清酒を素材とした味覚判断に関する統計的研究*

——予備実験に関する報告——

塩谷　実
吉田　薫
川上尚子
醸造試験所　野白喜久雄
関東信越国税局　川島　宏
東京国税局　佐藤　信

（1962年8月受付）

Statistical Research on the Taste Judgement

——Analysis of the Preliminary Experiment on Sensory and Chemical Characters of 'SEISHU'——

Minoru SIOTANI
Kaoru YOSHIDA
Hisako KAWAKAMI
Kikuo NOJIRO
Ko KAWASHIMA
Makoto SATO

Summary: This paper gives the analysis of data in the experiment on the judgement by the sensorium, especially, by the palate. The research has been carried out as a part of the synthetic research on "Statistical Model" (Chief: Dr. C. Hayashi). As the experimental material, Japanese refined *sake*, i.e., SEISHU is chosen.

The judgement for goodness of the taste of *seishu* is generally done by synthetizing the judgements for its various side-characters of the taste. In order to seize the way of this synthesis numerically, the regression analysis or the correlation analysis technique is applied to the experimental data., which are scores of characters given by judges in a certain scale-system.

The analogous analysis is done to see how much the judgements of side-characters on the taste of *seishu* can be represented by the results of, so called, general analysis of *seishu*.

In these cases, figures showing the degree of relationship under consideration are given.

Finally, the brief analysis for the relation between the goodness of *seishu* as a whole and judgements on its odour, taste, colour and lustre is given.

Institute of Statistical Mathematics

---

* これは，文部省科学研究費による"統計的模型解析に関する綜合的研究"の一環として行われたものである。

§1. は じ め に

この研究は，文部省科学研究費により，昭和36年度より始められた，「統計的模型解析に関する綜合的研究」(代表者，林知己夫・理博) の中の “質的なものの数量的研究” 班に属し，特に味覚の反応過程を取り扱うものである．筆者等は，従来，唎酒研究会東京部会に参加していたところから，一班をくみ，清酒を対象とし，感覚による品質の綜合判断，特に味に関する綜合的判断がどのような過程で行われるかを組織的に研究してゆくことになったものである．

酒の品質と一口に言っても，それは，香り，味，色沢夫々に関し，非常に多くの側面をもち，これらを表現する用語もいたって豊富である．現在知られているもので，味に関する用語が約 80，香りに関するものが約 90，色沢に関するものが 26 もあるのである．勿論これらの全部が，唎酒用語として適切であるとは必ずしも言えず，また，その表わす内容が重複しているものもみられる*)．しかし酒の品質を鑑定する専門家は，用語の表わす内容を理解し，酒のもつこれら種々の側面を感覚を通して判断し，それを綜合的にまとめて品質の評価とするのである．この場合，味が良いとか悪いとかいう綜合的判断は，味に関する側面の特性群とどのような関係になっているであろうか．その関連度の強弱はどんな様子をしているか．これ等を数量的に明らかにすることは，本研究の重要な課題の一つである．

食品，醸造成品，特に吾々の研究の素材としている清酒については，品質評価の感覚判断と，物理的測定，化学的分析結果との密接な関係を数量的にとらえることは，一般には望み薄と云われている．これは，現在の物理測定，化学分析の能力をもってしては，到底とらえることの出来ない成分がたくさんあり，これらが微妙にとけ合って，綜合的な味・香りを構成しているからであろう．しかし，ここでは，現在行われている化学的分析結果と，綜合的品質，特に味に関する特性との関係を一応調べることにする．何らかのプラスになる結果が得られるならば，酒造技術に益することがあるであろうと期待するからである．

既に述べたように，味に関する側面的特性は非常にたくさんあるが，それらは互に関連をもち，重複をもちながら，ものの (清酒の) 味という感覚判断を構成する．従って，特性群に主成分解析を施すとき，つまり，特性群が銘柄毎に示す変動を最もよく説明し得る，特性群の一次結合の組を求めるとき，これらの一次結合は少数で足りることが充分期待される．ここで一次結合の示す主軸に，味に関するどのような意味づけを支えることができるか．また味の綜合的なよさに対する得点との関係はどうか．これは重要な課題であるが，ここではとりあげず**) 別の論文にゆだねることにした．

当面の研究事項は以上の如くであるが，現実の実験では，相手が清酒であり，判定人の疲労を考えると，味に関する側面的特性群を悉く尽すことは到底不可能であり，次節で示すように，代表的，基本的と思われる特性の組をえらび出して行われた．従って，えらばれた特性が本当に適当であったかどうかの検討が必要となろう．

本報告は，第1年度として行われた予備実験の結果を上記の観点から分析したものである．実験の規模もさほど大きくなく，標本数 (清酒の銘柄数) も充分とは云えず，また実験の組み方に不備な点もあったのであるが，将来えの改善の余地を残しつつ，大体の様子を摑む，いわば，第1近似の意味で考察を展開するものである．

報告者のうち，野白，川島，佐藤 は主として実験を担当し，塩谷，吉田，川上 は実験結果の分析，数値計算を主として受け持ったが，研究目的をはじめ，必要な事項については会合をもち，

*) 唎酒研究会東京部会，“唎酒用語アンケート (第1部) の分析結果” 日本醸造協会雑誌，Vol. 55, No. 10, pp. 69-89.

**) 分析担当の塩谷が米国へ出張のため 時間的余裕がなかった．しかし後に他の共同研究者により，この点に関する分析が行われるであろう．

密切に連絡をとりながら研究が進められたことは勿論である.

なお，実験に当っては，協和醱酵・土浦工場に大変お世話になった上に，サンプルの清酒の一般分析まで引き受けていただいた．関係各位に対し，ここに謝意を表します．またデータ分析における数値計算に関し，いろいろ手伝っていただいた駒沢勉君（統数研）にも，厚くお礼を申します.

§2. 実　　験

実験は協和醱酵・土浦工場の唎酒実験室を借りて実施した．ここは，エヤ・コントロール，照明等の完備した唎酒専用の部屋で，わが国では特異なものである．写真1は，唎酒実験室のある，協和・土浦工場の分析研究室の建物である．唎酒実験室は，唎酒部屋（写真2)，判定人控室，準備室の3部屋に分れている．唎酒部屋は，仕切りにより5部分に分れ，判定人同志の干渉を防ぎ，独立に判定ができるように留意されている．各判定人は，準備室で準備され，指定された順序で出されたサンプルの酒を少し口に含み，酒の色・味・香りに関し，指定された項目についての判定を明確・迅速に行い，終れば左手前のはき口に酒をはき捨て，各自の判定結果を記入用紙に記入する.

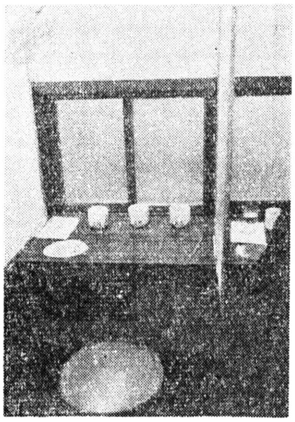


写真1. 唎酒部屋．左手前がはき口．準備室で準備されたサンプルは前のガラス戸をあけて出される.

写真2. 準　備　室

(イ) 実験日時:　昭和37年3月3日　午後1時30分—6時

(ロ) 実験場所:　協和醱酵・土浦工場の唎酒実験室

(ハ) 室　　温:　22°C（恒温）

(ニ) 実験材料:　市販酒を対象とし，日本酒類販売株式会社の在庫銘柄の中から，級別にサンプをぬき，次のように，1級酒，11．2級酒，14，合成酒，5．計30の銘柄がえらばれた.

キンシ正宗，両関，菊正宗，白鶴，大関，富翁，松竹梅，沢之鶴，日本盛，忠勇，桜正宗，････以上1級清酒.

東美人，キンシ正宗，まきちょう，やえす，忠勇，群亀，玉鶴，千福，神聖，しんとく，鶴正宗，桜富士，白花，喜一，････以上2級清酒.

キンモン鹿島，新進，京菊，三楽，初日，････以上合成清酒

(ホ) パネル（判定人）:　パネルとしては，酒に関する各種の判定能力がすぐれ，且つ，判断基準がそろっていることが必要で，この実験では，下記の専門家が判定にあたった.

野白喜久雄（醸　試）	川　島　　宏（関信局）
布川弥太郎（醸　試）	中　村　欽　一（関信局）
佐　藤　　信（東京局）	加　藤　幹　夫（協　和）

川戸竜夫（協和）	古仁所　茂（協和）
寺田伊太郎（協和）	若桜礼徳（協和）

(ヘ) 判定項目： 判定すべき項目が多ければ多い程，精しい情報が得られると思われるが，しかし，対象が酒であるため，長時間にわたる唎酒は判定人の疲労を増し，判断の一定基準を保つことが出来なくなるので，項目の個数には強い制限が加わってくる．共同研究者慎重協議の結果，下に示すように

（i） 清酒としてのよさの綜合的判断に関するもの．味に主力をおいて

（ii） 味の側面的特性の判断に関するもの

に限られた．既に述べたごとく，味に関する側面的特性として現在知られているものは，80 項目の多きにのぼるが，予備実験の段階として，下記の 16 項目を最も基本的なものとして選定した．この時，共同研究者の専門的知識，及び，唎酒研究会東京部会が実施した，唎酒用語のアンケートとそれの分析結果 [ ] が大変役に立ったのである．

試料　　氏名

尺度　5 ~ 0
　　　最大　なし

こい（全体として）		重い	
うすい		軽い	
まるい		きれい	
あらい		きたない	
調和		雑味	
不調和		酸味	
あまい		苦味	
からい		しぶみ	
若い		旨味	
熟している			
おしあじ		塩から味	
ごくみ（こく）		不快味	

試料　　氏名

	最良	普通	最不良
全体の良さ			
香の良さ			
味の良さ			
色の良さ			

気がついた特長だけ記入する

特長	強さ

5 ~ 1
最強　ごくわずか

(ト) 実験要領： 各判定人が，(ヘ)の実験項目について，30 銘柄全部を唎酒することが最初の考えであったが，詳細に検討してゆくにつれ，時間的にも無理があり，且つ，判定人の疲労が重なり，実験条件（判断基準）の一様性がくずれて，信頼できるデータが得られない心配が濃くなってきた．そこで，判定人は，5 人づつの 2 組に分れて，ランダムに二分された 15 銘柄を別々に受け持つことにした．この際，過去の経験・知識から，実験項目に関する各判定人の能力を比較考慮して，分れた各組の，組としての能力をできるだけ等しくなるように努めたのである．しかし，残念ながら，本実験でもたしかにそうであったかどうかをチエックする手段，例えば両組に共通な銘柄を唎いてもらう等の手段を考慮しなかったのは失敗であった．

ただ，判定人は，経験豊富な唎酒の専門家であり，彼等の示す判断の方向には，そう大きな差異はないと思われるので，ここでは，少くとも第1近似の意味で，両組の組としての判定能力は，同じであると仮定して，以後の分析を進めていく．

§3. 特性に対する記号，尺度，及び実験結果のデータ

以後の議論においては，各判定人の判定すべき項目（§2. (ヘ)）に次の記号を対応させる．

全体の良さ……………… U
香りの良さ……………… V_1
味の良さ……………… V_2
色の良さ……………… V_3

こい・うすい	W_1	ごくみ	W_9
まるい・あらい	W_2	雑味	W_{10}
調和・不調和	W_3	不快味	W_{11}
あまい・からい	W_4	酸味	W_{12}
若い・熟している	W_5	苦味	W_{13}
重い・軽い	W_6	渋味	W_{14}
きれい・きたない	W_7	旨味	W_{15}
おしあじ	W_8	塩から味	W_{16}

W_8 から W_{16} までの特性には，記入形式に示されているように，0〜5 の点数が与えられる．W_1 から W_7 までは互に相反するものの対であって，得点は対をなす特性の各々に，0〜5 が与えられるけれども，次に示す如く，一方を正，他方を負として，同じ軸で表わされるものである．

−5 −4 −3 −2 −1	0	+1 +2 +3 +4 +5	
W_1	うすい	こい	W_1
W_2	あらい	まるい	W_2
W_3	不調和	調和	W_3
W_4	からい	あまい	W_4
W_5	若い	熟している	W_5
W_6	軽い	重い	W_6
W_7	きたない	きれい	W_7

綜合的判断である U, V_1, V_2, V_3 に対しては，何れも“普通”を原点にとり

	最良				普通				最不良	
+2.5	+2.0	+1.5	+1.0	+0.5	0	−0.5	−1.0	−1.5	−2.0	−2.5

と目盛られた．

以上は，唎酒すべき項目に関するものであったが，吾々の予備実験では，これら判定人の下す判断との関連の模様を見るため，次の8項目について，化学的分析が各サンプルの酒について行われた．

C_1 ‥‥pH（pH が7より小さい溶液は酸性，7より大きいものはアルカリ性）

C_2 ‥‥第1酸度（pH を7にするに要するアルカリ滴定 m.m.l. 数）

第3.1表　予備実験データ（a）

特性 / 清酒 No.	U	V_1	V_2	V_3	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	W_7
1	1.1	0.8	1.0	0.0	4.0	2.6	2.6	2.6	1.6	1.2	0.8
2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.6	0.8	1.4	1.6	0.8	−1.0	1.2
3	0.3	0.0	0.5	0.7	0.4	0.8	0.2	0.8	0.4	1.2	1.2
4	0.9	0.7	0.7	1.1	1.8	1.2	1.6	1.8	−0.4	0.4	2.4
5	−0.8	−1.1	−0.1	−0.7	1.6	2.0	2.2	0.8	2.8	1.4	0.0
6	0.5	0.5	0.4	0.3	−0.6	0.2	0.6	1.6	1.2	−0.4	0.2
7	−0.2	−0.3	0.2	−0.2	0.8	0.8	0.6	0.2	2.4	0.8	−0.8
8	−0.05	−0.1	0.3	−0.2	−0.8	1.2	0.4	2.2	0.4	−1.2	2.0
9	0.6	0.4	0.7	0.0	−0.6	1.2	1.8	0.8	0.2	−0.6	1.8
10	0.4	−0.1	0.5	0.5	1.8	1.2	1.8	2.6	1.2	1.2	1.4
11	0.1	0.1	−0.1	0.8	2.0	−0.2	1.2	0.6	−1.0	0.0	0.6
12	0.5	−0.5	0.5	0.6	0.4	0.8	2.4	1.0	0.2	0.6	0.6
13	0.7	0.8	0.5	1.0	−1.0	0.6	1.2	0.2	−1.4	0.4	1.2
14	0.8	0.2	0.6	0.3	−1.0	0.8	−1.2	−1.8	−0.8	0.6	1.2
15	0.1	−0.5	0.0	0.3	−1.2	1.0	0.6	1.8	−0.8	−2.8	3.4
16	−0.1	−0.2	−0.2	0.0	−0.4	0.8	1.0	0.2	0.4	−0.4	0.8
17	−0.3	−0.2	0.0	−0.6	3.2	2.2	1.8	2.6	3.2	2.6	−0.6
18	0.3	0.2	0.2	0.2	2.0	2.6	2.8	2.2	−0.4	1.0	2.4
19	0.1	−0.2	−0.1	0.1	−0.4	1.2	0.8	1.8	−0.2	−0.2	1.8
20	0.4	0.1	0.6	0.6	2.8	1.2	2.0	2.2	0.2	1.8	0.6
21	0.7	0.5	0.8	0.4	−0.6	1.4	1.8	0.0	−0.8	−1.0	2.4
22	0.4	0.2	0.5	0.6	1.2	−0.4	−0.6	−0.2	−0.2	0.4	0.0
23	0.8	0.7	0.4	1.1	1.2	1.0	1.8	1.6	−0.6	−1.2	0.0
24	0.5	−0.3	0.6	0.9	1.2	1.2	−1.2	1.4	0.4	0.2	0.2
25	−0.5	−0.3	−0.7	− 0.6	2.6	0.4	−0.8	1.6	2.6	3.2	−1.6
26	−0.2	0.0	−0.2	0.0	0.8	1.2	0.8	2.2	0.6	0.0	0.4
27	−0.1	−0.1	0.3	0.2	0.6	0.8	0.0	1.2	−1.2	0.4	0.6
28	0.0	0.4	0.1	−0.4	1.4	1.6	1.8	2.6	2.2	1.2	0.6
29	0.2	0.5	0.4	0.2	1.6	2.0	1.2	1.6	1.2	0.6	0.4
30	−0.5	−0.3	−0.6	−0.1	−1.6	−0.6	−1.4	1.6	−0.6	−1.4	0.4
平　均	0.228	0.070	0.263	0.240	0.793	1.053	0.973	1.313	0.453	0.300	0.853
分　散	0.194	0.186	0.153	0.233	1.940	0.557	1.282	0.994	1.512	1.469	1.080
標準偏差	0.445	0.431	0.391	0.483	1.393	0.746	1.132	0.997	1.230	1.212	1.039

C_3····第2酸度（pH，7 より 8.2 にするに要するアルカリ滴定 m.m.l. 数）

C_4····日本酒度（＋側は軽く，－側は重い，一種の比重）

C_5····直糖（直接糖として測れる量）

C_6····全糖（ブドウ糖に換算して測る全体の糖量）

C_7····アルコール度数.

C_8····アミノ酸（グリシンとして）

以上の記号と尺度のもとに，予備実験で得られたデータは第3.1表に示すものである．但し，各銘柄について示されている C_i 以外の値は，5人の判定人の与えた得点の平均である．

第 3.1 表　予備実験データ（b）

特性 / 清酒 No.	W_8	W_9	W_{10}	W_{11}	W_{12}	W_{13}	W_{14}	W_{15}	W_{16}
1	2.8	3.6	1.4	0.2	0.8	0.8	0.4	3.2	0.0
2	1.2	2.0	1.2	0.4	1.2	0.2	0.6	1.8	0.0
3	1.4	2.4	1.2	0.4	0.8	0.4	0.8	1.8	0.0
4	2.0	2.8	0.8	0.6	1.0	0.2	1.0	2.6	0.2
5	1.6	2.6	1.8	0.8	1.2	0.0	0.6	2.2	0.0
6	1.8	1.8	1.2	0.4	2.6	0.8	1.4	2.0	0.2
7	1.6	2.2	2.2	0.8	1.4	0.8	0.8	2.2	0.4
8	1.6	1.6	1.0	0.0	1.2	0.2	0.6	2.6	0.2
9	1.6	1.8	0.8	0.2	2.0	0.6	0.6	2.0	0.6
10	2.4	2.8	1.0	0.2	2.2	0.4	1.4	3.2	0.0
11	2.0	2.2	1.8	0.8	1.8	0.4	0.0	1.8	0.2
12	1.0	2.2	1.6	0.4	1.2	0.8	0.8	2.2	0.4
13	1.0	2.0	0.8	1.0	1.6	0.8	0.8	1.6	0.4
14	1.2	1.8	2.2	1.6	2.0	0.8	1.4	1.2	0.2
15	1.4	2.0	0.8	0.8	1.4	0.6	0.6	2.6	0.6
16	1.2	1.8	0.6	0.2	2.2	0.4	0.8	2.2	0.8
17	1.8	3.0	2.0	0.6	1.8	0.6	0.8	3.0	0.2
18	1.8	2.6	1.0	0.0	1.6	0.2	0.8	2.6	0.2
19	1.4	1.8	0.4	0.2	1.4	0.6	0.8	1.8	0.2
20	2.4	2.4	2.2	0.0	1.4	0.6	1.4	2.4	0.4
21	2.0	1.8	1.0	0.4	1.2	0.2	0.4	2.0	0.2
22	1.8	2.4	1.8	1.4	1.2	0.0	0.6	2.2	0.4
23	1.6	2.6	1.6	0.6	1.4	0.6	0.8	2.6	0.2
24	1.2	2.4	1.0	0.8	1.2	0.2	0.6	1.4	0.0
25	1.8	3.2	3.0	1.0	2.0	0.0	1.2	2.2	0.2
26	2.0	1.8	1.0	0.6	1.8	0.8	1.2	2.2	0.4
27	1.6	1.6	1.0	0.8	1.8	0.4	1.4	2.0	0.4
28	1.6	2.4	1.0	0.2	1.6	0.2	0.4	2.2	0.0
29	1.8	2.2	1.4	0.4	1.8	1.2	1.2	2.0	0.4
30	1.4	1.2	1.2	1.4	2.8	0.4	1.0	1.6	0.4
平均	1.667	2.233	1.333	0.573	1.587	0.473	0.840	2.180	0.260
分散	0.166	0.264	0.326	0.170	0.227	0.0866	0.124	0.222	0.0404
標準偏差	0.408	0.514	0.571	0.412	0.476	0.294	0.352	0.471	0.201

この平均点を以後の分析の基礎のデータとするが，推定値の有意性をみるのに，以下で行った正規理論使用の，不充分ではあるが，一つの根拠をなしているのである．

§4. 化学的分析結果と味覚判断との関係

清酒に対して，味覚に訴えることなく，その品質に関する知識を与えるものとして，いわゆる“一般分析” $C_1, C_2, \cdots, C_8$ がなされる．しかしこれだけでは，品質を規定するためには，至って不充分である．現在の分析能力では検出することが出来ない幾多の微妙な成分の複雑な絡み合いの結果として，清酒が構成されているからである．従って $C_1, C_2, \cdots, C_8$ と味覚判断との関係を調べる

第 3.1 表　予備実験データ（c）

特性 / 清酒 No.	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8
1	4.05	1.68	0.85	3.0	3.968	4.995	16.90	122.0
2	3.81	1.39	0.30	0.6	3.618	4.523	15.80	62.0
3	4.20	1.63	0.92	−2.3	3.480	4.455	15.80	139.0
4	4.35	1.43	0.97	−1.6	3.454	3.980	15.40	150.0
5	4.35	1.53	0.87	−2.0	3.672	4.218	15.40	138.0
6	4.05	1.84	0.95	−2.5	3.608	4.995	16.78	123.0
7	4.20	1.61	1.09	−1.7	3.246	4.147	15.81	172.0
8	4.32	1.43	0.93	−5.0	4.164	5.445	16.78	144.0
9	4.21	1.74	0.95	−1.5	3.400	4.250	16.62	153.0
10	4.17	1.72	0.92	−1.2	3.618	4.305	16.70	121.0
11	4.45	1.78	1.19	−2.0	3.087	3.915	16.50	176.0
12	4.45	1.48	0.86	−2.0	3.318	4.090	15.40	128.0
13	4.25	1.53	0.83	−3.0	3.480	4.537	15.55	126.0
14	4.25	1.49	0.86	2.0	3.130	3.450	15.60	128.0
15	4.05	1.48	0.30	0.0	3.672	4.523	15.38	99.0
16	4.22	1.64	0.90	−2.2	3.590	4.487	16.37	122.8
17	4.10	1.55	0.85	1.8	3.024	3.615	15.31	114.0
18	4.28	1.52	0.75	−4.8	3.644	4.927	15.77	125.0
19	4.32	1.54	0.83	−2.0	3.172	4.622	16.60	119.0
20	4.12	1.68	0.84	−2.1	3.716	4.827	16.93	111.0
21	4.30	1.50	0.92	−1.5	2.984	3.915	15.10	68.0
22	4.55	1.50	1.14	0.9	2.602	3.450	15.70	197.0
23	4.15	1.62	0.78	−7.0	4.108	5.550	15.50	106.0
24	4.15	1.32	0.31	0.8	3.562	4.420	15.40	49.5
25	4.25	1.77	1.12	0.5	2.840	4.150	16.65	164.0
26	3.95	1.36	0.25	1.0	3.672	4.520	15.98	29.5
27	4.35	1.42	0.96	−2.5	3.400	4.115	15.30	131.0
28	4.15	1.17	1.06	−4.5	3.890	5.000	16.79	168.2
29	4.16	1.61	0.91	−2.1	3.926	4.350	15.70	118.0
30	3.85	1.32	0.30	0.7	3.608	4.285	15.71	48.0
平　均	4.202	1.543	0.824	−1.407	3.488	4.402	15.97	121.7
分　散	0.0266	0.0229	0.0668	4.853	0.1285	0.251	0.339	1489.7
標準偏差	0.1632	0.1513	0.2584	2.203	0.3585	0.5001	0.5827	38.60

ことに，そう大きな期待はもてないかもしれないのであるが，綜合物としての清酒を，感覚により，つまり，味わってもつ種々の判断・評価について，$C_1, \cdots, C_8$ から得られる情報だけで，どの程度のことが云えるか調べてみよう．

以下の議論では，記述を簡明にするためにベクトル，行列の表示を使用する．縦ベクトルは $\underline{x}$ の如く，アンダー・ラインを附し，行列は A，W の如く大文字を用いて表わす．転置はプライムを用いて表わし，逆行列は普通のように，G^{-1} のように書く．特に，ベクトル $\underline{x}$ の成分が，例えば，p 個であること，行列 A が p 行 q 列であることを示す必要がある時には，$\underline{x}: p\times 1$，$A: p\times q$ と書くことにする．

4.1 化学的一般分析と味の側面的特性との関係

酒造技術が進歩したこと，酒税法による規制のために，吾々がサンプルとしている市販清酒において，$C_1,\cdots,C_8$ の変動範囲はそう大きくはない．従ってこれらに対応する $W_1,\cdots,W_{16}$ の値は，近似的に $C_1,\cdots C_8$ の一次式を含む函数

$$W_{i\alpha}=a_{i0}+\sum_{j=1}^{8}a_{ij}C_{j\alpha}+R_{i\alpha}+\varepsilon_{i\alpha} \qquad i=1,2,\cdots,16;\ \alpha=1,2,\cdots,30$$

$$\text{or} \qquad \underline{W}_\alpha=\underline{a}_0+A\underline{C}_\alpha+\underline{R}_\alpha+\varepsilon_\alpha \tag{4.1}$$

で表わし得るものと仮定する．ここに $\underline{R}_\alpha$ は，現在では分析不可能な要素による項であり，$\underline{\varepsilon}$ は C_j の二次以上の影響も含めて実験誤差と見做す項である．$R_{i\alpha}$ は全くわからぬものであるため，吾々は，$\underline{a}_0+A\underline{C}_\alpha$ で $\underline{W}_\alpha$ をできるだけ表わすように，すなわち，

$$\sum_{\alpha=1}^{30}(\underline{W}_\alpha-\underline{a}_0-A\underline{C}_\alpha)'\Lambda_W^{-1}(\underline{W}_\alpha-\underline{a}_0-A\underline{C}_\alpha) \tag{4.2}$$

を最小にするように $\underline{a}_0,A$ をきめる．Λ_W は $\underline{W}$ の母集団共分散行列である．これらは

$$\left.\begin{aligned}&\hat{\underline{a}}_0=\overline{\underline{W}}-\hat{A}\overline{\underline{C}}\\&\hat{A}=\left\{\sum_{\alpha=1}^{30}(W_\alpha-\overline{\underline{W}})(\underline{C}_\alpha-\overline{\underline{C}})'\right\}\left\{\sum_{\alpha=1}^{30}(\underline{C}_\alpha-\overline{\underline{C}})(\underline{C}_\alpha-\overline{\underline{C}})'\right\}^{-1}\end{aligned}\right\} \tag{4.3}$$

で与えられる．ここに，$\overline{\underline{W}},\overline{\underline{C}}$ は夫々 $\underline{W}_\alpha,\underline{C}_\alpha,\alpha=1,\cdots2,30$ の平均ベクトルである．故に (4.1) は

$$\overline{\underline{W}}_\alpha-\overline{\underline{W}}=\hat{A}(\underline{C}_\alpha-\overline{\underline{C}})+\underline{R}_\alpha+\underline{\varepsilon}_\alpha^* \tag{4.4}$$

の形に書かれる．$\underline{W}$ と $\underline{C}$ との関係をみるのに上の式を利用するのであるが，これは W_i,C_j の評価における尺度に依存する．吾々の与えた尺度は便宜的なものであり，W_i の尺度は，当然成分ごとに異なるものであろう．従って，$\underline{W}$ と $\underline{C}$ との関係をみるのに，尺度に依存する考察では都合が悪いのであろう．そこで，$W_{i\alpha},C_{j\alpha},\alpha=1,2,\cdots,30$ の分散を S_{Wi}^2,S_{Cj}^2 で表わし，

$$\left.\begin{aligned}&w_{i\alpha}\equiv(W_{i\alpha}-\overline{W}_i)/S_{Wi}, && i=1,2,\cdots,16\\&c_{j\alpha}\equiv(C_{j\alpha}-\bar{C}_j)/S_{Cj}, && j=1,2,\cdots,8\end{aligned}\right\} \tag{4.5}$$

とおく．(4.4) より

$$\underline{w}_\alpha=\left[\begin{pmatrix}S_{W1}&&0\\&\ddots&\\0&&S_{W16}\end{pmatrix}^{-1}\hat{A}\begin{pmatrix}S_{C1}&&0\\&\ddots&\\0&&S_{C8}\end{pmatrix}\right]\underline{c}_\alpha+\underline{R}_\alpha^*+\underline{e}^* \tag{4.6}$$

が得られる．i 番目の成分について示せば，

$$w_{i\alpha}=P_{i1}c_{1\alpha}+\cdots+p_{i8}c_{8\alpha}+R_{i\alpha}^*+e_{i\alpha}^* \tag{4.7}$$

の形となる．両辺に $c_{j\alpha}$ をかけて α について加えれば

$$r_{W_iC_j}=p_{ij}+\sum_{j'}p_{ij'}r_{C_jC_{j'}} \tag{4.8}$$

なる関係式が得られる．$\sum(R_{i\alpha}^*+e_{i\alpha}^*)c_{j\alpha}$ は吾々が $\hat{A},\hat{\underline{a}}_0$ を得た時の推定法のため 0 なのである．即ち，$A,\underline{a}_0$ の推定は，R_i と C_j を無相関にするようなものと云える．また (4.7) の両辺を自乗して α について加えれば

$$1=\left[\sum_{j=1}^{8}p_{ij}^2+2\sum_{j<j'}p_{ij}p_{ij'}r_{C_jC_{j'}}\right]+[R_i^*,\underline{C}]+[e] \tag{4.9}$$

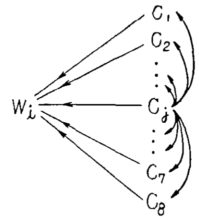
なる関係を得る．ここに右辺の第 2，第 3 項は夫々，R_i^* を含む貢献分，誤差を含む貢献分を示す．斯くして，W_i に対して $C_1,\cdots,C_8$ がどの程度貢献するかは

$$\sum_{j=1}^{8}p_{ij}^2+2\sum_{j<j'}p_{ij}p_{ij'}r_{C_jC_{j'}}=\sum_{j=1}^{8}p_{ij}r_{W_iC_j} \tag{4.10}$$

によってみることができよう．

(4.8) 式から，W_i と C_j の単相関は，直接的な関係を示す p_{ij} と，C_j が他の C との相関を通

して W_i と関係する量，$p_{i\beta} r_{C_\beta C_j}$，に分解してみているのである．図式的に示すと，第4.1図の如くなる．従って，$r_{W_iC_j}$ が大きな値であっても，p_{ij} そのものは小さく，反対に，p_{ij} は大きな値でも，$r_{W_iC_j}$ が小さく，感覚判断として表面的に現われる関係は．さほど見られないといった事情がおこり得るのである．但しここでは，R_i と C_j の間の相関は無視された事情の下での話であることを注意しておく．以上のことを，吾々の実験データに適用してみよう．



第 4.1 図

第 4.1 表　$\sum_{j=1}^{8} p_{ij}^2+2\sum_{j<j'} p_{ij}p_{ij'}r_{C_jC_{j'}}$

W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	W_7	W_8	W_9	W_{10}	W_{11}	W_{12}	W_{13}	W_{14}	W_{15}	W_{16}
0.278	0.334	0.247	0.412	0.360	0.377	0.239	0.453	0.431	0.349	0.526	0.482	0.275	0.167	0.271	0.177

この表の数字は，最初の予想のように，$C_1,\cdots,C_8$ だけでは，$W_1,\cdots,W_{16}$ を説明するには不充分であることを示しているが，$W_4, W_8, W_9, W_{11}, W_{12}$ の5つの特性については，それらの示す変動の 40%以上が $C_1, C_2,\cdots,C_8$ により説明されることになる．

$\sum_{j=1}^{8} p_{ij}^2+2\sum_{j<j'} p_{ij}r_{C_jC_{j'}}p_{ij'}$ は，W_i の $C_1,\cdots,C_8$ えの回帰に於ける重相関係数と同様の意味をもつものである．$W_i, i=1,\cdots,16$ 全体と $C_j, j=1,\cdots,8$ との関係の度合を見るためには，正準相関係数によるべきであろうが，ここでは，計算しても左程大きな値が得られぬことを見越して手を延ばさぬことにする．下の第 4.2 表は直接的関係量 $p_{ij} \equiv p_{W_iC_j}$ の値を示したものである．

第 4.2 表　　$p_{ij}=p_{W_iC_j}$ の表

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8
W_1	0.050	0.045	0.741	0.767	0.245	0.500	−0.238	−0.041
W_2	0.216	− 0.053	0.757	0.625	0.638	0.439	−0.378	−0.354
W_3	0.089	0.202	0.389	−0.068	0.452	0.016	−0.123	−0.225
*W_4	−0.143	−0.150	0.080	0.172	0.104	0.448	0.191	−0.040
W_5	−0.606	−0.130	0.772	0.502	0.103	0.265	−0.138	0.211
W_6	−0.148	−0.106	0.932	0.457	−0.006	0.141	−0.050	−0.141
W_7	0.510	0.035	−0.763	−0.319	0.315	−0.364	0.244	0.021
*W_8	0.105	0.141	0.938	0.632	0.378	0.215	0.142	−0.567
*W_9	0.052	0.162	0.607	1.022	0.087	0.980	−0.571	0.306
W_{10}	−0.361	0.173	0.438	0.388	−0.220	0.237	−0.322	0.289
*W_{11}	−0.189	−0.058	−0.325	0.198	−0.258	−0.139	−0.391	0.524
*W_{12}	−0.626	0.190	−0.229	−0.906	0.010	−1.229	0.667	−0.207
W_{13}	−0.199	0.410	0.231	0.099	0.570	−0.309	−0.159	−0.189
W_{14}	−0.281	0.205	0.201	−0.293	0.261	−0.637	0.166	−0.380
W_{15}	0.061	0.161	0.384	0.560	0.366	0.544	−0.266	0.156
W_{16}	0.052	0.311	−0.843	−0.559	0.046	−0.699	0.212	0.303

この表を見ると，W_4, W_8, W_9, W_{11}, W_{12} 以外の W_i に対して，可成り大きな直接的関係を示す C_j ($p_{W_6C_3}=0.932$; $p_{W_{16}C_3}=-0.843$; $p_{W_1C_4}=0.767$ 等）があるが，綜合的にはあまり効果を表わしていない．吾々が味覚に訴える清酒に於いては，$C_1,\cdots,C_8$ は分離した独立な効果を表わすのでなく，微妙に絡み合って，感覚判断に相乗的作用，または，相殺的作用を及ぼす．斯くして，単独な $p_{W_iC_j}$ が大きくても，他の $C_{j'}$ との相関がからみ合い，表面的には，感覚判断 W_i とあまり密接な結びつきを示さないこともあり，逆に $p_{W_iC_j}$ はそう大きくないけれども，C_j と $C_{j'}$ の相関を通した時，全体としては，W_i の感覚判断に可成りの影響をもつこともあるのである．$C_1,\cdots,C_8$ が W_4

に見せる関係は，この後者の場合であろう．

(4.8) を用いて上と同様の考察を行えば，感覚判断 W_i と C_j の表面的関係を表わす $r_{W_iC_j}$ が，その内的構造として，どのような内容をもつか見ることができる．ここで $r_{W_iC_j}$ と $r_{C_iC_j}$ の表を与えておく．

第 4.3 表　相関係数 $r_{W_iC_j}$ の表

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8
W_1	0.072	0.232	0.274	0.155	0.004	−0.007	0.194	0.226
W_2	−0.080	−0.067	−0.035	−0.074	0.406	0.271	−0.014	−0.105
W_3	0.065	0.197	0.181	−0.354	0.327	0.308	0.121	0.094
W_4	−0.410	−0.090	−0.245	−0.121	0.518	0.558	0.365	−0.220
W_5	−0.207	0.136	0.184	0.201	0.046	0.017	0.265	0.175
W_6	0.222	0.237	0.471	0.176	−0.286	−0.259	0.181	0.375
W_7	0.041	−0.188	−0.233	−0.181	0.224	0.159	−0.082	−0.161
W_8	−0.045	0.379	0.261	0.153	0.098	0.101	0.431	0.101
W_9	0.104	0.293	0.284	0.173	−0.024	0.010	0.124	0.300
W_{10}	0.114	0.325	0.333	0.259	−0.366	−0.324	0.026	0.318
W_{11}	0.083	−0.180	−0.092	0.445	−0.499	−0.605	−0.479	0.026
W_{12}	−0.292	0.208	−0.044	0.051	−0.069	−0.097	0.228	−0.122
W_{13}	−0.263	0.255	−0.087	0.073	0.236	0.090	0.036	−0.159
W_{14}	−0.199	0.152	−0.054	0.066	0.039	−0.051	0.039	−0.161
W_{15}	−0.022	0.224	0.160	−0.075	0.281	0.277	0.230	0.164
W_{16}	0.074	0.120	−0.034	−0.032	−0.122	−0.146	−0.078	0.032

第 4.4 表　相関行列 $\|r_{C_iC_j}\|$ の表

C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	
1.000	0.158	0.704	−0.291	−0.453	−0.345	−0.114	0.683	C_1
	1.000	0.486	−0.035	−0.169	0.003	0.419	0.369	C_2
		1.000	−0.310	−0.339	−0.192	0.300	0.875	C_3
			1.000	−0.428	−0.587	−0.091	−0.263	C_4
				1.000	0.823	0.231	−0.300	C_5
					1.000	0.445	−0.174	C_6
						1.000	0.289	C_7
							1.000	C_8

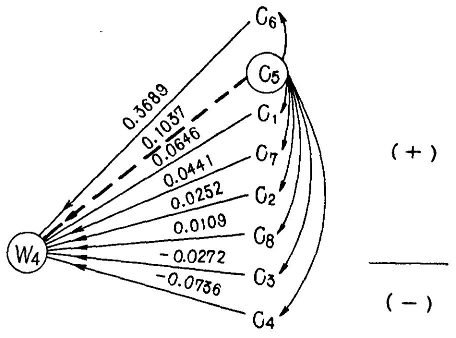
これらの表を利用して，いくつかの $r_{W_iC_j}$ の分解を与えてみよう．第 4.1 図の型の図で示すが，数字は $p_{W_iC_{j'}}r_{C_{j'}C_j}$ の値である．

これらの例のように，$r_{W_iC_j}$の分解をいろいろやってみると，W_i に対する C_j のもつ直接的な関係は小さいにもかかわらず，他の $C_{j'}$ を通しての間接的な関係量が大きく，$r_{W_iC_j}$ として表現されるときには大きな値を示すもの（第 4.2 図 (a)，(b))，これの逆の関係にあるもの（第 4.2 図，(c)，(d))，$r_{W_iC_j}$，$p_{W_iC_j}$ が共に大きいもの，小さいものがある．その他，$r_{W_iC_j}$ と $p_{W_iC_j}$ が符号を異にする場合も現われる．

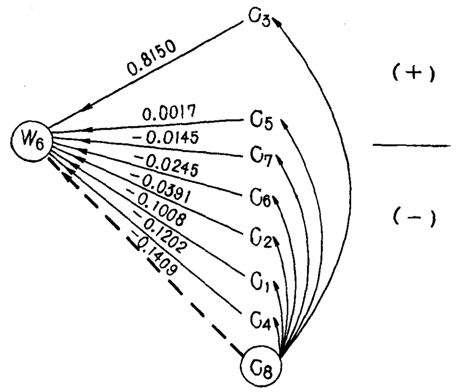
W_i と C_j のこのような関係を詳しく調べることは，酒造技術者にとって有益な知識を与えると思われるが，尨大な紙面を要するので，ここでは具体的な関係図はこれ以上示さない．

興味のある方は，夫々関心のある項目について，上と同様の分析を試みられることをおすすめする．

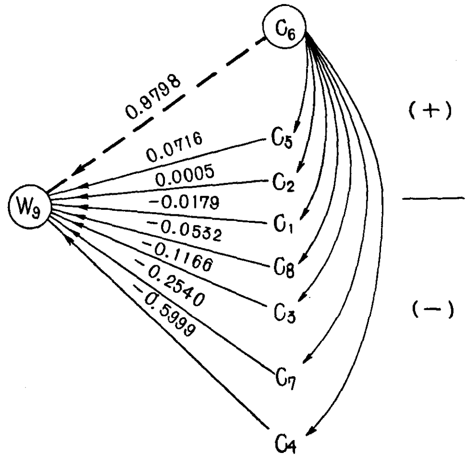
4.2.　清酒の品質と化学的一般分析結果との関係



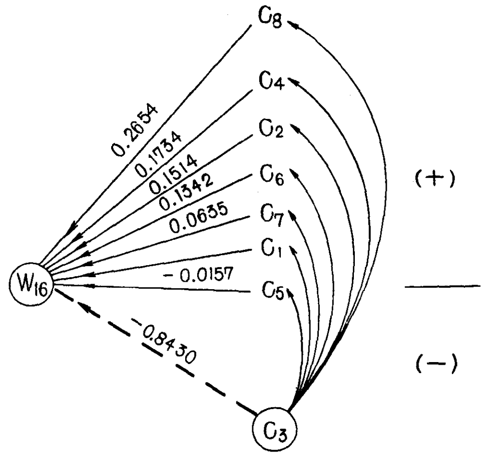
第 4.2 図. (a) $r_{W_4C_5}=0.5176$



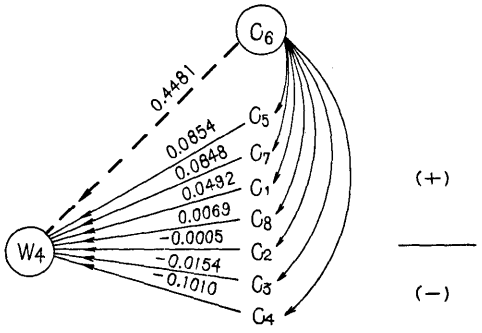
第 4.2 図. (b) $r_{W_6C_8}=0.3748$



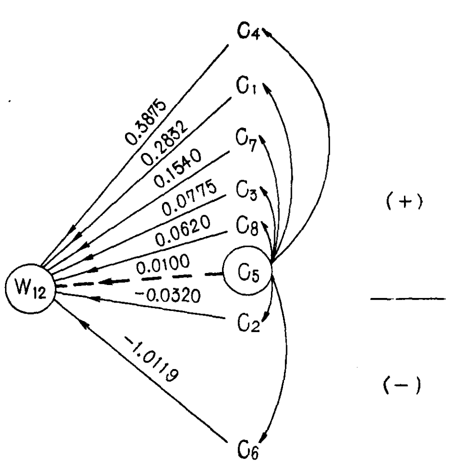
第 4.2 図. (c) $r_{W_9C_6}=0.0103$



第 4.2 図. (d) $r_{W_{16}C_3}=-0.0338$



第 4.2 図. (e) $r_{W_4C_6}=0.5576$



第 4.2 図. (f) $r_{W_{12}C_5}=0.0100$

4.1 節で，$W_i, i=1,2,\cdots,16$ を $C_j, j=1,2,\cdots,8$ だけで関係づけるには不充分であることをみた．従って，清酒としての良さの判断結果 U を $C_j, j=1,2,\cdots,8$ で表現しても，不充分の度合は更に強くなるものと思われるが，簡単にその程度をチエックしておこう．

U に対する $C_1,\cdots,C_8$ に基づく回帰式をデータから推定した結果は

$$\begin{aligned} U-\bar{U}=&1.036(C_1-\bar{C}_1)+0.506(C_2-\bar{C}_2)+0.783(C_3-\bar{C}_3)\\ &+0.105(C_4-\bar{C}_4)+0.203(C_5-\bar{C}_5)+0.511(C_6-\bar{C}_6)\\ &-0.237(C_7-\bar{C}_7)-0.004(C_8-\bar{C}_8)+\varepsilon \end{aligned} \tag{4.11}$$

となる．更に無次元化したものは

$$u=(U-\bar{U})/S_U, \quad c_j=(C_j-\bar{C}_j)/S_{C_j} \qquad (S_U, S_{C_j}\text{: 標本標準偏差})$$

とおいて

$$u=0.380\,c_1+0.172\,c_2+0.455\,c_3+0.518\,c_4+0.164\,c_5+0.575\,c_6-0.311\,c_7-0.341c_8+\varepsilon^* \tag{4.12}$$

となる．この場合の C_j の係数が，U と C_j の直接的関係量 p_{UC_j} を与えているのである．両辺を自乗することにより $\sum_{\alpha=1}^{30} u_\alpha^2/30$ を作れば，この値は1で，$\sum_{\alpha=1}^{30} C_{j\alpha}/30=1$ に注意して

$$1=0.1672+(\text{残差分散})$$

を得る．ここの 0.1672 は，後節でも見られるように，U の $C_1,\cdots,C_8$ えの回帰における重相関係数の自乗である．従って，

$$\text{重相関係数}=0.409.$$

これより，全体的な清酒の品質判断と，化学的一般分析の間に強い関係をのぞむことが無理のようである．このことは．最初から予想されていたことであって，そうであるからこそ，清酒の品質というものは，啊いて味覚，嗅覚，視覚といった感覚判断によって評価せざるを得ないのである．感覚判断による評価が重要視される所以もここにある．

さて，ここに清酒の品質とは一体なんであるかという本質的な問題がある．絶対的な定義，客観的な測度があるわけではない．しかし，古い昔から品質に関する概念が，専門家の間に培われてきているのであり，それは，味・香り・色沢を吟味し，それらを綜合することにより生じてくるものである．ここでは，細い議論はさしおいて，この専門家のもつ綜合的概念を清酒の品質とするのである．次節で，この品質を評価するために重要な，味に関する判断が，多次元的な特性群，即ち，味の側面的特性群に対する判断をどのように綜合して得られたものであるか，不充分な実験ではあったが，吾々のデータの分析を通して調べてみたいのである．

本節を終るにあたり，参考のために U と C_j の相関係数 r_{UC_j} をあたえておく．

j	1	2	3	4	5	6	7	8
r_{UC_j}	0.108	0.154	0.089	−0.030	0.090	0.109	0.022	0.006

§5. 味に関する綜合的判断と側面的特性との関係

味に関する側面的特性の数ある中から，吾々は，基本的なものとして，$W_1,\cdots,W_{16}$ の 16 項目をえらんだ．これらのものが，味の綜合的良さを充分よく関係づけるであろうか，よく関係づけるとすれば，どのような内的構成の下にそれが行われているか．この検討，吟味が予備実験に関する本報告の中心課題である．先づ味に関する綜合的良さの判断を示す V_2 と $W_1,\cdots,W_{16}$ との線型回帰からはじめよう．モデルとして

$$V_2=a_0+a_1W_1+a_2W_2+\cdots+a_{16}W_{16}+\varepsilon \tag{5.1}$$

を設定し，データから係数を推定する．最小自乗法により

$$\hat{a}_0 \quad = \bar{V}_2 - \hat{a}_1 \bar{W}_1 - \hat{a}_2 \bar{W}_2 - \cdots - \hat{a}_{16} \bar{W}_{16}$$

$$\begin{pmatrix} \hat{a}_1 \\ \vdots \\ \hat{a}_{16} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum_\alpha (V_{2\alpha} - \bar{V}_2)(W_{1\alpha} - \bar{W}_1) \\ \vdots \\ \sum_\alpha (V_{2\alpha} - \bar{V}_2)(W_{16\alpha} - \bar{W}_{16}) \end{pmatrix} \left(\sum_\alpha (W_{i\alpha} - \bar{W}_i)(W_{j\alpha} - \bar{W}_j) \right)^{-1} \tag{5.2}$$

を計算すると，推定された回帰方程式として次の式を得る．

$$\begin{aligned} V_{2\alpha} - \bar{V}_2 = & -0.0314(W_{1\alpha} - \bar{W}_1) + 0.0223(W_{2\alpha} - \bar{W}_2) - 0.0103(W_{3\alpha} - \bar{W}_3) \\ & -0.2531(W_{4\alpha} - \bar{W}_4) - 0.0814(W_{5\alpha} - \bar{W}_5) - 0.0232(W_{6\alpha} - \bar{W}_6) \\ & -0.0289(W_{7\alpha} - \bar{W}_7) + 0.2955(W_{8\alpha} - \bar{W}_8) + 0.2194(W_{9\alpha} - \bar{W}_9) \\ & -0.1854(W_{10\alpha} - \bar{W}_{10}) - 0.2887(W_{11\alpha} - \bar{W}_{11}) - 0.2930(W_{12\alpha} - \bar{W}_{12}) \\ & +0.3995(W_{13\alpha} - \bar{W}_{13}) + 0.2196(W_{14\alpha} - \bar{W}_{14}) + 0.1054(W_{15\alpha} - \bar{W}_{15}) \\ & -0.5516(W_{16\alpha} - \bar{W}_{16}) + \varepsilon_\alpha^* \end{aligned} \tag{5.3}$$

第4節と同じように，尺度の影響を除く．

$$\begin{aligned} v_{2\alpha} = & -0.1108\, w_{1\alpha} + 0.0421\, w_{2\alpha} - 0.0295\, w_{3\alpha} - 0.6389\, w_{4\alpha} - 0.2535\, w_{5\alpha} \\ & -0.0712\, w_{6\alpha} - 0.0760\, w_{7\alpha} + 0.3050\, w_{8\alpha} + 0.2856\, w_{9\alpha} - 0.2681\, w_{10\alpha} \\ & -0.3013\, w_{11\alpha} - 0.3531\, w_{12\alpha} + 0.2977\, w_{13\alpha} + 0.1956\, w_{14\alpha} + 0.1258\, w_{15\alpha} \\ & -0.2807\, w_{16\alpha} + (\text{残差}) \end{aligned} \tag{5.4}$$

但し

$$v_{2\alpha} = (V_{2\alpha} - \bar{V}_2)/S_{V_2}, \qquad w_{i\alpha} = (W_{i\alpha} - \bar{W}_i)/S_{W_i}$$

さて，V_2 に対して吾々のえらんだ16項目，$W_1, \cdots, W_{16}$ が適当なものであったかどうかをみるため，両辺を自乗し α について加えれば（標本の大きさ 30 で割って）

$$\begin{aligned} 1 = & (-0.1108)^2 + (0.0421)^2 + \cdots + (-0.2807)^2 + 2(-0.1108)(0.0421) r_{W_1 W_2} \\ & +2(-0.1108)(-0.0295) r_{W_1 W_3} + \cdots + (\text{残差の自乗和}) \\ = & R^2 + (\text{残差の自乗和}) \end{aligned} \tag{5.5}$$

を得る．ここに R^2 は，V_2 と $W_1, \cdots, W_{16}$ の間の重相関係数の自乗で，このことは容易に分かることである．すなわち

$$S_{V_2}{}^2 R^2 = (\hat{a}_1, \cdots, \hat{a}_{16}) \left(\sum_\alpha (W_{i\alpha} - \bar{W}_i)(W_{j\alpha} - \bar{W}_j) \right) \begin{pmatrix} \hat{a}_1 \\ \vdots \\ \hat{a}_{16} \end{pmatrix}$$

だからである．計算の結果は

$$R^2 = 0.674; \quad R = 0.821$$

でこれは可成りの大きさである．もう少し大きな R をもつように側面的特性を改善する余地はあるけれど，ここでは一応 V_2 に対する $W_1, \cdots, W_{16}$ の線型関係をみとめて，V_2 と個々の W_i との関係の内的構造の吟味え入っていく．

判定人の味覚判断による V_2 と W_i の関係は，表面的には，その相関係数 $r_{V_2 W_i}$ により示される．これを求めてみると次表の如くである．

第 5.1 表　$r_{V_2 W_i}$ の 表

W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	W_7	W_8
0.0977	0.3029	0.3109	−0.1452	−0.2348	−0.0244	0.3442	0.2470
W_9	W_{10}	W_{11}	W_{12}	W_{13}	W_{14}	W_{15}	W_{16}
0.1866	−0.1734	−0.2394	−0.4672	0.2353	−0.0374	0.1285	−0.1738

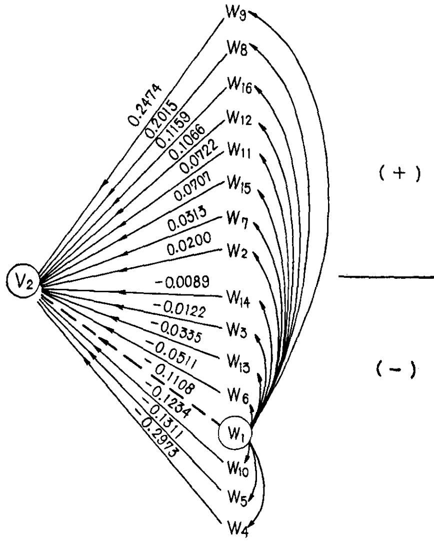
(5.4) 式の両辺に $w_{i\alpha}$ をかけ，α について加えて 30 で割れば

第 5.2 表　相関行列 $\|r_{W_iW_j}\|$ の 表

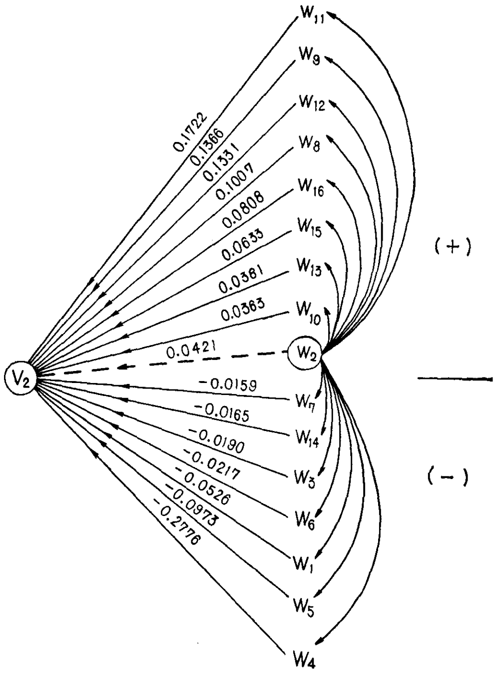
W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	W_7	W_8	W_9	W_{10}	W_{11}	W_{12}	W_{13}	W_{14}	W_{15}	W_{16}	
1.0000	0.4749	0.4133	0.4644	0.5172	0.7184	−0.4115	0.6606	0.8663	0.4604	−0.2395	−0.3019	−0.1127	−0.0457	0.5623	−0.4129	W_1
	1.0000	0.6438	0.4345	0.3838	0.3051	0.2095	0.3301	0.4784	−0.1355	−0.5717	−0.3771	0.1279	−0.0843	0.5032	−0.2879	W_2
		1.0000	0.3890	0.1820	0.1370	0.2573	0.3736	0.3887	−0.1718	−0.6957	−0.3100	0.1339	−0.2585	0.5910	−0.1043	W_3
			1.0000	0.3606	0.1319	0.0341	0.4571	0.3621	−0.1975	−0.5863	−0.0305	−0.0329	0.0479	0.6375	−0.2801	W_4
				1.0000	0.5950	−0.5804	0.2429	0.5204	0.4265	−0.1945	−0.0011	−0.0587	0.0197	0.3745	−0.3313	W_5
					1.0000	−0.5717	0.3211	0.6646	0.5837	−0.0294	−0.0624	−0.0841	0.2565	0.2065	−0.3421	W_6
						1.0000	−0.0367	−0.2879	−0.6949	−0.3297	−0.2304	−0.0346	−0.1919	0.0757	0.0996	W_7
							1.0000	0.5238	0.1909	−0.3226	−0.0710	0.0037	0.0744	0.6451	−0.2441	W_8
								1.0000	0.4163	−0.1531	−0.3961	−0.1484	−0.1106	0.6080	−0.4710	W_9
									1.0000	0.3945	0.0261	−0.0264	0.1726	0.0248	−0.1394	W_{10}
										1.0000	0.2224	−0.0608	0.1085	−0.4830	0.0998	W_{11}
											1.0000	0.1974	0.4651	−0.1854	0.3568	W_{12}
												1.0000	0.3194	−0.0375	0.3313	W_{13}
													1.0000	−0.0193	0.1546	W_{14}
														1.0000	−0.0858	W_{15}
															1.0000	W_{16}

$$r_{V_2W_i}=-0.1108\,r_{W_1W_i}+0.0421\,r_{W_2W_i}-\cdots+0.1258\,r_{W_{15}W_i}-0.2807\,r_{W_{16}W_i}$$
$$i=1,2,\cdots,16. \tag{5.6}$$

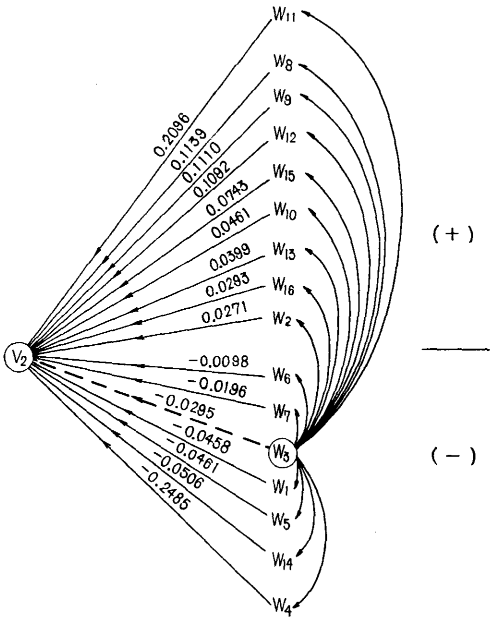
を得る．$r_{V_2W_i}$ の内容として，W_i と V_2 との直接的な関係を表わすもの，相関関係をもつ W_j を通して V_2 との間に現われる関係を表わすものを分離して考察することができる．第 5.2 表の $r_{W_iW_j}$ の表を用いて，第 5.1 表に示す $r_{V_2W_i}, i=1,\cdots,16$ を (5.6) による分解を行う．結果は図式的に表現して，第 5.1 図 1〜16 に与える．図の中に記された数字は，$p_{V_2W_j}r_{W_jW_i}$ である．



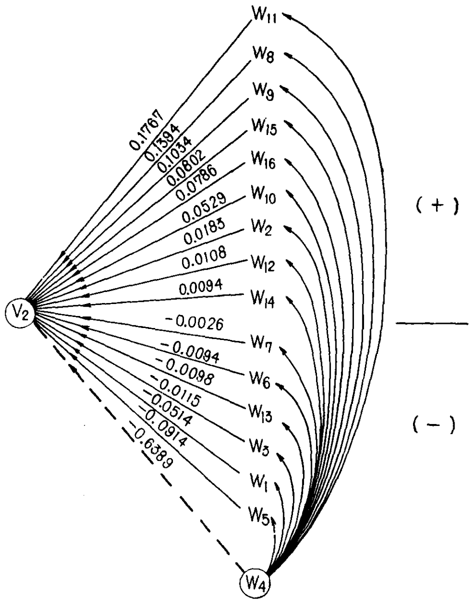
第 5.1 図． 1 $r_{V_2W_1}=0.0977$



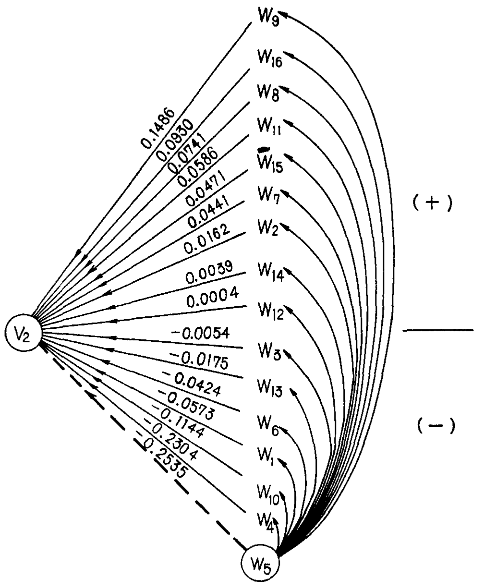
第 5.1 図． 2 $r_{V_2W_2}=0.3029$



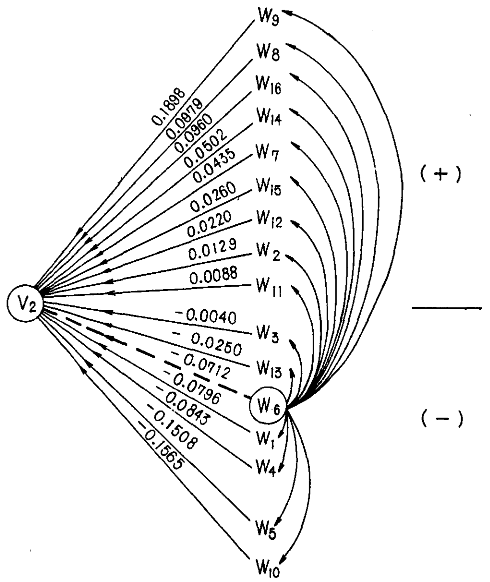
第 5.1 図． 3 $r_{V_2W_3}=0.3109$



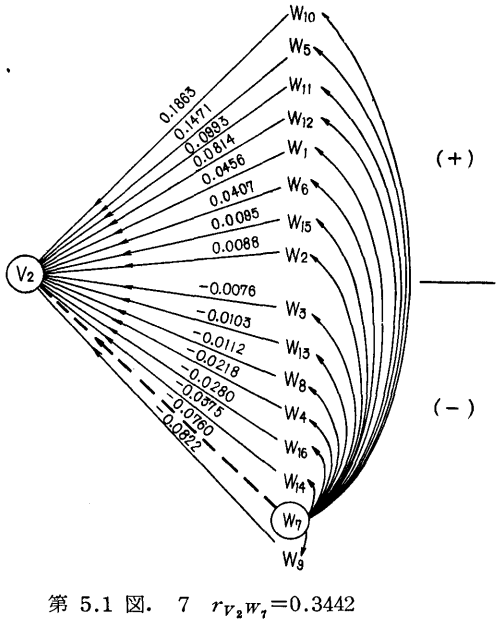
第 5.1 図． 4 $r_{V_2W_4}=-0.1452$



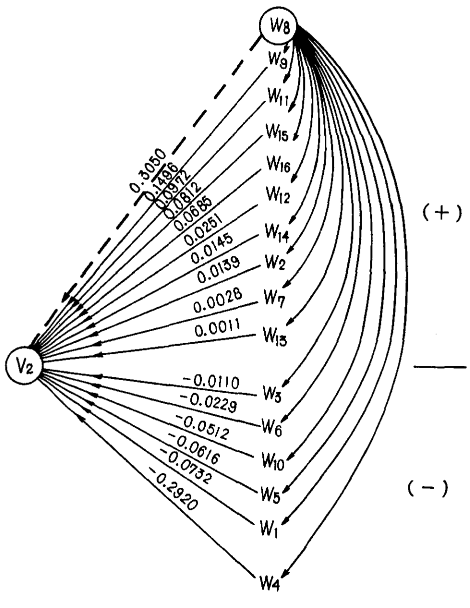
第 5.1 図. 5 $r_{V_2W_5}=-0.2348$



第 5.1 図. 6 $r_{V_2W_6}=-0.0244$



第 5.1 図. 7 $r_{V_2W_7}=0.3442$



第 5.1 図. 8 $r_{V_2W_8}=0.2470$

第 5.1 図から，$W_1,\cdots,W_{16}$ を次の 4 つの型に分けてみよう．

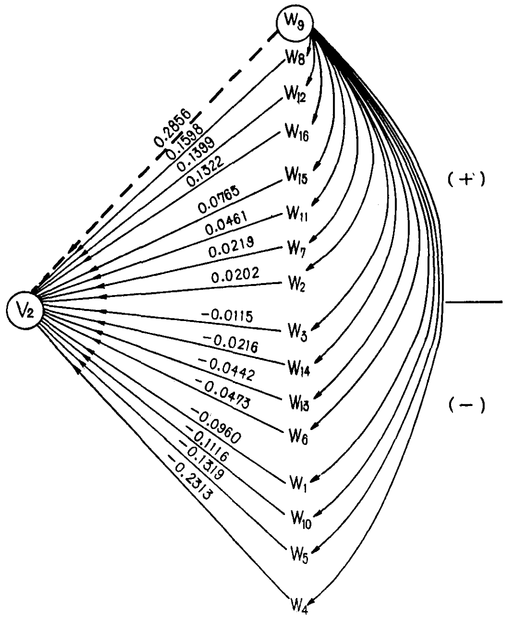
（Ⅰ） $p_{V_2W_i}$ は小さいが，$r_{V_2W_i}$ は可成りの値を示すもの……W_2, W_3, W_7

（Ⅱ） $p_{V_2W_i}$ が可成りの値をもちながら，$r_{V_2W_i}$ が小さいもの……W_1, W_4, W_{14}

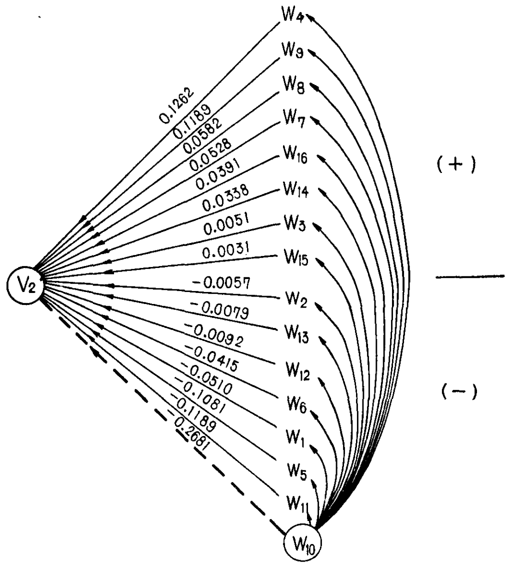
（Ⅲ） $p_{V_2W_i}, r_{V_2W_i}$ が共に可成りの値を示すもの……$W_5, W_8, W_9, W_{10}, W_{11}, W_{12}, W_{13}, W_{15}, W_{16}$

（Ⅳ） $p_{V_2W_i}, r_{V_2W_l}$ 共に小さな値しか示さないもの……W_6.

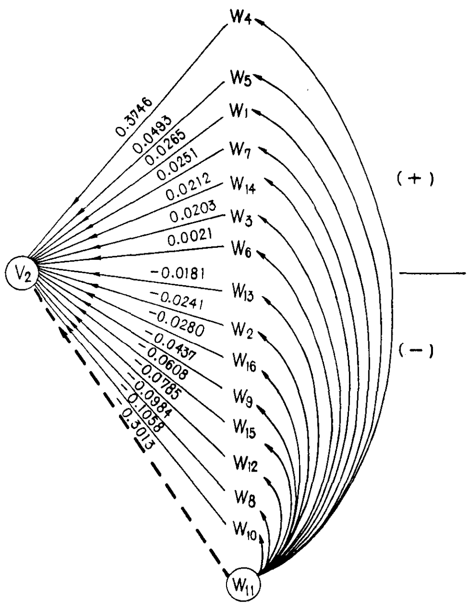
これより W_6 は，V_2 に対して直接的にも，間接的にも貢献していない．従って除いてもさしつかえないであろう．更に（Ⅰ）に属する W_2, W_3, W_7 も，それ自身では V_2 を表わさないのであって，他の V_2 に有意な影響をもつ W_i を通して見かけ上の影響を示すのであるから，これらも除い



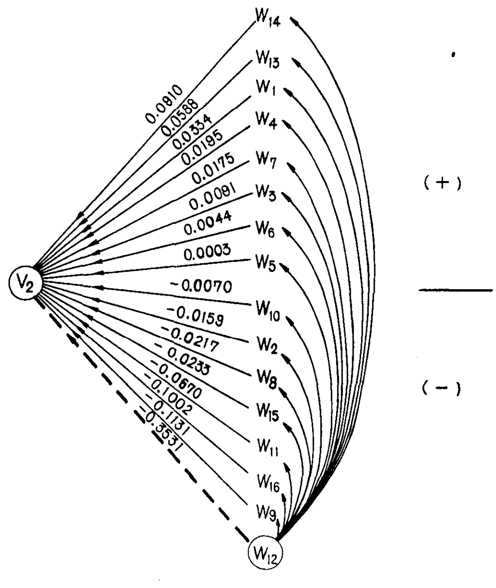
第 5.1 図．9　$r_{V_2W_9}=0.1866$



第 5.1 図．10　$r_{V_2W_{10}}=-0.1734$



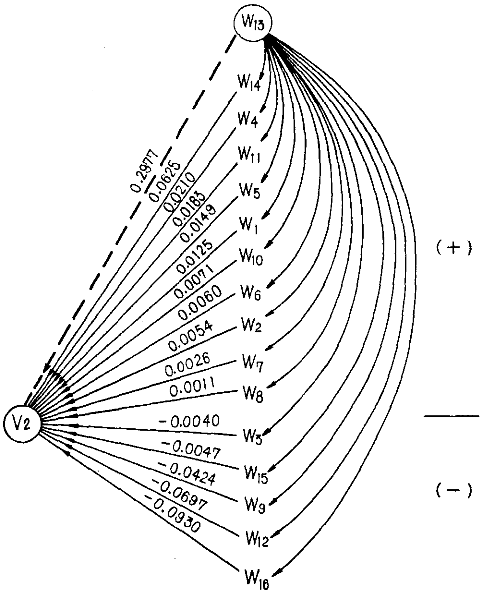
第 5.1 図．11　$r_{V_2W_{11}}=-0.2394$



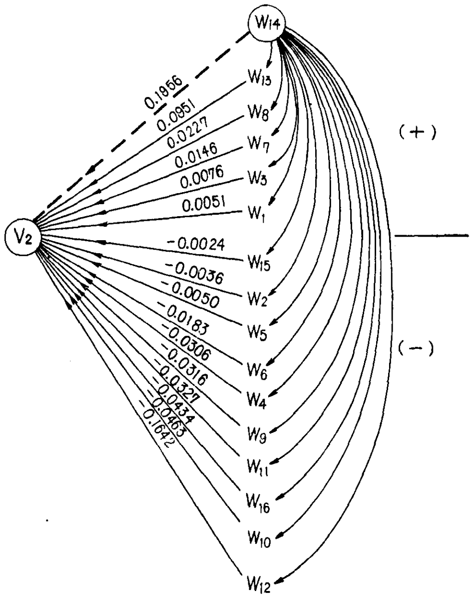
第 5.1 図．12　$r_{V_2W_{12}}=-0.4672$

てよさそうである．実際，16 個の側面的特性の中から，W_2, W_3, W_6, W_7 の 4 個を除いた 12 個の特性と，V_2 との関係を，線型回帰により改めて求めてみるとき

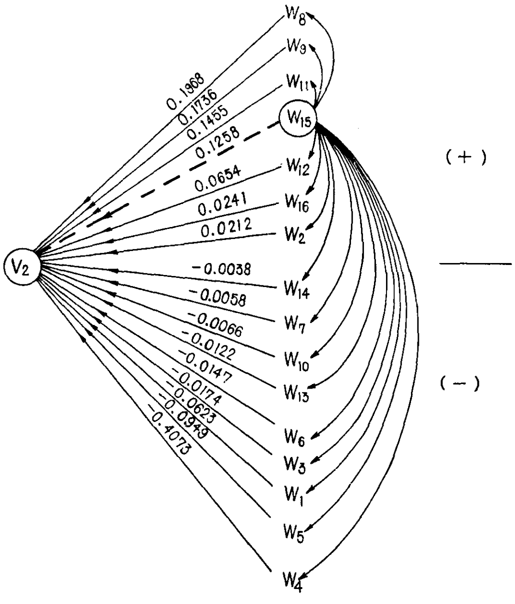
$$\begin{aligned} V_2-\bar{V}_2= &-0.0281(W_1-\bar{W}_1)-0.2445(W_4-\bar{W}_4)-0.0719(W_5-\bar{W}_5)\\ &+0.2882(W_8-\bar{W}_8)+0.1875(W_9-\bar{W}_9)-0.1827(W_{10}-\bar{W}_{10})\\ &-0.2531(W_{11}-\bar{W}_{11})-0.2962(W_{12}-\bar{W}_{12})+0.4182(W_{13}-\bar{W}_{13})\\ &+0.2056(W_{14}-\bar{W}_{14})+0.1049(W_{15}-\bar{W}_{15})-0.5465(W_{16}-\bar{W}_{16})\\ &+\varepsilon \end{aligned} \tag{5.7}$$



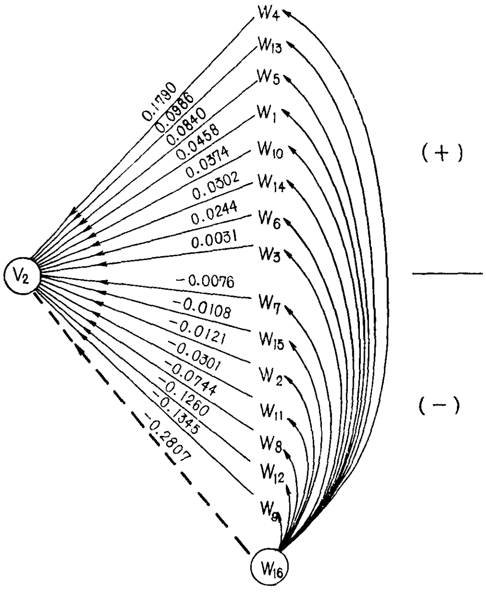
第 5.1 図. 13 $r_{V_2W_{13}}=0.2353$



第 5.1 図. 14 $r_{V_2W_{14}}=-0.0374$



第 5.1 図. 15 $r_{V_2W_{15}}=0.1285$



第 5.1 図. 16 $r_{V_2W_{16}}=-0.1738$

となり，重相関係数は $R=0.819$ と求まり，16 個の特性を用いた時と殆んど変らない．即ち，清酒の味の良さ V_2 を判断するのに，W_2, W_3, W_6, W_7 は除いても差支えないことがわかる．(5.3) 式と (5.6) 式とを比べてみると，両者で残された W_i の回帰係数は，それ程の変化を示していない．従って，第 5.1 図に示される関係は，強さの度合はそのままに，(5.7) から出発しても同じように保たれる．

§6. 清酒としての綜合的良さと，香り，味，色の良さの間の関係

本報告は，味覚判断に関する研究が中心課題であるが，U と (V_1, V_2, V_3) の間の関係もしらべたので，ここに簡単にまとめておく．

味の場合と同じように，香り，色についても，種々の側面的特性を吟味し，それらを綜合して，香り，色に関する全体的良さの判断に達する．清酒そのものとしての全体的な良さについての判断は，かく得られた味，香り，色についての良さの綜合的判断を，更に綜合することによって得られるのである．

先づ U と V_1, V_2, V_3 の間に，回帰分析を適用してみると，推定された回帰式は

$$U_\alpha - \bar{U} = 0.3631(V_{1\alpha} - \bar{V}_1) + 0.5724(V_{2\alpha} - \bar{V}_2) + 0.2588(V_{3\alpha} - \bar{V}_3) + (\text{残差}) \tag{6.1}$$

と得られる．この場合，重相関係数は

$$R = 0.9468 \qquad (R^2 = 0.8965)$$

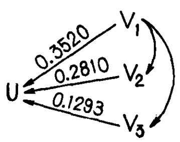
である．まづ全体的判断 U は，V_1, V_2, V_3 に関する判断により，しかも，一次的関係で充分よく表わされるとしてよいであろう．単位に依存しない関係に直してみると

$$u_\alpha = 0.3520\, v_{1\alpha} + 0.5031\, v_{2\alpha} + 0.2808\, v_{3\alpha} + (\text{残差})^* \tag{6.2}$$

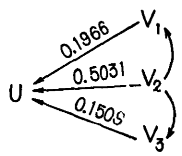
を得る．これを利用して，重相関係数の自乗に対する寄与量の分解を行うと

$$\left.\begin{aligned} R^2 &= p_{UV_1}{}^2 + p_{UV_2}{}^2 + p_{UV_3}{}^2 + 2p_{UV_1} r_{V_1V_2} p_{UV_2} + 2p_{UV_2} r_{V_2V_3} p_{UV_3} + 2p_{UV_3} r_{V_3V_1} p_{UV_1} \\ 0.8965 &= 0.1239 + 0.2531 + 0.0788 + 0.1978 + 0.1519 + 0.0910 \end{aligned}\right\} \tag{6.3}$$

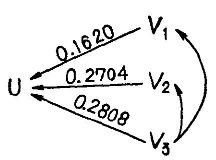
これを見てすぐわかることは，U に対して V_1, V_2, V_3 の何れも効力を持っているが，その中で味の良さを示す V_2 が中心的であり，次いで香りの良さを示す V_1，色の良さを示す V_3 は前二者に比べるとそれ程でもない．ただ V_2 との相関を通しての寄与分が可成りの値を示している（第 6.1 図参照）．更に V_i が U との間にもつ関係の内的構造をみるため，第 6.2 図で $r_{UV_i}, i=1,2,3$ の分解を示す．



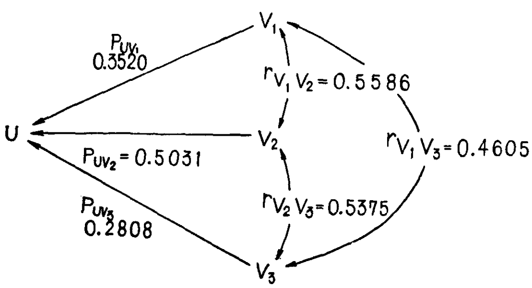
第 6.2 図. 1
$r_{UV_1} = 0.7622$



第 6.2 図. 2
$r_{UV_2} = 0.8508$



第 6.2 図. 3
$r_{UV_3} = 0.7132$



第 6.2 図

統計数理研究所