

■ シリーズ特集 ■ 明日を支える資源 (40)

我国パーライト工業の現状と展望

The Existing State and Outlook of Perlite Industry in Japan

中 井 完*

Tamotsu Nakai

1. はじめに

黒曜岩、真珠岩、松脂岩等のガラス質火山岩は、軟化温度内で急加熱するとその体積が5~20倍と膨張し、各々の粒子が微小な泡ガラスの集合体となる特異な性質を有している。我国ではパーライトとは、原料(原石¹⁾)の真珠岩の英語名であると共にこれら火山ガラスを膨張させた商品名として使用されている。膨張パーライト(以下パーライト)は、その優れた断熱性、遮音性、保水性等を伴う軽量性により種々の工業、建築及び農園芸用途に使用されている。

表1 パーライト原石分析例

種 類	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	+H ₂ O
黒曜岩	76.0	13.4	3.3	3.8	0.8	0.9
真珠岩	73.3	13.0	3.7	3.8	0.9	3.5
松脂岩	70.5	12.7	3.1	3.9	1.2	6.5

我国は世界でも五指に入るパーライト原石及びパーライトの生産量を誇り1987年の推定で約1割を占め、原石換算で約25万tと推定される。原石及びパーライトの対外貿易については、火山国である我国は、豊富な資源を有しており原石(精石含む)の輸出入は極めて小さく、製品についても、その軽量性に相反する嵩ばるという物流面の不利があり、極めて少量の輸出があるのみで生産されるパーライトはその殆どが国内消費されている。

世界のパーライトの原石は、真珠岩のみで、黒曜石・松脂岩を原石として使用しているのは我国のみである。

2. 我が国及び世界のパーライト工業

パーライトは、第2次世界対戦後の1946年、数カ年に渡る開発期間を経て米国で最初の工業生産が開始さ

れ、この年、4,750t生産が記録されている。この後、複員軍人の住宅用建材として積極的に採用され急激な成長を遂げ、1990年の世界の生産量は約3百万tと推定される。表2に精石²⁾ベースでの生産量推移を示す。

表2 生産量推移(×1,000t)

	米 国	ギリシャ	日 本	世界計
1946	5			
1950	102			
1960	312		6	
1965	392	90	19	509
1970	456	166	85	1,075
1975	512	125	111	1,487
1980	638	218	108	1,732
1985	615	401	122	2,561
1990	650	570	204	3,000

米国に次ぐ生産国はギリシャで、年間50万tを越える生産量が報告されているが、大半はEC諸国へ精石として輸出している。旧ソ連、中国もパーライトの主要生産国で、それぞれ60万t、50万tと推定される。

我国に於いては、1960年に三井金属が最初の商業生産を開始し、東京オリンピックを初めとする建築ブームに乗り、順調に発展し現在では約10社により年間百万㎡以上のパーライトを生産している。

パーライトの製造方法は、各メーカーのノウハウであるが、基本的には次の通りである。

原石→(乾燥・粉碎・分級)→精石→(焼成³⁾・補集)→製品(膨張パーライト)

我国のメーカーは、一般的に原石の採掘から焼成まで一貫生産を実施しているが、欧米では、原石採掘・精石生産の生産者とこの精石を購入して膨張パーライトを生産するメーカーと分離しているのが普通である。表3に最近の我国パーライトメーカーの生産量を示す。

パーライトの焼成炉(EXPANDER)は、大別し

* 三井金属鉱業(株)パーライト事業部 資源部長
〒336 埼玉県浦和市沼影1-30-20

表3 パーライトメーカー別生産量
(’90年推定値×1,000m³)

	生産量	比	原石種別
三井	552	41.5%	真珠岩, 松脂岩
アサノ	200	15.0	真珠岩, 黒曜岩
宇部	113	8.5	真珠岩, 松脂岩
東邦	120	9.0	黒曜岩
フヨー	80	6.0	黒曜岩
昭和	150	11.3	真珠岩
服部	86	6.5	松脂岩
その他	30	2.2	
計	1,331	100	真珠岩 880(66.1%) 黒曜岩 250(18.8%) 松脂岩 201(15.1%)

て立型静置炉と横型回転炉があり、精石の特性や製品の種類により選別される。黒曜石の焼成は横型回転炉が普通使用されるが、真珠岩の焼成方法と若干異なる。又、真珠岩の焼成工程において炉に精石をフィードする前に予熱 (PREHEAT) をするが、これは急加熱による熱ショックによるパーライトの爆裂を防止するとともに膨張性を助長する効果を得ることが出来る。

パーライトの分類は表4に示すようにJISによる規定があるが、各メーカー毎に独自の基準がある。

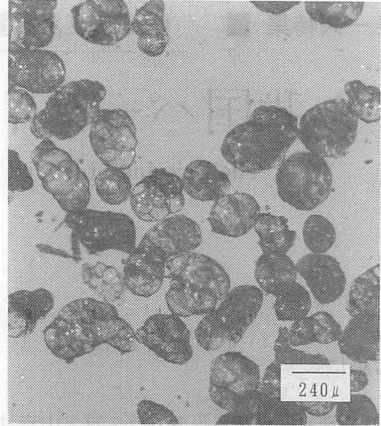
表4 JIS A 5007による分類

記号	単位容積質量とその標準値(Kg/リットル)
F	単位容積重量が特に小さいもの 0.020を越え, 0.10以下
S	単位容積重量が標準的なもの 0.10を越え, 0.25以下
L	単位容積重量がSよりやや大きいもの 0.25を越え, 0.50以下

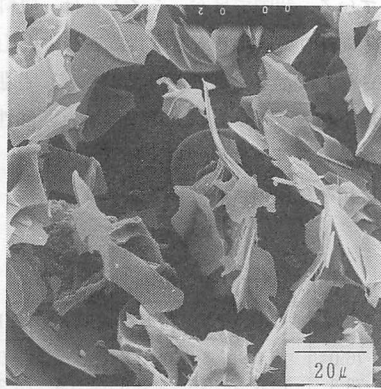
又、パーライトは、膨張したパーライトを粒状のまま製品とする他、これを破碎した製品もあり、下に述べる濾過助材や窯業系サイディングボード向けの一部は、破碎パーライトが使用される。

写真1, 2に粒状パーライトと破碎パーライトの顕微鏡写真を示す。

パーライトは、窯業系サイディングボードの主要材料として使用されているが、昭和60年以降の住宅着工件数の大幅な増加と共に施工が簡単な乾式工法である



写1 膨張パーライト (粒状パーライト)



写2 破碎パーライト (フィルターエイド)

窯業系サイディングも急激な増加を続け、現在では、パーライトの用途の50%以上を占めている。これに次ぐのは土壌改良・農園芸用途で約25%、更に濾過助材、保温保冷用途が続いている。

黒曜岩、真珠岩、松脂岩の分類では、それぞれに特徴、優劣があり、黒曜石は、膨張粒子表面が円滑で球状に近いことから強度に優れ、吸水性が低いことから建材向や排水材としての用途に使用される。真珠岩は、パーライトのあらゆる用途に向くが、特にLPG、LNG等の二重タンクの充填断熱や吸水性・保水性を土壌改良材の用途に優れている。松脂岩は、強度に優れた建材用途に主に使用される。

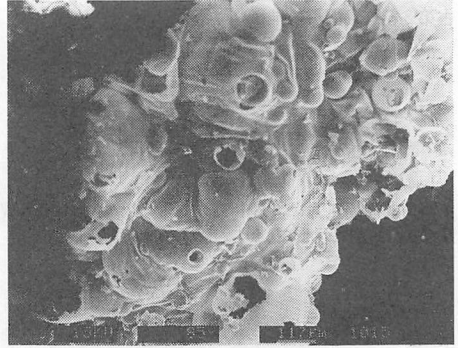
3. パーライト資源

パーライトの原石となる黒曜岩、真珠岩、松脂岩はガラス質流紋岩質火山岩の1種で、黒曜岩は石器時代より利用され、又装飾用にも利用されている。真珠岩

は急冷時のガラス歪みにより生じた玉葱状のパーライト構造が特徴的である。化学的には準安定の非晶質のアルミニウム珪酸塩で比重は2.0~2.4、硬度はモース硬度で5.4~7.0である。黒曜岩、真珠岩、松脂岩の区分は、見掛け上の区分は別として一般的にそれらの構造水に区分され、 $+H_2O < 2\%$ を黒曜岩、 $2 < +H_2O < 5\%$ を真珠岩、 $+H_2O > 5\%$ を松脂岩としている。なお、南九州を中心に広く分布する火山ガラスの一種であるシラスも同様に加熱すると発泡する性質を持っている。

パーライトが発泡するのは、キルン内に適当な粒度の精石がフィードされると急加熱によるガラスの軟化(一般的な軟化温度、900~1,000℃)と原石中の揮発成分が爆発的膨張逸散が同時に進行し発泡する。パーライト製品の表面の電子顕微鏡写真では、ガスの蒸発逸散したと考えられるガスポアが観察される。(写真3. 図-3参照)

パーライト鉱床は、新第3紀以降の酸性火山活動により生じたもので、世界の主要鉱床は、新第3紀以降



写3 パーライトの電子顕微鏡写真

の火山活動区に存在している。我国のパーライト資源も図-1に示す通りである。稼行中のパーライト鉱床がこれらの時代に限られるのは、長い地質時代の経過による結晶化や脱ガラス化作用による変質を受けたものと考えられるが、中国河南省信陽県のパーライト鉱床は、白亜紀初期の生成と言われ、真珠岩より変質したベントナイト、ゼオライトを伴う大型複合鉱床で、鉱量数千万tと言う世界有数のものである。

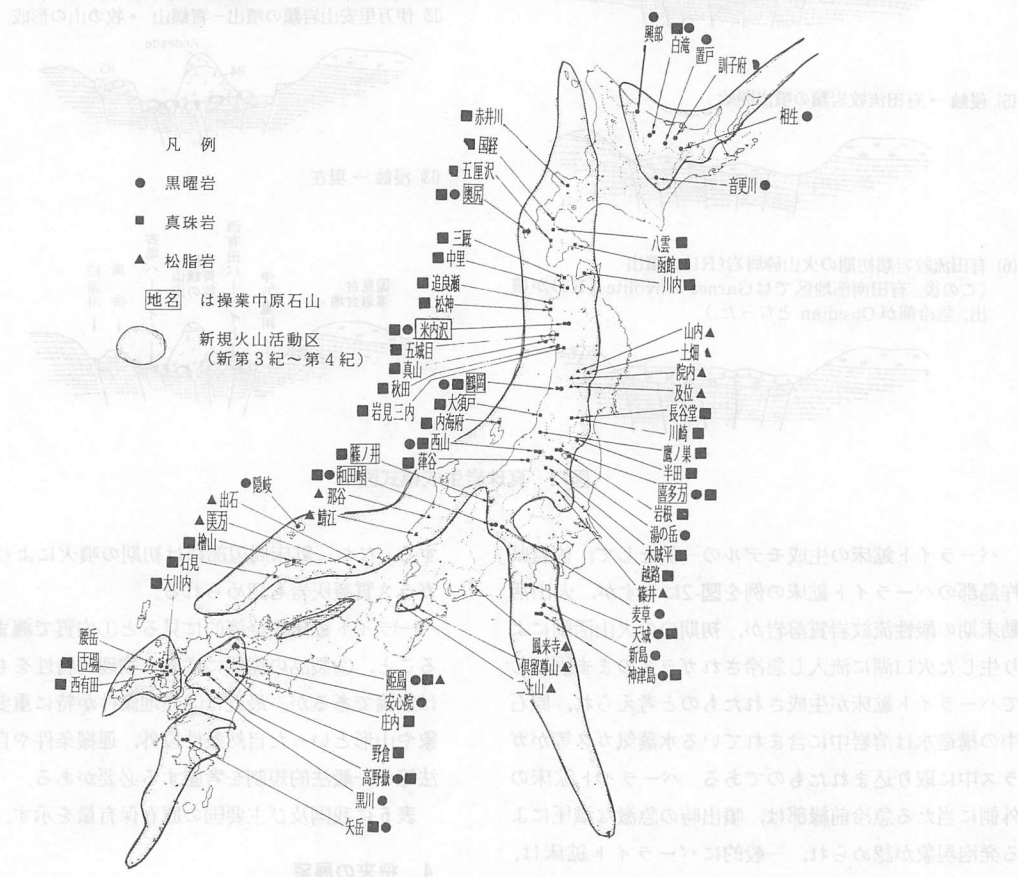
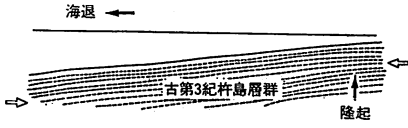
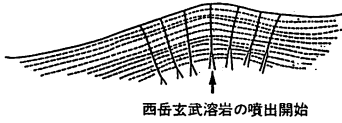


図-1 我国パーライト資源分布

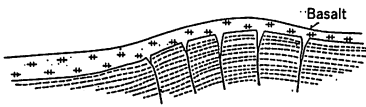
(1) 古第3紀杵島層群の推積



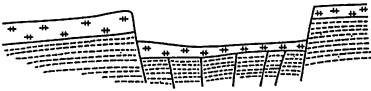
(2) 東西方向の横圧力によるドームアップ，さらにNNW系及びEW系割れ目形成



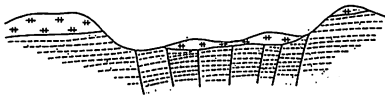
(3) 西岳玄武岩溶類の噴出



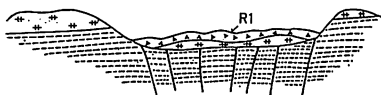
(4) 陥没 (第1次)



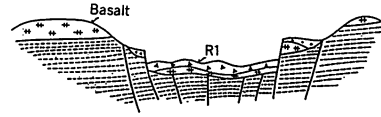
(5) 侵蝕 → 有田流紋岩類の噴出開始



(6) 有田流紋岩類初期の火山碎屑岩(R1)の噴出 (この後、有田南部地区ではGarnet Rhyolite (R2)が噴出，急冷部がObsidian となった.)

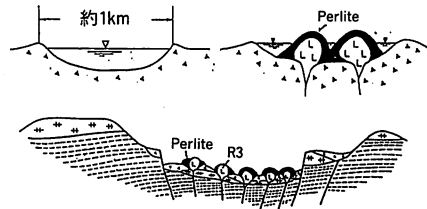


(7) 陥没 (第2次)



(8) Biotite Rhyolite (R3) 噴出前の小爆発によるマール型火口湖の形成

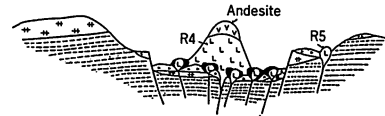
(9) 引き続きBiotite Rhyolite の Lava Dome 噴出急冷部にパーライト生成.



(10) Non Porphyritic Rhyolite (R4) の噴出—底面の一部に松脂岩を形成—黒髪山

(11) Dyke状, Lava Dome 状 Rhyolite 貫入(R5)

(12) 伊万里安山岩類の噴出—青嶺山・牧の山の形成



(13) 浸蝕 → 現在

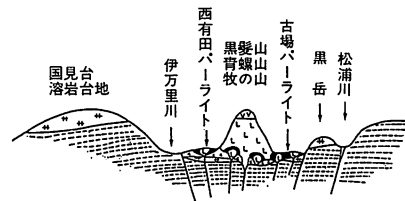


図-2 真珠岩生成模式図

パーライト鉱床の生成モデルの一例として、佐賀県杵島郡のパーライト鉱床の例を図-2に示すが、火山活動末期の酸性流紋岩質溶岩が、初期の火山活動により生じた火口湖に流入し急冷されガラスのまま固結してパーライト鉱床が生成されたものと考えられ、原石中の構造水は溶岩中に含まれている水蒸気ガス等がガラス中に取り込まれたものである。パーライト鉱床の外側に当たる急冷前縁部は、噴出時の急激な減圧による発泡現象が認められ、一般的にパーライト鉱床は、急冷フロントの軽石質鉱床→自破砕溶岩状鉱床→塊状鉱床→漸移帯→ガラス質流紋岩といった類帯構造を呈

する。なお、鉱床周辺部には初期の噴火により生じたガラス質凝灰岩も認められる。

パーライト鉱床を経済的に見ると①均質で纏まりのあること、②製品の需要に応じる物理的特性をもつことは無論であるが、最近では③立地条件が特に重要で、気象や山形といった自然条件以外、運搬条件や自然公園法等の一般法的規制を考慮する必要がある。

表5に我国及び主要国の原石保有量を示す。

4. 将来の展望

我国パーライト工業は、パーライト資源保有量から

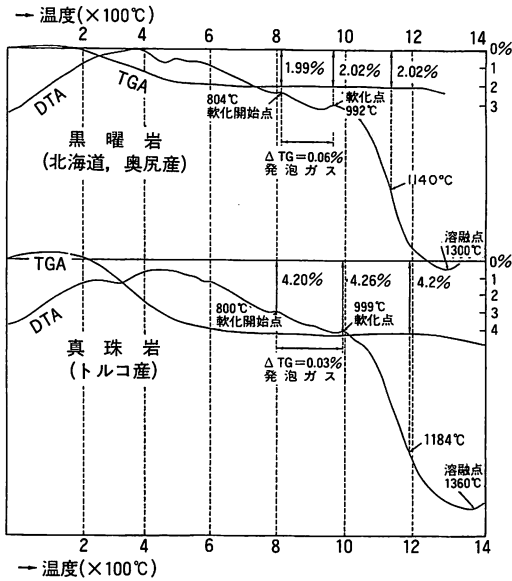


図-3 パーライト原石の熱分析

は更に発展の余地は充分あるが、露天掘りによる自然環境破壊防止、剥土処分地の確保、周辺住民の合意の困難さより良質鉱床があっても新規開発は困難となろう。終掘後の採取跡地保全の経費を節減する意味からも計画的な採取跡地の緑化保全が重要となっている。国内の良質黒曜岩資源は、不足しており、カムチャッカ、スマトラからの原石輸入も実施されているが、さらに拡大するものと考えられる。また、製品需要による特定粒度の精石輸入も今後拡大する可能性も考えられる。

パーライトは、普通 100% 袋単位で取引されるが、軽量であると言った特徴は、半面容積で嵩ばるため物流面での不利がある。原石採掘から、末端消費者までの総物流コストは、末端価格の 20% 以上を占めている。現在、バルクでの輸送やフレキシブルコンテナバック等の物流合理化が進展しているが更に推進の必要がある。

パーライトの製造工程は、乾燥・分級やパッキングあるいは焼成炉の自動制御といった製造設備周辺手段は格段の進歩を遂げているが、基本の焼成工程そのものはパーライトの発泡原理が簡素なこともあり基本的に変化していない。従って、製品の品質・特性は原料の原石に左右され、今後、さらにパーライト工業を発展させるためには、豊富な原石資源を活かすためにも焼成手段そのものの研究開発が重要である。

パーライトは無機材料としてその優れた特性を活か

表 5 国別生産量と保有量 ('88年精石ベース)

国 別	推定生産量 (千t)	保有鉱量 (百万t)	期待鉱量 (百万t)
米 国	700	50	200
ギリシャ	550~600	50	300
旧ソ連	350~600	500	1,000
中 国	300~500	100	500
日 本	144	10	50
トルコ	150	30	300
イタリア	100	5	5
ハンガリー	109	5	5
メキシコ	30~40	5	5
フィリピン	11	10	40
その他*	80		
	2,528~3,038	790	2,405

*注: アルジェリア, アルゼンチン, オーストリア, チェコ, ブルガリア, アイスランド, モザンビーク, ニューゼーランド, 南ア, ユーゴ, モロッコ, ベルー, 臺灣

した種々の用途開発が行われ、市場を拡大してきた。さらに新しい用途開発の余地は充分あり、今後の新用途・新商品の研究開発が大いに期待される。

参 考 文 献

- 1) 鈴木廉三九 (1942); 天然ガラスに関する二三の考察 (I) (II) 岩鉱, vol. 28, no. 1~2
- 2) 河野義礼 (1953); 本邦産玻璃質岩石の研究地質調査所報告, no.134, P. 1-29
- 3) 秦光男・瀬川秀良・矢島淳吉 (1958); 5 万分の 1 図幅説明書「奥尻島北部及び南部の地質」
- 4) 浜野健也 (1959); 天然ガラス質岩石の加熱膨張係数 67 [4], P124-133
- 5) 今井功・沢村孝之助・吉田尚 (1958); 5 万分の 1 地質図幅説明書「伊万里」
- 6) 桑原 寛 (1961); パーライト探査上の二、三の問題 第 8 回全国鉱山精練所現場担当者会議探査講演集, P. 95-104
- 7) 浜野健也 (1965) 天然ガラスと“パーライト” 窯協 73 [1] ~ [4]
- 8) 荒牧重雄・原村 寛 (1966); 加算ガラスの加水に伴う Na₂O の溶脱 地質学雑誌, vol. 72, no. 2, P. 69-73
- 9) 久野 久 (1968); 水中自破砕溶岩 火山第 2 集, vol.13, no. 3, P. 123-130
- 10) 荒牧重雄 (1968); 噴火現象の分類とメカニズム 火山第 2 集, vol. 13, no. 3, P. 205-221
- 11) 北村信・他(1968); 福島県地質調査報告 5 万分の 1 図幅説明書「宮下」
- 12) I. Kaneoka・M. Suzuki (1970); K-Ar and FISSION TRACK AGES OF SOME OBSIDIANS 地質雑誌,
- 13) Industrial Minerals (1972); PERLITE June 1972, P. 9-35
- 14) 吉田國夫(1974); 鉱産物の知識と取引P. 299-304
- 15) 山田正春(1975); 低温断熱材として脚光を浴びるパー

- イト地質ニュース, no. 246
- 16) 趙礼・高凡(1975); 我国珍珠岩及其膨胀性能的研究
 - 17) Industrial Minerals(1977); PERLITE May 1977, P. 17-37
 - 18) 水戸研一・原担・根田武二郎(1978); 福島県地質調査報告 5 万分の 1 図幅説明書「針生」
 - 19) R. L. Langford (1978); PERLITE Mining Annual Review, p. 124
 - 20) Arthur C. Meisinger (1979); PERLITE MINERAL FACTS & PROBLEMS. 1979 edition Vol. 76, no. 6, P. 309-313
 - 21) R. L. Langford (1980); PERLITE Mining Annual Review, p. 133
 - 22) 桑原昌博(1981); パーライトの概要と建材用途 月刊建築仕上技術, 81年 8 月号
 - 23) 拇尾 師(1981); パーライトの概要と建材用途 月刊建築仕上技術, 81年 8 月号
 - 24) Robert S. Milanese (1981); PERLITE Mining Annual Review, p. 130
 - 25) Robert S. Milanese (1982) PERLITE Mining Annual Review, p. 125-126
 - 26) 桑原 寛(1983); 中国のパーライト(珍珠岩) 鉱床学下冊訳, P. 251-255
 - 27) 桑原 寛(1984); 中国のパーライト事情 窯業協会東海支部学術研究発表会講演要旨集, P. 57-58
 - 28) Arthur C. Meisinger (1985); PERLITE MINERAL FACTS & PROBLEMS. 1985 edition
 - 29) Robert S. Milanese (1987); PERLITE Mining Annual Review,
 - 30) Brian Coope (1988); PERLITE Mining Annual Review, p. 123-124
 - 31) 有田義正(1992); パーライト製造の現状と今後の展望 VSI, vol. 3, no. 6, p. 6-7
 - 32) Rorger LOUGHBOUGH (1991) Mineral in lightweight insulation Industrial Minerals Oct. 1991, P. 21-35

共催行事ごあんない 「第30回燃焼シンポジウム」開催ごあんない

〔主催〕日本燃焼学会

〔共催〕日本学術会議熱工学研究連絡委員会,
日本化学会, 日本エネルギー学会,
化学工学会, エネルギー・資源学会他

〔開催日〕平成 4 年 12 月 7 日(月)～ 9 日(水)

〔会場〕名古屋国際会議場

(〒456 名古屋市熱田区熱田西町 1-1,
TEL 052-683-7711, FAX 052-683-7777)

〔講演申込締切日〕平成 4 年 7 月 30 日(木)(必着)

〔前刷原稿提出締切日〕平成 4 年 9 月 26 日(土)(必着)

〔講演申込方法〕

日本燃焼学会会員は, 会誌 89 号をご覧ください。
非会員の方は, 下記シンポジウム事務局へ 7 月 17 日
以前に文書にて申込者氏名, 連絡先をご記入の上,
仮申込みをして下さい。折り返し講演申込書をご
送付いたします。

■ 申込先・問合せ先

〒464-01 名古屋市千種区不老町
名古屋大学工学部機械工学教室内
第30回燃焼シンポジウム事務局
TEL 052-781-5111, Ext 4470, 4471
FAX 052-781-9243