The method proposed was applied for the determination of the silver content in the Japanese silver coins and the by-products in copper refining process. In the former a method using a calibration curve (as shown in Fig. 4) was adopted and in the latter an addition method, in which a known amount of the element was

added in the sample as the reference was devised.

This method of radioactivation analysis is assumed to be applicable to the other elements which produce measurable amounts of the short-lived radioisotopes, with the half-lives of the order of ten seconds.

(Received Aug. 4, 1958)

クロラニル酸によるカルシウムの紫外線吸光光度定量

久保 彰治, 堤 忠一*

クロラニル酸を用いるカルシウムの比色定量に、紫外線光度法を適用した。マグネシウム、鉄、アルミニウム、酸など、クロラニル酸溶液の可視部の分光吸収特性を大きく変える物質は、クロラニル酸の紫外部吸収にはわずかな影響しかあたえない。純粋なクロラニル酸のみの吸収曲線と、塩類共存時の吸収曲線は、紫外部の特定波長でループをつくって交錯し、いくつかの isosbestic point に類するものが見いだされる。

それらの波長の一つ、248 m μ を測定に用いれば、各共存イオンの吸収におよぼす影響をほとんど除き得るから、問題はクロラニル酸カルシウムの沈殿を完全にすることだけに限られる。紫外部吸収を用いる光度定量法を設定し、植物灰と陸水に应用した結果、マグネシウムの量が一定範囲を超えない限り、正確な値が得られた。

クロラニル酸 (2,5-dichloro-3,6-dihydroxy-benzo-quinone) によるカルシウムの比色定量は、微酸性のカルシウム溶液に一定量のクロラニル酸溶液を加えて、クロラニル酸カルシウムを定量的に沈殿させ、溶液（もしくは上澄液）の吸光度の減少度を、もとの試薬溶液と比較して定量する方法であるが、従来から Tyner¹⁾, Gammon および Forbes²⁾, 著者ら³⁾, Frost-Jones および Yardley⁴⁾, Koroleff⁵⁾ らによって、その欠点が論ぜられていた。

すなわち、(i) クロラニル酸カルシウムの溶解度がやや大きく、ことにある種の妨害イオンによってその沈殿が妨げられる。(ii) クロラニル酸水溶液の色調は多くの共存イオン、たとえば H^+ , Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} などによっていちじるしく変り、このうち Mg^{2+} は実際上最も有害である。この (ii) の点は、クロラニル酸による比色法に避けたい問題で、Gammon ら²⁾ は、試料が含有すると同程度のマグネシウムを標準カルシウム溶液に加えることさえ提案している。

著者らはクロラニル酸水溶液の分光吸収曲線を測定中、紫外部のある特定波長では、クロラニル酸の吸収が、上にあげた妨害イオンの共存にほとんど影響されない事

実をみとめた。この原理を利用して、248 m μ の紫外部吸収によるカルシウムの光度定量法を設定し、植物体ならびに水中のカルシウム定量に应用して好結果を得た。

1 クロラニル酸の吸光特性

1.1 クロラニル酸

試薬のクロラニル酸は、Graebe および Weltner⁶⁾ の方法によって合成し、紅色の結晶を 100°C で乾かし、無水物としたものを用いた。

吸光度の測定には、すべて Beckman DU 分光光度計、10mm 石英セルを用いた。

クロラニル酸水溶液は、従来定量に用いられてきた可視部 530 m μ 付近のほか、紫外部の 280 m μ 付近に吸収極大を有し、さらに 230 m μ より短波長部に強い吸収がある。

Fig. 1, 2 の実線部のように、紫外部の吸収は可視部に比してはるかに強い。

1.2 共存イオンと吸収のずれ

以下、可視部の吸収極大 (530 m μ) の強さを大きく変化させたイオンが、紫外部の吸収にどのような作用をおよぼすかを検討した。

* 農林省食糧研究所：東京都江東区深川浜園町 2

Fig. 1 可視部吸収に対する H^+ , Mg^{2+} , Fe^{3+} の影響 (0.01% クロラニル酸 50 ml)

Fig. 2 紫外部吸収に対する塩酸, Mg^{2+} の影響 (0.001% クロラニル酸 50 ml)

クロラニル酸 0.001% 水溶液 50 ml に, 0.1N 塩酸 1 ml を共存させると, 吸収の変化は Fig. 2 のごとくで, これを 0.01% 水溶液を同様処理した場合の可視部吸収の変化 (Fig. 1) と比較すれば, 紫外部の変化は非常に少ない。しかも塩酸を含む場合と含まない場合の二つの吸収曲線は, 370, 315, 250 $m\mu$ の3点で交錯してループを形成している。

Fig. 2~4 では, こうした関係が他の妨害イオンについても成立するかを検討した。 Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} について, 紫外部の変化はいずれも可視部の変化よりはるかに小さく, しかも特定波長において吸収曲線群は交錯ないし近接して, その部分の吸光度は, これらイオンが共存してもほとんど変らない。いわば isosbestic point に類する点が存在している。

交錯点の波長はかならずしも一致せず, Mg^{2+} では 305, 290, 255, 248 $m\mu$, Fe^{3+} では 345, 310, 250 (近接) $m\mu$, Al^{3+} では 312, 255 $m\mu$ と, イオンによって区別であるが, そのなかで波長 250 $m\mu$ 付近では, いずれの曲線も非常に近接して, 吸光度の変化がほとんどないようにみえる。

0.005% 水溶液について, 250 $m\mu$ を中心にさらに詳

Fig. 3 紫外部吸収に対する Fe^{3+} の影響 (0.001% クロラニル酸 50 ml)

Fig. 4 紫外部吸収に対する Al^{3+} の影響 (0.001% クロラニル酸 50 ml)

細な測定を行った結果は, いずれも上記のことを立証した。 Fig. 5 はこの関係を示したものである。

このうち比較的影響の大きいのは鉄である。もちろん可視部の場合よりはるかに小さいが, Fe^{3+} の影響はピロリン酸塩でも抑えきれず, また Fe^{2+} の場合は徐々にクロラニル酸を還元して $C_6O_4H_4Cl_2$ に変えるため²⁾, みずからは Fe^{3+} に変化し, 吸光は時間とともにずれてゆき, ついには Fe^{3+} と同じ傾向になる。

なお食塩 1.35 g/50 ml は, 海水濃度の食塩の影響を見たものである。

1.3 Beer 則との関係

クロラニル酸の可視部吸収極大 530 $m\mu$ で測定した場合は Beer 則にしたがわなかったが, 紫外部の随意の波長でクロラニル酸は Beer 則に一致する。

2 カルシウム定量法

以上の原理を利用し, 後述する諸条件を考慮して定めた定量法はつぎのとおりである。

Fig. 5 250 mμ を中心とする紫外外部吸収に対する各種イオンの影響

0.005% クロラニル酸 50 ml 中に、それぞれのイオンを共存させたものについて測定

実線はクロラニル酸のみの吸光：以下はつぎの量を共存

I-a N/10 酢酸 10ml	V-a Al^{3+} 0.1mg
I-a N/10 塩酸 0.1ml	V-b Al^{3+} 0.6mg
I-b " 1ml	VI-a Fe^{2+} 0.07mg 添加直後
II-a Mg^{2+} 2.5mg	VI-b " 8時間後
II-b " 10mg	VII-a Fe^{3+} 0.1mg
IV-a NaCl 1.35g	VII-b Fe^{3+} 0.1mg + $P_2O_7^{4-}$ 20mg
	VIII-c $P_2O_7^{4-}$ 20mg (Na 塩)

2.1 試薬

クロラニル酸アンモニウム：クロラニル酸のアンモニア性濃溶液を、塩化アンモニウムで塩析してクロラニル酸アンモニウムを析出させ、汙過乾燥したもの。これを 0.1% 水溶液とし、冷暗所に貯える。2週間ごとに更新する。

酢酸：N/10。

カルシウム標準液：Ca 0.1 mg/ml に相当する塩化カルシウム溶液。

2.2 検量曲線の作成

50 ml メスフラスコに、Ca 0~0.8 mg の範囲で 0.1 間隔にカルシウム標準液を分取する。これに N/10 酢酸 1 ml, クロラニル酸アンモニウム溶液 5.00 ml を加えたのち、15°C 以下に 3 時間保ち、15°C 以下の水で 50 ml に希釈し、直ちに乾いた汙紙 (No. 5-A) で汉過する。汉液の最初の小部分を捨て、つぎの部分をとって 5 mm

の石英製液槽に入れ、248 mμ の吸光度を測定する。

カルシウム 0 mg の液の吸光度から、他の各溶液の吸光度を引いて、その差をプロットして検量曲線とする。1 例を Fig. 6 に掲げた。

Fig. 6 検量曲線

2.3 植物体中のカルシウム定量

植物体適量を 550°C で灰化する。試料中のカルシウムは約 10 mg 前後であるのがつごうがよい。灰を塩酸に溶かして加熱蒸発乾固したのち、N/10 酢酸 20 ml を加え、温めて溶解し、汉過水洗して 100 ml にうすめる。

その 5 ml を 50 ml メスフラスコにとり、クロラニル酸アンモニウム 5.00 ml を加え、検量曲線作成のときと同様に処理し、クロラニル酸カルシウムの汉液について同様に吸光度を測定する。一方、同時に試薬 5 ml および N/10 酢酸 1 ml を 50 ml にうすめたものの吸光度を測る。吸光度の差を検量曲線と対照して、カルシウム量を算出する。

2.4 水中のカルシウム定量

水の場合は試水 10~15 ml を 50 ml メスフラスコにとり、N/10 酢酸 1 ml, クロラニル酸アンモニウム 5.00 ml を加え、以下検量曲線作成もしくは植物体の場合と同様に処理してカルシウムを測定する。ただし、塩素殺菌を行っている水道水は、あらかじめ沸騰させて遊離塩素を追い出したものを用いないと、クロラニル酸が一部分解される。

3 定量条件の検討

本法が正確な結果を与えるためには、つぎの二要件が

満足されねばならない。すなわち, (i) クロラニル酸カルシウムの定量的沈殿, (ii) 共存物質による吸光変化の排除である。筆者らはさきにブロマニル酸が (ii) の点でクロラニル酸より有利であることを見たが³⁾, 紫外部の利用でこの点が大いに改善されるから, カルシウム塩の溶解度がより小さいクロラニル酸のほうが, 試薬として適当と考えられるので本報ではこれを使用した。

3-1 測定波長の選定

紫外部のどの波長を用いるかは, 主として共存イオンとの関係で決められるべきであり, H^+ , Mg^{2+} の影響のもっとも少ない 248 m μ を使用するのが実際上最適と考えられる。カルシウムの抽出に酢酸を使用しているの、波長が短くなると酢酸自身の吸収が現われる。1N 酢酸の吸収端は 255 m μ 附近にくるが, 本法のごとく酢酸の最終濃度が N/100 以下の場合には, 230 m μ まで事実上吸収は 0 に等しい。

3-2 クロラニル酸アンモニウム水溶液の安定度

クロラニル酸アンモニウム水溶液は時間とともに一部分解して, 吸光度が変化する。変化した部分はカルシウム沈殿にあずからないので, 測定同日ブランクを測る本法では, 分解物少量のうちは結果に影響しないが, 大量の変化を見ると, 試薬濃度を減じてぐあいが悪い。

試薬は冷暗所においてもときどき新調し, 夏の室温では 1 週ごとに新製する必要がある。

3-3 酢酸の許容濃度

可視部による比色では, pH によって吸光度が大きく変ったが, 紫外部 248 m μ を用いれば, pH の影響ということはもっぱら沈殿の溶解度に対する影響のみに限られる。したがって pH は一定である必要はなく, 「ある pH 以上」であればよいはずである。

カルシウム 0.5 mg, 0.1 mg の場合につき, 50 ml メスフラスコを使用して, N/10 酢酸共存量を変えてみたときの吸光度減少は Table 1 のとおりである。N/10 酢酸 1 ml 以下ならばカルシウム塩の沈殿も完全であり, 実際の定量的場合許容し得る。

この際クロラニル酸を試薬とすると, カルシウム塩の沈殿によって, H^+ 濃度が増大することを考慮して, 試薬としてクロラニル酸アンモニウムを選んだ。

3-4 沈殿温度と時間

この二つは可視部の場合と変らない。温度 0~15°C までは定量的沈殿を起すが, 20°C ではわずかに, 25°C

Table 1 酢酸添加量を変えた場合の吸光度減少の変化†

カルシウム (mg)	N/10 酢酸添加量 (ml/50 ml)					
	0	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0
0.5	0.512	0.512	0.513	0.508	0.506	0.504
	0.514	0.513	0.511	0.509	0.506	0.504
0.1	0.100	0.099	0.099	0.096	0.096	0.091
	0.098	0.098	0.099	0.098	0.094	0.092

† 0.1% クロラニル酸アンモニウム 5 ml, カルシウム 0.5 または 0.1 mg; 13°C, 3 時間放置後ろ過, 吸光度測定。

ではかなり沈殿が溶ける。

クロラニル酸カルシウムの完全沈殿に要する時間は条件により一定しない。クロラニル酸試薬とカルシウム塩のみの系では, カルシウムの量が特別少なくない限り, 15~30 分で沈殿は完結する。しかしカルシウムの量の少ないときや, 共存イオンのうちクロラニル酸カルシウムの沈殿を妨げるもの, すなわち, Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , 大量のアルカリ金属イオンなどの共存時は, 沈殿の完結に 2 時間を要する場合もある。

したがって測定には 15°C 以下で 3 時間放置する方法を採用した。

3-5 共存イオンの影響

共存イオンの妨害作用は, つぎの三つに分けられる。

- (i) 試薬の吸光度に大きな変化を生ぜしめるもの。
 - (ii) クロラニル酸カルシウムの定量的沈殿を妨げるもの。
 - (iii) クロラニル酸カルシウムと共同沈殿するもの。
- このうち, (i) は 248 m μ を採用することによって可視部比色法に比してはるかに問題が少なくなるが, (ii), (iii) は本法でもあいかわらず残る。

各種のカチオン共存の場合のカルシウム回収率を, Table 2 に掲げた。可視部での比色の場合¹⁾³⁾ に比較して, 共存イオンの影響ははるかに少なくなっている。いうまでもなく (i) の作用が小さくなったためで, Table 2 におけるカルシウム回収率の 100% からのずれは, ほとんど沈殿の不完全もしくは共同沈殿によるものである。

以下共存イオンの作用を, いくつかのタイプに分けて論ずる。

3-5.1 Fe^{3+} , Al^{3+} , Cu^{2+} この三つが吸収におよぼす変化は, 248 m μ でもなお完全に除き得ない。しかもこれらは比較的低濃度ですでにクロラニル酸カルシウムの沈殿を妨げる。 Al^{3+} においてとくにいちじるしく, 回収率の激減はこのためである。しかし植物体試料の場

Table 2 各種イオン共存時のカルシウム回収率

イオン	塩 類	添 加 イ オ ン 量 (mg)							
		0.005	0.01	0.025	0.05	0.25	0.5	2.5	5
Na ⁺	NaCl					99.6	99.4	99.4	99.2
K ⁺	KCl							99.9	99.8
NH ₄ ⁺	NH ₄ Cl							99.8	99.1
Li ⁺	LiCl			100.0	100.0	99.7	99.7	99.2	99.0
Mg ²⁺	MgCl ₂				99.9	100.0	99.4	70.4	23.9
Ba ²⁺	BaCl ₂	100.2	100.5	100.7	101.8	104.7	106.8		
Sr ²⁺	Sr(NO ₃) ₂	101.1	102.3	104.8	109.4	129.3			
Cu ²⁺	CuSO ₄	100.2	100.0	100.0	97.2	48.3			
Zn ²⁺	Zn(CH ₃ CO ₂) ₂	100.3	100.5	100.5	100.5	103.9			
Mn ²⁺	MnSO ₄	100.2	100.5	103.1	106.6	110.0			
Fe ²⁺	Mohr 塩	99.6	97.8	96.8	91.6				
Fe ³⁺	鉄 明 ば ん	99.0	96.8	93.7	86.4	51.6			
Al ³⁺	明 ば ん	100.2	101.5	98.8	75.2				

† カルシウム 0.5 mg について、本法にもとづいて定量したもの。13°C に3時間放置後透過、Fe²⁺ の場合は透過後直ちに吸光度を測定した。

合は、銅は元来その含量が微量であり、また鉄・アルミニウムも含量が少ないうえに、リン酸の存在のため、N/10 酢酸によっては抽出されず、供試液中の Fe³⁺、Al³⁺、Cu²⁺ の共存量がきわめて微小なので、実際の悪影響はむしろ少ない。

3.5.2 Fe²⁺ Fe²⁺ はクロラニル酸を還元して変化させるので、表面上カルシウム回収率は下る。この変化は時間とともに進むので、定量に際し不必要に長時間放置することは、Fe²⁺ による還元を進行させて回収率を下げることになる。ただし植物体の場合は、Fe²⁺ もまた N/10 酢酸にほとんど抽出されず、そのため Fe²⁺ の影響もまたわずかである。

3.5.3 Na⁺, K⁺, NH₄⁺, Li⁺ 非常に大量でも吸収に変化をあたえないが、高濃度ではやや沈殿を抑制する。リチウムはクロラニル酸の紅色をうすめる作用があるが、248 mμ の吸光にはまったく変化がない。

3.5.4 Sr²⁺, Ba²⁺, Mn²⁺, Zn²⁺ これらはカルシウムと共沈する。なかでもストロンチウムはほとんど完全に沈殿するので、その共存下では本法は行えない。

バリウム、亜鉛は共沈量少なく、マンガンも共沈量少なく植物体中の含量も低いので、問題は少ない。

3.5.5 Mg²⁺ 248 mμ を利用することにより、吸光度そのものの変化はなくなるが、Mg²⁺ はクロラニル酸カルシウムの沈殿生成を抑えるため、Mg²⁺ 高濃度のもとでは、カルシウム回収率は急激に下る。事実、カルシウム 0.5 mg に対し、Mg²⁺ を 0, 1.25, 2.50 mg をそれぞれ加えた場合、本法の条件で沈殿するクロラニル酸カルシウムを、重量分析によって測定すると、100 : 93.8 : 72.7 の比を示した。

植物体中にもマグネシウムはかなり多く、これは酢酸

Table 3 定量例と比較

試 料	Ca 定量値†		試料中の Fe†	酢酸抽出液中の Fe†	試料中の Mg†	Mg/Ca
	本法	容量法 ⁷⁾				
つ た(葉)	253	255.0	2.13	0	28.0	0.11
なつみかん(果皮)	141	141.5	0.26	0	16.2	0.11
ま つ(葉)	236	235.0	6.30	0	40.0	0.17
たまねぎ(葉)	102	101.8	0.76	0	18.5	0.18
たまねぎ(鱗茎)	33.1	33.1	0.12	0	8.5	0.26
か ぶ(葉)	87.0	85.5	1.05	0	30.4	0.36
に じ ん(根)	54.8	55.2	0.56	0	21.5	0.39
び わ(果肉)	18.9	19.0	0.34	0	10.7	0.56
なつみかん(果肉)	16.1	16.3	0.14	0	9.5	0.58
か ぶ(塊根)	19.9	20.4	0.25	0	13.1	0.64
きつまいも(塊根)	43.8	45.0	1.06	0	29.4	0.64
だ い ず(種実)	185	189.0	6.07	0	189.0	1.00
こむぎ粉	18.8	20.1	1.71	0.40	34.4	1.71
バナナ(果肉)	4.7	5.7	0.85	0	24.5	4.25
東京都水道水	1.58	1.55	—	—	—	—
"	1.24	1.25	—	—	—	—
東京都地下水	1.80	1.78	—	—	—	—
"	2.41	2.41	—	—	—	—

† いずれも試料 100 g 中の mg に換算。

で抽出されるから、本法の正確度をもっぱらマグネシウム共存量のいかんにかかっている。紫外外部吸収を用いることによって、マグネシウムがカルシウムの同量以下の部分は、はなはだ正確化したので、高等植物の葉や茎などについては、本法は満足な結果を与えるはずである。しかしマグネシウムの多い一部の種子、果実や菌類の試料については、なお大きな誤差を生ずることがあろう。

4 定 量 例

植物体および水について本法によってカルシウムを定量し、過マンガン酸容量法⁷⁾の結果と比較した。植物体については、酢酸抽出液中の鉄とマグネシウムを同時に

測定し, Mg/Ca の比をも算出して併記した. 鉄はほとんどのもので抽出されてない (オルトフェナントロリン法で不検出) ので, 本来植物体中にある鉄の多少は, 結果に関係ない. Table 3 の結果は, 試料をマグネシウム対カルシウム比の小さい順にならべたので, 結果の不正確なのは, すべてマグネシウムがカルシウムより多い試料であることがわかる.

文 献

- 1) E. H. Tyner: *Anal. Chem.*, **20**, 76 (1948).
- 2) N. Gammon, Jr., R. B. Forbes: *ibid.*, **21**, 1391 (1949).
- 3) 久保彰治, 堤忠一: 食糧研, No. 2, 145 (1949).
- 4) R. E. U. Frost-Jones, J. T. Yardley: *Analyst*, **77**, 468 (1952).
- 5) F. Koroleff: *Finska Kemistsamfundets Medd.*, **60**, No. 3/4, 56 (1951); *C. A.*, **46**, 7929 (1952).
- 6) K. Graebe, W. Weltner: *Ann.*, **263**, 34 (1880).
- 7) 久保彰治, 堤忠一: 食糧研, No. 5, 171 (1951).

☆

Ultraviolet photometric determination of calcium by chloranilic acid. Shoji KUBO and

Chuichi TSUTSUMI (Food Research Institute, Ministry of Agriculture and Forestry)

Ultraviolet absorption photometry was applied to the determination of calcium by chloranilic acid.

The ions that gave considerable shifts in the absorption spectrum of chloranilic acid solution in the visible region, such as Mg^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , and H^{+} , were found to have very little effect on that in the ultraviolet region. The ultraviolet absorption spectra of chloranilic acid and of metal chloranilates were found to cross each other at definite wavelengths, as if they had some isosbestic points of spectra.

Using a wavelength of $248m\mu$, the interference of coexisting metals in the absorption of chloranilic acid was almost completely avoided, the only problem left being to accomplish perfect precipitation of calcium chloranilate, the solubility of which was small in cold solution.

Calcium in water and in plant ash were determined by the authors' method, calcium being directly precipitated from the sample in the former, and from acetic acid extract in the latter. Good results were obtained in the presence of a limited quantity of magnesium.

(Received Sept. 11, 1958)

新 刊 紹 介

F. Daniels, R. A. Alberty 著 “Physical Chemistry”

Modern Asia Edition, p. p. viii+672 C. E. Tuttle Co. Tokyo, ¥ 1000, (U. S. Edition \$ 6.50)

1957 年秋アメリカのいくつかの大学では新しい化学の教科課程を発表している。それは人工衛星の飛ぶ前から企画されていたことであるが、大学課程における化学のありかたにかねてからいろいろの問題がおきていたからである。そのいくつかの大学の案で共通していることは、初歩の有機化学や物理化学をできるだけ早く終え、そのあとに高度の化学の各学科をもってくるという案である。その高度の化学のなかに分析化学が入っている。

近年の分析化学の使命はきわめて重大で、基礎化学の一部におしこめておけないことが明らかになったことを表すものにはかならない。すなわち分析に使用される機器にしても、それらの使用目的にしても最先端のものであり、分析に利用される物質の特性反応にしても初級の化学的知識ではまとめかねるものが多い。それらの欠陥をうめるに機器の性能に関したいろいろの物理学的な基礎知識ももとより欠くことはできないが、水溶液、非水溶液中のイオンの行状を知るうえにやや高度の無機化学を必要とするであろう。これについては Th. Moeller の *Inorganic Chemistry, An Advanced Textbook* (Modern Asia Edition, ¥ 1400 がでている) がある。

ここでとくに問題としたいのは高度のしかし、あまり専門的でない物理化学の本である。その本として表題に掲げた Daniels らの本はきわめて有益であり、ことに極東版が出たことはわれわれにとってはありがたいことである。この本の最新版は Wiley の 1955 年版である

が、そもそもこの本は約 45 年前からアメリカを風靡していた親切的な物理化学入門書であった。その最初の著者は F. Getman で、その後数回の改訂後 1930 年に Daniels が改訂の責任をとり近年物理化学の分野が思いがけない方面にひろがるにつれ、有力な多くの協力者とともに重要な問題を理解するうえに重要な案内をしている。

内容は 670 ページに 20 章盛られているが、その表題を記すことは内容を理解するうえに無駄でないであろう。

1. 序論 2. 気体 3. 結晶 4. 分子構造と物理的性質 5. 熱・仕事・熱容量 6. 熱化学 7. 熱力学 8. 液体 9. 溶液 10. 不揮発性物質の溶液 11. 均一系化学平衡 12. 不均一系平衡 13. 化学反応速度論 14. 電気伝導度 15. 起電力 16. イオン平衡 17. コロイド 18. 量子説 19. 光化学 20. 核化学 附録 (式の誘導法など)

各章は大部分 30 ページ以上からなり適度の行きとどいた説明があり、内容を理解するために必要な計算問題の例題は多くとり入れられ、別に要領を得た計算問題が数多く入れられてある。その点 Getman 以来のやりかたを継承している。また各章の終りにつけられてある参考書は豊富でその方面の詳しい調査をはじめようとするときもよい参考になる。

そうした意味からもこの本は物理化学の入門書としても、さらにまた専門外の人々の座右には欠くことのできない本である。

(白井俊明)