資 料

水系色材による表面加工 UDC 667.633.22

Aqueous Surface Coatings

国 米 惇*・石 野 博 吉*
KOKUMAI Jun ISHINO Hirokichi

1. コーティングとプリンティング

水系色材は各種の応用分野でたとえば非水系における公害問題などもあって、水系としての特色を踏まえながら、ますますその加工剤分野における重要性を増してきている²⁾。この水系色材による表面加工の仕事は非水系色材の場合と同じ技術基盤の上で仕事をしていながらその相互の認識は浅く、したがって共通問題特に基礎技術の解明も遅れがちであった。近年各分野での研究はかなり進んできており、これらにポイントを絞りながら結びつけることは今後の技術推進に有益であると考え、ここでは表面加工としてのコーティングおよびプリンティングについてこのような観点から概括してみたい。

コーティングには“保護”と“装飾”という役割りがあり、これらを含めて表面改質による“新機能の付与”という役割りを果たすことによって素材の多様化をもたらしている。プリンティングは版を伴ったコーティング

表-1 表面加工システム

加工剤	表面加工法	加工手段	加工順序
コーティング剤およびインキ	コーティング	ロールコーター	i) 素地調整
		ナイフコーター	ii) グラウンドコート→熱処理
		スプレーコーター	iii) プリント→熱処理
	プリンティング	ディップコーター他	iv) トップコート→熱処理
		グラビアオフセットフレキシスクリーンプリント他	

昭和 45.9.16 受理

* 東洋インキ製造KK 大阪支店技術開発部
大阪市福島区海老江上4丁目18番地

として、コーティングにおける高級技術とみなされ、この面でも多様化が進んでいる。(表-1)

水系色材による表面加工にはここで主として述べる着色を伴う加工のほかにクリヤコーティングや、接着剤の加工のような仕事とも関連してくるがここでは触れないことにする。

2. 水系表面加工の各分野

今まで非水系によって代表されていた各応用分野で、水系色材は急激に伸長しつつあり、親水性基材にはもちろんのこと、疎水性のプラスチックやサビを生じやすい金属にも実用されつつある。前者にはクレア・コーティングによる合成紙の製造が、後者には電着塗装があげられる。次に水系表面加工剤の応用分野を表-2 に示す。

表-2 水系表面加工剤の応用

加工対象	水系表面加工剤	加工剤のベースポリマー	乾燥または熱処理	備考(非水系との関連)
金属板, スレートボード, 木材合板, 合成木材	水系塗料および水系コーティング剤	アルキド, エポキシ他水溶性ポリマー, アクリル酢ビなどのエマルジョンポリマー	金属は高温加熱(180~250°C)他は低温加熱乾燥(100°C以下)	木目のプリントが多いが、非水系のインキが主に使われている。
天然および合成皮革, 繊維, 不織布	顔料捺染剤および水系コーティング剤	橋カケ型アクリルラテックスウレタン系エマルジョンポリマー	中温加熱乾燥(100~180°C程度)	染料との関係の深い分野であり、逆に非水系の方向での関心もかなり強い。
紙, 不織紙, プラスチックフィルム, 合成紙	水性インキおよび水系コーティング剤	水溶性マレイン酸系樹脂, 合成ゴム塩化ビニルデン・ラテックス	常温または低温加熱乾燥(100°C以下)	非水系に多く用いられているが、紙, 合成紙のコーティングでは水系が主流である。

2.1 水系塗料

水系色材の中でも水系塗料は工業用途での進展からきわめて重要である^{5),6),7)}。酢酸ビニル系およびアクリル系のエマルジョンがそのビヒクルの主流であるが、酢酸ビニル-エチレンコポリマー⁸⁾、自己橋かけアクリル⁹⁾、ヒドロゾル¹⁰⁾などの注目すべき進歩がある。水溶性アルキド、アクリルなどによる浸セキおよび電着塗料の発展も顕著である。このような傾向は水系色材の用途を拡大するものであり、合板、不燃ボード、スレートなどの建材への水系塗料の進出、コイルコーティングなどの金属塗装での水系塗料の検討もおおに期待される¹¹⁾。これに伴ってストリップابلコーティングの開発もなされてきた¹²⁾。

2.2 紙コーティング

紙のコーティングではクレーパーコーティングが重要であり、アート紙製造での合成ゴムエマルジョンによるコーティングや¹³⁾、包装関係でのビニリデンコーティングが主体であり¹⁴⁾、カラーは比較的少ないが、ビーター着色の作業性での問題やケイ光およびパールを含めたカラーの多様化の傾向などからコーティングも活発化しつつある。コーティングによって新機能を与えるものとして感圧コピー紙のカプセル技術による製造¹⁵⁾、疎水性フィルムへの水性コーティングによる合成紙などの発展^{3),16)}、エマルジョン技術によるバブルコーティングにも興味をもたれる¹⁷⁾。

2.3 フレキシソおよびグラビア印刷

包装関係でのフレキシソ印刷は従来から水系のインキを使用してきたが、最近アクリル酸やマレイン酸の共重合体を主とした各種の水溶性共重合体が拡充されてきたことおよびグロスの向上や各種耐性の向上の要望が用途の拡大とともに一層きびしくなっており、エマルジョンポリマーの応用が進んだことなどによって著しい発展を示している¹⁸⁾。また出版用グラビア印刷にもこの種の技術が展開されており、公害問題への対応策としても水性グラビアへの関心はきわめて大きくなっている¹⁹⁾。

2.4 繊維および皮革のコーティング

繊維のコーティングでは、防シワ、防水²⁰⁾、防汚その他最近の難燃を含めて各種の加工が行なわれると同時に、不織布、ラミネート布などを踏まえて合成皮革に至るまで必ずしも決定的な水系のコーティングの用途があるわけではないが多様である。皮革ではテレンプ塗装からカーテンコーターによる塗装などへ量産、省力化の努力がなされ、合成皮革との共

存が行なわれている²¹⁾。合成皮革そのものの製造技術上での透湿性の問題などはあるが²²⁾、今は表面加工によるインテリア、衣料分野などへの進展は目ざましいものがある。

2.5 顔料ナッセン剤

顔料ナッセン剤も戦後はなばなく登場した新技術であったが^{23),25)}、極端な価格競争とその後に登場した反応性染料などとのシェア競争の結果、伸び悩んでいる現況にあり、基本的な染料との競争に打ち勝つには鮮明度、風合い、摩擦堅牢度などの向上を計ることが望まれ研究されている。ただ使用上の簡便さのゆえに完全に定着しており、O/W エマルジョンおよび自己橋かけ型アクリル樹脂を主流とする水系色材として特色のある製品群を形成している。

ロータリー・スクリーンによるプリント²⁴⁾、ケイ光カラーによる鮮明化などは特筆し得る。

3. 水系コーティングの理論

コーティングの理論は²⁶⁾、連続膜を対象とした方法において最も検討が進んできている。

コーティングの基本メカニズムにおいては非水系も水系も変わりはないと思われる。それにもかかわらず応用上の諸特性と同様に水系であるゆえの問題は多い。たとえば、

- (1) 水系ビヒクルの合成と物性の問題
- (2) 顔料を主とする水系分散体としての問題
- (3) 水系サスペンションの流動性
- (4) 素材へのぬれと皮膜形成の問題
- (5) 塗膜形成素材と塗膜物性

などの問題がある。これらは図-1のような基本図形として表わしうる。

これらの問題は最終用途との関係においてその要因として摘出されてくる問題であり、しかも複雑にからみあっていることが多い。

今後さらに研究されるべき重要問題ばかりだが、水系

〔コーティング剤〕 → 〔コーティング〕 → 〔熱処理〕 → 〔コーティングフィルム〕

(2) --- ▲ 顔料
(1) --- ○ 樹脂
○ 水

(3) --- コーター (4) --- オーブン

図-1 コーティングの基本図形

色材共通の問題として概説してみたい。

3.1 水系ビヒクルについて

水系ビヒクルの主体は乳化重合体²⁷⁾²⁸⁾と水溶液重合体であり²⁹⁾, 特に疎水性モノマーと親水性モノマーの共重合体が, 顔料分散への貢献や, フィルム形成, 橋かけ, 各種耐性の面から重要である。水系コーティング用樹脂についてアルキド³⁰⁾, エポキシ³¹⁾, アクリル³²⁾, その他³³⁾³⁴⁾, エマルションでもアクリル³⁵⁾, その他³⁶⁾³⁷⁾, 室温硬化について検討されたものもある³⁸⁾。

また乳化重合理論の検討や³⁹⁾, 乳化重合機構に関連して重合時のモノマー添加と温度曲線のような基本操作での解析研究⁴⁰⁾⁴¹⁾, 水溶性モノマーとの共重合機構²⁸⁾, 乳化または水溶性グラフトポリマー²⁹⁾⁴²⁾, 水媒体無触媒重合²⁷⁾, 乳化剤に関するものなどの研究がある⁴³⁾。

また物性面から共重合体の電気泳動⁴⁰⁾, 増粘性アクリルの粘性⁴⁵⁾, 水溶性ポリマーとエマルションポリマーの分離⁴⁶⁾, ラテックスと水溶性ポリマーの併用, ラテックスの安定性の研究などがある⁴⁷⁾。

重合用の新しい材料として Diacetone Acryl Amide モノマー⁴⁸⁾, 熱硬化アクリルの Oxazoline 変性⁴⁹⁾, α -Sulfoethyl Metacrylate モノマーの乳化安定性への応用などがある⁵⁰⁾。

3.2 顔料の水系分散

顔料および添加剤の水への分散は非水系に比べて困難だが, 顔料-分散媒の相互作用について, 粒子間の反発力と凝集力の点から解析しようとする本質的な研究⁵¹⁾⁵³⁾を背景にして, 実用上からは界面活性剤や助剤などの添加によって分散系の安定性の高いものが得られている⁵²⁾。しかし塗膜などへの影響から高分子分散剤の研究も進められている⁵⁷⁾。

また高分子溶液の基本的性質に関する研究の進展から, 分散系のレオロジー的な検討がなされつつあり, 高せん断領域における系の加工特性についての報告もある⁵⁹⁾⁶⁰⁾。その他に顔料の集合組織⁶¹⁾, 電荷効果からのサスペンションの分散性⁶²⁾, コーティング剤のツヤへの影響など⁶³⁾の解説がなされている。

3.3 流動性とコーティング技法

水系塗装剤, 水系インキにおけるレオロジー的性質の研究は比較的少ないが, 水系として重要な増粘性物質, 特にナッセンノリ剤としての研究は古くからなされている。各種の塗装方法および機械の開発に伴ってこの面での研究はもっと突っ込んでなされるべきであろう。

コーティング技法に関するものでは一般的なもののほかに⁶⁴⁾, コーティングの基本であるローラーコーティングの流動学的な検討が始め⁶⁵⁾, ハケ目に関する考察も

ある⁶⁶⁾。

やはり最近の水系での大きな特色は電着塗装にあり, この面での文献として基礎理論に関するもの⁶⁸⁾⁹⁵⁾, 電着用樹脂として水溶性アルキド⁹⁶⁾およびアクリル樹脂⁹⁷⁾, 顔料表面処理状態などの電着適性への影響⁹⁶⁾について, また電着塗装設備⁹⁹⁾と電着塗料浴の管理に関するものなど¹⁰⁰⁾数多く見られる。

3.4 水系における皮膜形式

コーティングの付着に関する研究としては, 付着試験法に関するもの⁷⁰⁾, 付着性に及ぼすビヒクルの組成面からの研究などがある⁶⁹⁾。水系としては Dillon, Brown⁷⁶⁾などのエマルションの皮膜形成理論の展開以後, これをフォローする研究は数多く見られ⁷⁵⁾⁷⁴⁾⁷²⁾⁶⁷⁾, 皮膜形成に影響する因子として, 湿度, 温度, 添加剤などの作用について述べたものもある⁷³⁾。また同位元素による乾燥速度のチェックは新しい解析法として注目される⁷⁷⁾。ほかに乾燥過程の問題としてマイグレーション⁷⁸⁾, 化学反応に関するもの⁷⁹⁾, 異なった界面での界面張力の違いによるフィルムのわん曲⁸⁰⁾についてなどの記述がある。

また紫外線および放射線による塗膜硬化法は, 塗料の無溶剤化の一端をなすものとして興味深い^{81)~84)}。

3.5 塗装膜の諸性質

原則的にみて塗装膜としては水系, 非水系の区別はないが, 水系色材が用いられたことによる影響はいろいろな形で残っており, それなりの問題を誘発する結果になる。

水溶性ポリマー, 乳化剤による耐水性の低下, 顔料分散の不完全さ, 吸着物質の差異からくるツヤの低下, 含水によるサビの発生などがその例である。

塗膜の物性面からの研究としては共振振動法による塗膜の粘弾性の測定⁸⁶⁾, 粘弾性に及ぼす顔料効果⁸⁷⁾⁸⁸⁾, 空気中の水分の透過性が塗膜の付着性とサビ止メ性に及ぼす影響を電氣的に測定する方法⁸⁹⁾などがある。またポリマーブレントの効果⁹⁰⁾, 気体透過性に及ぼす樹脂フィルムの二重結合, 橋かけ密度の影響⁹¹⁾⁹²⁾, 樹脂のガラス転移点と被塗面へのぬれやすさとの関係⁹³⁾などがあり, 塗膜の力学的性質の解析にとりくむ研究活動が続けられている。

4. 水系色材の今後

水系色材による表面加工の歴史は非水系に比べてはるかに古く, 色材の原型を与えたものであった。

これが影をひそめたものは, 鮮やかさや, 加工したものの堅ろう性といった基本問題と関連していたと思われる。

人類にとって最もなじみのある“水”をベースとしたものが、再びクローズ・アップされてきたことの必然性は本来的なものである。これがさらに水をも油をも必要としない“無媒体型の色材”にまで至る過程のものであるのかないのかはわからない。しかし公害問題の観点から水系色材へ着目する場合、排水処理に対する配慮が十分なされる必要があり⁹⁴⁾、この点の認識さえあれば、今後も色材における最も主要な分野を得て発展すると考えられる。また非水系をベースとして開発された各加工対象による分類にはそれなりの意味があるとしても技術共通の基盤を見失うことなく発展的な展開を志すことは現在きわめて重要であると考えられ、あえてこのような観点から各種の文献を横観してみたものである。

参 考 文 献

- 1) 西田, 高橋, 色材, 42, 122 (1969)
- 2) 国米, 船木, 高分子加工, 16, 600 (1967)
- 3) 井上, 高分子加工, 18, 10 (1969)
- 4) R. J. Deibert, *J. Paint Tech.*, 38, 421 (1966)
- 5) 植木, 色材, 41, 191 (1968)
- 6) 居谷, 八木, 色材, 42, 209 (1969)
- 7) 神津, 有機合成, 27, 380 (1969)
- 8) 高分子刊行会, 高分子加工・別冊V (1969)
- 9) K. P. Piggot, *JOCCA.*, 46, 1009 (1963)
- 10) R. N. Selby, *J. Paint Tech.*, 40, 263 (1968)
- 11) J. A. Robinson, 高分子加工, 18, 584 (1969)
- 12) 吉村, 高分子加工, 18, 218 (1969)
- 13) H. G. Guy, *Pulp & paper International*, 8, 59 (1966)
- 14) 鈴木, 加工技術, 10, 26 (1969)
- 15) 吉田, 森賀, 有機合成, 25, 593 (1967)
- 16) 大貫, 加工技術, 10, 1 (1969)
- 17) J. J. Clancy, *Tappi*, 48, 51A (1965)
- 18) C. V. Olhoft, *Am. Ink Maker*, 45, 26 (1967)
- 19) A. S. Bielendo, *Gravure*, 14, 13 (1968)
- 20) 石関, 染色工業, 17, 265 (1969)
- 21) 日本皮革技術協会, 皮革技術 (特集号) (1964)
- 22) 古屋, 繊維, 17, 415 (1965)
- 23) J. Price, *Am. Dye Repr.*, 56, 224 (1967)
- 24) 鈴木, 繊維加工, 21, 819 (1969)
- 25) A. Würz, *Melliand Textilberichte*, 50, 669 (1969)
- 26) W. H. Burrous, *J. Paint Tech.*, 41, 144 (1969)
- 27) 松本, 高化, 26, 234 (1969)
- 28) 室井, 高化, 26, 416 (1969)
- 29) 池村, 高化, 26, 306 (1969)
- 30) P. Salman, *JOCCA.*, 50, 306 (1967)
- 31) L. A. Tysall, *JOCCA.*, 51, 108 (1968)
- 32) 浜田, 福村, 高分子加工, 16, 297 (1967)
- 33) R. A. Bienemon, *J. Paint Tech.*, 39, 291 (1967)
- 34) 神津, 高分子, 16, 889 (1967)
- 35) J. T. Taylor, *Am. Dye Repr.*, 51, 636 (1962)
- 36) W. N. MacLay, *J. Paint Tech.*, 39, 157 (1967)
- 37) G. Allyn, *Am. Paint J.*, 51, 18 (1966)
- 38) A. G. North, *Farbe und Lack*, 74, 184 (1968)
- 39) A. G. Parts, *JOCCA.*, 45, 648 (1962)
- 40) 藤井他, 高化, 26, 163 (1969)
- 41) 藤井他, 高化, 26, 173 (1969)
- 42) 井手他, 高化, 26, 575 (1969)
- 43) C. Bondy, *JOCCA.*, 49, 1045 (1966)
- 44) 松本他, 高化, 19, 741 (1962)
- 45) 黒岩, 色材, 41, 588 (1968)
- 46) 宗井, 細井, *J. Appl. Poly. Sci.*, 11, 2331 (1967)
- 47) 宗井, 高分子加工, 17, 152 (1968)
- 48) W. A. Higgins, *J. Paint Tech.*, 41, 185 (1969)
- 49) T. J. Miranda, *J. Paint Tech.*, 39, 41 (1967)
- 50) T. L. Mills, *J. Paint Tech.*, 39, 533 (1967)
- 51) 大藪, 色材, 39, 616 (1966)
- 52) G. D. Parfitt, *JOCCA.*, 50, 822 (1967)
- 53) 大藪, 色材, 40, 263 (1967)
- 54) F. K. Daniel, *J. Paint Tech.*, 38, 309 (1966)
- 55) 荒井, 表面, 3, 177 (1965)
- 56) 樽崎, 高分子加工, 12, 819 (1963)
- 57) 斎藤, 油化学, 12, 137 (1963)
- 58) J. G. Broduyan, *J. Paint Tech.*, 40, 139 (1968)
- 59) 小野木, 高分子加工, 17, 435 (1968)
- 60) A. R. Payne, *J. Appl. Poly. Sci.*, 11, 383 (1967)
- 61) W. Carr, *JOCCA.*, 49, 831 (1966)
- 62) 大藪他, 色材, 35, 98 (1962)
- 63) W. W. Downey, *J. Paint Tech.*, 40, 293 (1968)
- 64) P. E. Pierce, *J. Paint Tech.*, 41, 383 (1969)
- 65) 吉田, 色材, 42, 40 (1969)
- 66) D. M. Macdonald, *Off. Dig.*, 33, 23 (1961)
- 67) 古野他, 色材, 42, 363 (1969)
- 68) 中村, 表面, 6, 12 (1968)
- 69) 佐藤, 色材, 42, 251 (1969)
- 70) 植木, 色材, 39, 610 (1966)
- 71) J. R. Hunstberger, *J. Paint Tech.*, 39, 199 (1967)
- 72) E. Redkuap, *JOCCA.*, 49, 1023 (1966)
- 73) 大塚, 有機合成, 25, 879 (1967)
- 74) G. W. Wilker, *J. Coll. & Int. Sci.*, 27, 32 (1968)
- 75) R. R. Meyer, *J. Paint Tech.*, 40, 315 (1968)
- 76) G. L. Brown, *J. Appl. Poly. Sci.*, 4, 81 (1960)
- 77) J. L. Andrew, *J. Paint Tech.*, 40, 321 (1965)
- 78) R. I. G. Michie, *Text. Research J.*, 37, 461 (1967)
- 79) R. S. Parikh, *Text. Research J.*, 37, 538 (1967)
- 80) L. M. Prince, *J. Coll. & Int. Sci.*, 29, 216 (1969)
- 81) 増田, 塗装と塗料, [161], 35 (1968)
- 82) 増田, 塗装技術, 7, 33 (1968)
- 83) 中島, 工化誌, 71, 1622 (1968)
- 84) 渡辺, 塗装技術, 9, 189 (1970)
- 85) G. Phillips, *JOCCA.*, 44, 595 (1961)
- 86) 今井, 色材, 41, 290 (1968)
- 87) 大藪, 色材, 41, 563 (1968)
- 88) 佐藤, 色材, 39, 629 (1966)

- 89) W. E. Craker, *JOCCA.*, 50, 111 (1967)
 90) 柴山, 色材, 40, 150 (1967)
 91) E. N. Elms, *J. Paint Tech.*, 38, 667 (1966)
 92) 中川, 工化誌, 72, 723 (1969)
 93) L. H. Lee, *J. Appl. Poly. Sci.*, 12, 719 (1968)
 94) 井手, 高分子, 17, 326 (1968)
 95) A. R. Tawn, *JOCCA.*, 48, 790 (1965)
 96) G. T. Veerson, *Farbe und Lack*, 72, 340 (1966)
 97) 小俣, 中島, 高分子加工, 18, 417 (1969)
 98) G. Landon, *JOCCA.*, 49, 202 (1966)
 99) Ford 資料, *J. Paint Tech.*, 38, 449 (1966)
 100) R. L. Yeates, *Electroplating Metal Finish*, 19, 128 (1966)

書 評

垣内 弘 編 「エポキシ樹脂」

本文 527 頁, 昭和 45 年 9 月 30 日刊

昭見堂 (東京都新宿区矢来町 48) 価 3,300 円

編者が昭和 38 年に刊行された「エポキシ樹脂の製造と応用」は広く読まれ, これによって育てられたエポキシ樹脂の利用研究者は非常に多い。

本書は同じ著者によって, エポキシ樹脂に関して, その後種々研究されたあらゆる情報を新たに収録して, 整理統合されたもので, 執筆者もその方面の専門家 13 名によって分担されて書かれた最高の内容を持つ書である。

エポキシ樹脂や, これに関係した硬化剤その他については, 商品名としてのものが多く, 為に部外者や初心者には戸惑うものである。本書にはこれらについても明確な表があり極めて便利である。

また技術者, 研究者にとっては, 引用文献が明確にかつ広範囲に印されてないと, 何かたよりない感じを与えるものであるが, この点についても, あらゆる原文を明示されてあるので安心であった。

内容はエポキシ樹脂についての歴史, 基礎的なこと, 反応論, 製造法, その関連化合物, 硬化剤, 変性剤, 充填剤, 分析法, 硬化法, 改質法, 硬化物の特性, 注型法, 粉体の利用法, 積層板, 塗料, 接着剤, 安定剤としての利用等について詳細に記されてあるので, 他の分野での利用法から, 自己の分野への新しい利用法のヒントも得られる。

現場の作業者にも, 学生, 技術者, 研究者等の座右の書として, どうしても一冊は必要であると思われた。

難を云えば, 諸物価値上りの時勢とは云え, このような本を購入する人は, 薄給の人が多いため, 価格がもっと安いと有難いと思った。(三原一幸)

「ポリマー辞典」

ポリマー辞典編集委員会編

大成社出版部刊行 コンサイス判 1,500 円

デスク判 4,200 円

内 容

〔本文: 448 頁, 索引: 55 頁, 商品名辞典: 52 頁, ポリマー性能一覧表: 24 頁資料編: 66 頁〕

ポリマーに関する解説書や専門書は非常に沢山出版されているから, 何か未知の事柄を調査しようと思えば時間さえかければ難しいことではない。しかし素人や, ときには玄人がちょっとした疑問にぶつかったり, または自分の知識を再確認しようとしたときに, 手軽に要求を満足させるものが本辞典である。

このような辞典の編集の難しいことは, その辞典の目的に適う必要な用語を取捨選択し, これに精疎のないように同じ程度の解説をわかり易く, しかも正確につけることであろう。執筆者の原稿カードを一つ一つチェックする編集責任者の密な努力が最後の出来ばえを支配するものである。

本辞典はそれらの努力が完全に成功していて, 非常に重宝な権威のある辞典になっている。特に商品名の集録やプラスチックの性能一覧表などがつけ加えられていることは, この辞典の使い道を一層広くしている。各用語の解説の程度も適当であり, 多数の執筆者間の連絡もよくとられていて申し分がない。ただこの辞典の内容は「ポリマー辞典」でなく, 英文名で示されているような「ポリマー技術辞典」とされた方がより適切な名称ではなからうか, さらに筆者は辞典より事典の方がよりびつたりとした名前ではないかとも考えている。

いづれにしてもプラスチックの関係者にとって, 非常に便利なものをつくっていただいたことにお礼を申し上げます。

〔垣内 弘〕