

## 各部研究室の研究概要

## 第 1 部

応用物理・応用力学・応用数学など基礎関係

## 久保田・小瀬・小倉研究室 (昭和24年度～)

教授 久保田 広 (昭和43年7月10日死去)

教授 小瀬 輝 次 (昭和24年～)

助教授 小倉 磐 夫 (昭和40年～)

応用光学

## 1) 光学系の回折像に関する研究

昭和34年に久保田が米国ロチェスタ大学光学研究所に滞在中に行なった偏光顕微鏡の異常回折像の研究<sup>1)</sup>は偏光顕微鏡の結像性能評価に大きく寄与したばかりでなくこれを契機として特異な形状や振幅分布をもつ瞳の回折像が新しい観点から見なおされるようになった。

顕微鏡では対物レンズに大きい入射角で光が入射するので入射面内に振動する光とこれに垂直な面で振動する光とではガラス面の反射率が異なりレンズの瞳面の透過率は振幅で考えて、場所により特異な変化をうけている。しかし自然光で観察すればこれらの偏光成分による差異は平均されてしまって瞳は一樣な振幅透過率であると見なせるが偏光顕微鏡のように一つの偏光成分のみを用いるときは、上記の瞳の振幅分布の不均一性が問題になる。久保田は高倍率の偏光顕微鏡ではニコルプリズムを直交しても視野は暗黒にならないという実験からヒントを得てこの理論的な解析を行なったものであるが、これと同じ様に均一でない振幅分布をもつ光学系は他にも多数ある。しかも一般には従来近似的に一樣であるとしてエアリの回折像を用い、分解能その他光学系の結像性能を議論している。この久保田の研究はこれら特異な振幅分布をもつ瞳の回折像をいま一度詳細に検討しようとする気運を醸成せしめた。斎藤<sup>2)</sup>は久保田の理論をさらに発展せしめ中心対称の瞳に周期的な吸収、位相変化がある場合の一般的な考察を行ない従来知られていたいろいろの異常回折像を統一的に取り扱うことに成功した。朝倉<sup>3)</sup>は瞳に中心対称に連続的な吸収、位相を与えた時の回折像を系統的に研究し、積極的に異常回折像によって解像力の向上あるいは像改良を行なおうとした。また朝倉、鈴木<sup>4)</sup>は物体の照明のコヒーレンシを考慮して偏光顕微鏡の像を解析している。鈴木<sup>5)</sup>はピンホールカメラの回折像を像空間でくわしく調べ副焦点の位置を決定した。これら回折像の研究は後に述べる Optical Transfer Function を用いる光学系の評価とあいまって光学系の性能評価の上で重要な研究である。光学系の解像限

界は瞳の大きさできまるがこの限界を見かけ上上げられることを超解像<sup>6)</sup>という。従来この研究は空間周波数で主に取り扱われているが実際の収差のある光学系に適用した場合の効果調べるには直接回折像を求めて評価する方がよい。この観点から現在超解像光学系の回折像の研究が進められている。

## 2) Optical Transfer Function の研究

インコヒーレントな光学系の像の強度分布は光学系の点像と物体の強度分布のコンボリューションで与えられる。したがって空間周波数領域で考えるとそれらのスペクトルの積である。点像のスペクトルを Optical Transfer Function (O.T.F.) という。これは光学系が物体周波数を通すときの減衰率を示すもので光学系の物理的な結像性能を示す。O.T.F. はレンズデータを与えると計算で求めることができ、試作レンズについては実測もできるので設計と検査の立場での評価を統一することができ、従来のレンズ評価法にはない特色をもつので光学界では非常な注目をあび昭和28年ころより世界の光学研究の中心的なテーマとなったものである。

研究室における O.T.F. の研究は昭和28年ころより現在にいたるまで継続して進められている。そして昭和34年までには O.T.F. の理論的研究、感光材料の粒状の研究、相互相関を利用した O.T.F. の測定法の研究など O.T.F. の理論、測定、応用の研究を進めてきた。

これらの研究に引き続き久保田<sup>7)</sup>は O.T.F. を計算で求めるのに幾何光学的方法を研究した。これはレンズ設計は幾何光学による光線追跡で行なわれるから設計段階で O.T.F. を求めるにはこれが便利である。レンズの瞳面を通る数百本の光線を光線追跡計算で求めこの光線が像面を切る点の座標から O.T.F. を求める方法を研究した。この座標分布はスポットダイヤグラムといわれ、この計算は電子計算機を用いることではじめて可能になったものであるが、鈴木<sup>8)</sup>は内挿法によりこの計算量の減少をはかった。

O.T.F. の測定は昭和30年ころ小瀬のジューメンススタ

一を用い点像を走査し、ブラウン管に O.T.F. を直視できる装置の試作に始まりこれに引き続き 2 枚の走査チャートを用いるもの<sup>9)</sup>、電気的周波数分析機を用いる装置<sup>10)</sup>が試作された。この二つの装置は O.T.F. の位相を正確に求めるにはフーリエ cosine, sine 変換を別個に測定しその比から求めるのがよいという考えにもとづくものである。

これらの測定機の試作過程で O.T.F. 測定に関する技術的な諸問題は徹底して研究され測定法の基礎の確立に多大の寄与をなした。

前項の回折像の研究で瞳面に吸収や位相を与え像改良を行なうことを述べたがこれは一般にフィルタリングといわれている。この効果は前述のように回折像の強度分布から判断することもできるが O.T.F. から判断でき、しかも O.T.F. の方がより見通しを得やすい場合がある。インコヒーレント系の O.T.F. は瞳関数（レンズの瞳面の振幅分布）の自己相関関数でもある。瞳に挿入される吸収フィルタの透過率の自己相関関数を測定すればそのフィルタを用いた時の光学系の O.T.F. が実験的にというよりはアナログ計算で得られる。1 枚の試料でも可能な光学的自己相関計を試作しフィルタの効果の研究を松本<sup>11)</sup>が行なった。光学にあらわれる自己相関関数は一般にガウス曲線に近い。それでガウス曲線を組み合わせた近似法を用いるとフーリエ変換を行なう計算の手間がはぶけ便利になるので最少自乗法によるこの近似法を鈴木<sup>12)</sup>が解析した。光学的自己相関計は位相フィルタの自己相関は求められない。このために次の項で述べるホログラフィを利用した方法を松本<sup>13)</sup>が研究した。

### 3) ホログラフィの研究

ホログラフィは物体からくる光（反射光あるいは透過光）と参照光との干渉模様をフィルムに記録し、これに再び光をあててその光の回折を利用して元の物体像を得るという新しい画像の記録、再生法であるが、コヒーレントな波動であれば音波、電波でも可能であって工学上広い応用が期待される技術である。

このホログラフィ技術の確立のため昭和40年ころより基礎的な研究を開始した。すなわちホログラム面の干渉縞の場所的空間周波数の逆数を回折格子の格子常数と考えて回折式を適用し幾何光学的な結像理論<sup>14)</sup>を導くとともに感光材料の O.T.F. を考えた空間周波数領域での結像理論を導き、市販フィルムをホログラムとして用いるときの性能の比較実験を行なった<sup>15)</sup>。ホログラムはフィルムに入射する光の波面の振幅、位相を記録するものであるから二重記録をして再生すると記録した二つの波面の位相差をもつ波面が再生され、一種の干渉計と同じ作用をする。このために従来の干渉計では不可能であった、あるいは面倒な操作を必要とした干渉法がホログラフィでは容易に行なうことができる。このホログラムに

よる干渉の研究を松本<sup>16)</sup>が行なった。一つの被験波面をホログラムに記録し、二つの再生光をあてて再生すると、共役な波面の干渉模様が得られ、これは被験波面同志の干渉であるから基準波面が不要となりかつ感度も倍になる干渉法である。また被験波面を二つのホログラムに記録し、このホログラムを重ねて一つの再生光で再生すると被験波面のシャリング干渉<sup>17)</sup>を行なうことができる。位相フィルタの場合について理論と実験を行なった。

ホログラフィの再生像は倍率 1 倍の時無収差の像を作るが、倍率を上げると収差を生じる。一方ホログラフィは波面の記録ということから一種の位相フィルタとしての作用をもちレンズ像と組み合わせるとレンズ収差（瞳面の振幅分布の位相項で生じる）の補正が可能である。そこでレンズとホログラムを組み合わせた系を考え像の拡大はレンズで行なわせ、レンズによって生じる収差はホログラムで補正するようにすると従来のレンズのみで組み立てた光学系あるいはホログラムのみで実現しようという光学系よりはるかに高性能の光学系を作る可能性がある。この観点からレンズとホログラムの合成系の研究を進めている。物体と参照光源を同一面内においたフラウンホーファホログラムによりレンズの収差補正法<sup>17)</sup>、2 個のレンズを用いたレンズ収差補正法など着々と成果をあげている。

### 4) レーザの性能向上ならびに応用に関する研究

昭和38年ころより開発されたレーザ光は光学分野でもその良いコヒーレンシと輝度の高い点で注目され、研究室でもこれの光学分野への応用研究を現在まで引き続いて行なっている。昭和38年当時は固体レーザが主であった。発振時の見かけの光源の拡がりにはレーザ光の収束性を決定するばかりではなく空間的コヒーレンシの低下をもたらす。逆に空間的コヒーレンシの測定はこの収束性を知る上の手がかりとなる。ファーフィールドパターン強度分布をフーリエ変換するとコヒーレンシファクタが求められるという新しい測定法<sup>18)</sup>を用いルビレーザのコヒーレンシを測定した<sup>19)</sup>。ルビレーザの研究と並行し、ガラスに 3 価の Nd を混在させたガラスレーザの光学的性質の研究も行なわれた。昭和39年ころより He-Ne ガスレーザによる連続発振のレーザが開発されるとともに第 3 部の斎藤研究室と文部省の機関研究による協同研究を行なった。この研究では干渉計への応用を主眼とした。それは従来の干渉計はインコヒーレント光源をできるだけコヒーレントに近づけて用いるということで干渉計の機構等に大きな制約があったがレーザではこの制約はなく、かなり自由な機構をとりうるからである。三角光路を用いたレーザ用干渉計<sup>20)</sup>の試作、またレーザ用万能干渉顕微鏡<sup>21)</sup>の試作を行なった。

光学分野で用いるレーザ、とくにホログラフィで用いられるレーザは単一モードであること、できれば縦モー

ドでも単一であることがのぞましい。また感光材料の感度を考えるときはできるだけ高輝度でありたい。この光学用の気体レーザの開発研究を小倉が40年ころより進めている。

ヘリウム・ネオンを主体とする気体レーザは国産化され現在かなりの普及を見ているがなお外国一流品との間には技術隔差が存在すると考えられている。その過半の理由が気体レーザ構成部品の基礎研究の蓄積の不足にあることが指摘されている。この隘路の解決をめざして気体レーザ放電管を製作する態勢を整え、各種の He-Ne レーザを試作している。特に誘電体多層蒸着膜の特性はレーザ全体の性能を大きく支配するので、その改良をめざしてその反射率、透過率、散乱率の精密な測定を行なっている。また電極構造は寿命を決定する一つの要因でもあるので、長寿命で管内を光学的にも化学的にも清浄

に保つものを求めて改良につとめている。

He-Ne レーザを用いた三角光路リングレーザの研究を行ない、閉光路特有の非点収差の影響によるモードの変型を見いだした。CO<sub>2</sub> レーザを試作し横モードの制御をカルバーフィルムにより観測しながら進めている。光学分野の測定にレーザを応用する場合、光学系に用いられるガラスの分散を考えると、単一波長のレーザでは測定は制約されてしまう。このために多色光レーザは必要不可欠のものである。この目的でクリプトン・レーザの開発を進めている。

以上研究室の研究の概要を記したが久保田はこれらの研究に対して昭和34年学士院賞、昭和42年には紫授褒賞を授与されている。研究室のこれらの成果は研究員、受託研究員、大学院学生の協力が大きな支えとなっている。このことを記し感謝の意を表したい。

## 参 考 文 献

- 1) 久保田広, 斎藤弘義: J. Opt. Soc America 50 (1960) 1020
- 2) 斎藤弘義: 生産技研報告 9, 3 (1960)
- 3) 朝倉利光: 生産技研報告 17, 2 (1966)
- 4) 鈴木恒子, 朝倉利光: 応用物理 33 (1964) 91
- 5) 鈴木恒子: 生産研究 20 (1968) 455
- 6) 小瀬輝次: 応用物理 37 (1968) 853
- 7) 久保田広, 宮本健郎: 生産技研報告 13, 2 (1963)  
久保田広, 宮本健郎, 村田和美: Optik 17 (1960) 143
- 8) 鈴木恒子, 小瀬輝次: 応用物理 33 (1964) 395
- 9) 小瀬輝次: 生産技研報告 11 4 (1961)
- 10) 高島松雄, 小瀬輝次: 応用物理 32 (1963) 223  
高島松雄, 小瀬輝次, 山口意雄男: J.J. App. Phys. 4 Supple 1 (1965) 151
- 11) 松本和也, 小瀬輝次: 生産研究 19 (1967) 369
- 12) 鈴木恒子, 小瀬輝次: 生産研究 19 (1967) 194
- 13) 松本和也, 小瀬輝次: J.J. App. Phys. 7 (1968) 621
- 14) 小瀬輝次: 生産研究 19 (1967) 140
- 15) 山口一郎, 小瀬輝次: 生産研究 18 (1967) 237
- 16) 松本和也, 小瀬輝次: 生産研究 19 (1967) 18
- 17) 野口 勝, 小瀬輝次: 生産研究 20 (1968) 464
- 18) 小瀬輝次: 生産研究 16 (1964) 20
- 19) 佐々木秀行, 小瀬輝次: 応用物理 34 (1965) 642
- 20) 金子昌能, 高島松雄, 朝倉利光: 応用物理 34 (1965) 181
- 21) 永井昌平, 朝倉利光: 生産研究 17 (1965) 219

## 岡本・田村・岡田研究室 (昭和24年度～)

教授 岡 本 舜 三

助教授 田 村 重四郎 (昭和41年度～)

助教授 岡 田 恒 男 (昭和42年度～)

講 師 伯 野 元 彦 (昭和39年～41年度)

動的材料強弱学

構造物時に土木および建築の分野における構造物の耐震性の研究のため、地震災害の現地調査を行なって動力学的見地より被害に検討の加えたり、岩盤や軟弱地盤に地震計を設置して地震動の観測を行なってその性質の研究を進めている。一方アーチダム、アースダム、重力ダム、高架橋等の重要構造物の地震時の挙動の観測を実施し、振動モードや減衰常数を求め実際の耐震設計に役立たせている。さらにトンネル、地下鉄道、高压管路等地下構造物に作用する地震力について、現地観測、実験的研究並びに理論的研究を行なった。アーチダムの振動実験方法については、湛水も考慮した実験方法を開発し、また砂地盤の振動時の支持力の研究、軌道応力の研究、電導砂を用いた地盤内圧力の研究あるいは光弾性による三次元動的応力の研究等を行なってきている。鉄筋コンクリート建築構造については、軸力と交番繰返し荷重を同時に作用させたときの破壊実験を行ない、塑性域にお

ける動的性質の解明を進めている。

昭和36年、伯野助手が加わりダムの実験的研究や常時微動の観測、数値計算による軟弱地盤の研究等を進めたが昭和39年講師に昇任、昭和41年東京工業大学助教授として転出した。昭和41年田村助教授が加わり、森地助手が着任した。

昭和42年部門増設に伴い、従来の材料力学部門より動的材料強弱学に変わった。

昭和42年岡田講師が加わって建築構造物の分野殊に鉄筋コンクリート構造の耐震性の研究を進めている。

耐震工学における国際的活動も盛んであって、最近の2年間では昭和42年8～9月に岡本教授はイスタンブールの国際大ダム会議に出席し、さらに昭和43年1～4月にかけてユネスコの地震工学専門家としてインド国コイナ地震震害調査を行なっている。

地震工学の研究はその対象の性質から研究の始めと終

了の時期を明瞭にすることができないものが多いが、以下主な研究について項目ごとに記載する。

### 1. 地震被害の調査

大きな地震の被害についてはその都度主として土木建築構造物について調査検討を行なっている。最近では昭和39年の新潟地震、昭和40年の男鹿地震、昭和43年の十勝沖地震等で現地調査を実施した。

### 2. 地盤の地震時における動き

昭和30年東京電力KK須田貝地下発電所において地震観測を始めて以来、任意時に起こる地震動を工学的目的に利用できる様記録するため自動起動装置、自動感度切替装置、埋設型地震計の開発等記録装置の改良につとめている。岩盤地帯の地震動調査のため鬼怒川地下発電所近傍で地下67mまでの観測を行なっていて(昭和38年～)、現在考えられている沖積層に対する最大振幅に対し岩盤地帯ではその1/3程度しかない事、変位は地表でも36年地下67mでもほとんど変わらないことなどが判明した。昭和より地表層の地震観測を始め、これを基として土の非線形性を考慮して地震時の地盤の動きを解析した(昭和37年)。また現在東京都内の3箇所で、深い軟弱層の地震動の観測を進めている。また計画中の本州四国連絡橋の両側の架設地点で観測を実施中で両地点での地震動の差が明らかになりつつある。

### 3. 地下構造物に作用する地震力の研究

岩盤の中に掘削されたトンネルや軟弱な地盤内に作られる地下鉄、上下水道等の管道あるいは杭構造等に対する地震力を研究している。昭和38年4月、土木学会論文集92号に一部発表されたが、現在なお高圧送電線地下道、橋梁橋脚、あるいは厚い軟弱層に打ち込まれた鋼管等を利用して地震観測を続けている。一方ゼラチンを使用して実験室内での振動実験も実施(昭和40～42年)している。

### 4. ダムの耐震性の研究

昭和31年から始めたアーチダムの石膏模型実験については略同34年に一段落したが、昭和36年黒部第四ダムと関連して基礎岩盤の安定に関する検討を行なった。昭和34年よりアーチダムの動的性質を調査するため、石膏模型の振動実験方法の開発に着手し電磁式加振装置を使った生研式振動試験方法を開発し、殿山アーチダムの実物振動実験と地震観測と、この試験方法による模型振動実験を合わせし昭和38年報告した。試験方法はさらに改良

され、湛水をも考慮に入れて実験できるようになり、昭和43年この方法を発表し、実際のダムの耐震設計に役立たせた。他方アースダムについても、山王海ダムに地震計を設備し、昭和37年より観測を始め現在までに新潟地震、十勝沖地震(1968)の記録を含めて多数の記録が得られた。同時に寒天を使った室内の模型振動実験を実施し、理論解析を行なってアースダムの地震時性状の解析を行ない、これをまとめて昭和41年発表した。山王海ダムでの地震観測は続けられているが、昭和43年大地震におけるアースダムの非線形挙動を明らかにする論文を発表した。コンクリート重力ダムでは田子倉ダムの地震記録の解析を行なっているが、これによって、巨大コンクリート構造物のロッキング現象が見られ、一次の曲げ振動が認められている。これについてはアーチダムの観測と合わせて昭和38年第8回国際大ダム会議に報告した。

### 5. 鉄筋コンクリート建築構造物の耐震性の研究

鉄筋コンクリート建築構造物の耐震性に関する研究の一環として、軸力と交番繰返し曲げ剪断を同時に受ける鉄筋コンクリート柱の破壊実験を行ない、塑性域における履歴曲線を解析検討した(昭和42年～)。

### 6. 光弾性実験による動的応力の研究

昭和40年大型レンズおよび偏検光子を用いた光弾性装置を利用し、ゼラチン模型の振動実験を行なって動的応力の研究を行なってきたが、昭和43年光弾性感度がなくなきわめて透明なアミド系材料を見だし、これに光弾性感度のすぐれたゼラチン板を挟み込むことによって動的3次元応力の解析が可能となることを認め、この研究を進めている。

### 7. その他

昭和34～36年に城ヶ島大橋での地震観測を行ない、昭和38～39年にかけて電導砂を開発して砂粒子が動荷重を受けた場合の接触圧の研究を行なっている。昭和39年には地下鉄騒音防止の研究のため銀座線で実測を実施しゴムタイププレート採用、レール継目の改良等の提案を行なった。昭和40～42年石膏製の梁の振動破壊実験を行なって破壊過程の研究を行ない、昭和41～43年には粘性土の動的強度の研究のため、ひずみ速度をかえて一軸圧縮試験を実施し、レオロジーによるシミュレーションを行なった。また岩石の動力学的諸性質を調べるため、コアの曲げ振動試験、振り振動試験を行ないつつある。

## 発表論文

- 岡本, 田村: アーチダムの石膏模型試験における精度について, 土木学会第14回年次学術講演会前刷, 6. 1959
- 岡本, 久保, 伯野: 名神高速道路区間の常時微動と設計震度の提案, 第3回地震工学研究発表会, 9. 1959
- 岡本, 加藤, 伯野, 荒川: アーチダムの振動, 第3回地震工学研究発表会, 9. 1959
- 岡本, 加藤, 伯野, 荒川: Vibration of Arch Dam, Meeting on Earthquake Engineering, Messina, Italy, 11. 1959

- 岡本, 北川: Some Behaviors of Structural Steel Subjected to Corrosion Fatigue (The 2nd Report), Proc. 8th Jap. Nat. Cong. App. Mech., 3. 1959
- 岡本, 北川, 九里: 腐蝕疲労を受ける鋼材の2, 3の特性(第3報) — 平均応力の影響とレール鋼の腐蝕疲労 —, 第9回応用力学連合講演論文抄録集, 第1部, 8. 1959
- 岡本, 高橋: On the Behaviors of the Arch Dam during Earthquakes, Proc. of the 2nd World Conference on Earthqua-

- ke Engineering, 6, 1960
- 8) 岡本, 加藤, 伯野, 宮越: アーチダムの振動観測(II), 生産研究, 13, 4, 1961, 4
  - 9) 岡本, 加藤: 地表面の振動観測, 生産研究, 13, 4, 1961, 4
  - 10) 岡本, 伯野: 構築工学の研究における電子計算機の利用例, 生産研究, 14, 11, 1962, 11
  - 11) 岡本, 加藤, 伯野: トンネルの覆工に作用する地震力について, Proc. of Jap. Nat. Sym. on Earthquake Engineering, 1962
  - 12) 岡本, 伯野: 地盤の非線形振動に関する研究, Proc. of Jap. Nat. Sym. on Earthquake Engineering, 1962
  - 13) 岡本, 加藤, 伯野: 地中構造物に働く地震力に関する研尾, 土木学会論文集, 92, 1963, 4
  - 14) 岡本, 加藤, 伯野: アーチダムの振動, 特にその縦振動に関する研究, 土木学会論文集, 100号, 1963, 12
  - 15) 岡本, 吉田, 加藤, 伯野: 地震時におけるアーチダムの挙動, 生研報告 14, 2, 1964, 12
  - 16) 岡本, 伯野, 加藤, 大和: アーチダムおよび基礎上の地震動観測, 土木学会論文集, 112号, 1964, 12
  - 17) 岡本, 伯野, 加藤, 河上: On the Dynamical Behavior of an Earth Dam during Earthquake, 第3回世界地震工学会議々事録, 1965, 1
  - 18) 岡本, 伯野, 加藤: 動荷重を受けた砂粒子の接触圧と変化, 土木学会第19回年次学術講演会前刷, 1964, 5
  - 19) 岡本, 伯野: 動荷重を受ける砂粒子の接触圧変化について, 土と基礎, 12, 10, 80, 1964
  - 20) 岡本, 伯野, 加藤: 土ダムの地震時性状, 第7回地震工学研究発表会講演概要, 1964, 10
  - 21) 伯野, 篠塚, 板垣: Response of a Multi-Story Frame Structure to Random Excitation, Technical Report No. 29, Dep't of Civil Engineering, Columbia University, New York, 1966, 2
  - 22) 伯野, 浅田: 男鹿沖地震による被害 (特に八郎潟干拓堤防について), 土木学会誌, 50, 3, 1965, 3
  - 23) 岡本: 地震力を考えた構造物設計法 (改訂版), オーム社発行, 1965, 5
  - 24) 岡本, 田村, 加藤, 大和: Dynamic Behavior of Earth Dam during Earthquakes, 生研報告 16, 4, 1966, 10
  - 25) 岡本, 田村, 加藤, 外: 土ダムにおける地震観測, 土木学会第21回年次学術講演概要 I-60, 1966, 5
  - 26) 岡本, 田村, 加藤, 大和: Dynamic Behavior of Earth Dam during Earthquakes, 8th International Congress on Large Dams, Q-35, R-6
  - 27) 岡本, 田村, 加藤, 大和: 地震時におけるアースダムの挙動, Proc. of Japan Earthquake Engineering Symposium 1966, 10
  - 28) 岡本, 森地, 山本: ゼラチンモデルを用いた光弾性実験について, 土木学会第21回年次学術講演概要, I-24
  - 29) 田村: 土ダムの模型実験, 土木学会第21回年次学術講演概要, I-61, 1966, 5
  - 30) 岡本編: 土木技術者のための岩盤力学, 土木学会発行 1966, 11
  - 31) 岡本, 田村, 加藤: 生研式アーチダム振動模形実験, 生産研究, 19, 11, 1967, 11
  - 岡本, 田村: 軟弱層内での管路の振動実験について, 生産研究, 19, 12, 1967, 12
  - 32) 岡本: 建設技術者のための振動学, オーム社, 1967, 5
  - 33) 岡本: Dams in Earthquake Zones or Other Unfavorable Situations, Trans. of 9th International Congress on Large Dams, 1967, 9
  - 34) 岡本, 田村, 加藤: Dynamic Behavior of Earth Dam during Earthquakes, Trans. of 9th International Congress on Large Dams, 1967, 9
  - 35) 岡本, 田村, 加藤, 森地: 軟弱地盤内における管道の動的挙動, 第9回地震工学研究発表会講演概要, 1967, 10
  - 36) 岡本, 田村, 加藤, 藤原, 水越: 岩盤地帯における地震観測, 第2回岩の力学国内シンポジウム講演集, 1967, 11
  - 37) 岡本, 田村, 加藤: アースダムの地震時挙動について, 土木学会第22回年次学術講演概要, 1967, 5
  - 38) 岡本, 水越: Earthquake Ground Motions Observed on Rock Foundations, IAEA Panel Discussion Meeting on Aseismic Design and Testing of Nuclear Facilities, 1967, 6
  - 39) 森地, 山本: Two-Dimensional Photoelastic Experiment Made by Gelatine Gel, Trans. of JSCE, No. 144, 1967, 8
  - 40) 岡田, 窪田「鉄筋コンクリート柱の変形に関する研究II」建築学会論文報告集 1967, 10
  - 41) 岡田, 窪田「鉄筋コンクリート柱の変形に関する研究III」建築学会論文報告集 1967, 10
  - 42) 岡本: Koyna 地震震害の反省 (論説) 土木学会誌, 1968, 6
  - 43) 岡本, 田村: コイナ地震調査, 生産研究, 20, 9, 1968, 9
  - 44) 岡本, 森地: 動力学的応力解析に対する光弾性学的方法, 生産研究, 20, 9, 1968, 9
  - 45) 岡本: 耐震構造設計者のための日本列島大地震図譜, オーム社, 1968, 12
  - 46) 岡本編: 材料力学通論, 東京大学出版会, 1968, 11
  - 47) 岡本, 田村: 十勝沖地震 (1968) 震害調査報告一土木班, 生産研究, 20, 12, 1968, 12
  - 48) 岡田, 田中: 十勝沖地震における建築物の被害一主として八戸市の鉄筋コンクリート造建物について一, 生産研究, 20, 12, 1968, 12
  - 49) 岡本, 田村, 加藤: Non-linear Behaviors of the Earth Dam during Earthquakes, Bulletin of Earthquake Resistant Structure Research Center, No. 2, 1968, 12
  - 50) 田村, 水越, 小野: Characteristics of Earthquake Motion at the Rocky Ground, Proc. of 4th World Conference on Earthquake Engineering, 1969, 1
  - 51) 岡本, 加藤: A Method of Dynamic Model Test of Arch Dam, Proc. of the 4th World Conference on Earthquake Engineering, 1969, 1

## 一色・本間研究室 (昭和24年～)

教授 一色 貞文

助教授 本間 禎一 (昭和41年度～)

放射線工学

主としてX線の工学的応用について, 特に冶金学的応用および非破壊検査への応用について, 研究を進めている。

本間助教授は昭和36年より, 片岡邦郎助手は昭和39年より, また山沢富雄助手は研究室の設置当初から加わり研究, 実験を分担している。

一色教授は昭和34年ユーゴスラビアで開催された国際溶接会議の非破壊検査部会に日本代表として出席し, その後ヨーロッパ諸国の関係研究所や工場を視察した。昭和35年にわが国で開催された第3回国際非破壊試験会議には組織委員をつとめた。日本非破壊検査協会において

は設立以来, 理事, 分科会主査, 副会長を歴任し, 昭和41年度の会長を務める一方, X線透過検査の基礎および応用に関する研究を片岡助手の協力で行なった。

昭和38年度にX線マイクロ・アナライザが設置された後は, 本間助教授と共に米岡俊明技官の協力の下に, X線微小部分析の金属学への応用研究を行なった。さらに昭和42年度には精密X線回折装置が設置され, 山沢助手の協力で鉄鉱石の熱割れ機構の結晶学的研究を行なっている。

本間助教授は昭和43年9月より1年間の予定でカナダへ研究調査に出張し, 金属の高温酸化に関する基礎的研

究を行なっている。

### 1. X線透過写真に関する研究 (昭和36年度～)

X線透過写真における被写体散乱線がフィルム上の影像の階調、鮮鋭度、識別度などに与える影響について、被写体中に均一に発生分布する散乱X線と、金属組織の偏析や結晶回折などによって不均一に発生する散乱X線の2種類に分けて研究している。前者については被写体散乱X線をフィルムによって定量し、これから再生係数を求める方法を開発し、被写体厚さ、材質、X線の線質などの撮影条件による散乱X線が透過像におよぼす影響について研究し、また被写体散乱線の影響を考案した露出線図の作成を行なった<sup>1)2)</sup>。

後者については、X線透過写真に現われる欠陥とまぎらわしい異常像の成因を究明し、それは試料内にある粗大結晶粒によるX線の回折効果に基づくものであることを明らかにした。なお試料の金属組織や撮影条件が異常像の強調やその像の濃淡模様の複雑さと関連があることを見出し、その結果から異常像の発生を防止する方法について研究した<sup>3)4)</sup>。

### 2. X線マイクロアナライザの表面化学への応用研究 (昭和40～42年度)

物質の表面化学に関する研究へX線マイクロアナライザを応用し、主として金属の酸化反応における酸化物の不均一形成の様子を吸収電子像の観察から評価する実験的方法について検討した。この方法が原子番号の大きい

金属に対して有効であり、酸化物と下地物質との間のエピタクシャル関係を評価できる可能性をもっていることを明らかにした<sup>5)</sup>。

### 3. 金属の高温酸化の微視的研究 (昭和40年度～)

本間助教授は金属の高温酸化機構において、酸化層の微視的構造が果す役割について研究を行ない、特にX線金相学的手法を用いて実験的に研究を進め、酸化層の中に存在する結晶格子欠陥の影響について考察した<sup>6)7)</sup>。

### 4. 金属の凝固機構の研究 (昭和41年度～)

金属の凝固機構における溶質元素の影響を研究する目的で、低濃度のアルミニウム合金を1側凝固させ、凝固条件と金属組織および溶質元素の偏析の関係について検討している。最初に溶質濃度分布を可視にするための試料の表面処理方法、金属組織および溶質元素の偏析とX線マイクロアナライザのラインプロファイルとの関係を検討した<sup>8)</sup>。

### 5. ヘマタイト鉱石の熱割れに関する結晶学的研究 (昭和41年度～)

ブラジル産鉄鉱石のある種類のもの(イタピライト鉱石)が加熱によって熱割れを起こす現象について、結晶学的に研究を行ない、この現象が単に結晶水の分解によるのみでなく、また層状構造と関係した熱膨張挙動の異方性によってのみ起るものでもなく、より複雑な現象であることを明らかにし、引続いて研究を進めている<sup>9)</sup>。

## 発 表 論 文

- 1) 一色、片岡、高、山沢：被写体散乱X線量比のフィルムによる測定について、生産研究 13, 7, 1961, 7
- 2) 一色、片岡、高、山沢：被写体散乱線と欠陥像、非破壊検査 12, 4, 1963
- 3) 一色、片岡、高、山沢：X線透過写真の異常像、生産研究 16, 12, 1965
- 4) 一色、高、片岡、山沢：アルミニウム合金のX線透過異常像と金属組織、非破壊検査, 15, 7, 1966
- 5) 本間：吸収電子測定法によるジルコニウム中への酸素浸入曲線の

観察、生産研究 19, 8, 1967, 8

- 6) 本間：金属の高温酸化における酸化層の微視的および巨視的構造の役割、生研報告, 15, 3, 1965
- 7) 本間：金属の酸化機構の微視的研究、生産研究, 20, 7, 1968
- 8) 一色、片岡、高、山沢：XMAとマイクロ偏析、非破壊検査, 17, 2, 1968, 17, 8, 1968
- 9) 樋谷、本間、一色：鉄鉱石の熱割れ機構、生産研究, 19, 12, 1967

## 糸川研究室 (昭和24年～昭和38年度)

教授 糸 川 英 夫 (昭和39年4月宇宙研)  
ロケット工学

昭和30年度のペンシルロケットに始まるロケット工学の研究を続行した。34年度にはすでにカッパ(K)6型が観測機として完成しさらに200km級の観測を目的としたK-8の開発が急がれていた。34, 35年には、技官吉山巖、特別研究員秋葉鏖二郎の協力の下に、これら観測ロケットのシステム工学およびロケット推進工学の研究が行なわれた。昭和36年度、秋葉研究室が独立するに従いがい、糸川研究室は主として、ロケットシステム工学に焦点をしばった。

### 1. ロケット推進工学

特別研究員秋葉鏖二郎と共に、ロケットエンジンの低

圧不安定、または低周波振動の問題を解明した。また同じく球形エンジンの構想を発表、これに関してはさらに引続き秋葉研究室にて実用化に至るまでの研究がなされた。また、K-8以降ラムダ(L)、ミュー(M)に到る一連の観測ロケットエンジン関係に、指導的役割を果たした。また、新しい推進系として電気推進等についてシステム工学的観点より検討を進め、大学院学生、長友信人によりマイクロ波によるプラズマの加速の研究が行なわれた。

### 2. ロケットシステム工学

当時、あまり一般的といえなかったシステム工学を実

践し、大学を中心とする観測ロケット開発、研究体制のシステムを整備した。特に、従来、秋田県岩城町道川の打上げ実験場が狭小となるにおよび昭和35年頃より行なわれた新実験場の選定はシステムの観点からの検討を繰り返した結果、現在の鹿児島宇宙空間観測所 (KSC) が開設され、きわめて短期間に実際の飛しょう実験が行なわれることが可能となった。

また、日本の規模での人工衛星打上げシステムの試案として、昭和37年度に人工衛星計画試案を作成、後のMロケットによる科学衛星計画の基礎を作った。

国外における宇宙開発後進国についても、システムの観点よりの指導を行ない、ユーゴスラビア、印度、パキ

スタン、インドネシア等の宇宙開発体制の確立に協力した。

宇宙開発についての啓蒙的著作も多くなされた。一般的意味での学術論文の範ちゅうに入らないがその代表的なものを発表論文に加えておく。

昭和39年度に宇宙航空研究所発足と共に、糸川研究室は生産技研を去ることとなったが、その時点において、本格的中型観測ロケット K-9M型が完成、また大型観測ロケットラムダ (L) として、L-2型が完成していた。

以後は宇宙研での仕事となるが、この期間の生産技研での研究は以後の発展の基礎を形成し、発展の方向を決定したものといえる。

## 発 表 論 文

- 1) 糸川：カップ6型ロケットについて、外3篇、生産研究 11, 8
- 2) 糸川：ペンシルロケットからカップ8型まで、生産研究 12, 12
- 3) 糸川：カップ8型について、外3篇、生産研究 13, 10
- 4) 糸川：新実験場設置について、外1篇、生産研究 15, 7
- 5) 糸川：ラムダ、ミュー計画、生産研究 16, 11
- 6) H. ITOKAWA: Japanese Sounding Rocket Program in 1961-62  
Economical Consideration on Lifting Unit Weight Payload

- by Sounding Rockets  
Proceedings of the forth ISTS, 1962 年, Japan Publications Trading Co.,
- 7) H. ITOKAWA: Japanese Sounding Rocket Program in 1962-63 Proc. of the 5th ISTS, 1963年, AGNE Corporation
  - 8) H. ITOKAWA: Sounding Rocket Program 1963-65年 Proc. of the 6th ISTS 1965年, AGNE Publishing Inc.,

## 啓 蒙 的 著 作

- 1) かっぱ (宇宙をさぐる日本のロケット) 1962, 12, アイデア発行
- 2) 観測ロケットはなぜ大学研究機関を中心とするのがよいのか、SES のレポートとして 1961. 9
- 3) 日本の宇宙観測ロケット計画 1962. 11
- 4) なぜ日本は自製のロケットで宇宙空間研究をやるのか 1961. 9
- 5) 日本のロケットは誰があげるのか 1963. 5

## 玉木研究室 (昭和24年度～)

教 授 玉 木 章 夫 (昭和41年4月宇宙研, 併任)  
空気力学, 気体力学

超音速および極超音速空気力学, 希薄気体力学に関して主として実験的研究を行ない、また観測ロケットの空気力学について研究した。助手三石智、永井達成が研究に加わっている。

玉木教授は昭和39年ワルシャワにおける国際航空学連合会議に出席し、かねて欧米の宇宙工学の研究状況を視察した。

### 1. 超音速および極超音速気流の研究 (昭和30年～)

衝撃風洞を用いて諸種の物体のまわりの流れ、および物体にはたらく力についての研究を行なった。比較的希薄な極超音速流の密度をはかる方法として、気流を透過する軟X線の吸収を利用する方法を取り上げ、円柱のまわりの極超音速流の瞬間軟X線写真の濃度から、その頭部の流れを解析した<sup>1)</sup>。その後、持続時間 50 msec 程度の衝撃風洞において、物体にはたらく空気力をはかる方法の研究に重点をおき、このためのひずみ計天秤の技術を確立した。この方式の天秤は軸対称物体、観測ロケットの超音速特性の計測に広く用いられた<sup>2)3)4)5)</sup>。(一部科学研究費)。衝撃風洞の変形としてタービン動翼列の超音速特性を研究するための翼列風洞を試作し、半導体ひず

み計を利用して翼列中の1枚の翼にはたらく力をはかる方法を案出して、いちじるしく翼列実験の計測を簡単にした<sup>6)</sup>(昭和36年度委託研究)。昭和38年から、音速の10倍程度の極超音速流をうる装置としてガンタンネルの研究をはじめ、試作した小型装置によって各種鈍頭物体の抵抗に関する研究を行なった<sup>7)</sup>。

### 2. 観測ロケットの空気力学 (昭和30年～)

観測ロケットの空気力学分野を担当し、ロケットの空力特性およびこれに関連ある飛行力学の研究を行ない、ロケットの空力設計に役立たせた<sup>7)8)9)10)</sup>。この研究には、低速風洞、超音速風洞、衝撃風洞などによる実験と、理論的計算の両者をふくんでいる。

### 3. 希薄気体力学 (昭和34年～)

超高層観測に関連しておこる希薄気体力学の問題に対処するため、低密度超音速風洞において、静圧 50～100  $\mu$ Hg 程度の希薄超音速流の基礎的研究を行なった。とくに気流中の直流放電によって作られたプラズマを用いて、電離層の正イオン密度測定に用いられる球形プローブの特性の理論を検討するための実験を行なった<sup>11)12)</sup>。

## 発表論文

- 1) F. Tamaki and C.S. Kim: Flash X-Ray Radiography for the Density Measurement in a Hypersonic Air Flow, J. Phys. Soc. Japan, **14**, 5, 664, 1959
- 2) 玉木, 三石, 永井: カップ6型ロケットの風洞実験, 生産研究, **11**, 8, 1959
- 3) F. Tamaki: Experimental Studies on the Aerodynamic Characteristics of the Cone-Cylinder in Supersonic Flows, Proc. 1st Symp. (Intern.) on Rockets and Astronautics, 1959, Tokyo.
- 4) 玉木: 衝撃風洞による超音速流の実験, 生産研究, **12**, 5, 1960
- 5) F. Tamaki, S. Mitsuishi and S. Nagai: Experimental Studies on the Aerodynamic Characteristics of Cone-Cylinder Bodies and Wind-Body Combinations at Supersonic Speeds, Proc. 2nd Intern. Symp. on Rockets and Astronautics, 1960, Tokyo.
- 6) 玉木: カップロケットの空気力学, 生産研究, **12**, 12, 1960
- 7) 玉木, 三石, 永井: カップ7, 8, 9L型ロケットの空気力学, 生産研究, **13**, 10, 1961
- 8) F. Tamaki, S. Mitsuishi and S. Nagai: Aerodynamic Characteristics of Cone-Cylinder-Flare Configuration at Supersonic Speeds, Proc. 3rd Intern. Symp. on Rockets and Astronautics, 1961, Tokyo.
- 9) F. Tamaki and I. Nakamura: Spin Stabilization of a Sounding Rocket, Proc. 3rd Intern. Symp. on Rockets and Astronautics, 1961, Tokyo.
- 10) 玉木, 三石, 永井: 翼列試験用衝撃風洞, 生産研究, **14**, 3, 1962
- 11) 玉木, 三石: カップ8L・9M型の空力特性, 生産研究, **15**, 7, 1963
- 12) 玉木: 希薄気体力学の実験装置, 日本航空学会誌, **11**, 10, 1963
- 13) T. Dote, T. Ichimiya and F. Tamaki: Some Experiments on Probe Characteristics in Drifting Plasma, J. Phys. Soc. Japan, **18**, 2, 266, 1963
- 14) 難田, 玉木: ガンタンネルによる極超音速気流の実験, 生産研究, **17**, 10, 1965
- 15) 玉木, 難田: 極超音速における鈍頭回転体の抵抗係数測定, 生産研究, **18**, 8, 1966

## 末岡研究室 (昭和24年～37年9月)

教授 末岡清市 (昭和37年9月29日死去)  
応用数学

この研究室は第二工学部の応用数学講座の流れを継ぐもので、当研究所としては特異な存在であった。研究の主たる対象は原子スペクトルの構造の理論的解析にあったが、同時に研究所の同僚の研究に対し、応用数学の分野の立場から研究協力者として貢献してきた。高橋安人教授が自動制御の理論を創始している頃にラプラス変換

の有用性を示唆して協力したのはその例である。

末岡教授は35年4月から37年3月まで文部省に科学官として出向(その間本所教授兼任)、同年4月科学技術行政についても高い識見を抱いて大学にもどられたが、不幸病を得て同年9月逝去された。(大井光四郎記)

## 発表論文

SUEOKA; The Theory of Photonuclear Reaction Using the Independent Particle Model of Nucleus. Can. Jour. of Physics, **37**,

232, 1959

## 大井研究室 (昭和24年度～)

教授 大井光四郎  
材料力学 (弾性理論, 実験応力解析)

本研究室は主として機械工学関係の材料力学の研究に従事している。研究の方針としてはなるべく理論と実験を融和させるように努めている。理論的方面では古典的手法による弾性応力解析から出発して、最近では電子計算機を利用してマトリクス法その他による解析法の研究に着手した。実験的方面ではひずみ計自体の研究とその応用を主としているが、研究手段としては光弾性その他各種の方法を併用している。

摩擦型ひずみ計 (昭和33年～昭和36年度, および昭和41年～昭和43年度)

ひずみ計は、普通物体に接着剤ではりつけて使用するが、表題に記したひずみ計は接着することなく、単に物体の表面に押しつけて置くだけでひずみの測定が可能であるようにくふうしたものである。とくに定常的に振動している物体のひずみ振幅の測定には、それ用の増幅器を用いると、ひずみ振幅がメータによって直読できる。この結果は1961年にニューヨークで開かれた第1回実験

力学国際会議で発表した。最近この研究を再開して、特殊なパタンのはくゲージを開発し、これを用いて、測定の際の所要の圧付力を軽減することに成功した。現在では3kgの圧付力で $\pm 500 \times 10^{-6}$ のひずみを2%以内の精度で測定が可能になった。

ひずみ計の衝撃追従性 (昭和35年～昭和39年度)

これはひずみ計がどのくらい速い現象まで正確に追従して、測定ができるかを追求した研究である。環状のノッチを付けたピアノ線に高周波焼入れを施し、これを静的に引張って破断させる。すると破断面で突然力が開放されて応力零の弾性縦波が発生して、これが線に沿って走ることになる。この波は立ち上りの鋭いステップ波であるので、この波をあらかじめ接着しておいたゲージで測定することにより、目的を達することができる。その結果を立ち上り時間で表わすと、 $0.8L/C + 0.5\mu s$ 以内となることがわかった。ここにLはゲージ長、Cは物体中の弾性縦波の速さである。この結果は1965年にワシント



ンで開かれた第2回実験力学国際会議で発表した。

#### 荷重計の開発 (昭和34年～昭和43年度)

ひずみ計を用いた荷重計は今までも多くの形式のものが実用化され、そのうちのあるものは精度が0.1%程度にまでも達している。しかし場合によっては荷重計素子に許される大きさが制限を受けて、背たけが低いことが要求されることがある。このときに従来の思想に従って荷重計を製作すると直線性やヒステリシスにおいて、いちじるしく悪いものができることになる。これまでのものと全然考え方を異にした2種類の荷重計を開発して良い結果を得た。

#### 圧力容器のノズル部付近の応力分布の実験的解析および圧力容器の高応力疲労試験 (昭和38年～昭和41年)

#### 発 表 論 文

- 大井: 摩擦型抵抗線ひずみ計, 機械学会誌, 62, 484, 1959  
 大井, 浅野: ロックン用気球の強さに関する二三の問題について, 生産研究, 12, 3, p. 31, 1960  
 大井, 浅野: 抵抗線ひずみ計を用いた荷重計について, 生産研究, 12, 5, p. 5, 1960  
 大井, 浅野, 小倉: 摩擦型抵抗線ひずみ計用増幅器について, 生産研究, 13, 4, p. 17, 1961  
 OI: Frictional-type Wire Resistance Strain Gage, Proc. First Internat. Congr. on Exp. Mech. Pergamon Press, 297, 1963  
 大井, 吉山, 小倉, 時来: ラムダ地上試験用推力計, 生産研究, 15, 7, p. 56, 1963  
 大井: 菊川の「応力分布の測定において標点距離が有限なることによる誤差の補正方法」の一拡張, 生産研究, 17, 2, p. 13, 1965  
 大井: 抵抗線ひずみ計の衝撃追従性について, 金属学会報, 4, 3,

度)

これは機械学会が科学技術庁から受けた委託研究に協力を求められて行なったものである。内径 500mm の鋼製の模型容器にいろいろの形状のノズルをつけ、これに内圧, 各種外力を加えて, そのときの応力分布を実験的に計測し, 好ましいノズル形状を追及したものである。得られた結果そのものは貴重なデータで工業界に大いに役立つものであるが, 実験に要した多大な時間と手間を考えると, このような研究を大学で行なうべきか否か疑問の余地がある。測定を終えた容器2個につき, 常用内圧の4倍の内圧を繰返して加えたところ, 2000～3000回の繰返しにより予期したところにクラックが発生した。

1965

- 大井他: 原子炉用圧力容器冷却管取付部の構造強度に関する試験研究, 日本機械学会成果報告書, 1965  
 OI: Transient Response of Bonded Strain Gages, Experimental Mechanics, 6, 463, 1966  
 大井: ひずみ計の過渡応答性について, 機械学会誌, 69, 575, 1602, 1966  
 大井他: 原子炉用圧力容器のノズル取付部および支持スカート取付部の構造強度に関する試験研究, 日本機械学会研究成果報告書, 1966  
 大井他: 原子炉用圧力容器のノズル取付部および支持スカート取付部の構造強度とその材料の高応力疲労に関する試験研究, 日本機械学会研究成果報告書, 1968  
 大井: ひずみ計を用いた背たけの低い圧縮型荷重計について, 機械学会講演会前刷, 1967

#### 森 (大吉郎) 研究室 (昭和24年度～)

#### 教 授 森 大 吉 郎

#### 材料力学・振動学

昭和26年から29年にかけて自動車車体の振動に関する研究を行ない, ばね系とフレーム系との連成した振動系についての解析と実験を行なった。次いで起振振動数を精密に制御できることを目的としてサイラトロンインバータと同期電動機の組み合わせによる起振器および小型動電型起振器を試作し, 模型および実車 (トラック・バス車体等) の振動試験に用いた。

28年より31年にかけては棒および平板に横衝撃が加わったときの曲げ弾性波の伝播に関する研究を行ない, 特に軸力あるいは面内力の作用するときの曲げ第1波の伝播速度についての解明をした。

31年頃よりロケットの研究開発に参加し, 機体構造お

および地上試験設備についての研究と試作にあたった。機体振動特性の調査は機体空力弾性の研究に進み, かなり細長い多段式ロケットの弾性安定の解明に資した。一方では空力加熱に関する実測と計算, および搭載用抵抗線歪計の試作も行なった。開発の進みに伴って性能向上と大型化に対し, 構造試験装置・動電型振動試験機・スピコン試験機・垂直動釣合試験機等の新しい環境試験装置の試作と運転へと進み, 39年に新設の宇宙航空研究所へ転任後もなお生研には併任として所内各方面の協力を受け, 進みの早い宇宙工学の進展に貢献せんと努力している。

#### 参 考 文 献

- 1) "Vibrations of Rectangular Frame", D. Mori Proc. 1st Japan National Congress for Applied Mechanics pp. 551/556, 1951
- 2) "電子管を用いた振動試験装置", 生産研究, 昭31年
- 3) "Determination of the Axial Load and the Buckling Load of a Bar" Proc. 5th Japan National Congress for Applied

Mechanics, pp. 403/405, 1955

- 4) "Lateral impact on bars and plates", D. Mori, Proc. SESA, V. 16, 1956
- 5) 観測ロケット特集号, 生産研究, 昭32～38
- 6) 振動測定「応力測定法」朝倉書店, 昭30年

## 鳥飼・根岸研究室 (昭和24年度～)

教授 鳥 飼 安 生

助教授 根 岸 勝 雄 (昭和40年度～)

音響工学 (超音波工学)

音響工学の中でも超音波工学を中心として、その基礎から応用までにわたる研究を進めている。藤森聰雄助手は引きつづいて研究を分担して現在にいたっているが、その後、昭和35年より李孝雄技官、昭和36年より小久保旭技官、昭和40年より根岸勝雄助教授、昭和41年より山崎正之助手が加わって、研究を活発に推進させている。主要研究題目は下記のとおりである。

1. 超音波音場に関する研究<sup>3)4)5)16)</sup> (昭和34年度～)

円形ピストン音源 (平面, 凹面, 凸面) を始めとし、楕円形音源, 半円形音源, 長方形音源, 環状音源の呈する超音波音場について、実験的, 理論的研究をすすめ成果を上げた。とくに昭和37年度以降は電子計算機を駆使してぼう大な数値計算を行ない、現在その整理をすすめている。

2. キャビテーションに関する研究<sup>2)</sup> (昭和34年度)

超音波によって発生するキャビテーションの挙動を高速度撮影を用いて測定する研究を行ない、1 MHz の収束振動子による焦点付近のキャビテーション、28 KHz 磁歪振動子によるその前面近傍のキャビテーション発生状況について詳しい解析を行なった。

3. 超音波の作用とその応用に関する研究<sup>6)8)9)13)15)</sup>

(昭和35年度～)

昭和35年度の委託研究により、鋼材の酸洗時における超音波洗浄法の応用に関する研究、溶接棒フラックス押出時における超音波の作用に関する研究を行ない成果を上げた。また超音波鑄造の研究として、主としてアルミニウム系の軽合金の凝固時における超音波の作用を調べた。その後超音波による静摩擦力の減少に関する研究を経て、現在山田研究室と共同で、金属材料の塑性変形に及ぼす超音波の作用に関する研究を進めている。

## 発 表 論 文

- 1) 鳥飼, 藤森, 小林: 水晶振動子を用いた真空計, 日本音響学会講演論文集, 97, 1959
- 2) 鳥飼, 藤森, 李: 超音波によるキャビテーションの高速度撮影, 生産研究, 11, 10, 1959. 11, 12, 5, 1960. 5
- 3) 鳥飼: 超音波の近距離音場と遠距離音場, 超音波研究専門委員会資料, 1960. 9
- 4) 鳥飼: 近距離音場の計算, 超音波研究専門委員会資料, 1962. 11
- 5) 鳥飼: 近距離音場の近似計算, 生産研究, 15, 10, 1963; 16, 1, 1964. 1
- 6) 鳥飼, 藤森, 石崎, 荒木: 溶接棒フラックス押出し時における超音波の作用, 日本音響学会講演論文集, 25, 1964
- 7) 能本, 鳥飼: 超音波による光の回折の幾何光学的理論とその計算, 日本音響学会講演論文集, 35, 1964
- 8) 朴, 鳥飼: 超音波鑄造, 生産研究, 17, 8, 1965; 18, 12, 1966, 12
- 9) 鳥飼, 藤森, 小久保, 堀: 超音波による静摩擦力の減少に関する研究, 日本音響学会講演論文集, 175, 1966

4. 超音波計測の研究<sup>1)10)</sup> (昭和38年度～)

超音波計測法とその工業的応用ならびに物性的応用について研究をすすめている。昭和38年度委託研究により、固液相境界を容器外部より超音波により検知する方法の研究を行なった。また昭和39年度以降超音波による応力ならびに異方性測定法の開発につとめている。さらに進んで、現在材料の変形と音波物性に関する研究が進行中である。

5. 超音波による光の回折に関する研究<sup>7)17)</sup> (昭和 39 年度～)

超音波による光の回折に関する理論的研究を行なっている。主として、能本の幾何光学的理論ならびに多重層分割法の理論に基づき、広はんの数値計算を行なって従来見られない成果を上げている。

6. 超高周波超音波に関する研究<sup>10-12)18)</sup> (昭和 40 年度～)

He-Ne レーザを用いたブリュアン散乱法および Q スイッチルビーレーザを用いた誘導ブリュアン散乱法によって、液体中での GHz 帯超音波の音速測定を行なっている。現在、アルコール水溶液について測定を進めており、ある濃度範囲における音速分散が見いだされた。なお、これと関連して VHF 帯超音波の音速と吸収の測定を光散乱法によって行なっており、広い周波数範囲にわたる測定から液体の緩和機構を明らかにする努力が続けている。

7. レーザで誘起される衝撃音圧に関する研究<sup>14)</sup> (昭和42年度～)

Q スイッチルビーレーザからの強力な光パルスを物体に照射したときに生ずる衝撃音圧の性質と応用について研究を進めている。

- 10) Y. Torikai, Hyo Ung Ri, Ultrasonic Method for Measurement of Stress and Anisotropy in Metals, Proc. 15 th. J. Nat. Cong. Appl. Mech. 209, 1965
- 11) 鳥飼, 根岸, 山崎: 誘導ブリュアン散乱による液体の音速の測定, 生産研究, 19, 8, 1967. 8
- 12) K. Negishi, M. Yamazaki, Y. Torikai, Hypersonic Velocity Measurements in Ethanol-Water Mixture, J. J. Appl. Phys. 6, 1016, 1967
- 13) 山田, 藤森, 山本: 超音波の塑性加工への応用, 近代機械, 12, 1968
- 14) 根岸, 山崎: レーザで誘起される衝撃音圧, 生産研究, 20, 131, 1968
- 15) 山本, 藤森, 鳥飼, 山田: 超音波が金属の塑性変形におよぼす作用について, 生産研究, 20, 3, 1968. 3
- 16) Y. Torikai, Acoustic Fields Produced by Various Piston-like Source, Rep. 6 th. Int. Cong. Acoust. L-73, 1968
- 17) O. Nomoto, Y. Torikai, Theory of the Diffraction of Light

by Ultrasonic, Waves Rep. 6th. Int. Cong. Acoust. H-145, 1986

18) K. Negishi, Y. Torikai, M. Yamazaki, M. Ito, Hypersonic

Velocities in Ethanol-Water Mixtures, Rep. 6th Int. Cong. Acoust. J-77, 1968

## 富永研究室 (昭和24年度～)

教 授 富 永 五 郎

高真空工学

高真空工学の基礎をなす固体表面と気体分子の相互作用, とくに物理吸着に関する研究に主力が注がれているが, その他, 真空工学における技術的問題, なかでも真空度, 真空もれ等の測定に関する諸問題もとり上げられている. 鈴木寛文助手, 金文沢技官が研究の分担を行なっている他, 昭和43年より木下時重助手が加った. 辻研究室とは常時緊密な協力関係にある. また熊谷寛夫併任教授は研究全般に関し指導協力を行なっている.

### 1. ロックーンによる上層大気圧の測定 (昭和31～35年)

カップ型ロケットに搭載して高高度大気圧の圧力を測定できる定温度形ピラニゲージを完成し, それによって20～100 km までの大気圧測定を行なった.

### 2. 珪酸ガラスへの水の吸着 (昭和34～37年度)

加熱脱ガスをしない高真空装置では, 排気が実際上もっとも困難なものは水であり, したがって残留ガスの主成分は水である. この原因を明確にするために, このテーマがとり上げられた. その結果, 水の吸着は単純な物理吸着, 活性化吸着および表面の hygroscopic 層への拡散より成ることが明らかにされた. この結果従来原因が不明であった真空排気時間の異常な長さの定量的な説明に成功した. この研究は主に辻泰助手 (現助教教授) が行なった.

### 3. 原子炉容器の微小漏洩の研究 (昭和37～41年度)

原子炉容器の製作時における許容漏洩量を決定する資料をつくる目的で, 溶接箇所を生ずる微小漏洩に関してヘリウムの漏洩量と加圧水の漏洩量の関係を求めた. 多数の試料について 20～200°C の温度範囲, 1～100気圧差

で実測値を求めると同時に理論的解析を行なった. その結果, このような微小漏洩孔の形はスリット状であり, 液体の漏洩は気液2相流であること, とくに小さな孔では気相流が優越する等のことが明らかにされた (機械学会よりの委託研究).

### 4. 高真空装置内の真空油分子の挙動 (昭和37年度～)

a. 油分子の非定常流法を用いて, 真空ポンプに通常使用される数種の油分子のガラス表面への吸着をしらべた. この結果室温においての油分子の吸着時間は秒程度であるため油分子が空間を介して真空装置内を移動するのに異常に長い時間を必要とすることの実証的根拠をうると同時に, このような高分子の物理吸着に関して十分な解明を行なうことができた.

b. 油分子の清浄ガラス表面への吸着を分子線法を用いて行ない, 凝縮係数, 吸着時間, 活性化エネルギー等の新しい測定法の基礎的開発を行なった.

c. 真空装置中の真空油の挙動を徹底的に追求するために, 極低圧より飽和蒸気圧近くまでの油蒸気の等温吸着曲線を求めている. 方法は定常法と分子線法を組合せた独特なものを採用している. 現在温度範囲は60～90°Cで測定されており, 油の多層吸着に関する知見が得られつつある.

### 5. 真空用油よりの放出ガス (昭和43年～)

油拡散ポンプで超高真空をつくる場合の問題点は油の熱分解生成物を含む油よりの放出ガスの軽減である.

10<sup>-10</sup> Torr 範囲で従来考えられていたより2ケタも少ないガス放出の条件を見い出したが, なおこの詳細を調査中である.

## 発 表 論 文

1) G. Tominaga and S. Okada: Pressure Measurement in the Upper Atmosphere by Rocket, 1st Symp. on Rockets and Astronautics (1960) 280

2) 富永, 辻: 油膜による水蒸気の収着の研究, 生産研究 12, 336 (1960)

3) 富永, 辻: ガラス表面への水蒸気の収着の研究, 生産研究 13, 45 (1961)

4) 富永, 金, 和波: シグマ4型2号機における気圧測定, 生産研究 14, 65 (1962)

5) 富永, 辻, 金: 真空装置の build-up test の研究, 真空 5, 112 (1962)

6) 富永, 辻: Trochoidal 型 Vacuum Analyser の設計図表, 真空 5, 492 (1962)

7) 富永, 辻: ガラス表面における油分子の吸着現象の分子線法による研究, 生産研究 15, 163 (1963)

8) 富永, 辻, 金: 非定常流法による油分子の平均滞留時間の測定 (I), 真空 6, 320 (1963)

9) 富永: 非定常流法による油分子の平均滞留時間の測定 (II), 真空 6, 405 (1963)

10) G. Tominaga: Mean Adsorption Time of Oil Molecules Measured by Non-Stationary Flow Method, Japan. J. appl. Phys. 4, 129 (1965)

11) G. Tominaga: Mean Adsorption Time of Oil Molecules Used in Vacuum Techniques, Nuovo Cimento, Suppl. 5, 247 (1967)

12) G. Tominaga et al.: Caracteristiques d'une chambre a ultra-vide, Le Vide 132, 355 (1967)

## 山田研究室 (昭和24年度～)

教 授 山 田 嘉 昭  
材料力学 (塑性学)

材料力学の分野の中で、塑性 (plasticity) など 材料非線形性を特徴とする問題の研究を課題としている。この期間において、対象を粘弾性体 (visco-elastic body) にまで広げ得たことを記録にとどめたい。昭和26年4月より輪竹千三郎助手、同40年3月より山本昌孝技官、同39年12月より小野幸子技官の協力を得ている。昭和39年度から継続して、山田教授を指導教官とする機械工学専門課程の大学院学生を迎え、研究活動に大きな刺激となった。昭和42年度より、中桐研究室が当研究室と協力の態勢にあるが、期間が短いため、今日までのところでは共同の成果がない。

## 1. 塑性力学の研究 (昭和24年度～)

塑性力学の古典的領域における仕事は、著書として塑性学・基礎理論、およびそれを増補した塑性力学<sup>1)</sup>、また塑性設計に関する講義<sup>2)</sup>としてまとめられ、さらに次項のマトリックス法を応用した手法に発展した。

## 2. 弾塑性問題の研究 (昭和41年度～)

塑性力学のReussの方程式を逆変換し、数値解析に便利な応力-ひずみマトリックスの誘導に成功を収めた結果<sup>3-5)</sup>、従来はきわめて困難とされていた連続体の弾塑性問題の解析を可能とすることができた。その後研究を連続体から骨組構造物に拡張した<sup>6-7)</sup>。なおマトリックス構造解析法の研究に関連して、昭和43年9月26日より約1ヵ月間、山田教授はアメリカ合衆国に研究状況の視察のため出張した。

## 3. 板材のプレス成形性および塑性不安定問題 (昭和24年度～)

初期には主として全ひずみ理論により解析を進め<sup>8-9)</sup>、その成果を生研報告<sup>10)</sup>にまとめた。その後は電子計算機の発達に援けられ、ひずみ増分理論によって半径方向絞り<sup>11)</sup>、穴広げ試験<sup>12)</sup>、液圧バルジ試験<sup>13)</sup>、球頭ポンチとの接触部<sup>14)</sup>を取扱うことができた。さらに板材の異方性の影響<sup>15-16)</sup>、解の唯一性の問題としての塑性不安定論<sup>17-18)</sup>、切欠き試験片の応用<sup>19)</sup>を取扱った。本項の研究に対し、昭和37年度 日本機械学会賞、および昭和38年度 日本塑性加工学会 会田プレス技術賞を受賞。

## 4. 塑性接触と摩擦の研究 (昭和39年度～)

絞り加工における摩擦係数推定法を提案して以来<sup>8)</sup>、塑性加工における摩擦と潤滑の研究に着手<sup>20-21)</sup>した。また山田教授は昭和41年9月に日本機械学会に設けられた塑性加工研究会の主査となり、この分野における共同の調査と研究を推進した<sup>22)</sup>。

## 5. 高速試験 (昭和35年度～)

高速深絞り試験機の試作研究<sup>23)</sup>が最初の仕事である。その後、ガス・油圧式試験機の試作<sup>24-25)</sup>、棒内における弾塑性波の伝ば<sup>25-26)</sup>、ホプキンソン棒試験法<sup>27)</sup>に発展してきている。最近では、マクスウェル模型から5要素模型にいたるまでの粘弾性波の数値的取扱も確立することができた<sup>28)</sup>。

## 6. モアレ法によるひずみ測定 (昭和41年度～)

モアレ法を、とくに塑性ひずみの測定に応用しようとする研究である。特別なモアレしま測定用のカメラを試作し、わが国におけるモアレ法の普及についても貢献した<sup>29-31)</sup>。進んでレーザ光源の応用やホログラフイとの併用について計画の段階である。

## 7. 超音波の塑性加工への応用 (昭和40年度～)

材料試験や、塑性加工に超音波を重ね合せたときの効果、とくに変形抵抗にあらわれるみかけの力の減少について研究中で、山本技官が主として担当し、鳥飼研究室と共同で研究を実施している<sup>32-33)</sup>。

## 8. プレスの動的・静的特性に関する研究 (昭和39年度～41年度)

全溶接構造のプレスについて、静荷重および動荷重に対する応答を実験的に研究した<sup>34)</sup>。本研究に対し、輪竹助手と山田教授は昭和42年度 日本塑性加工学会論文賞を受賞した。

## 9. エキスパンダ作業に関する研究 (昭和31～41年度)

管板と管のエキスパンド継手の強度に関する研究であるが、理論研究の結果<sup>35)</sup>を寄稿して終結した。

## 10. パイルの打込み効率に関する研究 (昭和42年度～)

コンクリート・パイルを打込む場合、従来のかしの木のバンパーの代わりにポリウレタン-鋼材の積層品を用いたときの効果について研究した。昭和42年度受託研究として実施し、今後も研究を継続の予定である。

## 発 表 論 文

- 1) 山田：塑性学，第I篇基礎理論，日本機械学会，機械工学講座，1960 および塑性力学，日刊工業新聞社，1965
- 2) 山田：機械学会誌，62，p. 1474，1959
- 3) 山田：生産研究，19，p. 75，1967
- 4) Yamada 外2名：Int. J. Mech. Sci.，10，p. 343，1968
- 5) 山田外3名：Proc. 2nd Conf. Matrix Methods in Structural Mechanics，印刷中，1968
- 6) 山田：生産研究，20，p. 199 および 243，1968

- 7) 山田：機械学会誌，72，p. 214，1969
- 8) 山田：生産研究，13，p. 217，1961
- 9) 山田：塑性と加工，4，p. 17，1963
- 10) 山田：生研報告，11-5，p. 240，1961
- 11) 山田：塑性と加工，2，p. 601，1961
- 12) Yamada & Koide：Int. J. Mech. Sci.，10，p. 1，1968
- 13) 山田と横内：生産研究，19，p. 366，1967
- 14) 中島外2名：19回塑性加工連合講演会講演論文集，p. 301，1968

- 15) 山田：塑性と加工, 5, p. 183, 1964
- 16) 山田：機械学会誌, 67, p. 453, 1964
- 17) 山田と青木：塑性と加工, 7, p. 393, 1966
- 18) Yamada & Aoki: Int. J. Mech. Sci., 8, p. 665, 1966
- 19) 山田：塑性と加工, 6, p. 666, 1965
- 20) 山田：潤滑, 11, p. 233, 1966
- 21) 山田外 2 名：16回塑性加工連合講演会講演論文集, p. 125, 1965
- 22) 日本機械学会塑性加工研究会, 塑性と加工, 9, p. 252, 1968
- 23) 山田と輪竹：生産研究, 12, p. 427, 1960
- 24) 山田と輪竹：塑性と加工, 4, p. 341, 1963
- 25) 山田：生産研究, 17, p. 65, 1966
- 26) 山田：生産研究, 17, p. 114, 1966
- 27) 山田外 2 名：塑性と加工, 9, p. 55, 1968
- 28) 山田と沢田：塑性と加工, 10, p. 141, 1969

## 北川研究室 (昭和33年度～)

教授 北 川 英 夫

材料力学 (材料強度学, 材料試験法)

材料強度学および安全工学の諸問題を主として材料力学の手法によって解決するための研究を行なっていて、次の諸問題が平行に進められた。

事故原因の解明と対策の立場から特に重点を置いたのは、“金属材料の強度におよぼす腐食環境の影響に関する研究”で、強度低下の諸法則、機構から対策にわたっている。これらの強度問題を解明するための基礎研究として“疲れき裂に関する研究”を行なっている。また一方安全設計と保守のためには信頼できる強度値が必要なので、本研究室独自または所外の研究者との協同作業によって、“実験値の整理、試験方法の標準化と開発”を行なった。

以上の基礎に立って、レール、車軸、クレーンその他の“機械・構造物の安全に関する材料強度学的研究”を進めている。その他上記諸研究に関連して“応力測定法に関する研究”や、新強度材料の利用促進の意味で“アルミニウム合金の強度に関する研究”も行なった。

昭和43年度以降これらの研究を分担した本所職員は、松本年男・堀内正明・大平寿昭・相良博文・長谷川悠美子の諸氏である。

### 1. 腐食環境中での金属材料の強度に関する研究<sup>1)~10)</sup> (昭和33年度～)

軟鋼・レール鋼・鋳鉄・特殊鋼などの腐食疲労特性および、これにおよぼす荷重変動・平均応力・残留応力・腐食停止・腐食液濃度などの影響と腐食疲労による脆性化を明らかにし、一方、力学および化学的両作用を合せた腐食疲労現象をき裂を媒介概念として統一的に説明することに成功した。これを応用して、各種腐食疲労対策の機構と功罪を論じ、かつ高周波表面焼入れの有効さを実証した。現在は、腐食環境中でのクリープなども実験中である。

### 2. 疲れき裂に関する研究<sup>5)6)11)~17)</sup> (昭和36年度～)

材料の強度上問題となるき裂の認知・判定の基準につ

- 29) 山田：機械の研究, 19, p. 1047, 1967
- 30) 山田外 2 名：18回塑性加工研究会講演論文集, p. 41, 1967
- 31) 山田外 2 名：塑性と加工, 8, p. 669, 1967
- 32) 山本外 3 名：生産研究, 20, p. 35, 1968
- 33) 山田外 2 名：近代機械, 2, p. 12, 1968
- 34) 輪竹と山田：塑性と加工, 8, p. 639, 1967
- 35) 山田：エキスパンダ加工技術総覧, 丸善, p. 39~79, 1966

### その他

- 1) 清田, 山田, 葉山共訳: W. ジョンソン, P.B. メラー原著, 塑性加工学 1 および 2, 培風館, 1965
- 2) 山田, 川井共訳: R.K. リプスレイ原著, マトリックス構造解析入門, 培風館, 1968
- 3) 岡本編, 材料力学通論, 第 2, 11 および 16 章, 東大出版会, 1968

いての提案をなし、また各種き裂測定法の開発と比較検討を行なった。なかでも全寿命にわたる連続撮影法は、き裂の進行方程式と境界条件から疲労特性を求めることを容易にした。き裂特性におよぼす平均応力・残留応力・ランダム荷重・腐食条件の影響とそれの疲れ寿命との関係やき裂材の諸強度を求め、また巨視的疲労き裂特性の一般的解析方法を提案した。

### 3. 疲労試験方法の開発・標準化と疲労設計資料の整理<sup>2)12)13)18~24)</sup> (昭和34年度～)

線専用・電気抵抗ひずみ計専用・曲げねじり腐食疲労専用等各種疲労試験機、動クリーブ試験機、圧縮平均応力を伴う繰返し荷重装置やランダム荷重装置などの疲労試験装置を開発した。平面曲げ疲労試験方法規格の原案作製、その他疲労試験方法の標準化に協力し、また、疲労設計および事故防止に役立てるための内外の疲労実験値の収集整理を分担した。

### 4. 機械・構造物の安全性に関する材料強度学的研究<sup>6)25~28)</sup> (昭和33年度～)

レールおよびレール溶接部、高速鉄道車軸、超遠心分離機、クレーンその他について、主として疲労または環境強度の立場から研究・調査し、その安全性・寿命等を論じた。破断面のX線回折像より破断原因の適及は現在進行中であり、また安全のための統計強度論的研究を準備中である。

### 5. 応力測定に関する研究<sup>18)29)</sup> (昭和42年度～)

残留応力の影響の研究と関連して、情報理論を適用してX線応力測定の精度を高める方法を提案した。また、ランダム荷重疲労との関係でひずみ計の疲労特性を研究した。

### 6. アルミニウム合金の強度に関する研究<sup>22)23)30~32)</sup> (昭和38年度～)

構造物アルミニウム合金の素材、形成、溶接部について、その各種強度とその試験方法を研究・整理した。

## 発表論文・著書

- 1) 北川: Some Behaviors of Structural Steel Subjected to Corrosion Fatigue (3rd Report), Proc. 9th Jap. Nat. Cong. App. Mech. (1960)
- 2) 北川・諸橋: 同上 (4th Report), 10th Cong. (1961)
- 3) 北川・佐藤: Apparent Brittleness of Steel Produced by Corrosion Fatigue, Proc. 4th Jap. Cong. Test. Mat. (1961) p. 29
- 4) 北川: 金属材料の腐食疲れ, 強度と疲労シンポジウム (昭36)
- 5) 北川: Invariability Hesitation or Restoration of Damage in Wetdry Fatigue Process, Experimental Mechanics, 7, 1, (1967)
- 6) 北川: き裂材の立場より見た構造用炭素鋼の腐食疲れ (昭36) 学位論文
- 7) 北川・堀内: 鋼材の腐食疲れ特性に与える腐食条件の影響, 機学前刷集, 73 (昭37)
- 8) 北川: 鋼材等の腐食疲れ対策について, 生産研究, 14, 10 (昭37)
- 9) 北川・中村・高橋・堀内: 高周波焼入れした鋼材の腐食疲労強度, 材料試験, 11, 11 (昭37)
- 10) 北川・堀内・細井: 高周波焼入れした鋼中空試験片の腐食疲れ強さ, 生産研究, 17, 10 (昭40)
- 11) 北川: 疲れき裂の研究における二, 三の問題, 生産研究, 13, 1 (昭35)
- 12) 北川・三角・水野: 疲れき裂特性に及ぼす圧縮および引張平均力の影響, 機学講演論文集, 198 (昭43)
- 13) 北川・西山・何川: ランダム荷重を受ける鋼板中の疲れき裂特性, 機学講演論文集, 198 (昭43)
- 14) 北川・堀内・藤田: 鋼材の疲れき裂の挙動に与えるふん囲気の影響, 機学講演前刷集, 77 (昭37)
- 15) 北川・堀内・藤田: 腐食作用の有無が疲れき裂の進行特性に及ぼす影響, 機学講演前刷集, 117 (昭39)
- 16) 北川・堀内: 腐食疲れき裂をもつ鋼材の疲れ強さ, 機学講演前刷

集, 141 (昭40)

- 17) 北川: 材料の表面と疲れ (1), (2), (3), 生産研究, 17, 5 (昭40), 18, 1 (昭41) 19, 4 (昭42)
- 18) 北川・相良: 電気抵抗ひずみゲージの疲れ, NDI 資料 4265 (昭43)
- 19) 北川 (分担執筆): 疲労試験便覧 (昭43) 材料学会
- 20) 北川・星野: 材料の疲れにおける表面効果整理資料 (その3) 機誌, 67, 546 (昭39)
- 21) 北川 (分担執筆): 金属材料疲れ強さの設計資料 (昭40) 機械学会
- 22) 北川: 軽合金とその溶接継手の疲れ, 溶接学会資料, SW-C-9-63 (昭38)
- 23) 北川 (分担執筆): アルミニウム加工ハンドブック (近刊), 日刊工業
- 24) 北川 (分担執筆): 疲労設計便覧 (近刊), 材料学会
- 25) 岡本・北川外: レールの腐食疲労強度 (昭35, 36, 37) 鉄道技術協会
- 26) 岡本・北川外: 溶接レールの疲労および衝撃強度 (昭38, 39, 40) 鉄道技術協会
- 27) 田中・北川外: 車軸の高周波焼入れと疲労強度に関する研究 (昭42-3, 鉄道技術協会)
- 28) 岡本・久保・北川・中村: プリンジトランスポータの耐力について (1, 2 報) 土木学会講演概要, 5 (昭35)
- 29) 北川・松本: 非対称X線回折図形のピーク位置決定について, 材料学会X線材料強度シンポジウム (昭42)
- 30) 福田・加藤・久保・北川: アルミ材を用いた橋梁に関する研究 (昭37) 軽金属協会
- 31) 北川: アルミニウム合金とその溶接部の機械的的特性の試験方法について, 軽金属協会, 21 (昭39)
- 32) 北川・養田・西垣: 耐食アルミニウム合金5083 溶接部の疲れ強さおよび腐食疲れ強さ, 溶接構造の疲労に関するシンポジウム (昭41)

## 秋葉研究室 (昭和34年~38年度)

助教授 秋 葉 鏡二郎 (昭和39年4月宇宙研)  
ロケット工学

秋葉研究室は, 昭和36年度より, 糸川研究室より独立し, 主としてロケット推進工学, ロケット軌道学に関する研究を行なっている. 前者に関する共同研究者としては, 現講師, 長友信人, 大学院学生, 判沢正久, 大森喻耀, 後者に関しては現, 助手松尾弘毅, があげられる. 特に昭和39年度宇宙研究室に伴ない, 秋葉研究室は千葉実験場におけるロケット関係施設を残すのみとなり, 生研に關係する研究分野としては前者のみとなった.

## 1. ロケット推進工学 (昭和36~43年度)

36~38年までは固体ロケットについては主として, 球形ロケットの研究と, 制御用ロケットの研究が行なわれた. いずれも現在のラムダ・ミュー用のエンジンとして実用化された.

また基礎的には, 振動燃焼等, 固体推進の非定常燃焼に関する研究がなされ, 圧力降下法による消火の理論ならびに実験がなされた.

## 発表論文

- 1) 秋葉: 球形ロケット, 生産研究 13, 8
- 2) 秋葉: 制御用ロケット, 生産研究 15, 3
- 3) 秋葉, 広沢, 北坂: カッパ8L, 8, 9L, 9M の性能計算, 生産研究 15, 7
- 4) 秋葉: ラムダ735型エンジンの開発, 同上
- 5) 秋葉: ミューエンジンの開発 (I), 他, 生産研究 16, 11

また, 電気推進系として, マイクロ波によるプラズマ加速の実験が36年度より行なわれ, サイクロロン共鳴を利用した推進器の特性が診断的に測定された.

昭和39年宇宙研移設後は千葉実験場において, ハイブリットロケットおよび, 固体の推力方向制御法の研究, 推力中断後の研究, 侵食燃焼の研究などがなされた.

火工品に関する研究として, 点火玉の発火特性が詳しくしらべられた.

## 2. ロケット軌道学 (昭和36年~38年以後宇宙航空研での分は除く)

電子計算機によるロケットの2次元 (3自由度迄) 運動の解析, ロケットの分散理論, 多段ロケットの最適質量配分その他の最適比問題の研究がなされた.

また, 糸川教授の指導のもとに, 人工衛星計画試案を作成, 後の科学衛星計画の基礎をつくった.

- 6) 秋葉他: カッパ9L, 9M, ラムダ2, 3型の性能計算, 生産研究 16, 11
- 7) 秋葉, 加勇田: 点火玉の発火特性, 工業火薬協会誌 27, 6
- 8) Akiba, Hanzawa: "Non-steady Combustion of Solid Propellants Induced by Rapid pressure Decay" Proc. of ISTS Tokyo 1967, AGNE Pub. Co.

- 9) Akiba, Matsuo and Matsushima "Computational Evaluation of Motor Performance" Proc of 6th ISTS 1965, AGNE Pub. Co.

- 10) M. Nagatomo: Plasma Acceleration by High Frequency Electromagnetic Wave in Static Magnetic Field Gradient. Proc. of 7th ISTS, 1967, AGNE Pub. Co.,

## 成瀬研究室 (昭和39年度～)

助教授 成瀬 文雄

応用数学

工学・物理学への数学的方法の応用を研究対象とし、これまで流体力学・電磁気体力学に現われる偏微分方程式の研究、これらの方程式の解析および数値解法の研究を助手金子幸臣・技官西島勝一と共同で行なってきた。

### 1. 電磁気体力学における Hall 効果の研究 (昭和39年度～)

電離気体が希薄になるかまたは磁場が強くなるときに現われる Hall 効果を研究するため、流体の連続および運動方程式・Maxwell の方程式・一般化されたオームの法則を基礎方程式とし、以下の研究を行なった。

a. 2次元及び3次元のよどみ点付近の流れ：よどみ点付近の縮まない流れについて、 $R_m/R_e$  ( $R_e$ : Reynolds 数,  $R_m$ : magnetic Reynolds 数) がいろいろの場合を詳しく計算し、 $R_m/R_e \gg 1$  のときは  $R_m/R_e \ll 1$  のときと比較して、物体に働くトルクの方が逆になることを見出した。

b. 2次元および軸対称物体のまわりの縮む流れの線型理論：物体が薄いまたは細長いことおよび  $R_m$  が小さいことを仮定、非粘性の基礎方程式を線型化して任意の形の物体のまわりの流れをとき、速度、電磁場、圧力抵

抗の式を求めた。またこのとき成立する相似法則を見出した。

c. 太い物体のまわりの  $R_m$  が小さいときの縮まない流れ：任意の形の軸対称物体のまわりの回転方向の非粘性流れをとき、電磁場および表面速度の一般式を求めた。例として球、円板、回転放物体についてこれらの値を求め、これを外側の条件として境界層方程式をとき、上記物体に働くトルクを決定した。なお2次元物体(円柱)に対しても同様の計算を行なった。

### 2. Navier-Stokes 方程式の数値解法の研究 (昭和41年度～)

Navier-Stokes 方程式の外部問題の数値解法、具体的には非圧縮粘性流体の一樣流中に鈍い静止物体があるときの流れについて、Reynolds 数が数十以上のときもなるべく早く収束するような数値解法を研究した。この方法は近似としての差分方程式の精度を2次以上に保ち、各点になるべく同程度の情報量をわけもち、しかも over relaxation ができることに特徴がある。例として円柱のまわりの流れを計算した。またこの方法は平板の先端、後端近傍の流れの解明などにも適用できると思われる。

## 発表論文

- 1) 成瀬：磁場が強いときの電導性流体の物体のまわりの流れ，生産研究，17，2，1965
- 2) H. Naruse: The Hall Effect on the Magnetohydrodynamic Flow near a Stagnation Point, J. Phys. Soc. Japan, 22, 638,

1967

- 3) 成瀬，金子，西島：軸対称物体のまわりの  $R_m$  が小さい境界層流の Hall 効果，日本物理学会第13回応用数学・力学講演会予稿集，16，1968

## 辻研究室 (昭和40年度～)

助教授 辻 泰

高真空工学

超高真空の作成と測定に関する基礎的諸問題の研究をおこなうことを目標にしている。超高真空中においては、空間に存在する気体分子の密度が、きわめて小さくなるために、固体表面および固体表面に吸着している分子の果たす役割りが相対的に増大する。そのため研究の主目的は固体表面と気体分子との相互作用の研究におかれている。

昭和41年度は技官斉藤恒成，昭和42年度以降は技官岡田怜が加わり，富永研究室と緊密に協力して研究をすすめている。

### 1. 極低圧における窒素のバイレックスガラス表面への吸着<sup>1)2)</sup> (昭和40年度～)

窒素のバイレックスガラス表面への吸着状態を、 $10^{-9}$

$\sim 10^{-6}$  Torr の圧力下、 $77^\circ \sim 90^\circ \text{K}$  の温度において研究した。測定は thermal desorption 法による動的な方法によった。この方法は、バイレックスガラス表面の温度を均一に保ち、一定速度で上昇させるという技術的困難さをともなうが、吸着量が極微量の場合には感度が良い。得られた結果は静的測定の結果とよく一致し、また極低圧で成立する Dubinin-Radushkevich 吸着式が、従来研究された領域よりも少ない吸着量範囲においても成立することが確かめられた。さらに吸着分子の脱離曲線の解析によって、吸着時間の温度依存性(吸着確率一定と仮定)、脱離の活性化エネルギーの吸着量依存性、および吸着状態に関する知見を得ることができた。現在、吸着の非定常状態を超高真空中で作り、吸着確率の測定をおこな

う準備をすすめている。

## 2. Bayard-Alpert 型電離真空計の負電圧モジュレーション特性の測定<sup>3)4)</sup> (昭和43年度)

$10^{-11}$  Torr 以下の圧力, および酸素-酸化炭素等の気体の圧力測定に有効なモジュレーション法において, モジュレーションにともなう圧力変動をおさえる方法として, 負電圧法を考案し, その特性を測定した。

## 3. 蒸着チタン膜への水素の吸着 (昭和42年度～)

### 発 表 論 文

- 1) 辻, 斎藤: 極低圧における窒素と一酸化炭素のパイレックスガラス表面への吸着, 生産研究 19 (1967) 51
- 2) Y. Tuzi & T. Saito: Adsorption of Nitrogen on a Pyrex Glass Surface at Very Low Pressure, J. Vac. Sci. Technol., (to be published).

極高真空用 サプリメンションポンプ の基礎研究として, 液体窒素温度に冷却した蒸着チタン膜への水素の吸着状態の研究を,  $10^{-9}$ ~ $10^{-7}$  Torr の圧力範囲ですすめている。

それとともなって, 水素の圧力を電離真空計で測定するための真空計管球と測定方法の開発をおこなった。

水素の吸着状態は  $90^{\circ}\text{K}$  付近において急に变化することが明らかとなっている。

- 3) Y. Tuzi, S. Okada & M. Kobayashi: A New Mode of Modulation for a Bayard-Alpert Gauge. Japan. J. appl. Phys. 7 (1968) 1415
- 4) 辻, 岡田, 金: Bayard-Alpert 型電離真空計の負電圧モジュレーション特性, 真空 12 (1969) 18.

## 中桐研究室 (昭和42年度～)

助教授 中 桐 滋  
材料力学

構造要素の挫屈現象, 特に薄板の挫屈後の挙動, および薄肉殻の応力解析を中心とする研究を行なっている。昭和42年度以来技官田辺勇吉が実験を担当し, また計算機プログラム作成も分担している。

### 1. 薄板の挫屈現象に関する研究

矩形平板の剪断挫屈におよぼす初期撓みの影響についての研究を行なった<sup>1)</sup>。対称モード, 反対称モードの初期撓みの存在が, 矩形板の縦横比によって定まる固有挫屈波形の消長に与える影響を有限変位理論に基づいて解析したものである<sup>2)</sup>。また初期撓みとして曲率があるときに生ずる所謂飛移り現象についても解析を行なった。すなわち初期曲率のある矩形板を部分円筒殻として取り扱い, 一軸圧縮をうける場合の挫屈後の平衡状態を明らかにした。また初期撓みは元来不確定的なものであるの

で, 実際に観察される挫屈現象を解明するため, 前記の解析結果を基礎として, 統計確率論の見地から研究を引き続いて行なっている。

### 2. 薄肉殻の応力解析に関する研究

配管系で使われているエルボ, 伸縮継手などの薄肉変曲管の応力解析を行なっている。2重偏心ベンド型管伸縮継手の撓み係数, 応力増加係数におよぼすパイプ・ファクタの影響を明らかにした<sup>3)</sup>。これは変曲管の面内曲げによる偏平化のみを考慮したエネルギー法による近似解法である。薄肉変曲管を部分円環殻とみなして, 円環殻の基礎微分方程式を用いて, 膜理論解を曲げ剛性を考慮した非斉次解により修正する方法, 差分分解による方法, 遷移マトリックス法により解の精度を引き続き検討している。

### 発 表 論 文

- 1) 中桐滋, 鶴戸口英善: 矩形板の剪断挫屈後の挙動, 日本機械学会講演論文集 273, 1967. 4
- 2) 中桐滋, 鶴戸口英善: 矩形平板の剪断挫屈後の挙動—初期撓みの

ある場合, 第17回応力連合講演抄録集 73, 1967. 10

- 3) 中桐滋, 鶴戸口英善, 加納殿: 薄肉彎曲管の応力と変形について 高圧力, 6, 3, 1328, 1968