

理学博士横堀武夫君及び工学博士平 修二君の「金属材料の強度
に関する研究」に対する授賞審査要旨

金属材料強度の問題は物性論・冶金学・統計学・連続体力学・材料試験・機械設計等の広範囲な諸分野にまたがる境界領域の学問である。各分野での進歩は最近著しいにもかかわらず微視的研究と巨視的研究との間には大きな断層が存在していた。横堀・平両君は夫々の部面の学問的手段を用いて、広範囲の研究を行ない、金属材料の強度に関する重要な諸問題を解明し、機械設計および材料技術の発展に顕著な貢献をした。

おもな内容として次の項目があげられる。

一、金属材料の破壊および疲労破壊現象の確率統計論的研究

材料疲労試験のデータが著しく散ることは、従来経験的に知られていたが、実験技術上の不備が原因であると考えられていた。しかし横堀君は、長年にわたってきわめて多くの系統的確率論的な実験を行なって、本質的に統計的現象であること、そして、疲労破壊現象が確率過程であることを明らかにした〔1, 2, 3, 1), 2) その他十七篇〕。

〔 〕内の番号は論文番号を、)内の番号は著書番号をしめす。

この結果は疲労破壊機構上重要な基礎知見となっているばかりでなく、機械・構造物設計の際の安全率の理論的算出に利用されている。本研究は、Weibull (モーデン) の著書や Volkov (ソ連) の著書をはじめ、海外の多く

の文献に引用されている。同時期に、これと独立に Weibull が有名な疲労破壊の最小値確率理論を提唱したが、横堀の理論は「動的」であり、Weibull の理論は横堀の理論で動的因子を除外した特別の場合に該当するものであり、本理論は独創的であると同時により普遍的である。疲労破壊にかぎらず、延性破壊〔4〕その他四篇〕、脆性破壊〔5, 6, 1), 2) その他四篇〕、クリープ破壊〔7, 8, 1), 2) その他二篇〕や降伏現象〔9, 10, 11, 1), 2) の他三篇〕についても、また材料によらずガラスのような非金属材料の破壊〔12, 1) その他二篇〕についても、すべて共通的に破壊の型式によらず確率論的性質をしめすこと、およびこれが、物理的にはすべて速度過程論としての同一形式の数式によって、一般的に表示できる〔7, 11, 12, 13, 1), 2) その他十九篇〕という普遍的知見を得ているばかりでなく材料強度研究の新しい方法を確立した。例えばこの理論は、Weibull の最小値確率論による強度の考え方をしのご新しい統計的研究であるとして Fisher たちの著書によって指摘され、その他 Landel たちの著書をはじめ国外にて、金属材料だけでなく、高分子材料ないし非結晶固体の破壊に関する多くの文献にも引用ないし活用されている。なおクリープ破壊の統計的性質を明らかにした論文は、米国にて構造物の安全率算定の基礎となることが指摘されている。鋼材の降伏については、この考え方は、外国にて衝撃荷重や複雑な荷重の履歴の場合にも横堀の理論が適用され、このような場合にきわめて有効であると Cottrell たちによっても推奨されている。高張力鋼の水素脆性おくれ破壊の問題にも、海外において応用されている。

二、金属材料疲労破壊現象の動的研究

材料疲労現象に対する従来の微視的研究は、形態学的な面が多く、また材料力学的研究においては、静的な（繰

返し数の概念が十分に考慮されていない)ものが多い。横堀君は統計力学、特に核生成論(Nucleation theory)にもとづいた金属材料の疲労破壊の模型を一九五五年に提案し、〔13, 1), 2)その他四篇〕従来説明不可能であった動的効果をはじめ、多くの特性を明快に説明しうる疲労破壊理論を提供した。この理論は提出後約十五年を経た今日も、一つの指導理論として評価されている。たとえば、Wood (オーストラリア)や Gohn (米國)の総説において、疲労破壊の典型的理論とされ、Weibullの著書においては、疲労寿命と応力の実験関係を物理量で予知できるようにした動的取扱いであると評価され、Nemec (チェッコ)の教科書においては、横堀の理論は従来理論のうちで、最も完全なものであると評価している。その他、最近でも Kennedy (英國)や Iwanova (ソ連)の著書などにおいて刊を追うてとりあげられている。

さらに、最近に核生成論と確率論にもとづいた疲労き裂の伝播の理論、すなわち微視機構にもとづく巨視理論を提出した〔14, 15, 2)その他十三篇〕。これによれば、繰返し速度および繰返し数の効果の説明だけでなく、疲労き裂伝播速度の理論が導かれ、巨視的伝播速度の実験特性など多くの巨視特性が微視機構にもとづいて説明され国内外にて注目されている。

三、金属材料の疲労限度に関する統一的法則の研究

金属材料の疲労限度の法則については従来きわめて多数の研究者によって、種々な法則が提案されているが、その何れもが微視的基礎にもとづいたものではない。従つてある実験には合うが、別の実験には合わないというものがばかりである。横堀君は、微視的機構の研究を行なつ〔16, 17, 18, 1), 2)その他十三篇〕その基礎でもとづき、

さらに連続体力学的な解析が可能な形とした新しい独自の破壊法則を理論的に導いた〔19, 20, 1, 2〕その他二篇〕。この法則は、きわめて多種多様の応力の組合せによる疲労破壊をはじめ、切欠効果、寸法効果などの予知を可能とした〔21, 1, 2〕その他三篇〕ものであり、他に類を見ない。この法則も海外（溶接構造物の疲労強度国際シンポジウム等）において高く評価されている。

四、金属材料の脆性破壊機構および脆性破壊の法則の統一的研究

近来、鋼材の脆性破壊の問題が重視され、きわめて多数の研究結果が発表されているが、その機構には定説がなく、ことにその基本法則は不明であった。そこで、横堀君は切欠なし平滑試片と切欠つき大型構造物の二つの場合で破壊機構がことなることを指摘し、その二型式について破壊機構と法則を明らかにした。

切欠なし平滑試片については微視的研究を行ない〔22, 23, 2〕その他八篇〕実験的法則を確立し〔24, 25, 26, 1, 2〕その他五篇〕、さらに転位論的基礎にもとづき、かつ顕微鏡組織学的観点をも取込んで、その上で連続体力学的な解析が可能な形とした新しい独自の破壊法則を理論的に導いた〔27, 1, 2〕その他三篇〕。これらの結果の一部は Cottrill の総説（著書“Fracture”）や Tetelman たち（米国）の専門書にも引用され、海外にても高く評価されている。

また、切欠つき大型構造物における不安定弾塑性脆性破壊の新しい法則を導いた〔28, 2〕その他一篇〕。この研究と、上記の切欠なし平滑試片の脆性破壊の法則の研究とに関して、一九六七年スエーデンにて開催の国際破壊力学シンポジウムに特別講演の招待をうけている。

五、き裂に起因する破壊力学的研究

破壊の問題においては、単一のき裂から全面破壊に到るという場合は少ない。従って互いに近接する弾性き裂、塑性き裂、弾塑性き裂、すべり帯などの相互干渉の問題を解明することが必要とされてきたが、従来はきわめて簡単な場合の解析が散見される程度であった。横堀君は、転位の連続分布の概念を用いることによって、これらの相互干渉の問題を系統的に丹念に数学的に解析し、これらを明らかにし〔29, 30, 31〕その他十五篇〕、破壊力学分野の一つの新しい局面を展開している。その他、この結果は疲労破壊におよぼす各種非金属介在物の影響の評価判定などをはじめ、工業上、材料選択や機械・構造物設計・保守に対して重要な基準資料と知見を与えるものであり、多くの海外文献に引用、活用され注目を集めている。

六、金属材料のクリープに関する研究

平君は高温における金属材料の変形と破壊の基礎となる性質としての各種金属材料の一定応力・一定温度の下のクリープ特性に関する基礎研究を行ない〔101, 102その他八篇〕、クリープ特性を評価する高温クリープ試験の標準化に成果をおさめた。さらに、これら研究を基礎として変動応力および変動温度下のクリープ〔103, 104, 105その他二十一篇〕・多軸応力下のクリープ〔106, 107その他八篇〕・リラクゼーション〔108その他六篇〕・動クリープ〔109, 110その他十七篇〕・高温疲労〔111, 112その他七篇〕・熱応力および熱疲労〔113, 114その他十七篇〕など高温強度に関する諸問題の系統的研究、さらには温度およびひずみ速度に依存する金属材料の高温引張り特性の研究〔115その他一篇〕・それにもとづく高温引張り試験方法の標準化などにおいて多大の貢献をした。

すなわち、高温における材料強度の諸問題を広く網羅し、種々の工業用金属材料についてそれぞれの強度特性を実験的に解明し、相互に関連つけて高温強度現象の解明を行なった。その成果は広く学界に認められ、かつ工業界においても工業用機器の設計ならびに製作の指針を与えるものとして重要視されている。たとえば鉄鋼材料のクリープおよび高温引張り試験方法に関する規格 JISZ 2271, 2272 (1963) および JISG 0567 (1966) の制定に寄与して、学界及び産業界に貢献している。これらの論文はソ連モスクワ工科大学の教科書に三十六頁にわたり引用されている。また、論文番号 [114] は Teitelman たちの著「構造物材料の破壊」なる専門書に引用されている。また、論文番号 [107] は Boley 編修の一九七〇世界理論及び応用力学会のシンポジウムに引用されている。この他、平君の論文(実に二〇七篇に及ぶ)は多くの文献に引用されている。

また、過去十年間 IUTAM (International Union of Theoretical and Applied Mechanics) のクリープおよび他の高温強度に関する国際会議にしばしば特別講演の招待を受け、これら会議の有力メンバーの一人となっている。

七、X線による残留応力の研究

平君は金属材料の微視組織の変化を明確にとらえる実験的手段としてX線回折法に注目し、本実験法の改良に努め、この方法による観察結果と材料試験による実験結果を総合的に検討することにより、物理的根拠の充分なる材料強度研究の方法の確立に寄与した。この微視的観点に立つ研究は広く工業界においても活用され多大の成果をあげている。例えば、X線応力測定法が残留応力を非破壊的かつ正確に測定できること [116, 117その他十篇] に注

目して、熱処理条件や硬さと残留応力の関係〔118その他七篇〕・残留応力が疲労強度に及ぼす効果や疲労による残留応力の変化〔119, 120, 121, 122その他三十四篇〕、などを実験的にとらえ、残留応力がこれら強度に及ぼす効果を解明した。また、X線回折法が結晶組織の変化を敏感にとらえることから、弾性変形ならびに塑性変形機構の解明にもこの方法を適用した〔123, 124, 125その他十八篇〕。

八、X線による微視的組織変化と各種強度性質の研究

平君は七、に記載のようなX線回折法によって測定される巨視的応力を対象とする準巨視的研究のみならず、他方では、更に微視的な組織変化を知る方法として、細束X線回折法ならびにX線回折プロファイル・アナリシスを開発し、これらを材料強度に関する諸現象の機構の解明に適用している。例えば、金属材料の疲労・クリープおよび高温引張りの機構の解明〔126, 127, 128, 129その他十六篇〕・硬さの意義〔130〕等の解明に応用し、多大の成果を挙げている。

七と八、に記載のように、材料の微視的機構と巨視的強度性質の関係をX線回折法によって総合的に把握する優れた材料強度研究方法の確立に貢献している。

以上のように、横堀・平両君は金属材料の強度に関し、微視的機構と巨視的研究の両面を結びつけ、この方面の学問を新しい方向に発展させて、謂ゆる材料強度学と称する新しい分野の確立に多大の貢献をした。

主要な著書及び論文目録(横堀武夫君)

一、該当論文(左記番号は前記文中の論文番号に該当する)

- 1) T. Yokobori, Fatigue Fracture of Steel: J. Phys. Soc. Japan, Vol. 6, No. 2 (1951) PP. 81-86
- 2) T. Yokobori, Fatigue Fracture from the Standpoint of the Stochastic Theory: J. Phys. Soc. Japan, Vol. 8, No. 2 (1953) PP. 265-268
- 3) 横堀武夫、金属の疲労破壊の統計的性質 東大理工研報告、第八卷第一号(一九五四)頁五—一一
- 4) T. Yokobori, Failure and Fracture of Metals from the Standpoint of the Stochastic Theory: J. Phys. Soc. Japan, Vol. 8, No. 1 (1953) PP. 104-106
- 5) T. Yokobori, Ductility Transition and Cold Brittleness: J. Phys. Soc. Japan, Vol. 8, No. 1. (1953) PP. 107-109
- 6) 横堀武夫、材料試験結果の統計的解釈 材料試験、第五卷第三号(昭和三二)頁二六六—二七一
- 7) T. Yokobori, Creep Fracture of Copper as Nucleation Process: J. Phys. Soc. Japan, Vol. 7, No. 1 (1952) PP. 48-51
- 8) T. Yokobori and H. Ohara, Statistical Aspect in Accelerating Creep and Creep Fracture of OFHC Copper: J. Phys. Soc. Japan, Vol. 13, No. 3 (1958) PP. 305-312
- 9) T. Yokobori, The Cottrell-Bilby Theory of Yielding of Iron: Phys. Rev., Vol. 88, No. 6 (1952) PP. 1423
- 10) T. Yokobori, Delayed Yield and Strain Rate and Temperature Dependence of Yield Point in Iron: J. Appl. Phys., Vol. 25, No. 5 (1954) PP. 593-594
- 11) T. Yokobori, Fracture, Fatigue and Yielding of Materials as a Stochastic Process: Kolloid-Zeits. Band 166, Heft 1 (1959) S. 20-24
- 12) T. Yokobori, The Time Effect in the Fracture of Glass from the Standpoint of Nucleation Theory: J. Chem. Phys., Vol. 22, No. 5 (1954) PP. 951-952

- 13) T. Yokobori, The Theory of Fatigue Fracture of Metals: J. Phys. Soc. Japan, Vol. 10, No. 5 (1955) PP. 368-374
- 14) T. Yokobori, A Kinetic Approach to Fatigue Crack Propagation: The Orowan Anniversary Volume, A. S. Argon Ed. (1969), MIT Press. PP. 327-338
- 15) T. Yokobori, M. Kawagishi and T. Yoshimura, Kinetic Aspects of Fatigue Crack Propagation: Proc. 2nd Int. Conference of Fracture, Brighton, (1969) PP. 803-811
- 16) T. Yokobori, M. Tanaka, H. Hayakawa, T. Yoshimura and S. Sasahira, Fatigue Crack Propagation Behavior of Mild Steel and High Strength Steels: Rep. Res. Inst. Str. Fract. Materials, Tohoku Univ., Vol. 3, No. 2 (1967) PP. 39-71
- 17) T. Yokobori, M. Nambu and N. Takeuchi, On the Initiation and Propagation of Fatigue Crack: Proc. 3rd Conf. on Dimensioning, Hungarian Academy of Sciences, Budapest (1968) PP. 321-332
- 18) T. Yokobori, Fatigue Damage of Plain Carbon Steels.....Effect of Reheating: ASTM Bulletin No. 234 (1958) PP. 66-67
- 19) T. Yokobori, A Theoretical Criterion for the Fracture of Metals under Combined Alternating Stresses: J. Appl. Mech. ASME., Vol. 24 (1957) PP. 77-80
- 20) T. Yokobori, Stress Criterion for Fatigue Fracture of Steels: J. Mech. Phys. Solids, Vol. 8, No. 2 (1960) PP. 81-86
- 21) 横堀武夫、金属材料の疲れ破壊の統一の工学理論 (第二報) 日本機械学会誌、第六五巻第五二四号 (昭三十七年) 頁一一〇六～一一一一
- 22) T. Yokobori, A. Otsuka and T. Takahashi, A Note on Cleavage Fracture of Low-Carbon Steel at Liquid Nitrogen Temperature: Fracture of Solids D. C. Drucker and J. J. Gilman Ed., AIMF, Interscience Pub. (1963) PP. 261-266

- 23) T. Yokobori, T. Takahashi and H. Kishimoto, Tensile and Torsional Cleavage Fracture of Low-Carbon Steel at 78°K: J. of Aust. Inst. Met., Vol. 8, No. 2 (1963-5) PP. 184-190
 - 24) T. Yokobori, H. Hamamoto and A. Otsuka, Stress Condition for Brittle Fracture of Mild Steel: Nature, Vol. 181 (1958) No. 4625, PP. 1719-1720
 - 25) T. Yokobori and A. Otsuka, Some Experiments on the Ductile Cleavage Fracture in Mild Steel: Tech. Rep. Tohoku Univ., Vol. 24, No. 2 (1960) PP. 33-42
 - 26) T. Yokobori and A. Otsuka, Brittle Fracture in Low-Carbon Steel Under Tensile and Torsion Test: Proc. First International Congress on Experimental Mechanics, Pergamon Press. (1963) PP. 353-370
 - 27) T. Yokobori and M. Yoshida, Brittle Fracture with Interaction between Elastic Crack and near-by Slip Band: Rep. Res. Inst. Fract. Materials, Tohoku Univ., Vol. 4, No. 1 (1968) PP. 11-33
 - 28) T. Yokobori, Criteria for Nearly Brittle Fracture: Proc. International Symposium on Fracture Mechanics, Sweden, (1968) PP. 179-205
 - 29) T. Yokobori and M. Ichikawa, The Interaction of Paralled Elastic Cracks and Parallel Slip Bands Respectively Based on the Concept of Continuous Distribution of Dislocations I: Rep. Res. Inst. Str. Fract. Materials, Tohoku Univ., Vol. 3, No. 1 (1967) PP. 1-14
 - 30) T. Yokobori and M. Ichikawa, The Interaction of Parallel Elastic Cracks and Parallel Slip Bands Respectively Based on the Concept of Continuous Distribution of Dislocations II: Rep. Res. Inst. Str. Fract. Materials, Tohoku Univ., Vol. 3, No. 1 (1967) PP. 15-37
- その他該当論文七十篇(省略) 計一〇〇篇
- 二) その他の論文七十八篇(省略)
- 三) 著書(左記番号は前記文中の著書番号に該当する)
- 1) 材料強度学(強度・破壊および疲労) 技報堂(昭和三〇年)

英訳版 The Strength, Fracture and Fatigue of Materials, NOORDHOFF, GRONINGEN, The NETHERLANDS, (1965)

2) 材料強度学 訳読全書 (岩波書店) (昭和三十九年)

英訳版 An Interdisciplinary Approach to Fracture and Strength of Solids, WOLTERS-NOORDHOFF SCIENTIFIC PUBLICATIONS LTD, GRONINGEN, The Netherlands, (1968)

その他十七篇 (管駁) 計十九篇

主要な著書及び論文目録 (平修二氏)

1' 該項論文 (左記番号は前記文中の論文番号と該項番号)

101) S. Taira, K. Tanaka and K. Oji, A Mechanism of Deformation of Metals at High Temperature with Special Reference to the Tension Test and the Creep Test: Bulletin of JSME, Vol. 3, No. 10 (1960) PP. 228-234

102) S. Taira and S. Sakui, Standardization of the Creep-Testing Machine: Publication of Bistra/ISI Conf. on High Temperature Properties of Metals, (1966) PP. 31-40

103) S. Taira and M. Ohnami, Creep under Rapid Cyclic Temperatures: Proc. 3rd Japan Cong. Test Mat., (1958) PP. 77-80

104) S. Taira, K. Tanaka and K. Oji, A Mechanism of Deformation of Metals at High Temperatures with Special Reference to the Creep after Sudden Change in Stress: Bulletin of JSME, Vol. 4, No. 13 (1961) PP. 46-51, Creep of Mild Steel under Periodic Stresses of Rectangular Wave: Bulletin of JSME, Vol. 4, No. 14 (1961) PP. 247-260

105) S. Taira, Lifetime of Structure Subjected to Varying Load and Temperature: IUTAM Colloquium, Stanford Univ., 1960, 'Creep in Structure', Edited by N. J. Hoff, Springer, Berlin, (1962) PP. 96-124

106) 平修二、大谷隆一、高温における内圧筒のクリープ破壊 機械学会誌、第七〇巻第五八七号(昭四二—一一)

- 107) S. Taira and R. Ohnami, A Contribution to Creep Fracture under Combined Stress System: IUTAM Symposium, East Kilbride, 1968, Thermoelasticity, Edited by B. A. Boley, Springer, Wien, (1970) Pp. 297-315
- 108) 平修二、鈴木房幸、リラタセーションとクリープの相関性について 材料試験、第一一巻第一〇二号(昭三七
一三)頁一六九～一七五
- 109) S. Taira and R. Kolerazawa, Dynamic Creep and Fatigue of an 18-8 Mo-Cb Steel at Elevated Temperature: Bulletin of JSME, Vol. 5, No. 17 (1962) Pp. 15-20
- 110) 平修二、小寺沢良一、斉藤誠、変動応力の繰返速度が動クリープ変形におよぼす影響 材料、第一三巻第一二
六号(昭三九一三)頁一八一～一八四
- 111) 平修二、小寺沢良一、定ひずみ高温疲労試験における繰返速度の影響 材料試験、第九巻第八四号(昭三五
九)頁五五〇～五五二
- 112) S. Taira, T. Inoue et al., Low Cycle Fatigue under Multiaxial Stresses: Proc. 11th Japan Cong. Mat. Res., (1968) Pp. 60-65; Proc. 12th Japan Cong. Mat. Res., (1969) Pp. 50-55
- 113) 平修二、小寺沢良一、大南正瑛、定ひずみ高温疲労と熱疲労の關係 材料試験、第九巻第八五号(昭三五一
〇)頁六三六～六四一
- 114) S. Taira and M. Ohnami, Fracture and Deformation of Metals Subjected to Thermal Cycling Combined with Mechanical Stress: Proc. Joint International Conf. on Creep, New York, (1963), Paper No. 25, Pp. 3-57
- 115) 平修二、鉄鋼材料の高温引張に関する共通試験の結果(委員会報告) 鉄と鋼、第五四巻第一号(一九六八)
頁八七～一〇三
- 116) 西原利夫、小島公平、平修二、超ジュラルミンにおける引張および圧縮応力のX線的測定 機械学会論文集、

第一〇卷第三八号(昭一九一一)頁三八五〜四三三

- 117) S. Taira, Y. Yoshioka and T. Sakata, A Contribution to the Improvement of the Accuracy of X-Ray Stress Measurement—On the Measuring Method of Peak Position and on the Correction of Lorentz Polarization and Absorption Factors: Proc. 10th Japan Cong. Test. Mat., (1967) PP. 166-170
- 118) S. Taira and Y. Murakami, On the Changes of Residual Stresses Resulting from Carburizing and Quenching due to Aging and Repeated Stressing: Proc. 2nd Japan Cong. Test. Mat., (1959) PP. 26-29
- 119) 西原利夫、平修二他、繰返応力による残留応力の変化のX線の研究 機械学会論文集、第一四卷第四八号(昭一三一九)頁一一〇七〜一一三
- 120) S. Taira and K. Honda, X-Ray Investigation on Fatigue of Metals: Proc. 1st International Conf. on Fracture, Sendai, Japan, (1965) Vol. 3, PP. 1581-1596
- 121) S. Taira, T. Abe and T. Ehira, X-Ray Investigation on Surface Residual Stress Produced in Fatigue Process: Proc. 11th Japan Cong. Mat. Res., (1968) PP. 32-38
- 122) 平修二、後藤徹、中野善文、X線による低炭素鋼の塑性疲労に関する研究 材料、第一七卷第一八三号(昭四三一一二)頁一一三五〜一三九
- 123) 西原利夫、平修二、岩田直人、塑性域における軟鋼のX線の応力測定に関する研究 機械学会論文集 第一三卷第四五号(昭三一一)頁一一九〜一二四
- 124) S. Taira, T. Abe and M. Nagao, Crystallographic Study of Yield Condition of Polycrystalline Metals: Bulletin of JSME, Vol. 10, No. 41 (1957) PP. 711-717
- 125) 平修二、林紘三郎他、X線による不均質金属材料の強度に関する研究 材料、第一八卷第一九〇号(昭四四一七)頁六〇三〜六〇九。X線による多結晶金属の変形に関する研究 材料、第一九卷第一九六号(昭四五一)頁四九〜五五 第一九卷第二〇〇号(昭四五―五)頁四四七〜四五四

- 126) S. Taira and K. Hayashi, X-Ray Investigation on Fatigue Fracture of Notched Steel Specimen—Observation of Fatigue Phenomena of Annealed Low-Carbon Steel by X-Ray Microbeam Technique: Bulletin of JSME, Vol. 9, No. 36 (1966) PP. 627-636
- 127) S. Taira, T. Goto and Y. Nakano, X-Ray Investigation on Low Cycle Fatigue of Low Carbon Steel: Proc. 12th Japan Cong. Mat. Res., (1969) PP. 8-14
- 128) S. Taira and K. Tanaka, Observation of Fatigue Crack Propagation Process in Cold-Rolled Low Carbon Steels: Proc. 12th Japan Cong. Mat. Res., (1969) PP. 15-23
- 129) S. Taira, E. Nakamishi and K. Tokinasa, An Investigation on Plastically Deformed States of Crystals in Polycrystalline Metals Using X-Ray Microbeam Laue Method with Special Reference to Creep: Proc. 11th Japan Cong. Mat. Res., (1968) PP. 69-75
- 130) S. Taira, K. Matsuki and T. Miki, X-Ray Investigation on the Hardness of Metals: Proc. 12th Japan Cong. Mat. Res., (1969) PP. 40-44
- その他該所論文一七五篇(省略) 註二〇七五篇
- 二、その他の論文六篇(省略)
- 三、著書
- 1) 理論・設計・金属材料の高温強度(編修) 養賢堂(昭和四三年)
- その他四篇(省略) 計五篇