メジャーエレメントの分析法としての発光分光分析

大 藤 能 親*

(昭和 33 年 8 月 7 日受理)

Emission Spectrochemical Analysis for the Determination of Major Elements

Yoshichika OHTO

(Industrial Research Institute Osaka Prefecture, Osaka)

In determining major elements by emission spectrochemical analysis, if the content of every other constituent element is small, no serious problem arises. But, if otherwise, the higher the content, the more the precision and accuracy of measurement are required.

As for the precision, it is of late almost unquestionably high since Quantometer has come into use and development and improvement have been made on equipments such as photoelectric direct reading device and a few others, enabling the application of emission spectrochemical analysis to be made widely in the field of high alloy and non-metallic compound studies.

But, when it comes to the analysis of complex high alloys, despite the use of multi-source emission that affords much better accuracy than with the conventional Feussner type emission method, numbers of standard samples for every alloy range are to be prepared in special cases to prevent the fall in accuracy by metallographical reason.

In the case of high alloys, improvement of accuracy by simplifying the measuring method and of technique of preparing samples to avoid segregation as much as possible is considered important as the remaining problem.

For non-metallic compounds, good precision and accuracy are now being obtained by fusing and homogenizing the material with lithium carbonate and borax, grounding and mixing it with graphite powder, then briquetting, in preparing the sample for analysis.

1. 序 論

写真測定法による発光分光分析法は今日まで極微量元素から数%止りの定量分析には広く採用されて来た。メジャーエレメントを定量するに当つて各添加元素の含有量がこの程度以下であれば写真測定法でも可能であるが、含有量が多くなれば精密度、正確度の点よりして次第に困難になるから当然分析の装置、方法に改善がなされねばならないのであるが、主要な点を要約すれば次の三項目になるであろう。

- 1) 可検試料中の成分分布状態が極めて均質で放電箇所がその試料の成分含有量を代表していること。
- 2) 分光分析装置の定量精密度が高いこと。
- 3) 可検試料を放電し各成分元素を気化し、励起するとき共存元素、試料履歴によつて影響されず正確度が高いこと。

近年カントメーターをはじめとして種々の光電直読式分光分析装置が登場するに及び、その優秀な精密度、正確度をもつて高含有量成分が実用的に定量可能となり、発光分光分析の応用面が著しく広がった。光電直読式分光分析装置は今日では色んな型式のものが各社より発

売され夫々特長を有しているが、この詳細な機能上の問題については省略し、カントメーターを一例としてメジャーエレメント定量用としての進歩した個所をのべ、今後の残された試料製作法の問題並に近年発達しつつある非金属物質への応用法について述べることにする。

2. メジャーエレメント定量用としてのカントメーター

カントメーターを従来の定量分光分析と各部に亘つて比較するとき非常に沢山の進歩、改良の跡が見られる。例えば試料電極取付台に Petrey Stand を採用して電極保持の機構が完全となり、光学系上からも精密度を向上せしめたとか色々の点をあげることが出来る。併し乍らメジャーエレメント分析法としての最も顕著な進歩は次の4項目をあげることが出来るので、以下これについて述べよう。

- a) Prism の代りに Grating の採用による Background の減少。
- b) 光電子増倍管を使用し直読式にしたがための測光

* 大阪府立工業奨励館

精密度の向上^{1) 2) 3) 4)}.

c) Sum Corrector による定量値補正法の採用^{5) 9) 12)}.

d) Multi Source 発光装置の採用による正確度の向上^{6) 7) 8)}.

2. a.

カントメーターには Prism で分光しないで Concave な Grating が使用してある、この方法を使用して有利な点は、分散度が各波長域にわたつて等しい為に二次スリットの背後の反射鏡、光電子増倍管の配置が容易になるという機構上の有利性があるが、メージャーエレメント定量という観点よりすれば Background が Prism 分光に比較して非常に少く、従つて Line to Background Ratio が大であり、定量値の精密度、正確度を高める上に極めて有利である。

2. b.

光電直読式の有利な点は今更述べるまでもないが、写真測光法では乾板の銀粒子の大きさとその分布性の外に現像処理方法、測光法等より相当の誤差が入る²⁸⁾。これが定量値に及ぼす影響は無視出来ぬ程度であるに反し、光電直読法では Table 1 の如く 0.07~0.15% 程度であるから實際上無視して差支えない程度である、掲載した表は各成分元素の検量線を求め定量可能な状態に維持している際にランプテストによつて求めた値であり、各成分元素の定量値より求めた標準偏差率に比較すれば極めて僅少である。

カントメーターを用いて実地に 4—6 真鍮中の Zn が Table 2 の如く化学分析値に対し比較的僅少のパラッキをもつて定量出来ることは高合金についても正確度、精密度に関して既に実用化可能の段階になつた事を示しているといえるであろう。現在のカントメーターでは装置の光学系の調整が完全であれば定量値の再現性の良否は試料製法、発光法にかかっているといつて差支えないであろう。

2. c.

写真測定法による発光分光分析法では含有量の少い範囲で定量するため標準試料中の主成分元素間の含有量にもそれ程差がなく、従つて定量値の補正という問題はあまり取上げられなかつたが、可検成分元素の含有量が多くなるに従い補正法の適用なくしては殆んど正確な定量値を求めることが出来なくなつた。カントメーターの Recording System に Sum Corrector が設置してあつて簡単迅速に補正値が求められる様にしてある。併し標準および可検試料の主成分元素の比率が 96~104% の範囲内に止つていたので、より一層広範囲の補正の方法と

Table 1. Reproducibility of each channel.

Recording Time	Tube No. 2	Tube No. 1	Tube No. 3
34.8	69.2	66.8	57.2
35.0	69.4	67.0	57.2
35.0	69.3	67.0	57.2
35.2	69.4	67.0	57.2
35.0	69.3	67.0	57.2
35.2	69.3	67.0	57.2
35.2	69.2	66.8	57.3
35.0	69.2	67.0	57.2
35.0	69.4	66.8	57.2
35.0	69.2	66.8	57.3
Mean Value	69.29	66.92	57.22
Reproducibility (%)	0.13	0.15	0.07

Table 2. Reproducibility of Zn in brass.

Chemical analysis		37.14%	30.89%	38.54%	21.48%
Repeated number	1	37.30	30.75	38.55	21.52
	2	37.00	30.89	38.70	21.48
	3	36.90	30.83	38.51	21.30
	4	37.14	31.07	38.65	21.45
	5	37.33	30.75	38.47	21.55
	6	36.94	30.98	38.55	21.48
	7	37.60	31.07	38.47	21.55
	8	36.85	31.20	38.47	21.52
	9	37.16	30.88	38.40	21.45
	10	36.98	30.93	38.76	21.45
Mean value (%)		37.12	30.93	38.55	21.48
Reproducibility (%)		0.63	0.46	0.27	0.34

- 1) M. F. Haslar, H. W. Distert: *J. Opt. Soc. Am.*, **38**, 751 (1944).
- 2) M. F. Haslar, R. W. Lindhurt, J. W. Kemp: *J. Opt. Soc. Am.*, **38**, 789 (1944).
- 3) M. F. Haslar, R. W. Lindhurt, J. W. Kemp, M. C. Kraushaar: *J. Opt. Soc. Am.*, **39**, 1060 (1949).
- 4) 大藤, 笹倉, 浜口: 分光研究 第 10 号 (1954) 48~50.
- 5) M. F. Haslar: *J. Opt. Soc. Am.*, **39**, 1062 (1949).
- 6) M. F. Haslar: *J. Opt. Soc. Am.*, **33**, 688 (1943).
- 7) M. F. Haslar: *J. Opt. Soc. Am.*, **34**, 21 (1944).
- 8) 大藤, 浜口, 松本, 吉仲, 仲尾: 日本金属学会誌, 第 19 巻, 第 12 号 (1955) 696~700.
- 9) " : " 第 19 巻, 第 12 号 (1955) 700~703.
- 10) " : " 第 20 巻, 第 6 号 (1956) 315~319.
- 11) " : " 第 21 巻, 第 1 号 (1957) 40~43.
- 12) " : " " " (1957) 43~46.

しては計算法、図式法をもつて行うことが出来る。銅合金の場合には例えば 50~90% の Cu の相違に対してでも適用する事が出来る。従つて金相学的影響が定量値にないときは標準試料の種類も節減することが出来るけれども、日常の定量に於て単にこの様な補正のみでは解決出来ぬ現象が往々経験される所である。銅合金についての研究により共存元素の影響がある場合には予め試料を溶液化して影響を除去した後、本法による補正法を講ずればはじめて正確な定量値が求められることが明らかとなった。

2. d.

試料製作履歴が異るとか共存元素が存在するときには定量値が化学分析値と著しくことなる現象がある。カントメーターの使用により定量値の精密度が向上するに従い、金相学的影響のある場合とそうでない場合とが逐次各合金中の各元素について判つて来た^{9) 11) 12) 15)}。

発光法の研究には精密度の向上と同時に正確度の向上も目指しているが、正確度の方は特に電極材質の金相学的問題と深い関連性があるので切離して考えられぬからカントメーターに採用されている Multi Source 発光法を従来の Feussner Type の発光法と比較しつつ述べよう。

試料電極の試料履歴がことなるか或は標準試料系に無い他元素が可検試料中に含有される場合、数多くの実験研究の結果を総合して考えられることは主成分元素、可検元素の輝線強度が異常に変化する場合があることである¹⁶⁾。カントメーターの場合についていえば主成分元素の輝線強度を光電流に変え Integrator に充電する時間が標準のものと変ることを意味する。この様な場合には試料電極の機械的性質特に硬度上の異常性が認められることが多い。経験を積み重ねる事により金相学的な問題は未然に大体予知出来るけれども、現在の所一般には標準試料と可検試料とは成分的にも金相学的にも可能な限り近似せしめて影響を避けている。理想的な発光法によつて火花間隙の気化並に励起条件を制御し、輝線強度が単に成分含有量によつてきまる様な発光法は未だない様である。

発光法については従来非常に多くの方式が研究され優秀な発光法も発表されて来たが、カントメーターの High Precision Source Unit に附属する Multi Source はこの中の一つと考へて差支えないであらう。

従来より最もよく知られた Feussner 発光法は精密度に関しては非常に申分のない発光法といえるであらう。カントメーターの High Precision Source Unit 中組ま

T₁: Trans. (Initiator) G: Analytical gap
T₂: Trans. O: Oscillograph
V: Rectifier S: Rotary gap

Fig. 1. Multi source circuit.

れた High Voltage Spark Source は Feussner と大体同様な蓄電火花発光法である。

この発光法は例えばアルミニウム地金等の定量分析には良好な結果が得られるが、併し高合金の分析には正確度の点よりみて精密度程には良好な発光法ではない様に思われる。Feussner Type の発光法は火花間隙電圧が高いに拘わらず火花間隙の電流値は極めて低い。即ち標準発光条件である $V_2=12000V$, $C=0.003 \mu F$, $L=0.08 mH$ では実験の結果によれば電流継続時間が $27 \mu sec.$, 最大電流値は $75 mA$ 程度である。これは必然的に試料電極の気化作用が極めて少いことを意味している。

Feussner Type の様な蓄電火花法に於ては顕微鏡写真に利用される Cathodic Etching に類似の現象も若干含まれているのが認められる場合もあるし、気化作用が少いために試料履歴、共存元素の影響をうけ気化条件も試料ごとに変わり易く、又電極表面の組織状態によつては原子濃度比も影響され易い。火花間隙の条件が変れば発光条件はたとえ一定条件下で放電しても励起条件も変り、放電の性質は火花的にも又弧光的にもなるから当然輝線も性質に応じてその強度が変化する。カントメーターでは写真測光法とはことなり線対の撰択に制限をうけ、一本の主成分元素の輝線に対する夫々各成分元素の輝線の強度比で定量するから、この様な変化に対しては写真測光法よりも不利である。以上金相学的な影響を除去するためには或程度気化作用が大でなければならぬ事が判るが、さりとて直流弧光法の如き発光法では気化作用の規則的な制御が不正確になり勝であるから精密度が良好でない。一般に精密度と感度を両立させることは困難であるが、Multi Source では Feussner Type の規則正

13) 大藤：日本金属学会誌，第16巻，第8号（1952）461～463.

14) "：" 第18巻，第8号（1954）480～482.

15) "：" 第20巻，第12号（195.）683～687.

16) "：" 第20巻，第12号（195.）687～691.

しい高速度断続装置を採用すると同時に **Trigger Type** の発光法を採用し比較的高電流を C, L, R の撰択により流しうるから、気化作用も相当大きいので試料電極の金相学的影響を或程度除きうる。前にも記した如くカントメーターの発光装置には **Multi Source** の外 **High Voltage Spark Source** も附属しているが、**High Voltage Spark Source** で高合金に対し所謂きれいな検量線が描けない場合 **Multi Source** によつて解決した例が少くない。現今ではカントメーターの大部分の **Report** が **Multi Source** によつたものであるということによつてもその一端がうかがえる。

Multi Source を使用し写真測光法により鉄鋼中の **Cr** (1~30%) の検量線を求めれば光電直読式でないため精密度の低下はあつても検量線がきれいに描ける点よりして正確度を高めるため写真測光法にても相当の利用価値がある様に思われる。

3. 試料製作法

メジャーエレメントの定量には試料の製作法が特に重要なことはいうまでもない。カントメーター用の試料電極は **Disk Type** (非金属の分析に於ける **Briquette** 試料もこの中に含まれる) の外 **Pin Type** のものや削り屑を圧縮したもの、溶液に対しては **Rotated Electrode** 法も使用出来る。**Disk Type** のものと **Pin Type** の優劣は仲々決定し難いが、発光分光分析法の特長の一つである迅速性という点と仮令試料放電面で若干の偏析があつても同一面を繰返し定量することにより成分偏析から来る誤差を減少せしめるという点で、特殊な研究を除いては **Disk Type** のものが一般に多く使用される現状である。**Disk Type** の試料についてみても製作法には鑄造したままのものもあるし圧延加工したものもある。今日では標準試料電極は、米国の **National Bureau of Standard** や英国の **Bureau of Analyzed Samples Ltd.** 等から発売されているが、**Pin Type** を主体にしているものが多い。金属合金では標準試料製作にあたり偏析¹⁷⁾という問題を切離して考えることが出来ないから信頼性のある分光用標準試料の製作、特に **Disk Type** のものの大量製造は至難な問題といわねばならない。しかも成分元素の配合範囲が実用合金の範疇を甚しく外れている場合とか、標準試料の製造上の履歴が可検試料のそれと異るときは、正確度の面から定量値の信頼性が乏しくなるから入手して直ちに役立つ標準試料の数は案外少いのが普通である。カントメーターの製作者である **A. R. L.** 社でも標準試料は自工場で可検試料と同一条件下で注意

して製作する様推奨しているのもこの点から来ている様である。

標準試料系の主成分含有量は略同様に揃えることが出来れば後の操作が非常に楽になるが、そうすれば可検成分の元素の含有量比率に無理を来し、実用合金の範疇を脱するものが出来きれいな検量線が得られないことが多い。これは高合金になる程甚しくなるから標準試料の配合には注意が必要である。なるべく標準試料系を沢山こしらえる事によつてこの問題は解決出来る。カントメーターの応用範囲を拡充する上に常につき当る障壁は良質な標準試料の製造と入手という事である。自工場製のものと市販の金属材料中から精密度が良好なものを撰び出して数カ所で入念に **JIS** 標準化学分析法で分析し標準分析値を求める。

これらの試料を用いて夫々或成分元素に関する検量線を作製するが、最も信頼性のある標準試料をもつてこの検量線で正確な定量値を与えるかどうか検討する。

カントメーターでは光電子増倍管の感度の時間的変化がどうしても長時間の間には生ずるから、検量線の形状も変るため時々 **Restandardization** を或成分元素含有量の上限、下限のものを2個使用して行かうが、標準試料中の成分元素の偏析が甚しい程光電子増倍管の感度変動の実態を知る事が困難になる。

成分的偏析を防止するため試料に対し熱処理、加工等の操作を施して可及的に減少せしめる方法が最も妥当な方法の一つと考えられる。圧延した板材では組織は微細化し偏析は圧延の程度に応じて減少するから鑄造試料より定量値の再現性が一般に良好である。従つて熱処理、加工した標準試料より求めた検量線を用いて鑄造した可検試料を定量分析して正確度上に何等影響のない場合には標準試料を熱処理加工して作製することが出来る。併し一般的には前にも述べた如く標準試料と可検試料とは成分組成的にも製作履歴上からも出来る丈け等しい事が望ましいから熔湯を汲取つて炉中の金属を品質管理する様な場合標準試料も鑄造状態で作製する方が望ましい。可検試料は大きな炉では大きい意味での成分組成の均一性を見るため十分に多数の試料をとらなければならない。

数年前 **A. R. L.** 社ではカントメーター使用者側と提携して種々の試料鑄造法の研究を行つていたが、それらの結果を総合すると試料電極放電面の均等性は放電面を急冷して鑄造する程良く、従つて定量値の精密度がすぐれているとされていたが、1957年3月米国 **Pittsburgh** で **A. R. L.** 社主催でアルミニウム生産業者間のカント

メーター用試料電極作製法に関する懇談会が開催された際 C. J. Clausen (Kaiser Aluminium & Chemical Corp.) は Book Mold, Center Power Mold, Center Pour Copper Bottom Mold で比較した結果 abnormal variability は型によつて変らないが, normal variability は Copper Bottom のものがすぐれ, 又 abnormal variability は 2 個 鑄造したものの中 最初のものに 甚しいからこれは捨てるべきであると報告している. 併しこの様な方法で鑄造した場合放電面から内部にかけての成分元素の分布状態は個々の試料について充分吟味, 検討した上で標準試料として使用する必要があると思う.

可検試料の方は標準試料に準じて作製すればよいが, 可検試料作製上の履歴が不明であるとか著しい偏析のある可検試料では成分的に変らない様配慮して一度 Re-melting した後急冷して鑄造し使用することが出来る.

カントメーターの使用で精密度が向上したことは前述したが, 極端な表現法によれば装置の各部が完全に調整され, 且満足すべき状態で運転されていれば, 個々の試料より得られる標準偏差率はとりも直さず各試料放電面の各部における偏差の状態を示しているときと言えるから標準偏差率は或特定試料に対する精密度である.

以上は金属合金の場合について述べたが, 非金属質を定量分光分析するときは適当な Flux を加えて完全に透明なガラス状態に熔融し固化後, 粉碎しよく機械的に混合して使用するから金属合金程には偏析はないものと思われる. 金属合金の場合試料電極の偏析を完全に解決する方法としては溶液又は熔融状態^{13) 15) 18)} に於ける定量分光分析であるという風に考えられる. 特に高周波熔融法¹⁸⁾ では迅速に熔融する事が出来, 且試料の攪拌が充分であるから技術的な問題が解決出来れば理想的であろう. 又溶液或は熔融試料では試料履歴, 共存元素の影響が消去¹⁶⁾ 出来るから熔融状態下に於ける分光分析は今後に残された興味ある問題と思われる.

4. カントメーター無機物質定量への応用¹⁹⁻²⁷⁾

従来無機物質の分光分析法としては炭素電極に試料を充填して発光せしめる方法が行われて来た. 本法は試料材質の気化, 励起がとかく不揃で当然精密度も良好とはいえない. 又多くの文献の示す如く Matrix Effect があつて試料材質の物理的, 化学的性質の相違が正確度に影響する. 例えば Al_2O_3 の状態が α か γ かによつて検量線も形状をことにする²⁶⁾.

併し A. R. L. 社の M. F. Hasler 等¹⁹⁾ は次の方法を発表し, カントメーターを用いて定量すれば精密度,

正確度共に高く, スラッグ, セメント, 硝子其他の高含有量無機物の品質管理を可能とした.

即ち本法ではこれら無機物質は或程度粉碎して試料の均質化をはかり例えば試料 1 に対し炭酸リチウム 0.5, 無水硼酸 0.5 を加へ白金坩堝中で熔融する. 熔融物は透明となり完全均質化する. 熔融物をステンレス鋼板上に流し急冷固化後粗砕し瑪瑙乳鉢で機械的に粉碎後篩分けし (完全に試料の均質化がはかられているから篩上, 篩下では成分上の差はない) 10μ 以下のものを採り, これに純 Graphite Powder (National Carbon 社の SP 1 の如く Briquette して固化するもの) を等量加えてよく混合した後 Briquetting Machine (A. R. L 製) を用いて 80000 lbs/inch^2 の圧力で普通 $\frac{1}{2}$ 吋の試料を作製する. これを適当な Holder にはめた後は常法の如く放電, 発光して定量するのであるから, 単にカントメーターのみならず従来の写真測定法の分光分析にも応用する事が出来る. 本方法では試料の均質化は充分であるが, 試料を熔融後粉碎したときの粒度, 試料に対する炭酸リチウム, 無水硼酸の混合比率, 混合の程度 Briquette する際の圧力等の最適条件を撰べば可成り良好な精密度が得られる. 本法の応用範囲は極めて広いが, 一例としてポルトランドセメント中の各成分元素を定量した場合の精密度を Table 3 にかかげる.

5. 結 言

メジャーエレメントの発光定量分光分析は可検成分元素の含有量が少量の場合は写真測光法によつても可能であるが, 含有量が多くなるに従い精密度, 正確度の点よりして定量が困難となるが, カントメーターの出現に伴い種々装置上, 方法上の進歩, 改良の結果, 金属合金並に無機物質に対して実用上可能となつたとはいえ, 分析装置にかかる以前の問題たる試料電極の均質性の良否

17) 万谷: 大工奨館報 No. 8-1 (1956) 25~29.

18) Leod, Frederickson, Jr. & J. R. Churchill: *Anal. Chem.*, **26**, 5, 795~800 (1954).

19) M. F. Hasler & F. Barley, Jr.: Applied Research Lab. Glendale, Calif. "The Direct-Reading Analysis of Steel-Making Slags"

20) 松本, 大藤: 大工奨館報 **18**, 21 (1957).

21) 松本, 大藤: " **18**, 26 (1957).

22) 松本, 大藤: " **18**, 29 (1957).

23) 松本, 松田: 分析化学, 投稿中

24) 松本, 大藤: 大工奨館報, 投稿中

26) 高瀬, 大藤, 松本, 竜門: " 投稿中

27) 松本, 大藤: " 投稿中

28) 飯島: 分光研究. 第 10 号, 33 (1954).

Table. 3. Reproducibility of Various Components in the Portland Cement.

No.	SiO ₂ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MgO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	CaO (%)
1	21.60	2.27	1.45	4.58	63.20
2	21.45	3.32	1.51	4.62	63.90
3	22.10	3.25	1.51	4.62	63.90
4	21.70	3.45	1.44	4.64	64.10
5	21.65	3.27	1.48	4.64	63.59
6	21.75	3.43	1.52	4.57	63.90
7	22.70	3.43	1.47	4.61	63.50
8	21.55	3.43	1.48	4.50	63.30
9	20.75	3.30	1.41	4.67	63.30
10	20.90	3.27	1.47	4.62	63.90
Mean value (%)	21.60	3.34	1.47	4.61	63.65
Chem. Anal (%)	21.55	36.3	1.50	4.48	63.87
Reproducibility (%)	2.20	2.46	2.35	1.04	0.51

が金属合金中のメジャーエレメントの定量が更に正確に行えるか否かの鍵を握っている様に考えられる。無機物質への応用例が示す様に、試料を完全に固溶体の状態にもつて行くことが最良であるということは当然の事と思われるが、金属合金の場合にはこの様な状態で試料を作製することは望めないため、試料を溶液或は熔融状態

にもつて行けば試料の均一性と同時に試料履歴、共存元素の影響の問題が解消するから技術的の面で解決すれば一方法と思われる。現在発光分光分析の応用が優秀な標準試料の入手困難のために阻害されていると考えられる面が少くないので、組織的に見て無理のないすぐれた標準試料系の作製方法の研究と製作が望まれる次第である。

(21 頁より—ユネスコクーポン制度—続き)

Saar	×	×	×
Sweden	×	×	×
Switzerland	×	×	×
Thailand	×	×	×
Tunisia	×	×	×
Turkey	×	—	—
United Kingdom	×	×	×
U. S. A.	×	×	×
Viet-Nam	×	—	—

ユネスコ、クーポンは日本学術振興会（東京都台東区上野公園日本学術会議内 Tel (82) 4,522. 4,523）で取扱っている。希望者は同会ユネスコ課に申請用紙があるから、申込めばよい。これに必要事項を記入し、同会に提出すれば審査の上（④は毎日，③，②は一週間に1回審査をする）これを公定相場による円貨でクーポンを販売する。その際購入者は同会に対しクーポンの購入額の4% の手数料を支払うことになっている。このクーポンに購入者の住所、氏名を記入して先方に送ればよい。尚、詳細は同会発行の説明書を請求の上参照されたい。