

# OR, そのみなもとをたずねる〔I〕

岸 尚

オペレーションズ・リサーチという研究分野の誕生をその学会の発足で定義するなら、それは英国では1948年、米国は1952年、わが国では1957年。もう30年という歳月が過ぎようとしている。科学の全史に比べれば短いが、1人の研究者の生命の長さからみると30年は長く、30年の彼方は茫々として、とらえ難い。学会という軌道が敷かれた後がすでにそうであるので、学会発足に至るORの前史に至ってはなおさらに遠く、見わけ難い。その前史にしばらく焦点を合わせてみようと思う。前史から学ぶことがあれば学びとりたいと思うし、それより何より、人は知りたがり屋なのである。

オペレーションズ・リサーチの誕生は、第二次大戦の前夜に英国がレーダーの開発を決心したときにそのきっかけが作られた。その経緯については数年前本誌上〔1〕、〔2〕で紹介したことがあるので、以下にはなるべく重複を避けながら経緯のスケッチとその分析を試みよう。

## オペレーショナル・リサーチ

1935年1月28日、ロンドン。この日、航空省で小さな委員会が開かれた。「現今の科学および技術上の進歩が、敵性航空機の侵入を防ぐ現在の防空手段を強化するためにどの程度まで利用できるかを考究する」ための委員会である。

世界大戦が終って、ヨーロッパ諸国は幸福感に浸ることができた。平和とは何とすばらしいことかと。しかし、それはつかのまのことに過ぎなかった。1933年、ヒットラーが政権を取るに及び、にわかには政情は険悪化する。英国も騒然。政府筋も放置できない。少なくとも努力の姿勢は見せなければならない。

航空省勤務のロウは明敏な若い科学者だった。科学局長のウィンパリスを説いて研究委員会を運営する準備を始める。1934年の秋のことであった。

ウィンパリスは巷間の話題にしばしば上る殺人光線の可能性に強い関心を示したらしい。その当時殺人光線という最終兵器は、火星には蛸坊主のような不気味な生物

が棲息している、とする空想より、もっと現実性をもって語られていたのである。ウィンパリスは私的に、国立物理学研究所・電波部長ロバート・ワトソン・ワットに意見をただす〔3〕。

1935年1月28日に開かれた委員会では、だから、このことがまず話題になった。委員長ティザード、委員ヒル、同じくブラケット、同じくウィンパリス、幹事ロウ。俗に瓢箪から駒が出ると言うが、この人達は殺人光線という一つの思いつきから R. D. F.、すなわち今日の言葉でいえばレーダー、の開発という正しい選択を得たばかりか、早期警戒網・要撃管制という、今となっては常識に過ぎないが、その当時としては画期的な防空システムを開発するに至る。しかも、彼らはそれを3年という短期間にやってのける。時間の節約のため、彼らはレーダーのテクニカルな研究と並行して、そのオペレーショナルな研究を進めなければならなかった。Operational Research という造語はロウの考案だとされている。

## Henry T. Tizard

事業は人なりという。この委員会——委員長の名前を借りてティザード委員会とよぶのがならわしであった。——の人選についてまず思いめぐらしてみよう。委員会が成功した秘密の幾分かはその人選に帰せられるからである。

委員長ヘンリー T. ティザード。この人は科学技術研究庁(DSIR)育ちの科学行政官で、1927年から約3年間その長官を勤めた人物である。科学技術行政の中核にいた人物がこの委員会の長に据えられるのは自然だが、英国が幸運だったのは数年前にDSIR長官にティザードを起用したことであった。この委員会の長としては、ティザードのつぎの代のDSIR長官ラザフォードや、ラザフォードを継いだアップルトンのような碩学より、はるかにティザードが適任であった。ティザードでなくてはならなかった、とすら言える〔4〕。

ヘンリー T. ティザードは1885年の生まれ。父親は海

軍士官であった。少年ヘンリーは忠誠心溢れる軍人の家庭に育つ。海軍にはいることを希望したが視力に欠陥があることが判り、海軍を諦める。ウェストミンスター校からオックスフォード大学へという道を進む。ヘンリーは、C. P. スノウの言葉を借りれば、まぶしいばかりの才能を顯す。数学にも興味を示したけれども化学を専攻。さらにベルリンへ赴き、ネルンストの下で研究生生活を送った。1908年のことである。1年の後オックスフォードにもどり、特別研究員として物理化学の研究に専心する。

第一次大戦が勃発し、ティザードは志願して陸軍航空に入隊する。バートラム・ホプキンソンの指導のもとに航空機試験にたずさわりのち中佐まで昇進し、十字章を授けられる。危険な日々テスト飛行から彼が生きのびることができたのは幸運というより他ない。ホプキンソンはケンブリッジ大学の令名高い航空工学の教授で、爆発理論にも詳しいばかりか幅広い学問の視野と旺盛な知的関心の持ち主であった。ホプキンソンを得て陸軍航空の研究開発はようやく軌道に乗り始めていた。ティザードはホプキンソンによって、応用科学の何たるかに眼を開かれる。そのホプキンソンは、1918年8月26日、ブリストル戦闘機を自ら駆ってテスト中、墜落惨死する。

戦争が終って、ティザードはオックスフォードの研究生生活にもどる。純粋科学への傾倒。しかし、そのうちに、彼の中に変化が生じ始める……。純粋科学の学徒としては自分は一流たりえないことがわかった、と彼は言う。ラザフォードのような器量は自分にはない。その器量ある者にして、はじめて純粋科学の花園に遊ぶことが許される、と。1920年ティザードはDSIRに移る。

DSIRでティザードが担当したのは、科学研究のための人材と資材の無駄を減らすために研究の統合を図る、というむつかしい課題だった。彼らのこの試みは、むしろ失敗に終わったと見られる。しかし、この数年間にティザードは英国の科学研究の現状を具に知ることができたし、さらに大切なことは、すぐれた研究者のみならず、科学・技術に関係をもつ多くの敏腕の行政官・軍人の中に知己を得たことであろう。

さて、ウィンパリスは委員長として元DSIR長官ティザードを推した。つぎにティザードが2人の委員を選ぶ段である。彼はヒルとブラケットを選んだ。ヒルは1922年ノーベル生理・医学賞を受けた世界的に著名な生理学者である。ブラケットは新進の物理学者として知られていた。ラザフォードの愛弟子の1人で、のちにノーベル物理学賞を受ける。

ティザードはどのような規準に従って彼らを選んだのだろうか。C. P. スノウの憶測によれば、彼は第1に強

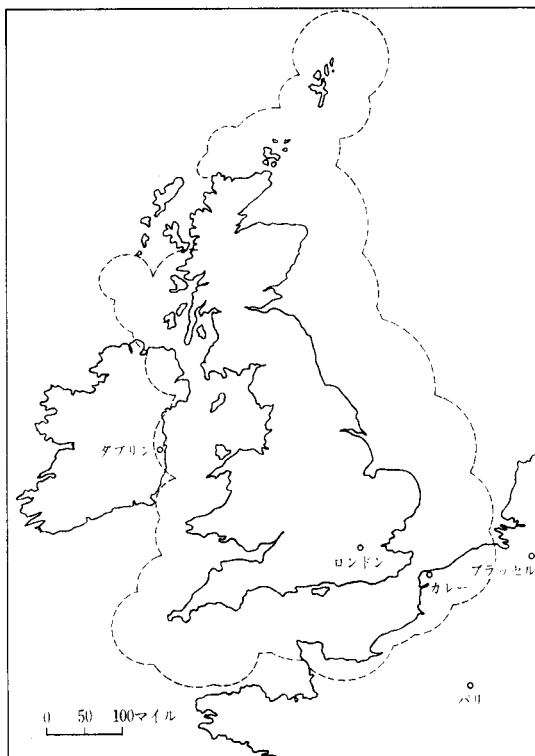


図1 1941年9月、高度15,000呎の目標機に対するレーダー・カバレッジ

い性格と決断力を買ったのだらうという。思想的にはヒルは大変な保守主義者であり、一方、ブラケットは痛烈な反ファシズム・急進主義者であった。共通点はない。ヒルとブラケットに共通していたのは、軍人達と生得の共鳴と一体感をもっている点であり、これがティザードが求めた第2の条件だと思われる。ヒルは第一次世界大戦に際し高射砲部隊とともに今でいうOR研究に従い、名声を得た。ブラケットは兵学校出身の元海軍士官で、第一次大戦ではジユトランド海戦に参加した。ラザフォードのもとで物理学を修めるようになったのは、大戦の後である。ヒルとブラケット、ティザードのめがねに狂いはなく、二人はティザードを援けて英帝国のために二度目のご奉公——しかも最大級の奉仕——をすることになる。

ティザード委員会は1935年1月28日、第1回の会合をもった。この席でウィンパリスは殺人光線の可能性に関するワトソン・ワットの覚書を披露する。ご指摘の殺人光線は、とメモは結論づけていた。現状では技術的に不可能と思われます。しかし、電波は近づく敵機をいち早く発見するという目的には活用でき、これは検討に値すると思ひます。ティザード委員会はこの1行に興味を示す。

## レーダーの開発

電波を発射し、その反射波を得て敵航空機の接近を知る。レーダー——当時英国では R. D. F. とよばれた装置がティザード委員会の支持のもとに生まれようとするのだが、それでは、このような着想は以前になかったのだろうか。また、それを実現するための基礎知識や技術はどれくらい進んでいたのだろうか。

電磁波の発見は半世紀遡って1887年、ヘルツの実験に帰せられ、マルコーニによる無線通信は1896年に始まる。通信に対する応用はスタートが大変速やかだったわけである。今日のレーダーのような利用法も、しかし、思いつかれなかったわけではない。1904年にドイツ人ヒュルスマイヤーは船舶の衝突防止のための電波装置を工夫し特許を得ているから、実に先駆的な発明と言わなければならない。しかし、時代はこの科学の粋を要求しなかったようである。一方、電波は通信の手段としてみます利用され、電波伝播の異常さから、彼らは間もなく地球上空に電離層があることに気づく。ヘビサイドによるその指摘は1902年であるが、理論的なこの予言が実験的に立証されるには20年余を必要とする。

1924年、英国のアップルトンは波長300mの電波を用い、干渉法により電離層の高さを測定して地上約85kmと推定した。1年遅れて1925年、米国のブライトとチューヴの2人は波長70mの電波を用いて、電離層の多重構造を確かめることに成功する。彼らが用いたのはアップルトンと異なってパルス法であり、その基本原理はレーダーとまったく同じである。

このように、レーダーに相当する装置は学術の分野で利用され、その技術もかなり進んでいたのである。考えてみればまことに奇妙なことだが、それを船舶・航空機の監視や船舶・航空機の航法のために利用するという発想が何故かなかったのである。それゆえ、ティザード達はヒットラーの空軍の来襲を監視するために電波を利用するという発想に到達し、その実現化を強く決意しさえすればよかったのである。レーダーは十分に彼らの技術の射程内にあった。ただ問題は残された時間であった。

1935年2月26日、委員会はワトソン・ワットによる展示実験を見て自信を得、決心を下す。3月にはいってティザード委員会はレーダー実現化のために大規模な実験を試みる価値がある、という答申を提出する。政府の反応も驚くほど早かった。10,000ポンドの支出が認められ、5月にはサフォーク海岸に実験所の建設が開始される。6月にティザード委員会が視察したとき、試作レーダーはすでに目標機を40哩の距離で捉えるまでになっていた。ティザード達は意を強うする。

翌1936年には初のレーダー・ステーションが完成する。高さ240呎のタワーに据えたレーダーは周波数25メガヘルツで、高度1,500呎の目標機を75哩の距離で探知することができた。この9月、レーダー初参加の要撃演習が実施される。

演習の成果は、しかし、思わしくなかったようである。軍人達は失望する。ティザード達は要撃が不成功だったのは、レーダーの利用法のオペレーショナルな研究をしていなかったためだ、と反省する。軍人を援け、レーダー情報にもとづく要撃戦術を研究するために、ディッキンズをチーフとする少数の文官科学者がビギンヒルの要撃戦闘機基地に配置されることになる。これはティザードの熱心な懇意によるものであった。

1937年にはいってステーションは3、1938年にステーション数5、24時間監視が始められ、バリあるいはアムステルダムを離陸し英国に向かう民間航空機を仮想敵機と見做して、ビギンヒルから戦闘機が要撃に飛び立つという訓練が繰り返されるようになる。レーダーという新しい兵器を単独の兵器としてでなく、要撃システムを構成する一要素としてとらえ、要撃システムの設計あるいは改善を試みるという彼らの発想は、当時としては、まことに画期的だったといえよう。

1939年にステーション数は20に達する。これらの20ステーションは、戦争を通じて24時間監視の重責を完全に果たすことになる。ただ1局のみが空襲のため短時間停止したという例外があるに過ぎない。これらのステーションは高度15,000呎で近づく敵機を100哩以上の距離で捕捉することができた。レーダーは遂に開戦に間に合ったのである。バトル・オブ・ブリテンで劣勢ながら、英国がよくヒットラーの空軍を退けることができたのは、ひとつは彼らのレーダーの賜といえる。

## ブラケット・サーカス

レーダーという新しい兵器を有効に使うための研究に、あるいはまた、その改善の必要性をいち早く発見するために、それまで聖域だった軍人の職場で文官の科学・技術者が軍人と混って仕事をするという見馴れないことが始められ、それは思いがけない成果を挙げた。オペレーショナル・リサーチの有効性は、警戒用レーダーの運用にとどまらないだろう。1939年に戦争が始まるや、各方面で要望が発生する。三軍のためのオペレーショナル・リサーチのチームを作る過程では、ブラケットが目覚ましい活躍を示す。

1940年の夏、ブラケットは対空砲部隊から依頼を受ける。問題は照準用レーダーGL-1がうまく使いこなせない、ということだった。ブラケットは問題の所在を照準

用レーダーを含めた より広い範囲と推察し、2人の生理学者と天文物理学者1人、物理学者2人という組合せで仕事を始める。後に物理学者、測量士としての経歴のある陸軍士官、生理学者各1人と数学者2人とが加わる。いわゆる学際チームである。GL-1のアウトプットをどのように処理するか種々の工夫を加え、それまで1機撃墜当たり20,000発要した弾数をのちには4,000発にまで改善した。問題を究明して解決法を編み出しながら、部隊から部隊へと移ってくる彼らを、兵士たちはブラケット・サーカスと名づけて待ちもうけた、といわれる。

1941年3月、ブラケットは沿岸警備部隊に配置され、対潜戦の諸問題に知恵を絞ることになる。ブラケット達が挙げた手柄のうちで対潜航空爆雷物語りが最も著名であろう。調査・分析の結果、彼らは調定深度を30mから8mに変更するだけで、潜水艦撃沈数を2ないし4倍まで高めることに成功する。

このようにして、ブラケットが中心になってつぎつぎとORチームが作られ、成果を挙げてゆく。1941年12月からは海軍のOR活動が開始される。海軍のORで最も寄与が大きかった仕事は、船団を構成する隻数の最適な決定という問題であるが、その詳細には触れない。正しい人選と妥当な方向づけさえなされたなら、そして効果が少しでも見え始めたなら……あとしばらくは自然に任せればいい。英国のオペレーショナル・リサーチは順調に滑り出した。

つぎに、それではオペレーショナル・リサーチがどのような経緯で米国に移植されるようになるか、というステップに眼を転ずることにしよう。

## NDRC

1940年8月31日、バトル・オヴ・ブリテンのさなかにティザードを団長としコッククロフトによって補佐される一団が米国訪問のため出発する。これは英国の安全保障の交換条件として軍事技術の機密を米国に譲る任務の使節団であった。秘書が大切に抱えている黒革のスーツケースには、英国が孜孜営々として築き上げた軍事技術のほとんどすべての秘密が収められていた。航空機用旋回砲塔、射撃管制装置、ジェット・エンジン、ソーナー、レーダー等々がそれであり、またパーミンガム大学のオリファントが完成させたばかりのマグネトロンまでひそめてあった[5]。

米国は驚嘆する。同年11月、さっそくMITにRadiation Laboratoryが設立される。米国の一流物理学者の5分の1を擁し、第二次大戦を通じレーダーおよび近接信管開発のメッカとなった研究所である。後に彼らが開発した対空レーダーSCR-584を装備して、英国はV-1

を迎え撃ち、実にその85%までを撃墜する。

英国は単独で戦い抜くことはできない。米国の力を必要とする。少なくとも米国の工業力を英国の兵器廠代りに活用しなくてはいけない。しかし、そのためにはギヴ・アンド・テイクの原則が必要で、だから英国は軍事技術の秘密を気前よく米国に明かすべきだ、というのがティザードの持論だった。政府筋はこの無謀とも見える提案を拒み続けてきたが、ヒットラーの空襲が激しくなるに及び、遂に折れて科学使節団派遣の運びとなった。

使節団が訪米する。しかし、使節団を受入れる米国の側にはその態勢はとどのついていたのか？それがNDRCの役目であった。ティザード訪米の2カ月後にいち早くRadiation Laboratoryを設立したのはNDRCである。

NDRC (National Defense Research Committee)とは何か？第二次大戦中の米国のすべての戦時研究をとりしきった機関である。ティザード使節団訪米のわずか2カ月前、1940年6月に発足する。大統領府に直属し、ヴァネヴァー・ブッシュという人物に率いられた。重要さと有効性を認められて、1年後OSRD (Office of Scientific Research and Development) という局が誕生し、NDRCと医学を担当する新設のMRCを統括した。

OSRDは予算の執行権をもつが、それ自身が直接研究を実行するわけではない。軍・その他から発生する研究要請を整理し、適切な研究者を選択して研究契約を結ぶ。中間報告・最終報告を受理・整理したうえで研究要請を発した側にこれを流してやる。さらに研究を継続する必要を検討し、テーマ、契約の条件を審議する。連邦政府はこのような形式の管理法で、民間の最高レベルの頭脳を意のままに活用したのである。OSRDが非営利機関に委託した研究は、受託額の上位25機関だけで800件、3億ドルを超える。なお、筆頭はMITで、受託件数で上記の1割、受託額で3割強を占めた。

米国のORの誕生は1942年だが、まずNaval Ordnance LaboratoryのORグループが3月に、P. M. モース達の対潜戦ORグループが5月に、陸軍航空のグループが9月に、という工合にNDRCの強力な支援の下につぎつぎと誕生し、育ってゆく。

NDRCによる研究の組織化の影響を受けて米国のORは英国のORに比べて遙かに組織的な形をとるに至った。彼らの研究の一部はモースとキンボールによる「オペレーションズ・リサーチの方法」にうかがうことができるので繰返さない。以下には、英国から受入れたORにも米合衆国らしい色合いを添えたNDRCを率いるブッシュと彼の周囲にいた人物の人脈を辿ってみることにしよう。

## Vannevar Bush

ヴァネヴァー・ブッシュは1890年マサチューセッツ州に生まれた。MIT に学ぶ。電気工学の専攻だった。第一次大戦が勃発し、ブッシュは海軍のために潜水艦探知装置の研究に徒事した。戦争が終って MIT に復帰する。1923年教授に昇任。

この頃はちょうど、電気回路理論興隆の時期であったようである。回路解析の論文が多数発表され、電気回路理論の教科書も種々出版される。その中にあってブッシュの教科書は異彩を放っていた。ヘビサイドによる難解な演算子法がとり入れられており、さらにその数学的な裏づけのためのページが Appendix として付け加えられていた。付録は N. ウィーナーによって書かれたもので、フーリエ解析と漸近級数と題されていた[7]。

回路解析のためには微分方程式を解く必要がある。ブッシュは1925年頃から微分解析機試作のプランをもっていったようである。1927年には計画は具体的となり、1930年に微分解析機が完成する。純機械式のアナログ計算機で、1階の微分方程式を解くことができた。ブッシュ計算機は大変すぐれた性能をもっていったようで、その評判を伝え聞いた人が、ぜひ同種の計算機を手に入れたいのだが、とブッシュの許に訪れることになる。1人はペンシルバニア大学・ムーア電気工学教室の人、他は陸軍のアバディーン試射場にある弾道研究所の職員であった。ブッシュは親切に相談に乗ってやり、弾道研究所、ペンシルバニア大学、MIT 共同の設計計画を発足させる。弾道研究所のためには民間会社に製作をまかせ、一方ペンシルバニア大学は自力で作業を進めることになった。1933年には2台のブッシュ式微分解析機が完成する。

第一次大戦の前後、軍では弾道研究が一つの重点研究項目であった。米国でも弾道研究の重要さが強く認識され、第一次大戦を契機として、弾道研究のために一流の人材が集められる。代表的な人物はオズワルド・ヴェブレンで、アバディーン試射場に新たに設けられた弾道研究所は、ヴェブレンを長とする委員会によって学問的に確固とした支援を受けることになる。

弾道研究所の任務の一つは弾道計算である。従来、多数の職員の手で行なっている弾道計算は時間がかかるばかりでなく、あやまりも多い。かねて弾道計算のための計算機を、という提案はあったが実現しなかった。弾道研究所はブッシュ式微分解析機を手に入れて狂喜する。それまで、手動計算機を用い人力で1週間要した弾道計算を、ブッシュ式アナログ計算機は30分でやってのけたといわれる。

弾道研究所は微分解析機を導入する。導入してみると

さらに高度の計算機が欲しくなる。その要望に応じて、ブッシュ達は1935年から2号機の製作にとりかかる。これもアナログ計算機だが、1号機と異なり純機械式ではなく、電気・機械式であった。1942年に完成し、弾道計算に利用されることになる。米国はこの計算機の成功を秘匿し、MIT で開発中の微分計算機は失敗に終わった模様だという偽の情報を流したといわれる。

アバディーン試射場が第二次大戦に使った計算機は、このように、アナログ計算機だったのである。アナログ計算機には長所もあるが欠点もある。ペンシルバニア大学ムーア教室は、つぎの世代の弾道計算機としてデジタル計算機を建設してはどうか、と提案する。この提案が認められて1943年に契約が成立し、ここに ENIAC の試作がスタートする。ENIAC は世界で最初の電子式デジタル計算機で、その完成は1946年である。戦争には間に合わなかったけれども、建設したペンシルバニア大学とスポンサーの弾道研究所の名前を歴史に残すことになった。

計算機の歴史はここで打切ろう。ブッシュが計算機時代の扉を開いた1人であることを指摘するのが本旨だったのである。つぎにそのブッシュが関係することになったもう一つの大切な事項に目を転ずることにする。それは政府による科学支援という、より大事な、より厄介な問題に関連している。

## Karl T. Compton

ブッシュは1930年に微分解析機を完成させた。この年新しい学長カール T. コンプトンを迎える。

カール T. コンプトンは1887年にオハイオ州に生まれた。ティザードより二つだけ若い勘定になる。父親はオハイオ州ウースター・カレッジの学部長をなが年勤めた教育者で、人格者の誉れが高かった。カールはプリンストン大学で物理学を修め、ついでゲッチンゲンに留学する。弟のアーサー H. コンプトンも数年おくれてプリンストンで物理学を専攻し、卒業して留学先をケンブリッジに選ぶ。アーサーは、のち1927年にノーベル物理学賞の栄に輝く。カールの弟のように研究上の幸運には恵まれなかったけれども、謙虚な人柄と広い学識、公正な判断とでプリンストンの内外で人達の信望を集めていた。1930年請われて MIT に赴任する。なお、このとき P. M. モースという若手の理論物理学者がコンプトンに従って MIT に移った。

コンプトンは米国の工業大学はエンジニアリングという専門職を狭く解釈し過ぎている、教育が偏っている、これでは未来はない、と痛感する。強力な工業大学は偉大な理科大学でなければならない。工学中心のカリキュ

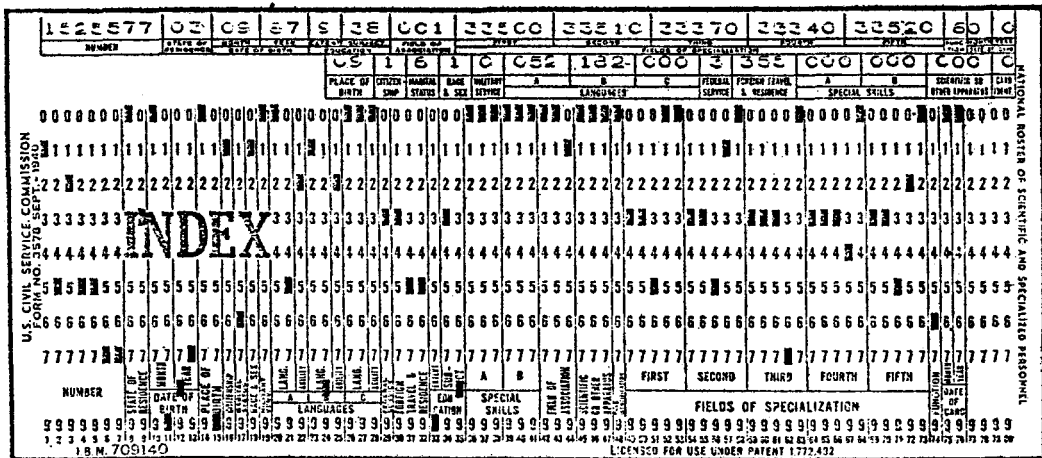


図2 米国が科学者動員に用いたデータ・カード。これは K. T. コンプトンのもの。

ラムに、純粹科学と人文学を大幅に付け加える必要を説く。

コンプトンは電気工学教室にすぐれた教授を発見する。ブッシュである。ブッシュが研究者として一級であるばかりでなく、管理能力にもたけていることを見抜き、副学長に起用する。1932年、コンプトン-ブッシュという関係がここにできあがる。コンプトンはブッシュという片腕を得て、MIT改革を推進する。MITが単科大学から5学部より成る総合大学へと発展したのは、一にコンプトンの努力の賜である。

1930年代。それは微分解析機よりも、工業大学の改革よりも、なによりも深刻な不況との戦いの時代である。連邦政府は苦慮する。1933年に発足した科学諮問審議会もその一つの試みであった。議長はK. T. コンプトンである。この当時のいわゆるニュー・ディール政策は、しかし、いずれも世界的なこの不況を根本的に癒すまでの効果を発揮するに至らず、皮肉にも景気は第二次大戦の勃発によって一気に回復する。科学諮問審議会は科学の活用に関する実態調査を行なったが、その結果がすぐさま不況対策に反映されたわけでもない。しかし、ベーズによると、科学諮問審議会は数年後のNDRCのための、貴重な布石となった[8]。コンプトン、ブッシュ、それにハーバード大学総長のJ. B. コナントはヨーロッパの情勢を憂え、まさかの場合に、どのような方法で科学・技術者の力を結集できるかを検討していた。1938年、ブッシュはMITの副学長からワシントンD.C.のカーネギー研究所へ転出する。1939年、遂にヨーロッパに戦火が広がる。

ヨーロッパ戦争の余波はいち早く1940年5月にカーネギー研究所に到達する。ドイツ軍が1939年10月に使用した磁気機雷のサンプルがひそかに届けられたのである。

同研究所地磁気部のE. A. ジョンソン—この人もMITの出身だが—は海軍を援けて磁気機雷の徹底的な研究にとりかかる。ジョンソンは後、志願して海軍にはいり、Naval Ordnance LaboratoryでORグループを作り、機雷の戦略的使用に関する広範な研究を進める。昭和20年3月から終戦の日まで続いたB-29による機雷敷設作戦は、ジョンソンの計画にもとづいている。

そして1940年6月、コンプトン、ブッシュ、コナント達のNDRCは発足する。事務局はカーネギー研究所内に置かれた。

### 参考文献

- [1] 岸 尚, "OR誕生の必然と偶然," 本誌, Vol. 13, No. 10, 2-7 (1968).
- [2] 岸 尚, "OR活動の離陸 その背景," 本誌, Vol. 14, No. 5, 23-27; "OR活動の離陸 その条件," 本誌 Vol. 14, No. 9, 25-29 (1969).
- [3] Crowther, J. G., and R. Whiddington, *Science at War*, Philosophical Library, New York, 1948.
- [4] スノウ, C. P. 著, 朱牟田夏雄訳, 科学と政治, 音羽書房, 1961.
- [5] ブラケット, P. M. S. 著, 岸田・立花訳, 戦争研究, みすず書房, 1964.
- [6] Baxter, J. P., *Scientists Against Time*, Little, Brown and Co., 1946.
- [7] ゴールドスタイン, H. H. 著, 末包・他訳, 計算機の歴史, 共立出版社, 1979.
- [8] Bates, R. S., *Scientific Societies in the United States*, MIT Press, 1965.

(きし・たかし 防衛大学校 応用物理学教室)