

第5章

電波兵器研究開発と科学技術動員

本章の課題

電波兵器開発は、基礎研究から基本設計までを行う研究開発部分と、実用設計から試製、実験、運用までを行う設計・運用部分がある。さらに電波兵器製造がこれに続く。本章では、旧日本海軍電波兵器開発の研究開発部分について、主としてレーダー（海軍では電波探信儀）を事例にして分析を行う。第1に、海軍内部の研究開発組織について検討する。戦時中の海軍の電波兵器開発は、主として海軍技術研究所の電気研究部、電波研究部で実施されたので、ここにおける研究開発組織の新設・改編過程を検討しながら、海軍が軍外部の研究者を取り込む科学技術動員形態をどのように作りだしたかを明らかにする。第2に、海軍における同じ電波兵器開発体制および科学技術動員形態に関して、電波兵器開発に動員された研究者側、特に物理学者側から分析し、海軍の研究開発部門における科学技術動員形態について、その運用実態を明らかにする。

第1節 レーダー開発における研究開発体制の変遷

1. 最初の研究開発組織

旧日本海軍のレーダーは、軍令部および海軍省軍務局による戦備計画と海軍技術研究所からの技術的見通しで実際の開発計画が立てられた。当初の開発目的は、新型戦艦の新装備の1つである艦船搭載用電波測距儀の開発にあり、そのためにマグネトロンを利用するセンチ波レーダー開発を含む開発計画が策定され、1941年8月の海軍大臣訓令で発令された（第4章第1節参照）。

海軍のレーダー研究開発組織は戦時中に組織改革を繰り返したが、その中心は計画策定時から関わってきた海軍技術研究所電気研究部第1科の構成員らであった。電気研究部第1科は、第3章で論じたように、電離層研究や極超短波通信機開発などの無線通信に関する基礎研究を担当してきた部署である。特にレーダー開発には、電波に関する基礎的知識や、超短波（メートル波）や極超短波（センチ波、マイクロ波）利用の知識などが必要となるが、同第1科にはレーダーの研究開発を行う準備が、陸軍を含め他の開発組織よりも整っていた。したがって、本節では海軍技術研究所を中心に、レーダーの研究開発体制を分析する。

分析に際して、研究開発の人員構成や規模の変化を示す次のような指標を用いる。開発組織の人員構成では、海軍技師を含み少尉以上の武官を「高等官」、高等官待遇の嘱託を「嘱託者」、技手、実験工長を「判任官」、実験工、工員、工手などを「工員」の、4つに区分することができる。この区分ごとの人員を研究開発能力の変化の指標とする。

まず1940年1月時点の第1科人員を確認すると、高等官が6名、嘱託者なし、判任官が9名、工員54名であった。それが1941年6月頃には、高等官9名、嘱託者2名、判任官4名（他に判任官嘱託1名）、他に協力者7名、工員数不明。この規模で海軍のレーダー開発が開始された⁽¹⁾。この時期、第1科では4つグループがレーダー開発を分担した（表1）⁽²⁾。

表1) レーダー開発の分担：第1科4グループ体制

時期：1941年6月頃から1942年2月頃まで

(1)メートル波関係（新川浩技師）

送信関係，受信関係

(2)共通関係（空欄）

空中線，Pulse generator，Indicator

(3)センチ波関係（水間正一郎技師）

送信関係，受信関係

(4)三角波関係（矢浪正夫造兵中尉）

送信関係，受信関係

カッコ内は責任者

開発管理は武官や技師らが行ったが、開発の重要部分は、高柳健次郎、中島茂らの民間エンジニアや渡辺寧、岩片秀雄らの大学工学部所属の工学者が行った。このように外部研究者を兵器開発に参加させることが、電波兵器開発における海軍科学技術動員の起源といえる。電気研究部の判断でレーダー開発を開始した1941年5月頃は、海軍嘱託に任命されていた2名を除けば、残りの7名は「協力者」として扱われたに過ぎないが、開発訓令が発令された同年8月には1名追加され、10名全員が「海軍嘱託」に任命された。海軍の嘱託者は「海軍軍属宣誓規則」でその身分が定められているが⁽³⁾、当初は、若手技術者を定員外で採用する目的で運用されていた。実績のある研究者を採用するいわゆる研究嘱託は、東北大学教授の渡辺寧が1938年頃に着任した事例はあったが、人数は少なく採用に当たっては個人的なつながりに依存していた⁽⁴⁾。レーダー開発は部外研究者を研究嘱託として多数採用するきっかけの1つとなった。

この時期の開発活動の中心は、メートル波レーダーとセンチ波レーダーの試作にあった。特に、部外研究者はパルス発信装置、センチ波管、センチ波導波管、ブラウン管による指示装置など、いずれもレーダー試作に必要となる中枢部分の設計を担当した。メートル波レーダー（1号電波探信儀）は同年9月には試製装置が完成し、三浦半島の野比で第1回目の実験を実施し、11月28日に千葉県勝浦に仮装備された⁽⁵⁾。一方、センチ波レーダー（2号電波探信儀）は、同年12月にパルス波の送受信実験にまで到達した⁽⁶⁾。さらに連続波を使用するメートル波レーダー（3号電波探信儀）は、訓令発令後に追加され、同年11月頃から試作が始まった。こうして海軍のレーダー開発は、太平洋戦争勃発時まで3種

類の設計案のもとで進められた。いずれも短期間に試製の段階に達することができたが、この背景には大臣訓令によってレーダーの完成が同年12月末までとされ、短期完成が最優先にされたため、基礎的問題が後回しにされたことにある。このためレーダーの基本設計の部分では主として外国情報に依拠し、レーダー原理や超短波真空管などに関する基礎的研究はほとんど実施されなかった。

2. 研究開発組織の改革

さて開戦後の1942年においては、試製されたレーダーの実用化試験および試験的範囲での運用、改良、製造が始まった。しかし、当初の戦況が予想以上に順調であったことや、試製されたレーダーの性能が期待ほどではなかったことなどから、1942年1月頃から陸上設置型レーダーの試験運用や南方地域への仮設置が行われ、同年春頃からは艦船設置型レーダーの仮装備と運用試験も始まったが、正式の戦備としてレーダーが制式化することはなかった⁽⁷⁾⁽⁸⁾。この時期に海軍大臣が発令した訓令の内容を見ると、1942年中に電波探信儀に関して発令された26の大臣訓令の内、15が装備や仮装備、5が実験や講習で、研究や試製の件は1つもない。つまり初期に設計された3種類の電波探信儀の仮装備および実艦実験がこの時期の中心的な課題であったことが分かる⁽⁹⁾。

試製兵器の仮装備実験や試験的運用に開発の中心が移ったことに対応して、開発組織は同年3月頃から電気研究部全4科で分担する体制が取られ、第1科は基礎研究を担当する体制が取られた(表2)。またその結果、全体としては担当者数が増大し、高等官数は20名、嘱託者数10名となった⁽¹⁰⁾。

表2) レーダー開発分担：電気研究部の4科体制⁽¹¹⁾

時期：1942年3月～1943年7月まで

第1科：基礎研究（伊藤庸二造兵中佐）

基礎，100号，250号

第2科：中間試験と試製（池谷増太技師）

空中線，指示器，受信機，送信機関係

第3科：実用化価値検討実験（浜野力大佐）

空中線，指示器，受信機，送信機関係

第4科：製造と受入試験（高原久衛大佐）

一次電源，連絡施設，空中線，小屋，

回転装置，指示器，受信機，送信機関係 カッコ内は主任

確かに第1科では基礎研究として電波探信儀および真空管の研究も始まったが、その実態は、電波伝播、水中無線、標準電波、材料部品、規格制定、多相高周波、Z装置という幅広い課題を少ない担当者で担当するものであった⁽¹²⁾。レーダー開発に必要な電波反射特性の研究や、超短波真空管やセンチ波に関する基礎的研究は、この時点になってもまだ重視されることはなかった。

一方、同年6月には、研究組織に関する新しい2つの動きがあった。

第1は、海軍技術研究所側から開発組織の拡大を要求する計画案が提出されたことである。この案には、電波探信儀開発のために新部独立か既存部の大幅拡張かの2つの計画が含まれ、海軍技術研究所内に新部を独立させる場合では、高等官51名、判任官78名、工員700名、電気研究部を拡張させる場合では、高等官34名、判任官62名、工員580名というもので、実験施設として共に3個所の地域に、合計約14万坪の敷地を要求するという内容であった。外部研究者を嘱託として動員する計画は示されていないが、高等官の人数を現状の2倍程度に増員することを要求し、無線通信開発部門から電波兵器開発部門を独立させる最初の提案であったと評価できる⁽¹³⁾。また同月30日には、第1科の拡張案が電気部長案として別途準備された。これはレーダー開発に基礎的な研究が必要であることを開発現場が認識し始めた動きと評価できる⁽¹⁴⁾。しかしこれらの提案は採用されなかった。1942年8月10日付の組織表からは、既存の4科体制を継承し、高等官20名、嘱託者12名、判任官10名、工員74名となっており、部外研究者が2名増加した程度で、人員にほとんど変動はみられない⁽¹⁵⁾。実験施設の一部設置が決定しただけであった⁽¹⁶⁾。

第2は、科学技術動員に関する新しい動きである。第1科主任であった伊藤庸二が1942年6月から物理懇談会を開催した。この会は海軍上層部ではなく組織上は末端にある電気研究部第1科主任（伊藤庸二）が企画、運営した点に特徴がある。伊藤はレーダー開発の責任者の1人であったが、この会合ではレーダーに関する議題は出されず、主として核物理学の実験研究で使用されているX線装置や加速器などを海軍技術と特に新兵器開発に応用することにあつた⁽¹⁷⁾。同年9月に、メンバーの渡辺寧が提案した海軍新兵器研究会議開催案は、部外の研究者が「斬新兵器ノ安割ヲ主目標トナス」ために諮問会議に参加するという初めての構想であったが、実現されなかった（第4章第2節参照）。

以上から、開戦1年目の時期は、開戦直前期と同様に部外研究者を10名程度嘱託として採用する動員に止まり、またレーダーの新規設計や基礎的な研究もわずかな規模で行われるにすぎなかったことが確認できる。

3. 電波研究部の新設と研究開発の開始

1943年に入ってから、海軍のレーダー開発計画は大きな転換期を迎えた。この背景には、アメリカ軍によるレーダー使用の情報やドイツから伝達されてきた最新のレーダー情報などがあつた。しかし、海軍におけるレーダー開発を大規模に推進させた直接の理由は、海軍による軍戦備計画の見直しにあつた。1942年6月のミッドウェー海戦での敗北や同年8月に始まったガダルカナル戦（翌年2月に撤退）以降に、海軍の軍戦備計画の中心は大型戦艦から航空機、空母の重視へ、さらに前線基地の防禦手段の整備へと転換し始められたからである⁽¹⁸⁾。1943年1月26日に開催された「第八回戦備考査部会議」では、戦争が長期化、戦略要点の争奪戦に変わったと判断し、その対策として、航空兵力、対空兵器、小艦艇の増強、防備兵力を重視するという軍戦備計画の方針が示された⁽¹⁹⁾。この中で電波探信儀が取り上げられ、レーダーが兵器として正式に議論されることになった。さらに同年2月2日に軍令部が大臣に発した「商議」では戦時艦船建造追加計画の中に付属兵器として電波探信儀が加えられ⁽²⁰⁾、同年3月15日の海軍省軍務局の「照会」では、前記会議の方針を支持して「対空及防備関係兵器需品ノ整備ヲ更ニ極力増進ス」とし、関係各部局に開発整備計画を進める方針が出された⁽²¹⁾。

このような軍上層部による軍戦備計画の見直しの動きに対応して、レーダー開発を促進する開発訓令が同年2月以降に発令され始めた。特に同年2月17日に発令された「仮称電波探信儀研究実験ノ件訓令中改正」はレーダーの新規設計、基礎的研究を本格化させる大臣訓令となった⁽²²⁾。また1943年4月16日付の第1科編成表では、科内の分担が細分化され、これまでの電波伝播や波長標準、空中線、水中無線、材料部品、A研究（Z研究）に加え、電波探信儀に関する原理的研究が加えられている⁽²³⁾。さらに電気研究部の無線関係全体の人員では、前年4月に比べ、高等官、判任官の人員が倍増していることが分かる⁽²⁴⁾。レーダー開発に限定すると、4科体制が継続され、高等官が50名程度、判任官が25名程度に倍増されたものと概算できる。

一方、同年4月には電気研究部で再度の組織拡充案が策定された。この拡充案では、1945年3月までに増大する作業量は、実施中の研究作業で1943年全研究量比の175%、新規作業で同比の25%、合計200%と推定し、これに対応した電気研究部全体の人員として、1944年3月までに、高等官124名、判任官88名、工員1,456名、翌年3月までに、高等官159名、判任官108名、工員2,106名を要求している。また、今後推進すべき「見越主要研究項目」として、電波探信儀およびその応用兵器、方位測定機およびその応用兵器、材料部品研究、その他の電気物理応用兵器の4項目をあげ、レーダー開発を含む電波兵器開発を強化する方針を示している⁽²⁵⁾。

1943年7月10日には、ついにレーダー開発を行う独立組織である海軍技術研究所電波研究部が新設された。レーダー開発部門がこのような独立組織となった理由には、直前の6月15日に陸軍がレーダー開発の独立組織である多摩陸軍技術研究所を設立させたこと⁽²⁶⁾、および既述のような海軍技術研究所側における独立案や拡張案などが提出されていたことなどが考えられる⁽²⁷⁾。以下、この電波研究部の組織構成、人員、組織運営上の特徴について明らかにする。電波研究部の組織構成は、全体を5のグループに分けた5科体制が取られている。加えて業務係が設置された（表3）⁽²⁸⁾。

表3）レーダー研究開発体制：電波研究部の5科体制

時期：1943年8月～1944年1月まで

第1科	開発研究（伊藤庸二） Z装置研究，電波暗視研究，水中電波研究
第2科	部分研究（高橋修一） 送信，受信，指示，輻射伝送，装置，電子管，材料部品，生産技術
第3科	探信研究（大野 茂） 総合計画，部分設計，設計など
第4科	傍信研究（高原久衛） 部分研究，陸上方測，電探傍受など
第5科	嚮導研究（高原久衛） 盲着，誘導装置
業務係	（矢島弥太郎） 電探造修，検査，実験場維持

カッコ内は主任

この5科体制の中で、レーダーを担当する部門は、第1科から第3科までで、さらに研究開発を担当する部門は、開発研究を担当する第1科と、部分研究を担当する第2科である。探信研究を担当する第3科は、設計、試製、実験などを担当する部門であった。また、傍信研究を担当する第4科と嚮導研究を担当する第5科とは、方向探知器、レーダー対抗装置、電波誘導装置などの開発を担当する部門であり、レーダー開発とは独立の活動を行う組織構成となっている。

各科には武官（技術科士官）および技師である高等官が1人ずつ主任を務め、その下に高等官、嘱託者、判任官、工員などの担当者が配置された。担当者は2つ以上の科を掛け持ちしており、兼任による重複率は平均で2以上である。こうした重複を除いて人員数を算定すると、高等官70名、嘱託者60名、判任官40名、工員495名との結果が得られる。さらにレーダー開発を担当した第1科から第3科までの担当者総数はその内の8割程度と推定できる⁽²⁹⁾。

さて、この電波研究部における組織運営上の大きな課題は部外からの人員確保にあった。電波研究部設置の主要な目的が「部外知識の可及的迅速なる部内への取得」であるとの説明もなされ、部内への取得の方法が検討されている⁽³⁰⁾。ただし部外研究者を動員する方法では、一時的に海軍省と雇用契約を結ぶなどという新規の人員採用制度などは制定されず、従来までの嘱託制度あるいは技師登用制度に依拠している。嘱託制度は1942年5月に発令された「海軍嘱託者身上取扱規則」により、専務嘱託の他に「他二本務ヲ有シ部外者タル身分ヲ以テ海軍ノ勤務ニ服スル」兼務嘱託が新たに認められ、また高等官（勅任官および奏任官）待遇の嘱託者の採用は所轄長が海軍大臣に具申することで認可される採用基準が定まった。開戦後に定められたこの規則が、部外研究者を海軍部内組織へ動員する制度的な裏づけとなった⁽³¹⁾。

さらに部外研究者である嘱託者を電波兵器開発組織で利用する方法には、「研究目的の全貌を示し之が研究取纏めの最終迄挙げて部外{研究者}に依存」する方法と、自主的な研究陣容を部内に擁して、「部分的研究は之を部外{研究者}に依存し、総合的研究は之を部内に於て実施」する方法との2通りに区分され、前者は陸軍方式、後者は海軍方式として示されている。すなわち海軍としては、陸軍方式では兵器完成が結果として長期に及び、実用兵器に耐えない無用の兵器を製作するおそれがあると判断して、後者の方式を採用することにした⁽³²⁾。この海軍方式の場合、全体を開発研究、部分研究、総合研究（兵器化研究）の3つに区分し、部外の研究者には前2者を担当させようとするものである。電波研究部の第1科から第2科に対応している。またその後の担当実績として、部外研究者は30%が開発研究、60%が部分研究を担当し、一方、部内研究者は30%が部分研究、60%が総合研究を担当していた⁽³³⁾。つまり実質的には兵器開発の設計部門は部内研究者が独占し、部外研究者には担当させず、その一方で、部外研究者には研究開発部門である基礎的研究あるいは個別的研究のみを行わせる体制を取っていたことになる。したがって部外研究者には実際のレーダー設計に関わらずに、基礎的な研究だけを行わせるいう「制限」を作ったことになる。

こうした制限を加えながらも部外研究者を多数採用しなければならなかった理由は、第1に研究人材の数の確保にある。電波兵器開発を担当できる海軍内部の武官（技術士官）や技師を短期間で増員させることは困難であった。規模を拡大した新組織を早急に実現す

るには、まず大学や民間企業から部外研究者を多数採用するやり方が現実的であった。この時期までに、高等官が50名程度、嘱託者が10名程度の規模であったが、電波研究部設立時に前者が20名ほど増員されたのに対し、後者が一挙に50名の増員を行うことができたことも、このことを表しているだろう⁽³⁴⁾。

第2に電波兵器開発に必要な専門知識の獲得にある。この時期まで、主としてドイツ経由で入手した技術情報と開戦前までに蓄積していた海軍技術研究所および国内の技術知識とを利用してレーダーを設計、改良してきた。しかし戦争中期からは、高性能のレーダーや性能の安定化、量産化など、レーダーの独自の設計が要求されるようになり、レーダーの基礎的原理を含め、効果的な波長、パルス幅、出力、さらにアンテナの構造などのレーダー研究、また超短波真空管、各種回路設計、センチ波管、導波管などに関わる電波部門の基礎的研究が不可欠の要素となってきた⁽³⁵⁾。こうした課題に応えるためには関連する専門知識を持つ経験者が必要となり、大学や企業に所属する部外研究者が要求されることになった。

次に電波研究部で実際に行われた研究活動に注目すると、その量的な拡大が特徴として確認できる。開戦前から海軍技術研究所では各種の報告誌が刊行され、レーダー開発に関わる成果は、電気研究部が刊行した『技研電報』などの報告誌に掲載されていた⁽³⁶⁾。電波研究部の新設にともない、既刊の『研究資料』に加え、電波兵器開発に関する報告を掲載する『電波研鑽録』、国外で収集した電波兵器情報を掲載する『電波外国資料』、各種の電波兵器に関する実戦使用上の戦訓などを掲載する『電波国内資料』が新たに発行され、主としてこの4誌の報告誌に電波兵器のに関する報告が掲載された⁽³⁷⁾。4誌の報告数で見ると、1943年後半期の94報告から1944年前半期の204報告へと約2倍に増大している。電波研究部の設立に伴い、研究活動が量的に拡大した1つの指標となる(図1)。ただし、この報告誌の多くは刊行部数は少なく、送付先が各科主任や海軍関係機関に限定されているため、研究責任者に研究成果は集約されるが、研究担当者は執筆した報告書さえ見ることがない。情報伝達は極端な一方通行の構造となっていた⁽³⁸⁾。それゆえ第1科と第2科に所属する嘱託者が、別の部署で研究された成果を知ることはきわめて困難であった⁽³⁹⁾。

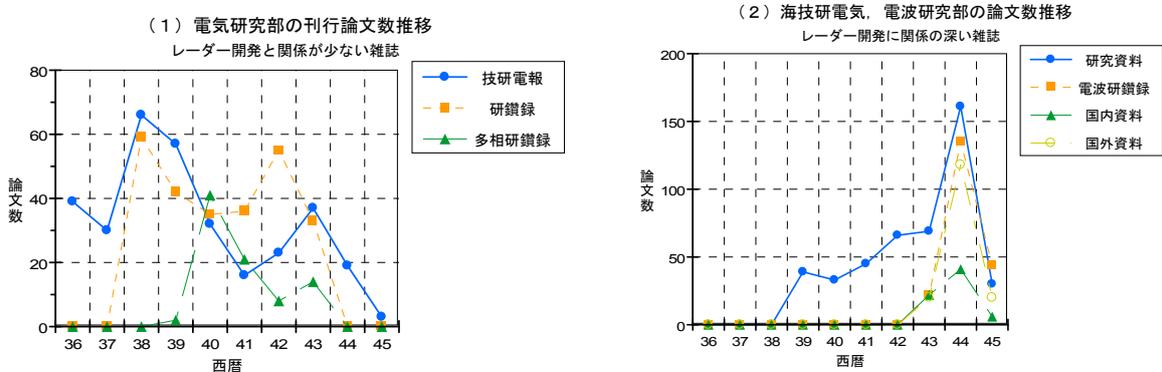


図1) 研究成果の量的増大

4. 電波研究部の改組と研究管理の強化

電波研究部が新設されてから6ヶ月後に、部内組織はまた改組が行われ、研究開発体制の管理強化が実施されることになった。こうした改組の背景には、1943年9月30日に設定された絶対国防圏構想とそれに伴う決戦戦力の急速増強という軍戦備計画の変更にあったと考えられる⁽⁴⁰⁾。電波兵器開発に関わる管理の強化の最初の動きは、1943年10月末に実施された海軍大臣による電波研究部への巡視であった。当時の海軍大臣（島田繁太郎大将）が、目黒の海軍技術研究所や千葉県の大東実験所を含む4個所の施設をを4日間をかけて巡視し、電波兵器に関する研究組織および運営方針や研究の現状などについて、電波研究部長（名和武技術中将）や研究担当者（伊藤庸二技術大佐など）から説明を受けている⁽⁴¹⁾。またこれ以降、海軍上層部の訪問が繰り返されるようになり、翌年1944年中に、2度目の海軍大臣巡視に加え、高松宮や永野修身元帥（元軍令部総長）、黒山亀人大佐（軍令部2部長）など、海軍上層部から少なくとも6人が、レーダー開発の進捗状況について説明を求めに電波研究部を訪問している⁽⁴²⁾。

実際の管理強化の動きは電波研究部の組織構成に現れた。1944年1月17日付で、電波研究部各科に対してその進捗を管理する管理部門が設置された。レーダーに対しては第一研究係、傍信・嚮導兵器に対しては第二研究係が新設され、「統進係」の元で資料の整理と保存が徹底されるようになった。またこれまで航空本部の管轄であった航空機用電波兵器開発の一部も、この電波研究部で一括管理する動きが採用され、新たに第6科、第7科が加えられ、2つの研究係が合計7つの研究科を管理するという体制が取られた。これを2研7科体制と呼んでおく。第一研究係に関係する人員としては、高等官63（他に嘱託36名）、判任官32名を数えることができる（表4）⁽⁴³⁾。

表4) レーダー研究開発体制：電波研究部の2研7科体制

時期：1944年1月～1944年11月

第一研究係 (伊藤庸二)	—	第1科	開発研究	(菊池正士)
		第2科	部分研究	(菊池正士)
		第3科	探信兵器研究	(大野茂)
		第6科	航空機用探信兵器研究	(中野実)
第二研究係 (高原久衛)	—	第4科	傍信研究	(高原久衛)
		第5科	嚮導研究	(高原久衛)
		第7科	航空機傍信嚮導	(高原久衛)

カッコ内は各係、科の主任者名

さらに電波兵器開発に関わる技術行政部門でも大きな改革が行われた。従来まで電波兵器に関しては開発から製造までを海軍艦政本部第三部が所掌していたが、1944年4月20日「海軍電波本部令ヲ定ム」との勅令により海軍電波本部が新設された⁽⁴⁴⁾。これにより、兵器開発を所掌する技術行政部門は、艦船技術の艦政本部、航空技術の航空本部、電波技術の電波本部という構成となり、電波部門が技術行政的に独立することになった。ただしこの電波本部の所掌は、その処理規程から判断すると、研究実験と試作工程までを掌るもの

の、製造工程より後は艦政本部が掌ることになっている。つまり電波本部は電波兵器の研究開発だけを所掌する技術行政部門であったことになる⁽⁴⁵⁾。レーダーの研究開発における管理強化の行政部門における改革であったといえる。

第1に、研究開発組織を拡大するための、研究者増員のための科学技術動員対策が強化された。

まず、部外の研究者を個人単位から組織単位で取り込む方法が取られるようになった。この方法は、部外研究者らが所属している組織を海軍技術研究所の分所や分室として設定し、組織単位で動員、管理しようとするものである。分所や分室がどのような法的根拠で実施されたか、あるいはどの時点で開始されたかは分からない。ここでは1944年11月末の時点において、海軍技術研究所の電波研究部、電気研究部、音響研究部の3研究部が協同で抱えた部外研究組織（分所および分室）が確認できる（表5）⁽⁴⁶⁾。この表5より、分所が10組織、分室が26組織、総数で36組織によって組織的動員が実行されていた実態が分かった。

また、分所、分室は海軍嘱託である所属組織の責任者が分所長や分室長となり、海軍技術研究所の連絡責任者を通して管理される構成となっている。また所属組織に勤務する研究者は、その多くを海軍嘱託として採用しようとしていた。つまり海軍嘱託として個人ごと動員させるより前に、既存組織の構成員のまま組織ごと動員したことになる。管理強化のため、その構成員も海軍嘱託にすべきと考えていたようだ。

この分所分室編制の内、レーダー研究開発のみに関係すると推定できる嘱託者数は、同時点で、官公研究機関で147名、民間研究機関で96名、高等工業学校で10名、大学で21名の合計で274名である。またこの時点で、予定されていたレーダー研究開発部門での合計嘱託数は官公研究機関で435名、民間研究機関331名、高等工業学校で35名、大学で37名の合計で838名となる⁽⁴⁷⁾。予定数が実際にどの程度まで実現できたかは分からないが、この時期にこれだけの規模で部外研究者を取り込もうとする意図が、海軍のレーダー開発部門にはあったことを示す証拠となる。より多くの部外研究者を確保して、レーダー開発を実施させるするために、海軍は組織ごと部外研究者を動員し、管理するという方法をとった。これはこの時期の海軍による科学技術動員の特徴を現している。

さらに軍属である海軍技師、海軍技手を増員させる対策がとられた。海軍艦政本部第3部所属の技師および技手の総数は、1944年2月1日現在で、技師が141人、技手が430人と数えることができる⁽⁴⁸⁾。この増員には、嘱託として採用された部外研究者の一部を技師へと登用する者も含まれる。レーダー開発に限った場合、菊池正士、渡辺寧、高柳健次郎、岩片秀雄の4人が1943年12月に海軍技師に登用され、またその後、鳩山道夫、林龍雄ら物理学科に所属していた研究者も海軍技師として採用した。外部の研究者を海軍研究嘱託から海軍技師の地位へ移す理由は、レーダー開発における責任ある地位につけるための手段であったと考えられる。菊池正士は電波研究部第1科と第2科の主任に抜擢され、渡辺寧も海軍技術研究所島田分所長を勤めている。研究開発の管理強化には、部外の研究者に対しては海軍技師の地位を利用する方法が取られたことになる。レーダー開発を担当した海軍技師の総数は、こうした登用組を含み、終戦時点で、少なくとも68名を数えることができる⁽⁴⁹⁾。

表5) 海軍技術研究所3研究部(電波, 電気, 音響)の分所・分室編成

分所: 5帝大, 3公立研, 3私立研 (合計11組織)	住所/責任者
東大分所(東京帝国大学:本郷区本富士町)	水島三一郎, 日野寿一
東北大分所(東北帝国大学:仙台市片平町)	渡辺寧, 仁科存, 抜山平一
阪大分所(大阪帝国大学:大阪市北区中之島)	仁田勇, 熊谷三郎, 七里義雄
京大分所(京都帝国大学:京都市左京区吉田町)	雄山平三郎
名大分所(名古屋帝国大学:名古屋市東区西二葉町)	鳥養利三郎
五反田分所(通信省電気試験所:品川区五反田)	松村定雄, 岡田成敏, 清宮博, 駒形作次
通信院分所(通信省:麻生区飯倉町)	網島毅, 河野広輝, 米沢滋, 篠原登 (計画中)
内幸町分所(麹町区内幸町)	溝上銈
本郷分所(理化学研究所:本郷区駒込上富士町)	仁科芳雄
鎌田分所(放送協会技術研究所:世田谷区鎌田)	高柳健次郎, 原源之介, 高村悟, 木名瀬松寿
丸ノ内分所(国際電気通信(株)技術研究所:麹町区丸ノ内)	関英男, 塚田太郎, 仲上稔, 竹内彦太郎, 酒井貞雄, 深田雅夫, 甘利省吾
分室: 1官立研, 1帝大, 1私大, 5高等工業, 1公立研, 17民間研 (合計26組織)	
伏見分室(軍需省陶器試験所:京都市伏見区上覚町)	
甲子園分室(大阪帝国大学音響科学研究所:兵庫県武庫郡甲子園野球スタンド)	
早大分室(早稲田大学:淀橋区戸塚町)	
米沢分室(米沢高等工業学校:米沢市馬口労町)	
広島分室(広島高等工業学校:広島市千田町)	
浜松分室(浜松高等工業学校:浜松市広沢町)	
堺分室(大阪高等工業学校:大阪府堺市百舌鳥東之町)	
山梨分室(山梨高等工業学校:山梨県甲府市元柳町)	
麹町分室(東京都電気研究所:東京都麹町区有楽町)	
仙台分室(航空電気金属研究所:仙台市南町)	
川崎分室(東京芝浦電気(株):川崎市堀川町)	
目黒分室(日蓄工業(株):目黒区上大町)	
横浜分室(日本音響(株):横浜市神奈川区守屋町)	
生田分室(住友通信研究所:川崎市東生田)	
三鷹分室(日本無線(株):三鷹町上連雀)	
神戸分室(川西機械:神戸市林田区和田山通)	
塚田分室(三菱電気:兵庫県川辺郡園田村)	
門真分室(松下電気産業:大阪府北河内郡 ^{かどま} 門真町)	
日立分室(日立製作所:日立市助川)	
此花分室(住友電工:大阪市此花区恩貴島南之町)	
中原分室(富士通信機:川崎市中原)	
中目黒分室(沖電気(株)目黒分室:目黒区平町)	
高島分室(沖電気(株)水則研究所:静岡県沼津市高島町)	
甲府分室(今井研究所:甲府市古府中町)	
国分寺分室(小林理化学研究所:東京都北多摩郡国分寺)	
志木分室(埼玉県北足立郡志木町)	

一方、技術士官については主として、電波兵器の設計、試製、実験などの強化を目的に大学工学部の卒業生など比較的若年層から採用した（第6章第2節参照）。

したがって、未経験の研究人材が技術科士官として部内研究者となり兵器設計（総合研究）を担当し、有経験の研究人材が嘱託として開発研究や部分研究という兵器設計の補助部門を担当した。これは若手の部内研究者を経験のある部外研究者が補助者する構成であり、通常の技術開発からすると逆転した現象を示している。この逆転現象を解消する必要があるとして嘱託者の一部を技術科士官に登用する動きもあったが、実現はしなかったようである⁽⁵⁰⁾。

第2に、電波研究部で行われるレーダー研究そのものに関する管理も強化された。電波研究部では発令される訓令の増大を管理し、効率よく研究を実施するために、「研究実験整理記号」などを利用し、研究課題や進捗状況の管理を始めた。その作業は新たに設置された統進班でおこなっていた。例えば、レーダー開発に対して発令されている訓令や通牒を部門ごとに分類し、担当する科を明確にしている（表6、表7）⁽⁵¹⁾。

表6) 研究管理に利用された研究実験整理記号表

1. 科目記号……………（第1科は1，第2科は2などとなる）
2. 研究分類記号………（総合研究はA，部分研究はBとなる）
3. 分類記号……………（研究内容をアルファベットで分類したもの）
4. 一貫番号……………（累積番号）

表7) 研究実験整理記号表に用いる分類記号一覧

＜総合研究に分類されたもの＞	＜部分研究に分類されたもの＞
B……方式及一般	P……送受信機
C……電波探信儀反結合系	Q……指示機
D……電波探信儀非反結合系	R……射撃系
E……電波探信儀射撃装置系	S……電波
F……電波探信儀関係兵器	T……電子管
G……兵器性能調査ヲ主トスル研究	U……測定
H……装備ヲ伴フ研究	V……他ノ構成部品
K……教育指導	W……部品材料
	X……通信機
	Y……電源

表6および表7の事例として、3AC12と書かれていた場合は、電波研究部第3科担当で50センチ電波探信儀の試作訓令を示し、また2BQ03と書かれていた場合は、同第2科担当で電波探信儀指示機研究を示すことになる。こうした分類規則に基づき、1944年1月15日には、統進係作製の「訓令、総合、部分研究ニ対スル研究番号」の一覧が作製されている⁽⁵²⁾。

第3に、レーダーに関する研究開発として、基礎的な研究が継続的に行われるようになった。例えば、上記の研究分類記号を元に1944年1月時点での研究数を算出してみると、第1科では総合研究に区分される、AB（方式及び一般）研究を11件、AE（電探射撃装置）研究を3件、また第2科では部分研究に区分されるBT（電子管）研究を17件、BU（測定）研究を12件、BW（部品材料）研究を6件行っていることがわかる⁽⁵³⁾。具体的にみると、第1科ではレーダー工学、センチ波工学、電波反射防止研究などが含まれ、第2科では、真空管研究、電気材料研究、さらに導波管－共軸饋電線結合、単一導波管、三又導波管、空中線などが含まれていることが分かる。さらに第1科における事例では、対艦船射撃用レーダー開発のための基礎的研究がある。海上の対象物までの測距を実現するには等感度法などを利用したセンチ波レーダーの設計が必要で、その1案としてパラボリアンテナ方式があった。これを実現するために、導波管から同軸ケーブルへの接続法や偏波面を安定に保つ立体回路の作り方に関する基礎的研究が必要となった。第2科における事例ではレーダー用の真空管の開発および製造に必要な基礎的な研究や調査がある。超短波真空管やセンチ波管であるBK管や速度変調管などの基礎的研究さらに、真空管製造に不可欠な真空技術に関する検討などが行われた。こうした研究は囑託として動員された大学の物理学科に属していた研究者らが行った（本章第2節参照）。

なお、分所および分室に対して電波研究部が発令していた研究題目は、先の研究分類記号からでは分からないが、以下のような名称を「研究項目」として確認できる。電波応用兵器研究、電波基礎研究、電波基礎材料研究、超短波真空管研究、電波電気材料部品の研究、空電やデリンジャーに関する研究、電波輻射導波管、電波伝播回路研究、空中線多相送受信機の研究、電波輻射反射導波管研究、電波応用実験などである。いずれも個別の兵器の設計や調査研究ではなく、電波技術に関する基礎研究に属していた⁽⁵⁴⁾。

こうした点から、電波研究部の新設以降、部外研究者らを中心にいわゆる目的基礎研究が実施され、レーダー分野における研究開発が本格化したと評価できる。

5. 電波研究部の改組と研究管理の軍隊化

レーダー研究に関わる管理は、1944年末期からさらに次のように強化された。まず1944年11月には、電波研究部でレーダー設計を担当する第3科と第6科が統合され、新たに「研究団」および「分団」が設置された。また基礎的研究を担当する第1科、第2科では統合はされなかったが、それぞれに研究班、研究中班などが編制され、団長や班長などが任命され、軍隊式の管理が研究現場にも持ち込まれるようになった⁽⁵⁵⁾。第1科には6つの班が編制されていた（表8）⁽⁵⁶⁾。

また、研究開発すべき課題に関しても管理がさらに徹底され、訓令や通牒を踏まえさらに細かい要望が「研究実験発令書」としてまとめられた。例えば、1944年中では総合研究として52、部分研究として16の発令書が出されている⁽⁵⁷⁾。またこの時期には航空機搭載型レーダー開発が強化された。航空機用レーダーはすでに海軍航空本部下の航空技術廠で開発されてきた⁽⁵⁸⁾。しかしPPIレーダー（いわゆるロッテルダムレーダー）を搭載したイギリス軍機が夜間爆撃に使用されたとのドイツ情報などから、同種レーダーの開発を電波研究部に統合して実施する動きとなった⁽⁵⁹⁾。1943年9月29日には電波研究部内で「第1回航空機用電波探信儀空中線打合せ」として始まった⁽⁶⁰⁾。

表8) 第1科に設置された班および班長

時期：1944年12月～1945年1月

(1)事務班（含島田分室）	：菊池正士
(2)極超短波研究(220号)班	：菊池正士
(3)B研究班	：菊池正士
(4)磁探班	：渡辺寧
(5)111号部分研究班	：菊池正士
(6)A研究島田分室班	：渡辺寧

1944年末からは、レーダー開発における研究開発組織は、厳しい研究管理体制のもとで、質量ともに拡大しつつあったことが分かる。

6. 電波兵器部の設置と基礎的研究の中断

1944年6月のサイパン陥落後、日本本土ではB29による本格的な空襲が始まった。これに対する軍戦備計画は、本土防衛強化と兵器の特攻化であった。この戦備計画に対応した電波研究対策が取られるようになったのは、1945年2月になってからである。

1945年2月15日に大きな組織上の改革が行われた。第1は電波本部の廃止である。電波兵器の研究開発を所掌する行政部門が廃止され、電波兵器の開発は再び艦政本部と航空本部の所掌に戻されることになった。第2は海軍技術研究所電波研究部の廃止である。レーダーの研究開発を実施する部門として約19ヶ月間活動してきたが、この段階で研究部としての組織活動を停止することになった。第3に海軍技術廠の新設である。同月14日に海軍技術廠令が発令され、航空機部門を担当する第一海軍技術廠と電波兵器部門を担当する第二海軍技術廠が設置された（設置は2月15日）⁽⁶¹⁾。第4に海軍技術研究所電波研究部に代わって第二海軍技術廠電波兵器部が新設されたことである（設置は同日）。

この内、第二海軍技術廠には、基礎研究部、電波兵器部、音響兵器部、磁気兵器部、光熱兵器部、電気兵器部の6部が設置されることが處務規程に明記されている⁽⁶²⁾。その内、基礎研究部の所掌は各部に共通する開発研究、真空管研究、空中線研究、部品研究、材料研究で、電波研究部の第1科および第2科が担当していた研究を引き継ぐ予定であったようだ。しかし、実際には基礎研究部は、電気兵器部とともに設置されることはなかった。そのために新設の電波兵器部は電波研究部の第1科、第2科の業務を引き継ぎ、また電波兵器部長と通信兵器部長を一人（名和武技術中将）が兼任し、通信機器を含む電波兵器全体を受け持つようになった。両部内の分担構成を詳しく伝える資料はないが、通信兵器部第1科と電波兵器部第2科の班構成から、従来の組織運営が継続していたことが推測できる（表9）⁽⁶³⁾⁽⁶⁴⁾。ただしこの時期に実施された基礎的研究は、発令された訓令や通牒および発令書から見ると、多くは実践的な課題に限定されている⁽⁶⁵⁾。具体的には、基礎研究を担当してきた菊池正士は同年2月には「事態はすでに数年後の兵器の基礎研究などやって居るようななまやさしい物ではない」との認識をもつようになり、センチ波部門の基礎研究部門を中断させている⁽⁶⁶⁾。また真空管に関する基礎研究ではすでに前年9月頃より製造不良対策に切り替わっていた⁽⁶⁷⁾。

表9) 通信兵器部第1科, 電波兵器部第2科の班編成

時期: 1945年2月～8月頃

通信兵器部第1科
 電波伝播研究班
 秘密通信研究班
 調査班
 大平実験所

電波兵器部第2科
 電子管研究班
 部品材料研究班
 第1空中線研究班
 第2空中線研究班
 極超短波研究班
 測定研究班

さらに同年4月以降には、各研究班ごとに分散疎開（一次疎開）を始め、6月には、ほとんどの研究班に、地方の実験所、分所別室、分室別室が準備され、疎開が実施されることになり、合計18カ所に分散していったことが分かる（表10）⁽⁶⁸⁾。

表10) 電波兵器部の疎開先

<山形地区>

実験所	2	(米沢実験所, 村山実験所)
分所別室	7	(東北大分所高橋別室, 鎌田分所割田別室, 鎌田分所成生別室) 丸ノ内分所寺沢別室, 丸ノ内分所東根別室, 五反田分所東根別室, 鎌田分所長井別室)
分室別室	2	(川崎分室出羽別室, 中原分室楯岡別室)

<甲信地区>

実験所	5	(軽井沢実験所, 甲府実験所, 日光実験所, 松ノ山実験所, 相模実験所)
分所別室	1	(丸ノ内分所甲府別室)
分室別室	3	(早稲田分室小海別室, 三鷹分室鯉澤別室, 三鷹別室本城別室)

このように、1945年2月の第二海軍技術廠電波兵器部の登場以降、レーダーの研究部門は縮小させられ、さらに本土空襲への対策から取られた研究施設の疎開業務による混乱などによって、レーダーの研究開発部門の活動は、終戦を前にした1945年春の時点で、すでに実質上の機能が停滞させられていたことが分かる。

第2節 レーダー開発における物理学者動員の実態

1. 物理学者動員

海軍技術研究所は電波兵器開発のために外部研究者を比較的大規模に動員することになった。その動員方法に注目すると、海軍の臨時研究要員として海軍嘱託あるいは海軍技師などとして採用する個人別採用法と、部外研究組織を臨時の出先機関として海軍の分所あるいは分室などとして取り込む組織別採用法が取られてきた（本章第1節3参照）。第6章で検討するような海軍技術士官への登用（武官転換）という形態は、実績のある外部研究者には用いられていない。

本節では、レーダーの研究開発に対して基礎的研究面から関与した部外研究者のグループとして、物理学者の動員を取り上げ、レーダー開発における海軍の科学技術動員体制の運用実態および活動の実態を明らかにしたい。したがって、外部研究者として活動した、渡辺寧や高柳健次郎、岩片秀雄ら工学研究者については、ここでは扱わない。

（1）物理学者動員の規模ときっかけ

海軍技術研究所における電波兵器開発に動員された研究者の内、物理学者は特に研究開発の基礎的研究を担当した。こうしたレーダーに関する基礎研究に当時の日本の物理学者がどれだけ動員されたかは正確には分からない。そこで、海軍技術研究所が行った電波兵器開発に何らかの形で関与したと思われる物理学者について、その全体像を推定しておきたい。主として、東京帝国大学、大阪帝国大学、理化学研究所から、少なくとも合計23名の物理学者が海軍の電波兵器開発に関わったと推定できる（表11）⁽⁶⁹⁾。

物理学者が海軍の電波兵器開発に関わるようになったきっかけは、海軍技術研究所電気研究部第1科主任であった伊藤庸二が組織した物理懇談会にあるとみて間違いないだろう。

当初は、原子核物理学の知識、特に実験物理学における当時最新の実験機器などを応用することで、原子兵器やX線兵器などが開発できるとの期待があったが、1943年春までには、こうした新兵器への期待は消え、1942年7月に設置された物理懇談会は1943年3月で活動を中止した。

その一方で、この物理懇談会と通して物理学者と交流を深めた海軍技術研究所電気研究部では、伊藤庸二らを中心に、物理学者に電波兵器開発、特にマグネトロンを応用したセンチ波レーダー（センチ波レーダー）や高出力マグネトロン（Z装置あるいは殺人光線）の開発に加わって貰うことを提案することになった（第4章第2節参照）。

こうして始まった、物理学者の電波兵器開発への参加は、物理懇談会の主要メンバーであった仁科芳雄、菊池正士、嵯峨根遼吉の3名を中心に、その中でも主として菊池正士によって、推進させられることになる。また、大阪大学助教授であった林龍雄の場合は、物理学科に所属してはいたが、核物理学ではなく電子管物理学に相当する。表15には加えるが、その活動内容については第6章に回す。

表11) 電波兵器開発に動員された物理学者一覧

(研究グループ別, 1944年後半頃)

<物理学者名, 生没年>	<卒業年・大学>	<当時の地位>	<動員形態>	<動員依頼>
(1) 中心的役割				
西川正治(1884-1952)	1910年東大物理卒	東大教授兼理研	嘱託?	菊池
仁科芳雄(1890-1951)	1918年東大電気卒	理研仁科研	嘱託	名和, 伊藤
菊池正士(1902-74)	1926年東大物理卒	理研西川研→阪大教授	海軍技師	伊藤
嵯峨根遼吉(1905-69)	1926年東大物理卒	東大助教授	嘱託	伊藤
林龍雄(1912-?)	1933年東北大電気卒	阪大理助教授	海軍技師	?
(2) センチ波受信器				
熊谷寛夫(1911-77)	1933年東大物理卒	東大助教授	嘱託	菊池
霜田光一(1920-)	1943年東大物理卒	東大熊谷研	嘱託	菊池
(3) センチ波アンテナ				
鳩山道夫(1911-93)	1933年東大物理卒	理研: 西川正治研	海軍技師	菊池
伊藤順吉(1914-)	1936年阪大物理卒	阪大: 菊池研助教授	嘱託	菊池
山口省太郎(1914-没)	1938年阪大物理卒	阪大: 菊池研助手	嘱託	菊池
(4) センチ波用放電管(送受共通アンテナ)				
皆川 理(1908-94)	1933年東大物理卒	理研: 長岡半太郎研	嘱託	?
(5) 高出力マグネトロン(島田分室)				
萩原雄祐(1897-1979)	1921年東大天文卒	東大教授(1935年~)	嘱託?	?
小谷正雄(1906-93)	1929年東大物理卒	東大教授	嘱託?	嵯峨根?
朝永振一郎(1906-79)	1929年京大物理卒	文理大教授	嘱託?	嵯峨根?
湯川秀樹(1907-81)	1929年京大物理卒	京大教授	嘱託?	?
永宮健夫(1910-)	1933年阪大物理卒	阪大助教授	嘱託?	菊池?
伏見康治(1909-)	1933年東大物理卒	阪大教授	嘱託?	菊池
渡瀬 讓(1907-78)	1933年東北大卒	阪大助教授	嘱託	菊池
宮島龍興(1916-)	1939年東大物理卒	文理大	嘱託?	仁科?
小林省己(?)	1941年阪大物理卒	阪大副手?	嘱託?	菊池
小田 稔(1923-2001)	1944年阪大物理卒	阪大学生, 院生	動員	菊池
蜂谷謙一(?)	1944年阪大物理卒	阪大学生, 院生	動員	菊池
森永晴彦(1922-)	1946年東大物理卒	東大学生	動員	嵯峨根?

2. 動員された主要物理学者

ここでは、仁科芳雄、菊池正士、嵯峨根遼吉の3人の物理学者の経歴に注目し、海軍との関わりや海軍の電波兵器開発との関わりがどのように始まったかを確認しておく。

(1) 仁科芳雄と海軍

仁科芳雄(1890-1951)は1914年に東京帝国大学工科大学電気工学科に入学した。この時の同期生に名和武(1892-1972)がいたことが、彼と海軍技術との関わりの出発点と思われる。名和は大学卒業後に海軍造兵中技士(後の技術中尉に相当)となり、1919年に海軍

大学校選科学生として東京帝国大学理学部化学に入学し、海軍潜水艦用電池の開発を行うようになった。その後は海軍艦政本部第三部長を務め、海軍電気技術の発展の行政面からの責任者となった。1943年7月からは、海軍技術研究所に新設された電波研究部の部長職につき、海軍の電波兵器開発の管理者となった。仁科は、この名和と同期入学であったことに加え、仁科がヨーロッパ留学中（1922年9月～28年12月）に、名和が造兵監督官としてフランスに出張した時期に現地で親交を深めた。名和の帰国直後（1929年2月）には、仁科は名和の妹（美枝）と結婚し、互いに姻戚関係を持つことになった。こうした間柄もあり、1936年ころには理研の仁科研で進行中の宇宙線実験の研究のために、横須賀海軍工廠の二次電池工場（1937年には電池実験部となる）の直流発電機を利用させて貰っている。こうした経緯から、仁科は開戦前から海軍電気技術部門との間に個人的な関係をもっていたことになる⁽⁷⁰⁾。

仁科が1942年春に設置された物理懇談会に参加し、会の代表となることになった直接の理由は不明であるが、こうした個人的な関係が、伊藤庸二と仁科芳雄とを強く結ばせたきっかけの1つであったと考えることができる。ただし、物理懇談会が解散して以降、仁科は、海軍の技術開発よりも陸軍の技術開発（原爆開発など）に強く関わり、海軍の電波兵器開発に対しては、仁科本人は直接的な関わりをほとんどもたなくなる。こうした仁科の海軍離れの理由については不明である。

（2）菊池正士と海軍

菊池正士（1902-74）は、1926年3月に東京帝国大学理学部物理学卒業後、助手として2年間ほど大学に残った⁽⁷¹⁾。1928年4月には理化学研究所の西川正治（1884-1952）研究室に研究生として入所し、同年に電子の波動性を示す電子線回折写真を雲母の箔を使って撮影し、国際的に高く評価されることになった。1929年4月から2年間ドイツに私費留学したのち、1933年3月31日に大阪帝国大学（以下阪大と表記する）理学部講師となった。翌1934年9月17日に同教授となり、物理学第4講座を担当し、加速器による原子核崩壊、電子線回折、宇宙線の3つの研究テーマを進めた。とくに1934年に中性子と物質との相互作用の研究のために、中性子発生源装置として、Cockcroft-Walton式高電圧装置（40万ボルト加速器）を設置し、また1938年にはサイクロトロンを完成させた⁽⁷²⁾。太平洋戦争が始まっても研究は継続されていたが、1943年刊行の「日本数学物理学会誌」に報告された論文を最後に、彼は海軍技術研究所で電波兵器開発に携わることになった⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾。

菊池と海軍との関係がいつごろから始まったかは資料からは確認できない。菊池と伊藤庸二との個人的な接点もあまり強くないようだ⁽⁷⁵⁾。各種の証言から見ると、両者の最初のつながりは開戦後の1942年以降に始まるようだ。名和武の証言では、菊池正士が海軍の技師となることを勧めた人物は、伊藤庸二であったという⁽⁷⁶⁾。物理懇談会を設置し、物理学者と海軍技術研究所所員が公式に交流をもつ計画が作られたのは1942年初夏である。名和武の証言から推定すれば、菊池と伊藤との接触はこの頃であった⁽⁷⁷⁾。さらに菊池と伊藤とがひんばんに接触したのは物理懇談会の開催期の1942年10月以降と考えられる。おそらくこのときには、菊池は海軍技術研究所の研究嘱託となっていたと推定できる（第4章第2節参照）。菊池によれば、彼が海軍技師になる経緯を次のように証言している⁽⁷⁸⁾。

私が伊藤さんに始めて会ったのは、戦争中原爆をやるとかやらんとか水

交社で議論した時呼ばれた時でした。その後、突然電報を頂いてすぐ上京しろと云う事で、何の話かと思つて来てみると技研に来ないかと云う話で、もともと当時大分戦争も進んで居て、大学に居ても研究も出来ず戦争も生易しいものではない、此の祭思い切つてとお受けした次第ですが、あっちへウロウロこっちへウロウロして居る中に終戦になりました。

上記の証言中、「水交社で議論した時」とは、物理懇談会設置の計画が作られた1942年春ころと推定でき⁽⁷⁹⁾、また突然の「電報」で大阪から東京によばれ、伊藤庸二から「技研に来ないか」と海軍技師となることを勧められたと考えられる時期は、海軍技術研究所に電波研究部が設立された1943年7月前後であると推定できる⁽⁸⁰⁾。

1943年後期より阪大の菊池研に入ることが決まった小田稔(1923-)によれば、「間もなくどういふいきさつだったか学生の私には判らなかつたが、研究室をあげて1つにはウランの分離を目ざす熱拡散の研究と、もう1つは電波兵器の研究とに集中することになった」という。⁽⁸¹⁾ ここでいう「ウランの分離」研究が、物理懇談会に参加していた時期の、阪大菊池研究室の研究課題の1つであつたと推測できる。伊藤順吉も、「私は1942年の暮には、サイクロトロンを改造して、質量分析機にする設計を始めていた」と証言しており、この推測の1つのともなる。⁽⁸²⁾ また伏見康治は「原爆をあきらめた菊池は、日本の海軍の最大の弱点とみなされていたレーダー研究に突入した」と、ウラン分離の研究の挫折と電波兵器研究への参加との関わりを証言している⁽⁸³⁾。

(3) 嵯峨根遼吉と海軍

嵯峨根遼吉(1905-69)は、長岡半太郎(1865-1950)の五男として生まれた。兄弟は工学系に進んだが、彼は父跡を継ぎ、東京帝国大学理学部物理学科に進学、1929年3月に卒業した。霧箱やヴァン・デ・グラーフ型静電超高圧発生装置などの実験装置を設計・試作し、宇宙線や原子核の研究を行い、二年半の間欧米に留学した。1938年2月に帰国した嵯峨根は、理化学研究所で完成したばかりのサイクロトロンの運用をまかされ、アメリカで学んできた最新の知識を駆使して、人工放射能に関する多くの研究成果を生み出した。

嵯峨根が当時の軍部と関わりを持つようになったきっかけは、電気学会主催の講演会で、彼が「原子核」と題する報告を行ったことにあるようだ(1941年11月18日)。海軍技術研究所の伊藤庸二(海軍造兵中佐)がこの講演に興味を持ち、原子力応用について彼の意見を求めた。嵯峨根は調査の必要を力説したようで、これをきっかけに、核物理学者らが集まる物理懇談会が設置されることになった。物理懇談会で、嵯峨根が担当していた超硬X線開発が1943年6月頃に中断することがはっきりした後、今度は、海軍の電波兵器開発に協力することになり、同年8月には海軍嘱託になっている⁽⁸⁴⁾。嵯峨根はすでに電気学会を中心とした真空技術同好会会員としても活躍しており、彼の真空技術に関する高度な知識でレーダー用の真空管の品質向上や量産化対策が行えると、海軍技術研究所は期待したようだ。たとえば、嵯峨根は「秘、東京芝浦電気川崎支社エーコン管球工場見学視察報告」という報告を書いている⁽⁸⁵⁾。当時の真空管分野のトップメーカーであつた東芝の真空管工場を海軍嘱託として視察し、その結果、メートル波レーダー用受信管で、品質および歩留まりの悪さが問題となつていたエーコン管について、嵯峨根が実験物理学者としての専門知識を利用して、製造指導を行なつて居る様子が伝わってくる。

3. 菊池グループの形成と動員形態

仁科、菊池、嵯峨根の中で、海軍の電波兵器開発に基礎研究の責任者として加わったのは、菊池だけであった。しかも菊池は、3人の中でただ1人、海軍技師となった。さらに海軍技術研究所電波研究部の第1科、第2科の主任として、多数の物理学者のまとめ役として活動することになった。

(1) 菊池グループの形成

海軍技術研究所電波研究部の第1科、第2科に所属した物理学者を仮に「菊池グループ」と名付け、その形成過程を追ってみる。

まず、菊池正士が海軍技師になった経緯であるが、1943年12月の時には、大学教授職と海軍技師との兼任（併任）ではなく、大学職を辞して、海軍技師へ転出している⁽⁸⁶⁾。その約2ヵ月半後の2月18日付で阪大教授の兼任となっている。したがって厳密に言えばこの期間は、阪大菊池研究室が閉鎖されていたことになる。これに比較して、東北大学工学部の渡辺寧(1896-1976)の海軍技師就任は当初から兼任であった。渡辺は1936年9月7日付けで海軍の造兵業務嘱託になり、菊池と同時に海軍技師となった⁽⁸⁷⁾。渡辺の場合は、1944年12月15日に島田分室の所長という地位についてからも、仙台の自分の研究室に戻って研究指導を行なっている。「海軍技師を兼任するに及んではほとんど技研に詰めきりで、月1回二、三日仙台に帰り集中講義をするような状況であった」と証言している⁽⁸⁸⁾。菊池の場合は、1944年1月には、大阪の住居を引き払い、海軍技術研究所（目黒区）近くの渋谷区景丘町（現在の渋谷区恵比寿4丁目あたり）に家族とともに転居し、終戦まで菊池の活動の中心は東京にあった⁽⁸⁹⁾。またこれ以降、終戦までの期間で、菊池が大阪に帰った形跡はほとんどなく、阪大に復職して大阪に帰ることになるのは、1945年10月である⁽⁹⁰⁾。したがって、渡辺に比較して菊池は、兼任技師となって以降も海軍技師の業務を大学の研究室運営よりも優先していたことが分る。

菊池が技師になってから約1ヵ月後に、海軍技術研究所電波研究部では改組が行われた。1944年2月14日付の海軍技術研究所「分担表」によれば、少なくともこの時点で、菊池は電波研究部第1研究係の第1科（開発研究：事務と全7班）と第2科（部分研究：事務と全8班）との2つの科の主任となっている⁽⁹¹⁾。動員された物理学者でこのような責任ある地位についた人物は、菊池正士のみである。この「分担表」では、同科は第一研究係（責任者は伊藤庸二と新川浩）の下にあり、全体の統轄者は電波研究部部長（名和武）となっている。また、1944年末ころの「分担表」では、菊池は第2科主任だけに代わっている⁽⁹²⁾。

主任という地位は、電波研究部において、指導的な地位であることを意味している。ただし、菊池が所属する技術士官に対しても指導的立場を発揮できたのかは確認できない。彼の指導的な役割は、もっぱら阪大菊池研究室や東大西川研究室などに所属する物理学者を説得して、海軍嘱託や海軍技師とし、電波兵器開発のために海軍組織の中で基礎的な研究を実施させたことにある。これが「菊池グループ」の始まりである。

このグループの中心はやはり阪大菊池研究室所属の物理学者である。例えば、高出力マグネトロン開発に、当時阪大助教授であった渡瀬穰を出向させ、またセンチ波研究に、伊藤順吉同助教授、山口省太郎同助手（いずれも当時）を出向させている。渡瀬によれば、「戦争中は、菊池先生の是非というご要請に答えて、海軍技術研究所電波研究部島田分室へ出向した。18年{1943年}の8月のことである。先生は、主として東京の技術研究所電

波研究部の方で、22号電探の整備を担当しておられ、ときおり島田（静岡県）へこられる程度であった。したがって、島田での研究は私に一切まかせきりで」あったという⁽⁹³⁾。島田で行われていたマグネトロンの高出力化などの研究は、上記証言によれば、菊池の要請で渡瀬が担当することになったことになる。

（2）菊池グループの活動

ここでは菊池グループの中で、センチ波研究に携わった、伊藤順吉、山口省太郎、鳩山道雄、熊谷寛夫・霜田光一らの活動について明らかにしておく。

伊藤順吉(1913-)は、1933年に阪大に理学部が開設されたときの第1回生として入学し、1936年3月に卒業後、菊池正士の指導のもと渡瀬譲、山口省太郎らとともに、直径60センチのサイクロトロン建設に従事した。彼が加速器の研究を中止し、レーダー開発に関する研究を始めたのは1943年の春であったという⁽⁹⁴⁾。伊藤は「1943年になると、菊池先生の海軍技術研究所への出向に伴って、渡瀬さんは静岡県島田の大電力マグネトロンの研究所へ、私と山口さんとはセンチ波のレーダーの製作のために、東京の海軍技術研究所分室へ、いずれも出向した」と述べている⁽⁹⁵⁾。この「出向」は、菊池の要請によって、伊藤らが東京に長期出張することを指している。出向の時期については、渡瀬譲が1943年8月に島田に出向したことから、おそらく同じ頃であったという⁽⁹⁶⁾。1943年夏過ぎには、伊藤順吉、山口省太郎らは大阪を離れ、センチ波レーダーの開発を担当するために、海軍技術研究所三鷹分室（日本無線株の敷地内につくられた分室）で、約15ヶ月間の東京滞在の生活を送ることになった。海軍技術研究所三鷹分室に到着後からは、同分室の主任であった鳩山道夫のもとで活動した。研究の内容に関しては、菊池正士からの指示は一切なく、自主性にまかされたという⁽⁹⁷⁾。つまりこの時期には具体的な研究課題が与えられなかったことを意味している。当時、海軍は22号（仮称二号電波探信儀二型）というセンチ波レーダーの基本設計を完成させ実戦兵器としていたが、兵器としての安定性が悪く、役に立つ兵器であっても、期待される兵器ではなかった⁽⁹⁸⁾。1943年7月以降、22号の安定化対策と量産化対策が開始されたが、これらはもっぱら海軍の技術士官や技師らによって行なわれていた。したがって、海軍側が物理学者に期待していたのは、既存の22号の改良ではなく、センチ波に関する基礎的な研究であった⁽⁹⁹⁾。こうした背景から、伊藤順吉らは、1943年の12月ころまでは、島田分室に渡瀬譲を数回訪ねたり、小谷正雄や朝永振一郎らのマグネトロンの発振理論の報告会などに参加する中で、センチ波に関する基礎的研究、とくに立体回路の基礎的な研究を行なうにとどまっていた。

伊藤らが独自の研究テーマを持ったのは、海軍技術研究所における会合などを経た、1943年12月頃からである。伊藤らの最初の研究課題は、「送受信共用の電磁ラップによる試験用レーダーが1943年暮か、1944年1,2月に研究中であったのは確かである」との伊藤の証言から、22号電探に使用されてきた送受別の電磁ラップを送受共用の1つの電磁ラップへと変更するための基礎的な研究であったことになる。そのための主な研究内容は、受信部への送信波からのパワーの侵入をブロックする工夫にあり、円形導波管の偏波面の回転の利用や、T回路の利用などが検討された。この研究中の1943年12月頃に、ドイツからのロッテルダム・レーダー資料が日本にもたらされ、それを伊藤らは調査している。その結果、先のブロック問題を、放電管を使用することで解決する案に到達したという⁽¹⁰⁰⁾。

一方、鳩山道夫(1911-93)は、菊池正士の甥（菊池正士の四姉の子供）にあたり、1933

年に東大の物理学科を卒業後、理研の西川正治(1884-1952)研究室に所属していた。鳩山は叔父の菊池の「呼びかけに応じて飛込んだ」という⁽¹⁰¹⁾。海軍技術研究所の三鷹分室で伊藤順吉らの上司という立場で活動することになったが、彼がここに海軍嘱託として移ったのは1943年9月で、さらに正式に海軍技師となったのは1944年8月であるという⁽¹⁰²⁾。鳩山の場合においても、レーダー研究に参加するにあたって、菊池正士の働きかけがあったことがわかる。活動内容に関してもセンチ波などの基礎研究を、菊池正士と連名で報告している⁽¹⁰³⁾。

熊谷寛夫(1911-75、旧姓青木)は、1934年3月に東京帝国大学理学部物理学科を卒業し、大阪帝国大学の菊池研究室に入った。1939年には東大西川正治研究室の助教授となり、加速器の開発を行った。彼は、1943年秋ころに菊池正士の働きかけで、海軍のセンチ波レーダー開発に参加することになった。「{菊池}先生は戦時中に海軍のレーダーの仕事をし、私もその手伝いをした。(略)開戦のあと2年近くたって、昭和18年になって研究を極秘からはずして各方面の協力をもとめたのである。菊池先生はこれに応じたのである。

(略)私は西川正治先生を通じて協力を求められ、霜田光一君と一緒に菊池先生のお手伝いをし、東大物理教室の一室で小型磁電管を使って鉱石検波器の実験をはじめた」⁽¹⁰⁴⁾。

一方、霜田光一(1920-)は、1943年9月に東大理学部物理学科を卒業し、熊谷寛夫とともに、レーダーに関する研究に参加した。「菊池正士先生が海軍の技術研究所に移られてレーダー(電波探信儀といった)の研究に参加されたので、それを熊谷先生と一緒にお手伝いすることになった」と述べている⁽¹⁰⁵⁾。霜田の場合も、レーダー開発に関わるきっかけは菊池にあった。レーダー研究に参加した1943年9月ころに霜田は、東大物理教室で行なわれたという「極超短波研究会(あるいは談話会)」に出席したという。9月初めのこの研究会では、落合麒一郎(1899-1959:東大教授)、坂井卓三(1900-54:東大教授)、宮島龍興(1916-、文理大教授)らが報告し、9月末には朝永振一郎(1906-79、文理大教授)、小谷正雄(1906-93、東大教授)らが報告したという⁽¹⁰⁶⁾。括弧内の役職は当時のもの。

熊谷と霜田らは、先ず海軍から提供された受信用マグネトロン M60を発振器として利用し、鉱石検波のセンチ波に対する感度を調査したという。また接点を安定に保つ装置を工夫して、センチ波用の調節型鉱石検波器を発明した。ただし、最初の装置に対しては、菊池から「マッチ箱のようでは使い物にならん」といわれたという。菊池が霜田に対して、レーダー開発上の具体的な指導を行なっていることが分る⁽¹⁰⁷⁾。熊谷と霜田らの試作した鉱石検波器は、敵のセンチ波レーダーの電波を検出する逆採用の受信機として開発することが決まり、受信実験が始まった。1944年1月の実験では、M60(出力20mW)の発振で、電磁ラップを使用しないで45メートル、ラップを使用すると450メートルの距離で検出できるまでになり、20キロワットの出力であれば、50キロメートル程度での検出が可能であると予想できた。さらに同年1月末から2月始めにかけて、本格的な受信実験が行われた。熊谷によれば、東京湾をはさむ木更津-鶴見間での受信実験の際には、西川正治や菊池正士らが参加した、22号電探(M312を使用した出力2KWの送信)を用いた大がかりな実験であったという。「私共{熊谷と霜田}は西川先生も御一緒に木更津の富津岬に出かけた。電波を出しているのは東京湾の向い側の鶴見にある東芝の工場の一隅であった。受信に成功した。このとき菊池先生は自ら鶴見に出かけて、約束通りの時間に{22号電探の}導波管の送信ラップを富津岬の方向を中心として左右に振って下さったとのことであった」

⁽¹⁰⁸⁾ こうした一連の実験のあと、この受信機は、敵のレーダー用センチ波に対応する鉱石式逆探知受信機（47号）として、1944年1月から2月ごろに海軍から七欧無線機に委託され、製造されることになった。「その後熊谷先生は主としてこの47号のアンテナの広帯域化や増幅器の改良の研究を、私〔霜田〕は鉱石検波をミクサーにしたスーパーヘテロダインの研究をすることになった」が、「鉱石直接検波方式の逆探知受信機を用いて10cm波の海上伝播試験をすることが菊池先生によって計画され、私は受信側の主な担当者として5月から7月まで時々横浜の本牧へ行った」⁽¹⁰⁹⁾。このようにセンチ波に対する逆探知受信機の開発は菊池の指示によって進められていたことが分る。

これまで紹介した5人の物理学者の動員は、いずれも海軍からの強制的な動員命令などによるものではなく、菊池個人からの「呼びかけ」あるいは「協力」を「要請」したものである。このことから、1943年夏の時点での物理学者の動員は、伊藤庸二から菊池正士そして菊池グループへという協力要請の流れにより、行なわれたことが確認できる。つまり電波兵器に関する物理学者の動員、すなわち科学技術動員は、菊池正士の個人的な努力を主として実施されていたことが分かる。

4. 菊池グループの活動と目的基礎研究

海軍技術研究所電波研究部の中で菊池正士が担当した課題は、彼が海軍技師となった直後に第1科および第2科の主任を兼任した1944年1月時点では、以下のような14班に渡るものであった（表12）。

表12) 第1科、第2科主任の菊池正士に課せられた研究課題

第1科（開発研究）	主任：菊池正士技師
事務	（菊池正士技師）
第1班	A研究（菊池正士技師）
第2班	潜水艦探知（三井泉技師）
第3班	全方向電探（豊島鋼一技師）
第4班	B研究（菊池正士技師）
第5班	107号（同上）
第6班	109号（同上）
第2科（部分研究）	主任：菊池正士技師，副主任：高橋修一技術中佐，林龍雄技師
事務	（高橋修一技術中佐）
第1班	計算（菊池正士技師）
第2班	回路（高橋修一技術中佐）
第3班	空中線（岩片秀雄技師）
第4班	電波（新川浩技師）
第5班	電子管（林龍雄技師）
第6班	測定（同上）
第7班	部分材料（高橋修一技術中佐）
第8班	生産研究（同上）

表13の中で、物理学者を率いた菊池グループが担当した課題は、第1科の第1班、第5班、第6班の3つの課題に相当する。第1班のA研究とは、強力マグネトロンであるのZ装置の開発に相当する。第5班、第6班の研究は、センチ波を利用したレーダー開発に相当する。また、第2科の主任が林龍雄になり、兼任からはずれた1944年10月ころには、第1科主任である菊池の担当は表13のようになっていた⁽¹¹⁰⁾。

表13) 第1科の研究題目および研究担当者

<研究項目>	<班長>	<部員>	<副部員>	<係員>	<囑託>
事務班 (含島田分室)	菊池正士	菊池正士技師 水間正一郎技師	荷口技術中尉 伊藤恒雄技師	五十嵐書記 稲葉 田 太郎技手	叶屋復雄
極超短波研究 (220号)	菊池正士	菊池正士技師 鳩山道夫技師 平井技術大尉	平井善一郎技術中尉		熊谷寛夫 伊藤順吉 山口省太郎 皆川理 霜田光一
B研究	菊池正士	菊池正士技師	吉池久技術少尉		前田憲一 内海
磁探	渡辺 寧	渡辺寧技師 三井泉技術大尉	及川技術少尉	長塚技手	
111号部分研究	菊池正士	菊池正士技師 鳩山道夫技師 平井技術大尉	平井善一郎技術中尉		
A研究 (Z装置)					
島田分室	渡辺 寧	渡辺寧技師 菊池正士技師 矢浪正夫技術大尉 市島勲技術大尉 益子透技術大尉	水間正一郎技師 高尾磐夫技師		山崎莊三郎 渡瀬讓 小林 牧野 麻生 西, 米山 今関, 桑山
早大	岩片秀雄	岩片秀雄技師			
帝大	水島三一郎				水島三一郎 山崎
帝大	日野寿一				日野寿一
阪大	浅田常三郎				浅田常三郎
軍医校	横倉	横倉軍医少将 横堀軍医大尉			

また、研究課題の種類から菊池グループが担当していた内容を見れば、レーダー工学、センチ波工学、マグネトロン研究、電波反射防止研究で、特にセンチ波工学に関する研究事例では、導波管-共軸饋電線結合、単一導波管、三又導波管などの問題となる。この中で、センチ波工学にかかる研究について、その研究成果を検討してみたい。

(1) 水上射撃用センチ波電探の開発

1944年3月に、海軍省で「水上射撃用電探対策会議」が開催され、「重量容量に対しては制限は撤廃され、如何に大きくても、どんなに重くても良いから、要求性能を満たすものを間に合わせる」という要求がだされ、1944年「6月末迄に是が非でも本装置を整備に移し度い。此の機会を失ったら、本装置を実用する機会を永久に失するであろう」との緊迫した議論がでたという⁽¹¹¹⁾。こうした背景からセンチ波工学の研究が進展したことになる。この水上射撃用電探は、センチ波型レーダーを基礎とした3種類の設計で進められた。それぞれ名称は、31号(220号)、32号(105S2号)、33号(105S1号)であった。括弧内の名称は開発時の呼び名である。表17にあるように、極超短波研究として220号という名称があるが、それはのちに31号と呼ばれる電波探信儀となる。ここで31号とは仮称三型電波探信儀一型の省略である。31号の技術的な特徴は、パラボラにダイポールアンテナを使用し、送信部では導波管、アンテナ部では同軸ケーブルを使用しアンテナ部の回転を可能にする方式であった。一方、32号は電磁ラップが送信用1個(傾斜長1690ミリ)、受信用2個(傾斜長2750ミリ)で導波管のみを使用、33号は矩形電磁ラップが送信用1個(傾斜長1600ミリ)、受信用2個(傾斜長2750ミリ)という設計である⁽¹¹²⁾。220号の開発名をもつ31号は、導波管から同軸ケーブルへ電波を搬送させる問題など、センチ波工学における基礎的な解析がなければ、実用的な設計には不可欠な状況にあったことになる。こうした問題の解決を菊池グループが担当した

菊池グループの伊藤順吉らは、こうした問題解決のために、基礎的な研究を担当することになった。伊藤らは、送受共通のパラボラアンテナを用い、中心に配置したダイポールアンテナを左右に微振動させることで、2つのエコー曲線を出し、正確な方向を求める方式(いわゆる等感度法に対応する)、後の31号で用いる原理を考え出した。さらに送受信電波の切換え装置として当初は、円形導波管を扁平にして偏波面の回転を利用する研究を行い、また導波管から同軸ケーブルへの変換方法の研究も行った。切換え装置では、ドイツから入手したイギリスの航空機設置用センチ波レーダー(通称ロツテルダム・レーダー)の情報を調査した結果から、放電管を利用する方式に気づいたという⁽¹¹³⁾。伊藤は「装置の開発が得意であった山口{省太郎}さんのアイデアで、1944年になって、ほぼこの要求{レーダー射撃用照準とすること}に見通しがつき基礎実験を行なっていた」と証言している。この時期は、1944年春頃と推定できる⁽¹¹⁴⁾。こうした伊藤等の研究は与えられた課題を解決するために、基礎的研究を行ったという点で、「目的基礎研究」に相当すると判断しておきたい。こうした成果は、以下のような報告書となって残されている⁽¹¹⁵⁾。

伊藤順吉(嘱託：阪大助教授)・山口省太郎(嘱託：同)軍極秘「220号基礎実験資料(其の一)」(同年11月19日)⁽¹¹⁶⁾、および菊池正士(技師)・伊藤順吉(嘱託)・山口省太郎(嘱託)軍極秘「仮称三号電波探信儀一型(試製二二〇号電波探信儀)設計資料」(昭和20年1月19日)⁽¹¹⁷⁾。

さらに霜田光一の場合は、1944年3月10日に、鉱石スーパーヘテロダイン受信機を製作

し、センチ波パルスの受信に成功し、「意外なほど安定で感度が良いのに喜び、すぐに菊池先生や西川先生に報告した」という⁽¹¹⁸⁾。また3月13日にはスーパーヘテロダイン用の導波管回路を設計・製作し、各種の装置を取付けて調整し、4月7日には受信機を海芝浦実験所へ運び実験を始めたという。このとき霜田が始めたのは既存のセンチ波レーダーである22号に鉱石検波器を取付けるという研究ではなく、伊藤順吉らが携わっていた31号（霜田は220号と表現している）であった。霜田が31号との関わりをもったのは4月末頃からという。この頃に伊藤らの水上射撃用電探の研究と接するようになり、6月にはパルス波を細かくした高電圧パルス変調器の研究を菊池正士から依頼され、7月上旬までに送受共用アンテナに鉱石スーパーヘテロダイン受信機の実用化のための、切換え装置、変調用3極放電管の研究などの設計データを集めた。こうして照準用として開発した送受共用パラボラアンテナを用い、受信機には鉱石スーパーヘテロダインを使用した31号（220号）レーダーの基本設計が、同年7月17日から10日ほどかけて、三鷹の日本無線㈱において設計主任の津田清一（1905-没）らとともに行われた。31号は1944年8月末までに試作第1号ができ上がる予定となった⁽¹¹⁹⁾。

5. 菊池グループの変容

（1）水上射撃用電探要望の衰え

1944年6月中旬のマリアナ沖海戦の敗北以降、海軍の艦船は損失が著しくなった。この時期以降、水上射撃レーダーへの要望が急速に衰えたという。終戦後に海軍技術研究所の所員らが執筆した『海軍電気技術史』（編集委員長は名和武）には以下のような状況説明がある⁽¹²⁰⁾。

此ノ後 {1944年7月以降} , 対水上射撃用電波探信儀ニ対スル要望ハ急激ニ衰ヘタノデアルガ、研究ハ更ニ継続サレ三号一型 {31号} 及三号三型 {33号} ハ十九年末ニ至リ完成シ、二十年一月水雷学校ノ特一号練習艇ニ於イテ実艦実験ヲ実施シ略満足スベキ性能ヲ得タ。併シ何レモ完成ノ時機ヲ失シ実装備ヲ見ズシテ終戦トナッタモノデアル

したがって、要望は弱くなったものの、その後も開発、実用化への努力は継続されていた。しかし、基礎研究を担当していた菊池グループらの置かれた状況には、変化が現れることになった。

伊藤順吉の場合、「1944年の夏すぎになって、かりに兵器化ができて、これを積む軍艦の数が少なくなり、これらの兵器を用いる可能性のある海戦は期待できなくなった。これらの理由で、これ以上の研究は中止することになった」という⁽¹²¹⁾。また伊藤らは東京滞在を終え、同年11月頃には大阪に帰ったという⁽¹²²⁾。

また霜田光一の場合も、伊藤と同様な状況であった。「新しいレーダーが完成する頃には、それを載せる軍艦がほとんどなくなってしまうのではないかという恐れが強まった」と述べているからである。ただし、霜田には新たな課題が与えられた。「現用の22号レーダーの送信機などはそのままにして、受信機だけを改造すれば、さし迫った海戦に間に合うだろうという」ことから、1944年「8月28日三鷹分室で急遽オートダイン受信機（22号

改1のもの)を鉱石スーパーに改造してみることに」になった。つまり水上射撃用レーダーである31号の開発を推進するのではなく、水上見張用レーダーとして、在来の22号電探の安定化に努力する方針が取られたのである。1944年9月7日の実験で、霜田の受信機が使いやすいと確認され、9月中旬から「修理や補給の為ドック入りした軍艦のオートダイン受信機(22号改1)と次々に入れ替えられた」⁽¹²³⁾。従来、日本のセンチ波レーダーに関する歴史的な評価として、霜田による鉱石スーパーヘテロダインを採用することで、22号電探の動作が安定し、22号は実用的なレーダーとなったといわれてきたが、この22号の改良過程はこれまで詳しくは検討されてきていない。前述してきた31号開発の経過から、22号への鉱石検波器採用は当初から計画されていたものではなく、31号電探用として開発された受信機を転用した結果であったことがここで確認できる。さらに霜田は、1944年9月15日から31号の実験を再開し、オートダインによる鉱石受信機を取付け、同年11月初め頃には高感度のエコー受信が可能となったと述べている。しかし、彼はその後の31号については語っていない⁽¹²⁴⁾。

(2) 菊池正士の研究課題と研究方針の変更

1944年11月末になって、菊池は家族の疎開を期に、日記をつけはじめた⁽¹²⁵⁾。この日記を読むと、この時期から終戦までに、菊池がどのような名称の電波兵器開発計画を担当したか、どのような困難に直面していたか、また技師として外部から参加した菊池と海技研内部にいた海軍技術士官らとにどのような摩擦があったか、などの様子が見えてくる。

まず、電波兵器開発に関しては、日記に記載されている研究課題名として、反射防止装置(呉)、31号(東京)、SY8(島田)、SY9(島田)、112号(三鷹)、SJT α 、C装置(石川県七尾)、SZ1(三鷹)がある。括弧内はそれぞれ研究した場所を示す。島田で行った研究は、マグネトロンを利用した兵器であるいわゆる殺人光線に関するものと推測できるが、詳しい内容は分らない。三鷹で行った研究は、センチ波レーダーに関するものと推定できるが、計画されたレーダーのどの機種に対応するのかは不明であり、また船舶射撃用センチ波レーダーである31号の他に、どのようなセンチ波レーダーが構想されていたのかも、現時点では不明である。一方、七尾で行われたC装置とは、呉で行われた反射防止装置をさらに発展させた装置であると思われる。

こうした中で、詳しい記述が残されたものの1つが、31号(菊池は220号と日記に表記している)である。すでに1944年春から進められてきた31号電探について、菊池は実用化研究を継続しており、このことを1945年2月4日付け日記にこう書いている⁽¹²⁶⁾。

風邪はまだとり切らぬので220号の特一実験に行くのを中止した。昨年半年間あれ程苦心して力を入れた220号が、愈々此処まで来たと言ふのに少し熱が足りない様だ。あすこ(ママ)まで出来てみれば後は誰にでも出来ると思う安心と、戦局の推移で平射{水上射撃用}電探に対する要望が薄らいだこと、島田行に時間をとられること等が原因らしい。しかし完成までもう少し本気でやらねばいけない

この記述から、菊池が31号電探開発に1944年7月頃から「苦心」してきたことが分る。つまり伊藤、霜田らの基礎研究によって基本設計ができあがった31号を、菊池がこの頃か

ら直接に開発すべき対象とし取り上げていると読み取ることができる。

一方、1944年末頃から翌年2月頃までの期間で、研究の目的に対する菊池の姿勢に変化が現れていることが分る。1944年12月26日付け日記には、匿名の技師に宛てた手紙の写しがかかれていたが、ここには、菊池ら物理学者らのめざす研究は基礎的な研究であることが次のように語られている⁽¹²⁷⁾。

私の考えでは、専門家は今少し落ち着いて自分の専門を深く掘下げて貰いたいと思います。（略）日本中の研究者が、それが只実戦に直接使用されることのみ目標として研究する様になると大切な研究は皆ストップしてしまひ、国力増強に少しも役立たぬのみかむしろ国力を滅殺することになります。

しかし、1945年2月14日に海軍技術研究所が3たび組織変更され、電波研究部が廃止され第2海軍技術廠の元に電波兵器部と改組された以降では、菊池のこの姿勢にはつきとした変化がでてきた。たとえば、2月17日付け日記には、次のような記述がある⁽¹²⁸⁾。

事態はすでに数年後の兵器の基礎研究などをやって居るようななまやさしい物ではない。（略）それで僕もついに決心し、もし此の際二二号系の電探が海軍として尚ほ必要ならばMさんを押しつけてでも喧嘩をしても自分でやらせて貰はふと考えたのである。

これは、基礎研究を分担する2科主任から兵器化を担当する3科主任へと移ることを決意したことを記している部分で書かれたものである。物理学者として電波兵器開発に協力することは、もちろん基礎的な部分が主なる課題であり、1944年末まではそのように対応してきた。しかし、1945年に入る頃から、この対応に菊池は疑問を感じはじめ、伊藤庸二などの技術士官らが当初、菊池らに要求していた役割を越えて、実戦的な兵器にするための実用化研究に乗り出したいと、彼自身の研究方針の変更を決意したようである。

菊池のこの方針変更は、海軍技術研究所において、少なからぬ波瀾を引き起こした。まず、前述した2科主任から3科主任に転出したいという菊池の要求は、拒否された。この要求は、結局3ヵ月後に認められることになったが、この間、連合軍の上陸が予想されていた沖縄への出張が突如命じられたり（1945年4月2日付け）、目黒の海技研が空襲を受けたため、神奈川県釜利谷（金沢八景近く）へ首脳部が移転したり（同5月2日付け）、ドイツ降伏の情報が伝わった（同5月9日付け）、などの事態が起きた。こうした一連の事態の推移を経て、ようやく、5月16日に菊池の3科主任が決定されたのである。同日に菊池は高等官二等となり、これまでの2科は伊藤庸二が兼任することになった。菊池はこれで、「専心極超短波電探に専念出来ることになった」と述べている（5月16日付け）。

その一方で、転出問題は外部から参加した技師の限界を示すことにもなった。つまり文官である技師と、軍人である技術士官（技術科士官）が同じ主任を勤めたときに、両者に摩擦や対立が発生していたことである。菊池は技師として2科の主任を勤めてきたが、他の主任はすべて技術士官である。基礎研究を担当する2科の主任であれば、この役職（地

位)の違いは職務(役割)の違いとして区別されていたが、菊池が実用研究を担当する3科の主任へ転出したいと強く要求したことにより、技師のままにとどまっていることが問題となったのである。

菊池が島田を訪問したときに「いっそユニフォーム(軍人)になられたら」という誘いが菊池にあったという⁽¹²⁹⁾。つまり海軍技師から海軍技術士官へと武官転換せよとの誘いである。菊池の日記にもこうした話があったことが記されている。「海軍で技術者を確保する意味で文官をみな予備士官にする話あり。部長{名和武}よりも大変すすめられたが僕は希望しないことにした」とある(2月1日付け)。軍人とならなかった菊池が3科に転出するには、3ヶ月という期間とそれまでの戦況や事態の変化、そして菊池の高等官二等への昇級などの条件が必要であったと考えられる。

3科に転出した後も、技師の限界を示す出来事があった。同年6月中旬には菊池にも召集状が送られてきたのである。この召集には海技研からの手配で、菊池は召集されることなく、即日帰郷という対応がとられた(6月15日付け)。また、菊池は3科主任となり、終戦までの約3ヵ月間活動するが、その活動は2つの特徴をもっていたといえる。第1に、東京の自宅が全焼する(5月24日付け)など、研究所の疎開が本格化した。このため7月からは島田出張などが多くなり、実質的には、2科主任のときの分担を継続することになっていたのである。第2に、菊池の日記には31号や51号の実用化研究(艦船や航空機に設置して性能を確かめ、兵器として量産化できるようにするまでの研究)に対応する出張記録などが記されていない。一方、51号の開発や22号の改良は、元3科主任の森精三らが引続き継続して開発に当たっていたとする資料がある⁽¹³⁰⁾。

6. Z装置開発の経過

ここで、すでに第4章第2節で述べた強力マグネトロン(Z装置)開発が、その後どのように展開していったかを、物理学者の動員という観点から触れておきたい。

(1) 海軍技術研究所三鷹分室での活動

1942年7月ころに発令された開発訓令を受けてから、Z装置開発は日本無線(株)の敷地に設置された海軍技術研究所三鷹分室で、同社技師の山崎荘三郎らが中心となって開発が進められた。海軍側の担当官となった水間の回想では、「三鷹分室を建設したが、実さい(ママ)は何等なす事なく数ヶ月が経過してしまった」という⁽¹³¹⁾。またそれまでセンチ波レーダー開発にも関わっていた水間が、レーダー開発の担当から外れ、Z装置開発だけに専念するようになったのは、1943年正月頃であった⁽¹³²⁾。したがって、1942年中は日本無線の中での橋型マグネトロンの改造を中心とした取り組みだけが行われていたと推測できる⁽¹³³⁾。日本無線(株)の真空管部では、内部向けの『二磁録』と題した技術報告誌が発行されていた。現時点ではこの報告誌の所在の有無は確認できないが、当時の海軍技術研究所電気研究部では、『二磁録』をそのまま内部の報告誌に転載していたために、ある程度までは同報告誌の内容を再現できる。そこからは橋型マグネトロンの設計経過を知ることができるものの、Z装置開発に直接関わる資料を発見することはできない。Z装置の開発を担当していた山崎荘三郎らが、受信用マグネトロンの開発に従事していたと思われる報告のみが確認できる⁽¹³⁴⁾。したがって、この時期には山崎らがZ装置開発に専念できるような状態ではなかったと推定できる。1943年4月16日付の「電気研究部第一科編成表」に

よれば、この時点でZ装置開発の計画は、「基礎三」の所属として「A研究」と呼ばれていたことが確認できる⁽¹³⁵⁾。訓令では「Z装置」と呼ばれているので、本論文でもZ装置の用語を用いるが、海軍技術研究所内ではA研究として計画を呼び、他の計画と区分していた可能性が高い。ちなみに、「B研究」は、物理懇談会開催当時は核分裂応用兵器（原爆）開発の取り組みを意味していたが（1942年6月から1943年3月頃まで）、同懇談会閉会（同年3月）後からは、「短波電波探信儀研究」という別の研究課題の略称として用いられている（同年8月以降）⁽¹³⁶⁾。

（2）海軍技術研究所島田分室の設置経緯

Z装置開発を目的とした開発施設を新たに建設しようという計画は、すでに1942年11月には決められていた⁽¹³⁷⁾。施設の選定および施設工事は、1943年1月から5月までの期間に行われたようである⁽¹³⁸⁾。島田分室における殺人光線計画については、これまでもいくつかの証言や調査が行われてきている⁽¹³⁹⁾。ここでは、桂井誠之助氏が所蔵していた「矢浪正夫メモ」（1984年3月作成）および表17の島田分室配属の人名などを使って、島田分室に設置された研究室を示しておきたい（表14）⁽¹⁴⁰⁾。

表14) 島田分室に設置された研究室

1. 理論グループ
朝永振一郎，宮島龍興，小谷正雄，萩原雄祐 他
(マグネトロン理論)
2. 山崎荘三郎研究室（日本無線グループ）
(大電力磁電管，橘型の延長 20cm, 15KW, CW)
3. 渡瀬讓研究室（阪大菊池研）
小田稔，蜂谷，小林他，阪大グループ
(大電力新構想マグネトロン，空洞型)
(法貴四郎（電気試験所）：出力500KW, 10m^ハラホ^ラ)
4. 高尾磐夫研究室（旅順工大）
(短波長マグネトロン，波長3cm, レーダー用)
5. 麻生武雄研究室（東大水島三一郎研）
麻生は浜松高等工業学校
()
6. 矢浪正夫研究室（阪大菊池研の一部）
(効果実験，放射器，放電（西川，中川，長尾），マイクロ波電力測定)
7. 阿部前右衛門（東北大学渡辺研）
(A研究（大倉喜七郎），超低周波実験（日野寿一，勝波）)

（3）Z装置の開発組織

表18に示されている合計7つの研究室でどのような研究が実施されたかの詳細はわからないが、この中で研究資料として確認できるのものが、原子核理論系の物理学者らが所属していた「理論グループ」の成果である。Z装置開発の中心は橘型マグネトロンの高出力

化にあったが、海軍技術研究所ではその改良研究の進展の割には、マグネトロンにおける発振機構については分析が進んでいなかった。

1939年9月頃に認識した技研振動およびそれを現象的に説明する虚陰極概念の登場から、大きな変化はなかった。太平洋戦争が始まって以降は、マグネトロンの発振機構の理論的探究そのものが中断していた。Z装置開発はこの理論研究を再開させるきっかけとなったようである。島田分室の活動が始まり、理論系の物理学者らが参加することが定まった1943年10月以降から、まず海軍技術研究所側の研究者が、マグネトロンの動作機構について1941年2月以来中断していた基礎的な考察をまとめている。伊藤庸二（技術大佐）、水間正一郎（技師）、高尾磐夫（旅順工大助教授）による「磁電管の研究 超高周波用真空管の動作機構に関する基礎的考察」（昭和18年11月15日）である⁽¹⁴¹⁾。その目的は「磁電管の動的特性理論確立の第1歩として磁電管を包括する一般的超高周波用真空管の動作機構を支配する基本法則を明確化せんとするもの」で、マグネトロンの発振機構の解明には至っていない内容であった。さらに関連する報告が同年11月から12月までに4本をまとめ、陽極8分割マグネトロンの発振特性についての基礎的資料を示すまでに至っている⁽¹⁴²⁾。1942年以降から行われてきた研究をこの時期にまとめて報告したことになる。しかしマグネトロンの発振機構についての十分な検討まではこの段階では至っていない。こうした限界を超えることが理論系物理学者らに求められた課題であったと推測できる。したがって、上記の報告書に書かれた内容は、おそらく海軍側から物理学者に提供された橋型マグネトロンの発振機構の理論的成果であったといえる。それに加え、日本無線(株)の中島茂による報告書も作成されている⁽¹⁴³⁾。

島田分室に理論系の物理学者たちが集まったのは、早くても菊池正士が海軍技師となり大阪から東京に居を移した1943年12月以降であると思われる。ただし、すでに1943年9月頃からは東大の物理学教室では極超短波の研究會が開催され、マグネトロンの発振機構の検討が進んでいた⁽¹⁴⁴⁾。同年末頃から、さらに場所を島田分室に移して、数人のセミナーが催されるようになり、『島田技報』とよぶレポートも刊行されることになった⁽¹⁴⁵⁾。この『島田技報』は表15に示してあるように、1944年1月の第1号から1944年11月の第13号まで刊行されていたことが分かる。

表15) 『島田技報』一覧（第1号から第13号まで）

- 第1号 水間正一郎（海軍技師）「極超短波磁電管発信器の研究（理論の部）」（昭和19年？月）
- 第2号 朝永振一郎 秘「分割陽極磁電管の理論、第1回、第2回」（昭和19年1月5日）
- 第3号 小谷正雄、宮島龍興 秘「磁電管内の電子軌道」（昭和19年2月29日）
- 第4号 水間正一郎、高尾磐夫秘「分割陽極磁電管に於ける電子成極効果と其の安定條件」（昭和19年1月10日）
- 第5号 萩原雄祐 秘「磁電管の機構に於ける共鳴区域の理論」（昭和19年2月10日）
- 第6号 著者不明 秘「磁電管ノ研究（分割陽極磁電管ニ於ケル？期廻転振動ノ発振機構ニ就テ）」（昭和19年1月16日）
- 第7号 著者、論文名不明
- 第8号 著者不明 秘「一分割磁電管ノ研究 第一報（SW3NO.2ニ就テ）」（昭和19年9月1日）

第9号 著者不明 軍極秘「電波集束ノ研究 第一報（電磁ラッパ楕円面ニ就テ）」

（昭和19年9月20日）

第10号 著者不明 秘「空洞共振器ノ特性ニ就テ」（昭和19年8月15日）

第11号 著者不明 秘「SW2（ほうづき型）磁電管について」（昭和19年10月20日）

第12号 著者不明 秘「ひまはり型磁電管について（第一報）」（昭和19年11月30日）

第13号 永宮健夫（囑託） 秘「日まはり型空洞ノ固有振動について」（昭和19年11月23日）

なお、『島田技報』が現存しているかどうかは現時点では確認できていない。しかし、ここで報告された研究内容の多くは、論文タイトルの類似性から、戦後に一般の雑誌、学会誌などに形を変えて掲載されていると推定できる。このため、その内容を大まかには知ることができる。例えば、第1号の水間正一郎の報告は、戦後直後に手書きガリ版刷りの印刷物として製本されている⁽¹⁴⁶⁾。第2号の朝永振一郎の報告は、戦後再開された理化学研究所の研究報告会で報告され、おそらくその後に日本物理学会誌（欧文）に3回に分けて発表されたものと推定できる⁽¹⁴⁷⁾。第3号の小谷正雄の報告は、岩波書店の『科学』に掲載され、朝永同様に学会誌（欧文）に発表している⁽¹⁴⁸⁾。また第5号までの報告全体については、共著として刊行された⁽¹⁴⁹⁾。また『島田技報』の報告かどうかは不明だが、当時、島田分室で行った研究と思われるものに、渡瀬讓、小田稔の報告がある⁽¹⁵⁰⁾。したがって、島田分室でのZ装置開発に加わった物理学者の研究内容の一部はある程度は知ることができる。主に楕型マグネトロンが発振機構およびセンチ波（マイクロ波）伝送に関わる立体回路理論という、基礎的な研究であったといえる。Z装置の開発を目指していたといっても、きわめて理論的な研究が行われていたことが分かる。終戦直後に島田分室におけるこうした研究が公表ができた理由でもある。

（4）Z装置開発計画の末路

Z装置開発はどこまで進展したのか。この問題に答える資料は、当事者の回想録などに限られ、実証的な探求は現時点ではできない。また関連する問題として、Z装置開発を当時の物理学者らがどれだけ見込みのあることとして理解していたのかという疑問もある。こうした問題については、資料調査を踏まえたさらなる研究が必要である。

第3節 小 括

1943年半ば以降、海軍の軍戦備計画の中で、電波兵器が注目されるようになり、電波兵器開発の早急な対応が求められることになった。特に未解明であったレーダー工学やセンチ波工学など分野で、開発能力を増大するには、外部の研究者を動員することが必要であった。そのために、海軍は海軍技術研究所に電波兵器を専門に担当する電波研究部を設置し、この部署を中心に外部研究者の取り込みを図った。人員拡大、施設増設などの開発組

織の拡大の一方、電波兵器開発を単独に分掌する技術行政機関、電波本部の設置もおこなった。しかし、部外の研究者を動員する方法には新たな制度を準備することはなかった。従来までの嘱託制度や技師登用制度をわずかに拡張することで、対応した。したがって、電波兵器開発における研究者動員の新規制度は作られることなく、開発実施部門による既存制度の拡張利用で対応したといえる。ここではそれを、「海軍技師登用制度」と「嘱託制度」による科学技術動員体制と呼んでおきたい。

さらに、こうした動員体制には、開発を実行する際にある結果をもたらした。例えば、嘱託制度においては、第1に、開発実施部門での臨機応変な採用が可能であるために、要求された課題を解決能力のある適切な人材に割り振ることが容易となった。したがって、目的基礎研究に相当する活動が実施でき、レーダーに関わる研究開発に進展が見られることになった。しかし第2に、軍の研究所における嘱託の地位は極端に低く、またその発言力も高くはなかった。そのために基礎研究と兵器化研究とに大きな情報の壁が作られ、開発力を弱めることになった。同様の問題は技師登用制度での生じていた。菊池ほどの能力をもった研究者であっても、実用化研究の分野に参加するためには、技師という文官ではなく、技術士官という軍人になることを要求されていたからである。この問題は、レーダー開発を担当した伊藤庸二も当時の段階で認識していたようである。彼は当時の開発状況を、未経験である部内研究者が投手となり有経験の部外研究者が捕手となっているとととえて、克服すべき問題として考えていた。ただし、その解決方法は、「正しい思想、私心の少ない有力な部外者の一部が海軍部内に入り、指導者として立って貰うことが必要である事を重ねて表明する」とか、「其の位にあらずんば議せず」などと、外部の研究者が海軍技術士官となることでしか解決できないと展望していた。ここに、海軍の科学技術動員体制の特質が現れていると考える。

注と文献

(1)「電気研究部第1編成表」(1940年1月10日現在)『統進資料L1 組織』。

(2)同上。

(3)「海軍軍属宣誓規則」(明治41年9月29日、達第110号)『海軍諸例則』第十四版より。前者の海軍軍属とは、「海軍文官、同待遇者」を除き、雇員、傭人、海軍工員、海軍部内嘱託者をいう。採用に当たって、彼らには、忠誠、規律、信義、言行および機密厳守に関する宣誓をさせ、宣誓者は宣誓書に署名捺印をする。海軍嘱託とはここで示された海軍部内嘱託をいう。同規則第2条より。なお、技師、技師などの海軍文官については、「海軍文官身上取扱規則」(大正4年3月1日、達第24号)で規定されている。

(4)海軍嘱託の中に研究嘱託という特別枠を規定する規則は確認できない。

(5)波長 3m, ピーク出力 5kw, 探知距離約 100km. 伊藤庸二「電子兵器の全貌」『機密兵器の全貌』(興洋社 1952年)

(6)波長 10cm, ピーク出力 500w, 探知距離約 20km. 同上。

(7)鮫島素直『元軍令部通信課長の回想』(非売品, 1981年) p.101. 伊藤庸二「電子兵器の全貌」『機密兵器の全貌』(興洋社, 1952年) p.136. 水間正一郎『私のあゆみ』(手稿, 1975～76年)。

- (8)1943年になってメートル波レーダーの内、略称11号、12号、21号の3種類だけが正式採用された。
「内令兵40」『内令提要』810ノ11。（昭和館図書室所蔵）。
- (9)『統進資料L7 訓令工事一覧表二号（様式2）』。（昭和館図書室所蔵）
- (10)嘱託は継続していたと推定した。判任官と工員の人数は不明。同上
- (11)「電波探信儀分担当表」（日付なし。推定は1942年3月頃）。『統進資料L1』前掲。この時点では第1科「基礎研究」、第2科「無線送信」、第3科「無線受信」、第4科「無線応用」という通常業務を兼務している。
- (12)「電気研究部第一科現状報告」（1942年11月6日）同上。
- (13)「電波探信儀急速完成を期するために新部独立或は現電気研究部拡張を計画す」（1942年6月19日付）同上。この時の高等官数には高等官待遇の嘱託は含まれていないと判断した。
- (14)「電波探信儀研究班拡充第1期計画」（1942年6月30日付）同上。
- (15)「研究試製全般」（1942年8月10日付）同上。
- (16)1942年7月には新規のレーダー開発用実験所の設置が決定し、千葉県太東実験所となった（1942年8月5日起工式、1943年3月竣工）。大野茂、鈴木直吉「軍極秘、海軍技術研究所太東実験所工事概要（第一回報告）」『研究資料』第275号（昭和19年5月1日）。
- (17)第4章第2節参照。
- (18)防衛庁防衛研究所戦史室編『戦史叢書』第88巻海軍軍戦備(2)開戦以降（朝雲新聞社、1975年）p.65.
- (19)開戦後に実現した新兵器として電波探信儀が紹介された。同上 p.58-59.
- (20)軍令部機密第37号「昭和17年度戦時航空兵力増勢及艦船建造補充計画艦船建造追加ニ関スル件商議」（昭和18年2月2日）。同上 p.52-53.
- (21)海軍軍務局「戦備促進第二期実行計画策定ノ件照会」（昭和18年3月15日）。同上 p.63-67.
- (22)官房機密第734号（1943年2月17日）。完成期を1943年8月31日に延期するという指示がある。
『統進資料L7』前掲。
- (23)「第一科編成表」（1943年4月16日付）『統進資料L7』前掲。例えば、伊藤庸二、高橋修一「秘、電波の波長と反射係数との関係に就て」『研究資料』第252号（昭和18年12月11日）などがある。
- (24)海軍技術研究所電気研究部の高等官数、判任官数の推移は1941年4月時点で25（9）人、18人、1942年4月時点で34(20)人、24(10)人、1943年4月時点で79人、53人である。カッコ内はレーダー開発に従事した人数として本文で示した人数。電気研究部「電波科学研究機構強化拡充対策（昭和20年3月迄の計画なり）」、『統進資料L1』前掲。
- (25)「電波科学研究機構強化拡充対策」『統進資料L1』前掲。
- (26)「多摩陸軍技術研究所令」（勅令第496号、昭和18年6月15日）が出され、同年6月17日には「多摩陸軍技術研究所業務分掌規定が」発令された。国立公文書館所蔵。
- (27)電波研究部設立過程を示す資料が、現時点では発見されていないので、これ以上の説明はできない。
- (28)「無題（組織表）」（1943年8月24日付）。『統進資料L1』前掲。表の中で、盲着とは盲目着陸装置のことで、夜間誘導装置を意味している。
- (29)、階層別に区分けされた個人名から計量した。ただし完全には重複者を排除できなかった。同上。
- (30)「大臣電波研究部巡視記事（探信兵器の部）其の一電波研究部本部巡視」『研究資料』第259号（1944年1月12日）。
- (31)「海軍嘱託者身上取扱規則」（達第133号、昭和17年5月1日）『海軍諸例則』14版。専務嘱託とは「他ニ本務ヲ有セズ専ラ海軍ノ勤務ニ服スル者」、兼務嘱託とは「他ニ本務ヲ有シ部外者タル身分ヲ以テ海軍ノ勤務ニ服スル者」をいう。帝国大学所属研究者の場合、嘱託採用具申書に履歴書を提出し、海軍大臣が認可する。

- (32)「大臣電波研究部巡視記事」同上 p.5. なお、技術開発について陸軍と海軍とが異なった方法で対応したことはすでに指摘されている。例えば、航空機技術部門で「陸軍は研究・試作を民間に委ねて発注・審査、改造発令にあたるのみであったが、海軍は大規模は研究組織を有し、設計資料を作成し、特殊な機体、発動機的设计、試作まで行なった」という。林克也『日本軍事技術史』（青木書店、1957年）p.257.
- (33)伊藤庸二「秘、戦時下研究雑感」『電波研鑽録』第164号（昭和20年1月25日）。1944年4月以前の数字と判断できる。
- (34)『統進資料L1』前掲。
- (35)この時期には小形移動式電波探信儀の開発を求める訓令（艦本訓令3号ノ7762、1943年6月16日）や、小形真空管に関する訓令（同年10月29日）などが発令された。
- (36)『研鑽録』（1938年～1943年11月全292号）、『多相研鑽録』（1939年12月～1942年10月全90号）、『研究資料』（1939年～1945年全351号）などがあった。
- (37)刊行された期間および刊行数は、順番に、1943年10月～1945年7月（全205号）、1943年10月～1945年4月（全159号）、1943年10月～1945年6月（全125号）である。
- (38)各報告誌の表紙に、刊行部数と送付先が明記されている。20部程度を部長と各科主任に送付するケースが多い。
- (39)伊藤順吉氏の証言（河村宛1996年9月30日付書簡）。
- (40)御前会議で決定された「今後取るべき戦争指導の大綱」の中で設定された。『海軍軍戦備2』前掲p.117.
- (41)「大臣電波研究部巡視記事」、「同、其二 太東実験所及須賀砲台巡視」『研究資料』第260号（昭和19年1月12日）。大臣巡視は、海軍技術研究所本部を1943年10月25日、太東実験所を同年10月30日、須賀砲台を11月1日、富岡実験所を11月8日の計4日間渡って実施された。
- (42)2度目の大臣巡視は1944年2月14日。訪問者は訪問順に、高松宮、軍令部第2部長（黒山亀人大佐）、元軍令部総長（永野修身元帥）、電波本部長（大川内伝七中将）など。『統進資料C9 一研統進資料目録』。
- (43)1研通達第13号「第一研究主任通達ノ件通知」（昭和19年1月17日）。当初は第1科、第2科が部長直属であったが、1研究係が管理することになった。「1, 2, 3, 6科ニ於ケル必要ナル事項ニ関シ第一研究主任通達ヲ以テ通達ス」とある。『統進資料L1』前掲。
- (44)勅令第286号。国立公文書館所蔵。
- (45)「海軍艦政本部海軍航空本部及海軍電波本部関連業務暫定処理規程」（1944年7月10日）（艦本機密第11号ノ11438、航本機密第8646号、電本機密第67号）。『内令提要』。
- (46)「海軍技術研究所電波電気音響研究部研究分室編成」（昭和19年11月現在）。矢島弥太郎資料。
- (47)同上資料より、電波伝播研究、音響研究を除いて、算出した。
- (48)『昭和十九年二月一日調 技師・技手名簿 海軍艦政本部第三部』を利用して計算した。昭和館図書室所蔵。
- (49)史実調査部技術史担当係『旧海軍電気技術部門名簿』（昭和21年8月）などより算出。史料調査会所蔵。
- (50)伊藤庸二が1944年4月17日に理化学研究所で行った談話会で、未経験である部内研究者が投手となっていて、捕手となっている有経験の部外研究者に球を投げていることに心細さがあると述べ、「有力な部外者の一部が海軍部内に入り、指導者として立って貰うことが必要である」と主張した。伊藤庸二「秘、戦時下研究雑感」『電波研鑽録』第164号（昭和20年1月25日）10p.
- (51)『統進資料L1』に含まれる「一研通達綴込簿」より。
- (52)この一覧を綴じたファイルが『統進資料C6 研究番号索引』である。

- (53)この略号は研究課題の区別に利用されている。1944年1月時点でまとめたもの。同上。
- (54)「海軍技術研究所電波電気音響研究部研究分室編制」前掲。
- (55)「無題」（昭和19年11月16日、一研通達第38号）。第1研究団長は新川浩技師、第2研究団長は高橋修一技術少佐、第3研究団長は桂井誠之助技術少佐、第4研究団長は森精三技術少佐であった。また、第1科、第2科は研究班や研究中班として編制された。『統進資料L1』前掲。
- (56)「無題」1944年12月頃の一覧表と推定。B研究とは、電離層反射による物体探知可能性の研究、111号部分研究は22号電探の出力増大研究。同上。
- (57)『統進資料C5 発令書』。
- (58)航空本部のレーダー開発計画は官房機密第11429号「仮称航空機用電波探信儀研究実験ノ件訓令」（1941年12月5日発令）から始まった。完成時期は1942年3月31日と設定されていた。『統進資料L7』前掲。
- (59)確認できる関連機密電報は、1943年6月5日付の独機密第545番電である。これは、在ドイツ武官「軍極秘、英国新型機上用電探（パスファインダーノ概要）」『外国資料』第25号（昭和19年1月15日）として報告された。
- (60)「第一回航空機用電波探信儀空中線打合ハセ記録」（舟橋憲治技手）『統進資料B1 空中線』。この打合せは、空技廠、航空本部、技術研究所および嘱託などから合計17名で行われた。場所は海軍技術研究所電波部長室。
- (61)海軍電波本部の廃止は、海軍技術廠令付則に明記された。第二海軍技術廠は海軍航空本部に所属し、その所掌は「波動兵器関係事項（第一海軍技術廠ノ所掌ニ属スルモノヲ除ク）」とされ、「海軍大臣ノ指定スル」一部の波動兵器は第一海軍技術廠に所掌された。「海軍技術廠令」（昭和20年2月14日、勅令第65号）。『海軍諸例則』前掲。
- (62)「第二海軍技術廠處務規程」（昭和20年2月15日、内令第141号）。『内令提要』。
- (63)電波兵器部には第5科までであった。Reports on Scientific Intelligence Survey in Japan, September and October 1945, Vol.II. 国立国会図書館憲政資料室所蔵。
- (64)「通信一科研究要員数調査表」, 「電波二科研究要員数調査表」（昭和20年6月25日）。『統進資料L1』前掲。この他に電波3科（各種電波兵器の設計、試製の担当）があったらしい。菊池士郎編『絆—父の日記と学童疎開』（非売品、1996年1月）p.164。
- (65)『統進資料C5』前掲
- (66)『絆』前掲p.105。1945年2月付の日記。伊藤順吉氏書簡前掲。
- (67)林龍雄「真空管不良状況並にその対策」『電波研鑽録』第181号（昭和20年月日不明）『統進資料L10 小型真空管等調査』に収録。および「真空管歩留向上対策」『海軍電気技術史』その5（第5分冊）（非売品、1947年）。
- (68)「電波二科研究要員数調査票」（昭和20年6月25日調）『統進資料L1』前掲。電波兵器に関わる実験所としては、以下の名称が記録されている。仙川実験所、村山実験所、本城実験所、甲府実験所、米沢実験所、小梅実験所、西條実験所、鹿谷実験所、太東実験所、飯岡実験所、銚子実験所、大平実験所、松尾実験所、北広島実験所などがある。疎開先に設置された多くは急ごしらえの施設であったようだ。
- (69)各種資料より作成。
- (70)竹内柁「理化学研究所における実験」菊池俊彦『昭和期日本技術の形成過程の調査研究 技術者へのヒヤリングを中心に』（平成7年度から平成9年度科学研究費補助金（基盤研究A）研究成果報告書）（1998年3月）p.52～54。
- (71)この間に「兵隊に行き、病気になって除隊」したという。藤岡由夫他「菊池先生のこと」『日本物理学会誌』第30巻第5号（1975年）,p.316。

- (72)伊藤順吉「阪大の昔のサイクロトロン」『菊池正士—業績と追想』pp.145-148.
- (73)最後の報告は、菊池、渡瀬、伊藤、若槻、武田、山口、国府、末広、岡崎、小林、小田、赤堀「短寿命の放射性体の半減期の正確な測定」『日本数理物理学会誌』17（1943年）、p.544.
- (74)戦後の菊池の論文発表は、1950年の報告からはじまる。
- (75)両者ともドイツ留学しているが、この時期に交流はない（菊池正士：1929年4月～1931年6月5日、伊藤庸二：1926年9月～1929年8月、両者のドイツでの滞在期間は重なっていない）。また八木秀次との関係でも、菊池の場合は1933年に阪大理学部に着任した際に、物理学科の主任教授が八木であったこと、伊藤の場合はドイツ留学先を相談するために1925年春に仙台の八木に会った（初対面）が、八木が両者の仲介役を勤めたかは不明である。両者の仲介者として、つぎの2名の可能性を今後調査したい。(1)水間正一郎によれば、水間が1934年に大阪帝大の八木を訪ねた際に、菊池正士と面識を持ったという。(2)伊藤は物理懇談会を開催する相談を嵯峨根遼吉にしている。
- (76)「昭和17年初めの或る日曜日の朝同君{伊藤庸二}と菊池正士君が突然拙宅に来訪された。「菊池さんは大学をやめて海軍に来て貰うことに致しましたから部長からも頼んで下さい」と云う。(略)斯くの如くにして海軍技術研究所に協力して貰った人々は、当時の著名な人、又現在著名となった人を網羅したと云っても過言ではあるまい」。名和武「昭和16年以降の伊藤君と自分」『伊藤さんの傍』p.31.
- (77)高柳健次郎は、「{伊藤は}電波兵器特に電探の重要性を認識され、この電波兵器を急速に完成するためには、独り海軍技術の陣容のみでは到底困難であり、是非全日本の科学陣を総動員して、一大研究組織を作って邁進すべきことを提唱された」という。高柳健次郎「生まれ乍らの研究指導者、伊藤大佐」『伊藤さんの傍』p.469。また矢島弥太郎は、「君{伊藤}は部外の研究力を利用し総合的な共同研究を押し進める事に非常な熱意を示され、学校・官・民研究所及会社内の技研研究分室或は分所の設置に努力され、上司の指導適切であったのは勿論であるが、19年末にはその数37に及び君自身が技研側担当官として直接研究の渉に当たったものも24に及んだ事は、島田実験所の運営成果と共に、此の方面に於ける君の卓越した手腕を示したものである」。「東北大学の渡辺寧先生、理研の菊池正士先生、NHK研究所の高柳健次郎先生、理研の鳩山道夫先生を、海軍技師にお願いして、主として、目黒の電波研究部で働いていただきました」とも説明している。矢島弥太郎「名和さんの思い出」『名和武 追想録』(非売品、1973年)p.243.
- (78)1956年2月4日付け座談会より『伊藤さんの傍』p.542-543.
- (79)伊藤庸二「躍動する電波兵器と原子爆弾始末記」『機密兵器の全貌』（1952年）p.170.
- (80)1943年6月に陸軍では電波兵器を独立に担当する多摩陸軍技術研究所が設立した。その翌月に海軍でも電波兵器を独立に担当する海軍技術研究所電波研究部が設立した（7月10日）。
- (81)小田稔「先生の眼」『菊池正士—業績と追想』前掲 p.260。小田は1942年4月に大阪大学に入学し、43年後期に菊池研に入った。まもなく渡瀬譲とともに島田分室で強力マグネトロン開発に従事することになった。
- (82)伊藤メモ 1-p.2。伊藤メモに関しては著者宛てに送られてきた手紙の順番とその頁を付記することで参照注とする。以下同じ。
- (83)伏見康治、『菊池正士—業績と追想』前掲 p.111.
- (84)嵯峨根遼吉記念文集出版会『嵯峨根遼吉記念文集』（非売品、1981年4月）p.III.
- (85)『電波研鑽録』第4号（1943年11月5日）
- (86)菊池正士の「略歴」には任海軍技師とあり、兼海軍技師ではない。『菊池正士—業績と追想』前掲 p.90.
- (87)『学尊先覚 渡辺寧先生追悼録』(非売品、1978年)p.209.
- (88)渡辺寧「名和武さんの思い出」『名和武追想録』p.85。なお渡辺の場合は、併任海軍技師で中将待遇であったという。

- (89)景丘町の家は、1945年5月の空襲で焼失した。それ以降は、知人宅や海軍施設などを利用し、同年10月頃まで東京に住んでいた。
- (90)この日付は前掲『絆』による。また、文部省科学教育局が1947年3月に発行した「科学者一覧 第一巻（理学ノ部）」（国会図書館所蔵）にも、終戦後の菊池正士の職名欄に阪大理学部教授と書かれている。
- (91)この分担表は、矢島弥太郎資料の中にある酒井著「矢島会長の逝去に思う」に、戦後矢島が資料として酒井に渡した資料として添付してあったもの。同様の資料は田丸直吉『日本海軍エレクトロニクス史』（原書房、1979年）p.219、に掲載されていることをその後になって気づいた。
- (92)1科の主任は伊藤庸二、3科の主任は森精三であったようだ。
- (93)渡瀬謙「先生と宇宙線研究を中心に」『菊池正士—業績と追想』 p.154.
- (94)この頃に、海軍と物理学者との「顔合わせ」があり、「一席設けられた」という（伊藤メモ 1-p.3）。
- (95)伊藤順吉「磁気共鳴の夜明け」『日本物理学会誌』Vol.51, No.7（1996年）p.492.
- (96)伊藤メモ 6-p.2. 「正式の海軍の嘱託の辞令が阪大の書類に残っているのは1944年4月からで、年俸400円を給すと記してあります。当時の私の大学での月給が100円くらいであったと思いますので、まずまずの額で、これが大学での助教授（高等官7等）に相当する額であったのでしょうか。（略）嘱託の辞令がでるまでは、旅費と滞在費のいくばくかが適当に給付されたように思います（大学にも用事がありましたし、かたためて講義もしたと記憶していますので、かなりの頻度で往復しました）」。
- (97)この自主性は、阪大における物理学者の研究スタイルに由来するという。伊藤メモ 1-P.2
- (98)22号の開発は、1941年4月頃から研究が始まった。最近入手した資料によれば、22号は1944年4月25日現在で、最初の機種（UF-220）から11回もの改良機種が作られていたことが分った。霜田の開発した鉱石検波器を使用してスーパーヘテロダインとする受信機を取り付けたのは、こうした改良機種に対してであった。22号の開発・改良過程については別稿で改めて論ずる予定である。
- (99)新川浩によると、伊藤庸二は、科学者にレーダーに関わる個々の現象を学問的に探求してもらうことを要求していたという。中川靖造『海軍技術研究所』（日本経済新聞社、1987年）。現在は講談社文庫（1990年）として刊行されている。p.304.
- (100)伊藤メモ前掲、3-p.5.
- (101)鳩山道夫、前掲 p.80.
- (102)中川靖造、前掲 p.269. ただし、レーダー開発に関する鳩山の役割については、その詳細は不明である。
- (103)鳩山が海軍技師として報告したものは、『電波研鑽録』の以下の3つの報告論文だけである。「変調用三極放電管の研究」（昭和19年9月27日）、「空洞共振器型波長計ノ試作」（昭和20年6月1日）、「22号ノ同期機及指示機ヲ簡単ナル改造ニヨッテ 625Z ノ指示装置トナスコトノ研究」（昭和20年6月20日）。
- (104)熊谷寛夫「菊池先生の御性格」『菊池正士—業績と追想』前掲 p.235.
- (105)霜田光一「戦時中の研究の思い出」『日本物理学会誌』第32巻第10号（1977年）p.801.
- (106)この研究会は、島田分室のZ計画に宮島、朝永、小谷が参加するきっかけになったものであるが、研究会の詳しい活動内容は分らない。研究内容からみて海軍からマグネトロンの研究データの提供が必要であり、海軍関係者が出席していたとも推測できる。
- (107)霜田光一、前掲 p.802.
- (108)熊谷寛夫、前掲 p.235.
- (109)霜田光一、前掲 p.804.
- (110)『統進資料 L2』より。
- (111)伊藤庸二、前掲 p.142.
- (112)矢島弥太郎資料にある31号、32号、33号の図面より
- (113)伊藤の説明は「伊藤メモ」による。

- (114)伊藤らにこうした研究課題を与え、研究の進捗状況を確認していたのは誰だろうか。伊藤の証言によると、兵器部との窓口になったのは桂井誠之助(1916-没)であったという(伊藤メモ, 1-p.3)。彼は1944年4月1日に横須賀工廠から海軍技術研究所に転勤し、まもなく電気研究部第3科に配属されて、主に22号電探の安定化に取り組んだ。彼は同年7月、22号に鉱石検波器を取り付けるための指導をしたという(1978年3月付け手記。これは田丸直吉, 前掲 pp.233-239 に掲載されている)。
- (115)同様の研究成果として、以下の報告がある。岩片秀雄(技師:早大教授)・丸山一夫, 軍極秘「H波導波管端極装置ニ関スル実験(其ノ一)電磁管の結合竝ニ反射板が励振ニ及ボス影響」『電波研鑽録』第128号(昭和19年4月29日)および、永宮健夫(嘱託:阪大教授), 普「矩形断面ヲ有スル導波管湾曲部ニ於ケル電磁波反射ニ対スル計算」『電波研鑽録』第113号(昭和19年7月3日), さらに菊池正士(海軍技師:阪大教授兼任), 秘「10 厘波ノ海上伝播ニ関スル実験」『電波研鑽録』第116号(昭和19年7月)。
- (116)『研究資料』第311号脱稿は1944年2月とある。
- (117)『研究資料』第324号実験期間は1944年4月24日～11月8日までとある。
- (118)霜田光一, 前掲 p.804.
- (119)霜田光一, 前掲 p.805.
- (120)『海軍電気技術史』(1947年10月刊行), その5(P.57)。本資料の編集過程については、海藤雅美「戦後直後の思い出」『名和武追想録』pp.283-289 に詳しい。
- (121)伊藤順吉, 前掲 p.492.
- (122)伊藤メモ 1-p.11.
- (123)霜田光一, 前掲 p.805.
- (124) 田丸直吉は霜田の活動を高く評価している。田丸直吉『日本海軍エレクトロニクス秘史』p.236。さらに、霜田のその後の研究は、切換え放電管回路や無反射端、導波管分岐回路などの実験へと移った(三鷹)。また同年12月には、撃墜されたB29のレーダーの調査も行なっている。この時期には、「波長10cmのレーダーも高性能化するよりは、特攻船用の小型簡易のものを研究することになり」、1945年の終戦に至るまで、マイクロ波レーダーに関連する実戦向きの研究を行なった。霜田光一, 前掲 P.806-807。こうした努力については、終戦後に書き直された31号のダイアグラムに、鉱石スーパーヘテロダイン方式が使われていることから確認できる。
- (125)菊池士郎『絆一父の日記と学童疎開』(1996年1月)。日記に記載され始めた1944年11月28日から1945年8月15日までの期間(261日間)の内、長期に記載のない6月中旬から7月中旬までの約30日間は計算から除くと、148日間は目黒(東京)の自宅に滞在し、43日間は島田分室に滞在したことがわかる。その他は、出張(広島県呉, 神奈川県釜利谷, 石川県七尾など), 家族訪問(山中, 子供の疎開先)である。少なくともこの期間の約65%は目黒(東京)で活動していたことが分る。
- (126)同上 p.97.
- (127)同上 p.69.
- (128)同上 p.105。Mさんとは、当時電波兵器部3科主任であった森精三のことらしい。森は「科主任の間に意見の不統一があり、事務遂行上種々不具合が生じて居た」と、意見の対立があったことを記述している(『名和武追想録』p.212)。
- (129)小塩高文「菊池先生―戦中の思い出」『菊池正士 業績と追想』前掲 p.257.
- (130)田丸直吉, 前掲 p.225.
- (131)水間正一郎『私のあゆみ』前掲, p.184.
- (132)同上 p.185.
- (133)1942年7月からZ装置開発に従事した日本無線(株)の技術者は以下の6名であることが1943年10月に海軍技術研究所内の技術表彰申請のために作成された資料から分かった。『統進資料 L2 表

彰・特別任用』。以下年齢順に表記する。

(1) 山崎荘三郎 (1905年12月16日～?)

1933年3月 京都帝国大学理学部卒業
 1937年10月 日本無線(株)入社
 1941年5月頃 103号開発に参加
 1941年10月1日 海技研研究業務嘱託(奏任官)
 1942年7月より Z研究に従事
 1943年10月時点で同社真空部第3課長

写真は水間正一郎写真記録より



(2) 牧島昌五 (1907年7月3日～?)

1930年4月 早稲田大学 理工学部電気工学科 卒
 1939年10月 日本無線(株)入社 磁電管研究
 1942年7月 Z研究従事
 1943年7月1日 海技研 研究業務嘱託 奏任官
 1944年11月時点 日本無線(株)真空部第2工作長

写真 水間正一郎写真記録より (1941年8月)



(3) 中島 茂 (1908年1月20日～) (伊藤庸二の実弟)

1930年3月 早稲田大学理工学部電気工学科卒業
 1931年5月 日本無線(株)入社
 1941年5月頃 103号開発に参加
 1941年8月1日 海技研の研究業務嘱託(奏任官)
 1942年7月より Z研究に従事
 1944年11月時点 日本無線(株)真空部部长

写真は水間正一郎写真記録より



(4) 今関戊夫 (1910年2月7日～?)

1924年 東京市神田区 電気学校入学 1926年1月 退学
 1924年3月 日本無線(株)入社
 1941年 磁電管研究 22号電探開発担当
 1942年7月より Z研究に従事
 1943年9月1日 海技研 研究業務嘱託 判任官

写真は水間正一郎写真記録より (1941年8月)



(5) 深川修吉 (1911年4月13日～?)

1934年3月 京都帝国大学理学部物理学科卒
 1935年9月 日本無線(株)入社
 1935年9月 磁電管研究
 1942年7月 Z研究従事
 1943年4月1日 海技研研究業務嘱託(奏任官) 電探研究従事

1944年11月時点 日本無線(株)真空部次長

写真は『エレクトロニクス発展のあゆみ』より



(6) 佐藤博一 (1913年：T2年8月6日～)

1935年3月 米沢高等工業電気科卒
 1935年3月 日本無線(株)勤務
 1941年5月 103号の開発に参加



1942年7月より Z研究従事

1943年4月1日 海技研 研究業務嘱託(奏任官) 電探研究従事

1944年11月時点 日本無線(株)真空部真研第三課主任

写真は水間正一郎写真記録より

- (134)『二磁録』No.126(昭和17年10月7日): 転載『電波研鑽録』第2号, 山崎荘三郎, 佐藤博一, 入交正之(日本無線)秘「橋型受信管の多量生産に適する陽極構造(その一)」(昭和18年10月19日) p.11, 『二磁録』No.145(昭和18年5月20日): 転載『電波研鑽録』第3号, 山崎三郎, 佐藤博一, 入交正之(日本無線)秘「橋型受信管の多量生産に適する陽極構造(その二)」(昭和18年10月19日) p.11.
- (135)表の下にZの文字が付されている。『統進資料 L1 組織』前掲。担当者としては, 山県技術大尉, 平井技術大尉, 小塩技術大尉, 水間技師(以上高等官), 稲葉技手(以上判任官), 1等工員1名, 2等工員13名である。
- (136)「電波研究部編成表(昭和18年8月24日)」『統進資料 L1 組織』前掲。
- (137)『統進資料 L1 組織』前掲。
- (138)水間によれば, 1943年正月ころに施設関係の書籍を購入して, 200ページ以上の報告書を作成して施設本部に提出したという。水間正一郎『私のあゆみ』pp.187-188。また1943年5月5日には水間の家族が同地に移住したとあることから, この時期には工事がある程度まで進捗していたことになる。同 p.191。『東海パイプ六十年』(1968年)には「昭和18年5月, 第二海軍技術廠島田実験所(通称, 島田技験)が設置され」とある。p.84。ただし「第二海軍技術廠島田実験所」は海軍技術研究所島田分室, 「島田技験」は島田技研の間違えである。
- (139)島田分室におけるZ装置開発については, 以下のような回想, 記事および調査報告がある。浅野卯一郎(元海軍大佐)「勢号研究の思い出」『自然』(1950年12月号) pp.56-61。新名丈夫(元毎日新聞記者海軍担当)「Z研究「殺人光線」秘話」『一億人の昭和史』(毎日新聞社, 1977年) pp.239-241。および小屋正文・小林大治郎・土居和江『明日までつづく物語』(平和文化, 1992年7月): 第2章「海軍技術研究所島田実験所—殺人光線兵器の開発」 pp.79-143。などがある。
- (140)「矢浪正夫メモ」(1984年3月に書かれたもの) <桂井誠之助資料>。および『明日までつづく物語』前掲 pp.111-116を参照した。この内後者に示されている資料は, 当時, 島田分室で働いていた人を調査した結果を用いたもので, 現時点ではもっとも詳しい資料であるといえる。
- (141)『技研電報』第545号(昭和18年11月15日) <アメリカ議会図書館日本課所蔵>。この研究は1942年5月10日から6月10日かけて研究され, 同年9月19日には脱稿されていたものと書かれている。すでに脱稿していた研究を, 1943年11月の時点でまとめたことになる。
- (142)さらに以下のような報告が立て続けに出された。伊藤庸二「磁電管の研究 磁電管に於ける励振姿態と固有振動に就て」『技研電報』第546号(昭和18年11月6日), 伊藤庸二(技術大佐), 水間正一郎(技師), 高尾磐夫(旅順工大助教授), 西和人(旅順工大助手)秘「磁電管の研究 分割陽極磁電管の発振特性(第一報)」『技研電報』第547号(昭和18年11月16日) 23p。脱稿1943年9月19日(研究期間1942年11月10日~43年5月19日), 伊藤庸二(技術大佐), 水間正一郎(技師), 高尾磐夫(旅順工大助教授)「磁電管の研究 分割陽極磁電管に於ける周期回転振動の発振機構に就て」『技研電報』第548号(昭和18年11月16日) 37p。脱稿1943年9月15日(研究期間1943年2月15日~9月15日) 24部作成, 伊藤庸二(技術大佐), 水間正一郎(技師), 高尾磐夫(旅順工大助教授), 西和人(旅順工大助手)「磁電管の研究 分割陽極磁電管の発振特性(第二報)」『技研電報』第551号(昭和18年12月17日) 9p。脱稿19年1月16日(研究期間18年9月15日~12月15日)
- (143)中島茂『極超短波多相磁電管』(別冊綴じ, 昭和19年2月19日) 159p。製本された報告であるが,

おそらくは『二磁録』No.150号として刊行したものらしい。

- (144)霜田光一「戦時中の研究の思い出」『日本物理学会誌』（第32巻，1977年）p.801.
- (145)小田稔「マイクロ波の朝永理論」『科学』（1979年12月，No.49）p.792.
- (146)水間正一郎『極超短波磁電管の研究』（非売品，刊行年不明）118p. 『島田技報』よりさらに詳細に書いているかもしれない。また水間がこの後に編纂したと思える以下の文献もある。水間正一郎・朝永振一郎・高尾磐夫『超短波磁電管』（コロナ社，1948年3月）157p.
- (147)朝永によれば，1946年春の第44回講演会で，「立体回路に関する一般論の試み」，「磁電管の理論」（宮島龍興と連名），「場の量子論の相対律的定式化について」（田地隆夫と連名）の3件の報告をしている。朝永振一郎「わが研究の思い出—古い記録から」『日本物理学会誌』（第32巻第10号，1977年）p.772. 対応する欧文誌は以下の通り。TOMONAGA,Sin-itiro,“A General Theory of Ultra-short Wave Circuits I”, Journal of Physics Society of Japan, No.2,1947,pp.158-171, TOMONAGA,Sin-itiro,“Theory of Split-Anode Magnetron.I”Journal of Physics Society of Japan , No.3, 1948 , pp.56-61. , TOMONAGA,Sin-itiro,“A General Theory of Ultra-short Wave Circuits II”, Journal of Physics Society of Japan, No.3,1948,pp.62-70.
- (148)小谷正雄「電子振動による極超短波の発振—BK管，大阪管及び磁電管の理論—」『科学』（16巻第7号，1946年）pp.167-175. , KOTANI,Masao,“On the Oscillation Mechanism of the Magnetron”, Journal of Physics Society of Japan,No.3,1948,pp.86-89.
- (149)朝永振一郎・宮島龍興・霜田光一『極超短波理論概説』（リスナー社，1950年）264p. 朝永振一郎・小谷正雄共編『極超短波磁電管の研究』（みすず書房，1952年）296p.
- (150)渡瀬謙，小田稔「マグネトロン，特に空洞マグネトロンについて」『科学』（17巻第10号，1947年）pp.303-307.