

もんじゅ初装荷燃料製造に伴う被ばく実績と考察

1994年9月

動力炉・核燃料開発事業団
東 海 事 業 所

この資料は、動燃事業団の開発業務を進めるため、特に限られた関係者だけに開示するものです。については複製、転載、引用等を行わないよう、また第三者への開示又は内容漏洩がないよう管理して下さい。また今回の開示目的以外のことには使用しないよう特に注意して下さい。

本資料についての問合せは下記に願います。

〒319-11 茨城県那珂郡東海村大字村松 4-33

動力炉・核燃料開発事業団 東海事業所

技術開発推進部 技術管理室

もんじゅ初装荷燃料製造に伴う被ばく実績と考察

江花 稔*，根本 典雄*，遠藤 邦明*

要 旨

プルトニウム燃料第三開発室では平成元年10月から平成6年1月にかけてもんじゅ初装荷燃料製造が行われ、この期間の作業員の被ばくは集団線量当量で約2.2人・Svであった。特に燃料製造が本格化した平成3年度から被ばくが増加したため、被ばく管理の強化、新設備稼動などの対策が講じられた。

本報告では特定の燃料製造に伴う被ばくを解析し、被ばくの要因となっている事象のしづらこみを行った。その結果、新設備稼動後は燃料取扱量や設備稼動時間に相関のあることを示した。また、作業員のローテーションにより、特定の作業員の被ばくが高くなることの防止に努めた。

* : 安全管理部 放射線管理第一課

目 次

1. 緒 言	1
2. 施設運転の概要	2
2. 1 工程の概要	2
2. 2 放射線源	2
2. 3 施設運転実績	3
3. 被ばく管理方法	4
4. 被ばく結果	5
4. 1 集団線量当量の推移	5
1) もんじゅ燃料製造対象者の集団線量当量の推移	5
2) 製造課の集団線量当量の推移	5
4. 2 集団線量当量と燃料取扱量との相関	6
4. 3 集団線量当量と設備稼動時間との相関	6
4. 4 平均被ばくと個人最大被ばくとの相関	6
4. 5 個人被ばくの累積確率	7
4. 6 空間線量当量率の推移	7
5. 考 察	8
5. 1 製造課 2 班の集団線量当量と燃料取扱量	8
5. 2 製造課 4 班の集団線量当量と燃料取扱量	8
5. 3 集団線量当量と設備稼動時間	9
5. 4 平均被ばくと個人最大被ばく	9
6. 結 言	10

表 目 次

表- 1 集団線量当量の推移	11
表- 2 実効線量当量の最大値	12
表- 3 手部の線量当量の最大値	13
表- 4 集団線量当量と取扱量、設備稼動時間等の相関	14

図 目 次

図- 1 製造課 2 班と 4 班の人員推計	15
図- 2 もんじゅ燃料製造に伴うひばくの推移	16
図- 3 製造課 2 班におけるひばくの推移	17
図- 4 製造課 4 班におけるひばくの推移	18
図- 5 取扱量とひばくの相関（造粒取扱量と製造課 2 班のひばく）	19
図- 6 取扱量とひばくの相関（造粒取扱量と製造課 2 班のひばく）	20
図- 7 取扱量とひばくの相関（成型取扱量と製造課 2 班のひばく）	21
図- 8 取扱量とひばくの相関（研削取扱量と製造課 4 班のひばく）	22
図- 9 取扱量とひばくの相関（研削取扱量と製造課 4 班のひばく）	23
図- 10 取扱量とひばくの相関（外観取扱量と製造課 4 班のひばく）	24
図- 11 取扱量とひばくの相関（粉末工程のべ取扱量と製造課 2 班のひばく）	25
図- 12 取扱量とひばくの相関（粉末工程のべ取扱量と製造課 2 班のひばく）	26
図- 13 取扱量とひばくの相関（検査工程のべ取扱量と製造課 4 班のひばく）	27
図- 14 取扱量とひばくの相関（検査工程のべ取扱量と製造課 4 班のひばく）	28
図- 15 設備稼動時間とひばくの相関（製造課 2 班のひばく）	29
図- 16 設備稼動時間とひばくの相関（製造課 4 班のひばく）	30
図- 17 製造課 2 班の平均ひばくと個人最大の相関	31
図- 18 製造課 2 班の平均ひばくと個人最大の相関	32
図- 19 製造課 4 班の平均ひばくと個人最大の相関	33
図- 20 製造課 4 班の平均ひばくと個人最大の相関	34

図-21 製造課の個人ひばくの累積確率	35
図-22 空間線量当量率の推移（ γ 線エリアモニタ）製造課2班作業エリア	36
図-23 空間線量当量率の推移（n線エリアモニタ）製造課2班作業エリア	37
図-24 ポケット線量計指示値とTLD評価値の関係	38

1. 緒 言

プルトニウム燃料第三開発室では約4.5年間にわたってもんじゅ初装荷燃料の製造が行われた。この燃料製造に伴う作業員の被ばくは、燃料製造が本格化し3交替勤務による勤務体制によって製造が行われた平成3年度から増加した。特にペレット製造工程の作業員の被ばくの増加が3交替勤務開始とともに増加したため、種々のしゃへい体の設置、新設備稼動、グローブボックス内クリーンナップなどの被ばく低減対策が行われた。

本報告では、特にペレット製造工程の作業員の被ばくの要因について、燃料取扱量、設備稼動時間から解析するとともに、作業員のローテーションについて、平均被ばくと最大被ばくの観点から解析した。この解析結果から、大量の燃料製造に伴う被ばく管理にかかる有効な知見が得られた。

2. 施設運転の概要

2.1 工程の概要

プルトニウム燃料第三開発室のFBR燃料製造工程はペレット製造工程、加工組立工程、品質管理工程で構成されている。

ペレット製造工程はプルトニウム転換技術開発施設等から受け入れた原料粉末(MOX燃料)及び東海事業所外から受け入れた酸化ウラン粉末を用いて製品ペレットを製造する。この工程は原料調製工程、粉末調製工程、ペレット調製・検査工程に区分され、それぞれの工程では大型グローブボックスにより燃料を取り扱っている。被ばく防護上の対策としては設備運転の自動化、作業の遠隔操作、しゃへいパネルの設置などの対策がなされている。

加工組立工程はペレット製造工程から供給されるペレットを被覆管に充填し、燃料ピンを集合体に組み立てる。この工程は燃料要素加工・検査工程、集合体組立工程に区別され、燃料要素についてはグローブボックス、オープンポートボックスにより取扱われるが、燃料ピン、集合体については密封線源であるため、包蔵設備による取扱いは行っていない。被ばく防護上の対策としては設備運転の自動化、作業の遠隔操作化などの対策がなされている。

品質管理工程はペレット製造工程から送られてくるペレット試料の各種分析、測定を行う。この工程はグローブボックスによりペレットを取扱っている。被ばく防護上の対策としては多機能ハンドロボットにより設備運転の自動化がなされている。

2.2 放射線源

もんじゅ燃料製造で取り扱うプルトニウム同位体核種は主に²³⁹Pu、²⁴⁰Pu、²⁴¹Pu、²⁴¹Amである。そのため、γ線は²⁴¹Amによる約60keVのエネルギーの割合が大きい。また、中性子は自発核分裂及びPu同位体から放出されるα線と酸素との(a, n)反応により生じ、そのエネルギースペクトルは数MeVにピークがある。

これらの線源のしゃへいのため、γ線のしゃへいとして、含鉛グローブボックスパネル及びグローブボックスに隣接した位置に含鉛パネルを設置してある。また、グローブについても手部被ばく防護のため鉛入りグローブを使用している。中性子のしゃへいとしてはグローブボックスに隣接した位置にアクリルパネル(含鉛パネル)を設置してある。

2.3 施設運転実績

プルトニウム燃料第三開発室では、平成元年10月からもんじゅ燃料製造が開始され、平成6年1月まで初装荷燃料製造を行ってきた。燃料製造はまず炉心内側燃料から製造を行い、平成4年7月から完成した燃料集合体をもんじゅへ輸送するとともに、平成4年11月から炉心外側燃料の製造が開始された。

この燃料製造期間には、燃料製造以外にグローブボックス内のクリーンナップ作業、燃料製造のための各種試験の特殊放射線作業が行われた。特にこれらの作業ではグローブ作業が通常作業より多くなる。これら作業に伴う被ばくについては、保安規定に定める原因調査レベルを超える作業として計画され、被ばく管理が行われた。

一方、平成3年5月にプルトニウムの吸入を含む作業員の軽微な汚染が発生し、作業エリアの除染等のために燃料製造作業が中断した。また、平成5年6月にはペレットを焼き固める連続焼結炉が故障し、この補修を約3か月間にわたって行うために、燃料製造が中断した。

燃料製造のための勤務体制は当初2班2交替勤務で実施されたが、製造の遅れから4班3交替勤務、平成4年5月からは5班3交替勤務へと勤務体制が変更され、それぞれの勤務体制に対応するため、人員についても増員されてきた。図-1に製造課2班と4班の人員の推移を示す（製造課は平成5年12月までに製造が終了したため、平成5年12月までを示す）。2班と4班の人員の差は2班が2交替勤務、4班が3交替勤務で製造を行ってきたためである。

3. 被ばく管理方法

プルトニウム燃料第三開発室の外部被ばく管理は、実効線量当量を評価するための TLD による 3か月管理、グローブ作業者については手部の線量当量を評価するために指リング線量計による 3か月管理を合わせて行った。また、通常より被ばくが高くなることが想定される作業者については 1か月ごとに線量を評価し、原因調査レベル等の管理基準値を超えないように作業管理を行った。

しかし、もんじゅ燃料製造による作業者の被ばくは、燃料製造量の増加及びグローブボックス内粉末飛散によりグローブボックス内の線量当量率が高くなり、グローブ作業に伴う被ばくが増加した。また、グローブボックス内の機器のメンテナンス等のグローブ作業では、定常作業よりグローブ作業の時間が長くなることがあるため、より被ばくの増加を招いた。特にメンテナンス作業は燃料製造期間中であってもスポット的に行われ、3か月ごと又は1か月ごとの被ばく管理だけでなく、これらの作業による被ばくの増加に対し迅速な被ばく管理方法が必要となった。そのため、より綿密な被ばく管理を行うために、1か月ごとの被ばく管理とともに、日々の被ばくを測定・評価可能なデジタル式ポケット線量計を導入し、作業者自身が被ばくを確認できるようにした。このポケット線量計の指示値から実効線量当量への換算は、ポケット線量計の測定値と TLD の評価値の比を求めることにより行った。換算方法はプルトニウム燃料第三開発室ペレット製造工程でのポケット線量計の使用実績から、不均等被ばく及び中性子被ばくを考慮し、ポケット線量計の測定値の 3倍を実効線量当量として、実効線量当量を推定し、作業に反映させた（図-24参照）。

4. 被ばく結果

4.1 集団線量当量の推移

1) もんじゅ燃料製造対象者の集団線量当量の推移

もんじゅ初装荷燃料製造は平成元年10月から平成6年1月の期間に実施され、この間にもんじゅ燃料製造に従事した従業員（P u工場全体の従業員ではない）の集団線量当量は約2.2人・S vであった。表-1及び図-2に平成元年度第3四半期から平成5年度第3四半期までの集団線量当量の推移を四半期ごとに示す。図から平成元年度、平成2年度は各四半期の集団線量当量が約50人・m S v前後であったが、3交替勤務が開始された平成3年度からは約150～240人・m S vに増加した。この増加分は製造課の集団線量当量の増加によるためで、ある期間ではもんじゅ燃料製造に伴う全体の集団線量当量の約90%を製造課が占めた。一方、加工課は、ペレット充填、ピン解体以外はすべて密封で取扱うため工程設備の信頼性が高いことや、作業の遠隔化が容易であるため、製造量の増加や燃料の組成比の違いによっても被ばくの増加はなかった。また、検査課の被ばくは微増であった。

表-2及び表-3に実効線量当量及び手部の線量当量の最大値を示す。燃料製造期間の実効線量当量の最大値は、平成3年5月に発生した軽微な汚染により内部被ばくを生じた作業員がうけた15.2m S v／3か月の被ばくである。これ以外では5.2 m S v／3か月の被ばくが最大値であった。また、組織線量当量については、実効線量当量と同様に内部被ばくを生じた作業員が170.8 m S v／3か月の被ばくをうけ、手部の線量当量については、24.9m S v／3か月の被ばくが最大値であった。

したがって、保安規定に定める管理値（原因調査レベル）を超える被ばくをうけたのは平成3年5月に生じた軽微な汚染による被ばく者2名のみであった。

2) 製造課の集団線量当量の推移

図-3、4に製造課2班、4班の集団線量当量の推移を示す。製造課2班の集団線量当量は平成2年度までは約3人・m S v／月であったが、平成3年度から増加し、最大49人・m S v／月まで増加した。製造課4班の集団線量当量は平成2年度までは約3～7人・m S v／月であったが、平成3年度から増加し、最大36人・m S v／月まで増加した。

また、図-2と図-3、4から製造課の被ばくが平成3年度から急激に増加したのは、製造課2班と4班の被ばくが平成2年度までの四半期ごとの集団線量当量が約30人・m

S v 前後から 100~ 170人・m S v 前後に増加したためであることが確認できる。

もんじゅ燃料製造期間のうち、毎年8月と12月は施設・設備のメンテナンスを行う時期であるため、製造キャンペーンは行われていない。そのため、この期間の製造課2班と4班の集団線量当量は、合わせて約10~20人・m S v /月に減少した。しかし、メンテナンス期間後の10月頃は2班と4班合わせて最大で70人・m S v /月まで増加した。

4.2 集団線量当量と燃料取扱量との相関

集団線量当量と燃料取扱量との相関は、各工程の集団線量当量とその工程のうち、代表的な工程設備で取り扱った燃料のロット数の関係とする。

製造課2班及び月ごとの集団線量当量と月ごとの取扱量（ロット数）の関係を図-5~14に示す。また、集団線量当量と取扱量の相関について、1次関数の傾き及び相関係数を表-4に示す。

4.3 集団線量当量と設備稼動時間との相関

集団線量当量と設備稼動時間の相関は、各工程の集団線量当量と、運転日誌から各工程設備に燃料が滞在した時間を求めた設備稼動時間との関係とした。

製造課2班の月ごとの集団線量当量と粉末工程設備の稼動時間の関係を図-15に示す。製造課4班の月ごとの集団線量当量と検査工程設備の稼動時間の関係を図-16に示す。また、集団線量当量と工程設備の稼動時間の相関について、1次関数の傾き及び相関係数を表-4に示す。

4.4 平均被ばくと個人最大被ばくとの相関

各工程の平均被ばくと個人最大の被ばくの関係により、被ばく管理が十分に行われていたかどうかを調査する。平均被ばくに対し個人被ばく最大値が大きく離れていないければ被ばく管理（製造課では各作業者の日々の被ばくデータを集計し、特定の作業者が過度の被ばくをしないように作業者のローテーションを行っていた。）が機能していたことになる。理想的なローテーションは各図の点線で示すラインとなる。

製造課2班及び4班の月ごとの平均被ばくと個人被ばくの最大値との関係を図-17~20

に示す。また、平均被ばくと個人最大被ばくの相関について、1次関数の傾き及び相関係数を表-4に示す。

4.5 個人被ばくの累積確率

燃料製造に伴う被ばくについて、特に被ばくの多かった製造課の個人被ばくについて、累積確率分布を図-21に示す。この図は1か月被ばく管理対象を示す。

燃料製造開始初めのころの平成2年10月は個人最大値が 1.2 mSv 、50%確率が約0.4 mSv と低い被ばくであったが、燃料製造のために3交替勤務へと移った平成3年からは個人最大値が 2.3 mSv 、50%確率が 0.4 mSv から 0.8 mSv に増加した。50%確率に対し、個人最大値が高くなっていることは被ばく管理（特に作業員のローテーション）が不十分であることを示している。

ただし、この分布にはグローブ作業を行う作業員のみでなく、現場リーダ、監視員などもふくまれている。

また、平成3年から平成5年の分布はほぼ直線であることから、燃料製造に伴う被ばくが正規確率分布であることを示している。

4.6 空間線量当量率の推移

燃料製造に伴う被ばくのうち、特に被ばくが高かった製造課2班の作業エリアの線量当量率のモニタ指示値の推移を図-22、23に示す。この図は平成元年10月と平成5年10月の1か月間の γ 線と中性子線の推移である。図-22、23とも対数表示となっているため、指示値がわかりにくいが、 γ 線については平成元年10月の平均が $1.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 、平成5年10月の平均が $2.3 \mu\text{Sv}/\text{h}$ となり、4年間で1.6倍に増加した。また、中性子線については平成元年10月の平均が $0.73 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 、平成5年10月の平均が $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ となり、4年間で3.4倍に増加した。

モニタは燃料搬送による線量当量率の上昇によっても検知するので、平成元年に比べ燃料取扱量が増加した平成5年については、モニタ指示値が上昇する。しかし、この図は1日の平均線量当量率であるため、燃料搬送に伴う指示値の上昇よりもグローブボックス内に残存する核燃料物質の粉末の増加による作業環境の線量当量率上昇の寄与が大きいと考えられる。したがって、製造課2班の被ばくの増加がこのモニタ指示値の推移からも裏付けられる。

5. 考 察

製造課 2 班及び 4 班の 1 か月ごとの集団線量当量と 1 か月に扱った各設備の取扱量、稼動時間の相関、製造課 2 班及び 4 班の平均被ばくと個人最大被ばくの関係について、表-4 を基に考察する。

5.1 製造課 2 班の集団線量当量と燃料取扱量

製造課 2 班の集団線量当量と造粒設備の取扱量についてみると、新設備稼動後は稼動前に比べ相関が強まった。また、1 次関数の傾きが新設備稼動後に小さくなっていることから、新造粒設備稼動が被ばくの低減に寄与したと推測される。一方、燃料製造全期間における造粒設備取扱量、成型設備取扱量との相関は新造粒設備稼動後ほどは相関が強くなかった。また、製造課 2 班が取り扱うすべての設備のべ取扱量との相関は、新設備稼動後が最も強い相関を示した。また、のべ取扱量との相関からも新設備稼動後は 1 次関数の傾きが小さくなっていることが確認できた。取扱量がゼロロット時及び毎年 8 月、12 月における被ばくについては、設備の補修、グローブボックス内のクリーンナップ作業が主な被ばく要因である。特に平成 5 年 7 月から 9 月は連続焼結炉の補修作業に伴い、核燃料物質の取り扱いを停止し、粉末工程の全設備についてメンテナンスが実施され、他のゼロロット時より被ばくが高くなった。このメンテナンス期間内の被ばく原因としてはグローブボックス内残留粉末による放射線環境下でのグローブ作業によるものと考える。

5.2 製造課 4 班の集団線量当量と燃料取扱量

製造課 4 班の集団線量当量と研削設備の取扱量についてみると、新設備稼動後は稼動前に比べ相関がかなり強まった。また、1 次関数の傾きが新設備稼動後に小さくなっていることから、新研削設備稼動が被ばくの低減に寄与したと推測される。一方、燃料製造全期間における研削設備取扱量、外観検査設備取扱量との相関はほとんどなかった。また、製造課 4 班が取り扱うすべての設備のべ取扱量との相関は、新設備稼動後が最も強い相関を示した。取扱量がゼロロット時及び毎年 8 月、12 月における被ばくについては、2 班と同様に設備の補修作業が主な被ばく要因である。特に平成 5 年 7 月から 9 月は連続焼結炉の補修作業に伴い、核燃料物質の取り扱いを停止し、検査工程の全設備についてメンテナンスが実施され、他のゼロロット時より被ばくが高くなった。このメンテナンス期間内の

被ばく原因としてはグローブボックス内残留粉末による放射線環境下でのグローブ作業によるものと考える。

5.3 集団線量当量と設備稼動時間

1か月の集団線量当量と1か月で扱った各班の設備のべ稼動時間との関係について考察する。

まず、製造課2班の集団線量当量と粉末工程設備のべ稼動時間は相関のあることを示した。また、製造課4班の集団線量当量と検査工程設備のべ稼動時間についても相関のあることを示した。しかし、前述の新設備稼動後の取扱量との関係ほどは相関はなかった。

5.4 平均被ばくと個人最大被ばく

1か月ごとの各班の平均被ばくと個人最大被ばくとの関係について考察する。

製造課2班の平均被ばくと個人最大被ばくの関係は新設備稼動前後にかかわらず相関が強かった。また、新造粒設備稼動後は平均被ばくと個人最大被ばくの比が1.4から1.2となり1に近くなった。これは新設備稼動後は被ばく管理が十分に行われ、過度の被ばくをする作業員がいなくなったことを示している。

製造課4班の平均被ばくと個人最大被ばくの関係は新設備稼動前後にかかわらず相関が強かった。また、新研削設備稼動後は平均被ばくと個人最大被ばくの比が1.4から1.2となり1に近くなった。これは2班と同様に新設備稼動後は被ばく管理が十分に行われ、過度の被ばくをする作業員がいなくなったことを示している。

各班の集団線量当量と相関の強い項目についてみると、燃料製造全期間では各設備の取扱量やのべ取扱量よりも、のべ稼動時間のほうが相関が強かった。この設備稼動時間をグローブ作業時間とみれば、グローブボックスから作業位置への線量は燃料取扱いの有無にかかわらず線量変動が大きくなく、グローブボックス内に残存する粉末による線量の寄与が大きいことを示している。

6. 結 言

もんじゅ燃料製造に伴う被ばくは製造課の被ばくによって平成3年度から増加した。前述までに示すように、燃料製造に伴う被ばくは燃料取扱量や設備稼動時間にある程度の相関があることを示した。特に燃料取扱量と集団線量当量については、新設備稼動後に相関がかなり強くなる傾向を示した。

また、新設備稼動にかかわらずもんじゅ燃料製造期間を通じて集団線量当量と相関が強かったのは、燃料取扱量ではなく設備稼動時間であった。このことは設備稼動時間をグローブ作業時間に置き換えると、グローブボックスから作業位置への線量は、燃料取扱いの有無にかかわらず線量変動が大きくなく、グローブボックス内に残存する飛散粉末による線量の寄与が大きいことを示している。

そのため、被ばく低減対策としてはグローブボックス内の粉末飛散の回収、粉末飛散防止対策による線量低減策が必要である。また、グローブ作業時間を減らすために、自動化設備を取り入れた新設備稼動も有効である。

一方、平均被ばくと個人被ばくの最大値についても相関があることを示した。新設備稼動前はこの比が製造課2班、4班とも約1.4であったが、新設備稼動後は約1.2に下がった。したがって、特定の作業員の被ばくが高くなることがなくなったことを示している。これは新設備稼動により、特定の作業員が作業しなくても設備を稼動できるようになったこと、あるいは被ばく管理が十分に行われ作業のローテーションが行われたことを示している。

以上の結果を基に、今後行われるもんじゅ取替燃料製造に伴う被ばく管理に関して、作業員の過度の被ばくを防護するため、放射線管理の面から燃料製造をバックアップしていく。

表-1 集団線量当量の推移

* : 検出限界値未満 単位 : 人・m S v

期間\課	製造課	加工課	検査課	管理課	転換課	放一課	計
平成元年度	第一						
	第二						
	第三	34.8	10.7	2.6	0.1	17.6	*
	第四	25.9	0.7	3.3	0.1	12.6	*
	合計	60.7	11.4	5.9	0.2	30.2	*
平成2年度	第一	27.8	0.3	2.7	0.6	23.4	0.2
	第二	22.1	0.1	2.0	0.2	7.9	*
	第三	42.5	2.1	2.8	*	14.1	*
	第四	40.2	3.2	2.3	0.4	15.5	*
	合計	132.6	5.7	9.8	1.2	60.9	0.2
平成3年度	第一	123.7	4.7	2.8	0.2	19.7	*
	第二	122.5	0.4	3.0	2.6	11.5	*
	第三	136.7	2.3	9.8	1.4	17.6	*
	第四	126.8	3.0	4.9	0.7	18.0	0.1
	合計	509.7	10.4	20.5	4.9	66.8	0.1
平成4年度	第一	201.5	2.7	7.0	1.3	29.1	*
	第二	134.6	1.6	5.1	0.9	15.9	*
	第三	147.9	2.7	6.4	0.3	13.0	*
	第四	149.9	4.8	8.8	0.4	19.5	*
	合計	633.9	11.8	27.3	2.9	77.5	*
平成5年度	第一	197.5	11.4	10.7	0.5	23.7	*
	第二	63.4	1.1	9.0	0.4	28.4	0.4
	第三	184.8	7.4	9.9	0.4	27.3	*
	第四						
	合計	445.7	19.9	29.6	1.3	79.4	0.4
累計	1782.6	59.2	93.1	10.5	314.8	0.7	2260.9

注) 予備員の被ばくを除く。

表-2 実効線量当量の最大値

* : 検出限界値未満

単位 : mSv

期間\課	製造課	加工課	検査課	管理課	転換課	放一課	全 体
平成元年度	第一						
	第二						
	第三	2.4	1.3	0.8	0.1	1.7	*
	第四	2.1	0.5	0.6	0.1	1.9	*
	年 度	10.3	5.1	3.9	1.5	8.1	*
平成2年度	第一	1.7	0.2	0.5	0.2	2.3	0.1
	第二	1.8	0.1	0.5	0.2	1.5	*
	第三	2.5	1.6	0.4	*	2.1	*
	第四	2.7	0.6	0.5	0.4	1.8	*
	年 度	9.0	2.2	3.1	2.3	6.8	0.1
平成3年度	第一	15.2	1.0	1.0	0.2	2.3	*
	第二	3.3	0.2	0.7	0.9	1.5	*
	第三	3.3	0.4	0.8	0.6	1.9	*
	第四	3.6	0.5	0.8	0.2	2.0	0.1
	年 度	18.3	2.2	2.7	1.6	6.9	0.1
平成4年度	第一	4.8	1.1	1.5	0.4	2.5	*
	第二	3.4	0.5	0.8	0.5	1.6	*
	第三	4.5	0.5	0.8	0.3	1.5	*
	第四	4.7	0.7	1.3	0.2	2.2	*
	年 度	15.0	2.5	4.1	1.1	6.7	*
平成5年度	第一	5.2	2.1	1.3	0.2	2.1	*
	第二	2.5	0.2	1.3	0.4	2.1	0.1
	第三	4.1	0.7	1.3	0.2	1.7	*
	第四						
	年 度	12.8	2.6	4.0	1.4	6.6	0.1

表-3 手部の線量当量の最大値

* : 検出限界値未満

単位 : mSv

期間\課	製造課	加工課	検査課	管理課	転換課	放一課	全 体
平成元年度	第一						
	第二						
	第三	19.0	2.5	1.3	4.0	14.5	19.0
	第四	17.6	1.0	1.5	2.4	12.2	17.6
	年 度	57.7	9.2	43.7	13.1	59.5	59.5
平成2年度	第一	10.4	2.6	1.9	2.0	12.8	12.8
	第二	18.4	2.5	4.9	0.6	11.2	18.4
	第三	22.7	10.2	3.1	1.6	12.8	22.7
	第四	23.1	8.2	2.0	1.8	8.4	23.1
	年 度	63.0	15.5	19.3	12.0	40.2	63.0
平成3年度	第一	18.7	8.0	8.0	2.0	17.3	18.7
	第二	19.1	4.9	6.7	2.9	18.1	19.1
	第三	20.0	1.5	5.2	1.5	13.3	20.1
	第四	22.1	0.8	5.8	3.0	12.1	22.1
	年 度	73.8	11.8	23.6	13.5	52.5	73.8
平成4年度	第一	23.5	2.3	7.5	2.0	17.6	23.5
	第二	16.9	2.8	5.5	2.8	13.8	16.9
	第三	21.0	2.9	5.3	1.1	8.9	21.0
	第四	22.5	3.8	5.1	1.8	12.1	22.5
	年 度	75.0	10.9	24.5	9.0	52.4	75.0
平成5年度	第一	20.0	2.6	5.4	1.4	15.7	20.0
	第二	24.9	4.7	9.3	1.4	15.9	24.9
	第三	22.0	3.5	5.9	*	15.5	22.0
	第四						
	年 度	63.8	8.1	22.8	11.0	34.7	63.8

表-4 集団線量当量と取扱量、設備稼動時間等の相関

班	対象	1次関数の傾き	相関係数
2	集団線量当量と造粒設備取扱量	1.83人mSv/回ト	0.726
	集団線量当量と造粒設備取扱量（新設備稼動前）	2.04人mSv/回ト	0.625
	集団線量当量と造粒設備取扱量（新設備稼動後）	1.45人mSv/回ト	0.887
	集団線量当量と成形設備取扱量	1.92人mSv/回ト	0.742
	集団線量当量と粉末工程のべ取扱量	0.50人mSv/回ト	0.656
	集団線量当量と粉末工程のべ取扱量（設備稼動前）	0.58人mSv/回ト	0.483
	集団線量当量と粉末工程のべ取扱量（設備稼動後）	0.47人mSv/回ト	0.861
4	集団線量当量と研削設備取扱量	0.91人mSv/回ト	0.474
	集団線量当量と研削設備取扱量（新設備稼動前）	1.13人mSv/回ト	0.326
	集団線量当量と研削設備取扱量（新設備稼動後）	0.93人mSv/回ト	0.845
	集団線量当量と外観検査設備取扱量	1.17人mSv/回ト	0.598
	集団線量当量と検査工程のべ取扱量	0.58人mSv/回ト	0.363
	集団線量当量と検査工程のべ取扱量（設備稼動前）	0.36人mSv/回ト	0.396
	集団線量当量と検査工程のべ取扱量（設備稼動後）	0.36人mSv/回ト	0.935
2	集団線量当量と粉末工程設備のべ稼動時間	0.03人mSv/時間	0.793
4	集団線量当量と検査工程設備のべ稼動時間	0.01人mSv/時間	0.793
2	平均被ばくと個人最大被ばく	1.35	0.897
	平均被ばくと個人最大被ばく（設備稼動前）	1.43	0.873
	平均被ばくと個人最大被ばく（設備稼動後）	1.18	0.947
4	平均被ばくと個人最大被ばく	1.41	0.782
	平均被ばくと個人最大被ばく（設備稼動前）	1.43	0.795
	平均被ばくと個人最大被ばく（設備稼動後）	1.25	0.861

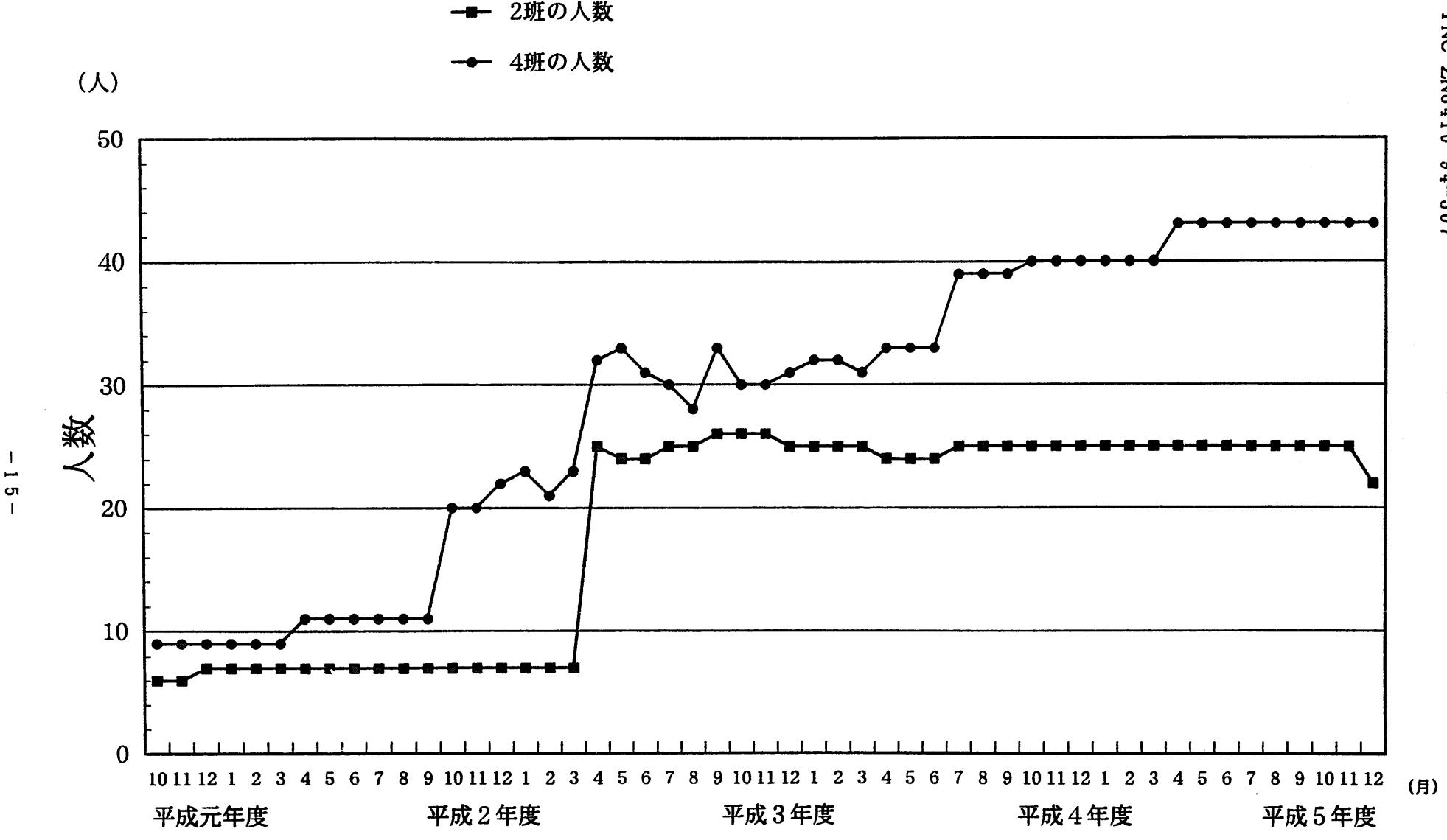


図-1 製造課2班と4班の人員の推移

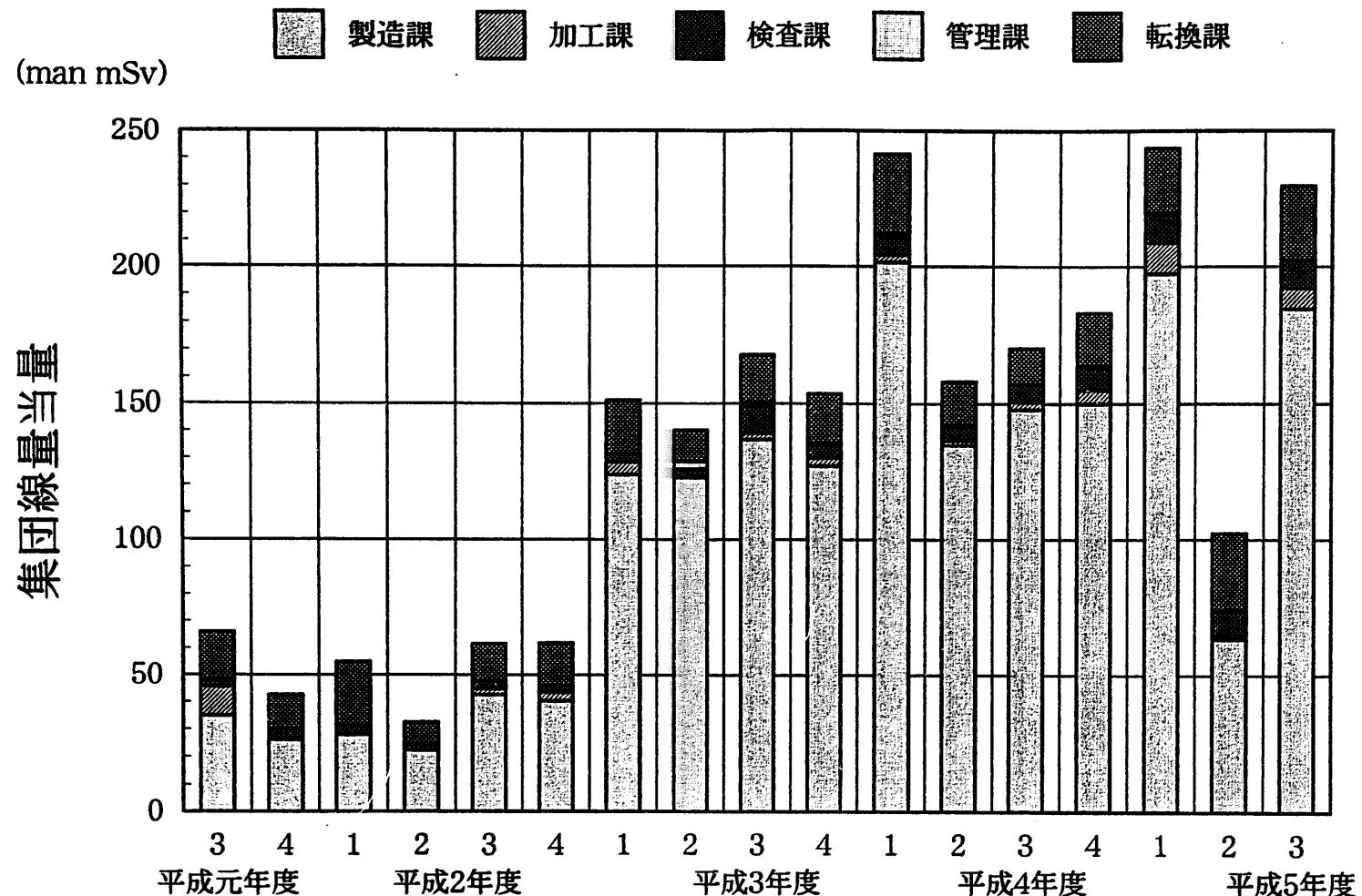


図-2 もんじゅ燃料製造に伴うひばくの推移

(man mSv)

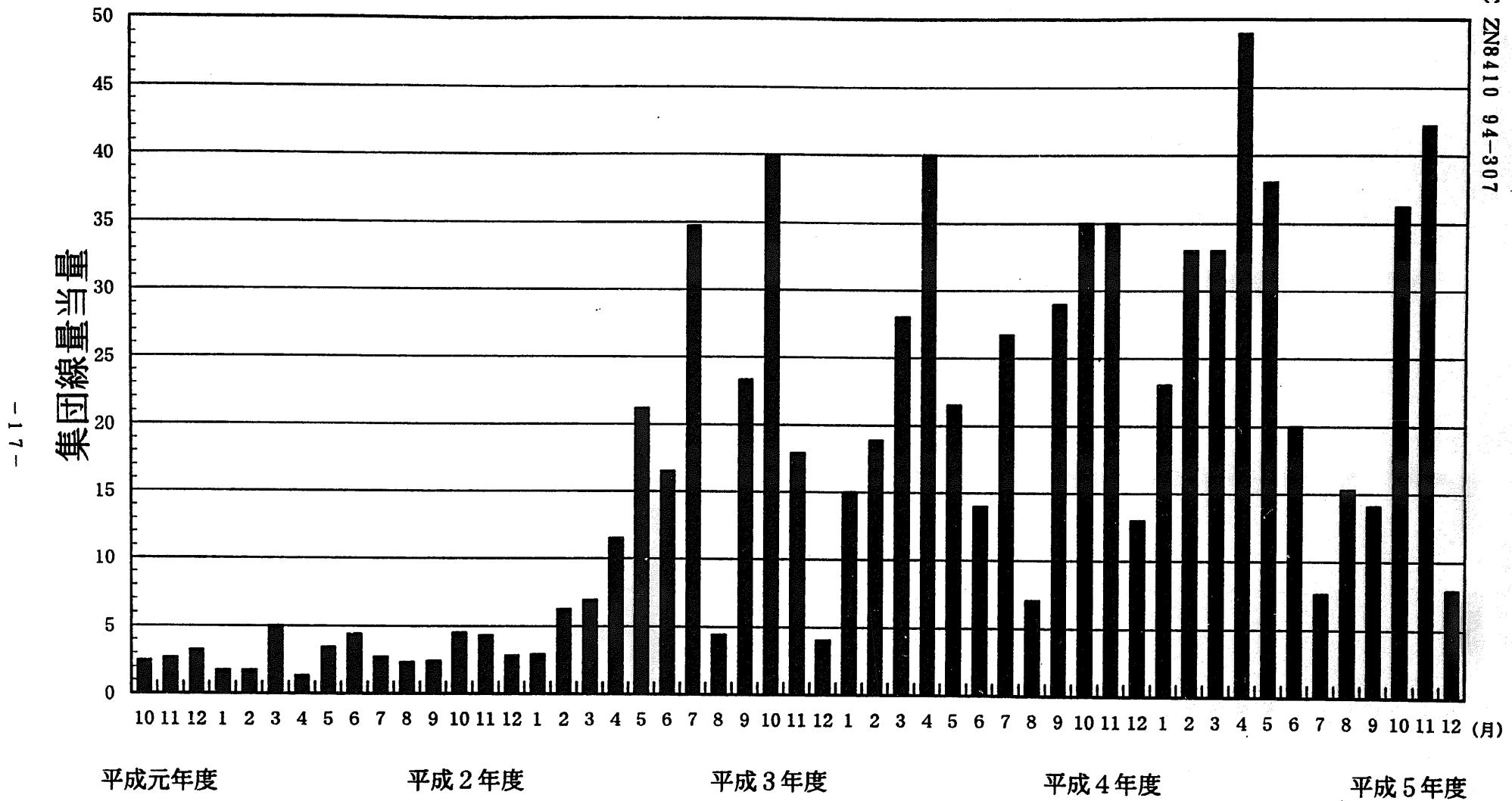


図-3 製造課2班におけるひばくの推移

(man mSv)

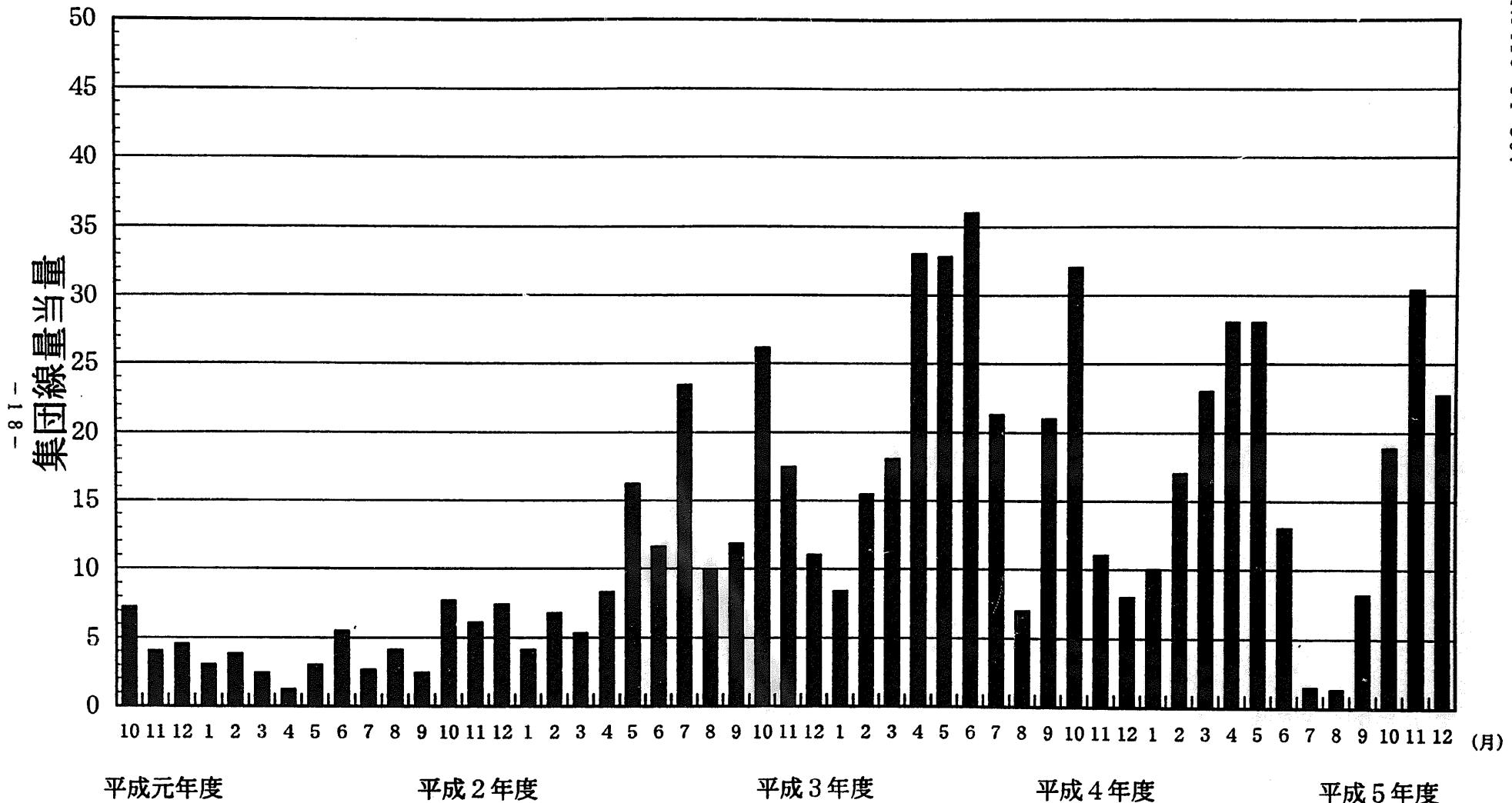


図-4 製造課4班におけるひばくの推移

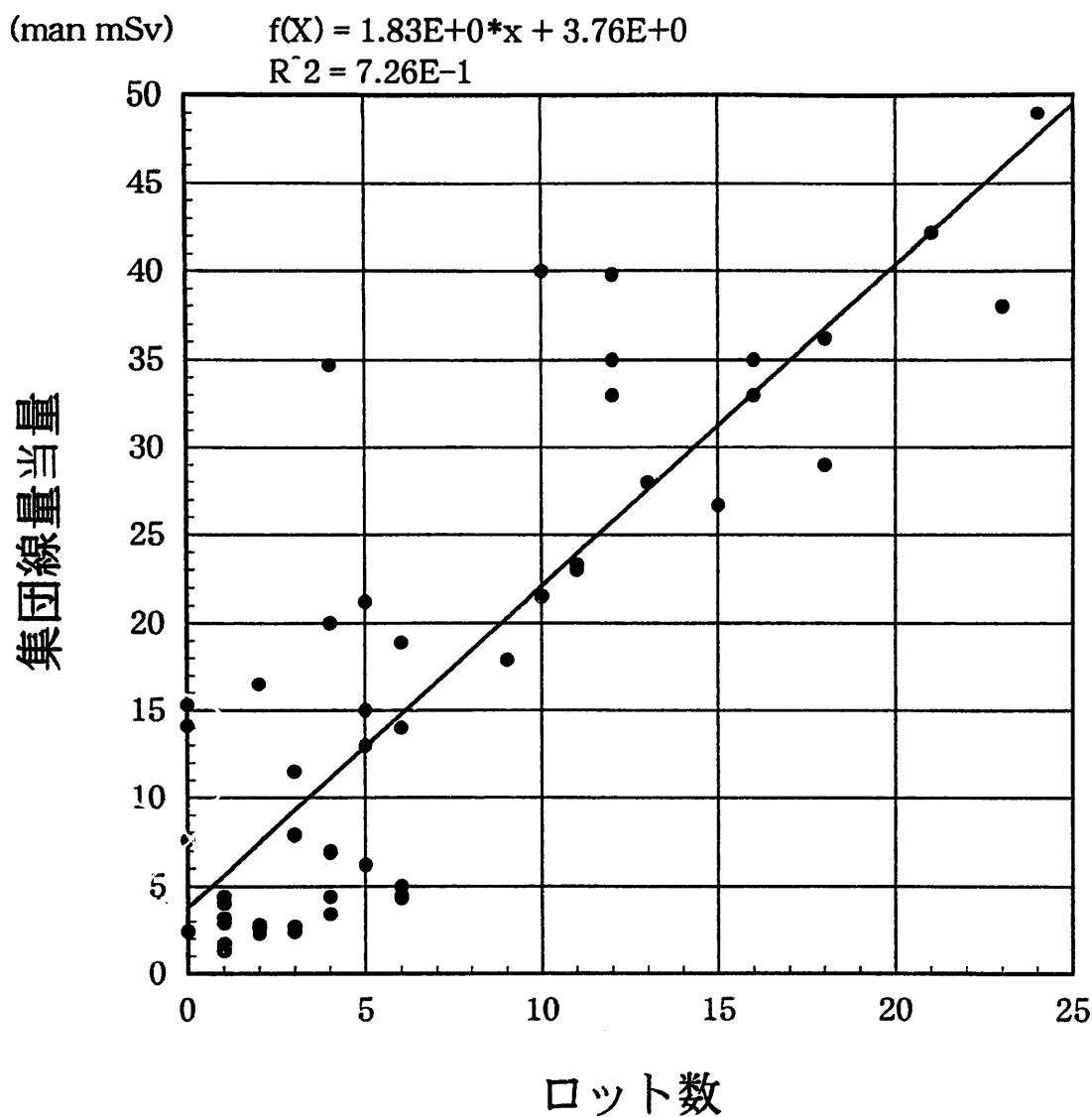
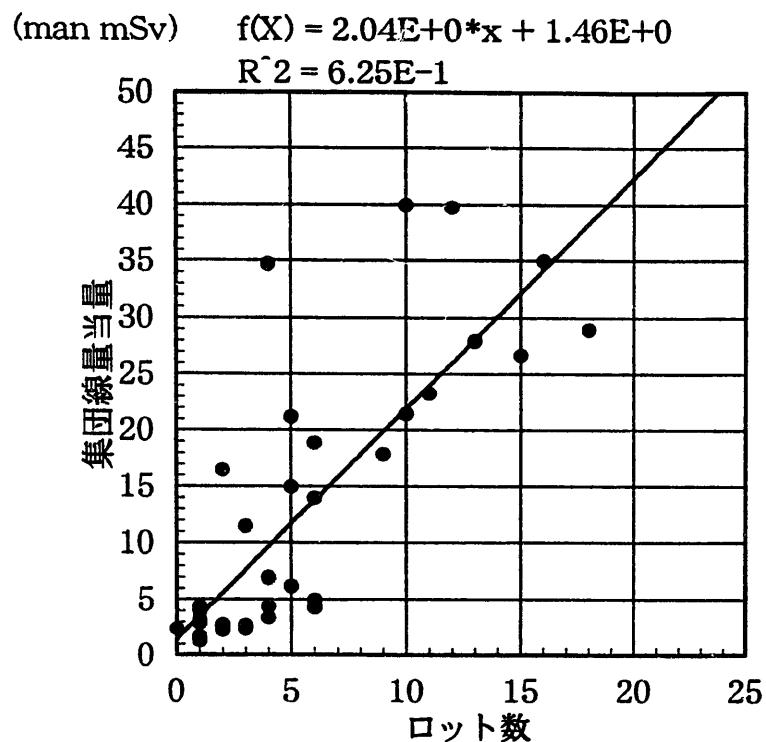
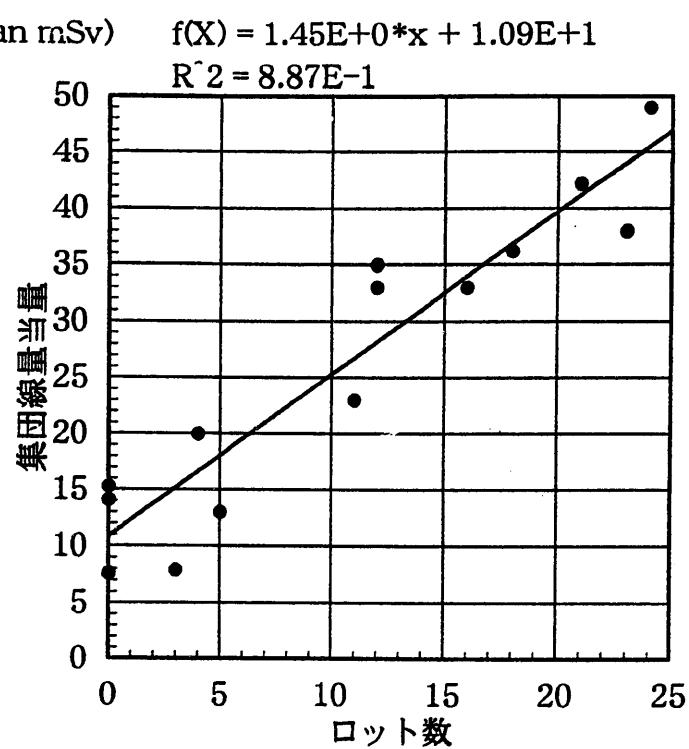


図-5 取扱量とひばくの相関
(造粒取扱量と製造課2班のひばく)



新造粒設備稼動前



新造粒設備稼動後

図-6 取扱量とひばくの相関

(造粒取扱量と製造課2班のひばく)

書示団総務会

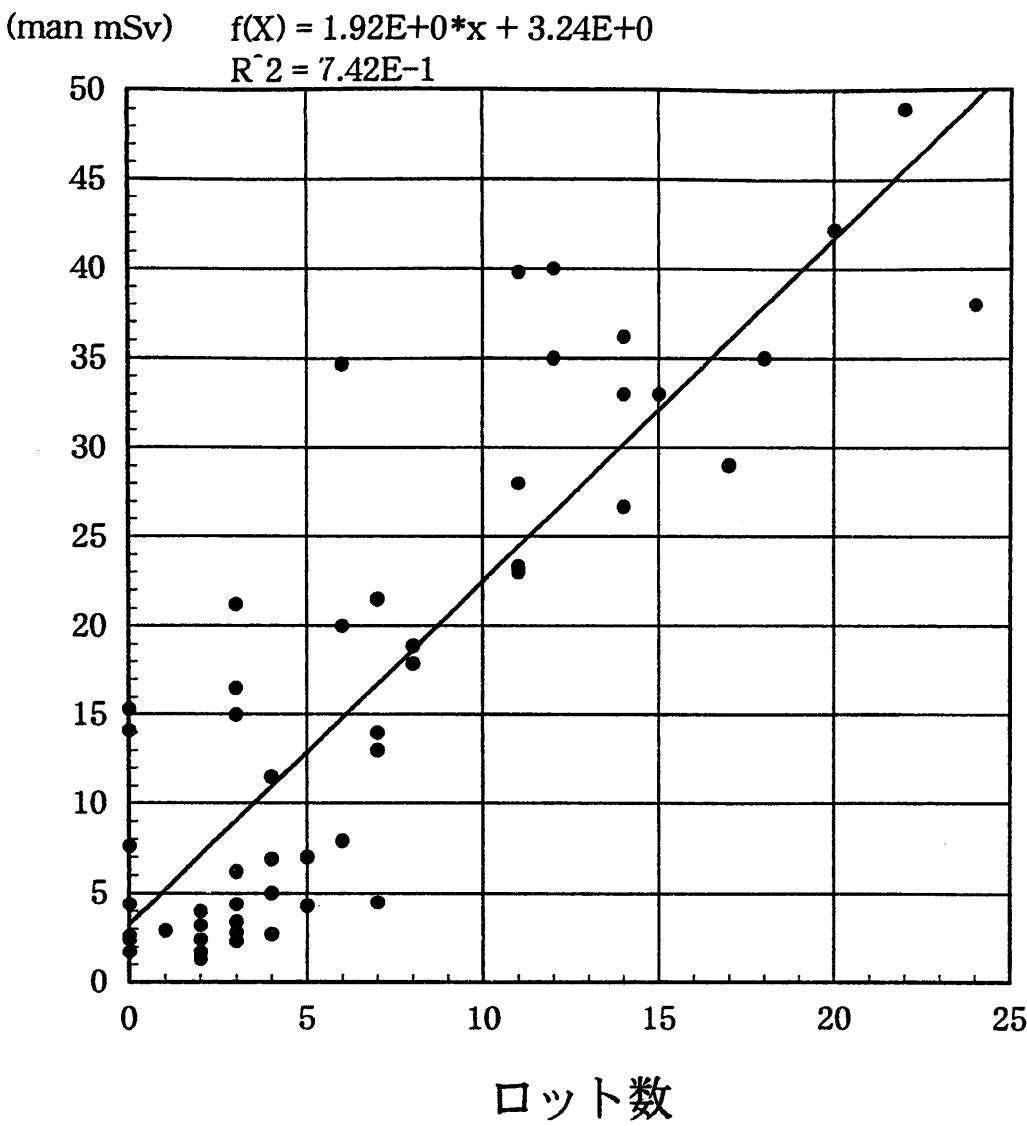


図-7 取扱量とひばくの相関
 (成型取扱量と製造課 2 班のひばく)

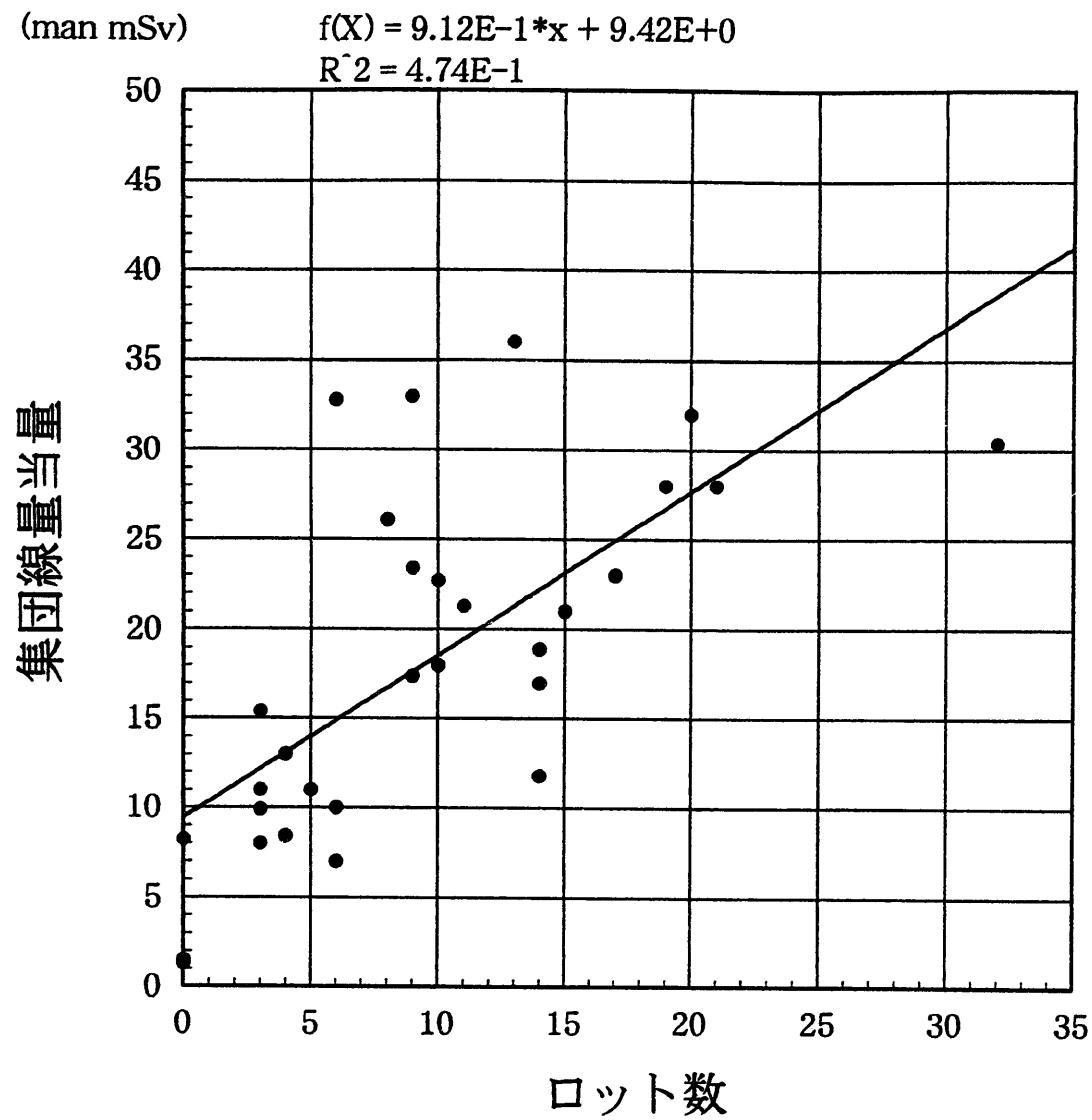
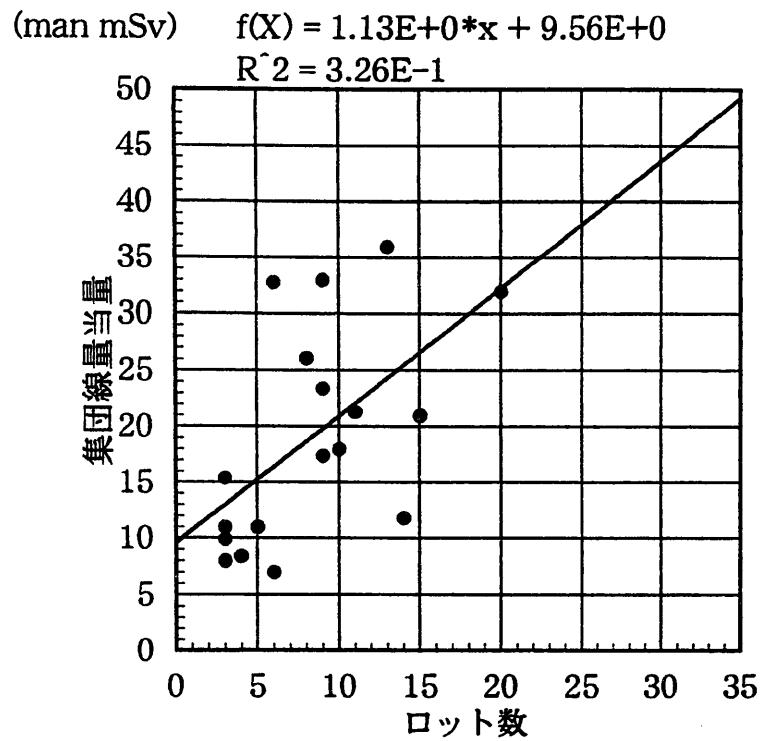
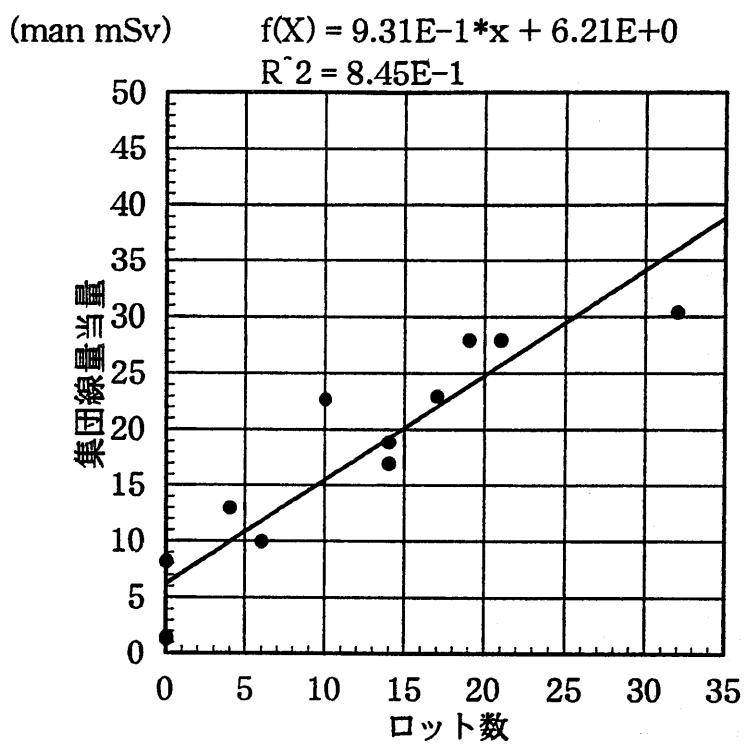


図-8 取扱量とひばくの相関
(研削取扱量と製造課4班のひばく)



新研削設備稼動前



新研削設備稼動後

図-9 取扱量とひばくの相関

(研削取扱量と製造課4班のひばく)

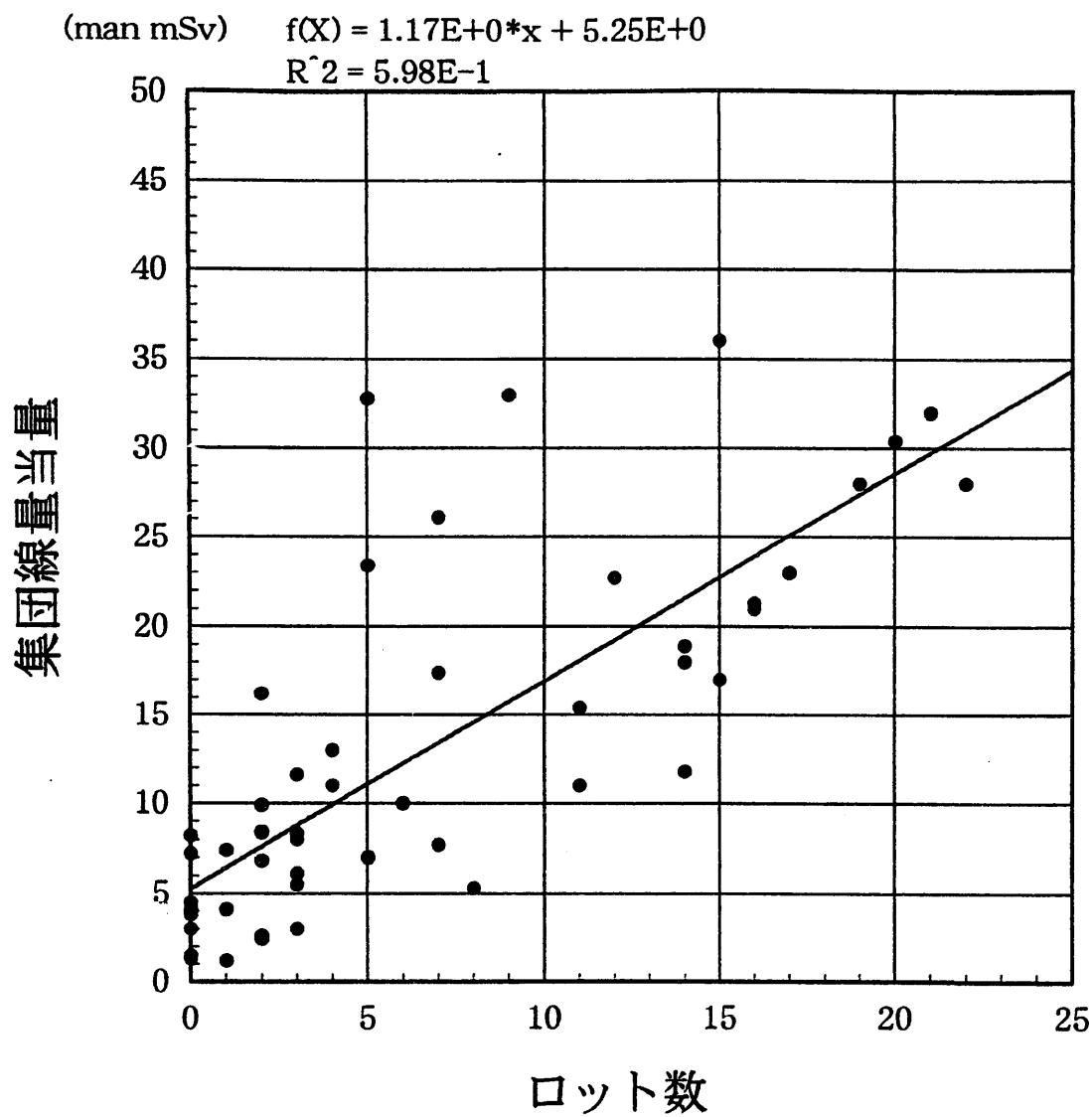


図-10 取扱量とひばくの相関
(外観取扱量と製造課4班のひばく)

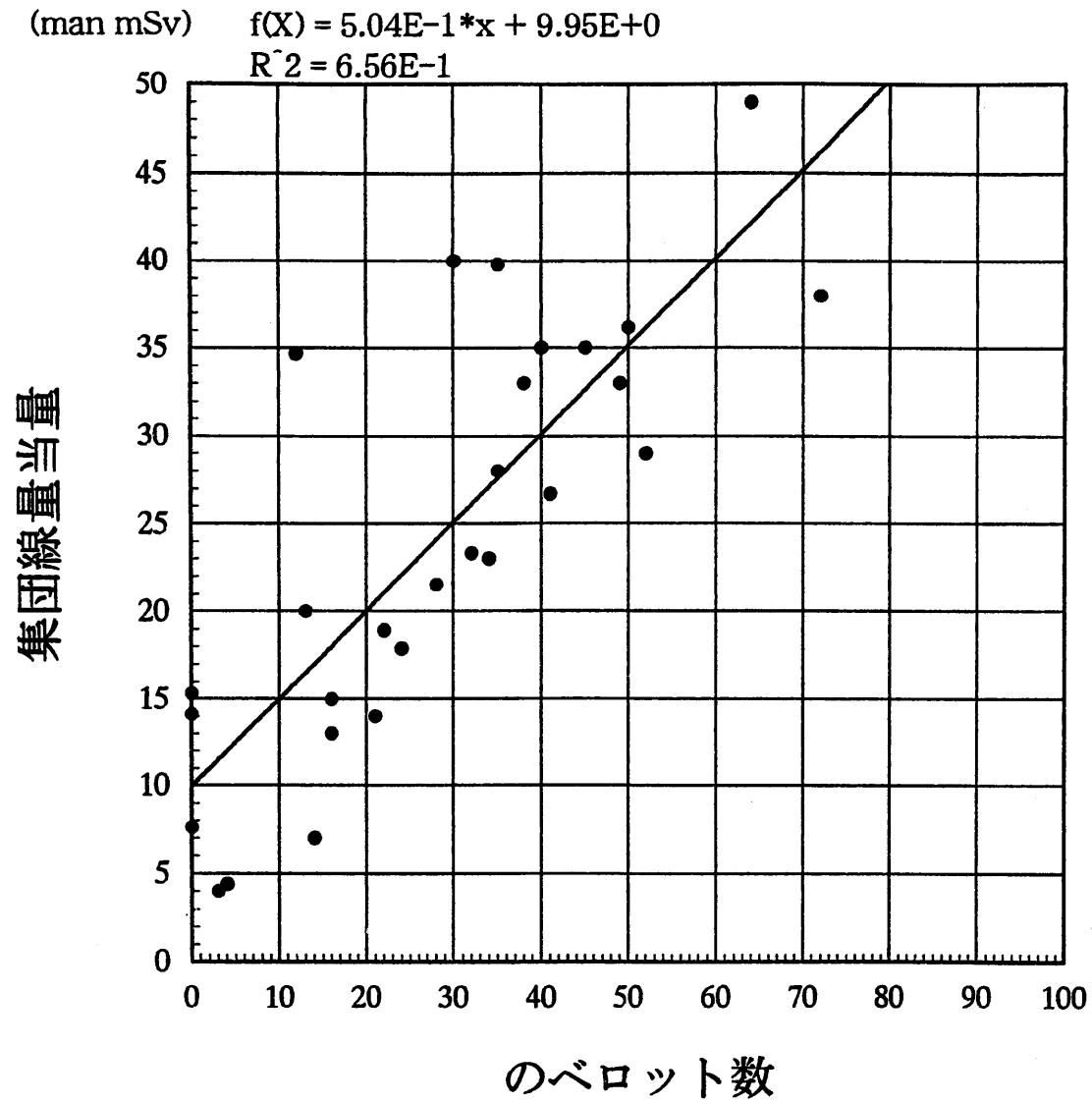
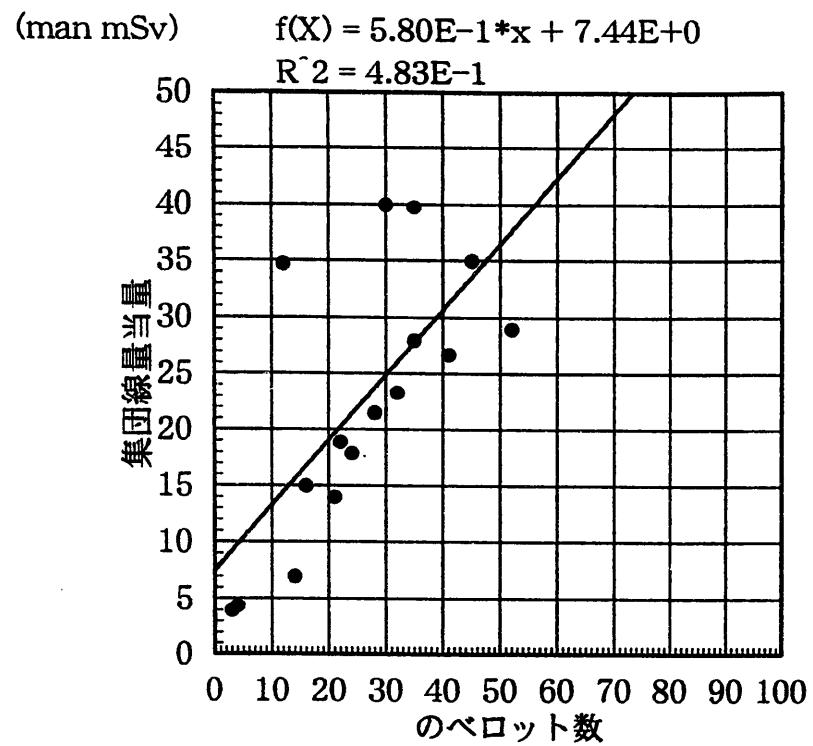
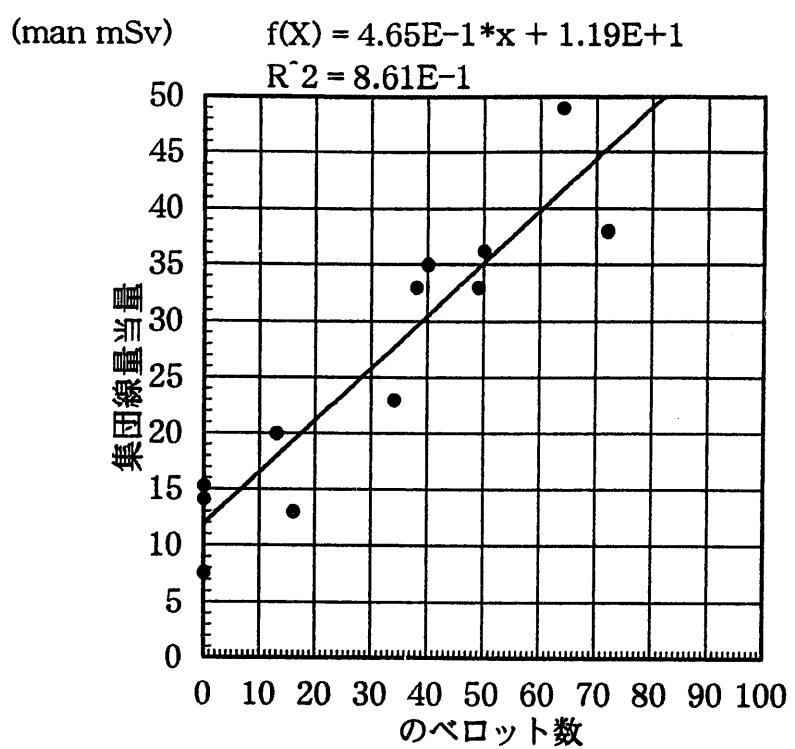


図-11 取扱量とひばくの相関
(粉末工程のべ取扱量と製造課2班のひばく)



新造粒設備稼動前



新造粒設備稼動後

図-12 取扱量とひばくの相関

(粉末工程のべ取扱量と製造課2班のひばく)

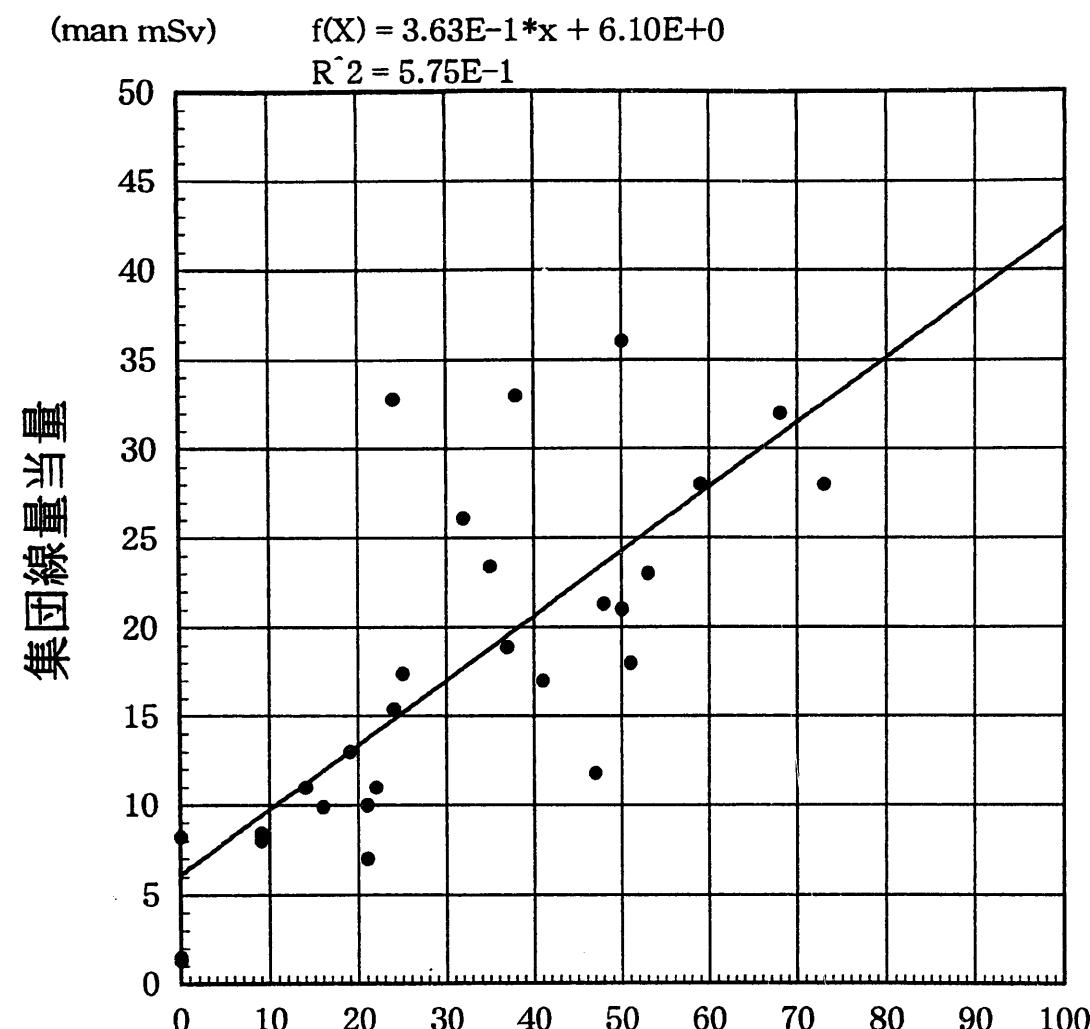
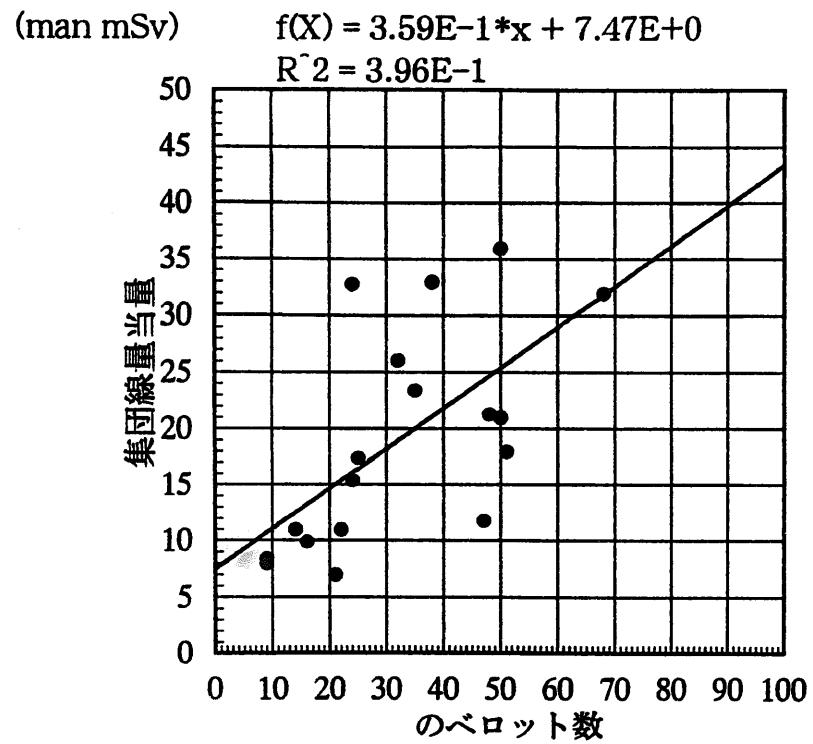
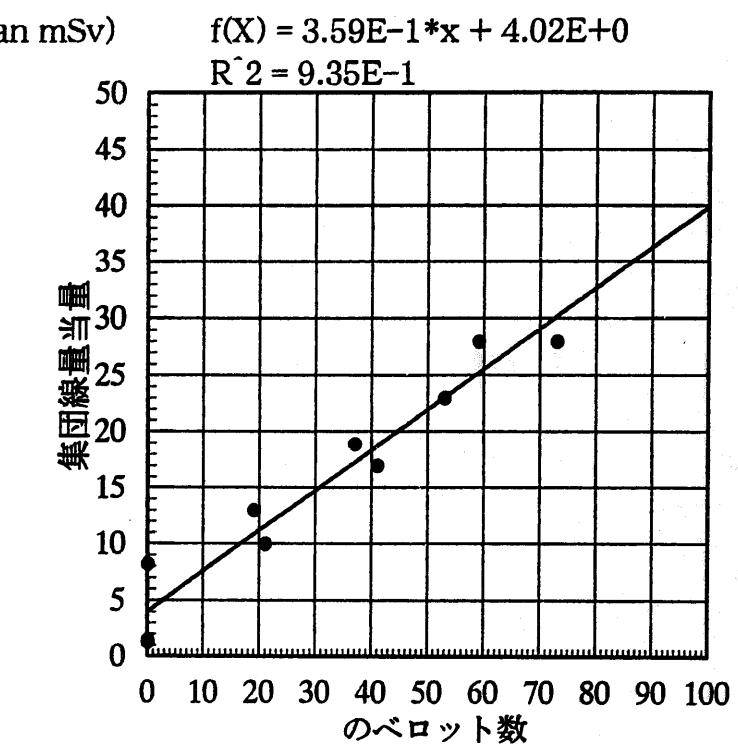


図-13 取扱量とひばくの相関
(検査工程のべ取扱量と製造課4班のひばく)



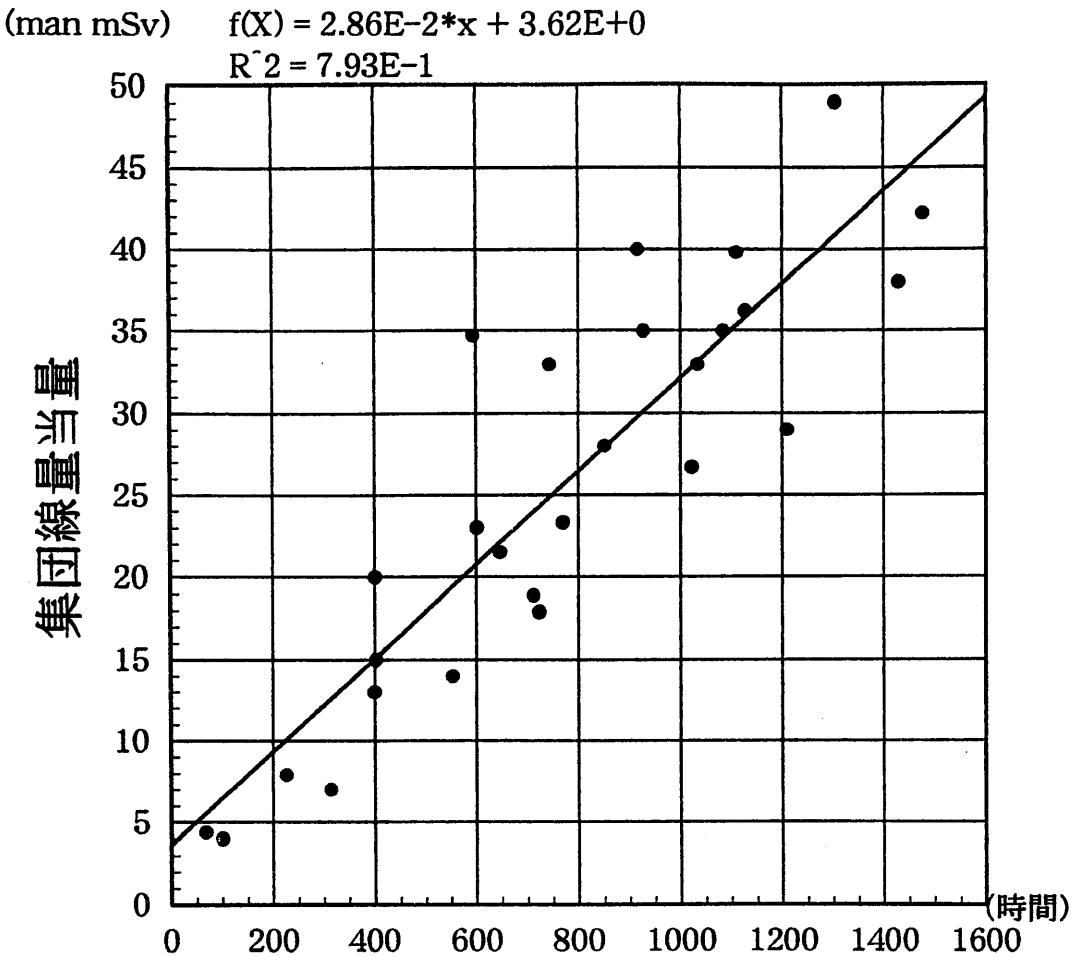
新研削設備稼動前



新研削設備稼動後

図-14 取扱量とひばくの相関

(検査工程のべ取扱量と製造課4班のひばく)



粉末工程設備のべ稼動時間

図-15 設備稼動時間とひばくの相関
(製造課2班のひばく)

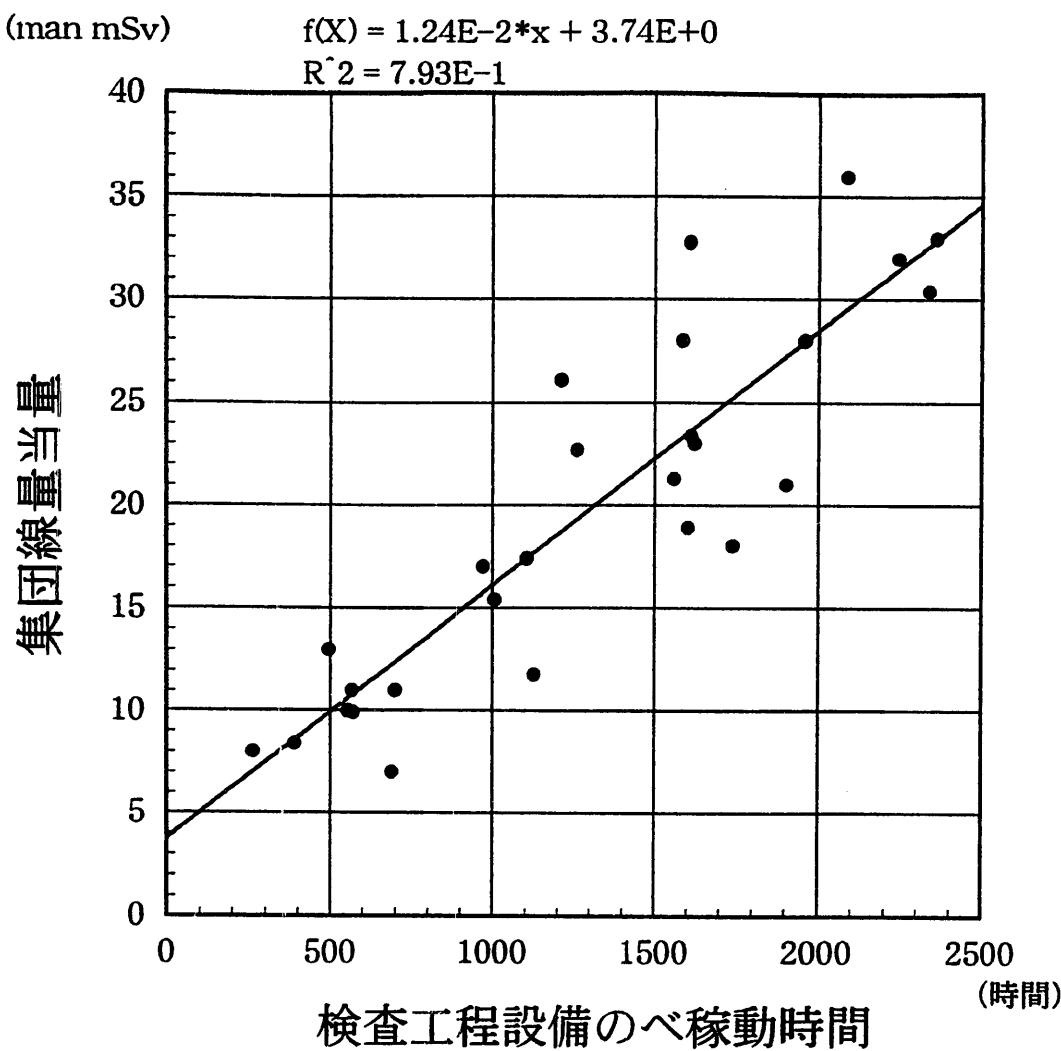


図-16 設備稼動時間とひばくの相関
(製造課4班のひばく)

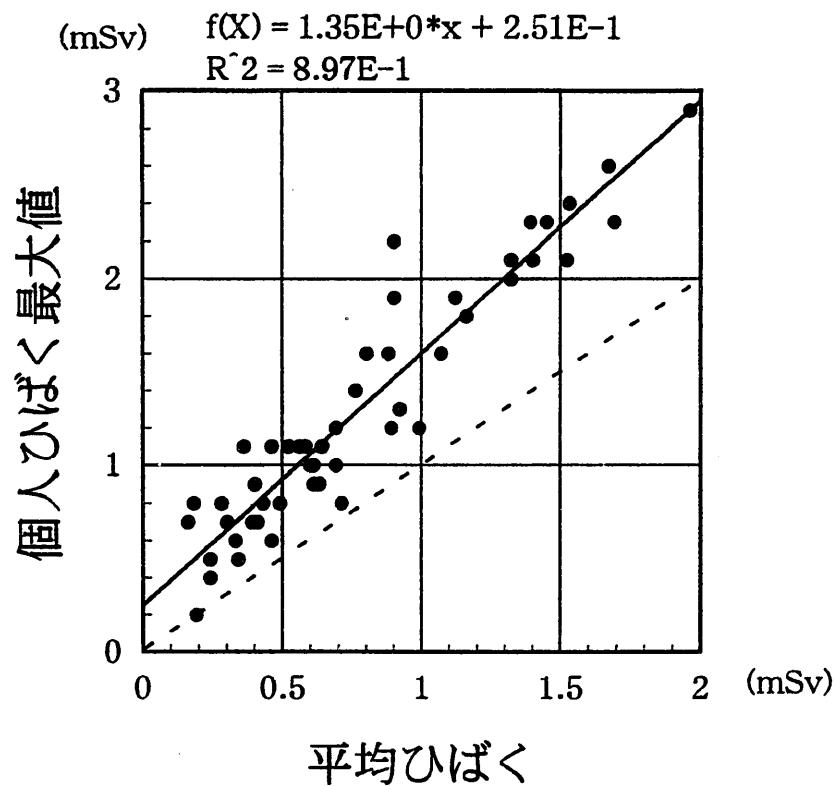
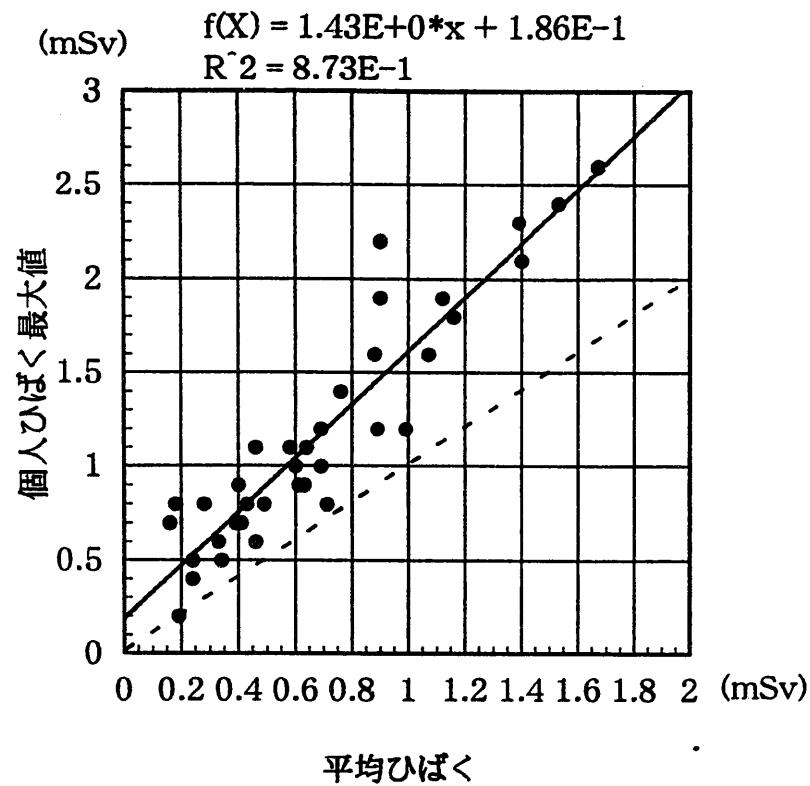
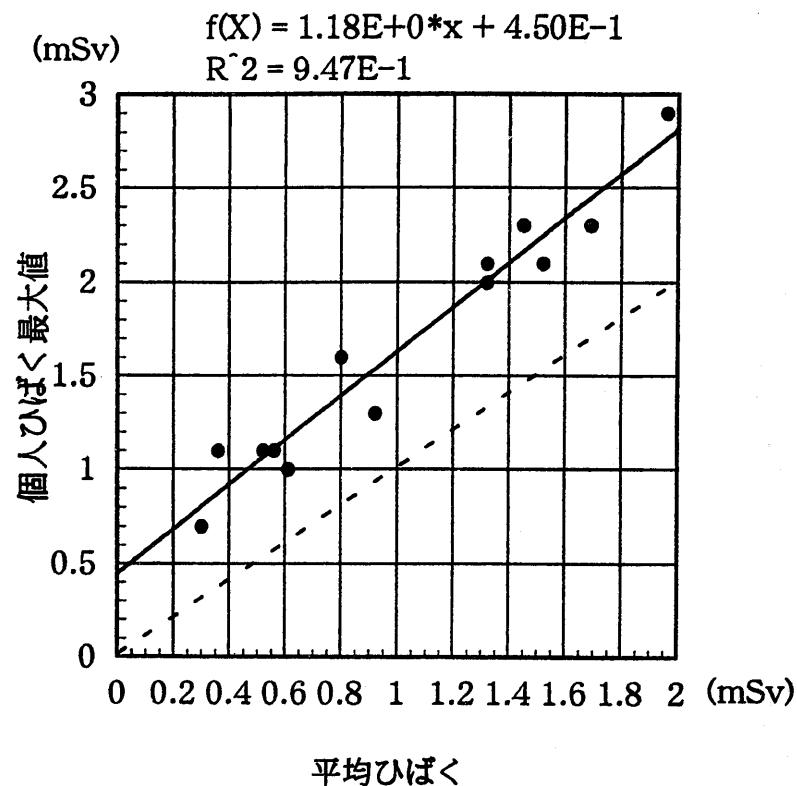


図-17 製造課2班の平均ひばくと個人最大の相関



新造粒設備稼動前



新造粒設備稼動後

図-18 製造課 2 班の平均ひばくと個人最大の相関

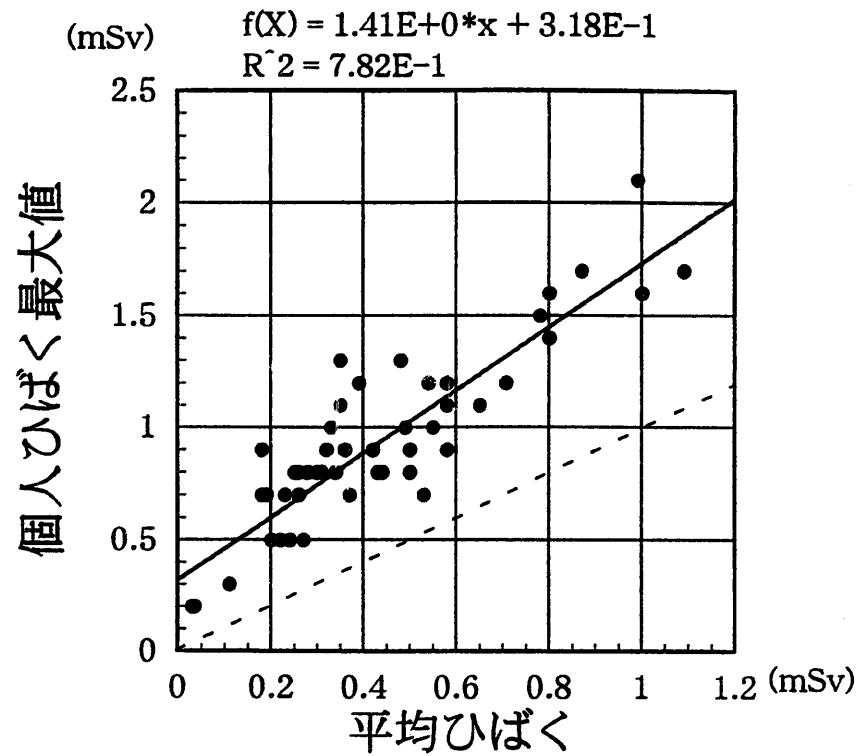
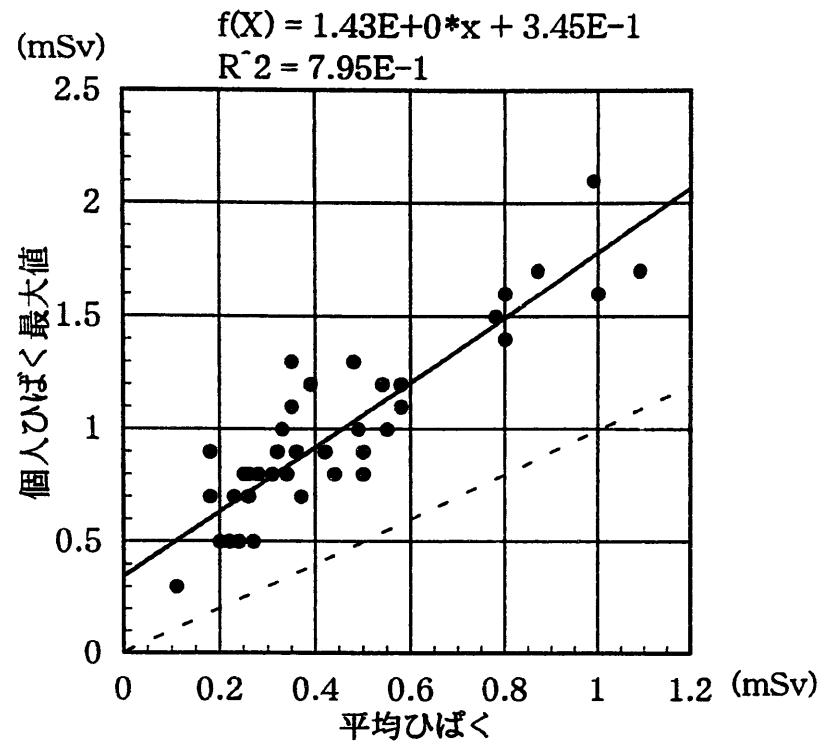
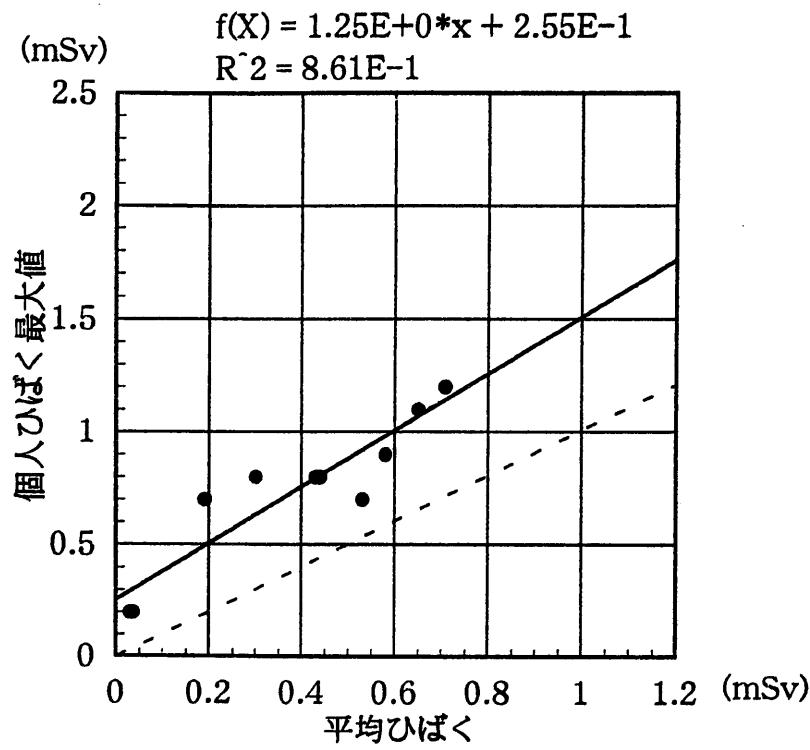


図-19 製造課4班の平均ひばくと個人最大の相関



新研削設備稼動前



新研削設備稼動後

図-20 製造課4班の平均ひばくと個人最大の相関

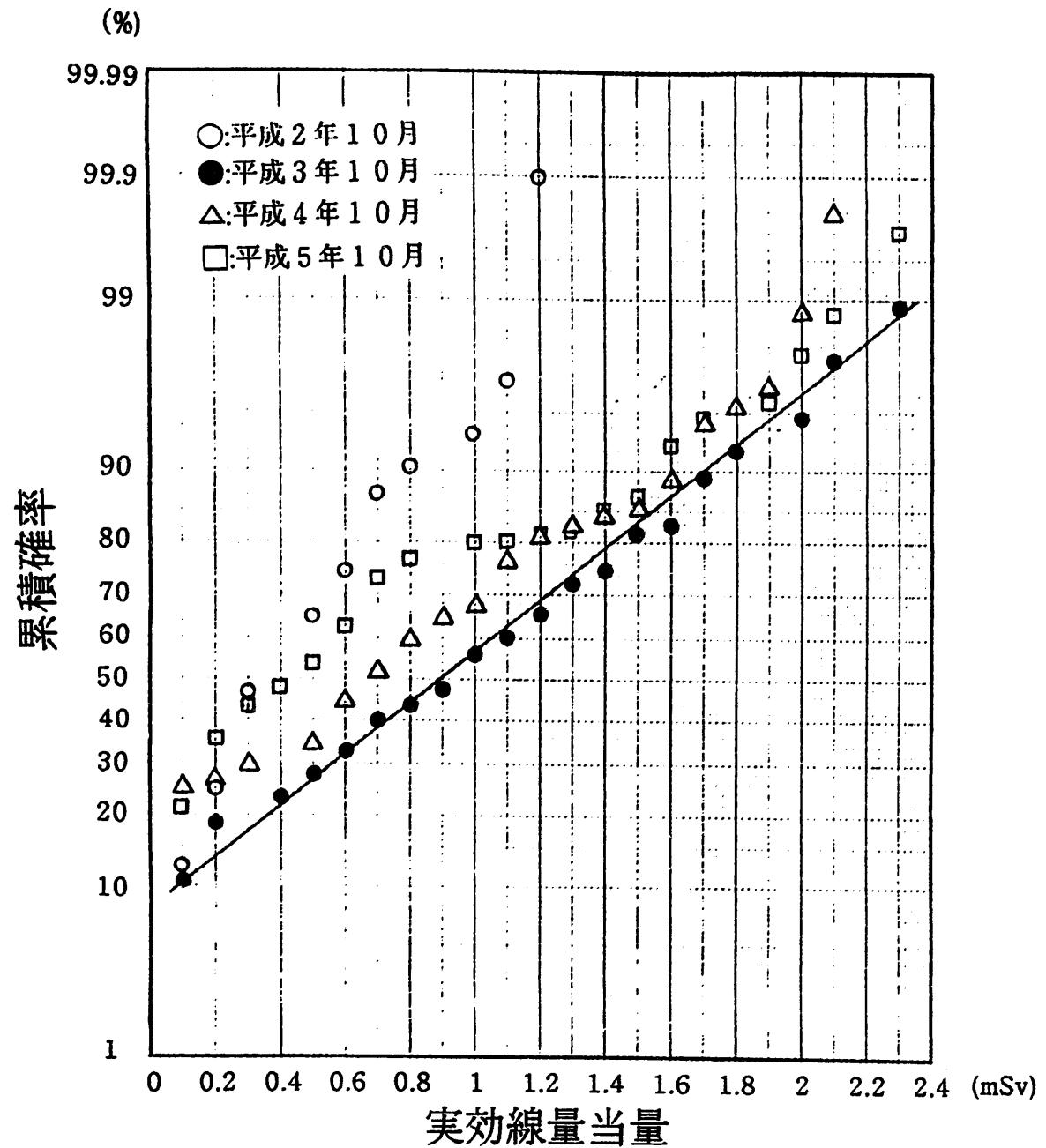
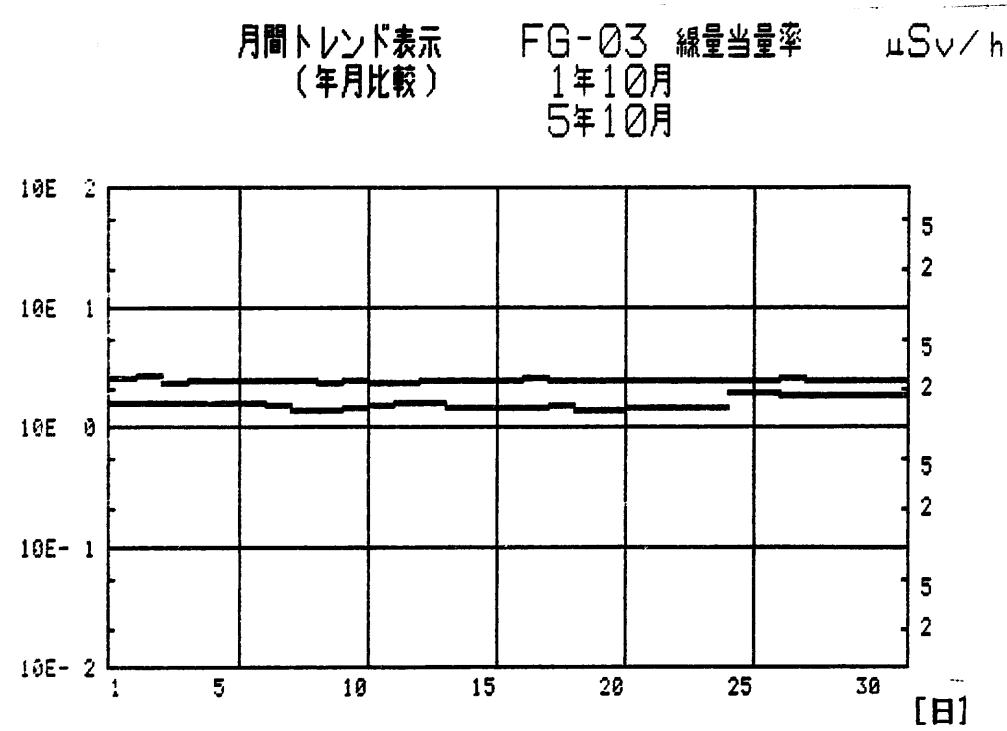
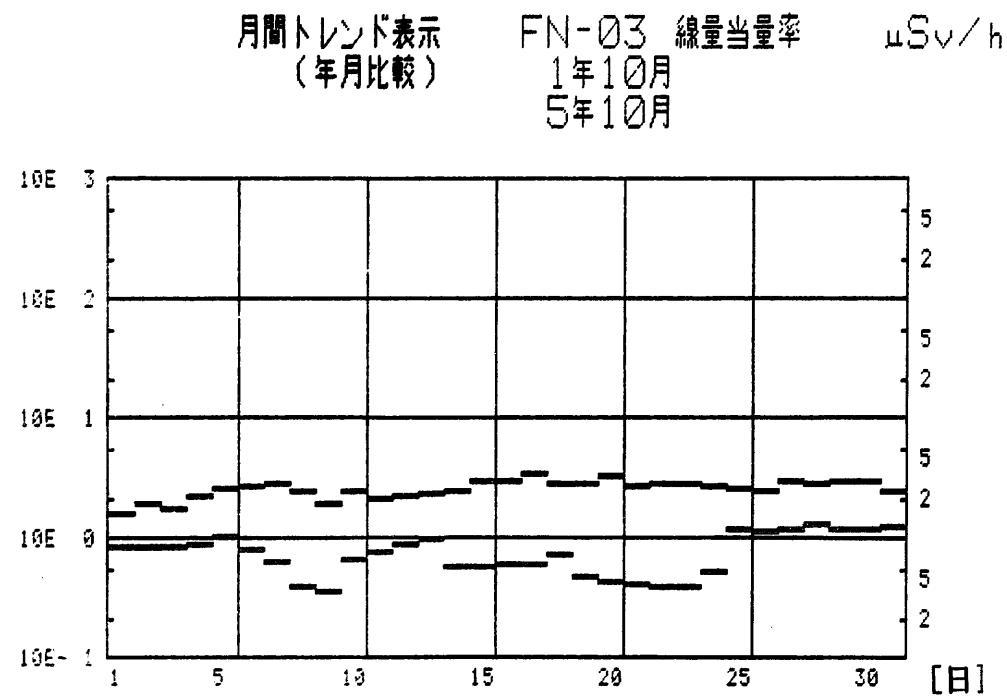


図-21 製造課の個人ひばくの累積確率



10月

図-22 空間線量当量率の推移 (γ 線エリアモニタ)
製造課2班作業エリア



10月

図-23 空間線量当量率の推移 (n線エリアモニタ)

製造課2班作業エリア

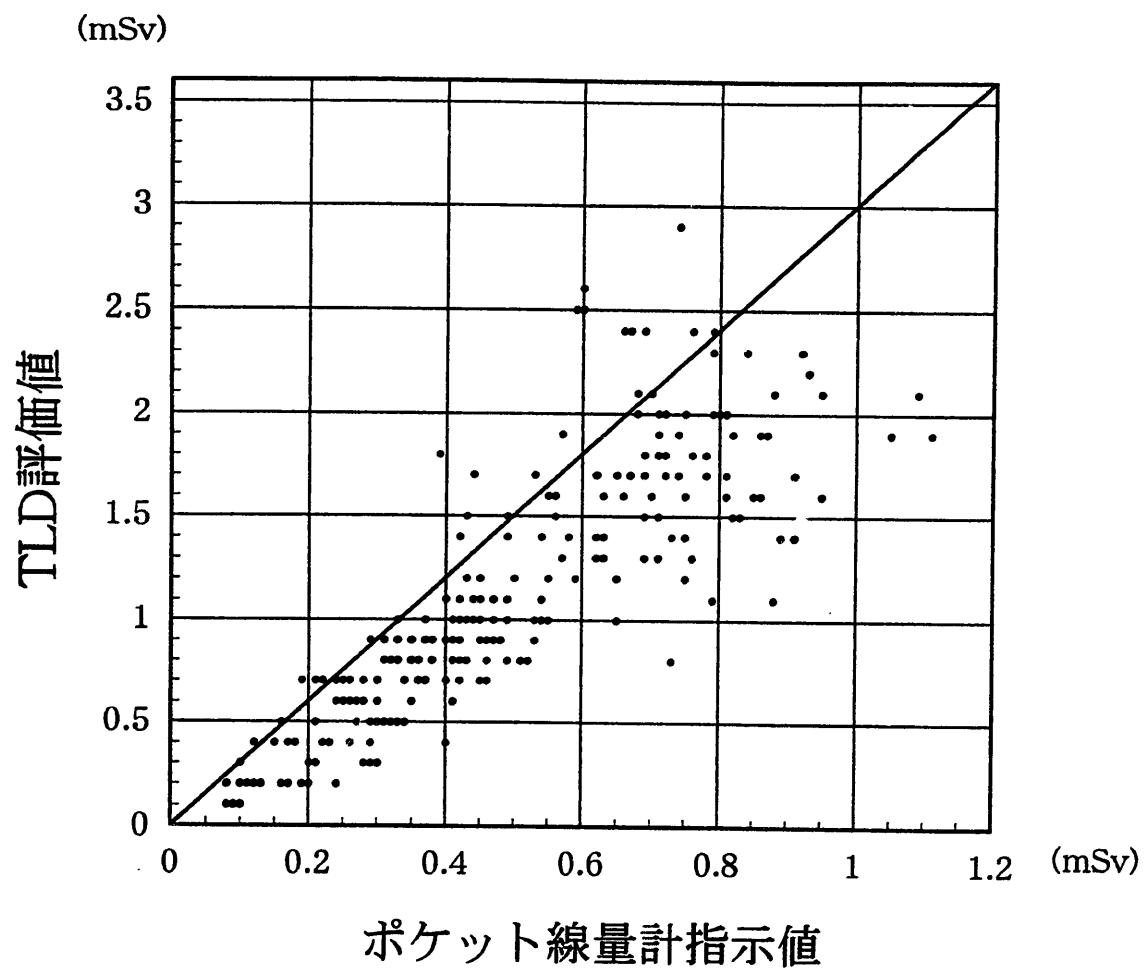


図-24 ポケット線量計指示値とTLD評価値の関係