新しい育種技術・パルプ化漂白技術によるセルロース系素材製造方法

New Methods of Cellulose Materials Production by New Selection, Pulping, and Bleaching Technology

矢口 時 也

1. はじめに

地球上の生物にとって、セルロースはバイオマスで最も大量に再生産される最も重要な有機化合物であり、セルロースなくしては、地球上の生物は存在し得ないといっても過言でない。しかし、人類にとって必須存在である空気と同様に、セルロースについても関心が払われずにきているが、人口増加、食糧不足、化石エネルギー資源の枯渇、地球環境保全等の影響で、セルロース資源が再重要視されつつあり、セルロース資源の最大の蓄積源である木材の最新のバイオ技術を利用した新しい育種方法、およびその木材セルロースの精製法である最近のパルプ化漂白技術について説明したい、まずはじめに隣の国、中国の状況とセルロース資源に対する影響について述べてみる。

2. 中国の影響

中国は、ご承知の通り、世界の陸地(南極を除く)面積の1/14、世界人口の1/5を占める超大国であり、この大国の国民の生活水準の動向により、セルロース資源の需給に多大なる影響が予想される。

セルロース資源を大量に消費している物質に紙と繊維があるが、まず紙について考えてみると、1999年の日本の紙・板紙の消費量は世界第3位で、30百万トンを越え、国民一人当たりの紙板紙消費量は、図1¹⁾に示すように、世界6位で約240kg/人・年である。国内では2005年までに古紙の利用率を60%に増加させる製紙業界の自主計画が発表され、古紙利用の促進が環境の観点からすすめられているし、資源確保と地球環境保全のため、世界各地で計画的な植林が奨励され、現時点では使用している木材原料の1/3が植林木に転換され、2010年には2/3が植林木化される計画である。

図1 国民一人当たりの紙・板紙消費量¹⁾

一方、中国の紙・板紙の消費について考えてみると、消費量は日本の消費量の1.2倍で、36百万トン弱で世界第2位にランクされている。しかし、人口は日本の約10倍であることから、国民一人当たりの紙板紙消費量は日本の1/8.5の28kg/人・年となっている。この消費量は、日本では今から40年以上前の1956~7年に到達している。問題は中国の紙・板紙の消費量の少なさや人口の多さである。中国での国民一人当たりの紙消費量が、現在の2倍に増加したら、日本の現在の全生産量以上の紙・板紙が必要となるが、それでも現在の日本の国民一人当たりの消費量の1/4でしかないことになる。ここ5~10年における中国の紙・板紙の消費の伸びから推定すると、紙・板紙消費量が現在の2倍になるのに、17~18年かかることになるが、日本では28kg/人・年から2倍の56kg/人・年になるのに6年しかかからなかった²⁾。21世紀は中国が経済的、国際的に大いに飛躍するとのことが、大方の予想であり、2015年には8千万トン消費するとの推定³⁾もあり、意外に早く到達することが考えられる。

将来の紙需要に対応して、インドネシアのAPP社が、1999年末に中国で、年産40万トンの最新の抄紙機を2台稼働させ操業を開始しており、中国では1997~99年にかけて、220万トン、1999年末~2001年末には合計390万トン以上の生産規模の紙・板紙マシンが増設されるとの計画⁴⁾も発表されており、旺盛な紙・板紙消費動向がうかがえる。

TOKIYA YAGUCHI
王子製紙株式会社 製紙技術研究所
主席研究員 農学博士
〒135-8558 東京都江東区東雲 1-10-6
Tel: 03-3533-7134
e-mail: tokiya-yaguchi@ojipaper.co.jp
〈専門〉木材化学、高分子化学、電気化学
〈趣味〉読書

日本は現在、世界各国から製紙原料である木材チップを苦勞して集荷してきているが、中国での紙・板紙の消費量が増加することにより、この集荷がますます困難になることを意味している。しかし、現在中国の紙・板紙の原料の47%が非木材パルプであり、木材パルプは13%であり、大部分は非木材パルプと古紙であるが、木材パルプから製造された高級品質の紙・板紙が好まれ、1995～98のこれらの高級品の消費量は、全紙・板紙の伸び11%の2～4倍に増加している。中国政府は2005年に木材パルプ比率を20%に、2015年には30%に引き上げる計画とのことである。中国の紙・板紙の消費の長期的な拡大は当然のことであるが、急激なバランスの取れない消費の増大には、セルロース資源の利用の観点から注意する必要がある。

もう一つのセルロース資源の消費先として、繊維材料があげられる。繊維に使用されるセルロース繊維としては、綿花、精製した木材パルプから製造したレーヨン、麻等があげられる。最近の繊維原料の生産推移を図2に示す。

図2 世界の主要繊維の生産

現在、合成繊維の生産が拡大し、セルロース繊維および綿繊維の生産量より、合成繊維は5%増加しており、セルロース繊維の重要性が相対的に減少してきているように見られる。しかし、今後の人口増加と化石資源の消費増大により、化石資源が枯渇し、食糧不足を考慮すると、セルロース繊維の重要性が変化してくる。すなわち、綿花の栽培地は、食糧増産のため、作物栽培に切り替えられ、綿花生産が大幅に減少し、天然繊維の綿が、現在の麻のように貴重品になることが推測される。事実、1996年8月23日付け中国「農民日報」によると、第9次5ヶ年計画で「穀物生産を5億トンに引き上げる目標」で年間1,000万トンの増産のため、134万haの綿花畑を穀物畑に転作するとの指示が出されていると報道されている。綿繊維の代わりにはポリエステル繊維を使用すればよいとのことである。中国の綿花の栽培面積は、1999年には373万haとされており、3年間で綿花栽培はゼロになる計算になるが、中国での綿花生産がなくなったという話は聞いていないので、計画どおり実行されていないのであろう。

また、食料生産のための灌漑用水の不足が指摘され、黄

河の水が河口では年間8ヶ月以上断流しているとのことである。小麦、稲等の穀物の要水量は161～433mL/g乾物⁹⁾であるのに対して、綿花栽培では、7,000～29,000m³/t fiberであり、穀物の43～67倍も多量の水を必要としていることになる。当然のことながら、少ない灌漑用水で多量の食料生産することが、多量の灌漑用水で少量の綿花を生産するよりも優先されることになる。また、中国社会の生活レベルが向上し、肉食が盛んになれば、さらに飼料穀物増産に拍車がかかり、食料用の穀物の7倍の飼料用穀物が必要とされるとのことである。ますます、綿花栽培が圧迫されることになる。

傾向としては人口増加、食糧不足、綿花畑の食糧転作の図式は長期的には間違いないものと推定される。綿繊維を合成繊維に代替させるとのことではあるが、化石資源の枯渇危惧されている昨今、将来的には合成繊維の使用も困難になることも予想される。そこで利用される繊維材料は、再生可能なセルロース繊維が再び脚光を浴びることになると考えている。

このように中国を例に取り、セルロース資源である木材セルロースおよび綿花の状況について説明したが、世界の発展途上国でも、程度の差はあるにしても、同様の状況ではないかと推定される。この結果、紙の消費量の増大と、食料生産のための綿花栽培の減少により、ますます木材を中心としたセルロース資源が重要になってくると考えられる。これらのセルロース資源の需要増を、少しでも緩和改善する技術として、最新のバイオ技術を利用した樹木等の育種技術、パルプ化漂白技術があり、これらの進捗状況について説明する。

3. 新しい育種技術

作物の育種の目的について、山口¹⁰⁾は、作物の光合成の効率を向上させ、光エネルギーを化学エネルギーに転換して固定化した植物質のうち、利用できる部分の占める割合を増大することにあるとし、図3⁹⁾の農業のシステム構造を示している。

図3 農業のシステム構造

樹木の育種の目的も同様であるが、樹木の場合は着花年齢に達するまでの期間が5年から100年以上と長く、従来の育種における精英樹の選抜およびそれらの交雑を繰り返すことによって、新しい品種を固定する方法では時間がかかり過ぎる問題点があった。樹木の育種の方法としては、樹木の遺伝変異を利用することであり、従来から、自然界で発生する突然変異、自然交雑等によって得られた実用的な形質が利用されてきた。また突然変異は、放射線、化学物質等によって人為的に誘発させることが可能であるため、育種に要する時間短縮の方法として採用された経緯はあるが、実用的な形質の作出には至っていない。

またこの一方で、選抜された精英樹に対して挿し木あるいは接ぎ木によるクローン化が行われ、固定化が短期間に行われた例もある。

樹木の育種で目標とする形質について表1に示した。

表1 樹木の育成目標

分 類		対 象
成 長 性 の 改 良		伸長成長、肥大成長、樹冠狭小(高密度植栽可能)
抵抗性の改良	環境適応性	凍害(凍結、凍裂など) 雪害(幹折れ、枝折れなど) 塩害、乾燥害など
	耐 害 虫 性	食葉性害虫、穿孔性害虫、吸汁性害虫など
	耐 病 性	先枯病、落葉病、胴枯病など
	耐 獣 性	野兎、野鼠など
	そ の 他	除草剤、酸性雨、大気汚染物質など
材 特 性 の 改 良		材のねじれ、容積重、心材色など
材質(パルプ品質)の改良		リグニン量、重合度、繊維長、ルンケル比、蒸解性、漂白性、パルプ収率、パルプ強度など

さらに、最近の目覚ましいバイオ技術の進展により遺伝子操作が可能になり、人為的な形質変換が可能になった。

バイオ技術の発展経過を表2に示すが、これらの詳細な技術内容については紙面の制約もあり、専門書を参照していただきたい。

表2 バイオ技術の発展経緯⁶⁾⁷⁾

報告年次	項 目
1902	植物細胞培養の概念を提唱
1926	植物成長ホルモンオーキシシン(インドール酸)発見
1934	トマトの根端組織の継代培養に成功
1939	インドール酢酸添加でニンジンの組織培養に成功
1955	植物成長ホルモンサイトカイニン発見
1960	プロトプラストの大量単離に成功
1965	莖頂成長点培養による大量増殖に成功
1972	植物プロトプラストの融合に成功
1977	アグロバクテリウム菌にTiプラスミド発見
1986	タバコ葉緑体の全ゲノム構造解読
2001	シロイヌナズナ全塩基配列決定

4. 樹木の育種状況

このようなバイオテクノロジーの発展により、各種樹木について検討され、組織培養、細胞融合、遺伝子組換え等樹木の新しい育種について検討され、今日に至っている。検討された樹木の例を表3に示す。各種の樹種についてバ

表3 樹木のバイオテクノロジー育種研究例

報告年	針 葉 樹	報告年	広 葉 樹
組 織 培 養		組 織 培 養	
1974	スギ	1983	ポプラ
1977	ダグラスファ ドイツトウヒ	1974	ヤマナラシ ユーカリ
1981	ラジアータパイン	1980	ベニバナトチノキ
1986	ヒノキ アカマツ クロマツ カラムツ	1982	ニホンギリ
		1983	ポプラ
		1985	シラカンバ クヌギ
胚 培 養		1987	コナラ
1978		1980	サクラ
半数体培養(花粉培養)			ケヤキ
1981	マツ イチイ カヤ	薬・花粉培養	
1988	カラムツ	1974	カバノキ
		1987	マロニエ
		1983	ポプラ
細 胞 融 合		1989	ベニバナトチノキ
1986	トウヒ・マツ	細 胞 融 合	
1988	ナンヨウスギ・広葉樹	1969	ユーカリ
形質転換植物		1986	ポプラ
1988	トウヒ マツ ダグラスファ	1987	ニレ
		1988	ブナ カバノキ コナラ
		形 質 転 換	
		1988	カバノキ
		1989	ニセアカシア
		1990	ハンノキ
		1990	ポプラ ヤナキ ユーカリ

イオテクノロジーを駆使した育種が検討されており、大量生産されたクローン苗の植林試験も実施されているが、現在、遺伝子組換えで開発した樹木で商業化したものはないが、最近の樹木の育種状況を説明する。

海外では、1999年4月に世界最大の製紙メーカーである米国 International Paper 社は、世界的な薬品会社であり、遺伝子組換えトウモロコシ、大豆等で豊富なバイオ技術を蓄積している米国 Monsanto 社、ニュージーランドバイオ企業、米国包装資材会社と共同で、バイオ樹木育種の合弁会社を設立し、5年間で4社合計6千万ドルを投入し、除草剤耐性、高成長性、パルプの高品質化等の性質をユーカリに付与した苗木の開発に着手している。

また、米国 AstraZeneca 社も、樹木の成長性、パルプ適性を改良した野外栽培試験を進めているし、英国・オランダ Royal Dutch Shell 社も CO₂ 排出規制対策の1つとして、樹木バイオ分野の研究開発を積極的に進めているとのことである⁹⁾。

国内でも、王子製紙、日本製紙が遺伝子組換え樹木の開発を進めており、王子製紙は1955年社員藤原銀次郎氏の「林木育種研究所」設立構想により、翌年林木育種研究所（現森林資源研究所）が設立され、「紙作りは森作りから」との基本理念により研究を進め、1982年に植物育種にバイオテクノロジーを導入し、1991年には三井物産植バイオ研究所と共同でリグニンの生合成を制御する遺伝子を単離し、1998年より3年半の計画でハノイ近郊のベトナム国立森林科学研究所の実験林に植栽して、成長性や安全性、パルプ化適性等を調査する野外試験を実施している。図4にベトナムでの遺伝子組換えユーカリの試験植栽による生育状況^{10,11)}を示す。

図4 ベトナムでの遺伝子組換えユーカリの試験植栽

日本製紙も1990年、山陽国策パルプの生物資源研究所（現日本製紙技術研究所）として設立され、DP 排出の糖分で培養した酵母から RNA を抽出し、抗エイズ薬などの研究で成果をあげ、その後、紙・パルプ、森林資源、建材の研究にシフトしてきた。ユーカリの組織培養では海外からも評価され、1999年には米国 AstraZenecad 社と先端技術の技術交換契約を締結し、1998年米国で、1999年中国で組換えヤマナラシ、ポプラの野外試験を、1998年チリでは世界で初めてユーカリクローン苗の実用レベルでの植林を開始している¹²⁾。

現在、日本国内では、農水省指針で組換え植物の野外試験には、事前の花粉飛散試験が必要なため障害が多く、閉

鎖系の温室で試験植栽されているが、海外では、米国、英国、中国、ベトナムなどで、現地の研究機関と共同で、組換え樹木の野外試験を実施し、安全性、成長性等を確認している状態である。農水省 HP の組換え植物の栽培試験状況によると、1999年12月現在、88品種の組換え植物の栽培試験が実施され、そのうち一般圃場での栽培は31種あるが、トマト、トウモロコシ、大豆、ジャガイモ、タバコ、イネ、ワタ等であり、樹木は含まれていない。

つぎに、セルロース素材のもう1つのソースである綿については、最新の遺伝子組換え育種の実用化が、表4に示

表4 遺伝子組換えワタの普及

年次	進 展 状 況
1995	・ 米国農務省、米国 Monsanto 社 (M 社) の組換え耐虫性ワタ大規模栽培許可 ・ ワタの野外試験認可件数 158 件 (1987 年以來)
1996	・ 全米ワタ栽培の 13% Monsanto 社品に転換 ・ オーストラリア、M 社品一般栽培許可 ・ 米国農務省、米国 DuPont 社の組換え耐除草剤ワタ販売許可 ・ 中国で耐虫性ワタ 100ha 試験栽培
1997	・ 全米ワタ栽培の 20% Monsanto 社品に転換 ・ オーストラリアの 13% M 社品に転換 ・ M 社品、中国、シンハブエ、ブラジル、インド、アルゼンチン、ウズベキスタンなどで商業化予定
1998	・ 全米ワタ栽培の 50~60% 遺伝子組換え品に転換 ・ オーストラリアの 18% 遺伝子組換え品に転換、中国 1.3% 転換 ・ メキシコ、アルゼンチン、南アフリカで遺伝子組換え品商業栽培 ・ 日本で M 社品、温室試験栽培
1999	・ 全米ワタ栽培の 50~60% 遺伝子組換え品に転換、1998 年より 5 ポイント増加

すように急速な勢いで普及している。これは綿花が、極度に害虫に弱いため、農薬の使用目的の約 50% が殺虫目的（他の農作物は約 20%）となっている。綿花栽培が、殺虫剤を多量に使用し、殺虫剤コストもかかるため、殺虫性もしくは殺虫剤耐性を付与した遺伝子組換えワタへの要望が非常に強い。米国の 98 年から 99 年の遺伝子組換えワタの普及状況を見ると、ほぼ 50~60% とレベルアップしているように見られる。これは、殺虫性の綿への抵抗性を有する害虫の発生を防ぐため、一定割合で非組換え綿を植えるためとのことで、自然の摂理を取り入れているといえる。

5. セルロース資源のパルプ化・漂白

セルロース資源より、セルロース繊維を取り出す方法と

して、パルプ化・漂白・精製がある。パルプ化は、セルロース資源よりセルロースを主成分とする繊維状物質に変化させることであり、パルプの性状、組成、製造法等より、木材パルプでは表5のように分類されている。日本では

表5 木材パルプの分類と収率・組成例

パルプの分類		収率 %	セル ロース %	ヘミセ ルロー ス %	リグ ニン %
MP	Mechanical Pulp				
GWP	Groundwood Pulp	95	40	32	28
PGW	Pressurized GWP				
TMP	ThermoMP	90~	35	35	30
CTMP	ChemiTMP	95	37	36	27
CMP	ChemiMP	65~ 90	52	18	29
SCP	Semichemical Pulp				
NSSPC	Neutral Sulfite SCP		64	18	18
CP	Cemical Pulp	65~ 40			
KP	Kraft Pulp				
UKP	Unbleached KP		73	21	7
SBKP	Semibleached KP		75	23	2
BKP	Bleached KP		80	20	0
SP	Sulfite Pulp				
BSP	Bleached SP				
DP	Desolving Pulp		90	10	0
DSP	Desolving SP				
DKP	Desolving KP				

1999年の木材パルプの生産量は約1,100万トンで、このうちBKPは約660万トンと約60%を占め、木材パルプ中の最大の生産となっているので、KPの最近のパルプ化・漂白についてのべる。

木材のパルプ化においては、パルプ品質の向上とパルプ収率の増加を目的に種々の開発が行われている。収率増加は、漂白方法が、有機塩素化合物の発生を抑制するため、塩素漂白から二酸化塩素漂白に変換しつつあり、漂白薬品コストの上昇を、パルプ収率増でまかなおうとしていることも1つの理由である。

パルプ品質、収率の向上法としては、連続蒸解法では、MCC(修正連続蒸解)法、EMCC(拡張修正連続蒸解)法、Lo-Solids(低溶出固形分蒸解)法、ITC(等温蒸解)法が開発され実用化されている。これらは、蒸解釜中の薬品濃度プロファイルを均一にしようとしたり、蒸解ゾーンを延長したり、蒸解による溶出固形分を低濃度に保つようにしたり、蒸解温度を均一にしようとする蒸解方法である。これらは木材を限りなく温和な条件で処理してパルプ化しようとする方法で、パルプ粘度が増加し、粕率が低下し、薬品添加率が下がり、パルプ強度が増加し、パルプ収率が向上するものもある。また、漂白薬品添加率を下げるため、蒸解後のパルプのリグニン量を限りなく減少させるため、蒸解後、酸素脱リグニン工程を1~2段階設し、蒸解時のリグニン量を1/2から1/3まで減少させる方法がほとんど採用されている。

木材パルプの漂白においては、従来、一般的にC-E-H-Dの漂白シーケンスで漂白していたが、1段目の塩素漂白(C)でリグニンと塩素が反応して、ダイオキシンが微量生成し、漂白排水中に流出して生物濃縮され、魚類の体内に含まれていることが発見され、問題となった。この対策として、米国ではクラスターールと呼ばれる塩素漂白排水の排出の厳しい規定が制定され、漂白工程の大幅な改善が求められ、設備改善に応じられない企業は、工場閉鎖に追い込まれている。日本でも、これに準じた業界の自主規制を作成し、設備改善に努めている。日本では、米国に比較して、酸素脱リグニン、排水の活性汚泥処理が採用され、ダイオキシンの発生量も比較的少なく、蒸解での脱リグニンをさらに進め、酸素脱リグニンを強化することにより自主規制値は、守ることが出来ている。しかし、分子状塩素そのものを使用しないことが、地球環境的に求められているので、ECF(Elemental Chlorine Free)漂白を採用する企業が増えつつある。1998年、北越製紙の新潟工場でLBKPのECF化が本格的に始まり、日本製紙では1996年釧路工場で1系列、1999年旭川工場、王子製紙では2000年春日井工場、米子工場でECF化されている。王子製紙では、2004年までにパルプ漂白工場でECF化を採用することになっており、日本製紙では2005年に全漂白設備をECF化する計画が発表されている。

ECF漂白は、塩素(C)の代わりに通常、二酸化塩素(D)を使用してダイオキシンの発生を抑制している。しかし、同一漂白能力比較(有効塩素)での薬品コストは、DはCの2倍以上するので製造コストが上昇するので、コストダウンの方法が検討されている。その一つにオゾンを用いた漂白薬品として使用する方法も、オゾンの薬品コストが酸素のコスト、電気代によっては、同一有効塩素あたり0.9~1.3倍のコストであるため、実用性がでてきた。日本製紙の勇払工場では、2000年末日本で初めてオゾン漂白を採用したECFがスタートしている。

また、漂白薬品の使用量を減少させるため、バイオテクノロジーを利用する方法が実用化している。これは、パルプを酵素処理した後漂白するもので、酵素としては主としてキシラナーゼが利用されている。1999年王子製紙米子工場では、世界で初めて実機操業でキシラナーゼを自製して広葉樹パルプの漂白に利用し、漂白薬品を25~35%削減することが出来ていると報告している。

この他、酵素を使用した漂白法として、リグニン分解酵素ラッカーゼを使用する方法が検討されている。しかし、ラッカーゼは単独ではリグニン分解効果がなく、ラッカーゼによりリグニンを攻撃するラジカルを発生させるメディエータを必要としているのが現状で、実用化にはいたっていない。

6. まとめ

人口増加、化石資源の枯渇の脅威を回避するため、セルロース資源の確保に焦点をあて、最新の樹木の育種、パル

パルプ・漂白について説明した。樹木の育種については、バイオテクノロジーの進展により、遺伝子組換え樹木など先の見通しへの成果が上がりつつあるが、ようやくその端緒についたばかりともいえる。今後、さらに森林育成の効率が向上する育種技術が開発され、CO₂が効率よく固定化され、地球の環境保全に貢献することが期待されている。

パルプ化・漂白に関しては、環境に出来るだけダメージを与えない漂白法に変化しつつある。この漂白法の変更によるコストアップを回避しようとする力が、ドライビングホースとなって、パルプ収率の向上、品質の向上が検討されつつある。しかし、パルプ収率の向上はKP蒸解が始まって以来の懸案事項であるが、実用化された方法は、ポリサルファイド法とAQ法ぐらいで、パルプ収率も48%が49~50%程度に向上しているのが現状である。1~2ポイントのパルプ収率増加も、すばらしい技術開発の成果であるが、さらなるパルプ収率増加の研究開発により、セルロース資源の有効活用を進め、地球環境保全につなげていくことを期待したい。

引用文献

- 1) 通商産業大臣官房調査統計局編「紙・パルプ統計年報」およびPulp & Paper International 誌から作図
- 2) Zhenlei Cao, TAPPI J., **83**(10), 46(2000)
- 3) 矢野経済研究所, 「2001 年度版紙パルプ産業白書」
- 4) 日本化学繊維協会資料, <http://www.fcc.co.jp/JCFA/doko.html>(2000.1.21)
- 5) 山口彦之, 「植物遺伝子走査技術」P. 1 シーエムシー(1986)一部加筆
- 6) 山田康之, 大山莞爾, 「細胞育種技術実験法」P.11, サイエンスフォーラム(1985)
- 7) 田中秀男他, 「植物細胞工学」P.2, オーム社(1992)
- 8) 農林水産技術会議事務局編, 農林水産研究文献解題 No.17 「植物バイオテクノロジー」P.8, 146, 564(1991)
- 9) 日経バイオテック編集部, 「日経バイオ年鑑」日経BP社(1985~2000)
- 10) 日本製紙連合会, 紙・パルプ, P.22(1998.10), FUTURE, **40**(11) 4(2000)
- 11) 河津 哲, 土肥敬悟, 日尾野隆, 伊藤一弥, 柴田 勝, 近畿アグリハイテクシンポジウム講演要旨(京都)(2000 2)
- 12) 日本製紙連合会, 紙・パルプ, P.13(1999.4)

第47回 熱測定講習会 — 初心者のための熱分析の基礎と応用 —

会 期: 2001 年 8 月 22 日(水)~24 日(金) 会 場: 近畿大学本部キャンパス(東大阪市小若江 3-4-1)
主 催: 日本熱測定学会 協 賛: (社)繊維学会 他
プログラム, 参加申込の詳細は下記にお問い合わせ下さい。
日本熱測定学会事務局 〒101-0032 東京都千代田区岩本町 1-6-7 宮沢ビル 601
TEL: 03-5821-7120 FAX: 03-5821-7439 E-mail: netsu@mbd.nifty.com
<http://www.soc.nii.ac.jp/jscta/index.html>

信州大学教育学部・生活科学教育講座教官募集

信州大学では、被服学の助教授(学部・大学院の被服学関係の授業科目を担当)1名(平成14年4月1日現在, 45歳以下)を公募しております。採用予定日は平成14年4月1日です。
詳細は下記へお問い合わせの上, 平成13年8月31日(必着)までに書類をご提出下さい。
〒380-8544 長野市西長野 6 のロ 信州大学教育学部・生活科学教育講座教官選考委員会委員長 栗津原宏子
TEL: 026-238-4185 FAX: 026-234-5540 E-mail: awazuhr@gipwc.shinshu-u.ac.jp

石油学会野口記念賞候補者募集

【対象分野】

新燃料油開発に関する技術, 石油精製技術および石油留分新用途開発技術に関する基礎的研究および研究開発に関わるものであり, 広い意味で我が国の石油エネルギーおよび石油代替エネルギーの安定供給に貢献するものとする。

【賞の種類と受賞資格】

(何れも石油学会の会員に限定せず, また学会推薦も不要)

- (1) **野口記念賞**: 本賞の主旨にあう研究者, 技術者の個人またはグループで, 多大な功績のあるもの, 年1件以内, 賞金100万円/件。
- (2) **野口記念奨励賞**: 本賞の主旨にあう若手研究者, 技術者の個人またはグループ(原則として受賞の年の4月1日現在で40歳未満)で独創的な業績をあげたもの, 年4件以内, 賞金50万円/件。

【応募方法】

応募は自薦, 他薦いづれも可。所定の応募用紙(学会へ請求)に必要事項を記入し, 石油学会表彰委員会へ 8月31日までに郵送して下さい。

【問合せ先】

(社)石油学会表彰委員会係(〒102-0093 東京都千代田区平河町 1-3-14 TEL: 03-3221-7301 FAX: 03-3221-8175)