

自動車のスクラップからの金属回収

熊谷正克*

Masakatsu Kumagai

1. はじめに

わが国のモーターゼーションが高まる中で、自動車の保有台数及び年間廃車発生台数は、昭和40年代に入ると、その数は急激に増加し始め、表1に示すように、昭和43年に保有台数1,308万台であったものが昭和60年には4,500万台となり、その増加率は3.4倍にもなっている。また一方、廃車台数においては昭和43年に103万台であったものが昭和60年には400万台となり、その増加率は実に3.9倍にもなっている。保有台数からみた廃車発生率は、昭和60年度で約8.9%となっており、概ね1割近い車がスクラップダウンされている勘定になる。

廃車の増加に伴って昭和40年代半ば頃から「廃車公害」が叫ばれる様になり、廃車処理については「公害防止」、「環境保全」、「資源リサイクル」の観点から適正な処理対策の早期確立が望まれる様になった。

米国では、1955年～1958年頃大都市近郊に廃車が大量発生し、路上放棄が大きな社会問題となった。そこで社会環境保全と資源リサイクルを目的として、シュレッダーによって大量破碎処理をする、いわゆるシュレッダー事業が誕生した。

わが国では、米国に遅れること15年の1970年（昭和45年）～1972年（昭和47年）にかけて誕生し、関東で5基、中部で1基、関西で1基の計7基でスタートした。

大規模な廃車処理と不純物の少ない良質の鉄屑とし

表1

(通産省・自工会・鉄屑工業会) 我国の自動車保有と廃車台数推移				(鉄鋼連盟) 粗鋼生産推移
西歴	昭和	保有 千台	廃車 千台	年間生産量 千トン
1968	43	13,080	1,031	66,892
1969	44	15,536	1,452	82,166
1970	45	18,215	1,538	93,321
1971	46	20,060	1,786	88,556
1972	47	22,576	2,052	96,900
1973	48	25,135	2,553	119,321
1974	49	26,900	2,575	117,130
1975	50	28,366	2,900	102,312
1976	51	30,258	2,315	107,399
1977	52	32,163	2,325	102,404
1978	53	34,328	2,706	102,105
1979	54	37,333	3,126	111,747
1980	55	37,915	3,472	111,395
1981	56	39,598	3,484	101,676
1982	57	41,348	3,600	99,548
1983	58	43,148	3,800	93,000
1984	59	44,000	3,900	105,000
1985	60	45,000	4,000	

* 豊田メタルスクラップ㈱取締役工場長

〒475 愛知県半田市日東町1-6

て回収できる点で廃車処理の主流になっているシュレ
ッダー処理方式を本稿では主体に述べることにする。

2. 廃車の流れ

ディーラーなりモーターズあるいは一部個人から一
旦、解体業者に渡り、そこでエンジン、足廻り、タイ
ヤ、バッテリー、ラジエーター等外され、また外装部
品(ドア、フェンダー、ボンネット他)、あるいは機
能部品で中古部品として売れるものは積極的に取り外
される。取り残されたボディガラ(ウス)が解体業者から
直接または一般スクラップの集荷業者を経由してシ

ュレッダー工場に運び込まれる(図-1)。

大型のシュレッダー(2,000 IP)を持っている業者の
中には足廻り付きあるいはエンジン付の廃車をそのま
ま破碎処理しているところもある。

廃車解体分析の結果は、車種、年式によりバラツキ
があるが、参考までに全国自動車解体部品連合会から
発表されている数値を表2に示す。なお表中の「プレ
ス・シュレッダー材料」とあるのは、ここでいうボデ
ィ(ウス)のことであり、「鉄くず」とあるのは足廻りの
ことである。

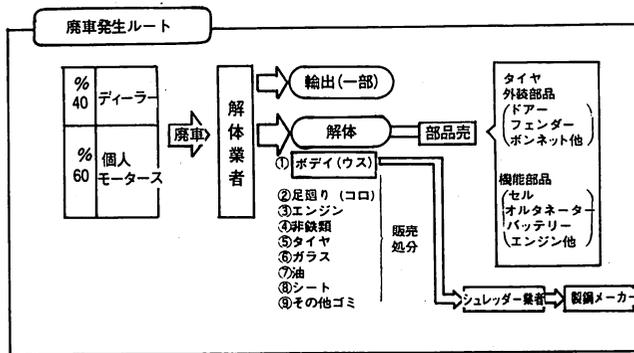


図-1

表2 廃車解体分析表(1台当り) 単位 kg, %

排気量 品目	乗 2,000cc		乗 1,500cc		乗 1,000cc		軽四輪360cc		トラック1~1.5t	
	重量	比率	重量	比率	重量	比率	重量	比率	重量	比率
ガラス	155	11.0	70	7.4	25	4.1	17	3.2	17	1.5
タイヤ	90	6.4	60	6.4	50	8.3	35	6.7	120	10.7
シート	85	6.0	39	4.1	25	4.1	11	2.1	10	0.8
計	330	23.4	169	18.0	100	16.5	63	12.0	147	13.0
差引重量	1,070	6.6	771	82.0	500	83.5	457	88.0	973	87.0

上記表による処分可能な有価物を示す

品目	重量	比率	重量	比率	重量	比率	重量	比率	重量	比率
プレス・シュレ ッダー材料	622	58.3	447	58.2	280	56.0	300	66.1	494	50.7
鉄くず	211	19.7	136	17.6	95	19.0	50	10.9	258	26.5
バッテリー	15	1.4	12	1.5	8	1.6	8	1.7	12	1.2
ラジエーター	5	0.4	4	0.5	4	0.8	空冷庫に はなし	—	9	0.9
エンジン	(鉄)187	17.4	(鉄)168	21.7	合金105	21.0	(合金)90	19.6	(鉄)202	20.7
目減り	30	2.8	4	0.5	8	1.6	8	1.7	—	—
計	1,070	100.0	771	100.0	500	100.0	457	100.0	973	100.0

出所：全国自動車解体部品連合会

3. 廃車リサイクルの状況

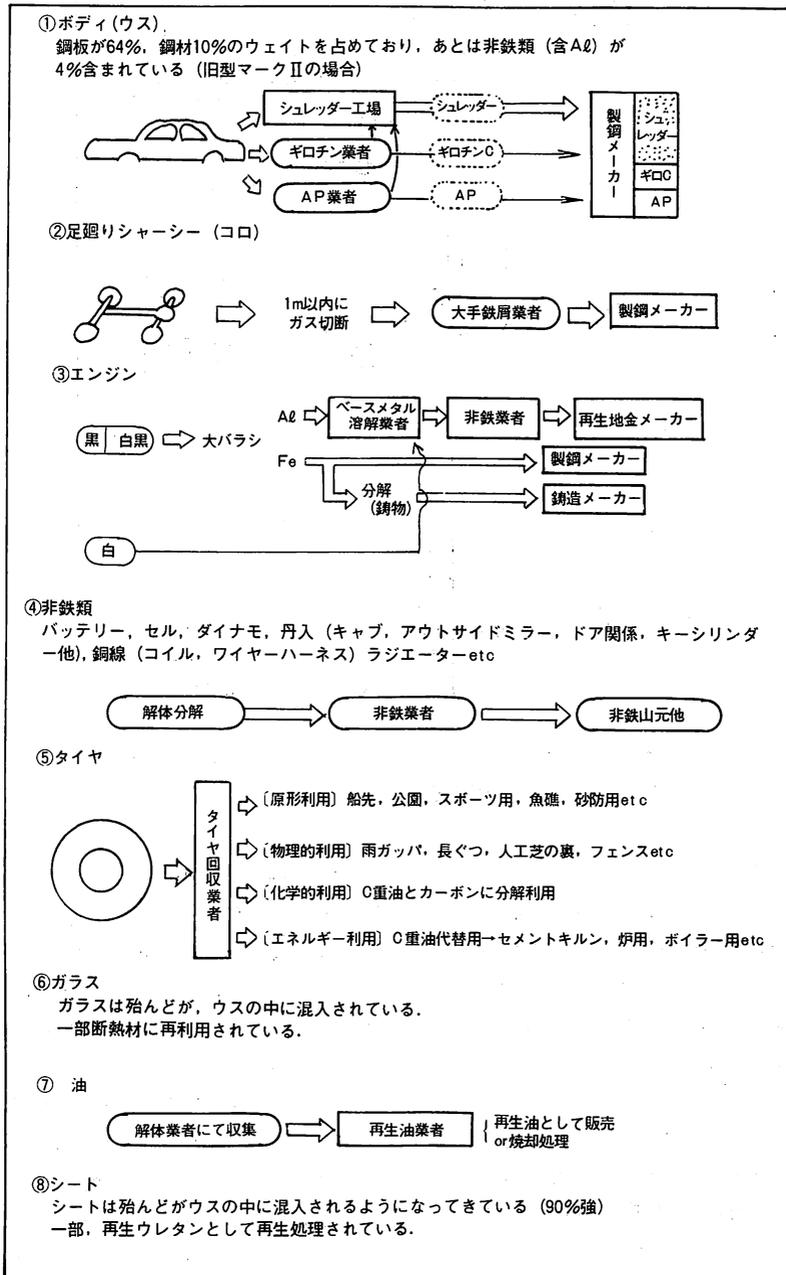


図-2 廃車リサイクル

4. 廃車処理方法の現状

現在、廃車処理方法には図-3の如く3つの方式があるが、製鋼メーカーへ鉄屑として納入される段階ではシュレッダー鉄屑となることが多い。なぜならば、プレス処理方式にしても、シャーリング処理方式にして

も(圧縮)、(切断)という加工処理であって、不純物(塩ビ、ゴム類等)が取除かれられない状態では、電炉メーカーでの2次公害の発生につながり、製鋼原料としての評価を落し、敬遠されるため、一旦、プレス処理又はシャーリング処理されたものでも最終的にはシュレッダー処理され、クリーンなスクラップとして電炉メーカ

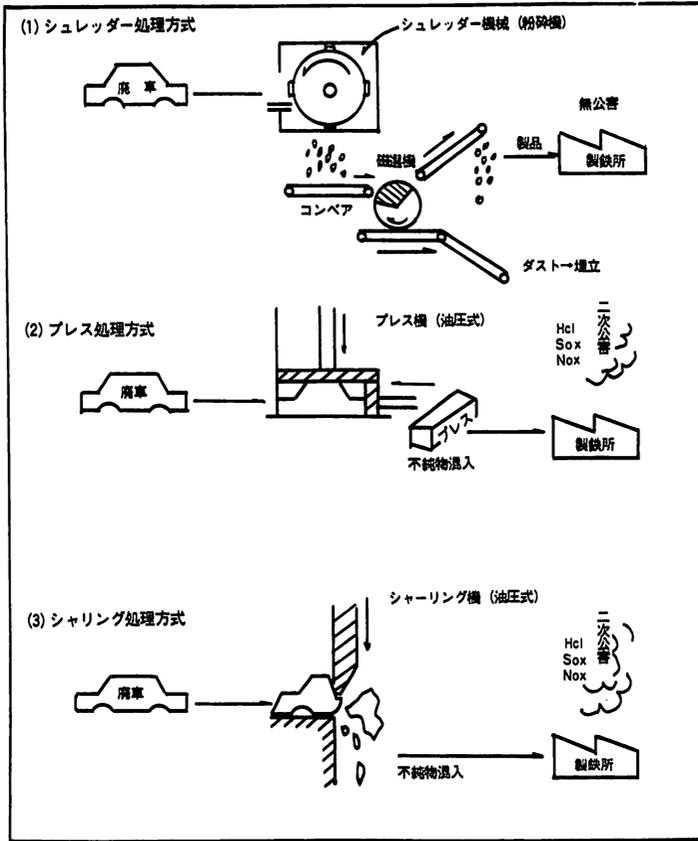


図-3 廃車処理方式

へ納入されることが多い。

歴史的な背景からみると、シュレッダーが普及する以前に於てはできるだけ不純物を取除いた状態でプレス処理されて「Aプレス」として、又はシャーリング処理されて「ギロチンC」というスクラップの呼び名で製鋼原料として電炉メーカーへ納入されていたのが殆どであった。しかし不純物をできるだけ除去するとはいっても手作業による除去は容易でなく、人件費の高騰やら、除去物の後仕末が厄介となりました、ごみの量も膨大となって結局鉄屑処理の段階で不純物の分別が十分にできないまま電炉メーカーへ納められていた。

昭和53年頃から、折からのエネルギーコスト、電力費の高騰で電炉メーカーは不純物の少ない原料鉄屑を選択する傾向を強め、クリーンなスクラップを産出できるシュレッダー化が一気に加速された。

5. シュレッダーによる廃車処理

5.1 フローシート

処理プロセスはシュレッダーメーカーによって多少

異なるが、一例として豊田メタルスクラップ機の加工工程を紹介すると図-4の通りである。

(イ) 廃車はローダーで摺んでフィードコンベアに乗せられ、シュートでシュレッダー入口に落とし込まれる。

(ロ) フィードローラーによって廃車を圧縮し、シュレッダーに送り込まれる。

(ハ) シュレッダーに送り込まれた廃車はハンマーによって破碎され、小さくなった破片は格子窓を通過して機外に排出され、同時に軽いダストは集塵装置で捕集されて、コンベアでダストヤードへ搬出される。

(ニ) 軽いダストはシュレッダー本体側の集塵装置で半分近く取除かれるが、まだ可成りの軽いダストが鉄屑と一緒に絡まっており、これらを分離除去するためにセパレーティングドラムに注ぎ込まれる。ここで攪拌されながら、鉄屑に絡んだダストが分離し集塵装置で吸い上げられる。

(ホ) 軽いダストが集塵装置2基、2段で捕集され取除かれた後、破碎物は振動コンベアで磁選機に送られる。ここで鉄だけが吸着分離され別のコンベアに乗り移る。

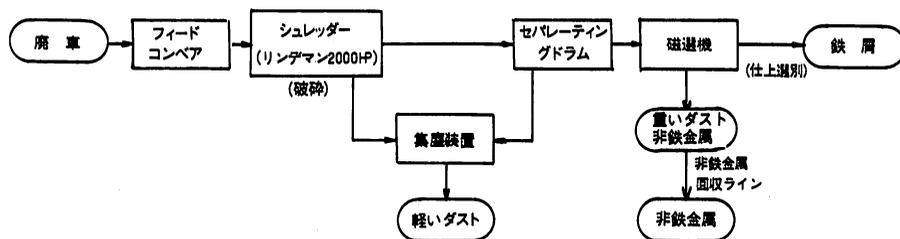


図-4 シュレッダー加工フローシート

(豊田メタルスクラップ㈱におけるリンデマン2000HPシュレッダープラント)

(ハ) 鉄屑は製品ヤードへ搬送されるが、途中で被覆銅線、裸銅線、モーター屑、13ステンレス、あるいは一部鉄屑に絡まっているダストなどを取除く仕上げ選別工程がある。

(ト) 磁選機に掛らなかつた非鉄金属混入の重いダストは別のコンベアで受けて非鉄選別ラインへ運ばれる。(非鉄選別工程の説明は「非鉄金属の回収」の項で詳しく述べることにする)。廃車処理を主体にしたシュレッダーマシンの大きさはモーター馬力で1,250HP以上が通例であったが、最近、シュレッダーの前処理機としてプレシュレッダーが普及しており、このプレシュレッダーで粗破砕することによってシュレッダー自体への負荷が軽減されて1,000HP、あるいはそれ以下の750HP程度の小型シュレッダーでも廃車処理が容易になった。

またAプレス等の固く締めた母材を解すのにもプレシュレッダーは有効であり、一方ではシュレッダーマシン本体の長寿命化及び消耗部品費の節減を狙って大型のシュレッダーにもプレシュレッダーが連結されることが多くなった。

5.2 廃車からの金属回収

廃車ボディには主製品である鉄分以外に非鉄金属と各種の非金属類(ダスト; 各種プラスチック、ゴム、繊維類、塗料、ガラス、土砂など)が同時に発生する。

それぞれの分布は、解体段階での取外しの程度、あるいは、メーカー、車種、年式によりバラツキがあるが平均すると、

- (イ) 鉄.....73~74%
- (ロ) 非鉄金属..... 1~2%
- (ハ) ダスト.....24~26%

である。懸念されるのは鉄の歩留低下である。廃車となるまでの平均寿命(車令)は8年以上になっており、現在廃車としてスクラップダウンされる車は53年~54年式が主であるため、それ程際立った歩留低下ではないが、それでもゆるやかな低下現象が続いている事実

は否めない。今後廃車となってくる55年式以降の車になれば鉄の歩留低下傾向はますます加速度を増すものと思われる。

「軽薄短小」の時代に移り、鉄の使用量が減り、樹脂化、アルミ化が進む中で既にダストの比率は30%を越えているとも言われている。言い換えればシュレッダーの母材となる廃車ボディガラ(ウス)の鉄の歩留は70%を切ったことになる。

6. 製鋼原料として評価されるシュレッダー製品

シュレッダー事業が誕生した当初、シュレッダー製品は、競争相手であったプレス・シャー業界の製品の「Aプレス」・「ギロチンC」との電炉メーカーによる評価差がない状況で、設備費、加工費の面で経営上苦しい立場に立たされていた。しかしその後、昭和53年頃から、電炉メーカーは不純物の少ないスクラップを選択する傾向を強めた。その背景には鉄屑処理の段階で不純物の分別が十分にできないAプレス、ギロチンCでは、中に混在する可燃性不純物が電炉メーカーの電炉で燃焼し、大量のばいじん、廃ガスを発生するので、あたかもゴミ焼却炉の如き作用をするため電炉メーカーに多くの公害防止設備費、エネルギーコストの負担をさせる結果となったことが影響している。さらに不燃性不純物(非鉄金属; 中でも銅・鉛は鉄をもろくする)は、溶解後に一部はスラグ中に入りスラグ量の増加を来すものもあるが大部分は金属組成の不純物として混入し、製品歩留を低下させ製造コスト増大の原因を作った。そこで電炉メーカーとしては、コスト、品質面で不純物の少ないシュレッダー製品を選択するようになった。

シュレッダー製品が電炉メーカーで評価される点

- (1) 可燃性不純物(ごみ)の混入が少ない。
 - (2) 不燃性不純物(銅、鉛等の非鉄金属)の混入が少ない。
-クリーンなスクラップ(高品質)

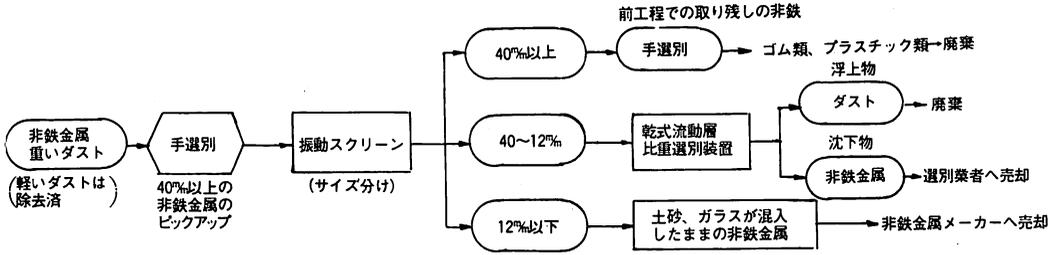


図-5 非鉄金属回収フローシート

- (3) 高比重が高い(1~1.3).
 目つぶし材としての利用
 ……溶解速度が早く、溶解歩留が高い

7. 非鉄金属の回収

廃車をシュレッダー加工処理する過程で、鉄屑の回収以外に非鉄金属の回収も重要な工程として見逃せない。回収比率からみると重量比で1~2%と低いが、鉄屑での採算がとれにくい昨今、如何にして非鉄金属の回収の徹底をはかるかがシュレッダー事業の重要な課題となっている。

7.1 非鉄金属とダストの選別方法

従来より採用されている選別方法として

- a. 手選別 b. 磁力選別 c. 風力選別 d. 比重選別 e. 振動ふるい選別 等があり、これらの組合せて各社各様のシステムが組まれている。

7.2 非鉄金属回収プロセス

ここでは、豊田メタルスクラップ㈱における非鉄選別ラインのプロセスを紹介すると図-5の如くである。

7.3 乾式流動層比重選別装置

ライン上では手選別回収しにくい40%以下12%以上のものを振動スクリーンでサイズ分けして、機械的に分別回収することにしたのが乾式流動層比重選別装置(センコー工業㈱製)である。

7.3.1 装置の構造

本装置は通称「ドライセパレックス」と呼ばれ、その構造を図-6に示す。

主な構成は、原料供給装置、選別メディア供給装置、選別トラフ、選別メディア収集トラフ、メディア循環装置(バケットエレベーター)に分けられる。

原料ホッパー、選別メディア供給ホッパーには振動フィーダーが付設されている。選別トラフは長方形の箱状トラフで、選別メディアが旋回運動により流動層を形成し、且つ適切にコントロールする装置が設置されている。また、このトラフの末端に分離板が適度の

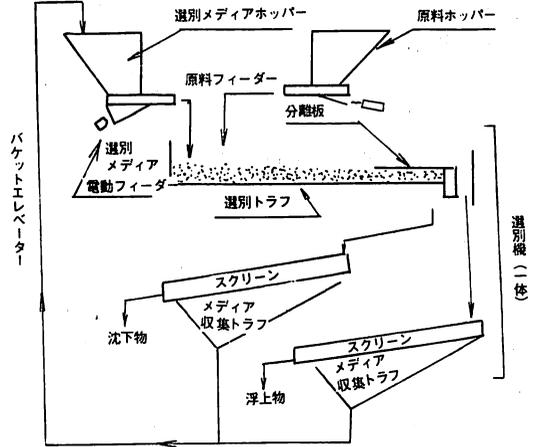


図-6 センコー式選別装置構成図

高さに設けられている。

選別メディア収集トラフは浮上物、沈下物ごとにトラフの上部にスクリーンを設置し、メディアをふるい分ける。収集されたメディアは、メディア循環装置により循環使用する。装置の駆動は選別トラフと収集トラフは別々に駆動し、偏心回転運動を行っている。

7.3.2 選別の原理

旋回流動状態にある選別メディア(この場合、粒度が細かい乾燥した砂)の中に、適度の粒度(この場合40%以下12%以上)に破碎された処理材を投入すると、ある角度の傾斜選別トラフの中を上流より下流に向かって移動する。この間に選別メディアの見掛け比重より軽い比重の物質は浮上し、重い物質は沈下しつつ下流の分離板に到達する。分離板は流動する層流を上下に分割し、浮上物と沈下物を分離する機能をもっている。選別精度は処理材の比重と、選別メディアの比重に依存する。またメディアの流動性、粒度分布等と旋回運動によるメディアの成層作用並びに内部摩擦係数なども大きく関係する。

7.3.3 選別の成績

- (1) サンプルング時間; 20分間

	非鉄金属類	ダスト
沈下物 187.6 kg (52.3%)	183.5 kg	4.1 g
浮上物 171.1 kg (47.7%)	21.1 kg	150 kg

$$\text{非鉄金属純度} = \frac{183.5}{187.6} = 97.8\%$$

$$\text{非鉄金属回収率} = \frac{183.5}{204.6} = 89.7\%$$

(2) サンプル総量; 358, 7 kg (1,076 T/H)

8. おわりに

廃車処理としてのシュレッダー事業の今後の課題は、

(1) シュレッダーによる不純物の少ないクリーンなスクラップの要求は今後ますます高まるものと思われ

るが、既にシュレッダーの過剰設備による過当競争の激化がはじまっている。

(昭和60年3月現在、全国で105基)

(2) 大量に発生するダストの埋立処分用地確保難によるコストアップ。

埋立以外の処分方法、ダストの有効活用の研究が急務

(3) 自動車1台当りの鉄の使用量が減って、鉄の歩留低下現象が進む。

(4) 自動車に使われる新素材、複合素材のリサイクルが容易でない。

などの問題があり、これらの解決こそがシュレッダー事業の安定化につながるものと思う。

p.11に続く

協賛行事案内

第5回「光がかかわる触媒化学シンポジウム」(其の2)

(プログラム)

— 9時45分から —

1. 高分子多層膜の光応答機能と機構 (理研) 金子正夫特別講演 LB膜による光電変換 (東工大) 藤平正道
2. π 結合共役高分子の光触媒反応 (阪大工) 柳田祥三・石谷 治・株本 昭・澤 誠・朴 鐘震
3. ジルコニウムを含む機能性高分子の光触媒活性 (化技研) 米村道子・関根忠雄・上田 寿
4. [ポリオルトチタン酸 n -ブチル+メタノール] 錯体による水の光分解機構 (化技研) 篠田孝子

— 13時30分から —

5. 貴金属担持硫化カドミウムを用いた硫化ナトリウム水溶液からの光触媒的水素発生 (化技研) 大沢吉直・米村道子・関根忠雄
6. イオン交換能を有する $K_4Nf_6O_{17}$ 光触媒によるメタノール水溶液からの水素生成反応および水の光分解反応 (東工大資源研・日本光学工業*) 工藤昭彦・柴田 睦・田中 彰*・堂免一成・丸谷健一・大西孝治
7. 半導体光触媒によるアンモニアとアルコールからのアミンの合成 (長岡技科大工) 三山 創・福島隆史・石川 彰・野坂芳雄・藤井信行
8. 酸化チタンの水懸濁系光触媒反応に及ぼす結晶ならびに表面構造の影響 (京大工) 大谷文章・半田順一・西本清一・鍵谷 勤
特別講演 金属酸化物の励起状態と光触媒反応の中間体 (阪府大工) 安保正一
9. 半導体触媒による水の光分解・収率に影響する反応条件 (北大触媒研) 佐藤真理
10. CO_2 レーザー励起による CDF_3 と SiO_2 表面の反応 (理研) 川合真紀・田中一範
11. スズ(II)配位遷移金属錯体光触媒によるメタノールの液相脱水素反応 (東大生産研) 猪俣将実・山川 哲・藤井孝博・篠田純雄・齊藤泰和
12. 液相均一系光触媒によるエタノールの脱水素反応 (化技研) 荒川裕則・竹内和彦・松崎武彦・杉 義弘