

# 木材加工機械の最近の動向と問題点

北海道大学工学部 金内忠彦

題目は「木材加工機械の最近の動向と問題点」です。これは非常に広く深いテーマでございますが、本日は私が日頃感じておりますことを簡単にお話し、したいと思っています。

## 1 木材加工機械の最近の動向

まず木材加工機械の最近の動向についてお話しいたします。従来は単機能（機能が単純なもの）、いわゆる簡単な機械が、木材加工機械の主力を占める生産方式をとってきました。最近が多品種少量生産が要求されるようになり、それに対応するように数値制御（NC化）による自動化の進んだ多機能化、複合化した複雑な生産方式に移行しております。このような動向は、金属を主体とする工作機械では、かなり前から進んでおります。こういった先行した技術を前例としてみますと、後から追従していく技術も推定することができます。工作機械の例を参考にしますと、数年前までは日本の工作機械の年間台数の半数くらいが、数値制御すなわちNC化したものでした。その比率は現在大幅に増加しております。古い機械を更新する際に、大部分がNC化された機械類になっています。このことで、当然のことながら生産性が向上することになります。しかも、その向上率は非常に著しいものがあります。これは、大企業、中小企業、零細企業にまで波及しております。さらに多品種少量生産のように、生産工程からすると不利な条件に対してもコストダウンが可能で、成果を上げているのが現状です。

機械化により、労働環境、失業の問題などが懸

念されるわけですが、現実にはむしろ逆です。昨今は、労働力の確保が難しくなっています。製造業を中心として、非常に労働力が不足しつつあります。これをカバーする意味でも、数値制御化が必要と考えます。特に中小企業ほど、規模の小さいものほど、生き残りのためにこういった努力が必要であるということが、一般常識になっているのです。それは木材工業においても合致するものが多々あります。近い将来おそらくこのような状況の到来が十分予想されます。したがって、技術への関心が遅れるだけ、不利な条件にたたされると考えます。

## 2 木材加工機械の機能的動向

それでは木材加工機械の機能的動向を見てみます。

(1) 多軸制御などでは、一例としてNCルータなどの開発が進んでおります。三次元加工については、3軸同時制御がおこなわれております。さらに立体曲面加工を可能にした5軸同時制御、さらに多軸化が、研究のみならず実際の作業にも使われています。これによって、多数のヘッドに同じ刃物を取り付け、同じ形状の部材を同時に能率良く加工することができます。また、異なった刃物を取り付けて複雑な形状に加工することもできます。ヘッドに取り付ける刃物も、自動交換装置で非常に能率的に行われるようになっています。

(2) 準備工程ですが、刃物の交換や位置決め、ラインの段取替えなどは、全て自動化されています。コンピュータ制御による、CAD/CA

Mといったコンピュータ支援による作業方式になっています。また刃物やこの間隔調整を任意にできるようにもなっています。これは多くの種類の生産工程においても、生産性向上を可能にするためです。

(3) CAD/CAMに関しては、コンピュータによる設計、製図(CAD)を機械用の工作ソフトに変換し、直接工作機械を制御する生産、加工(CAM)方式でいろいろな製品に対応し、広げて行くといった流れがあります。

(4) 切削速度(回転による切削機械では回転速度)が高速化してきています。かつては考えられなかったような高速回転が容易に行われています。そして、切削速度は生産性と仕上精度に大きな影響を与えます。これには、切削速度と送り、切込みなどが重要な条件になるのですが、これについては後で述べます。

切削速度の高速化は理論の上からは非常に望ましいことです。回転刃物の場合は、通常、軸の回転速度を速めることとなります。ベニヤレースの場合は特に低品位、小径材の切削も含めますので、さらに回転数を増すこととなります。これは有利な条件ですが、そのための難しさやデメリットもありますので、これについても後ほど触れることにします。

(5) 少し耳慣れないかも知れませんが、同時多種加工という言葉があります。これは同じ位置で同時に多種類の加工をしてしまうことです。一

か所で材を保持したまま、できるかぎりの加工をすることによって、送材、運材といった無駄を減少し、生産性を上げることができます。送っては加工するやりかたよりも精度も向上しますし、全体のスペースも節減できます。これまで木材関係の工場は、ゆったりとしたスペースを使ったケースが、他産業に比べて多いように感じます。これからは、土地問題もありますので、狭いスペースを有効に利用して多種の生産をして行かなければならないと思います。

### 3 木材加工機械の紹介

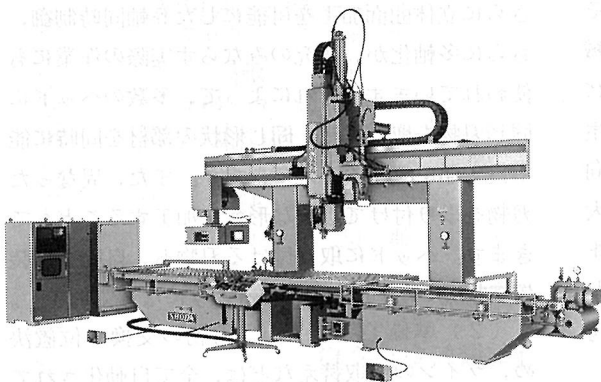
このように全般的に見ますと、以上のような方式での機能の向上の傾向が明らかです。さらにこれ以外にもいろいろありますが、「木材加工機械」の実例を五つほど取り上げてみました。いずれも最近の木工機械の新製品紹介から抜粋したものです。このほかにも数千種の新機種があるのですが、この一文から最近の風潮を感じ取っていただきたいと思います。

#### 5軸同時制御(NC-516PU)

##### パレットチェンジャー式NCルータ

(庄田鉄工株式会社)

この機械は、従来困難とされていた立体曲面を持つ複雑な形状の木製品などを加工することができます。最近は木工機械でも、木材に限定する考え方は少なくなっています。プラスチックや木質



仕様	単位 (mm)
各種ストローク	X : 1,000 Y : 3,200 (加工可能範囲) Z : 400 B : ±90° C : 180°
テーブル寸法	1,000 × 2,000 (2枚)
ヘッド構成	旋回軸…8.5kW 3,000~18,000RPM ±180°旋回 ±90°傾斜 イン バータ制御
	鉋軸…3.7kW 4,500RPM 0/90°旋回
主軸よりテーブルまでの距離	630 (旋回軸)
送り速度	1~15,000 mm/min
NC装置	SHODA FANUC 5軸制御, 同時5軸制御
ATC装置	工具収納本数 16本

図1 5軸同時制御パレットチェンジャー式NCルータ (NC-516PU)

系の複合材料、また新素材の加工機械としても注目されています。生産効率を上げるために5軸同時制御型で、主軸は旋回、傾斜の自在なユニバーサルヘッドを搭載しています。工具も最大16本収納でき、工具交換装置もついています。したがって曲面の加工、曲面への彫刻、加飾、切り抜きなど、多くの複合作業ができます。ユニバーサルヘッドの他に90度旋回できるかなヘッドを備え、成型刃物によっていろいろな断面（V溝、R面など）やそれを組み合わせたものも一度に削り加工できます。

図に示すように、テーブルはパレットチェンジャー機構です。

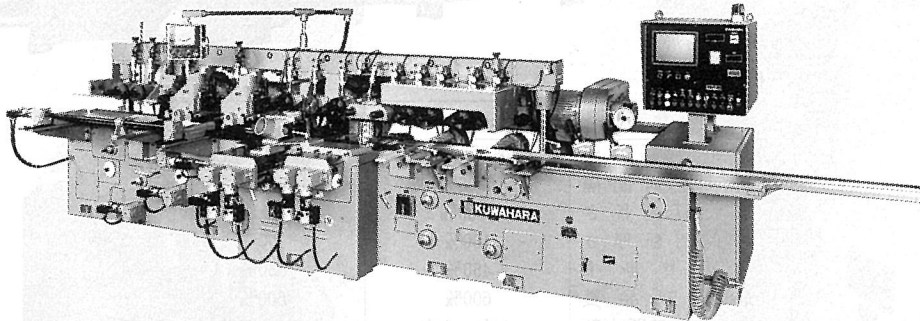
**多軸モルダ（KPM型）**

（株式会社 桑原製作所）

これは住宅、家具、建具材のムラ取り4面加工とか4面の成型加工、ギャング加工など広い範囲

で使われる機械です。すべて前面で操作することができ、電源のON・OFF、切削条件、切込み量、送材速度の設定、各軸の調整が簡単に行えます。また自動位置決め装置を搭載し、正確かつ迅速に機能するよう設計されています。

特長は、各刃物軸が高速回転で最高の切削面が得られ、後仕上げが大幅に低減できるものになっています。一般的に、限度はありますが回転数が大きければ大きいほど仕上り精度は良くなります。もちろん、機械がしっかりして剛性が伴っていないと、振動の原因となりメリットは少なくなります。大切なことは機械の総合バランス技術です。例えばガンギロールやテーブル面などは摩耗防止、高精度を保持するように焼入処理してあります。その他、精度保持、機能性向上のため数々の工夫を凝らしています。



仕様

型 式		KPM-4	KPM-5	KPM-6	KPM-7	KPM-8	KPM-9	KPM-10
加工できる 大 き さ (mm)	幅	最小15～最大300mm最少加工幅は特注により約6mm程度まで可能						
	厚 さ	小10～最大130mm 最大は特注により180mm, 最小加工厚は特注により約6mm程度まで可能(材料の状態により上部プレッシャーが必要な場合があります)						
	最小長さ	上軸部ロール間隔 最大510mm (堅軸部ロール間隔 最大260mm)						
かな 軸	刃 数	低音式丸胴4枚刃, その他特注により6枚刃, 8枚刃があります。						
	回 転 数	6,000rpm, 特注により7,200rpm(200型まで)・水平上軸は8,200rpm可能(180型まで)						
	軸径(mm)	φ40, 特注により φ35又はφ50が可能						
かなブロック	第1軸	かなブロック径 φ117, 右堅面むら取加工用サイドカッター径φ150						

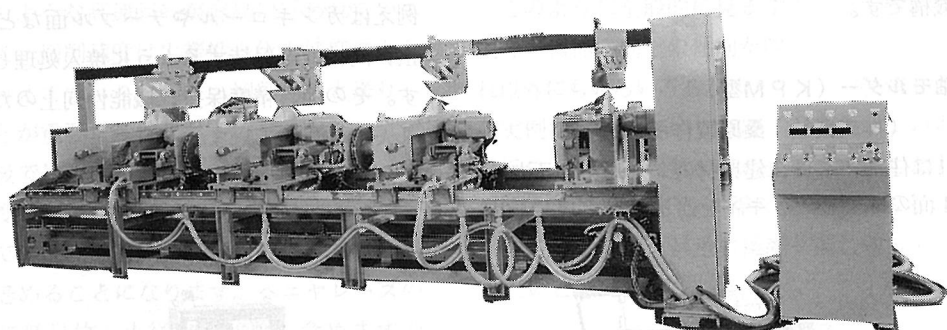
図2 多 軸 モ ル ダ - (KPM型)

### 全自動多軸横切盤

(平本工業株式会社)

横切盤は昔からある機械で、皆さんもそれぞれ使いこなされていると思います。しかし、ポイントがあります。機能的には昔と大きく変わってはいませんが、付帯した装置によって非常に高能率化、高精度化されております。この機械では、基準になるカットソーは固定し、5軸の場合1本から4本の各材長決め設定はデジタル式で歩出しできます。各のこが長手方向に移動して位置決めされ、マグネットによりロックされます。切断寸法

の変動にも早く対応し、作業準備体制が素早くとれます。また遠隔操作でもあり、その前後の機械の操作位置であわせて行えるので、省人機械でもあります。二つ目以降ののこはエア方式で上下します。しかも間隔を1から4まで設定できます。これらの操作は非常に能率が良くなり、安全面から材の暴れ、飛び上がりを防止するカバーが各のこと同時に移動・固定されるようになっています。材長位置決めはデジタル設定で迅速かつ高精度に行なえることも魅力です。



仕 様

	5 軸	4 軸
丸 鋸	405φ×5枚	405φ×4枚
長手方向間隔	6900mm	4900mm
最大製品長さ	6000mm	4000mm
最大切断厚さ	100mm	100mm
最大切断巾	450mm	550mm
最小製品長	600mm	600mm
1カット切断本数	1本～4本	1本～3本
丸鋸モータ	1.5kW×5台	1.5kW×4台
鋸ベース移動モータ	0.75kW×4台変速式	0.75kW×3台変速式
材送り込みモータ	1.5kW×1台 (無段変速式)	1.5kW×1台 (無段変速式)
機 械 全 長	7700mm	5700mm
機 械 幅	1920mm	1920mm
機 械 高 さ	1610mm	1610mm
機 械 重 量	2000kg	1500kg

図3 全自動多軸横切盤

### 高速ベニヤレース (HI-REX)

(株式会社 ウロコ製作所)

ベニヤレースはいかに良質の単板を、いかに小径材まで能率良く切削するかがポイントです。個

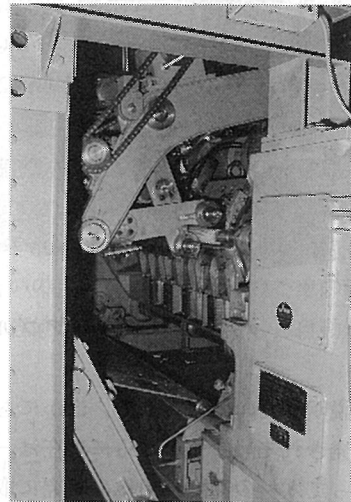
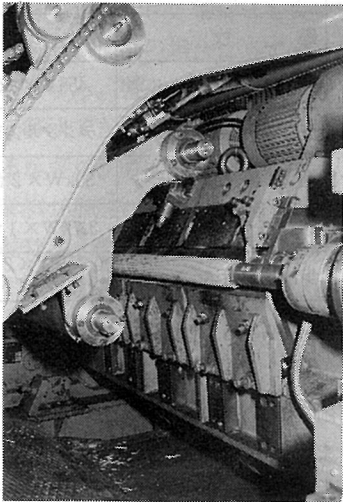
人的な話になるのですが、私が北海道立林産試験場の前身、林業指導所に入ったころ、15号台風のため非常に沢山の風倒木が出ました。これを処理するには大変な時間を要するという状態で、かな

りのものが腐ってしまうだろうと言われていました。したがって、小径風倒木処理対策が当時の指導所の最重点課題であり、もちろん小径木のロータリーレースによる切削の研究も行われ大きな成果を上げました。風倒木問題が一段落すると小径木に対する関心が薄れ、輸入された大径木を対象とする傾向になりました。このほうが能率がよいわけです。

ところが近年、大径木の輸入が段々難しくなっています。数年前、マジソンの林産試験場を訪ねる機会がありました。そこでは、日本と同時期に研究の始まったレースが、小径木を中心に行われていました。資源の豊富なアメリカでさえ、いずれは小径木時代の到来を真剣に考えているのです。

やはりこの点に、大きく感心させられました。近年、我が国のロータリーレースも、小径木や大径木を細くまで剥くことができるようになってきました。

この機械では、駆動式のローラーバーと2本の外周駆動ロールで原木を3点支持して回転させ、原木のたわみを防いで細くまで剥きます。駆動式ローラーバーの採用によって、刃口廻りは簡素になり、単板への傷害もなく、歩留まりが良くなりました。原木搬入から切削終了までシステムの自動化が達成され、また高速化されているので生産能力が向上しています。コンピュータ制御自動芯出しチャージャーとの組み合わせによって、種々のプログラムが可能になりました。



仕様

型式	H1-REX	7'~6'	3'
削り得る原木	最大長	2,300mm	1,050mm
	最小長	1,800mm	900mm
	最大径	1,000mm	600mm
剥 芯 径		60mm	60mm
切 削 速 度		120~160m/分	100m/分

図4 高速ベニヤレース (H1-REX)

**バリエブルコードリッパ (CQR-105型)**  
(株式会社 石田鐵工所)

従来は決まった間隔で切削するものが多かった  
ので、材に割れ、節、腐れなどがあっても外すこ  
とができませんでした。しかし近年は丸のこによ  
る挽肌および寸法精度の高さが要求されるよう  
なっています。そこで、ギャングリッパの固定間  
隔が変化できるようになりました。丸のこ4枚お  
よび定規1台を装備し、各々ののこ4間隔、のこ  
と定規の間隔を任意の寸法で歩出しできるよう

になりました。これは、コンピュータ制御で歩出し  
ができて可能になった技術です。各のこ、のこ  
と定規の間隔は製材原木にあわせて設定できま  
す。任意の設定または15種類の設定寸法の選  
択により、個々の寸法が設定できるほか、連  
動動作により全ての各のこ間、のこと定規の  
間隔を1個のボタン操作で決めることができ  
、精度の良いものが得られます。また、これ  
によって相当の省力化にもなっています。

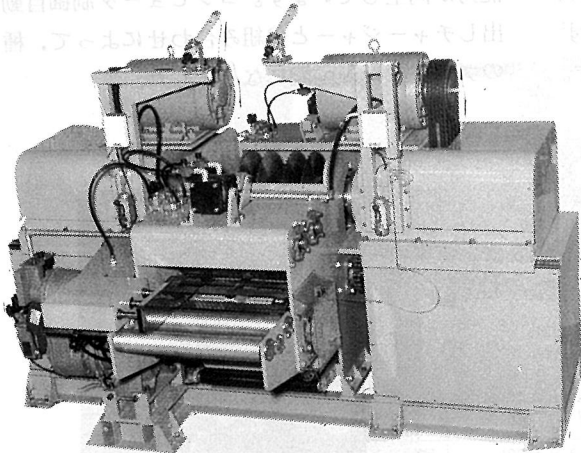


図5 バリエブルコードリッパ (CQR-105型)

以上の説明したのは代表例で、ほかにも数々の  
機械が開発されています。さらに現在は、官学が  
一緒になって木材の高度利用化の研究に取り組  
んでおり、将来的には割れ、腐れを除いて切る  
場合でも、非常に能率良く、自動的にできる  
高度な技術が開発されると思います。

**4 基礎的問題点**

現実には、今まで述べてきたような高度な  
ものばかりが問題点ではありません。また、  
それだけでは、機械の能力も十分発揮でき  
ません。問題点と書きましたが、これらは  
常に多くの人によって考えられ、解決し  
たり悩んできたりしてきた基礎的な問題  
が複合されています。いくら先進的な機

械でも技術が全部確保できるというものでは  
ありません。また、さきほども述べましたが  
、今後は、ますます労働力の確保が難しく  
なると予想されます。したがって、より使  
いやすく高効率、高精度の機械を所有し  
なければ競争にも勝てないということに  
なります。また、ただ買えば良いとい  
ったものでもなく、原理原則を基とした  
機械ですから、基礎的な概念を理解して  
おくことが必要です。特にトラブルに対  
処する能力が重要になってきます。そ  
こで以下に2~3の問題点を上げてみま  
した。

木材加工機械の進歩によって生産性と  
精度の向上が一段と期待されています。  
しかし、精度に関しては種々の問題  
点があり、基礎的なものが多く

仕様

挽き得る材料最大幅	600m/m
挽き得る材料最短長さ	1000m/m
挽き得る材料最大厚さ	105m/m
送材速度	10~40m/min
鋸枚数	4
使用丸鋸	455φ×3.6
歩出し方式	デジタル方式
鋸軸駆動モータ	30kW×2台
送材用モータ	3.7kW×1台
歩出しモータ	0.75kW×2台 0.4kW×2台

含まれています。最近は精度の良いNC化機械が出ていますが、数年前までは、時にはいかにマニュアルよりも能力を落ちないようにするかが一つの目標のこともありました。機械は能率が良く、人手は掛からないが、人間ほどの精度は出せないといった部分が少なくありませんでした。今でもかなりの部分がそうです。コンピュータは非常に便利で強力なものですが、人間のほうがずっと精度が良い場合も少なくありません。確かに能率は悪いし、同じ仕事を繰り返すと飽きるし、時々ミスをすることもあるのですが、長い経験を積むことによって素晴らしいものになるわけです。機械を上手に使いこなすには、基礎的な原理、原則を覚えてから、進んだ機械にタッチすることが望ましいと思います。

(1) 切削条件と精度

一般的には高速回転は、精度にも良い影響を与えます。しかし、切削の場合は必ずナイフマークは避けられません。振動などは機械の剛性を高くすることで解決できますが、ナイフマークは回転運動によるかぎり、原則的に発生します。ナイフマークの深さは回転数の二乗に反比例するのです。つまり回転数を2倍にするとマークの深さは1/4になります。マークが浅いということは、精度が高くなったということです。確かにその他の影

響も、ある程度あります。そこで精度は基礎的問題として取扱う必要があります。

回転運動に関する要素を、刃先を円で表わした刃先円(D)、回転数(N)、材の送り速度(F)、かんな胴にセットされた刃数(n)で示しますと、一回転する間に材の進む距離、すなわち送り量は  $f_{rev} = F/N$  という式で表わされます。刃物一枚当たりでは、n枚ついているとすると  $f = F/nN$  になります。良く調べると、このピッチで刃物の痕がついています。これは回転しながら進むと、トロコイドという曲線になりますが、回転数が速く、刃先の直径が大きく、刃数の多いものは円とみなすことができます。そうすると、ナイフマークの深さ  $h = f^2/4D$  となります。これが凹凸の式なのです。凹凸の深さはDに反比例していますので、直径が大きくなると小さくなります。hは回転数とかんなの枚数の自乗に反比例し、送りの自乗に比例するという性質がありますので、これが改善の目安として有効です。

(2) 回転速度とかんな胴との釣合い

回転速度が大きくなると釣合いが悪くなり振動が増大します。表はJIS(日本工業規格)の抜粋ですが、このように回転機械についてはかんな胴の釣合いの良さ、帯のこ盤のこ車の釣合いの良さに許容値があります。手押し、自動かんな盤

表 かん胴の釣合い良さ (JIS)

かん胴の釣合い良さ	手押しかん胴	動釣合い試験機で不釣合いの大きさを測定し、かん胴の質量・回転速度とから釣合い良さを計算する	許容値 6.3mm/s
	自動かん胴	$\text{釣合い良さ} = \frac{\varepsilon \pi}{9550}$ ここに $\varepsilon : \text{修正面軀心} \frac{2mr}{M} (\mu\text{m})$ $mr : \text{不釣合いの大きさ} (g \cdot \text{mm})$ $\pi : \text{回転速度 (rpm)}$ $M : \text{かん胴の質量 (kg)}$	

に適用し、ダイナミックバランサーという動釣合い試験機で「不釣合いの大きさ」を測ることができます。釣合いの良さは $n/9550$ で表わされ、これはどのくらいの重りをどの位置につけたら釣合うのかを示す値です。 $n$ に比例して数値は大きくなり、釣合いは悪くなります。この大きさの許容値が $6.3\text{mm/s}$ で、これより大きくなるとJIS不合格というわけです。そこで高速回転のためには、このあたりをよく確認してことを進めてほしいのです。

### (3) 帯のこの振動

帯のこは非常に高速切削をする機械で、多くは分銅で緊張力を与えているようです。ここで注意してほしいことは、帯のこ全長とこの車の円周が整数比にならないようにすることです。ところが、実際に使っているものは約1（円周）対2（帯のこ全長）になっているケースが少なくないのです。これが接合部の小さな振動と回転数ごとの振動の問題になります。どんなにバランス良く釣合いをとっても、共振すると振動が大きくなります。つまり1対2の整数比ですと帯のこが1回まわる間にこの車が2回まわることになります。非常に簡単なことですが、以外に気が付いていないことも多いのです。これは両者の比をずらせば

よいのです。次に緊張力が問題になります。一般に $10\sim 12\text{kg/cm}^2$ が振動防止の面から適当であるとされています。ところが緊張力をいくら掛けると良いか知らない工場が多いのです。メーカーでは帯のこ盤の緊張倍数を示していますが、ナイフエッジを使っているために、減った場合は変わってきます。また同じ力が働いていてもこの寸法は各工場です。また同じ力が働いていてもこの寸法は各工場です。幅の広いのこやそれを研磨したものにも同じ分銅を掛けていることも少なくないようです。これは実に不合理です。また、分銅を大きめにして変えないと、幅が狭くなるときに危ないといった面も有ります。そのため幅が広いうちは振動も起こりやすい状態でスタートすることになります。この点を改善しただけでもずいぶん振動が変わってきます。この幅はすぐ測れます。緊張力はどうするかといいますと、スプリングバランスを入れて測れますが、現実的ではありませんので、ダイヤルゲージを使ったものになります。そしてこの車の移動をダイヤルゲージで読み取った量とレーバの移動量との比から求めます。メーカーで当初に示された数値と結構違うものです。これらの点は道内でも道外でもよく見られるケースですでお話しました。

## 通常総会と講演会のお知らせ

### ◇総会

11月2日（金）は当協会の第25回通常総会です。午後1時から始まります。ご多用中恐縮ですが、ぜひご出席の上、ご審議をお願い申し上げます。

なお、ご欠席の際は、必ず本誌綴込みの委任状をご返送下さい。

### ◇講演会

総会終了後、午後3時頃から次のように時局講演会を開催します。ふるってご参加下さい。

演題 転換期の世界経済と地域経済の再生

—期待される北海道の役割—

講演者 北海道東海大学国際文化学部 教授 須藤正親氏

須藤先生は昭和39年、中央大学をご卒業以来、早稲田大学大学院講師、日本貿易振興会調査役、世界経済情報サービス国別情報室長、中央大学経済研究所客員研究員、信州大学講師などの要職を歴任された、国際経済問題の権威です。現在「南北東西の相互依存関係の深化に伴う食住生活の変化と環境」を中心に研究を進めておられます。