有つ人は、王朝に賓客爲るに用ふるに利しきなり。其の意は、其の子孫國を有つを見し、王家に賓と作るを言ふのみ。其の身に非ざるなり。「陳に代はりて國を有つ」とは、陳の正適の子孫に代はりて其の國家を有つを言ふ。陳滅んで此れ興るは、是れ之に代はるなり。

〔疏〕注此周く論之

正義に曰はく、『易』の書爲る、著を撰へて爻を求め、爻を重ね

て卦と爲す。爻に七・八・九・六有り。其の七・八は、六爻並びに皆變ぜず。卦の下に摠べて之が辭を爲す。之を名づけて象と曰ふ。象とは才なり。摠べて一卦の才徳を論ず。〔乾は、元いに亨る。貞しきに利し〕の類のごとき、皆是れなり。其の九・六は、當に爻に變有るべし。爻毎に別に其の辭を爲す。之を名づけて象と曰ふ。象とは像なり。一爻の象る所を指し言ふ。〔乾 初九 潜龍なり。用ふること勿れ〕の類のごとき、皆是れなり。變ぜざる者は聚まりて象と爲し、其の變する者は散じて象と爲す。計るに毎に一卦に於いて當に兩體を畫すべし。但此れ爻の陰陽既に同じきを以てすれば、唯變ずると否とに異なること有り。且つ爻毎に辭を異にす。爻は二畫に作るべからざれば、上に從ひて知るべきが故に、二と畫せざるなり。「傳」の筮する者、易の義を指し取り、卦を論ずるを爲さざれば、丘明は卦を畫せざるなり。諸注を爲す者は、皆上體・下體を言ふ。若し其の卦を畫して人に示すときは、則ち當に此の（杜預の）注を煩はしくせざるべし。（杜預の）注も亦卦を畫せざるなり。今の書に卦を畫する者有るは、當に是れ後の學者自ら識らざるを恐れ、私かに畫して以て忘に備へ、遂に之を傳ふべきのみ。爻毎に各象辭有るは、是れ六爻皆變象有り。二より四に至るまで、三より五に至るまで、兩體交互して各一卦を成す。先儒、之を互體と謂ふ。聖人、其の義に隨ひて之を論じ、或ひは互體を取る。其の義を取ること常爲るを言ふなり。

① 『周易』 親の卦に「六四、觀國之光、利用賓

于王」とある。

②③ 『周易』乾の卦に「乾、元亨利貞、初九、潜竜勿用」

體に艮有り、艮を門闕と爲す。地の上に木有りて門闕・宮室の象と爲す。宮室にして風化すべし。天下の衆をして焉を觀せしむ。故に之を觀と謂ふ。(否の卦は)下體は坤、坤を地と爲す。上體は乾、乾を天と爲す。天は下降せず、地は上騰せず。天地其の氣を通ぜず、上下否塞がる。故に之を否と謂ふ」と。

① 『周易』 『周易』觀・否の卦に「觀䷓」「否䷋」とある。

② 劉炫 『春秋規過』本疏引。

③ 注④参照。

④ 閔(公)元年 閔公元年伝に「初、畢万筮仕於晉、遇屯之此䷂、辛廖占之、曰、吉、屯固比入、吉孰大焉、其必蕃昌、震為土、車從馬、足居之、兄長之、母覆之、衆歸之、六体不易、合而能固、安而能殺、公侯之卦也、公侯之子孫、必復其始」とある。

⑤ 僖(公)十五年 僖公十五年伝に「初、晋献公、筮嫁伯姬於秦、遇歸妹之睽䷥、史蘇占之曰、不吉、其繇曰、士刳羊亦無盍也、女承筐亦無貺也、西隣責言、不可償也、歸妹之睽、猶無相也、震之離、亦離之震、為雷為火、為羸敗姬、車說其輶、火焚其旗、不利行師、敗于宗丘、歸妹睽孤、寇張之弧、姪其從姑、六年其逋、逃歸其国、而弃其家、明年其死於高梁之虛」とある。

⑥ 昭(公)五年 昭公五年伝に「初、穆子之生也、莊叔以周易筮之、遇明夷之謙䷎、以示卜楚丘、曰、是將行、而婦為子祀、以讒人入、其名曰牛、卒以餒死、明夷日也、日之数

十、故有十時、亦当十位、自王已下、其二為公、其三為卿、日上其中。食日為二、旦日為三、明夷之謙、明而未融、其当且乎、故曰、為子祀、日之謙、当鳥、故曰、明夷于飛、明之未融、故曰、垂其翼、象日之動、故曰、君子于行、当三在旦、故曰、三日不食、離火也、艮山也、離為火、火焚山山敗、於人為言、敗言為讒、故曰、有攸往、主人有言、言必讒也、純離為牛、世乱讒勝、勝將適離、故曰、其名曰牛、謙不足、飛不翔、垂不峻、翼不広、故曰、其為子後乎、吾子垂卿也、抑少不終」とある。

⑦ 沈 沈文阿『春秋左氏經伝義略』本疏引。

⑧ 劉炫 『春秋左氏伝述義』本疏引。

⑨ 互體 互卦と同じ。觀の卦の三爻から五爻までを取れば、艮の卦を得ることができる。

〔傳〕曰、是謂觀國之光、利用賓于王

〔注〕^① 此周易觀卦六四爻辭、易之為書、六爻皆有變象、又有互體、聖人隨其義而論之

① 『周易』觀の卦に「六四、觀国之光、利用賓于王」とある。

〔傳〕此其代陳有國乎、不在此、其在異國、非此其身、在其子孫

〔疏〕是謂子孫

正義に曰はく、「國の光を觀る。王に賓たるに用ふるに利し」の

周礼尽在魯矣」とある。

〔傳〕陳侯使筮之

〔注〕著日筮

〔疏〕注著日筮

正義に曰はく、「曲禮」の文なり。其の著を撰かぞへて卦を求むるの法は、則ち「易」の繫辭に具はり。

① 「曲禮」 『礼記』曲礼上に「亀為卜、筮為筮」とあり、鄭玄注に「筮或為著」とる。

② 「易」 『周易』繫辭上に「大衍之数五十、其用四十有九、分而為二以象兩、掛一以象三、揲之以四以象四時、歸奇於扚以象閏、五歲再閏、故再扚而後掛、天数五、地数五、五位相得而各有合、天数二十有五、地数三十、凡天地之数五十有五、此所以成變化而行鬼神也、乾之策二百一十有六、坤之策百四十有四、凡三百有六十、当期之日、三篇之策、万有一千五百二十、当万物之数也、是故四營而成易、十有八變而成卦、八卦而小成、引而伸之、触類而長之、天下之能事畢矣」とある。

〔傳〕遇觀䷓

〔注〕坤下巽上觀

〔傳〕之否䷋

〔注〕坤下乾上否、觀六四爻變而爲否

〔疏〕遇觀之否

正義に曰はく、此の注の「下を坤にし、上を巽にするは觀」「下を坤にし、上を乾にするは否」及び「六四爻變ず」は、諸此のごとき輩は皆「周易」の文に據りて之を知る。劉炫「規過」に云ふ、「觀の否に之くとは、觀の卦、否の爻に之くと爲す。屯の比に之くとは、屯の卦、比の爻に之く。皆後の卦の義を取らず」と。今、刪定して以て然らずと爲す。何となれば、以らく、閔（公）元年、畢萬仕へんことを筮して屯の比に之くに遇ひ、「屯は固く比に入る」と云ひ、僖（公）十五年、晉の獻公、伯姬を嫁すること筮して歸妹の睽に之くを得て、「士、羊を封すも亦益無し」と云ひ、歸妹の上六の爻辭に又「歸妹の睽孤、寇之が孤を張る」と云ひ、睽の上九の爻辭に又「歸妹の睽に之くは、猶相け無きなり」と云ひ、昭（公）五年、明夷の謙に之き、「明夷于き飛び、其の翼を垂る」と云ひ、又「謙は足らず、飛びて翔らず」と云ふ。此の等の類は、皆前後の二卦を取りて以て吉凶を占ふ。今の人の筮も亦皆此のごとし。故に賈（逵）・服（虔）及び杜（預）並びに皆同じ。劉炫、苟くも前儒に異なりて、好んで別見を爲して以て杜氏を規すは、非なり。沈云ふ、「遇とは、期せずして會するの名。筮とは、卦の吉凶を得る所。宿契有りて逢遇するに非ざるのみ。故に之を遇と謂ふ」と。劉炫云ふ、「（觀䷓の卦は）下體は坤、坤を地と爲し、衆と爲す。上體は巽、巽を風と爲し、木と爲す。互

天下安寧」とある。

〔傳〕有媯之後、將育于姜

〔注〕媯陳姓、姜齊姓

〔傳〕五世其昌、並于正卿、八世之後、莫之與京

〔注〕京大也

〔疏〕五世、與京

正義に曰はく、「五世其れ昌^{さか}へ」とは、其の始めて昌盛なるを言ふなり。「正卿に並び」とは、位は卿と並びて上大夫と爲ることを得るなり。「之と與に京^{おほ}いなること莫し」とは、之と與に比^なび大いなること無きを謂ひ、其の位の最も高きを言ふなり。五世・八世とは當に是れト兆の間に其の象有るべし。「傳」に其の占辭を言ひて、其の知るところの意を言はざれば、固^{もと}より後學の得て之を詳らかにする所に非ず。

〔傳〕陳厲公蔡出也

〔注〕姊妹之子曰出

〔疏〕注姊妹之子曰出

正義に曰はく、「釋親」に云ふ、「男子、姊妹の子を謂ひて出と

爲す」と。姊妹出嫁して子を生むを言ふなり。

① 「釋親」 『爾雅』釈親に「男子謂姊妹之子、爲出」とある。

〔傳〕故蔡人殺五父而立之

〔注〕五父陳佗也、殺陳佗、在桓六年

① 桓公五年経に「蔡人殺陳佗」とある。

〔傳〕生敬仲、其少也、周史有以周易見陳侯者

〔注〕周大史也

〔疏〕注周大史也

正義に曰はく、直ちに「周史」と言ひて、是れ大史なるを知るは、①『周禮』の大史は書を掌り、昭(公)二年傳に「韓宣子、書を大史氏に觀る」と稱し、此(本年傳)に周易を以て陳侯に見ゆるが故に、是れ大史なるを知るなり。「周易を以て見ゆ」とは、自ら周易を知るを以て陳侯に見え、已に易を明らかにして能く筮すること^すを言ふが故に、陳侯、之をして筮せしむるなり。

① 『周禮』 『周礼』春官・大史に「掌建邦之六典、以逆邦国之治……読礼書而協事、祭之日、執書以次位常」とある。

② 昭(公)二年傳 昭公二年伝に「春、晋侯使韓宣子来聘、且告為政而来見、礼也、觀書於大史氏、見易象与魯春秋曰、

姜、姜氏問繇、曰、兆如山陵、有夫出征、而喪其雄、姜氏曰、征者喪雄、禦寇之利也」とある。

⑤ 哀（公）九年傳 哀公九年伝に「晋趙鞅卜救鄭、遇水適火、占諸史趙・史墨・史龜、史龜曰、是謂沈陽、可以興兵、利以伐姜、不利子商、伐齊則可、敵宋不吉」とある。

⑥ 殿本に「其辞也韻」を「其辞並韻」に作る。

⑦ 『辭林』 辞は誤りとする。（阮元校勘記） 『晋書』郭璞伝によると、『洞林』・『新林』十篇・『卜韵』一篇を撰したとあるが、現在伝わっていない。『易洞林』については、輯本として『玉函山房輯佚書』『漢魏遺書鈔』に所収されている

〔傳〕 其妻占之、曰、吉

〔注〕 懿氏妻

〔傳〕 是謂鳳皇于飛、和鳴鏘鏘

〔注〕 雄曰鳳、雌曰皇、雄雌俱飛、相和而鳴鏘鏘然、猶敬仲夫妻相隨適齊、有聲響

〔疏〕 注雄曰、聲響

正義に曰はく、^①「釋鳥」に云ふ、「鵠は鳳、其の雌は皇なり」と。郭璞云ふ、「瑞應の鳥なり」と。^③『說文』に云ふ、「鳳は神鳥なり。天老曰はく、鳳の像や、鴻の前響の後、蛇の頸魚の尾、鸛の類鴛の思、龍の文龜の背、燕の頤雞の喙にして、五色備はり舉ぐ、と。

東方君子の國に出で、四海の外に翱翔し、崑崙を過ぎ、砥柱に飲み、羽を弱水に濯ぎ、莫に丹穴に宿る。見るれば則ち天下大いに安寧す。鳥に従ひ、凡の聲。鳳飛べば則ち群鳥之に従ひ、萬を以て數ふ。故に古文の鳳、朋字に作る」と。^④『山海經』に云ふ、「丹穴の山に鳥有り。其の狀は鸛のごとく、五采にして文あり。名づけて鳳皇と曰ふ。首の文は徳を曰ひ、翼の文は順を曰ひ、背の文は義を曰ひ、膺の文は仁を曰ひ、腹の文は信を曰ふ。是の鳥や、飲食するときは則ち自ら歌ひ、自ら舞ふ」と。是れ鳳皇の狀を説くなり。鳳皇の雌雄俱に飛ぶとは、敬仲夫妻相隨ふに喩ふ。鏘鏘とは鳴くことの聲なるが故に、以て聲響有るに喩ふるなり。

① 「釋鳥」 『爾雅』釈鳥に「鵠鳳、其雌皇也」とあり、

郭璞注に「瑞應鳥、鷄頭、蛇頸、燕頤、龜背、魚尾、五采色、高六尺許」とある。

② 郭璞 注①参照。

③ 『說文』 『說文解字』鳥部に「鳳神鳥也、天老曰、鳳之像也、鸞前鹿後、蛇頸、魚尾、竜文、龜背、燕頤、鷄喙、五色備舉、出於東方君子之國、翱翔四海之外、過崑崙飲砥柱、濯羽弱水、莫宿風穴、見則天下大安寧、从鳥凡声、朋古文鳳象形、鳳飛、群鳥從、以万数、故以為朋党字、鵬亦古文鳳」とある。

④ 『山海經』 『山海經』南山經に「又東五百里曰丹穴之山、其上多金玉、丹水出焉、而南流注于渤海、有鳥焉、其狀如鷄、五采而文、名曰鳳皇、首文曰徳、翼文曰義、背文曰礼、膺文曰仁、腹文曰信、是鳥也、飲食自然、自歌、自舞、見則

ず」と言ふなり。

① 服虔 『春秋左氏伝解詁』 本疏引

② 『詩』 『毛詩』 小雅・湛露に「厭厭夜飲、在宗載考」

とあり、鄭玄箋に「考成也、夜飲之礼、在宗室・同姓諸侯則成之、於庶姓其讓之則止、昔者陳敬仲、飲齊桓公酒而樂、桓公命以火繼之、敬仲曰、臣卜其昼、未卜其夜、於是乃止、此之謂不成也」とある。

③ 鄭玄 注②参照。

〔傳〕 君子曰、酒以成禮、不繼以淫、義也

〔注〕 夜飲爲淫樂

〔傳〕 以君成禮、弗納於淫、仁也、初懿氏卜妻敬仲

〔注〕 懿氏陳大夫、龜曰卜

〔疏〕 注龜曰卜

正義に曰はく、①「曲禮」の文なり。②『周禮』大卜に「三兆の法を掌る。一に曰はく玉兆、二に曰はく瓦兆、三に曰はく原兆。その經兆の體、皆百有二十あり。その頌、皆千有二百あり」と。鄭玄云ふ、「兆とは、龜を灼きて火を發し、其の形もて占ふべき者。其の象は玉・瓦・原の疊鏢に似たり。是を用つて之に名づく。原は原田なり。頌は繇を謂ふなり。體毎に十繇」と。然らば則ち卜人の占ふ所の語、古人は之を謂ひて繇と爲す。其の辭は兆を視て作り、臨時の占ひを出だす。或ひは是れ舊の辭、或ひは新しく造る。猶筮者、『周易』を引き、或ひは別に辭を造るがごとし。トの繇辭は未だ必ずしも皆其の頌の千有二百の中に在らざるなり。(本年)「傳」の「鳳皇于き飛ぶ」より下、「之と與に京いなるもの莫からん」を盡くすまでなり。襄(公)十年傳に稱す、「衛、寇を禦ぐことをとし、姜氏、繇を問ふ。曰はく、兆は山陵のごとし。夫有り出でて征して、其の雄を喪ふ」と。哀(公)九年傳に稱す、「晉の趙鞅、鄭を救はんことをとす。水の火に適くに遇ふ。史龜曰はく、是れを沈陽と謂ふ。以て兵を興すべし。以て姜を伐つに利あり。子商に利あらず」と。三者は皆是れ繇辭なり。其の辭は並びに韻すれば、則ち繇辭の法は當に韻すべきなり。郭璞、自ら卜する所の事を撰して、之を「辭林」と謂ふ。其の辭は皆韻して、古に習ふなり。

の占ふ所の語、古人は之を謂ひて繇と爲す。其の辭は兆を視て作り、臨時の占ひを出だす。或ひは是れ舊の辭、或ひは新しく造る。猶筮者、『周易』を引き、或ひは別に辭を造るがごとし。トの繇辭は未だ必ずしも皆其の頌の千有二百の中に在らざるなり。(本年)「傳」の「鳳皇于き飛ぶ」より下、「之と與に京いなるもの莫からん」を盡くすまでなり。襄(公)十年傳に稱す、「衛、寇を禦ぐことをとし、姜氏、繇を問ふ。曰はく、兆は山陵のごとし。夫有り出でて征して、其の雄を喪ふ」と。哀(公)九年傳に稱す、「晉の趙鞅、鄭を救はんことをとす。水の火に適くに遇ふ。史龜曰はく、是れを沈陽と謂ふ。以て兵を興すべし。以て姜を伐つに利あり。子商に利あらず」と。三者は皆是れ繇辭なり。其の辭は並びに韻すれば、則ち繇辭の法は當に韻すべきなり。郭璞、自ら卜する所の事を撰して、之を「辭林」と謂ふ。其の辭は皆韻して、古に習ふなり。

(二)

① 「曲禮」 『礼記』曲礼上に「龜爲卜、筮爲筮」とある。

② 「周礼」春官・大卜に「大卜、掌三兆之法、一曰玉兆、二

曰瓦兆、三曰原兆、其經兆之體、皆百有二十、其頌皆千有二百」とあり、鄭玄注に「兆者、灼龜發於火、其形可占者、其象似玉瓦原之疊鏢是用名之焉、上古以來作其法、可用者有三、原原田也、杜子春云、玉兆帝顓頊之兆、瓦兆亭堯之兆、原兆有周之兆、頌謂繇也、三法體繇之數同、其名占異耳、百二十、每体十繇、体有五色……」とある。

③ 鄭玄 注②参照。

④ 襄(公)十年傳 襄公十年伝に「孫文子追之、獻兆於定

〔注〕 敢不敢也

〔傳〕 請以死告

〔注〕 以死自誓

〔傳〕 詩云、翹翹車乘、招我以弓、豈不欲往、畏我友朋

〔注〕 逸詩也、翹翹遠貌、古者聘士以弓、言雖貪顯命、懼爲朋友所譏責

〔傳〕 使爲工正

〔注〕 掌百工之官

〔傳〕 飲桓公酒、樂

〔注〕 齊桓賢之、故就其家會、據主人之辭、故言飲桓公酒

〔疏〕 注齊桓、公酒

正義に曰はく、春秋の世、享禮を設けて以て君を召する者は、皆大いなる臣にして寵を擅にす。^①衛の公叔文子・宋の桓魋の徒のごとく始めて之を爲すのみ。之を爲すは禮法に非ざるなり。敬仲は羈旅の臣にして、且つ禮を知る者なり。必ず公を召して己に臨ま

しめざれば、是れ公、之を賢として自ら其の家に就きて會するを知るなり。敬仲の、主人の辭を爲すに據るが故に、公に酒を飲みしむと言ふのみ。

① 衛の公叔文子 定公十四年伝に「初衛公叔文子朝、而請

享靈公、退見史鰌而告之、史鰌曰、子必禍矣、子富而君貪、罪其及子乎、文子曰、然、吾不先告子、是吾罪也、君既許我矣、其若之何、史鰌曰、無害也、子臣、可以免、富而能臣、必免於難、上下同之」とある。

② 宋の桓魋 哀公十四年伝に「宋桓魋之寵、害於公、公使夫人驟請享焉、而將討之、未及、魋先謀公、請以輦易薄、公曰、不可」とある。

〔傳〕 公曰、以火繼之、辭曰、臣卜其晝、未卜其夜、不敢

〔疏〕 臣ト、不敢

正義に曰はく、服虔云ふ、「臣將に君を享せんとすれば、必ず之をトして戒愼を示すなり」と。此れ桓公自ら其の家に就くにて、敬仲、心を發して享せんことを請ふには非ず。將に享せんとして必ずトすと言ふを得ざるなり。蓋し桓公其の往く日を告げて乃ち之をトするのみ。「未だ其の夜をトせず」と言ふは、『詩』に云ふ、「厭厭たる夜飲、宗に在りて載考す」と。^③鄭玄云ふ、「考は成なり。夜飲の禮、宗室・同姓に在りては則ち成る。庶姓に於いては、之を讓りて則ち止む」と。此の敬仲の事を引きて云ふ、「此れ之を成らずと謂ふ」と。是れ敬仲は齊の同姓に非ざるが故に、「敢へてせ

〔注〕無傳、公不使卿而親納幣、非禮也、母喪未再期、而圖昏、二傳不見所議、左氏又無傳、失禮明故

〔疏〕注公不、明故

正義に曰はく、『釋例』に曰はく、『宋公、華元をして來聘せしむるは、聘には應に卿を使ひとすべからざるが故に、『傳』に但〔共姫を聘するなり〕と言ふ。公孫壽をして來り納幣せしむるは、應に卿をして使ひとすべきが故に、『傳』に明らかに其の禮を得たるを言ふなり』と。是れ納幣には當に卿をして使ひとすべし。公、卿をして使ひとせずして親ら納幣するは、禮に非ざるなり。

① 『釋例』 『春秋積例』 内外君臣逆女例第十に見える。

② 成公八年經に「宋公使華元來聘、夏、宋公使公孫壽來納幣」とあり、杜預注に「婚聘不使卿、今華元將命、故特書之、宋公無主婚者、自命之、故称使也」とある。「伝」に「宋華元來聘、聘共姫也、夏、宋公孫壽來納幣、礼也」とあり、杜預注に「聘不使卿、故伝發其事而已、納幣使卿」ある。

③④⑤ 注②参照。

〔傳〕二十二年、春、陳人殺其太子御寇

〔注〕傳稱太子、以實言

〔傳〕陳公子完與顓孫奔齊

〔注〕公子完・顓孫皆御寇之黨

〔傳〕顓孫自齊來奔

〔注〕不書、非卿

〔傳〕齊侯使敬仲爲卿

〔注〕敬仲陳公子完

〔傳〕辭曰、羈旅之臣

〔注〕羈寄也、旅客也

〔傳〕幸若獲宥、及於寬政

〔注〕宥赦也

〔傳〕赦其不閑於教訓、而免於罪戾、弛於負擔

〔注〕弛去離也

〔傳〕君之惠也、所獲多矣、敢辱高位、以速官謗

⑪ 賈逵 『春秋左氏伝解詁』 本疏引。

⑫ 文姜の出奔は莊公十九年である。莊公十九年經に「夫人姜氏如莒」とある。

⑬ 莊公二十一年經に「秋、七月戊戌、夫人姜氏薨」とある。

〔經〕 癸丑、葬我小君文姜

〔注〕 無傳、反哭成喪、故稱小君

〔經〕 陳人殺其公子御寇

〔注〕 宣公太子也、陳人惡其殺太子之名、故不稱君父、以國討公子告

〔疏〕 注宣公一子告

正義に曰はく、（本年）「傳」に「太子」と言へば、必ず是れ太子なら。僖（公）五年「晉侯、其の世子申生を殺す」は、君を稱し、世子と稱す。此は然らざるは、②『釋例』に曰はく、「古は其の大夫を討殺して各罪狀を以て諸侯に宣告するは、不義を懲らして刑戮を重くする所以なり。晉侯、太子申生を殺すの故を以て來り告げしむ。衛、孔達を殺し、③『傳』に其の辭を載す。辭に臨時の狀有ると雖も、其の告ぐることは則ち常なり」と。然らば則ち大夫・公子を殺せば、當に罪狀を以て人に告ぐべし。此の（本年）「傳」に御寇の罪を説かざれば、則ち陳人、罪を以て告げず、而して「經」に「公子」と書す。是れ太子を殺すの名を惡むが故に、君父を稱

せず、國、公子を討ずるを以て告ぐ。

① 僖（公）五年 僖公五年經に「春、晉侯殺其世子申生」とある。

② 『釋例』 『春秋釈例』殺世子大夫例第三十五に見える。

③ 『傳』 宣公十四年伝に「春、孔達縊而死、衛人以説于晉、而免、遂告于諸侯曰、寡君有不令之臣達、構我敵邑于大國、既伏其罪矣、敢告」とある。

〔經〕 夏、五月

〔疏〕 夏五月

正義に曰はく、①『釋例』に曰はく、「年の四時に或ひは事無しと雖も必ず空しく首月を書し、以て時變を紀し、以て歷數を明らかにす。莊公獨り『夏、五月』と稱すと、及び『經』に四時具はらざるもの有るは、丘明に文無し。皆闕繆なり」と。

① 『釋例』 『春秋釈例』終編第四十六に見える。

〔經〕 秋、七月丙申、及齊高傒盟于防

〔注〕 無傳、高傒齊之貴卿、而與魯之微者盟、齊桓謙接諸侯、以崇霸業

〔經〕 冬、公如齊納幣

に曰はく、「天に四時有り、以て歳を成すことを得。雷霆以て之を振ひ、霜雪以て之を齊へ、春陽以て之を煖め、雲雨以て之を潤す。然る後能く相育す。天且つ違はず。而るを況んや人に於いておやと。物^⑦は否がるに終はるべからず。故に之を受くるに同人を以てす、と。同人とは、人と同じきなり。天下の至結を解き、天下の疊疊を成すとは、大眚を肆すの謂なり。堯曰はく、咨爾舜、罪有るは敢へて赦さず、と。須らく命を革むるを待ち、時有りて之を用ふべき所以なり。制して常とする所に非ざるが故に、之を書するなり」と。杜（預）は唯時有りて之を用ふと言ふのみにして、亦此の時何を以て須らく赦すべきかを知らず。『穀梁傳』に曰はく、「大眚を肆すは、天子の葬を嫌ふが爲なり」と。其の意は、文姜罪有りて、禮を以て葬るべからざるを言ふ。若し赦さざれば、復葬を書せず。天子の之を許すを嫌ふ。明らかに須らく赦すべくして後に葬ることを得るが故に、赦を爲すなり。賈逵以へらく、「文姜罪有るが爲の故に、赦されて而る後に葬り、以て臣子を説くなり。魯大いに國中の罪過を赦し、文姜の過をして是に因りて除くことを得て、以て文姜を葬らしめんと欲す」と。杜（預）、明説せず。文姜の出奔の日を要するに、尚夫人と稱す。「夫人」の名に未だ嘗て貶有らざれば、何ぞ須らく赦を以て之を除くべきや。此の赦は必ず文姜の爲にせず。但夫人は去年の七月を以て薨すれば、十一月に則ち當に葬に合ふべくして、乃ち此の年の正月に至る。七か月を経て始めて葬る。此くの如く遅緩するは、必ず國家に事有り。須らく之ん赦し解くべきも、但其の由る所を知らざるのみ。

①

『易』

『周易』解の卦の象伝に「象曰、雷雨作解、君

子以赦過宥罪」とある。

② 『尚書』舜典に「象以典刑、流宥五刑、鞭作官刑、扑作教

刑、金作贖刑、眚災肆赦、怙終賊刑、欽哉欽哉、惟刑之恤哉」

とあり、孔安国伝に「眚過、災害、肆緩、賊殺也、過而有害、当緩赦之、怙姦自終、当刑殺之」とある。

③ 孔安國 注②参照。

④ 襄公九年伝に「甲戌、師于汜、令於諸侯曰、脩器備、歸老幼、居疾于虎牢、肆眚圉鄭、鄭人恐、乃行成」とある。

⑤ 『釋例』 『春秋釈例』終編第四十六に見える。

⑥ 『周易』乾の卦の文言伝に「夫大人者、与天地合其德、与日月合其明、与四時合其序、与鬼神合其吉凶、先天而天弗違、後天而奉天時、天且弗違、而況於人乎、況於鬼神乎」とある。

⑦ 『周易』序卦伝に「物不可終通、故受之以否、物不可以終否、故受之以同人、与人同者物必歸焉、故受之以大有」とあり、韓康伯注に「否則思通、人人同志、故可出門同人、不謀而合」とある。

⑧ 『周易』繫辭上に「探賾索隱、鈎深致遠、以定天下之吉凶、成天下之亹亹者、莫大乎蓍龜」とあり、繫辭下に「能説諸心、能研諸侯之慮、定天下之吉凶、成天下之亹亹者」とある。

⑨ 『論語』堯曰に「堯曰、咨爾舜、天之歷數在爾躬、允執其中、四海困窮、天祿永終、舜亦以命禹、曰、予小子履、敢用玄牡、敢昭告于皇皇后帝、有罪不敢赦、帝臣不蔽、簡在帝心、朕躬有罪、無以万方、万方有罪、罪在朕躬」とある。

⑩ 『穀梁傳』 『穀梁傳』莊公二十二年に「肆失也、眚災也、災紀也、失故也、為嫌天子之葬也」とある。

らかにす。

① 定（公）六年傳 定公六年伝に「昭公之難、君將以文舒鼎・成之昭兆・定之鑿鑑、苟可以納之、扞用一焉」とある。

〔傳〕 虢公請器、王予之爵

〔注〕 爵飲酒器

〔傳〕 鄭伯由是始惡於王

〔注〕 爲僖二十四年鄭執王使張本

〔疏〕 虢公 於王

正義に曰はく、鄭伯は厲公の子の文公を謂ふなり。服虔云ふ、^①「鑿鑑は王后・婦人の物にして、有功に賜ふ所以に非ず。爵は飲酒の器、玉爵なり。一升を爵と曰ふ。爵は人の貴ぶ所のもの。言ふところは、鄭伯、其の父の賜を得ること虢公に如かざるを以て、之が爲に始めて王を惡み、積もりて、怨みを爲す。僖（公）二十四年に遂に王の使を執ふ」と。此れ彼の爲の張本なり。

① 服虔 『春秋左氏伝解詁』 本疏引。

② 僖（公）二十四年 僖公二十四年伝に「鄭伯怨惠王之入、而不与厲公爵也、又怨襄王之与衛・滑也、故不聽王命、而執二子」とある。

〔傳〕 冬、王歸自虢

〔注〕 傳言王之偏也

〔經〕 二十二年、春、王正月、肆大眚

〔注〕 無傳、赦有罪也、易稱赦過宥罪、書稱眚災肆赦、傳稱肆眚圍鄭、皆放赦罪人、蕩滌衆故、以新其心、有時而用之、非制所常、故書

〔疏〕 二十二年注赦有 故書

正義に曰はく、「大眚を赦す」とは、肆は緩なり。眚は過なり。大過を緩縱するは、是れ有罪を赦すなり。大罪猶赦せば、則ち小罪も亦之を赦す。猶今の赦書のごとく、大辟の罪以下悉く皆原免すなり。^①『易』解の卦の象に云ふ、「雷雨作るは解なり。君子以て過を赦し、罪を宥む」と。解の卦は下を坎とし、上を震とす。震は雷爲り。坎は雨爲り。雷動き、雨下りて萬物解散す。故に君子、此の卦の象を以て有過を放赦し、罪人を寛宥するなり。^②『書』に「眚災は肆赦す」と稱するは、「舜典」の文なり。^③孔安國云ふ、「眚は過、災は害、肆は緩なり。過ちて害有るは當に之を緩赦すべし」と。^④「眚を肆して鄭を圍め」とは、襄（公）九年傳の文なり。此の諸の「眚を肆す」と言ふは、皆是れ罪人を放赦し、衆故を蕩滌し、其の瑕穢を除き、以て其の心を新たにするなり。必ず其の國に大患有れば、赦に非ずんば解かず。或ひは上に嘉慶有れば、須らく大恩を布くべし。是の如くにして乃ち此の事を行ふ。故に『釋例』

将行仁、選択而使子、子必勉之、夫仁政必自経界始、経界不正、井地不鈞、穀禄不平、是故暴君汚吏、必慢其経界既正、分田制禄、可坐而定」とある。

② 昭(公)七年傳 昭公七年伝に「無宇辞曰、天子経略、諸侯正封、古之制也、封略之内、何非君土、食土之毛、誰非君臣」とあり、杜預注に「経営天下、略有四海、故曰経略、封疆有定分」とある。

③ 隱(公)十一年 隱公十一年伝に「王取鄆・劉・莒・邾之田于鄭、而与鄭人蘇忿生之田、温・原・緄・樊・隰・郕・橫・茅・向・盟・州・陞・陂・懷、君子是以知桓王之失鄭也」とある。

〔傳〕原伯曰、鄭伯效尤、其亦將有咎

〔注〕原伯原莊公也、言效子類舞偏樂

〔傳〕五月、鄭厲公卒、王巡統守

〔注〕巡守於統國也、天子省方、謂之巡守

〔疏〕注巡守――巡守

正義に曰はく、『孟子』に云ふ、「諸侯、天子に朝するを述職と曰ふ。天子、諸侯に適くを巡守と曰ふ」と。守とは守るなり。諸侯、天子の爲に土を守り、天子時に之を巡行するを言ふ。『易』に稱す、「后は方を省みず」と。故に(杜預注に)「天子方を省みる、

之を巡守と謂ふ」と云ふ。

① 『孟子』 『孟子』梁惠王章句下に「天子適諸侯曰巡守、巡守者、巡所守也、諸侯朝天子曰述職、述職者、述所職也」とある。

② 『易』 『周易』復の卦の象伝に「象曰、雷在地中復、先王以至日閉閤、商旅不行、后不省方」とあり、王弼注に「方事也」とある。

〔傳〕統公爲王宮于珙

〔注〕珙統地

〔傳〕王與之酒泉

〔注〕酒泉周邑

〔傳〕鄭伯之享王也、王以后之鞶鑑予之

〔注〕后王后也、鞶帶而以鑑爲飾、今西方羌胡爲然、古之遺服

〔疏〕注后王――遺服

正義に曰はく、鞶は是れ帶なり。鑑は是れ鏡なり。此と定(公)六年傳とに皆「鞶鑑」にして雙言すれば、則ち鞶鑑は一物なり。故に鏡を以て帶に飾るを知る。今の羌胡の服を擧げて以て之を明

法象を縣け、其の狀巍巍然として高大なるを之を象魏と謂ひ、人をして之を觀せしむるを觀と謂ふなり。「闕の西辟」とは、「辟」は是れ旁側の語なり。服虔云ふ、「西辟は西偏なり」と。當に兩觀の内道の西を謂ふべきなり。

① 定（公）二年 定公二年經に「夏、五月壬辰、雉門及兩觀災」とあり、杜預注に「無伝、雉門公宮之南門也、兩觀闕也、天火曰災」とある。

② 「禮運」 「礼記」礼運に「昔者仲尼与於蜡賓、事畢、出遊於觀之上、喟然而歎」とあり、鄭玄注に「觀闕也、孔子見魯君於祭礼有不備、於此又觀象魏旧章之处、感而歎之」とある。

③ 鄭玄 注②参照。

④ 「釋宮」 「爾雅」釈宮に「觀謂之闕」とあり、郭璞注に「宮門雙闕」とある。

⑤ 郭璞 注④参照。

⑥ 「周禮」 「周礼」天官・大宰に「正月之吉、始和布治于邦国都鄙、乃縣治象之法于象魏、使不民親治象、挾日而敘之」とあり、鄭玄注に「正月周之正月、吉謂朔日、大宰以正月朔日布王治之事於天下、至正歲、又書而縣于象魏、振木鐸以徇之、使万民觀之焉、小宰亦帥其属而往、皆所以重治法、新王事也、凡治者有故、言始和者、若改造云爾、鄭司農云、象魏闕也、故魯災、季桓子御公立于象魏之外、命藏象魏曰、旧章不可忘、從甲至甲、謂之挾日、凡十日」とある。

⑦ 鄭衆 世に鄭司農と言ふ。注⑥参照。

⑧ 哀（公）三年 哀公三年經に「五月辛卯、桓宮・僖宮災」とあり、「伝」に「季桓子至、御公立于象魏之外、命救火者傷入則止、賤可為也、命藏象魏曰、旧章不可亡也」とある。

⑨ 劉熙の「釋名」 後漢の人。「釈名」釈宮室第十七に「闕在兩旁、中央闕然為道也」とある。

⑩ 服虔 「春秋左氏伝解詁」 本疏引。

〔傳〕王與之武公之略、自虎牢以東

〔注〕略界也、鄭武公傳平王、平王賜之自虎牢以東、後失其地、故惠王今復與之、虎牢河南成皐縣

〔疏〕注略界、皐縣

正義に曰はく、『孟子』に云ふ、「仁政は必ず經界より始まる」と。② 昭（公）七年傳に曰はく、「天子は略を経し、諸侯は封を正す。封略の内、何れか君の土に非ざらん」と。『孟子』の經界は即ち「傳」の經略なり。且つ（昭公七年傳の）「封略の内」と云ふ「封」は是れ竟なれば、則ち略は是れ界なるを知るなり。武公は東鄭の始封の君なり。『武公の略』と言へば、則ち是れ武公の舊竟なり。若し其の由より來ること失はざれば、須らく今日復與ふべからず。故に後に其の地を失ひ、惠王今復之を與ふるを知る。隱（公）十一年に「王、鄭・劉・莒・邾の田を鄭より取る」とあれば、蓋し桓王の世に之を失ふなり。

① 『孟子』 『孟子』滕文公章句上に「孟子曰、子之君、

〔經〕秋、七月戊戌、夫人姜氏薨

〔注〕無傳、薨寢祔姑、赴於諸侯、故具小君禮書之

〔疏〕二十一年注薨寢、書之

正義に曰はく、「經」に闕くる所無ければ、禮の具そなへはること知るべし。杜（預）此の注を爲すは、先儒の説に莊公をして母子の親を絶たしむとするを以ての故に、此に於いて之を明らかにす。母子絶たざるを知るは、下の「葬る」の注も亦然り。

① 先儒の説 莊公元年伝「三月、夫人孫于齊、不称姜氏、絶不為親、礼也」の疏に詳しく見える。

② 下の「葬る」の注 莊公二十二年經に「癸丑、葬我小君文姜」とあり、杜預注に「無伝、反哭成喪、故称小君」とある。

「夫人」「小君」と称しない場合については、定公十五年經に「秋、七月壬申、嬖ひ氏卒、不称夫人、不赴、且不祔也」「葬定嬖、不称小君、不成喪也」とある。杜預注には「赴同祔姑、夫人之礼、二者皆欠、故不曰夫人也、公未葬、而夫人薨、煩於喪礼、不赴不祔、故不称小君、臣子怠慢也、反哭於寢、故書葬也」とある。

〔經〕冬、十有二月、葬鄭厲公

〔注〕無傳、八月葬、緩慢也

〔傳〕二十一年、春、胥命于弭、夏、同伐王城

〔注〕鄭・虢相命、弭鄭地

〔傳〕鄭伯將王自圉門入、虢叔自北門入、殺王子頹及五大夫、鄭伯享王于闕西辟、樂備

〔注〕闕象魏也、樂備、備六代之樂

〔疏〕注闕象魏也

正義に曰はく、定（公）二年「雄門と兩觀と災あり」の（杜預）注に云ふ、「兩觀は闕なり」と。^②「禮運」に云ふ、「昔、仲尼、蜡賓に與かる。事畢はる。出でて觀の上に遊ぶ」と。鄭玄云ふ、「觀は闕なり」と。^④「釋宮」に云ふ、「觀、之を闕と謂ふ」と。郭璞云ふ、「宮門の雙闕なり」と。^⑥「周禮」大宰に「正月の吉、治象の法を象魏に縣かけて、萬民をして治象を觀せしむ」と。鄭衆云ふ、「象魏は闕なり」と。哀（公）三年、魯に災あり。「傳」に稱す、「季桓子、公に御して象魏の外に立ち、命じて象魏を藏めしめて曰はく、舊章亡ふべからざるなり」と。此れに由りて之を言へば、則ち觀・闕・象魏は其の事一なり。劉熙の『釋名』に云ふ、「闕は門の兩旁に在り、中央闕然として道を爲すなり」と。然らば則ち其の上に

奏黃鍾、歌大呂、舞雲門、以祀天神、乃奏大族、歌應鍾、舞咸池、以祭地示、乃奏姑洗、歌南呂、舞大磬、以祀四望、乃奏蕤賓、歌函鍾、舞大夏、以祭山川、乃奏夷則、歌小呂、舞大濩、以享先妣、乃奏無射、歌夾鍾、舞大武、以享先祖」とある。

〔傳〕鄭伯聞之、見虢叔

〔疏〕叔虢公字

〔傳〕曰、寡人聞之、哀樂失時、殃咎必至、今王子頹歌舞不倦、樂禍也、夫司寇行戮

〔注〕司寇刑官

〔傳〕君爲之不舉

〔注〕去盛饌

〔疏〕注去盛饌

正義に曰はく、『周禮』膳夫の職に曰はく、「王、日に一舉、鼎十有二、物皆俎有^{みな}り。樂を以て食を侑^すむ。大喪には則ち舉せず。大荒には則ち舉せず。大札には則ち舉せず。天地に災有れば則ち舉せず。邦に大故有れば則ち舉せず」と。鄭玄云ふ、「牲を殺して盛饌するを舉と曰ふ」^③と。襄（公）二十六年傳に曰はく、「古の民

を治むる者は、將に刑せんとすれば、之が爲に舉せず。舉せざれば則ち樂を徹す」と。是れ「舉せず」とは、膳食を貶し、聲樂を徹めるなり。

① 『周禮』膳夫の職 『周礼』天官・膳夫に「王日一舉、

鼎十有二、物皆有俎、以樂侑食、膳夫授祭品、嘗食、王乃食、卒食、以樂徹于造、王齊日三舉、大喪則不舉、大荒則不舉、大札則不舉、天地有災則不舉、邦有大故則不舉」とあり、鄭玄注に「殺牲成饌曰舉」とある。

③ 襄（公）二十六年傳 襄公二十六年伝に「古之治民者、勸賞而畏刑、恤民而不倦、賞以春夏、刑以秋冬、是以將賞、爲之加膳、加膳則飫賜、此以知其勸賞也、將刑、爲之不舉、不舉則徹樂、此以知其畏刑也、夙興夜寐、朝夕臨政、此以知其恤民也、三者礼之大節」とある。

〔傳〕而況敢樂禍乎、奸王之位、禍孰大焉、臨禍忘憂、憂必及之、盍納王乎、虢公曰、寡人之願也

〔經〕二十有一年、春、王正月

夏、五月辛酉、鄭伯突卒

〔注〕① 十六年、與魯大夫于幽

① 莊公十六年経に「冬、十有二月、会齊侯・宋公・陳侯・衛侯・鄭伯・許男・滑伯・滕子同盟于幽」とある。

〔注〕無傳

〔傳〕二十年、春、鄭伯和王室不克

〔注〕克能也

〔傳〕執燕仲父

〔注〕燕仲父南燕伯、爲伐周故

〔疏〕注燕仲父南燕伯

正義に曰はく、^①「譜」も亦云ふ、「南燕は伯爵。出づる所を知らず」と。服虔も亦云ふ、「南燕は伯爵」と。

① 『譜』 『春秋釈例』世旅譜第四十五之下に見える。

② 服虔 『春秋左氏伝解詁』 本疏引。

〔傳〕夏、鄭伯遂以王歸、王處于櫟、秋、王及鄭伯入于鄆

〔注〕鄆王所取鄭邑

〔傳〕遂入成周、取其寶器而還、冬、王子頹享五大夫、樂及徧舞

〔注〕皆舞六代之樂

〔疏〕注皆舞六代之樂

正義に曰はく、「樂、徧舞に及ぶ」と言へば、則ち樂の有る所の舞は悉く周徧す。故に皆六代の樂を舞ふを知るなり。^①『周禮』大司樂に「樂舞を以て國子に教ふ。雲門・大卷・大咸・大磬・大夏・大濩・大武を舞ふ」と。鄭玄云ふ、「此れ周の存する所の六代の樂なり」と。傳記説く所は、雲門・大卷は黃帝なり、大咸は堯なり、大韶は舜なり、大夏は禹なり、大濩は湯なり、大武は周の武王なり、と。是れ六代と爲す。^③「黃鍾を奏し、大呂を歌ひ、雲門を舞ひ、以て天神を祀る。大簇を奏し、應鍾を歌ひ、咸池を舞ひ、以て地示を祭る。姑洗を奏し、南呂を歌ひ、大磬を舞ひ、以て四望を祀る。蕤賓を奏し、林鍾を歌ひ、大夏を舞ひ、以て山川を祭る。夷則を奏し、中呂を歌ひ、大濩を舞ひ、以て先妣を享る。無射を奏し、夾鍾を歌ひ、大武を舞ひ、以て先祖を享る」と。

① 『周禮』大司樂 『周礼』春官・大司樂に「以樂舞教國

子雲門・大卷・大咸・大磬・大夏・大武」とあり、鄭玄注に

「此周所存六代之樂、黃帝曰雲門・大卷、黃帝能成名万物、以明民共財、言其德如雲之所出、民得以有族類、大咸咸池、堯樂也、堯能禪均行法以儀民、言其德無所不施、大磬舜樂也、言其德能紹堯之道也、大夏禹樂也、禹治水傳土、言其德能大中国也、大濩湯樂也、湯以寬治民、而除其邪、言其德能使天下得其所也、大武武王樂也、武王伐紂、以除其害、言其德能成武功」とある。

② 鄭玄 注①参照。

③ 『周禮』春官・大司樂に「乃樂而序之、以祭以享以祀、乃

〔注〕三子周大夫

〔傳〕而收膳夫之秩

〔注〕膳夫石速也、秩祿也

〔傳〕故茲國・邊伯・石速・詹父・子禽・祝跪作亂、因蘇氏

〔注〕蘇氏周大夫、桓王奪其十二邑以與鄭、自此來、遂不和

〔傳〕秋、五大夫奉子頹以伐王

〔注〕石速士也、故不在五大夫數

〔傳〕不克、出奔溫

〔注〕溫蘇氏邑

〔傳〕蘇子奉子頹以奔衛、衛師・燕師伐周

〔注〕燕南燕

〔傳〕冬、立子頹

〔經〕二十年、春、王二月、夫人姜氏如莒

〔注〕無傳

〔經〕夏、齊大災

〔注〕無傳、來告以大、故書、天火曰災、例在宣十六年^①

① 宣公十六年伝に「凡火、人火曰火、天火曰災」とある。

〔疏〕二十年注來告、六年

正義に曰はく、襄（公）九年・三十年の宋の災、昭（公）九年の陳の災、^④十八年の宋・衛・陳・鄭の災に、皆「大」と言はざれば、此の來り告ぐるに「大」を以てするが故に、「大」と書するを知るなり。

① 襄（公）九年 襄公九年経に「春、宋災」とあり、杜預

注に「天火曰災、來告、故書」とある。

② 三十年 襄公三十年経に「五月甲午、宋災」とあり、杜預

注に「天火曰災」とある。

③ 昭（公）九年 昭公九年経に「夏、四月、陳災」とあり、

杜預注に「天火曰災」とある。

④ 十八年 昭公十八年経に「夏、五月壬午、宋・衛・陳・

鄭災」とあり、杜預注に「來告、故書、天火曰災」とある。

〔經〕秋、七月

冬、齊人伐我

〔傳〕使其後掌之

〔注〕使其子孫常主此官

〔傳〕君子曰、鬻拳可謂愛君矣、諫以自納於刑、刑猶不忘納君於善

〔注〕言愛君、明非臣法也、楚能盡其忠愛、所以興

〔疏〕注言愛君明非臣法也

正義に曰はく、^①何休の『膏肓』に云ふ、「人臣、君を諫むるは、死亡の急有るに非ず。而るに兵を以て君に臨むは、篡弑の路を開くなり。左氏以爲へらく、君を愛す、と。義に於いて左氏は短爲り」と。故に（杜預）注に此れを言ひて以て何休の難を釋す。

① 何休の『膏肓』 『左氏膏肓』 本疏引。

〔傳〕初、王姚嬖于莊王、生子頹

〔注〕王姚莊王之妾也、姚姓也

〔傳〕子頹有寵、爲國爲之師、及惠王卽位

〔注〕周惠王、莊王之孫

〔傳〕取爲國之圃以爲園

〔注〕圃園也、園苑也

〔疏〕注圃園也園苑也

正義に曰はく、^①「冢宰」の職に云ふ、「園圃、草木を毓す」と。^②鄭玄云ふ、「果蓏を樹うるを圃と曰ふ。園は其の樊なり」と。^③『詩』に云ふ、「柳を折つて圃に樊す」と。^④成（公）十八年に「鹿園を築く」と。然らば則ち圃は蕃を以て之を爲り、果蓏を樹うる所以。圃は則ち牆を築きて之を爲り、禽獸を養ふ所以。二者相類するが故に、圃を取りて園と爲す。

① 「冢宰」の職 『周礼』天官・冢宰治官之職の太宰に「以

九職任万民、一曰農、生九穀、二曰園圃、毓草木」とあり、鄭玄注に「樹果蓏曰圃、園其樊也」とある。

② 鄭玄 注①参照

③ 『詩』 『毛詩』齊風・東方未明に「折柳樊圃」とあり、毛伝に「柳柔脆之木、樊藩也、圃菜園也、折柳以爲藩園、無益於禁矣」とある。

④ 成（公）十八年 成公十八年経に「築鹿園」とあり、杜預注に「築牆爲鹿苑」とある。

〔傳〕邊伯之宮近於王宮、王取之

〔注〕邊伯周大夫、近附近之近

〔傳〕王奪子禽・祝跪與詹父田

稱すれば、則ち室皇は門外に近く、當に是れ寢門の闕なるべきなり。此の経皇も亦是れ家の前の闕なるを知るなり。且つ此の人生まれて大閭と爲り、職は門を守るを掌る。明らかに此も亦是れ門を守り、死を示して職を失はざるなり。餘書に「経皇」の名無し。蓋し唯楚にのみ此の號有るなり。

① 宣（公）十四年傳 宣公十四年伝に「楚子使申舟聘于齊、

曰、無假道于宋、亦使公子馮聘于晋、不假道于鄭、申舟以孟諸之役惡之、曰、鄭昭宋讐、晋使不害、我則必死、王曰、殺女我伐之、見犀而行、及宋、宋人止之、華元曰、過我而不假道、鄙我也、鄙我亡也、殺其使者必伐我、伐我亦亡也、亡一也、乃殺之、楚子聞之、投袂而起、屢乃於室皇、劍及寢門之外、車及於蒲胥之市」とある。

〔傳〕初、鬻拳強諫楚子、楚子弗從、臨之以兵、懼而從之、鬻拳曰、吾懼君以兵、罪莫大焉、遂自刎也、楚人以爲大閭、謂之大伯

〔注〕若今城門校尉官

〔疏〕以爲大閭謂之大伯

正義に曰はく、『周禮』天官の閭人に「王宮の中門の禁を守ることを掌る」と。鄭玄云ふ、「閭人は昏晨を司りて以て啓閉する者。刑人・墨者は門を守らしむ」と。秋官の「掌戮」に「墨者は門を守らしむ。別者は圜を守らしむ」とあれば、則ち閭は別らしめず。而るに鬻拳、閭と爲るを得るは、『周禮』の地官の屬に「司門に下

大夫二人」と有り、「管鍵を授けて以て國門を啓閉することを掌る」と。鄭玄云ふ、「今の城門の校尉のごとし。王城の十二門を主る」と。此の（杜預）注も亦「今の城門の校尉官のごとし」と云へば、然らば則ち鬻拳は本是れ大臣にして、楚人其の賢なるを以て此の職を典らしむるにて、刑を爲して之を役するには非ず。其の大閭爲る者は、當に地官の「司門」のごとくなるべし。天官の「閭人」に非ざるも亦晨昏の開閉を主り、通じて閭を以て名と爲す。（杜預注に）「之を大伯と謂ふ」の「伯」は長なり。門官の長と爲すなり。

① 『周禮』 『周礼』天官・閭人に「閭人、掌守王宮之中門之禁」とある。

② 鄭玄 『周礼』天官の序官に「閭人、王宮每門四人、圜游亦如之」とあり、鄭玄注に「閭人、司昏晨以啓閉者、刑人・墨者使守門、圜御苑也、游離宮也」とある。

③ 「掌戮」 『周礼』秋官・掌戮に「墨者使守門、劓者守閭、宮者使守内、別者使守圜、髡者使守積」とある。

④ 殿本に「鬻拳」を「鬻拳」に作る。

⑤ 『周禮』 『周礼』地官の序官に「司門、下大夫二人、上士四人、中士八人、下士十有六人、府二人、史四人、胥四人、徒四十人、每門下士二人、府一人、徒四人」とあり、鄭玄注に「司門若今城門校尉、主王城十二門」とある。又「司門」に「掌授管鍵、以啓門圜門」とある。

⑥ 鄭玄 序官の注。注⑤参照。

〔經〕夫人姜氏如莒

〔注〕無傳、非父母國而往、書姦

〔疏〕注非父、書姦

正義に曰はく、此れ既に「傳」無ければ、何の爲に莒に如くかを知らず。婦人、禮を以てせずして出でて姦を爲すが故に、(杜預注に)「姦を書す」と曰ふ。

〔經〕冬、齊人・宋人・陳人伐我西鄙

〔注〕無傳、^①幽之盟、魯使微者會鄆之盟、又使滕臣行、所以受敵、鄙邊邑

① 莊公十六年經に「冬、十有二月、會齊侯・宋公・陳侯・衛侯・鄭伯・許男・滑伯・滕子同盟于幽」とある。

〔傳〕十九年、春、楚子禦之、大敗於津

〔注〕禦巴人、爲巴人所敗、津楚地、或曰、江陵縣有津鄉

〔傳〕還、鬻拳弗納、遂伐黃

〔注〕鬻拳楚大閭、黃嬴姓國、今弋陽縣

〔疏〕注黃嬴姓

正義に曰はく、^①『世本』の文なり。

① 『世本』 本疏引。『黃嬴姓國』

〔傳〕敗黃師于踰陵

〔注〕踰陵黃地

〔傳〕還、及湫有疾

〔注〕南部郡縣東南有湫城

〔傳〕夏、六月庚申、卒、鬻拳葬諸夕室

〔注〕夕室地名

〔傳〕亦自殺也、而葬於絳皇

〔注〕絳皇家前闕、生守門、故死不失職

〔疏〕注絳皇、失職

正義に曰はく、鬻拳自殺して以て殉すれば、當に是れ墓に近きの地なるべし。^①宣(公)十四年傳に「楚子、宋の申舟を殺すを聞き、袂を投じて起つ。屨は室皇に及び、劍は寢門の外に及ぶ」と

も亦魯の女と爲す。『左氏』に「傳」無ければ、彼を取りて説を爲す。故に（杜預注に）「公羊・穀梁皆以爲へらく、魯の女、陳侯の婦に媵す」と云ふ。②『穀梁傳』に曰はく、「其の陳人の婦と曰ふは、之を略するなり」と。未だ國に入らざるを以て略して陳侯の夫人と言はず。成（公）九年「伯姬、宋に歸ぐ」に、④晉・衛・齊の三國來りて媵す。然らば則ち人の爲に媵する者は、皆送りて嫁女の國に至り、之をして適（妻）に従ひて行かしむ。此の鄆は、是れ衛の東地。蓋し陳、衛の女を取りて婦と爲し、魯、公子結をして媵を送り、衛に向かひて鄆に至らしむ。齊・宋會を爲し、將に謀りて魯を伐たんとするを聞くが故に、事の宜しきを權り、其の本職を去りて復女を送らず、衛に至りて遂に二君と會盟す。故に備に之を書するなり。女を送りて鄆に至り、女を停めて會盟す。鄆は是れ盟處なるが故に、「于鄆——鄆に于いて」と言ふ。本より女を送りて鄆に至らしむるを期するには非ざるなり。既に盟ひての後、遂に復女を送らず。其の盟は本より公の意に非らず、又陳に媵するの好を失ふが故に、冬に至りて三國來りて伐つ。（公子）結の此の盟は、魯に於いて益無し。故に嘉善の文無し。文（公）八年に「冬、十月壬午、公子遂、晉の趙盾に會して衡雍に盟ふ。乙酉、公子遂、雒の戎に會して暴に盟ふ」と。四日の間、容に反報すべからざるは亦是れ命を専らにして盟ふも、患難俱に解くが故に、再び名氏を稱し、珍として之を貴ぶ。此と異なるなり。宣（公）十二年に、宋の華椒、郡偽の言を承けて以て其の國を誤り、宋人伐たれて華椒を貶す。今三國、魯を伐つも、公子結を貶せざるは、（公子）結の盟を爲すは、本より社稷を安んじ、國家を利せんと欲するにて、華椒とは事異なり。故に貶せざるなり。

① 『公羊傳』 『公羊伝』莊公十九年に「媵者何、諸侯娶

一國、則二國往媵之、以姪娣從、姪者何、兄之子也、娣者何、弟也、諸侯壹娶九女、諸侯不再娶、媵不書、此何以書、爲其有遂事書、大夫無遂事、此其言遂何、聘礼、大夫受命、不受辞、出意有可以安社稷、利国家者、則專之可也」とある。

② 『穀梁傳』 『穀梁伝』莊公十九年に「媵淺事也、不志、此其志何也、辟要盟也、何以見其辟要盟也、媵礼之輕者也、盟国之重也、以輕事遂乎國重無説、其曰陳人之婦、略之也、其不日、數渝、惡之也」とある。

③ 成（公）九年 成公九年経に「二月、伯姬婦于宋、夏、季孫行父如宋致女、晋人来媵」とある。

④ 晉 注③参照。

⑤ 衛 成公八年経に「衛人来媵」とあり、杜預注に「古者諸侯娶、適夫人及左右媵、各有姪娣、皆同姓之國、國三人、凡九女、所以広継嗣也、魯將嫁伯姬於宋、故衛来媵之」とある。

⑥ 齊 成公十年経に「齊人来媵」とあり、杜預注に「無伝、媵伯姬也、異姓来媵、非礼也」とある。

⑦ 文（公）八年 文公八年経に「冬、十月壬午、公子遂會晉趙盾盟于衡雍、乙酉、公子遂會伊雒之戎盟于暴」とある。

⑧ 宣（公）十二年 宣公十二年経に「冬、十有二月戊寅、楚子滅蕭、晋人・宋人・衛人・曹人同盟于清丘」とあり、杜預注に「晋・衛背盟、故大夫称人、宋華椒承群偽之言、以誤其國、宋雖有守信之善、而椒猶不免譏」とある。

〔注〕 權國名、南郡當陽縣東南有權城、鬬縉楚大夫

〔疏〕 鬬縉尹之

正義に曰はく、尹は正と訓ずるなり。楚の官多く尹を以て名と爲す。此れ權を滅ぼして邑と爲し、縉をして長と爲さしむるが故に、尹と曰ふなり。

〔傳〕 以叛圍而殺之

〔注〕 縉以權叛

〔傳〕 遷權於那處

〔注〕 那處楚地、南郡編縣東南有那口城

〔傳〕 使閻敖尹之

〔注〕 閻敖楚大夫

〔傳〕 及文王卽位、與巴人伐申、而驚其師

〔注〕 驚巴師

〔傳〕 巴人叛楚而伐那處取之、遂門于楚

〔注〕 攻楚城門

〔傳〕 閻敖游浦而逸

〔注〕 浦水在南郡華容縣、閻敖既不能守城、又游浦水而走

〔傳〕 楚子殺之、其族爲亂、冬、巴人因之以伐楚

〔經〕 十有九年、春、王正月

夏、四月

秋、公子結媵陳人之婦、于鄆遂及齊侯・宋公盟

〔注〕 無傳、公子結魯大夫、公羊・穀梁皆以爲魯女媵陳侯之婦、其稱陳人之婦、未入國、略言也、大夫出竟、有可以安社稷、利國家者、則專之可也、結在鄆、聞齊・宋有會、權事之宜、去其本職、遂與二君爲盟、故備書之、本非魯公意、而又失媵陳之好、故冬各來伐

〔疏〕 十九年注公子・來伐

正義に曰はく、『公羊傳』に曰はく、「媵とは何ぞ。諸侯、一國に娶るときは、則ち二國往きて之に媵す。媵は書せず。此れ何を以てか書する。其の遂の事有るが爲に書す。大夫に遂の事無し。此れ其の遂の事を言ふは何ぞ。聘禮に大夫命を受けて辭を受けず。竟を出でて以て社稷を安じ、國家を利すべき者有れば、則ち之を専らにして可なり」と。『穀梁』の文、其の意を明らかにせざる

叢書『小学鉤沈』等に輯本として収められている。

〔傳〕王命諸侯、名位不同、禮亦異數、不以禮假人

〔注〕侯而與公同賜、是借人禮

〔疏〕注侯而、人禮

正義に曰はく、號の君は何爵かを知らず。「公」と稱するは、三公爲るを謂ふなり。①『周禮』に、王の三公は八命、侯伯は七命とあれば、是れ其の名位同じからざるなり。其の禮各命數を以て節と爲せば、是れ禮も亦數を異にするなり。今、侯にして公と賜を同じくするは、人に禮を借すなり。假と借は同義。「取る」ときは、假は上聲と爲し、借は入聲と爲す。「與ふ」ときは、假・借皆去聲と爲す。

①『周禮』『周礼』春官・典命に「上公九命、為伯、其國家・宮室・車旗・衣服・禮儀、皆以九為節、侯伯七命、其國家・宮室・車旗・衣服・禮儀、皆七為節、子男五命……王之三公八命」とある。

〔傳〕號公・晉侯・鄭伯、使原莊公逆王后于陳、陳嬀歸于京師

〔注〕號・晉朝王、鄭伯又以齊執其卿、故求王爲援、皆在周、倡義爲王定昏、陳人敬從、同姓宗國之禮、故傳詳其事、不書不告

〔傳〕實惠后

〔注〕陳嬀後號惠后、寵愛少子、亂周室、事在僖二十四年、故傳於此並正其后稱

①王子帶の乱。僖公二十四年經に「冬、天王出居于鄭」とあり、
〔伝〕に「書曰天王出居于鄭、辟母弟之難也」とある。

〔傳〕夏、公追戎于濟西、不言其來、諱之也

〔注〕戎來侵魯、魯人不知、去乃追之、故諱不言其來

〔疏〕注戎來、其來

正義に曰はく、傳例に、鐘鼓有るを伐と曰ひ、無きを侵と曰ふと。戎の來るや、魯人知らず。宜しく鐘鼓無かるべきが故に、（杜預注に）「侵す」を以て之を言ふ。②『釋例』に曰はく、「戎の魯に入るや、魯人知らず。去りて遠く追ひ、又其の獲ること無し。邊竟備はらず、候疆に在らざるは、諱を爲す所以なり。此れ君の闕くるを諱むも亦將來の君に示し戒むる所以なり」と。

①傳例 莊公二十九年伝に「凡師、有鐘鼓曰伐、無曰侵、輕曰襲」とある。

②『釋例』『春秋釈例』侵伐襲例第十二に見える。

〔傳〕秋、有蜚、爲災也、初楚武王克權、使鬬縉尹之

るを言ふなり。此の「之に宥を命ず」に(杜預)注するものは、命は下の幣物を以てするに在り。僖(公)二十八年の(杜預注に)「晉侯に命じて、助くるに束帛を以てし、以て厚意を將ふ」と。皆命同じからざるは、彼は晉侯に命ずる事有るを以ての故なり。

① 「釋詁」 『爾雅』釈詁。本疏引。現行本『爾雅』には見えない。

② 「周禮」 『周礼』秋官・掌客に「凡諸侯之礼、上公五積……三饗・三食・三燕……侯伯四積……三饗・再食・再燕……子男三積……壹饗・壹食・壹燕」とある。

③ 「酒正」 『周礼』天官・酒正に「凡為公酒者、亦如之、辨五齊之名、一曰泛齊、二曰醴齊、三曰盎齊、四曰緹齊、五曰沈齊」とあり、鄭玄注に「泛者、成而滓浮、泛泛然、如今宜成醪矣、醴猶體也、成而汁滓相將、如今恬酒矣、盎猶翁也、成而翁翁然、葱白色、如今酈白矣、緹者、成而紅赤、如今下酒矣、沈者、成而滓沈、如今造清矣、自體以上尤濁、縮酌者、盡以下差清、其象類則然、古之法式未可尽之聞」とある。

④ 鄭(玄)注 注③参照。

⑤ 「禮運」 『礼記』礼運に「夫礼之初、始諸飲食、其燔黍捭豚、汙尊而抔飲、黃桴而土鼓」とあり、又「後聖有作、然後脩火之利、范金、合土、以為台榭・宮室・牖戶、以炮、以燔、以亨、以炙、以為醴酪」とある。

⑥ 殿本に「云不忘古」を「示不忘古」に作る。杜預注も同じ。

⑦ 「詩」の序 『毛詩』小雅・鹿鳴の序に「鹿鳴、燕群臣嘉賓也、既飲食之、又實幣帛筐篚、以將其厚意、然後忠臣嘉

賓、得尽其心矣」とある。

⑧ 「聘禮」 『儀礼』聘礼に「若不親食、使大夫各以其爵朝服致之、以侑幣如致饗、無償、致饗以酬幣、亦如之」とある。

⑨ 禮 『毛詩』大雅・行章「或獻或酢、洗爵奠斚」の鄭玄箋に「進酒於客曰獻、客答之曰酢」とある。又小雅・楚茨「獻醑交錯、礼儀卒度、笑語卒獲」の鄭玄箋に「始主人酌賓為獻、賓既飲而酢主人、主人又自飲酌賓曰醑」とある。

⑩ 僖(公)二十八年 僖公二十八年伝に「己酉、王享醴、命晉侯宥、王命尹氏及王子虎・内史叔興父、策命晉侯為侯伯、賜之大輅之服・戎輅之服・彤弓一・彤矢百・旅弓矢千・鉅鬯一卣・虎賁三百人」とあり、杜預注に「既饗、又命晉侯、助以幣帛、以將厚意也」とある。

〔傳〕皆賜玉五穀・馬三匹、非禮也

〔注〕雙玉為穀

〔疏〕注雙玉為穀

正義に曰はく、①『蒼頡篇』に穀は、珏に作る。雙玉を穀と爲す。故に字兩玉に従ふ。

① 『蒼頡篇』 本疏引。『漢書』芸文志に、秦の李斯の作とある。『玉函山房輯佚書』(『蒼頡篇』魏の張揖訓詁・晋の郭璞解詁、『蒼頡訓詁』後漢の杜林撰)、『知不足齋叢書』『漢学堂

に入り、其の創は疥のごとし」と。^④服虔云ふ、「身を徧ること淺^{わづ}淺^{わづ}、或^{ある}或^{ある}たり。故に災を爲す」と。沈氏云ふ、「此の蠶有りの『傳』に重ねて例を發するは、螟・蠱と蜚とは同じく是れ禾稼を害し、此の蠶は則ち人を害するを以ての故に、『傳』に特に之を發す」と。

① 『穀梁傳』 『穀梁伝』 莊公十八年に「一有一亡曰有、嗇射人者也」とある。

② 『洪範五行傳』 本疏引。劉向撰（『漢魏遺書鈔』所収）上古より春秋六国、秦漢に至るまでの符瑞・災異を記している。

③ 陸機の『毛詩義疏』 陸機『毛詩草木鳥獸虫魚疏』 本疏引。

④ 服虔 『春秋左氏伝解詁』 本疏引。

⑤ 沈氏 沈文阿『春秋左氏経伝義略』 本疏引。

〔經〕 冬、十月

〔傳〕 十八年、春、虢公・晉侯朝王、王饗醴、命之宥

〔注〕 王之親群后、始則饗禮、先置醴酒、示不忘故、飲食則命以幣物、宥助也、所以助歡敬之意、言備設

〔疏〕 注王之備設

正義に曰はく、「王饗して醴あり、之に宥を命ず」とは、王、之

が爲に饗禮を設けて醴酒を置き、之に命ずるに幣物を以てし、歡びを助くる所以なり。「宥は助なり」とは、^①「釋詁」の文。^②「周禮」掌客に、王、諸侯を待するの禮に上公は・三饗・三食・三燕、侯伯は三饗・再食・再燕、子男は壹饗・壹食・壹燕、と。三禮に先づ饗を言へば、是れ王の群后を觀るに、始めは則ち饗禮を行ふなり。^③「酒正」に「五齊の名を辨ず。一に曰はく泛齊、二に曰はく醴齊、三に曰はく盎齊、四に曰はく緹齊、五に曰はく沈齊」と。鄭（玄）注に云ふ、「泛は、成りて滓浮んで泛泛然たり。醴は猶體のごときなり。成りて汁滓相將はる。今の恬酒のごとし。盎は猶體のごときなり。成りて翁翁然として葱白色、緹は、成りて紅赤。沈は、成りて滓沈む。今の造清のごとし。醴より以上は尤も濁る」と。然らば則ち其の尤も濁るを以ての故に、先づ之を置きて古を忘れざるを示すなり。知るは、^⑤「禮運」に云ふ、「黍を燔き、豚を杼く」と。下に即ち云ふ、「以て燔き、以て炙り、以て醴醕を爲る」と。是れ醴酒先に在りて有するが故に、（杜預注）に「先づ醴酒を置き、古を忘れざるを示す」と曰ふなり。^⑦「詩」の序に曰はく、「鹿鳴は、群臣・嘉賓を燕するなり。既に之に飲食せしめ、又幣帛を筐篚に實たして以て其の厚意を將ふ」と。^⑧「聘禮」に云ふ、「若し親ら食せしめざれば、大夫をして朝服して之を致さしむるに侑幣を以てし、饗を致すに酬幣を以てするも亦之のごとくせしむ」と。是れ饗禮に酬幣有るなり。^⑨禮に、主人、酒を賓に酌むを獻と曰ひ、賓、主人に答ふるを酢と曰ひ、主人又酌みて以て賓に酬すを酬と曰ふ、と。幣は蓋し酬酒の時に於いて之に幣を賜ふなり。賜ふ所の物は即ち下（傳）の玉・馬、是れなり。（本年）「傳」に「饗して醴あり。宥を命ず」と稱するは、其の備に盛禮を設く

春秋正義 詁 註 (十二)

(国語) 榎 本 紘 二

The Japanese Translation and Annotation of *Chung-qui Zheng-yi* (春秋正義) Part13

Hiroji MASUMOTO

This paper is Part13 of the Japanese translation and annotation of *Chung-qui Zheng-yi* (春秋正義). Part13 contains the 18th, 19th, 20th, 21th, 22th, 23th, and 24th year of duke Zhuang (莊公).

〔經〕 十有八年、春、王三月、日有食之

〔注〕 無傳、不書日、官失之

〔疏〕 十八年注不書日官失之

正義に曰はく、「經」に亦朔の字無ければ、當に「朔と日を書せず」と云ふべし。(杜預) 注に朔を言はざるは、脱するなり。

〔經〕 夏、公追戎于濟西

〔注〕 戎來侵魯、公逐之濟水之西

〔經〕 秋、有蜚

〔注〕 蜚短狐也、蓋以含沙射人爲災

〔疏〕 注蜚短、爲災

正義に曰はく、①『穀梁傳』に曰はく、「蜚は人を射るものなり」と。②『洪範五行傳』に曰はく、「蜚は鼪のごとし。三足なり。南越に生ず。南越の婦人多く淫す。故に其の地に蜚多し。淫女、惑亂の氣の生ずる所なり」と。③陸機の『毛詩義疏』に云ふ、「蜚は短狐なり。一名を射景、鼪のごとくにして三足なり。江・淮の水中に在り。人岸の上に在りて景水中に見れ、人景を投ずれば則ち之を殺す。故に射景と曰ふ。或ひと謂ふ、沙を含みて人を射れば皮肌

昭和61年度（1月～12月）本校教官による他誌発表論文一覧表

著 者 名	論 文 題 目	発表誌名または発表場所
宇 根 俊 範	平安時代の氏族	『古代史研究の最前線』第2巻 (雄山閣出版)
寺 本 康 俊	日露戦争後の対満政策をめぐる外務省と陸軍の対立	政治経済史学 (第237号) 1986年1月
寺 本 康 俊	満州占領地軍政への清国官民の抗議と日本の対応	政治経済史学 (第241号) 1986年5月
堀 武 夫	三段跳びと織田幹雄記念国際陸上競技	広島市博物館資料調査報告書 (Ⅶ) スポーツ文化広島100年 (86-7-30) pp.80～86.
白 川 洋 二	工業英語へのワンステップ ——工業英検4級テキスト——	日本工業英語協会発行 (1986年3月30日)
白 川 洋 二	PRACTICAL ENGLISH EDUCATION 実践・英語教育大系〈全28巻〉 4 教師と生徒の関係	開隆堂出版株式会社発行 (1986年6月10日)
林 武美 谷本 盛光(愛媛大教育) 若泉 誠一(広大理)	Fourth Generation of Quarks and CP Violation in Neutral K and B Systems	Progress of Theoretical Physics, Vol. 75, No.2 (1986), pp. 353～365.
林 武美 谷本 盛光(愛媛大教育) 若泉 誠一(広大理)	Fourth Generation of Quarks and CP Violations	Contributed Paper to the XXIII International Conference on High Energy Physics, July 1986, Berkeley, California. Reference ID number 43.
谷本 盛光(愛媛大教育) 林 武美 名島 隆一(広大理) 若泉 誠一(広大理)	The Quark-Lepton Mass Matrices with the Fourth Generation and the Renormalization Group Equations	Progress of Theoretical Physics, Vol. 76, No. 5 (1986), pp. 1098～1108.
寺内 喜男(広大工) 灘野 宏正 中本 幸義(オカネツ工業)	Study on Load-Carrying Capacities of Tip-chamfered Gears	Bulletin of JSME, Vol. 29, No. 250 (1986), pp.1312～1318.
灘野 宏正 寺内 喜男(広大工)	平歯車のスコーリング強さに及ぼす材料の硬さの影響	日本機械学会東海支部第35期総会講演会講演概要集, No. 386-1 (昭61.3, 名古屋大学工学部)
灘野 宏正 寺内 喜男(広大工)	平歯車のスコーリング強さに及ぼす材料の硬さの影響	日本機械学会論文集, 52巻, 477号, C編 (昭61.5), pp.1589～1594.
灘野 宏正 寺内 喜男(広大工)	二円筒試験における焼付き機構	日本機械学会第64期全国大会講演会講演概要集, No. 860-7 (昭61.10, 山口大学工学部)

灘野 宏正 寺内 喜男(広大工)	二円筒試験における焼付き機構	日本機械学会論文集, 52巻, 484号, C編 (昭61.12), pp.3296~3301.
寺内 喜男(広大工) 河野 正来 灘野 宏正 中本 幸義(オカネット工業)	Scoring Resistance of Spur Gears with Various Coatings (1st Report, Scoring Tests under Forced Lubrication)	Bulletin of JSME, Vol. 29, No. 247 (1986), pp.235~240.
寺内 喜男(広大工) 灘野 宏正 河野 正来	Scoring Resistance of Spur Gears with Various Coatings (2nd Report, Scoring Tests under Dry Friction)	Bulletin of JSME, Vol. 29, No. 249 (1986), pp.999~1003.
寺内 喜男(広大工) 灘野 宏正 河野 正来	Effect of MoS ₂ Films on Scoring Resistance of Gears	Transactions of ASME, J. Mech. Transm. Autom. Des., Vol. 108, No. 1 (1986), pp. 127~134.
寺内 喜男(広大工) 灘野 宏正 河野 正来	Effect of Copper-Plating on Surface Temperature Rise in Four Ball Tests	Journal of JSLE, International Edition, No. 7 (1986), pp.129~134.
寺内 喜男(広大工) 灘野 宏正 河野 正来	四球試験, 二円筒試験および歯車試験における被膜の焼付き強さの相関性について	日本機械学会論文集, 52巻, 479号, C編 (昭61.7), pp.1999~2005.
寺内 喜男(広大工) 灘野 宏正 河野 正来	Effect of MoS ₂ Films on Scoring Resistance of Gears	Gear Technology, Vol. 3, No. 4 (1986), pp.18~32.
河野 正来 灘野 宏正 寺内 喜男(広大工) 中本 幸義(オカネット工業)	TiC, TiN 被膜を施した歯車のスクーリング強さ	日本設計製図学会中国支部講演論文集, No.6 (昭61.12, 広島工業大学), pp.3~8.
寺内 喜男(広大工) 永村 和照(広大工) 野原 稔	低速高荷重歯車歯面に発生するリップリング損傷について	日本機械学会論文集(C編), 52巻 480号 (昭61-8), pp.2213~2220.
太田 光雄(広大工) 藤田 幸史 張 兵(広大工)	雑音加算の任意確率入力に対する任意線形音響・振動系の確率応答と無雑音入力下の応答分布予測	日本音響学会誌 42 巻 1 号, pp. 24~35.
太田 光雄(広大工) 藤田 幸史 西村 正文(広大工)	交通騒音入力下における室内騒音分布の予測 一情報量規範の導入と一実験	日本音響学会講演論文集(61年3月, 横浜)
太田 光雄(広大工) 藤田 幸史 岡崎 耕三(鳥取大工)	ゆらぎ分布全体に直結した暗振動・暗騒音の一補正法(理論と実験)	日本音響学会誌 42 巻 7 号, pp. 536~539.
藤田 幸史 太田 光雄(広大工)	AN EVALUATION METHOD OF THE PEAK DISTRIBUTION IN THE STOCHASTIC RESPONSE OF A SINGLE WALL TYPE INSULATION SYSTEM BASED ON THE INPUT AMPLITUDE DISTRIBUTION	PROCEEDINGS OF 1986 INTERNATIONAL CONFERENCE ON NOISE CONTROL ENGINEERING, VOL. II (Boston)
藤田 幸史 太田 光雄(広大工) 島山 一達(広大工)	A UNIFIED PROBABILITY EXPRESSION FOR THE ENVIRONMENTAL NOISE FLUCTUATING ONLY IN A FINITE AMPLITUDE REGION	PROCEEDINGS OF 12th INTERNATIONAL CONGRESS ON ACOUSTICS, VOL. I (Toronto).

太田 光雄(広大工) 生田 顕(広大工) 藤田 幸史	騒音計・振動レベル計の任意確率応答に関する基礎理論と一実験	日本音響学会誌 42巻 8 号, pp.601~607
太田 光雄(広大工) 生田 顕(広大工) 藤田 幸史	任意交通流状態の道路交通騒音・振動に対するポアソン流を基幹とした系統的一予測法	日本音響学会誌 42巻 9 号, pp.698~707
太田 光雄(広大工) 生田 顕(広大工) 藤田 幸史	任意遮音壁に対する暗騒音混入下の一同定法と出力分布予測一暗騒音の事前情報に基づく実用化	日本音響学会講演論文集(61年10月, 秋田)
畑山 東明(広大工) 岡部 卓治 武井 英雄(広大工)	Al-Cu 合金系超塑性材料のm値の引張り速度比依存性	日本金属学会誌, 50巻1号(1986), pp.34~39.
畑山 東明(広大工) 盛重 達也(広大工院) 武井 英雄(広大工) 岡部 卓治	超塑性材料の圧力伝達機能とその特性	塑性と加工, 27巻304号(1986.5), pp.573~578.
岡部 卓治 畑山 東明(広大工)	超塑性材料の破断伸びとm値のひずみ速度依存性	日本鉄鋼協会第112回(秋季)講演大会概要集(61年, 名古屋)
大野木幸男(広大工) 奥本 宏三 垣本 直人(京大工) 梶原 昌和(中国電力)	配電系統における電圧フリッカーの一抑制法	広島大学工学部研究報告 第35巻, 第 2 号
今津 信吾(金沢工大) 高野 三郎(長岡技科大) 入沢 寿逸(長岡技科大) 山崎 勉	磁場中、荷電粒子と中性粒子の衝突周波数	電気学会全国大会講演論文集46(船橋)
山崎 勉 今津 信吾(金沢工大)	衝突周波数に及ぼす電磁場の効果	日本物理学会秋の分科会・30a-QE-2(西宮)
山口 静馬(海保大) 加藤 裕一 太田 光雄(広大工)	サンプリング方式による Leq 計測精度に関する一考察	日本音響学会 昭和61年度 秋季研究発表会(秋田)講演論文集
加藤 裕一 山口 静馬(海保大)	道路交通騒音の L ₅₀ 評価量算定に関する一考察	電気四学会中国支部第37回連合大会(広島)講演論文集
山口 静馬(海保大) 加藤 裕一 太田 光雄(広大工)	Leq の計測精度に及ぼす諸要因の影響	同 上
加藤 裕一 太田 光雄(広大工) 畠山 一達(広大工)	A STOCHASTIC EVALUATION FOR ARBITRARY SOUND INSULATION SYSTEMS BASED ON MEASURE OF STATISTICAL INDEPENDENCY	12th INTERNATIONAL CONGRESS ON ACOUSTICS (トロント・カナダ) PROCEEDINGS
加藤 裕一 太田 光雄(広大工) 畠山 一達(広大工)	ON-LINE PREDICTION METHOD FOR THE STOCHASTIC RESPONSE OF ARBITRARY SOUND INSULATION SYSTEM BASED ON THE STOCHASTIC APPROXIMATION METHOD UNDER A NEW MEASURE CRITERION OF STATISTICAL INDEPENDENCY	INTER-NOISE-86 (ボストン・USA) PROCEEDINGS

山口 静馬(海保大) 加藤 裕一	道路交通騒音の簡易的合成評価法に対する基礎的検討	日本騒音制御工学会技術発表会(神戸)講演論文集
太田 光雄(広大工) 山口 静馬(海保大) 加藤 裕一	MULTIVARIATE PROBABILITY EXPRESSION ON QUANTIZED STATE VARIABLES FOR A NON-STATIONARY SYSTEM AND APPLICATION TO AN ACOUSTIC ENVIRONMENT	Journal of Sound and Vibration (1986) 104 (3)
加藤 裕一 山口 静馬(海保大)	車輛台数実測データに基づく車頭間隔分布推定	日本音響学会昭和61年度春季研究発表会(神奈川)講演論文集
星 健三 石井 義明	まさ土地盤における降雨、含水比、強度の關係について	土木学会中国四国支部学術講演会概要集(昭61年、宇部市)
丸上 晴朗 平島 健一(山梨大工)	非定常熱弾性特性を考慮した平板の高次理論と連成熱振動解析	土木学会第41回年次学術講演会講演概要集第1部(61年11月、福岡)
竹村 和夫 阿部 康俱	微粉末による砕砂のキャラクターの改善と減水効果について	セメント技術年報 Vol. 40.
田澤 栄一(広大工) 竹村 和夫 大森研一郎(広大工)	促進実験による鉄筋の腐食要因の評価	昭和61年度、土木学会中国四国支部研究発表会講演概要集(61年、宇部)
大森研一郎(広大工) 田澤 栄一(広大工) 竹村 和夫	電食実験による鉄筋コンクリートのひびわれ挙動の評価	第41回土木学会年次学術講演会講演概要集第5部(61年、福岡)
小堀 慈久 網干 寿夫(広大工)	まさ土地盤の時間的及び層厚分光特性の研究	広島大学工学部研究報告第34巻第2号(1986. 3)
小堀 慈久 網干 寿夫(広大工) 他	マサ土地帯における土砂災害の予測と防止に関する研究	文部省科学研究費、自然災害特別研究(1)研究成果報告書 課題番号57020033(1986.3)
小堀 慈久 網干 寿夫(広大工)	まさ土地盤における季節的及び厚い層の分光測定について	土木学会中国四国支部学術講演会概要集(61年5月、山口)
中野 修治 重松 恒美(徳山高専) 原 隆(徳山高専) 田村 隆弘(徳山高専)	軸方向引張りを受ける梁のせん断耐荷力について	土木学会中国四国支部学術講演会講演概要集(61年、宇部)
田村 隆弘(徳山高専) 重松 恒美(徳山高専) 中野 修治	軸方向引張応力を有する梁のせん断耐荷力	土木学会第41回年次学術講演会講演概要集(61年、福岡)
Takahiro TAMURA (徳山高専) Tunemi SIGEMATU (徳山高専) Takashi HARA (徳山高専) Syuji NAKANO	Bending Test of Concrete Beams with Axial Forces	徳山工業高等専門学校研究紀要 第10号

大橋 晶良 原田 秀樹(長岡技大) 桃井 清至(長岡技大)	河床付着生物の自浄作用に及ぼす影響	土木学会 中国四国支部学術講演会概要集 (61年, 宇部)
大橋 晶良 原田 秀樹(長岡技大) 桃井 清至(長岡技大)	せん断力を受ける廃水处理生物膜の付着特性	土木学会 第41回年次学術講演会概要集 (61年, 福岡)
藤原 章正 杉恵 頼寧(広工大)	社会経済属性が個人の日常的な交通行動に 及ぼす影響	土木学会 土木計画学研究・論文集(No.3)
藤原 章正 杉恵 頼寧(広工大) 平野 毅志(広工大)	ライフサイクルからみた個人の交通行動の 分析	土木学会 土木計画学研究・講演集(No.4)
藤原 章正 杉恵 頼寧(広工大)	個人の交通行動特性の時間的及び地域間安 定性	日本都市計画学会 学術研究論文集(21)
藤原 章正 杉恵 頼寧(広工大)	世帯制約に着目した個人の交通行動特性	土木学会 中国四国支部学術講演会講演概 要集 (61年, 宇部)
藤原 章正 杉恵 頼寧(広工大)	ライフサイクルによる交通行動特性の検討	土木学会 第41回年次学術講演会講演概要 集 (61年, 福岡)
清 和四士	続「引違い建具の建込み方式について」	広島県建築士会会報 (No.84)
松浦 誠(近畿大学) 西村 光正	マサ土地盤の圧縮性	マサ土地帯における土砂災害の予測と防止 に関する研究 昭和61年3月 研究代表者 網干寿夫 (文部省災害科学研究費, 自然災害特別研究成果報告書)
福原 安洋	鉄筋コンクリート耐震壁のせん断力負担に 関する実験的研究(その1)配筋に関する実 験	日本建築学会 中国支部研究報告集 第13巻 (61年3月)
福原 安洋 嶋津 孝之(広工大) 佐藤 立美(広工大)	鉄筋コンクリート構造 (新しい建築工学 3)	森北出版
正野崎昭二 岩下 恒雄(名工大) 岡田 忠義(名工大)	架構面内の壁の力学特性	日本建築学会大会学術講演梗概集(61年, 北海道)

編 集 委 員

石	井	淳	二
堀		武	夫
林		武	美
加	藤	裕	一
中	野	修	治
西	村	光	正

呉工業高等専門学校

研 究 報 告

第23巻 第1号 (1987)

(通 巻 第40号)

昭和62年 8 月 印刷

昭和62年 8 月 発行

編集者
発行者

呉工業高等専門学校

〒737 呉市阿賀南2丁目2-11

電 話 (0823) 71-9121

印刷所

株式会社ぎょうせい 中国支社

〒730 広島市中区八丁堀2番6号

電 話 (082) 221-6711

MEMOIRS OF THE KURE NATIONAL COLLEGE OF TECHNOLOGY

Vol. 23, No.1 (Consecutive No.40)
August, 62nd Year of Showa (1987)

CONTENTS

1. Japan's Investment in Manchuria and Sinpei Goto's Proposal for a Japanese Manchurian Policy.....	Yasutoshi TERAMOTO	1
2. The Advance of the Japanese Cotton Industry into the Manchurian Market as a Part of Japan's Manchurian Policy.....	Yasutoshi TERAMOTO	11
3. On the Fostering of Creativity as the Purpose of Mathematics Education.....	Etsuo SAKO	21
4. A Study of Acid Rain as a Teaching Material	Tatsuo TANABE	29
5. Rosen Type Derivation of Quark Mixing Matrix in Four-Generation Scheme	Takemi HAYASHI	39
6. Effect of Dibenzyl Disulfide on Frictional Characteristics in Four Ball Tests	Hiromasa NADANO Masaki KOHNO	47
7. Analysis of Deformation Process on the Contact Zone of Roller with Wavy Surface	Minoru NOHARA	53
8. Fuel Injection Characteristics of Diesel Engine	Yuji KAWAGUCHI	59
9. A Compensation Method of a Change of Color Temperature of a Tungsten Halogen Lamp by Dimming.....	Kazuhiko HARADA	69
10. The Outline of FACOM S-3300 System of the Kure National College of Technology	Shinji WATAI	73
11. Measurement of Electron Energy Distribution Functions in the Cathode Region of a Glow Discharge by Druyvesteyn's Method	Tsutomu YAMAZAKI	81
12. Monte Carlo Simulation of Electrons in the Cathode Fall Region of the Glow Discharge	Tsutomu YAMAZAKI	91
13. The Japanese Translation and Annotation of <i>Chung-qi Zheng-yi</i> (春秋正義) Part 13	Hiroji MASUMOTO	105
List of Papers Published or Read outside This College by Its Teaching Staff in 1986		149