

覚 誉 会
織 維 染 色 研 究 所
論 文 集

葆 光

第 11 号

2000年3月

會 譽 覺
所 究 研 色 染 維 纖
集 文 論

保 光

第 11 号

2000年3月

葆光

(ほうこう)

中国の莊子の言葉で、

- * 光を永遠にたやさない
- * 良い習慣・技術・品質・芸術等をいつまでも保存する
- * くめどもつきず
- * 法灯を永久に消さない

等、有意義な意味をもちます。

目 次

『研究雑話』	(1)
--------------	-----

論 文

非線形型（直感）と感性	(7)
○相宅省吾 井上清博 木下伸司	
非線形型と図形 その1 非線形型の音楽と図形	(15)
○相宅省吾 井上清博 木下伸司	
新しい「クチナシ染」その6	(21)
○林屋慶三	
ムラサキイモ色素を用いる引き染めについて	(29)
○麓 泉	
植物より赤色系色素の抽出およびその有効利用（その3）	
—— 紫根による絹の赤色染色 ——	(35)
○曾根健夫	
絹繊維に関する研究（その2）	(43)
○高橋重三	
ストリング幾何学（第4報）超次元と宇宙と4つの力	(47)
○井上清博	
身近な植物による染色	
—— 桃・花水木による染色 ——	(65)
○渡辺久子	

執筆者紹介

.....	(70)
-------	------

『研究 雑 話』

当研究所では一年に三回、研究者が一堂に会し、4ヶ月間の研究成果を発表しあい、互いに啓蒙する習わしにしているが、この会合には必ず事務局員が記録係という名目で同席することになっている。交わされる専門用語も、研究内容も、さっぱり見当がつかない時もあるが、同席する事務局員にとっては、例えその内容が解らなくても、人生の生き方や考え方について、大きな示唆が得られ、また、ときに予期せぬ珍しい情報が齎されることもあるまことに有益な研究発表会なのである。覚誉会繊維染色研究所は設立以来、第一線を引退された「仕事の出来る先生方」が中心になって構成されている研究所である。古稀も喜寿も遠く過ぎ去り今や八十路を歩む有名な糸引名人の相宅省吾先生を中心とする研究集団であるが、老人は一人とて見当たらない、老いを忘れた青春の人達ばかりである。

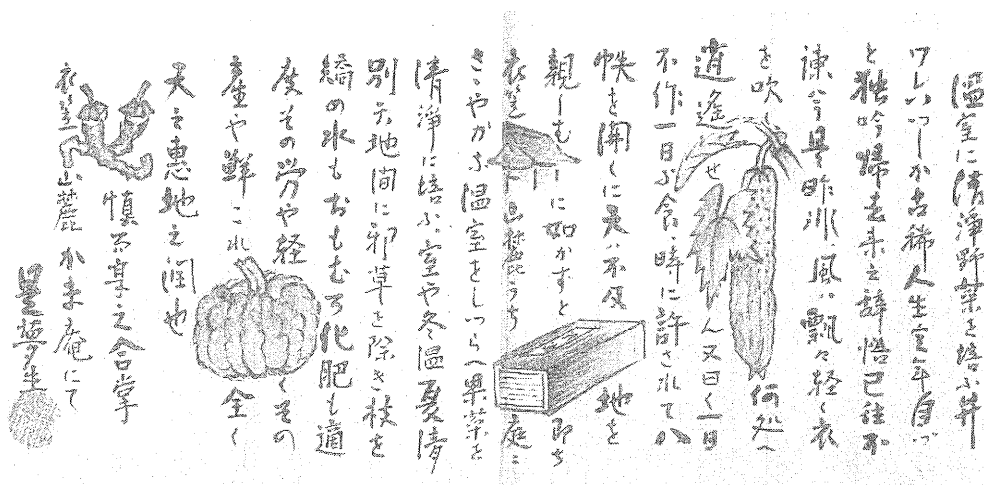
サムエルウルマンの詩に『夢（理想）を失う時に初めて老いが来る、情熱を失う時に精神はしぼむ』という一節がある。正にしかりである。先生方が絶えず夢を追い求め、未知なる世界を究明しようとされる情熱は尋常のものではない。またその想像力は奇想天外で驚嘆すべきものがある。どこからこのような英知が湧いてくるのか、先生方の研究発表を拝聴していると、いつも決まって筆者の頭に浮かんでくる言葉がある。

それはパスツールの「必然と偶然」という書物の中に出てくる「偶然は備えなき者を助けない」というくだりである。間違いなくこれが先生方の英知の源泉になっているのであろう。

更に今一つ、筆者の頭に浮かんでくるものがある、それはドイツの格言「Denken Ist Leben」を殊の外大事にされていた本財団の創始者、矢代仁兵衛翁の心意気である。翁は生涯に亘り「夢」を大事にされ、遂にはご自身の雅号を“是夢生”と名付けられるに至ったが、翁が生涯に亘り持ち続けられていた夢は誠に大きく、それは論語が述べる里仁、つまり人々のやさしい思いやりの心によって、この世の中を住み心地のよい社会に造り変えようとする遠大な試みであった。



「仁」は矢代仁兵衛翁の雅号の一つ



是夢生は矢代仁兵衛翁が最も大事にされた雅号

詩人サムエルウルマンは青春の詩の前文において

「青春とは人生の或る期間を言うのではなく心の様相を言うのだ。優れた想像力、逞しき意志、炎える情熱、怯懦を却ける勇猛進、安易を振り捨てる冒険心、こう言う様相を青春というのだ、年を重ねただけで人は老いない、理想を失う時に初めて老いがくる。歳月は皮膚のしわを増やすが情熱を失う時に精神はしぼむ……」

と青春を定義づけているがまさしく先生方の生き方そのものである。

人生に停年はない、従って軟着陸もない、燃料が切れて真逆様に墜落するまで飛び続け、黙々と研究し続ける先生方の生涯現役としての生き方に、引かれてならないものがある。更に今一つ研究者の仕事そのものが持っている本質に魅せられてならないのである。

それは仏道で言うところの「作務」である。『この世は知識のみではうまくいかない、そこに行がともなって、はじめて調和のとれた人生となる、つまり「知行合一」によって初めて物は完全なものになる』という教えがある。

いかほどの学問があり、また知恵があっても自分から働き、自分の手を汚し、そして体で真実を会得しなかったならば人生の真の味は絶対に解り得ない、これが仏道のめざす作務なのである。人から言われてするのではなく、自分の自発的な意志で、自分から進んで自分の身体を働かしめ、汗を流すということが大事なのである。つまり流汗悟道である。机の上だけでは、絶対に体得することのできない世界なのである。手をよごし、汗を流して初めて知ることのできる真実の世界である、これこそが作務と申すべきものであって、対価を求める労とはおおよそ似ても似つかぬものである。従って、当研究所における研究は研究そのものが作務であって、それらは作務の中でも最も次元の高い最高の作務に属するものと筆者は理解している。また仏教では、悟りのために一日に 20 km の

山道を駆けめぐる回峰行が最高の行と考えられていたり、座禅こそが最高と考えられたり、行には様々なものが存在する一方で非行非座という教えもある。日々の生活そのものが行であって歩くことも、座ることも必要ないとの考えである。この考え方でいくと、無心の境地にならなければ絶対に、真実の解明が出来ない科学者の仕事こそ正に最高の行であり、最高の作務であると言えるのではないだろうか。当研究所における研究には、労のとき規則的、命令的、機械的、金銭的、物質的なものの影は一切存在しない。

すべてが自発的で真実の探求に生涯をかける崇高な行であり、作務なのである。70～80歳の坂を越えても聊かも衰えることなく、青春を謳歌し、研究三昧に生きる先生方の生き方に限りなく畏敬の念を抱くものである。

更に、いま一つ、この研究会において何気なく交わされる談話が実は同席する人々に大きな刺激を与え、何ごとに対しても徹底的に究明しなければ、すまされないという気風が門前の小僧式に、研究に直接携わらない関係者の行動に見受けられるようになってきたことはまことに大きな収穫である。そこで先生方の談話の中から特に深い感銘を受けたものの数件をご紹介しますことにした。

先ず最初に人間の臭覚に関しての談話である。今迄一度も聞いたことのない珍しい話であった。

一般に女性は男性より100万倍にも相当する強い臭覚があって、男性では嗅ぎわけることのできない、ごく微量な香りでも、女性にはこれをキャッチする能力が備わっているという大変興味深い話である。例えば男性が発する汗にはかすかながらもジャ香が含まれていて、これが女性を刺激するというのである。社交ダンスにおいて、男性の左胸のポケットに差し込まれているハンカチーフがこれである。パートナーである女性の顔が丁度、男性の左胸ポケットあたりにくるようになってくる。相手の女性は知らず知らずのうちに男性の汗ばんだ胸のハンカチーフから発散するジャ香を嗅ぎ、興奮状態におちいるというのであろうか、おしゃれの最たるものと思っていた胸のハンカチーフも実は他愛ない男性のひそかな願望であったわけである。まことにほほえましい話である。

物事は何事でもそのままのみにしてはならない、一度は必ずその原点をたずねてみる必要があることを痛感させられる一例であるが、我々のこの自然ほどうまくできているものはないとつくづく感じさせられる。上記のハンカチーフのように研究員の談話には、随分意外性に富んだものがあり初めて知る真実の世界に驚嘆するばかりである。

色とホルモンに関してもおどろくべき研究がある。

動物の成長にホルモンが非常に大きな役割を果たしていることは誰しもよく承知しているが、お腹の中の胎児が母親の生活環境によって性格的に大きな影響を受けるということは一般にあまり知られていないのではないだろうか。

もともと正真正銘の男性として立派にこの世に生をうけながら、男性として生きることを断念し、本物の女性よりも女性らしく振る舞って男性にサービス提供している通称オカマの姿をテレビを通

じて目にすることがある。このようなオカマ族の人々も最近では立派に市民権を得て活躍されているようであるが、その奮闘振りを見るにつけ、彼等の気持ちが全く不可解であった。

然しながら、偶然にも研究員のホルモン談義を小耳にはさんでから、オカマに対する認識がすっかり変わってしまった。

話によれば赤ん坊がこの世に生まれ落ちてからオカマに変化したのではない。また、赤ん坊が成人してから、自分の責任においてオカマの道を選んだものでもない。

母親のお腹の中にいる時からオカマなのである。母親がたまたま何等かの外因によって大きなショックを受け、これが原因で母親の体内から男性ホルモンが出なくなって、胎児が不運にも男性ホルモン不足でオカマに変貌させられてしまったというのが真実である。胎児こそ哀れな被害者なのである。近頃の青年は異常に弱々しく頼り甲斐がないと思われているのも、ひょっとしたら若い男性の殆どが、この母親のショック洗礼を受け軽度のオカマになって生まれてきたのかも知れない。このまま進めばいつの日か日本中の男性が全員オカマになってしまうのではないかと本気で憂慮する時もある。

最近のテレビ放映ではどのチャンネルをひねっても、目をそむけたくなるような強烈な衝撃シーンが無神経に放映されている時代である。テレビから受けるショックは余りにも大きい。ひょっとしたら、オカマはテレビの落とし子かもしれない。マスコミの良識ある行動と母となる人の自重が求められてならないところである。

また、別の研究によると、テレビ好きは人間だけに限っていない。もう一種、人間以上にテレビ好きの動物がいるという面白い話である。これは動物学者の話である。

犬や猫をはじめありとあらゆる動物に、テレビを見せたところ殆どの動物が拒絶反応を起こし、テレビに関心を示さない中、不思議に鶏だけが、人間と一緒にあって、いつまでも無心にテレビを見ているそうである。そしてテレビを見ていた鶏が、ことごとく失明するという、まことにショッキングな話で、とうてい他人事とはおもえない。今日のテレビ文化に対する警鐘と受けとめるべきであろう。

筆者もテレビ公害の存在はよくよく承知しているつもりでいたが、これ程までとは思っていなかった。一日も早く有害な光線や電磁波を遮る技術の開発が望まれてならないところである。

以前、葆光論文集にこの鶏の研究を発表したところ各方面から反響があり、メガネ業者からは講演の申し込みがあった。このように葆光論文集が繊維染色関係以外の人々の目にとまり、関心をおよせ頂くようになったことに対し、実は大きな驚きと共に一種の喜びさえを感じているものである。

最後に今一つ、あの有名な蚕の人工飼料の研究にまつわる逸話を是非ご紹介申し上げておきたい。

実は蚕が好んで桑の葉を食するのは桑に含まれているクロロゲンサンという成分が大きな要因になっているとのことで、この事についてはかなり早くから一応の認識を得ていたが、後日、蚕とコ

ーヒーの関係についての研究を耳にして、大きな感激を覚えたことがある。もともと蚕は桑に含有しているクロロゲンサンを食しているものであるから、たとえそれが桑でなくても、クロロゲンサンさえ含有していれば、何でも食するというのである従ってクロロゲンサンを含有しているコーヒー豆は当然食することになる。

しかも面白いことにコーヒーの種類や品質によって、蚕の成長がずいぶん異なってくるという研究結果が出たというのである。値段の一番高いブルーマウンテンが最も成長が早く値段の安いものほど成長がおそいという研究結果を得たという。まことに不思議な話である。人間の舌で決めた味の優劣が実は蚕の成長とももの見事に一致したわけである。このことは人間も蚕も同列の動物で根本的には何ら変わらないという証しなのだろうか。

まことに面白い自然の妙につくづく感動させられるものである。クロロゲンサンがかく蚕のかみつき因子であるように、他の動物にも夫々何らかのかみつき因子がある筈である。その因子を究明すれば、自由自在にその動物の人工飼料を造ることが出来るということであろう。自然界の循環説において、例えば牧場に放牧されている牛と牧草との間には、牛は牧草を食べ、牧草は牛の糞によって成長するというサーキュレーションが成り立っている。そこへ豚を挿入するとそのサーキュレーションの輪が拡がり、豚が牛の糞を食って成長し、豚の糞によって牧草が育つという風に、牛と豚と牧草との間にサーキュレーションが成立する結果、豚がただ儲けすることになるというまことに結構な面白い話である。

このようにサーキュレーションの輪を無限に拡大し、その先頭に人間を持ってくると一大サーキュレーションが形成されることになる。この場合、人間が雑草を食することになるが、幸い、雑草には人間が必要とする養分が十分に含有されているので、これを食品として加工すればこと足りるというのである。苦勞して米など作る必要はさらさらないという夢のような話である。出来ることならばこの夢話を更に一步進めて、例えば現在、蚕の人工飼料として廃物利用されている「おから」から、蚕を介さないで直接、人工的に絹と寸分違わない蛋白繊維が作り出されるというようなことにならないものだろうか。来たるべき 21 世紀のエネルギー問題とも関連して新しい繊維の開発が急がれている昨今である。このようにみえてくると、先生方の談話には奇想天外な発想によるものが随所に見受けられる。

特に、当研究所所長 相宅省吾先生の発想には次元を異にするものが非常に多い。

参考までに、ご紹介申し上げますと、一般に高温染色またはキャリヤー染色方法でないと染色することができないポリエステル繊維を先生はいとも簡単に洗面器で、美しく染色される。おどろくべき技法である。

日本には昔から「類は友を呼ぶ」という格言がある。オイルから生まれた繊維は、オイル以外の水溶性染料を一切受けつけないというのが、自然の厳しい掟なのであろう。

油には油をもってするのが自然なのである。ここに染色を可能ならしめる論理があるようである。

また相宅省吾先生はポリエステル繊維を電子レンジにかけ、その温度差によって濃淡様々の黄色系統の色を創生される技法はこれまた絶妙である、言うなれば染料を用いない染色方法ということができる。また、大分以前のことであるが相宅省吾先生は、ひととき、蛸の赤色色素が何かにいどんでおられたことがあった、蛸が腐敗して異臭を放っていたが、先生は異臭をものともせず、逆に異臭をいとおしむかのように研究に没頭されている姿はときに神々しくさえ見えたものであるが、先生の好奇心は、かく留まるところを知らず。最近では遂に感性和電気の関係にまで及んできた。こうなってくると、門外漢にはいよいよ訳がわからなくなってきた。

実は昨年、筆者がある問題で税務当局へ嘆願に及んだとき、先生方の奇想天外な発想に影響されてか何気なく意表をついたつもりで陳述した奇抜な現況説明が意外にも当局の心を動かし法的に不可能と認識していた件案が首尾よく解決、大きな利益を齎されたことがある。

多分、筆者の説明が奇想天外とはいかないまでも、人が思いつかないような側面をついた論証が幸いにも税務当局の心を打ったのであろうか。

今、世の中は国も個人も企業も全てが挙げて奇想天外な発想を求めている。

当研究所においては、一般に究明不可能としてお倉入りしている研究テーマや研究の価値なしとして、不問に付されている分野にも敢えて挑戦し、奇想天外な発想のもと、独創的な方法で、予期せぬ成果を収められている研究員の優れた想像力、逞しき意志、燃える情熱に心から敬意を表するものである。

以 上

財団法人 覚 誉 会
事務局長 片 岡 健 夫

非線形型（直感）と感性

相 宅 省 吾
井 上 清 博
木 下 伸 司

1. はじめに

一般に、人間は五感を頼りに活動し、過去に得た知識や経験をもとに未来を予測して生活しています。そこには線形的な思考があります。線形的な思考では、過去（後ろ）をみて歩んでいます。前方（未来）を見て歩んでいるように思っていますが、目に届く光は過去の光（情報）だからです。比較的安定した条件下ではそのような線形型の思考や情報処理が有用です。しかし、激動の時には本当に未来をみて歩む必要があります。

過去の姿でなく、本当に前方を窺うためには直感が必要です。直感とは「説明や証明をまたないで、直ちに物事の真相を心で感じ取ること。」と辞書にあります。直感は誰でも持っていますが、その直感が当たるかどうかは別問題です。

学会で直感の話をすると非常に興味を持たれます。実際に商品開発など経済活動をしている人には、未来予測が大切である事、そして、学習した知識が役に立たない場合があることを身に染みて感じているからでしょう。未来予測をし、事業を成功させるためには、線形的な人やシステムに方向性を与える非線形的な直感を持つ事が必要となります。直感是非線形型です。「直感は生まれつきのものですか」。学会でこのような質問がよく出ます。「直感は修練により磨かれるものです」と答えています。

私達は、今まで繊維の考え方によるストリング幾何学で感性について考察してきましたが、今回は、直感を科学的に解析することを試みました。

2. 繊維と直感

私達は繊維の形態や性質に関する六つの仮説を作り、その仮説に従って広義の繊維に関する考察を繊維学会の大会や繊維学会誌、覚誉会の機関誌「葆光」等で発表してきました。六つの仮説のキーワードは、「細長い形態（アスペクト比；線形）と自由度」、「エネルギー」、「情報」、「相似形と非整数次元」、「枝分かれ（非線形型）」そして「繊維波」であります。

繊維や繊維製品の形を次元から考察し、電線などエネルギーを伝えるという機能、繊維または繊維製品の上に情報を記憶するという機能、繊維波と音楽の関係などについて発表してきました。織

維の形態はファッションの面から感性和深い関係を持っていますが、特に情報やエネルギー、繊維波（音楽）と繊維について考察を進めると、繊維や繊維製品と感性との関係は一層深くなりました。4次元時空間から人間の五感や五官、更には仮想空間への拡張が必要となりましたが、超次元でうまく説明できました。文科系的解説になりがちな繊維と感性の関係を電磁気学類推によって工学的に説明できました。

今回は、繊維に関する六つの仮説の一つ、「繊維は枝分かれすることが出来る。」という非線形型の性質から感性の中の直感について考察しました。

3. 繊維と線形と非線形

繊維には沢山種類がありますが、最も基本的なものはナノ繊維と呼ばれている遺伝子です。遺伝子とは、デオキシリボ核酸（DNA）、あるいはそれと蛋白質との複合体で、染色体上に一定の順序で配列されているものです。1953年アメリカのJ. D. WatsonとF. H. Crickは共同でDNAは2本の平行したポリヌクレオシド鎖が二重らせん状に巻きついた構造をとることを提案しました。DNAは細胞の中で最も重要な繊維であり、細胞の設計に関する全ての情報を保持しています。DNAはアデニン（A）、チミン（T）、シトシン（C）、グアニン（G）で出来ています。

細菌など原核生物のDNAは環状です。環状のDNAは折りたたまれています。環状構造は安定な遺伝情報を正確に伝達できます。

真核生物のDNAは複雑な高次構造を持っています。人などのDNAでは、直径が2 nmの2重らせん、11 nm、30 nm、300 nm、700 nmのクロマチン、そして、1400 nmの染色体という高次構造があります。

人間の染色体は46本で、1個の染色体の中にあるDNAを伸ばすと長さは約4 cmです。46本合わせると約2 mになります。それが約10 μ mの核の中に入っています。

遺伝子の複製は図1のような形で行われます。細胞分裂は非線形型過程です。生物の増殖においては、無性生殖では情報の伝達という意味では、細胞の融合と接合はなく線形型です。真核生物には有性生殖が見られます。原生生物の多くのものでは有性生殖を欠いていますが、有性生殖は動植物の生活環に一般的に見られます。有性生殖は非線形型に分類できます。

遺伝子は1次元のものがグニャグニャ曲がって小さな塊になっています。必要に応じて形をかえ、線形と非線形を駆使して細胞分裂や増殖をします。遺伝子にはこのような自由度があります。遺伝子から作られた生物は、新しい生物が誕生する時、例えば発芽の時などには、非線形と線形から出来ている事がはっきり分かります。

木や竹は非線形の枝葉と根の間に真っ直ぐな線形の幹があり、線形と非線形が調和を取っております。木材など人の役に立つのは線形の部分です。しかし、植物にとっては根と枝葉が重要です。

さし木は植物の無性的な新しい個体の生産手段です。松の木に桜の木が生える事があります。自然の中で、担子菌類のサルノコシカケが樹幹に寄生して木質化し、半円形で腰掛状のキノコを作っています。このように2つの異種類のものが1つになるのも非線形型の例です。

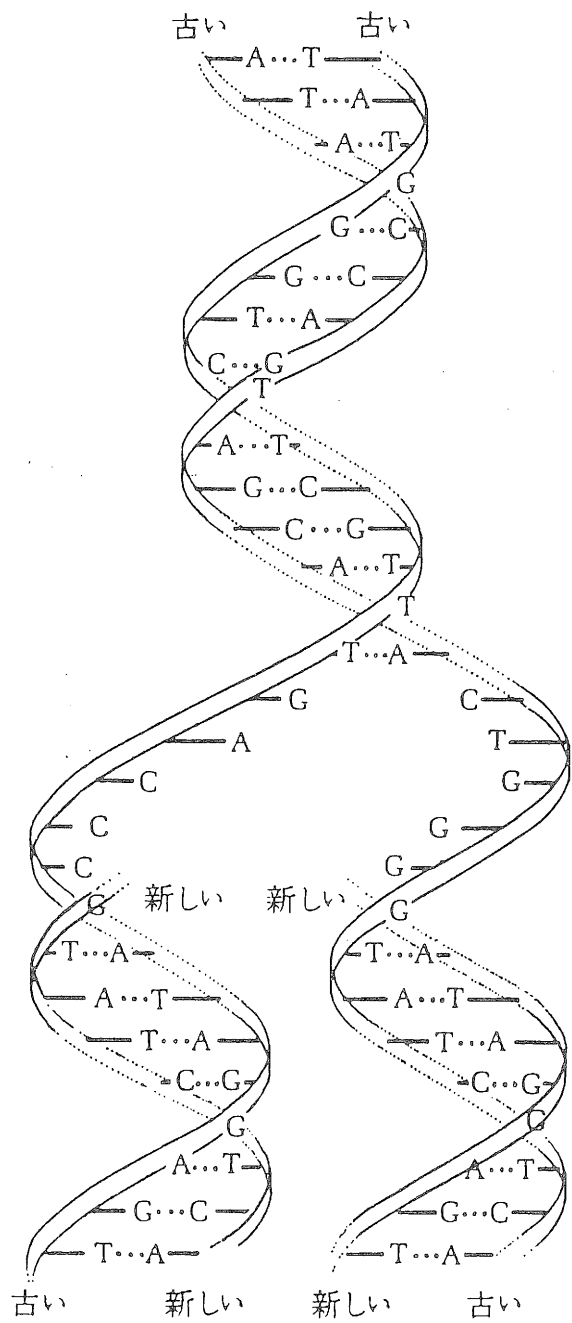


図1

4. 非線形型と直感

繊維は本質的には時間と空間の4次元の宇宙空間で論じるべき物体（形）ですが、それでは捉え所がないので時間の次元を固定し（ある瞬間の時）、3次元空間内の繊維の形を論じ、繊維の次元を0.5とし、自由度を1としました。しかし、繊維および繊維製品は本来非線形の物体（形）であります。それ故、繊維は将来どのようなものが出てくるか、又どのような流行が起きるのかを予測できるのは常に非線形的考察に慣れた人即ち少々常識はずれな人（変人）でなくてはなりません。

感覚器官でいうと五官は枝葉に相当します。それぞれの五官は根に相当する五感を持っています。五官と五感をつないでいる神経は線形です。このように感覚器官は線形と非線形の調和を保っているといえます。しかし、直感は第六感（the sixth sense）であり、非線形型の要素が勝っています。

直感とは電気回路がもつれて短絡（ショート、サーキット）を起こすようなものだと思っています。また、適当に電気が漏電を起こしているようなものと考えても良い。生物とは本来そのようなもので強力な絶縁体で被覆する（家畜化）と面白い考えが出なくなります。

繊維の幾何学に時間を入れて、空間+時間とすると、直感につながります。漏電のようなものと言いましたが、直感は電気現象だけでは説明がつかない人間（有気生物）に特有のものです。

過去があって、そのまま将来まで一直線で他の方向が全くないのが「線形型」、選択肢がいろいろあって、一つの原因に対して無限の結果があるのが「非線形型」の世界だという考え方があります⁹⁾。科学用語である非線形型という言葉で文科系の経営や未来予測に拡張するのに判り易い説明です。そこでは非線形型の世界とはフィードバックのシステムになっており、無限に自由がある世界で、さまざまな情報や知識をもとに一番高い選択肢を探りながら進んでいくのが「非線形型人間」の特徴であると言われています。

5. 非線形型人間

非線形型の人間について、私（相宅省吾）の身近な人を例に考察してみます。岡潔は明治34年に大阪で生まれました。京大理学部で数学を学び、昭和4年フランスに留学しました。フランスでは、近年、フラクタル幾何学で一般の人にも有名になった「ジュリア集合」のガストン・ジュリアに師事しました。昭和7年広島文理科大学助教授となりましたが、昭和12年退職し、昭和24年まで、紀見峠に帰り百姓をしながら数学の研究をしていました。その間「多変数解析関数について」という連作の論文を6報発表し、昭和24年、奈良女子大学の教授になりました。昭和39年に文化勲章が授与されました。昭和40年代、世間では岡潔が流行っていました。

紀見峠の12年間は孤立無援の時期だったと言われていますが、若し、広島大学を辞めていなければ、原爆に会って、命を失っていたかも知れません。昭和58年春「簡単な事を間違ったから

明日死ぬ」といって床につかれ、他界されました。8時間で直感が当たった例です。奇人・変人と言われる面もありましたが、正に、直感が当たる人でした。

北村四郎は、新潟大学の医学部で新劇をやっていた為、特高にひっくられ、共産主義者という罪をかぶせられ、留置場に放り込まれました。そこで、転向させられ（といっても元々共産主義者ではなかった。）、追放されるようにビルマ戦争のあの有名なインパール作戦に追いやられました。戦地では、ジャングルをさまよひ、九死に一生を得て帰ってきました。新設の福島大学医学部に移り、後に新潟大学の学長になりました。数十年後、生きている間に直感があたった例です。

北脇昇は1901年、名古屋市で生まれました。1910年、京都の叔父のもとに移り、1919年、鹿子木孟郎の画塾に入りました。初期（1930-1936年）には、津田青楓や須田国太郎に学びました。1932年、第19回二科展に初入選し、1934年、第4回独立展に初入選しました。シュールレアリスム期（1937-1939年）には、シュールレアリスムの影響を受け、形態の変容や二重影像をめぐるさまざまな実験を行いました。図式絵画期（1939-1942年）には、数学や易学を制作に取り入れ、具象的イメージと抽象的図形を組み合わせた概念的 작품을制作しました。戦後期（1945-1951年）には、画作の再出発を模索し、クォ・ヴァディスなどを描いています。

シュールレアリスム期や図式絵画期の絵は、当時、その真価を理解されず、売れないから売らずに京都ホテルの裏にある廣誠院に置いておいてあったというのが現状でした。廣誠院は住友初代総理事廣瀬幸平の子息の別荘で、北脇昇はそこに住んでいました。

北脇は、数学や物理学を自分で勉強し、研究ノートを作って、絵を書きました。自分の絵は100年後に理解されると言って1951年12月、他界しました。作品は、小牧先生と相談した結果、京都市美術館と東京国立近代美術館に寄贈する事になりました。

今から約10年前にフランスの学芸員が倉庫にあった北脇の絵を見て吃驚しました。シュールでは段突で素晴らしいと言う評価を受け、彼の絵がほぼ50年後に認められました。今では、理智と幻想のシュールレアリスト北脇昇といわれ、四大美術家の一人となりましたが、死んでから大画家になった例です。北脇の絵画から、彼は非線形型の生物に気がついている事が分かります。図式絵画期の絵が幾何学的に本当に理解されるにはもう50年必要かもしれません。

住友の創業は江戸時代初期にさかのぼり、営業年数は300年を越えています。幕末維新の頃、鉾山経営が住友の事業の中心であり、別子銅山が生命線でした。廣瀬幸平は1828年、北脇理三郎の次男として近江国に生まれました。廣瀬幸平は、明治維新という大変革の時に、住友と別子銅山を守り、多角経営を発展させた人で、住友初代総理事となりました。

伊庭貞剛は、北脇理三郎の長女田鶴子の長男として1847年近江の国に生まれました。伊庭貞剛の父、正人は神官を兼ねた剛直の代官でした。伊庭貞剛は32歳の時、叔父の廣瀬幸平の勧めで住友に入りました。伊庭貞剛は1881年、重役に列し、大阪府立商船学校副取締役を兼ね、私立大阪

商業講習所の校長を嘱託され、大阪商工会議所議員、大阪市参事会員、大阪株式、米穀両取引所の肝煎と多忙を極めました。伊庭貞剛は明治の中期に住友の大番頭、住友第2代総理事として腕を振るい、別子銅山の紛争を道義の精神を持って見事に治めました。

別子銅山をめぐる煙害の問題と派閥争いの2つの問題がありました。長年の精練事業で、別子の山々は赤茶けた岩肌が露出し、見るも無残な姿になっていました。

伊庭貞剛は、別子で乱伐した山を元のようにして返さねばならぬ。否、元以上にして返さねばならぬと考え、採算を度外視して精練所を移転し、植林事業を行いました。問題を解決した伊庭貞剛は、1904年滋賀県石山の活機園に引退しました。

1998年、「死中に活路を拓く」という住友の基礎を築いた幽翁伊庭貞剛に関する本が感性文化研究所から発刊されました。政治、経済、環境、そして人心に混乱をきたしている今の日本にとって「幽翁」伊庭貞剛の足跡と思想から学ぶものは多いと考えられています。引退から100年後に神様のように崇められている例です。

日本で、世界で環境保護の運動は行われています。でも伊庭貞剛が神様のように崇められるのは、別子銅山をめぐるもう一つの問題を解決したからだと思います。別子銅山をめぐるもう一つの問題とは人と人の争いです。環境問題は線形型システムでも解決できますが、人の問題は非線形型でないと解決できないようです。非線形型の伊庭貞剛が線形型の廣瀬幸平が残した問題を解決したパターンを読み取り、伊庭貞剛のファンの人達は、高度成長期が残した問題を解決する方法がそこ（非線形型）にあると考えているのでしょう。

伊庭貞剛が愛用していた瓢箪が私（相宅）の家にありました。それを佐々木神社に寄付しました。それが「死中に活路を拓く」という本の裏表紙にのっています。

兎に角、当たらないといけないのが直感です。そのよい例が弓です。弓では1秒で結果が出ます。弓の極意はこの辺がええと思って離すだけです。自分の勘だけで相手が強いとか弱いとかは関係ありません。当たれば「当たり」、外れれば「残念」と言ってくれます。無念無想ではなく、左だと右、上だと下という感じです。弓は1秒で直感の結果が出る例です。

木を手入れすると伸びていくようなもので、直感は修練によって当たるようになります。

6. おわりに

フランスに留学し、ジュリア教授から学んだ岡潔は、フランスで学んだものを論文にして日本に紹介していれば、もっと簡単に有名人になれたはずですが、学んだものに少し枝葉をつけて伝えるのは線形型人間です。しかし、岡潔はそれを潔しとせず、自らの独創の理論を孤立無援で、自分の直感に基づいて完成させました。孤立無援といっても、フランスでは岡潔の評価は高く、早く論文を提出することを期待されていたし、出来あがった論文を世に出す手伝いをしたのが同郷の湯川

秀樹博士です。最初は日本の常識的なグループには認められませんでした。

北村四郎は戦争と言う国家的な邪魔が入っても、戦争で生き残り自分のビジョンを完成させました。

シュルの北脇昇も百年を先取りした独創的な作品は、一般には中々認められませんでした。習った先生の技風を伝承していれば、作品は入賞し、もっと速く売れたかもしれません。非線形型の思考による独創的な作品は認められるのに長い時間がかかりました。

廣瀬幸平は、明治維新から住友を守り発展させた人です。明治維新と言っても攘夷論のように維新派の考え方が全て理に叶ったものであったわけでもありません。廣瀬幸平は住友の幹を太くし、根をはり、枝葉を伸ばしましたが、同時に問題も残しました。その問題を解決したのが伊庭貞剛です。住友という大木の剪定をし、住友を未来につなげる仕事を成功させる為には、非線形型の直感が不可欠でした。煙害問題も人事の問題も常識的な手段では手におえなくなっていました。もし、線形型の人間が舵をとっていたら今の住友はなかったでしょう。その舵取りが良かったと百年たった今も認められており、伊庭貞剛を伝え、伊庭貞剛に学ぼうとしている人が多くいます。

繰り返しますが、木を手入れすると伸びていくようなもので、直感は修練によって当たるようになります。答えが一つの線形的な学校教育に非線形的な選択肢を沢山持った自由なカリキュラムが加えられるようになってきました。しかし、その自由さゆえに教育現場は混乱が予想されています。自由な環境で何かを成し遂げようとするとき、「直感は修練によって当たるようになります。」というキーワードによって非線形型構築がはっきりします。西洋式のリストラから東洋的な非線形型構築に移行したとき、日（本）は再び昇るでしょう。

直感は捉えどころのないものですが、時間というファクターをいれるとよく理解でき科学的に取り扱えるようになりました。

参考文献

- 1) 渡辺昇一、船井幸雄、増田俊男、「日本はこれから良くなる」、徳間書店（1998）。
- 2) The National Museum of Modern Art, Tokyo. Home Page
<http://www.momat.go.jp/PressRelease/kitawaki.html>
- 3) The National Museum of Modern Art, Kyoto. Home Page
http://www.momak.go.jp/kika_jl1.html
- 4) 感性文化研究所編集、「死中に活路を拓く 宏量大気魄の人・「幽翁」伊庭貞剛の雄渾なる生涯」、黙出版（1998）。

非線形型と図形 その1 非線形型の音楽と図形

相 宅 省 吾

井 上 清 博

木 下 伸 司

はじめに

我々は音楽や図形と繊維の関係について、繊維の線状性（線形型）という観点から考察してきた。楽譜やCD等の記憶媒体は2次元平面で線状性をもち、演奏されている音楽は時空間で線状性を持っていた。ストリング法による図形はバーチャル空間で線状性を持ち、印刷物やスクリーン上の図形は実空間で線状性を持っていた。特に情報に関する線状性は一方向の自由度を持つという特徴があった。

本報では、線状性のものと非線状性のものを比較し、繊維の基本的性質の一つである分岐するという性質と自由度に注目し、非線形型の音楽や図形について考察した。

理 論

線形と非線形の図形

線形とは辞書によると「線のように細長い形。線状。また、その形のもの」とある。図1に線形と非線形の相似図形を示した。相似図形とは、元の図形を縮小率 r で縮小した複数の縮小写像で出来ている。縮小写像の数を N とすると、相似次元 (D_s) は $D_s = \log N / \log(1/r)$ である。

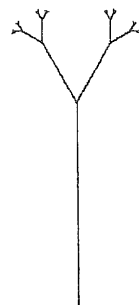
図1には、縮小率が $1/3$ で色々な個数の縮小写像から出来た相似図形を示した。カントール集合は $1/3$ の大きさの図形を2個作る縮小写像を繰り返して出来る図形で相似次元は約 0.6309 である。コッホ曲線は4個で出来ているので相似次元は約 1.2618 、コッホのピラミッドは5個から出来ているので相似次元は約 1.4649 次元、空間充填曲線のペアノ曲線は9個から出来ているので相似次元は2次元である。

カントール集合以外のこれらの図形は一筆書きができるので、繊維で出来ている（繊維の性質、線状性を持っている）とも考える事が出来、線形型図形である。一方、カントール集合と同じ個数で縮小写像を繰り返すカントールの木、コッホ曲線と同じ個数のコッホの木、コッホのピラミッドと同じ個数から出来ている解脱輪、ペアノ曲線と同じ個数で出来ている2次元団粒構造のシリーズは非線形型の図形である。

カントール集合(個数 2 ; $D \sim 0.6309$)



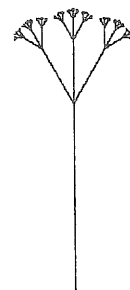
カントールの木



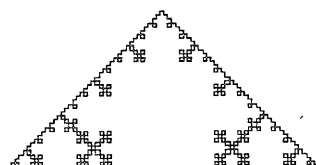
コッホ曲線(個数 4 ; $D \sim 1.2618$)



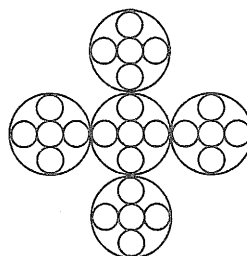
コッホの木



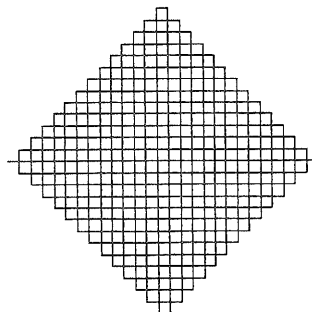
コッホのピラミッド(個数 5 ; $D \sim 1.4649$)



解脱輪



空間充填曲線(個数 9 ; $D=2$)



団粒構造

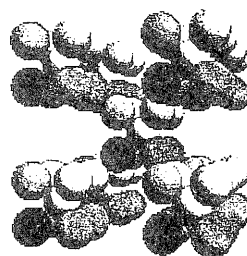


図1 色々な個数からなる縮小率 1/3 の図形

自 由 度

自由度という言葉は色々なジャンルで色々な定義の元に用いられている。物理学では力学的な自由度が定義されている。繊維及び繊維製品に用いられる繊維の（相宅の）自由度は、一つの次元に対して＋と－方向の二つの自由度が定義されている。

一般的には、選択する数が多い場合、自由度が高いと言われる。例えば線形型の人間は一直線で他の方向がなく自由度が低く、非線形型では一つの原因から無限の結果があり、無限に自由度の広がりがあるというように使われている¹⁾。このような自由度を幾何学的なモデルに当てはめると分岐モデルになる。自由度にも線形型の自由度と非線形型の自由度がある。

結果と考察

図 形

図2 にイニシエーター (al、bl、cl、dl) が直線で、1/3 の大きさの直線 4 本から出きている相似図形を示した。次元はいずれも $\log 4 / \log 3 \sim 1.2618$ 次元である。

(a) は線形型図形のコッホ曲線である。ランダムコッホ曲線は、捲縮繊維のモデルとなっている。基本単位の直線(F)が線状につながった図形で、公理 F、生成ルール $F = F - F ++ F - F$ で表わすことができる。(a 2) の第一世代（ジェネレーター、第一ステージとも呼ぶ）は 4 本の直線が曲がりながら線状に並んだ形になっている。(a 3) は第 5 世代の図形である。

(b)、(c)、(d) は分岐モデルで、前世代（イニシエーター）に加えて 1/3 の大きさの 4 本の直線からジェネレーターが出来ている。図形で木や花のモデルとして使われる図形である。公理は FFFX であり、生成ルールにはスタックと呼ばれる記号 [や] が使われている。これは分岐する性質を持った遺伝子である。X の数によって分岐の数がきまる。

(b) は分岐数が 2 の図形である。後の 2 つは幹や枝に吸収される。これは長男、次男、3 男が一つの家系となり、4 男が分家したような形である。

(c) は分岐数が 3 の図形である。後の 1 つは幹や枝に吸収される。

(d) は分岐数が 4 の図形である。出来た子は全て分家（分岐）する。

これらの 3 つの図形とコッホ曲線では線形型と非線形型の他に大きな違いがもう一つある。コッホ曲線は各世代ごとの図形、つまり時間の関数が入っていない、ある瞬間の空間の図形である。それに対して菊の花などの図形は全世代の合計の図形である。古い細胞も残っており、木でいう年輪、竹でいう節に相当するものがある。

音 楽

自由度の観点から、クラシック音楽と最近のコンピュータ音楽の違いや特徴について考察する。自由度の違いから線形型音楽と非線形型音楽に分類した。

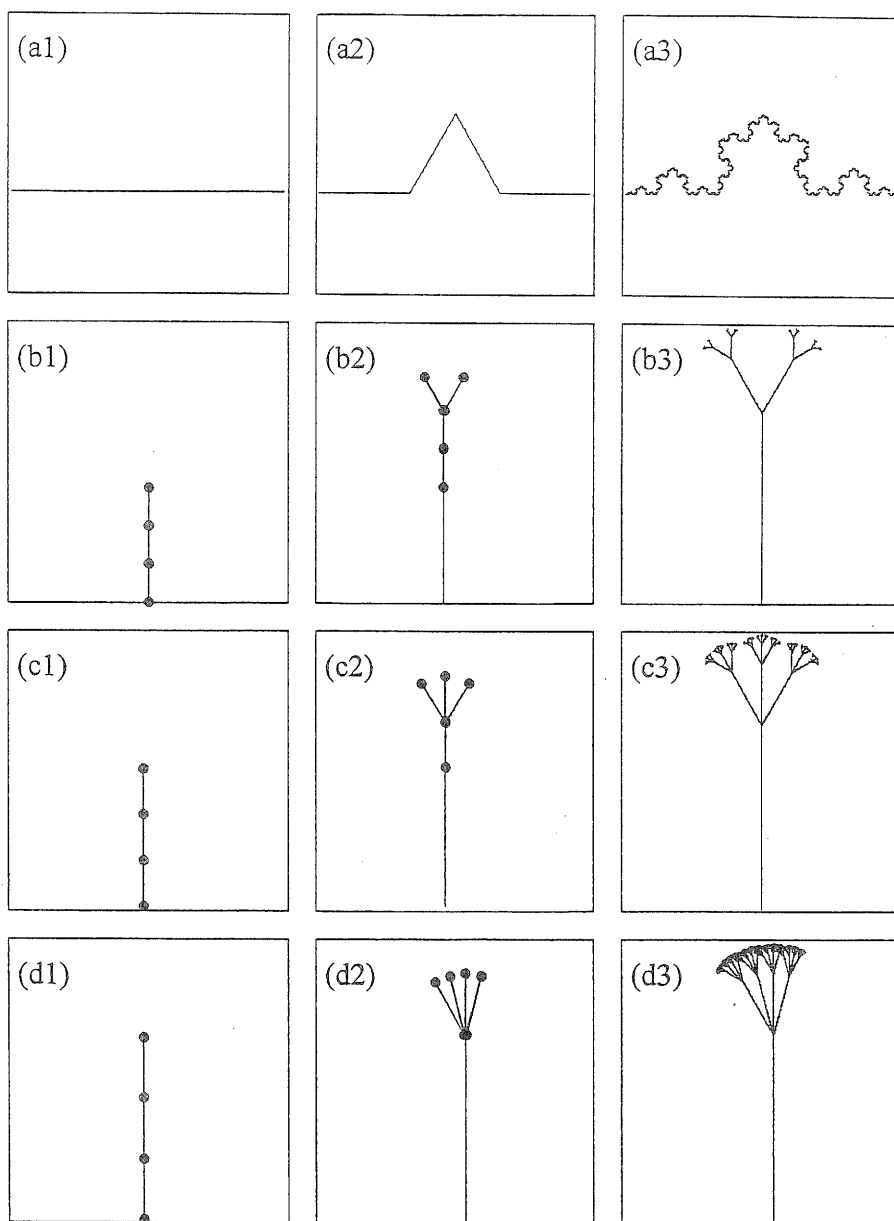


図2 同じ数の遺伝子（4個）を持つ線形型図形と非線形型図形

(a) コッホ曲線：F；F=F-F++F-F；60度；D~1.2618

(b) コッホの木（2枝）：FFFX；F=FFF，X=FFFFF[-FFFX][+FFFX]；30度

(c) コッホの木（3枝）：FFFX；F=FFF，X=FFF[-FFFX][+FFFX]FFFX；30度

(d) コッホの木（4枝）：FFFX；F=FFF，X=[-FFFX][-FFFX][FFFX][+FFFX]；15度

(*1) イニシエーター (*2) ジェネレーター (*3) 第5世代

クラシック音楽は線形型音楽である。線形型音楽は民族音楽のグループであり、演奏者の技術の向上、伝統、文化の継承、人間味が特徴である。線形型音楽は伝統を重んじ、継承が重視されるので自由度が低い。同じ演奏を再現する為に、伝統的楽器の製造と演奏能力が求められ、個人の演奏技術の向上が必要である。

一方、非線形型の音楽に分類されるコンピュータ音楽は、自由度が高く斬新で変化に富んでいる。両者の違いを表にした。

今迄は、伝統的な音楽とポピュラーな音楽の2つの枝があり、ポピュラーな音楽が自然淘汰され伝統的な音楽に組み込まれるという図式であったが、非線形のコンピュータ音楽は全く新しい音楽を生み出し、伝統的な音楽との融合をなしつつも大きな非線形的自由度と個性を持ち続けるであろう。

表 1

クラシック	(項 目)	コンピュータ
譜面に書く	(作曲方法)	データの入力
限られた楽器	(楽 器)	無制限
演奏者、場所が必要	(演奏方法)	データの再生、自宅
演奏者の技量に依存	(演奏内容)	ヘッドフォンデータの内容による
演奏を聞いて練習	(修正、変更)	データを修正
間接的、古典的	(表現、特徴)	直接的、個人的、斬新

結 論

線形型では、一本のレールの上を走っていくように自由度がないが、非線形型では分岐点でどちらを選ぶかという自由度がある。自由度がある図形が植物のモデルとなっている事も興味深い。

同じ次元で配置（ジェネレーター）によって全く違った図形となる。幾何学的に解く為には次元と自由度が必要になる。同じ次元でもイニシエーターの形によって違ったものになる。これは、同じ遺伝配列でも環境によって形が変わる事を示している。

色々な相似図形があるが、線形型か非線形型か、自由度と次元はどうか、イニシエーターは何かというファクターによって決まってくる遺伝子レベルでの相似図形に共通の性質を持っている事が判る。

音楽などのバーチャル繊維、情報繊維の分野でも線形型と非線形型がある。それには、伝統の継承という時間のファクターが入っている。自由度で考えると図形との類似点が多い。音楽も図形も繊維や生物と共通のルールがあるようだ。伝統的なクラシック音楽とコンピュータ音楽の違いと、その違いが出てくる源泉が明らかになり、将来の音楽のあり方が見えてきた。

参考文献

- 1) 渡辺昇一、船井幸雄、増田俊男、日本はこれから良くなる、徳間書店、(1998)。

新しい「クチナシ染」その6

林 屋 慶 三

1. はじめに

クチナシにはイリドイドという無色の化合物が含まれている。この化合物はアミン類と反応すると呈色し色素となる。従って、もし人為的に発色させたいと思うと、無数といってよい程知られているアミン類が反応の対象となり、青や赤など種々の色調の色素を作り得る。すなわち想いの色を創作できる可能性がある。すでに当研究室で試作し、本シリーズに報告してきた色素だけでも20種類を越えている。

2. 経過の説明

- (1) 古代の染めに従って、クチナシ果より水抽出した染液で絹布をクロシンによる黄色に染め、染後の残液（淡黄色）にアミン類を代表して、昆布の旨味の素グルタミン酸を加え、酵素グリコシダーゼを投じて一夜反応させ、絹布を青緑色に染めることができた。すなわち染液にクロシンとは別にイリドイド（図1・2）が存在することを間接的ではあるが確認した（葆光第5・7号）。なお、この報告では鰹節・椎茸の旨味の素であるイノシン酸・グアニル酸（核酸：アミン類の一種）についても同様の反応をさせ、夫々に特色ある色調の色素を調製し、旨味を色で表現する面白さを学び遊んだ報告でもあった¹⁾。
- (2) クチナシは一重咲きと定まった往時と違って、近年は八重咲きのクチナシが公園緑化事業に応じて各地で大量に植栽されている。この大きな八重咲白花をつけるクチナシは、かの太田道灌の和歌「七重八重、花は咲けども、山吹き、実の一つだに、なきぞかなしき」に謡われたように、果実をつけない。しかし、大きな白花にイリドイドが多量に含まれていることが、この研究で判明した（葆光第8号）。
- (3) 次に布自体にアミノ基を含む、グルコサミンをモノマーとして重合したキチン、またキトサン製の布を、クチナシ（八重の白花）で染色することも試みた（葆光第9号）。
- (4) 八重咲のクチナシは通常一個約10gの白い花で黄色のクロシンは見当らなかった。白花よりイリドイドを抽出分離し、これとアミン類とを反応させて得た知見は、新しい「クチナシ染」その5（葆光第10号）を参照されたい。ここではその内容の一部を要約する。
- (5) クチナシ白花中のイリドイド
 - ① 分離・精製

八重咲のクチナシ白花 50 個（生重約 500 g）を採取し、家庭用ジューサを用い、この白花をエタノール 500 ml 中で磨碎しジュースを得た。このジュースを濾過後エタノールを溜去濃縮し、濃縮液に活性炭を加えてイリドイドを吸着させ、次いでこの活性炭よりメタノールを滴下させつつ、また上述のアミノ酸との発色で脱着を検出しつつ、クロマトグラフ法で適宜精製し、イリドイド粗結晶を 0.75 g 得た。

㊥ 確認

得られた粗結晶の分析には厳密な手法 LC-MS 法によってガーデノサイドを主とするイリドイドであることを確認した（葆光第 10 号）（図 A・A'・B）。

以上、葆光 10 号迄に 5 報の報告をしてきた。

以下、新しいクチナシ染めの実技に走った 5 年間を経て本年度は、これまでに調査した諸文献から得た知見をまとめた机上の思考を、また次年度への期待を述べたい。

3. イリドイド

(1) イソプレンよりイリドイドへ。

ゴムの木から採取した乳液（生ゴム）がイソプレンの重合体であることが解ってから、イソプレン及びその誘導体が他の植物及び動物界にまで広く分布していること、またイソプレノイド・テルペノイドと呼ばれて、イソプレンが母体となって形成されている多くの関連化合物の存在が知られるようになった。ある時は香料に、さらにはホルモンにもなるステロール類、そして重合して樹脂成分ともなる。またイソプレンは酸化・還元を受けてアルコール・ケトン・酸となって複雑な生体成分を形成する。イリドイドはその一種である。数多いイリドイドの 1 つを例に生合成される過程を示すと図 3・4 a・4 b のようである³⁾⁴⁾。

(2) イリドイドとアミン類との反応機構。

無色のイリドイドとアミン類とが酵素の存在下で反応し、色素が形成することはすでに述べてきた。ここではイリドイドの 1 つゲニピン（genipin）とアミノ酸の一種グリシン（glicin）が結合してゲニポシアニン（genipocyanin）が生成することを示した、S. Ueda の論文を示す⁷⁾（図 5、Fig. 3）。

4. イリドイド色素とアゾ色素

次年度の研究テーマとしてイリドイドがアミン類と縮合して呈色するに際して、アミン個々の反応機構及び生成した色調等、詳細に検討すべきことが残されているが、その前段階としてイリドイド・アミン類と対比するものとして、アゾ染料の合成に際してのジアゾニウム塩とカップルするフェノール類との関係を念頭に検討したいと思う。まずはアゾ染料を取上げて考えてみたい。

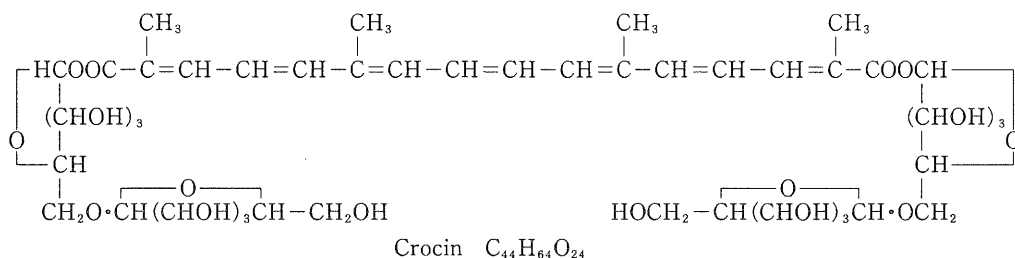
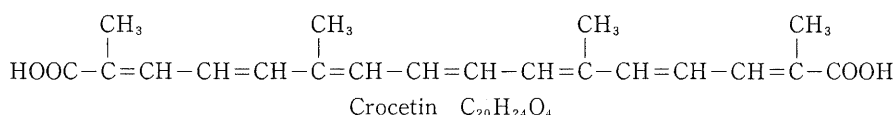
19世紀半ばイギリスのパーキンは石炭タールから得たアニリンを原料に紫色のモーブを、フランスのベルギンは紅色のマゼンタを、そして1890年ホイマンは遂にインジコを合成した。天然アイから合成アイへ、世は合成染料の時代へ移ってゆく。アニリンの研究によって更に合成染料の世界を拓けたものに、あらゆる色調の染料を製造する道をつくったアゾ染料の出現があげられる。簡単なものを一つあげるならば、アニリンを亜硝酸と作用させてアニリンージアゾニウム塩をつくり、これにフェノール（芳香族化合物）をカップリングしてアゾ染料がグリースによってつくられた。1860年以来数千のアゾ染料が合成され、カップリングする化合物次第であらゆる色調が出せる合成染料の時代が築き上げられたのである。こうして天然染料による染めは「草木染」と名付けられるに至った。

翻って、クチナシ中のイリドイドに想いを致すとき、クチナシ白花に無数といってよい程知られているアミノ化合物を供試して次々と発色させたとき、酵素の働くゆるやかな条件で、想いの色が得られることになる。これほど優雅な染色はなかろう。新しい「草木染」の時代を夢見ている。

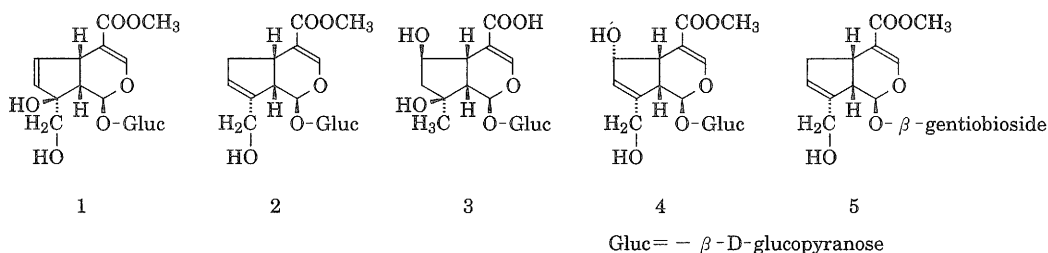
稿を終るに当って、当研究所相宅省吾・曾根健夫・高橋重三らの学兄ならびに指月林の皆さんに感謝いたします。

文 献

- 1) 林屋慶三：葆光5、7、8、9、10 (1994～1999)
- 2) 井上博之他4名：薬学雑誌 942 (1974)
- 3) Hiromitsu Ikeda et al: J. Biochem 109, (1991)
- 4) Shinichi Ueda: J. Natural Products 54, (1991)
- 5) S. Ueda et al: Naturwissenschaften 78, (1991)
- 6) 世界大百科事典：イソプレノイド・テルペノイド
- 7) S. Ueda: Biotechnology in Agriculture and Forestry Vol. 21 (1993)



Crocine C₄₄H₆₄O₂₄ 新井ら：奈良大学紀要No.5 (1976) より



井上ら：薬学雑誌94 (1974) より

イリドイド配糖体

- 1 gardenoside 2 geniposide 3 shanzhiside 4 methyldeacetyl-asperulosidate 5 genispin-gentiobioside

図1 クロシン・イリドイド

新しいクチナシ染で生じた色素の色調とペーパークロマトグラフィのRf値

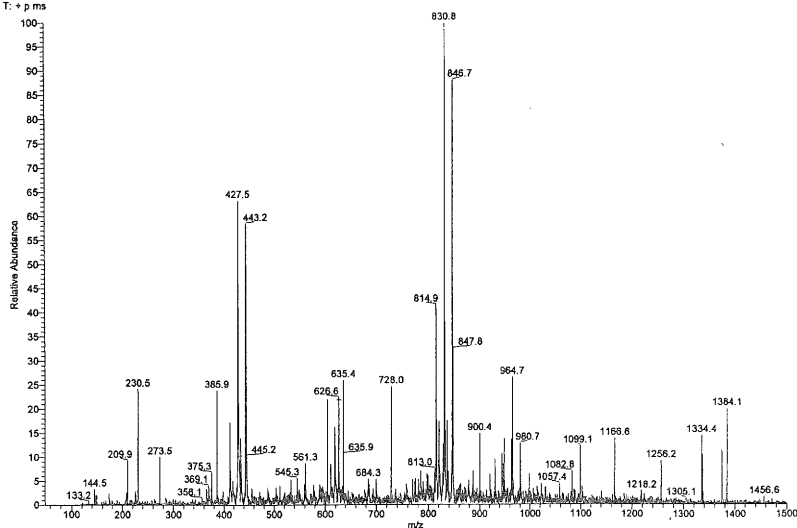
展開液：酢酸エチル1：メタノール10：水2

アミン類	色 調	ペーパークロマトグラフィ Rf
アルギニン	青	展開不良
グルタミン	青紫	展開不良
グリシン	紫赤	展開不良
グルコサミン	濃青	0.23、 0.29
エチルアミン	赤紫	0.30、 0.40
アミノエタノール	紫	0.13、 0.25、 0.46
メチルアミン	青紫	0.13、 0.30、 0.46
クチナシ水抽出液	黄	0.39

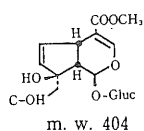
林屋：葆光第5号 (1994) より

図2 イリドイドとアミン類による新しい色素 (数例)

SP: 32 RT: 0.92 AV: 1 NL: 5.82E4
T: + p ms



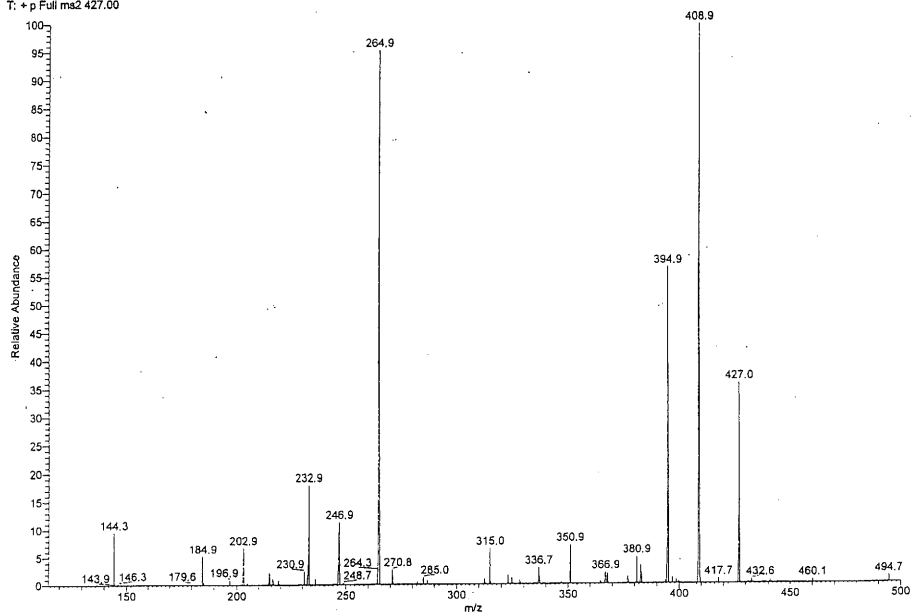
IRIDOID (GARDENOSIDE) 配糖体
イリドイド (ガーデノサイド) 配糖体



m. w. 404→ 427.5
+ Na の23
.....→ 443.2
+ K の39

図A イリドイドの確認 — LC-MS —

SP: 1 RT: 0.02 AV: 1 NL: 1.20E4
T: + p Full ms2 427.00

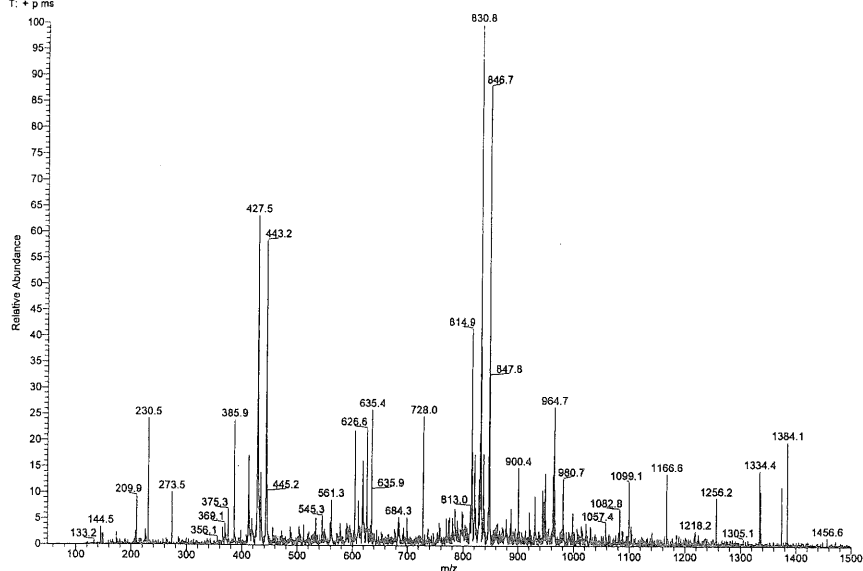


IRIDOID (GARDENOSIDE) 配糖体

イリドイド配糖体の Na⁻ 付加イオン (m/z 427) をブリーカーサイオンとする MS/MS 分析を行い、A'の結果を得た。
427 (ガルデノサイド+Na)、-162 (グルコース)、265 (脱糖後イリドイド)

図A' イリドイドの確認 — LC-MS —

S# 32 RT: 0.92 AV: 1 NL: 5.82E4
T: + 9 ms



S#: 1 Status Log Time: 0.00		VACUUM		ION OPTICS	
API SOURCE		Vacuum OK:		TRUE Octapole Frequency On: TRUE	
Source Voltage (kV): 5.02		Ion Gauge Pressure OK:		TRUE Octapole 1 Offset (V): -2.96	
Source Current (μA): 2.29		Ion Gauge On:		TRUE Octapole 2 Offset (V): -5.27	
Vaporizer Thermocouple OK: FALSE		Ion Gauge (Torr x10e5): 1.15		Lens Voltage (V): -15.15	
Vaporizer Temp (°C): -0.00		Convection Pressure OK:		TRUE Trap DC Offset (V): -9.66	
Sheath Gas Flow Rate (l): 70.00		Convection Gauge (Torr): 0.97		Analyzer Temperature (°C): 25.83	
Aux Gas Flow Rate (l): 1.02		TRUE TURBO PUMP		MAIN RF	
Capillary RTD OK:		10.46 Status:		Running Reference Sine Wave OK: TRUE	
Capillary Voltage (V): 250.00		Life (hours): FALSE		Standing Wave Ratio Failed: FALSE	
Capillary Temp (°C): 8 kV supply at limit:		Speed (rpm): 60000.00		Main RF DAC (steps): 63.00	
		Power (Watts): 44.10		Main RF Detected (V): 0.01	
		Temperature (°C): 40.00			

図B イリドイドの確認 — LC-MAS —

図 2

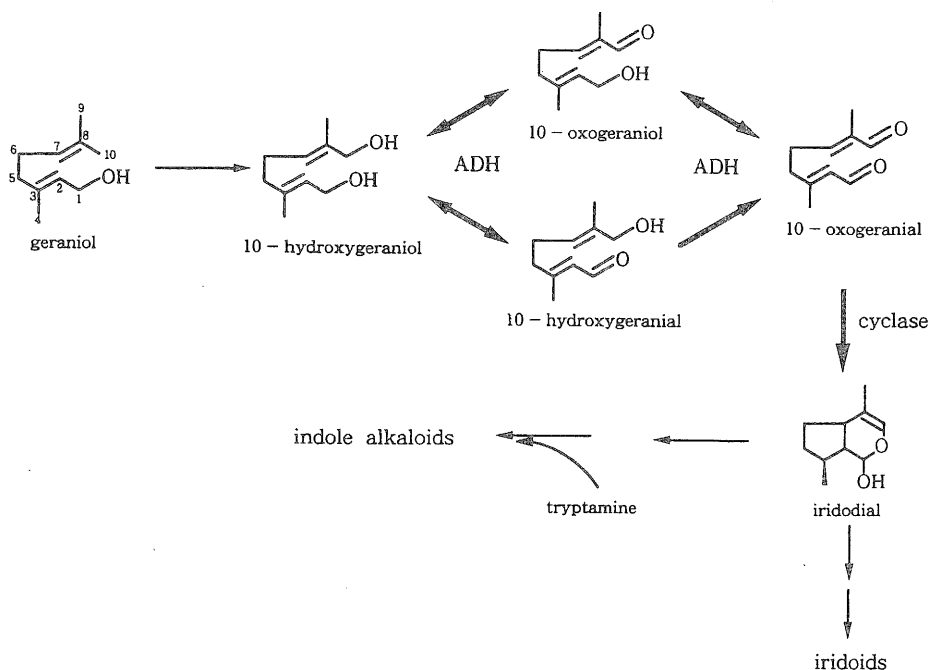


図 3 Iridoid 骨格の形成 H.Ikeda et al. J. Biochem (1991)

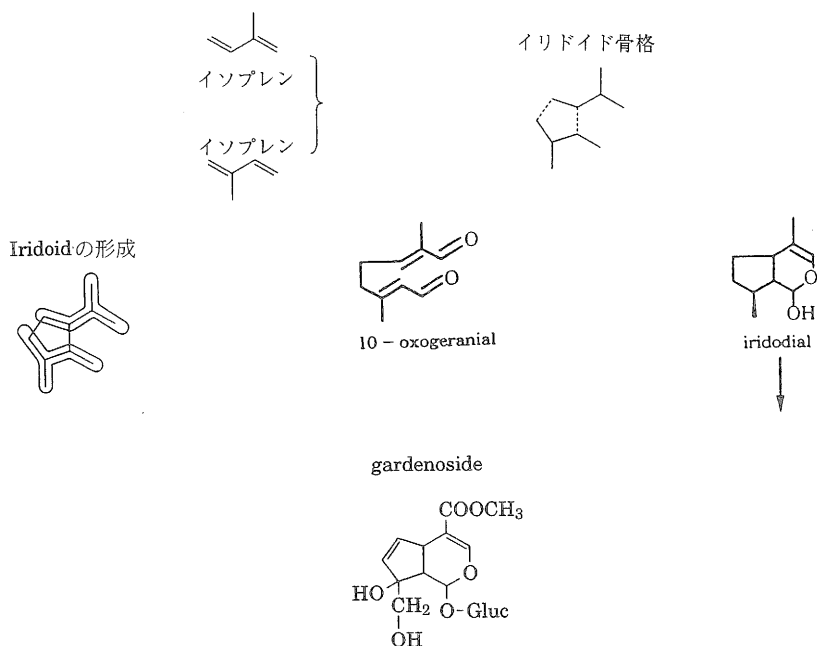


図 4 a イソプレンからイリドイドへ

林屋の作図より

テルペンの生合成 [terpenoid biosynthesis]

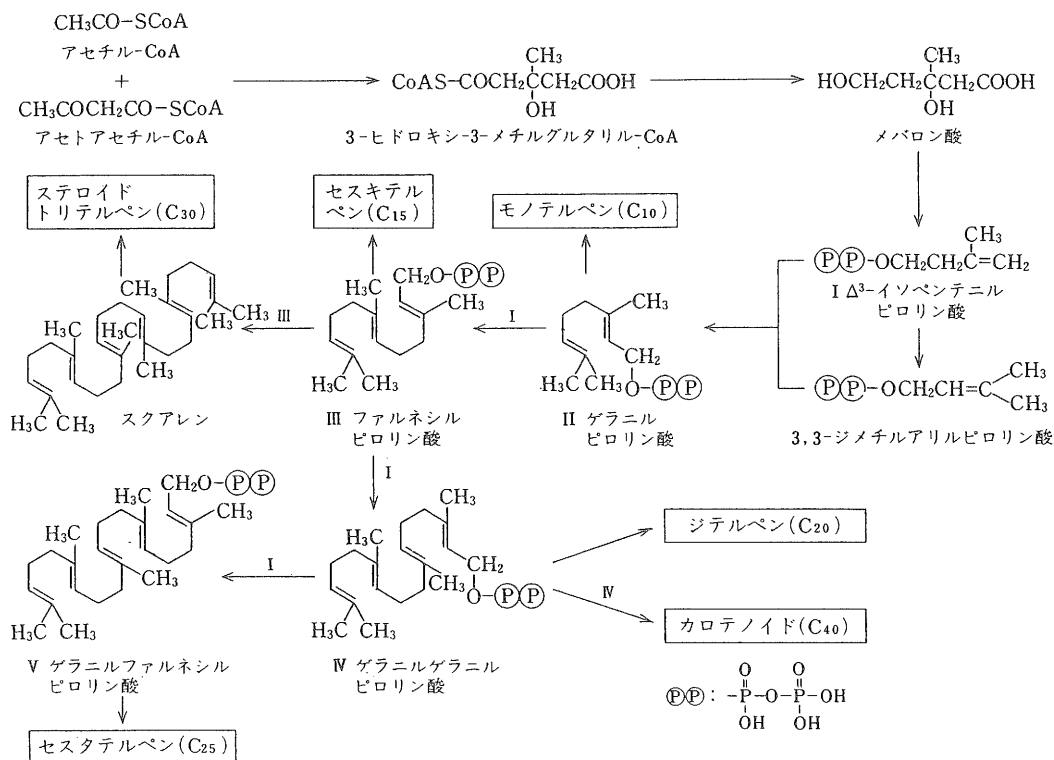


図 4 b テルペンの生合成

世界大百科事典 (平凡社) より

XI *Genipa americana* L. (Marmalade Box): In Vitro Production of Iridoid Glucosides

S. UEDA¹

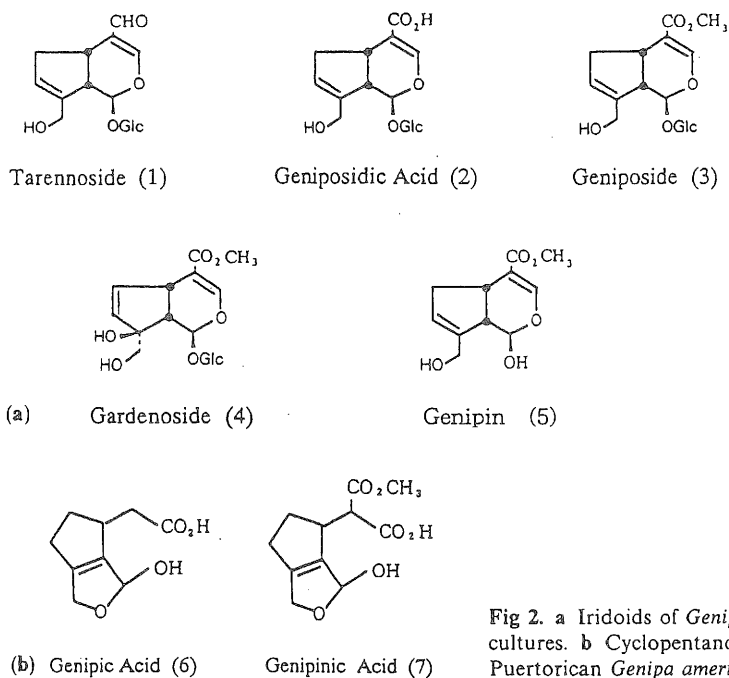


Fig 2. a Iridoids of *Genipa americana* plant and cell cultures. b Cyclopentanoid monoterpenes from Puertorican *Genipa americana* plant

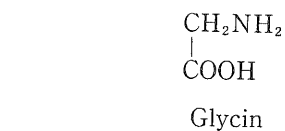


Fig. 3. Genipocyanin (8), an azaphilone iridoid dimer of a 1:1 adduct between glycine and genipin (5)

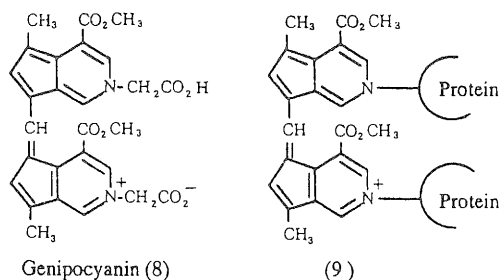


図5 イリドイドとアミンとの反応の1例

S. Ueda: Biotech in Agriculture and Forestry Vol. 21 (1993)

ムラサキイモ色素を用いる引き染めについて

麓 泉

1. はじめに

今年度に与えられた研究テーマのひとつは、人体への安全と、環境保全に対し、より一層配慮する天然染料の染色方法についてであった。そこで、経口毒性の無いことが保証されている天然の食用色素を用い、媒染剤には食品添加剤として認められているものを用いるなどして、それらの目的に叶う染色加工の研究を行うことにした。

本報ではその条件に合致する染料としてムラサキイモ色素を、そして媒染剤にはグルコン酸銅を用いることにした。

ムラサキイモ色素はアントシアン系の赤紫色の色素で、サツマイモの一品種であるムラサキイモから抽出され、食用安全色素として近年クローズアップされてきたものである。その染着性を、浸染によって予備実験を行うと、次の2点が明らかになった。

- 1) 吸着されにくい上、吸着が遅いので、披染布に対するビルドアップ性が低い。
- 2) 金属後媒染を施した場合の堅牢度は耐光、耐洗濯ともに、媒染剤を選ぶことで実用性が期待される。

というものであった。

そこで、ビルドアップ性を向上させる目的で引き染め（刷毛染め：Brush Dyeing）を試み、浸染（Dip Dyeing）の場合と比較し、また、染法の違いによる耐光堅牢度、洗濯堅牢度の差を調べた。

2. 試料および実験方法

2-1. 試 料

ムラサキイモ色素は、台糖株式会社研究所のご好意によって提供された赤紫色エキス状のもので、色素濃度は413 unitである。なお、同社が設定している濃度 unit は、極大吸収波長における吸光度が1に達するまで、希釈する場合の倍数をもって示すことになっている。

披染布は、着尺用の絹一越を裁断して用いた。

2-2. 実験方法

1) 引き染め

引き染めの実験は、披染布を適当な方法で、たるまないように水平に吊り張りし、染液または媒染液を刷毛で塗布した。

染液は、披染布の重量と同量のムラサキイモ色素エキスを、その約2倍量の水で希釈したものを
用いた。この染液でおよそ2回の刷毛引きが行える。

刷毛引きは布の上面に平均に塗布した後、風乾し、さらにもう一度同じ面に塗布、風乾して都合
2回行った。

金属媒染は、乾燥後の染色布の裏面から、金属媒染剤の5%液を刷毛で塗布した。

媒染剤としては、銅媒染にグルコン酸銅、アルミ媒染に可溶性酢酸アルミニウムを用いた。なお、
銅媒染剤には酢酸銅が汎用されているが、酢酸銅は劇物として扱われているのに対し、グルコン酸
銅は食品添加物として認められた安全物質である。

塗布後は風乾の後、不織布または障子紙に包み、ポリエチレンシートで覆い、蒸し器に入れて
30分間蒸熱し、最後に水元（水洗）を行って風乾した。

また、酸媒染には、市販のアントシアン発色剤（田中直染料店）を用い、販売店の処方にしたが
って、その20%水溶液を披染布の約8倍量用意し、引き染めを終えて乾燥した布を浸した後、適
当に巻いてポリ袋に入れ、乾かさぬよう一晩放置し、水洗風乾した。

2) 浸 染

pH 4.1のpH標準液でムラサキイモ色素エキスを希釈して、その4%溶液を調製し、これを染
液として、浴比1:25、80℃、30分間の染色を行った。

ムラサキイモ色素エキスの使用量は、披染布に対して同量（ $4\% \times 25 = 100\%$ ）としたので、前
項の引き染めの使用量と同量である。

また、浸染では、染着速度を高めたり、平衡染着量を大きくとる場合に、浴比を可能な限り小さ
くする必要があるが、ここで適用した1:25の浴比は、絹の通常の浸染操作に必要な最小限の浴
比である。

なお、浸染染浴の調製にpH標準液を用いた理由は、アントシアン系色素がpHシフトに対して
色変化を伴うことがあるため、残浴の比色に影響がないように考慮したものである。

残浴比色のための標準比色液は、ムラサキイモ色素エキ스와 pH 4.1の標準液とで各濃度段階の
標準比色液を調製し比色管にとった。染色後の残浴は同一サイズの比色管に移し、これら標準比色
液と比較し、目測により、残存染料の濃度を推定した。

媒染は、染色後の布を水洗することなく2%媒染液（浴比1:50）に室温で10分間浸して水洗
した。

3) 染色堅牢度の測定

耐光堅牢度の測定には染色布の半面を黒ケント紙で覆い、JISブルースケールにも同様の措置を
施して、ガラス張りの木製フレーム内にセットし、太陽直射光に露光した。

露光期間は、本年7月9日から11日にわたる夏期快晴日の3日間で、露光後にブルースケール

の退色と照合して等級を決めた。

洗濯堅牢度は JIS 0844 の B-1 法に準じた試験管法とし、内径 19 mm の共栓比色管を用いた。洗剤は直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウムを主成分とする毛・絹洗い用の中性洗剤モノゲンユニ（P & G 社）粉末状を使用した。

添付白布には、被検布と同じ原布（絹一越）の同じ大きさのものをを用い、洗剤濃度は 5 g/L、浴比 1 : 50、試験温度 50°C、試験時間は 10 分間である。

堅牢度の等級は JIS グレースケールによって決定した。

3. 実験結果

浸染の場合は、残浴の比色測定によると、吸尽率がおおよそ 25 % であった。すなわち用いたエキスの 75 % は残浴に残されたことになる。

それぞれ同量の染料を用いて行った引き染め、浸染、双方のビルドアップ性を、染色布の表面のスペクトル反射率（図 1）、および K/S 値（図 2）によって比較すると、明らかに引き染めの方の反射率が低く、K/S 値は高いことがわかる。

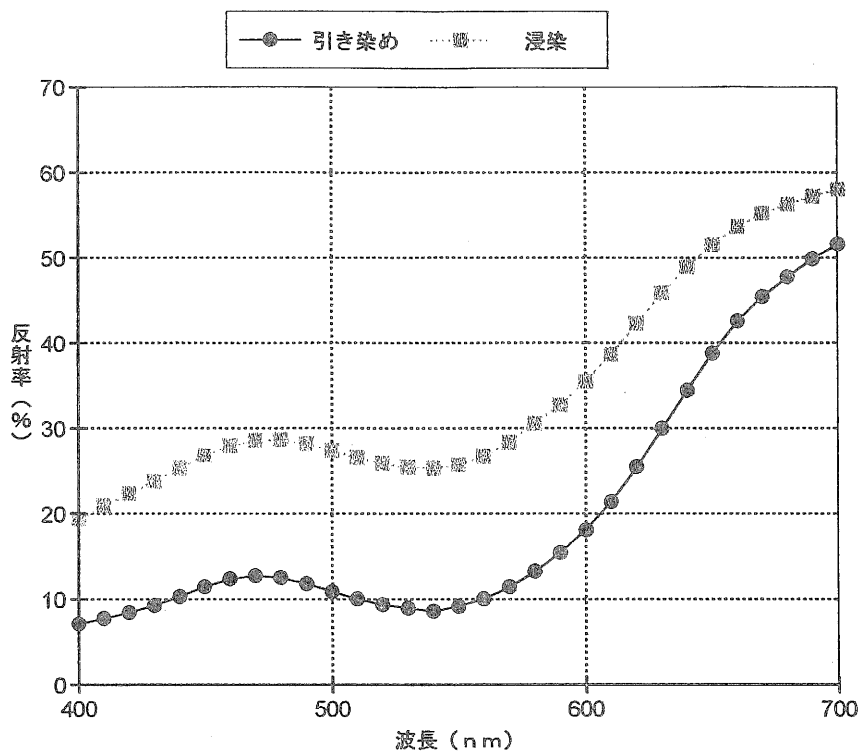


図 1 染色布（未媒染）表面のスペクトル反射率

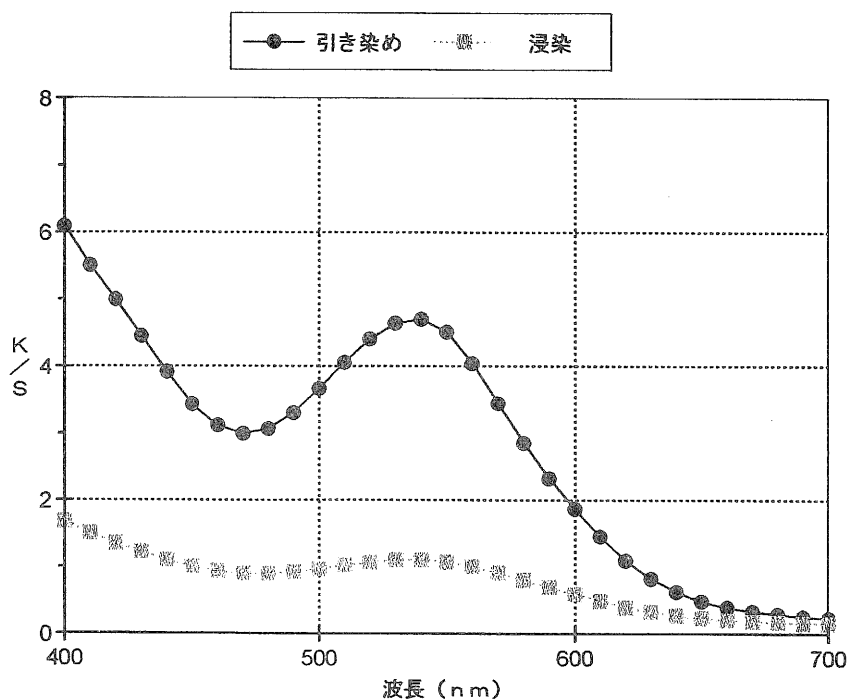


図2 染色布（未媒染）表面のK/S値

なお、K/S値は、KubelkaとMunkにより定義された関数で、反射率Rとの関連において $[(1-R)^2]/2R$ で示され、染色布に吸着された染料濃度にほぼ比例するといわれている。

これらの図から、極大吸収波長540 nmにおけるK/S値は、浸染の場合が1.1、引き染めの場合が4.7となったから、引き染めは浸染の約4倍量のビルドアップを得たことになる。

また、それらの表面色を測色し、結果を表1で比較すると、引き染めで得たビルドアップは、マンセル値、 $L^*a^*b^*$ 値、色名などのすべてに反映しており、染色布の濃度感を十分に満たしていることがわかる。

表1 染色布のマンセル値と $L^*a^*b^*$ 表色値

	マンセル値	L*値	a*値	b*値	色名
浸 染（未媒染）	3.6R 6/3	61.4	12.0	5.4	灰桜色
引き染め 未媒染	1.4R 4.2/5.2	43.0	21.5	5.9	蘇枋色
〃 酢酸アルミ媒染	6.5R P 3.3/3.6	33.4	15.8	-1.1	葡萄色
〃 グルコン酸銅媒染	3.7R 3.6/3.5	36.4	16.8	6.3	海老茶色
〃 アントシアン発色剤媒染	1.8R 4.5/8.8	45.7	39.5	9.8	紅色

媒染による色の変化では、マンセル値で示された色相でみられるように酢酸アルミ媒染でかなり紫み寄りになる。

グルコン酸銅媒染では赤み寄りとなり、かつ、明度低下がみられていることから、銅イオンによるキレートが色の変化をもたらしていることは明らかで、銅媒染が酢酸塩によらず、グルコン酸塩を用いた場合においても可能であることがわかった。

アントシアン発色剤による媒染ではアントシアン系色素特有の赤色系発色が得られている。

次に、染色布の堅牢度試験の結果を表2に示した。

表2 染色堅牢度

	対光堅牢度	洗濯堅牢度	
		変退色	汚 染
浸 染 未媒染	1 級	2 級	5 級
〃 酢酸アルミ媒染	1	3	5
〃 グルコン酸銅媒染	2	2～3	5
引き染め 未媒染	1	1～2	3
〃 酢酸アルミ媒染	2	2	4
〃 グルコン酸銅媒染	3	3	4
〃 アントシアン発色剤媒染	2	1～2	4

表2によると、耐光堅牢度が未媒染は1級しかない。媒染をすると引き染めでは1～2ポイントの堅牢度向上がみられるが、浸染ではグルコン酸銅媒染で1ポイントの向上がみられるのみであり、実用性がない。3級以上を実用域とすれば、その範囲に達したのは引き染めで得た染色布に対するグルコン酸銅媒染のみである。

洗濯堅牢度について、引き染めを浸染の場合と比較すると、未媒染、媒染ともに、グルコン酸銅媒染の場合を除いて変退色は1～0.5ポイントずつ堅牢度が低下している。これは、色素のビルドアップ性を高めた結果、染色布の色素濃度が洗濯液との間に高い濃度差を生じたことで、熱力学的なエントロピー効果により色素が脱着しやすくなったと考えられる。したがって、色素脱着量が浸染の場合よりも多くなり、その分、対汚染性も1ポイント低下しているが、実用範囲内の4級にとどまっている。

なお、市販のアントシアン媒染剤による媒染は、赤色系の発色を可能にしたものの、堅牢度は実用に不十分であることがわかった。

以上の染着性と染色堅牢度の結果を総合的に判断すると、ムラサキイモ色素による絹布の染色には、引き染めを行い、且つ、グルコン酸銅媒染を行うことで実用可能な染色布が得られることがわ

かった。

4. ま と め

人体に安全で、環境汚染の少ない染色方法を確立するため、食用色素であるムラサキイモ色素を染料に、食品添加物であるグルコン酸銅を媒染剤に用い、且つまた、引き染めの技法を適用することで、浸染では得られなかった高度なビルドアップ性と、実用的な染色堅牢度が得られることがわかった。

今後はこの安全で有効な染色技法に改良を加え、より実用性の高い染色物が得られるよう検討を続けていきたい。

また、絹以外の布に対する同様な引き染めについても検討を加えたい。

謝 辞

本報の研究を遂行するにあたり、染色布の測色に関して武庫川女子大学、甫天正靖教授に協力を頂いたので謝意を表します。

植物より赤色系色素の抽出およびその有効利用（その3）

— 紫根による絹の赤色染色 —

曾 根 健 夫

1. はじめに

赤色系天然色素の染色における存在価値は良く知られており、その新規な給源の探索が種々試みられている^{1,2)}。筆者もインド藍から赤色色素を抽出し、染色性および薬効について検討し発表している。^{3,4,5)}。本報では紫根による絹の赤色系染色の結果報告に併せて、ひとまず、「赤」という色と人間との関わりの小史について少し触れておきたいと思う。

人種によって幾らかの違いがあるかもしれないが、人間が最も鮮烈に感じる色は「赤」であろうと思われている。人間が赤をそのように感じるようになった根源は、人類の誕生以来、血と火と太陽の赤い色に強い感動を覚えたからであろうといわれている。

3～4万年以前の旧石器時代に現れたクロマニヨン人が、死者に赤土（アカニ、べんがら）をかけて埋葬した「赤い墓」はヨーロッパの各地で発見されている。このことは、おそらく赤という色が生命の源であり、象徴でもある血の色と同じであることから、彼等にとって重要な意味をもっていたものと思われている。

氷河期というにおよばず、温暖期においても寒冷地に生きていた原始人にとって、火は生命を繋ぐうえで無くてはならない大切なものであった。30～50万年前に存在していたとされる北京原人の化石が発見された洞窟から、火を焚いた跡が見つっている。火を自由に操る技術を身につけた原始人は、火によって毛皮による防寒を補い、灯火による太陽に代わる明るさを得て、外敵から身を護ったり、火を攻撃や防護に用いたり、燃えさかる炎にかざして食物の調理もしたであろうし、火の恩恵に人は感謝し、火を崇め、神として敬う畏敬の念を抱いたものと思われている。

赤という色は古代人にとって太陽の色でもあった。暗夜は原始時代では恐怖の場であった。日の出とともに広い範囲が瞬く間に明るくなり、恐怖から解放され、いろいろの美しい色に包まれる。実生活においても太陽なしには地上の生物は生きられないことを悟り、農耕文化の芽生えた頃では、作物を育成させる太陽の力の神秘性と偉大さを現実を目にして、太陽を崇め尊敬する気持ちが古代の人々に生まれたものと思われる。そして偉大な力をもつ太陽の色、赤い色に強い感動を覚えたものと思われる。

なお赤の語源は「明（アカ・アケ）」とされ、黒の「クロ（暗）」と対して光の明暗を示す表現に由来するといわれている。また「夜が明ける」の意味であり、アク（開く）から生じた語でもあり、

赤は太陽そのものであるとの説があるという。

生活の中で天然色素の色彩が利用され始めたのは、おそらく1万年以上も前のことと思われる。どの民族の場合も最初は赤土を使用していたものといわれている。我が国では縄文時代に入ってから、土器や土偶などの彩色には赤土や唇砂などが用いられていたようで、この時代の色といえば赤ばかりであったともいわれている。弥生時代の前期から後期にかけて、中国や韓国との交流が盛んになり、茜や紅花が到来したが、主に貴族や権力者の衣服の染色に使われた。仁徳天皇在位の時代における服飾では、役人の衣の帯と思われる紐が赤土により赤色に彩色されていたことが古事記から推察されている。それよりやや後の世の飛鳥時代から奈良時代にかけて、黄味が残る赤色、「火の色」である緋色の茜染めが盛んに行われるようになった。「万葉集」にも緋を詠んだ歌が多くある。「あかねさす」という言葉が枕詞として用いられていたことは、茜染めが盛んに行われていたことを示すものであるという説もある。平安時代になると紅花染がいつそう盛んになった。

建造物の色彩についても、藤原京や平城京や平安京の大内裏を囲んだ主だった大きな建物や、各都市とその周辺に建てられた巨大な神社や寺院のほとんどが、鮮烈な色相の朱塗りの柱で彩られていたといわれている。

武家社会の鎌倉時代においても、鎧の下に着る直垂や、鎧の絨までもが茜や紅花や蘇枋などで朱色や真っ赤に染められていた。このことは当時の人が、赤い色に生き生きとした美しさと、古代から連綿と受け継がれてきた火や太陽の神秘的で偉大な力強さに対する強い魅力を感じ、自分自身や部下の兵士の闘志を昂揚させようとしたからだと思われる。

その時代以後においても人々の、特に日本人の赤色に対する根本的な感覚は、近世になってもあまり変わっていなかったものと思われる。白地に赤い丸の「日の丸」は、既に平安末期、源平の合戦のとき扇に描かれている。中世から江戸時代にかけて、八幡船などに白地の布に太陽そのものの赤い日の丸を描いた幟が掲げられていたし、江戸幕府はこの幟を日本の船に掲げることを定めている。

現代それも極く最近においても、国旗とするかしないかの「日の丸」論争があった。結局は「日の丸」の旗を、国は国旗と定めたが、日本人の赤色に対する古来からの感覚が、現代にまでも脈々と受け継がれてきているものと思われる。

その他、古代から赤色色素を生じる茜や紅花が栽培され、染色の他、薬草として利用されてきた。とりわけ、それらの赤い色素が血と同じ色であることから、時には迷信もあって、血液に関わる疾病の治療や予防および殺菌や消炎の意味から漢方薬としたり、あるいは薬効を期待して衣類の赤色染色に利用されてきた。現在は使用されていないが、マーキュロクロムやプロントジルのような赤色の薬品に強い殺菌効果があった。最近の我々の研究で、インド藍から抽出した赤色色素のインジールピンに強い抗腫瘍性のあることが判明している^{6,7)}。赤色は上記のように紀元前数万年の古代か

ら現代に至るまで、他の色に比べ格段と深く強い繋がりがあるものと思われる。

次に本論文の題目の内容について概要を説明する。冒頭において述べたように、赤色系天然色素の染色における希少な存在価値は周知のところで、新たな給源の探索が試みられている。今般の研究は紫根として普通市販されている軟紫根の他に、現在では入手がほとんど不可能と考えられている硬紫根から、成分色素を溶剤抽出した液が市販されるようになったことから、その抽出液および別途入手した組織培養法により得られたバイオ紫根溶剤抽出液を用いて、8種類の媒染剤のもと絹を染色した。その中で特に顕著な成果は硬紫根液を用いての錫媒染で、比較的鮮明な赤色染色が可能であったことである。他の媒染剤を用いての染色物をも含めて染色物の色相および洗濯ならびに日光に対する堅牢度を検討した。内容は定性的で予備実験的の域をでないが実験結果を報告する。

2. 実 験

2.1 試料および試薬

硬紫根抽出液は染料店（田中直染料店）より購入したもので、そのものは中国から輸入されたものであった。その溶液は黒紫色を呈し、水には難溶性で分散状を示した。抽出溶剤は不明とのことであった。軟紫根は数年以前からの当研究所在庫品であった。バイオ紫根液は三井石油化学工業㈱生物工学研究所製であり、当研究所員から譲与されたものであった。色は黒紫色を呈し、カルスからの抽出溶剤は不明であった。水に対する溶解性は硬紫根とよく似た状態を示した。

軟紫根からの抽出溶剤のエタノールおよび媒染剤のうち、チタンは市販媒染剤であり、それ以外の媒染剤および分散剤は試薬1級品をそのまま使用した。

染色に用いた布地は市販絹100%の羽二重で、常法により精練したものであった。

2.2 各紫根溶液による染色

(1) 硬紫根液による染色

硬紫根抽出液1mlを水40mlに添加し、その液に分散剤のラウリル硫酸ナトリウム0.08gを添加、染色温度70～73℃において充分攪拌の後、0.8gの絹布を投入、時々攪拌を繰り返しながら50分間染色した。

媒染は酢酸アルミニウム、酢酸銅、硫酸第一鉄、モリブデン酸アンモニウム、塩化ストロンチウムの場合には0.2%溶液で、市販チタン媒染液では指定濃度で先媒染した。染色濃度が特に低い場合には再度紫根溶液で染色した。錫酸ナトリウムとクエン酸からなる錫媒染液と酢酸クロムの場合には同浴法によった。染色後温流水で軽く洗浄し、次いで40℃、0.2%の市販中性洗剤溶液で洗浄した。

(2) 軟紫根による染色

99.5%のエタノール50mlに市販軟紫根5gを投入、数日間室温放置した後の溶液を用いた。染

色操作は上記の硬紫根の場合とほとんど同じであった。

(3) バイオ紫根液による染色

水に対する溶解性は、ほとんど硬紫根液と同じであり、硬紫根液の場合に準じて染色および後処理した。

2.3 各種染色物の耐洗濯ならびに耐日光堅牢度の測定

耐日光堅牢度の測定は直射日光法によった。ブルースケールの変退色と比較して判定した。耐洗濯堅牢度は JIS L 0844-73 に準じ、B-1 法によった。

添付白布の綿は JIS L 0803 準拋綿（カナキン 3 号）であり、絹は染色布と同じものを用いた。変退色の度合いはグレースケールにより判定した。

3. 結果と考察

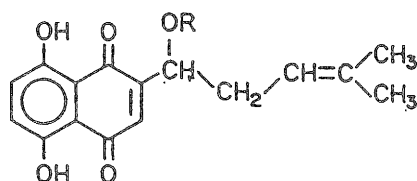
3.1 硬紫根、軟紫根、バイオ紫根による染色

各種媒染剤のもと、上記 3 種の紫紺液を用いて染色した試料の色相を色見本⁹⁾に最も近い色として表し、表 1 に示した。全般的に言えることは、アルミニウムおよび鉄媒染以外は大体赤あるいは赤紫か赤褐色の色相を示した。紫紺別では硬紫紺が軟紫紺およびバイオ紫紺に比べ、特に錫とモリブデン媒染のときに赤色が顕著に現れた。硬紫紺と軟紫紺とでは比較的似た色相を示したが、バイオ紫紺は先の 2 者に比べやや異なり、チタン、モリブデン、ストロンチウム媒染が同じような赤褐色を示した。また硬紫紺と軟紫紺とでは、70℃程度で 50 分以内のときは、硬紫紺の方が軟紫紺よりも染色液の安定性が大きく、色の変化がほとんどなかった。

硬紫紺、軟紫紺、バイオ紫紺それぞれの染色挙動は同じでないが、このことは紫紺には主成分色素のシコニンに、他に 5 種の誘導体が存在するといわれていることから、各紫紺の構成成分の量が

表 1 各種紫紺の各種媒染剤別染色試料の色相

媒 染 剤	硬紫紺	軟紫紺	バイオ紫紺
酢酸アルミニウム	江戸紫	滅紫	モーブ
酢酸銅	赤褐色	赤褐色	灰赤
硫酸第一鉄	墨色	墨色	灰赤
市販チタン液	京紫	赤褐色	赤褐色
錫酸ナトリウム	ローズ～赤	赤褐色	赤褐色
酢酸クロム	赤黒	灰赤	灰赤
モリブデン酸アンモニウム	臙脂	京紫	赤褐色
塩化ストロンチウム	古代紫	赤褐色	赤褐色



- | | |
|--|--|
| (i) shikonin | R = H |
| (ii) acetyl-shikonin | R = COCH ₃ |
| (iii) iso-butyl-shikonin | R = COCH(CH ₃) ₂ |
| (iv) β, β-dimethylacryl acrye-shikonin | R = COCH=C(CH ₃) ₂ |
| (v) teracryl-shikonin | R = COCH ₂ C(CH ₃)=C(CH ₃) ₂ |
| (vi) β-hydroxy-iso-valeryl-shikonin | R = COCH ₂ C(OH)(CH ₃) ₂ |

図1 シコニンおよびその誘導体の構造式

異なっていることによるものと思われる。シコニンおよびその誘導体の構造式⁹⁾を図1に示す。

3.2 硬紫紺、軟紫紺、バイオ紫紺染色物の染色堅牢度

赤色系に発色する媒染剤を用いて、硬、軟、バイオ各紫紺により染色した試料の日光堅牢度を表2に示す。参考のために、本来の紫紺染のアルミニウム媒染染色試料も同時に測定した。表から各紫紺のうち、全般的にみて硬紫紺が他よりも堅牢であるように思われる。しかし錫媒染の場合に3級を示し、アルミニウム媒染と同じ値であるが、他は1～2級で低い値を示した。耐光堅牢度は一般的傾向として、染色濃度に関連するが、この場合も強く左右されるようであった。しかし、酢酸銅や酢酸クロム媒染の場合は、染色濃度にほとんど関連せず4～5級を示したが、赤褐色や灰赤色で赤色としては好ましい色相ではなかった。

赤色として最も美しい色相を示し、日光堅牢度もアルミニウム媒染と同じ値を示す錫媒染試料の

表2 赤色系染色試料の耐日光堅牢度

媒 染 剤	硬紫紺	軟紫紺	バイオ紫紺
酢酸アルミニウム	3	2	2
市販チタン液	2	1	1
錫酸ナトリウム	3	1	2
モリブデン酸ナトリウム	2	2	1
塩化ストロンチウム	1	1	1

表3 硬紫紺による錫媒染試料の洗濯堅牢度

変 退 色 (級)	汚 染 (級)	
	絹	綿
3～4	2	3

洗濯堅牢度を表 3 に示す。衣料用としては不十分な弱い値と思われる。

4. おわりに

天然赤色色素それも植物色素の開発の一つの試みとして、新規に入手が可能になった硬紫紺の抽出液と従来から使っていた軟紫紺および本研究所員から譲与されたバイオ紫紺を使って、絹の各種媒染染色を行い、その色相および耐日光ならびに耐洗濯堅牢度を測定した。チタン、錫、モリブデン、ストロンチウム媒染で各紫紺とも赤色系の発色がみられた。その中でも硬紫紺抽出液を使って、錫媒染した時に最も美しい赤色の発色がみられた。またその染色試料が紫紺の代表的染色のアルミニウム媒染と同じ日光堅牢度を示した。このことから、硬紫紺を用いれば、錫媒染で絹を美しい赤色に染色が可能であり、衣料用としては堅牢度が不十分であるが、手工芸の分野では利用し得られるものと思われる。

謝 辞

本研究を行うにあたり、懇切なご教示を賜りました本研究所所長相宅省吾先生に厚く御礼申し上げます。なお有益なご助言を下さいました田中直染料店高橋誠一郎部長およびご協力下さいました林屋慶三、高橋重三、渡辺久子各学兄ならびに覚誉会の各位に感謝の意を表します。

文 献

- 1) 小田中久子；染織 α 、No135 号 P. 46 (1992)
- 2) 田中好和；染織 α 、No117 号 P. 39 (1990)
- 3) 曾根健夫；日本繊維製品消費科学会 1997 年次大会・要旨集 P. 44 (1997)
- 4) 曾根健夫；「葆光」、9 号 P. 11 (1997)
- 5) 曾根健夫；「葆光」、10 号 P. 19 (1998)
- 6) Wu Guanyun, Liu Jingyuan, Fang Fude and Zuo Jin; *SCIENTIA SINICA* (Series B), Vol. XXV No. 10, 1071 (1997)
- 7) Ma Mingzhu, Yao Bang yuan; *Journal of Traditional Chinese Medicine* 3, 245 (1983)
- 8) 尚学図書；「色の手帖」、小学館 (1986)
- 9) 木村光雄；「伝統工芸染色技法の解説」、色染社、P. 65 (1990)

小史の参考文献

- 木村光雄；「自然の色と染め」、木魂社 (1974)
- 井筒雅風、内田 満、樺島忠夫；「新版国語解説」、京都書房 (1991)
- 七字英輔；「色」、ポラー文化研究所 (1994)

吉岡幸雄；「色の歴史手帖」、P H P 研究所（1997）
西村 孝；「紅花染」、泰流社（1985）
倉野憲司；「古事記」、岩波書店（1999）
ヨゼフ・クライブル；「人類、その誕生まで」、佑学社（1978）
木島正夫 他；「広川薬用植物大事典」、広川書店（1993）
松村 明；「大辞林」、三省堂（1988）

絹繊維に関する研究（その2）

高 橋 重 三

1. はじめに

戦後合成繊維の急速な進展により、繊維産業は日本の主要産業となったが、もはや目新しい進展は見られなく、途上国へと移りつつある。一方新たな技術革新が起り、中でも情報関連産業は、日本の産業を支えているとも言える。ここ10年程の間における科学および技術の革新をはじめ、多くの分野での変革が著しく、日本の経済基盤が大きく変ってきた。

合繊産業は新しい技術を導入しやすく、時代の変革に対応し、効率的に生産されているが、天然繊維は動植物に依存するため、容易には変革しにくい点がある。絹繊維産業は農工商の分野にわたるため、極めて複雑な構造になっている。平成10年4月に蚕糸に関する三法律が改廃され、繭生産者、製糸業者、生糸業者間のせめぎあいは熾烈となっており、繭生産農家および製糸工場は急激に減少してきた。また一方生糸の約54%を消費している丹後、西陣地区では、企業倒産が相次いでいる。このように絹繊維を取り巻く環境は極めて厳しい状況にある。

民族衣装は特別な機会に着る程度で、日常には洋服・洋装が世界共通の衣服となりつつあることから考えると、日本の民族衣装である和装は、大きく復活する可能性は少ないと思われる。また絹は衣服のほか芸術・文化に関する多方面においても極めて重要な素材である。そこで日本の独自の絹繊維産業を進展させるには、どのような再構築（リストラ）を考えたらよいか、それには多分野にわたる広範囲の学問および技術の総力を、有機的に結集して実行するしかないと思われる。

本研究は蚕の品種を始めとして、一貫した計画のもとに独自のブランド商品の開発を目的としている。著者は蚕の飼育は初めてであるが、化合繊で得た知識を応用できる分野があるかと思い本研究を始めた。今までに6回蚕を飼育し、やっと概要を知るに至った所で、新しい研究結果とは言えないが報告する。

2. 蚕の飼育および繭の成績

蚕品種は支25を基として繭糸長の長いものを交配して得た種を“指月林”と名付けた。また小石丸を基として交配して得たものを“妙心”と名付けた。また指月林♀×妙心♂を“竜安”、妙心♀×指月林♂を“仁和”と名付けた。いずれも全令桑飼育である。

1粒繰りは0.3%炭酸ナトリウム溶液に浸透剤約0.5%を加えた溶液を用いた。30℃恒温水槽を用い、検尺器で巻取った。糸および蛹は水洗後風乾および15℃インキュベーターに保存した。妙

心および指月林の1粒繰りを終えてから蛹を20℃に保ち、同時に蛾化するようにした後交配し卵を得た。繭糸長および正量織度を求めた。いずれも20粒の平均値で示した。結果を図1、2に示した。又繭糸長と繭糸織度の関係を図3に示した。

春嶺×鐘月および錦秋×鐘月は京工織大付属農場で飼育した繭である。平成11年春には太織度の“ありあけ”を秋にはそれらを交配して得た卵からの蚕を飼育した。前者は、織度4.19デニール、繭糸長1147m、後者は3.69デニール、約1000mであった。各種の蚕を合せて約3000頭飼育した。

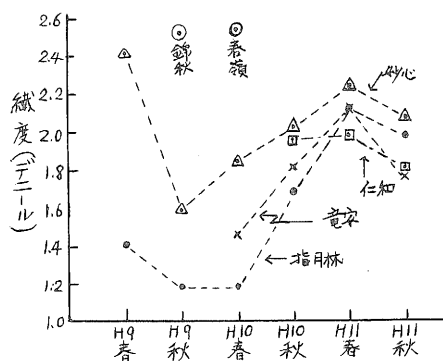


図1 織度の変化

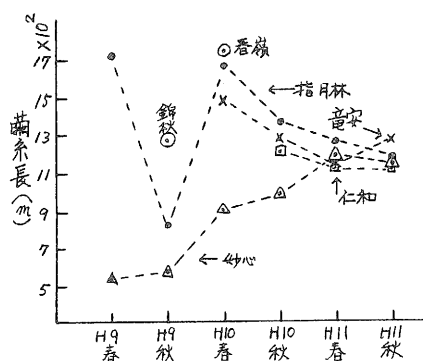


図2 繭糸長の変化

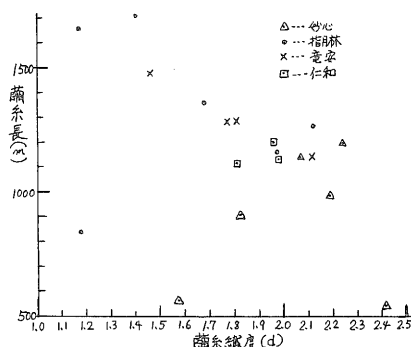


図3 繭糸長と繭糸織度の関係

3. 考 察

一般に春繭は糸長が長く、秋繭は短く、細織度の繭は太織度のものより長いものが多いと言われている。図1、2において、部分的にはこのように言えるが、全体を見ると必ずしも上記とは一致しない。また飼育世代を繰り返すと同じような性質の繭になる傾向が見られ理解し難い。毎回ほぼ同

じ性質の繭を得ようとする場合、どのようにしたらよいか検討中である。

繭糸長と織度の関係は、指月林と竜安は相関があるようであるが、妙心については何んとも言えないので、飼育条件、1粒繰り繭の選び方などに問題点があるのか今後検討する必要がある。

4. む す び

平成9年4月より6回蚕を飼育したが、希望する糸質の繭糸を得ることは難しいことがわかった。生物の特長であることを身をもって知った。今後どのように安定した繭糸を得ることができるかが

課題である。

平成 10、11 年度において、蚕約 3000 頭を飼育できる桑園と施設および繰糸施設が完成したので、来年度は、生糸の繰糸およびその性質の評価が可能になった。初期の目的にはなおほど遠いが、前進しつつある。

5. 謝 辞

この研究に当り、当所林屋慶三先生、京工織大一田昌利先生、京工織大名誉教授藤本直正先生、同じく有本肇先生同じく四方正義先生からご懇切なるご教示を賜りました。厚く御礼申し上げます。また「ありあけ」の卵を分譲して頂いた、蚕糸・昆虫農業技術研究所原蚕種製造研究室各位に厚く御礼申し上げます。

6. 参考文献

- 柿野欽吾；西陣織工業の構造と現状 —— 何故もうからないのか ——：織学誌 55、9（1999）
森谷尅久；西陣機業の歴史と展開：織消誌 40、11（1999）
狩野寿作；日本の絹は何が変わったか：染織 α No221（1999）
山本俊雄；太織度蚕品種「ありあけ」及び細織度蚕品種「しんあけぼの」の性状：蚕糸科学と技術 Vol.30.6（1991）
京都府農林水産課；蚕糸業統計（1997）
農畜産業振興事業団；内外シルク情報（1999）
日本の化学繊維工業；1997/98 日本化繊協会（1997）

ストリング幾何学（第4報）超次元と宇宙と4つの力

井 上 清 博

1. 超 次 元

超次元の発想の原点は万能紡糸機にある。0次元のペレットから1次元の糸が出来、2次元の布になり、2.x次元の衣服となる。また、紡糸機から垂れた糸をほうっておいて絡んでしまうと3次元（0次元）の塊になってしまう。このような非整数次元を含んだ次元の変化で色々解析することは大変興味深いことである。

「短繊維と超次元」について執筆依頼が通産省の「繊維科学の将来展望に関する調査研究会」から相宅先生のもとにあった。私はその時まで超次元という言葉は聞いたことがないし、文献にも載っていない。相宅先生はこの難しい（文献がないと難しいと考えてしまう）テーマについてどういう文章を書かれるのかと期待していたら、見事に書き上がって、「新繊維科学——ニューフロンティアへの挑戦」という通産省が発行する本に載った（1995年）。後から聞いた話だが、超次元という言葉は東工大の鞠谷助教授がつくられた言葉であった。相宅先生は、その中で宇宙の卵について次のように書いておられる。

「宇宙、生物、ファッションは確かに存在するが、その次元を考えると全く手掛かりがつかめない。仕方がないから、何れも卵のようなものから生まれたとする。卵はどうして丸いか？ 視野を広げると0次元の点となる。卵の中身は情報のひも（ストリング）でつまっている。すなわち1次元のひもから出来た3次元体である。

この考え方を3次元から10次元迄拡張すると宇宙の卵になる。ウィッテン教授によれば、宇宙は10次元の空間につまった振動するひも（ストリング）と考えた。ひもと言っても輪ゴムのようなループで、その太さは 10^{-34}m 位、エネルギーを加えると、いくらでも伸ばせる。このひもが10次元の空間（卵）にある。その卵が大爆発して色々な粒子（物質）が生まれ、4つの力が分離した。その粒子が互いに衝突・融合・爆発を繰り返し進化していき、今見える大宇宙が出来たと言われている。宇宙の最少単位は有限の長さのひもと仮定したのがひも理論で、1960年代に提唱された。」

本報告では、長さがプランク長（約 10^{-34}m ）でいくらでも伸びる振動するストリングと一定の長さを持ち寸法安定性がある太さがプランク長のストリングを仮定し、次元解析や折りたたみ構造、繊維の幾何学など独自の理論を用い、4つの力、特に重力と階層的な宇宙について超次元の観点から考察した。その結果、電気的力と質量や長さ、時間との関係が明らかになり、4つの力を統一的に説明できた。また、重力子の質量や成長したときの宇宙の大きさが計算でき、対称的で循環性を

持った宇宙の階層構造が明らかになり、質量やエネルギーでなく情報中心の宇宙像を描き、その宇宙像から、既存のビッグバン理論とは違った卵による循環的ビッグバン理論を構築した。

2. 次元解析 — 素粒子の誕生

日本語で言う次元には次の3つの意味がある。1には、一般的に空間の広がり具合を表すと考えられている数で、英語で言うディメンションである。直線は1次元、平面は2次元、通常の空間は3次元であるが、 n 次元や無限次元の空間も考えられ、近年、トポロジ一次元や非整数の次元、工学的次元も提案され、このジャンルの次元も多種多様になってきた。2には、物理量の性質を表すもので、その基本単位との関係を表す次元がある。英語ではやはりディメンションである。たとえば長さの次元を L 、質量の次元を M とすると、面積の次元は L^2 、密度の次元は M/L^3 である。3には、ある物事を考えたり行ったりするときの立場や、その程度、考え方や行為などの水準という意味がある。英語ではレベルなどが相当する。

2の色々な物理量に使われる次元を基に、物理的直感に基づいてある物理系を解析すると重要な情報が得られる事がある。このような解析は次元解析と言われている。たとえば、基礎定数を組み合わせ次元解析すると色々な物理的な法則がわかる。基本定数として光速、重力定数、プランク定数などが用いられる。光速 (C)、重力定数 (G)、プランク定数を 2π で割った $\hbar$ は、それぞれ

$$C \sim 2.9979 \times 10^8 \text{ms}^{-1} [LT^{-1}]$$

$$G \sim 6.670 \times 10^{-11} \text{kg}^{-1} \text{m}^3 \text{s}^{-2} [M^{-1}L^3T^{-2}]$$

$$\hbar \sim 1.0545 \times 10^{-34} \text{kg m}^2 \text{s}^{-1} [ML^2T^{-1}]$$

である。ここで、 M は質量、 T は時間、 L は長さの次元である。

$$M^1 L^0 T^0 = [C]^l [G]^m [\hbar]^n$$

となるような l 、 m 、 n を3元連立方程式から計算するとプランク質量 (m_{pl}) が求められる。プランク長 (L_{pl})、プランク時間 (T_{pl}) も同様の方法で求められる。

$$m_{pl} = \sqrt{\frac{\hbar C}{G}} \sim 2.1771 \times 10^{-8} \text{kg}$$

$$L_{pl} = \sqrt{\frac{\hbar G}{C^3}} \sim 1.6157 \times 10^{-35} \text{m}$$

$$T_{pl} = \sqrt{\frac{\hbar G}{C^5}} \sim 5.3893 \times 10^{-44} \text{s}$$

プランク質量 (m_{pl}) から、式

$$E_{pl} = m_{pl}C^2$$

より、プランクエネルギー (E_{pl}) を求めると、約 1956600000 J ($1.2213 \times 10^{28} \text{eV}$) となる。

2.1 m の冪級数

ある数のべき乗で表される離散値が重要な意味を持つ事はよくある。次元の積について考えると、 $m^1 \times m^2 = m^3$ というように次元の積はべき数の和となる。 $m^1 \times m^2 \times m^3 \times m^4 = m^{10}$ のように 1 から 4 次元までの積は 10 次元となる。この事は、ある特殊な条件で 10 次元が 1、2、3、あるいは 4 次元に繰り返される可能性を表している。9 次元は $m^2 \times m^3 \times m^4 = m^9$ という形で 2、3、あるいは 4 次元に繰り返される。

次式は 1 次元から 10 次元が出来、10 次元が 4 次元に繰り返される可能性を表している。

$$m = \frac{m \times m^2 \times m^3 \times m^4}{m^9}$$

また、この式により、 m のべき級数（解析的な高次元）と 4 次元（幾何）の相互関係が明確になる。

2.2 発散と収束 — m の冪級数の決め方

実用次元は固有の単位でなく比が重要であった。例えば、繊維では、長さ と 太さ の比 L/d が 100 から 1000 以上で 1 次元と考えた。式で表すと

$$f(x) = \left(\frac{L}{d}\right)^D = x^D$$

で長さの単位を無次元化できる。狭義の実用次元では $x > 100$ の場合を考えてきた。広義に考えた場合、マイナスの長さは考えないので、 $x > 0$ であればよい。そして、 $D \rightarrow \infty$ の時、 $0 > x > 1$ では x は 0 に収束し、 $x = 1$ では 1 に収束し、 $x > 1$ では無限大に発散する。

プランク定数は現実的な世界の最小のまとまりを表していると仮定した。プランク定数は長さ と 質量、時間の次元から成り立っている。長さ、質量、時間が等価で独立のプランク素子を考えた場合、ペアノ曲線の理論は質量でも成り立つ。プランク質量の大きさを 1 次元の長さ (L に相当する) とするストリングを仮定し、そのべき級数が特別な働きをしていると仮定した。このような m のべき級数では広義な取扱が可能である。無次元化するためには L/d に相当する値が必要である。そのためにはもう一つの次元の特徴的な大きさが判ればよい。その値から、 d に相当する 0 次元の値が計算できる。

光が走り始めた時の場のエネルギーは 3 次元空間ができた後なので、

$$m_{pl} = \frac{m_{pl} \times m_{pl}^2 \times m_{pl}^3}{m_{pl}^5}$$

の m_{pl}^5 に現れ、2.7 K 黒体輻射と一致すると仮定した。宇宙背景輻射のスペクトル分布から計算された光子の平均エネルギー $E_{\gamma} \sim 10^{-3} \text{eV}$ を 5 次元とし、質量を無次元化するための係数を次式から計算した。

$$k = \left(\frac{m}{m_{pl}^n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

計算の結果、1.287 kg が基本（第 0 次元）の重さとなることが判った。この結果から各次元（べき乗）の大きさを計算すると次のようになった。

$(km_{pl})^0 \sim 1.287 \text{ kg}$	$(7.220 \times 10^{35} \text{ eV})$
$(km_{pl})^1 \sim 2.177 \times 10^{-8} \text{ kg}$	$(1.221 \times 10^{28} \text{ eV})$
$(km_{pl})^2 \sim 3.683 \times 10^{-16} \text{ kg}$	$(2.066 \times 10^{20} \text{ eV})$
$(km_{pl})^3 \sim 6.229 \times 10^{-24} \text{ kg}$	$(3.495 \times 10^{12} \text{ eV})$
$(km_{pl})^4 \sim 1.054 \times 10^{-31} \text{ kg}$	$(5.912 \times 10^4 \text{ eV})$
$(km_{pl})^5 \sim 1.782 \times 10^{-38} \text{ kg}$	$(1 \times 10^{-3} \text{ eV})$
$(km_{pl})^9 \sim 1.459 \times 10^{-70} \text{ kg}$	$(8.188 \times 10^{-35} \text{ eV})$

このような処理をすることによって色々な次元を kg だけで表すことができる。これは、平面（例えば平方メートル）と長さ（例えばメートル）だけで表すことができるペアの曲線と同じ考え方である。このように L/d で一旦無次元化した単位系を用いないと非整数次元を実用的に扱い難い。

2.2 プランク質量のべき乗によるスケーリングとミクロの世界

計算で求めたスケーリングと色々な物の質量の関係を図 1 に示した。ミジンコはプランク質量のスケール (10^{-8}kg) に近い質量の生物である。この位で多細胞生物と単細胞生物の境界となる。重いグループに入るゾウリムシやアメーバと多細胞生物で最も小さいワムシがこのスケールに存在する。少し軽いところに人間の卵子があり、1 乗はマクロとミクロの接点である。

人間の腸にはバクテリアが住んでいる。ここにも生物の階層の世界がある。バクテリアは消化吸収を助け、バクテリアの存在なしでは人間の生命は維持されない。二次元のプランク質量の世界には、リケッチアが存在する。リケッチアは自分だけでは存在できず、宿主細胞に寄生して増殖する。2 乗は自立できるかどうかの境界線である。

プランク質量の 3 乗のスケールは、分子の世界の境界線である。これより上では蛋白質など色々な機能を持った複雑な分子があるが、これより下のスケールでは、アミノ酸など小さな分子となる。

プランク質量の 4 乗のスケールには電子がある。電子は静止質量がゼロでない事がはっきりしている最も小さな粒子である。このスケールの以下の粒子としてはニュートリノや光子がある。

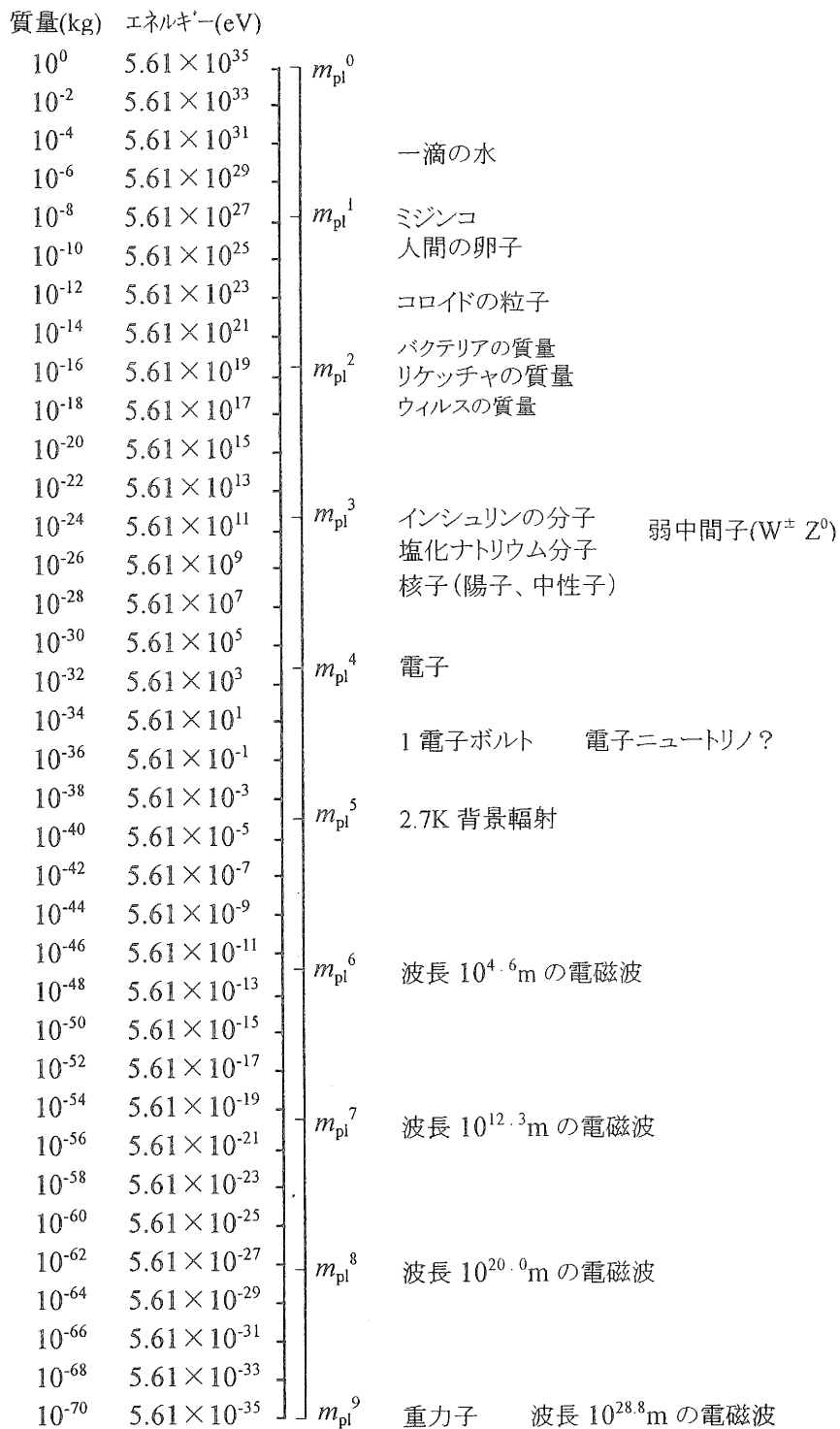


図 1

プランク質量の9乗のスケールには重力子がある。

$$m_{pl} = \frac{m_{pl} \times m_{pl}^2 \times m_{pl}^3 \times m_{pl}^4}{m_{pl}^9}$$

4乗から9乗の間に実質的な粒子がないのは、べき乗から幾何学的次元に変化するとき上式のような離散値がポイントとなるからである。

2.3 プランク質量のべき乗によるスケーリングと4つの相互作用

物理学で存在が確立している4つの相互作用は、重力相互作用、電磁相互作用、弱い相互作用、強い相互作用である。そのうちで一般にも良く知られているのは重力相互作用と電磁相互作用である。

質量が m の2つの質点間に働く重力 (F) の第1次近似は

$$F = \frac{G_N m^2}{r^2}$$

である。これは、ニュートンが発見した公式である。 r は2つの質点間の距離で、 G_N はニュートンの万有引力定数である。

r だけ離れた電荷が e の2つの荷電粒子には、

$$F = G_E \frac{e^2}{r^2}$$

の電磁力 (F) が働く。

弱い相互作用は、素粒子がより小さい質量の素粒子に崩壊していく過程に働いている。例えば、中性子が電子を放出し、陽子となる β 崩壊は弱い力が関与している。原子核は正の電気を持つ陽子と電気を持たない中性子で出来ている。2つの陽子が近づくと大きな電磁気力が働き、反発力が生じる。この反発力に打ち勝って陽子や中性子を結合させ原子核を作っているのは、強い力である。

力の強さは結合定数として表される。電磁力の結合定数は無次元化した無次元電磁結合定数（微細構造定数： α_e ）が使われる。

$$\alpha_e = \frac{e^2}{4\pi\hbar c} \approx \frac{1}{137.036}$$

重力の無次元結合定数 α_g は

$$\alpha_g = \frac{G_E m^2}{\hbar C} = 6 \times 10^{-39}$$

弱い力の無次元結合定数 α_w は

$$\alpha_w = \frac{G_F m^2 C}{\hbar^2} \approx 10^{-5}$$

強い力の無次元結合定数 α_s は

$$\alpha_s = \frac{a}{\ln\left(\frac{m}{m_p}\right)} \approx 1$$

である。 G_F は弱い力のフェルミ結合定数である。これらの値は陽子の質量で計算したものである。

一般に、弱・電相互作用では統一されるエネルギー領域 (m_{WE}) は $10^2(\text{GeV})$ 、弱・電・強相互作用 (m_{WES}) では $10^{15}(\text{GeV})$ 、弱・電・強・重力相互作用 (m_{WESG}) では $10^{19}(\text{GeV})$ であると考えられている。これらのスケールを図2に示した。図のように、 m_{WESG} は無次元化したプランク定数の1乗、 m_{WES} は約1.5乗、 m_{WE} は約3.25乗であった。

既存の物理学では、重力を加えた最終理論はまだ完成していない。確かだと認められている統一理論でも、それぞれにこのような個別の結合定数が与えられており、単純な原理に基づく統一理論とは言い難いのが現状である。

そこで、本研究では別の角度から結合定数について考えてみた。重力定数とフェルミの結合定数は共通の次元を持っているので

$$\frac{G_F C^4}{(\hbar C)^3} = \frac{ML^5}{T^2} \frac{L^4}{T^4} \frac{T^6}{M^3 L^9} = \frac{1}{M^2}$$

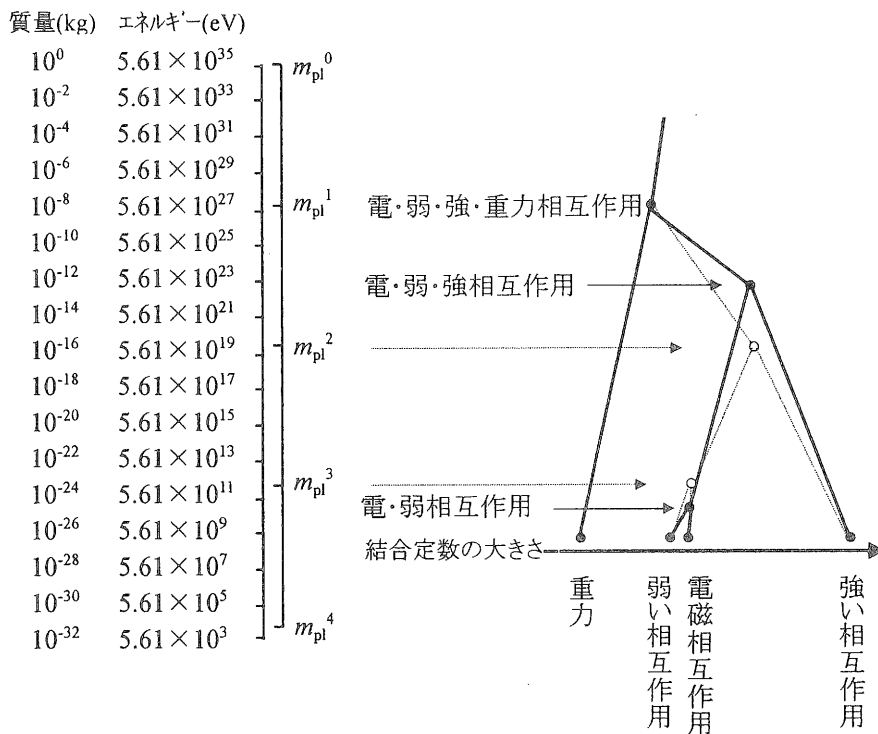


図2

$$\frac{G_N}{\hbar C} = \frac{L^3}{MT^2} \frac{T^2}{ML^3} = \frac{1}{M^2}$$

と書くことが出来る。この式によりそれぞれの力（相互作用）に特徴的なエネルギー領域が求められる。これと同じ方式で他の結合定数が求まり、プランク質量のべき乗則に乗れば、真に統一された理論といえるだろう。上の2つから帰納的に、

$$\frac{G_S}{(\hbar C)^2} = \frac{1}{M^2}$$

$$\frac{G_E}{(\hbar C)^4} = \frac{1}{M^2}$$

となるであろう事が推測できる。4つの力が同様の形式になるには、結合定数が

$$G_N = JLM^{-2} = LM^{-1}C^2$$

$$G_S = L^2$$

$$G_F = JL^3$$

$$G_E = J^2L^4$$

という単位であれば良いと推察できる。ジュール（またはeV）と質量をまとめてエネルギー（ E ）で表記すると

$$G_N = E^{-1}L$$

$$G_S = L^2$$

$$G_F = EL^3$$

$$G_E = E^2L^4$$

というすっきりした形になる。 G_N と G_F はこの通りであるが、 G_E と G_S がこの単位系であることを証明すれば良い。これが正しければ、結合定数は力固有のエネルギースケール（ m ）から

$$G = \frac{1}{m^2}$$

で、簡単に求められる。

G_E は

$$F = G_E \frac{qQ}{R^{2+\delta}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{R^2}$$

であるから、 G_E の単位系は

$$G_E = \frac{ML^3}{T^4 T^2}$$

である。

$$G_E = J^2 L^4 = \frac{M^2 L^4}{T^4} L^4$$

これらの関係が正しければ

$$I^2 = \frac{1}{ML^5}$$

$$Q^2 = \frac{1}{MC^2 L^3}$$

という電気と次元変換される空間の関係を表す式が得られる。

2.4 プランク質量のべき乗と超次元について

時間 (T) と空間 (L) を等価に考えようという試みはなされたが、質量 (M) も統一しようという試みは、殆どなされていない。その理由は、エネルギー (等価質量) と時間の関係は $\Delta E \times \Delta T \geq \hbar$ という不確定原理で解決済みだと考えられているからである。

私は、コンピュータのディスプレイが画素という有限の解像度を持つように、我々の世界も、我々の認識手段に応じた有限で最小の解像度を持っていると考えていた。陽子や中性子の直径は約 10^{-13}m のオーダーである。それと比べてプランク長 (10^{-35}m) は非常に小さな値である。物理学では、一般にプランク長が最小の長さ、プランク時間が最小の時間であると考えている。そのような最小の単位を持つ実体をプランク素子と名づけた。

プランク質量は最小の時間に現れる最大の質量であり、最小スケールであるコンプトン波長をとり、シュワルツシルト半径と等しいとする時の値である。言い換えれば、プランク質量は最小の大きさのブラックホールになる質量である。これは、不確定原理に従っている。

不確定原理は直感的にはプランク定数の単位の次元が $JS[ML^2 T^{-1}]$ であるという簡単な事実だけで類推できる。不確定原理では、最小の時間と最小のエネルギーは独立には存在しない。しかし、プランク質量のべき乗則の理論により、最小の長さで最大の質量は、その系のスケールの幅を表しており、階層的に質量の最大の値から、最小の質量へと降りていく事が判った。プランク質量の場合、無次元化して9乗した質量は重力子の質量と一致し、その大きさは丁度、プランク長になる。このことから質量の最小のスケールは重力子の質量である事が分る。従ってこれをプランク素子質量とした。

今のテレビの画像は2次元空間でしかないが、プランク素子で出来ている宇宙はプランク素子が

持つ要素（時間、質量（エネルギー）、空間、情報（電気））の次元を含んでいる。プランク素子質量（エネルギー）、プランク素子時間、プランク素子長、プランク素子情報の次元である。

2.5 プランク質量のべき乗によるスケーリングとビッグバン

ビッグバン理論はマクロの宇宙論とミクロの素粒子理論が統一合体した理論である。宇宙の年齢や大きさなど定量的な計算では、宇宙がどの要素で出来ているかで宇宙論の計算結果が違ってくる。宇宙の年齢をハッブル係数で決めようという試みは物質中心であり、3 K 輻射から年齢を算出する熱い宇宙論は輻射が中心である。最近の理論では、初期のころは輻射が支配的で、ある時期から物質が支配的になったと考えられている。

本報の超次元理論では、最初に自己の場を完全に充填した情報（次元；卵）があったと考えている。そこには、時間もエネルギー（物質）も次元としては存在しない。この事は植物の種が時間を超えてじっとして存在している事からも納得できるであろう。これらは、次元の補数としての自由度を持った時に振動が生じ、その次元の性質が発生する。あるとき、機が熟し、場の次元が1つマイナスになり、 m_{pl}^1 で質量に振動の自由度が出来た。高密度で質量が出来たということは引力と反発力（圧力）が生じたという事である。まだ位置に自由度がなく、情報と質量だけの世界である。この質量はエネルギーでもある。宇宙の膨張が進むと、 m_{pl}^2 で更に場の次元が1つマイナスになり、空間に自由度が生じる。それまでは情報に含まれる空間があっても移動は不可能であった。情報（ I ）と M と L の世界である。クォークが誕生している。

この段階が宇宙の受精卵の段階である。図3の左に示したように、ビッグバン理論は均一な宇宙のモデルであり、爆発が起こると、時間の経過とともに規則正しく順番に重力や強い力、弱い力、電磁力が出現する。勿論どういう契機で爆発が起きたのかは論外である。一方、宇宙の受精卵は均一でなく、色々な状態が含まれている。ある部分は情報の状態、ある部分は m_{pl}^1 の状態、ある部分は m_{pl}^2 の状態、またある部分は非整数の状態で複雑に混合しているのである。不自由な時間はあるが、我々が言うような自由度をもった時間は全体的にはまだない。唯、ある部分では既に m_{pl}^3 の状態となっており時を刻んでいるかもしれない。

m_{pl}^3 の時が、宇宙の誕生の時である。大きさは太陽と地球の距離に近くなっており、今の宇宙のどこかにはこれに近い状態が存在し、科学的な議論の対象となりうる状態になっている。崩壊は時間を意味する。電磁波という情報次元と弱い力が分離する時点が時間に自由度が出来る時点である。この時、宇宙は光を放ち、我々が現在認識しているような、宇宙の巨大スケールでは、ほぼ均一な時間と空間を持った局所的にはクラスターで出来た宇宙となった。

我々は、3次元でしか物事を観察できない。3次元の状態の変化で時間を含んだ4次元を観察するだけである。3次元の像を見る時に、そこに距離を観察する場合もあり、質量の分布を観察する場合もある。また、光による遠近法的観察では距離と時間を見ている。このことから3あるいは

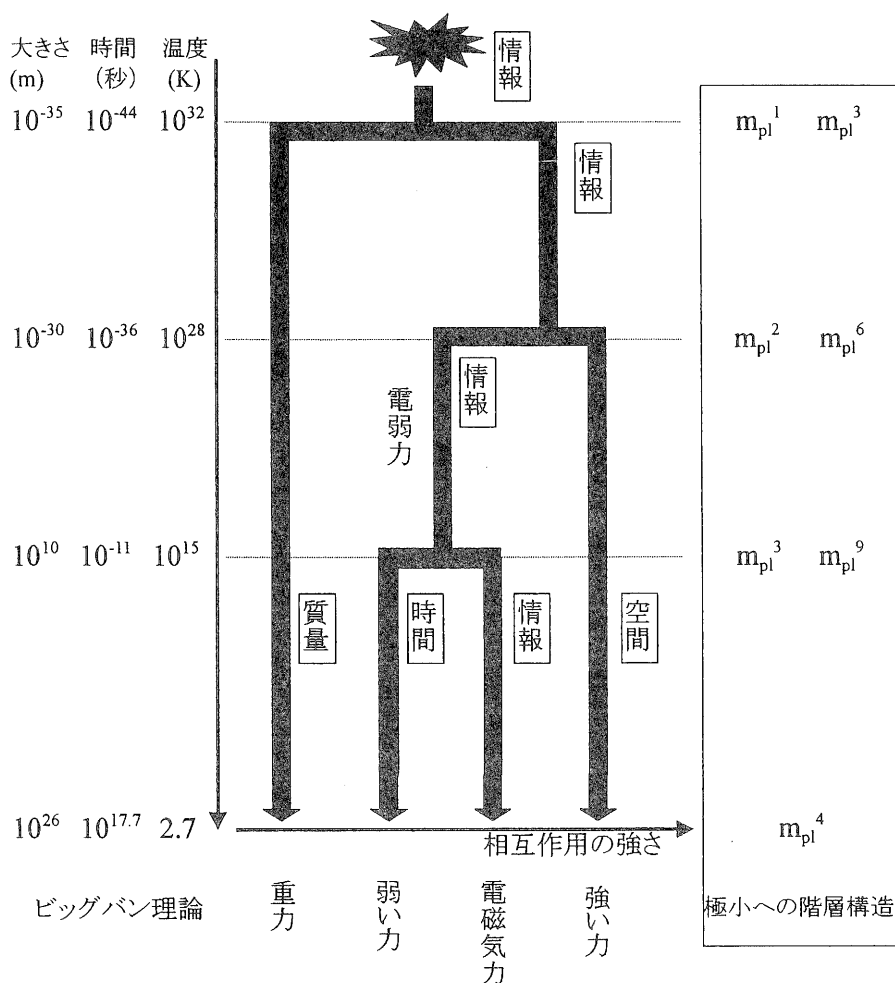


図 3

4次元以上の高次元は3あるいは4次元に組み込まれていることが分る。宇宙空間には何もないところが沢山ある。3次元空間が次元の基本であったが、高々1光年離れた地点の現在の実際の状態を、光による手段では、誰も把握できない。現状では3次元情報の組み合わせで宇宙を認識している事になる。色々な次元の等価性が明らかになると、高(超)次元が長さで時間からなる4次元時空間に組み込まれるという距離空間の幾何学ではなく、情報次元に繰り込まれていると考える繊維の幾何学の方が自然である。

2.6 プランク質量のべき乗によるスケーリングと宇宙の階層構造

一般に「 $\hbar \rightarrow 0$ の極限で量子力学は古典力学に移るので、量子的現象の特質は $\hbar$ が有限なことにある。」と考えられている。先にも述べたように、本研究では、宇宙にもプランク素子という情報

素子による最小の解像度があるとした。

宇宙の階層構造については古くから言われているが、最近の研究でもフラクタルやスケーリングの理論で多く報告されている。しかし、それら一般の理論のスケーリングは限界があり、途絶えてしまうスケーリングである。例えば、海岸線にフラクタル構造があったとしてもあるサイズ（例えば砂の大きさ）で終わってしまう。それが、分子のサイズであっても、プランクのサイズであっても1つの方向性を持ったスケーリングであり、限界がある事は同じである。ビッグバン理論でも、極小から極大へ変化する。本研究の階層構造は、最小のものが別の見方をすると最大になり、最大のものが最小へと行く循環型階層構造などいくつかの独特の構造を持っている。

図1には、面白い数字の符号が見られる。1 eV が約 10^{-35} kg であり、最小の質量である重力子が 10^{-35} eV である。また、1 kg が約 10^{35} eV である。電子の質量から、重力子の質量までは、約 10^{40} の差がある。重力子の質量に相当する電磁波の波長が宇宙の大きさに近い、などである。エディントン-ディラックの大数仮説と言うのがあるが、その仮説は大きなスケールを見るとき有用である。このような数字の符合は宇宙では良く見られる事で特別に珍しい事ではないかも知れないが興味深い。

宇宙の卵の理論に見られる階層性は次の2つの点で特殊である。1つは、常にミクロとマクロがバランスをとった構造をしている点である。もう1つはスケーリングに循環構造が見られる循環型フラクタル構造である点である。

宇宙の成長とともに宇宙のスケールはどんどん大きくなる一方、ミクロのスケールはどんどん小さくなった。宇宙のマクロな成長は情報素子による場の拡大の形で行われ、物理学的には仮想光子やヒッグス場として現れる。繊維のように全長に一定の安定した長さ制限があるグニャグニャした自由度0.5のストリング型が次元相転移をする過程である。ミクロの成長は素粒子として現れる。このストリングの変化は自由度1のストリング型で、いわゆるトポロジック的变化をし、いくらでも自由に伸びる性質を持ち振動する。

ビッグバン理論では、どうして爆発が起きたのか判らない。宇宙の膨張がどこまで続くのかも判らない。もちろん基本定数が一定であるのか、変化するのかも意見が分れている。当然の事だがそれらの計算には近似と仮定が入っている。ビッグバン理論の矛盾点も沢山見つかってきている。一方、本研究の理論の結果を見ていると面白い傾向に気がつくであろう。それは循環型フラクタル構造である。循環型フラクタル構造には2つの利点がある。1つは階層構造が永遠に続く事である。長さだけのフラクタル構造のように限界がない。もう1つはその系の中で基本定数が保証される事である。この手法は完璧なコンピュータプログラムを想像させる。

長さのスケールが短いほうに進みプランク長に到達するとプランク質量にジャンプし、質量のスケールの小さいほうに進む。最小の質量の重量子まで行くと、そこは元のプランク長である。この

ループの他にもう1つのループが用意されている。別のループでは重力子で光となりその波長の宇宙にジャンプする。そして、宇宙大の大きさから長さのスケールの短いほうに進んで行くのである。このループを決めておくとシステムの骨組みを決める事が出来、システムが安定する。そして、システムの最大の値を指定できる。2.7 K背景輻射を5次元と仮定した今回の計算結果では、宇宙が膨張して到達する大きさは 3.940×10^{28} である。その時点で老化が始まるであろう（もちろん宇宙が始まった段階で一部では老化も進行しているともいえる。） L/d に相当するプランク質量の無次元化の計算にどの値を用いるのが正しいかは、更に研究する必要がある、2.7 K背景輻射以外の値を用いれば宇宙の成人の大きさは違ってくる。

3. 超次元場……折りたたみ次元

図4の(b)のような長さが L_1 で太さが d の1次元のひもを考える。一般的には、2次元では(a)の大きさになり、長さ(L_2)は、 $L_1 \times L_1/d$ である。3次元では長さ(L_3)は $L_1 \times (L_1/d)^2$ となる。これを更に4次元、5次元と拡張すると長さ(L_D)は、 $L_1 \times (L_1/d)^3$ 、 $L_1 \times (L_1/d)^4$ と大きくなる。このように大きさ(L_w)が一定の有限のサイズでは、非整数の実用的高次元を下記の式から計算できる。

$$D_{prac} = \frac{\log\left(\frac{L_D}{d}\right)}{\log\left(\frac{L_1}{d}\right)}$$

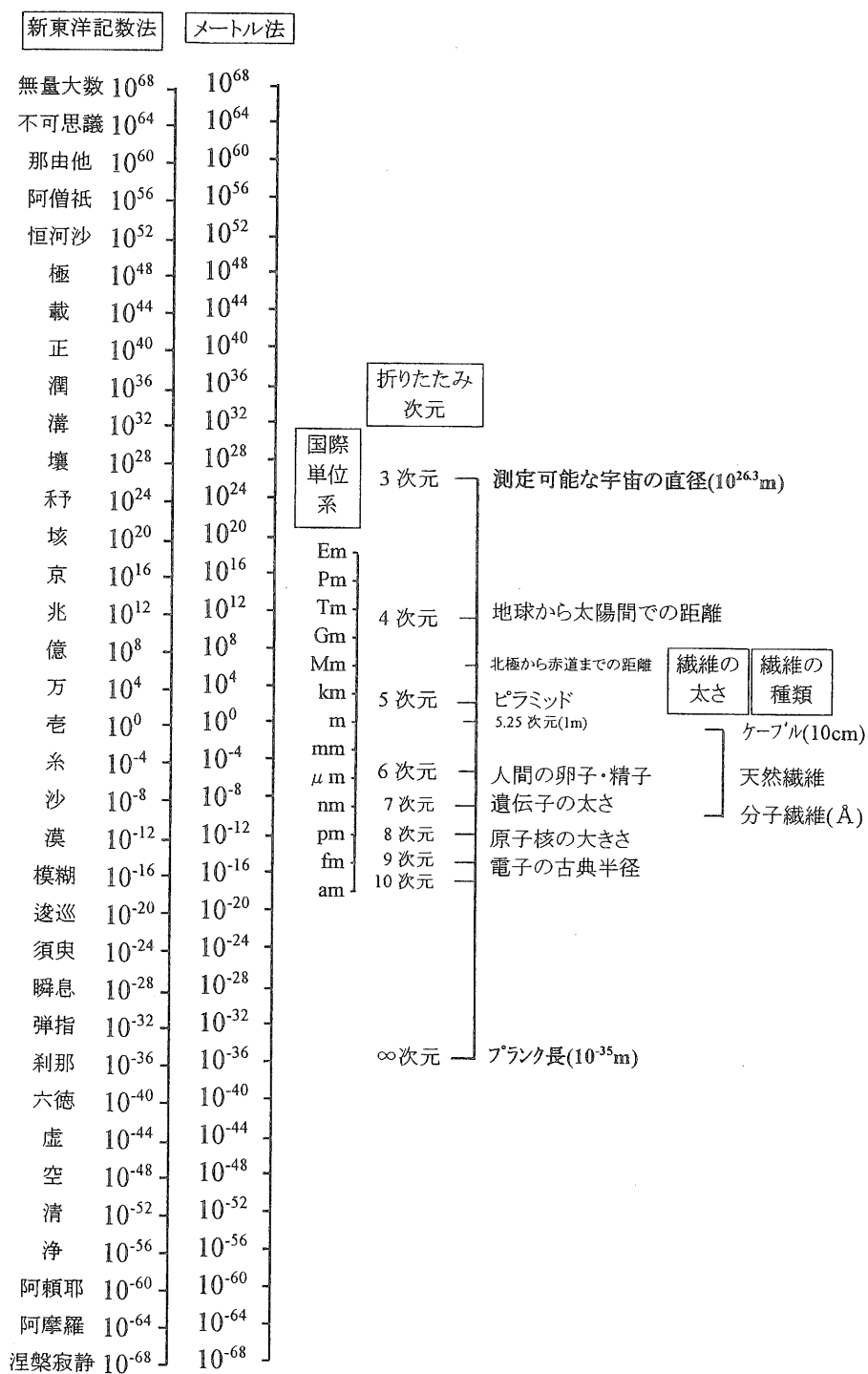
このように(b)から(a)に行くのは、長さが自由に变化する自由度が2のトポロジー型の繊維である。

一方、一般的な繊維のように自由度が1のひもの場合、長さ方向(+)には寸法安定性があるが、内側(-)には自由に曲がり、容易に一塊の糸鞠となる。このような場合、実効次元的な形態は1次元から0次元もしくは3次元に変化し、折りたたみが可能である。長さ(L_1)を一定に保ちながら2次元に折りたたむと図1の(c)のようになる。全体の大きさ(L_w)が小さくなる。図4の(d)のように更に折りたたんで3次元にすると全体の大きさ(L_w)は、更に小さくなる。長さと大きさ次元の関係は次式のようになる。 L_D はD次元の時のひもの全長である。自由度が0.5のひもの場合 L_D は一定であり L_{WD} が変化する。 L_{WD} はD次元の時の一辺の長さで、D次元体の大きさを表している。

$$L_D = d \times (L_1/d)^{D_{prac}}$$

$$L_{WD} = d \times (L_D/d)^{\frac{1}{D_{prac}}}$$

この折りたたみが4次元や5次元、更にもっと高次元でも可能な場合を仮定すると、超次元空間



でも、これらの式を適用できる。この式により、実用的な非整数次元も容易に計算できる。

宇宙でもこのような超次元の折りたたみが可能であるとして、超次元体の大きさを計算した。測定可能な3次元体の宇宙の体積 (V_3) を $8 \times 10^{78} \text{m}^3$ とし、立方体に変換して大きさ (L_1) を求めた。

$$L_1 = V_3^{1/3}$$

より、大きさは、約 $2 \times 10^{26} \text{m}$ と計算できた。繰り込み論的な考え方から、実際は高次元でも、照準を合わせたスケールでは3次元に見えると仮定した。宇宙の最高の解像度での長さ (d) は、プランク長 (10^{-35}m) であるとした。ペアノ曲線のように、3次元の宇宙の場合は、太さ (d) がプランク長のひもが充填していると仮定した。

この値を長さを求める式に代入して計算すると、3次元の宇宙を充填しているストリングの長さ (L_3) は、約 $8 \times 10^{148} \text{m}$ となった。

このストリングを4次元に折りたたんだ時の正4次元体の大きさ (L_{W4}) は、約 $9.5 \times 10^{10} \text{m}$ となる。この大きさは太陽から金星までの距離に近い。このストリングを正5次元に折りたたんだ時の正5次元体の大きさ (L_{W5}) は、約 60m となる。この大きさはピラミッドの高さに近い。このストリングを6次元に折りたたんだ時の正6次元体の大きさ (L_{W6}) は、約 $4.5 \times 10^{-5} \text{m}$ となる。この大きさは人間の細胞の大きさのレベルである。卵子や精子の大きさにも近い。このような操作は無限回行うことが可能である。無限回行った時の宇宙の大きさはプランク長に収束する。以上の関係を図5に示した。

新東洋記数法は従来の東洋の記数法を中段階で表したものである。上は壺から始まって無量大数に終わり、下は涅槃寂静に終わる。中国人は大体この位のスケールで中段階の物事を考えている。中段階は 10^{40} で変化するが、高段階では $(10^4)^n$ で変化する。

次に長さ (メートル) によるスケールを示した。国際単位系ではエクサメートル (Em) が最も長い単位のスケールである。宇宙は大体1億 Em である。通常の物理学で扱う最小の長さをプランク長とした。これらの間が、我々が認識できる宇宙のスケールである。超ひも理論は最も期待できる量子重力理論の一つである。超ひも理論では、時空の基本要素が点ではなく輪になったひもであると考えている。このひもの大きさはプランク長位であると考えられている。ビッグバン理論では、宇宙の始まりがこのプランク長位の火の玉であると考えられている。

折りたたんだ時の大きさを図に示した。宇宙—太陽系—人間の世界—人間の卵—遺伝子—原子核—電子という階層構造が見られる。6次元は、宇宙の大きさとプランク長の丁度、中間のスケールである。6次元は対称性階層構造という意味では、重要な次元である。9次元や10次元はもっと微細な要素という観点から重要性がある。

3次元の折りたたみを無限回行うとプランク長となる。次元を認識する解像度は L_{W3}/L_{WD} で表

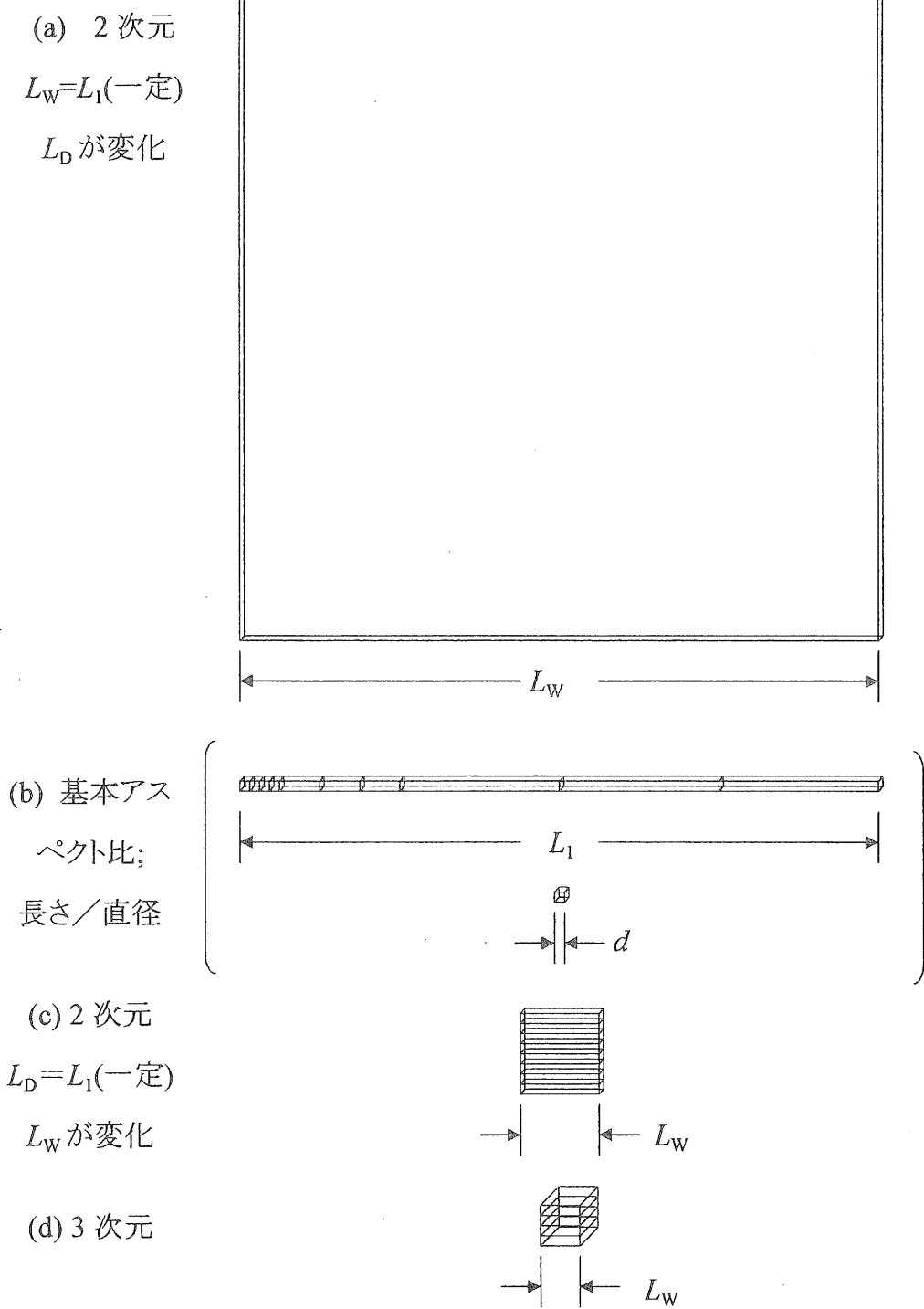


図5 東洋記数法とプランク長による宇宙の階層構造

される。宇宙の大きさと 4 次元、5 次元、6 次元、9 次元体の大きさの割合は、それぞれ、約 10 の 15 乗、25 乗、31 乗、41 乗である。4 次元では、 $10^{15.33}$ 位の差を認識すればよいので、光という物差しを用いれば時間という次元は空間次元と同レベルで定量的に認識可能である。5 次元は、我々くらいのスケールで宇宙を認識するようなもので、通常的手段で認識可能と不可能の境界線上にある。6 次元や 9 次元は通常的手段では表面に現れず、認識しがたい。

以上は、宇宙の大きさに照準を合わせたが、宇宙が階層的であるとする、我々人間のスケールから見ても同様であり、高次元は 4 次元に繰り込まれるであろう。厳密に言えば、顕微鏡や望遠鏡で、どのスケールを観察しても 3 次元の像でしか観察することは出来ず、3 次元の像の状態が変化するという形で時間（時空間）が認識されるだけである。その他のものは影に隠れているであろう。

折りたたみの逆のコースをたどる事が可能であるとする、プランク長の無限次元体から今の宇宙が誕生するビッグバンの過程となる。この時のストリングは、場の大きさを規定するもので、物理学の理論でいうヒッグス場に近いものである。但し、宇宙の膨張と収縮が繰り返される時、卵の状態は、無限次元まで行かず、その途中の次元であることは充分考えられる。宇宙がマイクロとマクロのバランスがとれている（対称階層構造）とすると、宇宙の卵の最小のサイズは折りたたみ次元の 6 次元となる。そして、卵の上下で階層構造があるとする、卵の下スケールでは +4 の 10 次元くらいのサイズまでの要素が重要であろう。卵に焦点を合わせているのでそこは当然 3 次元である。人間では最大の細胞は卵子で、最小の細胞は精子である。そして、情報は遺伝子に蓄えられている。すると、宇宙の卵の大きさは情報の 6 次元のサイズで、10 次元までの階層構造を持っていると類推できる。

宇宙が誕生する時、宇宙は時間軸に自由度が出来、3 次元情報空間と 0.5 次元（1 の自由度）の時間に分かれる。このときに光が走り、時が刻まれる。このような宇宙の収縮と誕生が繰り返される場合、ビッグバン理論のように、プランク長のサイズまで行く必要はないと考える方が自然である。尚、計算の便宜上、正多次元体にしたが、多次元宇宙の卵はそれと等価の丸い形のものであると思われる。

宇宙の卵のサイズと誕生時のサイズを知るためには、宇宙の成人のサイズで折りたたみ次元を計算しなければならない。重力子の質量から計算した宇宙の最大のサイズで折りたたみ次元の大きさを計算すると、3 次元で 10 の約 28.8 乗、4 次元で 12.8 乗、5 次元で 3.3 乗、6 次元で -3 乗、10 次元で -16 乗 km になる。

この結果から、宇宙の卵のサイズは 1 mm 位であった事が想像できる。古典電子半径が、卵の下位の階層構造の最小単位となる。但し、宇宙の膨張が相似的であれば、宇宙が成長したときには、人間の卵もその位の大きさになっているかもしれない。誕生以前は循環フラクタル構造による類推でしかないが、誕生後の宇宙は物理学の対象となる領域である。しかし、循環フラクタル構造を明ら

かにする事により、誕生以前の卵の段階の宇宙の類推はより確かなものになるであろう。

4. ま と め

1. プランク質量を1次とした

$$m_{pl} = \frac{m_{pl} \times m_{pl}^2 \times m_{pl}^3 \times m_{pl}^4}{m_{pl}^9}$$

という式に従う階層構造があり、4つの力や色々な素粒子はここから誕生した。

2. 3 K背景輻射は

$$m_{pl} = \frac{m_{pl} \times m_{pl}^2 \times m_{pl}^3}{m_{pl}^5}$$

の m_{pl}^5 に起因するものである。

3. 上の2つの式から重力子の質量と宇宙の最大の大きさが導き出された。

4. 宇宙を構成するストリングは太さがプランク長で、寸法安定性がある自由度が1のタイプ（繊維型）のストリングと長さがプランク質量に等価でいくらかでも伸びる振動している自由度が2のタイプ（トポロジー型）のストリングがある。

5. 宇宙は対称的階層構造をしており、上（情報の場）は自由度1のタイプ、下（質量やエネルギー）は自由度2のタイプのストリングで出来ている。情報の場では折りたたみが可能である。

6. 本研究の宇宙モデルは、フリードマンモデルのような均一モデルでなく、情報の場のなかに非整数次元の物質のクラスターが出来ているモデルである。

7. 宇宙には循環型のフラクタル構造がある。

8. 循環フラクタル構造により、宇宙の成人の大きさが決められており、基本定数も安定している。（爆発では熱力学の法則があるだけで、基本定数も一定の必要性はなく、何も安定するものはない。基本定数が変われば、宇宙の大きさの限界も確定しない）

9. 質量、距離、時間を幾何学的に統一するものは距離空間でなく情報空間である。場は（仮想光子やヒッグス場などの）仮想空間ではなく情報空間である。

10. 爆発ではなく、卵があった。卵には情報が蓄えられている。ブラックホールとなっても情報は消えないで受け継がれる。

繊維の幾何学と超次元の考え方により、既存の宇宙論の宇宙像とは全く異なった宇宙像が描き出された。

身近な植物による染色

— 桃・花水木による染色 —

渡 辺 久 子

1. はじめに

昨年、桜の緑葉の残液で木綿が桜色に染まった。桜はバラ科の植物で葉が紅葉する。桃もバラ科で、花の色は桜より濃い。花水木も紅葉する。どちらも桜と共通する部分があるが、この二つの植物はどのような色に染まるのだろうか。

2. 染色実験の概略

2-1. 染色に使った植物の量

桃	緑葉	600 g
	小枝	300 g
花水木	緑葉	300 g
	小枝	250 g

*被染物（サンプル絹布、ウールモスリン、木綿布）に対する染料濃度

桃	緑葉	12 倍
	小枝	12 倍
花水木	緑葉	6 倍
	小枝	10 倍

2-2. 染色液の抽出と染色について

I. 緑葉による通常の染色

- 1) 細かく刻んだ緑葉を水 4 ℓ で 30 分煮だして漉す。抽出液 1 ℓ で 6 g のサンプルを 20 分煮沸染色。残りの 3 ℓ でウール 100 g を染色した。
- 2) 1) でウールを染めた残液 1 ℓ でサンプル 6 g を染色した。
- 3) 1) で一度煮だした緑葉を再び水 4 ℓ で煮だし、その抽出液でサンプル 6 g を 20 分染色した。

II. 緑葉のアルカリによる煮沸抽出と染色

緑葉に水 4 ℓ、ソーダ灰 1 g/ℓ を加えて 30 分煮だして漉す。漉した液に酢酸 3 cc/ℓ 加え染色液とし 20 分煮沸染色した。

III. 小枝による通常の染色

- 1) 細かく刻んだ小枝を水 4 ℓ で 30 分煮だして漉す。抽出液 1 ℓ で 6 g のサンプルを 20 分煮沸染色。
- 2) 1) で一度煮だした小枝を再び水 4 ℓ で煮だし、抽出液 1 ℓ でサンプル 6 g を 20 分染色した。

2-3. 媒染について

無媒染によるサンプルも含めて 7 種類を全て後媒染で染色した。染色後、水洗したサンプルを 1 ℓ の媒染液で 10 分煮染した。媒染剤と使用濃度は下記のとおりである。

酢酸クロム	0.6 g/ℓ
硫酸第一鉄	0.6 g/ℓ
酢酸銅	0.6 g/ℓ
錫酸ナトリウム	0.6 g/ℓ + クエン酸 1.8 g/ℓ
消石灰 (1%上澄み液)	60 cc/ℓ
蓼酸	0.6 g/ℓ

3. 発色と耐光性について

3-1. 桃

〔発色〕

I-1. 発色は淡い黄色系、黄緑系の発色で、クロム、鉄、銅による発色がよく、絹よりウールのほうがよく染まった。ウールのクロム媒染では美しい緑味の黄色が染まった。アルカリ、酸による染色では色相に大きな違いはなかった。酸媒染したものは無媒染に比べ、やや赤みがかって染まった。

I-2. I-1 の色に比べ、いずれも色に透明感がでて明るくなった。特に銅媒染ではウールに美しい抹茶色が染まった。

I-3. I-2 と同じ結果となった。

II. I より濃い発色になった。絹の染着性も上がり、特に銅媒染で濃い抹茶色が染まった。

* 葉による染色 (I、II) では木綿ではよい発色をみることは出来なかった。

III-1. ベージュ、茶褐色系の発色で、アルカリ媒染による赤褐色が特徴的。

III-2. III-1 と同じように染まった。

* 枝では木綿にも若干染着した。

〔耐光性〕

I. 蓼酸によるもの以外は殆んど変色はみられなかった。

II. すべての媒染色で変色した。全体に緑味の色が飛び、色が茶味に傾いた。

III-1. 全色が濃く変色した。

III-2. 無媒染、酸媒染のものがやや濃色に変化した。

3-2. 花水木

〔発色〕

I-1. ベージュから茶系。ウールでは無媒染、クロム媒染、錫媒染、酸媒染でベージュ系、銅媒染、アルカリ媒染で黄色味があった茶色、鉄媒染で黒に染まったのが特徴である。絹の発色はウールと比べ薄い色となった。酸による発色は無媒染よりやや赤みがかって染まった。

I-2. I-1の色に比べると色の茶味が取れ、やや緑味の発色となり、色に透明感がでて明るくなった。

I-3. I-2と同じであった。

II. 絹、ウール共に非常に良かった。特に絹の染着性があがった。

III-1. 緑葉によるものと全く異なる色相となった。絹、ウールとも染着はよく、無媒染、錫媒染、酸媒染でフレッシュピンク、クロム媒染、アルカリ媒染ではベージュ、銅媒染でオリーブ色となった。

III-2. 染着よく、III-1より色が冴えた。

* 葉、枝共に木綿ではよい発色をみることは出来なかった。

〔耐光性〕

I. 無媒染、錫、酸で媒染したものに変色があった。

II. 酸で媒染したものに変色があった。

III. 鉄、銅以外全てに退色を見た。特にアルカリ媒染に著しかった。

以上の発色と堅牢性は別表にまとめた。

4. まとめ

桃、花水木は共によく染まる植物であった。特に、緑葉の染色性が高い。また、同じ植物でも葉と枝では違う発色となり、耐光性も異なることもわかった。

煎じ液の染色性については次のようなことがわかった。通常の染色を終えた残液で染めた色と、二番煎じの液の色とはほぼ同じで、その色は一番煎じ液の色と比べると明るくなる。耐光堅牢性も花水木の葉と桃の枝では二番煎じ液の方がよかった。これは、色をややくすませる色素が、一番煎じ液に多く含まれており、その色素が変色を起こし易い性質であるからと思われる。

アルカリ抽出液による染色方法では、いずれも濃色を得たが、桃の葉の場合は変色が著しかった。媒染剤別の耐光堅牢性から見ても酸媒染の色が著しく変化しており、このような性質の色は製品制

ウールの発色と耐光堅牢性* (ガラス越しで14日間日光に晒す)

* 非常に堅牢◎ 堅牢○ やや劣る△ 非常に悪い× 数字は◎の数
色名参考 色の手帖 小学館 S. 61

桃	none	Cr	Fe	Cu	Sn	alk	acd	◎
I-1	クリーム◎	緑味の黄◎	緑味の灰◎	利休色◎	淡黄◎	ベージュ◎	生成り×	6
2	生成り◎	緑味淡黄◎	生壁色◎	抹茶◎	淡黄◎	ベージュ○	生成り×	5
3	生成り◎	緑味淡黄◎	生壁色◎	抹茶◎	淡黄◎	ベージュ○	生成り×	5
II	ベージュ×	ベージュ×	煤竹色△	海松色◎	ベージュ×	ベージュ×	ベージュ×	1
III-1	キャメル△	コルク色○	灰焦げ茶◎	チョコ◎	杏色△	ココア○	駱駝色×	2
-2	駱駝色◎	キャメル◎	灰焦げ茶◎	淡紙色◎	駱駝色◎	クルミ色○	駱駝色△	5

花水木	none	Cr	Fe	Cu	Sn	alk	acd	◎
I-1	駱駝色△	煙草色○	黒◎	銀煤竹◎	駱駝色△	カーキ◎	駱駝色○	3
2	枯色△	ベージュ◎	黒◎	国防色◎	香色○	飴色◎	亜麻色○	4
3	亜麻色◎	ベージュ◎	黒◎	国防色◎	亜麻色△	飴色○	亜麻色○	4
II	コルク色◎	煙草色◎	黒◎	銀煤竹◎	駱駝色◎	カーキ◎	駱駝色◎	7
III-1	淡い肌色×	亜麻色△	空五倍子○	生壁色○	淡い肌色×	駱駝色×	淡い肌色×	0
2	淡い肌色×	亜麻色△	空五倍子○	生壁色○	淡い肌色×	駱駝色×	駱駝色×	0

作時に一考を要するものであることがわかった。花水木の葉の場合はアルカリ抽出した液で染色した方が耐光性も増した。無媒染と酸媒染の色を比べても色相に大きな変化はなかった。

これらのことから、植物ごとの染色のポイントは次のように考えられる。

桃の葉は一回の抽出と金属媒染で堅牢な色を得ることが出来る。残液、二番煎じ液ではより冴えた堅牢な色が染色できるが、酸、アルカリに不安定である。枝で染色するには、一番と二番煎じ液を合わせて使用すると安定した濃色を染めることが出来る。

花水木の葉はアルカリを使って抽出すると一回の染色で堅牢な色が染まる。酸、アルカリにも安

定しているので染料として大変優れている。枝は染料としては不安定であるが優しい雰囲気のある色が得られる。抽出の回数を増やして染め重ねることである程度の使用に堪える色が得られるのではないかとされる。

以上のように、煎じ液の持つ性質、酸、アルカリに対する変化の様子が植物毎に、また使用部分により異なることが少しわかった。植物と出会ったとき、どんな色が染まるのかがある程度予測でき、どのような染色方法が適してるかが判断できれば、染色のエネルギーや労力、材料の効率よい使い方に役立つ。花の色や植物の性質を知り、それが染色した色とどのような関連があるかを染色作業の折り毎に考えてみたい。

《執筆者紹介》

	(所長)	氏名 職歴 称号 専攻 趣味	相宅省吾 京都工芸繊維大学 名誉教授 工学博士 繊維化学 服飾文化史 弓道五段 テニス ハイキング
	(所員)	氏名 職歴 称号 専攻 趣味	林屋慶三 京都工芸繊維大学 名誉教授 農学博士 生物化学 蚕糸学 テニス 撞球(四つ玉)
		氏名 職歴 称号 専攻 趣味	麓 泉 武庫川女子大学教授 工学博士 染色学 園芸
		氏名 職歴 称号 専攻 趣味	曾根健夫 鳥取大学教授 工学博士 繊維改質学 染色学 美術鑑賞 ハイキング
		氏名 職歴 称号 専攻 趣味	高橋重三 京都工芸繊維大学 神戸学院女子短期大学教授 工学博士 繊維化学 園芸
		氏名 職歴 称号 専攻 趣味	井上清博 工学博士 有機材料化学 繊維幾何学 コンピューター テニス ハイキング
		氏名 専攻 作家歴 趣味	渡辺久子 女子美術大学芸術学部 工芸専攻卒 染色 織物 個展、グループ展指導講師 美術鑑賞 オペラ鑑賞 手芸

2000年2月25日 発行

発行所 財団法人 覚 誉 会

京都市中京区室町通御池南入

Tel 075 (211) 4171

